



中华人民共和国国家标准

GB/T 18487.5—2024

电动汽车传导充电系统 第5部分：用于 GB/T 20234.3 的直流 充电系统

Electric vehicle conductive charging system—
Part 5: DC charging system for GB/T 20234.3

2024-12-31 发布

2024-12-31 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	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 分类	2
5 充电系统通用要求	2
5.1 充电模式使用条件	2
5.2 模式 4 提供的功能	2
6 通信	2
7 电击防护	3
8 电动汽车和供电设备之间的连接	3
8.1 通用要求	3
8.2 接触顺序	3
8.3 车辆接口功能性说明	3
9 车辆接口的特殊要求	3
10 电动汽车电能传输设备结构与性能要求	3
11 过载保护、短路保护和急停	4
12 使用条件、维修、标识和说明	4
附录 A (规范性) 用于 GB/T 20234.3 的直流充电控制导引电路与控制原理	5
A.1 通则	5
A.2 充电控制导引电路	5
A.3 充电控制过程	7
A.4 充电连接控制时序	21
A.5 充电系统其他要求	28
附录 B (规范性) 附录 A 向下兼容的直流充电控制导引电路与控制原理	36
B.1 总体要求	36
B.2 符合附录 A 的电动汽车兼容旧版本充电机	36
B.3 符合附录 A 的充电机兼容旧版本电动汽车	43
参考文献	49

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《电动汽车传导充电系统》的第 5 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；
- 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；
- 电动车辆传导充电系统 电动车辆交流/直流充电机(站)；
- 电动汽车传导充电系统 第 5 部分：用于 GB/T 20234.3 的直流充电系统。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国工业和信息化部提出。

本文件由全国汽车标准化技术委员会(SAC/TC 114)归口。

本文件起草单位：中国汽车技术研究中心有限公司、比亚迪汽车工业有限公司、华为数字能源技术有限公司、北汽福田汽车股份有限公司、广汽埃安新能源汽车股份有限公司、广州小鹏汽车科技有限公司、蔚来汽车科技(安徽)有限公司、深蓝汽车科技有限公司、深圳市车电网络有限公司、中汽研新能源汽车检验中心(天津)有限公司、宁德时代新能源科技股份有限公司、特来电新能源股份有限公司、宇通客车股份有限公司、领充新能源科技有限公司、天津平高易电科技有限公司、合肥国轩高科动力能源有限公司、杭州中恒电气股份有限公司、特斯拉(上海)有限公司、赛力斯集团股份有限公司、北京车和家汽车科技有限公司、东风汽车集团股份有限公司、浙江极氪智能科技有限公司、中汽研汽车检验中心(广州)有限公司、湖南京能新能源科技有限公司、小米汽车科技有限公司、深圳市欧澄电气有限公司、科大智能(合肥)科技有限公司、威睿电动汽车技术(宁波)有限公司、威凯检测技术有限公司、长城汽车股份有限公司、合众新能源汽车股份有限公司、菲尼克斯(中国)投资有限公司、上汽通用五菱汽车股份有限公司、重庆长安汽车股份有限公司、安徽江淮汽车集团股份有限公司、梅赛德斯—奔驰(中国)投资有限公司、南京康尼新能源汽车零部件有限公司。

本文件主要起草人：凌和平、徐泉、李川、易立琼、邵长宏、郑天雷、刘坚坚、王芳、李津、史建勇、林全喜、赵颖、柳邵辉、巩慧蛟、刘庆荣、刘敏、宋德儒、兰海波、邱鹏、姜翠娜、孙茂建、王志恒、王凯、李骁、邱石军、程浩、王涛、程东、胡大满、方灵珊、武亨、吕国伟、孙占宇、叶旭、郭银飞、樊鹏飞、刘于祥、张海云、谢娜、冯斌、王娇娇、罗运俊、李杨、王兵、任勇、史来锋、李跃、李常珞、张弛、冯鑫磊、方煜瑛、李岩、姜点双、张翔、邵杰、张洪雷、周晓俊。

引 言

随着电动汽车相关产业与消费市场规模的快速扩大,行业迫切需求大功率充电、即插即充、预约充电、车网互动等新充电功能,直流充电系统标准亟待升级。本文件规定了用于 GB/T 20234.3 直流充电接口的直流充电系统通用要求,具体给出了直流充电控制导引电路与控制原理,以及实现向下兼容的直流充电控制导引电路与控制原理实现方案。本文件规定的直流充电系统进一步提升了充电的安全性、兼容性与便捷性,从而引导电动汽车相关产业的高质量发展。

GB/T 18487 拟由 5 个部分构成。

- 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与相关要求。
- 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供电设备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。
- 第 4 部分:车辆对外放电要求。目的在于规定电动汽车通过充电接口为车外负荷提供电能的放电系统要求,给出车辆放电模式的控制导引电路和控制原理。
- 第 5 部分:用于 GB/T 20234.3 的直流充电系统。目的在于规范 GB/T 20234.3 直流充电接口所应用的直流充电系统通用要求、直流充电控制导引电路与控制原理等。

电动汽车传导充电系统

第5部分：用于GB/T 20234.3的直流充电系统

1 范围

本文件规定了用于GB/T 20234.3直流充电接口的电动汽车直流充电系统的通用要求、控制导引电路、充电控制过程、充电连接控制时序，以及绝缘监测装置、附加防护措施、停电保护等充电系统的其他要求。

本文件适用于数字通信协议符合GB/T 27930.2的电动汽车（简称“车辆”）和非车载传导式充电机（简称“非车载充电机”或“充电机”）组成的直流充电系统。

本文件适用于采用隔离式系统的非车载传导式充电机，其供电网侧额定电压不超过AC 1 000 V或DC 1 500 V，车辆侧最大工作电压不超过DC 1 500 V。

注1：非限制场所的非车载传导式充电机车辆接口处推荐直流工作电压范围为200 V~1 000 V。

本文件适用于车辆供电回路为B级电压的直流充电系统。车辆供电回路为A级电压的直流充电系统参照执行。

注2：电压等级定义见GB 18384。

注3：本文件规定的直流充电系统用于电动工业车辆、电动工程机械等其他领域时，充电系统通常需要附加要求，如重新评估充电系统的短路保护、Y电容、绝缘电阻、绝缘监测装置等重要特性。

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 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 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 18487.1—2023 电动汽车传导充电系统 第1部分：通用要求
- GB/T 19596 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 20234.3 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 27930.2 非车载传导式充电机与电动汽车之间的数字通信协议 第2部分：用于GB/T 20234.3的通信协议
- GB/T 29317 电动汽车充换电设施术语
- GB/T 43332 电动汽车传导充放电安全要求
- DL/T 584 3 kV~110 kV 电网继电保护装置运行整定规程

3 术语和定义

GB/T 18487.1—2023、GB/T19596、GB/T 20234.1—2023和GB/T 29317界定的术语和定义适用于本文件。

4 分类

直流供电设备应符合GB/T 18487.1—2023第4章的分类相关要求。

5 充电系统通用要求

5.1 充电模式使用条件

5.1.1 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直流供电设备，或通过标准插头电缆组件或通过交流充电接口与供电网连接的直流供电设备。

5.1.2 模式4的直流供电设备可直接连接至交流或直流供电网。

5.1.3 模式4可采用连接方式C、连接方式D或连接方式E。

5.1.4 模式4的直流充电控制导引电路与控制原理应符合附录A的规定。附录A的控制导引电路具备向下兼容(兼容旧版本)的能力，控制交互流程符合A.3.2.7条件时，跳转进入向下兼容的充电系统，向下兼容的直流充电控制交互流程应符合附录B的规定。

注：旧版本指车辆符合B.3中旧版本电动汽车的直流控制导引电路与控制原理，充电机符合B.2中旧版本充电机的直流控制导引电路与控制原理。

5.2 模式4提供的功能

5.2.1 除5.2.2~5.2.6的功能要求外，电动汽车与供电设备正确连接的确认、供电控制功能、电动汽车供电设备可用负载电流实时调节的功能应分别符合GB/T 18487.1—2023中5.2对模式4直流充电系统的相关要求。

5.2.2 直流供电设备应在电动汽车和直流供电设备之间进行保护接地导体连续性监测。保护接地导体连续性的持续监测应符合A.3.10.3.2.1的要求。

5.2.3 供电设备因供电能力限制可调整其当前的可用最大电流值。若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A.3.10.2.2.1和A.3.10.3.2.1的要求。

5.2.4 电动汽车车辆控制器休眠后应能被唤醒，车辆唤醒应符合A.3.2.3和A.3.5.4的要求。

5.2.5 车辆可具备车辆供电回路电压适应性切换功能。若车辆具备车辆供电回路电压适应性切换功能，则应符合A.5.12的要求。

5.2.6 电动汽车可通过充放电设备对供电网进行放电。若充电系统具备对电网放电功能，则应符合附录A的相关要求。

6 通信

电动汽车与直流供电设备之间应采用数字通信，通信协议应符合GB/T27930.2的规定。

7 电击防护

7.1 除7.2~7.5的要求外，电击防护的一般要求、基本防护、故障防护、存储能量、电动汽车与直流供电设备之间信号电路的安全要求应分别符合GB/T 18487.1—2023 第7章对模式4直流充电系统的相关要求。

7.2 供电设备充电连接装置的保护导体的最小截面积应不小于6mm²。

注：保护导体的最小截面积见GB/T 20234.1—2023中6.2.3.3。

7.3 直流充电系统应提供附加防护，如按A.5.5的规定配置绝缘监测装置(IMD)等。

7.4 采用连接方式C的车辆插头和车辆插座在非耦合时，车辆插座应符合GB/T 43332中未连接外部电源时的相关规定；车辆插头和车辆插座在耦合时，其可触及的危险带电部分的防护等级应满足IPXXD。

7.5 模式4下，电动汽车应具备直流供电回路断开装置(接触器K5和K6)的粘连监测和告警功能，当存在断开装置粘连故障时，电动汽车应不允许启动充电。供电设备应具备直流供电回路断开装置(接触器K1和K2)的粘连监测和告警功能，当充电前监测到断开装置粘连故障时，直流供电设备应中止充电。

8 电动汽车和供电设备之间的连接

8.1 通用要求

8.1.1 使用两个直流车辆插头对一辆电动汽车进行充电时，电动汽车应符合A.5.14的要求。使用三个及以上直流车辆插头与同一辆电动汽车进行充电时，车辆和供电设备应由制造厂协商确定。

8.1.2 当一台供电设备可同时连接两辆及以上电动汽车时，应有设计机制保证在任一时刻每辆电动汽车对应的各直流供电回路之间保持电气隔离。

8.2 接触顺序

车辆接口在连接和断开过程中，触头的接触顺序应符合GB/T 20234.1—2023中6.3.1.3的规定。

8.3 车辆接口功能性说明

模式4车辆接口应符合GB/T 20234.3的要求。

9 车辆接口的特殊要求

9.1 除9.2、9.3的要求外，模式4车辆接口应符合GB/T 18487.1—2023第10章的直流充电系统相关要求。

9.2 模式4的电动汽车供电设备配备电缆组件热管理系统时，应满足GB/T 20234.1—2023中6.2.7的要求。

9.3 模式4充电接口锁止装置的应急解锁装置(若有)应具备防误操作措施。

注：应急解锁装置用于充电接口电子锁正常解锁失败后的应急处理。在能量传输阶段操作应急解锁装置，充电机通常将触发紧急停机。

10 电动汽车电能传输设备结构与性能要求

10.1 除10.2的要求外，电动汽车电能传输设备结构与性能要求应符合GB/T 18487.1—2023第11章

和第12章的直流充电系统相关要求。

10.2 模式4连接方式C 的直流供电设备的附属配件应符合GB/T 20234.3的规定。

11 过载保护、短路保护和急停

直流供电设备的过载保护、短路保护和急停应符合GB/T 18487.1—2023第13章和第14章的直流充电系统相关要求。

12 使用条件、维修、标识和说明

直流供电设备的使用条件、维修、标识和说明应符合GB/T 18487.1—2023第15章、第16章和第17章的相关要求。对于分体式直流供电设备，标识内容可由充电主机与终端共同提供。



附录 A

(规范性)

用于GB/T 20234.3的直流充电控制导引电路与控制原理

A.1 通则

A.1.1 本附录直流充电控制导引电路与控制原理适用的充电接口应符合GB/T 20234.3。

A.1.2 本附录直流充电控制导引电路与控制原理适用的通信协议应符合GB/T 27930.2。

A.2 充电控制导引电路

A.2.1 直流充电控制导引电路的基本方案应符合图A.1 的规定。电路中包括非车载充电机控制器、电阻(R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_a 、 R_s 、 R_6)、开关(S 、 S_1 、 S_2 、 S_3)、直流供电回路接触器(K_1 、 K_2)、低压控制(辅助)供电回路(可简称“辅源”;额定电压 $12\text{ V}\pm 1.8\text{V}$; 额定电流 10 A ; 测量点为车辆插头触头)接触器(K_3 、 K_4)、车辆供电回路接触器(K_5 、 K_6)以及车辆控制器。

A.2.2 车辆控制器可为独立控制单元,也可集成在电池管理系统等其他控制器中。电阻 R_3 安装在车辆插头上。开关 S 为车辆插头的内部常闭开关,当车辆插头与车辆插座完全连接后,开关 S 闭合。开关 S_1 为非车载充电机内部的常闭开关,开关 S_2 和 S_3 为电动汽车内部的常闭开关。

A.2.3 在整个充电过程中,非车载充电机控制器应能监测接触器 K_1 、 K_2 、 K_3 和 K_4 的状态并控制其断开及闭合,电动汽车车辆控制器应能监测接触器 K_5 和 K_6 的状态并控制其断开及闭合。

A.2.4 非车载充电机的输入回路、输出回路以及低压控制(辅助)供电回路三者之间应具备电气隔离,低压控制(辅助)供电回路和保护接地导体(PE)之间应具备电气隔离。

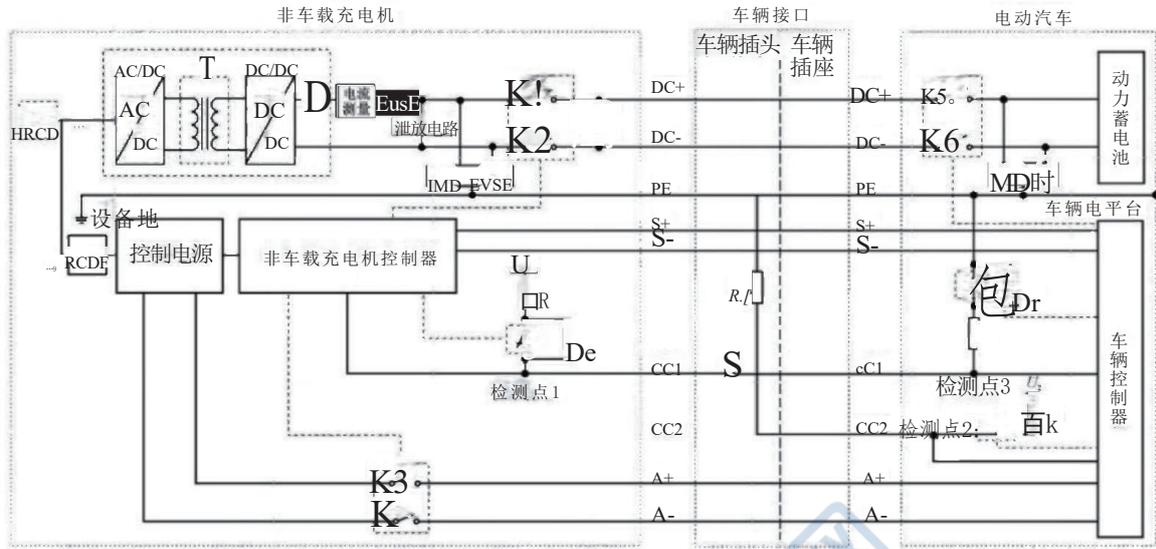
A.2.5 非车载充电机应具备预充功能、泄放功能以及绝缘监测功能。泄放功能可通过投切泄放电路实现,也可通过其他方式实现。泄放回路的参数选择应保证在闭合泄放回路开关后 1 s 内将 K_1 、 K_2 内侧电压降到DC 60V 以下。绝缘监测电路应具备投切控制功能。

A.2.6 电动汽车应具备绝缘监测功能。

A.2.7 非车载充电机的辅源应具备过电压、过电流、短路保护等功能。电动汽车使用充电机的辅源时,额定电流应不大于 1 A 。

注1:辅源的过电压值、过电流值无法预期。车辆使用辅源作为检测信号时,实际电流可能为毫安级。

注2:电动汽车低压蓄电池正极和充电机辅源 A^+ 直接相连可能导致线路过载故障。



二极管(D1) 用于预充时防止反向电流，可采用其他方案替代。二极管(D1) 不适用于充放电模式。

非车载充电机中电流测量、泄放电路与短路保护装置(如熔断器FUSE) 位置仅供参考，由制造厂自定义。电动汽车内应具备用于限制动力蓄电池短路能量的短路保护装置。

非车载充电机中控制(辅助) 电源与非车载充电机控制器电气连接关系仅供参考，由制造厂自定义。

电动汽车内部的绝缘监测装置图中位置仅供参考，电动汽车绝缘检测装置(IMD_EV) 的开启和关闭，均指对直流供电回路的绝缘检测。当接触器K5、K6断开后，电动汽车内部回路的绝缘检测开启条件由车辆制造厂自定义。

具备供电模式的电动汽车，用电负载模块应处在K5、K6与动力蓄电池之间的回路上，且在负载模块与动力蓄电池之间的回路上应具备断路装置，该断路装置可断开负载模块与动力蓄电池的电连接。

注 1 :图中车辆接口CC1、CC2、PE等触头定义见GB/T 20234.3。图中U₁、U₂、R₁、R₂等参数定义见表A.1。

注 2 :非车载充电机绝缘监测装置(IMD_EVSE) 和电动汽车绝缘监测装置(IMD_EV) 满足规定的控制时序时能避免装置之间的冲突。

注 3 :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A.1 直流充电控制导引电路原理图

A.2.8 直流充电控制导引电路参数值应符合表A.1 的规定。

表A.1 直流充电控制导引电路的参数

对象	参数”	符号	单位	标称值	最大值	最小值	对应状态
充电机	R, 等效电阻	R ₁	Ω	2000	2020	1980	—
	R ₂ 等效电阻	R ₂	Ω	3000	3030	2970	—
	上拉电压	U ₁	V	12	12.6	11.4	—
	检测点1电压	U ₁	V	12	12.8	11.2	未连接或完全连接且开关S断开
		U ₁	V	10	10.8	9.2	完全连接且开关S2断开
		U ₁	V	8	8.8	7.2	完全连接且开关S1和S2断开
U _{1d}		V	4	4.8	3.2	完全连接	
	U ₁	V	2	2.8	1.2	完全连接且开关S1断开	
车辆插头	R ₃ 等效电阻	R ₃	Ω	1000	1010	990	—

表A.1 直流充电控制导引电路的参数(续)

对象	参数“	符号	单位	标称值	最大值	最小值	对应状态d
电动汽车	R, 等效电阻	R ₄	Ω	1000	1010	990	—
	R ₆ 等效电阻	R ₆	Ω	9000	9090	8910	—
	检测点3电压	U ₃	V	10	10.8	9.2	完全连接且开关S2断开
		U _{3b}	V	8	8.8	7.2	完全连接且开关S1和S2断开
		U ₃	V	4	4.8	3.2	完全连接
		U ₃	V	2	2.8	1.2	完全连接且开关S1断开
		U ₃	V	0	0	0	未连接或开关S断开
	R _s 等效电阻	R ₅	Ω	1000	1010	990	—
	上拉电压	U ₂	V	12	12.6	11.4	—
	检测点2电压	U _{2a}	V	12	12.8	11.2	CC2未连接
		U _{2b} [°]	V	6	6.8	5.2	CC2连接
U _{2e}		V	0	0	0	CC2连接且开关S3断开	
<p>注1:开关S3打开后, 车辆接口PE触头断路也会导致检测点3电压为0 V, 此时检测点2电压为-12V。</p> <p>注2:车辆休眠、U₂未提供等工况, 也会导致检测点2电压为0V。</p>							
<p>上拉电压及电阻在使用环境条件下和使用寿命内应保持精度范围。</p> <p>检测点电压若在对应最大值与最小值之间, 视为检测到该标称值; 不在规定范围时, 视为检测点电压异常。</p> <p>表中U₂电压为示例, 可由车辆制造厂自定义, U₂应不超过28V。</p> <p>对应状态包含车辆接口的连接状态和导引电路开关的状态。未提及的开关为默认状态。具体控制导引功能应符合A.3和A.4的要求。</p>							

A.3 充电控制过程

A.3.1 车辆插头与车辆插座插合

将车辆插头与车辆插座插合。可通过自动启动某种触发条件, 使车辆处于不可行驶模式。CC2回路导通后, 应触发车辆处于不可行驶模式。

注1:触发条件如打开车辆插座防护装置、车辆插头与车辆插座连接、对车辆的充电按钮或开关进行功能设置等。

注2:不可行驶模式是指车辆不通过其自身的驱动系统移动。不包括道路坡度、外部碰撞等原因导致的车辆移动。

A.3.2 车辆接口连接确认

A.3.2.1 将车辆插头插入车辆插座, 检测点1电压值为4V时, 非车载充电机控制器判断车辆接口完全连接, 充电机应立即开始版本协商, 版本协商成功后进行功能协商。充电机其他业务(无需与车辆控制器交互的充电机业务)应不影响版本协商的发起。

注:版本协商主要用于交互非车载充电机和电动汽车的版本, 功能协商用于双方确认此次充电过程实现的功能。

A.3.2.2 将车辆插头插入车辆插座, 检测点3电压值为4V时, 车辆控制器判断车辆接口完全连接, 车辆应立即开始版本协商, 版本协商成功后进行功能协商。车辆其他业务(无需与充电机控制器交互的车辆业务)应不影响版本协商的发起。

A.3.2.3 车辆接口连接后, 车辆控制器应能被唤醒。车辆控制器可通过检测点2或检测点3的电压实现唤醒。检测点2电压变为U₂/2时或检测点3电压变为4V时, 车辆控制器应立即被唤醒(车辆最迟

于检测点3电压变为4V后的5s内应处于唤醒状态)。

注1:唤醒即车辆控制器由休眠状态进入到正常工作状态,车辆控制器被唤醒后控制电路及通信模块处于工作状态,能执行控制以及数据交互功能。充电系统期望较快的唤醒速度。

注2:车辆插头与车辆插座从未连接到连接而引起的车辆检测点电压变化从而唤醒车辆控制器的方式,通常称为插枪唤醒。

A.3.2.4 从车辆接口未连接到检测点1电压值变为4V之前,非车载充电机控制器应保持开关S1为闭合状态,不应将开关S2的打开视为故障状态且不应做任何处理;从车辆接口未连接到检测点3电压值变为4V之前,车辆控制器应保持开关S2为闭合状态,不应将开关S1的打开视为故障状态且不应做任何处理。直至分别满足A.3.2.1和A.3.2.2的条件后,非车载充电机控制器和车辆控制器判断车辆接口完全连接,开始版本协商,版本协商成功后进行功能协商。

注:进入4V开始版本协商之前的开关S1和S2动作为未来功能预留。

A.3.2.5 版本协商过程中,如充电机发生故障(不包含检测点1电压异常),可断开开关S1,双方停止数据交互,退出充电流程;如车辆发生故障(不包含检测点3电压异常),可断开开关S2,双方停止数据交互,退出充电流程。退出充电流程后,充电机和车辆可根据自身状态恢复开关S1、S2为闭合状态,车辆可在进入休眠后闭合开关S2;检测点3电压变为0V后车辆应闭合开关S2;检测点1电压变为12V后充电机应闭合开关S1。

注1:车辆插头受到突发外力等原因可能引起检测点电压的瞬态抖动。

注2:此处开关S1和S2在车辆接口断开连接后恢复为闭合状态,与图A.1中开关S1和S2为常闭的要求相协调。

A.3.2.6 在整个充电过程中,若车辆接口处于完全连接状态,车辆应支持辅源唤醒或充电机唤醒报文唤醒,车辆控制器应在唤醒信号发出后的10s内被唤醒。

注1:辅源唤醒和报文唤醒的应用在本附录中有详细描述,目前主要用于车辆休眠后的重新启动和预约充电。

注2:车辆不支持辅源唤醒且仅支持充电机唤醒报文唤醒时,可能无法在GB/T 27930.2中向下兼容的通信协议中被唤醒。

注3:若车辆接口连接后车辆仅支持报文唤醒,车辆控制器自车辆接口连接后保持唤醒状态不小于10min,有助于提升充电兼容性。

A.3.2.7 电动汽车与充电机的数据交互进入GB/T 27930.2中向下兼容的通信协议充电时,充电流程跳转至B.2.2.2或B.3.2.2,跳转后应满足以下要求:

- a) 充电机的开关S1保持闭合状态;
- b) 车辆可通过控制开关S2断开来传递紧急停机信号;
- c) 车辆闭合接触器K5、K6后,控制开关S3断开(仅在车辆接口电压大于0V时),开关S3断开后,车辆通过检测点3电压判断车辆接口连接状态。充电结束或中止阶段,车辆接触器K5、K6断开后或车辆接口电压绝对值降至DC 60V以下时,车辆控制开关S3闭合。

注1:数据交互见GB/T27930.2的版本协商部分。

注2:充电控制交互流程跳转至附录B,意味着充电机和车辆需同时具备附录B规定的相关充电功能。

注3:符合本附录的车辆在充电时,车辆断开开关S3以识别PE触头断路故障,并通过检测点3电压监测车辆接口连接状态。

A.3.3 参数配置阶段

A.3.3.1 车辆和充电机(可简称“车桩”)功能协商成功后进入参数配置阶段,交互车桩充电基本参数,进行参数匹配。

A.3.3.2 满足以下条件之一时视为参数匹配失败,应退出充电流程:

- a) 车辆最高允许充电总电压低于充电机最低充电输出电压值;
- b) 整车动力蓄电池当前荷电状态低于车辆最低允许放电荷电状态(仅适用于能量传输方向为车辆放电);
- c) 车辆最低允许放电电压高于充电机最高允许放电电压值(仅适用于能量传输方向为车辆放电);

- d) 车辆最高允许充电总电压低于充电机最低允许放电电压值(仅适用于能量传输方向为车辆放电)。

注:车辆控制器发送的车辆最大允许充电电流、车辆最高允许充电总电压等需求值和测量值指车辆接口处需求和测量的等效值。充电机发送的充电机最高/最低充电输出电压值、充电机最大/最小充电输出电流值等需求值和测量值指车辆接口处需求和测量的等效值。

A.3.3.3 车辆最高允许充电总电压(参数配置阶段)大于充电机最高充电输出电压值,充电机不应视为参数匹配失败。

A.3.4 鉴权阶段

A.3.4.1 在参数配置阶段完成后,车桩需要鉴权时,可进入鉴权阶段。

注1:鉴权主要用于确认车辆用户使用充电机的权限、费用支付等,需要用户操作的鉴权方式如扫码和刷卡。

注2:车辆支持多种鉴权方式时,按用户自定义的优先级选择鉴权方式有助于提升充电体验。

A.3.4.2 若车桩在功能协商阶段确认双方本次交互需执行鉴权,则在完成参数配置阶段后进入鉴权阶段,通过数据交互完成鉴权。

A.3.4.3 鉴权通过后,充电机宜控制车辆插头电子锁止装置(可简称“电子锁”)闭锁。

A.3.4.4 车桩成功鉴权后,若车桩检测车辆接口未发生断开,车桩进入自动重连和重新启动时,后续充电流程或充放电流程不应进行二次鉴权。出现车辆接口断开连接或鉴权账户余额不足情况时,由制造厂决定是否进行二次鉴权。

注1:充电接口完全连接时,已完成鉴权且鉴权成功后,再进行的鉴权称为二次鉴权。

注2:不进行二次鉴权指充电机功能协商不支持鉴权功能模块。

A.3.5 预约充电

A.3.5.1 在输出回路检测阶段前,车桩需要预约启动充电时,可进入预约充电阶段。

A.3.5.2 若车桩在功能协商阶段确认双方本次充电需执行预约充电,则在鉴权阶段后(若本次充电无需鉴权,则在参数配置阶段后),进入预约充电阶段。

A.3.5.3 车桩均可发起预约充电,预约等待期间双方停止发送通信报文,车辆可进入休眠状态。充电机应按照通信确认的预约开始时间唤醒车辆进行下一步充电交互。

A.3.5.4 充电机唤醒车辆时,应通过闭合辅源接触器K3、K4,并发送充电机唤醒报文来唤醒车辆,未接收到车辆唤醒报文时持续提供辅源时间应不少于5s,车辆检测到辅源或接收到充电机唤醒报文后应被唤醒并发送车辆唤醒报文。

A.3.5.5 车辆唤醒充电机时,应通过发送车辆唤醒报文来唤醒充电机,充电机接收到车辆唤醒报文后应被唤醒并发送充电机唤醒报文。

A.3.5.6 预约等待期间,充电机或车辆需要中止充电时,应先将对方唤醒,再发送中止报文。

A.3.5.7 预约等待期间,车辆需要更改预约时间时,应先将对方唤醒,再发送中止报文进行自动重连或重新启动,重新预约时间。

A.3.5.8 预约等待期间,检测点1与检测点3电压保持4V状态。若在预约等待期间充电机或车辆检测到检测点1或3为非4V状态,则退出预约充电状态。

A.3.5.9 在非限制场所,预约充电阶段电子锁应保持闭锁状态。在有限制场所,预约充电阶段电子锁闭锁状态由制造厂根据场景自行控制。

注:在非限制场所使用预约充电功能时,若电子锁处于非闭锁状态,可能出现未经授权的车辆接口断开从而中止充电流程。

A.3.6 输出回路检测阶段

A.3.6.1 车桩确认进入输出回路检测阶段后,电动汽车应控制断开开关S3,电动汽车应通过检测点3

电压状态来识别车辆接口连接状态与可充电状态，状态定义按表A.1。

A.3.6.2 充电机最迟应在确认进入输出回路检测阶段后控制电子锁闭锁。充电机应对与车辆接口传导连接的回路进行绝缘检测、短路检测，并对接触器K1、K2进行故障检测，在以上检测开始前接触器K1、K2外侧电压绝对值应小于60V。

注：若充电机进行绝缘检测时先开启电压再闭合接触器K1、K2,可能会因为车辆供电回路上存在的X电容导致接触器K1、K2粘连，先闭合接触器K1、K2再开启电压的控制时序能降低粘连风险。

A.3.6.3 当充电机接触器K1、K2任意一个或同时粘连时，充电机应触发故障停机，并在故障恢复前不应充电。

A.3.6.4 绝缘检测时，充电机输出电压应为参数配置功能模块报文的车辆最高允许充电总电压和充电机最高充电输出电压值两者中的较小值。

A.3.6.5 充电机应检测直流充电回路DC+ 与 PE 之间、DC- 与 PE 之间的绝缘电阻(取两者最小值为 R_{imd})，绝缘检测判定电压 U_{im} 不低于A.3.6.4中充电机输出电压，当 $R_{ma} > U_{imd} \times 500 \Omega/V$ 视为安全； $U_{ima} \times 100 \Omega/V < R_m \leq U_{imd} \times 500 \Omega/V$ 时，宜进行绝缘异常报警，但可正常充电； $R_m \leq U_{imd} \times 100 \Omega/V$ 视为绝缘故障，应停止充电。

A.3.6.6 绝缘检测完成后，将绝缘监测装置(IMD)以物理的方式从直流充电回路中分离，并投入泄放回路进行泄放，当接触器K1、K2外侧电压降到DC 60V以下时，泄放回路从直流充电回路中分离，断开接触器K1、K2。

A.3.7 供电模式

A.3.7.1 在能量传输阶段前，电动汽车由于车辆动力蓄电池状态不允许充电且需要充电机提供电源时，车桩可进入供电模式阶段，由充电机为车辆提供恒压供电。

A.3.7.2 充电机应具备供电模式功能。若车桩在功能协商阶段确认本次充电需执行供电模式，则车桩在输出回路检测阶段后、预充电前进入供电模式阶段。供电模式中，充电机保持输出的持续时间应不低于30 min。

A.3.7.3 供电模式阶段，车辆应确认已断开动力蓄电池与接触器K5、K6的电连接，并将动力蓄电池外侧回路电压泄放至DC 60 V以下，再闭合接触器K5、K6。接触器K5、K6闭合后，充电机判断K1、K2外侧电压绝对值小于DC 60 V，再闭合接触器K1、K2，闭合瞬间冲击电流应小于20A，然后充电机按照车辆供电需求启动输出，启动过程中，输出电压应不大于车辆供电电压需求值的5%。电动汽车判断充电机当前供电电压测量值以及充电机当前最大输出电流能力满足启动条件时开启高压负载，冲击电流不应超过整车当前最大供电电流需求值。

注1:车辆高压负载如加热膜、压缩机等车载热管理装置。车辆供电回路存在较大电流纹波时，可能导致充电机异常中止。

注2:电动汽车内部投切高压负载时的电流大于充电机当前最大输出电流能力时，可能导致充电机输出电压跌落。

注3:车辆控制需求电压缓升或逐步增加负载功率有助于减小冲击电流。

注4:车辆采取必要措施限制车辆高压负载工作产生的电流纹波，能避免充电机使用寿命下降或充电机器件损坏。

A.3.7.4 供电模式阶段由充电机实施绝缘监测，绝缘检测时的输出电压为整车供电电压需求值，绝缘异常判定同A.3.6.5。车辆绝缘监测装置应在该阶段切出供电回路。

注：若车辆高压负载与动力蓄电池之间的DC+和DC-主接触器其中之一没有断开，可能会影响充电机的绝缘监测功能。

A.3.7.5 供电模式中，充电机的输出电压应满足整车供电电压需求值，输出的电流不应超过整车当前最大供电电流需求值。

A.3.7.6 当整车供电电压需求值高于充电机最高充电输出电压值或低于充电机最低充电输出电压值时，充电机应发送中止报文结束充电流程。

A.3.7.7 供电模式中，充电机当前最大输出电流能力值小于整车当前最大供电电流需求值时，若车辆

判断可降功率启动高压负载，车辆应调节负载适应充电机当前最大输出电流能力值；若车辆判断高压负载不能正常工作，车辆可发送车辆供电完成报文，退出供电模式阶段；如触发车辆高压负载欠压保护，车辆可发送车辆中止报文结束充电流程。

A.3.7.8 供电模式中，当充电机需要降低输出功率，应先更新充电机当前最大输出电流能力，当车辆判断可降功率正常工作时，应调节车辆负载以适应充电机当前最大输出电流能力，负载调节完成后，车辆应调整整车当前最大供电电流需求值不大于充电机当前最大输出电流能力值。充电机确认整车当前最大电流需求值不大于充电机当前最大输出电流能力时，再降低输出功率。功率调节过程中，充电机不宜进行欠压保护。车辆调节负载时间应不大于5s。如车辆未响应调节或结束供电，充电机可在8s后结束充电。

注：车辆调节负载时间指从车辆收到充电机更新的充电机当前最大输出电流能力起，到完成负载调节并发送新的整车当前最大供电电流需求的时间。

A.3.7.9 供电模式中，充电机若增加输出功率，应先完成输出能力调整，再更新充电机当前最大输出电流能力值，车辆确定充电机输出能力调整完成后再调节高压负载用电功率。功率调节过程中，充电机不宜进行欠压保护。

注：在充电机输出功率调整期间，车辆供电需求保持不变有助于充电机完成功率调节。

A.3.7.10 车辆判断供电结束后应关闭高压负载并断开接触器K5、K6，然后发送供电完成报文。充电机收到供电完成报文时停止输出、停止绝缘监测，输出电流不大于5A后断开接触器K1、K2，并投入泄放回路进行泄放，当接触器K1、K2内侧电压降到DC 60V以下时，泄放回路从直流充电回路中分离。

注：充电机接触器K1、K2和车辆接触器K5、K6之间的X电容通常较小(约10nF)，X电容值过大时，车辆接口DC±触头之间可能在一定时间内存在大于DC 60V的电压。

A.3.8 预充电

A.3.8.1 在进入能量传输阶段前，车辆控制器控制闭合接触器K5、K6后，车辆准备就绪状态参数值为就绪，车辆应保持发送的整车充电系统当前电压参数值不变，且车辆接触器K5、K6外侧电压波动范围应不大于整车充电系统当前电压的±2.5%与±5V两者中的较大值。

A.3.8.2 在进入能量传输阶段前，充电机接收到车辆准备就绪状态参数值为就绪后，非车载充电机控制器检测到整车充电系统当前电压正常(接触器K1、K2外侧电压与车辆就绪状态报文整车充电系统当前电压误差范围不大于±5%，外侧电压大于充电机最低输出电压且小于充电机最高输出电压)后，开始预充电。预充电方式包含但不限于以下两种：

- a) 配置防反灌二极管(D1)的非车载充电机：将输出电压(接触器K1、K2内侧电压)调整到接触器K1、K2外侧电压减去1V~10V的范围内，再闭合接触器K1、K2；
- b) 采用预充电阻的非车载充电机：导通预充电路，完成预充后，再导通直流供电回路。

注：防反灌二极管(D1)使得供电回路仅能单向工作，充放电模式的充电机常采用预充电阻进行预充电。

A.3.8.3 开始预充至完成接触器K1、K2闭合，非车载充电机应控制冲击电流峰值小于20 A。

A.3.8.4 若非车载充电机检测到整车充电系统当前电压满足以下条件之一时，非车载充电机控制器应停止充电：

- a) 整车充电系统当前电压高于充电机最高充电输出电压或充电机最高允许放电电压；
- b) 整车充电系统当前电压低于车辆最低允许放电电压(仅适用于能量传输方向为车辆放电)。

A.3.8.5 若非车载充电机检测到整车充电系统当前电压满足以下条件之一时，非车载充电机控制器宜停止充电：

- a) 整车充电系统当前电压低于充电机最低充电输出电压；
- b) 整车充电系统当前电压高于充电机最高允许放电电压(仅适用于能量传输方向为车辆放电)。

A.3.9 能量传输阶段

A.3.9.1 能量传输阶段包含以下工作模式：

- a) 工作模式一：充电机为车辆提供电能，即充电模式，应满足A.3.9.2~A.3.9.9 的要求；
- b) 工作模式二：充电机可为车辆提供电能，且车辆可为充电机提供电能，即充放电模式。能量传输方向为车辆充电模式时应满足A.3.9.2~A.3.9.9 的要求，能量传输方向为车辆放电模式时应满足A.3.9.7~A.3.9.12 的要求。

注：实际工作模式的数据交互确认在功能协商阶段完成。

A.3.9.2 在能量传输阶段，车辆控制器向非车载充电机控制器实时发送车辆充电需求参数（专指反映车辆插座处的参数）。非车载充电机控制器调整充电电流下降时：若 ΔI （整车充电需求电流降幅） $\leq 20\text{A}$ ，应在1s内将充电电流调整到与命令值相一致；若 $20\text{A} < \Delta I \leq 100\text{A}$ ，应在 $\Delta I/20(\text{s})$ 内将充电电流调整到与命令值相一致；若 $\Delta I > 100\text{A}$ ，应在5s内将充电电流调整到与命令值相一致。

A.3.9.3 非车载充电机控制器应根据车辆充电需求参数实时调整充电电压和充电电流，车辆控制器和非车载充电机控制器应相互发送各自的状态信息。

A.3.9.4 在恒压充电模式下，充电机的输出电压应满足车辆电压需求值，输出电流应不超过整车充电电流需求值。在恒流充电模式下，当整车充电电流需求值不大于充电机最大输出电流能力时，充电机的输出电流应满足整车充电电流需求值；当整车充电电流需求值大于充电机最大输出电流能力时，充电机可按照充电机当前最大输出电流能力输出，充电机输出电压不应超过整车充电电压需求值。

A.3.9.5 车辆期待的充电模式为恒流模式时，若接触器K1、K2外侧电压小于充电机最高输出电压值，充电机宜按充电机最高充电输出电压输出，不应因整车充电电压需求高于充电机最高输出电压值而停止充电。

A.3.9.6 当整车充电电流需求参数小于充电机最小输出电流时（包括整车充电电流需求参数为0A），充电机应按照充电机最小输出电流值输出。

A.3.9.7 在能量传输阶段由车辆实施绝缘监测，应能监测DC+与PE、DC-与PE之间的对称和不对称绝缘故障。车辆实时检测DC+与PE之间、DC-与PE之间的绝缘电阻（取两者最小值为 R_{md} ），绝缘检测判定电压 U_{im} 为车辆最高允许充电总电压，当 $R_{m} > U_{im}d \times 500\ \Omega/V$ 视为安全； $100\ \Omega/V < R_{m} \leq U_{ima} \times 500\ \Omega/V$ 时，宜进行绝缘异常报警，但可正常充电； $R_{m} \leq U_{ma} \times 100\ \Omega/V$ 视为绝缘故障，应停止充电。

A.3.9.8 车桩应具备暂停功能。车桩可进入暂停工况，中断能量传输，暂停功能应满足以下要求。

- a) 在能量传输阶段，充电机和电动汽车均可发起暂停。充电机或车辆一方发起暂停后至暂停工况结束前，另一方不发起暂停。

注1：车辆需要切换动力蓄电池的串并联方式时，可能发起暂停，恢复充电后车辆接口的电压会有明显变化。充电机可能由于电网调度或工作模式切换需求等原因发起暂停，恢复充电后充电机充电能力可能发生变化。

- b) 充电机或车辆发起暂停后，对方响应暂停。随后，充电机应降低充电电流至5A及以下后断开接触器K1、K2，开始暂停工况。
- c) 在暂停工况期间，通信保持正常交互，充电机保持电子锁闭锁。若由充电机发起暂停，电动汽车保持接触器K5、K6为闭合状态；若由车辆发起暂停，电动汽车可断开接触器K5、K6。
- d) 由发起暂停的充电机或车辆主动结束暂停工况，对方响应结束暂停工况。暂停由车辆发起时，若整车充电系统当前电压发生变化，车辆在整车充电系统当前电压稳定且接触器K5、K6闭合后发送暂停主动结束，充电机检测到接触器K1、K2外侧实际电压值在其工作范围内时，根据实际电压值参考A.3.8重新进行预充电，闭合接触器K1、K2后恢复能量传输。若暂停由充电机发起，车辆保持整车充电系统当前电压稳定，充电机发送暂停主动结束，检测接触器K1、K2外侧实际电压值在其工作范围内，根据实际电压值参考A.3.8重新进行预充电，闭

合接触器K1、K2后恢复能量传输。暂停期间，充电机不判定车辆充电需求报文、车辆充电电池基本信息报文、车辆充放电基本信息报文、车辆充放电电池基本信息报文的内容，且以上报文内容不作为相关故障的判断依据。

- e) 单次能量传输(单次版本协商到充电结束)阶段，车桩各自主动发起暂停的总次数不大于10次，暂停的总时间不大于35min(充电机发起的暂停总时间不大于5min，车辆发起的暂停总时间不大于30 min)。暂停期间出现异常、故障或结算，通过中止报文结束充电流程。

注2:暂停总时间用于发起方的暂停时长控制，若超过总时间，可能造成通信超时或充电中止。

注3:能量传输过程中，充电机和车辆通过重新启动充电，能实现车桩更长时间的暂停等效功能。

A.3.9.9 能量传输阶段完成后，充电机停止输出、断开接触器K1、K2,并投入泄放回路进行泄放，当接触器K1、K2内侧电压降到DC 60 V以下时，泄放回路从直流充电回路中分离。

A.3.9.10 车桩功能协商确认均支持充放电模式功能，且本次充电启动充放电模式，则车桩在能量传输阶段进入充放电模式。进入能量传输阶段时，由充电机决定本次交互的能量传输方向(充电机就绪报文中的“能量传输方向”)。车桩保持车辆接口完全连接状态的过程中可实现多次能量传输方向切换，车桩应通过自动重连或重新启动实现能量传输方向切换；空闲阶段车辆可进入休眠状态，且车辆接收到辅源或唤醒报文后应能被唤醒。

A.3.9.11 在能量传输阶段，车辆控制器向非车载充电机控制器实时发送车辆当前最大输出电流能力参数(专指反映车辆插座处的参数)。非车载充电机控制器调整放电电流下降时：若 ΔI (车辆当前最大输出电流能力值降幅) ≤ 20 A,应在1s内将放电电流调整到与命令值相一致；若 $20\text{ A} < \Delta I \leq 100$ A,应在 $\Delta I/20$ (s)内将放电电流调整到与命令值相一致；若 $\Delta I > 100$ A,应在5s内将放电电流调整到与命令值相一致。

注:车辆当前最大输出电流能力参数降低时，充电机降低电流匹配车辆电流需求存在调整周期。

A.3.9.12 充放电模式下，单次充电接口物理连接两次能量传输间隔期间电子锁宜保持闭锁状态，电子锁控制策略由制造厂根据场景自行控制。

注:在非限制场所进行充放电模式能量传输方向切换的车辆进入休眠状态时，若电子锁处于非闭锁状态，可能出现未经授权的车辆接口断开从而中止充放电流程。

A.3.10 停机要求

A.3.10.1 正常结束

A.3.10.1.1 车辆正常结束

A.3.10.1.1.1 车辆触发中止原因为正常结束的条件时，发送对应中止原因的车辆中止报文，进入正常结束状态。如人工中止、车辆达到设定中止条件或接收到充电机中止报文等。

A.3.10.1.1.2 车辆在供电模式和预充及能量传输阶段进入正常结束状态时，当车辆判断充电机接触器K1、K2为断开状态、电子锁为闭锁状态且允许进行粘连检测时，车辆应控制接触器K5、K6进行粘连检测；车辆在其他阶段进入正常结束状态时，接触器K5、K6的粘连检测由制造厂自定义。各阶段触发车辆进入正常结束状态时，接触器K5、K6动作时间的要求按表A.2，供电模式和预充及能量传输阶段触发车辆进入正常结束状态时接触器K5、K6控制时序按图A.3。

A.3.10.1.1.3 车辆接触器K5、K6完成粘连检测，粘连检测中如未完成同时断开接触器K5、K6，粘连检测后应确认接触器K5、K6已全部断开；车辆接触器K5、K6进行粘连检测时，如车辆接触器未粘连，则断开接触器K5、K6，完成结束阶段；当车辆接触器K5、K6任意一个或同时粘连时，车辆应报警提示(如通过声、光等方式)，并执行必要的触电防护措施，且接触器K5、K6粘连故障排除前不应充电。

A.3.10.1.1.4 车辆接触器K5、K6未进行粘连检测时，车辆接口应符合GB/T 43332中未连接外部电源时的要求。

A.3.10.1.1.5 当断开车辆接触器K5、K6或车辆接触器K5、K6外侧电压绝对值小于DC 60V时，车辆应闭合开关S3，检测点2电压变为 $U_2/2$ 。

A.3.10.1.1.6 在正常结束阶段，当车辆判断需要进入故障停机时，车辆接触器K5、K6动作时间应符合表A.3的相应要求；在正常结束阶段，当车辆判断需要进入紧急停机时，车辆接触器K5、K6动作时间应符合表A.5的相应要求。车辆判断充电机正常结束时动作要求不符合表A.2时，车辆制造厂可自定义进入故障或紧急停机。

A.3.10.1.1.7 充电或放电正常结束后，在车辆接口保持连接状态的情况下，若车辆进入休眠，应能被辅源或充电机唤醒报文唤醒。

A.3.10.1.2 充电机正常结束

A.3.10.1.2.1 充电机触发中止原因为正常结束的条件时，发送对应中止原因的充电机中止报文，进入正常结束状态。如用户操作充电机停机、充电机达到用户设定的充电结束条件或接收到车辆中止报文等。

A.3.10.1.2.2 充电机正常结束时，应停止输出并断开接触器K1、K2,各阶段触发充电机进入正常结束状态时动作要求应符合表A.2的要求，在供电模式阶段和预充及能量传输阶段触发充电机进入正常结束状态时控制时序应符合图A.3的要求。当充电机确认车辆接口电流不大于5A,接触器K1、K2为断开状态，且充电机未进入其他故障停机或紧急停机状态时，应发送允许车辆进行粘连检测报文。

A.3.10.1.2.3 充电机在接收到车辆统计报文，且接触器K1、K2外侧电压绝对值小于DC 60V后，可解锁电子锁。

注：若未收到车辆统计报文通常视为通信超时。

A.3.10.1.2.4 在正常结束阶段，当充电机判断需要进入故障停机时，充电机电流下降速率及接触器K1、K2动作时间应符合表A.3的相应要求；在正常结束阶段，当充电机判断需要进入紧急停机时，充电机电流下降速率及接触器K1、K2动作时间应符合表A.5的相应要求。

A.3.10.1.2.5 正常结束阶段后，若车辆接口保持连接状态，且充电机需要重新唤醒车辆建立通信时，充电机应通过闭合接触器K3、K4和发送充电机唤醒报文来唤醒车辆。

表 A.2 车辆和充电机正常结束动作

阶段	功能协商、参数配置、鉴权、预约充电阶段	输出回路检测阶段	供电模式、预充及能量传输阶段
停机动作	停止数据交互	a) 断开接触器K1、K2时间： $\leq 2s$ 。 b) 停止数据交互。	a) 停机动作时间 t_6 如下： 1) 充电机： ——输出电流 $\leq 200 A$ 时，2s内电流降至5A及以下并断开接触器K1、K2； ——输出电流 $> 200 A$ 时，5s内电流降至5A及以下并断开接触器K1、K2，且电流下降速率 $\geq 100 A/s$ 。 2) 车辆：10s内(宜在7s内)完成接触器K5、K6粘连检测并断开接触器K5、K6。 b) 停止数据交互
<p>注1:车辆缩短接触器K5、K6粘连检测时间有助于提升用户体验。</p> <p>注2:停机动作时间内，充电机自身协调完成降电流与断开接触器K1、K2动作，车辆自身协调完成粘连检测与断开接触器K5、K6动作。</p>			
<p>除供电模式和预充及能量传输阶段之外的阶段，若车辆需要进行粘连检测，动作时间要求见本表。停机动作时间要求的计时起点为主动正常结束的车桩发送首帧正常中止报文。</p> <p>e)停止数据交互要求按GB/T27930.2。</p>			

A.3.10.2 故障停机

A.3.10.2.1 车辆故障停机

A.3.10.2.1.1 当车辆判断需要进入故障停机状态时，应发送对应中止原因的中止报文。触发车辆进入故障停机状态的原因应包含：

- a) 检测点2电压异常：开关S3 闭合时，检测点2电压超出表A.1 中定义的标称值范围。
- b) 绝缘故障：车辆检测DC+ 与PE 之间或DC- 与 PE 之间的绝缘电阻 $R_{m} \leq U_{im} \times 100 \Omega/V$ ，绝缘故障检测时间不大于30 s。
- c) 功能模块信息交互超时：需要判断的超时情况包括功能模块超时和报文超时，其中功能模块超时包括功能协商、参数配置、鉴权、预约、输出回路检测、供电模式、预充及能量传输、充电结束等阶段的超时，功能模块及报文的超时时间按GB/T 27930.2通信协议的要求。
- d) 功能协商执行失败：
 - 1) 必需项功能模块协商不成功：车桩协商结果中，充电机和车辆至少在一个必需项功能模块上没有相同的FDC, 即协商失败；
 - 2) 必要可选项功能模块协商不成功：可选项功能模块中，车辆应执行的功能模块协商失败。
- e) 参数不匹配：车辆与充电机参数匹配失败。
- f) 鉴权失败：车辆与充电机身份鉴权失败。
- g) 预约执行失败：
 - 1) 预约不允许：预约协商结果为失败，且不进行立即充电；
 - 2) 唤醒不成功：车辆唤醒充电机失败。
- h) 充电机输出回路检测执行失败：车辆接收到充电机检测信息中至少有一项检测失败。
- i) 供电模式执行失败：
 - 1) 供电电压异常：恒压供电模式下，充电机输出电压与车辆需求电压偏差超过 $\pm 5\%$, 故障检测时间由制造厂自定义；或电压偏差和故障检测时间均由制造厂自定义；
 - 2) 供电模块投切失败：车辆高压负载故障，投切失败；
 - 3) 供电电流异常：车辆判断充电机动态输出能力报文中充电机当前最大输出电流能力不满足高压负载正常工作需求，或车辆接口电流大于整车当前最大供电电流需求值，过电流限值和故障检测时间均由制造厂自定义。
- j) 预充及能量传输失败。
 - 1) 电压异常：在充电模式，充电机输出电压高于车辆需求电压15 V; 在放电模式，车辆输出电压满足低于车辆最低允许放电总电压15V、低于充电机最低允许放电电压值15 V 或高于充电机最高允许放电电压值15V 三种条件之一时，故障检测时间不大于1s。
 - 2) 电流异常：在充电模式，当需求电流 $< 30A$ 时，充电机输出电流大于车辆需求电流3A, 或当需求电流 $\geq 30 A$ 时，充电机输出电流大于车辆需求电流110%; 在放电模式，当放电电流 $< 30A$ 时，车辆放电电流大于车辆最高允许放电电流与充电机最大允许放电电流值的较小值3A, 或当放电电流 $\geq 30 A$ 时，车辆放电电流大于车辆最高允许放电电流与充电机最大允许放电电流值的较小值110%, 故障检测时间由制造厂自定义；或过电流限值和故障检测时间均由制造厂自定义。

注1: 充电机电流调整期间以及整车充电电流需求参数小于充电机最小输出电流等工况时，电流不匹配不视为故障。

注2: 车辆当前最大输出电流能力参数降低时，充电机降低电流匹配车辆电流需求存在调整周期。
- 3) 车辆插座过温：车辆插座触头温度超过制造厂规定的限值，或环境温度不超过40℃时车辆插座触头温度超过90℃, 故障检测时间不大于9s; 车辆插座触头温度上升速率超过制

造厂规定的限值，故障检测时间由制造厂自定义。

4) 放电SOC 过低：在放电模式，车辆当前SOC 低于车辆最低允许放电荷电状态，故障检测时间不大于1s。

5) 暂停超限：充电机发起暂停总次数或暂停总时间超过允许值。

6) 暂停冲突：车辆发起的暂停工况中，充电机重新发起暂停。

注 3：没有给出故障检测时间的项目，故障发生即视为触发故障停机信号。其他故障情况及故障检测时间由制造厂自定义。

A.3.10.2.1.2 各阶段触发车辆进入故障停机状态时，接触器K5、K6的故障响应时间要求按表A.3，在供电模式阶段和预充及能量传输阶段触发车辆进入故障停机状态时的控制时序按图A.3。

A.3.10.2.1.3 在故障停机阶段，车辆不应进行接触器K5、K6的粘连检测。

A.3.10.2.1.4 当接触器K5、K6断开或车辆接口电压绝对值降至DC60V 以下时，车辆应控制闭合开关S3。

A.3.10.2.1.5 在故障停机阶段，当车辆判断需要进入紧急停机时，车辆接触器K5、K6动作时间应符合表A.5 的要求。

A.3.10.2.2 充电机故障停机

A.3.10.2.2.1 当充电机判断需要进入故障停机状态时，应发送对应中正原因的中止报文。触发充电机进入故障停机状态的原因应包含：

- a) 功能模块信息交互超时：需要判断的超时情况包括功能模块超时和报文超时，其中功能模块超时包括功能协商、参数配置、鉴权、预约、输出回路检测、供电模式、预充及能量传输、充电结束等阶段的超时，功能模块及报文的超时时间按GB/T 27930.2通信协议的要求。
- b) 功能协商执行失败：
 - 1) 必需项功能模块协商不成功：车桩协商结果中，充电机和车辆至少在一个必需项功能模块上没有相同的FDC, 即协商失败；
 - 2) 必要可选项功能模块协商不成功：可选项功能模块中，充电机应执行的功能模块协商失败。
- c) 参数不匹配：充电机与车辆参数匹配失败。
- d) 鉴权失败：充电机与车辆身份鉴权失败。
- e) 预约执行失败：
 - 1) 预约不允许：预约协商结果为失败，且不进行立即充电；
 - 2) 唤醒不成功：充电机唤醒车辆失败。
- f) 输出回路检测失败：
 - 1) 充电接口电压检测失败：接触器K1、K2外侧电压绝对值大于DC 60V,故障检测时间由制造厂自定义；
 - 2) 粘连检测失败：接触器K1、K2任意一个粘连即为粘连故障；
 - 3) 短路检测失败：与车辆插头DC+、DC- 触头传导连接的外侧电路(至接触器K5、K6外侧)短路故障；
 - 4) 绝缘检测失败：充电机检测DC+ 与PE 之间或DC- 与PE 之间的绝缘电阻 $R_{ma} \leq U_{ima} \times 100 \Omega/V$ ；
 - 5) 泄放失败：充电机检测到泄放失败，或粘连检测、短路检测、绝缘检测成功后接触器K1、K2内侧电压至超时时未泄放到DC 60 V以下。
- g) 供电模式执行失败。
 - 1) 供电电压不匹配：恒压供电模式下，充电机输出电压与车辆需求电压偏差超过 $\pm 5\%$, 故障

检测时间由制造厂自定义；或电压偏差和故障检测时间均由制造厂自定义。

- 2) 供电电流异常：充电机输出电流大于整车当前最大供电电流需求值，过电流限值和故障检测时间均由制造厂自定义。
- 3) 车辆不响应功率调节：充电机输出供电能力降低时，车辆响应功率调节超时。
- 4) 车辆逻辑错误：接收到的车辆供电状态由就绪变为未就绪。
- 5) 绝缘故障：充电机检测DC+ 与 PE 之间或DC- 与 PE 之间的绝缘电阻 $R_{imd} \leq U_{imd} \times 100 \Omega/V$,绝缘故障检测时间不大于30 s。

h) 预充及能量传输失败：

- 1) 预充电压不匹配：充电机检测的接触器K1、K2外侧电压与车辆发送的整车充电系统当前电压误差大于 $\pm 5\%$ ；或整车充电系统当前电压高于充电机最高充电输出电压或充电机最高允许放电电压；或整车充电系统当前电压低于车辆最低允许放电电压（仅适用于充放电模式）。
- 2) 电压异常：在充电模式，当前接触器K1、K2外侧电压大于车辆最高允许充电总电压与充电机最高输出电压两者中的较小值且持续时间超过400 ms，故障信号处理时间不大于600 ms；在放电模式，当前接触器K1、K2外侧电压小于充电机最低允许放电电压或小于车辆最低允许放电电压15 V、大于充电机最高允许放电电压或大于车辆最高允许充电总电压15V 持续时间超过400 ms，故障信号处理时间不大于600 ms。

注1:考虑短时冲击电压引起的电压异常，过电压持续时间为200 ms~400 ms时由充电机自定义。

- 3) 电流异常：在充电模式，当需求电流 $< 30 A$ 时，充电机输出电流大于车辆需求电流3A，或当需求电流 $\geq 30 A$ 时，充电机输出电流大于车辆需求电流110%；在放电模式，当放电电流 $< 30 A$ 时，充电机放电电流大于车辆最高允许放电电流与充电机最大允许放电电流值的较小值3A，或当放电电流 $\geq 30 A$ 时，充电机放电电流大于车辆最高允许放电电流与充电机最大允许放电电流值的较小值110%；输出电流异常且持续时间为1s（满足 $\Delta I \times 110\% / \text{电流变化速率} < 1s$ ）或持续时间为 $\Delta I \times 110\% / \text{电流变化速率}$ （满足 $\Delta I \times 110\% / \text{电流变化速率} \geq 1 s$ ）时，故障信号处理时间不大于500 ms。

注2:电流变化速率为充电机特性参数，单位为A/s。 ΔI 为输出电流变化量。电流调整过程中的电流异常通常不视为故障。

注3:出现整车充电电流需求参数小于充电机最小输出电流等工况时，电流不匹配常不视为故障。

- 4) 车辆插头过温：车辆插头触头温度超过制造厂规定的限值，或环境温度不超过40℃时车辆插头触头温度超过90℃，故障检测时间不大于9s；车辆插头触头温度上升速率超过制造厂规定的限值，故障检测时间由制造厂自定义。
- 5) 暂停超限：车辆发起暂停总次数或暂停总时间超过允许值。
- 6) 暂停冲突：充电机发起的暂停工况中，车辆重新发起暂停。
- 7) 车辆逻辑错误：接收到的车辆就绪状态由就绪变为未就绪。

注4:没有给出故障检测时间的项目，故障发生即视为触发故障停机信号。其他故障情况及故障检测时间由制造厂自定义。

A.3.10.2.2.2 各阶段触发充电机进入故障停机状态时，充电机电流下降速率及接触器K1、K2的故障响应时间要求按表A.3，在供电模式阶段和预充及能量传输阶段触发充电机进入故障停机状态时的控制时序按图A.3。

A.3.10.2.2.3 在故障停机阶段，当接触器K1、K2外侧电压绝对值小于DC 60 V后，充电机可解锁电子锁。

A.3.10.2.2.4 在故障停机阶段，当充电机判断需要进入紧急停机时，充电机电流下降速率及接触器K1、K2动作时间应符合表A.5的要求。

表A.3 车辆和充电机故障停机要求

阶段	功能协商、参数配置、鉴权、预约充电阶段	输出回路检测阶段	供电模式、预充及能量传输阶段
故障停机要求	停止数据交互	a) 断开接触器K1、K2时间： ≤ 2 s。 b) 停止数据交互b	a) 故障停机动作时间“如下： 1) 充电机： ——输出电流 ≤ 200 A时，2s内电流降至5A及以下并断开接触器K1、K2； ——输出电流 > 200 A时，3s内电流降至5A及以下并断开接触器K1、K2，且电流下降速率 ≥ 100 A/s。 2) 车辆：5s内断开接触器K5、K6。 b) 停止数据交互
注：故障停机动作时间内，充电机自身协调完成降电流与断开接触器K1、K2。			
故障停机动作时间要求的计时起点为触发故障停机信号。故障发生时，车桩在故障检测时间(故障检测时间=故障持续时间+故障信号处理时间)内检出故障，触发故障停机信号后，车桩执行故障停机动作。停止数据交互要求按GB/T27930.2。			

A.3.10.3 紧急停机

A.3.10.3.1 车辆紧急停机

A.3.10.3.1.1 当车辆判断需要进入紧急停机状态时，应发送对应中止原因的中止报文。触发车辆进入紧急停机状态的原因应包含：

- a) 充电机断开开关S1: 检测点3电压为表A.1 中 2V;
- b) 车辆接口断开连接(含开关S 断开或车辆接口PE 触头断路):检测点3电压为表A.1 中0 V;
- c) 检测点3电压异常: 检测点3电压超出表A.1 中定义的标称值范围;
- d) 电流过大: 在供电模式或能量传输阶段, 车辆接口电流测量值大于车辆需求电流的120%或车辆制造厂规定的过流保护电流, 故障检测时间由制造厂规定;
- e) 电压过高: 在供电模式、预充电或能量传输阶段, 车辆接口电压测量值高于车辆制造厂规定的过压保护值, 故障检测时间由制造厂规定;
- f) 放电电压过低: 在放电模式, 车辆输出电压低于车辆制造厂规定的欠压保护值, 故障检测时间由制造厂规定。

注: 没有给出故障检测时间的项目, 紧急停机故障发生即视为触发紧急停机信号。其他紧急停机故障情况及故障检测时间由制造厂自定义。

A.3.10.3.1.2 车辆在输出回路检测阶段、供电模式、预充及能量传输阶段触发紧急停机时, 车辆应立即断开开关S2。

A.3.10.3.1.3 各阶段触发车辆进入紧急停机状态时, 接触器K5、K6的紧急停机动作时间要求按表A.5。在供电模式和预充及能量传输阶段触发车辆进入紧急停机状态时的控制时序按图A.4。

A.3.10.3.1.4 在紧急停机阶段, 车辆不应进行接触器K5、K6的粘连检测, 接触器 K5、K6断开后, 车辆应控制闭合开关S3。

A.3.10.3.1.5 开关S2 断开后, 车辆接口处于连接状态时, 车辆可在进入休眠后闭合开关S2。充电交互结束(车辆断开接触器K5、K6和双方停止通信)且检测点3电压变为0 V 后, 车辆应闭合开关S2。

注: 紧急停机功能通常用于充电过程中车桩出现的不可自动恢复的严重故障。

A.3.10.3.2 充电机紧急停机

A.3.10.3.2.1 当充电机判断需要进入紧急停机状态时，应发送对应中止原因的中止报文。触发充电机进入紧急停机状态的原因应包含：

- a) 车辆断开开关S2: 检测点1电压为表A.1 中 1 0V。
- b) 充电机急停开关(若有)按下: 用户操作按下急停开关，触发急停。
- c) 车辆接口断开连接(含开关S 断开或保护性接地导体连续性丢失如车辆接口PE 触头断路): 检测点1电压为表A.1 中12 V。
- d) 检测点1电压异常: 检测点1电压超出表A.1 中定义的标称值范围。
- e) 电流过大: 在供电模式或能量传输阶段，充电机输出电流大于车辆最大允许充电总电流和充电机最大充电输出电流两者取小值的120%并持续500 ms 时，故障信号处理时间不大于500 ms。
- f) 电压过高: 在供电模式、预充电或能量传输阶段，充电机输出电压高于表A.4 规定的对应阈值，故障检测时间不大于10ms; 在放电模式，充电机检测到接触器K1、K2外侧电压大于充电机制造厂规定的过压保护值，故障检测时间由制造厂规定。
- g) 车辆插头电子锁异常解锁: 电子锁在闭锁状态下，充电机检测到闭锁状态信号异常。

注: 没有给出故障检测时间的项目，紧急停机故障发生即视为触发紧急停机信号。其他紧急停机故障情况及故障检测时间由制造厂自定义。

表 A.4 电压过高状态

车辆最高允许充电总电压与充电机最高充电输出电压值中的较小值U	充电机触发紧急停机的输出电压阈值 V
$U \leq 500 \text{ V}$	550
$500 \text{ V} < U \leq 750 \text{ V}$	825
$750 \text{ V} < U \leq 850 \text{ V}$	935
$850 \text{ V} < U \leq 1000 \text{ V}$	1100
$U > 1000 \text{ V}$	$U \times 110\%$

A.3.10.3.2.2 充电机在输出回路检测阶段、供电模式、预充及能量传输阶段触发紧急停机时，充电机应立即断开开关S1。

A.3.10.3.2.3 各阶段触发充电机进入紧急停机状态时，充电机电流下降速率及接触器K1、K2的紧急停机动作时间要求按表A.5，在供电模式阶段和预充及能量传输阶段触发充电机进入紧急停机状态时的控制时序按图A.5。

A.3.10.3.2.4 充电机接触器K1、K2外侧电压绝对值小于DC 60V后，充电机应控制电子锁解锁。

A.3.10.3.2.5 充电交互结束(充电机断开接触器K1、K2和辅源接触器K3、K4、双方停止通信、接触器K1、K2外侧电压绝对值小于DC 60V和电子锁解锁)且检测点1电压变为12 V 后充电机应闭合开关S1。

注: 紧急停机功能通常用于充电过程中车桩出现的不可自动恢复的严重故障。

表A.5 车辆和充电机紧急停机要求

阶段	功能协商、参数配置、鉴权、预约充电阶段	输出回路检测阶段	供电模式、预充及能量传输阶段
紧急停机要求	停止数据交互	a) 断开接触器K1、K2 时间：≤100 ms。 b) 停止数据交互	a) 紧急停机动作时间 t 如下： 1) 充电机： ——电流降至5A及以下的时间：≤30 ms； ——断开接触器K1、K2时间：≤100 ms。 2) 车辆：断开接触器K5、K6时间：≤300 ms。 b) 停止数据交互
注： 紧急停机动作时间内，充电机自身协调完成降电流与断开接触器K1、K2。			
紧急停机动作时间要求的计时起点为触发紧急停机信号。紧急停机故障发生时，车桩在故障检测时间(故障检测时间=故障持续时间+故障信号处理时间)内检出紧急停机故障，触发紧急停机信号后，车桩执行紧急停机动作。 停止数据交互要求按GB/T27930.2。			

A.3.11 重连和重启

A.3.11.1 自动重连

A.3.11.1.1 充电机或车辆停机时，若中止原因为允许重连(按GB/T 27930.2的要求)，如中止发起方有重连需求，应在发出中止报文的1 min 内，由重连请求发起方(即中止发起方)确认充电交互结束(充电机断开直流供电回路接触器K1、K2和辅源接触器K3、K4,车辆断开车辆供电回路接触器K5、K6,双方停止通信)后首先发送版本协商，被请求方应响应，完成版本协商并进行重连充电。

A.3.11.1.2 在等待重连过程中充电机不应解锁电子锁，双方均不应进入休眠。重连过程中在功能协商阶段不应选择二次鉴权。

A.3.11.1.3 中止类别为正常结束时，单次充电接口物理连接支持自动重连次数不限。中止类别为故障停机和紧急停机时，单次充电接口物理连接仅支持1次自动重连。

A.3.11.2 重新启动

A.3.11.2.1 充电机或车辆停机时，若中止原因为允许重新启动(按GB/T27930.2 的要求)，充电机或车辆可在交互结束(充电机断开直流供电回路接触器K1、K2和辅源接触器K3、K4,车辆断开车辆供电回路接触器K5、K6,双方停止通信)后请求重新启动。

A.3.11.2.2 支持重新启动功能的充电机应不休眠或可被唤醒报文唤醒。重新启动时，如唤醒对方失败，在充电接口连接断开前，充电机不应再次进行重新启动。

A.3.11.2.3 重新启动时，若车辆发起重新启动，应发送唤醒报文唤醒充电机；若充电机发起重新启动，则应闭合接触器K3、K4并发送唤醒报文唤醒车辆。在对方响应唤醒并发送唤醒报文后，由发起方首先发送版本协商，被请求方应响应，完成版本协商并重新进行充电/充放电。

A.3.11.2.4 重新启动时，车桩若检测车辆接口未发生断开，功能协商阶段不应选择二次鉴权。

A.3.11.2.5 单次充电接口物理连接车桩应至少支持1次重新启动。

注： 车辆的重新启动功能用于有序充电、车网互动等场景，支持重新启动的次数由制造厂自定义。

表 A.6 正常启动控制时序表(续)

时序	控制时序说明
T2	车辆接口已完全连接, 车辆插头机械锁止装置闭锁, 联动开关S闭合, CC1回路导通, 电动汽车应被唤醒, 检测点1与检测点3电压均变为4V。车桩建立通信, 双方进入版本协商阶段
T3	车桩完成版本协商
T3~T4	车桩版本协商成功且版本不低于V2.0.0则继续功能协商、参数配置; 否则按GB/T 27930.2中向下兼容的通信协议, 充电流程跳转至附录B
T4	车桩完成功能协商与参数配置, 且参数配置成功, 车桩确认开始进入鉴权阶段(可选)
T4~T5	车桩执行鉴权(可选), 等待用户授权或车桩身份代码交互进行鉴权
T5	充电机应在此刻闭合电子锁, 车桩开始进入预约充电阶段(可选)
T5'	车桩确认预约开始时间, 充电机停止数据交互, 进入预约倒计时; 车辆在预约等待过程中可进入休眠状态
T5''	预约开始时间到, 充电机发送唤醒报文及闭合接触器K3、K4唤醒车辆
T6	车桩数据交互确认进入输出回路检测阶段后, 充电机最迟应在此刻闭合电子锁, 车辆应断开开关S3, 检测点2电压变为0V
T7~T9	充电机执行输出回路检测, 推荐先后顺序为: 外侧电压检测、短路检测、绝缘检测、粘连检测, 具体顺序可由制造厂自定义
T7	充电机检测接触器K1、K2外侧电压, 确认绝对值小于DC60 V, 并闭合接触器K1、K2
T7'	充电机在确认接触器K1、K2闭合后, 开始提高输出电压, 进行短路检测
T8	充电机绝缘检测电压达到设定值, 开启绝缘检测
T8'	充电机完成绝缘检测, 开始粘连检测
T9	充电机完成粘连检测, 泄放回路投切开关闭合
T10	充电机完成泄放, 接触器K1、K2外侧电压小于DC60 V, 断开接触器K1、K2, 泄放回路投切开关打开, 车桩进入供电模式阶段(可选)
T10'	电动汽车断开动力电池与接触器K5、K6的电连接, 然后闭合接触器K5、K6
T11	充电机闭合接触器K1、K2, 然后按照供电需求电压启动供电
T12	车辆判断充电机供电基本信息满足高压负载工作条件, 车辆开启高压负载。充电机开启绝缘检测
T12~T13	充电机在供电模式阶段为电动汽车高压负载供电, 负载类别不同则负载工作电流波形存在一定差异
T13	电动汽车确认需要结束供电模式后, 应关闭所有高压负载。当车辆接口电流降至5A及以下时, 车辆断开接触器K5、K6
T13'	充电机停止输出、断开接触器K1、K2, 停止绝缘检测, 泄放回路投切开关闭合
T14	当接触器K1、K2内侧电压降至DC 60 V以下, 充电机完成泄放, 泄放回路投切开关打开, 进入预充及能量传输阶段
T15	电动汽车闭合接触器K5、K6同时开启绝缘检测
T16	充电机完成预充后, 闭合接触器K1、K2
T16~T17	充电机根据电动汽车充电需求参数实时调整输出电流, 电动汽车根据电池状态按需调整充电需求参数

A.4.2 正常结束、故障停机和紧急停机

A.4.2.1 直流充电正常结束或故障停机的控制时序及说明应符合图A.3 和表A.7 的规定。

信号/条件	关联对象	供电模式或预充及能量传输阶段	正常结束或故障停机阶段							车辆接口断开			
			T18	T19	T20	T21	T22	T22'	T22''	T23	T24	T25	
时间	充电机 电动汽车	T12或T17											
机械锁 (开关S)	充电机	闭锁										解锁	闭锁
电子锁	充电机	闭锁										解锁	
数据交互	充电机 电动汽车	数据交互					跳至	T2-				未建	立通信
K3、K4 接触器	充电机	打开						闭合				打开	
检测点1	充电机	4V										12V	
检测点3	电动汽车	4V										0V	
检测点2	电动汽车	0V							6V			12V	
开关S3	电动汽车	打开										闭合	
K1、K2 外侧电压	充电机 电动汽车											0V	
K1、K2 接触器	充电机	闭合										打开	
输出电流	充电机			≤5A								0A	
K5、K6 接触器	电动汽车	闭合										打开	
绝缘监测 (预充及能量 传输阶段)	充电机	关闭											
	电动汽车	监测										关闭	
绝缘监测 (供电模式阶 段)	充电机	监测										关闭	
	电动汽车	关闭											
泄放回路 投切开关	充电机	打开		闭合								打开	
开关S1	充电机	闭合											
开关S2	电动汽车	闭合											

注 1: 检测点2电压由制造厂自定义, 时序图上拉电压U₂ 以12 V 为例。

注 2 :时序图中网格填充区域状态由制造厂自定义, 网格填充区域粗实线为推荐值。

注 3 :电动汽车接触器K5、K6在粘连检测阶段检测系统绝缘状态, 可能出现绝缘故障误判现象。

图 A.3 正常结束或故障停机控制时序图

表A.7 正常结束或故障停机控制时序表

时序	控制时序说明
T18	预充及能量传输阶段，充电机满足正常结束条件，充电机开始降低输出电流。供电模式阶段，车辆满足正常结束条件，车辆开始降低工作电流
T19	正常结束时，输出电流降至5A及以下，充电机断开接触器K1、K2,泄放回路投切开关闭合，K1、K2内侧电压降至60 V以下时，泄放回路投切开关打开(打开时刻制造厂自定义)。车辆K5、K6断开按T20执行，车辆进行接触器K5、K6粘连检测，车辆可关闭绝缘检测。 故障结束时，输出电流降至5A及以下，充电机断开接触器K1、K2,泄放回路投切开关闭合，K1、K2内侧电压降至60V以下时，泄放回路投切开关打开(打开时刻制造厂自定义)。车辆断开接触器K5、K6,不进行粘连检测。 充电机关闭供电模式时的绝缘检测
T20	正常结束时，车辆确认接触器K1、K2断开后，断开接触器K5、K6(如粘连检测需要，接触器K5、K6可不同时断开)
T20~T21	若充电机发送的允许粘连检测报文中允许进行粘连检测，车辆应进行接触器K5、K6粘连检测，检测完成后确认接触器K5、K6断开
T21	车辆闭合开关S3,检测点2电压变为6V(U_2 为12 V时)。车辆应关闭绝缘检测
T22	充电机电子锁解锁，车桩停止数据交互
T22'	车辆可进入休眠状态，检测点2电压变为0V或保持6V(U_2 为12 V时)
T22''	仅当车辆与充电机结束充电后进入重新启动时，车辆接口保持连接状态，充电机应通过闭合接触器K3、K4(至少持续5s或接收到车辆唤醒报文后可断开)同时发送唤醒报文唤醒电动汽车，跳转至T2节点重新建立通信
T23	用户解锁车辆插头机械锁止装置，开关S打开，检测点1电压变为12 V,检测点3电压变为0V
T24	用户断开车辆插头，CC2回路断路，检测点2电压变为0V或12 V(U_2 为12V时)
T25	用户闭锁车辆插头机械锁止装置，开关S闭合

A.4.2.2 直流充电中电动汽车触发的紧急停机控制时序及说明应符合图A.4 和 表A.8 的规定。

信号/条件	关联对象	供电模式或预充及能量传输阶段	车辆触发紧急停机				车辆接口断开	
时间	充电桩 电动汽车	T12或T17	T26 : T26'	T27	T28	T29!	T30	T31 T32
机械锁 (开关S)	充电桩	闭锁						解锁 闭锁
电子锁	充电桩	闭锁						解锁
数据交互	充电桩 电动汽车	数据交互						未建立通信!
K3、K4 接触器	充电桩	打开						
检测点1	充电桩	4V	10V			8V		2V
							2V	
检测点3	电动汽车	4V	0v	i		8V		
							2V	0V
检测点2	电动汽车	0V						12V!
							6V	
开关S3	电动汽车	打开						闭合
K1、K2 外侧电压	充电桩 电动汽车							0V
K1、K2 接触器	充电桩	闭合						打开
输出电流	充电桩							0A
K5、K6 接触器	电动汽车	闭合						打开
绝缘监测 (预充及能量 传输阶段)	充电桩	关闭						
	电动汽车	监测						关闭
绝缘监测 (供电模式阶 段)	充电桩	监测						关闭
	电动汽车	关闭						
开关SI	充电桩	闭合				打开		闭合
开关S2	电动汽车	闭合				打开		闭合

注1:检测点2电压由制造厂自定义,时序图上拉电压 U_2 以1.2V为例。

注2:时序图中网格填充区域状态由制造厂自定义,网格填充区域粗实线为推荐值。

图 A. 4 车辆触发的紧急停机控制时序图

表A.8 车辆触发的紧急停机控制时序表

时序	控制时序说明
T26	车辆触发紧急停机，控制开关S2断开同时发送对应中止原因的车辆中止报文，检测点1与检测点3电压变为10 V，车桩进入紧急停机状态。对于预充及能量传输阶段触发紧急停机，车辆最早可在此关闭绝缘监测功能
T26'	充电机控制开关S1断开，检测点1与检测点3电压变为8V，充电机开始降低输出电流。对于供电模式阶段触发紧急停机，充电机最早可在此关闭绝缘监测功能
T27	充电机断开接触器K1、K2，车辆断开接触器K5、K6，其动作起点均为紧急停机信号触发时刻。对于预充及能量传输阶段触发紧急停机，车辆应关闭绝缘监测功能。对于供电模式阶段触发紧急停机，充电机应关闭绝缘监测功能
T28	充电机电子锁解锁，车辆闭合开关S3，检测点2电压变为6V (U_2 为12V时)。车桩停止数据交互
T29	车辆可进入休眠状态，检测点2电压变为0V或保持6V (U_2 为12 V时)，可闭合S2，若S2闭合，检测点1和检测点3的电压变为2 V。 车辆未休眠时，检测点1和检测点3电压为8V
T30	用户解锁车辆插头机械锁止装置，开关S打开，检测点1电压变为12 V，检测点3电压变为0 V，开关S1、S2恢复为闭合状态
T31	用户断开车辆插头，CC2回路断路，检测点2电压变为0V或12V (U_2 为12 V时)
T32	用户闭锁车辆插头机械锁止装置，开关S闭合

A.4.2.3 直流充电中充电机触发紧急停机的控制时序及说明应符合图A.5 和 表A.9 的规定。

信号/条件	关联对象	供电模式或预充及能量传输阶段	充电机触发紧急停机					车辆接口断开		
			T34	T34'	T35	T36	T37	T38	T39	T40
时间	充电机 电动汽车	T12或T17								
机械锁 (开关S)	充电机	闭锁							解锁	闭锁
电子锁	充电机	闭锁							解锁	
数据交互	充电机 电动汽车	数据交互						未建	立通信	
K3、K4 接触器	充电机	打开								
检测点1	充电机	4V				8Vi			12V	
				2V			!2V!			
检测点3	电动汽车	4V				8V				
				2V!			2V		0V	
检测点2	电动汽车	0V						6Vi		12V
开关S3	电动汽车	打开							闭合	
K1、K2 外侧电压	充电机 电动汽车								0V	
K1、K2 接触器	充电机	闭合							打开	
输出电流	充电机								0A	
K5、K6 接触器	电动汽车	闭合							打开	
绝缘监测 (预充及能量 传输阶段)	充电机	关闭								
	电动汽车	监测							关闭	
绝缘监测 (供电模式阶 段)	充电机	监测							关闭	
	电动汽车	关闭								
开关S1	充电机	闭合				打开			闭合	
开关S2	电动汽车	闭合				打开			i闭合	

注1:检测点2电压由制造厂自定义, 时序图上拉电压U₂以12V为例。

注2:时序图中网格填充区域状态由制造厂自定义, 网格填充区域粗实线为推荐值。

图A.5 充电机触发的紧急停机控制时序图



表A.9 充电机触发的紧急停机控制时序表

时序	控制时序说明
T34	充电机触发紧急停机，控制开关SI断开同时发送对应中止原因的充电机中止报文，检测点1与检测点3电压变为2V，车桩进入紧急停机状态，充电机开始降低输出电流。对于供电模式阶段触发紧急停机，充电机最早可在此关闭绝缘监测功能
T34'	车辆控制开关S2断开，检测点1与检测点3电压变为8V。对于预充及能量传输阶段触发紧急停机，车辆最早可在此关闭绝缘监测功能
T35	充电机断开接触器K1、K2，车辆断开接触器K5、K6，其动作起点均为紧急停机信号触发时刻。对于预充及能量传输阶段触发紧急停机，车辆应关闭绝缘监测功能。对于供电模式阶段触发紧急停机，充电机应关闭绝缘监测功能
T36	充电机电子锁解锁，车辆闭合开关S3，检测点2电压变为6V (U_2 为12 V时)。车桩停止数据交互
T37	车辆可进入休眠状态，检测点2电压变为0V或保持6V (U_2 为12V时)，可闭合S2，若S2闭合，检测点1和检测点3的电压变为2V。 车辆未休眠时，检测点1和检测点3电压为8V
T38	用户解锁车辆插头机械锁止装置，开关S打开，检测点1电压变为12 V，检测点3电压变为0 V，开关S1、S2恢复为闭合状态
T39	用户断开车辆插头，CC2回路断路，检测点2电压变为0V或12 V (U_2 为12V时)
T40	用户闭锁车辆插头机械锁止装置，开关S闭合

A.5 充电系统其他要求

A.5.1 通则

除非本附录另有规定，直流充电系统应符合第4章~第12章规定。

A.5.2 车桩数据交互

电动汽车和非车载充电机之间的通信协议应符合GB/T 27930.2的规定。

注：向下兼容的通信协议见GB/T 27930.2。

A.5.3 锁止装置

车辆插头应配备电子锁，当电子锁闭锁时，机械锁止装置应保持锁止状态且无法手动触发解锁；当电子锁解锁时，机械锁止装置应保持锁止状态且可由手动触发解锁。电子锁宜提供手动应急解锁装置。

注：电子锁的闭锁或解锁状态涉及电气操作安全以及结束充电流程的用户授权，其闭锁或解锁状态在充电控制过程和时序中详细给出。

A.5.4 手动应急解锁装置

若车辆插头配备手动应急解锁装置，则可通过应急解锁装置手动解锁电子锁。在电子锁应闭锁期间(如能量传输阶段)，操作人员手动解锁电子锁后，充电机应触发紧急停机。在电子锁可选闭锁期间(如版本协商阶段)，操作人员手动解锁电子锁后，充电机可暂不响应，但在进入输出回路检测阶段时应

能重新闭锁电子锁。

注：手动应急解锁装置通常作为电子锁故障而无法解锁时的应急处理方式，本附录没有限制手动解锁装置的技术方案。

A.5.5 绝缘监测装置

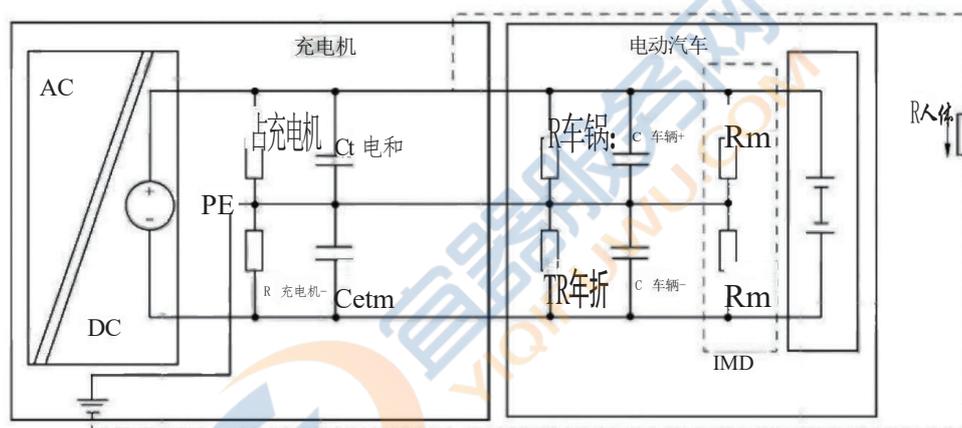
A.5.5.1 供电模式阶段由充电机实施直流供电回路绝缘监测，应满足A.3.7.4 的要求。预充及能量传输阶段由车辆实施直流供电回路绝缘监测，应满足A.3.9.7 的要求。

A.5.5.2 直流充电系统绝缘故障检测时间应不大于30s，宜不大于10s。应根据直流充电系统的电路参数确定绝缘故障检测时间，以平衡桥式绝缘监测装置为例的充电系统电路示意图见图A.6。

注1：较短的绝缘故障检测时间能实现绝缘故障的快速识别，从而降低因绝缘故障可能导致触电的风险。

注2：车辆具备的绝缘监测装置可能同时适用于车辆行驶等非充电阶段的绝缘监测功能，需要协调不同模式下的绝缘监测控制策略。

注3：车辆供电回路上车辆的总Y电容见GB/T 43332。供电回路上车辆和充电机的总Y电容值影响绝缘监测装置的系统设计。



标引符号说明：

R 充电机±——充电机绝缘电阻(DC+ 对 PE、DC- 对PE);

C 充电机±——充电机Y 电容(DC+ 对 PE、DC- 对PE);

R 车辆±——电动汽车绝缘电阻(DC+ 对PE、DC-对PE);

C 车辆±——电动汽车Y 电容(DC+ 对 PE、DC-对 PE);

RIMD±——绝缘监测装置对地电阻(DC+ 对 PE、DC-对PE);

R 人体 ——模拟承受漏电流的人体电阻。

注1：图中省略了平衡桥式绝缘监测装置(IMD) 配备的投切开关。

注2：平衡桥式绝缘监测装置的检测周期通常受电路时间常数的影响，通常认为3~5倍时间常数后电路达到稳定状态。时间常数影响因素包括DC+ 与PE 以及DC- 与PE 之间的绝缘电阻和Y电容。为避免误动作，绝缘故障检测时间内通常至少包含3个绝缘检测周期。

注3：图中给出的人体电阻用于模拟单点失效或双重失效情况下的人体接触电流，以及用于校核绝缘监测装置中对地电阻的选型。

图 A.6 绝缘监测装置电路示意图

A.5.5.3 绝缘监测装置的设计应满足充电系统在单点失效和双重失效情况下的安全防护，系统在单点失效情况下，对人体产生的稳态接触电流不应超过10mA，双重失效情况下的安全防护要求按A.5.7。

注：不同原理、不同类型的绝缘监测装置在设计参数方面可能存在差异。

A.5.5.4 充电机绝缘监测装置应具备自诊断功能，避免因自身故障导致监测结果错误。若充电机绝缘监测装置采用平衡桥式，则宜能诊断以下故障：

- a) 检测电阻RIMD开路或短路;
- b) 绝缘监测装置供电回路开路;
- c) 绝缘监测装置与保护接地导体连接位置开路。

注：充电机绝缘监测装置在输出回路检测阶段完成前进行自诊断可避免功能冲突。车辆绝缘监测装置在非充电阶段进行自诊断可避免功能冲突。

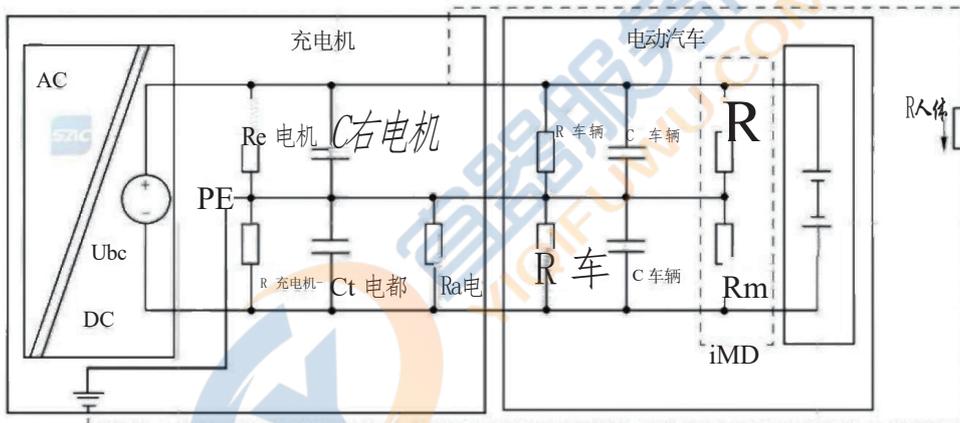
A.5.6 充电机Y 电容

每个车辆插头的直流供电回路DC+ 与PE 之间、DC- 与PE 之间的总电容均不应大于0.5 μF。

注：限制充电机Y 电容值用于提高绝缘监测系统兼容性，不涉及安全要求。

A.5.7 附加防护措施

直流充电系统应提供附加防护措施，用于避免基本防护和故障防护同时失效情况下的人员触电伤害。充电系统在双重失效情况下，对人体产生的稳态接触电流不应超过GB/T 13870.1—2022图 2 2 的 b 曲线，脉冲电流不应超过GB/T13870.2—2016 图 2 0 的 C1 曲线。估算接触电流的电路示意图和计算示例分别见图A.7 和 表A.10。



标引符号说明：

- Up —— 充电机最高输出电压(取DC 1000 V);
- R 充电机± —— 充电机绝缘电阻(DC+ 对 PE、DC- 对PE, 分别取1 MΩ);
- C 充电机± —— 充电机Y 电容(DC+ 对 PE、DC- 对 PE, 分别取0.5 μF);
- R 漏电 —— 漏电电阻(满足DC- 对PE 绝缘电阻不低于100 Ω/V, 取125 kΩ);
- R 车辆± —— 电动汽车绝缘电阻(DC+对PE、DC-对PE, 分别取1 MΩ);
- C 车辆± —— 电动汽车Y电容(DC+对PE、DC-对PE, 分别取2 μF);
- RIMD± —— 绝缘监测装置对地电阻(DC+ 对PE、DC-对PE, 分别取125 kΩ);
- R 人体 —— 模拟承受漏电流的人体电阻(取575 Ω)。

注 1：评估电流对人体伤害的参数：人体阻抗为575 Ω(手到手);电动汽车总Y 电容(DC+ 与 PE、DC- 与 PE 的电容之和)为4 μF(见GB/T 43332),充电机总Y电容(DC+ 与PE、DC-与PE的电容之和)为1 μF(见IEC61851-23)。

注 2：采用漏电电阻使充电系统绝缘性能降低，从而模拟绝缘故障。不考虑绝缘监测装置对地电阻，增加漏电电阻后，实际DC- 对 PE 绝缘电阻不低于100 Ω/V, 因此，不会导致绝缘故障而中止充电。

注 3：人体电阻值见GB/T 13870.1—2022,手到手、手到脚等不同电流路径具有不同的电阻值。还需考虑电流路径上除人体外的所有阻抗，如大地等。

图A.7 影响接触电流的部件电路示意图

表A.10 满足接触电流限值的计算示例

参数	公式	结果	备注
DC+对PE总电阻 R系统+	$R_{\text{系统}+}=1/(1/R_{\text{充电机}++1}/R_{\text{车辆}++1}/R_{\text{IMD}++1}/R_{\text{人体}})$	572 Ω	—
DC-对PE总电阻 R系统-	$R_{\text{系统}-}=1/(1/R_{\text{充电机}-+1}/R_{\text{车辆}-+1}/R_{\text{MD}-+1}/R_{\text{漏电}-})$	55556 Ω	—
系统总电阻 R系统	$R_{\text{系统}}=1/(1/R_{\text{系统}++1}/R_{\text{系统}-})$	566 Ω	—
人体未接入时DC+对PE总电阻 R系统+(无人体)	$R_{\text{系统}+}(\text{无人体})=1/(1/R_{\text{充电机}++1}/R_{\text{车辆}++1}/R_{\text{MD}+})$	100 kΩ	—
绝缘性能正常的DC-对PE总电阻 R系统-(无漏电)	$R_{\text{系统}-}(\text{无漏电})=1/(1/R_{\text{充电机}-+1}/R_{\text{车辆}-+1}/R_{\text{MD}-})$	100 kΩ	—
人体接入时DC-对PE系统电压 U系统-	$U_{\text{系统}-}=U_x \times R_{\text{系统}-}/(R_{\text{系统}++}+R_{\text{系统}-})$	990V	—
人体未接入时DC-对PE系统电压 U系统-(无人体)	$U_{\text{系统}-}(\text{无人体})=U_p \times R_{\text{系统}-}/(R_{\text{系统}+}(\text{无人体})+R_{\text{系统}-})$	357 V	—
通过人体的稳态接触电流 I稳态	$I_{\text{稳态}}=(U_p-U_{\text{系统}-})/R_{\text{人体}}$	17 mA	限值见 GB/T 13870.1—2022 图22的b曲线
通过人体的脉冲峰值电流 I脉冲峰值	$I_{\text{脉冲峰值}}=(U_{\text{pc}}-U_{\text{系统}-}(\text{无人体}))/R_{\text{人体}}$	1.12 A	—
通过人体的脉冲有效值电流 I脉冲	$I_{\text{脉冲}}=I_{\text{脉冲峰值}}/\sqrt{6}$	457 mA	限值见GB/T 13870.2— 2016图20的C1曲线
通过人体的脉冲电流持续时间 T	$T=3RC=3 \times R_{\text{系统}} \times C_{\text{总Y电容}}$	8.49 ms	
通过人体的脉冲电流能量 E	$E=[U_x-U_{\text{系统}-}(\text{无人体})]^2-(U_x-U_{\text{系统}-})^2] \times C_{\text{总Y电容}}/2$	1.03J	—
绝缘性能正常的稳态接触电流 I稳态(绝缘正常)	$I_{\text{绝缘正常}}=[U_p-U \times R_{\text{系统}-}(\text{无漏电})/(R_{\text{系统}++}+R_{\text{系统}-}(\text{无漏电}))]/R_{\text{人体}}$	9.89 mA	限值见GB/T 13870.1— 2022图22的10 mA
绝缘性能正常的电路时间常数 T	$t=RC=[1/(1/R_{\text{系统}+}(\text{无人体})+1/R_{\text{系统}-}(\text{无漏电}))] \times C_{\text{总v电容}}$	0.25 s	用于计算绝缘监测 装置的绝缘检测周期
<p>注1:对不同电流路径、不同电流方向、不同心脏电流系数进行加权计算得到不同触电工况适用的限值见GB/T 13870.1—2022。</p> <p>注2:稳态接触电流、脉冲电流、电路时间常数的参数值与绝缘监测装置的对地电阻值选型直接相关。</p>			

A.5.8 接触器检测

非车载充电机应具备接触器K1、K2粘连检测功能，应在K1、K2闭合后进行触点不动作检测。电动汽车应具备接触器K5、K6粘连检测功能，应在K5、K6闭合后进行触点不动作检测。充电各阶段的数据交互过程中，应依据接触器实时状态发送接触器状态报文。

注1:粘连检测的目的是确认接触器是否已经断开，触点不动作检测的目的是确认接触器是否已经闭合。

注2:车桩供电回路接触器K1、K2、K5和K6的粘连检测要求在充电控制过程和时序中详细给出。

A.5.9 负载突降

在能量传输阶段，由于故障出现负载突降的情况时，供电回路上出现的瞬时输出过压电压值不应超过负载突降前车辆最高允许充电总电压的110%与车辆最高允许充电总电压加50 V的二者较大值。

注1:负载突降时可能出现的持续时间不超过10 ms的瞬态电压通常不产生危险情况。

注2:供电回路上车辆接触器K5、K6与动力蓄电池之间的接触器突然断开后，充电机会产生瞬时过电压，可能损坏车辆内部电路。

A.5.10 过载及短路保护

A.5.10.1 充电机应具有过载及短路保护功能，以保护充电电缆免受短路和过载电流的危害。

A.5.10.2 充电机应具备保护自身和车辆的措施，并防止交流供电回路发生短路等故障。充电机直流输出回路和外露带电部分的设计应能防止因漏水和异物进入而造成短路。

A.5.10.3 充电机直流供电回路DC+与DC-之间发生短路时，充电机应立即使用过流保护装置(如限流熔断器和/或电子开关等)中断短路电流。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限制在10 kA及以下。过载电流应在达到充电机制造厂规定的短路电流保护阈值时由电子开关进行中断。

注：X电容产生短路能量相对较小，给出的最大峰值电流通常忽略X电容因素。

A.5.10.4 充电机直流输出回路中从短路保护装置至车辆插头之间的线路短路耐受额定值(I^2t)应不小于5000000 A²s，或在车辆插头处安装保护特性小于实际线路短路耐受额定值(I^2t)的短路保护装置(如熔断器)。

注1:对于某些过载电流，包括充电机直流供电回路中电缆组件和电动汽车充电线束在内的线路不能受到熔断器的保护。

注2:5000000 A²s来源于车辆动力蓄电池外部短路时产生的短路能量；车辆插头安装短路保护装置意味着可降低线路导体的横截面积。

A.5.11 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，充电机应提供停电保护功能。充电机应在停电后1s内断开接触器K1、K2。若充电机无法保证电子锁解锁，则应提供手动应急解锁装置。

注：充电机可具备某些措施，使得停电后仍能提供一定时间的低压电源。

A.5.12 车辆供电回路电压切换

A.5.12.1 车辆可采用供电回路电压切换的方式用于匹配最大输出电压较低的非车载充电机，车辆的电压切换动作应符合相应控制导引和通信协议的要求。电压切换方案由制造厂自定义。

注：动力蓄电池串并联转换和采用升压模块是常用的电压切换方案。

A.5.12.2 车辆若采用接触器进行电压切换，应对接触器进行粘连检测。

A.5.12.3 车辆应在准备就绪前完成电压切换。

注 1：使用GB/T 27930.2中向下兼容的通信协议进行数字通信时，车辆进行电压切换存在充电失败的风险。

注 2：参数配置时，车辆发送电压切换后的参数有助于提升充电成功率。

A.5.13 充放电模式

A.5.13.1 充放电模式下，充放电电机在供电网侧的安全和保护应满足以下要求：

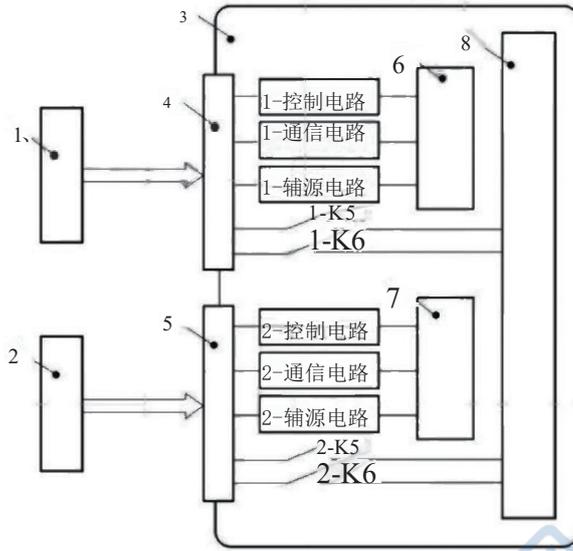
- a) 充放电电机具有在电网故障及恢复过程中的自保护能力；
- b) 充放电电机的接地方式与电网侧的接地方式相协调，并满足人身设备安全和保护配合的要求；
- c) 充放电电机接入电网时，在并网点安装易操作、具有明显开断指示、具备开断故障电流能力的开关；
- d) 充放电电机的防雷和接地符合GB 14050的相关规定；
- e) 充放电系统的继电保护及安全自动装置满足可靠性、选择性、灵敏性和速动性的要求，其技术条件满足GB/T 14285和DL/T584 的相关规定；
- f) 充放电电机具备电网侧的电压保护、频率保护、并网同步、孤岛保护等功能。

A.5.13.2 放电模式下，电动汽车允许放电的条件除满足充电模式的相关要求外，还应满足动力蓄电池处于可放电状态以及供电网允许放电的条件。

A.5.14 具备双车辆插座的车辆

A.5.14.1 具备双直流车辆插座且可同时充电的电动汽车基本方案示意图见图A.8，车辆配置有两个符合GB/T 20234.3规定的车辆插座，两个车辆插座应分别对应配置一套独立的车辆充电控制功能(包括控制电路、通信电路、辅源电路等)，以及各自对应配置一组充电接触器(电路原理图中的K5、K6)，两个车辆插座对应的控制导引电路与控制原理均应符合本附录的要求。

注：在充电数字通信中，两个车辆插座均发送VIN 信息时，可能存在鉴权识别问题。



标引序号说明：

- 1——车辆插头A;
- 2——车辆插头B;
- 3——具备双直流车辆插座的电动汽车;
- 4——车辆插座1;
- 5——车辆插座2;
- 6——车辆控制器1;
- 7——车辆控制器2;
- 8——车载可充电储能系统(动力蓄电池)。

注：电动汽车中部件及电路仅为示意。

图A.8 双车辆插座车辆充电示意图

A.5.14.2 双直流车辆插座的电动汽车可使用两个车辆插座同时充电，也可使用单个车辆插座单独充电。

A.5.14.3 若仅使用一个车辆插座进行充电，另一个车辆插座的B级电压触头之间以及B级电压触头与PE触头之间的电压应保持在DC 60 V以下或存储的总能量小于0.2 J。

A.5.14.4 车辆插座的实际电流方向应与充放电工作模式保持一致，且每个车辆供电回路应具有独立的过流保护功能。两个车辆插座同时充电时，若其中一个或两个车辆插座出现过电流，车辆应能识别并停止该车辆插座的充电。

A.5.14.5 两个车辆插座同时充电时，车辆宜检测车辆插座处的纹波电流，并进行相应的保护，具体保护条件由制造厂自定义。

A.5.14.6 若两个车辆插座回路上接触器K5、K6内侧的DC+/DC-分别连接至等电位点，车辆应采取措施避免两个车辆插座同时进入恒压充电状态。

注：若两个车辆插座经过接触器K5、K6后的DC+/DC-均直接连接至动力蓄电池，当一个车辆插座处于充电状态时，另一个车辆插座的电压值可能会实时变化。

A.5.14.7 车辆应能在车辆接口断开后1s内将该车辆插座的B级电压触头之间以及B级电压触头与PE触头之间的电压降至DC 60 V以下或存储电能降至0.2J及以下。

A.5.14.8 任意一个车辆插座的车辆供电回路接触器出现粘连故障，若不能确保车辆插座的B级电压触头之间以及B级电压触头与PE触头之间的电压降至DC 60 V以下或存储电能降至0.2J及以下时，该车辆插座不应充电。另一个车辆插座若无法满足A.5.14.3的要求，车辆不应充电。

A.5.14.9 可双车辆插座充电的车辆，每个车辆插座绝缘监测应符合A.5.5 的要求。若两个车辆插座均处于能量传输阶段，车辆应能同时检测两个直流供电回路的绝缘电阻状态。当两个车辆插座回路传导连接在一起时，两个车辆插座不应同时进入供电模式；一个车辆插座进入能量传输阶段的暂停状态时，另一个车辆插座可进入供电模式阶段，车辆不应与充电机产生绝缘监测冲突。

注：双车辆插座充电时，充电回路上的总Y电容变大，总绝缘电阻值降低，可能会对系统绝缘检测时间产生影响。

A.5.14.10 双车辆插座充电时，车辆应提供符合A.5.7 要求的附加防护措施。

A.5.14.11 可双车辆插座充电的车辆，其车载可充电储能系统在车辆插座处产生的总短路能量(I^2t) 应不大于4500000A²s。

注：双车辆插座充电时，若某一充电回路出现短路，可能出现车辆短路能量与充电机短路能量叠加的情况见GB/T 18487.1—2023中13.3，充电机在车辆插头产生的短路能量不超过500000 A²s。



附录 B

(规范性)

附录A 向下兼容的直流充电控制导引电路与控制原理

B.1 总体要求

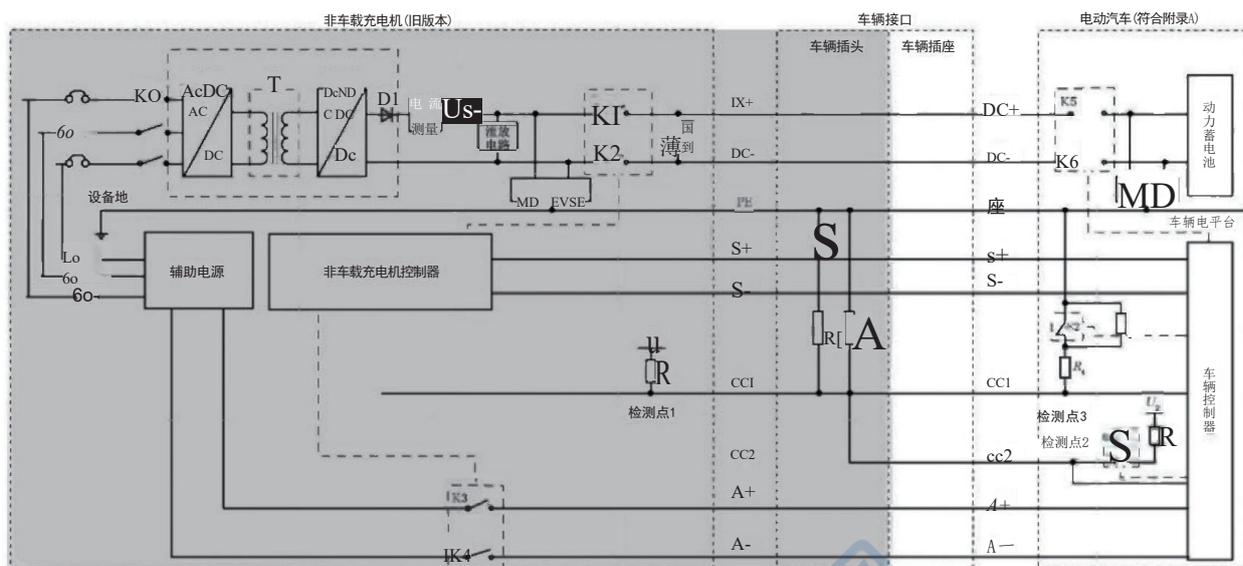
B.1.1 符合附录A 的电动汽车，经过版本协商阶段后按GB/T 27930.2中向下兼容的通信协议流程时，电动汽车直流充电控制交互流程应符合B.2 的要求。

B.1.2 符合附录A 的充电机，经过版本协商阶段后按GB/T 27930.2中向下兼容的通信协议流程时，充电机直流充电控制交互流程应符合B.3 的要求。

B.2 符合附录A 的电动汽车兼容旧版本充电机

B.2.1 充电控制导引电路

B.2.1.1 符合附录A 的电动汽车与旧版本充电机充电的直流充电控制导引电路基本方案应符合图B.1 的规定。电路中包括非车载充电机控制器、电阻(R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 、 R_6)、开关S、常闭开关S2、常闭开关S3、直流供电回路接触器(K1、K2)、低压辅助供电回路(电压 $12.0\text{ V}\pm 0.6\text{ V}$,额定电流10 A)接触器(K3、K4)、车辆供电回路接触器(K5、K6)以及车辆控制器。车辆控制器可集成在电池管理系统中。非车载充电机的泄放电路中应具备投切功能，绝缘检测电路应具备投切功能。电阻 R_2 和 R_3 安装在车辆插头上，电阻 R_4 、 R_5 、 R_6 安装在车辆内部。开关S 为车辆插头的内部常闭开关，当车辆插头与车辆插座完全连接后，开关S 闭合。在整个充电过程中，非车载充电机控制器应能监测接触器 K1、K2、K3和 K4 的状态并控制其断开及闭合，电动汽车车辆控制器应能监测接触器K5 和 K6 的状态并控制其断开及闭合。



二极管(D1)用于预充电时防止反向电流,可采用其他方案代替。

非车载充电机中电流测量、泄放电路与短路保护装置(如熔断器FUSE)位置仅供参考,由制造厂自定义。电动汽车内应具备用于限制动力电池短路能量的短路保护装置。

非车载充电机中辅助电源与非车载充电机控制器电气连接关系仅供参考,由制造厂自定义。

电动汽车内部的绝缘监测装置图中位置仅供参考,电动汽车绝缘检测装置(IMD_EV)的开启和关闭,均指对直流供电回路的绝缘检测。当接触器K5、K6断开后,电动汽车内部回路的绝缘检测开启条件由车辆制造厂自定义。

注：非车载充电机绝缘监测装置(IMD_EVSE)和电动汽车绝缘监测装置(IMD_EV)满足规定的控制时序时能避免装置之间的冲突。

图B.1 附录A的电动汽车兼容旧版本充电机的直流充电控制导引电路原理图

B.2.1.2 附录A的电动汽车兼容旧版本充电机的直流充电控制导引电路参数应符合表B.1的规定。

表 B.1 附录A的电动汽车兼容旧版本充电机的直流充电控制导引电路参数

对象	参数“	符号	单位	标称值	最大值	最小值	对应状态
充电机	R ₁ 等效电阻	R ₁	Ω	1000	1030	970	—
	上拉电压	U ₁	V	12	12.6	11.4	—
	检测点1电压	U ₁	V	12	12.8	11.2	未连接且开关S断开
		U ₁	V	6	6.8	5.2	未连接且开关S闭合 或完全连接且开关S断开
		U _{1e}	V	4	4.8	3.2	完全连接且开关S闭合
		U _{1d}	V	5.7	—	—	完全连接且开关S2断开
U _{1e}	V	10.9	—	—	完全连接且开关S及S2断开		
车辆插头	R ₂ 等效电阻	R ₂	Ω	1000	1030	970	—
	R ₃ 等效电阻	R ₃	Ω	1000	1030	970	—
电动汽车	R ₄ 等效电阻	R ₄	Ω	1000	1010	990	—
	R ₆ 等效电阻	R ₆	Ω	9000	9090	8910	—

表B.1 附录A 的电动汽车兼容旧版本充电机的直流充电控制导引电路参数(续)

对象	参数	符号	单位	标称值	最大值	最小值	对应状态
电动汽车	检测点3电压	U3	V	10.9	—	—	完全连接且开关S及S2断开
		U3b	V	5.7	—	—	完全连接且开关S2断开
		U ₃	V	4	4.8	3.2	完全连接
		U ₃	V	6	—	—	完全连接且开关S断开
		U ₃	V	0	0	0	未连接
	R _s 等效电阻	R _s	Ω	1000	1010	990	—
	上拉电压	U ₂	V	12	12.6	11.4	—
	检测点2电压	U2a	V	12	12.8	11.2	CC2未连接
		U2b	V	6	6.8	5.2	CC2连接
		Uze	V	0	0	0	CC2连接且开关S3断开
<p>注1:开关S3打开后, 车辆接口PE触头断路也会导致检测点3电压为0 V, 此时检测点2电压为-6V。 注2:车辆休眠、U₂未提供等工况, 也会导致检测点2电压为0V。 注3:U_{1a}、U_{1e}、U₃、U_{3b}和U_{3d}为向下兼容的控制电路引入的新状态。</p>							
<p>上拉电压及电阻在使用环境条件下和可用寿命内应保持精度范围。 检测点电压若在对应该最大值与最小值之间, 视为检测到该标称值; 不在规定范围时, 视为检测点电压异常。 表中U₂电压为示例, 可由车辆制造厂自定义, U₂应不超过28 V。 a对应状态包含车辆接口的连接状态和导引电路开关的状态。未提及的开关为默认状态。具体控制导引功能应符合B.2.2~B.2.4的要求。</p>							

B.2.2 充电控制过程

B.2.2.1 车辆插头与车辆插座插合

将车辆插头与车辆插座插合。可通过自动启动某种触发条件, 使车辆处于不可行驶模式。CC2 回路导通后, 应触发车辆处于不可行驶模式。

注1:触发条件如打开车辆插座防护装置、车辆插头与车辆插座连接、对车辆的充电按钮或开关进行功能设置等。

注2:不可行驶模式是指车辆不通过其自身的驱动系统移动。不包括道路坡度、外部碰撞等原因导致的车辆移动。

B.2.2.2 车辆接口连接确认

B.2.2.2.1 将车辆插头插入车辆插座, 检测点3电压值为4V 时, 车辆控制器判断车辆接口完全连接, 车辆应立即开始版本协商。若协商失败、超时或协商成功且版本为V1.1.0, 车辆控制器等待接收到非车载充电机控制器发送的握手报文后, 开始周期发送车辆握手报文。

B.2.2.2.2 将车辆插头插入车辆插座, 检测点1的电压值为4V 时, 非车载充电机控制器判断车辆接口完全连接。操作人员对充电机进行充电设置(或无需手动设置或免设置)后, 充电机闭锁电子锁, 闭合接触器K3、K4, 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握手报文。

B.2.2.3 非车载充电机自检

B.2.2.3.1 在充电阶段前, 充电机应进行充电机内部(含充电电缆)的绝缘检测。

B.2.2.3.2 绝缘自检前, 充电机在K1、K2闭合前先检测K1、K2外侧电压绝对值不应大于DC 60 V,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充电电压。

B.2.2.3.3 绝缘检测时充电机应闭合K1、K2且输出绝缘监测电压应为车辆握手报文内的车辆端绝缘监测允许总电压和充电机最高输出充电电压中的较小值。绝缘检测完成后，将绝缘监测装置(IMD_EVSE)以物理的方式从直流供电回路中分离，并投入泄放回路对充电输出电压进行泄放。泄放结束后，泄放电路应从直流供电回路中分离，当直流供电回路DC+与DC-之间电压降到DC 60V以下时断开K1、K2。

B.2.2.4 充电准备就绪

B.2.2.4.1 车辆控制器与非车载充电机控制器在配置阶段时，车辆控制器应能将车辆接口处的充电参数，包括最高允许充电电流、最高允许充电总电压、整车充电系统当前电压等信息告知充电机。车辆应保持发送的整车充电系统当前电压参数值不变，且车辆接触器K5、K6外侧电压波动范围应不大于整车充电系统当前电压的 $\pm 2.5\%$ 与 $\pm 5V$ 的较大值。

B.2.2.4.2 非车载充电机控制器应根据收到的车辆充电参数，配置充电能力并将其车辆接口处的最大输出能力参数，包括充电机最高/最低输出充电电压、充电机最大/最小输出充电电流等信息告知电动汽车。

B.2.2.4.3 当车辆收到充电机最大输出能力参数后，车辆判断允许充电时，车辆控制器断开开关S3并闭合K5、K6，使车辆供电回路导通，车辆应通过检测点3电压判断车辆接口连接状态。

B.2.2.4.4 当非车载充电机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：与通信报文中整车充电系统当前电压的误差范围不大于 $\pm 5\%$ ，且大于充电机最低输出充电电压且小于充电机最高输出充电电压)后将K1、K2前端电压调整到车辆接口电压减去DC1V~10V再闭合K1、K2，使直流供电回路导通。

注：预充电时充电机输出电压值还受到其输出设定误差和测量误差的影响。

B.2.2.5 充电阶段

B.2.2.5.1 在充电阶段，车辆控制器向非车载充电机控制器实时发送充电接口充电需求参数，非车载充电机控制器调整充电电流下降时： $\Delta I \leq 20$ A，应在1s内将充电电流调整到与命令值相一致； $\Delta I > 20$ A，应在 $\Delta I/dI_{\min}$ (dI_{\min} 为最小充电速率，20 A/s)内将充电电流调整到与命令值相一致。非车载充电机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。在充电阶段，车辆控制器和非车载充电机控制器应相互发送各自的状态信息。

注：车辆需求电流降低期间，充电机输出电流响应延迟可能造成车辆和充电机的过流保护。

B.2.2.5.2 在充电过程中，车辆应能检测车辆接口PE触头断路。

B.2.2.6 正常条件下充电结束

B.2.2.6.1 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，在确认充电电流小于5A后断开K5、K6，并闭合开关S3，检测点2电压变为6V。

B.2.2.6.2 当操作人员实施了停止充电指令，或充电机达到操作人员设定的充电结束条件，或充电机收到车辆中止充电报文时，非车载充电机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 ≥ 100 A时)或在1s内(对于输出电流 < 100 A时)将充电电流降至5A及以下，再断开K1、K2，然后投入泄放回路。K3和K4应在充电机发送统计报文和收到车辆统计报文后断开。

B.2.2.7 非正常条件下充电中止

B.2.2.7.1 在充电过程中，非车载充电机控制器应对检测点1的电压进行检测，若车辆接口由完全连接

变为连接不可靠(检测点1电压超出表B.1中定义的 U_1 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50ms内将输出电流降至5A及以下且100ms内断开K1、K2、K3、K4。

B.2.2.7.2 在充电过程中,车辆控制器应对车辆接口连接状态进行检测,若车辆接口由完全连接变为连接不可靠(检测点3电压超出表B.1中定义的 U_3 电压范围),则向充电机发送车辆中止充电报文,并在300ms(由车辆根据故障严重程度决定)内断开K5、K6。

B.2.2.7.3 在充电过程中,若出现通信超时,充电机和车辆应分别在达到GB/T 27930.2中向下兼容的通信协议相应报文超时时间后的10s内断开K1、K2、K5、K6。充电机发生3次通信超时即确认通信中断,停止充电。

注:充电机接收超时时需要重新连接的报文见GB/T 27930.2。

B.2.2.7.4 在充电机自检过程中,若充电机检测到直流供电回路出现绝缘故障、车辆侧充电回路电压异常等故障时,可向车辆周期发送充电机中止充电报文,并控制充电机停止自检过程,断开K1、K2、K3、K4。

B.2.2.7.5 在充电准备就绪过程中,若充电机检测到车辆接口当前电压不正常(与通信报文中整车充电系统当前电压的误差范围大于5%或不在充电机正常充电范围内)时,可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,断开K1、K2、K3、K4。

B.2.2.7.6 在充电阶段,若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100ms内断开K1、K2、K3、K4应在充电机发送统计报文和收到车辆统计报文之后断开。

B.2.2.7.7 在充电阶段,若电子锁未可靠锁止时,充电机可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,可在1s内断开K1、K2、K3和K4应在充电机发送统计报文和收到车辆统计报文之后断开。

B.2.2.7.8 在充电阶段,若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1s内断开K1、K2、K3、K4。

B.2.2.7.9 在充电阶段,若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300ms(由车辆根据故障严重程度决定)内断开K5和K6。

B.2.2.7.10 在B.2.2.7.9中,若车辆判断该故障需要进入紧急停机状态时(见A.3.10.3.1.1中的电流过大、电压过高等),可控制开关S2断开,并向充电机发送车辆中止充电报文,并在300ms内断开K5、K6。

注:开关S2动作会导致检测点1电压变为非4V,触发充电机停机。

B.2.3 充电电路原理

B.2.3.1 在充电机侧和车辆侧均设置绝缘监测电路。在非车载充电机自检阶段,应由充电机完成其内部(含充电电缆)的绝缘检测;在K5、K6闭合后的充电阶段,应由电动汽车完成整个充电系统的绝缘监测。充电机或车辆应能检测直流供电回路DC+与PE之间、DC-与PE之间的绝缘电阻(取两者最小值为R),绝缘检测判定电压 U_m 为车辆最高允许充电总电压,当 $R > 500 \text{ Q/V}$ 视为安全; $1002/\text{V} < R \leq 500 \text{ Q/V}$ 时,宜进行绝缘异常报警,但可正常充电; $R \leq 100 \text{ } \Omega/\text{V}$ 视为绝缘故障,应停止充电。

B.2.3.2 充电机进行绝缘检测后,应及时对电压进行泄放,1s内将车辆接口电压降到DC 60V以下,避免在充电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(K1、K2前端电压)进行泄放,1s内将车辆接口电压降到DC 60V以下,避免对操作人员造成电击伤害。泄放结束后,充电机应确保泄放回路从直流供电回路中脱离。

B.2.3.3 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1s以内断开K1、K2或通过泄放回路在1s以内将车辆接口电压降到DC 60V以下。

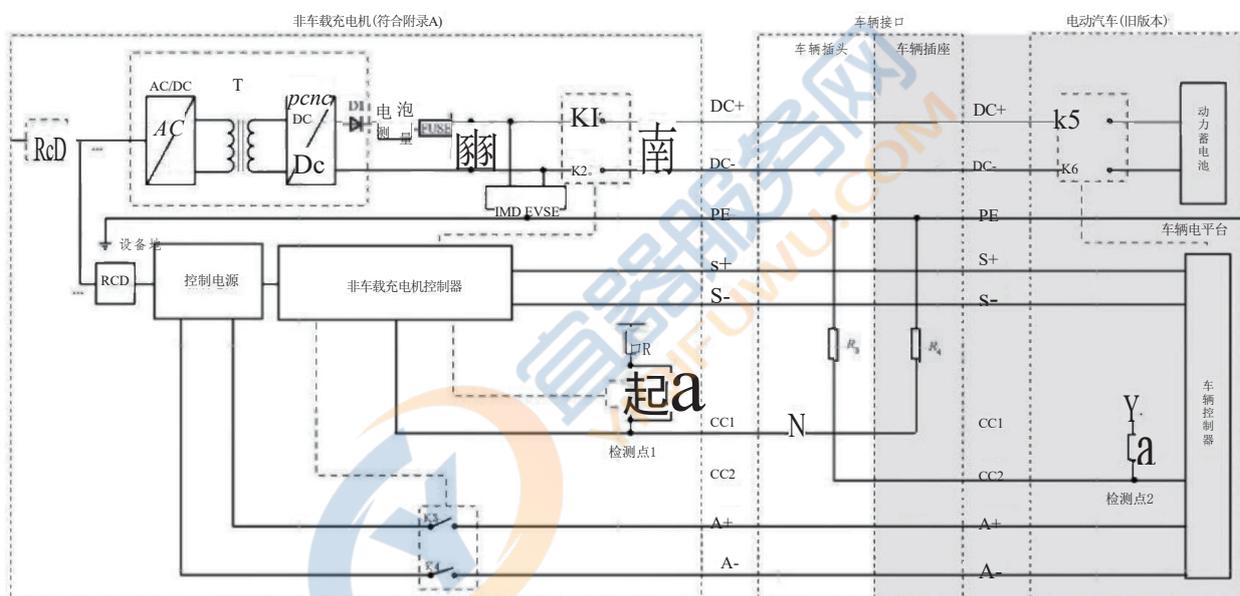
表B.2 附录A的电动汽车兼容旧版本充电机的直流充电连接控制时序表

时序	控制时序说明
T0	车辆接口未连接,按下车辆插头机械锁止装置,联动开关S打开
T1	车辆接口未完全连接,开关S为打开状态。将车辆插头插入车辆插座中,CC2回路导通。若车辆未被唤醒,检测点2为0V或6V;若车辆被唤醒,检测点2电压变为6V
T2	车辆接口已完全连接,车辆插头机械锁止装置闭锁,联动开关S闭合,CC1回路导通,检测点1、检测点3电压变为4V,车辆应被唤醒,并进入版本协商阶段
T3	若版本协商失败、超时或协商成功且版本为V1.1.0,车辆控制器等待接收到非车载充电机控制器发送的握手报文后,开始周期发送握手报文
T3~T4	等待充电机授权并启动充电,若等待时间过长,车辆可能进入休眠状态
T4	用户启动充电机,充电机闭锁电子锁
T5	充电机闭合K3、K4,使低压辅助供电回路导通
T5'	充电机开始发送握手报文,车辆应被唤醒,检测点2电压为6V且检测点3电压为4V确认车辆插头已连接
T5'~T6	初始数据交互,充电机和车辆进行握手报文交互
T6	充电机检测接触器K1、K2外侧电压,并闭合接触器K1、K2,开始提高输出电压。 电动汽车接收到首帧CHM时,车辆应关闭绝缘监测。 电动汽车未接收到CHM但接收到首帧CRM时,车辆应关闭绝缘监测
T7	充电机绝缘检测电压达到设定值,开启绝缘检测
T8	绝缘检测完成,泄放回路投切开关闭合,启动泄放
T9	泄放完成,接触器K1、K2外侧电压小于DC60V,断开接触器K1、K2,泄放回路投切开关打开
T10	电动汽车闭合接触器K5、K6,断开开关S3,检测点2变为0V,同时开启绝缘监测,车辆准备就绪
T10~T11	设备控制器检测到车辆接口当前电压正常,充电机应将前端输出电压调整到车辆接口当前电压减去DC1V~10V再闭合K1、K2,使直流供电回路导通
T11	充电机闭合接触器K1、K2,开始输出电流
T11~T13	充电机根据电动汽车充电需求参数实时调整输出电流,电动汽车根据电池状态按需调整充电需求参数
T13	充电机满足正常结束条件,充电机开始降低输出电流
T14	正常结束时,输出电流降至5A及以下,充电机断开接触器K1、K2,泄放回路投切开关闭合,电动汽车断开接触器K5、K6,闭合开关S3,检测点2电压变为6V,电动汽车可关闭绝缘检测
T15	K1、K2内侧电压降至60V以下,泄放回路投切开关打开(打开时刻制造厂自定义),充电机断开接触器K3、K4,双方停止数据交互,车辆可进入休眠状态,检测点2电压变为0V或保持6V
T16	充电机打开电子锁
T17	用户解锁车辆插头机械锁止装置,开关S打开,检测点1电压变为6V,检测点3电压变为6V
T18	用户断开车辆插头,检测点1电压变为12V,检测点3电压变为0V,CC2回路断路,检测点2电压变为0V或12V
T19	用户闭锁车辆插头机械锁止装置,开关S闭合,检测点1电压变为6V

B.3 符合附录A 的充电机兼容旧版本电动汽车

B.3.1 充电控制导引电路

B.3.1.1 符合附录A 的充电机与旧版本电动汽车充电的直流充电控制导引电路基本方案应符合图B.3的规定，电路中包含非车载充电机控制器、电阻(R₁、R₂、R₃、R₄和R₅)、开关S、常闭开关S1、直流供电回路接触器(K1、K2)、低压控制(辅助)供电回路(可简称辅源；额定电压：12 V±1.8V；额定电流：10 A；测量点为车辆插头触头)接触器(K3、K4)、车辆供电回路接触器(K5、K6)以及车辆控制器。车辆控制器可集成在电池管理系统中。非车载充电机的泄放电路应具备投切功能，绝缘检测电路应具备投切功能。电阻R₃安装在车辆插头上，电阻R₄安装在车辆插座内部(或车辆内部)。开关S为车辆插头的内部常闭开关，当车辆插头与车辆插座完全连接后，开关S闭合。在整个充电过程中，非车载充电机控制器应能监测接触器K1、K2、K3和K4的状态并控制其断开及闭合，电动汽车车辆控制器应能监测接触器K5和K6的状态并控制其断开及闭合。



二极管(D1)用于预充时防止反向电流，可采用其他方案代替。

非车载充电机中电流测量、泄放电路与短路保护装置(如熔断器FUSE)位置仅供参考，由制造厂自定义。

非车载充电机中控制(辅助)电源与非车载充电机控制器电气连接关系仅供参考，由制造厂自定义。

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.3 附录A 的充电机兼容旧版本电动汽车的直流充电控制导引电路原理图

B.3.1.2 附录A 的充电机兼容旧版本电动汽车的直流充电控制导引电路参数应符合表B.3的规定。

表 B.3 附录A 的充电机兼容旧版本电动汽车的直流充电控制导引电路参数

对象	参数	符号	单位	标称值	最大值	最小值	对应状态
充电机	R ₁ 等效电阻	R ₁	Ω	2000	2020	1980	—
	R ₂ 等效电阻	R ₂	Ω	3000	3030	2970	—
	上拉电压	U ₁	V	12	12.6	11.4	—

表B.3 附录A的充电机兼容旧版本电动汽车的直流充电控制导引电路参数(续)

对象	参数	符号	单位	标称值	最大值	最小值	对应状态
充电机	检测点1电压	U_1	V	12	12.8	11.2	未连接或完全连接且开关S断开
		U_{1b}	V	4	4.8	3.2	完全连接
		U_{1e}	V	2	2.8	1.2	完全连接且开关S1断开
车辆插头	R_3 等效电阻	R_3	Ω	1000	1010	990	—
车辆插座	R_4 等效电阻	R_4	Ω	1000	1030	970	—
电动汽车	R_5 等效电阻	R_5	Ω	1000	1030	970	—
	上拉电压	U_2	V	12	12.6	11.4	—
	检测点2电压	U_2	V	12	12.8	11.2	CC2未连接
		U_{2b}°	V	6	6.8	5.2	CC2连接
<p>“上拉电压及电阻在使用环境条件下和可用寿命内应保持精度范围。</p> <p>检测点电压若在对应该最大值与最小值之间，视为检测到该标称值；不在规定范围时，视为检测点电压异常。</p> <p>表中U_2电压为示例，可由车辆制造厂自定义。</p> <p>对应状态包含车辆接口的连接状态和导引电路开关的状态。未提及的开关为默认状态。具体控制导引功能应符合B.3.2~B.3.4的要求。</p>							

B.3.2 充电控制过程

B.3.2.1 车辆插头与车辆插座插合

将车辆插头与车辆插座插合，CC2回路导通后，车辆应自动启动某种触发条件，使车辆处于不可行驶模式。

注1:触发条件如打开车辆插座防护装置、车辆插头与车辆插座连接、对车辆的充电按钮或开关进行功能设置等。

注2:不可行驶模式是指车辆不通过其自身的驱动系统移动。不包括道路坡度、外部碰撞等原因导致的车辆移动。

B.3.2.2 车辆接口连接确认

B.3.2.2.1 将车辆插头插入车辆插座，检测点1电压值为4V时，非车载充电机控制器判断车辆接口完全连接，充电机应立即开始版本协商。在版本协商失败、超时或协商成功且版本为V1.1.0后，等待操作人员对充电机进行充电设置(或无需手动设置或免设置)后进行后续通信流程。

B.3.2.2.2 操作人员对充电机进行充电设置(或无需手动设置或免设置)后，充电机锁止电子锁，闭合K3、K4,使低压控制(辅助)供电回路导通，进入握手启动阶段开始周期发送握手报文。

B.3.2.2.3 将车辆插头插入车辆插座，检测点2的电压值为6V时，车辆控制器判断车辆接口连接。当收到非车载充电机控制器发送的握手报文后，车辆控制器开始周期发送握手报文。

B.3.2.3 非车载充电机自检

B.3.2.3.1 在充电阶段前，充电机应进行直流供电回路接触器K1、K2故障检测、短路检测以及充电机内部(含充电电缆)的绝缘检测。

B.3.2.3.2 绝缘自检前，充电机在K1、K2闭合前先检测K1、K2外侧电压绝对值不应大于DC 60V,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充电电压。

B.3.2.3.3 绝缘检测时充电机应闭合K1、K2且输出绝缘监测电压应为车辆握手报文内的车辆端绝缘监测允许总电压和充电机最高输出充电电压中的较小值。绝缘检测完成后，将绝缘监测装置(IMD_EVSE)以物理的方式从直流供电回路中分离，并投入泄放回路对充电输出电压进行泄放。泄放结束后，泄放电路应从直流供电回路中分离，当直流供电回路DC+与DC-之间电压降到DC 60V以下时断开K1、K2。

B.3.2.4 充电准备就绪

B.3.2.4.1 车辆控制器与非车载充电机控制器在配置阶段时，车辆控制器应能将车辆接口处的充电参数，包括最高允许充电电流、最高允许充电总电压、整车动力蓄电池当前电池电压等信息告知充电机。

B.3.2.4.2 非车载充电机控制器应根据收到的车辆充电参数，配置充电能力并将其车辆接口处的最大输出能力参数，包括充电机最高/最低输出充电电压、充电机最大/最小输出充电电流等信息告知电动汽车，充电机不应因车辆最高允许充电总电压大于充电机最高输出充电电压而停止充电。

B.3.2.4.3 当车辆收到充电机最大输出能力参数后，车辆判断允许充电时，车辆控制器闭合K5、K6，使车辆供电回路导通。

B.3.2.4.4 当非车载充电机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：与通信报文中整车动力蓄电池当前电池电压的误差范围不大于±5%，且大于充电机最低输出充电电压且小于充电机最高输出充电电压)后将K1、K2前端电压调整到车辆接口电压减去DC1V~10V再闭合K1、K2，使直流供电回路导通。

注：预充电时充电机输出电压值还受到其输出设定误差和测量误差的影响。

B.3.2.5 充电阶段

在充电阶段，车辆控制器向非车载充电机控制器实时发送车辆接口充电需求参数，非车载充电机控制器调整充电电流下降时： $\Delta I \leq 20$ A，在1s内将充电电流调整到与命令值相一致； $\Delta I > 20$ A，在 $\Delta I/dI_{\text{mi}}$ s(dI 为最小充电电流调整速率，20 A/s)内将充电电流调整到与命令值相一致。非车载充电机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。在充电阶段，车辆控制器和非车载充电机控制器应相互发送各自的状态信息。

B.3.2.6 正常条件下充电结束

B.3.2.6.1 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，在确认充电电流小于5A后断开K5、K6。

B.3.2.6.2 当操作人员实施了停止充电指令，或充电机达到操作人员设定的充电结束条件，或充电机收到车辆中止充电报文时，非车载充电机控制器周期发送充电机中正充电报文，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 ≥ 100 A时)或在1s内(对于输出电流 < 100 A时)将充电电流降至5A及以下，再断开K1、K2，然后投入泄放回路。K3和K4应在充电机发送统计报文和收到车辆统计报文后断开。

B.3.2.7 非正常条件下充电中止

B.3.2.7.1 在充电过程中，非车载充电机控制器应对检测点1的电压进行检测，若车辆接口由完全连接变为连接不可靠(检测点1电压超出表B.3中定义的 U_{1a} 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30ms内将输出电流降至5A及以下且100ms内断开K1、K2、K3和K4。

B.3.2.7.2 在充电过程中，车辆控制器应对车辆接口连接状态进行检测，若判断车辆接口由完全连接变为连接不可靠(检测点2电压超出表B.3中定义的 U_{2b} 电压范围)，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K5 和 K6。

B.3.2.7.3 在充电过程中，若出现通信超时，充电机和车辆应分别在达到GB/T 27930.2中向下兼容的通信协议相应报文超时时间后的5s 内断开K1 和 K2、10s 内断开K5 和 K6。需要重新连接的报文超时时，充电机还应在报文超时时间后的10s 内确认K1、K2外侧电压绝对值小于DC 60 V时，才能进行重新连接。充电机发生3次通信超时即确认通信中断，停止充电。

注：GB/T27930.2 中向下兼容的通信协议定义了充电机接收超时时需要重新连接的报文。

B.3.2.7.4 充电机自检过程中，若充电机检测到直流供电回路出现绝缘故障、粘连故障、短路故障、车辆侧充电回路电压异常等故障时，则向车辆周期发送充电机中止充电报文，并控制充电机停止自检过程，断开K1、K2、K3、K4。

B.3.2.7.5 在充电准备就绪过程中，若充电机检测到车辆接口当前电压不正常(与通信报文中整车动力电池当前电池电压的误差范围大于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，断开K1、K2、K3、K4。

B.3.2.7.6 充电阶段，若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K1、K2、K3 和 K4 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.3.2.7.7 在充电阶段，若电子锁未可靠锁止时，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1s 内断开K1、K2、K3 和 K4 应在充电机发送统计报文和收到车辆统计报文后断开。

B.3.2.7.8 在充电阶段，若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1s 内断开K1、K2、K3 和 K4 应在充电机发送统计报文和收到车辆统计报文后断开。

B.3.2.7.9 在充电阶段，若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K5 和 K6。

B.3.3 充电电路原理

B.3.3.1 在充电机侧和车辆侧均设置绝缘监测电路，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。在非车载充电机自检阶段，应由充电机完成其内部(含充电电缆)的绝缘检测；在K5、K6闭合后的充电阶段，应由电动汽车完成整个充电系统的绝缘监测。充电机或车辆应能检测直流供电回路DC+ 与 PE 之间、DC- 与 PE 之间的绝缘电阻(取两者最小值为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，但仍可正常充电； $R \leq 100 \Omega/V$ 视为绝缘故障，应停止充电。

B.3.3.2 充电机进行绝缘检测后，应及时对电压进行泄放，1s 内将车辆接口电压降到DC 60 V 以下，避免在充电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(K1、K2 前端电压)进行泄放，1s 内将车辆接口电压降到DC 60 V 以下，避免对操作人员造成电击伤害。泄放结束后，充电机应确保泄放回路从直流供电回路中脱离。

B.3.3.3 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1s 以内断开K1、K2或通过泄放回路在1s 以内将车辆接口电压降到DC 60V以下。

B.3.3.4 在充电阶段由于故障出现负载突降(如抛负载)的情况时，瞬时输出电压值不应超过车辆最高允许充电总电压的110%与车辆最高允许充电总电压加DC 50V的二者较大值，且不应出现危险情况。

注：负载突降时可能出现的持续长达10ms 的瞬态电压可忽略不计。

B.3.3.5 充电机应在车辆接口电压降到DC 60V以下后解锁电子锁。

B.3.4 充电连接控制时序

符合附录A 的充电机兼容旧版本电动汽车的直流充电连接控制时序图应符合图B.4 的规定，直流

表B.4 附录A的充电机兼容旧版本电动汽车的直流充电连接控制时序表(续)

时序	控制时序说明
T3	若版本协商失败、超时、或协商成功且版本为V1.1.0,等待后续流程
T3~T4	等待充电机授权并启动充电
T4	用户启动充电机,充电机闭锁电子锁
T5	充电机闭合K3、K4,使低压控制(辅助)供电回路导通
T5'	充电机开始发送握手报文,车辆应被唤醒,检测点2电压变为6V,确认车辆插头已连接
T5'~T6	初始数据交互,充电机和车辆进行握手报文交互
T6	充电机最迟在启动绝缘检测前闭合电子锁
T7~T9	充电机执行输出回路检测,推荐先后顺序为:外侧电压检测、短路检测、绝缘检测、粘连检测,具体顺序可由制造厂自定义
T7	充电机检测接触器K1、K2外侧电压,确认绝对值小于DC60 V,并闭合接触器K1、K2,开始提高输出电压,进行短路检测
T8	充电机绝缘检测电压达到设定值,开启绝缘检测
T8'	绝缘检测完成,开始粘连检测
T9	粘连检测完成,泄放回路投切开关闭合,启动泄放
T10	泄放完成,接触器K1、K2外侧电压小于DC60 V,断开接触器K1、K2,泄放回路投切开关打开
T11~T12	电动汽车闭合接触器K5、K6同时开启绝缘监测。 设备控制器检测到车辆接口当前电压正常,充电机应将前端输出电压调整到车辆接口当前电压减去DC1 V~10 V再闭合K1和K2,使直流供电回路导通
T12	充电机闭合接触器K1、K2,开始输出电流
T12~T14	充电机根据电动汽车充电需求参数实时调整输出电流,电动汽车根据电池状态按需调整充电需求参数
T14	充电机满足正常结束条件,充电机开始降低输出电流
T15	正常结束时,输出电流降至5A及以下,充电机断开接触器K1、K2,泄放回路投切开关闭合。车辆断开接触器K5、K6,关闭绝缘监测
T16	K1、K2内侧电压降至60V以下,泄放回路投切开关打开(打开时刻制造厂自定义)
T17	充电机打开电子锁,停止数据交互,断开接触器K3、K4。车辆可进入休眠状态,检测点2电压变为0 V或保持6V
T18	用户解锁车辆插头机械锁止装置,开关S打开,检测点1电压变为12 V
T19	用户断开车辆插头,CC2回路断路,检测点2电压变为0 V或12 V
T20	用户闭锁车辆插头机械锁止装置,开关S闭合

参 考 文 献

- [1]GB 18384 电动汽车安全要求
- [2]IEC61851-23 Electric vehicle conductive charging system—Part 23:DC electric vehicle supply equipment
-

