

ICS 29.200

CCS K81



团 标 准

T/CES XXX-XXXX

高速公路 1500V 直流供电系统

第 3 部分：系统检验要求

DC Power Supply System of 1500V for Expressway

Part 3: System Inspection Requirements

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国电工技术学会 发布

目录

前 言	II
引 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 系统检验要求	2
4.1 一般规定	2
4.2 系统检验项目与方法	2
4.3 电力电缆	7

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》给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本文件由中国电工技术学会提出。

本文件由中国电工技术学会标准工作委员会能源智慧化专业委会标准工作组归口。

本文件起草单位：蜀道投资集团有限责任公司、广西交科集团有限公司、中国电力科学研究院有限公司、东南大学、四川蜀道高速公路集团有限公司，四川高速公路建设开发集团有限公司、四川藏区高速公路有限责任公司、四川成渝高速公路股份有限公司、四川西香高速建设开发有限公司、四川省公路规划勘察设计研究院有限公司、四川省交通勘察设计研究院有限公司、四川高路信息科技有限公司、四川路桥交通工程有限公司、四川蜀道清洁能源集团有限公司、四川欣智造科技有限公司。

本文件主要起草人：张胜、黄兵、陆王烨、夏烈、张侃健、孙立成、杨益斌、郭世杰、周雄华、罗丝雨、包善祥、曾夏明、杨德巍、张奥、武洲、蒋知辰、胡波、黄杰。

本文件为首次发布。

引言

为贯彻执行国家的技术经济政策，提升高速公路对清洁能源的接入和消纳能力，助力交通运输行业新型电力系统建设，规范高速公路直流供电系统设计技术要求，保障高速公路直流供电系统安全可靠、经济合理、技术先进、功能完善、维护便捷，制定本标准。

本标准适用于新建、改扩建高速公路 1500V 直流供电系统检验。

高速公路 1500V 直流供电系统验收除应符合本标准外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

本系列标准中引用的标准，凡是不注日期的，其最新版本适用于本系列所有部分。

本文件是《高速公路 1500V 直流供电系统》系列标准的第 3 部分。该系列标准已发布以下部分：

- 第 1 部分：系统总体设计；
- 第 2 部分：设备技术条件及检验要求；
- 第 3 部分：系统检验要求。

本系列标准围绕高速公路 1500V 直流供电系统的全生命周期，从系统设计、设备制造到系统检验，构建了完整的技术规范体系。各部分分工如下：

- 第 1 部分规定系统的设计原则、架构组成、性能指标及总体要求；
- 第 2 部分规定系统中各类设备的技术条件、功能性能技术条件及检验要求；
- 第 3 部分规定系统整体在工程现场的验收检验要求。

高速公路 1500V 直流供电系统

第 3 部分：系统检验要求

1 范围

本文件确立了高速公路1500V直流供电系统在总体检验方面的通用要求，对特殊地区或采用新产品、新技术、新工艺的机电工程，当本标准中缺乏适宜的验收标准时，可参照相关技术标准、设计文件或根据实际情况制定相应的质量验收标准。

本文件适用于高速公路1500V直流供电系统检验及各等级公路新建与改扩建机电工程施工质量的检验评定，为相关检验提供纲领性指导原则，并同样适用于高原山地等电网薄弱、光伏资源丰富且桥隧比较高区域的同类系统检验管理。

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 50150-2016	《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》
GB 50255-2014	《电气装置安装工程 电力变流设备施工及验收规范》
GB/T 2423-2008	《电工电子产品环境试验》
GB/T 18226-2025	《公路交通工程钢构件防腐技术条件》
GB/T 20645-2021	《特殊环境条件高原用低压电器技术要求》
GB/T 34120-2023	《电化学储能系统储能变流器技术要求》
GB/T 37048-2018	《高速公路机电系统防雷技术规范》
JB/T 14260--2022	《电能路由器技术条件》
JT/T 817-2025	《公路机电系统设备通用技术规范》
JTG 2182-2020	《公路工程质量检验评定标准 第二册 机电工程》
T/CECS G:D85-08-2021	《公路直流供电系统设计标准》

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

注：本部分中涉及的设备类术语参见同系列标准《高速公路1500V直流供电系统 第1部分：系统总体设计》。

3.1

高速公路 1500V 直流供电系统 DC Power Supply System Of 1500V For Expressway

通过电力电缆或光电复合缆进行直流电能远距离传送和接收的供电系统。系统电压等级为 1500V。

3.2

系统检验 System Inspection Requirements

对高速公路 1500V 直流供电系统及其设备在安装、调试、验收等阶段进行的性能测试、功能验证及外观质量检查。

3.3

共用接地 Common Grounding

指供电系统中保护接地体与防雷接地体合并设置，共用同一接地装置的接地方式。

3.4

供电电压偏差 Supply Voltage Deviation

系统实际运行电压与标称电压之间的偏差，通常以百分比表示，是评价供电质量的重要指标。

4 系统检验要求

4.1 一般规定

4.1.1 为加强高速公路 1500V 直流供电系统工程质量管理，规范公路机电工程 1500V 直流供电系统施工质量的检验评定，统一工程质量检验标准和评定标准，保证工程质量，制定本章节。

4.1.2 公路机电工程 1500V 直流供电系统抽样检查频率应符合下列要求：施工单位自检为 100%；监理单位抽检不低于 30%；检测单位交工质量检测不低于 30%，竣工质量鉴定不低于 10%。测点数应不少于 3 个，当测点数少于 3 个时，应全部检查。

4.1.3 工程质量检验评定除应符合本章节的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

4.1.4 基本规定应符合 JTG2182-2020 有关规定。

4.2 系统检验项目与方法

4.2.1 基本要求

1500V 直流供电系统整体检验应符合下列规定：

- a) 供电系统设备及配件的型号规格、数量应符合合同要求，部件完整。
- b) 电线、电缆的屏蔽护套接地连接应可靠，与接地干线应就近连接，紧固件齐全。
- c) 布局应合理、安装稳固、无剧烈振动危险介质。
- d) 全部设备安装调试完毕，系统应处于正常工作状态。

4.2.2 1500V 直流供电系统实测项目

1500V 直流供电系统实测项目应符合表 1 的规定

表 1 1500V 直流供电系统实测项目

项次	检查项目		技术要求	检查方法
1	系统项目	供电电压偏差	符合 GB/T 35727-2017 规定, 直流供电系统电压偏差范围为标称电压的-15%~+5%	数字万用表测量
2		线路绝缘电阻	符合 GB50150-2016 中 23.0.2 条的规定, $\geq 2M\Omega$	1000V 绝缘电阻测试仪在布线和地之间测量
3		空载试验或轻载试验	符合 GB 50255-2014 试验规定要求	查看系统输入输出运行数据, 检查系统无异常发热、无告警信息
4		负载试验	符合 GB 50255-2014 试验规定要求	查看系统输入输出运行数据, 检查系统无异常发热、无告警信息
5	供电系统主站	设备安装水平角度	符合 JTG2182-2020 规定, $\leq 5mm/m$	量具测量
6		设备安装垂直度	符合 JTG2182-2020 规定, $\leq 5mm/m$	竖直度测量仪测量
7		机箱涂层厚度	符合 GB/T18226 的规定, 符合设计要求	涂层厚度测试仪测量
8		保护接地	符合 JTG2182-2020 规定, $\leq 4\Omega$	接地电阻测量仪测量
9		防雷接地	符合 JTG2182-2020 规定, $\leq 10\Omega$	接地电阻测量仪测量
10		共用接地电阻	如供电系统的保护接地体和防雷接地体未分开放置, 则共用接地电阻 $\leq 1\Omega$, 符合 JTG2182-2020 规定	接地电阻测量仪测量
11		绝缘电阻	符合 GB50255-2014、JB/T 14260-2022《电能路由器技术条件》规定, 绝缘电阻应符合产品技术文件要求, 当制造厂无具体规定时, 绝缘电阻值不小于 $100M\Omega$	1000V 绝缘电阻测试仪在设备内布线和地之间测量
12		输入电压	根据 JTG2182-2020、JT/T 817-2025 规定, 符合 220V、380V 等标准电压等级要求, 偏差 $\pm 15\%$ 以内	数字万用表测量
13		输出电压	符合 JTG2182-2020 规定, 输出电压偏差为标称电压的 $\pm 5\%$	数字万用表测量
14		监控功能	带有液晶显示屏, 可对设备参数进行查看和配置; 应具备告警、告警记录和查询功能, 实时监视供电系统工作状态, 采集和存储供电系统运行参数, 按照监控中心的命令对供电系统进行控制, 符合设计要求	操作显示屏查看输入输出电压、功率等设备参数, 模拟过压、过流等故障触发告警并核查记录完整性, 对接监控中心测试状态实时反馈、参数上传存储及控制命令执行情况
15	供电系统主站	保护功能	系统具备雷电、过载、短路和过欠压保护功能, 符合设计要求	核查设备配置 20kA 规格的防雷器判断雷电保护有效性, 调节负载模拟过载或短路工况, 调整输入输出电压模拟过欠压状态, 实时监测保护动作

表 1 1500V 直流供电系统实测项目 (续)

项次	检查项目		技术要求	检查方法
16	供电系统主站	绝缘监测功能	符合 T/CECS G:D85-08-2021 规定, 能实时监测并显示正负母线对地绝缘电阻。在系统发生接地故障或绝缘电阻下降到设定值, 能显示接地极性并及时、可靠地发出报警信息。绝缘监测测量周期宜小于 2s。监测精度应高于 $\pm 5\%$	接入标准电阻模拟不同绝缘状态, 用高精度绝缘测试仪校准, 记录测量周期并核查接地故障或绝缘电阻低于设定值时的极性显示与报警情况
17	用电设备节点站	设备安装水平角度	符合 JTG2182-2020 规定, $\leq 5\text{mm/m}$	量具测量
18		设备安装垂直度	符合 JTG2182-2020 规定, $\leq 5\text{mm/m}$	竖直度测量仪测量
19		机箱涂层厚度	符合 GB/T18226 的规定, 符合设计要求	涂层厚度测试仪测量
20		保护接地	符合 JTG2182-2020 规定, $\leq 4\Omega$	接地电阻测量仪测量
21		防雷接地	符合 JTG2182-2020 规定, $\leq 10\Omega$	接地电阻测量仪测量
22		共用接地电阻	如供电系统的保护接地体和防雷接地体未分开设置, 则共用接地电阻 $\leq 1\Omega$, 符合 JTG2182-2020 规定	接地电阻测量仪测量
23		绝缘电阻	符合 GB50255-2014、JB/T 14260-2022《电能路由器技术条件》规定, 绝缘电阻应符合产品技术文件要求, 当制造厂无具体规定时, 绝缘电阻值不小于 $100\text{M}\Omega$	1000V 绝缘电阻测试仪在设备内布线和地之间测量
24		输入电压	符合 GB/T35727-2017 规定, 直流供电电压偏差范围为标称电压的 $-15\% \sim +5\%$	数字万用表测量
25		输出电压	符合 JTG2182-2020 规定, 输出电压偏差为标称电压的 $\pm 5\%$	数字万用表测量
26		输出频率	符合 JTG2182-2020、JT/T 817-2025 规定, $50\text{Hz} \pm 5\%$	电能质量分析仪测量
27		监控功能	实时监视供电系统工作状态, 采集和存储供电系统运行参数, 按照监控中心的命令对供电系统进行控制, 符合设计要求	系统正常运行, 核查实时状态显示准确性, 采集输入输出电压、电流等核心参数, 远程下发启停、参数调整等命令测试执行效果
28		保护功能	系统具备雷电、过载、短路和欠压保护功能, 符合设计要求	核查设备配置 20kA 以上规格的防雷器判断雷电保护有效性, 调节负载模拟过载或短路工况, 调整输入输出电压模拟过欠压状态, 实时监测保护动作
29	照明节点站	设备安装水平角度	符合 JTG2182-2020 规定, $\leq 5\text{mm/m}$	量具测量
30		设备安装垂直度	符合 JTG2182-2020 规定, $\leq 5\text{mm/m}$	竖直度测量仪测量
31		机箱涂层厚度	符合 GB/T18226 的规定, 符合设计要求	涂层厚度测试仪测量
32		保护接地	符合 JTG2182-2020 规定, $\leq 4\Omega$	接地电阻测量仪测量
33		防雷接地	符合 JTG2182-2020 规定, $\leq 10\Omega$	接地电阻测量仪测量

表 1 1500V 直流供电系统实测项目 (续)

项次	检查项目		技术要求	检查方法
34	照明节点站	共用接地电阻	供电系统的保护接地体和防雷接地体未分开设置, 则共用接地电阻 $\leq 1\Omega$, 符合 JTG2182-2020 规定	接地电阻测量仪测量
35		绝缘电阻	符合 GB50255-2014、JB/T 14260-2022《电能路由器技术条件》规定, 绝缘电阻符合产品技术文件要求, 当制造厂无具体规定时, 绝缘电阻值不小于 $100M\Omega$	1000V 绝缘电阻测试仪在设备内布线和地之间测量
36		输入电压	符合 GB/T35727-2017 规定, 直流供电电压偏差范围为标称电压的 $-15\% \sim +5\%$	数字万用表测量
37		输出电压	符合 JTG2182-2020 规定, 输出电压偏差为标称电压的 $\pm 5\%$	数字万用表测量
38		监控功能	实时监视供电系统工作状态, 采集和存储供电系统运行参数, 按照监控中心的命令对供电系统进行控制, 可通过就地面板/监控系统正确可靠控制照明启动/停止, 面板指示灯状态显示正常, 监控系统状态参数显示正确。符合设计要求	系统正常运行, 检查实时状态监视, 采集输入输出电压、电流等核心参数, 通过远程下发启停、参数调整命令及就地操作面板, 测试照明启停控制效果, 同步核对面板指示灯与监控系统状态显示一致性
39		保护功能	系统具备雷电、过载、短路和欠压保护功能, 符合设计要求	核查设备配置 20kA 以上规格的防雷器判断雷电保护有效性, 调节负载模拟过载或短路工况, 调整输入输出电压模拟过欠压状态, 实时监测保护动作
40	风机节点站	设备安装水平角度	符合 JTG2182-2020 规定, $\leq 5\text{mm/m}$	量具测量
41		设备安装垂直度	符合 JTG2182-2020 规定, $\leq 5\text{mm/m}$	竖直度测量仪测量
42		机箱涂层厚度	符合 GB/T18226 的规定, 符合设计要求	涂层厚度测试仪测量
43		保护接地	符合 JTG2182-2020 规定, $\leq 4\Omega$	接地电阻测量仪测量
44		防雷接地	符合 JTG2182-2020 规定, $\leq 10\Omega$	接地电阻测量仪测量
45		共用接地电阻	如供电系统的保护接地体和防雷接地体未分开设置, 则共用接地电阻 $\leq 1\Omega$, 符合 JTG2182-2020 规定	接地电阻测量仪测量
46		绝缘电阻	符合 GB50255-2014、JB/T 14260-2022《电能路由器技术条件》规定, 绝缘电阻符合产品技术文件要求, 当制造厂无具体规定时, 绝缘电阻值不小于 $100M\Omega$	1000V 绝缘电阻测试仪在设备内布线和地之间测量
47		输入电压	符合 GB/T35727-2017 规定, 直流供电电压偏差范围为标称电压的 $-15\% \sim +5\%$	数字万用表测量
48		输出电压	符合 JTG2182-2020 规定, 输出电压偏差为标称电压的 $\pm 5\%$	数字万用表测量

表 1 1500V 直流供电系统实测项目 (续)

项次	检查项目		技术要求	检查方法
49	风机节点站	输出频率	符合 JTG2182-2020、JT/T 817-2025 规定， $50\text{Hz} \pm 5\%$	电能质量分析仪测量
50		监控功能	实时监视供电系统工作状态,采集和存储供电系统运行参数,按照监控中心的命令对供电系统进行控制,可通过就地面板/监控系统正确可靠控制风机启动/停止,正/反转运行;面板指示灯状态显示正常;监控系统状态参数显示正确。符合设计要求	系统正常运行,核查实时状态监视准确性,采集输入输出电压、电流等核心参数,通过远程下发风机启停、正反转命令及操作就地面板,测试控制功能执行效果,同步核对面板指示灯与监控系统状态显示一致性
51		保护功能	系统具备雷电、过载、短路和欠压保护功能,符合设计要求	核查设备配置 20kA 以上规格的防雷器判断雷电保护有效性,调节负载模拟过载或短路工况,调整输入输出电压模拟过欠压状态,实时监测保护动作
52	DCUPS	设备安装水平角度	符合 JTG2182-2020 规定, $\leq 5\text{mm/m}$	量具测量
53		设备安装垂直度	符合 JTG2182-2020 规定, $\leq 5\text{mm/m}$	竖直度测量仪测量
54		机箱涂层厚度	符合 GB/T18226 的规定,符合设计要求	涂层厚度测试仪测量
55		保护接地	符合 JTG2182-2020 规定, $\leq 4\Omega$	接地电阻测量仪测量
56		防雷接地	符合 JTG2182-2020 规定, $\leq 10\Omega$	接地电阻测量仪测量
57		共用接地电阻	如供电系统的保护接地体和防雷接地体未分开设置,则共用接地电阻 $\leq 1\Omega$,符合 JTG2182-2020 规定	接地电阻测量仪测量
58		绝缘电阻	符合 GB50255-2014、JB/T 14260-2022《电能路由器技术条件》规定,绝缘电阻符合产品技术文件要求,当制造厂无具体规定时,绝缘电阻值不小于 $100\text{M}\Omega$	1000V 绝缘电阻测试仪在设备内布线和地之间测量
59		输入电压	符合 GB/T35727-2017 规定,直流供电电压偏差范围为标称电压的 $-15\% \sim +5\%$	数字万用表测量
60		输出电压	符合 JTG2182-2020 规定,输出电压偏差为标称电压的 $\pm 5\%$	数字万用表测量
61		监控功能	实时监视供电系统工作状态,采集和存储供电系统运行参数,按照监控中心的命令对供电系统进行控制,符合设计要求	系统正常运行,检查实时状态监视,采集输入输出电压、电流、电池状态等核心参数,通过监控中心下发控制命令测试执行效果
62		保护功能	系统具备雷电、过载、短路和欠压保护功能,符合设计要求	核查设备配置 20kA 以上规格的防雷器判断雷电保护有效性,调节负载模拟过载或短路工况,调整输入输出电压模拟过欠压状态,实时监测保护动作

表 1 1500V 直流供电系统实测项目 (续)

项次	检查项目		技术要求	检查方法
63	直流不间断电源 DCUPS	蓄电池管理功能	具有蓄电池接口,具备对蓄电池进行均充充电及浮充充电状态进行手动或自动转换功能;系统对蓄电池进行均充充电时,具有限流充电功能,并且限流值能根据需要进行调整;在蓄电池放电及均充时,系统具备对蓄电池容量进行估算的功能,符合设计要求	接入适配规格蓄电池,切换手动及自动模式测试充放电转换有效性,调节限流值并检测精度,模拟蓄电池放电及均充工况核查容量估算结果
64		蓄电池备电功能	主电缺失时,切换至蓄电池备电,后级负载不出现掉电停止工作状态,符合设计要求	示波器测量
65		绝缘监测功能	符合 T/CECS G:D85-08-2021 规定,能实时监测并显示正负母线对地绝缘电阻。在系统发生接地故障或绝缘电阻下降到设定值,能显示接地极性并及时、可靠地发出报警信息。绝缘监测测量周期宜小于 2s。监测精度应高于 $\pm 5\%$	接入标准电阻模拟不同绝缘状态,用绝缘测试仪校准,记录测量周期并核查接地故障或绝缘电阻低于设定值时的极性显示与报警情况

4.2.3 系统外观质量的限制缺陷

1500V 直流供电系统外观质量的限制缺陷应按下表 2 确定;

表 2 系统外观质量限制缺陷表

项次	名称	限制缺陷
1	外场设备基础	表面的蜂窝、麻面、裂缝等缺陷面积超过该面面积的 1%或深度超过 10mm, 长度超过 20mm 的损边、掉角, 裸露金属基体大于 1cm ² 的锈蚀
2	外场设备基础穿线管	未按设计要求预留穿线管
3	设备、立柱表面	涂层剥落、表面锈蚀单处面积大于 1cm ² 或总面积大于 5cm ² , 单个划痕长度大于 5cm 或划痕总长度大于 10cm
4	设备内部	元器件未固定或固定不牢靠, 线缆无标识, 无永久性接线图, 设备内有杂物、积水
5	设备安装	设备安装变形, 目测有翘曲, 在机架内未正确固定, 手按有松动现象

4.3 电力电缆

4.3.1 电力电缆技术要求

1500V 直流供电系统直流供电电力电缆应符合 JTG2182-2020 7.4 低压设备电力电缆技术要求,并且符合下列规定:

- a) 低压设备电力电缆应符合《额定电压 1kV(Um=1.2kV)到 35kV(Um=40.5kV)挤包绝缘电力电缆及附件第 1 部分: 额定电压 1kV(Um=1.2kV)和 3kV(Um=3.6kV)电缆》(GB/T12706.1)等相关标准的规定。
- b) 低压直流电缆设计应符合《电力电缆设计规范》(GB 50217-2018)中要求。
- c) 低压配电电力电缆及配件的型号规格、数量应符合合同要求, 部件完整。
- d) 阻燃电缆和耐火电缆应采用铜导体。
- e) 电缆的路径应避免电缆遭受机械性外力、过热、腐蚀等危害。
- f) 直埋电缆两端铠装层接地处理措施应得当, 电缆标识埋设应符合设计要求。

4.3.2 电力电缆外觀实测项目

1500V 直流供电系统电力电缆外觀实测项目应符合表 3 的规定：

表 3 电力电缆外觀实测项目

项次	检查项目	技术要求	检查方法
1	配电箱基础尺寸及高程	符合 JTG2182-2020 中 7.4.2 条的规定, 符合设计要求	卷尺测量
2	电缆深埋或穿管敷设	符合 JTG2182-2020 中 7.4.2 条的规定, 符合设计要求	检查隐蔽工程记录或实操检验
3	相线对绝缘护套的绝缘电阻	符合 JTG2182-2020 中 7.4.2 条的规定, $\geq 2M\Omega$ (全程)	1000V 绝缘电阻测试仪测量
4	1500V 直流干线电缆耐压试验	符合 GB50150-2016 中 17.0.4 的规定	耐压测试仪测量
5	设施主干电缆和分支电缆型号规格	符合 JTG2182-2020 中 7.4.2 条的规定, 符合设计要求	数字万用表测量

4.3.3 电力电缆缺陷分类

1500V 直流供电系统电力电缆外觀质量限制缺陷应符合下列表 4 规定；

表 4 电力电缆外觀质量限制缺陷表

项次	名称	限制缺陷
1	埋设管道固定	管道埋设前, 固定不牢固, 浇筑混凝土时可能发生移位
2	埋设管道端口封堵	管道端口未做封堵
3	外场设备外部连接线	金属机箱与接地线未连接, 进出线管与箱体连接处未做密封
4	室内外设备及布线	设备内有杂物, 光、电缆排列不整齐、绑扎不牢固, 进出线管口未封堵, 无标识, 电源线、信号线未分开布设、未做保护处理
5	电源线及适配器	电源线、电源插头上无安全认证标志, 电源插头锈蚀、明显松动, 电源线破裂, 轻摆电源线有接触不良现象
6	设备标签	设备未粘贴标签, 标签位置不醒目, 标签文字不规范, 内容不清晰、不准确