



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 18487.1—2023

代替 GB/T 18487.1—2015

## 电动汽车传导充电系统 第 1 部分：通用要求

Electric vehicle conductive charging system—Part 1: General requirements

2023-09-07 发布

2024-04-01 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

## 目 次

|                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------|-----|
| 前言 .....                                                          | I   |
| 引言 .....                                                          | V   |
| 1 范围 .....                                                        | 1   |
| 2 规范性引用文件 .....                                                   | 1   |
| 3 术语和定义 .....                                                     | 3   |
| 4 分类 .....                                                        | 22  |
| 5 充电系统通用要求 .....                                                  | 23  |
| 6 通信 .....                                                        | 26  |
| 7 电击防护 .....                                                      | 26  |
| 8 电动汽车和电动汽车电能传输之间的连接 .....                                        | 31  |
| 9 车辆适配器 .....                                                     | 32  |
| 10 车辆接口、供电接口的特殊要求 .....                                           | 32  |
| 11 电动汽车电能传输设备结构要求 .....                                           | 34  |
| 12 电动汽车电能传输设备性能要求 .....                                           | 37  |
| 13 过载保护和短路保护 .....                                                | 41  |
| 14 急停 .....                                                       | 41  |
| 15 使用条件 .....                                                     | 42  |
| 16 维修 .....                                                       | 43  |
| 17 标识和说明 .....                                                    | 43  |
| 附录 A (规范性) 交流充电控制导引电路与控制原理 .....                                  | 44  |
| 附录 B (规范性) 采用 GB/T 20234.3 规定的充电连接装置的直流充电控制导引电路与控制原理 ...          | 68  |
| 附录 C (规范性) 采用 GB/T 20234.4 规定的充电连接装置的直流充电控制导引电路与控制原理 ...          | 77  |
| 附录 D (资料性) 车辆供电回路电压适应性切换 .....                                    | 108 |
| 附录 E (资料性) 采用 GB/T 20234.4 规定的充电连接装置的 V2G 直流充放电技术方案 .....         | 111 |
| 附录 F (规范性) 多车辆接口的直流充电技术 .....                                     | 116 |
| 附录 G (规范性) 采用 GB/T 20234.4 规定的车辆适配器的直流充电兼容技术方案 .....              | 120 |
| 附录 H (资料性) 适用于 CHAdeMO 2.x 及以下充电系统和 CCS 充电系统的直流充电兼容技术<br>方案 ..... | 130 |
| 附录 I (规范性) 充电连接装置的锁止装置 .....                                      | 135 |
| 附录 J (资料性) 采用 GB/T 20234.4 规定的充电连接装置的脉冲加热控制原理 .....               | 138 |
| 参考文献 .....                                                        | 150 |

## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是 GB/T 18487 的第1部分。GB/T 18487 已经发布了以下部分：

——电动汽车传导充电系统 第1部分：通用要求(GB/T 18487.1—2023)；

——电动汽车传导充电系统 第2部分：非车载传导供电设备电磁兼容要求(GB/T 18487.2—2017)；

——电动车辆传导充电系统 第3部分：电动车辆交流/直流充电机(站)(GB/T 18487.3—2001)。

本文件代替 GB/T 18487.1—2015《电动汽车传导充电系统 第1部分：通用要求》，与 GB/T 18487.1—2015 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了“充放电”(见 3.1.2)、“传导充电”(见 3.1.3)、“连接方式 D”(见 3.1.5.4)、“连接方式 E”(见 3.1.5.5)、“充放电设备”(见 3.1.6.2)、“电动汽车充放电系统”(见 3.1.8)、“充电/充放电过程”(见 3.1.9)、“初始化(阶段)”(见 3.1.9.1)、“能量传输(阶段)”(见 3.1.9.2)、“结束停机(阶段)”(见 3.1.9.3)、“紧急停机”(见 3.1.9.3.1)、“故障停机”(见 3.1.9.3.2)、“正常停机”(见 3.1.9.3.3)、“直流供电回路”(见 3.1.10)、“非对称绝缘故障”(见 3.2.8)、“对称绝缘故障”(见 3.2.9)、“可导电部分”(见 3.2.10)、“电涌保护器”(见 3.2.21)、“感知阈”(见 3.2.22)、“反应阈”(见 3.2.23)、“能量传输控制器”(见 3.3.4)、“纯电动汽车”(见 3.4.1)、“可外接充电式混合动力汽车”(见 3.4.2)、“燃料电池混合动力电动汽车”(见 3.4.3)、“可充电储能系统”(见 3.4.4)、“车辆断开装置”(见 3.4.5)、“车辆供电回路”(见 3.4.6)、“电动汽车模拟器”(见 3.4.7)、“测试负载”(见 3.4.8)、“电缆储存装置”(见 3.5.2)、“车辆适配器”(见 3.5.8)、“充电自动耦合器”(见 3.5.10)、“充电自动耦合器主动端”(见 3.5.10.1)、“充电自动耦合器被动端”(见 3.5.10.2)、“锁止装置”(见 3.5.11)、“机械锁”(见 3.5.11.1)、“电子锁”(见 3.5.11.2)、“用于有限制场所使用的设备”(见 3.6.5)、“用于非限制场所使用的设备”(见 3.6.6)、“便携式设备”(见 3.6.7)、“移动式设备”(见 3.6.8)、“固定设备”(见 3.6.9)、“熟练[电气]技术人员”(见 3.6.10)、“受过培训的[电气]人员”(见 3.6.11)、“一般人员”(见 3.6.12)、“用户”(见 3.6.13)、“可用最大电流”(见 3.7.1)、“当前电流测量值”(见 3.7.2)、“当前电压测量值”(见 3.7.3)、“额定电流(A 侧)”(见 3.7.4)、“额定电压(A 侧)”(见 3.7.5)、“工作电压范围”(见 3.7.6)、“额定持续电流”(见 3.7.7)、“额定最大电压”(见 3.7.8)、“额定最大功率”(见 3.7.9)、“额定最小电流”(见 3.7.10)、“额定最小电压”(见 3.7.11)、“电流需求值(电动汽车)”(见 3.7.12)、“电压需求值(电动汽车)”(见 3.7.13)、“脉冲加热”(见 3.8.1)、“最大正脉冲电流”(见 3.8.2)、“最大负脉冲电流”(见 3.8.3)、“最小正脉冲电压”(见 3.8.4)、“最大负脉冲电压”(见 3.8.5)、“最长正脉冲时间”(见 3.8.6)、“最长负脉冲时间”(见 3.8.7)、“最短正脉冲时间”(见 3.8.8)、“最短负脉冲时间”(见 3.8.9)、“正脉冲时间”(见 3.8.10)、“负脉冲时间”(见 3.8.11)、“最长加热时间”(见 3.8.12)、“正脉冲限制电压”(见 3.8.13)、“负脉冲限制电压”(见 3.8.14)、“正脉冲电流幅值”(见 3.8.15)、“负脉冲电流幅值”(见 3.8.16)、“供电网”(见 3.9.1)、“A 侧”(见 3.9.2)、“B 侧”(见 3.9.3)、“数字通信”(见 3.9.4)、“电动汽车充放电双向互动”(见 3.9.5)、“电动汽车与电网充放电双向互动”(见 3.9.6)；
- b) 删除了“功能盒”(见 2015 年版的 3.4.3)、“微观环境(电气间隙和爬电距离)”(见 2015 年版的 3.5.3)；
- c) 更改了“电动汽车供电设备”(见 3.1.6, 2015 年版的 3.1.5)、“电动汽车充电设备”(见 3.1.6.1, 2015

- 年版的 3.1.4)、“电动汽车直流充电系统”(见 3.1.7.1, 2015 年版的 3.1.7)、“电动汽车交流充电系统”(见 3.1.7.2, 2015 年版的 3.1.8)、“电缆组件”(见 3.5.1, 2015 年版的 3.4.1)、“缆上控制与保护装置”(见 3.5.4, 2015 年版的 3.4.4)、“标准插头/插座”(见 3.5.5, 2015 年版的 3.4.5)、“供电接口”(见 3.5.6, 2015 年版的 3.4.6)、“供电插头”(见 3.5.6.1, 2015 年版的 3.4.7)、“供电插座”(见 3.5.6.2, 2015 年版的 3.4.8);
- d) 将“按供电设备输入特性”(见 2015 年版的 4.1)更改为“供电网输入特性”(见 4.1)，“按供电设备输出特性”(见 2015 年版的 4.2)更改为“能量传输电流种类(B 侧)”(见 4.3);
  - e) 根据供电设备与其连接的供电网连接方式分类,增加了“供电网连接方式”(见 4.2),在按使用环境条件分类中,增加了“安装使用场所”(见 4.4.3);
  - f) 将“按供电设备输出电压”(见 2015 年版的 4.4)更改为“供电设备输出”(见 4.5),并修改了直流额定最大电压、直流工作电压范围、以及直流额定持续电流的种类;
  - g) 安装方式中非固定式分类增加模式 4 的便携式供电设备(见 4.6);
  - h) 更改了充电模式 2 在电源侧使用标准插头/插座及对应电流要求,增加标准接口附加功能要求(见 5.1.2, 2015 年版的 5.1.2);
  - i) 对于充电模式 4 增加了通过标准插头电缆组件或通过交流车辆插座与供电网连接的设备的要  
求、车辆接口附加功能、V2G 要求、连接方式 D 及连接方式 E 适用于模式 4、以及使用符合  
GB/T 20234.4 车辆接口供电设备的直流充电/充放电控制导引功能(见 5.1.4);
  - j) 对于保护接地导体连续性丢失情况,更改了不同充电模式的供电设备响应要求(见 5.2.1.2,  
2015 年版的 5.2.1.2);
  - k) 增加了放电功能要求(见 5.2.1.1、5.2.1.4、5.2.1.5、5.2.1.6);
  - l) 删除了“或充电设备门打开等活动造成带电部位露出时”切断供电的要求,属于设备本体设计  
要求(见 2015 年版的 5.2.1.5);
  - m) 将“充电电流监测”(见 2015 年版的 5.2.1.6)更改“允许的可用最大电流”(见 5.2.1.6),增加可  
用最大电流值保护要求;
  - n) 增加了电动汽车充电唤醒功能(见 5.2.1.7);
  - o) 删除了“充电过程中的通风要求”(见 2015 年版的 5.2.2.1);
  - p) 将“车辆插头和/或供电插头的连接”(见 2015 年版的 5.2.2.3)和“避免意外带电切断”(见 2015  
年版的 5.2.2.4)合并为“模式 2 和模式 3 的充电接口锁止”(见 5.2.2.3),锁止功能对于供电设  
备和电动汽车额定电流小于等于 16 A 时为可选;
  - q) 增加了“车辆供电回路电压适应性切换”,适用于附录 B 充电系统的可选功能(见 5.2.2.3);
  - r) 增加了“V2G 直流充放电功能”,适用于附录 C 充放电系统的可选功能(见 5.2.2.3);
  - s) 增加了模式 2 和 3 使用数字通信的适用性要求(见第 6 章);
  - t) 将电击防护的“一般要求”(见 2015 年版的 7.1)更改为“通则”(见 7.1.1)、“预期使用和合理可  
预见的误用”的电击防护要求(见 7.1.2)、“接触电流或接触电压的限值”(见 7.1.3)、“感知阈和  
惊跳反应”(见 7.1.4);增加了“基本保护”(见 7.2);
  - u) 更改了故障防护(见 7.3, 2015 年版的 7.3.3);
  - v) 增加了模式 3 和模式 4 的保护接地导体要求(见 7.4);
  - w) 将“电容放电”(见 2015 年版的 7.3)更改为“存储能量”(见 7.7),更改了“标准插头的断开”(见  
7.7.1, 2015 年版的 7.3.1),增加了“车辆接口的断开”(见 7.7.2)、“对于充电模式 3 连接方式  
B 的供电接口的断开”(见 7.7.3)、“供电网断电”(见 7.7.4);
  - x) 增加了“接触器粘连”(见 7.9);
  - y) 增加了“本章的内容适用于单个车辆插头与一辆电动汽车进行充电,对于多个车辆插头与同一  
辆电动汽车进行充电应由用户与制造商另行协商确定”、供电设备同时连接多辆电动汽车的充

- 电要求(见 8.1);
- z) 更改了连接方式 B 的中性线连接车辆插头(见 8.2,2015 年版的 8.2);
  - aa) 更改了模式 1 和模式 2 采用标准插头/插座功能要求(见 8.4,2015 年版的 8.4);
  - bb) 增加了 GB/T 20234.4 车辆接口功能性说明(见 8.6);
  - cc) 增加了车辆适配器要求(见 9);
  - dd) 增加了 GB/T 20234.4 车辆接口具备热管理功能(见 10.1);
  - ee) 更改了不应使用二次电缆组件连接电动汽车和供电设备(见 10.2,2015 年版的 9.2);
  - ff) 将“锁紧装置”(见 2015 年版的 9.6)更改为“锁止装置”(见 10.6),增加了 GB/T 20234.4—2023 的车辆接口锁止装置要求;
  - gg) 增加了模式 2 和模式 3 的冲击电流要求(见 10.7);
  - hh) 增加了 GB/T 20234.4 车辆接口要求(见 11.1);
  - ii) 更改了开关和隔离开关、接触器的要求(见 11.2.1 和 11.2.2,2015 年版的 10.2.1 和 10.2.2);
  - jj) 删除了计量(见 2015 年版的 10.2.5);
  - kk) 更改了剩余电流保护器要求(见 2015 年版的 10.3),分别规定交流和直流供电设备剩余电流保护器的要求(见 11.3);
  - ll) 更改了不同连接方式下供电设备的电气间隙和爬电距离要求(见 11.4,2015 年版的 10.4);
  - mm) 增加了模式 2 的缆上控制与保护装置(IC-CPD)的防护等级要求(见 11.5.1);
  - nn) 增加了电涌保护器(SPD)选配和安装要求(见 11.7);
  - oo) 删除了电动汽车供电设备性能要求的概述(见 2015 年版的 11.1);
  - pp) 更改了“接触电流”(见 12.1,2015 年版的 11.2)、“绝缘电阻”(见 12.2,2015 年版的 11.3)、“介电强度”(见 12.3,2015 年版的 11.4)、“冲击耐压”(见 12.4,2015 年版的 11.5)的试验要求;
  - qq) 增加了电涌保护器的安装与选型在连接交流电网时的要求(见 12.6);
  - rr) 将“概述”(见 2015 年版的 12.1)更改为“通则”(见 13.1),修改对连接点的过载保护和短路保护要求;
  - ss) 将急停装置安装作为可选功能(见 14,2015 年版的 13);
  - tt) 将室内设施的周围空气温度(见 2015 年版的 14.1.1.1)和室外设施的周围空气温度(见 2015 年版的 14.1.1.2)合并成周围空气温度(见 15.1.1),修改了工作温度上限;
  - uu) 更改了湿度条件描述(见 15.1.2,2015 年版的 14.1.2);
  - vv) 更改了供电设备标识和说明(见 17,2015 年版的 16);
  - ww) 更改了“附录 A 交流充电控制导引电路与控制原理”中检测点 1 的电压状态及对应的充电过程状态、交流充电连接控制时序等(见附录 A,2015 年版的附录 A);
  - xx) 将“直流充电控制导引电路与控制原理”更改为“采用 GB/T 20234.3 规定的充电连接装置的直流充电控制导引电路与控制原理”,更改了通信超时、绝缘异常响应等,增加了车辆控制器对检测点 2 的电压进行检测要求、充电机停机要求分类、能量传输阶段电子锁异常、负载突降等(见附录 B,2015 年版的附录 B);
  - yy) 根据附录引用顺序和内容,将“附录 C 直流充电的车辆接口锁止装置示例”(见 2015 年版的附录 C)更改为“附录 I 充电连接装置的锁止装置”(见附录 I),增加了交流充电接口锁止装置结构和直流充电接口锁止装置结构,并修改为规范性附录;
  - zz) 增加了“采用 GB/T 20234.4 规定的充电连接装置的直流充电控制导引电路与控制原理”(见附录 C)、“车辆供电回路电压适应性切换”(见附录 D)、“采用 GB/T 20234.4 规定的充电连接装置的 V2G 直流充放电技术方案”(见附录 E)、“多车辆接口的直流充电技术”(见附录 F)、“采用 GB/T 20234.4 规定的车辆适配器的直流充电兼容技术方案”(见附录 G)、“适用于 CHAdeMO 2.x 及以下充电系统和 CCS 充电系统的直流充电兼容技术方案”(见附录 H)、

“采用 GB/T 20234.4 规定的充电连接装置的脉冲加热控制原理”(见附录 J)。

本文件由中国电力企业联合会提出并归口。

本文件起草单位：国网电力科学研究院有限公司、中国电力企业联合会、国家电网有限公司、南瑞集团有限公司、壳牌(中国)有限公司、国联智慧能源交通技术创新中心(苏州)有限公司、北京新能源汽车股份有限公司、深圳奥特迅电力设备股份有限公司、万帮数字能源股份有限公司、华为数字能源技术有限公司、许继集团有限公司、戴姆勒大中华区投资有限公司、大众汽车(中国)投资有限公司、宝马(中国)服务有限公司、国网智慧车联网技术有限公司、长园深瑞继保自动化有限公司、珠海泰坦科技股份有限公司、南京康尼新能源汽车零部件有限公司、北京小桔新能源汽车科技有限公司、清华大学、上海ABB 联桩新能源技术有限公司、西安领充创享新能源科技有限公司、一汽—大众汽车有限公司、上海盛位电子技术有限公司、宁德时代新能源科技股份有限公司、北京昇科能源科技有限责任公司、威凯检测技术有限公司、中国电力科学研究院有限公司、张家港友诚新能源科技股份有限公司、深圳市科华恒盛科技有限公司。

本文件主要起草人：张萱、倪峰、刘永东、栗文涛、董新生、李志刚、梁晓芳、武亨、郑隽一、赵颖、梁唐杰、卢丹、万德春、桑林、李旭玲、戴敏、董晨、耿群锋、齐晓祥、李凯旋、黄帅、潜金都、周强、潘景宜、许青松、周红斌、胡超、李亚伦、巨阳、董天帅、魏志立、韩少军、吴尚洁、林全喜、郭东旭、孙智兴、吕国伟、张元星、于文斌、邹志平、王冰、孟凡提、梁舒展。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——2001 年首次发布为 GB/T 18487.1—2001, 2015 年第一次修订；

——本次为第二次修订。

## 引 言

GB/T 18487 旨在确立电动汽车传导充电系统中电动汽车与非车载传导式电能传输设备的通用要求,拟由三个部分组成。

——第 1 部分:通用要求。目的在于规范电动汽车与非车载传导式电能传输设备需要满足的安全性和互操作性的总体原则和相关要求。

——第 2 部分:非车载传导供电设备电磁兼容要求。目的在于规范电动汽车非车载传导式供电设备的电磁兼容要求与试验方法。

——第 3 部分:电动车辆交流直流充电机(站)。目的在于规范电动汽车充电机(站)的具体要求。

本文件的发布机构提请注意,声明符合本文件时,可能涉及到附录 C 控制导引电路的专利的使用。

本文件的发布机构对于该专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

该专利持有人已向本文件的发布机构承诺,他愿意同任何申请人在合理且无歧视的条款和条件下,免费许可任何组织或者个人在实施本文件时实施专利。该专利持有人的声明已在本文件的发布机构备案。相关信息可以通过以下联系方式获得:

专利持有人 1 姓名:国网电力科学研究院有限公司

地址 1:江苏省南京市江宁区诚信大道 19 号

专利持有人 2 姓名:南瑞集团有限公司

地址 2:江苏省南京市江宁区诚信大道 19 号

专利持有人 3 姓名:国网北京市电力公司

地址 3:北京市前门西大街 41 号

专利持有人 4 姓名:国家电网有限公司

地址 4:北京市西城区西长安街 86 号

请注意除上述专利外,本文件的某些内容仍可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。



# 电动汽车传导充电系统

## 第1部分:通用要求

### 1 范围

本文件规定了电动汽车传导充电系统分类、通用要求、通信、电击防护、电动汽车和电动汽车电能传输设备之间的连接、车辆适配器、车辆接口、供电接口的特殊要求、电动汽车电能传输设备结构要求、性能要求、过载保护和短路保护、急停、使用条件、维修、标识和说明。

注1:在不引起混淆的情况下,本文件中的“电动汽车电能传输设备”简称为“供电设备”。

本文件适用于电流控制和/或电压控制的非车载传导式供电设备,以实现电动汽车可充电储能系统与供电网(电源)之间单向/双向能量流动,其供电网侧(A侧)额定电压不超过1 000 V AC或1 500 V DC,电动汽车侧(B侧)额定最大电压不超过1 000 V AC或1 500 V DC。

本文件也适用于从现场储能系统(如缓冲蓄电池组等)获得能量的供电设备。

本文件适用于可外接充电或充放电的电动汽车,包括纯电动汽车、可外接充电式混合动力汽车及燃料电池混合动力电动汽车的传导充电或充放电系统。

有轨电车、铁路车辆、工业车辆等的传导充电或充放电系统参照使用。

本文件不适用于与电动汽车传导充电/充放电系统维护相关的安全要求,不适用于GB/T 40432规定的车载充电设备,也不适用于无轨电车。

除本文件规定的电动汽车关键部件(车辆侧车辆插座、控制导引电路、车辆断开装置)以外的部件要求参照电动汽车相关标准。

注2:非车载传导式供电设备电磁兼容的要求参照GB/T 18487.2—2017。

注3:顶部接触式充电系统的要求见GB/T 40425(所有部分)。

注4:模式2缆上控制与保护装置(IC-CPD)的要求参照GB/T 41589。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 1002 家用和类似用途单相插头插座 型式、基本参数和尺寸

GB/T 1003 家用和类似用途三相插头插座 型式、基本参数和尺寸

GB/T 2099.1 家用和类似用途插头插座 第1部分:通用要求

GB/T 2423.3 环境试验 第3部分:试验方法 试验Ca:恒定湿热 试验方法

GB/T 2423.4 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Db:交变湿热(12 h+12 h循环)

GB/T 7251.1—2013 低压成套开关设备和控制设备 第1部分:型式试验和部分型式试验成套设备

GB/T 10963.1 电气附件 家用及类似场所用过电流保护断路器 第1部分:用于交流的断路器

GB/T 10963(所有部分) 电气附件 家用及类似场所用过电流保护断路器

## GB/T 18487.1—2023

- GB/T 11918.1 工业用插头插座和耦合器 第1部分:通用要求
- GB/T 11918.2 工业用插头插座和耦合器 第2部分:带插销和插套的电器附件的尺寸兼容性和互换性要求
- GB/T 12113—2003 接触电流和保护导体电流的测量方法
- GB/T 13539(所有部分) 低压熔断器
- GB/T 13870.1—2022 电流对人和家畜的效应 第1部分:通用部分
- GB/T 13870.2—2016 电流对人和家畜的效应 第2部分:特殊情况
- GB/T 14048.2 低压开关设备和控制设备 第2部分:断路器
- GB/T 14048.3 低压开关设备和控制设备 第3部分:开关、隔离器、隔离开关及熔断器组合电器
- GB/T 14048.4 低压开关设备和控制设备 第4-1部分:接触器和电动机起动器 机电式接触器和电动机起动器(含电动机保护器)
- GB/T 14048.9 低压开关设备和控制设备 第6-2部分:多功能电器(设备)控制与保护开关电器(设备)(CPS)
- GB 14050 系统接地的型式及安全技术要求
- GB/T 14285 继电保护和安全自动装置技术规程
- GB/T 16895.3 低压电气装置 第5-54部分:电气设备的选择和安装 接地配置和保护导体
- GB/T 16895.22 建筑物电气装置 第5-53部分:电气设备的选择和安装-隔离、开关和控制设备 第534节:过电压保护电器
- GB/T 16916.1 家用和类似用途的不带过电流保护的剩余电流动作断路器(RCCB)第1部分:一般规则
- GB/T 16917.1 家用和类似用途的带过电流保护的剩余电流动作断路器(RCBO)第1部分:一般规则
- GB/T 16935.1—2008 低压系统内设备的绝缘配合 第1部分:原理、要求和试验
- GB/T 17045—2020 电击防护装置和设备的通用部分
- GB 18384—2020 电动汽车安全要求
- GB/T 18487.2—2017 电动汽车传导充电系统 第2部分:非车载传导供电设备电磁兼容要求
- GB/T 18802.11 低压电涌保护器(SPD) 第11部分:低压电源系统的电涌保护器 性能要求和试验方法
- GB/T 18802.21 低压电涌保护器 第21部分:电信和信号网络的电涌保护器(SPD)性能要求和试验方法
- GB/T 19596—2017 电动汽车术语
- GB/T 20234.1—2023 电动汽车传导充电用连接装置 第1部分:通用要求
- GB/T 20234.2—2015 电动汽车传导充电用连接装置 第2部分:交流充电接口
- GB/T 20234.3—2023 电动汽车传导充电用连接装置 第3部分:直流充电接口
- GB/T 20234.4—2023 电动汽车传导充电用连接装置 第4部分:大功率直流充电接口
- GB/T 21711.1—2008 基础机电继电器 第1部分:总则与安全要求
- GB/T 22794 家用和类似用途的不带和带过电流保护的F型和B型剩余电流动作断路器
- GB/T 27930—2023 非车载传导式充电机与电动汽车之间的数字通信协议
- GB/T 29317—2021 电动汽车充换电设施术语
- GB/T 32694—2021 插电式混合动力电动乘用车
- GB/T 40432 电动汽车用传导式车载充电机

GB/T 40820—2021 电动汽车模式 3 充电用直流剩余电流检测电器(RDC-DD)  
 GB/T 41589 电动汽车模式 2 充电的缆上控制与保护装置(IC-CPD)  
 GB 50057—2010 建筑物防雷设计规范  
 DL/T 584 3 kV~110 kV 电网继电保护装置运行整定规程  
 DL/T 621 交流电气装置的接地  
 NB/T 10202 用于电动汽车模式 2 充电的具有温度保护的插头  
 NB/T 10902 20 kW 及以下充电机技术条件及安装要求  
 NB/T 33001—2018 电动汽车非车载传导式充电机技术条件  
 NB/T 33002—2018 电动汽车交流充电桩技术条件  
 ISO 17049:2020 电动道路车辆 传导功率传输 安全要求 (Electrically propelled road vehicles—Conductive power transfer—Safety requirements)  
 IEC 62477-1: 2016 电力电子转换器系统和设备的安全要求 第 1 部分: 总则 (Safety requirements for power electronic converter systems and equipment—Part 1: General)

### 3 术语和定义

GB/T 19596—2017、GB/T 20234.4—2023、GB/T 29317—2021、GB/T 32694—2021 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1 充电/充放电系统 **charging/bi-directional charging system**

##### 3.1.1

##### **充电 charging**

将交流或直流供电网(电源)调整为适当的电压/电流,为电动汽车可充电储能系统提供电能。

##### 3.1.2

##### **充放电 bi-directional charging**

将交流或直流供电网(电源)调整为适当的电压/电流,为电动汽车可充电储能系统提供电能,或将电动汽车作为供电电源,调整为适当的电压/电流输出到交流或直流供电网(电源)上,或为负载等提供电能。

##### 3.1.3

##### **传导充电 conductive charge**

利用电传导给蓄电池进行充电的方式。

[来源:GB/T 19596—2017,3.4.2.1]

##### 3.1.4

##### **充电模式 charging modes**

连接电动汽车到供电网(电源)给电动汽车供电的方法。

注:模式 1、模式 2、模式 3、模式 4 也适用于充放电。

##### 3.1.4.1

##### **模式 1 mode 1**

将电动汽车连接到供电网(电源)时,在电源侧使用了符合 GB/T 2099.1 和 GB/T 1002 要求的插头插座,在电源侧使用了相线、中性线和接地保护的导体。

3.1.4.2

模式 2 mode 2

将电动汽车连接到供电网(电源)时,在电源侧使用了标准插头/插座,在电源侧使用了相线、中性线和接地保护的导体,并且在充电连接时使用了缆上控制与保护装置(IC-CPD)。

3.1.4.3

模式 3 mode 3

将电动汽车连接到供电网(电源)时,使用了专用供电设备,将电动汽车与交流电网直接连接,并且在专用供电设备上安装了控制导引装置。

3.1.4.4

模式 4 mode 4

将电动汽车连接到供电网(电源)时,使用了带控制导引功能的直流供电设备。

3.1.5

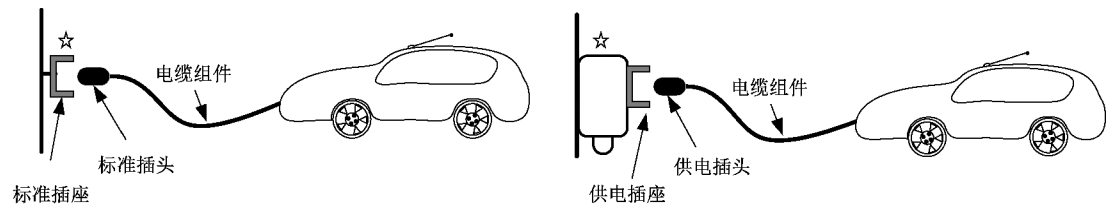
连接方式 type of connection

使用电缆和连接器将电动汽车接入供电网的方法。

3.1.5.1

连接方式 A case A connection

将电动汽车与供电网/供电设备连接时,使用和电动汽车永久连接在一起的带有标准插头/供电插头的电缆组件,见图 1。



标引序号说明:

☆——连接点。

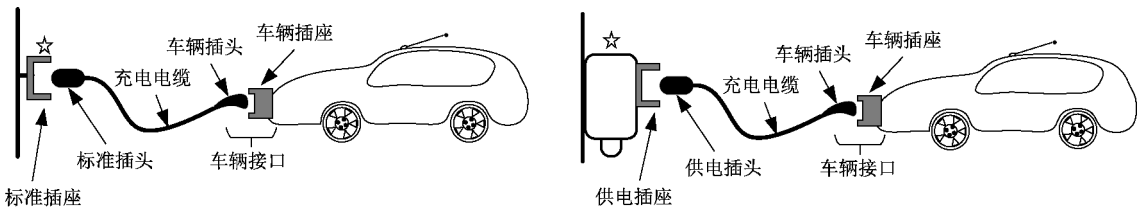
注: 电缆组件是电动汽车的一部分。

图 1 连接方式 A

3.1.5.2

连接方式 B case B connection

将电动汽车与供电网/供电设备连接时,使用带有车辆插头和标准插头/供电插头的独立的可拆卸电缆组件,见图 2。



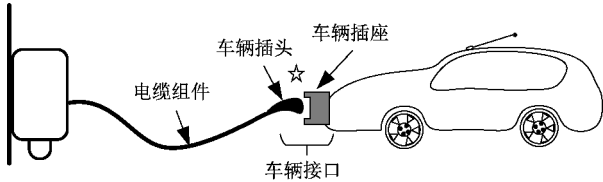
标引序号说明：  
☆——连接点。  
注：可拆卸电缆组件不是电动汽车或者供电设备的一部分。

图 2 连接方式 B

3.1.5.3

连接方式 C case C connection

将电动汽车与供电网连接时,使用了和供电设备永久连接在一起的带有车辆插头的电缆组件,见图 3。



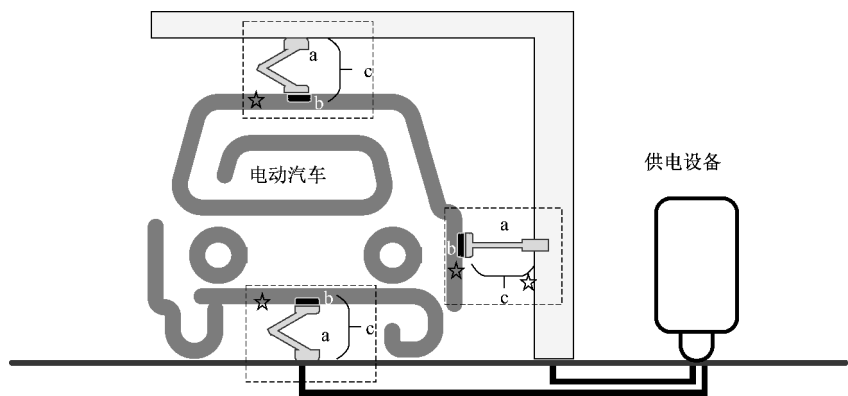
标引序号说明：  
☆——连接点。  
注：电缆组件是供电设备的一部分。

图 3 连接方式 C

3.1.5.4

连接方式 D case D connection

将电动汽车与供电网/供电设备连接时,使用了与供电设备永久连接的充电自动耦合器主动端和与电动汽车永久连接的充电自动耦合器被动端组成的充电自动耦合器,见图 4。



标引序号说明：

a —— 充电自动耦合器主动端；

b —— 充电自动耦合器被动端；

c —— 充电自动耦合器；

☆ —— 连接点。

充电自动耦合器主动端可以地面安装(包括嵌入安装和表面安装)、壁挂式安装、建筑物内顶部安装。

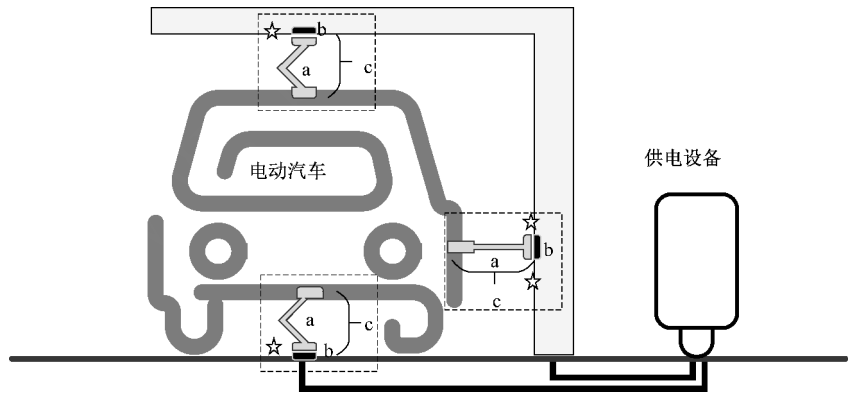
充电自动耦合器主动端中的车辆插头可被运动操控。

图 4 连接方式 D 示意图

3.1.5.5

连接方式 E case E connection

将电动汽车与供电网/供电设备连接时,使用了与电动汽车永久连接的充电自动耦合器主动端和与供电设备永久连接的充电自动耦合器被动端组成的充电自动耦合器,见图 5。



标引序号说明：

a —— 充电自动耦合器主动端；

b —— 充电自动耦合器被动端；

c —— 充电自动耦合器；

☆ —— 连接点。

充电自动耦合器主动端可以车身下安装、侧面安装(包括车身前面、后面或侧面安装)、壁挂式安装、建筑物内顶部/嵌入屋顶安装。

充电自动耦合器主动端中的车辆插座可以被运动操控。

图 5 连接方式 E 示意图

3.1.6

电动汽车电能传输设备 EV energy transfer equipment

连接于电动汽车与供电网(电源)之间,可实现能量流动的设备。

- 注 1: 电动汽车电能传输设备的分类参见图 6。
- 注 2: 对于连接方式 A(模式 1 或模式 3)和连接方式 E(模式 3 和模式 4),电缆组件是电动汽车的一部分。
- 注 3: 对于模式 2 和模式 3(连接方式 B),可拆卸电缆组件不是电动汽车或者供电设备的一部分。
- 注 4: 对于连接方式 C(模式 3 或模式 4),电缆组件是供电设备的一部分。
- 注 5: 对于连接方式 D(模式 3 或模式 4),充电自动耦合器主动端是供电设备的一部分。
- 注 6: 对于连接方式 E(模式 3 或模式 4),充电自动耦合器主动端是电动汽车的一部分。
- 注 7: 本文件描述的电动汽车电能传输设备,均为供电设备。

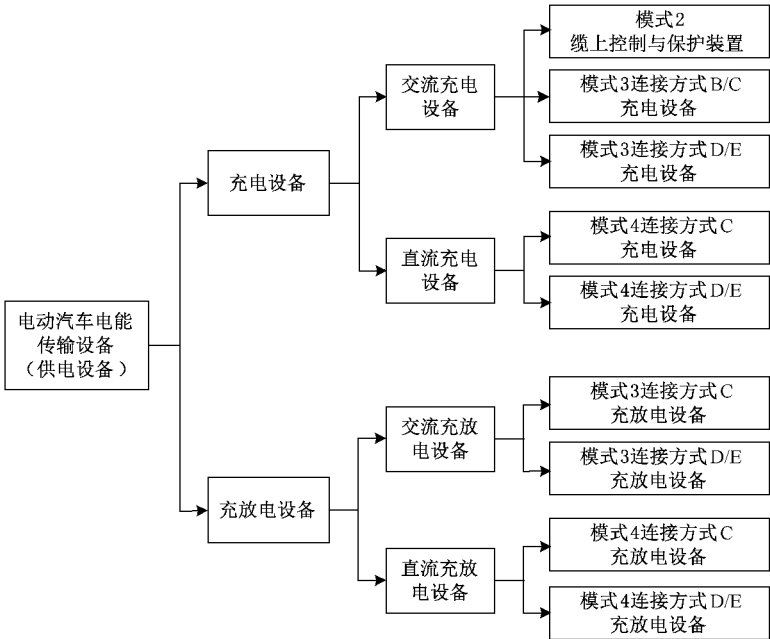


图 6 供电设备分类示意图

3.1.6.1

充电设备 charging equipment

以传导或无线方式与电动汽车或动力蓄电池连接,为其提供电能的设备。

- 注: 根据电动汽车与充电设备之间能量传输的电流种类,分为交流充电设备和直流充电设备。
- [来源:GB/T 29317—2021,3.2,有修改]

3.1.6.2

充放电设备 charging and discharging equipment

连接于电动汽车或动力蓄电池与电网(或负荷)之间,可实现能量双向流动的设备。

- 注: 根据电动汽车与充放电设备之间能量传输的电流种类,分为交流充放电设备和直流充放电设备。
- [来源:GB/T 29317—2021,3.4,有修改]

3.1.7

电动汽车充电系统 electric vehicle charging system

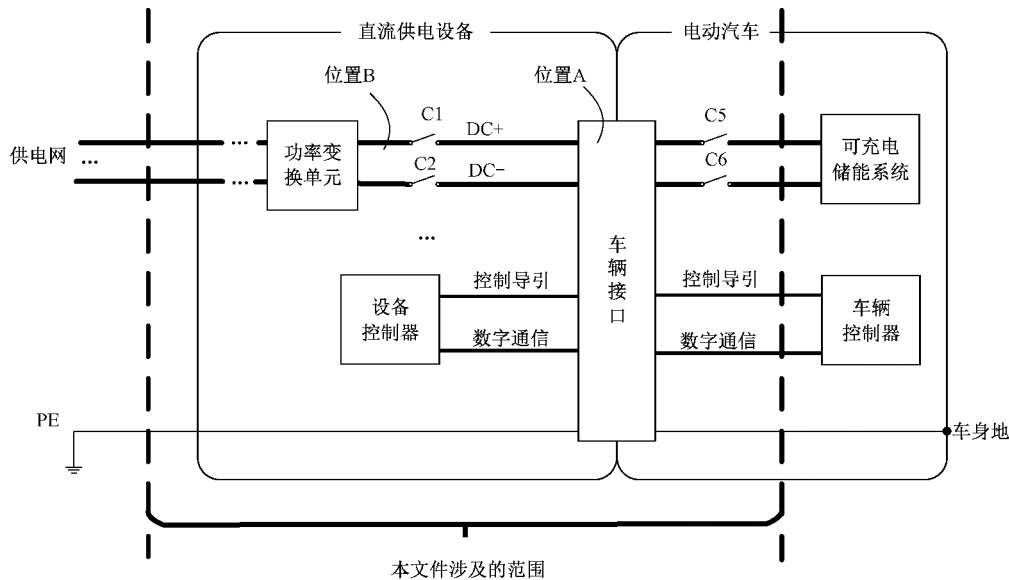
包括供电设备和满足车辆充电相关功能的系统。

3.1.7.1

电动汽车直流充电系统 DC electric vehicle charging system

为电动汽车可充电储能系统提供直流电源的充电系统。

注：本文件规定的电动汽车直流充电系统范围见图 7。



标引序号说明：

- DC+ —— 直流供电回路正极；
- DC- —— 直流供电回路负极；
- C1、C2 —— 直流供电回路接触器；
- C5、C6 —— 车辆断开装置（见 3.4.5）；
- 位置 A —— 车辆接口当前电压/电流测量值、车辆接口充电电压/电流需求值（在 C5 和 C6 闭合的情况下）、车辆最高允许充电电流/总电压（在 C5 和 C6 闭合的情况下）、充电机最高/最低充电电压（在 C1 和 C2 闭合的情况下）、充电机最大/最小充电电流（在 C1 和 C2 闭合的情况下）的参考位置；
- 位置 B —— 在电缆长度、线缆阻抗以及温升等产生的压降可忽略的情况下，充电机最高/最低充电电压（在 C1 和 C2 闭合的情况下）、充电机最大/最小充电电流（在 C1 和 C2 闭合的情况下），以及车辆接口当前电压/电流测量值。

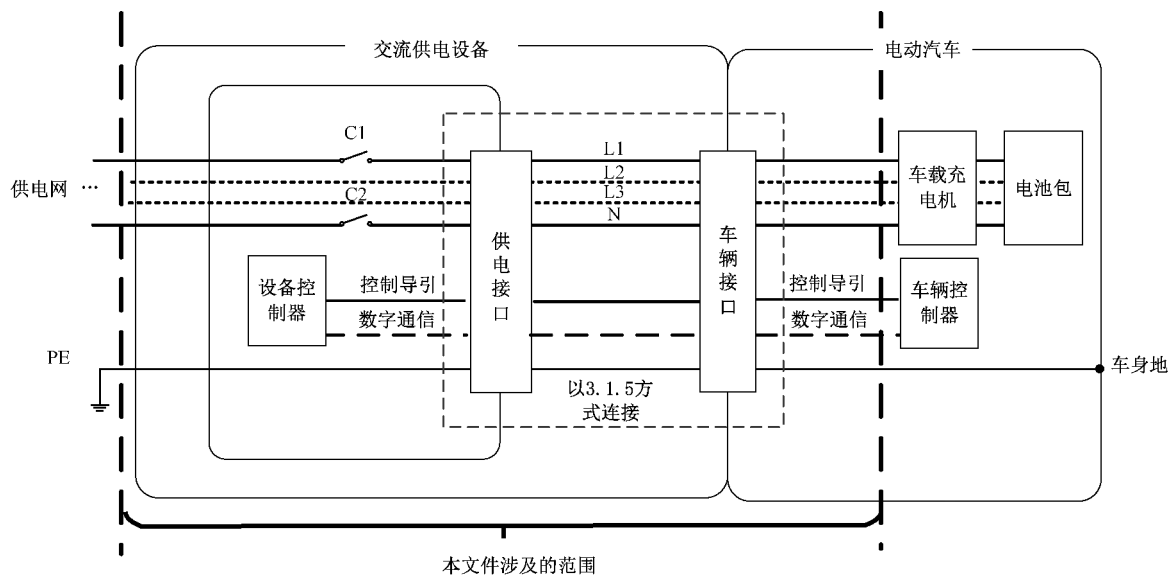
图 7 本文件规定的电动汽车直流充电系统范围

3.1.7.2

电动汽车交流充电系统 AC electric vehicle charging system

为电动汽车车载充电机提供交流电源的充电系统。

注：本文件规定的电动汽车交流充电系统范围见图 8。



标引序号说明：

L1、(L2、L3)——交流电源相线；

N——交流电源中性线或零线；

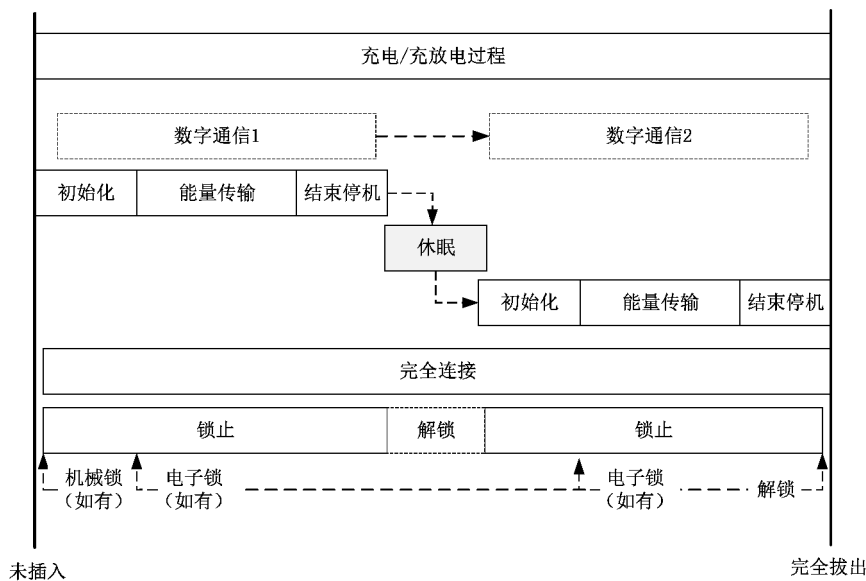
C1、C2…——交流接触器/继电器。

供电接口对应连接方式 A 或连接方式 B；车辆接口对应连接方式 B 或连接方式 C。

注：数字通信对于模式 2 和模式 3 为可选。

图 8 本文件规定的电动汽车交流充电系统范围

- 3.1.8
- 电动汽车充放电系统 electric vehicle bi-directional charging system
- 包括电动汽车充放电设备和满足车辆充放电相关功能的系统。
- 3.1.9
- 充电/充放电过程 charging/bi-directional charging session
- 包括从初始化(阶段)、能量传输(阶段)、结束停机(阶段)的过程。
- 注：充电/充放电过程从插入充电接口(所有接口完全插合)开始,以退出(所有接口完全断开)结束,见图 9。



注：数字通信对于模式 2 和模式 3 为可选。

图 9 充电/充放电过程示意图

3.1.9.1

初始化(阶段) initialization (stage)

对电动汽车、供电设备以及触发条件进行设置、检查和确认参数和工作条件的时间段,为能量传输做准备。

触发可由用户操作启动,休眠或断电的电动汽车或供电设备即被唤醒或重新初始化。

注：包括信号连接确认、唤醒、准备就绪、充电预约、充电系统自检、预充电等。

3.1.9.2

能量传输(阶段) energy transfer(stage)

在完成初始化(阶段)后,为电动汽车可充电储能系统提供电能或将电动汽车可充电储能系统的电能输出到供电网(电源)、负载等的时间段。

注：根据具体应用确定电能流动方向。

3.1.9.3

结束停机(阶段) shutdown (stage)

执行关机的时间段。

注：包括紧急停机、故障停机和正常停机。

3.1.9.3.1

紧急停机 emergency shutdown

电动汽车或供电设备检测出的故障而触发的能量传输紧急中止。

注：可能是由于电动汽车供电设备断电引起的。

3.1.9.3.2

故障停机 error shutdown

电动汽车或供电设备检测出的故障而触发的能量传输的中止。

3.1.9.3.3

正常停机 normal shutdown

由用户、电动汽车或供电设备正常触发的能量传输的中止。

## 3.1.10

**直流供电回路 DC power supply circuit**

直流供电设备内部对电动汽车进行充电或放电时,电流所流经的电路,以及所有传导连接的车辆插头的电连接部件,以实现直流供电设备与电动汽车之间的能量传输。

3.2 电击、保护措施、隔离、开关、接地和连接 **electric shock, protective measures, isolation, switching, earthing and bonding**

## 3.2.1

**绝缘[性能] insulation**

表征一个绝缘体实现其功能的能力的各种性质。

注:有关性质的例子是:电阻、击穿电压。

[来源:GB/T 2900.1—2008,3.3.159]

## 3.2.2

**直接接触 direct contact**

人员或动物与带电部分的电接触。

[来源:GB/T 2900.1—2008,3.5.68]

## 3.2.3

**间接接触 indirect contact**

人员或动物与在故障状况下带电的外露可导电部分的电接触。

[来源:GB/T 2900.1—2008,3.5.69]

## 3.2.4

**基本绝缘 basic insulation**

能够提供基本防护的危险带电部分上的绝缘。

注:本概念不适用于仅用作功能性目的的绝缘。

[来源:GB/T 2900.1—2008,3.5.70]

## 3.2.5

**附加绝缘 supplementary insulation**

除了基本绝缘外,用于故障防护附加的单独绝缘。

[来源:GB/T 2900.1—2008,3.5.71]

## 3.2.6

**双重绝缘 double insulation**

既有基本绝缘又有附加绝缘构成的绝缘。

[来源:GB/T 2900.1—2008,3.5.72]

## 3.2.7

**加强绝缘 reinforced insulation**

危险带电部分具有相当于双重绝缘的电击防护等级的绝缘。

注:加强绝缘可以有几个不能像基本绝缘或附加绝缘那样单独测试的绝缘层组成。

[来源:GB/T 2900.1—2008,3.5.73]

## 3.2.8

**非对称(绝缘)故障 asymmetrical (insulation) faults**

从不同带电导体到保护接地导体的电阻不同情况下的绝缘故障。

3.2.9

**对称(绝缘)故障**    **symmetrical (insulation) faults**

从所有带电导体到保护接地导体的电阻大致相同情况下的绝缘故障。

3.2.10

**可导电部分**    **conductive part**

能传导电流的部分。

[来源:GB/T 2900.1—2008,3.5.5]

3.2.11

**外露可导电部分**    **exposed conductive part**

设备上能触及到的可导电部分,它在正常情况下不带电,但在基本绝缘损坏时会带电。

[来源:GB/T 2900.1—2008,3.5.74]

3.2.12

**带电部分**    **live part**

正常运行中带电的导体或可导电部分,包括中性导体,但按惯例不包括 PEN 导体、PEM 导体和 PEL 导体。

注 1: 本概念不一定意味着有电击危险。

注 2: PEN 导体(保护接地中性导体)是兼有保护接地导体和中性导体功能的导体。

注 3: PEM 导体(保护接地中间导体)是兼有保护接地导体和中间导体功能的导体。

注 4: PEL 导体(保护接地线导体)是兼有保护接地导体和线导体功能的导体。

[来源:GB/T 2900.1—2008,3.5.34,有修改]

3.2.13

**危险带电部分**    **hazardous live part**

在某些条件下能造成伤害性电击的带电部分。

[来源:GB/T 2900.1—2008,3.5.93]

3.2.14

**保护导体**    **protective conductor(identification: PE)**

为了安全目的,例如点击防护中设置的导体。

注: 保护导体包括保护连接导体、保护接地导体和用于防触电的接地导体。

[来源:GB/T 2900.1—2008,3.5.24,有修改]

3.2.15

**保护联结导体**    **protective bonding conductor**

用于保护等电位联结的保护导体。

[来源:GB/T 2900.1—2008,3.5.25]

3.2.16

**保护接地导体**    **protective earthing conductor**

用于保护接地的保护导体。

[来源:GB/T 2900.1—2008,3.5.26]

3.2.17

**接地端子**    **earthing terminal**

能够为设备和大地之间提供可靠电气连接的端子。

## 3.2.18

**电气隔离** galvanic separation

为了防止拟进行能量和/或信号交换的两个电路之间导电的防护措施。

## 3.2.19

**保护接地** protective earthing

为保障电气安全,系统/设施/设备上的一点或者多点接地。

## 3.2.20

**剩余电流保护器** residual current device; RCD

正常运行中能接通、承载和分断电流,以及在规定条件下当剩余电流达到规定值时能使触头断开的机械开关电器或组合电器。

## 3.2.21

**电涌保护器** surge protective device; SPD

用于限制瞬态过电压和泄放电涌电流的电器。

注 1: 电涌保护器至少包含一个非线性元件。

注 2: SPD 具有适当的连接装置,是一个装配完整的部件。

[来源:GB/T 18802.11—2020,3.1.2]

## 3.2.22

**感知阈** threshold of perception

通过人体能引起任何感觉的接触电流的最小值。

[来源:GB/T 13870.1—2008,3.2.1]

## 3.2.23

**反应阈** threshold of reaction

能引起肌肉不自觉收缩的接触电流的最小值。

[来源:GB/T 13870.1—2008,3.2.2]

## 3.3 功能 function

## 3.3.1

**控制导引电路** control pilot circuit

设计用于电动汽车和供电设备之间信号传输或通信的电路。

注: 对于模式 2,控制导引电路是电动汽车与缆上控制与保护装置之间信号传输或通信的电路。

## 3.3.2

**控制导引功能** control pilot function; CP

用于监控电动汽车和供电设备之间交互的功能。

## 3.3.3

**连接确认功能** connection confirm function; CC

通过电子或者机械的方式,反映车辆插头连接到车辆和/或供电插头连接到供电设备上的状态的功能。

## 3.3.4

**能量传输控制器** energy transfer controller

电动汽车和供电设备中负责控制导引功能和/或生成 PWM 信号(对于模式 2 和模式 3),以及通信功能的实体。

注: 包括设备能量传输控制器(以下简称“设备控制器”)和车辆能量传输控制器(以下简称“车辆控制器”)。

能量传输控制器功能可集成在电动汽车和供电设备内的其他器件中,也可以设计为独立器件。

### 3.4 电动汽车 electric vehicle

#### 3.4.1

**纯电动汽车 battery electric vehicle; BEV**

驱动能量完全由电能提供的、由电机驱动的汽车。电机的驱动电能来源于车载可充电储能系统或其他能量储存装置。

[来源:GB/T 19596—2017,3.1.1.1]

#### 3.4.2

**可外接充电式混合动力汽车 off-vehicle-chargeable hybrid electric vehicle; OVC-HEV**

正常使用情况下可从非车载装置中获取电能量的混合动力电动汽车。

插电式混合动力电动汽车(PHEV)属于此类型。

[来源:GB/T 19596—2017,3.1.1.2.2.1]

#### 3.4.3

**燃料电池混合动力电动汽车 fuel cell hybrid electric vehicle; FCHEV**

以燃料电池系统与可充电储能系统作为混合动力源的电动汽车。

[来源:GB/T 19596—2017,3.1.1.3.1]

#### 3.4.4

**可充电储能系统 rechargeable electrical energy storage system; REESS**

可充电的且可以提供电能的能量存储系统。

注:本文件中使用的蓄电池、(电动汽车)动力蓄电池、电池包均属于可充电储能系统。

[来源:GB 18384—2020,3.1,有修改]

#### 3.4.5

**车辆断开装置 EV disconnection device**

在车辆插座与可充电储能系统的车辆供电回路上,用于切断能量传输或具有类似功能的专用装置。

注1:在充电/充放电过程中,电动汽车根据其 与供电设备之间确定的充电/充放电时序,控制车辆断开装置状态。

注2:对应本文件中的 C5 和 C6。

#### 3.4.6

**车辆供电回路 vehicle power supply circuit**

车辆插座(连接方式 B 或连接方式 C)或插头(连接方式 A)或与电动汽车永久连接的充电自动耦合器与可充电储能系统之间的 B 级电压电路。

注: B 级电压电路的定义见 GB/T 19596—2017 中 3.1.3.2.19。

#### 3.4.7

**电动汽车模拟器 EV simulator**

模拟电动汽车的设备,用于测试供电设备。

注:电动汽车模拟器可以由车辆插座、测试负载和额外的信号和通信的元件/电路组成,也可以设计成特定系统。

#### 3.4.8

**测试负载 test load**

特定测试条件下模拟电动汽车动力蓄电池的装置。

注:测试负载根据不同测试项目进行配置。

### 3.5 电线、电缆和连接装置 **cords, cables and connection means**

#### 3.5.1

##### 电缆组件 **cable assembly**

配有额外组件(标准插头或供电插头和/或车辆插头)的柔性电缆,用于连接电动汽车和供电网/电动汽车供电设备(对于连接方式 A 是固定在车上,或对于连接方式 B 是连接在电动汽车和供电插座之间,或对于连接方式 C 是固定在供电设备上)。

注:电缆组件为可拆卸或作为电动汽车/供电设备的一部分。

#### 3.5.2

##### 电缆储存装置 **cable management system**

一个或多个装置,用于收纳保护电缆组件避免物理损坏和/或便于操作。

注:例如电缆悬挂装置。

#### 3.5.3

##### 电缆加长组件 **cord extension set**

装配有非拆线插头及与之匹配的非拆线便携式插座或插头,以及柔性电缆或电线的电缆组件。

注 1: GB/T 20234.4 规定的包含电缆的车辆适配器不是电缆加长组件。

注 2: 模式 1,模式 2 和模式 3 的电线组件不是电缆加长组件。

#### 3.5.4

##### 缆上控制与保护装置 **in-cable control and protection device; IC-CPD**

在模式 2 下连接电动汽车的一组部件或元件。

注:包括实现控制功能和安全功能的电路、电缆、标准插头和车辆插头,执行控制功能和安全功能。

#### 3.5.5

##### 标准插头/插座 **standard plug/socket-outlet**

符合标准要求和互换性的插头和插座,但不包括 GB/T 20234(所有部分)中定义的电动汽车传导充电用连接装置。

注:符合 GB/T 1002 或 GB/T 1003 和 GB/T 2099.1,或 GB/T 11918.1,或 NB/T 10202,为标准插头/插座。

#### 3.5.6

##### 供电接口 **EV plug and socket-outlet**

能将电动汽车通过电缆连接到供电设备的器件。

注:由供电插头和供电插座组成。

##### 3.5.6.1

##### 供电插头 **EV plug**

供电接口中和充电线缆连接到供电设备且可以移动的部分。对应于 GB/T 20234.2—2015 中供电插头。

##### 3.5.6.2

##### 供电插座 **EV socket-outlet**

供电接口中固定安装在供电设备的部分。对应于 GB/T 20234.2—2015 中供电插座。

#### 3.5.7

##### 车辆接口 **vehicle coupler**

能将电缆连接到电动汽车的器件。

注:由车辆插头和车辆插座组成。

##### 3.5.7.1

##### 车辆插头 **vehicle connector**

车辆接口中和充电线缆连接且可以移动的部分。

### 3.5.7.2

#### 车辆插座 vehicle inlet

车辆接口中固定安装在电动汽车上,并通过电缆和车载充电机或车载动力蓄电池相互连接的部分。

### 3.5.8

#### 车辆适配器 vehicle adaptor

用于符合不同接口标准的车辆插头与车辆插座之间作连接界面转换的组件单元,可由控制导电路、检测电路、附加功能等组成,且不允许从一种模式转换到另一种模式。

注:在不引起混淆的情况下,本文件中未指定类型的车辆适配器是指适用于连接 GB/T 20234.3—2023 车辆插头和 GB/T 20234.4 车辆插座的车辆适配器。

### 3.5.9

#### 连接点 connecting point

电动汽车连接到供电设备的位置。连接点可以是固定安装的供电设备的一部分。

注 1: 对于模式 1 和模式 2,连接点指电动汽车连接至固定装置或供电网的位置。

注 2: 对于模式 3 和模式 4,连接点指电动汽车连接至供电设备的位置,即为供电插座(连接方式 A 和连接方式 B)或车辆插头(连接方式 C)。

### 3.5.10

#### 充电自动耦合器 automatic connector coupler

自动实现供电设备与电动汽车间的电气物理连接的装置。

注: 包括主动端和被动端。

[来源:GB/T 40425.1—2021,3.3,有修改]

#### 3.5.10.1

##### 充电自动耦合器主动端 automated connection device; ACD

充电自动耦合器中,通过主动的机械动作实现供电设备与电动汽车电气物理连接的部分。

注: 简称主动端。

[来源:GB/T 40425.1—2021,3.4,有修改]

#### 3.5.10.2

##### 充电自动耦合器被动端 ACD counterpart

充电自动耦合器中,被动实现供电设备与电动汽车电气物理连接的部分。

注: 简称被动端,又称 ACD 对接端。

[来源:GB/T 40425.1—2021,3.5,有修改]

### 3.5.11

#### 锁止装置 locking device

使充电接口保持于正常连接位置,防止充电接口被意外或无意断开的装置。也可具备防止充电接口端子在正常插合之前带电,防止充电接口端子在带电时断开,或使充电接口端子在被拔出前不带电的功能。

[来源:GB/T 20234.1—2023,3.11,有修改]

#### 3.5.11.1

##### 机械锁 mechanical lock

通过手动控制锁止或解锁的锁止装置。

#### 3.5.11.2

##### 电子锁 electronic lock

通过电气控制来锁止或解锁的锁止装置。

### 3.6 服务与使用 service and usage

#### 3.6.1

##### 室内使用 indoor use

专门设在气候防护场所使用的设备。

#### 3.6.2

##### 室外使用 outdoor use

能用于无气候防护场所使用的设备。

#### 3.6.3

##### 电气间隙 clearance

两导体之间在空气中的最短距离。

[来源:GB/T 16935.1—2008,3.2]

#### 3.6.4

##### 爬电距离 creepage distance

两导电部件之间沿固体绝缘材料表面的最短距离。

[来源:GB/T 16935.1—2008,3.3]

#### 3.6.5

##### 用于有限制场所使用的设备 equipment for locations with restricted access

经过授权进入该场所的人员才能使用的设备。

注:例如设在私人住宅、私人停车场或类似地方的设备。

#### 3.6.6

##### 用于非限制场所使用的设备 equipment for locations with non-restricted access

所有人员都可以使用的设备。

注:例如设在公共区域的设备。

#### 3.6.7

##### 便携式设备 portable equipment

由电线和插头连接的设备、电缆组件或其他配件,能够由个人携带并可在车辆内运送。

#### 3.6.8

##### 移动式设备 mobile equipment

运行时可移动或与电源相连接时易于由一处移到另一处的电气设备。

[来源:GB/T 2900.71—2008,826-16-04]

#### 3.6.9

##### 固定设备 fixed equipment

与一个支持物牢固相接或被固定安装在指定地方的设备。

[来源:GB/T 2900.71—2008,826-16-07]

#### 3.6.10

##### 熟练[电气]技术人员 [electrically]skilled person

具有相应教育和经验,能察觉和避免由于电引起危害的人员。

[来源:GB/T 2900.71—2008,826-18-01]

#### 3.6.11

##### 受过培训的[电气]人员 (electrically)instructed person

由熟练电气技术人员充分指导和监督的,能察觉和避免由于电引起危害的人员。

[来源:GB/T 2900.71—2008,826-18-02]

### 3.6.12

**一般人员**     **ordinary person**

既不是熟练技术人员,也不是受过培训的人员。

[来源:GB/T 2900.71—2008,826-18-03]

### 3.6.13

**用户**     **user**

使用和/或受益于设备、系统或服务的人。

[来源:GB/T 2900.102—2020,871-02-05,有修改]

## 3.7 电流和电压调整     **current and voltage regulation**

### 3.7.1

**可用最大电流**     **applicable maximum current**

在能量传输阶段使用的电流上限,且在整个能量传输过程中可以动态调整。

注:在能量传输阶段,通过数字通信可以调整可用最大电流,见 5.2.1.6。

### 3.7.2

**当前电流测量值**     **present measured current**

在规定的测量条件下对当前的电流瞬时物理值进行测量的结果。

注 1:对于直流供电设备,当前电流测量值就是当前充电电流测量值或当前放电电流测量值。

注 2:该值是理想的测量设备在没有任何过滤和测量公差/误差的情况下,在一次采样中获得的电流的瞬时值。

### 3.7.3

**当前电压测量值**     **present measured voltage**

在规定的测量条件下对当前的电压瞬时物理值进行测量的结果。

注 1:对于直流供电设备,当前电压测量值就是当前充电电压测量值或当前放电电压测量值。

注 2:该值是理想的测量设备在没有任何过滤和测量公差/误差的情况下,在一次采样中获得的电压的瞬时值。

### 3.7.4

**额定电流(A 侧)**     **rated current (A side)**

制造商规定的在正常工作条件下的电流。

注:对于电缆组件,额定电流定义见 GB/T 20234。

### 3.7.5

**额定电压(A 侧)**     **rated voltage (A side)**

制造商规定的在正常工作条件下的电压。

### 3.7.6

**工作电压范围**     **operating voltage range**

制造商规定的供电设备在正常工作条件下可使用的电压范围。

注:在 B 侧,对于直流供电设备,工作电压范围就是充电电压范围或放电电压范围。

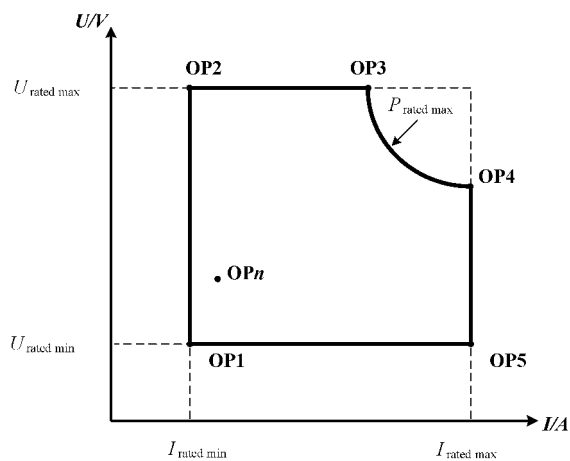
### 3.7.7

**额定持续电流**     **rated continuous current**

制造商规定的直流供电设备在正常工作条件下可持续运行的电流上限。

注 1:在 B 侧,对于直流供电设备,额定持续电流就是最大充电电流或最大放电电流。

注 2:在 B 侧,对于具备恒功率充电功能的直流供电设备,最大充电电流为图 10 中 OP4 对应的电流值;对于不具备恒功率充电功能的直流供电设备,最大充电电流为图 10 中 OP3 对应的电流值。



标引序号说明：

- $OP_n$  —— 直流供电设备工作点 ( $n=1, 2, \dots, n$ )；
- $I_{rated\ max}$  —— 额定持续电流 (见 3.7.7)；
- $U_{rated\ max}$  —— 额定最大电压 (见 3.7.8)；
- $P_{rated\ max}$  —— 额定最大功率 (见 3.7.9)；
- $I_{rated\ min}$  —— 额定最小电流 (见 3.7.10)；
- $U_{rated\ min}$  —— 额定最小电压 (见 3.7.11)。

图 10 直流供电设备工作点示意图

3.7.8

额定最大电压    **rated maximum voltage**

制造商规定的直流供电设备在正常工作条件下可持续运行的电压上限。

注：在 B 侧，对于直流供电设备，额定电压就是最高充电电压或最高放电电压。

3.7.9

额定最大功率    **rated maximum power**

制造商规定的直流供电设备在正常工作条件下可持续运行的功率上限。

注 1：在 B 侧，对于直流供电设备，额定最大功率就是最大充电功率或最大放电功率。

注 2：在 B 侧，对于具备恒功率充电功能的直流充电设备，最大充电功率为图 10 中 OP3 至 OP4 整条曲线对应的充电功率  $P_{max}$ ；对于不具备恒功率充电功能的直流充电设备，最大充电功率为图 10 中 OP3 对应的充电功率  $P_{max\ o}$ 。

3.7.10

额定最小电流    **rated minimum current**

制造商规定的直流供电设备在正常工作条件下可持续运行的电流下限。

注：在 B 侧，对于直流供电设备，额定最小电流就是最小充电电流或最小放电电流。

3.7.11

额定最小电压    **rated minimum voltage**

制造商规定的直流供电设备在正常工作条件下可持续运行的电压下限。

注：在 B 侧，对于直流供电设备，额定最小电压就是最低充电电压或最低放电电压。

3.7.12

电流需求值(电动汽车)    **target current (EV)**

向直流供电设备请求的电流值，可以通过数字通信进行调整。

注 1: 电流需求值就是充电电流需求值或放电电流需求值。

注 2: 只由电动汽车发起请求。

### 3.7.13

**电压需求值(电动汽车) target voltage (EV)**

向直流供电设备请求的电压值,可以通过数字通信进行调整。

注 1: 电压需求值就是充电电压需求值或放电电压需求值。

注 2: 只由电动汽车发起请求。

## 3.8 脉冲加热控制 pulse heating control

### 3.8.1

**脉冲加热 pulse heating**

将电动汽车与直流充放电设备相连,周期性地充电、放电切换,用以对车辆电池包加热的方式。

### 3.8.2

**最大正脉冲电流 maximum discharging pulse current**

电动汽车或者直流充放电设备支持的最大放电电流。

### 3.8.3

**最大负脉冲电流 maximum charging pulse current**

电动汽车或者直流充放电设备支持的最大充电电流。

### 3.8.4

**最小正脉冲电压 minimum discharging pulse voltage**

电动汽车在放电过程中电池的最小放电电压;直流充放电设备支持的最小放电电压。

### 3.8.5

**最大负脉冲电压 maximum charging pulse voltage**

电动汽车在充电过程中电池的最大充电电压;直流充放电设备支持的最大充电电压。

### 3.8.6

**最长正脉冲时间 maximum discharging pulse time**

电动汽车支持的最长脉冲放电时间。

### 3.8.7

**最长负脉冲时间 maximum charging pulse time**

电动汽车支持的最长脉冲充电时间。

### 3.8.8

**最短正脉冲时间 minimum discharging pulse time**

电动汽车支持的最短脉冲放电时间。

### 3.8.9

**最短负脉冲时间 minimum charging pulse time**

电动汽车支持的最短脉冲充电时间。

### 3.8.10

**正脉冲时间 discharging pulse time**

电动汽车在脉冲加热过程中放电的需求时间。

### 3.8.11

**负脉冲时间 charging pulse time**

电动汽车在脉冲加热过程中充电的需求时间。

## 3.8.12

**最长加热时间**    **maximum heating time**

电动汽车脉冲加热最长允许时间。

## 3.8.13

**正脉冲限制电压**    **discharging pulse limiting voltage**

电动汽车在脉冲加热过程中放电的电压需求值。

## 3.8.14

**负脉冲限制电压**    **charging pulse limiting voltage**

电动汽车在脉冲加热过程中充电的电压需求值。

## 3.8.15

**正脉冲电流幅值**    **discharging pulse current amplitude**

电动汽车在脉冲加热过程中放电的电流需求值。

## 3.8.16

**负脉冲电流幅值**    **charging pulse current amplitude**

电动汽车在脉冲加热过程中充电的电流需求值。

3.9 其他    **other**

## 3.9.1

**供电网**    **supply network**

任意一种或多种供电电源。

注：例如电源或电网、分布式能源(DER)、电池组(包括储能装置)、光伏装置、发电机等。

## 3.9.2

**A 侧**    **side A**

供电网侧

设备连接到供电网的一侧。

## 3.9.3

**B 侧**    **side B**

电动汽车侧

设备连接到电动汽车的一侧。

## 3.9.4

**数字通信**    **digital communication**

数字编码信息的交换。

注：GB/T 27930—2023 规定了传导式非车载直流供电设备与电动汽车之间的数字通信交换的信息。

## 3.9.5

**电动汽车充放电双向互动**    **vehicle to X; V2X**

电动汽车动力蓄电池通过充放电设备与电网或负荷相连,作为储能单元参与供电的运行方式。

注：电网或负荷包括公共电网、楼宇供配电系统、住宅供配电系统、电动汽车动力蓄电池、用电负荷等。

[来源:GB/T 29317—2021,10.1,有修改]

## 3.9.6

**电动汽车与电网充放电双向互动**    **vehicle to grid; V2G**

电动汽车动力蓄电池通过充放电设备与公共电网相连,作为储能单元参与公共电网供电的运行方式,实现双向能量流动。

[来源:GB/T 29317—2021,10.1.1,有修改]

## 4 分类

### 4.1 供电网输入特性

电动汽车供电设备根据与其连接的供电系统分类:

- 电动汽车供电设备连接交流供电网;
- 电动汽车供电设备连接直流供电网。

### 4.2 供电网连接方式

电动汽车供电设备根据与其连接的供电网连接方式分类:

- 使用标准插头电缆组件连接;
- 固定连接。

### 4.3 能量传输电流种类(B侧)

电动汽车供电设备根据其在B侧进行能量传输的电流种类分类:

- 交流供电设备;
- 直流供电设备;
- 交流/直流供电设备。

### 4.4 使用环境条件

#### 4.4.1 正常使用环境

电动汽车供电设备根据正常使用环境分类:

- 室内使用;
- 室外使用。

#### 4.4.2 特殊使用环境

可根据15.2规定的特殊使用条件进行分类。

#### 4.4.3 安装使用场所

电动汽车供电设备根据安装使用场所分类:

- 限制进入场所使用;
- 非限制进入场所使用。

### 4.5 供电设备输出

电动汽车供电设备按照输出电压分类:

- 交流额定电压:单相220 V,三相380 V;
- 直流额定最大电压:500 V,750 V,1 000 V,1 250 V;
- 直流工作电压范围:200 V~500 V,200 V~750 V,200 V~1 000 V\*,500 V~1 250 V。

注:\*为采用附录C控制导引功能的直流供电设备推荐使用的工作电压范围。

电动汽车供电设备按照输出电流分类:

- 交流额定电流:8 A,10 A,16 A,32 A,63 A;
- 直流额定持续电流:10 A,20 A,32 A,50 A,80 A,100 A,125 A,160 A,200 A,250 A,315 A,400 A,500 A,630 A,800 A。

#### 4.6 安装方式

电动汽车供电设备根据安装方式分类:

- 固定式(壁挂式:在墙上、立杆或其他等同位置安装,包括嵌入安装和表面安装;支架式;落地式:地面安装);
- 非固定式(移动式:如可移动的充电设备;便携式:如用于模式 2 的缆上控制与保护装置、模式 4 的便携式供电设备)。

#### 4.7 电击防护

电动汽车供电设备根据电击防护分类:

- Ⅰ类设备:采用基本绝缘作为基本防护措施,采用保护联结作为故障防护措施;
- Ⅱ类设备:采用基本绝缘作为基本防护措施,和采用附加绝缘作为故障防护措施,或采用能提供基本防护和故障防护功能的加强绝缘。

注:Ⅰ类和Ⅱ类定义见 GB/T 17045—2020。

#### 4.8 充电模式

电动汽车供电设备根据 3.1.4 的充电模式分类:

- 模式 1;
- 模式 2;
- 模式 3;
- 模式 4。

多于一种的模式可以在同一供电设备中出现。

### 5 充电系统通用要求

#### 5.1 电动汽车充电模式使用条件

##### 5.1.1 模式 1

模式 1 充电系统使用标准插头连接标准插座,能量传输过程中应采用单相交流供电,且不允许超过 8 A 和 250 V。在电源侧应使用符合 GB/T 2099.1 和 GB/T 1002 要求的插头插座,在电源侧使用了相线、中性线和保护接地导体,并且在电源侧使用了剩余电流保护装置。从标准插座到电动汽车应提供保护接地导体。

不应使用模式 1 对电动汽车进行充电。

##### 5.1.2 模式 2

模式 2 充电系统使用标准插头连接标准插座,能量传输过程中应采用单相交流供电。电源侧使用符合 GB/T 2099.1 和 GB/T 1002 或 NB/T 10202 要求的 10 A 标准插头插座时输出不应超过 8 A;电源侧使用符合 GB/T 11918.1 和 GB/T 11918.2 要求的标准插头插座时输出不应超过 32 A。不应在电源侧使用 GB/T 1002 规定的单相两极插头插座。在电源侧应使用安装正确的包括相线、中性线和保护接

地导体的标准插座,并且采用缆上控制与保护装置(IC-CPD)连接供电网(电源)与电动汽车。包含集成了温度检测、剩余电流保护、开关等附加功能且其余部分符合上述标准要求的插头,且符合相关标准测试要求。

从标准插座到电动汽车应提供保护接地导体,且应具备剩余电流保护和过流保护功能。

模式 2 的交流充电控制导引功能应符合附录 A 的规定。

### 5.1.3 模式 3

模式 3 应用于永久连接到交流供电网的供电设备将电动汽车与交流供电网连接起来的情况,并且在电动汽车供电设备上安装了专用保护装置。

电动汽车供电设备具有一个及一个以上可同时使用的模式 3 连接点(供电插座)时,每一个连接点应具有专用保护装置,并确保控制导引功能可独立运行。

模式 3 应具备剩余电流保护功能。

连接方式 A、连接方式 B、连接方式 C 适用于模式 3。

采用单相供电时,电流不大于 32 A。采用三相供电且电流大于 32 A 时,应采用连接方式 C。

注:适用于模式 3 的连接方式 D 及连接方式 E,正在考虑中。

模式 3 的交流充电控制导引功能应符合附录 A 的规定。

### 5.1.4 模式 4

模式 4 用于电动汽车连接到直流供电设备的情况,应用于永久连接在供电网的设备或通过标准插头电缆组件或通过交流车辆插座与供电网连接的设备。

采用标准插头电缆组件或交流车辆插座接入交流供电网的供电设备应符合 NB/T 10902 的规定。

模式 4(包括 V2G)可直接连接至交流或直流供电网。

连接方式 C、连接方式 D 及连接方式 E 适用于模式 4。

仅连接方式 C 适用于 V2G。

模式 4 的直流充电控制导引功能应符合附录 B 或附录 C 的规定。

## 5.2 模式 2、模式 3 和模式 4 提供的功能

### 5.2.1 模式 2、模式 3 和模式 4 功能要求

#### 5.2.1.1 通则

供电设备至少应提供以下控制导引功能:

- 保护接地导体连续性的持续监测;
- 电动汽车与供电设备正确连接的确认;
- 供电控制功能;
- 供电设备断电控制功能;
- 允许的可用最大电流;
- 电动汽车充电唤醒功能。

当供电设备能够同时与多辆电动汽车进行能量传输时,应确保上述控制导引功能在每个连接点都能独立的正常运行。

#### 5.2.1.2 保护接地导体连续性的持续监测

在模式 2、3 和 4 下充电时,保护接地导体的电气连续性应由供电设备持续监测。

注：以上不适用于Ⅱ类设备。

对于模式 2，监测是在电动汽车和缆上控制与保护装置之间进行的。

对于模式 3、4，监测是在电动汽车和供电设备之间进行的。

若在能量传输阶段检测到失去保护接地导体电气连续性，供电设备应切断供电回路，且应符合对应 A.3.10.6、B.4.7.5、C.7.13.3 的规定。

### 5.2.1.3 电动汽车与供电设备正确连接的确认

供电设备应能够确定车辆插头或供电插头正确插入车辆插座或供电插座。

### 5.2.1.4 供电控制功能

仅当供电设备和电动汽车之间的控制导引功能与允许通电状态信号建立正确关系时，供电设备才可与电动汽车进行能量传输，但不应自动进入放电模式，仅当直接或间接收到供电网允许放电指令、电动汽车放电条件成立时，电动汽车才可通过充放电设备向供电网放电。

### 5.2.1.5 供电设备断电控制功能

当控制导引功能中断，或控制导引信号不允许充电/放电，或接收到放电断电指令，或检测到出现其他不允许能量传输条件时，供电设备应切断与电动汽车之间的能量传输，但其控制导引电路可以保持通电。

注：断电也可能由于其他原因，如停电。

### 5.2.1.6 允许的可用最大电流

供电设备应能通过 PWM（模式 2 和模式 3）或数字通信（模式 4）告知电动汽车允许可用最大电流值。该值不应超过以下任意值：

- 供电设备额定工作电流；
- 电缆组件额定电流；
- 车辆动力蓄电池最大允许放电电流（动态变化）（适用于模式 4，V2G）。

注：电缆组件包括模式 2 和模式 3 充电时采用的电缆组件，除了连接方式 B。

供电设备因应用需求（如供电网电源限制等），可以调整其当前可用最大电流值，但不应超过其允许的可用最大电流值。

若在能量传输阶段检测到实际输出电流高于当前可用最大电流值，供电设备应切断供电回路，且应符合对应 A.3.10.9、A.3.10.10、C.7.6.4 以及 NB/T 33001—2018 中的相关规定。

### 5.2.1.7 电动汽车充电唤醒功能

模式 2 和模式 3 下，在充电连接装置完全连接后，休眠的电动汽车应具备被交流供电设备唤醒的功能。通过 PWM 信号实现的唤醒功能符合表 A.7 中时序 3.1 的规定。

对于模式 4 且采用附录 B 控制导引功能的直流充电系统，当辅助电源供电回路或开始通信交互时，休眠的电动汽车应能被唤醒并开始充电（从图 B.2 中  $t_3$  开始工作）。

对于模式 4 且采用附录 C 控制导引功能的直流充电系统，休眠的电动汽车应能通过检测点 2 或检测点 3 被唤醒，且符合 C.4.2.1 和 C.4.4 的规定。

## 5.2.2 模式 2、模式 3 和模式 4 的可选功能

### 5.2.2.1 电动汽车供电设备可用负载电流实时调节

可通过某种方式保证充电电流不超过供电设备及交流或直流供电网实时可用负载电流。

### 5.2.2.2 模式 2 和模式 3 充电接口的锁止功能

采用锁止装置来保证车辆插头和/或供电插头的可靠连接,避免供电设备与电动汽车之间的意外带电断开。供电设备和电动汽车额定电流小于或等于 16 A AC 时,该功能为可选。

### 5.2.2.3 车辆供电回路电压适应性切换功能

电动汽车可具备车辆供电回路电压适应性切换功能,以实现不同电压等级的电动汽车与充电设备之间的充电兼容。整个电压适应性切换过程不会对充电设备和充电过程造成安全影响。

注:附录 D 提供了一种适用于采用附录 B 控制导引功能的直流充电系统的车辆供电回路电压适应性切换实现方法,对应的车辆充电参数更新要求见 GB/T 27930—2023。

### 5.2.2.4 V2G 直流充放电功能

电动汽车可通过充放电设备对供电网进行放电,但需要满足其他附加条件才可实现。

注:V2G 直流充放电功能实现见附录 E。

## 6 通信

在模式 4 下,应采用数字通信以实现电动汽车与供电设备之间的数据交互,通信协议应符合 GB/T 27930—2023 的规定。

数字通信对于模式 2、3 为可选。模式 2、3 下的数字通信可用于有限制场所使用的设备,用于非有限制场所使用的设备的数字通信要求正在考虑中。

## 7 电击防护

### 7.1 一般要求

#### 7.1.1 通则

电击定义为电流流经人或家畜时产生的生理效应。生理效可能是有害的(如心室纤维性颤动、灼伤和窒息);或是无害的(如肌肉反应和感知)。

应实现在单一故障条件下的电击防护措施。

在预期使用和合理可预见的误用条件下,应至少采取以下措施之一,防止供电设备的输出回路发生触电危险及潜在伤害。

- 基本防护(见 7.2);
- 故障防护(见 7.3);
- 补充措施(见 7.5)。

在正常运行条件下的防护采用基本防护,单一故障条件下的防护采用故障防护。

#### 7.1.2 预期使用和合理可预见的误用

预期使用和合理可预见的误用应满足:

- 危险的带电部分不应是可触及的,而可触及的可导电部分不应危险带电;且
- 充电接口断开时不应出现危险电流。

### 7.1.3 接触电流或接触电压的限值

在正常运行条件和单一故障条件下,应通过以下措施之一避免对一般人员造成危险电击:

- 限制接触电流和接触能量;或
- 限制接触电压。

在正常运行条件和单一故障条件下,还应结合 GB/T 13870.1—2022 中 3.1.8 规定的水湿润条件相应的人体阻抗。

注:不考虑出汗的人或浸泡在海水中后的皮肤。

### 7.1.4 感知阈和惊跳反应

在预期使用过程和合理可预见的误用时,能量传输前、传输期间、传输后,在正常运行条件和单一故障条件下,应采取保护措施避免惊跳反应。在正常运行条件下,可能会有感知反应。

注 1: GB/T 13870.1—2008 中表 11 和表 13 中的曲线 a(AC1/AC2、DC1/DC2 之间的边界)对应于本文件中的惊跳反应阈值。

注 2: 预期使用情况包括但不限于手握能量传输组件,如充电电缆、供电/车辆插头和供电/车辆插座、电缆检测、预充电、能量传输结束、一般人员或动物进入或离开电动汽车、从车辆后备箱/行李箱或其他存储空间打开和取回物品、触摸电动汽车底盘、触摸供电设备的外露金属部分。

对于电流路径,应从充电接口处从手指到脚、底盘处从手到脚。

应提供一种保护手段来限制接触电流,如同时可接触的导电部件之间的稳态接触电流不应超过:

- 0.5 mA AC/2 mA DC,在正常运行条件下;
- 3.5 mA AC /10 mA DC,在单一故障条件下。

对于 I 类设备的接触电流超过 3.5 mA(有效值)时,接触电流要求应符合 12.1.2 的规定。

对于直流充电,应提供附加防护,以便在基本防护和直流供电回路的故障防护同时失效的情况下,稳态接触电流不应超过 GB/T 13870.1—2022 中图 22 和表 13 规定的 DC2 限值(b 线)。

供电设备应能限制放电能量,使放电电流/放电能量不应超过:

- 在正常运行条件下,5  $\mu$ J;
- 在单一故障条件下,0.5 mJ。

注 3: 该值来源于 GB/T 17045—2020 中 5.2.7 b。

对于电缆组件,应提供附加防护,以便在基本防护和电缆组件故障防护同时失效的情况下,稳态接触电流不应分别超过 GB/T 13870.1—2022 中图 20 和 GB/T 13870.2—2016 图 20 中 C1 限值。

应使用以下参数:

- 根据 GB/T 13870.1—2022,人体阻抗为 575  $\Omega$ ;
- 根据 ISO 17409:2020,电动汽车的最大 Y 电容;
- 在能量传输阶段非对称/对称绝缘电阻值临界点为 100  $\Omega$ /V。

## 7.2 基本防护

### 7.2.1 通则

供电设备采取基本防护,以防止一般人员接触带电部分。应采取 7.2.2、7.2.3、7.2.4 和 7.2.5 规定的一项或多项措施。

7.2.2 带电部分基本绝缘进行防护

供电设备的带电部分采用基本绝缘的防护方式,应符合 IEC 62477-1:2016 中 4.4.3.2 的规定。  
基本绝缘应通过固体绝缘或合理设计电气间隙和/或爬电距离进行防护。  
任何可接触到的导电部分,如果没有按要求用绝缘将带电部分隔开,则被认为是危险带电部分。  
基本绝缘的设计和测试应能承受其所连接电路的脉冲电压和暂时过电压。  
试验应按照 IEC 62477-1:2016 的 5.2.3.2 和 5.2.3.4 进行。

7.2.3 用外壳或屏障进行防护

供电设备采用外壳或屏障的防护方式,应符合 IEC 62477-1:2016 中 4.4.3.3 的规定。  
外壳应符合在其预定环境中使用。  
供电设备应具有足够的机械强度,其结构应使其在预期寿命内受到预期使用和预期误用时不会发生危险。  
应通过以下方式打开外壳或拆除屏障:  
——使用工具或钥匙;  
——危险带电部分断电之后。

7.2.4 限制电压防护

采用限制电压进行基本防护满足以下条件。

- a) 在正常运行时稳态接触电压不应超过表 1 规定的限值。
- b) 在单一故障条件下稳态接触电压不应超过表 2 规定的限值。
- c) 在正常运行时非经常性直流接触电压不应超过表 1 规定的限值。
- d) 在单一故障条件下指尖到脚的非经常性直流接触电压不应超过图 11 规定的限值;
- e) 该电压由下列来源之一提供:
  - 1) 辅助电路(包括控制导引)的安全隔离变压器;
  - 2) 提供与安全隔离变压器同等安全等级的电压源;
  - 3) 电化学(如电池)。

表 1 正常运行时接触电压

| 人体接触区域                            | 交流(有效值) | 直流   |
|-----------------------------------|---------|------|
| 身体部位                              | 基本防护    |      |
| 手                                 |         |      |
| 指尖                                | 12 V    | 30 V |
| 注: 这些数值是基于人在站立状态下,从身体接触部位到脚的电流路径。 |         |      |

表 2 单一故障条件下接触电压

| 人体接触区域 | 交流(有效值) | 直流 |
|--------|---------|----|
| 身体部位   | 故障防护    |    |
| 手      |         |    |

表 2 单一故障条件下接触电压（续）

| 人体接触区域                             | 交流(有效值) | 直流   |
|------------------------------------|---------|------|
| 指尖                                 | 30 V    | 60 V |
| 注 1：这些数值是基于人在站立状态下,从身体接触部位到脚的电流路径。 |         |      |
| 注 2：如果在单一故障条件下不能满足这些数值,则需要进行防护性隔离。 |         |      |

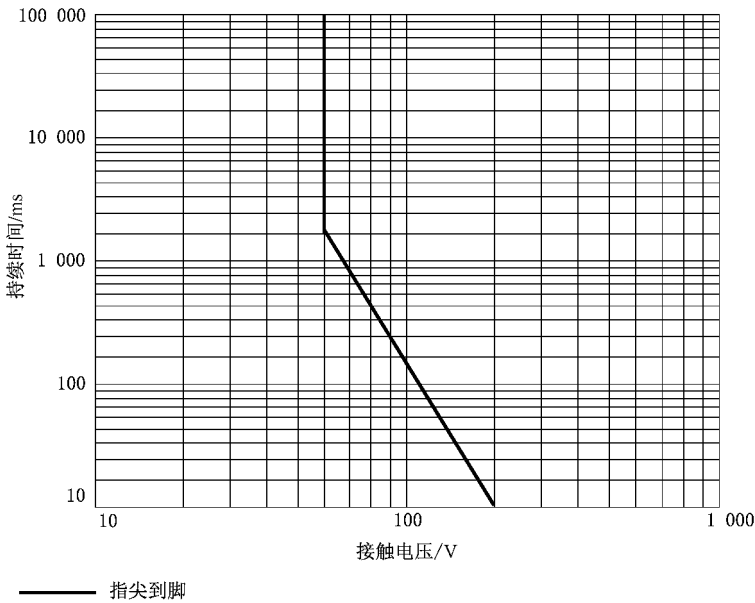


图 11 接触时间-在单一故障条件下的直流电压(水湿润,从指尖到脚)

7.2.5 稳态接触电流的限值保护

提供稳态接触电流限值,将接触电流限制在非危险值下,限值按照 7.1.4。  
限制接触电流的保护性阻抗应符合 IEC 62477-1:2016 中 4.4.5.4 的规定。  
保护阻抗的设计和测试应能承受 IEC 62477-1:2016 中 5.2.3.2 和 5.2.3.4 规定的脉冲电压和暂时过电压测试。

7.3 故障防护

故障防护可防止在基本防护失效期间和之后因触及危险能量而造成人身伤害,应符合 GB/T 17045—2020 中 5.3 的规定。  
在模式 3 和模式 4 下固定安装的供电设备、保护接地导体和保护连接导体应固定连接。

7.4 保护接地导体

对于所有模式,在交流供电网接地端子、直流供电网接地端子和车辆插头的接地端子之间应提供保护接地导体。  
保护接地导体应符合 GB/T 16895.3 的规定。  
对于模式 3 和模式 4 且永久连接供电网的电动汽车供电设备,不应使用开关或类似装置连接保护

接地导体。

对于模式 4 且采用附录 B 控制导引功能的电动汽车和供电设备,如果车辆插头内未安装熔断器(或类似具备过流、短路保护特性的装置),保护导体的最小截面积不应小于  $16 \text{ mm}^2$ 。

注:当配置熔断器(或类似具备过流、短路保护特性的装置)时,保护导体可以与熔断器进行匹配选择。

对于模式 4 且采用附录 C 控制导引功能的电动汽车和供电设备,保护导体的最小截面积不应小于  $6 \text{ mm}^2$ 。

## 7.5 补充措施

为防止由于基本防护和/或故障防护失效、或由用户大意引起的电击,应提供附加防护,如按照 11.3 的规定配置剩余电流保护器、按照附录 B 和附录 C 的规定配置绝缘监测装置(IMD)等。

附加防护措施可根据系统类别选择配置必要的组件。

## 7.6 直接接触防护

触及危险部分的防护等级应满足:

- a) 所有模式及所有连接方式,外壳的防护等级应至少:IPXXC;
- b) 所有模式,连接方式 B 或连接方式 C,车辆插头与车辆插座耦合时,车辆插头与车辆插座:IPXXD;
- c) 模式 3,连接方式 A 或连接方式 B,供电插头与供电插座耦合时,供电插头与供电插座:IPXXD;
- d) 模式 2 和模式 3,连接方式 B 或连接方式 C,车辆插头和车辆插座非耦合时,车辆插头与车辆插座:IPXXB;
- e) 模式 3,连接方式 A 或连接方式 B,供电插头和供电插座非耦合时,供电插头与供电插座:IPXXB;
- f) 模式 4,连接方式 C,符合 GB/T 20234.3—2023 的车辆插头和车辆插座非耦合时,应采取有效措施防止人体接触直流充电针脚和套管的导体部分;
- g) 模式 4,连接方式 C,符合 GB/T 20234.4 的车辆插头和车辆插座非耦合时,车辆插头与车辆插座:IPXXB。

## 7.7 存储能量

### 7.7.1 标准插头的断开

标准插头从标准插座中断开后 1 s 内,标准插头任何可触及的部分之间的电压应小于或等于 60 V DC,或小于或等于 30 V AC(有效值),或等效存储电能小于或等于 0.2 J。

### 7.7.2 车辆接口的断开

车辆插座与车辆插头在断开时,车辆插座应符合 GB 18384—2020 中 5.1.3.5 的规定。

车辆插头从车辆插座中断开后 1 s 内,车辆插头任何可触及的部分之间的电压应小于或等于 60 V DC,或小于或等于 30 V AC(有效值),或等效存储电能小于或等于 0.2 J。

### 7.7.3 对于模式 3 连接方式 B 的供电接口的断开

供电插座与供电插头在断开时,供电插头应符合 GB 18384—2020 中 5.1.3.5 的规定。

供电插头从供电插座中断开后 1 s 内,供电插座任何可触及的部分之间的电压应小于或等于 60 V

DC,或小于或等于 30 V AC(有效值),或等效存储电能小于或等于 0.2 J。

#### 7.7.4 供电网断电

供电网断电后 1 s 内,在供电设备输出端子的电源线之间或电源线和保护接地导体之间测量的电压值,应小于或等于 60 V DC,或小于或等于 30 V AC(有效值),或等效存储电能小于或等于 0.2 J。

#### 7.8 电动汽车供电设备和电动汽车之间信号电路的安全要求

供电设备和电动汽车之间的任意信号电路应根据 7.3 提供防护措施。

#### 7.9 接触器粘连

模式 4 下,电动汽车应具备充电回路车辆断开装置(C5 和 C6)粘连监测和告警功能。当监测到车辆断开装置粘连故障时,电动汽车不应允许启动充电。

模式 3 和模式 4 下,供电设备应具备在启动充电前供电回路上的接触器(或同类装置)粘连监测和告警功能。当监测到接触器粘连故障时,交流供电设备不应输出 PWM,直流供电设备应停止自检过程。

### 8 电动汽车和电动汽车电能传输之间的连接

#### 8.1 通用要求

第 8 章规定了电动汽车和供电设备之间物理传导电气接口的要求。第 8 章的内容适用于单个车辆插头与一辆电动汽车进行充电,对于多个车辆插头与同一辆电动汽车进行充电应由用户与制造商另行协商确定。

当供电设备同时连接多辆电动汽车时,应有设计机制保证在任一时刻每辆电动汽车对应的各电气供电回路保持电气隔离。多充电接口直流供电设备应符合附录 F 的规定。

#### 8.2 中性线

对电动汽车交流充电系统中,交流供电网应具有中性线且连接方式 A 应连接至标准插座。

在连接方式 B 和连接方式 C 中,中性线应连接至车辆插头。

#### 8.3 接触顺序

连接或断开的接触顺序应符合 GB/T 20234.1—2023 中 6.3.1.3 的规定。

#### 8.4 模式 1 和模式 2 供电接口和车辆接口功能性说明

模式 1 和模式 2 与供电网(电源)连接时采用的标准插头/插座应符合 GB/T 1002 或 GB/T 1003 和 GB/T 2099.1,或 GB/T 11918.1,或 NB/T 10202 的要求,与电动汽车连接的车辆插头/车辆插座应符合 GB/T 20234.2—2015 的要求。

#### 8.5 模式 3 供电接口和车辆接口的功能性说明

模式 3 供电接口和车辆接口应符合 GB/T 20234.2—2015 的要求。

采用单相电供电时,交流电网(电源)导体应被连至相 1(L1)和中线(N)之间,L2 和 L3 可以被留空或不连接。采用三相电供电时,交流电网(电源)导体应被连至相 1(L1)、相 2(L2)、相 3(L3)和中线(N)

之间。

#### 8.6 模式 4 车辆接口的功能性说明

模式 4 车辆接口仅用于提供直流电,应符合 GB/T 20234.3—2023 或 GB/T 20234.4—2023 的要求。

GB/T 20234.3—2023 中所述的每个直流车辆接口参数应只用于附录 B 中规定的充电系统。

GB/T 20234.4—2023 中所述的每个直流车辆接口参数应只用于附录 C 中规定的充电系统。

### 9 车辆适配器

对于模式 4,可使用车辆适配器连接车辆插头和车辆插座。车辆适配器应符合 GB/T 20234.4—2023 中附录 D 的规定,对应的控制导引电路应符合附录 G 的规定。车辆适配器应明确标注电动汽车制造商或运营商允许其使用的条件。

注:其他专用的车辆适配器见附录 H。

### 10 车辆接口、供电接口的特殊要求

#### 10.1 通用要求

额定持续电流大于 16 A 的应用场合,供电插座、车辆插座、模式 4 车辆插头均应设置温度监控装置,供电设备和电动汽车应具备接口的温度监测和过温保护功能,且满足 GB/T 20234 标准中相关要求。

对于模式 4 且采用附录 C 控制导引功能的电动汽车供电设备,其电缆组件的热管理还应满足 C.7.9 的规定。

注:在模式 2 的标准插头端安装温度监控装置时,可能会涉及专利问题。

#### 10.2 电缆加长组件

除了电缆组件,不应使用电缆加长组件连接电动汽车和供电设备。

#### 10.3 分断能力

车辆接口、供电接口的分断能力应符合 GB/T 20234.1—2023 中 6.3.11 和 7.22 的规定。

可对连接器或具有锁止装置的系统使用特定的方法来避免带载断开。如有需要,该功能可被集成到自锁装置中。

对模式 4,车辆接口不应进行带载断开。当由于故障在直流负载下断开时,不应出现危险情况。

#### 10.4 IP 防护等级

充电连接装置的 IP 防护等级应符合 GB/T 20234.1—2023 中 6.3.10 和 7.21 的规定。

#### 10.5 插拔力

连接和断开车辆插头、车辆插座所需求的力应符合 GB/T 20234.1—2023 中 6.3.6 和 7.17 的规定。

连接和断开供电插头、供电插座所需求的力应符合 GB/T 20234.1—2023 中 6.3.6 和 7.17 的规定。

## 10.6 锁止装置

### 10.6.1 模式 2 和模式 3 充电接口的锁止装置

交流供电设备和车载充电机的最大充电电流大于 16 A 时,供电接口和车辆接口应具有锁止装置,该功能应符合附录 I 中 I.1 和 GB/T 20234.1—2023 中 6.3.4 的规定。供电插座和车辆插座应安装电子锁,防止能量传输中的意外断开。对于采用模式 3 的连接方式 B 的交流供电设备,当供电插座的电子锁未预期上锁或未可靠锁止时,应停止充电或不启动充电。

### 10.6.2 模式 4 充电接口的锁止装置

直流充电时,车辆接口应具有锁止装置。绝缘自检前当监测到车辆接口的锁止装置未可靠锁止时,直流供电设备应停止绝缘自检或由电动汽车告知直流供电设备停止绝缘自检,且不应允许充电。从绝缘自检开始到能量传输结束,直流供电设备或电动汽车应使电子锁保持锁止状态。能量传输结束后且车辆接口电压降至 60 V DC 以下时,电子锁可解锁。

- a) 对于 GB/T 20234.3—2023 的车辆接口,锁止装置应符合 I.2 和 GB/T 20234.1—2023 中 6.3.4 的规定。车辆插头端应安装机械锁,直流供电设备应能判断机械锁是否可靠锁止。车辆插头应安装电子锁,电子锁处于锁止位置时,机械锁应无法操作,直流供电设备应能判断电子锁是否可靠锁止。当机械锁或电子锁未可靠锁止时,直流供电设备应停止充电或不启动充电。从自检阶段开始到能量传输结束,当直流供电设备监测到电子锁未预期上锁或未可靠锁止时,应符合 B.4.7.9 的要求。
- b) 对于 GB/T 20234.4—2023 的车辆接口,锁止装置应符合 I.2 和 GB/T 20234.4—2023 中 8.3 的规定。车辆插座应安装电子锁。电动汽车确认车辆接口完全连接后,启动电子锁可靠锁止并将锁止信息告知直流供电设备。从自检阶段开始到能量传输结束,当电动汽车监测到电子锁未预期上锁或未可靠锁止时,应符合 C.7.13.3 的要求。

如使用应急解锁装置,则应具备防误操作措施。对于模式 4,在能量传输过程中不应使用应急解锁装置。当车辆接口处当前电压低于或等于 60V DC 时,允许使用应急解锁装置。

## 10.7 冲击电流

### 10.7.1 模式 2 和模式 3 的冲击电流

在模式 2 和模式 3 下,交流供电设备应能承受冲击电流且满足以下要求:

- 交流供电设备在闭合接触器输出额定电压值后,应能在 100  $\mu$ s 的时间内承受 230 A 的峰值;
- 在下 1 s 内,交流供电设备应能承受 30 A(有效值)的电流。

注:冲击电流波形和设置见 GB/T 41589—2022 中图 29 和 9.8.2.1。

也可以按照 GB/T 7251.7 的规定,对交流供电设备的独立开关设备进行验证。

交流供电设备所选的保护装置不应因为冲击电流而跳闸。

### 10.7.2 模式 4 的冲击电流

在模式 4 下,直流接触器接通时发生的电动汽车到直流供电设备、或者直流供电设备到电动汽车的冲击电流(峰值)应控制在 20 A DC 以下。

## 11 电动汽车电能传输设备结构要求

### 11.1 通则

交流充电宜使用连接方式 C,直流充电应使用连接方式 C。

对于模式 3 连接方式 B 的交流供电设备结构设计应满足 GB/T 20234.2—2015 中附录 B 规定的供电插座的安装要求。对于模式 2 和模式 3 连接方式 C 的交流供电设备所使用的附属配件应满足 GB/T 20234.2—2015 中附录 A 的规定。对于模式 4 连接方式 C 的直流供电设备所使用的附属配件应满足 GB/T 20234.3—2023 中附录 A 或 GB/T 20234.4—2023 中附录 A 的规定。

电动汽车供电设备应符合在 15.1 正常使用条件下的要求,装配应符合 GB/T 7251.1—2013 和供电设备制造商的相关要求。

极端环境或其他条件下的使用,见 15.2。

### 11.2 机械开关设备的特性

#### 11.2.1 开关和隔离开关

开关和隔离开关应符合 GB/T 14048.3 的相关要求,其使用类别不应低于 GB/T 14048.3 规定的 AC-22A 或 DC-21A。

#### 11.2.2 接触器

接触器应符合 GB/T 14048.4 的相关要求,其使用类别不应低于 GB/T 14048.4 规定的 AC-1 或 DC-1。

#### 11.2.3 断路器

断路器应符合 GB/T 10963.1 或 GB/T 14048.2 或 GB/T 16917.1 的相关要求,具备过载和短路保护功能。

#### 11.2.4 继电器

继电器应符合 GB/T 21711.1—2008 的相关要求。

### 11.3 剩余电流保护器

#### 11.3.1 交流供电设备的剩余电流保护器

交流供电设备的剩余电流保护应具备保护交流剩余电流、脉动直流剩余电流和 6 mA 及以上平滑直流剩余电流的功能,且符合 GB/T 14048.2、或 GB/T 16916.1 和 GB/T 22794、或 GB/T 16917.1 和 GB/T 22794 的相关剩余电流动作特性要求。用于模式 3 使用的电动汽车充电的剩余直流检测装置应符合 GB/T 40820—2021。

当交流供电设备具有符合 GB/T 20234.2—2015 规定的供电插座(模式 3 连接方式 B)或车辆插头(模式 2 或模式 3 连接方式 C)时,应具备以下保护措施之一:

- A 型且具有 6 mA 及以上平滑直流剩余电流保护的剩余电流保护单元,或
- A 型的剩余电流保护器和 6 mA 及以上平滑直流剩余电流监测保护的装置配合使用,或
- B 型的剩余电流保护器,其配置条件为当前级供电回路配置不低于 B 型剩余电流保护器或未

安装剩余电流保护器时。

剩余电流保护器的额定剩余动作电流  $I_{\Delta n}$  不应超过 30 mA。

注：平滑直流剩余电流还包括两相/三相供电的整流电路产生的直流剩余电流。

### 11.3.2 直流供电设备的剩余电流保护器

直流供电设备的交流侧主回路和控制电源交流回路应具备剩余电流保护功能(见 11.3.1 规定的保护措施)或具备以下加强电气防护措施之一：

- 双重绝缘；
- 加强绝缘；
- 隔离；
- 基本绝缘和可触及导电部件可靠接地。

其中隔离可以采用在设备外部安装栅栏、内部安装隔离网之类的装置。

如果直流供电设备的供电网侧不具备剩余电流保护功能,其控制电源交流回路应具备剩余电流保护器(可使用 AC 型的剩余电流保护器),剩余电流保护器的额定剩余动作电流  $I_{\Delta n}$  不应超过 30 mA。

对于额定最大功率小于 20 kW 的直流供电设备,当供电网输入侧如已安装符合 11.3.1 要求的 RCD 时,控制电源可不配置 RCD。

当因前级剩余电流保护动作等原因造成控制电源失电时,直流供电设备应能断开直流供电回路。

### 11.4 电气间隙和爬电距离

当供电设备由制造商安装时,其电气间隙和爬电距离应至少满足 GB/T 16935.1—2008 的规定。

直接连接到交流供电网的供电设备部件(电源部分):最小过电压类型 IV。

直接连接到直流供电网的供电设备部件(电源部分):最小过电压类别 II。

与交流供电网永久连接的供电设备:最小过电压类别 III,但对于供电插座或连接方式 C 的车辆插头:最小过电压类别 II。

通过标准插头电缆组件或车辆插座与供电网连接的供电设备:最小过电压类别 II。

注:过电压类别定义见 GB/T 16935.1—2008。

当设备在较高过压类别的条件下使用时,可见 GB/T 16935.1—2008 中 4.3.3.6 的规定。

### 11.5 IP 防护等级

#### 11.5.1 模式 2 的防护等级

模式 2 的缆上控制与保护装置(IC-CPD)的防护等级应符合 GB/T 41589 的规定。

#### 11.5.2 模式 3 和模式 4 的防护等级

在模式 3 和模式 4 下,供电设备的防护等级不应低于 IP32(室内)或 IP54(室外)。

### 11.6 电缆管理及贮存方式

对于连接方式 C 的供电设备,应为未使用的车辆插头提供一种贮存方式。

对于连接方式 C,车辆插头应存放在地面上方 0.5 m 到 1.5 m 处。

对于长度超过 7.5 m 电缆的连接方式 C 供电设备,应采取相关管理和储存措施使电缆在未使用时可自由活动的长度不超过 7.5 m。

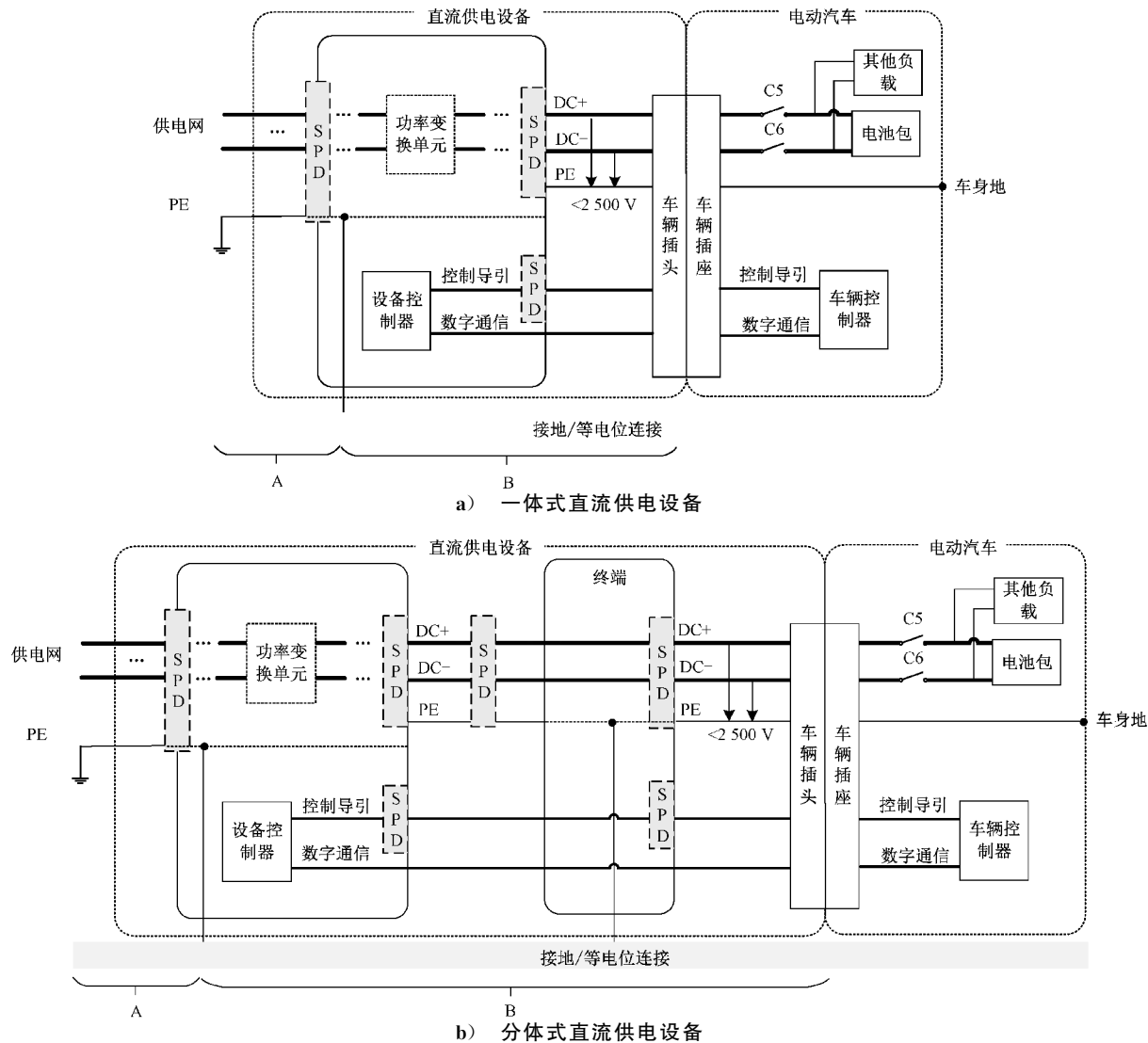
设计储存措施时,应保证存放或部分放在储存位置的电缆或电缆组件避开热辐射源影响。

11.7 电涌保护器(SPD)

11.7.1 使用场景

模式 4 连接方式 C 的直流供电设备的制造商宜根据现场环境和安装条件进行选配电涌保护器 (SPD),见图 12,并符合 11.7.2 和 11.7.3 的规定。

注：配置 SPD 的场景包括但不限于使用长直流电缆组件(>10 m)、靠近防雷系统(LPS)的电缆组件。



标引序号说明：

DC+ —— 直流供电回路正极；

DC- —— 直流供电回路负极；

C1、C2 —— 供电设备内部直流供电回路接触器；

C5、C6 —— 电动汽车内部车辆断开装置；

A —— 适用于通过交流电源的瞬态的部分，见 11.7.2；

B —— 适用于通过直流电缆组件的瞬态现象的部分，见 11.7.3。

图中虚框仅为示意，实际配置可按现场环境和安装条件确定。

图 12 SPD 安装设置示例

### 11.7.2 输入端瞬态过压

按照 GB/T 18487.2—2017 中附录 E 规定的试验要求,在直流供电设备的供电网侧按表 3 规定施加标准雷电波的短时冲击电压,直流供电设备应限制其输出电压不超过:

- DC+ 与 PE 之间的电压:2 500 V;
- DC- 与 PE 之间的电压:2 500 V;
- DC+ 和 DC- 之间的电压:直流充电电压+500 V。

在试验过程中,直流供电设备应在额定最大电压下运行。

按照 GB/T 16935.1—2008 中 4.3.3.6 的规定,可以通过一种或多种衰减方式的组合来实现适当降低过电压。

注:过电压类别定义见 GB/T 16935.1—2008。

### 11.7.3 防止大气源或开关引起的瞬态过电压

连接到直流供电设备的任意电源线或数据线应通过采用适当的措施来防止闪电或开关事件,例如:

- 直流供电设备内安装 SPD;
- 直流供电设备的供电网侧安装 SPD;
- 直流供电设备周围环境配置保护。

直流供电设备所选择 SPD 的功能和安装应满足 GB/T 16895.22 的要求,且相关信息应包含于安装手册。

SPD 应符合:

- GB/T 18802.11 适用于交流电源线,如有;
- GB/T 18802.21 适用于数据线,如有;
- IEC 61643-41 适用于直流,正在考虑,如有。

可以将电涌保护组件[例如金属氧化物压敏电阻(MOV)、气体放电管(GDT)、电涌抑制晶闸管(TSS)]放置在直流供电设备内。如果这些组件作为 SPD 的一部分,则 SPD 应根据 GB/T 18802 系列标准进行相应测试。

对于额定输出电压为 1000V DC 的直流供电设备应对充电连接装置提供相关保护,例如通过选择具有以下保护级别的 SPD:

- DC+ 与 PE 之间的电压:2 500 V;
- DC- 与 PE 之间的电压:2 500 V。

直流供电设备的安装手册应包括 SPD 的安装等相关信息,以防止车辆接口处出现瞬态过电压。

## 12 电动汽车电能传输设备性能要求

### 12.1 接触电流

#### 12.1.1 接触电流限值

交流(有效值)和直流接触电流不应超出表 3 规定的值。

表 3 接触电流限值

| 接触位置                                                                               | 正常工作条件                | 故障条件 <sup>a</sup>      |                         |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|
|                                                                                    |                       | I 类设备                  | II 类设备                  |
| 任一测试网络端 <sup>b</sup> 和彼此相连的可触及金属部分之间, 以及和覆盖在绝缘外部材料上的金属箔之间                          | 0.5 mA AC/<br>2 mA DC | 3.5 mA AC/<br>10 mA DC | 0.25 mA AC/<br>10 mA DC |
| 任一测试网络端 <sup>b</sup> 和通常为非活性的金属不可触及部分之间(双重绝缘)                                      |                       | 不适用                    | 3.5 mA AC/<br>10 mA DC  |
| 彼此相连的不可触及和可触及的部分和覆盖在绝缘外部材料上的金属箔之间(附加绝缘)                                            |                       | 不适用                    | 0.5 mA AC/<br>10 mA DC  |
| <sup>a</sup> 指 GB/T 12113—2003 中 6.2.2 规定的故障条件。<br><sup>b</sup> 见 GB/T 12113—2003。 |                       |                        |                         |

12.1.2 接触电流限值超过 3.5 mA 的特殊情况

在与交流供电网连接的保护接地导体断开的故障条件下, I 类设备的接触电流超过 3.5mA(有效值), 应采用隔离如栅栏, 避免一般人员接触危险带电部分, 或采取有效可靠永久接地方式, 如选择更大横截面的保护接地导体、增加 1 个保护接地导体等。

12.1.3 测试网络选择

接触电流应按照 GB/T 12113—2003 中 5.4.1 进行测试, 并采用 GB/T 12113—2003 规定的图 3、图 4 以及图 5 中一种测量网络。

对于交流接触电流小于或等于 2 mA(有效值), 应采用 GB/T 12113—2003 中图 4 规定的测量网络; 对于交流接触电流大于 2 mA(有效值), 应采用 GB/T 12113—2003 中图 5 规定的测量网络。

直流接触电流应采用 GB/T 12113—2003 中图 3、图 4 以及图 5 的任一测量网络。

测量网络中测量端子 A 依次连接至每个导电体或非接地的可接触表面。对于测量端子 A 电极的每一轮测试, 测量端子 B 电极先接地, 然后再依次触及其他可接触部件。所有可接触的导电体或非接地表面都应进行接触电流测试。

注: 测量端子 A、B 见 GB/T 12113—2003。

对于可触及的非导电部件, 采用对在该部件接触面覆盖尺寸为 100 mm × 200 mm 的金属箔进行测试。

12.1.4 测试条件

以下电路可在试验前断开:

- 通过固定电阻连接至保护导体的回路;
- 以接地连续性为监测目的的电路;
- 在供电设备正常工作期间保护导体不产生电流的电路。

试验应在供电设备的额定输出功率下进行测试。

GB/T 2423.3 恒定湿热试验 Ca[试验温度:(40±2)℃, 相对湿度:(93±3)%, 持续时间:4 d]试验

结束后 1 h 内进行接触电流测量。供电设备按照 GB/T 12113—2003 中第 6 章的规定连接到交流供电网。试验电压应为额定电压的 1.1 倍。

按照 GB/T 12113—2003 中 6.2.2 的规定,在每个适用的故障条件下进行测试。

12.2 绝缘电阻

在供电设备非电气连接的各带电回路之间、各独立带电回路与地(外壳)之间施加 500V DC 直流电压 1 min,绝缘电阻不应小于 10 MΩ。

试验过程中,所有特低压系统(ELV)电路均应连接到易触及的部件。绝缘电阻试验应在断开保护阻抗的情况下进行。

试验前,进行下述操作。

- a) 将充电设备的各输入端子之间、各输出端子之间短接。
- b) 印制电路板和多接头组件可在试验时拔下、断开或用标准样件代替。如果辅助装置(例如辅助变压器、脉冲变压器、测量装置等)的绝缘损坏可能会使电压达到未与机壳连接的人体易触及部分,或使高压侧电位达低压侧,以及引起故障跳闸,不应断开辅助装置与主电路之间的连接,而应与主电路一起承受同样的试验电压。

GB/T 2423.4 交变湿热试验 Db(试验温度:40 ℃,循环次数:2 次)结束之后 30 min 内进行绝缘电阻复测,绝缘电阻应满足以下要求:

- I 类设备: $R>1\text{ M}\Omega$ ;
- II 类设备: $R>7\text{ M}\Omega$ 。

12.3 介电强度

在供电设备非电气连接的各带电回路之间、各独立带电回路与地(金属外壳)之间按表 4 规定施加 1 min 工频交流电压(也可采用直流电压)。不同防护措施下的介电强度试验可参考 IEC 62477-1:2016,且不应低于表 4 的要求。

表 4 介电强度试验

| 额定绝缘电压 $U_i$<br>(线-线 交流或直流)<br>V                                            | 介电强度试验电压 <sup>a</sup><br>(交流有效值)<br>V | 介电强度试验电压 <sup>a</sup><br>(直流)<br>V |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| $U_i \leq 60$                                                               | 1 000                                 | 1 415                              |
| $60 < U_i \leq 300$                                                         | 1 500                                 | 2 120                              |
| $300 < U_i \leq 690$                                                        | 1 890                                 | 2 670                              |
| $690 < U_i \leq 800$                                                        | 2 000                                 | 2 830                              |
| $800 < U_i \leq 1\,000$                                                     | 2 200                                 | 3 110                              |
| $1\,000 < U_i \leq 1\,500^b$                                                | —                                     | 3 820                              |
| <sup>a</sup> 出厂试验时,介电强度试验允许试验电压高于表中规定值的 10%,试验时间 1 s。<br><sup>b</sup> 仅指直流。 |                                       |                                    |

试验过程中,所有电气设备均应连接,且应断开供电设备中会消耗测试电压引起电流流动的耗电装置[例如绕组、测量仪器、电涌保护器(SPD)]。

注：关于测试电压误差和测试设备的选择，请见 GB/T 17627。  
试验过程中，泄漏电流值不应大于 10 mA，试验部位不应出现绝缘击穿或闪络现象。

12.4 冲击耐压

在供电设备非电气连接的各带电回路之间、各独立带电回路与地（金属外壳）之间按表 5 规定施加 3 次正极性和 3 次负极性标准雷电波的短时冲击电压（每次间隙不小于 5 s，脉冲波形 1.2/50  $\mu$ s，电源阻抗 500  $\Omega$ ）：

- 直接连接到交流供电网的供电设备部件（电源部分）：最小过电压类别Ⅳ；
  - 与交流供电网永久连接的电动汽车供电设备：最小过电压类别Ⅲ，但对于供电插座或连接方式 C 的车辆插头：最小过电压类别Ⅱ；
  - 通过标准插头电缆组件或车辆插座与供电网连接的电动汽车供电设备：最小过电压类别Ⅱ。
- 不同防护措施下的冲击耐压试验可见 IEC 62477-1:2016，且不应低于表 5 的要求。

表 5 冲击耐压试验电压

| 系统标称电压<br>V              | 冲击耐压试验电压<br>V |
|--------------------------|---------------|
| ≤50 V（有效值）或 71 V DC      | 500           |
| 100 V（有效值）或 141 V DC     | 800           |
| 150 V（有效值）或 213 V DC     | 1 500         |
| 300 V（有效值）或 424 V DC     | 2 500         |
| 600 V（有效值）或 849 V DC     | 4 000         |
| 1 000 V（有效值）或 1 500 V DC | 6 000         |
| —                        | 允许插值          |

试验过程中，所有电气设备均应连接，且应断开供电设备中会消耗测试电压引起电流流动的耗电装置（例如绕组、测量仪器）。  
试验过程中，试验部位不应出现击穿放电。

12.5 温度要求

12.5.1 通则

根据 GB/T 7251.1—2013 的相关要求进行验证时，供电设备及其电路应能在特定条件下持续承受额定持续电流（见 GB/T 7251.1—2013 的 5.3.1 和 5.3.2）。温升极限应符合 GB/T 7251.1—2013 的 9.2 规定，对于没有相关标准的组件，温升极限应符合 12.5.2 的规定。

12.5.2 极限温升

电动汽车供电设备在额定负载下长期连续运行，内部各发热元器件及各部位的温升不应超过 NB/T 33001—2018、NB/T 33002—2018 等相关设备标准的规定。

12.5.3 允许表面温度

在最大充电电流和环境温度 40  $^{\circ}$ C 条件下，手握可接触的表面最高允许温度为：

- 50℃金属部分；
- 60℃非金属部分。
- 电缆表面最高温度和高温警告标识见 GB/T 20234.1—2023 中 6.2.13。

同样条件下,用户可能触及但是不能手握的表面最高允许温度为:

- 60℃金属部分；
- 85℃非金属部分。

电动汽车供电设备应设计为:

- 接触部分不超过特定温度；
- 组件、部分、绝缘体和塑料材料不超过在设施寿命周期内正常使用时可能降低电气、机械或其他性能的温度。

## 12.6 雷电防护

电涌保护器 (SPD) 的安装与选型应根据供电设备的安装场所且当连接交流供电网时应满足 GB 50057—2010 中 6.4 的要求。当供电设备应采取避雷防护措施时,应满足 11.7 的相关要求。

## 13 过载保护和短路保护

### 13.1 通则

过流保护装置应符合 GB/T 14048.2、GB/T 14048.9 和 GB/T 16917.1 的规定以及 GB/T 10963(所有部分)和 GB/T 13539(所有部分)相关部分的规定。

如果交流供电设备具有一个及以上的连接点(连接方式 B 下的供电插座或连接方式 C 下的车辆插头),则这些连接点可以具有公共的过载保护装置和短路保护装置。这些保护装置为各连接点提供了所需的保护(例如,公共保护装置的额定值不应高于连接点中最小的额定值)。

如果交流供电设备具有多个且不能同时使用的连接点(连接方式 B 下的供电插座或连接方式 C 下的车辆插头),则这些连接点可以具有公共的保护装置。

### 13.2 充电电缆的过载保护

电动汽车供电设备应为连接方式 C 下各种尺寸的电缆提供过载保护,除非其输入侧已提供相应的保护。过载保护可由断路器、熔断器或其他组合实现。

若过载保护由断路器、熔断器或其他组合之外的方法实现,该方法应在充电电流超过电缆额定电流 1.3 倍时的 1 min 内断开充电。

### 13.3 充电电缆的短路保护

电动汽车供电设备应为电缆提供短路电流保护,除非其输入侧已提供相应的短路保护。

发生短路时,模式 3(连接方式 A、B)供电设备供电插座的  $I^2t$  值不应超过 75 000 A<sup>2</sup>s。

发生短路时,模式 3(连接方式 C)供电设备车辆插头的  $I^2t$  值不应超过 80 000 A<sup>2</sup>s。

发生短路时,模式 4 供电设备车辆插头的  $I^2t$  值不应超过 500 000 A<sup>2</sup>s。

注:模式 4 下, $I^2t$  值由功率变换单元和熔断器(或类似具备过流、短路保护特性的装置)配合实现。

## 14 急停

供电设备宜安装急停装置。当急停装置动作时供电设备应切断其与电动汽车之间的电气连接(直

流输出或交流输出),以防进一步造成电击、起火或爆炸。

由于供电设备故障造成的急停的恢复应由熟练[电气]技术人员或受过培训的[电气]人员确认故障排除、安全后进行恢复。

## 15 使用条件

### 15.1 正常使用条件

#### 15.1.1 周围空气温度

供电设备应至少满足以下正常工作温度范围:

——室外使用:  $-25\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

——室内使用:  $-5\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

注:对于特殊温度使用条件,见 15.2。

#### 15.1.2 湿度条件

##### 15.1.2.1 室内设备的湿度条件

在最高温度为  $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$  时,其相对湿度不超过 50%。在较低温度下允许有较大的相对湿度,如  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$  为 90%。宜考虑由于温度的变化,有可能会偶尔产生适度冷凝。

##### 15.1.2.2 室外设备的湿度条件

最高温度为  $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$  时,相对湿度短时可高达 100%。

#### 15.1.3 污染等级

污染等级指供电设备所处的宏观环境条件,其分类见 7.6 的直接接触防护,11.4 的爬电距离和 4.4 的分类。

——室外使用:污染等级 3;

——室内使用:污染等级 2;

——室内暴露于污染的工业环境:污染等级 3。

在正常使用条件下,当室外使用满足以下任一条件,可按污染等级 2 进行设计:

a) 电动汽车供电设备的防护等级 IP55 及以上;

b) 除了可预见的冷凝所引起的短时、偶然的污染外,仅发生非导电性的污染。

#### 15.1.4 海拔

本文件适用于安装海拔不高于 2 000 m 的电动汽车供电设备。

海拔超过 2 000 m 的电动汽车供电设备的电气间隙和爬电距离等应符合 GB/T 16935.1—2008 的要求。

注:对于在高海拔使用的供电设备,有必要考虑介电强度的下降、设备的开关能力和空气的冷却作用。

### 15.2 特殊使用条件

若存在客户规定的特殊使用条件,关于测试的特别协议应在供电设备制造商和客户间达成。

特殊使用条件包括,但不限于:

- a) 与 15.1 规定的温度、相对湿度和/或海拔不同的数值；
- b) 温度和/或空气压力变化的速度致使电动汽车供电设备内部异常压缩的应用场景；
- c) 由灰尘、烟雾、腐蚀物或放射性微粒、蒸汽或烟雾引起的空气重污染；
- d) 暴露于强电场或强磁场；
- e) 暴露于极端气候条件；
- f) 受真菌或微生物腐蚀；
- g) 火灾或爆炸危险存在的区域；
- h) 暴露于重度振动、冲击、地震；
- i) 载电流容量或断开容量受影响的安装环境,如供电设备固定于机器中或嵌入墙体；
- j) 暴露在不同于 GB/T 18487.2—2017 规定的电磁干扰中；
- k) 异常过压环境或电压波动；
- l) 供电电压或负荷电流的过度谐波。

在如下特殊条件下,供电设备应增加附加功能:

- a) 供电设备位于存在可燃性气体或蒸气、燃料或其他可燃或爆炸性物质的区域；
- b) 供电设备设计安装于海拔 2 000 m 以上；
- c) 供电设备设计安装于特殊湿热、腐蚀环境地区。

附加功能可以跟制造商协商决定。

### 15.3 运输和存储中的特殊条件

在运输和存储过程中如有不同或附加的条件,制造商应说明。

## 16 维修

供电设备的设计应便于对设备进行维护和检修。

## 17 标识和说明

供电设备应至少清晰标识以下内容:

- 公司名称、简称、商标或可识别制造商的独特标识；
- 产品名称、型号；
- 序列号或生产批次号或设备编号；
- 生产日期；
- 交流/直流额定电压(V)；
- 交流/直流额定电流(A)。

注: 这里交流/直流额定电压和额定电流均指供电网侧(A 侧)。

对于直流供电设备,还应至少标识以下内容:

- 最大充电/放电功率(kW)；
- 充电/放电电压范围(V)；
- 最大充电/放电电流(A)。

如有多路能量传输时,应标明每路最大充电/放电功率和最大充电/放电电流。

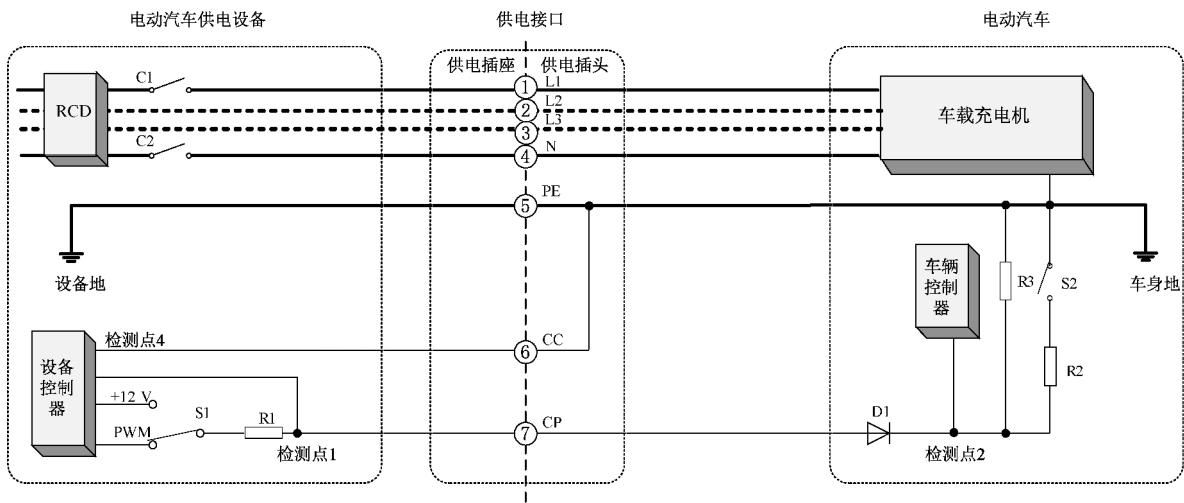
附录 A  
(规范性)  
交流充电控制导引电路与控制原理

A.1 控制导引电路

A.1.1 模式 3

当电动汽车使用模式 3 进行充电时,应使用如图 A.1(连接方式 A)、图 A.2(连接方式 B)及图 A.3(连接方式 C)所示的控制导引电路进行充电连接装置的连接确认及额定电流参数的判断。车辆控制器可以集成在车载充电机或其他车载控制单元中。控制导引电路的参数见表 A.1。在车辆接口(对于连接方式 B、C)和/或供电接口(对于连接方式 A、B)完全连接,当车辆完成自检,且处于允许充电状态时,S2 闭合(如果车辆设置有“充电请求”或“充电控制”功能,则同时应满足车辆处于“充电请求”或“可充电”状态)。开关 S3 与车辆插头上的下压按钮(用以触发机械锁止装置)联动,按下按钮解除机械锁止功能的同时,S3 处于断开状态。控制导引电路中也可以不配置开关 S2,无 S2 开关的车辆应采用单相充电,且最大充电电流不超过 8 A。本附录中的功能和控制逻辑分析基于配置了开关 S2 的控制导引电路,对于未配置开关 S2 的控制导引电路,等同于开关 S2 为常闭状态。

注:出于用户安全考虑,不推荐使用无 S2 的控制引导电路。



标引序号说明:

C1、C2、…——供电设备内部交流接触器/继电器;

S1——供电设备内部 PWM 信号切换开关;

R1——供电设备内部控制导引电路电阻;

S2——车辆内部控制导引电路开关;

R2、R3——车辆内部控制导引电路电阻。

RCD 可采用与供电设备集成或分立安装的形式。

图 A.1 模式 3 连接方式 A 的控制导引电路原理图

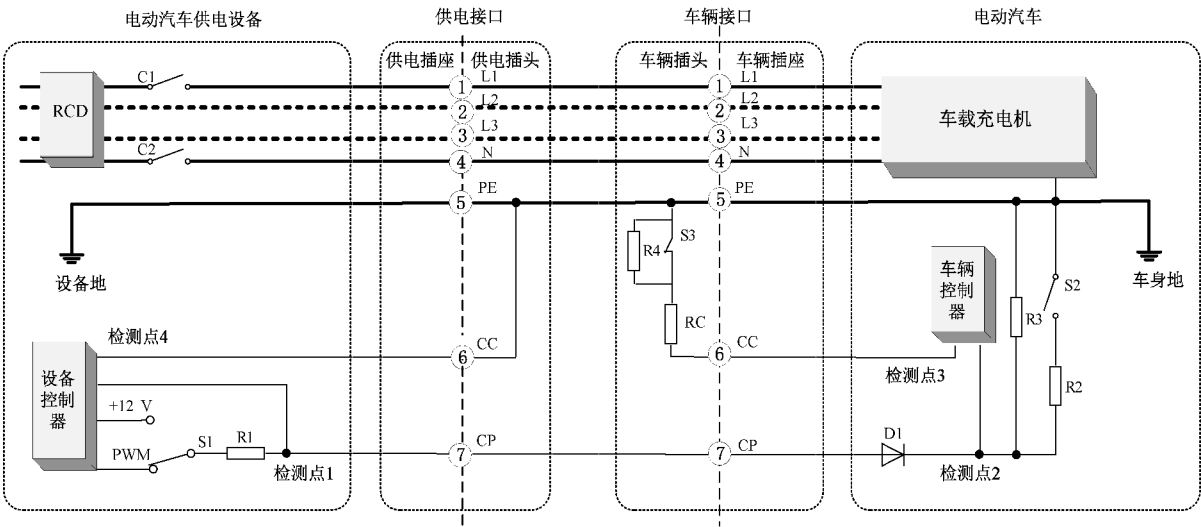


图 A.2 模式 3 连接方式 B 的控制导引电路原理图

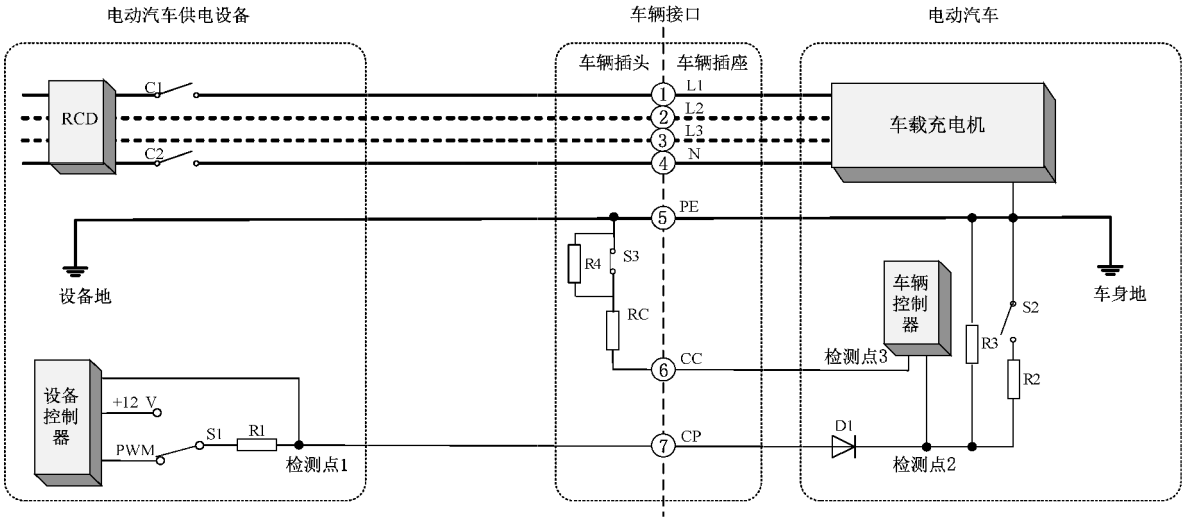


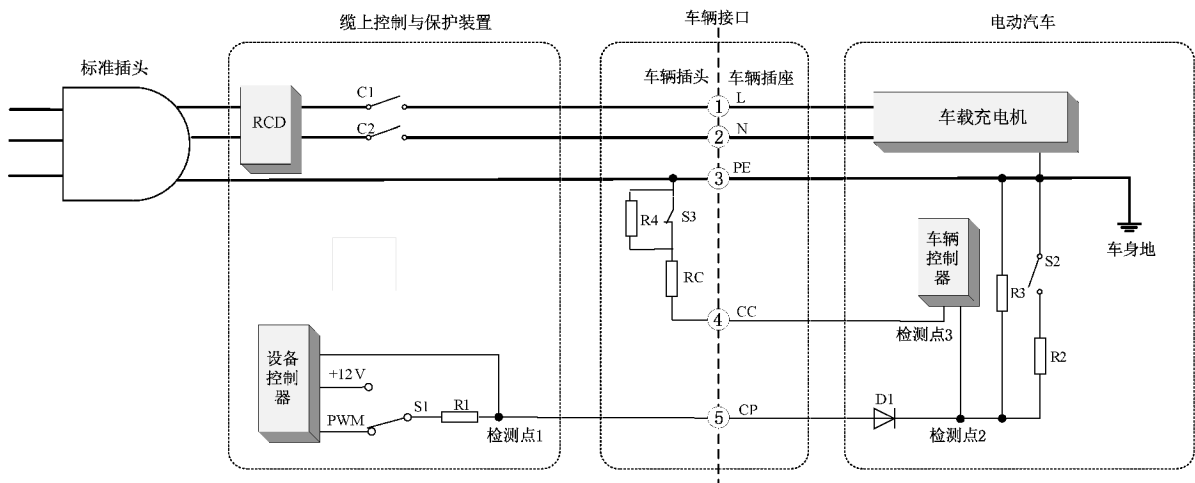
图 A.3 模式 3 连接方式 C 的控制导引电路原理图

表 A.1 控制导引电路的参数

| 对象                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 参数 <sup>a</sup>                    | 符号               | 单位 | 标称值      | 最大值      | 最小值    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------|----|----------|----------|--------|
| 供电设备                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 输出高电压                              | +V <sub>cc</sub> | V  | 12.00    | 12.60    | 11.40  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 输出低电压                              | -V <sub>cc</sub> | V  | -12.00   | -11.40   | -12.60 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 输出频率                               | f                | Hz | 1 000.00 | 1 020.00 | 980.00 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 输出占空比公差                            | D <sub>co</sub>  | —  | —        | +0.5%    | -0.5%  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 信号设置时间 <sup>b,c</sup>              | T <sub>s</sub>   | μs | n.a.     | 3        | n.a.   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 信号上升时间 <sup>c</sup> (10%~90%)      | T <sub>r</sub>   | μs | n.a.     | 2        | n.a.   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 信号下降时间 <sup>c</sup> (90%~10%)      | T <sub>f</sub>   | μs | n.a.     | 2        | n.a.   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | R1 等效电阻 <sup>d</sup>               | R1               | Ω  | 1 000    | 1 030    | 970    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 容抗 <sup>e</sup>                    | C <sub>s</sub>   | pF | —        | 1 600    | 300    |
| 电动汽车                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | R2 等效电阻 <sup>d</sup>               | R2               | Ω  | 1 300    | 1 339    | 1 261  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | R3 等效电阻 <sup>d</sup>               | R3               | Ω  | 2 740    | 2 822    | 2 658  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 等效二极管压降<br>(2.75~10 mA, -40℃~+85℃) | V <sub>d1</sub>  | V  | 0.70     | 0.85     | 0.55   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 输入占空比公差                            | D <sub>ci</sub>  | —  | —        | +1.5%    | -1.5%  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 容抗 <sup>f</sup>                    | C <sub>v</sub>   | pF | —        | 2 400    | —      |
| 电缆                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 容抗 <sup>g</sup>                    | C <sub>c</sub>   | pF | —        | 1500     | —      |
| <p><sup>a</sup> 在使用环境条件下和可用寿命内都要达到精度要求。</p> <p><sup>b</sup> 从开始转变到达稳定值的 95%时所用的时间。</p> <p><sup>c</sup> 指供电设备信号发生器源端信号的设计要求。车辆接口处检测应满足相关测试标准要求。</p> <p><sup>d</sup> 等效电阻精度推荐为±3%。</p> <p><sup>e</sup> 对于模式 3 连接方式 C 和模式 2 电缆,最大等效电容为 C<sub>c</sub>+C<sub>s</sub> 的总和。</p> <p><sup>f</sup> 对于模式 3 连接方式 A,最大等效电容为 C<sub>c</sub>+C<sub>v</sub> 的总和。</p> <p><sup>g</sup> 针对连接方式 B 的充电电缆。</p> |                                    |                  |    |          |          |        |

A.1.2 模式 2

当电动汽车使用模式 2 进行充电时,应使用如图 A.4 所示的控制导引电路进行充电连接装置的连接确认及额定电流参数的判断。



标引序号说明：

C1、C2 —— 供电设备内部交流接触器/继电器；

S1 —— 供电设备内部 PWM 信号切换开关；

R1 —— 供电设备内部控制导引电路电阻；

S3 —— 车辆插头内部常闭开关；

R4、RC —— 车辆插头内部控制导引电路电阻；

S2 —— 车辆内部控制导引电路开关；

R2、R3 —— 车辆内部控制导引电路电阻。

RCD 安装要求应符合 GB/T 41589 的规定。

图 A.4 模式 2 的控制导引电路原理图

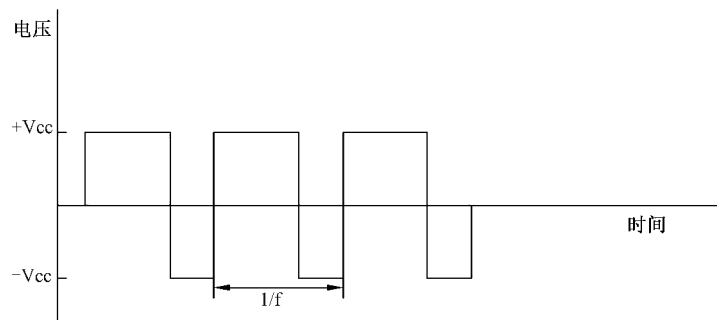
A.2 控制导引电路的基本功能

A.2.1 连接确认与电子锁

车辆控制器通过测量检测点 3 与 PE 之间的电阻值来判断车辆插头与车辆插座是否完全连接（对于连接方式 B 和 C）。完全连接后，如车辆插座内配备有电子锁，电子锁应在开始能量传输前锁定车辆插头并在整个能量传输阶段（状态 3）保持。如不能锁定，由电动汽车决定下一步操作，例如：继续充电，通知操作人员并等待进一步指令或终止充电。设备控制器通过测量检测点 1 或检测点 4 的电压来判断供电插头和供电插座是否完全连接（对于连接方式 A 和 B）。完全连接后，如供电插座内配备有电子锁，供电插座内电子锁应在开始供电（C1 和 C2 闭合）前锁定供电插头并在整个能量传输阶段（状态 3）保持闭锁状态。如不能锁定，终止充电并提示操作人员。

A.2.2 充电连接装置载流能力和供电设备供电功率的识别

车辆控制器通过测量检测点 3 与 PE 之间的电阻值来确认当前充电连接装置（电缆）的额定容量；通过测量检测点 2 的 PWM 信号占空比确认当前供电设备的最大供电电流。振荡器电压如图 A.5 所示。



标引序号说明：  
Vcc —— 振荡器电压幅值；  
f —— 振荡器电压频率。

图 A.5 振荡器电压

占空比与充电电流限值的映射关系见表 A.2 和表 A.3。供电设备应根据表 A.2 设置 PWM 控制导引信号的占空比,以告知电动汽车其最大供电电流,且该值不应超过 5.2.1.6 的规定。

表 A.2 供电设备产生的占空比与充电电流限值映射关系

| PWM 占空比 $D$                  | 最大充电电流 $I_{\max}$<br>A                                           |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| $D=0\%$ , 连续的 $-12\text{ V}$ | 供电设备不可用                                                          |
| $D=5\%$                      | 5% 的占空比表示需要数字通信,<br>且需在能量传输前在供电设备和电动汽车间建立通信                      |
| $10\% \leq D \leq 85\%$      | $I_{\max} = D \times 100 \times 0.6$                             |
| $85\% < D \leq 90\%$         | $I_{\max} = (D \times 100 - 64) \times 2.5$ 且 $I_{\max} \leq 63$ |
| $90\% < D \leq 97\%$         | 预留                                                               |
| $D=100\%$ , 连续正电压            | 不允许                                                              |

表 A.3 电动汽车检测的占空比与充电电流限值映射关系

| PWM 占空比 $D$             | 最大充电电流 $I_{\max}$<br>A                                 |
|-------------------------|--------------------------------------------------------|
| $D < 3\%$               | 不允许充电                                                  |
| $3\% \leq D \leq 7\%$   | 5% 的占空比表示需要数字通信,且需在能量传输前在<br>供电设备和电动汽车之间建立。没有数字通信不允许充电 |
| $7\% < D < 8\%$         | 不允许充电                                                  |
| $8\% \leq D < 10\%$     | $I_{\max} = 6$                                         |
| $10\% \leq D \leq 85\%$ | $I_{\max} = (D \times 100) \times 0.6$                 |

表 A.3 电动汽车检测的占空比与充电电流限值映射关系（续）

| PWM 占空比 $D$          | 最大充电电流 $I_{\max}$<br>A                                           |
|----------------------|------------------------------------------------------------------|
| $85\% < D \leq 90\%$ | $I_{\max} = (D \times 100 - 64) \times 2.5$ 且 $I_{\max} \leq 63$ |
| $90\% < D \leq 97\%$ | 如果允许充电, $I_{\max} \leq 63$                                       |
| $D > 97\%$           | 不允许充电                                                            |

A.2.3 充电过程的监测

在充电过程中,车辆控制器应对检测点 3 与 PE 之间的电阻值(对于连接方式 B 和 C)及检测点 2 的 PWM 信号占空比进行监测,设备控制器应对检测点 4 及检测点 1(对于充电模式 3 的连接方式 A 和 B)的电压值进行监测。

A.2.4 充电系统的停止

在充电过程中,当充电完成或因为其他原因不能满足继续充电的条件时,车辆控制器和设备控制器分别停止充电的相关控制功能。

A.2.5 检测点 1 电压及对应的充电过程状态监测

根据表 A.1 规定的控制导引电路参数,表 A.4 给出了检测点 1 的电压及对应的充电过程状态,同时考虑了供电设备的测量误差等。

充电过程状态之间没有未定义的检测点 1 电压范围,如果检测点 1 电压状态在表 A.4 规定的数值范围内,则为有效状态。

注:为了能够可靠地检测充电过程状态,对检测点 1 的测量值在几毫秒内或 PWM 周期内进行平均化处理。

供电设备应能在表 A.7 规定的时间内导通或断开交流供电回路。

表 A.4 检测点 1 的电压状态及对应的充电过程状态

| 检测点 1 电压值 <sup>a</sup><br>V |     |     | 是否<br>输出<br>PWM <sup>b</sup> | 充电过程<br>状态          | 充电连<br>接装置<br>是否<br>连接 | S2<br>状态 <sup>c</sup> | 车辆是<br>否充电<br>准备<br>就绪 <sup>e</sup> | 供电设<br>备是否<br>充电准<br>备就绪 <sup>e</sup> | 备注               |
|-----------------------------|-----|-----|------------------------------|---------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|------------------|
| 最小值                         | 标称值 | 最大值 |                              |                     |                        |                       |                                     |                                       |                  |
| 11                          | 12  | 13  | 否                            | 状态 1                | 否                      | 不适用                   | 否                                   | 否                                     | 检测点 2<br>电压为 0 V |
| 11                          | 12  | 13  | 是                            | 状态 1' <sup>f</sup>  |                        |                       | 否                                   | 是                                     |                  |
| 10                          |     | 11  | 是/否                          | 状态 1/1'<br>或状态 2/2' | 否/是                    | 断开                    | 否                                   | 取决于当前<br>功能需要                         |                  |

表 A.4 检测点 1 的电压状态及对应的充电过程状态 (续)

| 检测点 1 电压值 <sup>a</sup><br>V                                                                      |     |     | 是否<br>输出<br>PWM <sup>b</sup> | 充电过程<br>状态           | 充电连<br>接装置<br>是否<br>连接 | S2<br>状态 <sup>c</sup> | 车辆是<br>否充电<br>准备<br>就绪 <sup>e</sup> | 供电设<br>备是否<br>充电准<br>备就绪 <sup>e</sup> | 备注                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|------------------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|---------------------|
| 最小值                                                                                              | 标称值 | 最大值 |                              |                      |                        |                       |                                     |                                       |                     |
| 8                                                                                                | 9   | 10  | 否                            | 状态 2                 | 是                      | 断开                    | 否                                   | 否                                     | R3 被<br>检测到         |
| 8                                                                                                | 9   | 10  | 是                            | 状态 2' <sup>f</sup>   |                        |                       | 否                                   | 是                                     |                     |
| 7                                                                                                |     | 8   | 是/否                          | 状态 2/2'<br>或状态 3/3'  |                        | 断开/<br>闭合             | 取决于当前<br>功能需要                       |                                       |                     |
| 5                                                                                                | 6   | 7   | 否                            | 状态 3                 |                        | 闭合                    | 是                                   | 否                                     | R2 被<br>检测到         |
| 5                                                                                                | 6   | 7   | 是                            | 状态 3' <sup>f</sup>   |                        |                       | 是                                   | 是                                     |                     |
| 4                                                                                                |     | 5   | 是/否                          | 状态 3/3' <sup>f</sup> |                        |                       | 是                                   | 取决于当前<br>功能需要                         |                     |
| 1                                                                                                |     | 4   | 是/否                          | 状态 0 或<br>无效         |                        | 断开/<br>闭合             | 取决于当前<br>功能需要                       |                                       |                     |
| —1                                                                                               | 0   | 1   | 否                            | 状态 0                 | 不适用                    | 不适用                   | 不适用                                 |                                       | 否                   |
| —10                                                                                              |     | —1  | 是/否                          | 无效                   | 不适用                    | 不适用                   | 不适用                                 |                                       | 控制电路故障 <sup>d</sup> |
| —11                                                                                              |     | —10 | 否                            | 状态 4 或无效             | 不适用                    | 不适用                   | 不适用                                 | 否                                     |                     |
| —13                                                                                              | —12 | —11 | 否                            | 状态 4                 | 不适用                    | 不适用                   | 不适用                                 | 否                                     |                     |
| —11                                                                                              |     | —10 | 是                            | 状态 1'/2'/<br>3'或无效   | 否/是                    | 断开/<br>闭合             | 取决于当前功能需要                           |                                       |                     |
| —13                                                                                              | —12 | —11 | 是                            | 状态 1'/2'/3'          | 不适用                    | 不适用                   | 取决于当前功能需要                           |                                       | PWM 信<br>号低电平       |
| <sup>a</sup> 所有电压都是在稳定后测量的有效值。                                                                   |     |     |                              |                      |                        |                       |                                     |                                       |                     |
| <sup>b</sup> 输出 PWM 表示供电设备内开关 S1 切换至 PWM 且产生±12 V 的方波电压;不输出 PWM 表示供电设备内开关 S1 切换至+12 V 且产生稳态直流电压。 |     |     |                              |                      |                        |                       |                                     |                                       |                     |
| <sup>c</sup> 开关 S2 在车辆内部,仅针对对具备 S2 开关的车辆。如图 A.1、图 A.2、图 A.3、图 A.4 所示。                            |     |     |                              |                      |                        |                       |                                     |                                       |                     |
| <sup>d</sup> 车辆充电准备就绪:车辆已经闭合开关 S2 准备进入能量传输过程。                                                    |     |     |                              |                      |                        |                       |                                     |                                       |                     |
| <sup>e</sup> 供电设备充电准备就绪:输出 PWM;供电设备充电未准备就绪:不输出 PWM。                                              |     |     |                              |                      |                        |                       |                                     |                                       |                     |
| <sup>f</sup> PWM 信号的低电平范围误差在最后一行定义。                                                              |     |     |                              |                      |                        |                       |                                     |                                       |                     |

## A.2.6 二极管存在性检测

在能量传输前,供电设备应能通过检测控制导引电路上二极管 D1 的存在性来验证连接的是电动汽车而非负载设备。该检测应在供电设备导通交流供电回路前,从状态 X(X=1,2,3,定义在表 A.4)到状态 X'时或在状态 X'期间至少进行一次。当检测到 PWM 信号的低电平状态在表 A.4 规定的电压范围内时,则判断控制导引电路上存在二极管 D1 且连接的是电动汽车或电动汽车模拟器。

### A.3 充电过程的工作控制程序

#### A.3.1 车辆插头与车辆插座插合,使电动汽车处于不可行驶状态

在完全连接且 S3 处于闭合状态,即 CC 已连接时,电动汽车应处于不可行驶状态。

当车辆插头与车辆插座插合后(连接方式 A 的供电插头和供电插座),电动汽车可以自动启动某种触发条件(如打开充电门、车辆插头与车辆插座连接或者对电动汽车的充电按钮、开关等进行功能触发设置),通过锁止装置或者其他控制措施使电动汽车处于不可行驶状态。

#### A.3.2 确认供电接口已完全连接(对于连接方式 A 和 B)

设备控制器通过测量检测点 4 的电压值来判断供电插头与供电插座是否完全连接。

#### A.3.3 确认车辆接口已完全连接(对于连接方式 B 和 C)

车辆控制器通过测量检测点 3 与 PE 之间的电阻值来判断车辆插头与车辆插座是否完全连接。未连接时,S3 处于闭合状态,CC 未连接,检测点 3 与 PE 之间的电阻值为无限大;半连接时,S3 处于断开状态,CC 已连接,检测点 3 与 PE 之间的电阻值为  $R_C + R_4$ ;完全连接时,S3 处于闭合状态,CC 已连接,检测点 3 与 PE 之间的电阻值为  $R_C$ 。

#### A.3.4 确认充电连接装置是否已完全连接

设备控制器通过测量检测点 1 的电压有效值来判断充电连接装置是否完全连接。完全连接时,检测点 1 的电压有效值应为表 A.4 中状态 2(若车辆配置 S2)或状态 3 对应的电压值。

#### A.3.5 供电设备准备就绪

如供电设备无故障,且检测点 1 的电压有效值为表 A.4 中状态 2(若车辆配置 S2)或状态 3 对应的电压值时,供电设备应将开关 S1 从连接+12 V 状态切换至 PWM 连接状态,并发出 PWM 信号。车辆控制器通过测量检测点 2 的 PWM 信号,判断设备控制器是否准备就绪。

#### A.3.6 车辆准备就绪

当车辆完成自检且处于允许充电状态时,对于配置开关 S2 的车辆,车辆控制器还应闭合开关 S2。如果车辆设置有“充电请求”或“充电控制”功能时,则同时应满足车辆处于“充电请求”或“可充电”状态。

设备控制器通过测量检测点 1 的电压有效值或高电平电压值(输出 PWM 信号时)为表 A.4 中状态 3/状态 3'对应的电压值/高电平时,判断车辆控制器是否准备就绪。

#### A.3.7 能量传输

A.3.7.1 当检测点 1 的电压有效值为表 A.4 中状态 3 对应的电压值时,则设备控制器通过闭合接触器 C1 和 C2 使交流供电回路导通,且配置了电子锁的供电接口应被可靠锁止。

A.3.7.2 当电动汽车和供电设备建立电气连接后,车辆控制器通过判断检测点 2 的 PWM 信号占空比确认供电设备的最大可供电能力,并且通过判断检测点 3 与 PE 之间的电阻值来确认电缆的额定容量。车辆的连接状态及  $R_C$  的电阻值见表 A.5。车辆控制器对供电设备当前提供的最大充电电流值、车载充电机的额定输入电流值及电缆的额定容量进行比较,将其最小值设定为车载充电机当前最大允许输入电流。当车辆控制器判断充电连接装置已完全连接,并完成车载充电机最大允许输入电流设置后,车载充电机开始对电动汽车进行充电,且配置了电子锁的车辆接口应被可靠锁止。

A.3.7.3 在能量传输中,当接收到检测点 2 的 PWM 信号时,车载充电机最大允许输入电流设置取决于供电设备的可供电能力、充电线缆载流值和车载充电机额定电流的最小值。

表 A.5 车辆接口连接状态及 RC 的电阻值

| 状态                                 | RC                        | R4                        | S3 | 车辆接口连接状态及额定电流          |
|------------------------------------|---------------------------|---------------------------|----|------------------------|
| 状态 A                               | —                         | —                         | —  | 车辆接口未连接                |
| 状态 B                               | —                         | —                         | 断开 | 机械锁处于解锁状态              |
| 状态 C                               | 1.5 kΩ/0.5 W <sup>a</sup> | —                         | 闭合 | 车辆接口已完全连接,充电电缆容量为 10 A |
| 状态 C'                              | 1.5 kΩ/0.5 W <sup>a</sup> | 1.8 kΩ/0.5 W <sup>b</sup> | 断开 | 车辆接口已连接,但开关 S3 处于断开状态  |
| 状态 D                               | 680 Ω/0.5 W <sup>a</sup>  | —                         | 闭合 | 车辆接口已完全连接,充电电缆容量为 16 A |
| 状态 D'                              | 680 Ω/0.5 W <sup>a</sup>  | 2.7 kΩ/0.5 W <sup>b</sup> | 断开 | 车辆接口已连接,但开关 S3 处于断开状态  |
| 状态 E                               | 220 Ω/0.5 W <sup>a</sup>  | —                         | 闭合 | 车辆接口已完全连接,充电电缆容量为 32 A |
| 状态 E'                              | 220 Ω/0.5 W <sup>a</sup>  | 3.3 kΩ/0.5 W <sup>b</sup> | 断开 | 车辆接口已连接,但开关 S3 处于断开状态  |
| 状态 F                               | 100 Ω/0.5 W <sup>a</sup>  | —                         | 闭合 | 车辆接口已完全连接,充电电缆容量为 63 A |
| 状态 F'                              | 100 Ω/0.5 W <sup>a</sup>  | 3.3 kΩ/0.5 W <sup>b</sup> | 断开 | 车辆接口已连接,但开关 S3 处于断开状态  |
| 注: 车辆选取合适的上拉电压 U2 和内部电阻,以识别不同充电状态。 |                           |                           |    |                        |
| <sup>a,b</sup> 电阻 RC、R4 的精度为±3%。   |                           |                           |    |                        |

A.3.8 检查供电接口的连接状态及供电设备的供电能力变化情况

A.3.8.1 在充电过程中,车辆控制器通过周期性监测检测点 2 和检测点 3,设备控制器通过周期性监测检测点 1 和检测点 4,确认供电接口和车辆接口的连接状态,监测周期不大于 50 ms。

A.3.8.2 车辆控制器对检测点 2 的 PWM 信号进行不间断检测,当占空比有变化时,车辆控制器根据 PWM 占空比实时调整车载充电机的输出功率,从 PWM 占空比变化到车载充电机调整输出功率的时间不应大于 5 s。

A.3.9 正常条件下充电结束停机

A.3.9.1 在能量传输阶段,当达到车辆设置的结束条件或者驾驶员对车辆实施了停止充电的指令时,车辆控制器断开开关 S2,并使车载充电机处于停止充电状态。

A.3.9.2 在能量传输阶段,当达到操作人员设置的结束条件、操作人员对供电装置实施了停止充电的指令(如具备设置功能)时,设备控制器应能将控制开关 S1 切换到+12 V 连接状态,车辆控制器应在 3 s 内将充电电流减小至最低(<1 A),随后的 3 s 内断开开关 S2。

当设备控制器检测到 S2 开关断开时应在 100 ms 内通过断开接触器 C1 和 C2 切断交流供电回路。当设备控制器从控制开关 S1 切换到+12 V 连接状态起超过 6 s 未检测到 S2 断开,设备控制器应强制带载断开接触器 C1 和 C2 切断交流供电回路。连接方式 A 或 B 时,供电接口电子锁宜在交流供电回路切断 100 ms 后解锁。

A.3.10 非正常条件下充电结束停机

A.3.10.1 在能量传输前,车辆控制器检测到 PE 与检测点 3 之间的电阻值(对于连接方式 B 和 C)应为

表 A.5 规定的电阻值的 95%~105%，若超出此范围，则车辆不应允许充电，且不应闭合 S2（若车辆配置 S2）。

**A.3.10.2** 在能量传输阶段，车辆控制器通过检测 PE 与检测点 3 之间的电阻值（对于连接方式 B 和 C）来判断车辆插头和车辆插座的连接状态，如判断开关 S3 由闭合变为断开（状态 B），则在 1 s 内车辆控制器断开开关 S2（若车辆配置 S2）且车载充电机将充电电流减小至最低（ $<1$  A）。

**A.3.10.3** 在能量传输阶段，车辆控制器通过检测 PE 与检测点 3 之间的电阻值（对于连接方式 B 和 C）来判断车辆插头和车辆插座的连接状态，如判断车辆接口由完全连接变为断开（状态 A），则车辆控制器控制车载充电机在 1 s 内停止充电，且在发生故障后 3 s 内断开其 S2 开关（若车辆配置 S2）。

**A.3.10.4** 在能量传输阶段，车辆控制器通过对检测点 2 的 PWM 信号进行检测，当信号中断时，则车辆控制器控制车载充电机应能在 3 s 内停止充电，随后的 3 s 内断开 S2（若车辆配置 S2）。

**A.3.10.5** 在能量传输阶段，如果检测点 1 的电压值为 12 V（状态 1）、9 V（状态 2）或者其他非 6 V（状态 3）的状态，则设备控制器应在 100 ms 断开交流供电回路。

**A.3.10.6** 在能量传输阶段，如检测到保护接地导体电气连续性丢失，则设备控制器控制开关 S1 切换到 +12 V 连接状态并在 100 ms 内断开交流供电回路。

**A.3.10.7** 在能量传输阶段，设备控制器通过对检测点 4 进行检测（对于充电模式 3 的连接方式 A 和 B），如检测到供电接口由完全连接变为断开（状态 A），则设备控制器控制开关 S1 切换到 +12 V 连接状态并在 100 ms 内断开交流供电回路。

**A.3.10.8** 在能量传输阶段，如果剩余电流保护器（漏电断路器）动作，则车载充电机处于失电状态，车辆控制器断开开关 S2。

**A.3.10.9** 在能量传输阶段，供电设备检测车载充电机实际工作电流，当（1）供电设备 PWM 信号对应的最大供电电流  $\leq 20$  A，且车载充电机实际工作电流超过 PWM 信号对应的最大供电电流 + 2 A 并保持 5 s 时或（2）供电设备 PWM 信号对应的最大供电电流  $> 20$  A，且车载充电机实际工作电流超过 PWM 信号对应的最大供电电流的 1.1 倍并保持 5 s 时，供电设备应在下一个 5 s 内断开交流供电回路并控制开关 S1 切换到 +12 V 连接状态。

**A.3.10.10** 在能量传输阶段，供电设备检测车载充电机实际工作电流，当车载充电机实际工作电流超过供电设备元器件（如继电器、线缆）最大承载能力并保持 5 s 时，供电设备应在下一个 5 s 内断开交流供电回路并控制 S1 开关切换到 +12 V 连接状态。

**A.3.10.11** 在能量传输阶段，如果车辆 S2 断开（检测点 1 的电压值为 9 V），设备控制器应在 100 ms 内断开交流供电回路，应持续输出 PWM 信号。在持续输出 PWM 信号期间，当 S2 重新闭合时，设备控制器应在 3 s 内导通交流供电回路。

注 1：这里持续输出 PWM 信号的时间可由供电设备制造商自定义，该时间等同供电设备准备就绪后等待电动汽车闭合 S2 时持续输出 PWM 信号的时间。

注 2：支持有序充电功能的供电设备和电动汽车的要求参见相关有序充电标准。

注 3：如设备控制器因充电连接装置由完全连接变为断开（表 A.4 中状态 1 和表 A.5 中状态 A）的原因而切断供电回路并结束充电时，则操作人员需要检查和恢复连接，并重新启动充电设置才能进行充电。

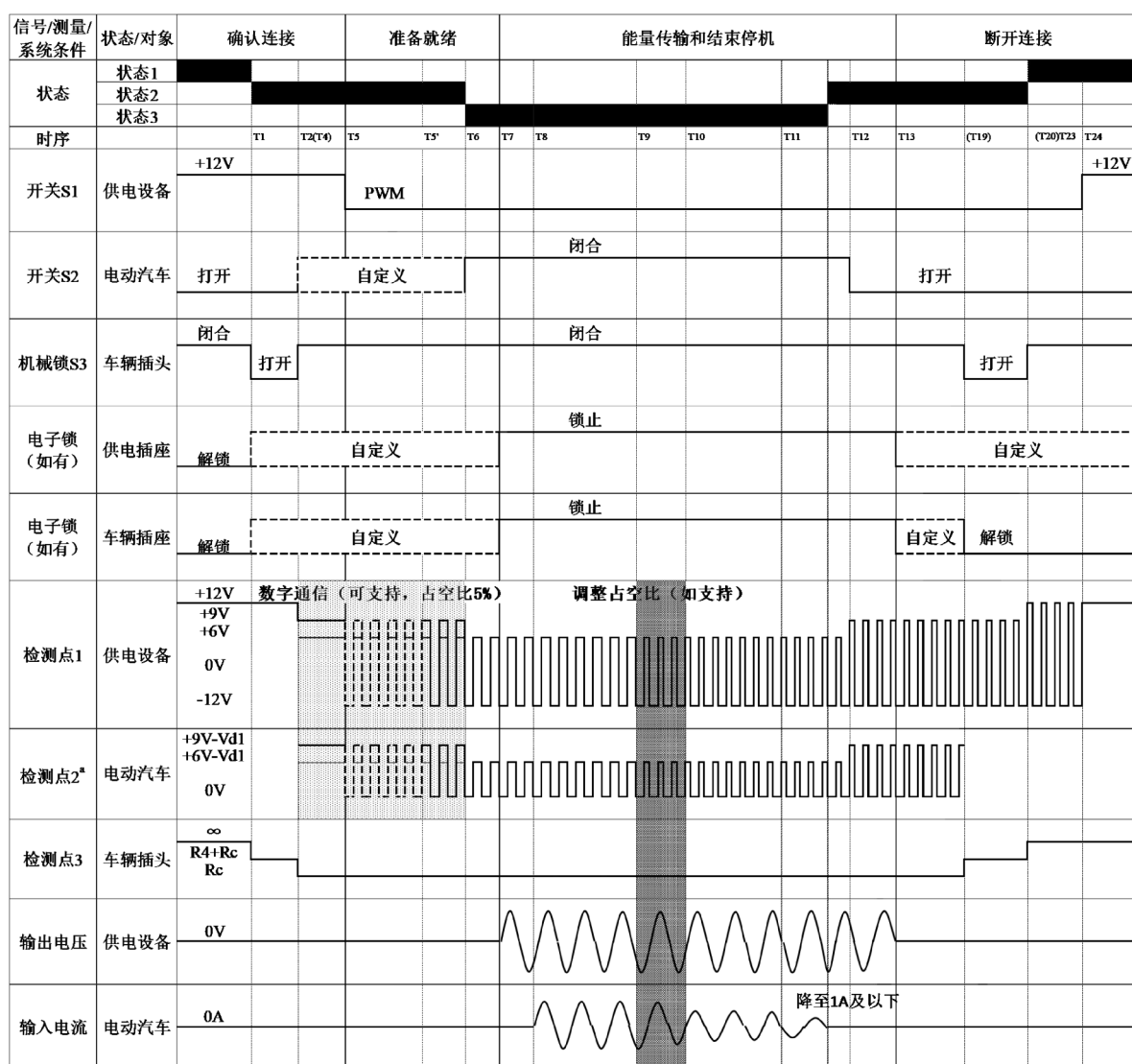
**A.3.10.12** 在供电接口已完全连接但未闭合交流供电回路时（T1'—T2'），如果发生连接异常，设备控制器应在 100 ms 内控制开关 S1 切换到 +12 V 连接状态且不闭合交流供电回路。

#### A.4 充电连接控制时序

车辆配备开关 S2 的交流充电连接过程和控制时序如图 A.6 和图 A.7 所示。

情况 a：车辆正常结束停机 1.1→3.1→4→5(→6)→7→8.1→2.1→9.3，见图 A.6；

情况 b：供电设备正常结束停机 1.1→3.1→4→5(→6)→9.1→10.1，见图 A.7。



标引序号说明：

开关 S2 闭合区间；

占空比调整区间。

注 1：对于有操作界面的供电设备，在 T5 之前完成人机交互如充电参数设置、确认操作、预约充电(可选)等。

注 2：连接装置连接后，车辆准备就绪后在(T2-T6)期间闭合 S2 开关。在 S2 断开时，检测点 1 的电压有效值对应状态 2/状态 2'；在 S2 闭合后，检测点 1 的电压有效值对应状态 3/状态 3'。见图中开关 S2 闭合区间。

注 3：从进入状态 3'至供电设备导通交流供电回路的时间(T6-T7)小于 3 s。

注 4：若支持占空比调整，T9 为供电设备输出调整后的 PWM 占空比，(T9-T10)为车响应占空比调整时间不超过 5 s。

注 5：从车辆断开 S2 开关至供电设备断开交流供电回路的时间(T12-T13)小于 100 ms。

注 6：车辆断开 S2 开关且连接装置保持连接状态，PWM 应持续输出(T12-T23)。

注 7：从连接装置断开至 PWM 停止输出的时间(T23-T24)小于 100 ms。

注 8：若支持数字通信方式，(T5-T5')为供电设备输出占空比为 5% 的 PWM。

注 9：图中虚线表示参考状态。

<sup>a</sup> 检测点 2 的电压会受到二极管压降的影响，图中 Vd1 为二极管压降。

图 A.6 交流充电连接控制时序图(车辆主动中止)

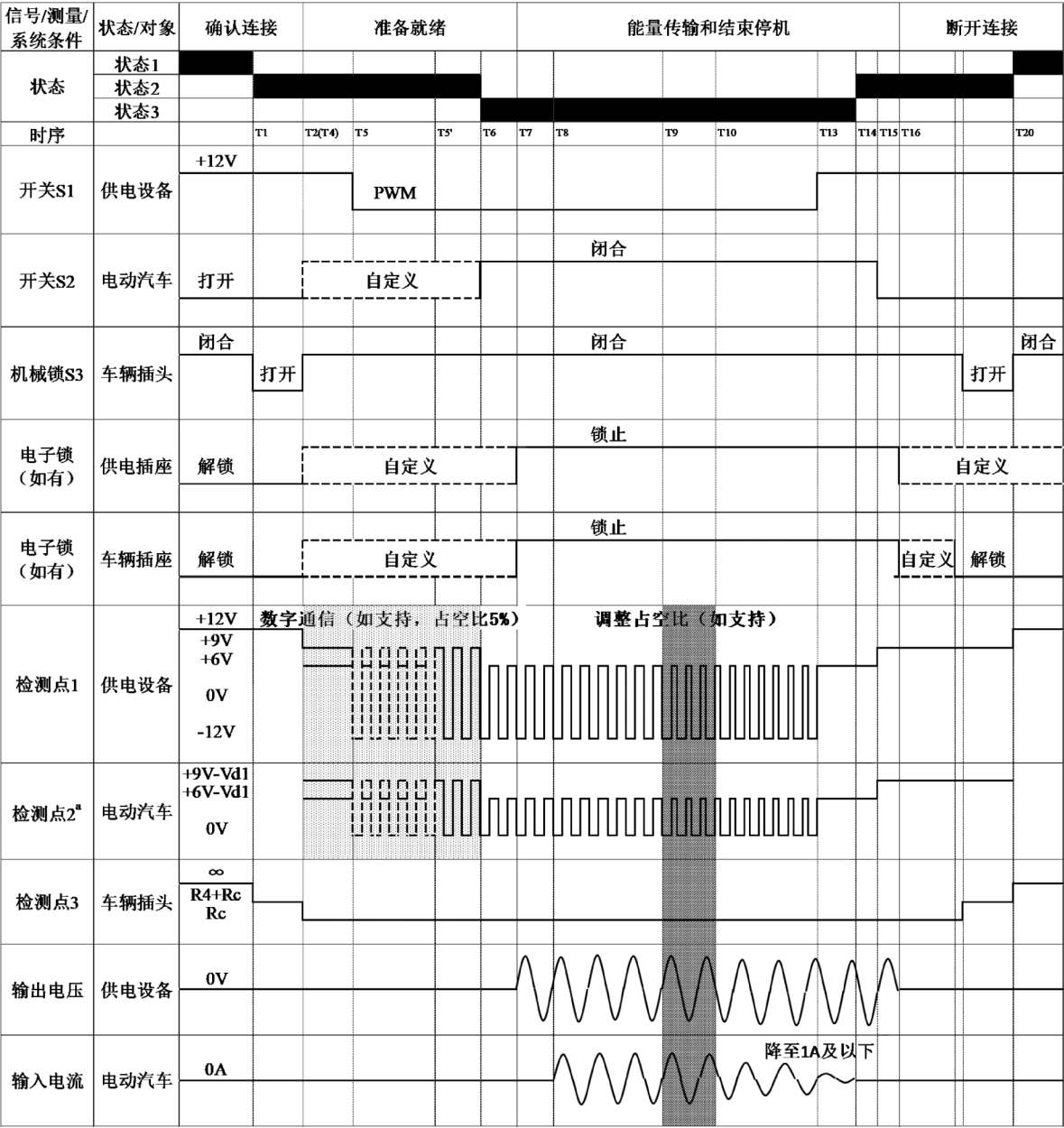


图 A.7 交流充电连接控制时序图(供电设备主动中止)

标引序号说明：

开关 S2 闭合区间；

占空比调整区间。

注 1：对于有操作界面的供电设备，在 T5 之前完成人机交互如充电参数设置、确认操作、预约充电（可选）等。

注 2：连接装置连接后，车辆准备就绪后在 (T2-T6) 期间闭合 S2 开关。在 S2 断开时，检测点 1 的电压有效值对应状态 2/状态 2'；在 S2 闭合后，检测点 1 的电压有效值对应状态 3/状态 3'。

注 3：从进入状态 3'至供电设备导通交流供电回路的时间 (T6-T7) 小于 3s。

注 4：若支持占空比调整，T9 为供电设备输出调整后的 PWM 占空比，( T9-T10) 为车响应占空比调整时间不超过 5 s。

注 5：从供电设备将 S1 开关切换至 +12V 连接状态到车辆充电电流减小至最低 (<1A) 的时间 (T13-T14) 小于 3 s。

注 6：从车辆打开 S2 到供电设备断开交流供电回路时间 (T15-T16) 小于 100 ms。

注 7：如果车辆不响应供电设备停止充电，从供电设备将 S1 开关切换至 +12 V 连接状态到断开交流供电回路时间 (T13-T16) 大于 6 s。

注 8：若支持数字通信方式，( T5-T5') 为供电设备输出占空比为 5% 的 PWM。

注 9：图中虚线表示参考状态。

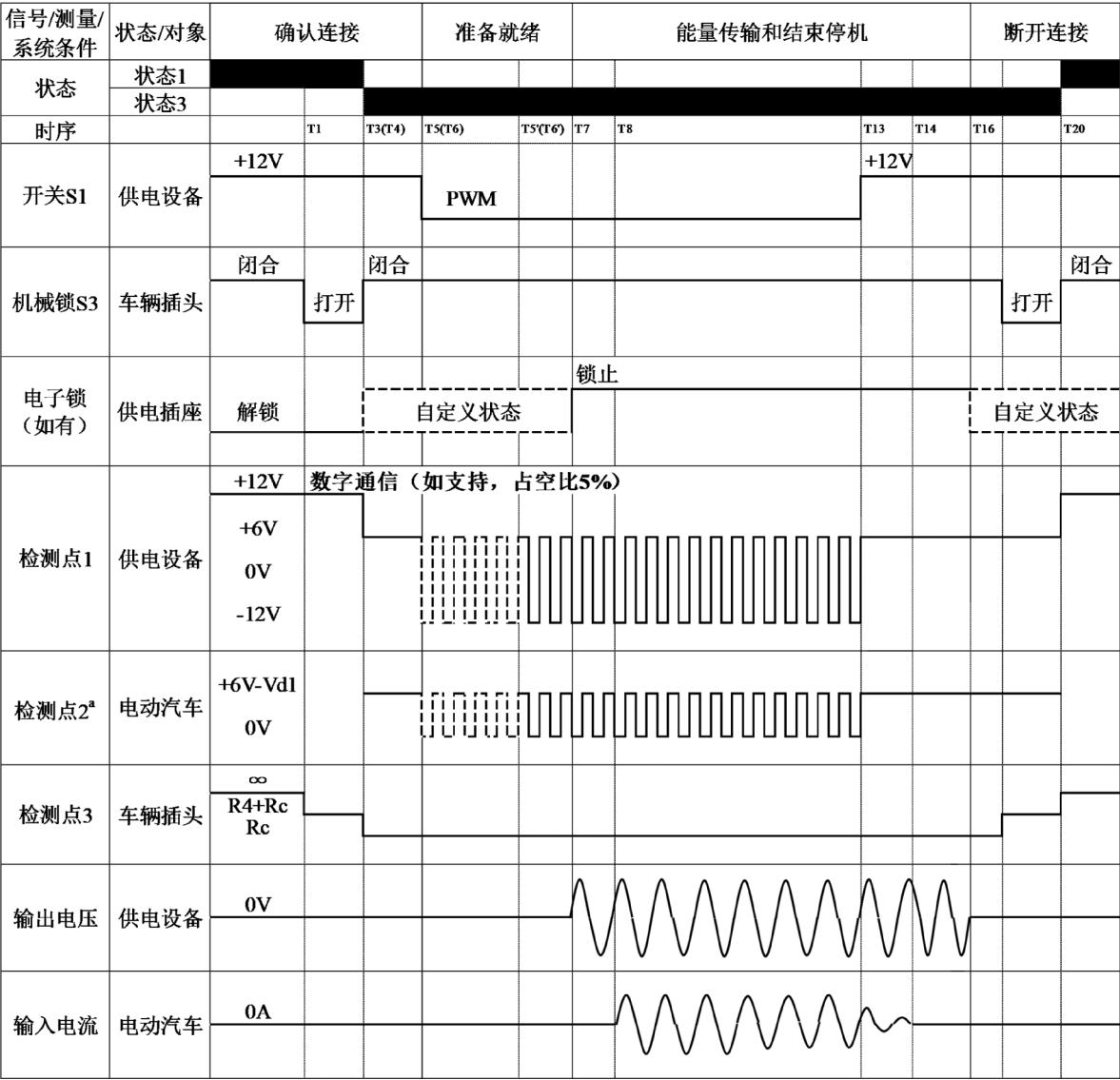
<sup>a</sup> 检测点 2 的电压会受到二极管压降的影响，图中 Vd1 为二极管压降。

图 A.7 交流充电连接控制时序图（供电设备主动中止）（续）

车辆未配备开关 S2 的交流充电连接过程和控制时序如图 A.8 和图 A.9 所示。

情况 a：供电设备正常结束停机 1.2→3.2→4→5→9.1→10.1，见图 A.8。

情况 b：车辆接口断开结束停机 1.2→3.2→4→5→2.2→9.3，见图 A.9。



注 1: 对于有操作界面的供电设备,在 T7 之前完成人机交互如充电参数设置、确认操作、预约充电(可选)等。

注 2: 从供电设备进入状态 3'至供电设备导通交流供电回路的时间(T6-T7)小于 3 s。

注 3: 从供电设备将 S1 开关切换至+12 V 连接状态到车辆充电电流减小至最低(<1A)的时间(T13-T14) 小于 3 s。

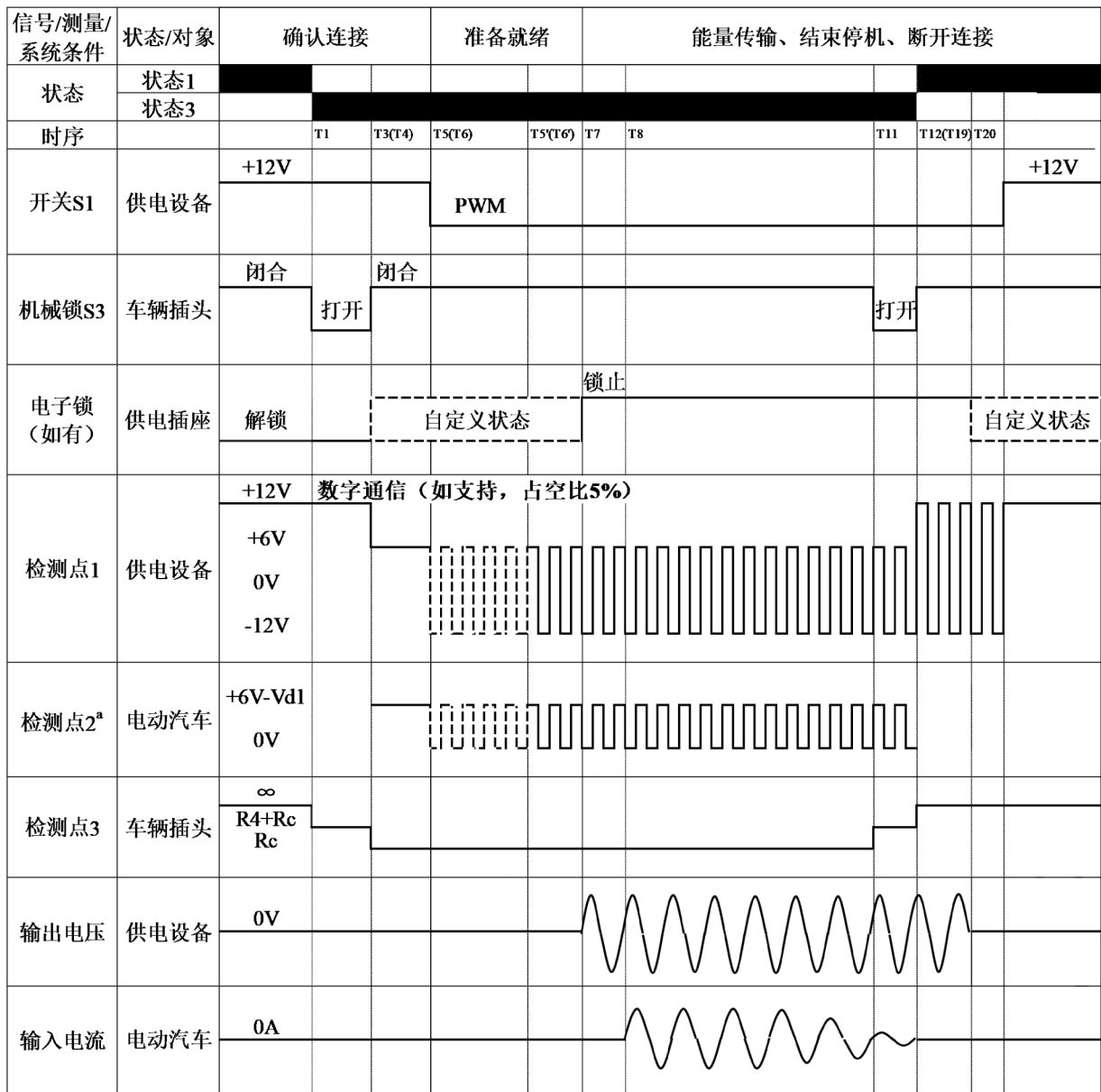
注 4: 如果车辆不响应供电设备停止充电,从供电设备将 S1 开关切换至+12V 连接状态到断开交流供电回路时间(T13-T16)大于 6 s。

注 5: 若支持数字通信方式,T5(T6)-T5'(T6')为供电设备输出占空比为 5%的 PWM。

注 6: 图中虚线表示参考状态。

<sup>a</sup> 检测点 2 的电压会受到二极管压降的影响,图中 V<sub>d1</sub> 为二极管压降。

图 A.8 无开关 S2 的交流充电连接控制时序图(供电设备主动中止)



注 1：对于有操作界面的供电设备，在 T7 之前完成人机交互如充电参数设置、确认操作、预约充电(可选)等。

注 2：从供电设备进入状态 3'至导通交流供电回路的时间(T6-T7)小于 3 s。

注 3：从按下 S3 开关至车载充电机将充电电流减小至最低(<1 A)的时间(T11-T12) 小于 1 s。

注 4：从连接装置断开至供电设备断开交流供电回路的时间(T19-T20) 小于 100 ms。

注 5：若支持数字通信方式，T5(T6)-T5'(T6')为供电设备输出占空比为 5%的 PWM。

注 6：图中虚线表示参考状态。

<sup>a</sup> 检测点 2 的电压会受到二极管压降的影响，图中 Vd1 为二极管压降。

图 A.9 无开关 S2 的交流充电连接控制时序图(断开车辆接口中止)

A.5 控制导引电路状态转换图和控制时序列表

状态 1、状态 2、状态 3 之间的状态变化是由电动汽车或用户操作触发的。

状态 X 与 X'-之间(X=1,2,3)的状态变化是由供电设备是否输出 PWM 信号进行表征,也表示供

电设备是否充电准备就绪,见表 A.6。

表 A.6 交流充电状态准则描述

| 状态                                                                                                                                   | 描述                                                                                           | 准则                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 状态 X <sup>a</sup>                                                                                                                    | 供电设备不能进行能量传输,例如:<br>——由于供电网无法提供可用的能量;<br>——供电设备因间歇性或其他供电电源的限制而导致停机                           | 当可以进行能量传输时,供电设备将根据表 A.7 中的序列 3.1 或 3.2 转换为状态 X' <sup>b</sup> 。电动汽车可触发启动(闭合 S2)或恢复充电 |
| 状态 0                                                                                                                                 | 该状态是由于故障条件而产生的,例如:<br>——供电设备停电情况(如,供电网无供电输出)<br>——车辆接口处 CP 与 PE 之间短路。<br>供电设备不应故意使用该状态进行信号传递 | 连接方式 A 或 B 时,供电接口电子锁宜在交流供电回路切断 100 ms 后解锁                                           |
| 状态 4                                                                                                                                 | 该状态是由供电设备设置为故障状态信号,例如:<br>——需要对供电设备进行维护                                                      | 连接方式 A 或 B 时,供电接口电子锁宜在交流供电回路切断 100 ms 后解锁                                           |
| <p>注 1: 在停电的情况下,如果供电设备具备备用电池,则供电设备可以保持在状态 X。电池耗尽后,供电设备进入状态 0。</p> <p>注 2: 如果锁止装置由用户授权触发,则只有同时满足进入状态 0/4 及再次获得用户的授权两个条件,方能解锁供电插座。</p> |                                                                                              |                                                                                     |
| <p><sup>a</sup> 状态 X 可指状态 1 或状态 2 或状态 3,即供电设备不输出 PWM 信号。</p> <p><sup>b</sup> 状态 X'可指状态 2'或状态 3',即供电设备输出 PWM 信号。</p>                  |                                                                                              |                                                                                     |

转入状态 4 后且转换至状态 4 的原因持续存在,则对于连接方式 C 的供电设备应:

- 一直保持状态 4,或
- 保持在状态 4 至少 300 ms,然后转入到状态 X(且保持),以检测是否有电动汽车连接。

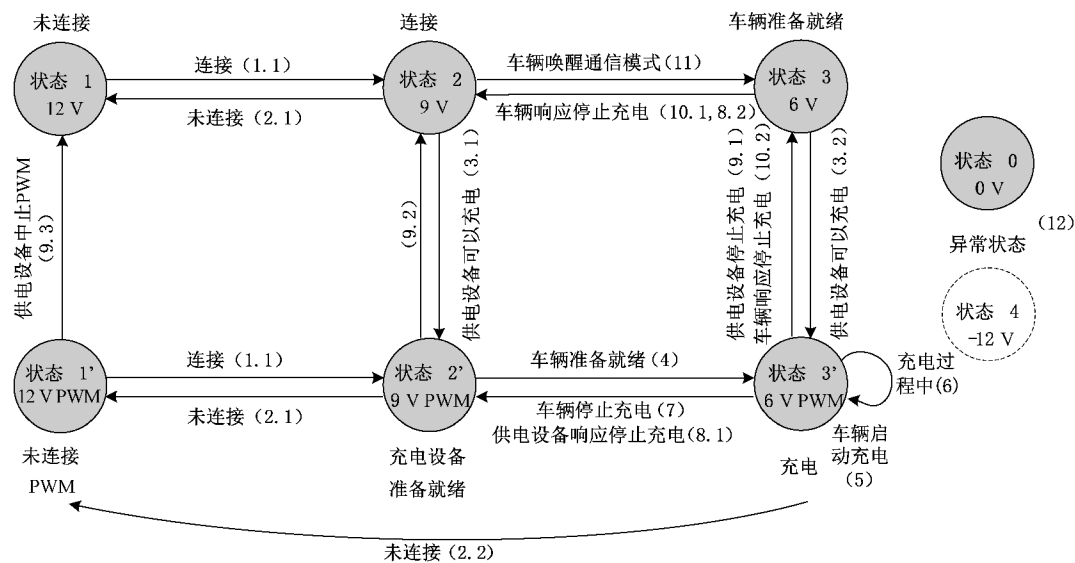
当断开充电连接装置后故障仍未恢复,则供电设备应:

- 保持或转入状态 4,或
- 如果供电设备显示为“不可用”(如显示屏),则保持在状态 X。

当供电设备不存在不能继续充电故障时,不应使用状态 4 作为供电设备不能向电动汽车传输能量的信号。

可从状态 0 或状态 4 转入任何其他状态(X 或 X')。

交流充电控制导引电路状态转换见图 A.10。

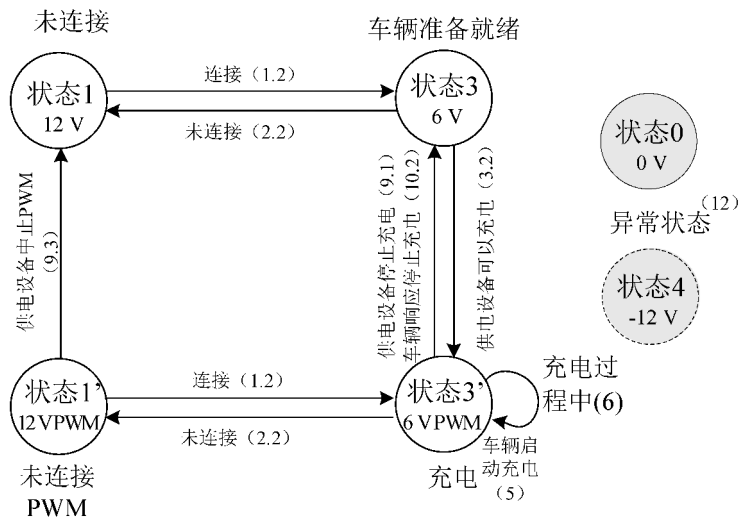


注 1：并非表 A.7 中描述的所有状态变化和序列都在本图中显示，例如，任何时刻都可能发生从任意状态转入状态 1 或状态 1'、状态 0、状态 4。

注 2：图中括号内的数字对应于表 A.7 中规定的时序。

图 A.10 交流充电控制导引电路状态转换图

无开关 S2 的交流充电控制导引电路状态转换见图 A.11。



注 1：并非表 A.7 中描述的所有状态变化和序列都在本图中显示，例如，任何时刻都可能发生从任意状态转入状态 1 或状态 1'、状态 0、状态 4。

注 2：图中括号内的数字对应于表 A.7 中规定的时序。

图 A.11 无开关 S2 的交流充电控制导引电路状态转换图

交流充电控制时序见表 A.7。

表 A.7 交流充电控制时序表

| 时序                        | 时序图例          | 状态                     | 条件                                                                                                                         | 时间              |
|---------------------------|---------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1.1<br>连接(车辆中具备 S2 开关)    | <p>触发条件:无</p> | 状态 1                   | (1)电动汽车未连接,+12 V                                                                                                           | ( T2-T1 ), 无要求  |
|                           |               | 状态 1→状态 2              | (2)电动汽车和供电设备通过充电线缆建立连接,+9 V<br>该时序同样适用于状态 1'→状态 2'。                                                                        |                 |
| 1.2<br>连接(车辆中不具备 S2 开关)   | <p>触发条件:无</p> | 状态 1                   | (1)电动汽车未连接,+12 V                                                                                                           | ( T3-T1 ), 无要求  |
|                           |               | 状态 1→状态 3              | (3)电动汽车和供电设备通过充电线缆建立连接,+6 V。<br>该时序出现在车辆中不具备 S2 的控制引导电路中。<br>该时序同样适用于状态 1'→状态 3'。                                          |                 |
| 2.1<br>在状态 2 或状态 2' 时断开连接 | <p>触发条件:无</p> | 状态 2'→状态 1' 或状态 2→状态 1 | (19)供电接口断开连接或车辆插口断开连接后,S1 延时切换为 +12 V 状态,状态转换如下:<br>状态 2'→状态 1' 或者状态 2→状态 1                                                | ( T20-T19 ) 无要求 |
|                           |               | 状态 1 或状态 1'            | (20)电动汽车未连接<br>当进入状态 1 的 100 ms 后 5 s 内,供电设备的锁止装置应解锁供电插座(对于连接方式 A 和 B)。如果锁止装置由用户授权触发,则只有同时满足进入状态 1 及再次获得用户的授权两个条件,方能解锁供电插座 |                 |

表 A.7 交流充电控制时序表 (续)

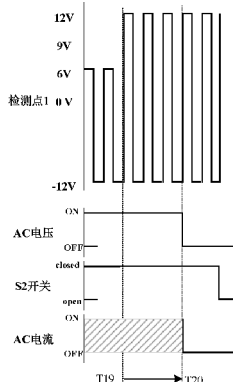
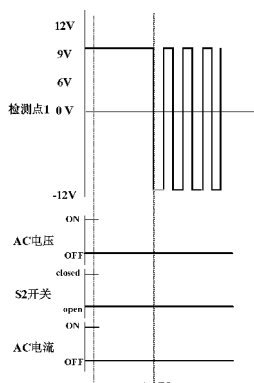
| 时序                        | 时序图例                                                                                                         | 状态                          | 条件                                                                                                                             | 时间                                                                            |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 2.2<br>在充电过程中<br>断开连接     |  <p>触发条件: 状态 3' → 状态 1'</p> | 状态 3' → 状态 1'               | (19) 在能量传输阶段, 发生以下故障时, 供电设备应断开交流供电回路:<br>—— 控制导引电路断路;<br>—— 供电接口带载断开连接;<br>—— 车辆接口带载断开连接。<br>车辆应在发生故障后 3 s 内断开其 S2 开关(如有)      | $(T_{20}-T_{19}) \leq 100 \text{ ms}$<br><br>从 $T_{19}$ 起, $\leq 3 \text{ s}$ |
|                           |                                                                                                              | 状态 3' → 状态 1'               | (19) 在能量传输阶段, 发生以下故障时, 供电设备应断开交流供电回路:<br>—— 控制导引电路断路;<br>—— 供电接口带载断开连接;<br>—— 车辆接口带载断开连接。<br>车辆应在发生故障后 3 s 内断开其 S2 开关(如有)      | $(T_{20}-T_{19}) \leq 100 \text{ ms}$<br><br>从 $T_{19}$ 起, $\leq 3 \text{ s}$ |
|                           | <p>触发条件: 状态 3 → 状态 1</p>                                                                                     | 状态 3' → 状态 1' 或 状态 3 → 状态 1 | (20) 电动汽车未连接<br>当进入状态 1 的 100 ms 后 5 s 内, 供电设备的锁止装置应解锁供电插座(对于连接方式 A 和 B)。如果锁止装置由用户授权触发, 则只有同时满足进入状态 1 及再次获得用户的授权两个条件, 方能解锁供电插座 |                                                                               |
| 3.1<br>充电设备可以<br>充电(状态 2) |  <p>触发条件: 充电准备就绪</p>      | 状态 2 → 状态 2'                | (5) 供电设备可以充电, 并通过 PWM 占空比显示其最大供电电流。<br>电动汽车此时应检测出状态 2 转变到状态 2', 可以被唤醒。<br>该时序在充电过程的初始阶段出现或充电被中断后重新启动充电过程时出现                    | $(T_5-T_4)$<br>无要求                                                            |

表 A.7 交流充电控制时序表（续）

| 时序                        | 时序图例 | 状态            | 条件                                                                                                          | 时间                             |
|---------------------------|------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 3.1<br>充电设备可以<br>充电(状态 2) |      | 状态 2 → 状态 2'  | (5) 供电设备可以充电, 并通过 PWM 占空比显示其最大供电电流。<br>电动汽车此时应检测出状态 2 转变到状态 2', 可以被唤醒。<br>该时序在充电过程的初始阶段出现或充电被中断后重新启动充电过程时出现 | (T5-T4)<br>无要求                 |
| 3.2<br>供电设备可以<br>充电(状态 3) |      | 状态 3 → 状态 3'  | (5) 供电设备可以充电, 并通过 PWM 占空比显示其最大供电电流。<br>电动汽车此时应检测出状态 3 转变到状态 3'。<br>该时序在充电过程的初始阶段出现或充电被中断后重新启动充电过程时出现        | (T5-T4)<br>无要求                 |
| 4<br>电动汽车充电<br>准备就绪       |      | 状态 2' → 状态 3' | (6) 电动汽车充电准备就绪<br>(7) 供电设备闭合交流供电回路, 除非充电设备在 3 s 内改变至其他充电状态(如状态 3)                                           | (T6-T5) = 0 s<br>(T7-T6) ≤ 3 s |
|                           |      | 状态 3'         | 如果占空比为 5%, 供电设备在未接受到数字通信的条件下不会闭合交流供电回路                                                                      |                                |

表 A.7 交流充电控制时序表 (续)

| 时序                            | 时序图例                      | 状态                              | 条件                                                                                                                                                                                                    | 时间                                                                   |
|-------------------------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 5<br>电动汽车启动充电                 | <p>触发条件:电动汽车启动充电</p>      | 状态 3'                           | (8)电动汽车启动充电,充电电流不应超过表 A.3 规定的对应占空比定义的电流值                                                                                                                                                              | (T8-T7)<br>无要求                                                       |
| 6<br>能量传输阶段<br>供电设备调节<br>输出功率 | <p>触发条件:调整 PWM 占空比</p>    | 状态 3'                           | <p>(9)当电网负载变化或人为更改供电设备输出设置时,供电设备需要调整其输出功率。<br/>供电设备可以在任意时间在有效范围内调整 PWM 占空比。<br/>在能量传输阶段,允许调整时间 5 s 内(T10-T9),供电设备不应再次触发调整占空比</p> <p>(10)电动汽车检测到 PWM 占空比变化后调整充电电流,调整后的充电电流不能大于 PWM 占空比显示的最大允许充电电流值</p> | <p>最大 10 s<br/>从供电设备接收到占空比指令至响应输出占空比的时间</p> <p>(T10-T9)<br/>≤5 s</p> |
| 7<br>电动汽车停止充电                 | <p>触发条件:结束停机或 S3 开关断开</p> | <p>状态 3'</p> <p>状态 3'→状态 2'</p> | <p>(11) 正常操作状态下(达到了电动汽车设定的充电终止条件或已充满),在断开 S2 之前,电动汽车应将充电电流减小至最低(&lt;1A)。<br/>当人为按下车辆插头上联动开关,电动汽车应在 1 s 内断开 S2 且将充电电流减小至最低(&lt;1 A)。<br/>故障状态下,电动汽车可立即断开 S2</p> <p>(12) 电动汽车可断开 S2</p>                 | <p>(T12-T11) 无要求</p> <p>从按下 S3 开关起 1 s 内</p>                         |

表 A.7 交流充电控制时序表（续）

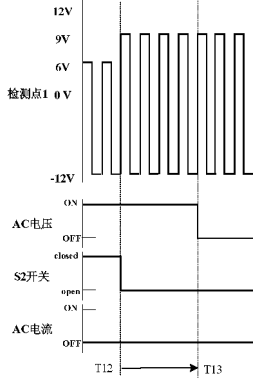
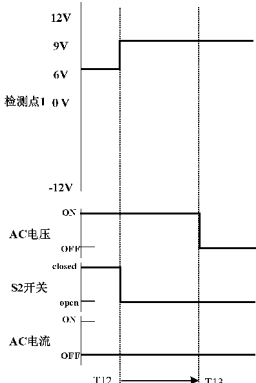
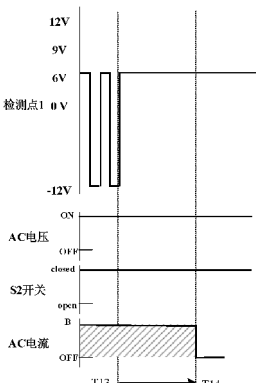
| 时序                             | 时序图例                                                                                                        | 状态                                              | 条件                                                                      | 时间                             |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 8.1<br>S2 断开后, 供电设备做出响应(有 PWM) |  <p>触发条件: 状态 3'→状态 2'</p>  | 状态 2'                                           | (13) 当由状态 3' 转换到状态 2' 时, 供电设备应断开交流供电回路。<br>异常状态下(如急停), 供电设备可带载断开交流供电回路  | $(T13-T12) \leq 100\text{ ms}$ |
| 8.2<br>S2 断开后, 供电设备做出响应(无 PWM) |  <p>触发条件: 状态 3→状态 2</p>   | 状态 2                                            | (13) 当由状态 3 转换到状态 2 时, 供电设备应断开交流供电回路。<br>注: 不具备 S2 开关的电动汽车没有该状态变化。      | $(T13-T12) \leq 100\text{ ms}$ |
| 9.1 供电设备停止充电断开交流供电回路           |  <p>触发条件: 状态 3'→状态 3</p> | 状态 3' → 状态 3                                    | (13) 在达到供电设备设定的充电终止条件或实施了充电结束指令时, 设备控制器可以控制开关 S1 切换到+12V 连接状态, 请求车辆停止充电 |                                |
|                                |                                                                                                             | 状态 3                                            | (14) 电动汽车应对 100% 的占空比做出响应, 应在 3 s 内将充电电流减小至最低(<1 A), 然后断开 S2            | $(T14-T13) \leq 3\text{ s}$    |
|                                |                                                                                                             | 当充电电流超过表 A.3 规定的 PWM 对应的最大充电电流时, 供电设备可以断开交流供电回路 |                                                                         |                                |

表 A.7 交流充电控制时序表 (续)

| 时序                           | 时序图例                               | 状态           | 条件                                                                                                           | 时间                 |
|------------------------------|------------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 9.2<br>供电设备在状态 2' 时停止发送 PWM  | <p>触发条件: 无</p>                     | 状态 2' → 状态 2 | (22) 供电设备停止输出 PWM, 电动汽车无需做出任何响应。如果 3 s 后 3.1 所示时序未出现, 供电设备将继续保持 S1 在 +12 V 连接状态。<br>该时序可能会对电动汽车启动充电或预处理造成干扰。 | (T22-T21) 无要求      |
| 9.3<br>供电设备在状态 1' 时停止发送 PWM  | <p>触发条件: 状态 2' / 状态 3' → 状态 1'</p> | 状态 1' → 状态 1 | (23) 供电设备停止输出 PWM。<br>(24) 电动汽车无需做出任何响应                                                                      | (T24-T23) ≤ 100 ms |
| 10.1<br>电动汽车对供电设备的终止充电状态做出响应 | <p>触发条件: 电动汽车停止充电</p>              | 状态 3 → 状态 2  | 该时序出现在时序 9.1 之后, 电动汽车做出响应, 将充电电流减小至最低 (<1 A)<br>(15) 电动汽车应断开 S2                                              | (T15-T14) ≤ 3 s    |

表 A.7 交流充电控制时序表 (续)

| 时序                                         | 时序图例                               | 状态                       | 条件                                                                                            | 时间                                             |
|--------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 10.2<br>电动汽车不能<br>对供电设备的<br>终止充电状态<br>做出响应 | <p>触发条件: 状态 3' → 状态 3</p>          | 状态 3                     | 该时序出现在时序 9.1 之后,但是电动汽车不能做出响应,且不能将停止充电                                                         | $(T16-T13) \geq 6\text{ s}$                    |
| 11<br>电动汽车唤醒<br>供电设备数字<br>通信模式             | <p>触发条件: 状态 2 (2') → 状态 3 (3')</p> | 状态 2 (2') →<br>状态 3 (3') | (17,18)该时序为可选时序,用于数字通信。电动汽车控制 S2 的关断可用于唤醒供电设备数字通信模式。<br>该时序期间电动汽车不应充电                         | $200\text{ ms} \leq (T18-T17) \leq 3\text{ s}$ |
| 12<br>其他任何状态<br>进入异常状态                     | <p>触发条件: 任意状态 → 状态 0</p>           | 状态 xx → 状态 0             | 其他任何状态进入异常状态,供电设备应断开交流供电回路。<br>电动汽车打开 S2(如有)。<br>连接方式 A 或 B 时,供电设备可在交流供电回路切断 100 ms 后可以解锁(如有) | 最大 100 ms<br>最大 3 s                            |

附 录 B  
(规范性)

采用 GB/T 20234.3 规定的充电连接装置的直流充电控制导引电路与控制原理

B.1 通则

本附录适用于采用 GB/T 20234.3—2023 的充电连接装置的直流供电设备(即传导式非车载充电机,以下简称“充电机”)和电动汽车,充电机与电动汽车之间的通信协议应符合 GB/T 27930—2023 中 A 类系统的规定。

B.2 直流充电安全保护系统

直流充电安全保护系统基本方案的示意图如图 B.1 所示,充电机的控制电源控制低压辅助供电回路[额定电压:(12±1.2)V,额定电流:不大于 10 A]。充电机应具备电流防反灌、泄放功能以及绝缘监测装置(IMD),其中泄放电路和绝缘检测电路应具备投切功能控制装置,RCD 安装的要求应符合 11.3.2。在整个充电过程中,设备控制器应能监测直流接触器 C1 和 C2 状态、开关 S3 和 S4 状态,并控制其接通及关断;车辆控制器应能监测车辆断开装置 C5 和 C6 状态,并控制其接通及关断。

车辆控制器可配置低压辅助供电回路检测功能。如果电动汽车自供低压辅助电源,应与充电机低压辅助供电回路隔离,且车辆插座的低压辅助电源 A+ 和 A- 不应有电压输出。

充电机 A 侧与 B 侧之间及低压辅助供电回路应具备电气隔离。20 kW 以下的充电机安装要求还应符合相关产品标准。

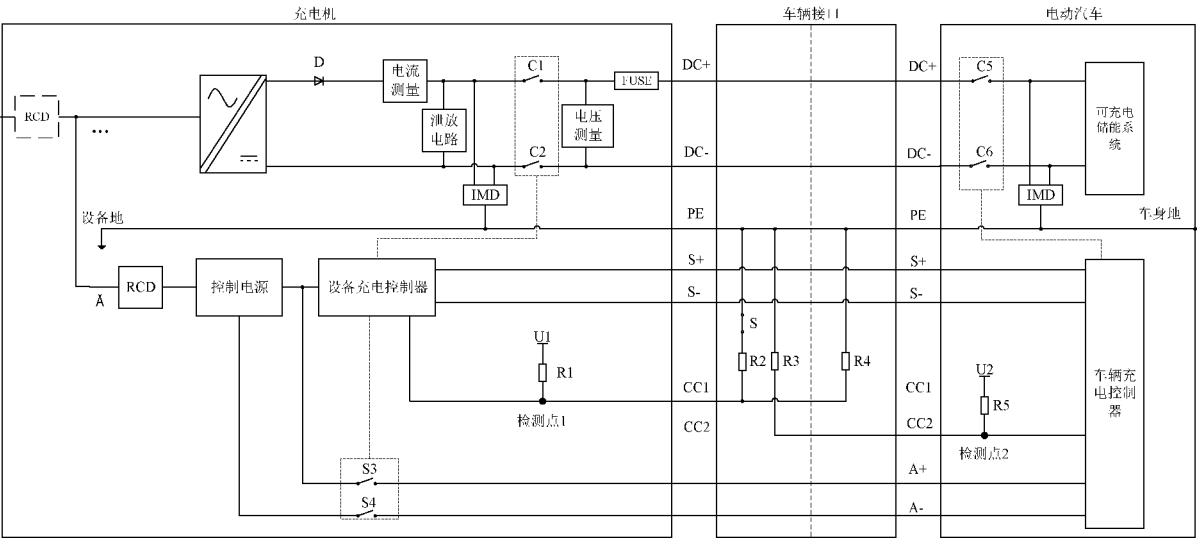


图 B.1 直流充电安全保护系统原理图(交流供电)

标引序号说明：

- C1、C2——充电机内部直流供电回路接触器；
- D1 ——防反灌电流二极管，可采用其他措施替代；
- U1 ——充电机内部控制导引上拉电压；
- R1 ——充电机内部控制导引电路电阻；
- S3、S4——充电机内部低压辅助供电回路开关；
- S ——车辆插头内部常闭开关；
- R2、R3——车辆插头内部控制导引电路电阻；
- R4 ——车辆插座内部(或车辆内部)控制导引电路电阻；
- C5、C6——车辆断开装置；
- U2 ——车辆内部控制导引上拉电压；
- R5 ——车辆内部控制导引电路电阻。

二极管 D1 适用于预充电时防止反向电流，可集成在充电机中。

车辆控制器可集成在电池管理系统中。

充电机可对 DC—回路进行电流测量。

FUSE 用于避免充电机内部线路因车辆电池侧短路产生危险能量，也可安装在充电机 DC-回路、车辆插头 DC+回路、DC-回路。

注：交流供电网输入类型包括但不限于单相、三相以及不同的接线形式。

图 B.1 直流充电安全保护系统原理图(交流供电) (续)

B.3 控制导引电路参数

直流充电控制导引电路参数值如表 B.1 所示。

表 B.1 直流充电控制导引电路的参数

| 对象                                       | 参数 <sup>a</sup> | 符号               | 单位 | 标称值  | 最大值  | 最小值  |
|------------------------------------------|-----------------|------------------|----|------|------|------|
| 充电机                                      | R1 等效电阻         | R1               | Ω  | 1000 | 1030 | 970  |
|                                          | 上拉电压            | U1               | V  | 12   | 12.6 | 11.4 |
|                                          | 检测点 1 电压        | U1a              | V  | 12   | 12.8 | 11.2 |
|                                          |                 | U1b              | V  | 6    | 6.8  | 5.2  |
|                                          |                 | U1c              | V  | 4    | 4.8  | 3.2  |
| 车辆插头                                     | R2 等效电阻         | R2               | Ω  | 1000 | 1030 | 970  |
|                                          | R3 等效电阻         | R3               | Ω  | 1000 | 1030 | 970  |
| 车辆插座                                     | R4 等效电阻         | R4               | Ω  | 1000 | 1030 | 970  |
| 电动汽车                                     | R5 等效电阻         | R5               | Ω  | 1000 | 1030 | 970  |
|                                          | 上拉电压            | U2 <sup>b</sup>  | V  | 12   | 12.6 | 11.4 |
|                                          | 检测点 2 电压        | U2a <sup>b</sup> | V  | 12   | 12.8 | 11.2 |
|                                          |                 | U2b <sup>b</sup> | V  | 6    | 6.8  | 5.2  |
| <sup>a</sup> 在使用环境条件下和可用寿命内都要保持精度范围。     |                 |                  |    |      |      |      |
| <sup>b</sup> 车辆厂家可自定义,上拉电压 U2 不应大于 28 V。 |                 |                  |    |      |      |      |

## B.4 充电控制过程

### B.4.1 车辆插头与车辆插座插合:使电动汽车处于不可行驶状态

在车辆接口完全连接即 CC2 回路已连接(检测点 2 电压在 U2b 范围内)时,电动汽车应处于不可行驶状态。

当车辆插头与车辆插座插合后,电动汽车可以自动启动某种触发条件(如打开充电口盖板、车辆插头与车辆插座连接或者对电动汽车的充电按钮、开关等进行功能触发设置),通过锁止装置或者其他控制措施使电动汽车处于不可行驶状态。

### B.4.2 车辆接口连接确认

操作人员对充电机进行充电设置后,设备控制器通过测量检测点 1 的电压值判断车辆插头与车辆插座是否已完全连接,当检测点 1 电压值为 4 V 时,则判断车辆接口完全连接。在车辆接口完全连接且电子锁锁止后,闭合 S3 和 S4,使低压辅助供电回路导通,进入握手启动阶段开始周期发送通信握手报文。

车辆控制器通过测量检测点 2 的电压值判断车辆插头与车辆插座是否已完全连接,当检测点 2 的电压值为上拉电压 U2 的一半,则判断车辆接口完全连接。当收到设备控制器发送的通信握手报文后,则车辆控制器开始周期发送通信握手报文。

### B.4.3 充电机自检

绝缘自检前,充电机在 C1 和 C2 闭合前先检测 C1 和 C2 外侧电压的绝对值不应大于 60 V DC,确认车辆供电回路外侧电压正常且车辆端绝缘监测允许总电压高于充电机最低输出电压。在能量传输阶段前,充电机应进行直流供电回路 C1 和 C2 触点粘连检测、短路检测以及充电机内部(含充电电缆)的绝缘监测。绝缘监测时,充电机应闭合 C1 和 C2 且输出电缆绝缘监测电压应为车辆端绝缘监测允许总电压和充电机最高充电电压中的较小值;绝缘监测完成后,将 IMD 以物理的方式从强电回路中分离,并投入泄放回路对充电输出电压进行泄放;泄放结束后,充电机应将泄放电路从强电回路中分离,当直流供电回路 DC+ 与 DC- 之间电压降到 60 V DC 以下时,断开 C1 和 C2。

### B.4.4 充电准备就绪

车辆控制器与设备控制器在配置阶段时,车辆控制器应能将位置 A(如图 7)的充电参数,包括最高允许充电电流、最高允许充电总电压、车辆接口当前电压测量值等信息告知充电机。当车辆控制器收到充电机最大输出能力参数后,判断是否能进行充电;当车辆允许充电时,闭合 C5 和 C6,使车辆供电回路导通。设备控制器应能根据收到的车辆充电参数,配置充电能力并将其位置 A(如图 7)的最大输出能力参数,包括充电机最高/最低充电电压、充电机最大/最小充电电流等信息告知电动汽车。当设备控制器检测到当前车辆供电回路电压正常(确认接触器外端电压:(1)与通信报文中车辆接口当前电压测量值的误差范围 $\leq \pm 5\%$ ,且(2)大于充电机最低充电电压且小于充电机最高充电电压)后将输出电压调整到低于当前电池侧电压 1 V~10 V DC,再闭合 C1 和 C2 使直流供电回路导通。

注:预充电时充电机输出电压值的选择需考虑其输出设定误差和测量误差。

### B.4.5 能量传输

在能量传输阶段,车辆控制器向设备控制器实时发送车辆接口充电需求参数,设备控制器调整充电电流下降时: $\Delta I \leq 20$  A,最长在 1 s 内将充电电流调整到与命令值相一致;当  $\Delta I > 20$  A,最长在  $\Delta I / dl_{\min}$  s( $dl_{\min}$  为电流调整速率,至少 20 A/s)时间内将充电电流调整到与命令值相一致。设备控制器

根据车辆接口充电需求参数实时调整充电电压和充电电流。此外,车辆控制器和设备控制器还相互发送各自的状态信息。在能量传输阶段,车端应能检测 PE 针断线。

在能量传输阶段,充电机和电动汽车均可发起暂停。暂停开始时,充电机应确认充电电流降至 5 A 及以下时再断开接触器 C1 和 C2,并投入泄放回路将前端电压降至 60 V DC 以下,且电子锁保持可靠锁止。在暂停过程中,电动汽车应保持 C5 和 C6 为闭合状态,并且应对检测点 2 的电压进行持续检测。当暂停过程中充电机检测到 C5 和 C6 断开时,则开始周期性发送“充电机中止充电报文”且不允许再进入能量传输阶段。暂停结束且双方充电准备就绪时,充电机应将内部输出电压调整到车辆接口当前电压减去 1 V~10 V DC 再闭合 C1 和 C2,使直流供电回路导通,此时双方重新进入能量传输阶段。电动汽车或充电机自发送暂停请求到暂停恢复的时间不应超过 10 min。

#### B.4.6 正常条件下充电结束停机

当达到整车充电结束条件或收到“充电机中止充电报文”后,车辆控制器开始周期发送“车辆中止充电报文”,在确认充电电流降低至 5 A 及以下后断开 C5 和 C6。当达到操作人员设定的充电结束条件或收到“车辆中止充电报文”后,设备控制器周期发送“充电机中止充电报文”,并控制充电机停止充电,以不小于 100 A/s 的速率减小充电电流(对于输出电流 $\geq 100$  A 时)或在 1 s 内(对于输出电流 $< 100$  A 时)将充电电流降至 5 A 及以下,再断开 C1 和 C2,然后投入泄放回路。S3 和 S4 应在充电机发完统计报文和收到车辆统计报文之后才可断开。

当操作人员实施了停止充电指令时,设备控制器开始周期发送“充电机中止充电报文”,并控制充电机停止充电,以不小于 100 A/s 的速率减小充电电流(对于输出电流 $\geq 100$  A 时)或在 1 s 内(对于输出电流 $< 100$  A 时)将充电电流降至 5 A 及以下,再断开 C1 和 C2,然后投入泄放回路。S3 和 S4 应在充电机发完统计报文和收到车辆统计报文之后才可断开。

车辆接口电压应在电子锁解锁前降到 60 V DC 以下。

#### B.4.7 非正常条件下充电结束停机

**B.4.7.1** 在能量传输阶段,如果充电机出现不能继续充电的故障,则向车辆周期发送“充电机中止充电报文”,并控制充电机停止充电,应在 100 ms 内断开 C1、C2, S3 和 S4 应在充电机发完统计报文和收到车辆统计报文之后才可断开。

**B.4.7.2** 在能量传输阶段,如果车辆出现不能继续充电的故障,则向充电机发送“车辆中止充电报文”,并在 300 ms(由车辆根据故障严重程度决定)内断开 C5 和 C6。

**B.4.7.3** 在充电过程中,车辆控制器应对检测点 2 的电压进行检测,如果判断车辆接口由完全连接变为连接不可靠(超出 U2b 电压范围 $\pm 5\%$ 以上),则向充电机发送“车辆中止充电报文”,并在 300 ms(由车辆根据故障严重程度决定)内断开 C5 和 C6。

**B.4.7.4** 在充电过程中,如果出现通信超时,设备控制器和车辆控制器分别应在达到 GB/T 27930—2023 中附录 A 规定的相应报文超时时间后的 5 s 内断开 C1 和 C2、10 s 内 C5 和 C6。对于需要重新连接的报文超时,充电机还应在报文超时时间后的 10 s 内确认 C1 和 C2 外侧电压的绝对值小于 60 V DC 时,才能进行重新连接。

注: GB/T 27930—2023 中附录 A 定义了充电机接收超时时需要重新连接的报文。

**B.4.7.5** 在充电过程中,设备控制器通过对检测点 1 的电压进行检测,如果车辆接口由完全连接变为连接不可靠(不在 U1c 电压范围),则向车辆周期发送“充电机中止充电报文”,并控制充电机停止充电,应在 50 ms 内将输出电流降至 5 A 及以下且 100 ms 内断开 C1、C2, S3 和 S4 应在充电机发完统计报文和收到车辆统计报文之后才可断开。

注: 连接不可靠情况包括且不限于开关 S 由闭合变为断开、车辆接口由完全连接变为断开、保护接地导体电气连续

性丢失等情况。

**B.4.7.6** 在能量传输阶段,如果充电机检测到车辆接口处充电电压超过车辆最高允许充电总电压+15 V时,则向车辆周期发送“充电机中止充电报文”,并控制充电机停止充电,应在 1 s 内断开 C1、C2,S3 和 S4 应在充电机发完统计报文和收到车辆统计报文之后才可断开。

注:如果充电机因严重故障结束充电,重新启动充电需要操作人员进行完整的充电启动操作。

**B.4.7.7** 在充电机自检过程中,如果充电机检测到直流供电回路出现绝缘故障、短路故障、车辆侧充电回路电压异常时,则向车辆周期发送“充电机中止充电报文”,并控制充电机停止绝缘自检过程,车辆接口电压应在电子锁解锁前降到 60 V DC 以下并断开 C1 和 C2,S3 和 S4。

**B.4.7.8** 在充电准备就绪过程中,如果充电机检测到车辆接口当前电压不正常(与通信报文中车辆接口当前电压测量值的误差范围>5%或不在充电机正常充电范围内)时,则向车辆周期发送“充电机中止充电报文”,并控制充电机停止预充电过程,车辆接口电压应在电子锁解锁前降到 60 V DC 以下并断开 C1 和 C2,S3 和 S4。

**B.4.7.9** 在能量传输阶段,如果电子锁未预期上锁或未可靠锁止时,充电机应向车辆周期发送“充电机中止充电报文”,并控制充电机停止充电,应在 1 s 内断开 C1、C2,S3 和 S4 应在充电机发完统计报文和收到车辆统计报文之后才可断开。

**B.4.7.10** 在能量传输阶段由于故障出现负载突降(如甩负载)的情况时,瞬时输出电压值不应超过位置 A(见图 7)(充电电压需求值的 110%)和(充电电压需求值+50 V DC)二者较大值,且不应出现危险情况。

注:负载突降时可能出现的持续长达 10 ms 的瞬态电压,忽略不计。

充电机和电动汽车非正常条件下充电结束停机要求应符合表 B.2、表 B.3 的规定,故障项目不限于表中所列。

表 B.2 充电机停机要求

| 故障项目                                                     |                            | 停机时间 <sup>a</sup><br>(断开 C1 和 C2) | 解锁条件                |
|----------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 充电过程                                                     | (与车辆)通信超时                  | ≤5 s <sup>b</sup>                 | 车辆接口电压降到 60 V DC 以下 |
|                                                          | 检测点 1 电压异常                 | ≤100 ms <sup>c</sup>              |                     |
| 充电机自检                                                    | 绝缘故障                       | —                                 |                     |
|                                                          | 接触器粘连                      | —                                 |                     |
|                                                          | 直流充电回路短路                   | —                                 |                     |
| 充电准备就绪                                                   | 车辆接口电压不正常                  | —                                 |                     |
| 能量传输                                                     | (充电机侧)<br>不能继续充电           | ≤100 ms                           | 车辆接口电压降到 60 V DC 以下 |
|                                                          | 输出电压超过车辆最高<br>允许充电总电压+15 V | ≤1 s                              |                     |
|                                                          | 电子锁未预期上锁或<br>未可靠锁止         | ≤1 s                              | —                   |
|                                                          | 负载突降                       | —                                 | 车辆接口电压降到 60 V DC 以下 |
| <sup>a</sup> 从故障发生起计时。                                   |                            |                                   |                     |
| <sup>b</sup> 从达到 GB/T 27930—2023 中附录 A 规定的相应报文超时时间起计时。   |                            |                                   |                     |
| <sup>c</sup> 能量传输阶段发生异常时,还应满足 50 ms 内将输出电流降至 5 A 及以下的要求。 |                            |                                   |                     |

表 B.3 车辆停机要求

| 故障项目                                                   |             | 停机时间 <sup>a</sup> (断开 C5 和 C6) |
|--------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------|
| 充电过程                                                   | (与充电机)通信超时  | $\leq 10\text{ s}^b$           |
|                                                        | 检测点 2 电压异常  | $\leq 300\text{ ms}^c$         |
| 能量传输                                                   | (车辆侧)不能继续充电 | $\leq 300\text{ ms}^c$         |
| <sup>a</sup> 从故障发生起计时。                                 |             |                                |
| <sup>b</sup> 从达到 GB/T 27930—2023 中附录 A 规定的相应报文超时时间起计时。 |             |                                |
| <sup>c</sup> 由车辆根据故障严重程度决定。                            |             |                                |

B.5 充电电路原理

**B.5.1** 在充电机侧和车辆侧均设置 IMD 电路,具备直流供电回路 DC+与 PE 之间、DC-与 PE 之间的对称绝缘故障和非对称绝缘故障的检测。车辆接口连接后到 C5 和 C6 合闸之前的时间内,应由充电机完成其内部(含充电电缆)的绝缘监测;在充电机端的 IMD 回路通过开关从直流供电回路断开且 C5 和 C6 合闸之后的能量传输阶段,应由电动汽车完成整个充电系统的绝缘监测。直流供电回路 DC+与 PE 之间的绝缘电阻、DC-与 PE 之间的绝缘电阻(两者取小值  $R$ ),当  $R > 500\text{ }\Omega/\text{V}$  视为安全; $100\text{ }\Omega/\text{V} < R \leq 500\text{ }\Omega/\text{V}$  时,宜进行绝缘异常报警,但应正常充电; $R \leq 100\text{ }\Omega/\text{V}$  视为绝缘故障,应停止充电。

注:能量传输阶段,电动汽车检测出绝缘异常时数据交互见 GB/T 27930—2023。

**B.5.2** 充电机进行 IMD 检测后,应及时对充电电压进行泄放,避免在能量传输阶段对电池负载产生电压冲击。充电结束后,充电机应及时对充电电压(C1 和 C2 前端电压)进行泄放,避免对操作人员造成电击伤害。泄放回路的参数选择应保证在充电连接器断开后 1 s 内将车辆接口电压降到 60 V DC 以下。泄放结束后,充电机应确保泄放回路应从直流供电回路中脱离。

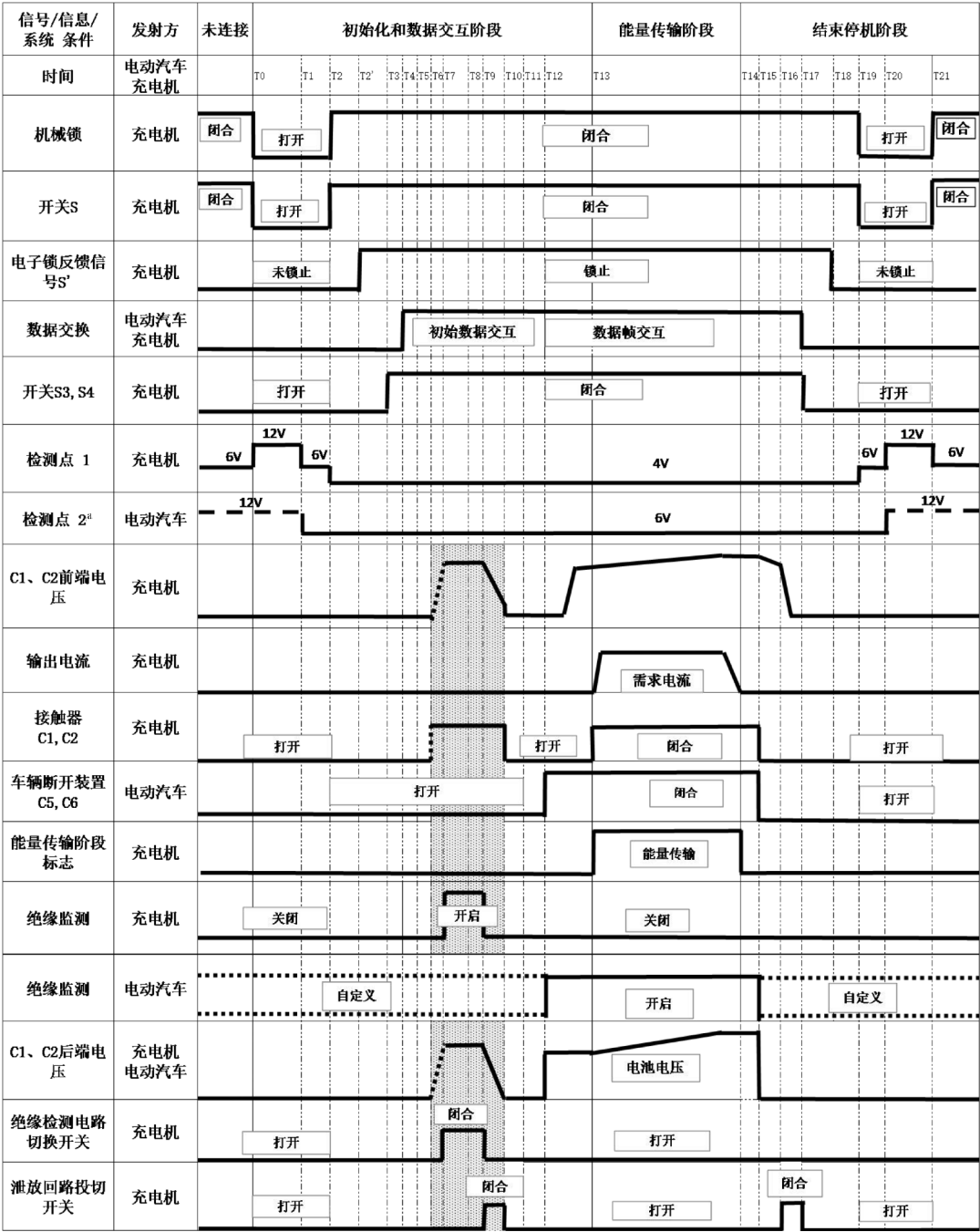
**B.5.3** 因停电等原因,直流供电回路或控制回路失去电力时,充电机应在 1 s 以内断开 C1 和 C2 或通过泄放回路在 1 s 以内将车辆接口电压降到 60 V DC 以下。

**B.5.4** 充电机和/或电缆组件应具有一种保护措施,如使用限流熔断器等装置保护充电电缆避免过载电流和短路影响。保护措施应能承受并保护充电电缆免受车辆插头处持续 2 ms 的高达 30 kA 的直流输出短路电流的影响。过载电流保护装置应快速响应,以减小由于短路电流而导致的 C5 和 C6 粘连以及车辆插头/车辆插座的接触部位的电弧风险。

**B.5.5** 充电机和电动汽车的 X/Y 电容应符合 C.7.8 的规定。

B.6 充电连接控制时序

一种典型的直流充电连接过程和控制时序(正常充电结束)见图 B.2。



标引序号说明：

期间进行粘连、短路和绝缘测试(不分先后)

虚线表示自定义

S3 和 S4 应于充电机发完统计报文和收到车辆统计报文之后才可断开。

结束充电 C1 和 C2 断开后 1 s 内充电机 C1 和 C2 前端电压小于 60 V；且在检测点 1 电压由 12 V 变为 6 V 之后，泄放回路应保持断开状态。

注 1：无预约时，T0-T7 小于 10 min，T5-T6 小于 30 s；有预约时，T0-T7、T5-T6 无时间限制。

注 2：T4-T5 为初始数据交互，完成通信版本、车辆端绝缘监测允许总电压等数据交互。

<sup>a</sup> 车厂自定，示意图以上拉电压 U2 为 12 V 为例。

图 B.2 直流充电连接控制时序图

直流充电连接控制时序说明见表 B.4。

表 B.4 直流充电控制时序表

|             |                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| T0          | 车辆接口未连接,按下车辆插头开关 S,使开关 S 打开                                                                                                                                                                                               |
| T1          | 车辆接口未完全连接,保持开关 S 为打开状态,将车辆插头插入车辆插座中                                                                                                                                                                                       |
| T2          | 车辆接口连接。车辆插头与车辆插座插合后,松开车辆插头开关 S,使开关 S 常闭,此时车辆接口完全连接                                                                                                                                                                        |
| T2'         | 电子锁反馈可靠锁止信号                                                                                                                                                                                                               |
| T0→T2       | 车辆插头与车辆插座插合过程,检测点 1 电压从 6 V→12 V→6 V→4 V,检测点 2 电压从上拉电压 $U_2$ → $U_2$ 的一半                                                                                                                                                  |
| T3          | 充电机闭合 S3 和 S4,使低压辅助供电回路导通                                                                                                                                                                                                 |
| T4          | 充电机启动握手报文                                                                                                                                                                                                                 |
| T4→T5       | 初始数据交互,充电机获取通信版本、车辆端绝缘监测允许总电压等。车辆控制器通过测量检测点 2 的电压值判断车辆接口是否已完全连接。如检测点 2 的电压值为上拉电压 $U_2$ 的一半,则车辆控制器等待充电机发送握手报文,接收到充电机发送的握手报文后周期发送握手报文                                                                                       |
| T5→T6→T7→T8 | 绝缘监测前,充电机在 C1 和 C2 闭合前先检测 C1 和 C2 外侧电压的绝对值不应大于 60 V DC,确认车辆供电回路电压正常且车辆端绝缘监测允许总电压高于充电机最低充电电压。在能量传输阶段前,充电机应进行直流供电回路直流接触器触点粘连检测、短路检测和绝缘监测。绝缘间测时充电机应闭合 C1 和 C2 且输出电缆绝缘监测电压应为车辆端绝缘监测允许总电压和充电机最高充电电压中的较小值                       |
| T9          | 绝缘监测结束,断开绝缘检测电路开关                                                                                                                                                                                                         |
| T9          | 泄放电路开关闭合,启动泄放                                                                                                                                                                                                             |
| T10         | 残余电压泄放完毕,泄放电路开关断开,设备控制器确认输出电压降至 60VDC 以下时断开 C1 和 C2                                                                                                                                                                       |
| T6→T10      | 充电机接收到车辆端绝缘监测允许总电压后,由充电机负责充电机内部(含充电电缆)的绝缘监测:如果直流供电回路 DC+ 与 PE 之间的绝缘电阻、DC- 与 PE 之间的绝缘电阻(两者取小值 $R$ ),当 $R > 500 \Omega/V$ 视为安全; $100 \Omega/V < R \leq 500 \Omega/V$ 时,宜进行绝缘异常报警,但应正常充电; $R \leq 100 \Omega/V$ 视为绝缘故障,应停止充电 |
| T11         | 充电机开始周期发送通信辨识报文。车辆控制器等待充电机发送通信辨识报文,接收到充电机发送的辨识报文后周期发送辨识报文                                                                                                                                                                 |
| T12         | 车辆充电准备就绪后,车辆控制器闭合 C5 和 C6,使车辆供电回路导通。电动汽车负责整个充电系统的绝缘监测                                                                                                                                                                     |
| T13         | 设备控制器检测到车辆接口当前电压正常(大于充电机最低充电电压且小于充电机最高充电电压),充电机应将前端输出电压调整到车辆接口当前电压减去 1 V~10 V DC 再闭合 C1 和 C2,使直流供电回路导通。<br>进入能量传输阶段,充电机根据车辆控制器实时发送的车辆接口充电需求参数,调整充电电压和充电电流,相互交换充电状态                                                        |

表 B.4 直流充电控制时序表（续）

|         |                                                                                                                                                                                                                            |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| T12→T13 | 充电机输出电压为预充电电压,预充电电压为车辆接口当前电压减去 1 V~10 V DC                                                                                                                                                                                 |
| T14     | 达到充电结束条件,车辆控制器开始周期发送“车辆中止充电报文”,设备控制器周期发送“充电机中止充电报文”,并控制充电机停止充电。<br>充电机停止输出,输出电流降至 5 A 及以下                                                                                                                                  |
| T15     | 电动汽车打开 C5 和 C6;充电机打开 C1 和 C2。<br>电动汽车停止绝缘监测                                                                                                                                                                                |
| T12→T15 | 在 C5 和 C6 合闸之后的能量传输阶段,由电动汽车负责整个充电系统的绝缘监测。<br>如果直流供电回路 DC+ 与 PE 之间的绝缘电阻、DC- 与 PE 之间的绝缘电阻(两者取小值 $R$ ),当 $R > 500 \Omega/V$ 视为安全; $100 \Omega/V < R \leq 500 \Omega/V$ 时,宜进行绝缘异常报警,但应正常充电; $R \leq 100 \Omega/V$ 视为绝缘故障,应停止充电 |
| T16     | 充电机闭合泄放回路开关,对前端充电电压进行泄放,避免对操作人员造成电击伤害                                                                                                                                                                                      |
| T17     | 充电机输出电压降至 60 V DC 以下,断开泄放回路开关;充电机打开 S3 和 S4;双方停止数据交互                                                                                                                                                                       |
| T18     | 电子锁反馈解锁信号                                                                                                                                                                                                                  |
| T19     | 按下车辆插头开关 S,使开关 S 打开                                                                                                                                                                                                        |
| T20     | 保持开关 S 为打开状态,将车辆插头从车辆插座中拔出                                                                                                                                                                                                 |
| T21     | 当车辆插头与车辆插座完全分离,松开开关 S                                                                                                                                                                                                      |
| T19→T21 | 车辆插头与车辆插座断开过程,检测点 1 电压从 4 V→6 V→12 V→6 V,检测点 2 电压从上拉电压 $U_2$ 的一半→ $U_2$                                                                                                                                                    |

附录 C  
(规范性)

采用 GB/T 20234.4 规定的充电连接装置的直流充电控制导引电路与控制原理

C.1 通则

本附录适用于采用 GB/T 20234.4 的充电连接装置的直流供电设备(即传导式非车载充电机,以下简称“充电机”)和电动汽车,充电机与电动汽车之间的通信协议应符合 GB/T 27930—2023 中 B 类系统的规定。本附录只适用于单向充电。

C.2 直流充电安全保护系统

不使用车辆适配器且不具备充电兼容的直流充电安全保护系统基本方案的示意图如图 C.1 所示。使用适配器且具备与附录 B 兼容的直流充电安全保护系统基本方案见附录 G。

充电机应具备二极管 D(支持单向充电,电流防反灌)或旁路 Rpre 和 Spre 组合(支持单向和双向充电)、泄放功能以及绝缘监测装置(IMD),泄放电路和绝缘检测电路应具备投切功能,RCD 安装的要求应符合 11.3.2。电缆组件热管理系统为可选功能。在整个充电过程中,设备控制器应能监控直流接触器 C1 和 C2 状态、开关 S0[选配,在鉴权(如刷卡)后闭合;如不具备则等同于常闭状态,本附录以 S0 为常闭为例]、开关 S1 状态(初始化状态为断开);车辆控制器应能监控车辆断开装置 C5 和 C6 状态、开关 S2(初始化状态为断开)、S2'(选配,如配置则初始化状态为断开)、Sv 状态(初始化状态由制造商自定义)。开关 S1 和 S2 作为硬件开关,实现允许和不允许充电状态之间的切换(是否具备能量传输条件)。

注:电缆组件热管理系统要求见 GB/T 20234.4—2023 中第 7 章。

充电机 A 侧与 B 侧之间应具备电气隔离。

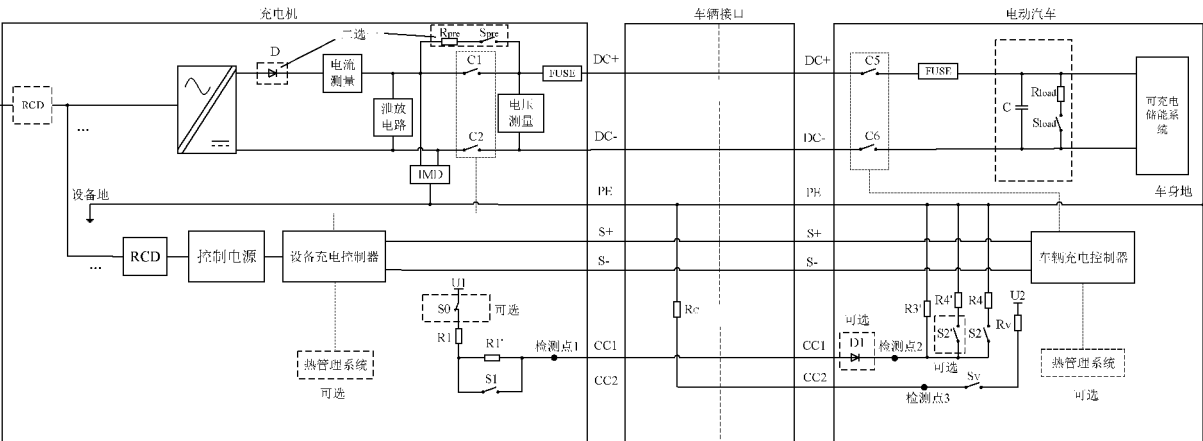


图 C.1 直流充电安全保护系统原理图(交流供电)

标引序号说明：

- C1、C2 —— 充电机内部直流供电回路接触器；
- D —— 防反灌电流二极管，可采用其他措施替代；
- Rpre、Spre —— 充电机内部回路，用于预充电；
- U1 —— 充电机内部控制导引上拉电压；
- R1、R1’ —— 充电机内部控制导引电路电阻；
- S0 —— 充电机内部控制导引电路开关，选配，在鉴权（如刷卡等）后闭合；如不具备则等同于常闭状态；
- S1 —— 充电机内部控制导引电路开关；
- Rc —— 车辆插头内部控制导引电路电阻，用于硬件版本编码；
- C5、C6 —— 车辆断开装置；
- C、Rload、Sload —— 车辆内部回路，如负载（空调）、电池加热等，由电动汽车厂家自行定义；
- R3’、R4、R4’、Rv —— 车辆内部控制导引电路电阻；
- D1 —— 车辆内部控制导引电路二极管，选配，适用于与欧美充电机充电兼容的电动汽车；
- S2、S2’（选配）、Sv —— 车辆内部控制导引电路开关。

二极管 D 适用于预充电时防止反向电流，可集成在充电机中；

车辆控制器可集成在电池管理系统中；

充电机可对 DC－回路进行电流测量；

FUSE 用于避免充电机内部线路因车辆电池侧短路产生危险能量，也可安装在充电机 DC－回路、车辆插头 DC＋回路、DC－回路；

开关 S2’主要用于电动汽车与日本和/或欧美充电机的充电兼容，见附录 H。

注 1：交流供电输入类型包括但不限于单相、三相以及不同的接线形式。

注 2：图中车辆内开关 Sv 和 S2’的初始状态为常开。

图 C.1 直流充电安全保护系统原理图（交流供电）（续）

C.3 控制导引电路参数

直流充电控制导引电路参数值如表 C.1 所示。

表 C.1 直流充电控制导引电路的参数

| 对象   | 参数 <sup>a</sup>    | 符号  | 单位 | 标称值 <sup>b</sup> | 最大值    | 最小值   |
|------|--------------------|-----|----|------------------|--------|-------|
| 充电机  | R1 等效电阻            | R1  | Ω  | 1 000            | 1 010  | 990   |
|      | R1’等效电阻            | R1’ | Ω  | 10 000           | 10 100 | 9 900 |
|      | 上拉电压               | U1  | V  | 12               | 12.6   | 11.4  |
|      | S0 开关 <sup>c</sup> | S   | —  | 常开               | —      | —     |
|      | S1 开关              | S1  | —  | 常开               | —      | —     |
| 车辆插头 | Rc 等效电阻            | Rc  | Ω  | 1 000            | 1 010  | 990   |

表 C.1 直流充电控制导引电路的参数（续）

| 对象                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 参数 <sup>a</sup>                                         | 符号  | 单位 | 标称值 <sup>b</sup> | 最大值     | 最小值    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----|----|------------------|---------|--------|
| 电动汽车                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | R3'等效电阻                                                 | R3' | Ω  | 100 000          | 101 000 | 99 000 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | R4 等效电阻                                                 | R4  | Ω  | 1 300            | 1 313   | 1 287  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | R4'等效电阻                                                 | R4' | Ω  | 2 740            | 2 767   | 2 713  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Rv 等效电阻                                                 | Rv  | Ω  | 1 000            | 1 010   | 990    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 上拉电压 <sup>d</sup>                                       | U2  | V  | 12               | 12.6    | 11.4   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | S2 开关                                                   | S2  | —  | 常开               | —       | —      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | S2'开关 <sup>e</sup>                                      | S2' | —  | 常开               | —       | —      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Sv 开关 <sup>f</sup>                                      | Sv  | —  | 常开/常闭            | —       | —      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 等效二极管压降 <sup>g</sup><br>(2.75 mA~10 mA,<br>-40 ℃~+85 ℃) | Vd1 | V  | 0.70             | 0.85    | 0.55   |
| <p><sup>a</sup> 在使用环境条件下和可用寿命内都要保持精度范围。电阻精度不应超过±1%,电源精度不应超过±5%。</p> <p><sup>b</sup> 开关状态为未连接时充电机和车辆内开关的默认状态。</p> <p><sup>c</sup> 充电机厂家可自选配,如配置,初始化化状态为断开;不具备开关 S0 则等同于常闭状态。</p> <p><sup>d</sup> 车辆厂家可自定义,上拉电压 U2 不应大于 28 V。</p> <p><sup>e</sup> 车辆厂家可选配。如配置,初始化状态为断开。</p> <p><sup>f</sup> 车辆厂家可定义。</p> <p><sup>g</sup> 车辆厂家可选配,本附录以不具备二极管 D1 为例。</p> |                                                         |     |    |                  |         |        |

C.4 充电控制过程

C.4.1 车辆插头与车辆插座插合:电动汽车的可行驶状态检测

当电动汽车进入可行驶状态时应先闭合开关 Sv,通过测量检测点 3 的电压值确认车辆接口中 CC2 回路是否连接正常,当检测点 3 电压值为上拉电压 U2 时,确认车辆插座未与车辆插头连接,电动汽车处于可行驶状态。

当车辆插头与车辆插座插合后,电动汽车可以自动启动某种触发条件(如打开充电口盖板、车辆插头与车辆插座连接或者对电动汽车的充电按钮、开关等进行功能触发设置),通过锁止装置或者其他控制措施使电动汽车处于不可行驶状态。

C.4.2 车辆接口连接确认

C.4.2.1 车辆唤醒及对车辆接口的连接确认

车辆控制器应能通过检测点 2 或检测点 3(对于开关 Sv 初始化状态为闭合的电动汽车)被唤醒。唤醒后,车辆控制器应通过测量检测点 2 的电压值判断车辆接口中 CC1 回路是否连接正常,当检测点 2 电压值为 10.8 V(表 C.2 中状态 A,对于配置开关 S2'的电动汽车)或 2.34 V(表 C.2 中状态 B,对于未配置 S2'开关的电动汽车)时,确认车辆接口中 CC1 回路已连接。

对于开关 Sv 初始化状态为断开的电动汽车,被唤醒后车辆控制器应闭合开关 Sv。

车辆控制器应通过检查检测点 3 的电压值确认车辆接口中 CC2 回路是否连接正常以及所连接至

的充电机类型:当检测点 3 电压值为上拉电压  $U_2$  的一半时,确认连接至采用 GB/T 20234.4 的充电连接装置的充电机,然后对于配置开关  $S_2'$  的电动汽车,车辆控制器应闭合开关  $S_2'$ 。检测点 3 电压值为其他电压值时,见表 G.1 的相关要求。

#### C.4.2.2 充电机对车辆接口的连接确认

操作人员对充电机进行充电设置后,设备控制器通过测量检测点 1 的电压值判断车辆插头与车辆插座是否完全连接(CC1 回路),当检测点 1 的电压值为 2.34 V(见表 C.2 中状态 B)时,确认车辆接口已完全连接。

#### C.4.3 充电连接就绪

当充电机允许充电时,设备控制器应闭合开关  $S_1$  并建立通信,此时检测点 1 的电压值为 8.73 V(见表 C.2 中状态 C),车桩开始进行通信版本协商。

当电动汽车允许充电时,车辆控制器应闭合开关  $S_2$ 。电动汽车在确认车辆接口完全连接后且进入充电机自检阶段前,应启动电子锁锁止。车辆控制器应控制开关  $S_v$  在充电机自检阶段前断开,并保持开关  $S_v$  的断开状态直至能量传输阶段结束。

充电机和电动汽车均允许充电时,检测点 1 和检测点 2 的电压值均为 5.60 V(见表 C.2 中状态 D)。

#### C.4.4 充电预约(可选功能)

在能量传输前,车辆控制器与设备控制器可选进入充电预约。预约过程如果发生充电连接装置断开的情况,当再次连接时,双方应重新进行通信版本协商。任一方或双方需要预约时,设备控制器应断开开关  $S_1$  并根据双方预约策略进行计时。预约开始后车辆控制器应断开开关  $S_2$ (如果  $S_2$  已经闭合)进入休眠状态且开关  $S_2'$  应保持闭合状态(对于配置开关  $S_2'$  的电动汽车)。电动汽车休眠期间,检测点 1 和检测点 2 的电压值均为 2.34 V(见表 C.2 中状态 B)。当预约时间到达时,设备控制器闭合开关  $S_1$  以唤醒电动汽车,并开始数据交互,此时检测点 1 和检测点 2 的电压值均为 8.73 V(见表 C.2 中状态 C)。开关  $S_1$  闭合后 10s 内电动汽车被唤醒,车辆控制器应闭合开关  $S_2$ ,此时检测点 1 和检测点 2 的电压值均为 5.60 V(见表 C.2 中状态 D)。

注:如果电动汽车被唤醒后,当需要继续预约时,车辆控制器将新预约信息通过通信报文告知充电机,进入新一轮的预约流程。当不需要继续预约时,则双方进入下一阶段。正在考虑中。

#### C.4.5 自检阶段

在车辆接口完全连接后  $C_5$  和  $C_6$  闭合前,设备控制器先检测  $C_1$  和  $C_2$  外侧电压的绝对值不应大于 60 V DC,确认车辆供电回路外侧正常;同时通过测量检测点 1 的电压值为 5.60 V(见表 C.2 中状态 D)以确认开关  $S_2$  为闭合状态,否则不允许充电。在自检阶段,充电机应进行直流供电回路  $C_1$  和  $C_2$  触点粘连检测、短路检测以及充电机内部(含充电电缆)的绝缘监测。绝缘监测时充电机应闭合  $C_1$  和  $C_2$  且输出电缆绝缘监测电压应为参数协商中车辆最高允许充电总电压和充电机最高充电电压中的较小值(具体要求应满足 C.7.3);绝缘监测完成后,将 IMD 以物理的方式从强电回路中分离,并投入泄放回路对直流输出电压进行泄放;泄放结束后,泄放电路应从强电回路中分离;当直流供电回路 DC+ 与 DC- 之间电压降至 60 V DC 以下时断开  $C_1$  和  $C_2$ 。

#### C.4.6 供电模式(可选功能)

C.4.6.1 在能量传输前,由于动力蓄电池状态不允许充电且需要充电机供电时,车辆控制器可与设备控制器进行供电模式功能协商。即当双方功能协商确认均支持供电模式功能,在自检阶段后、预充电前

进入供电模式,电动汽车断开动力蓄电池连接,并由充电机进行恒压供电。

注:另一种脉冲加热供电模式方案见附录J。

**C.4.6.2** 供电模式阶段由充电机负责绝缘监测。车辆控制器应断开动力蓄电池与C5和C6之间的电连接并将动力蓄电池外侧回路电压泄放至60 V DC以下,再闭合C5和C6;设备控制器应在确认车辆供电状态就绪后,闭合C1和C2。当车辆控制器确认充电机供电状态就绪且充电机当前最大输出电流值不小于整车当前最大供电电流需求值后,才可导通电动汽车内部高压负载。

注:供电模式阶段电动汽车不接入动力蓄电池,电动汽车内部高压负载可能是阻性或感性负载,充电机输出电压、电流可能存在较大纹波。

**C.4.6.3** 供电模式阶段,车辆控制器向设备控制器实时发送车辆供电需求参数,当前最大供电电流需求值应包含电动汽车内部高压负载启动电流。

**C.4.6.4** 设备控制器开始调整输出供电电压,应具备软启动功能(1 s~8 s)。稳压工作开机启动过程中,输出电压过冲不应大于当前整定值的5%。当充电机从暂停状态恢复供电模式时,应同样满足上述要求。

**C.4.5.5** 供电模式阶段,在恒压供电模式下,当充电机的输出电流在5 A及以下时,可保持输出的持续时间不应低于10 min。

**C.4.6.6** 供电模式阶段,在恒压供电模式下,充电机输出电压应满足整车供电电压需求值,输出电流能力不应小于整车当前最大供电电流需求值。

**C.4.6.7** 供电模式阶段,当充电机当前最大输出电流值小于整车当前最大供电电流需求值时,如电动汽车判断可降功率启动内部高压负载,车辆控制器应调整整车当前最大供电电流需求值低于充电机当前最大输出电流值;如电动汽车判断内部高压负载不能正常工作,车辆控制器可发送供电模式结束报文,退出供电模式阶段;如触发电动汽车内部高压负载欠压保护,车辆控制器可发送车辆中止报文结束充电流程。

**C.4.6.8** 供电模式阶段,当充电机需要调节输出功率小于整车当前最大供电电流需求时,应先更新当前最大输出电流值,在车辆控制器响应调节负载用电功率并更新整车当前最大供电电流需求值后,进行输出能力调节。功率调节过程中,充电机不宜进行欠压保护,如进行欠压保护,应具有故障自恢复功能。

**C.4.6.9** 供电模式阶段,车辆控制器需要调节供电需求大于充电机当前最大输出电流值时,应先更新整车当前最大供电电流需求,在设备控制器完成调节并更新当前最大输出电流值前,车辆控制器不应调整实际用电超过充电机当前最大输出电流。

**C.4.6.10** 供电模式阶段结束后,车辆控制器应关闭内部高压负载并断开C5和C6,设备控制器检测到电流降低至5 A及以下后断开C1和C2,然后投入泄放回路,将C1和C2前端电压降至60 V DC以下。

**C.4.6.11** 供电模式阶段,电动汽车故障停机条件和触发时间由制造商自行定义,具体执行动作应符合C.4.10或C.4.11的规定。

**C.4.6.12** 供电模式阶段,充电机故障停机条件包括但不限于:

- 供电电压不匹配:车辆需求电压超出充电机输出电压范围,或充电机无法控制输出电压与车辆需求电压之间差值稳定在 $\pm 5\%$ 范围内;
- 供电电流异常:整车当前最大供电电流需求值低于充电机最小充电输出电流值;
- 车辆逻辑错误:接收到的车辆供电状态由就绪变为未就绪;
- 绝缘超限或接地故障。

## C.4.7 预充电

车辆控制器先闭合C5和C6,使车辆供电回路导通;设备控制器检测到当前车辆供电回路电压正常(确认接触器C1和C2外端电压:与通信报文电池电压误差范围 $\leq \pm 5\%$ 且在充电机正常工作电压范围内)后,根据其配置电路并按照C.7.5先进行预充电再导通直流供电回路。

#### C.4.8 能量传输阶段

##### C.4.8.1 充电模式

在能量传输阶段,车辆控制器向设备控制器实时发送电池充电需求参数,设备控制器调整充电电流下降时:当  $\Delta I/dl_{\min} \leq 1$  s,最长在 1 s 内将充电电流调整到与命令值相一致; $\Delta I/dl_{\min} > 1$  s,按照最长在  $\Delta I/dl_{\min}$  s ( $dl_{\min}$  为电流调整速率,至少 20 A/s)。设备控制器根据电池充电需求参数实时调整充电电压和充电电流。此外,车辆控制器和设备控制器应相互发送各自的状态信息。整个能量传输过程和供电模式下,由充电机负责监测直流供电回路对地的绝缘性能。

充电机制造商可自定义电流上调时电流调整速率和电流下调时电流调整速率,并通过数字通信告知电动汽车。

##### C.4.8.2 放电模式或其他工作模式(可选功能)

根据功能协商结果,如果充电机和电动汽车均支持放电模式或其他工作模式,则进入对应工作模式进行能量传输。放电控制过程见 E.5。

##### C.4.8.3 车辆接口温升能力检测(可选功能)

为确认车辆接口直流供电回路完整性、避免因车辆接口磨损等非预期缺陷造成大电流传输中温升过高的情况,充电机可在能量传输阶段选择进行车辆接口温升能力检测。当车辆接口充电电流需求值大于等于制造商规定的非冷却工况最大工作电流值(定义在 GB/T 20234.4)时,充电机按照非冷却工况最大工作电流值进行测试,持续时间 1 min。测试期间如果温度上升速率超过制造商规定的限值,充电机应触发故障停机。测试结束后充电机开启冷却系统并按照当前车辆充电需求进行充电(电流调整速率应符合 C.4.8.1 的规定)。整个测试过程中,车辆控制器不应当前电流测量值进行合规性评判。

#### C.4.9 正常条件下充电结束停机

##### C.4.9.1 充电机正常充电结束停机

当达到用户设定的终止条件,如刷卡停止、达到目标 SOC 等或收到车辆的中止报文后,设备控制器发送中止充电报文,同时应在 5 s 内将充电电流降至 5 A 及以下后断开接触器 C1 和 C2、开关 S1;在确认车辆 C5 和 C6 断开后,将车辆接口处直流供电回路 DC+ 与 DC- 之间的电压泄放至 60 V DC 以下,并将泄放电路从强电回路中分离。车辆接口断开时直流供电回路 DC+ 与 DC- 之间、DC+ 与 PE 之间、DC- 与 PE 之间的电压均小于 60 V DC。

##### C.4.9.2 车辆正常充电结束停机

车辆控制器根据电池系统判断已达到充电结束条件或者收到充电机的中止充电报文后,开始发送中止充电报文,在确认 C1 和 C2 断开后,可进行 C5 和 C6 粘连检测,再断开 C5 和 C6,最后断开开关 S2。电子锁解锁时车辆接口电压应降到 60 V DC 以下。对于配置开关 S2' 的电动汽车,车辆接口断开前车辆控制器可断开开关 S2'。

车辆中止充电的直流充电连接过程和控制时序如图 C.4 所示。

#### C.4.10 故障停机

##### C.4.10.1 充电机故障停机

在预充电前,当充电机确认车辆供电回路发生故障情况,如 C1 和 C2 外侧的车辆供电回路电压不

正常(与通信报文中车辆接口当前电压测量值的误差范围 $>5\%$ 或不在充电机正常充电范围内)时,设备控制器应发送中止报文,并断开开关 S1 且不允许充电。

在自检阶段、供电模式、预充电,当充电机确认发生故障情况时,设备控制器应发送中止报文,并将车辆接口处直流供电回路 DC+ 与 DC- 之间、DC+ 与 PE 之间、DC- 与 PE 之间的电压降至 60 V DC 以下,断开开关 S1 且不允许充电。

在能量传输阶段,当充电机确认发生故障情况时,设备控制器应同时开始以下动作,具体时间应符合表 C.14 的规定:

- 发送中止报文,并将车辆接口处输出电流降至 5 A 及以下;
- 确认直流供电回路 DC+ 与 DC- 之间、DC+ 与 PE 之间、DC- 与 PE 之间的电压降至 60 V DC 以下。

设备控制器应在确认接触器 C1 和 C2 断开后 S 断开开关 S1;在确认车辆 C5 和 C6 断开后,将车辆接口处直流供电回路 DC+ 与 DC- 之间的电压泄放至 60 V DC 以下,并将泄放电路应从强电回路中分离。

充电故障停机的直流充电连接过程和控制时序参照图 C.5,触发时间和动作时间应符合表 C.14 的规定。

#### C.4.10.2 车辆故障停机

在能量传输阶段,当车辆确认发生故障情况时,车辆控制器应发送中止报文,在确认充电电流降至 5 A 及以下且 C1 和 C2 断开后,可进行 C5 和 C6 粘连检测,再断开 C5 和 C6,然后断开开关 S2。触发时间和响应动作时间由车厂自定义。电子锁解锁时车辆接口电压应降到 60 V DC 以下。对于配置开关 S2' 的电动汽车,车辆接口断开前车辆控制器可断开开关 S2'。

充电故障停机的直流充电连接过程和控制时序如图 C.5 所示。

#### C.4.11 紧急停机

##### C.4.11.1 充电机紧急停机

在能量传输阶段,当发生紧急情况时,充电机采用断开开关 S1 的方式快速告知电动汽车。

当充电机检测到紧急情况或检测点 1 电压超过正常充电范围(见表 C.2 规定的状态 D)后(触发时间定义在表 C.15 中),设备控制器应同时执行以下动作:

- 在 20 ms 内将充电电流降至 5 A 及以下并断开开关 S1;
- 在 100 ms 内断开接触器 C1 和 C2;
- 在 1 s 内将直流供电回路 DC+ 与 DC- 之间、DC+ 与 PE 之间、DC- 与 PE 之间的电压降至 60 V DC 以下;
- 发送中止报文。

在确认车辆 C5 和 C6 断开后,将车辆接口处直流供电回路 DC+ 与 DC- 之间的电压泄放至 60 V DC 以下,并将泄放电路应从强电回路中分离。

一种典型的充电紧急停机的直流充电连接过程和控制时序如图 C.6 所示,触发时间和动作时间应符合表 C.15 的规定。

##### C.4.11.2 车辆紧急停机

在能量传输阶段,当发生紧急情况时,电动汽车采用断开开关 S2 的方式快速告知充电机。

当电动汽车检测到自身紧急情况(触发时间定义在表 C.16 中),应在断开开关 S2 后 210 ms 内断

开 C5 和 C6;或者当车辆控制器测量到检测点 2 电压变化判断充电机开关 S1 断开后 200 ms 内将 C5 和 C6 断开。电子锁解锁时车辆接口电压应降到 60 V DC 以下。对于配置开关 S2'的电动汽车,车辆接口断开前车辆控制器可断开开关 S2'。

一种典型的充电紧急停机的直流充电连接过程和控制时序如图 C.6 所示,触发时间和动作时间应符合表 C.16 的规定。

## C.5 控制导引电路状态转换图及控制时序列表

### C.5.1 控制导引电路状态

控制导引电路状态如表 C.2 所示。

表 C.2 控制导引电路状态

| 充电过程状态 | 检测点 1 电压 <sup>a</sup><br>V |                 |                 |  | 检测点 2 电压 <sup>a</sup><br>V |      |     |  | 检测点 3 电压 <sup>a</sup><br>$U_{S0\text{断开}}/U_{S0\text{闭合}}$ V |                   |                   |  | 开关 |                 |    |                  | 是否允许充电 <sup>b</sup> |      | 说明                                              |
|--------|----------------------------|-----------------|-----------------|--|----------------------------|------|-----|--|--------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|--|----|-----------------|----|------------------|---------------------|------|-------------------------------------------------|
|        | 最小值                        | 标称值             | 最大值             |  | 最小值                        | 标称值  | 最大值 |  | 最小值                                                          | 标称值               | 最大值               |  | S1 | S2 <sup>c</sup> | S2 | Sv               | 充电机                 | 电动汽车 |                                                 |
| 状态 A   | 10 <sup>d</sup>            | 12 <sup>d</sup> | 13 <sup>d</sup> |  | 0                          | 0    | 0   |  | 0/10 <sup>e</sup>                                            | 0/12 <sup>e</sup> | 0/13 <sup>e</sup> |  | 开  | 开               | 开  | 开/合 <sup>e</sup> | 否                   | 否    | 未插枪                                             |
|        | 10 <sup>e</sup>            | 12 <sup>e</sup> | 13 <sup>e</sup> |  | 0                          | 0    | 0   |  | 0/5 <sup>e</sup>                                             | 0/6 <sup>e</sup>  | 0/7 <sup>e</sup>  |  | 开  | 开               | 开  | 开/合 <sup>e</sup> | 否                   | 否    | 插枪半连接, 只有 CC2 插合                                |
|        | 10                         | 12              | 13              |  | 0                          | 0    | 0   |  | 0                                                            | 0                 | 0                 |  | 合  | 合               | 合  | 开                | 否                   | 否    | 能量传输阶段充电机侧 PE 断线                                |
|        | 10                         | 12              | 13              |  | 0                          | 0    | 0   |  | −13                                                          | −12               | −10               |  | 合  | 合               | 合  | 开                | 否                   | 否    | 能量传输阶段车辆接口 PE 断针或车辆侧 PE 断线                      |
| 状态 A'  | 10                         | 10.8            | 13              |  | 9.3                        | 10.8 | 12  |  | 0/5 <sup>e</sup>                                             | 0/6 <sup>e</sup>  | 0/7 <sup>e</sup>  |  | 开  | 开               | 开  | 开/合 <sup>e</sup> | 否                   | 否    | 完全插合(对于 S2' 常开)                                 |
| 状态 B   | 2                          | 2.34            | 4               |  | 1.5                        | 2.34 | 4   |  | 0/5 <sup>e</sup>                                             | 0/6 <sup>e</sup>  | 0/7 <sup>e</sup>  |  | 开  | 合               | 开  | 开/合 <sup>e</sup> | 否                   | 否    | 完全插合后车切换电路(对于 S2' 常开)、完全插合(对于 S2' 常开)、车桩预约中、拔枪前 |
| 状态 C'  | 7                          | 8.73            | 10              |  | 7                          | 8.73 | 9.3 |  | 0/5 <sup>e</sup>                                             | 0/6 <sup>e</sup>  | 0/7 <sup>e</sup>  |  | 合  | 合               | 开  | 开/合 <sup>e</sup> | 是                   | 否    | 充电机准备就绪                                         |
|        | 7                          | 8.73            | 10              |  | 7                          | 8.73 | 9.3 |  | 0                                                            | 0                 | 0                 |  | 合  | 合               | 开  | 开                | 是                   | 否    | 能量传输阶段车辆紧急停机                                    |
| 状态 D'  | 4                          | 5.6             | 7               |  | 4                          | 5.6  | 7   |  | 0                                                            | 0                 | 0                 |  | 合  | 合               | 合  | 开                | 是                   | 是    | 能量传输中                                           |

表 C.2 控制导引电路状态 (续)

| 充电过程状态 | 检测点 1 电压 <sup>a</sup><br>V |      |     | 检测点 2 电压 <sup>a</sup><br>V |      |     | 检测点 3 电压 <sup>a</sup><br>$U_{S0\text{断开}}/U_{Sv\text{闭合}}$ V |                  |                  |  | 开关 |                 |    |                  | 是否允许充电 <sup>b</sup> |      | 说明            |
|--------|----------------------------|------|-----|----------------------------|------|-----|--------------------------------------------------------------|------------------|------------------|--|----|-----------------|----|------------------|---------------------|------|---------------|
|        | 最小值                        | 标称值  | 最大值 | 最小值                        | 标称值  | 最大值 | 最小值                                                          | 标称值              | 最大值              |  | S1 | S2 <sup>c</sup> | S2 | Sv               | 充电机                 | 电动汽车 |               |
| 状态 E   | 0.5                        | 0.88 | 2   | 0.5                        | 0.88 | 1.5 | 0/5 <sup>e</sup>                                             | 0/6 <sup>e</sup> | 0/7 <sup>e</sup> |  | 开  | 合               | 合  | 开/合 <sup>e</sup> | 否                   | 否    | 车辆准备就绪        |
|        | 0.5                        | 0.88 | 2   | 0.5                        | 0.88 | 1.5 | 0                                                            | 0                | 0                |  | 开  | 合               | 合  | 开                | 否                   | 否    | 能量传输阶段充电机紧急停机 |

<sup>a</sup> 所有电压都是在稳定后车辆接口或等效位置测量的有效值,对于检测点 1 和检测点 2 的电压值范围,最小值(包含)、最大值(不含),具体测试限值见相关测试标准。

<sup>b</sup> 对于充电机,允许导通直流供电回路(闭合开关 S1);对于车辆,允许导通车辆供电回路(闭合开关 S2)。

<sup>c</sup> 对于配置开关 S2' 的电动汽车, S2' 初始状态为断开。

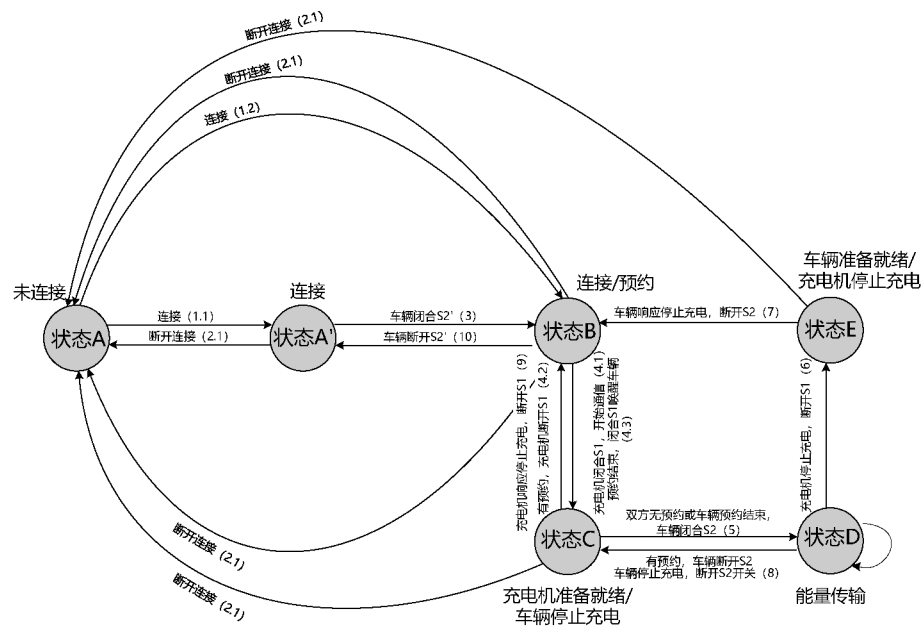
<sup>d</sup> 对于配置开关 S0 的充电机,检测点 1 电压为闭合 S0 时范围。

<sup>e</sup> 检测点 3 的电压分别对应开关 Sv 为断开或闭合时的状态。

<sup>f</sup> 对于配置开关 S2' 的电动汽车,能量传输阶段,如果出现 S2' 断开时,则检测点 1 和检测点 2 的电压可能处于状态 C 或状态 D 的范围。

C.5.2 控制导引电路状态转换图

直流充电控制导引电路状态转换如图 C.2 所示。



注 1：断开连接也包括除了能量传输阶段电子锁未可靠锁止时断开连接的情况。  
注 2：图中括号内数字对应于表 C.3 中的时序。

图 C.2 控制导引电路状态转换图(检测点 1)

直流充电控制导引电路状态转换表如表 C.3 所示(以上拉电压  $U_2$  为 12 V,  $R_v$  等效电阻为 1 000  $\Omega$  为例)。

表 C.3 控制导引电路状态转换表

| 时序                          | 状态         | 条件                                                                                                                                                                        | 备注   |
|-----------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1.1<br>连接(对于配置开关 S2' 的电动汽车) | 状态 A       | 电动汽车未连接,检测点 1 电压为 12 V,检测点 2 电压为 0 V,电动汽车可能处于休眠状态                                                                                                                         | 物理连接 |
|                             | 状态 A→状态 A' | 电动汽车和充电机通过充电线缆建立连接,设备控制器通过测量检测点 1 的电压值判断车辆插头与车辆插座是否完全连接(CC1 回路),检测点 1 电压从 12 V→10.8 V;检测点 2 电压从 0 V→10.8 V,电动汽车被唤醒。<br>如果连接前电动汽车内部 S <sub>v</sub> 为常闭开关,电动汽车可以通过检测点 3 被唤醒 |      |

表 C.3 控制导引电路状态转换表 (续)

| 时序                            | 状态                                            | 条件                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 备注   |
|-------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1.1<br>连接(对于配置开关 S2' 的电动汽车)   | 状态 A'                                         | <p>对于连接前 S<sub>v</sub> 为常开开关的电动汽车,此时车辆控制器闭合 S<sub>v</sub> 开关。车辆控制器通过检查检测点 3 的电压值判断车辆插头与车辆插座是否完全连接(CC2 回路)并确认所连接至的充电机类型:</p> <p>a) 检测点 3 电压为 6 V 时,则确认连接至采用 GB/T 20234.4 的充电连接装置的充电机;</p> <p>b) 检测点 3 电压为 8 V,则确认连接至采用 GB/T 20234.3—2023 的充电连接装置的充电机;</p> <p>c) 检测点 3 电压为非 6 V 和 8 V,参见附录 H.3.2 进行判断。</p> <p>上拉电压 U<sub>2</sub> 为 12V 的情况。</p>  |      |
| 1.2<br>连接(对于未配置开关 S2' 的电动汽车)  | 状态 A→状态 B                                     | <p>电动汽车和充电机通过充电线缆建立连接,设备控制器通过测量检测点 1 的电压值判断车辆插头与车辆插座是否完全连接(CC1 回路),检测点 1 电压从 12 V→2.34 V;</p> <p>检测点 2 电压从 0 V→2.34 V,电动汽车被唤醒。</p> <p>如果连接前车辆内部 S<sub>v</sub> 为常闭开关,车辆还可以用检测点 3 进行唤醒。</p>                                                                                                                                                      |      |
|                               | 状态 B                                          | <p>对于连接前 S<sub>v</sub> 为常开开关的电动汽车,此时车辆控制器闭合 S<sub>v</sub> 开关。车辆控制器通过检查检测点 3 的电压值判断车辆插头与车辆插座是否完全连接(CC2 回路)并确认所连接至的充电机类型:</p> <p>a) 检测点 3 电压为 6 V 时,则确认连接至采用 GB/T 20234.4 的充电连接装置的充电机;</p> <p>b) 检测点 3 电压为 8 V,则确认连接至采用 GB/T 20234.3—2023 的充电连接装置的充电机;</p> <p>c) 检测点 3 电压为非 6 V 和 8 V,参见附录 H.3.2 进行判断。</p> <p>上拉电压 U<sub>2</sub> 为 12 V 的情况。</p> |      |
| 2.1<br>断开连接(除能量传输阶段)          | 状态 A'→状态 A<br>(状态 B→状态 A、状态 C→状态 A、状态 E→状态 A) | <p>车辆接口完全断开连接或 CC1 断路时,设备控制器测量到检测点 1 电压从 10.8 V(2.34 V、8.73 V、0.88 V)→12 V,且不允许充电。</p> <p>车辆控制器测量到检测点 2 电压从 10.8 V(2.34 V、8.73 V 或 0.88 V)→0 V,或者在 S<sub>v</sub> 闭合状态下,监测到检测点 3 电压从 6 V→12 V,不允许充电</p>                                                                                                                                         | 断开连接 |
| 3<br>硬件版本切换(对于配置开关 S2' 的电动汽车) | 状态 A'→状态 B                                    | <p>车辆控制器闭合 S2' 开关,当设备控制器检测到检测点 1 电压从 10.8 V→2.34 V,则判断为车辆接口已完全连接</p>                                                                                                                                                                                                                                                                           |      |

表 C.3 控制导引电路状态转换表 (续)

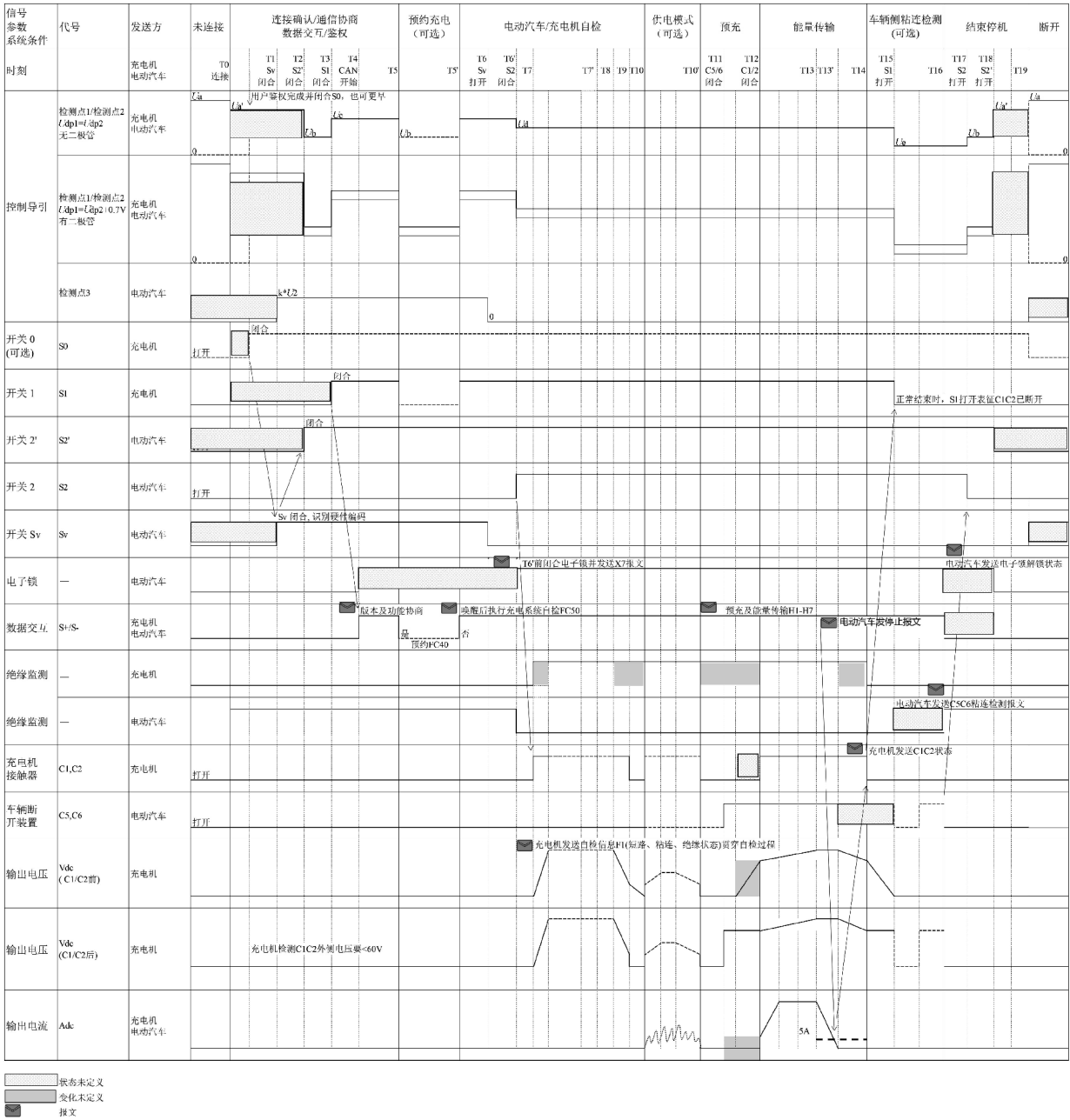
| 时序                                   | 状态        | 条件                                                                                                                                                                               | 备注 |
|--------------------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1<br>通信版本协商<br>(S1 闭合)             | 状态 B→状态 C | 设备控制器闭合 S1 开关,测量到检测点 1 电压从 2.34 V→8.73 V,开始进入通信版本协商;<br>车辆控制器测量到检测点 2 电压从 2.34 V→8.73 V,等待“充电机协议版本”报文                                                                            |    |
|                                      | 状态 C      | 进入版本协商阶段,双方交互并确认通信协议版本信息,协商成功后进入功能协商和参数配置阶段。<br>电动汽车确认车辆接口完全连接后,启动电子锁且可靠锁止。车辆控制器应控制开关 S <sub>v</sub> 在开关 S2' 闭合后(对于配置开关 S2' 的电动汽车)且充电机自检前断开,并保持开关 S <sub>v</sub> 的断开状态直至能量传输阶段结束 |    |
| 4.2<br>启动预约(车辆休眠)                    | 状态 C→状态 B | 当电动汽车或者充电机任意一方有预约,在功能协商阶段双方交换预约参数。设备控制器应断开开关 S1,车辆控制器断开 S2 开关,检测点 1 电压从 8.73 V→2.34 V;车辆控制器保持 S2 开关为断开状态                                                                         |    |
|                                      | 状态 B      | 电动汽车进入休眠状态;由充电机根据双方预约策略进行计时                                                                                                                                                      |    |
| 4.3<br>预约结束(充电机准备就绪)                 | 状态 B→状态 C | 预约时间达到后,充电机闭合 S1 开关,检测点 1 电压从 2.34 V→8.73 V,充电机充电准备就绪,并通过报文告知车辆预约结束;<br>检测点 2 电压为 8.73 V,电动汽车应能被唤醒,并响应通信交互                                                                       |    |
| 5<br>自检、供电模式(可选)、预充及能量传输阶段(车辆充电准备就绪) | 状态 C→状态 D | 双方无预约或者电动汽车确认预约结束,车辆控制器闭合 S2 开关,车辆充电准备就绪,检测点 1 电压从 8.73 V→5.60 V,检测点 2 电压从 8.73 V→5.60 V                                                                                         |    |
|                                      | 状态 D      | 检测点 1 电压为 5.60 V,检测点 2 电压为 5.60 V,电动汽车和充电机应允许充电,进入充电机自检、供电模式(可选)、预充电及能量传输阶段                                                                                                      |    |
| 6<br>充电机停止充电                         | 状态 D→状态 E | 在能量传输中,充电机满足正常停止充电条件(见 C.4.9.1)、发生故障情况(见 C.4.10.1)或紧急情况(见 C.4.11.1)时,应断开 S1 开关(检测点 1 电压从 5.60 V→0.88 V),应执行相应停止充电操作                                                              |    |

表 C.3 控制导引电路状态转换表 (续)

| 时序                                     | 状态         | 条件                                                                                                                   | 备注 |
|----------------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 7<br>车辆响应充电机停止充电                       | 状态 E→状态 B  | 在能量传输中,车辆控制器测量到检测点 2 电压从 5.60 V→0.88 V 或收到中止报文后,断开 S2 开关(检测点 2 电压从 0.88 V→2.34 V),发送中止报文,并执行相应停止充电操作                 |    |
| 8<br>车辆停止充电                            | 状态 D→状态 C  | 在能量传输中,电动汽车满足正常停止充电条件(见 C.4.9.2)、发生故障情况(见 C.4.10.2)或紧急情况(见 C.4.11.2)时,应断开 S2 开关(检测点 2 电压从 5.60 V→8.73 V),并执行相应停止充电操作 |    |
| 9<br>充电机响应车辆停止充电                       | 状态 C→状态 B  | 在能量传输中,设备控制器测量到检测点 1 电压从 5.60 V→8.73 V 或收到中止报文后,断开 S1 开关(检测点 1 电压从 8.73 V→2.34 V),发送中止报文,并执行相应停止充电操作                 |    |
| 10<br>车辆接口断开前断开开关 S2'(对于配置开关 S2'的电动汽车) | 状态 B→状态 A' | 电动汽车断开 S2' 开关,允许将车辆插头从车辆插座中拔出                                                                                        |    |

### C.6 充电连接控制时序

一种典型的直流充电连接过程和控制时序如图 C.3 所示,以配置 S2'开关、车辆正常结束停机为例。



注：检测点电压值  $U_a$ 、 $U_{a'}$ 、 $U_b$ 、 $U_c$ 、 $U_d$  见表 C.2 中对应状态 A、状态 A'、状态 B、状态 C、状态 D 下的电压值。

图 C.3 直流充电连接控制时序图(正常结束停机)

对应图 C.4 的充电连接控制时序说明见表 C.4。

表 C.4 直流充电控制时序表(正常结束停机)

|    |                                                                                                                                                                                    |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| T0 | 连接充电连接装置,电子锁为自然打开状态。开关 S1、S2 为常开状态,开关 Sv、S2' 状态由电动汽车自定义,常开或者常闭。检测点 1 的电压由 12 V→10.8 V(或 2.34 V),检测点 2 的电压由 0 V→10.8 V(或 2.34 V),车辆控制器通过检测点 2 电压被唤醒。<br>当检测 1 电压为 2.34 V,充电机确认已完全连接 |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

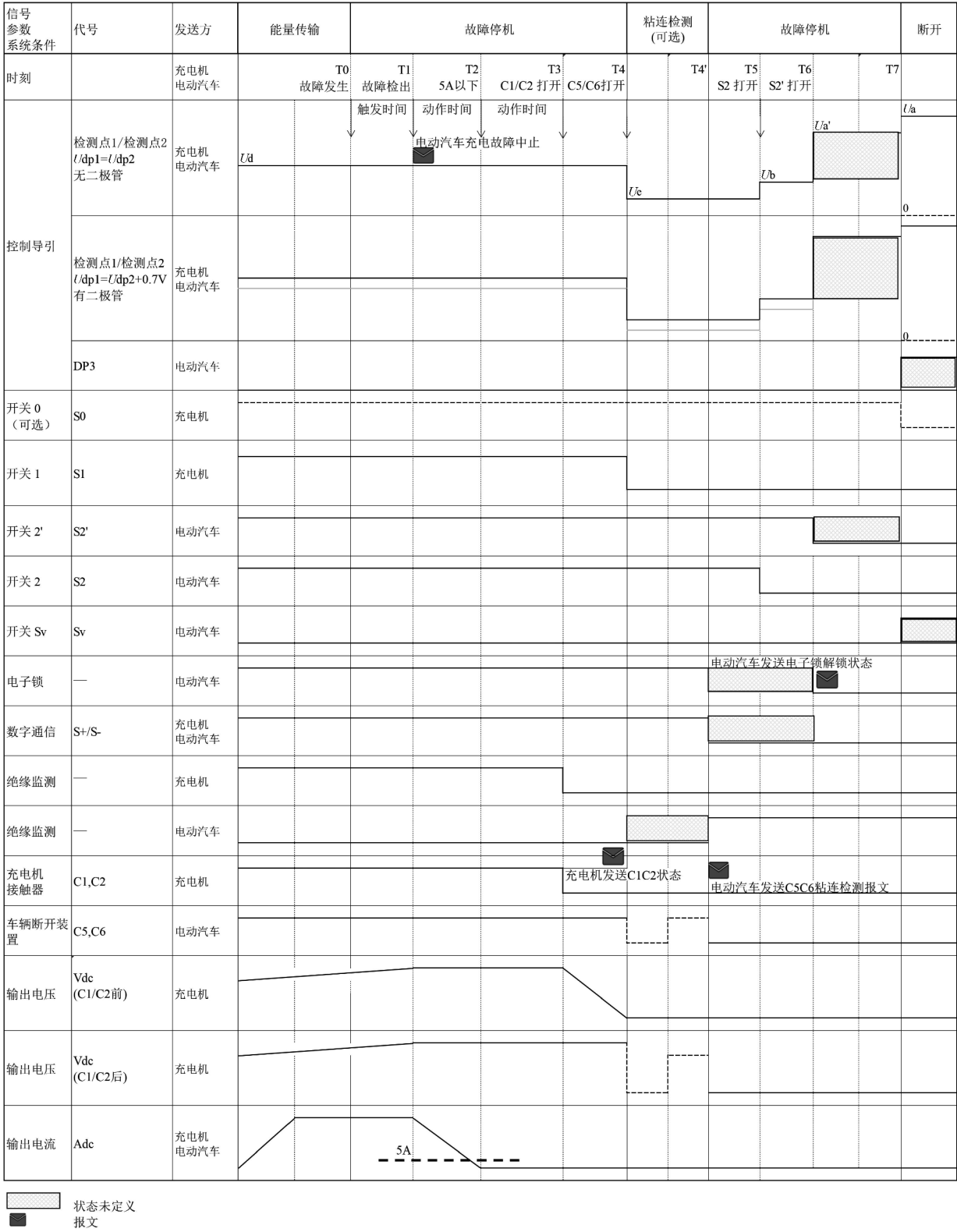
表 C.4 直流充电控制时序表(正常结束停机)(续)

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| T1       | 电动汽车闭合 Sv(无论 Sv 是常开还是常闭,在 T1 时刻前应闭合),检测点 3 电压为上拉电压 U2 的一半,确认车辆接口中 CC2 回路且连接至采用 GB/T 20234.4 的充电连接装置的充电机                                                                                                                                                          |
| T2       | 开关 S2'闭合,检测点 1 和检测点 2 的电压为 2.34 V,充电机确认已完全连接                                                                                                                                                                                                                     |
| T3       | 充电机充电准备就绪后闭合 S1 开关,检测点 1 和检测点 2 的电压为 8.73 V。<br>如果未检测到 S1 开关闭合状态,电动汽车可进入休眠                                                                                                                                                                                       |
| T4       | 充电机首先发起版本协商。<br>(T4-T3)<1 s。如果未收到版本协商报文,电动汽车可进入休眠                                                                                                                                                                                                                |
| T5       | 充电机和电动汽车之间的预约充电协商成功                                                                                                                                                                                                                                              |
| T5→T5'   | 该阶段为可选的预约充电功能模块。在 T5 时刻,S1 开关断开且 S2'开关保持闭合,进入预约阶段;T5'时刻,开关 S1 再次闭合对车辆进行唤醒,并进入 T6。此阶段是一个示例,也可发生在充电机自检阶段之后。<br>如果预约充电阶段发生 S2'开关断开(2.34 V→10.8 V),设备控制器应闭合 S1(10.8 V→11.9 V)并发送错误报文且等待 S2'开关闭合,如果在闭合 S1 后 10s 内检测到 S2'开关闭合(11.9 V→8.73 V),则断开 S1 开关并继续预约充电计时;否则中止充电 |
| T6→T6'   | 电动汽车充电准备就绪后应在 T6'时闭合 S2 开关。S2 开关闭合时电子锁应锁上,S2 开关闭合后电动汽车停止其内部绝缘监测。<br>Sv 开关应在 S2 开关闭合前(T6')的任意时刻断开(如 T6 时刻)。T6'之后检测点 1 电压为 5.6 V,检测点 3 电压为 0 V                                                                                                                     |
| T7       | 设备控制器闭合 C1 和 C2                                                                                                                                                                                                                                                  |
| T7→T7'   | 该阶段为充电机进行 C1 和 C2 触点粘连检测、供电回路的短路检测和绝缘监测[充电机内部(含充电电缆)]的时段                                                                                                                                                                                                         |
| T8       | 当绝缘监测结束后,设备控制器断开绝缘检测电路开关,开始泄放                                                                                                                                                                                                                                    |
| T8→T9    | 投入泄放电路将输出电压至 60V DC 以下后断开 C1 和 C2。泄放结束后,泄放电路应以物理的方式从强电回路中分离                                                                                                                                                                                                      |
| T9       | 设备控制器断开 C1 和 C2                                                                                                                                                                                                                                                  |
| T10→T10' | 这个阶段为可选的供电模式(电池加热)功能模块,充电机根据电动汽车充电电压需求值,为电动汽车内部高压负载供电。亦可采用脉冲加热供电模式方案(见附录 J)                                                                                                                                                                                      |
| T11→T12  | 车辆控制器闭合 C5 和 C6,充电机可采用投入旁路预充电路开始预充电,充电机侧最晚在 T12 前导通供电回路,(T12-T11)≤10 s                                                                                                                                                                                           |
| T12      | 设备控制器闭合 C1 和 C2,进入能量传输阶段,充电机根据电动汽车实时发送的电池充电需求,调整充电电压和充电电流,并开启能量传输阶段的绝缘监测                                                                                                                                                                                         |
| T13      | 电动汽车达到充电结束条件,车辆控制器发送中止报文                                                                                                                                                                                                                                         |
| T13→T13' | 设备控制器将充电电流降低至 5 A 及以下                                                                                                                                                                                                                                            |
| T14      | 设备控制器断开 C1 和 C2,停止能量传输阶段的绝缘监测,并投入泄放回路对输出电压进行泄放                                                                                                                                                                                                                   |

表 C.4 直流充电控制时序表(正常结束停机)(续)

|         |                                                                                                                      |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| T15     | 在 C1 和 C2 断开之后,设备控制器断开 S1 开关,检测点 1 的电压为 0.88 V                                                                       |
| T14→T16 | C5 和 C6 的粘连检测(可选),如果进行粘连检测,应发送相关报文至设备控制器。<br>T16 时刻之前,C5 和 C6 断开;T16 时刻之后,确认车辆接口电压降到 60 V DC 以下,电子锁可解锁,电动汽车可重启内部绝缘监测 |
| T17     | 在 C5 和 C6 断开之后,车辆控制器断开 S2 开关,检测点 1 和检测点 2 的电压为 2.34 V                                                                |
| T18     | 开关 S2'可以断开,最晚在 T19 连接装置断开。检测点 1 电压为 10.8 V。T18 是电子锁打开的最后时刻,也是通信结束的最后时刻。(T18—T17)≤5 s                                 |
| T19     | 充电连接装置断开,Sv 恢复初始化状态(常开或常闭),检测点 1 的电压为 12 V,检测点 2 的电压为 0 V                                                            |

一种典型的充电故障停机的直流充电连接过程和控制时序如图 C.5 所示,以配置 S2'开关的电动汽车为例。



注：检测点电压值  $U_a$ 、 $U_{a'}$ 、 $U_b$ 、 $U_d$ 、 $U_e$  见表 C.2 中对应状态 A、状态 A'、状态 B、状态 D、状态 E 下的电压值。

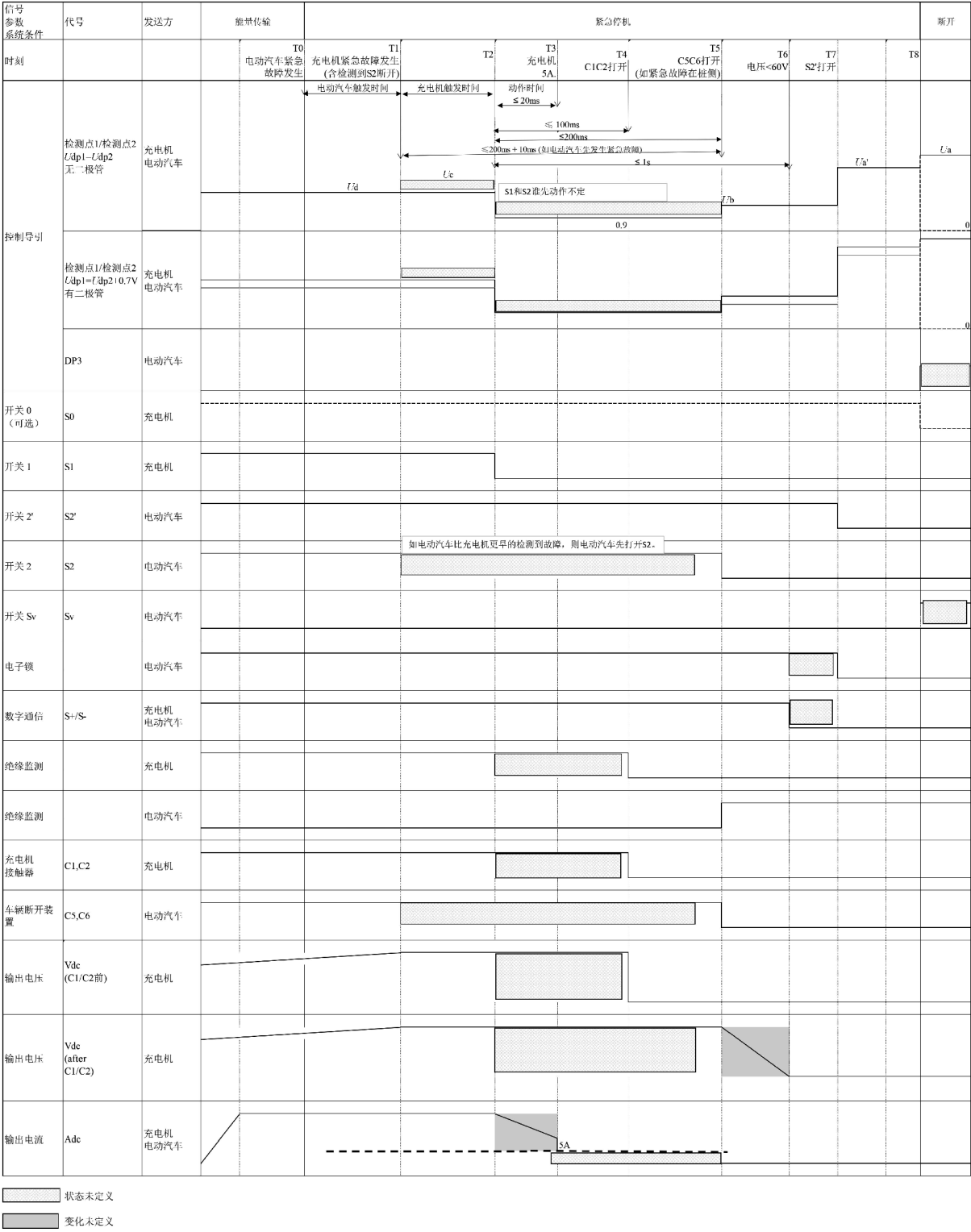
图 C.4 直流充电控制时序图(故障停机)

对应图 C.4 的充电连接控制时序说明如表 C.5 所示。

表 C.5 直流充电控制时序表(故障停机)

|        |                                                                        |
|--------|------------------------------------------------------------------------|
| T0     | 能量传输阶段故障发生时刻。故障列表见表 C.14                                               |
| T1     | 故障情况经过 T0→T1 时间,当充电机或电动汽车检测到,向对方发送中止报文。T0-T1 为触发时间,具体见表 C.14           |
| T1→T2  | 设备控制器将充电电流降至 5 A 及以下,动作时间应符合表 C.14 的规定                                 |
| T3     | 设备控制器断开 C1 和 C2,并停止能量传输阶段的绝缘监测                                         |
| T4     | 设备控制器断开 S1,检测点 1 的电压为 0.88 V。如电动汽车不具备粘连检测功能,则断开 C5 和 C6                |
| T4→T4' | 车辆 C5 和 C6 粘连检测(可选),检测完毕后车辆断开 C5 和 C6                                  |
| T5     | 车辆控制器车辆断开开关 S2,检测点 1 的电压为 2.34 V                                       |
| T6     | 开关 S2'可以断开,最晚在 T7 连接装置断开。检测点 1 电压为 10.8 V。T6 是电子锁打开的最后时刻,也是通讯通信结束的最后时刻 |
| T7     | 充电连接装置断开,Sv 恢复默认状态,检测点 1 的电压为 12 V,检测点 2 的电压为 0 V                      |

一种典型的充电紧急停机的直流充电连接过程和控制时序应见图 C.5,以配置 S2'开关的电动汽车为例。



注：检测点电压值  $U_a, U_{a'}, U_b, U_c, U_d$  见表 C.2 中对应状态 A、状态 A'、状态 B、状态 C、状态 D 下的电压值。

图 C.5 直流充电控制时序图(紧急停机)

对应图 C.5 的充电连接控制时序说明如表 C.6 所示。

表 C.6 直流充电控制时序表(紧急停机)

|       |                                                                     |
|-------|---------------------------------------------------------------------|
| T0    | 能量传输阶段电动汽车检测到紧急情况发生时刻。紧急情况列表见表 C.15 和表 C.16                         |
| T0→T1 | 电动汽车对紧急情况的触发时间,紧急情况见表 C.16。对于充电机,车辆控制器断开开关 S2 也是紧急情况                |
| T1→T2 | 充电机对紧急情况的触发时间,紧急情况见表 C.15                                           |
| T3    | 设备控制器将电流降至 5A 及以下。动作时间应符合表 C.15 的规定                                 |
| T4    | 设备控制器断开接触器 C1 和 C2。(T4-T2)符合表 C.15 的规定                              |
| T5    | 如果此前 C5 和 C6 没有断开,则在 T5 时断开,电动汽车开始启动内部绝缘监测                          |
| T6    | 确认车辆接口处直流供电回路 DC+ 与 DC- 之间、DC+ 与 PE 之间、DC- 与 PE 之间的电压降至 60 V DC 以下  |
| T7    | 开关 S2'可断开,最晚在 T8 连接装置断开。检测点 1 电压为 10.8 V。T7 是电子锁打开的最后时刻,也是通信结束的最后时刻 |
| T8    | 充电连接装置断开,Sv 恢复初始化状态,检测点 1 的电压为 12 V,检测点 2 的电压为 0 V                  |

C.7 充电安全要求

C.7.1 锁止功能

电动汽车确认车辆接口完全连接后,可启动电子锁锁止。充电预约阶段电子锁可解锁。从自检阶段开始直至能量传输阶段,电动汽车应使保持电子锁可靠锁止,停机结束后且车辆接口电压降至 60V DC 以下时,电子锁可解锁。

C.7.2 触点粘连

充电机应在 C1 和 C2 闭合后进行触点不动作检测,在 C1 和 C2 断开后进行触点粘连检测。当检测到任何一个接触器主触点出现异常的情况后,充电机应触发故障停机或不允许充电并发出告警信息。

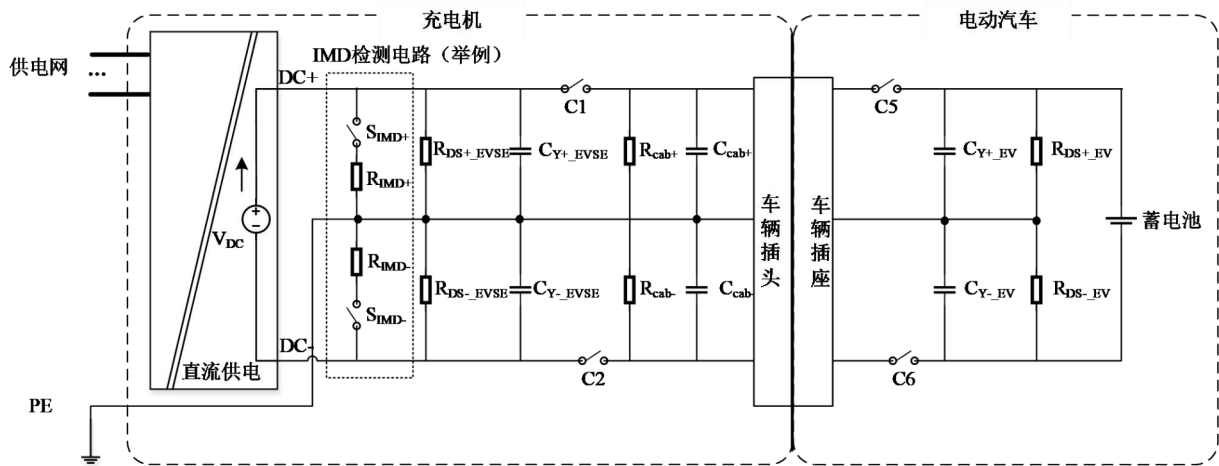
电动汽车应在 C5 和 C6 闭合后进行触点不动作检测,可在 C5 和 C6 断开后且 C1 和 C2 未闭合时进行触点粘连检测。当检测到任何一个接触器主触点出现异常的情况后,电动汽车不应允许充电并发出告警信息。充电结束时,车辆控制器应在 C1 和 C2 断开后,才可执行粘连检测。

C.7.3 绝缘监测(IMD)

C.7.3.1 直流供电回路的绝缘监测

C.7.3.1.1 基本要求

充电机应检测直流供电回路与充电机外壳之间以及电动汽车充电回路与车辆底盘之间(能量传输阶段)的对称接地故障和不对称接地故障。以桥式绝缘检测电路为例,可以通过在平衡桥检测电路增加 S<sub>IMD</sub>开关,实现对称接地故障的检测(见图 C.6)。



标引序号说明：

- |                                 |                    |
|---------------------------------|--------------------|
| DC+                             | —— 直流供电回路正极；       |
| DC-                             | —— 直流供电回路负极；       |
| C1、C2                           | —— 充电机内部直流供电回路接触器； |
| $R_{IMD+}$ 、 $R_{IMD-}$         | —— 充电机内部 IMD 电阻；   |
| $S_{IMD+}$ 、 $S_{IMD-}$         | —— 充电机内部 IMD 回路开关； |
| $R_{DS+_EVSE}$ 、 $R_{DS-_EVSE}$ | —— 充电机内部电阻；        |
| $C_{Y+_EVSE}$ 、 $C_{Y-_EVSE}$   | —— 充电机 Y 电容；       |
| $R_{cab+}$ 、 $R_{cab-}$         | —— 电缆组件内部电阻；       |
| $C_{cab+}$ 、 $C_{cab-}$         | —— 电缆组件内部电容；       |
| C5、C6                           | —— 电动汽车内部车辆断开装置；   |
| $C_{Y+_EV}$ 、 $C_{Y-_EV}$       | —— 电动汽车 Y 电容；      |
| $R_{DS+_EV}$ 、 $R_{DS-_EV}$     | —— 电动汽车内部电阻。       |

图 C.6 接地故障检测电路示意图

除了进行对称接地故障检测期间外，充电机的绝缘监测装置应一直保持在平衡桥模式，即不允许断开任意一侧或同时断开两侧的平衡桥电阻。

能量传输阶段，充电机应至少进行 1 次对称接地故障检测。

当车辆插头与车辆插座完全连接时，电动汽车内部的绝缘监测装置不应干扰充电机接地故障检测电路的工作。

在供电模式（可选功能）、能量传输阶段，当充电机检测到接地故障，应在 10 s 内触发故障停机；在其他阶段（C5 和 C6 未闭合时），当充电机检测到接地故障，应断开 S1 开关，且不允许进入能量传输阶段；

充电机应分别对直流供电回路 DC+ 对 PE、DC- 对 PE 的电压进行实时监测，当检测到该电压超出其可能的电压范围  $\pm 50$  V DC 时，应在 1 s 内触发故障停机。

接地故障检测电路设计应符合表 C.7 的规定。

表 C.7 接地故障检测电路要求

| 项目                                                                                                                                                                               | 要求                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 检测电压范围 <sup>a</sup>                                                                                                                                                              | 200 V~500 V DC 或 200 V~750 V DC 或 200 V~1 000 V DC 或 500 V~1 250 V DC                                                                              |
| 检测方法                                                                                                                                                                             | 宜通过中性点接地进行接地故障检测(GFD),也可采用通过向直流供电回路注入直流脉冲波(峰值电压的绝对值小于或等于安全特低电压)进行接地故障检测(IMD)                                                                       |
| 检测性能                                                                                                                                                                             | 在输出电压范围内,应满足下列要求。<br>当发生下列情况之一时,应触发故障停机:<br>——直流供电回路与包括车辆底盘在内的外壳之间的绝缘电阻劣化到小于或等于 100 Ω/V <sup>b</sup> 或 100 kΩ(1 000 V DC)但大于 0 Ω;<br>——发生 0 Ω 电阻接地 |
| 接地故障检测时间                                                                                                                                                                         | ≤10 s <sup>c</sup>                                                                                                                                 |
| 故障滤波时间                                                                                                                                                                           | ≥0.2 s                                                                                                                                             |
| 平衡桥电阻(R) <sup>d</sup>                                                                                                                                                            | ≥150 kΩ                                                                                                                                            |
| <sup>a</sup> 检测电压范围应与充电机直流输出电压范围保持一致。<br><sup>b</sup> 当工作电压小于 60 V DC 时,可不采用 100 Ω/V 的接地故障评判要求。<br><sup>c</sup> 目的是防止短期噪声电流引起故障。<br><sup>d</sup> 配备的检测电阻应能将最大接地故障电流限制在 10 mA 以下。 |                                                                                                                                                    |

C.7.3.1.2 接地故障检测电路的故障检测(自诊断功能)

充电机应在开关 S1 闭合后至充电机自检检测状态 3 设置为检测结束期间,在该期间检查其接地故障检测电路的完整性。充电机应至少诊断下列项目:

- 检测电阻  $R_{\text{IMD}}$  开路或短路;
- 接地故障检测电路开路故障(如接地故障电流检测电阻开路);
- 动力线开路故障;
- 保护接地导体开路故障;
- 控制电源电压异常故障(包括动力线短路)。

C.7.3.2 输出回路的绝缘试验

在自检阶段,充电机应在直流供电回路(从充电机内侧到 C5 和 C6 外侧)上施加绝缘试验电压,以便检查接地故障和短路。

充电机输出回路的绝缘试验要求应符合表 C.8 中的规定。

表 C.8 输出回路的绝缘试验要求

| 项目   | 规格                                                |
|------|---------------------------------------------------|
| 检测方法 | 采用短路和接地故障检测功能;<br>接地故障检测应贯穿整个充电过程,包括充电机自检、能量传输阶段等 |
| 检查时间 | 每次充电开始前均应进行绝缘试验                                   |

表 C.8 输出回路的绝缘试验要求（续）

| 项目             | 规格                                                                                                                                |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 测试电压           | 充电机自检阶段绝缘试验电压取参数协商中车辆最高允许充电总电压和充电机最高充电电压中的较小值为绝缘试验电压, 当该电压低于 500 V DC 时, 试验电压应为 500 V DC                                          |
| 施加测试电压周期       | 长于“误动作防止时间”(这不是指绝缘试验的时间, 而是指施加的电压达到试验电压后, 维持试验电压的时间)                                                                              |
| 过程             | 应符合 C.4.5 的规定                                                                                                                     |
| 故障判断<br>(绝缘下降) | 自检阶段前, 充电机对直流供电回路 DC+ 和 DC- 之间阻抗判断阈值(绝缘下降)应小于 20 k $\Omega$ 。充电机制造商可以定义阈值为小于 20 k $\Omega$ 。当实际检测出的绝缘电阻小于制造商定义的阈值时, 充电机应触发故障停机    |
| 接地故障检测中断时间     | 为避免因电动汽车内杂散容量的影响而造成误检, 应在以下时间段内暂时中断接地故障检测:<br>——自检阶段, 充电机输出电压到达试验电压后, 持续 0.5 s。<br>——能量传输阶段结束时, 从直流输出回路电流 $\leq 5$ A 到 C1 和 C2 断开 |

#### C.7.4 泄放功能

在自检阶段结束后, 充电机应及时对充电输出电压进行泄放, 避免在能量传输阶段对电池负载产生电压冲击。

能量传输阶段结束后, 充电机应及时对充电输出电压进行泄放, 避免对操作人员造成电击伤害。

泄放回路的参数选择应保证在闭合泄放回路开关后 1 s 内将输出电压降到 60 V DC 以下。

#### C.7.5 启动电流限制

充电机应具备启动电流限制功能, 采用防反灌二极管和旁路预充电路两种方案之一。启动充电阶段, 电动汽车闭合 C5 和 C6 后, 充电机应检测电池电压并判断此电压应满足 C.4.7 的要求后按照以下方案之一进行预充电。

——防反灌二极管方案: 充电机检测到电池电压正常后, 将输出电压调整到低于当前电池侧电压 1 V~10 V DC, 再闭合 C1 和 C2 导通直流供电回路。

注: 预充电时充电机输出电压值的选择需考虑其输出设定误差和测量误差。

——旁路预充电路方案: 充电机检测到电池电压正常后, 先使能预充电路, 并控制冲击电流小于 20 A 峰值, 完成预充后, 再导通直流供电回路。

如果充电机监测到车辆供电回路电压不正常时, 设备控制器应断开 S1 开关, 且不允许进入能量传输阶段(具体要求应满足 C.4.10.1)。

#### C.7.6 充电控制及监测

##### C.7.6.1 基本要求

在能量传输阶段, 充电机和电动汽车均应实时监测车辆接口处的电压值和电流值。如果双方需要交互测量值, 设备控制器发送的测量电压值应为车辆接口处测量值校正后数值, 该值考虑电缆长度、电缆阻抗以及温升等产生的压降。车辆控制器可评估其测量到的电压值和电流值与设备控制器发送的电

压值和电流值。基于比较结果,如果计算的差值高于电动汽车设定值,车辆控制器可判断发生故障并停止充电。车辆控制器发送的需求值和测量值应为车辆接口处需求和测量的等效值。

C.7.6.2 充电暂停及恢复

在能量传输阶段,充电机和电动汽车均可发起暂停。暂停开始时,充电机应确认充电电流降至 5 A 及以下时再断开 C1 和 C2,并投入泄放回路将接触器前端电压降至 60 V DC 以下。在暂停过程中,电动汽车应保持 C5 和 C6 为闭合状态,持续测量检测点 2 的电压,且电子锁保持可靠锁止。当暂停过程中当充电机检测到 C5 和 C6 断开时,则发送中止报文并断开 S1 开关,且不允许再进入能量传输阶段。暂停结束且双方允许充电时,充电机应将输出电压调整到车辆接口当前电压减去 1 V~10 V DC 再闭合 C1 和 C2,使直流供电回路导通,双方重新进入能量传输阶段。

C.7.6.3 输出过压保护

在能量传输阶段,充电机应具备输出过压保护功能。  
当设备控制器监测到车辆接口处电压超过[车辆最高允许充电电压+限制冲击电压值  $V_{\text{overvol}}$ ]:  
——过压持续时间  $T_{\text{overvol}} \geq 400 \text{ ms}$  时,充电机应在 1 s 内触发故障停机;  
——过压持续时间  $200 \text{ ms} \leq T_{\text{overvol}} < 400 \text{ ms}$ ,继续充电或充电机应在 1 s 内触发故障停机;  
——过压持续  $T_{\text{overvol}} < 200 \text{ ms}$ ,则继续充电。  
充电机应在过压保护时限制冲击电压值  $\Delta U_{\text{overvol}}$  和持续时间  $T_{\text{overvol}}$  满足表 C.9 的规定。

表 C.9 过压保护(故障停机)和持续时间

| 充电机额定输出电压<br>V | 超过过电压阈值的最大过冲电压 $\Delta U_{\text{overvol}}$<br>V | 最大持续时间 $T_{\text{overvol}}$<br>s |
|----------------|-------------------------------------------------|----------------------------------|
| $\leq 1\ 000$  | 15                                              | 0.4                              |
| $\leq 1\ 250$  | 20                                              |                                  |

当设备控制器监测到车辆接口处电压超过表 C.10 规定的限值时时,充电机应在 10 ms 内触发紧急停机。

表 C.10 过压保护阈值(紧急停机)

| 车辆最高允许充电电压 $U$<br>V   | 充电机触发紧急停时的充电电压<br>V |
|-----------------------|---------------------|
| $U \leq 500$          | 550                 |
| $500 < U \leq 750$    | 825                 |
| $750 < U \leq 850$    | 935                 |
| $850 < U \leq 1\ 000$ | 1 100               |

在能量传输阶段,由于故障出现负载突降(如甩负载)的情况时,瞬时输出电压值不应超过位置 A (见图 7)(充电电压需求值的 110%)和(充电电压需求值+50 V DC)二者较大值,且不应出现危险情况。

注：负载突降时可能出现的持续长达 10 ms 的瞬态电压，忽略不计。

C.7.6.4 输出过流保护

当发生以下一种或多种情况持续 500 ms 时，充电机应在随后 500 ms 内触发紧急停机。测试时应  
在阻性负载条件下进行：

- 电流值超过充电机最大输出电流的 120%；
- 电压值降至充电机最小输出电压的 80% 以下。

当发生输出电流为以下情况持续  $T_d[(\Delta I / \text{电流调整速率}) \times 110\%]$  ( $T_d < 1\text{ s}$  时，持续时间为 1 s,  $T_d \geq 1\text{ s}$ , 按照计算值) 时，充电机应在 500 ms 内触发故障停机：

- 当需求电流  $\geq 30\text{ A}$ , 输出电流超过车辆当前需求电流的 110%；
- 当需求电流  $< 30\text{ A}$ , 输出电流超过(车辆当前需求电流 + 3 A)。

当电动汽车检测到发生过流故障时应发送中止报文，并在车辆接口处电流降至 5 A 及以下时(最长等待 5 s)断开 C5 和 C6。

C.7.7 电气隔离

充电机 A 侧与 B 侧采用电气隔离，提供非直接接地电源给电动汽车供电。

当直流供电回路发生接地故障、短路、过流异常时，充电机应能检测到故障并停止充电且控制电路应能保持对电动汽车的控制、通信、保护、监视等控制功能。

C.7.8 X/Y 电容

C.7.8.1 对充电机的要求

在接收到充电电流大于或等于 1 A 之前，充电机直流供电回路中从防反二极管到车辆插头处 DC+ 与 DC- 之间的阻抗应符合以下要求：

- X 电容： $\leq 1\text{ }\mu\text{F}$ ；
- 电阻： $\geq 40\text{ k}\Omega$ 。

另外，充电机应符合表 C.11 对直流输出电路中 Y 电容的要求。

表 C.11 充电机 Y 电容要求

| 充电机额定直流输出电压 $U_n$                         | Y 电容要求                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $U_n \leq 500\text{ V}$                   | 每个车辆接口的直流供电回路 DC+ 与 PE 之间、DC- 与 PE 之间的总电容均不应大于 $0.5\text{ }\mu\text{F}$                                                                       |
| $500\text{ V} < U_n \leq 1\,250\text{ V}$ | 应满足下列条件之一：<br>——能量传输阶段，充电机与电动汽车动力蓄电池连接在一起的直流供电回路 DC+ 与 PE 之间、DC- 与 PE 之间的总电容在其最大工作电压时所存储的能量均不应大于 $0.2\text{ J}$ ；<br>——充电机直流供电回路采用双重绝缘或加强绝缘措施 |

C.7.8.2 对车辆的要求

电动汽车应满足 GB 18384—2020 中 5.1.4.4 的规定。

### C.7.9 电缆组件的热管理系统

#### C.7.9.1 使用场景

制造商宜根据安装环境和工况决定是否配置热管理系统。

#### C.7.9.2 温度监测功能

在能量传输阶段,当电缆组件内温度采集单元测量到的温度超过温度干预值时,充电机应在制造商声明的时间内将充电电流降低至非冷却工况最大工作电流或触发故障停机,当温度上升速率超过温升速率干预值时,充电机应在制造商声明的时间内将充电电流降低至非冷却工况最大工作电流或触发故障停机。

注:温度干预值、温升速率干预值以及非冷却工况最大工作电流在 GB/T 20234.4—2023 中定义。

#### C.7.9.3 冷却功能

充电机可控制充电电缆组件温度,具备限制电缆组件和车辆插头内端子的温度上升的功能(如风冷、液冷及冷却装置)。

冷却系统失效时,充电机应能自动限制充电电流不应超过不具备冷却系统下车辆接口的额定持续电流。

### C.7.10 过载电流和短路保护

#### C.7.10.1 通则

充电机应具有过载及短路保护功能。充电机和电动汽车应具有防止各回路过载及短路的功能,以相互保护,并应具有保护配合,以保护充电电缆及控制回路(如控制导引电路、通信电路)免受短路和过载电流的危害。

保护熔断器应根据充电机的最大充电电流以及与保护熔断器、电缆组件和电动汽车内充电电缆共同协调选择合适的  $I^2t$ 。

#### C.7.10.2 安全要求

##### C.7.10.2.1 短路电流保护

充电机应具备保护自身和车辆的手段,并防止交流供电回路短路等问题。另外,充电机的直流输出回路和外露的带电部分的设计应能防止因漏水和异物进入而造成短路。

一旦直流供电回路 DC+ 与 DC- 之间发生短路,充电机应立即通过过流保护装置(如限流熔断器和/或电子开关等)中断短路电流。过载电流应在达到充电机制造商规定的短路电流保护阈值时由电子开关进行中断,具体要求见 C.7.10.2.2。

在充电连接装置中 DC+ 与 DC- 之间短路的情况下,充电机应将最大峰值电流应限制在 10 kA 或以下。

##### C.7.10.2.2 过载电流保护

在有些情况下,包括充电机直流供电回路中的电缆组件和电动汽车内充电电缆在内的线路不能受到充电机保护熔断器的保护。

##### C.7.10.2.3 保护熔断器

充电机在直流输出回路(包括电缆组件)中应设有保护熔断器(无源器件)等过流保护装置,以保护

自身及电动汽车进线与车辆熔断器之间的电路不受电路中 DC+ 与 DC- 之间短路的影响。  
对保护熔断器(如使用)的要求应符合表 C.12 的规定。

表 C.12 保护熔断器的规格

| 项目   | 要求          |
|------|-------------|
| 电气特性 | 快速熔断        |
| 额定电流 | 大于充电机最大充电电流 |
| 额定电压 | 大于充电机最高充电电压 |

C.7.11 停电保护

因停电等原因,直流供电回路或控制电路失去电力时,充电机应在 1 s 内断开 S1、C1 和 C2,并将车辆接口电压降到 60 V DC 以下或等效存储电能小于或等于 0.2 J。

C.7.12 绝缘性能和保护措施

对最大充电电压大于 500 V DC 的充电机的绝缘性能和保护措施应符合表 C.13 的规定。充电机和电动汽车应提供附加的保护以避免发生基本保护失效和故障保护规定同时失效的情况,例如在能量传输阶段,由于电缆组件破损,高压危险带电部分裸露(假设出现多点失效),此时被站在地面的人员有意或无意间触及,不应超过 GB/T 13870.2—2016 中图 20 规定的 C1 限值以及 GB/T 13870.1—2022 中图 22 的规定。

表 C.13 充电机的绝缘性能/防护措施的最低要求

| 项目                | 绝缘性能/保护措施 |
|-------------------|-----------|
| 输入回路与输出回路         | 双重绝缘或加强绝缘 |
| 输入回路与安全特低电压(SELV) | 双重绝缘或加强绝缘 |
| 输出回路与安全特低电压(SELV) | 双重绝缘或加强绝缘 |
| 输入回路与保护导体         | 基本绝缘      |
| 输出回路与保护导体         | 基本绝缘      |

C.7.13 停机功能

C.7.13.1 正常停机

正常停机是在无任何故障情况下,由电动汽车或充电机或使用者发送中止报文,具体执行动作应符合 C.4.9 的规定。

C.7.13.2 故障停机

故障停机是当电动汽车或充电机检测到故障(如输出过压、输出过流、电池过压、单体电池过压、单体电池过温、连接器过温、通信中断、绝缘故障、电压不匹配、电流不匹配等)时,应在规定时间内触发故障停机,具体执行动作应符合 C.4.10 的规定。

充电机故障停机要求应符合表 C.14 的规定,故障项目不限于表中所列。电动汽车故障停机要求则由制造商自定义。在对充电机故障停机进行一致性测试时,检测机构应检查故障停机响应动作时间,即包括触发时间和动作时间的完整时间。

表 C.14 充电机故障停机要求

| 故障项目                |                                                  | 触发时间             | 动作时间(电流降至 5 A 及以下最大时间/电流下降速率) <sup>a</sup>       | 动作时间[接口电压小于 60 V DC (DC+与 DC-之间,DC+与 PE 之间,DC-与 PE 之间)] <sup>a,b</sup> |
|---------------------|--------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 充电过程                | (与车辆)通信超时                                        | — <sup>c</sup>   | 输出电流 < 200 A, 2 s 内;<br>输出电流 ≥ 200 A, 至少 100 A/s | ≤ 3 s                                                                  |
|                     | (充电机侧)其他故障                                       | 参见手册或相关标准        |                                                  |                                                                        |
| 供电模式(可选)、<br>能量传输阶段 | 绝缘故障(对地绝缘电阻)                                     | ≤ 10 s           |                                                  |                                                                        |
|                     | 绝缘故障(对地电压超限)                                     | ≤ 1 s            |                                                  |                                                                        |
| 能量传输阶段              | 输出过流保护 <sup>d</sup>                              | ≤ 500 ms         |                                                  |                                                                        |
|                     | 输出过压保护 <sup>e</sup>                              | ≤ 1 s            |                                                  |                                                                        |
|                     | 按下急停开关(如有)                                       | ≤ 1 s            |                                                  |                                                                        |
|                     | 电缆组件温度采集单元温度超过 90 °C 或温升超过 50 K (在 40 °C 的环境温度下) | 自定义 <sup>g</sup> |                                                  |                                                                        |
|                     | 电缆组件温度上升速率超过制造商给定的限值                             | 自定义 <sup>g</sup> |                                                  |                                                                        |
| 非能量传输阶段             | 绝缘故障                                             | 自定义 <sup>g</sup> | — <sup>f</sup>                                   | — <sup>f</sup>                                                         |
| 自检阶段前、<br>预充电       | 车辆直流回路电压不正常                                      | 自定义 <sup>g</sup> | — <sup>f</sup>                                   | — <sup>f</sup>                                                         |
| 能量传输前               | 检测到 C1 和/或 C2 粘连                                 | 自定义 <sup>g</sup> | — <sup>f</sup>                                   | — <sup>f</sup>                                                         |
|                     | 检测到短路故障                                          | 自定义 <sup>g</sup> | — <sup>f</sup>                                   | — <sup>f</sup>                                                         |

<sup>a</sup> 从确认故障开始计时。

<sup>b</sup> 断开充电机接触器 C1 和 C2。

<sup>c</sup> 通信超时时间见 GB/T 27930—2023。

<sup>d</sup> 当发生输出电流为以下情况持续  $T_d[(\Delta I / \text{充电速率}) \times 110\%]$  ( $T_d < 1$  s 时,持续时间为 1 s,  $T_d \geq 1$  s,按照计算值)时,充电机应在 500 ms 内触发故障停机:

——当需求电流 ≥ 30 A,输出电流超过车辆当前需求电流的 110%;

——当需求电流 < 30 A,输出电流超过(车辆当前需求电流 + 3) A。

<sup>e</sup> 当设备控制器监测到车辆接口处电压超过[车辆最高允许充电总电压 + 限制冲击电压值  $V_{\text{overvol}}$ ]:

——过压持续时间  $T_{\text{overvol}} \geq 400$  ms 时,充电机应在 1 s 内触发故障停机;

——过压持续时间  $200 \text{ ms} \leq T_{\text{overvol}} < 400 \text{ ms}$ ,继续充电或充电机应在 1 s 内触发故障停机。

<sup>f</sup> 充电机不应允许充电。

<sup>g</sup> 制造商可自定义。

## C.7.13.3 紧急停机

紧急停机是在能量传输阶段,当电动汽车或充电机检测到内部严重故障(如 CC1 连接异常、保护接地连续性丢失、急停、充电机 S1 断开、车辆 S2 断开等)时,应在规定时间内触发紧急停机,具体执行动作应符合 C.4.11 的规定。

充电机紧急停机要求应符合表 C.15 的规定,故障项目不限于表中所列。在对充电机紧急停机进行一致性测试时,检测机构应检查紧急停机响应动作时间,即包括触发时间和动作时间的完整时间。

表 C.15 充电机紧急停机要求

| 故障项目                | 触发时间    | 动作时间(电流降至 5A 及以下、断开 S1 的时间) <sup>a,b</sup> | 动作时间(C1 和 C2 断开的时间) <sup>a</sup> | 动作时间[接口电压小于 60 V DC(DC+与 DC-之间, DC+与 PE 之间,DC-与 PE 之间)] <sup>a,c</sup> |
|---------------------|---------|--------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| CC1 断线/断针           | ≤10 ms  | ≤20 ms                                     | ≤100 ms                          | ≤1 s                                                                   |
| PE 断线/断针            |         |                                            |                                  |                                                                        |
| 车辆断开 S2 开关          |         |                                            |                                  |                                                                        |
| 接收到车辆电子解锁信息         | ≤1 s    |                                            |                                  |                                                                        |
| 检测到硬件遥信故障(如门禁、水浸等)  | ≤70 ms  |                                            |                                  |                                                                        |
| 直流供电回路短路            | ≤1 s    |                                            |                                  |                                                                        |
| 输出过流保护 <sup>d</sup> | ≤500 ms |                                            |                                  |                                                                        |
| 输出过压保护 <sup>e</sup> | ≤10 ms  |                                            |                                  |                                                                        |

<sup>a</sup> 从确认故障或监测到检测点 1 电压不在表 C.2 规定的状态 D 开始计时。

<sup>b</sup> 非能量传输阶段出现紧急停机故障,无需判断电流下降要求。

<sup>c</sup> 可以采用断开充电机接触器 C1 和 C2 的方式。

<sup>d</sup> 当发生以下一种或多种情况持续 500 ms 时,充电机应在随后 500 ms 内触发紧急停机:

—— 电流值超过充电机最大输出电流的 120%;

—— 电压值降至充电机最小输出电压的 80% 以下。

<sup>e</sup> 当设备控制器监测到车辆接口处电压超过表 C.10 规定的限值时时,充电机应在 10 ms 内触发紧急停机。

电动汽车紧急停机要求应符合表 C.16 的规定,故障项目不限于表中所列。在对电动汽车紧急停机进行一致性测试时,检测机构应检查紧急停机响应动作时间,即包括触发时间和动作时间的完整时间。

表 C.16 电动汽车紧急停机要求

| 故障项目                                                                                                               | 触发时间<br>(含开关 S2 断开时间) | 动作时间<br>(C5 和 C6 断开的时间) <sup>a</sup> | 动作时间[接口电压小于 60 V<br>(DC+与 DC-之间,DC+与 PE<br>之间,DC-与 PE 之间)] <sup>a, b</sup> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| CC1 断线/断针                                                                                                          | ≤10 ms                | ≤200 ms                              | ≤1 s 或自定义 <sup>c</sup>                                                     |
| PE 断线/断针                                                                                                           |                       |                                      |                                                                            |
| 充电机断开 S1 开关                                                                                                        |                       |                                      |                                                                            |
| (车辆侧)其他故障                                                                                                          | 自定义 <sup>c</sup>      | ≤210 ms                              |                                                                            |
| <sup>a</sup> 从确认故障或监测到检测点 2 电压不在表 C.2 规定的状态 D 范围开始计时。<br><sup>b</sup> 可以采用断开 C5 和 C6 的方式。<br><sup>c</sup> 制造商可自定义。 |                       |                                      |                                                                            |

附 录 D  
(资料性)  
车辆供电回路电压适应性切换

D.1 概述

本附录适用于采用附录 B 控制导引功能的直流充电系统。

D.2 充电控制过程

D.2.1 具备该功能的电动汽车和充电桩,配置阶段见 D.2.2,其余阶段均与附录 B 一致。

D.2.2 车辆控制器与设备控制器在配置阶段时,当收到充电桩最大输出能力参数后,车辆控制器判断是否进行电压适应性切换。当电动汽车不需要采用电压适应性切换时,电动汽车继续以当前电压进行充电,无需更新车辆充电参数。当电动汽车需要采用电压适应性切换时,进行车辆供电回路电压适应性切换,并将更新后的位置 A(见图 7)的充电参数,包括最高允许充电电流、最高允许充电总电压、车辆接口当前电压测量值等信息告知充电桩。当电动汽车允许充电时,闭合 C5(或 C5')和 C6(见图 D.1)使车辆供电回路导通。当设备控制器检测到车辆接口当前电压正常(确认接触器外端电压:(1)与收到的最后一帧通信报文中车辆接口当前电压测量值的误差范围 $\leq \pm 5\%$ ,且(2)大于充电桩最低充电电压且小于充电桩最高充电电压)后将输出电压调整到车辆接口电压减去 1 V~10 V DC 再闭合 C1 和 C2,使直流供电回路导通。

D.3 电压适应性切换电路原理

具有电压适应性切换电路的电动汽车,可实现两个电压等级(包含一个低电压等级和一个高电压等级)的切换,在收到充电桩最大输出能力参数之前,电动汽车保持在低电压平台。电压适应性切换电路实施可有多种不同的技术方案,例如使用 DC-DC 升压器、改变电池串并联方式等,电路原理示意图见图 D.1。如果车辆供电回路需要使用 DC-DC 升压器将电压提升到高电压等级进行充电,则电动汽车在闭合 C5 和 C6 之前,做好充电准备并完成预充电。

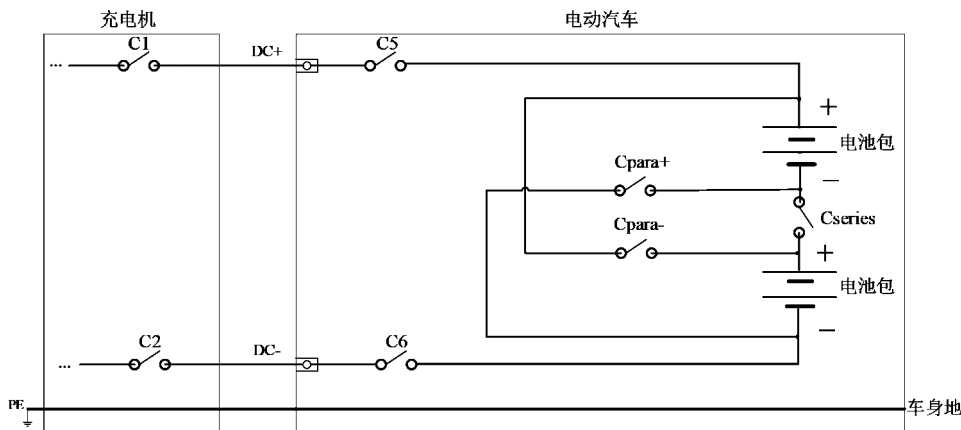


图 D.1 充电电压适应性切换实现方式电路原理示意图

标引序号说明：

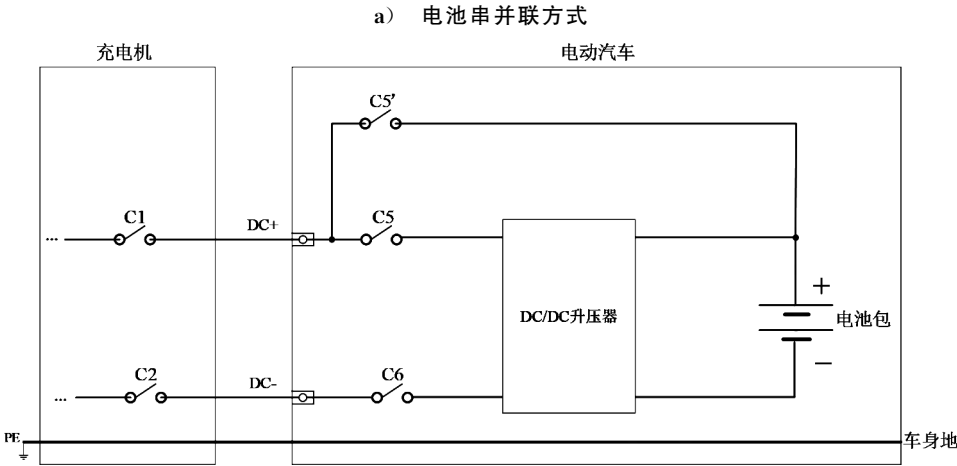
C1、C2 —— 充电机内部直流供电回路接触器；

C5、C6 —— 车辆内部车辆断开装置；

Cseries —— 车辆内部电池串联接触器；

Cpara+、Cpara- —— 车辆内部电池并联接触器。

注：当电动汽车需保持在低电压等级时，Cpara+和 Cpara- 闭合，Cseries 断开，电池为并联形式；当电动汽车需将电压提高至高电压等级进行充电时，Cseries 闭合，Cpara+和 Cpara- 断开，电池为串联形式。



标引序号说明：

C1、C2 —— 充电机内部直流供电回路接触器；

C5、C6 —— 车辆内部车辆断开装置；

C5' —— 车辆内部 C5 的旁路接触器；

注：当电动汽车使用 DC-DC 升压器时，闭合 C5 和 C6 使充电机直流供电回路连通车辆内部 DC-DC 升压器；当电动汽车无需使用 DC-DC 升压器时，闭合 C5' 和 C6 使充电机直接连接到电池包。

b) DC-DC 升压器方式

图 D.1 充电电压适应性切换实现方式电路原理示意图（续）

D.4 充电安全要求

D.4.1 电动汽车

能量传输阶段，采用非电气隔离的 DC-DC 升压器的电动汽车，除绝缘监测 (IMD) 外，还持续监测车辆接口 (位置 A) DC+ 与 PE 之间和 DC- 与 PE 之间的电压值。

采用改变电池串并联方式的电动汽车，除 C5 和 C6 粘连检测外，还持续对电池串并联接触器 Cseries、Cpara+ 和 Cpara- 进行粘连检测。

D.4.2 供电设备

若充电机在直流供电回路配备 SPD，则其输出电压符合 11.7.2。

D.4.3 可能的故障和应对措施

在充电准备就绪过程中，电动汽车闭合 C5 (或 C5') 和 C6 之前，如果车辆控制器检测到电压切换回路出现接触器粘连、C5 (或 C5') 和 C6 内端电压异常时，则车辆控制器不能闭合 C5 (或 C5') 和 C6，并向充电机发送“车辆中止充电”报文。

注：电压异常指 C5(或 C5')和 C6 的电池侧电压与车辆充电参数报最后一帧的电池电压值误差大于 $\pm 5\%$ 。

在能量传输阶段,若电动汽车内电压切换回路出现接触器粘连、车辆接口处(位置 A)的电压超过充电机最大充电电压,则电动汽车向充电机发送“车辆中止充电报文”,并在 300 ms 内断开 C5(或 C5')和 C6。

对于采用非电气隔离的 DC-DC 升压器的车辆,在能量传输阶段,若车辆接口处(位置 A)的 DC+对 PE 或 DC-对 PE 的电压超过充电机最大输出电压,则电动汽车向充电机发送“车辆中止充电报文”,并在 300 ms 内断开 C5 和 C6。

## 附录 E

(资料性)

## 采用 GB/T 20234.4 规定的充电连接装置的 V2G 直流充放电技术方案

## E.1 概述

本附录适用于采用 GB/T 20234.4 的充电连接装置的 V2G 直流充放电设备(以下简称“充放电机电”)和具有充放电功能的电动汽车。充放电机电与电动汽车之间的通信协议符合 GB/T 27930—2023 中 B 类系统的相关规定。

## E.2 供电网侧的安全和保护要求

E.2.1 充放电机电具有在电网故障及恢复过程中的自保护能力。

E.2.2 充放电机电的接地方式与电网侧的接地方式相协调,并满足人身设备安全和保护配合的要求。

E.2.3 充放电机电接入电网时,在并网点安装易操作,且具有明显开断指示、具备开断故障电流能力的开关。

E.2.4 充放电机电的防雷和接地符合 GB 14050 和 DL/T 621。

E.2.5 充放电系统的继电保护及安全自动装置应满足可靠性、选择性、灵敏性和速动性的要求,其技术条件符合 GB/T 14285 和 DL/T 584。

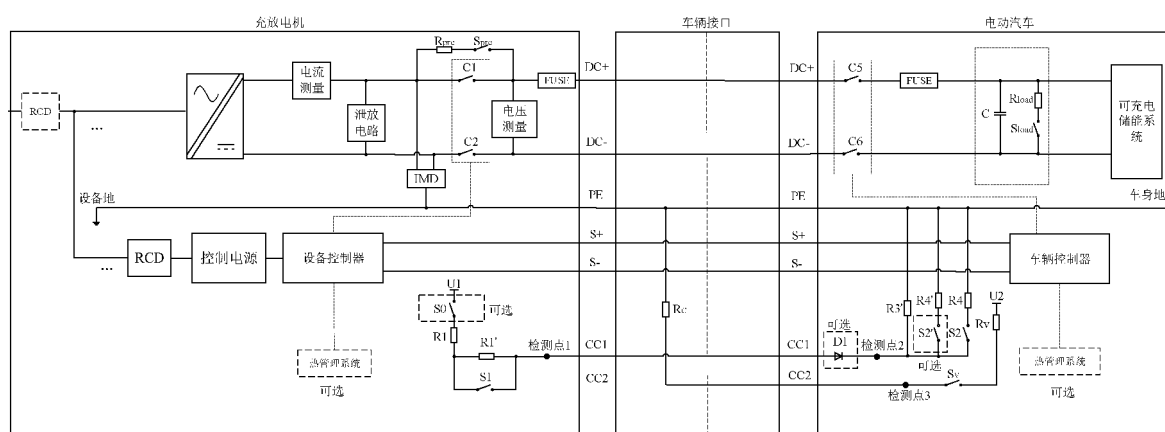
E.2.6 充放电机电具备电网侧的电压保护、频率保护、并网同步、孤岛保护等功能。

## E.3 充放电系统配置

不使用适配器且支持双向充电的直流 V2G 充放电安全保护系统基本方案的示意图见图 E.1,充放电机电具备旁路 Rpre 和 Spre 组合(支持单向和双向充电)、泄放功能以及绝缘监测装置(IMD),泄放电路和绝缘检测电路应具备投切功能。在整个充电/充放电过程中,设备控制器能监控直流接触器 C1 和 C2 状态、开关 S0(选配,在鉴权(如刷卡等)后闭合;如不具备则等同于常闭状态,本附录以 S0 为常闭为例)、开关 S1 状态(初始化状态为断开);车辆控制器能监控车辆断开装置 C5 和 C6 状态、开关 S2(初始化状态为断开)、S2'(选配,如配置则初始化状态为断开)、Sv 状态(初始化状态由制造商自定义)。开关 S1 和 S2 作为硬件开关,实现对充放电状态的切换(允许充放电和不允许充放电)。充放电机电的交流供电网输入与直流供电回路之间具备电气隔离。

电动汽车允许放电的条件为:

- 车辆接口完全连接;
- 电子锁完全锁止;
- 充放电机电自检测完成后无故障;
- 电池组处于可放电状态;
- 供电网允许放电。



标引序号说明：

- C1、C2 —— 充放电机内部直流供电回路接触器；  
 Rpre、Spre —— 充放电机内部回路，用于预充电；  
 U1 —— 充放电机内部控制导引上拉电压；  
 R1、R1' —— 充放电机内部控制导引电路电阻；  
 S0 —— 充放电机内部控制导引电路开关，选配，在鉴权（如刷卡等）后闭合；如不具备则等同于常闭状态；  
 S1 —— 充放电机内部控制导引电路开关；  
 Rc —— 车辆插头内部控制导引电路电阻，用于硬件版本编码；  
 C5、C6 —— 车辆断开装置；  
 C、Rload、Sload —— 车辆内部回路，如负载（空调）、电池加热等，由车辆厂家自行定义；  
 R3'、R4、R4'、Rv —— 车辆内部控制导引电路电阻；  
 D1 —— 车辆内部控制导引电路二极管，选配，适用于与欧美充电机充电兼容的电动汽车；  
 S2、S2'（选配）、Sv —— 车辆内部控制导引电路开关。

充电和放电直流供电回路可共用或者不共用同一套回路。

泄放功能不限于充放电设备本身具备，也可在功率单元内完成。

车辆控制器可集成在电池管理系统中。

充放电机可对 DC- 回路进行电流测量。

FUSE 用于避免充放电机内部线路因车辆电池侧短路产生危险能量，可安装在充放电机 DC- 回路、车辆插头 DC+ 回路、DC- 回路。

注：图中车辆内开关 Sv 和 S2' 的初始状态为常开。

图 E.1 V2G 放电控制导引电路原理图

#### E.4 控制导引电路参数

直流放电控制导引电路参数值见表 C.1。

#### E.5 直流 V2G 充放电控制过程

##### E.5.1 充/放电切换原则

在充放电过程中，不支持在能量传输阶段充电和放电之间的无缝切换，在一次充电或者放电结束后电动汽车可进入休眠状态，此时车辆插座可不解锁，开关 S1 和 S2 均断开，开关 S2' 常闭（对于配置开关 S2' 的电动汽车）。

当需要进行充电与放电切换或等到电网调度指令时,由充放电机通过闭合开关 S1 方式唤醒电动汽车,同时开始通信版本协商进入下一次充电或放电。

整个直流 V2G 充放电过程从车辆接口完全连接开始直至车辆插头完全拔出结束,可包含多次充电和放电,切换过程示例见图 E.2。

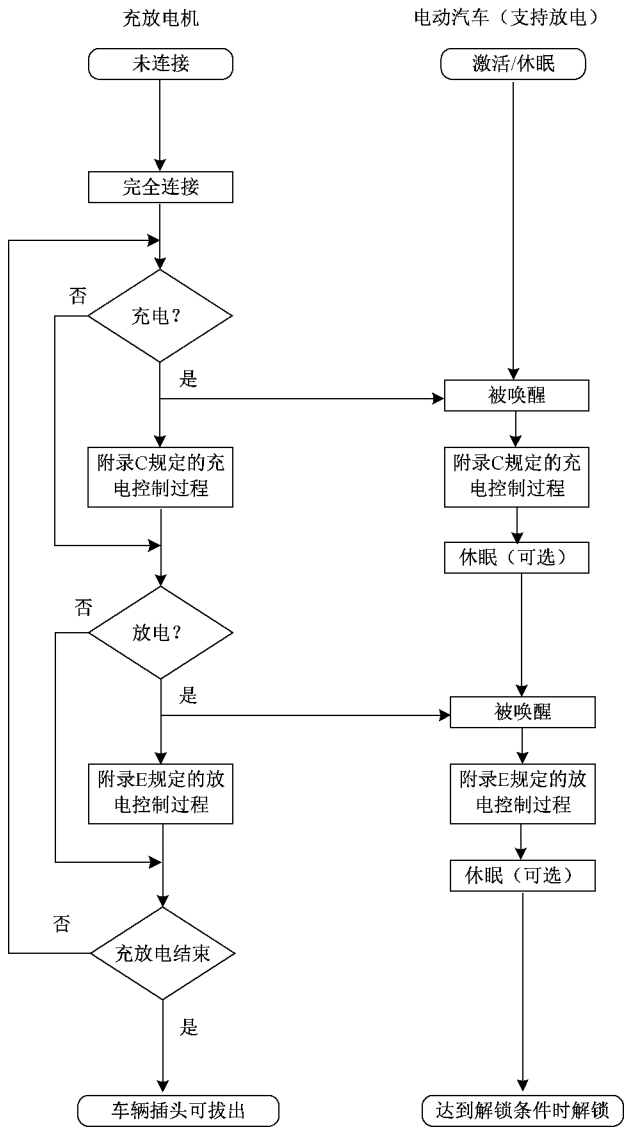


图 E.2 充电/放电切换过程示例

E.5.2 充电控制过程

充放电机与具备充放电功能的电动汽车之间的充电控制过程见 C.4、C.5 以及 C.6。

E.5.3 放电控制过程

E.5.3.1 车辆被唤醒

当一次充电结束后电动汽车进入休眠状态,当充放电机收到电网放电调度指令或达到充放电机自身放电条件时,设备控制器闭合开关 S1 以唤醒电动汽车,并开始数据交互,此时检测点 1 和检测点 2 的

电压值均为 8.73 V(见表 C.2 中状态 C)。开关 S1 闭合后 10 s 内电动汽车被唤醒,车辆控制器闭合开关 S2,此时检测点 1 和检测点 2 的电压值均为 5.60 V(见表 C.2 中状态 D)。

### E.5.3.2 自检阶段

在自检阶段,充放电机进行直流供电回路 C1 和 C2 触点粘连检测、短路检测以及充放电设备内部(含充电电缆)的绝缘监测。自检阶段见 C.4.5。

### E.5.3.3 供电模式(可选功能)

在能量传输阶段前,由于动力蓄电池状态不允许充电且需要充电机供电时,车辆控制器可与设备控制器进行供电模式功能协商。供电模式见 C.4.6。

### E.5.3.4 预充电

当不具备供电模式时,开始进入预充电及能量传输阶段。预充时车辆控制装置闭合 C5 和 C6,使车辆供电回路导通;设备控制器检测到当前车辆供电回路电压正常(确认接触器 C1 和 C2 外端电压:与通信报文电池电压误差范围 $\leq \pm 5\%$ 且在充放电机正常工作电压范围内)后,先使能预充电路(闭合 C2 和 Spre 开关),完成预充后,再导通直流供电回路(再闭合 C1),整个过程中控制冲击电流峰值小于 20 A。

### E.5.3.5 能量传输阶段

在能量传输阶段,车辆控制器向设备控制器实时发送车辆放电需求参数,设备控制器调整充电电流下降时:当  $\Delta I/dl_{\min} \leq 1$  s,最长在 1 s 内将放电电流调整到与命令值相一致;当  $\Delta I/dl_{\min} > 1$  s,按照最长在  $\Delta I/dl_{\min}$  s ( $dl_{\min}$  为最小放电速率,默认 20 A/s) 时间内将放电电流调整到与命令值相一致。设备控制器根据电池放电需求参数以及上级平台或相关系统的指令值实时调整放电电压和放电电流。此外,车辆控制器和设备控制器相互发送各自的状态信息。整个能量传输过程和供电模式下,由充放电机负责监测直流供电回路对地的绝缘性能。

充放电机制造商可自定义电流上调时电流调整速率和电流下调时电流调整速率,并通过数字通信告知电动汽车。

在能量传输阶段结束前,如果未收到停机指令或者根据策略停止本次充放电过程,则双方进入正常结束阶段,否则,设备控制器断开开关 S1,电动汽车断开开关 S2 进入休眠状态(此时电子锁可不解锁)。

### E.5.3.6 正常条件下结束停机

#### E.5.3.6.1 充放电机正常结束停机

当设备控制器判断已达到操作人员设定的结束条件、上级平台或相关系统实施了停止指令等或收到车辆的中止报文后,设备控制器发送中止报文,同时在 5 s 内将充电电流降至 5 A 及以下后断开接触器 C1 和 C2、开关 S1,并投入泄放电路使得接触器 C1 和 C2 前端和后端直流供电回路 DC+ 与 DC- 之间、DC+ 与 PE 之间、DC- 与 PE 之间的电压均小于 60 V DC。泄放电路以物理的方式从强电回路中分离。

#### E.5.3.6.2 电动汽车正常结束停机

车辆控制器根据电池系统判断已达到放电结束条件或者收到充放电机的中止报文后,开始发送车辆的中止报文,在确认 C1 和 C2 断开后,可进行 C5 和 C6 粘连检测,再断开 C5 和 C6,最后断开开关 S2。电子锁解锁时车辆接口电压降到 60 V DC 以下。对于配置开关 S2' 的电动汽车,在车辆接口断开

前车辆控制器可断开开关 S2'。

#### E.5.3.7 非正常条件下中止

在充放电过程中,充放电机或者电动汽车检测到故障时,根据但不限于 C.7.13 给出的故障分类在规定时间内触发故障停机或紧急停机,具体执行动作见 C.4.10 和 C.4.11。

## 附 录 F

(规范性)

### 多车辆接口的直流充电技术

#### F.1 概述

本附录给出了使用多车辆接口的电动汽车直流充电技术。多车辆接口的直流供电设备是指具有两个或多个车辆接口连接点的直流供电设备。作为直流供电设备的一种实现方式,本文件及相关附录对直流供电设备的所有要求也适用于多车辆接口的直流供电设备,除非本附录另有规定。

#### F.2 多车辆接口的电动汽车直流供电设备分类和用例

##### F.2.1 系统工作方式

根据系统工作方式分类:

- 多车辆接口不能同时充电;
- 多车辆接口能同时充电。

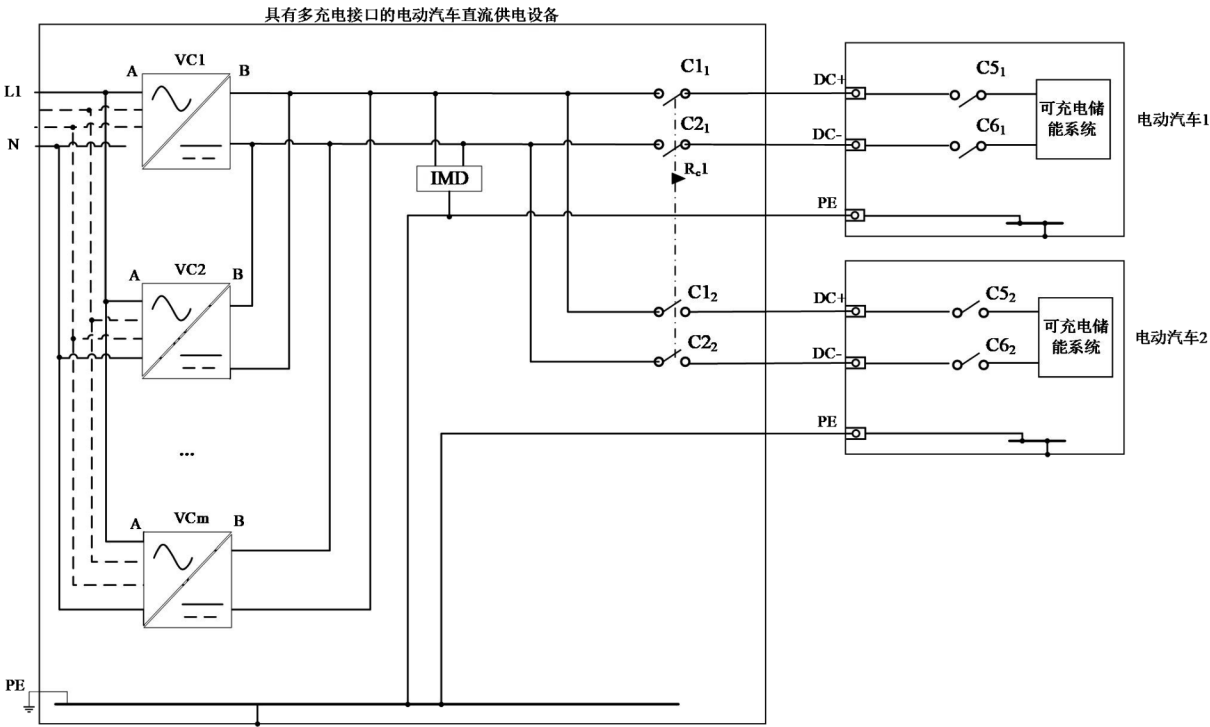
##### F.2.2 输出系统

根据电动汽车侧输出系统分类:

- 具有多车辆接口的附录 B 直流充电系统;
- 具有多车辆接口的附录 C 直流充电系统;
- 具有多车辆接口的附录 B 和附录 C 直流充电系统。

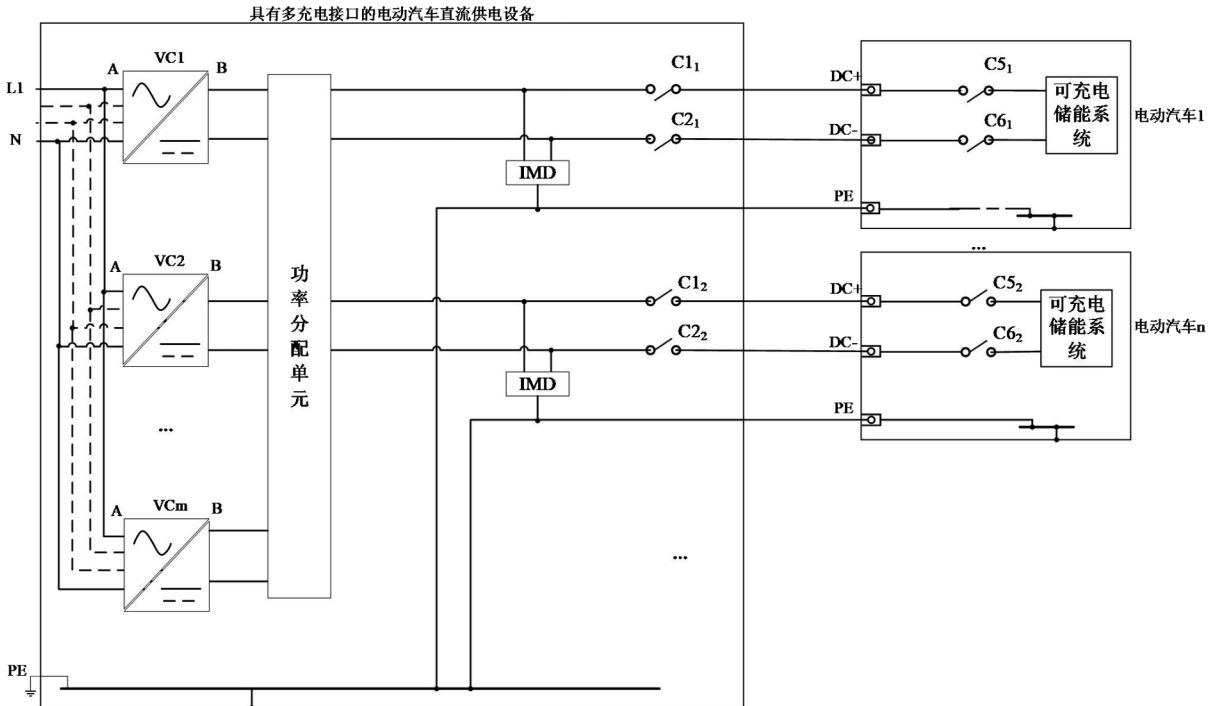
##### F.2.3 系统用例

以交流供电为例,双车辆接口电动汽车直流供电系统电路原理图如图 F.1 所示。对于直流供电,除了电源侧,其余部分类似。两个以上车辆接口应符合双接口的设计原则和安全要求。



标引序号说明：  
Rc1、Rc2——安全闭锁。

a) 不同时充电工作方式



b) 同时充电工作方式

图 F.1 双车辆接口电动汽车直流供电系统电路原理图

### F.3 结构要求

#### F.3.1 系统配置

##### F.3.1.1 对于附录 B 直流供电设备的结构要求

多车辆接口的直流供电设备应配备符合 GB/T 20234.3—2023 规定的车辆插头。为确保正常充电功能,还应配备必要的通信和电力传输硬件(如 CAN 收发器、控制电源、控制导引电路、接触器等),如图 B.1 所示。

##### F.3.1.2 对于附录 C 直流供电设备的结构要求

多车辆接口的直流供电设备应配备符合 GB/T 20234.4—2023 规定的车辆插头。为确保正常充电功能,还应配备必要的通信和电力传输硬件(如 CAN 收发器、控制电源、控制导引电路、接触器等),如图 C.1 所示。

#### F.3.2 车辆插头及电缆组件

所有未使用的车辆插头、电缆管理及贮存应符合 11.6 的规定。

#### F.3.3 直流输出断开装置

直流供电设备的每条直流供电回路的 DC+ 和 DC- 均应配置接触器 C1 和 C2 或其等效装置,并能满足在额定持续电流下充电时,安全切断车辆和电动汽车供电设备之间的连接。接触器 C1 和 C2 在断开状态下的电气间隙和爬电距离应符合 11.4 的规定,且至少应满足基本绝缘。

### F.4 直流充电系统性能

#### F.4.1 基本性能要求

多车辆接口的直流充电系统应符合本文件正文和对应附录的技术要求。直流供电设备性能应符合本文件正文的要求和对应附录的要求。如果同时使用两个或更多的车辆接口进行充电,任一个或多个车辆接口输出时不应应对任何其他车辆接口造成干扰。

#### F.4.2 同时充电性能要求

多车辆接口的直流充电系统的多个车辆接口同时对不同电动汽车进行充电时,应保证各直流供电回路之间电气隔离,并具备一定策略的自动功率分配功能。

### F.5 直流充电安全要求

#### F.5.1 基本安全要求

多车辆接口的直流供电设备中每条充电电缆的保护导体应连接到一个共同的保护接地导体上。

每条直流供电回路应单独配备符合附录 B 或附录 C 规定的直流供电回路与充电机外壳之间绝缘监测装置(IMD)。每条直流供电回路输出端的 Y 电容应符合对应系统要求。

在多车辆接口同时充电时 IMD 的反应时间不应受到其他绝缘监测装置的影响。

选择包括用于隔离装置在内的电路元件,其额定电压应满足充电系统额定最大电压要求,且考虑正常充电和单一故障时直流供电回路输出的所有情况(包括误差)。

支持(附录 B 和附录 C)的直流供电设备在发生单一故障时不应导致一个充电系统的输出电压施加

到另一个系统的车辆接口上。

### F.5.2 短路保护

多车辆接口的直流供电设备的每个连接点应具有单独的短路保护装置,且应符合 13.3、C.7.10 中对应充电系统的要求。

### F.5.3 过载保护

多车辆接口的直流供电设备的每个连接点应具有单独的过载保护,且应符合 13.2、C.7.10 中对应充电系统的要求。

### F.5.4 未连接充电的车辆插头触点带电

在能量传输过程中,对其他未连接充电的车辆插头,其可触及的导体应通过基本绝缘或加强绝缘与带电的直流输出之间进行隔离。

如果通过基本绝缘实现隔离,在正常工作和第一次故障后的 1 s 内,未连接充电的车辆插头的触点与保护导体之间的能量或电压应小于或等于 0.5 mJ 或 60 V DC。

### F.5.5 多车辆接口同时充电时额外安全要求

充电系统配有开关部件,如接触器等,应采取措施防止因开关部件故障而造成车辆的非预期电气连接。这些措施应防止不同电动汽车的电池之间发生短路。这种保护可以通过以下一种或多种措施来实现:

- 每条直流供电回路应配置防反灌二极管。二极管应安装在开关部件和每个车辆插头的输出端子之间;
- 装有开关部件的电路应配置熔断器(或类似具备过流、短路保护特性的装置)。
- 采用具备电气或机械闭锁的接触器,以防止同时关闭。

### F.5.6 接触器粘连检测

多车辆接口的直流供电设备应具备接触器触点粘连检测,以避免出现粘连时,从一辆电动汽车到直流供电设备,或同时连接到直流供电设备的两辆或多辆电动汽车之间出现意外的危险电流,并防止在未连接的车辆插头上出现危险电压。

在自检阶段检测出某条直流供电回路发生接触器粘连,直流供电设备不应允许该条直流供电回路继续充电;在能量传输结束后检测出某条直流供电回路发生接触器粘连,直流供电设备应停止该条直流供电回路再次充电;其他车辆接口可以继续充电。

附 录 G  
(规范性)

采用 GB/T 20234.4 规定的车辆适配器的直流充电兼容技术方案

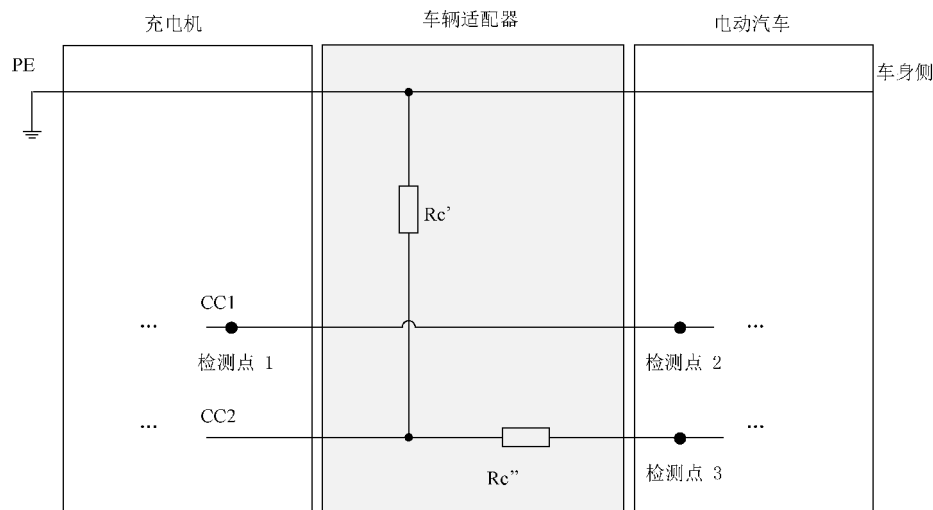
G.1 概述

本附录适用于采用 GB/T 20234.4 规定的车辆适配器连接附录 C 规定的电动汽车和附录 B 的直流供电设备(即传导式非车载充电机,以下简称“充电机”)的充电兼容解决方案。  
本附录还给出了适用于附录 C 充电系统的扩展兼容解决方案。

G.2 车辆适配器

G.2.1 控制导引电路设计

车辆适配器内控制导引电路如图 G.1 所示。其中  $R_{c'}$  和  $R_{c''}$  组合作为硬件编码(等效于附录 C 中车辆插头内的  $R_c$ )。



标引序号说明：  
CC1、CC2——控制导引回路；  
 $R_{c'}$  ——车辆适配器内 CC2 与 PE 之间的电阻；  
 $R_{c''}$  ——车辆适配器内 CC2 线路上的电阻；  
检测点 1 ——充电机内部对 CC1 与 PE 之间电压进行检测的位置；  
检测点 2 ——车辆内部对 CC1 与 PE 之间电压进行检测的位置；  
检测点 3 ——车辆内部对 CC2 与 PE 之间电压进行检测的位置。

图 G.1 车辆适配器电路原理

G.2.2 硬件编码组合设计

表 G.1 给出用于不同类型的充电机与附录 C 电动汽车连接时检测点 3 电压分档和硬件编码组合。

表 G.1 硬件编码组合

| 类型                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 车辆插头                     | 专用车辆适配器                   |                            | 检测点 3 电压值 <sup>a</sup><br>V |      |      |      |     |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|------|------|------|-----|-------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Rc 电阻值 <sup>b</sup><br>Ω | Rc' 电阻值 <sup>b</sup><br>Ω | Rc'' 电阻值 <sup>b</sup><br>Ω | 适配器只连接车辆                    |      |      | 完全连接 |     |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                          |                           |                            | 最小值                         | 标称值  | 最大值  | 最小值  | 标称值 | 最大值   |
| CHAdeMO 车辆适配器 <sup>c</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | —                        | 200                       | 100                        | 2.59                        | 2.77 | 2.95 | 1.85 | 2   | 2.15  |
| CCS1 车辆适配器 <sup>c</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | —                        | 2100                      | 360                        | 8.06                        | 8.53 | 9.01 | 3.54 | 4   | 4.32  |
| CCS2 车辆适配器 <sup>c</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | —                        | 300                       | 250                        | 3.99                        | 4.26 | 4.53 | 3.75 | 4   | 4.26  |
| 附录 C <sup>d</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1000                     | —                         | —                          | —                           | —    | —    | 5.64 | 6   | 6.36  |
| 车辆适配器                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | —                        | 1000                      | 1500                       | 8.10                        | 8.57 | 9.05 | 7.54 | 8   | 8.46  |
| 预留 <sup>e</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 5000                     | —                         | —                          | —                           | —    | —    | 9.47 | 10  | 10.53 |
| <p><sup>a</sup> 所有电压都是在稳定后测量的有效值。检测点 3 电压以 U2 为 12 V 为例,上拉电压 U2 不应大于 28 V,由车厂自定义。</p> <p><sup>b</sup> 在使用环境条件下和可用寿命内都要保持精度范围。电阻精度不应大于±1%。</p> <p><sup>c</sup> CHAdeMO 车辆适配器、CCS1 车辆适配器、CCS2 车辆适配器的控制导引电路见附录 H。</p> <p><sup>d</sup> 附录 C 充电系统在充电过程中无需使用车辆适配器,这里仅用于给出检测点 3 电压分档说明。</p> <p><sup>e</sup> 如 G.4.1 中 Ethernet 通信方式。</p> |                          |                           |                            |                             |      |      |      |     |       |

G.3 充电兼容解决方案

G.3.1 控制导引电路解决方案

图 G.2 给出了支持附录 B 充电兼容的直流充电解决方案,其中充电机和电动汽车内控制导引电路参数应符合对应表 B.1 和表 C.1 的规定。基于附录 C 车辆侧控制导引电路还应包括电阻 R4c',用来模拟附录 B 车辆插座内电阻;开关 S2 为选择开关,位置 0 为未连接状态、位置 1 连接至电阻 R4、位置 2 连接至电阻 R4c'。

对于配置开关 S2'的电动汽车如图 G.2a)所示,未连接时开关 S2 的初始化状态为位置 0;对于配置开关 S2'的电动汽车如图 G.2b)所示,未连接时开关 S2 的初始化状态为位置 2。

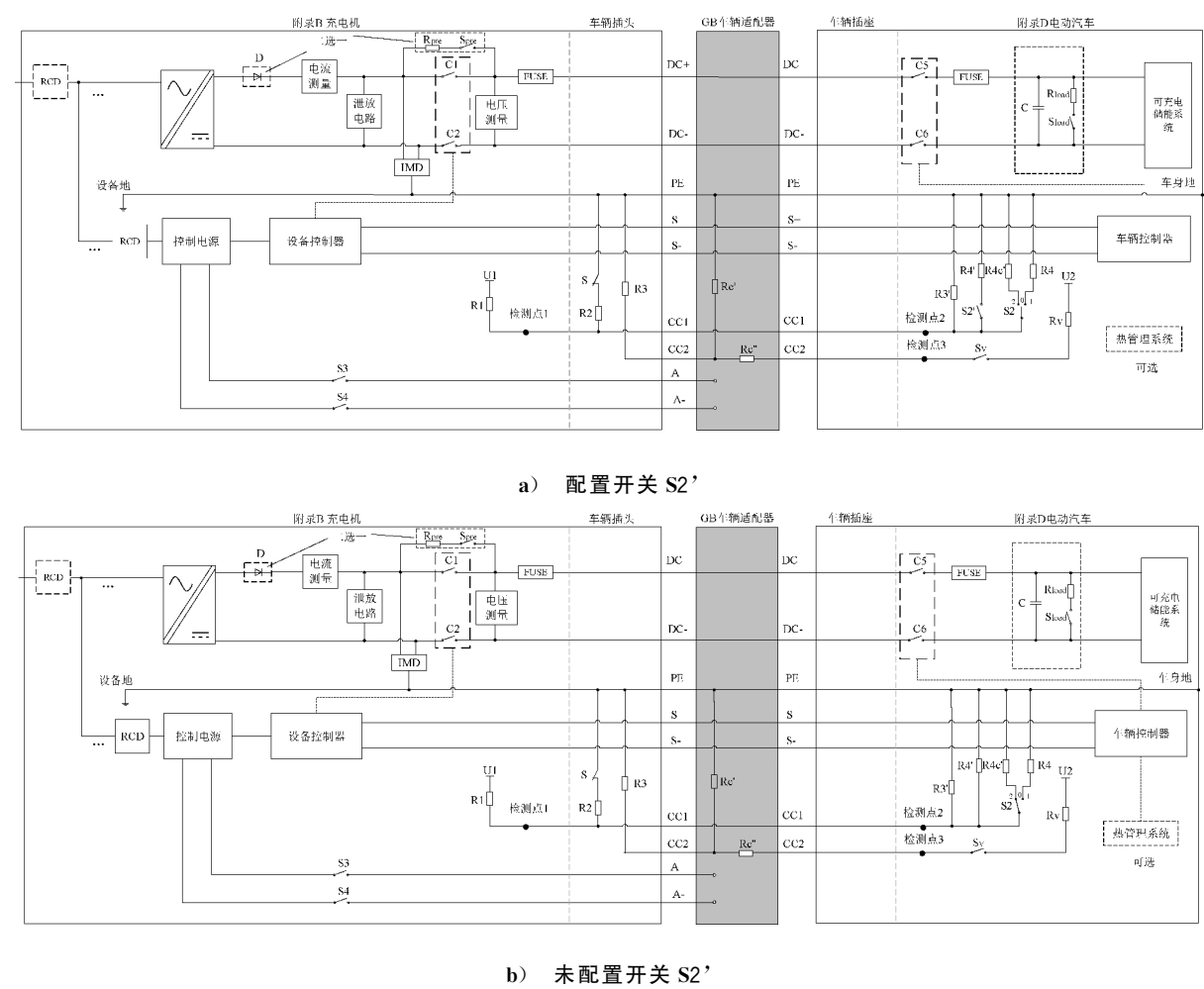


图 G.2 支持附录 B 兼容的直流充电解决方案

表 G.2 规定了对应于图 G.2 的具备充电兼容的电动汽车控制导引电路参数。

表 G.2 具备充电兼容的电动汽车控制导引电路参数

| 参数 <sup>a</sup>   | 符号   | 单位 | 标称值     | 最大值     | 最小值    | 备注                                               |
|-------------------|------|----|---------|---------|--------|--------------------------------------------------|
| R3'等效电阻           | R3'  | Ω  | 100 000 | 101 000 | 99 000 |                                                  |
| R4 等效电阻           | R4   | Ω  | 1 300   | 1 313   | 1 287  |                                                  |
| R4'等效电阻           | R4'  | Ω  | 2 740   | 2 767   | 2 713  |                                                  |
| R4c'等效电阻          | R4c' | Ω  | 1 000   | 1 010   | 990    | 见图 G.2a)                                         |
|                   |      |    | 1 600   | 1 616   | 1 584  | 见图 G.2b)                                         |
| Rv 等效电阻           | Rv   | Ω  | 1 000   | 1 010   | 990    |                                                  |
| 上拉电压 <sup>b</sup> | U2   | V  | 12      | 12.6    | 11.4   |                                                  |
| S2 开关             | S2   | —  | 位置 0    | —       | —      | 位置 0:初始位置,悬空;<br>位置 1:连接电阻 R4;<br>位置 2:连接电阻 R4c' |

表 G.2 具备充电兼容的电动汽车控制导引电路参数（续）

| 参数 <sup>a</sup>                                                                                                                                               | 符号  | 单位 | 标称值   | 最大值 | 最小值 | 备注 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|-------|-----|-----|----|
| S2' 开关 <sup>c</sup>                                                                                                                                           | S2' | —  | 常开    | —   | —   | 可选 |
| Sv 开关                                                                                                                                                         | Sv  | —  | 常开/常闭 | —   | —   |    |
| <div><sup>a</sup> 在使用环境条件下和可用寿命内都要保持精度范围。电阻精度不应大于±1%。</div> <div><sup>b</sup> 车辆厂家可自定义,上拉电压 U2 不应大于 28 V。</div> <div><sup>c</sup> 车辆厂家可选配。如配置,初始化状态为断开。</div> |     |    |       |     |     |    |

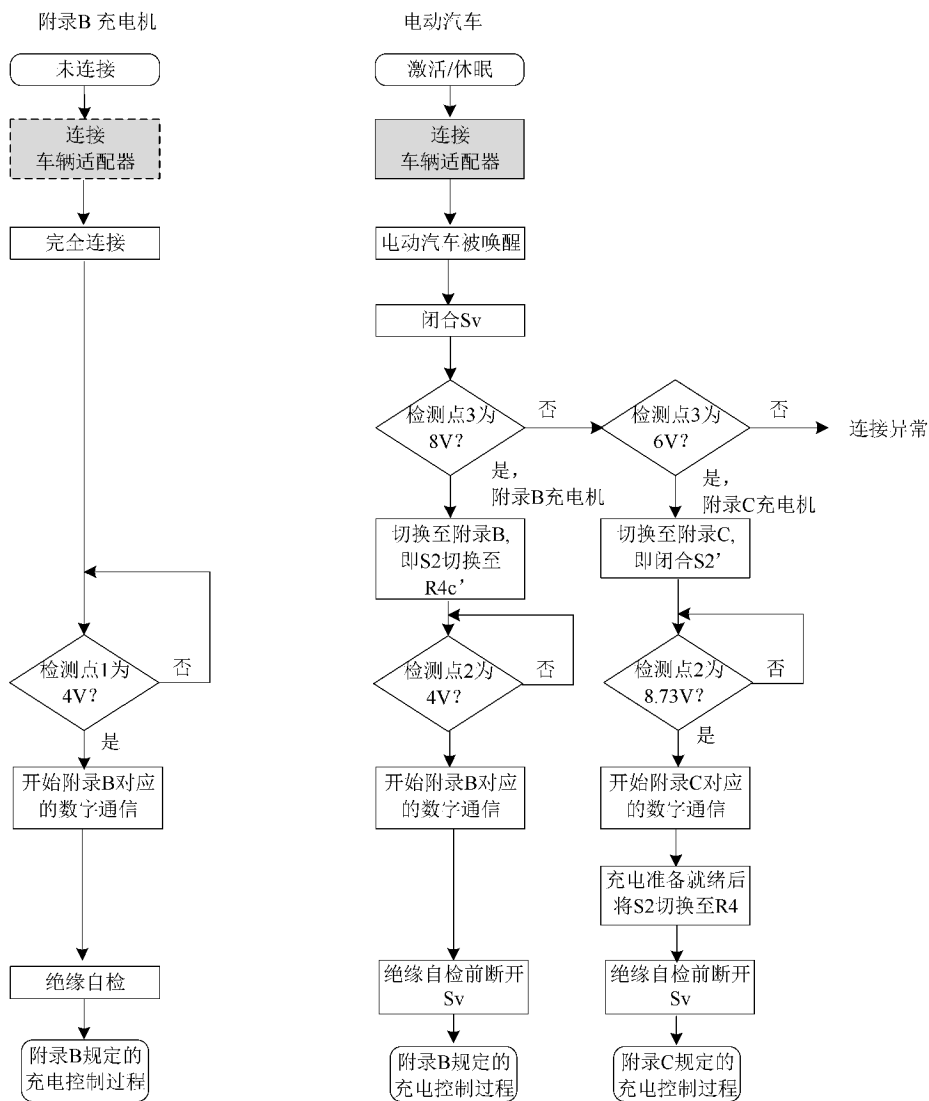
G.3.2 版本判断流程

电动汽车可使用相应的车辆适配器与充电机进行连接。当电动汽车通过检测点 2 的电压值判断出经由车辆适配器连接至充电机,电动汽车应处于不可行驶状态。完全连接后电动汽车应能通过检测点 3 的电压值确认所连接充电机类型,并进入对应的充电流程。以图 G.2 a)的电动汽车(上拉电压 U2 为 12 V)充电为例,版本判断流程如下[图 G.3 a)所示]。

- 当检测点 3 电压值为 6 V 范围内时,电动汽车确认车辆接口已完全连接且连接至采用 GB/T 20234.4的充电连接装置的充电机,则车辆控制器闭合开关 S2',此时检测点 2 电压为 2.34 V。充电机和车辆应进入 C.4.3 开始充电准备就绪。
- 当检测点 3 电压值为 8 V 范围内时,电动汽车确认车辆接口已完全连接且连接至采用 GB/T 20234.3—2023 的充电连接装置的充电机,则车辆控制器将开关 S2 置于 R4c',此时检测点 2 电压为 4 V 并等待充电机的通信握手报文。充电机和电动汽车应进入 B.4.3 开始自检阶段。
- 当检测点 3 电压值不在 6 V 和 8 V 范围时,电动汽车判断为连接异常且不允许充电。

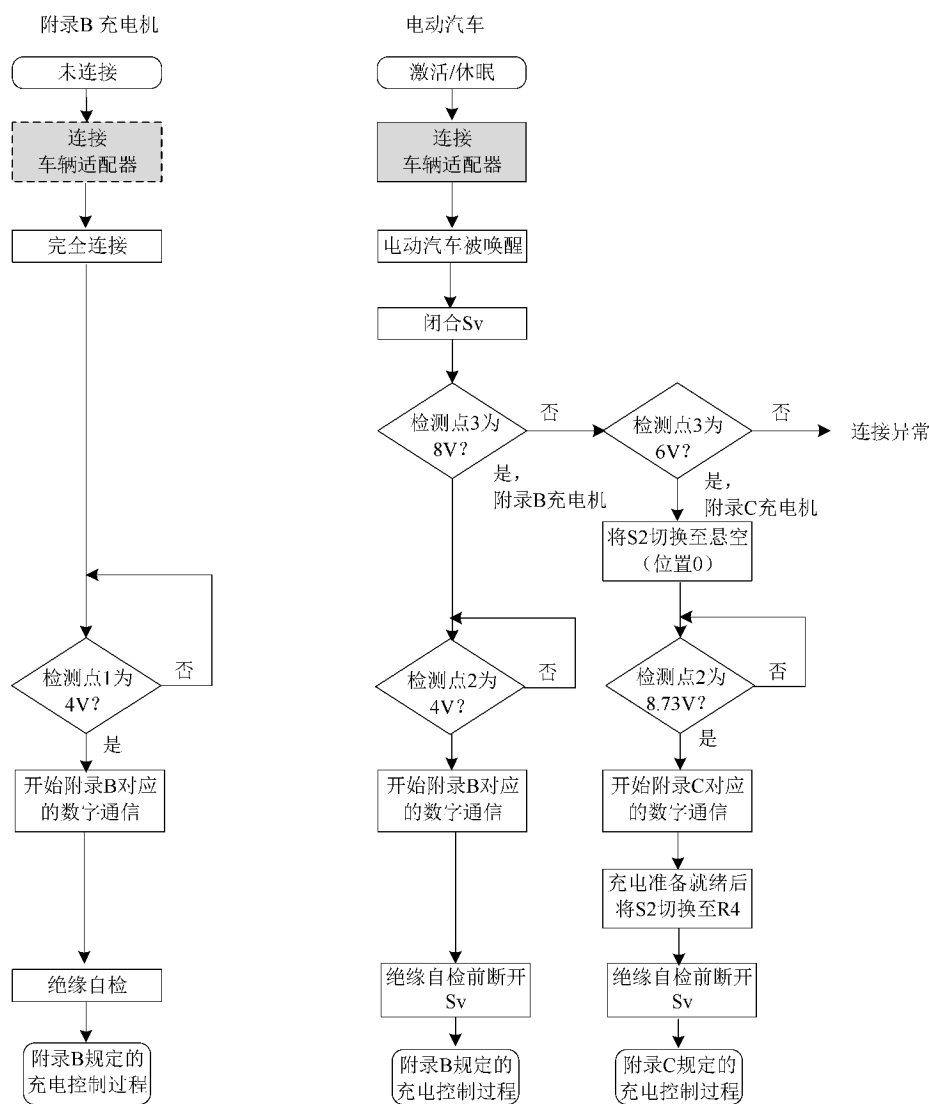
以本附录图 G.2 b)的电动汽车(上拉电压 U2 为 12 V)充电为例,车辆内开关 S2 初始化状态为位置 2(连接至 R4c'),版本判断流程如下[图 G.3 b)所示]。

- 当检测点 3 电压值为 6 V 范围内时,电动汽车确认车辆接口已完全连接且连接至采用 GB/T 20234.4的充电连接装置的充电机,车辆控制器将 S2 状态切换至悬空即位置 0,充电机和电动汽车应进入 C.4.2 的充电流程,电动汽车在充电准备就绪后应将 S2 切换至位置 1。
- 当检测点 3 电压值为 8 V 范围内时,电动汽车确认车辆接口已完全连接且连接至采用 GB/T 20234.4的充电连接装置的充电机;车辆控制器确认检测点 2 为 4 V(表 B.1 中 U1c 电压范围)后等待充电机的通信握手报文,充电机和电动汽车应进入 B.4.3 开始自检阶段。
- 当检测点 3 电压值不在 6 V 和 8 V 的范围内时,电动汽车判断为连接异常且不允许充电。



a) 配置开关 S2' 的电动汽车

图 G.3 版本判断流程



b) 未配置开关 S2' 的电动汽车

注 1: 车辆适配器(A类和B类)可以先与充电机连接,或者先与电动汽车连接,由用户自行决定操作顺序。车辆适配器(C类)则只需与电动汽车连接。

注 2: A、B、C类适配器定义见 GB/T 20234.4。

图 G.3 版本判断流程 (续)

G.3.3 充电控制过程

G.3.3.1 车辆插座与车辆适配器和/或车辆插头插合:使车辆处于不可行驶状态

当电动汽车进入可行驶状态时应先闭合开关 Sv,车辆控制器通过测量检测点 3 的电压值确认车辆接口中 CC2 回路是否连接正常,当检测点 3 电压值为上拉电压 U2 时,确认车辆插座未与车辆插头和/或车辆适配器连接,电动汽车处于可行驶状态。

当车辆插头与车辆插座插合后,电动汽车可以自动启动某种触发条件(如打开充电口盖板、车辆插座与车辆适配器和/或车辆插头连接或者对车辆的充电按钮、开关等进行功能触发设置),通过锁止装置或者其他控制措施使电动汽车处于不可行驶状态。

### G.3.3.2 车辆被唤醒

当车辆插座与车辆适配器和车辆插头插合时,车辆控制器应能通过检测点 2 也可通过检测点 3(对于连接前,开关  $S_v$  状态为闭合的车辆)被唤醒。

当车辆插座只与车辆适配器插合时,对于开关  $S_v$  初始化状态为闭合的车辆,车辆控制器应能通过检测点 3 被唤醒。

### G.3.3.3 充电版本及车辆接口连接确认

唤醒后,车辆控制器应通过检查检测点 3 的电压值确认车辆接口中 CC2 回路是否连接正常以及所连接至的充电机类型;当检测点 3 电压值为表 G.1 中完全连接时使用车辆适配器对应电压时,确认连接至采用 GB/T 20234.3—2023 的充电连接装置的充电机;检测点 3 电压值为其他电压值时,则见附录 H。

车辆控制器应将开关  $S_2$  切换至位置 2(对于配置开关  $S_2'$  的车辆)。车辆控制器应通过测量检测点 2 的电压值判断车辆接口中 CC1 回路是否连接正常,当检测点 2 电压值为 4 V(表 B.1 中  $U_{1c}$  电压范围),确认车辆接口中 CC1 回路已连接。

车辆控制器应将通信协议版本切换为附录 B 对应的通信协议。当收到设备控制器发送的通信握手报文后,车辆控制器开始发送通信握手报文。

### G.3.3.4 充电控制过程其他阶段

在充电控制过程其他阶段,包括充电机自检、充电准备就绪、能量传输、正常条件下充电结束等应符合 B.4.3~B.4.6、B.5、B.6 的规定,且当车辆满足 7.4 规定的适用于附录 B 的保护导体最小截面积要求时,其绝缘监测周期不应超过 100 s;当车辆满足 7.4 规定的适用于附录 C 的保护导体最小截面积要求时,其绝缘监测周期不应超过 10 s。

### G.3.3.5 锁止功能

当车辆控制器判断出完全连接时应使电子锁保持可靠锁止;能量传输结束后且车辆端界面电压降至 60 V DC 以下时,电子锁可解锁。

## G.3.4 非正常条件下充电中止

### G.3.4.1 保护接地连续性丢失

在能量传输阶段,当充电机侧出现 PE 断线、适配器与车辆插座之间以及车辆侧出现 PE 断线时,设备控制器应触发紧急停机,且符合 B.4.7.5 的规定。

在能量传输阶段,当充电机侧出现 PE 断线、适配器与车辆插头之间、适配器与车辆插座之间以及车辆侧出现 PE 断针线时,车辆控制器应触发紧急停机,且符合 C.4.11 的规定。

### G.3.4.2 连接信号异常断开

在能量传输阶段,设备控制器通过对检测点 1 的电压进行检测,如果车辆接口由完全连接变为连接不可靠(不在  $U_{1c}$  电压范围),包括车辆插头与适配器、适配器与车辆插座异常断开时,设备控制器应触发紧急停机,且符合 B.4.7.5 的规定;车辆控制器应对检测点 2 的电压进行检测,如果判断车辆接口由完全连接变为连接不可靠(不在表 B.1 中  $U_{1c}$  电压范围)时,车辆控制器应触发紧急停机,且符合 C.4.11 的规定。

G.3.4.3 车辆不能继续充电故障

在充电过程中,如果电动汽车出现不能继续充电的故障(由车辆根据故障严重程度决定),车辆控制器应触发故障停机或紧急停机,且符合 C.4.10.2 或 C.4.11.2 的规定。

注:不能继续充电的故障包括且不限于电子锁状态异常、绝缘故障等。

G.4 扩展兼容解决方案

G.4.1 通信扩展电路

ChaoJi 系统应具有扩展功能,通过  $R_e/R_c/S_c$  电阻支持未来通信方式扩展,如 Ethernet 等,如图 G.4 所示,对应的导引电路参数推荐见表 G.3。支持通信扩展功能的充电机将通过开关  $S_c$  切换 Ethernet 和 CAN 两种通信方式。未连接时具备 Ethernet 通信方式的充电机默认开关  $S_c$  置于位置 1;完全连接后,当电动汽车通过检测点 3 电压判断充电机类型并进行状态切换,如果电动汽车不支持 Ethernet 通信方式,则充电机将开关  $S_c$  置于位置 2,双方按照附录 C 进入充电控制过程并使用 CAN 通信。

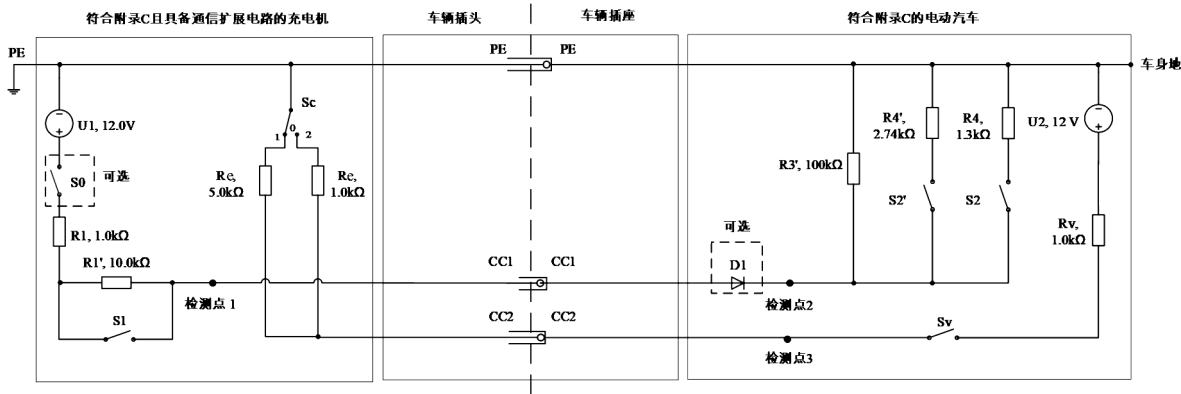


图 G.4 通信扩展电路原理

表 G.3 通信扩展电路设计参数

| 参数 <sup>a</sup> | 符号    | 单位       | 标称值  | 最大值  | 最小值  | 说明                       |
|-----------------|-------|----------|------|------|------|--------------------------|
| $R_e$ 等效电阻      | $R_e$ | $\Omega$ | 5000 | 5050 | 4950 | $S_c$ 置于位置 1，支持 Ethernet |
| $R_c$ 等效电阻      | $R_c$ | $\Omega$ | 1000 | 1010 | 990  | $S_c$ 置于位置 2，支持 CAN      |

<sup>a</sup> 图 G.4 中其他电阻和开关要求见表 C.1。

G.4.2 V2X 扩展电路

该电路主要用于电动汽车通过 CC2 给自身没有额外电源的设备,如为便携式 V2X 设备提供临时启动电源,控制导引电路设计见图 G.5,对应的导引电路参数推荐见表 G.4。

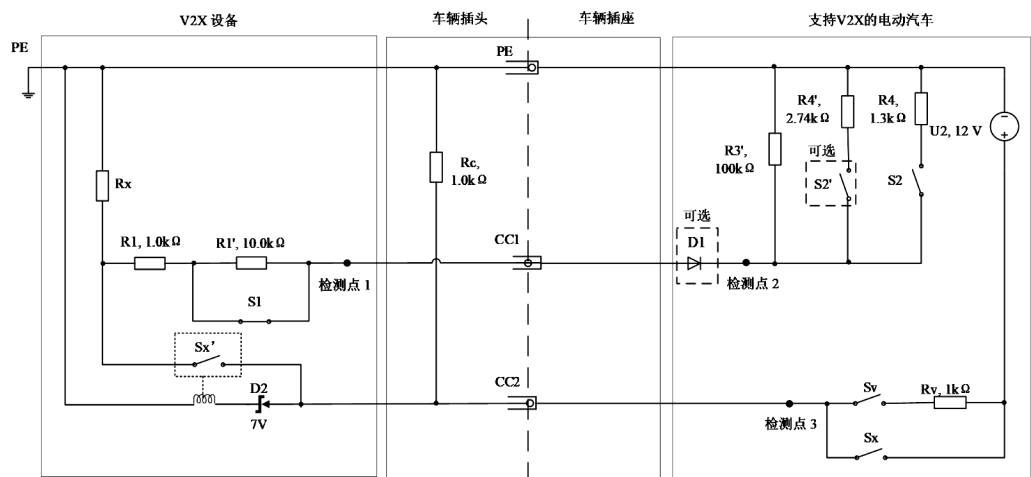


图 G.5 V2X 扩展电路原理

表 G.4 V2X 导引电路设计参数推荐

| 参数 <sup>a</sup>     | 符号               | 单位 | 标称值 | 最大值  | 最小值  | 说明                   |
|---------------------|------------------|----|-----|------|------|----------------------|
| 等效电源                | U2               | V  | 12  | 12.6 | 11.4 | 额定电流不低于 1.5 A        |
| R <sub>x</sub> 等效电阻 | R <sub>x</sub>   | Ω  | —   | —    | —    | V2X 设备内负载            |
| S1 开关               | S1               | —  | 常闭  | —    | —    |                      |
| S <sub>x</sub> ' 开关 | S <sub>x</sub> ' | —  | 常开  | —    | —    | 需要线圈 5 V 电压<br>激活后闭合 |
| S <sub>x</sub> 开关   | S <sub>x</sub>   | —  | 常开  | —    | —    |                      |
| 等效二极管 D2 压降         | D2               | V  | 7   | —    | —    |                      |

<sup>a</sup> 图 G.8 中其他电阻和开关要求见表 G.1。

以电动汽车预约为例,充放电流程如图 G.6 所示。V2X 设备侧开关 S<sub>x</sub>' 初始化状态为常开,可以通过外部按钮或者增加检测电压电路(如图 G.5 中等效二极管 D2 和线圈组合)进行控制。预约充电也可由 V2X 设备发起,V2X 设备通过数字通信告知电动汽车相关预约信息,然后电动汽车断开开关 S<sub>x</sub> 并开始预约计时,时间到达后通过闭合开关 S<sub>x</sub> 唤醒 V2X 设备。预充电时 V2X 设备应控制冲击电流峰值小于 20 A。

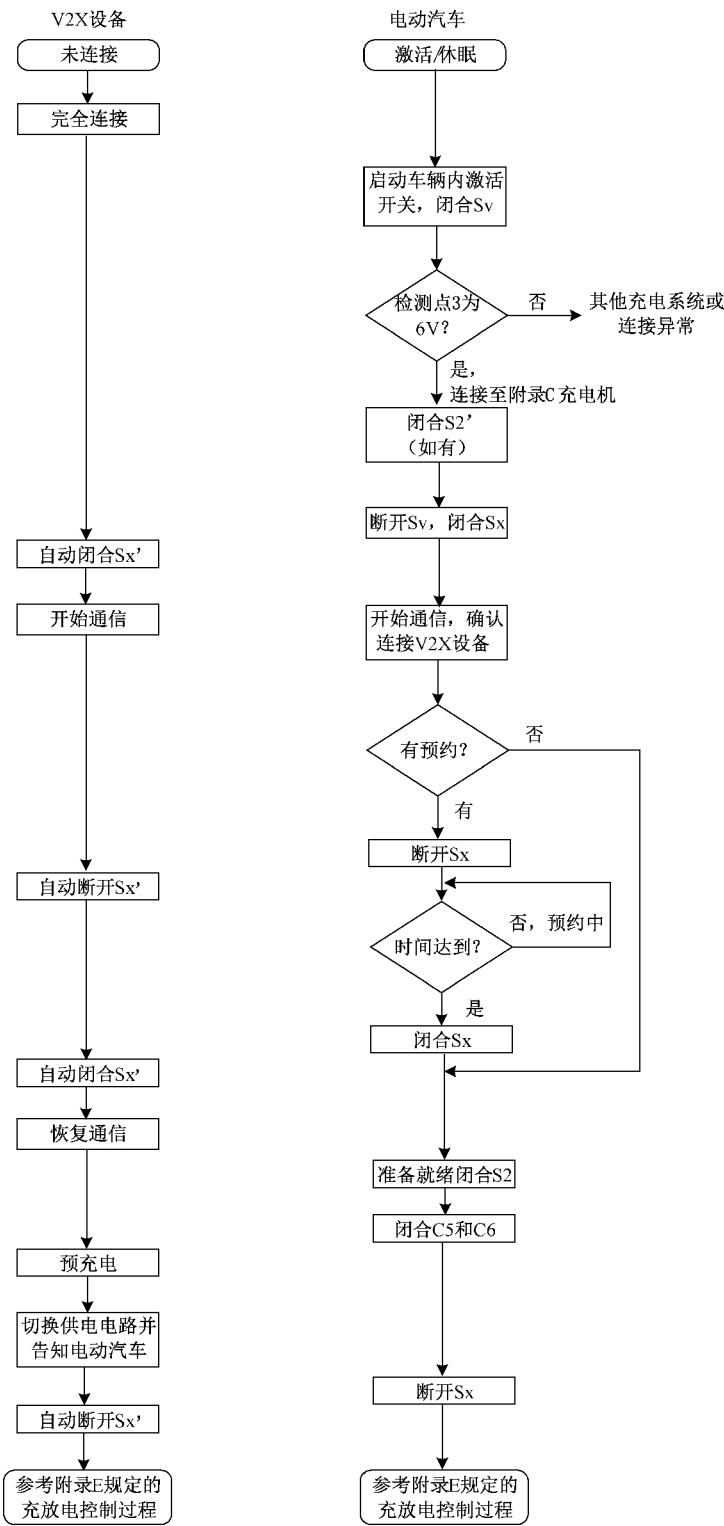


图 G.6 V2X 扩展充放电流程

附录 H  
(资料性)

适用于 CHAdeMO 2.x 及以下充电系统和 CCS 充电系统的直流充电兼容技术方案

H.1 概述

本附录提供采用其他专用车辆适配器连接附录 C 规定的电动汽车与日本 CHAdeMO 2.x 及以下直流供电设备(即传导式非车载充电机,以下简称“充电机”)、欧美 CCS1/CCS2 充电机的充电兼容解决方案。

H.2 其他专用车辆适配器

H.2.1 类型

- 本附录涉及的专用车辆适配器类型有：
- CHAdeMO 车辆适配器:适配器插座采用 IEC 62196-3 规定的 AA 类型车辆插座,适配器插头采用 GB/T 20234.4 规定的车辆插头；
  - CCS1 车辆适配器:适配器插座采用 IEC 62196-3 规定的 EE 类型的车辆插座,适配器插头采用 GB/T 20234.4 规定的车辆插头；
  - CCS2 车辆适配器:适配器插座采用 IEC 62196-3 规定的 FF 类型的车辆插座,适配器插头采用 GB/T 20234.4 规定的车辆插头。

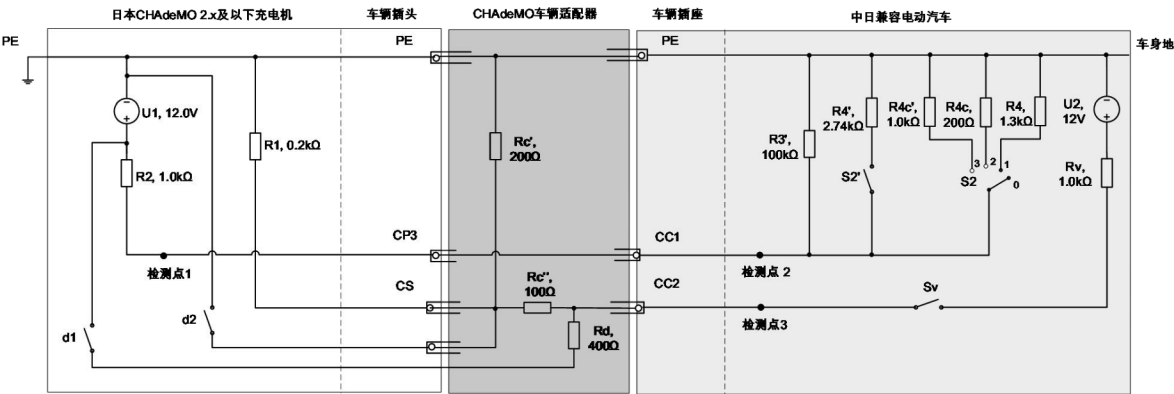
H.2.2 控制导引电路

CHAdeMO 车辆适配器、CCS1 车辆适配器、CCS2 车辆适配器内编码电阻见表 G.1。

H.3 充电兼容解决方案

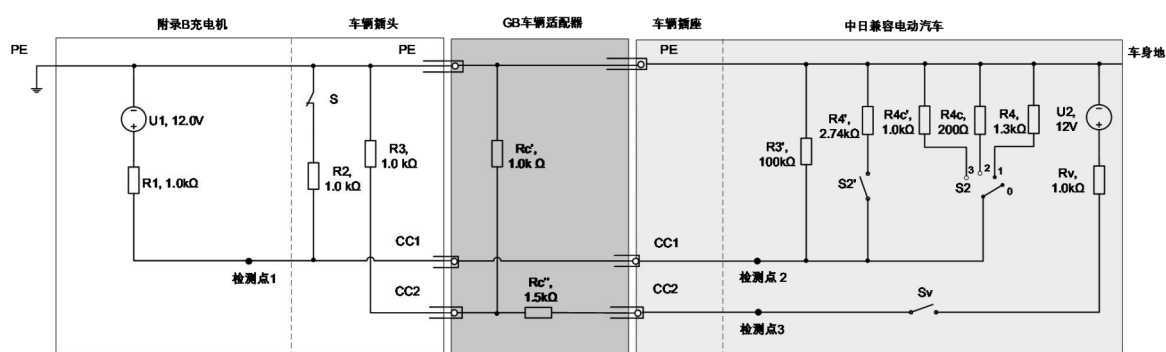
H.3.1 控制导引电路解决方案

图 H.1 给出了采用车辆适配器与日本 CHAdeMO 2.x 及以下充电机和附录 B 充电机都兼容的电动汽车控制导引电路。



a) 连接至 CHAdeMO 2.x 及以下充电机

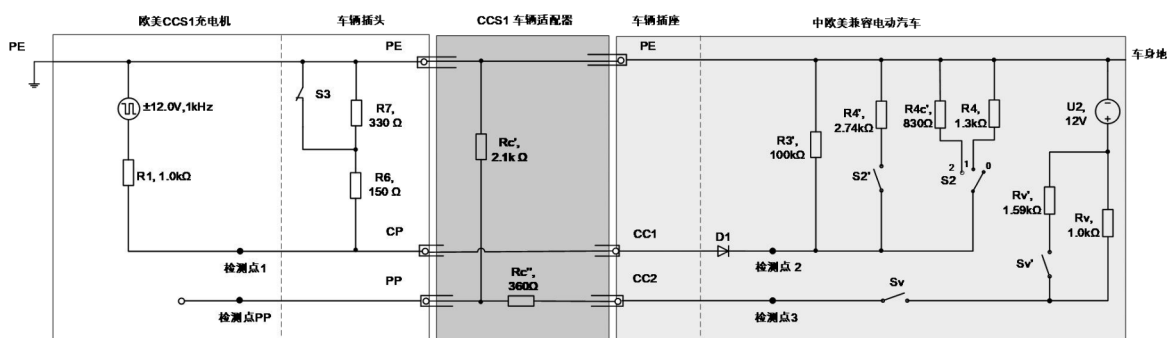
图 H.1 中日直流充电控制导引充电兼容解决方案



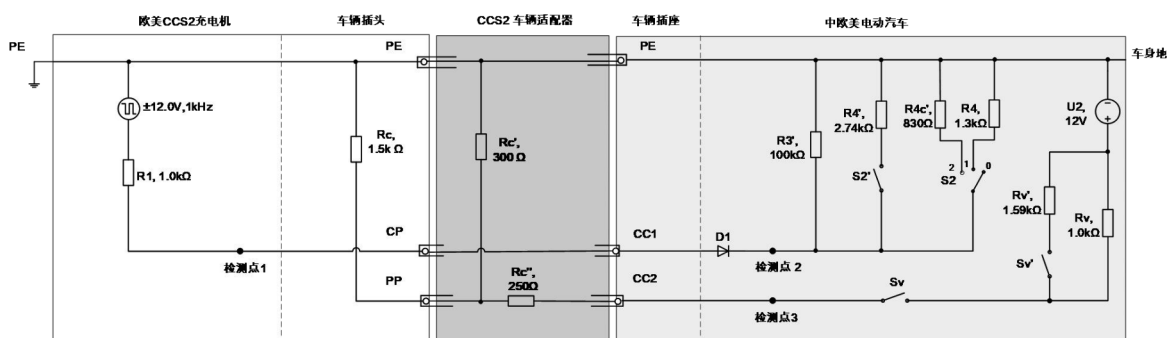
**b) 连接至附录 B 充电机**

图 H.1 中日直流充电控制导引充电兼容解决方案 (续)

图 H.2 给出了采用车辆适配器与欧美 CCS1 充电机、欧美 CCS2 充电机以及附录 B 充电机都兼容的电动汽车控制导引电路。

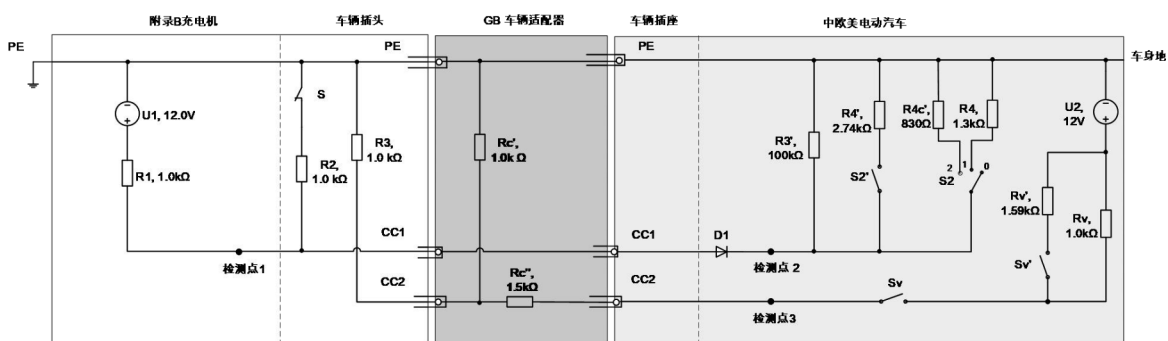


a) 连接至 CCS1 充电机



b) 连接至 CCS2 充电机

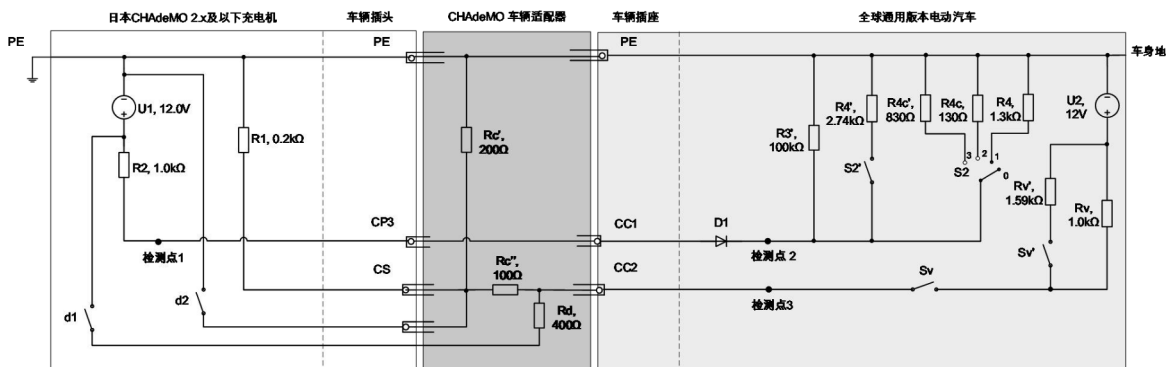
图 H.2 中欧美直流充电控制导引充电兼容解决方案



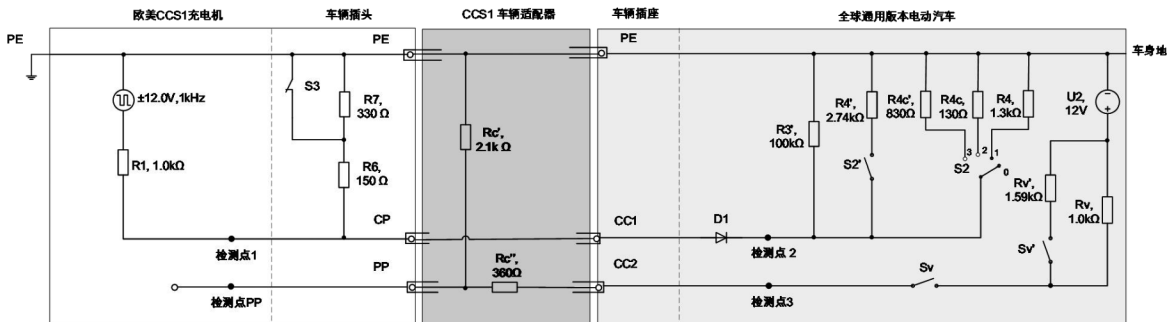
c) 连接至附录 B 充电机

图 H.2 中欧美直流充电控制导引充电兼容解决方案 (续)

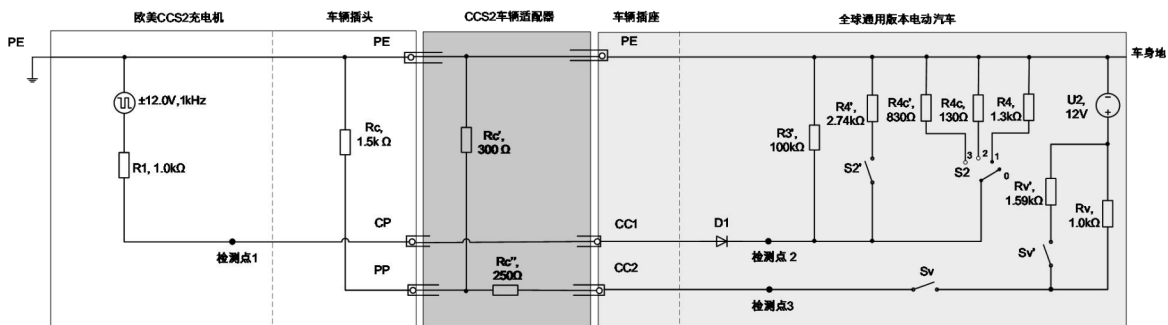
图 H.3 给出了采用车辆适配器与日本 CHAdeMO 2.x 及以下充电桩、欧美 CCS1 充电桩、欧美 CCS2 充电桩以及附录 B 充电桩都兼容的电动汽车控制导引电路,即全球通用版本。



a) 连接至 CHAdeMO2.x 以下充电机

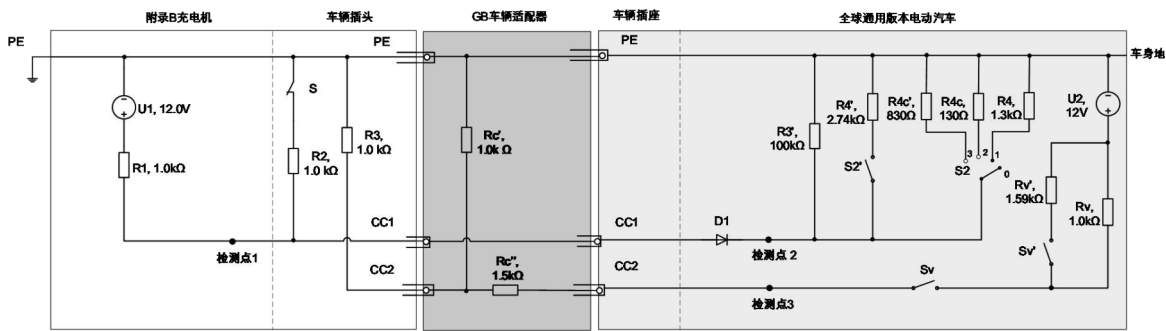


b) 连接至 CCS1 充电机



c) 连接至 CCS2 充电机

图 H.3 全球通用直流充电控制导引充电兼容解决方案



d) 连接至附录 B 充电机

图 H.3 全球通用直流充电控制导引充电兼容解决方案（续）

表 H.1 给出了对应于图 H.1~H.3 的具备充电兼容的电动汽车控制导引电路参数。

表 H.1 具备充电兼容的电动汽车控制导引电路参数

| 参数 <sup>a</sup>                                 | 符号   | 单位 | 标称值     | 最大值     | 最小值     | 电路版本                                                                                                       |
|-------------------------------------------------|------|----|---------|---------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| R3'等效电阻                                         | R3'  | Ω  | 100 000 | 101 000 | 99 000  | 通用                                                                                                         |
| R4 等效电阻                                         | R4   | Ω  | 1 300   | 1 313   | 1 287   | 通用                                                                                                         |
| R4'等效电阻                                         | R4'  | Ω  | 2 740   | 2 767   | 2 713   | 通用                                                                                                         |
| R4c 等效电阻                                        | R4c  | Ω  | 130     | 131.3   | 128.7   | 见图 H.3                                                                                                     |
|                                                 |      |    | 200     | 202     | 198     | 见图 H.1                                                                                                     |
| R4c'等效电阻                                        | R4c' | Ω  | 830     | 838.3   | 821.7   | 见图 H.2 和图 H.3                                                                                              |
|                                                 |      |    | 1 000   | 1 010   | 990     | 见图 H.1                                                                                                     |
| Rv'等效电阻                                         | Rv'  | Ω  | 1 590   | 1 605.9 | 1 574.1 | 见图 H.2 和图 H.3                                                                                              |
| 上拉电压 <sup>b</sup>                               | U2   | V  | 12      | 12.6    | 11.4    | 通用                                                                                                         |
| S2 开关                                           | S2   | —  | 位置 0    | —       | —       | 位置 0:初始位置,悬空;<br>位置 1:连接电阻 R4;<br>位置 2:连接电阻 R4c(见图 H.1 和图 H.3)或连接电阻 R4c'(见图 H.2)<br>位置 3:连接电阻 R4c'(见图 H.3) |
| S2'开关                                           | S2'  | —  | 常开      | —       | —       | 通用                                                                                                         |
| Sv 开关                                           | Sv   | —  | 常开/常闭   | —       | —       | 通用                                                                                                         |
| Sv'开关                                           | Sv'  | —  | 常开      | —       | —       | 见图 H.2 和图 H.3                                                                                              |
| 等效二极管压降<br>(2.75 mA~10 mA,<br>-40 ℃ ~+85 ℃)     | Vd1  | V  | 0.70    | 0.85    | 0.55    | 见图 H.2 和图 H.3                                                                                              |
| <sup>a</sup> 在使用环境条件下和可用寿命内都要保持精度范围。电阻精度不大于±1%。 |      |    |         |         |         |                                                                                                            |
| <sup>b</sup> 车辆厂家可自定义,上拉电压 U2 不大于 28 V。         |      |    |         |         |         |                                                                                                            |

### H.3.2 版本判断流程

电动汽车可使用专用的车辆适配器与相应的充电机进行连接。当电动汽车通过检测点 2 的电压值判断出经由车辆适配器连接至充电机时,电动汽车处于不可行驶状态。完全连接后电动汽车能通过检测点 3 的电压值确认所连接充电机类型,并进入对应的充电流程。以图 H.3 的电动汽车(上拉电压  $U_2$  为 12 V)充电为例,版本判断流程如下:

- 当检测点 3 电压值为 2 V 范围内时,电动汽车确认车辆接口已完全连接且连接至 CHAdeMO 2.x 及以下充电机,则车辆控制器将开关 S2 置于 R4c,充电机和电动汽车进入 CHAdeMO 2.x 以下版本相应的充电控制过程;
- 当检测点 3 电压值为 4 V 范围内时,电动汽车确认车辆接口已完全连接且连接至 CCS 充电机,则车辆控制器将开关 S2 置于 R4 并闭合开关  $S_v'$ ,充电机和电动汽车进入 CCS 充电控制过程;
- 当检测点 3 电压值为 6 V 范围内时,电动汽车确认车辆接口已完全连接且连接至采用 GB/T 20234.4 的充电连接装置的充电机,则车辆控制器闭合开关 S2',此时检测点 2 电压为 2.34 V。充电机和车辆进入 C.4.3 并开始充电准备就绪;
- 当检测点 3 电压值为 8 V 范围内时,电动汽车确认车辆接口已完全连接且连接至采用 GB/T 20234.3—2023 的充电连接装置的充电机,则车辆控制器将开关 S2 置于 R4c',此时检测点 2 电压为 4 V 并等待充电机的通信握手报文。充电机和电动汽车进入 B.4.3 并开始自检阶段;
- 当检测点 3 电压值不在 2V、4V、6 V、8 V 范围内时,电动汽车判断为连接异常且不允许充电。

附 录 I  
(规范性)  
充电连接装置的锁止装置

I.1 交流充电接口锁止装置

当交流供电设备和车载充电机的最大充电电流大于 16 A 时,供电接口和车辆接口应具有锁止装置。交流充电接口的锁止装置如图 I.1 和 I.2 所示。

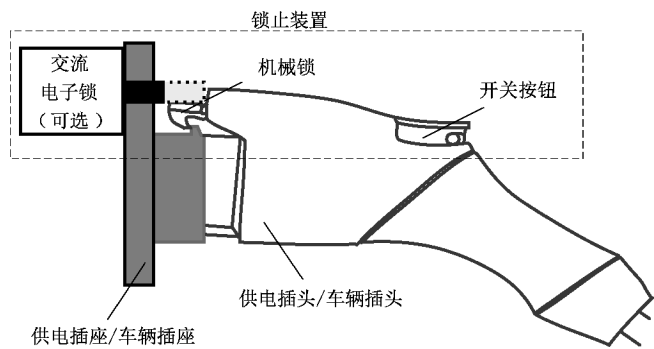


图 I.1 交流充电接口锁止装置(电流小于 16 A)示意图

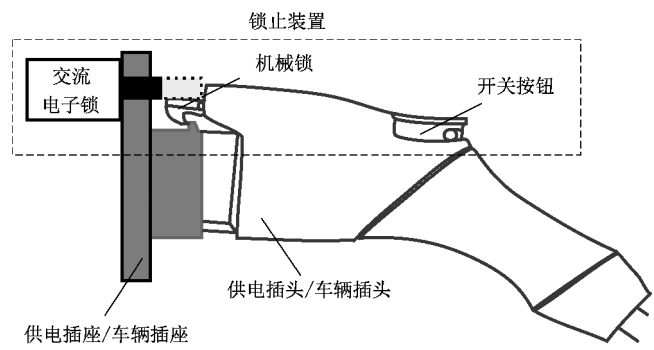


图 I.2 交流充电接口锁止装置(电流大于 16 A)示意图

I.2 直流车辆接口锁止装置

I.2.1 结构

直流充电时,车辆接口应具有锁止装置。  
采用符合 GB/T 20234.3—2023 规定的直流车辆接口的锁止装置如图 I.3 所示。

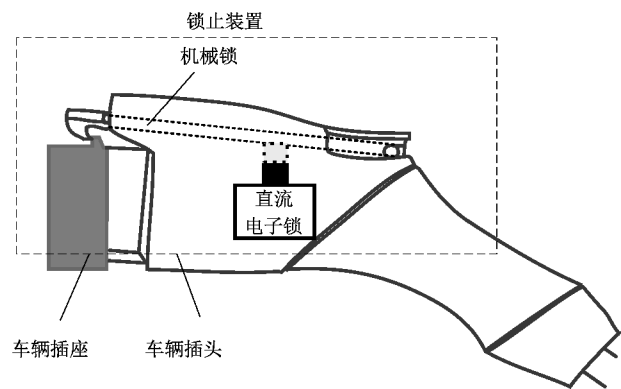


图 I.3 直流车辆接口(GB/T 20234.3—2023)锁止装置示意图

采用符合 GB/T 20234.4 规定的直流车辆接口的锁止装置如图 I.4 所示。

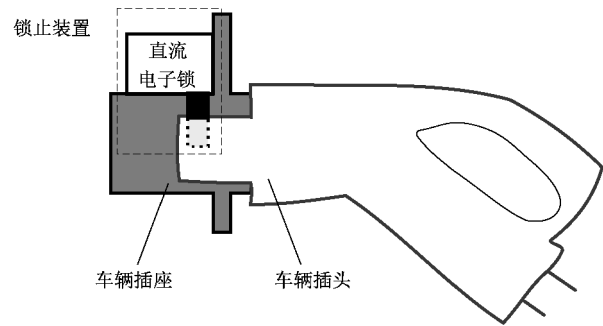
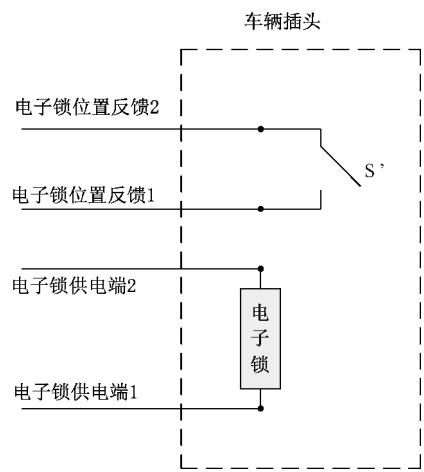


图 I.4 直流充电接口(GB/T 20234.4)锁止装置示意图

I.2.2 电子锁功能示例

符合 GB/T 20234.3—2023 规定的直流车辆接口的电子锁电源由直流供电设备提供并控制,宜具备锁止状态反馈信号功能,以便直流电设备能够正确识别出电子锁已将机械锁正确锁止或处于解锁状态,功能示例如图 I.5 所示。在电子锁未预期上锁或未可靠锁止时,可通过发出故障信号,使直流供电设备停止充电或不能启动充电。



注：S'是一种开关信号或其他类型信号，由直流供电设备厂商和连接器厂商协商确认。

图 I.5 电子锁功能示例图

符合 GB/T 20234.4 规定的直流车辆接口的电子锁电源由电动汽车提供并控制，宜具备锁止位置反馈信号功能，以便电动汽车能够正确识别出电子锁正确锁止或处于解锁状态。在电子锁未预期上锁或未可靠锁止时，可通过发出故障信号，使电动汽车停止充电或不能启动充电。

## 附 录 J

(资料性)

## 采用 GB/T 20234.4 规定的充电连接装置的脉冲加热控制原理

## J.1 概述

本附录提供一种对动力蓄电池进行加热的供电模式实现方法,适用于采用 GB/T 20234.4 的充电连接装置的特定的直流供电设备(即特定的传导式非车载充电机,以下简称“充电机”)和特定电动汽车之间的配合使用,该方法仅供参考。

本附录适用于频率为 0.1 Hz~1 Hz 的脉冲加热功能,超过此频率范围不做强制规定。

## J.2 脉冲加热控制过程

## J.2.1 脉冲加热参数配置

脉冲加热参数配置阶段,充电机将脉冲加热过程中的最大正脉冲电流、最大负脉冲电流、最小正脉冲电压、最大负脉冲电压、最长正脉冲时间、最短正脉冲时间、最长负脉冲时间、最短负脉冲时间发送至电动汽车;车辆将脉冲加热过程中的最大正脉冲电流、最大负脉冲电流、最小正脉冲电压、最大负脉冲电压、最长正脉冲时间、最短正脉冲时间、最长负脉冲时间、最短负脉冲时间、最长加热时间发送至充电机;双方进行脉冲加热过程参数互相确认后进入下一流程。

## J.2.2 脉冲加热曲线配置

在脉冲加热参数配置互相确认后,进入脉冲加热曲线配置阶段。

充电机发送等待脉冲加热曲线配置报文,若收到脉冲加热曲线配置报文后,充电机判断脉冲加热曲线配置参数是否大于等于充电机的最小输出能力范围,若大于等于充电机的最小输出能力则回复曲线配置成功,进入下一流程;若小于最小输出能力则回复曲线配置失败,进入脉冲加热结束阶段。

车辆发送脉冲加热曲线配置参数,脉冲加热曲线配置参数包括但不限于正脉冲限制电压、负脉冲限制电压、正脉冲电流幅值、负脉冲电流幅值、正脉冲时间、负脉冲时间,待充电机回复曲线配置结果,若配置成功进入下一流程;若配置失败进入脉冲加热结束阶段。

## J.2.3 脉冲加热预充

车辆控制器先闭合 C5 和 C6,设备控制器检测到车辆供电回路电压正常(确认接触器 C1 和 C2 外端电压:与通信报文电池电压误差范围 $\leq \pm 5\%$ 且在充电机输出电压范围内)后,根据其配置电路并按照 C.7.5 先做预充再导通直流供电回路。

## J.2.4 脉冲加热实施

依据脉冲加热曲线配置,若在进入负脉冲阶段:设备控制器调整充电电流达到设定值时:当  $\Delta I/dI_{\min} \leq 50$  ms 时,最长在 50 ms 内将充电电流调整到与命令值相一致;当  $\Delta I/dI_{\min} > 50$  ms 时,按照最长在  $\Delta I/dI_{\min}$  s 内将充电电流调整到与命令值相一致( $dI_{\min}$  为最小充电电速率,可由电动汽车自定义,默认 10 A/ms)。

依据脉冲加热曲线配置,若在进入正脉冲阶段:设备控制器调整放电电流达到设定值时:当  $\Delta I/dI_{\min} \leq 50$  ms 时,最长在 50 ms 内将放电电流调整到与命令值相一致;当  $\Delta I/dI_{\min} > 50$  ms 时,按照最

长在  $\Delta I/dI_{\min}$  s 内将放电电流调整到与命令值相一致( $dI_{\min}$  为最小放电速率,可由电动汽车自定义,默认 10 A/ms)。

设备控制器根据脉冲加热曲线配置周期性的对电动汽车进行充电、放电。此外,车辆控制器和设备控制器相互发送各自的状态信息。

车辆控制器发送维持当前工作曲线的报文,若需要改变当前的脉冲加热曲线,电动汽车设置发送改变当前工作曲线的报文,并传输需要变更的脉冲加热曲线参数,待充电机回复曲线配置结果,若配置成功维持当前状态;若配置失败进入脉冲加热结束阶段。

设备控制器接收改变脉冲加热曲线配置后,回复等待接收变更的脉冲加热曲线配置,若收到脉冲加热曲线配置报文后,充电机判断脉冲加热曲线配置报文参数是否大于等于充电机的最小输出能力范围,若大于等于充电机的最小输出能力则回复曲线配置成功,在完成当前周期后,依据变更的脉冲加热曲线进行工作;若小于最小输出能力则回复曲线配置失败,进入脉冲加热结束阶段。

### J.2.5 正常条件下脉冲加热结束

#### J.2.5.1 充电机正常脉冲加热结束

当达到脉冲加热的终止条件时,进行工作模式转换。设备控制器发送中止脉冲加热报文,并将脉冲电流降至 5 A 及以下后断开接触器 C1 和 C2,随后投入泄放回路。当接触器 C1 和 C2 前端的直流供电回路 DC+ 与 DC- 之间的电压降至 60 V DC 以下后方可断开泄放回路,泄放电路以物理的方式从强电回路中分离。

当设备控制器收到车辆的中止脉冲加热报文后,发送中止脉冲加热报文,将脉冲电流降至 5 A 及以下后断开接触器 C1 和 C2,随后投入泄放回路。当接触器 C1 和 C2 前端的直流供电回路 DC+ 与 DC- 之间的电压降至 60 V DC 以下后方可断开泄放回路,泄放电路以物理的方式从强电回路中分离。

若停止当次脉冲加热,从中止脉冲加热(设备控制器发送中止脉冲加热报文或收到电动汽车的中止脉冲加热报文)至车辆接口处直流供电回路 DC+ 与 DC- 之间、DC+ 与 PE 之间、DC- 与 PE 之间的电压降至 60 V DC 以下的时间不超过 10 s。

#### J.2.5.2 车辆正常脉冲加热结束

车辆控制器根据电池系统判断已达到脉冲加热结束条件后,开始发送中止脉冲加热报文,在确认 C1 和 C2 断开后,再断开 C5 和 C6。

当车辆控制器收到充电机的中止脉冲加热报文时,开始发送中止脉冲加热报文,在确认 C1 和 C2 断开后,再断开 C5 和 C6。

脉冲加热正常停机的脉冲加热控制时序见图 J.1。

### J.2.6 故障条件下脉冲加热中止

#### J.2.6.1 充电机故障中止脉冲加热

在脉冲加热实施前,当充电机确认发生故障情况时,设备控制器发送中止脉冲加热报文,并确认车辆接口处直流供电回路 DC+ 与 DC- 之间、DC+ 与 PE 之间、DC- 与 PE 之间的电压降至 60 V DC 以下。

在脉冲加热实施阶段,当充电机确认发生故障情况时,同时开始以下动作,动作时间见表 J.4:设备控制器发送中止脉冲加热报文,并将车辆接口处脉冲电流降至 5 A 及以下;设备控制器确认直流供电回路 DC+ 与 DC- 之间、DC+ 与 PE 之间、DC- 与 PE 之间的电压降至 60 V DC 以下。

脉冲加热故障停机的脉冲加热连接过程和控制时序见图 J.2,触发时间和动作时间见表 J.4。

#### J.2.6.2 车辆故障中止脉冲加热

在脉冲加热实施阶段,当车辆确认发生故障情况时,车辆控制器发送中止脉冲加热报文,在确认脉冲电流降低至 5 A 及以下且 C1 和 C2 断开后,再断开 C5 和 C6。触发时间和响应动作时间由车厂自定义。

脉冲加热故障停机的脉冲加热连接过程和控制时序见图 J.2。

#### J.2.7 紧急条件下脉冲加热中止

##### J.2.7.1 充电机紧急中止脉冲加热

在脉冲加热实施阶段,当发生紧急情况时,设备控制器采用断开开关 S1 的方式告知电动汽车,也可通过按下紧急装置的方式(如具备),触发紧急停机。

当设备控制器检测到紧急情况或检测点 1 电压超过正常充电范围(附录 C 表 C.2 中状态 D)后(触发时间定义在表 J.5 中),同时执行以下动作:

- 在 20 ms 内将脉冲电流降至 5A 及以下并断开开关 S1;
- 在 100 ms 内断开接触器 C1 和 C2;
- 在 1 s 内将直流供电回路 DC+ 与 DC- 之间、DC+ 与 PE 之间、DC- 与 PE 之间的电压降至 60 V DC 以下;
- 发送中止脉冲加热报文。

在确认 C5 和 C6 断开后,设备控制器投入泄放回路。当接触器 C1 和 C2 前端的直流供电回路 DC+ 与 DC- 之间的电压降至 60 V DC 以下后方可断开泄放回路,泄放电路从强电回路中分离。

脉冲加热紧急停机的脉冲加热连接过程和控制时序见图 J.3,触发时间和动作时间见表 J.5。

##### J.2.7.2 车辆紧急中止脉冲加热

在脉冲加热实施阶段,当发生紧急情况时,电动汽车采用断开开关 S2 的方式告知充电机。

当电动汽车检测到自身紧急情况(触发时间定义在表 J.6 中),在断开开关 S2 后 210 ms 内断开 C5 和 C6;或者当车辆控制器测量到检测点 2 电压变化判断充电机开关 S1 断开后 200 ms 内将 C5 和 C6 断开。车辆接口电压降到 60 V DC 以下才能解锁电子锁。在车辆接口断开前断开开关 S2' (对于配置开关 S2' 的电动汽车)。

脉冲加热紧急停机的脉冲加热连接过程和控制时序见图 J.3,触发时间和动作时间见表 J.6。

#### J.3 脉冲加热控制时序

一种典型的脉冲加热控制时序见图 J.1,以配置 S2' 开关、车辆正常中止脉冲加热为例。

| 信号<br>参数<br>系统条件 | 代号                                          | 发送方         | 电动汽车/充<br>电机自检     | 脉冲加热<br>参数配置 | 脉冲加热<br>曲线配置 | 脉冲加热预充            |                   | 脉冲加热实施 |  |             |       | 脉冲加热结束   |      |
|------------------|---------------------------------------------|-------------|--------------------|--------------|--------------|-------------------|-------------------|--------|--|-------------|-------|----------|------|
| 时刻               |                                             |             | T0                 | T1           | T2           | T3<br>C5/C6<br>闭合 | T4<br>C1/C2<br>闭合 |        |  | T5          | T5'T6 | T7       | T    |
| 控制引导             | 检测点1/检测点2<br>$U_{dp1}=U_{dp2}$<br>无二极管      | 充电机<br>电动汽车 | $U_d$              |              |              |                   |                   |        |  |             |       |          |      |
|                  | 检测点1/检测点2<br>$U_{dp1}=U_{dp2}+0.7V$<br>有二极管 | 充电机<br>电动汽车 | $U_d$<br>$U_d-0.7$ |              |              |                   |                   |        |  |             |       |          |      |
|                  | DP3                                         | 电动汽车        | 0                  |              |              |                   |                   |        |  |             |       |          |      |
| 开关0<br>(可选)      | S0                                          | 充电机         | 闭合                 |              |              |                   |                   |        |  |             |       |          |      |
| 开关1              | S1                                          | 充电机         | 闭合                 |              |              |                   |                   |        |  |             |       |          |      |
| 开关2'             | S2'                                         | 电动汽车        | 闭合                 |              |              |                   |                   |        |  |             |       |          |      |
| 开关2              | S2                                          | 电动汽车        | 闭合                 |              |              |                   |                   |        |  |             |       |          |      |
| 开关Sv             | Sv                                          | 电动汽车        | 打开                 |              |              |                   |                   |        |  |             |       |          |      |
| 电子锁              | —                                           | 电动汽车        |                    |              |              |                   |                   |        |  |             |       |          |      |
| 数字通信             | S+/S-                                       | 充电机<br>电动汽车 |                    | ■ 供电模式FC60   |              | ■ 脉冲加热预充及实施       |                   |        |  | ■ 脉冲加热曲线变更  |       | ■ 脉冲加热中止 |      |
| 绝缘监测             | —                                           | 充电机         | 开启                 |              |              |                   |                   |        |  |             |       |          |      |
| 绝缘监测             | —                                           | 电动汽车        | 关闭                 |              |              |                   |                   |        |  |             |       |          |      |
| 充电机<br>接触器       | C1,C2                                       | 充电机         | 打开                 |              |              |                   | ■ 闭合              |        |  | 充电机发送C1C2状态 |       | ■ 打开     |      |
| 车辆断开装置           | C5,C6                                       | 电动汽车        | 打开                 |              |              |                   | ■ 闭合              |        |  |             |       |          | ■ 打开 |
| 输出电压             | Vdc<br>(C1/C2前)                             | 充电机         |                    |              |              |                   |                   |        |  |             |       |          |      |
| 输出电压             | Vdc<br>(C1/C2后)                             | 充电机         |                    |              |              |                   |                   |        |  |             |       |          |      |
| 输出电流             | Adc                                         | 充电机<br>电动汽车 |                    |              |              |                   |                   |        |  |             |       |          |      |

状态未定义

变化未定义

报文

注：检测点电压值  $U_d$  见表 C.2 中对应状态 D 下的电压值。

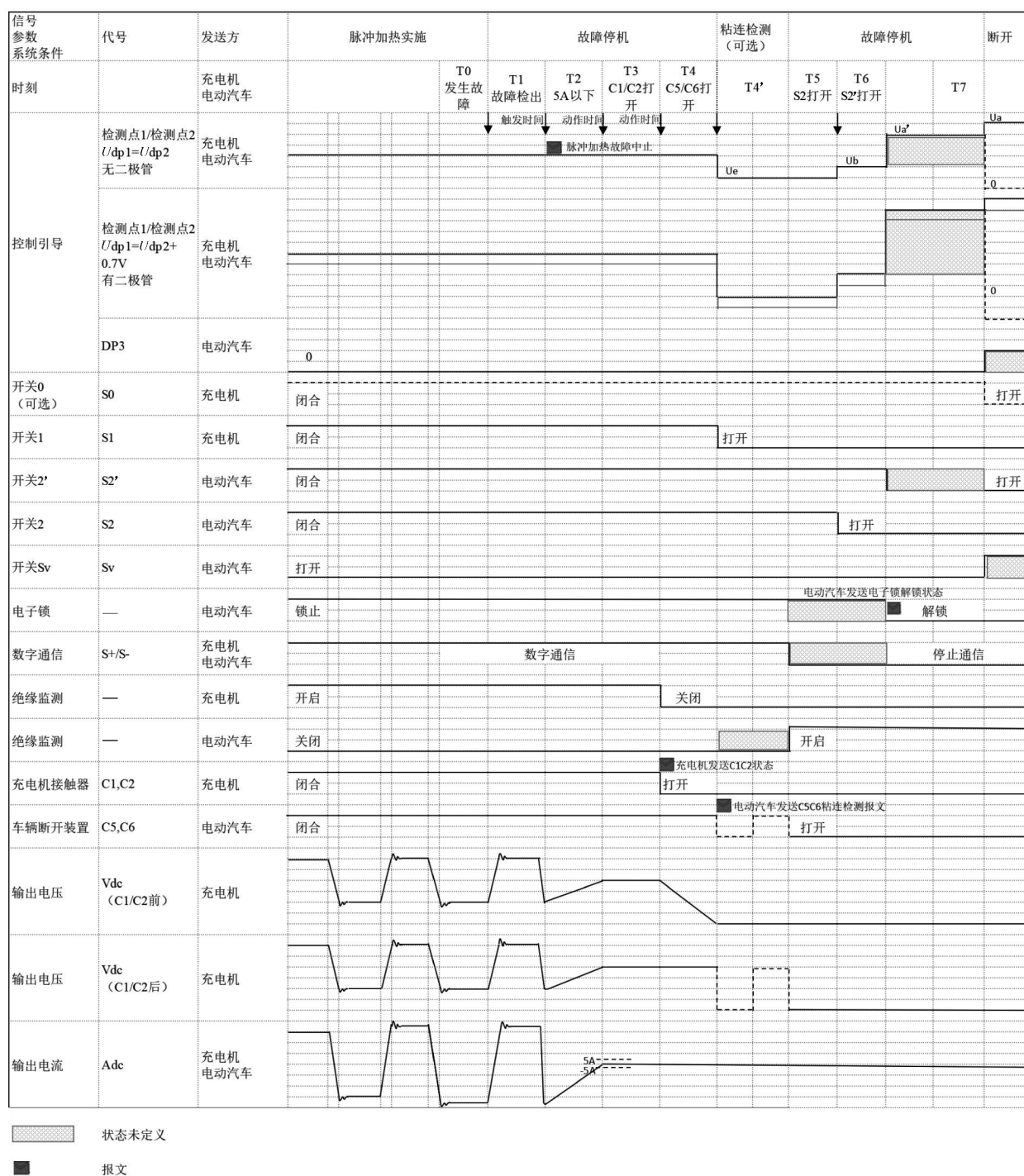
图 J.1 脉冲加热控制时序图(正常停机)

对应图 J.1 的脉冲加热连接控制时序说明见表 J.1。

表 J.1 脉冲加热控制时序表(正常停机)

|        |                                                                 |
|--------|-----------------------------------------------------------------|
| T0     | 充电机自检完成,进入供电模式(脉冲加热)功能模块                                        |
| T1     | 充电机与电动汽车进行脉冲加热阶段参数配置交互,并完成双方确认                                  |
| T2     | 电动汽车开始依据需求配置脉冲加热曲线,充电机依据能力进行确认                                  |
| T3→T4  | C5 和 C6 先闭合,充电机投入旁路预充电路开始预充电,充电机侧最晚在 T4 前导通充电回路,<br>(T3-T4)≤5 s |
| T5     | 充电机闭合接触器 C1 和 C2,进入脉冲加热实施阶段,充电机根据脉冲加热曲线配置调整充放电电压、电流和充放电时间       |
| T5→T5' | 电动汽车进行脉冲加热曲线重新配置,配置成功后,充电机按照最新的脉冲加热曲线调整充放电电压、电流和充放电时间           |
| T5'    | 电动汽车达到脉冲加热结束条件发送中止脉冲加热报文。(图 J.1 是以车辆发起中止充电的示例)                  |
| T5'→T6 | 充电机开始降低脉冲电流至 5 A 及以下                                            |
| T7     | 充电机断开 C1 和 C2,停止脉冲加热阶段的绝缘监测,并投入泄放回路对脉冲输出电压进行泄放                  |
| T7→T8  | 在 C1 和 C2 断开之后,T8 时刻之前,C5 和 C6 断开                               |
| T8     | 结束供电模式(脉冲加热)功能模块                                                |

一种典型的脉冲加热故障停机的脉冲加热连接过程和控制时序见图 J.2,以配置 S2'开关的电动汽车为例。



注: 检测点电压值  $U_a$ 、 $U_{a'}$ 、 $U_b$ 、 $U_d$ 、 $U_e$  见表 C.2 中对应状态 A、状态 A'、状态 B、状态 D、状态 E 下的电压值。

图 J.2 脉冲加热控制时序图(故障停机)

对应图 J.2 的脉冲加热连接控制时序说明见表 J.2。

表 J.2 脉冲加热控制时序表(故障停机)

|        |                                                                                       |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| T0     | 脉冲加热实施阶段故障发生时刻。故障列表参见表 J.4                                                            |
| T1     | 故障情况经过 T0→T1 时间,由充电机或电动汽车检测到,并通过报文发送给对方。<br>T0-T1 为触发时间,具体见表 J.4                      |
| T1→T2  | 充电机将脉冲电流降至 5 A 及以下,动作时间参见表 J.4                                                        |
| T3     | 充电机断开 C1 和 C2,并停止脉冲加热实施阶段的绝缘监测                                                        |
| T4     | 充电机断开 S1,检测点 1 的电压为 0.88 V。如电动汽车不具备粘连检测功能,则断开 C5 和 C6                                 |
| T4→T4' | 直流断开装置粘连检测(可选),检测完毕后电动汽车断开 C5 和 C6                                                    |
| T5     | 电动汽车断开开关 S2,检测点 1 的电压为 2.34 V                                                         |
| T6     | 开关 S2'可以断开(对于配置开关 S2'的电动汽车),最晚在 T7 连接装置断开。检测点 1 电压为 10.8 V。T6 是电子锁打开的最后时刻,也是通信结束的最后时刻 |
| T7     | 充电连接装置断开,Sv 恢复默认状态,检测点 1 的电压为 12 V,检测点 2 的电压为 0 V                                     |

一种典型的脉冲加热紧急停机的脉冲加热连接过程和控制时序见图 J.3。

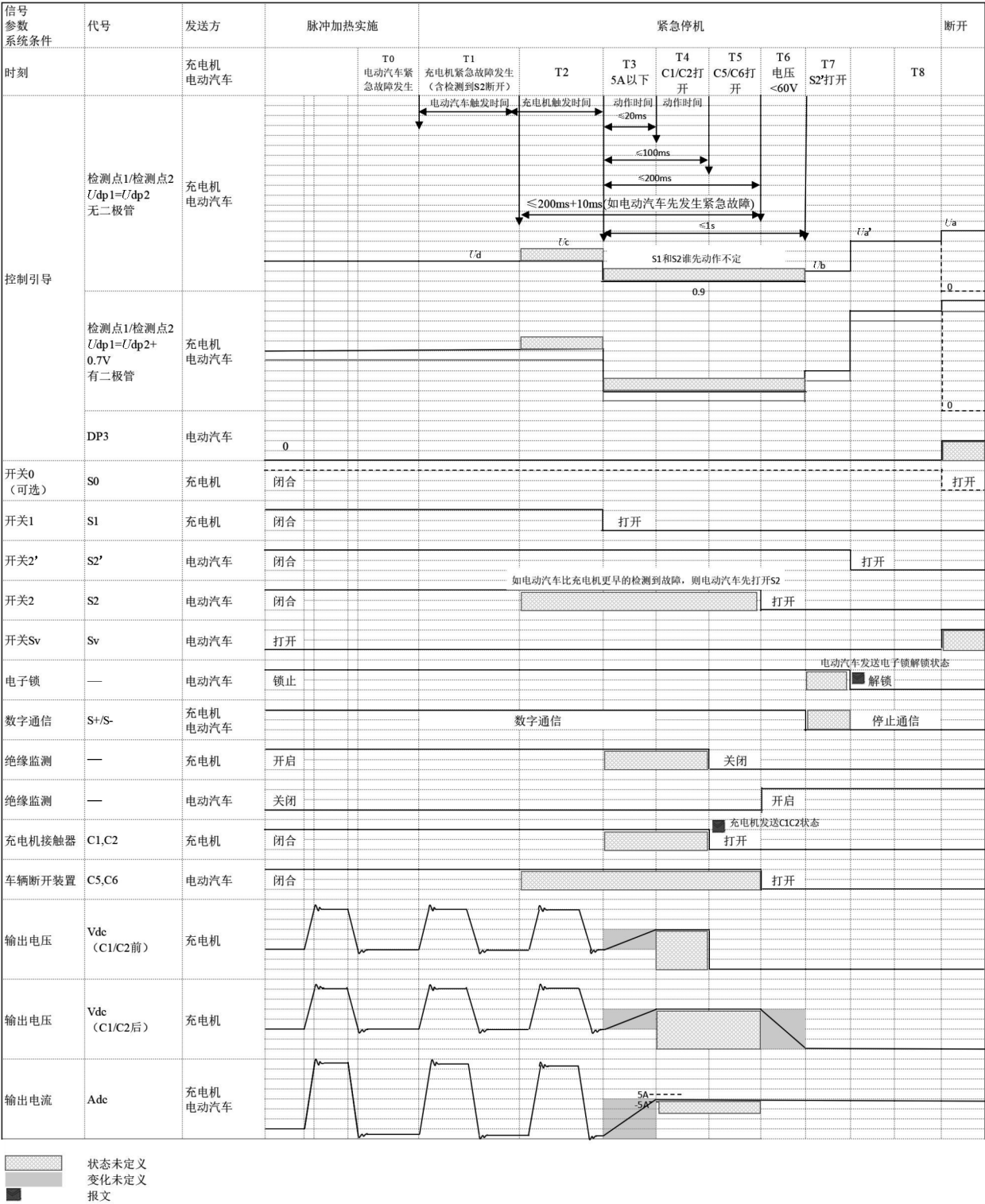


图 J.3 脉冲加热控制时序图(紧急停机)

对应图 J.3 的脉冲加热连接控制时序说明见表 J.3。

表 J.3 脉冲加热控制时序表(紧急停机)

|       |                                                                                      |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| T0    | 脉冲加热实施阶段电动汽车检测到紧急情况发生时刻。紧急情况见表 J.5 和表 J.6                                            |
| T0→T1 | 电动汽车对紧急情况的触发时间,紧急情况参见表 J.6。车辆侧断开开关 S2 对于充电机也是紧急情况                                    |
| T1→T2 | 充电机对紧急情况的触发时间,紧急情况见表 J.5                                                             |
| T3    | 充电机将脉冲电流降至 5A 及以下。动作时间见表 J.5                                                         |
| T4    | 充电机断开接触器 C1 和 C2。(T2-T4)见表 J.5                                                       |
| T5    | C5 和 C6 如果此前没有断开,则在 T5 时断开,并启动绝缘监测                                                   |
| T6    | 确认车辆接口处直流供电回路 DC+ 与 DC- 之间、DC+ 与 PE 之间、DC- 与 PE 之间的电压降至 60 V DC 以下                   |
| T7    | 开关 S2'可以断开(对于配置开关 S2'的电动汽车),最晚在 T8 连接装置断开。检测点 1 电压为 10.8V。T7 是电子锁打开的最后时刻,也是通信结束的最后时刻 |
| T8    | 充电连接装置断开,Sv 恢复默认状态,检测点 1 的电压为 12 V,检测点 2 的电压为 0 V                                    |

J.4 脉冲加热停机功能

J.4.1 正常停机

正常停机是在无任何故障情况下,由电动汽车或充电机或用户发送中止脉冲加热请求,具体执行动作见 C.4.9。

J.4.2 故障停机

故障停机是当电动汽车或充电机检测到故障(如输出过压、输出过流、电池过压、单体电池过压、单体电池过温、连接器过温、通信中断、绝缘故障、电压不匹配、电流不匹配等)时,在规定时间内触发故障停机,具体执行动作见 J.2.6。

充电机故障停机见表 J.4,故障项目不限于表中所列。电动汽车故障停机则由制造商自定义。在对充电机故障停机进行一致性测试时,检测机构检查故障停机响应动作时间,即包括触发时间和动作时间的完整时间。

表 J.4 充电机故障停机

| 故障项目           |                      | 触发时间    | 动作时间(电流降至<br>5A 及以下最大时间/<br>电流下降速率) <sup>a</sup>            | 动作时间[接口<br>电压小于 60V (DC)<br>(DC+与 DC-之间,DC+与<br>PE 之间,DC-与 PE 之间)] <sup>a,b</sup> |
|----------------|----------------------|---------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 脉冲<br>加热<br>阶段 | 车辆插头过温               | ≤5 s    | 脉冲电 流 < 1 000 A,<br>1 s内;<br>脉冲电流≥1 000 A,至少<br>1 A/ms      | ≤3 s                                                                              |
|                | (与车辆)通信超时            | ≤1 s    |                                                             |                                                                                   |
|                | (充电机侧)其他故障           | ≤1 s    |                                                             |                                                                                   |
|                | 脉冲加热实施阶段绝缘故障         | ≤10 s   |                                                             |                                                                                   |
|                | 正脉冲过流保护 <sup>c</sup> | ≤200 ms | 脉冲电 流 < 1 000 A,<br>100 ms 内;<br>脉冲电流≥1 000 A,至少<br>10 A/ms |                                                                                   |
|                | 负脉冲过流保护 <sup>c</sup> |         |                                                             |                                                                                   |
|                | 正脉冲欠压保护 <sup>d</sup> |         |                                                             |                                                                                   |
|                | 负脉冲过压保护 <sup>d</sup> |         |                                                             |                                                                                   |
|                | 正脉冲实施时间超时            | ≤500 ms |                                                             |                                                                                   |
|                | 负脉冲实施时间超时            |         |                                                             |                                                                                   |

<sup>a</sup> 从确认故障开始计时。

<sup>b</sup> 断开充电机接触器 C1 和 C2。

<sup>c</sup> 当发生以下任一情况持续 100 ms 时,充电机在随后 200 ms 内触发故障停机:  
——正脉冲过流值大于正脉冲电流设定值的 110%;  
——负脉冲过流值大于负脉冲电流设定值的 110%。

<sup>d</sup> 当发生以下任一情况持续 100 ms 时,充电机在随后 200 ms 内触发故障停机:  
——正脉冲欠压值小于正脉冲电压设定值的 95%;  
——负脉冲过压值大于负脉冲电压设定值的 105%。

## J.4.3 紧急停机

紧急停机是在脉冲加热阶段当电动汽车或充电机检测到内部严重故障(如 CC1 连接异常、保护接地连续性丢失、急停、充电机 S1 断开、车辆 S2 断开等)时,在规定时间内触发紧急停机,具体执行动作见 J.2.7。

紧急停机见表 J.5,故障项目不限于表中所列。在对充电机紧急停机进行一致性测试时,检测机构检查紧急停机响应动作时间,即包括触发时间和动作时间的完整时间。

表 J.5 充电机紧急停机

| 故障项目                 | 触发时间      | 动作时间(脉冲电流降至 5 A 及以下、断开 S1 的时间) <sup>a,b</sup> | 动作时间(C1 和 C2 断开的时间) <sup>a</sup> | 动作时间[接口电压小于 60 V (DC)(DC+与 DC-之间,DC+与 PE 之间,DC-与 PE 之间)] <sup>a,c</sup> |
|----------------------|-----------|-----------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| CC1 断线/断针            | ≤10 ms    | ≤20 ms                                        | ≤100 ms                          | ≤1 s                                                                    |
| PE 断线/断针             |           |                                               |                                  |                                                                         |
| 车辆断开 S2 开关           |           |                                               |                                  |                                                                         |
| 接收到车辆电子锁解锁信息         | ≤1 s      |                                               |                                  |                                                                         |
| 按下急停开关(如有)           | ≤70 ms    |                                               |                                  |                                                                         |
| 检测到硬件通信故障(如门禁、水浸等)   | ≤70 ms    |                                               |                                  |                                                                         |
| 直流供电回路短路             | ≤1 s      |                                               |                                  |                                                                         |
| (充电机侧)其他故障           | 参见手册或相关标准 |                                               |                                  |                                                                         |
| 正脉冲过流保护 <sup>d</sup> | ≤100 ms   |                                               |                                  |                                                                         |
| 负脉冲过流保护 <sup>d</sup> |           |                                               |                                  |                                                                         |
| 正脉冲欠压保护 <sup>e</sup> |           |                                               |                                  |                                                                         |
| 负脉冲过压保护 <sup>e</sup> |           |                                               |                                  |                                                                         |

<sup>a</sup> 从确认故障或监测到检测点 1 电压不在表 C.2 中状态 D 开始计时。

<sup>b</sup> 非脉冲加热实施阶段出现紧急停机故障,无需判断电流下降要求。

<sup>c</sup> 可以采用断开充电机接触器 C1 和 C2 的方式。

<sup>d</sup> 当发生以下任一情况持续 100 ms 时,充电机在随后 100 ms 内触发紧急停机:

——正脉冲过流值大于正脉冲电流设定值的 120%;

——负脉冲过流值大于负脉冲电流设定值的 120%。

<sup>e</sup> 当发生以下任一情况持续 100 ms 时,充电机在随后 100 ms 内触发紧急停机:

——正脉冲欠压值小于正脉冲电压设定值的 90%;

——负脉冲过压值大于负脉冲电压设定值的 110%。

电动汽车紧急停机见表 J.6,故障项目不限于表中所列。在对电动汽车紧急停机进行一致性测试时,检测机构检查紧急停机响应动作时间,即包括触发时间和动作时间的完整时间。

表 J.6 电动汽车紧急停机

| 故障项目                                                | 触发时间   | 动作时间<br>(C5 和 C6 断开的时间) <sup>a</sup> | 动作时间[接口电压<br>小于 60 V(DC+与 DC-之间,<br>DC+与 PE 之间,DC- 与<br>PE 之间)] <sup>a,b</sup> |
|-----------------------------------------------------|--------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| CC1 断线/断针                                           | ≤10 ms | ≤200 ms                              | ≤1 s 或自定义 <sup>c</sup>                                                         |
| PE 断线/断针                                            |        |                                      |                                                                                |
| 充电机断开 S1 开关                                         |        |                                      |                                                                                |
| (车辆侧)其他故障                                           | 自定义    |                                      |                                                                                |
| <sup>a</sup> 从确认故障或监测到检测点 2 电压不在表 C.2 中状态 D 范围开始计时。 |        |                                      |                                                                                |
| <sup>b</sup> 可以采用断开 C5 和 C6 的方式。                    |        |                                      |                                                                                |
| <sup>c</sup> 制造商可自定义。                               |        |                                      |                                                                                |

## 参 考 文 献

- [1] GB/T 2900.1—2008 电工术语 基本术语
  - [2] GB/T 2900.71—2008 电工术语 电气装置
  - [3] GB/T 2900.102—2020 电工术语 积极辅助生活
  - [4] GB/T 7251.7 低压成套开关设备和控制设备 第7部分:特定应用的成套设备—如码头、露营地、市集广场、电动车辆充电站
  - [5] GB/T 17627 低压电气设备的高电压试验技术 定义、试验和程序要求、试验设备
  - [6] GB/T 20234(所有部分) 电动汽车传导充电用连接装置
  - [7] GB/T 40425(所有部分) 电动客车顶部接触式充电系统
  - [8] IEC 61643-41 Low-voltage surge protective devices—Part 41: Surge protective devices connected to DC low-voltage power systems—Requirements and test methods (under development)
  - [9] IEC 61851-1:2017 Electric vehicle conductive charging system—Part 1: General requirements
  - [10] IEC 61851-23 Electric vehicle conductive charging system—Part 23: DC electric vehicle charging station ED2.0, FDIS
  - [11] IEC 62196-3: 2014 Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets—Conductive charging of electric vehicles—Part 3: Dimensional compatibility and interchangeability requirements for d.c. and a.c./d.c. pin and contact-tube vehicle couplers
  - [12] ISO 17409:2020 Electrically propelled road vehicles—Connection to an external electric power supply-Safety requirements
-

