



# 团 体 标 准

T/CES XXX-XXXX

## 高速公路 1500V 直流供电系统

### 第 2 部分：设备技术条件及检验要求

DC Power Supply System of 1500V for Expressway

Part 2: Technical Requirements and Inspection Requirements for  
Equipment

(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 设备通用技术条件 .....	2
4.1 环境条件 .....	2
4.2 机械性能 .....	2
4.3 噪音要求 .....	2
4.4 防护等级 .....	2
4.5 电气安全性能 .....	2
4.6 防雷单元要求 .....	3
4.7 冷却系统 .....	3
4.8 通信接口与协议 .....	3
4.9 设备外观 .....	3
5 设备功能及性能技术条件 .....	3
5.1 供电系统主站 .....	3
5.2 用电设备节点站 .....	6
5.3 照明节点站 .....	7
5.4 风机节点站 .....	8
5.5 直流不间断电源 DCUPS .....	9
6 设备检验要求 .....	10
6.1 一般规定 .....	10
6.2 型式检验 .....	10
6.3 出厂检验 .....	11
6.4 检验项目 .....	11
7 标志、包装、运输、贮存 .....	15
7.1 标志 .....	15
7.2 包装 .....	16
7.3 运输 .....	16
7.4 贮存 .....	16

## 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、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、四川省公路规划勘察设计研究院有限公司、广西交投集团有限公司、中国电力科学研究院有限公司、电子科技大学、深圳市金溢科技股份有限公司、上海智慧良信配电有限公司、隆基绿能光伏科技有限公司。

本文件主要起草人：张胜、周凤岗、孙周、黄海权、陈先明、刘咏平、潘承继、谢宗强、刘志勇、吴孟强、高军、张敏、蒋永林、朱莉、蒋跃、刘松、郑敏、张思远、林俊豪、魏昱、杨显军、李荣、贺宗攀、杨小军、刘烨、姜之未、陈华。

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。

本文件适用于新建、改扩建高速公路 1500V 直流供电系统设备技术要求，高速公路 1500V 直流供电系统设计应采用符合国家现行有关标准规定的安全高效、节能环保、性能先进的电气产品。

本文件是《高速公路 1500V 直流供电系统》系列标准的第 2 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 2 部分：设备技术条件及检验要求

### 1 范围

本文件确立了高速公路 1500V 直流供电系统包含供电系统主站、用电设备节点站、照明节点站、风机节点站、直流不间断电源 DC-UPS 主要设备的分类、组成、技术条件、标志、包装、运输、贮存及检验要求等。

本文件适用于所涵盖设备在制造、技术条件及检验等方面的要求，除符合本部分规定外，还应符合国家及行业现行有关标准的规定。

### 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 4208-2017	《外壳防护等级(IP 代码)》
GB/T 191-2025	《包装储运图形符号标志》
GB/T 12325-2022	《电能质量供电电压偏差》
GB/T 12326-2008	《电能质量电压波动和闪变》
GB/T 13384-2021	《机电产品包装通用技术条件》
GB/T 14549-1993	《电能质量公用电网谐波》
GB/T 15543-2008	《电能质量 三相电压不平衡》
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》

### 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

#### **绝缘监测装置 Insulation Monitoring Device**

用于实时监测直流系统正、负母线对地绝缘电阻，并在绝缘电阻低于设定阈值时发出报警信号的装置。

### 3.2

#### **纹波电压 Ripple Voltage**

直流输出电压中叠加的交流分量，以峰值或有效值表示，用于评估直流电源输出的平稳性与电能质量。

### 3.3

#### **防雷装置 Surge Protective Device**

用于限制瞬态过电压和泄放电涌电流的装置，包括交流防雷和直流防雷单元。

### 3.4

#### **启动冲击电流 Inrush Current**

设备在启动瞬间产生的瞬时输入电流峰值。

## 4 设备通用技术条件

### 4.1 环境条件

运行温度：-20℃～+55℃

储存温度：-40℃～+70℃

相对湿度：≤95%无凝露

大气压力：54kPa～70.7kPa，超过海拔 2000m 降额使用

太阳总辐射强度：≤1120×(1±10%) W/m<sup>2</sup>

### 4.2 机械性能

产品应满足 JT/T817-2025 相关技术规范。试验后产品不应出现影响形状配合的变形或功能损坏。

### 4.3 噪音要求

在关门状态下，距离柜门 1.5m、离地 1.2m 高的位置，最大噪音应小于 80dB。符合 JB/T 14260-2022 5.2.11.a。

### 4.4 防护等级

供电设备外壳的防护等级应≥IP54。

### 4.5 电气安全性能

#### 4.5.1 绝缘电阻

产品的电源接线端子与机壳的绝缘电阻应不小于 100MΩ。参照标准 JT/T817-2025《公路机电系统设备通用技术规范》。

#### 4.5.2 电气强度

在产品的电源接线端子与机壳之间施加频率 50Hz、有效值 1500V 正弦交流电压条件下,历时 1min,应无火花、闪络和击穿现象,漏电电流不大于 5mA。参照标准 JT/T817-2025 《公路机电系统设备通用技术规范》。

#### 4.5.3 安全接地

应设安全保护接地端子,接地端子与机壳连接可靠,接地端子与机壳的连接电阻应小于  $0.1\Omega$ 。

#### 4.5.4 电气间隙与爬电距离

设备导电零部件间的电气间隙、爬电距离须满足电气设计规范要求。两个带电导体之间、带电导体与裸露的不带电导体之间的最小距离,应符合:

- a)  $300V < \text{额定绝缘电压 } U_i \leq 500V$ ,电气间隙 $\geq 5.5\text{mm}$ ,爬电距离 $\geq 7.1\text{mm}$ ;
- b)  $600V < \text{额定绝缘电压 } U_i \leq 1000V$ ,电气间隙 $\geq 8\text{mm}$ ,爬电距离 $\geq 14\text{mm}$ ;
- c)  $1000V < \text{额定绝缘电压 } U_i \leq 1500V$ ,电气间隙 $\geq 14\text{mm}$ ,爬电距离 $\geq 22\text{mm}$ ;

#### 4.6 防雷单元要求

设备应具备防雷保护装置,机柜内需配置以下防雷设备:交流防雷  $I_n=20\text{kA}$ 、 $I_{\max}=40\text{kA}$ ;直流防雷  $I_n=20\text{kA}$ 、 $I_{\max}=40\text{kA}$ 。

#### 4.7 冷却系统

产品采用自然冷却、强制风冷或水冷等方式,应保障其在规定工作条件下可长期运行。冷却系统应具备故障保护功能。

#### 4.8 通信接口与协议

应具备 RS485 或以太网通讯接口,通信协议应满足现行通信标准要求。如 Modbus RTU 协议,Modbus TCP 协议, TCP/IP 协议等。

#### 4.9 设备外观

产品外观应满足下列规定:

- a) 表面涂层颜色宜采用白色 (RAL9016),如建设中有特殊要求时,可使用其他颜色;
- b) 外观应完整,无结构变形,剥落、锈蚀及裂痕等现象;
- c) 柜门和开关操作应灵活;
- d) 铭牌、标志、标记应完整清晰;
- e) 文字和符号应整齐、规范、正确。

### 5 设备功能及性能技术条件

#### 5.1 供电系统主站

##### 5.1.1 系统组成

供电系统主站应包含监控模块、电源模块(AC/DC)、输入输出配电单元及防雷单元。

5.1.2 系统功能

供电系统主站为高速公路 1500V 直流远供系统的供电枢纽，通过高效电能变换，输出 1500VDC 直流，为路段用电设备节点站、隧道风机节点站、隧道照明节点站等各类远端供电设备提供持续稳定的电能。供电系统主站的接入电源可采用变电所交流市电、光伏与风力等新能源、储能电源或其混合形式。

5.1.3 整流模式

供电系统主站包含多脉冲整流和 PWM 整流。

5.1.4 冗余设计

根据高速公路 1500V 直流供电系统特性，系统应按照功率等级配置功率变换装置。采用 PWM 整流时，应做 N+1 冗余配置。

5.1.5 并机功能

供电系统主站功率模块可并机使用。并联工作时，其不平衡度应不大于输出额定电流的±5%。

5.1.6 交流输入端技术条件

供电系统主站输入端技术条件应满足以下规定：

- a) 供电系统主站应在以下供电条件下正常工作：
  - 1) 输入电压：380VAC±15%，三相四线。
  - 2) 输入电压：220VAC±15%，单相。
  - 3) 输入频率：50Hz±2Hz。
- b) 供电系统主站交流输入应与直流输出电气隔离。
- c) 交流输入电源的电压、频率、谐波含量、功率因数应满足 GB/T12325-2008、GB/T12326-2008、GB/T 15543-2008 及 GB/T14549-1993 的相关规定，以及表 1 和表 2 的规定。

表 1 输入电流总谐波失真度要求

输入电流总谐波失真度	技术要求
100%负载率时输入电流总谐波失真度	≤5%
50%负载率时输入电流总谐波失真度	≤8%
30%负载率时输入电流总谐波失真度	≤10%

表 2 输入功率因数要求

输入功率因数	技术要求
100%负载率时输入功率因数	≥0.99
50%负载率时输入功率因数	≥0.98
30%负载率时输入功率因数	≥0.95

5.1.7 直流输出端技术条件

供电系统主站直流输出端技术条件应满足以下规定：

- a) 输出额定电压：1500VDC。
- b) 输出电压精度：±1%。
- c) 输出纹波电压：≤2%。
- d) 过载能力：在 110%的额定电流下，持续运行时间不少于 10min；在 120%的额定电流下，持续运行时间不少于 1min。
- e) 供电系统主站转换效率要求应符合下表 3 规定：

表 3 转换效率要求

转换效率	技术条件
100%负载率时转换效率	$\geq 93\%$
50%负载率时转换效率	$\geq 92\%$
30%负载率时转换效率	$\geq 92\%$

### 5.1.8 模块化设计

供电系统主站宜采用模块化设计，同时模块宜支持热插拔功能。

### 5.1.9 保护功能

供电系统主站应具备输入和输出过压、欠压保护，缺相保护，短路、过流、过载保护，过温保护，接地保护，防雷保护等功能，故障消除后能自动或人工恢复。过压、欠压保护，过流、过温保护功能可自行设定保护值。

### 5.1.10 绝缘监测

供电系统主站应具备直流输出绝缘监测功能。绝缘监测装置在报警范围内的监测精度应优于 $\pm 5\%$ 。同时应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，应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。绝缘监测报警范围应符合下表 4 的规定。

表 4 绝缘监测报警范围表

直流系统标称电压（V）	绝缘电阻报警范围(k $\Omega$ )
110	10~30
220	15~40
240	15~40
336	20~60
400	25~75
440	25~75
600	30~90
750	40~120
1000	50~150
1500	75~220

### 5.1.11 支持新能源储能接入

供电系统主站宜具备分布式清洁能源（光伏、风电等）、分布式储能系统接入能力。

### 5.1.12 环境监测

供电系统主站应具备温湿度、烟感、水浸等环境监测功能。

### 5.1.13 防雷配置

供电系统主站应配置相应规格防雷装置。端口具有防雷、防浪涌功能，放电电流  $I_n \geq 20\text{kA}$ ,  $I_{\text{max}} \geq 40\text{kA}$ 。

#### 5.1.14 智能控制

供电系统主站应具备智能监测和控制功能，可本地查询、设置，可在路监控中心部署动态监控平台，远程监控系统内设备运行状态及参数配置。

### 5.2 用电设备节点站

#### 5.2.1 系统组成

用电设备节点站应包含 DC/DC 降压单元、DC/AC 逆变单元、配电单元、防雷保护单元。

#### 5.2.2 系统功能

用电设备节点站接入高速公路 1500V 直流供电系统直流传输干线，通过电力电子变换，将输入直流电能转换为符合高速公路各类用电设备规格的稳定电源，提供 220VAC 交流输出及 12VDC、24VDC 直流输出等多种电压类型，各输出接口应独立隔离、互不干扰，应适配高速公路沿线多样化负载接入需求。

#### 5.2.3 输入端技术条件

用电设备节点站输入端技术条件应满足以下规定：

- a) 用电设备节点站输入额定电压：1500VDC。
- b) 用电设备节点站输入与输出应电气隔离。

#### 5.2.4 输出端技术条件

用电设备节点站输出端技术条件应满足以下规定：

- a) 交流输出额定电压：220VAC。
- b) 直流输出额定电压：12VDC、24VDC 等。
- c) 输出电压精度：±2%。
- d) 转换效率：≥90%。
- e) 过载能力：在 110%的额定电流下，持续运行时间不少于 10min；在 120%的额定电流下，持续运行时间不少于 1min。
- f) 用电设备节点站输出功率为 30%、60%、100%额定功率状态时，直流输出电压纹波有效值应不大于 200mV，纹波电压的峰峰值应不大于 500mV。

#### 5.2.5 保护功能

用电设备节点站应具备输入和输出端口过压、欠压保护，短路、过流、过载保护，直流输入端口极性反接保护，关键元器件过温保护等功能，故障消除后应能自动或人工恢复，过压、欠压保护，过流、过温保护功能可自行设定保护值。

#### 5.2.6 防雷配置

节点站应配置相应规格防雷装置，端口具有防雷、防浪涌功能，放电电流  $I_n \geq 20kA$ ,  $I_{max} \geq 40kA$ 。

#### 5.2.7 智能监控

用电设备节点站可采集设备状态，电压、电流、功率等参数，可对供电电源状态进行监控。

#### 5.2.8 运维管理

用电设备节点站应支持运维接入，通过本地 RS485 或以太网等通信方式上传至管理平台。

## 5.3 照明节点站

### 5.3.1 系统组成

照明节点站应包含 DC/DC 降压单元、智能开关、智能传感、智能终端等模块。

### 5.3.2 系统功能

照明节点站接入高速公路 1500V 直流供电系统直流传输干线，通过电力电子变换，将输入直流电能转换为符合隧道各类照明及关联用电设备的稳定电源，应满足隧道场景下多样化照明类负载的可靠接入需求。各输出支路应进行供配电管理，并将用电数据通过本地 RS485，CAN，网络等通信方式上传。

### 5.3.3 输入端技术条件

照明节点站输入端技术条件应满足以下规定：

- a) 照明节点站输入额定电压：1500VDC。
- b) 启动冲击电流：输入启动冲击电流应不大于标称输入电压条件下最大稳态输入电流峰值的 150%。
- c) 照明节点站输入与输出应电气隔离。

### 5.3.4 输出端技术条件

照明节点站输出端技术条件应满足以下规定：

- a) 直流电压输出：375VDC(300-450VDC)可调。
- b) 输出通道：供电通道 $\geq 5$ 路。
- c) 输出电压精度： $\pm 1\%$ 。
- d) 转换效率： $\geq 90\%$ (100%负载率)。
- e) 输出纹波电压(峰-峰值)： $\leq 1\%$ 。
- f) 输出波形失真度： $\leq 5\%$ (100%负载率)。
- g) 过载能力：在 110%的额定电流下，持续运行时间不少于 10min；在 120%的额定电流下，持续运行时间不少于 1min。

### 5.3.5 防雷配置

照明节点站应配置相应规格防雷装置。端口具有防雷、防浪涌功能，放电电流  $I_n \geq 20\text{kA}$ ,  $I_{\text{max}} \geq 40\text{kA}$ 。

### 5.3.6 绝缘监测

照明节点站应具备直流输出绝缘监测功能。绝缘监测装置在报警范围内的监测精度应优于 $\pm 5\%$ 。同时应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，应能显示接地极性并及时、可靠地发出报警信息。

### 5.3.7 保护功能

照明节点站应具备输入和输出端口过压、欠压保护，短路、过流、过载保护，直流输入端口极性反接保护，关键元器件过温保护等功能，故障消除后能自动或人工恢复，过压、欠压保护，过流、过温保护功能可自行设定保护值。

### 5.3.8 多模式选择

照明节点站应存在两种控制模式，自动模式（PLC）/手动模式（节点站本地），同时应配置与本地控制相关的各类按钮或旋钮式开关以及相应状态指示灯。

### 5.3.9 环境监测

照明节点站应具备温湿度等环境监测功能。

### 5.3.10 智能监控

照明节点站应采集设备状态，电压、电流、功率等参数，可对供电电源状态进行监控。

### 5.3.11 运维管理

照明节点站应具备运维接入隧道监控系统，通过本地 RS485 或以太网等通信方式上传至管理平台，并支持对照明节点站进行远程控制。

## 5.4 风机节点站

### 5.4.1 系统组成

风机节点站应包含 DC/AC 逆变单元、智能控制终端、配电单元、防雷保护单元。

### 5.4.2 系统功能

隧道风机节点站接入高速公路 1500V 直流供电系统直流传输干线，通过高效电能变换，将输入直流电能转换为符合隧道射流风机运行要求的电源，应满足隧道场景下射流风机的可靠接入需求。各输出支路应进行供配电管理，并将用电数据通过本地 RS485，CAN，网络等通信方式上传。

### 5.4.3 输入端技术条件

风机节点站输入端技术条件应满足以下规定：

- a) 风机节点站应输入额定电压：1500VDC；
- b) 启动冲击电流：输入启动冲击电流应不大于标称输入电压条件下最大稳态输入电流峰值的 150%。
- c) 风机节点站输入与输出应电气隔离。

### 5.4.4 输出端技术条件

风机节点站输出端技术条件应满足以下规定：

- a) 交流电压输出：当输入直流电压在额定值范围输出电压：380Vac(0-380Vac)可调。
- b) 输出频率：0-50Hz 可调。
- c) 输出电压精度：±1%。
- d) 转换效率：≥95%(100%负载率)。
- e) 输出电流谐波成分：≤5%(100%负载率)。
- f) 过载能力：在 110%的额定电流下，持续运行时间不少于 10min；在 120%的额定电流下，持续运行时间不少于 1min。

### 5.4.5 防雷配置

风机节点站应配置相应规格防雷装置。端口具有防雷、防浪涌功能，放电电流  $I_n \geq 20kA$ ,  $I_{max} \geq 40kA$ 。

### 5.4.6 保护功能

风机节点站应具备输入端口过欠压保护和输出端口过压保护，短路、过流、过载保护，直流输入端口极性反接保护，关键元器件过温保护、输出缺相保护等功能，故障消除后能自动或人工恢复，过压、欠压保护，过流、过温保护功能可自行设定保护值。

#### 5.4.7 正反转功能

风机节点站输出相序可调，应具备控制射流风机正转/反转的功能。

#### 5.4.8 多模式选择

风机节点站应存在两种控制模式，自动模式（PLC）/手动模式（节点站本地），同时应配置与本地控制相关的各类按钮或旋钮式开关以及相应状态指示灯；自动模式下配置至少 5 路控制开关量；手动正转启动，手动反转启动，手动停止；自动正转启动，自动反转启动，自动停止。

#### 5.4.9 环境监测

风机节点站应具备温湿度等环境监测功能。

#### 5.4.10 智能监控

风机节点站可采集设备状态，电压、电流、功率等参数，应对供电电源状态进行监控。

#### 5.4.11 运维管理

风机节点站应支持运维接入隧道监控系统，通过本地 RS485、以太网、光纤等通信方式上传至管理平台并支持对风机节点站进行远程控制。

### 5.5 直流不间断电源 DCUPS

#### 5.5.1 系统组成

直流不间断电源 DCUPS 应包含 DC/DC 降压单元、电池管理单元、智能控制终端、配电单元、防雷保护单元。

#### 5.5.2 系统功能

直流不间断电源 DCUPS 接入高速公路 1500V 直流供电系统直流传输干线，经电力电子变换，应变换成符合隧道场景应急负荷需要的直流电源，满足隧道场景重要照明类及应急类负载的接入，应具备备电电池管理功能。各输出支路应进行供配电管理，并将用电数据通过本地 RS485，CAN，网络等通信方式上传。

#### 5.5.3 输入端技术条件

直流不间断电源 DCUPS 输入端技术条件应满足以下规定：

- a) 输入额定电压：1500VDC。
- b) 启动冲击电流：输入启动冲击电流应不大于标称输入电压条件下最大稳态输入电流峰值的 150%。
- c) 直流不间断电源 DCUPS 输入与输出应电气隔离。

#### 5.5.4 输出端技术条件

直流不间断电源 DCUPS 输出端技术条件应满足以下规定：

- a) 直流输出额定电压：375VDC。
- b) 输出电压精度：±1%。
- c) 转换效率：≥90%(100%负载率)。
- d) 过载能力：在 110%的额定电流下，持续运行时间不少于 10min；在 120%的额定电流下，持续运行时间不少于 1min。

### 5.5.5 储能备电管理功能

直流不间断电源应具有蓄电池接口,应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的功能;系统对蓄电池进行均充充电时,应有限流充电功能,并且限流值应根据需要进行调整;在蓄电池放电及均充时,系统应具备对蓄电池容量进行估算的功能。

### 5.5.6 冗余设计

主功率部分由多个功率模块组成,应具备 N+1 的冗余设计,具备均流功能。

### 5.5.7 防雷配置

直流不间断电源应配置相应规格防雷装置,端口应具有防雷、防浪涌功能,放电电流  $I_n \geq 20\text{kA}$ ,  $I_{\text{max}} \geq 40\text{kA}$ 。

### 5.5.8 绝缘监测

直流不间断电源应具备直流输入/输出绝缘监测功能。绝缘监测装置在报警范围内的监测精度应优于  $\pm 5\%$ 。同时应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,应能显示接地极性并及时、可靠地发出报警信息。

### 5.5.9 保护功能

直流不间断电源应具备输入和输出端口过压、欠压保护,短路、过流、过载保护,直流输入端口极性反接保护,关键元器件过温保护、蓄电池欠压保护等功能,故障消除后能自动或人工恢复,部分保护功能可自行设定保护值。

### 5.5.10 环境监测

直流不间断电源应具备温湿度等环境监测功能。

### 5.5.11 智能监控

直流不间断电源应可采集电源状态、电池状态,电压、电流、功率等参数,应对供电系统状态进行监控。

### 5.5.12 运维管理

直流不间断电源应支持运维接入隧道监控系统,通过本地 RS485、以太网、光纤等通信方式上传至管理平台并支持对直流不间断电源进行远程控制。

## 6 设备检验要求

### 6.1 一般规定

设备的检验类型分为型式检验和出厂检验。

### 6.2 型式检验

型式检验应由具备相关检测资质的第三方检测机构开展,并出具检测报告。当有下列情况之一时,应进行型式检验:

- a) 新产品或老产品转厂的试验定型鉴定时;
- b) 当产品的设计、工艺或所用零部件的改变会影响产品性能时;
- c) 出厂检验结果与型式检验有较大差异时;

d) 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

### 6.3 出厂检验

每套设备产品均应进行出厂检验。

### 6.4 检验项目

在进行设备的检验时，其检测项目按环境、电气、防护、保护及功能等方面进行。

a) 供电系统主站检测项目应符合表 5 的规定。

表 5 供电系统主站检测项目表

供电系统主站				
编号	检验类别	检测指标	型式检验	出厂检验
1	环境适应性	耐低温性能	√	
2		耐低温储存性能	√	
3		耐高温性能	√	
4		耐湿热性能	√	
5		耐机械振动性能	√	
6		耐盐雾腐蚀性能	√	
7	电气安全性能	电气强度	√	√
8		绝缘电阻	√	√
9		接地电阻	√	√
10		电源适应性	√	
11		电气间隙和爬电距离	√	
12	防护试验	IP 防护等级	√	
13		噪声试验	√	
14	电气性能	电网适应性(输入电压、频率范围)	√	
15		交流功率因素	√	
16		交流电流谐波	√	
17		输出电压范围及控制精度	√	√
18		直流电压纹波	√	
19		转换效率	√	
20		冷却系统试验	√	√
21	保护功能	输入过欠压保护试验	√	√
22		输出过欠压保护试验	√	√
23		交流缺相保护	√	√
24		短路保护	√	
25		过流保护	√	√
26		过载保护	√	
27		过温保护	√	√
28		接地保护	√	√
29		防雷保护	√	√
30		绝缘检测保护功能	√	

表5 供电系统主站检测项目表（续）

供电系统主站				
编号	检验类别	检测指标	型式检验	出厂检验
31	功能试验	通信（遥信，遥控，遥测）与运行信息功能试验	√	√
32		告警功能	√	√
33		人机交互功能	√	√
34		环境状态检测功能	√	√

b) 用电设备节点站检测项目应符合表6的规定。

表6 用电设备节点站检测项目表

用电设备节点站				
编号	检验类别	检测指标	型式检验	出厂检验
1	环境适应性	耐低温性能	√	
2		耐低温储存性能	√	
3		耐高温性能	√	
4		耐湿热性能	√	
5		耐机械振动性能	√	
6		耐盐雾腐蚀性能	√	
7		温度交变	√	
8	电气安全性能	电气强度	√	√
9		绝缘电阻	√	√
10		接地电阻	√	√
11		电源适应性	√	
12		电气间隙和爬电距离	√	
13	防护试验	IP 防护等级	√	
14		噪声试验	√	
15	电气性能	输入电压范围	√	
16		输出电压范围及控制精度	√	√
17		直流电压纹波	√	
18		转换效率	√	
19		冷却系统试验	√	√
20	保护功能	输入过欠压保护试验	√	√
21		输出过欠压保护试验	√	√
22		短路保护	√	
23		过流保护	√	√
24		过载保护	√	
25		过温保护	√	√
26		防雷保护	√	√
27	基本功能	通信（遥信，遥控，遥测）与运行信息功能试验	√	√
28		告警功能	√	√

c) 照明节点站检测项目应符合表 7 的规定。

表 7 照明节点站检测项目表

照明节点站				
编号	检验类别	检测指标	型式检验	出厂检验
1	环境适应性	耐低温性能	√	
2		耐低温储存性能	√	
3		耐高温性能	√	
4		耐湿热性能	√	
5		耐机械振动性能	√	
6		耐盐雾腐蚀性能	√	
7		温度交变	√	
8	电气安全性能	电气强度	√	√
9		绝缘电阻	√	√
10		接地电阻	√	√
11		电源适应性	√	
12		电气间隙和爬电距离	√	
13	防护试验	IP 防护等级	√	
14		噪声试验	√	
15	电气性能	输入电压范围	√	
16		输出电压范围及控制精度	√	√
17		直流电压纹波	√	
18		转换效率	√	
19		冷却系统试验	√	√
20	保护功能	输入过欠压保护试验	√	√
21		输出过欠压保护试验	√	√
22		短路保护	√	
23		过流保护	√	√
24		过载保护	√	
25		过温保护	√	√
26		防雷保护	√	√
27		绝缘检测保护功能	√	
28	功能试验	通信（遥信，遥控，遥测）与运行信息 功能试验	√	√
29		告警功能	√	√
30		模式切换功能	√	√
31		本地控制功能	√	√
32		远程控制功能	√	√

d) 风机节点站检测项目应符合表 8 的规定。

表 8 风机节点站检测项目表

风机节点站				
编号	检验类别	检测指标	型式检验	出厂检验
1	环境适应性	耐低温性能	√	
2		耐低温储存性能	√	
3		耐高温性能	√	
4		耐湿热性能	√	
5		耐机械振动性能	√	
6		耐盐雾腐蚀性能	√	
7		温度交变	√	
8	电气安全性能	电气强度	√	√
9		绝缘电阻	√	√
10		接地电阻	√	√
11		电源适应性	√	
12		电气间隙和爬电距离	√	
13	防护试验	IP 防护等级	√	
14		噪声试验	√	
15	电气性能	输入电压范围	√	
16		输出电压范围	√	√
17		直流电压纹波	√	
18		交流功率因素	√	
19		交流电流谐波	√	
20		转换效率	√	
21		冷却系统试验	√	√
22	保护功能	输入过欠压保护试验	√	√
23		输出过压保护试验	√	√
24		短路保护	√	
25		过流保护	√	√
26		过载保护	√	
27		过温保护	√	√
28		防雷保护	√	√
29	功能试验	通信（遥信，遥控，遥测）与运行信息 功能试验	√	√
30		告警功能	√	√
31		模式切换功能	√	√
32		本地控制功能	√	√
33		远程控制功能	√	√

e) 直流不间断电源 DCUPS 检测项目应符合表 9 的规定。

表 9 直流不间断电源检测项目表

直流不间断电源 DCUPS				
编号	检验类别	检测指标	型式检验	出厂检验
1	环境适应性	耐低温性能	√	
2		耐低温储存性能	√	
3		耐高温性能	√	
4		耐湿热性能	√	
5		耐机械振动性能	√	
6		耐盐雾腐蚀性能	√	
7		温度交变	√	
8	电气安全性能	电气强度	√	√
9		绝缘电阻	√	√
10		接地电阻	√	√
11		电源适应性	√	
12		电气间隙和爬电距离	√	
13	防护试验	IP 防护等级	√	
14		噪声试验	√	
15	电气性能	输入电压范围	√	
16		输出电压范围及控制精度	√	√
17		直流电压纹波	√	
18		转换效率	√	
19		冷却系统试验	√	√
20	保护功能	输入过欠压保护试验	√	√
21		输出过欠压保护试验	√	√
22		短路保护	√	
23		过流保护	√	√
24		过载保护	√	
25		过温保护	√	√
26		防雷保护	√	√
27		绝缘检测保护功能	√	
28	功能试验	通信（遥信，遥控，遥测）与运行信息 功能试验	√	√
29		告警功能	√	√
30		电池充放电管理功能	√	√

## 7 标志、包装、运输、贮存

### 7.1 标志

#### 7.1.1 标牌内容

产品应在明显位置固定标牌,标牌上宜有如下内容:

a) 产品名称及型号规格;

- b) 生产企业名称、地址;
- c) 输入额定频率、额定电压、额定电流;
- d) 额定功率;
- e) 重量: xxxkg;
- f) 产品批号;
- g) 制造日期;
- h) 其他必要的技术数据。

### 7.1.2 储存标识

包装储存标识应按 GB/T 191-2025 的有关规定,标有“怕雨”“易碎物品”等图案,还宜在产品包装箱上印刷以下内容:

- a) 产品名称及型号规格;
- b) 产品生产标准;
- c) 产品批号及日期;
- d) 外形尺寸(mm):长\*宽\*高;
- e) 重量: xxxkg;
- f) 生产企业名称、地址;
- g) 包装储运图示标识。

## 7.2 包装

### 7.2.1 包装要求

机箱包装应符合 GB/T 13384-2021 要求:外包装箱宜用瓦楞纸箱加聚氨酯泡沫缓冲;包装应牢固可靠,能适应常用运输、装卸工具运送及装卸。

### 7.2.2 附件

产品包装箱内应随带如下文件:

- a) 产品合格证;
- b) 产品使用说明书;
- c) 设备清单;
- d) 备用附件及清单;
- e) 安装图、电气连接图;
- f) 其他有关技术资料。

## 7.3 运输

包装好的产品可用常规运输工具运输,运输过程应避免剧烈振动、雨雪淋袭、太阳久晒、接触腐蚀性气体及机械损伤。

## 7.4 贮存

产品应储存于通风、干燥、防尘、无酸碱及腐蚀性气体的仓库中,周围应无强烈的机械振动、冲击及强磁场作用。