

T/JXEA

江西省工程师联合会团体标准

T/JXEA 143—2026

低压直流配用电系统安全设计导则

Safety Design Guidelines for Low-Voltage DC Distribution and
Utilization Systems

(征求意见稿)

2026 - XX - XX 发布

2026 - XX - XX 实施

江西省工程师联合会 发布

目 次

前 言	3
引 言	5
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 安全设计总则	2
5 系统架构与电压等级选择安全要求	3
6 设备选型与安装安全要求	3
7 保护与协调设计	4
8 接地与等电位联结	4

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。

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。

本文件由江西省工程师联合会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

引 言

随着可再生能源的高比例接入、直流负荷的快速增长以及电力电子技术的广泛应用,低压直流(Low-Voltage Direct Current, LVDC)配用电系统在建筑、数据中心、工业园区、电动汽车充换电等场景展现出高效、灵活、高电能质量等显著优势,成为未来配用电系统的重要发展方向。然而,与成熟的低压交流(AC)系统相比,低压直流系统在安全设计方面面临新的挑战,包括但不限于:缺乏统一的标准规范、直流电弧难以熄灭且危害更大、直流故障电流无自然过零点导致保护难度增加、直流电击生理效应与交流存在差异、电磁干扰(EMI)特性不同等。当前,工程设计实践中存在安全理念沿用交流系统、保护配置不合理、电击防护措施不完善等问题,可能导致人身触电、电气火灾、设备损坏等安全风险。

为规范和指导低压直流配用电系统的安全设计,确保系统在设计阶段即充分考虑和落实各项安全要求,保障人身、设备和电网安全,促进低压直流技术的健康发展与安全应用,依据国家现行相关法律法规和标准,结合低压直流技术特点与工程实践经验,制定本《低压直流配用电系统安全设计导则》。本文件旨在从系统架构、设备选型、保护配置、电击防护、接地、电磁兼容等方面提供系统性的安全设计原则、要求和方法。本文件的实施,将为设计单位、设备制造商、系统集成商、审查验收机构及用户提供统一、科学的安全设计依据,对推动低压直流技术的标准化、规模化安全应用具有重要意义。

低压直流配用电系统安全设计导则

1 范围

本文件规定了低压直流（电压等级在直流1500V及以下）配用电系统在设计阶段应遵循的安全原则、要求和技术措施。

本文件适用于新建、改建和扩建的民用建筑、工业建筑、数据中心、交通枢纽、电动汽车充换电设施、可再生能源发电系统等场景中，以直流形式进行电能分配和使用的系统安全设计。其他场景可参照执行。

本文件主要涵盖系统架构安全、设备安全、保护安全、电击防护安全、接地安全、电磁兼容安全及设计文件要求等方面。

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 156 标准电压

GB/T 2900.71 电工术语 电气装置

GB/T 3805 特低电压（ELV）限值

GB/T 16895.21 低压电气装置 第4-41部分：安全防护 电击防护

GB/T 17045 电击防护 装置和设备的通用部分

GB/T 18487.1 电动汽车传导充电系统 第1部分：通用要求

GB/T 35722 低压直流系统通用技术要求

IEC 60364-4-41:2017 Low-voltage electrical installations - Part 4-41: Protection for safety - Protection against electric shock（注：供参考）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 低压直流配用电系统

电压等级在直流1500V及以下，用于从电源点（如AC/DC变换器、光伏阵列、蓄电池等）向直流用电设备分配和供应电能的成套设备、线路、保护电器及附属设施的总称。

3.2 系统标称电压（ U_n ）

用以标志或识别系统的直流电压的近似值。常见标称电压等级包括但不限于： $\pm 375\text{V}$ ， $\pm 400\text{V}$ ， $\pm 750\text{V}$ ， $\pm 800\text{V}$ ， 1500V 等。

3.3 直流母线

系统中汇集和分配电能的主干导电部件，通常指配电柜或设备内部的公共连接导体。

3.4 直流故障电弧

在直流系统中，由于绝缘损坏、接触不良等原因引起的持续气体放电现象。直流电弧无电流过零点，难以自行熄灭。

3.5 电击防护分级

根据系统中采用的保护措施类型，将系统划分为不同的电击防护级别，如LVDC-0级，LVDC-1级，LVDC-2级等。

3.6 选择性保护

当系统某处发生过电流故障时，仅使最靠近故障点的保护电器动作，而上级保护电器不动作，从而将故障影响范围限制在最小。

4 安全设计总则

4.1 基本原则

4.1.1 安全优先：安全是设计的首要目标，应在系统架构、设备配置、保护策略等所有环节贯彻预防为主的安全理念。

4.1.2 系统协调：安全设计应统筹考虑系统内各组成部分之间的协调配合，确保整个系统的安全性。

4.1.3 风险控制：应进行系统性的风险评估，识别直流系统特有的风险，并采取针对性的设计措施。

4.1.4 冗余与可靠性：对影响安全的关键环节，应考虑必要的冗余配置，提高系统可靠性和容错能力。

4.1.5 兼容与开放：设计应兼顾技术先进性与成熟度，并考虑与现有交流系统的接口兼容性及其未来扩展的便利性。

4.2 设计流程安全要求

4.2.1 设计前应收集完整的基础资料，包括：负荷性质与分布、电源类型与特性、安装环境条件、建筑物的功能与结构等。

4.2.2 应编制详细的安全设计专篇，内容至少包括：系统风险分析报告、保护配置与整定计算书、电击防护设计方案、接地与等电位联结设计图、关键设备安全参数清单。

4.2.3 设计文件应通过内部审查，并符合国家及地方相关强制性标准规范的要求。

5 系统架构与电压等级选择安全要求

5.1 电压等级选择

5.1.1 应根据负荷容量、供电距离、设备供应情况、系统效率及安全要求综合确定系统标称电压。在满足安全距离和设备绝缘水平的前提下，较高的电压等级有利于降低线路损耗。

5.1.2 对于可能被非专业人员接触的末端用电回路（如室内照明、插座），推荐采用较低的安全电压等级。

5.1.3 两极（±）系统与单极系统相比，在电击防护和故障电流路径方面有不同特点，设计时应根据具体情况选择。

5.2 系统架构设计

5.2.1 宜采用分层、分区的辐射状或环状结构，清晰划分主配电、分配电和末端用电层级，便于保护配置和故障隔离。

5.2.2 对于重要负荷，应考虑由不同直流母线或不同电源点供电的冗余架构。

5.2.3 系统应设计明显的极性和电压标识。直流母线和重要馈线应使用颜色或标签进行清晰、永久地标识。

6 设备选型与安装安全要求

6.1 设备基本安全要求

6.1.1 选用的直流专用设备应明确适用于设计的直流电压等级、额定电流和分断能力。

6.1.2 严禁将仅适用于交流的电器设备直接用于直流回路，除非设备制造商明确说明其可用于特定直流参数且已通过相应测试认证。

6.1.3 设备应具备与其安装位置环境条件相适应的防护等级（IP代码）和耐热、耐燃、耐电弧等性能。

6.2 关键设备特殊要求

6.2.1 直流断路器/熔断器：必须具备足够的分断能力以安全切断可能的最大直流故障电流。应关注其灭弧性能和分断时间。

6.2.2 变流器/电源：应具备完善的直流侧保护功能，如过压、欠压、过流、短路、反极性保护等，并能与下游保护电器协调。

6.2.3 连接器与端子：应具有良好的接触性能和防误插设计，防止因接触电阻过大引起过热或电弧。对可能带电插拔的连接器，应优先选用具有先接通保护地（PE）、后接通电源极，先断开电源极、后断开保护地的“先通后断”结构的产品。

6.2.4 电缆与导线：应满足直流电压下的绝缘要求，考虑直流电场分布与交流不同可能对绝缘材料的影响。对于两极系统，正负极导线应尽可能同路径敷设，以减小环路电感。

7 保护与协调设计

7.1 过电流保护

7.1.1 系统的每一段线路和每一个用电设备均应装设过电流保护电器。

7.1.2 保护电器的动作特性应能可靠避开负荷的启动电流和短时过载电流，同时必须在导体热承受能力被超过之前切断故障电流。

7.1.3 应进行上下级保护电器之间的选择性配合计算与验证，确保故障时选择性动作。直流系统的选择性验证应使用直流参数进行。

7.2 直流故障电弧保护（AFDD）

7.2.1 在火灾风险较高的场所（如电缆竖井、成束电缆敷设区域、储能电池舱）或重要设备回路，宜考虑安装专用的直流故障电弧检测与保护装置（AFDD）。

7.2.2 AFDD应能有效识别串联电弧和并联电弧，并具备高可靠性、低误报率。其动作特性应与过电流保护协调。

7.3 过电压与欠电压保护

7.3.1 系统应装设过电压保护装置，以抑制来自雷电、操作或电网侧的瞬态过电压。直流侧SPD的选择和安装应遵循相应标准。

7.3.2 对电压敏感设备，应设置欠电压保护，防止设备在非正常低电压下工作损坏。

8 接地与等电位联结

8.1 接地系统类型选择

8.1.1 低压直流系统的接地型式可参考交流系统，但需考虑直流电流对接地电极的电解腐蚀影响。常见类型有：TN-S、TN-C-S、TT、IT等。IT系统在提高供电连续性方面有优势，但需配备绝缘监测装置（IMD）。

8.1.2 接地型式的选择应结合系统电压、安全要求、负荷特性和电磁兼容要求综合确定。

8.2 保护等电位联结

8.2.1 应将所有外露可导电部分（设备金属外壳、电缆金属护套、线槽等）和外界可导电部分（金属管道、结构钢筋等）通过保护导体（PE）或等电位联结导体可靠连接至接地端子。

8.2.2 在建筑物入口处、不同电压等级或不同功能区域交界处，应做总等电位联结或辅助等电位联结，以均衡电位，降低接触电压。

8.3 直流系统参考地

8.3.1 对于双极系统，通常将其中性点或某一极接地，以建立系统参考电位。接地点的选择和接地电阻值应符合设计要求，防止杂散电流腐蚀。