

# DB51

## 四川省地方标准

DB51/T 2439—2017

### 高原光伏电站防雷技术规范

地方标准信息服务平台

2017-12-20 发布

2018-01-01 实施

四川省质量技术监督局

发布



目 次

前 言 ..... II

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 一般要求 ..... 3

5 直击雷防护 ..... 3

6 雷击电磁脉冲防护 ..... 4

附录 A（规范性附录） 接闪器和引下线的材料、结构与最小截面积的要求 ..... 7

附录 B（资料性附录） 独立接闪杆安装示意图 ..... 9

附录 C（资料性附录） 甘孜州、阿坝州、凉山州、攀枝花年平均雷暴日数 ..... 10

附录 D（资料性附录） 光伏电站常用接地方式 ..... 11

附录 E（资料性附录） 电涌保护器安装示意图 ..... 12

参考文献 ..... 13

地方标准信息服务平台

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准的附录A为规范性附录，附录B、附录C、附录D、附录E为资料性附录。

本标准由四川省气象局提出并归口。

本标准由四川省质量技术监督局批准。

本标准起草单位：阿坝州防雷中心、凉山州防雷中心、甘孜州防雷中心、成都兴业雷安电子有限公司、中国民用航空飞行学院绵阳分院、信息产业电子第十一设计研究院科技工程股份有限公司。

本标准主要起草人：邓海明、刘光、李兵、汤伟杰、林毅龙、刘翠霞、黄裕文、陈发云、文继国、王勇、田桂华、杨仁利、胡涛、黄龙斐、周文辉、申亮。

地方标准信息服务平台

# 高原光伏电站防雷技术规范

## 1 范围

本标准规定了高原光伏电站雷电防护的一般要求、直击雷防护、雷击电磁脉冲防护等内容。

本标准适用于川西高原带有跟踪系统的光伏电站新建、改建和扩建防雷装置的设计和施工，其他地区光伏电站可参照执行。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 18802.1-2011 低压电涌保护器（SPD） 第1部分：低压配电系统的电涌保护器 性能要求和试验方法

GB/T 18802.21-2016 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 18802.31-2016 低压电涌保护器 特殊应用（含直流）的电涌保护器 第31部分：用于光伏系统的电涌保护器（SPD） 性能要求和试验方法

GB/T 19964-2012 光伏电站接入电力系统技术规定

GB/T 20047.1-2006 光伏（PV）组件安全鉴定 第1部分：结构要求

GB/T 32512-2016 光伏电站防雷技术要求

GB 50057-2010 建筑物防雷设计规范

GB/T 50065-2011 交流电气装置接地设计规范

GB 50343-2012 建筑物电子信息系统防雷技术规范

GB 50797-2012 光伏电站设计规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**光伏电站** photovoltaic (PV) power station

以利用太阳能电池的光伏效应，将太阳辐射能直接转换成电能的发电系统为主，包含各类建（构）筑物及检修、维护、生活等辅助设施在内的发电站。

[改写GB 50797—2012，定义2.1.5、2.1.6]

### 3.2

**光伏方阵** PV array

将若干个光伏组件在机械和电气上按一定方式组装在一起并且有固定的支撑结构而构成的直流发电单元。又称光伏阵列。

[GB 50797—2012, 定义2.1.4]

### 3.3

**跟踪系统** tracking system

通过支架系统的旋转对太阳入射方向进行实时跟踪,从而使光伏方阵受光面接收尽量多的太阳辐照量,以增加发电量的系统。

[GB 50797—2012, 定义2.1.9]

### 3.4

**光伏组件** PV module

具有封装及内部联结的、能单独提供直流电流输出的、最小不可分割的太阳电池组合装置。又称太阳电池组件(solar cell module)。

[GB 50797—2012, 定义2.1.1]

### 3.5

**光伏发电单元** Photovoltaic (PV) power unit

光伏电站中,以一定数量的光伏组件串,通过直流汇流箱汇集,经逆变器逆变与隔离升压变压器升压成符合电网频率和电压要求的电源。又称单元发电模块。

[GB 50797—2012, 定义2.1.3]

### 3.6

**逆变器** inverter

将直流电变换为交流电的设备。

[GB/T 19964—2012, 定义3.2]

### 3.7

**防雷装置** lightning protection system (LPS)

用于减少闪击击于建筑物上或建筑物附近造成的物质性损害和人身伤亡,由外部防雷装置和内部防雷装置组成。

[GB 50057—2010, 定义2.0.5]

### 3.8

**直击雷** direct lightning flash

闪电直接击于建(构)筑物、其他物体、大地或防雷装置上,产生电效应、热效应和机械力者。

[GB 50057—2010, 定义2.0.13]

### 3.9

**防雷等电位连接** lightning equipotential bonding (LEB)

将分开的诸金属物体直接用连接导体或经电涌保护器连接到防雷装置上以减少雷电流引发的电位差。

[GB 50057—2010, 定义2.0.19]

## 3.10

**电涌保护器 surge protective device (SPD)**

用于限制瞬态过电压和分泄电涌电流的器件。它至少含有一个非线性元件。

[GB 50057—2010, 定义2.0.29]

## 3.11

**I 级试验 class I test**

电气系统中采用 I 级试验的电涌保护器要用标称放电电流  $I_n$ 、1.2/50  $\mu$ s 冲击电压和最大冲击电流  $I_{imp}$  做试验。I 级试验也可用 T1 外加方框表示, 即 **T1**。

[GB 50057—2010, 定义2.0.35]

## 3.12

**II 级试验 class II test**

电气系统中采用 II 级试验的电涌保护器要用标称放电电流  $I_n$ 、1.2/50  $\mu$ s 冲击电压和 8/20  $\mu$ s 电流波最大放电电流  $I_{max}$  做试验。II 级试验也可用 T2 外加方框表示, 即 **T2**。

[GB 50057—2010, 定义2.0.37]

## 3.13

**雷击电磁脉冲 lightning electromagnetic impulse (LEMP)**

雷电流经电阻、电感、电容耦合产生的电磁效应, 包含闪电电涌和辐射电磁场。

[GB 50057—2010, 定义2.0.25]

## 3.14

**光伏系统的最大持续工作电压 maximum continuous operating voltage for PV application  $U_{CPV}$** 

可连续地施加在 SPD 保护模式上的最大直流电压。

[GB/T 18802.31—2016, 定义3.1.11]

## 4 一般要求

- 4.1 地面的光伏电站规模按光伏电站总装机容量划分, 其中大于 30MWp 为大型, 大于 1MWp 且小于或等于 30MWp 为中型, 小于或等于 1MWp 为小型。
- 4.2 光伏电站防雷装置设计, 应在认真调查地理、地质、土壤、气象、环境等条件和雷电活动规律以及光伏组件的特点等基础上, 确定防雷装置的形式及其布置。
- 4.3 光伏电站的光伏方阵、光伏发电单元等设备以及站区升压站、综合楼等建(构)筑物的防雷装置应与光伏电站主体同时设计, 同时施工, 同时竣工, 同时投入使用。
- 4.4 光伏电站防雷装置应包含直击雷防护、雷击电磁脉冲防护。
- 4.5 光伏电站的升压站区的防雷接地要求应满足 GB/T 50065—2011 的要求。
- 4.6 光伏电站生活辅助建(构)筑物防雷应符合 GB 50057—2010 的规定。

## 5 直击雷防护

- 5.1 光伏电站应设置接闪器、引下线和接地装置。

5.2 光伏电站宜利用包覆在光伏组件的金属边框作为接闪器，其材料和最小尺寸应符合附录 A 的规定。

5.3 年平均雷暴日大于 60 天的大型光伏电站，年平均雷暴日大于 70 天的中型光伏电站，或年平均雷暴日大于 80 天的小型光伏电站，宜在雷暴主导路径上风方向设置拦截用独立接闪杆，独立接闪杆应符合以下条件：

- a) 独立接闪杆应设置独立接地装置，其冲击接地电阻不大于  $10\ \Omega$ ，在土壤电阻率较高的地区（土壤电阻率大于  $2000\ \Omega\cdot\text{m}$ ）其冲击接地电阻值不应大于  $30\ \Omega$ 。安装方式参见附录 B；
- b) 雷暴主导路径的上风方向应根据当地气象资料或雷电风险评估结果确定。川西高原的年平均雷暴日数参见附录 C；
- c) 独立接闪杆和引下线与光伏电站电气装置、线路的安全距离应符合 GB/T 50065—2011 的要求。独立接地装置与站内共用接地网的安全距离应满足 GB 50057—2010 中公式 4.2.1—3 的要求。

5.4 引下线宜利用光伏组件的支架和钢柱作为自然引下线。作为自然引下线的金属支撑结构的转动部分应设置跨接线，保证其电气连通。当无自然引下线可利用时，可设置专设引下线，专设引下线平均间距不宜超过 25m，其材质应符合附录 A 的规定。

5.5 光伏方阵的接地装置应充分利用光伏组件的钢桩等金属结构作为自然接地体，其接地装置的工频接地电阻值应小于  $4\ \Omega$ 。当不满足上述要求时，应按 GB 50057—2010 中 5.4 的要求敷设人工接地体。

5.6 在有环保等特殊要求，光伏方阵的水平接地体不允许埋设在土壤中时，可在地面上敷设人工连接导体，将自然接地体的结构钢桩进行电气贯通连接。光伏方阵的外沿敷设成闭合环状，方阵内敷设成网格状，并与作为自然接地体的螺旋钢桩就近连接，连接方式宜采用焊接。

5.7 敷设在土壤中的人工接地体与自然接地体相连接时，宜采用焊接方式。埋于腐蚀性土壤中的接地体的防腐设计应符合 GB/T 50065—2011 的规定。

5.8 对于站内有人值守的建筑物，其防止接触电压和跨步电压的措施应满足 GB 50057—2010 中 4.5.6 的要求。

## 6 雷击电磁脉冲防护

### 6.1 等电位连接

6.1.1 每排（列）光伏组件的金属固定构件之间均应电气连接，各连接部件的材料和最小截面应符合 GB 50057—2010 中表 5.1.2 的要求。

6.1.2 金属支撑杆的转动部分和绝缘部分两端应加跨接线，跨接线宜采用多股编织软铜线。

6.1.3 光伏方阵（含多路直流汇流箱）的金属固定构件、逆变器、室外箱式升压变电站应与接地装置做等电位连接，等电位连接的材质和最小截面应符合 GB 50057—2010 中表 5.1.2 的要求。

6.1.4 光伏电站的线缆宜采用屏蔽线缆或敷设在金属槽盒内，线缆屏蔽层或金属槽盒应首尾电气贯通，并就近与等电位连接板和防雷接地装置进行等电位连接。

6.1.5 防雷接地、安全接地、工作接地及光伏方阵接地装置相互连接到一起，形成共用接地系统。附录 D 给出了三中常用的接地方式。

### 6.2 屏蔽

6.2.1 光伏电站的计算机监控系统信号线缆宜采用密封的金属壳层、同轴外套、穿金属管或敷设在金属线槽内，屏蔽层或金属管应首尾电气贯通，并就近与等电位连接带或接地装置进行等电位连接。

6.2.2 光伏电站汇流箱的屏蔽应符合 GB/T 20047.1—2006 中表 5 的要求。



- 6.2.3 光伏电站线缆的敷设应符合 GB 50343—2012 第 5.3.3 的规定，不宜采用信号电缆与电力电缆在同一线槽中敷设，应采用分线槽方式或采用带屏蔽夹层双线槽方式敷设。
- a) 信号线缆与其它管线的间距应符合 GB 50343—2012 中表 5.3.4—1 的规定。
- b) 信号线缆与电力电缆的间距应符合 GB 50343—2012 中表 5.3.4—2 的规定。

6.3 过电压保护和接地

- 6.3.1 光伏电站的升压站区和室外箱式升压变电站等设备的过电压保护和接地应符合 GB/T 50065—2011 的规定。
- 6.3.2 光伏方阵内汇流箱、逆变器、室外箱式升压变电站等设备应就近做等电位连接并接地。

6.4 电涌保护器的选择和安装

- 6.4.1 安装于地面的光伏电站内设备（光伏阵（含多路直流汇流箱）、逆变器、室外箱式升压变电站等）直流端口应安装符合 GB/T 18802.31—2016 中 II 级试验要求的电涌保护器。
- 6.4.2 户外的电涌保护器（SPD）应安装在外部箱体内部或者防护罩内。
- 6.4.3 安装于地面的光伏电站中的 SPD 标称放电电流值  $I_n$  应符合表 1 中的要求。

表1 安装于地面的光伏电站中  $I_n$  的参考值

SPD 安装位置	逆变器直流输入端	逆变器交流输出端
SPD 标称放电电流值 $I_n$	$\geq 20\text{kA}$	$\geq 30\text{kA}$ （单相）

- 6.4.4 逆变器防电磁脉冲的直流电涌保护器，应安装在逆变器的输入端口的正极与等电位连接带、负极与等电位连接带、负极与正极之间。安装位置应在逆变器箱内。直流型 SPD 的连接结构和保护模式参见附录 E。
- 6.4.5 逆变器和室外箱式升压变电站之间应安装交流 SPD，其参数可参考 GB/T 18802.1—2011。
- 6.4.6 自动化控制箱的输入、输出端口应安装信号 SPD，其参数可参考 GB/T 18802.21—2016。
- 6.4.7 电涌保护器的电压保护水平  $U_b$  和最大持续工作电压  $U_c$ 、 $U_{cpv}$  应满足表 2 的要求。

表2 SPD 最大持续工作电压  $U_c$ 、 $U_{cpv}$  和电压保护水平  $U_b$  的选择值

SPD 安装位置	光伏阵列至逆变器	逆变器至箱式升压变电站
SPD 最大持续工作电压 $U_c$ (V)	——	820V <sub>AC</sub>
SPD 最大持续工作电压 $U_{cpv}$ (V)	1200V <sub>DC</sub>	——
SPD 电压保护水平 $U_b$ (kV)	$\leq 2$	$\leq 2.5$

- 6.4.8 电涌保护器的电压保护水平  $U_b$  应小于设备耐冲击电压额定值的 0.8 倍。
- 6.4.9 电涌保护器的最大持续工作电压  $U_{cpv}$  不应小于光伏电站设备在标准测试条件下的开路电压的 1.2 倍。
- 6.4.10 光伏电站的各级电涌保护器，按试验类型应分别安装在被保护设备前端，连接导线应平直，其两端连线长度不宜超过 0.5m。
- 6.4.11 带有接线端子的电涌保护器应采用压接。采用压接时，连接导线裸露的金属部分不能露出接线端子口外。带有接线柱的电涌保护器宜采用接线端子与接线柱连接。
- 6.4.12 电涌保护器的连接导线最小截面积应符合表 3 的规定。

表3 电涌保护器连接的材料和最小截面积

连接部件			材料	截面积 mm <sup>2</sup>
连接电涌保护器的导体	电气系统	I 级试验的电涌保护器	铜	6
		II 级试验的电涌保护器		2.5
		III 级试验的电涌保护器		1.5
	电子系统	D1 类电涌保护器		1.2
		其他类的电涌保护器（连接导线的截面可小于 1.2 mm <sup>2</sup> ）		根据具体情况确定

6.4.13 无明确的产品安装指南时，当开关型 SPD 与限压型 SPD 之间的线路长度小于 10m、限压型 SPD 之间的线路长度小于 5m 时，在两级 SPD 之间应加装退耦的电感元件。SPD 生产厂家明确在其产品中已有能量配合的措施时，SPD 之间的线路长度不受限制。

6.4.14 宜在 SPD 前端安装后备保护装置。

附 录 A  
(规范性附录)

接闪器和引下线的材料、结构与最小截面积的要求

A.1 表A.1 给出了接闪器和引下线的材料、结构与最小截面积的要求。

表A.1 接闪线（带）、接闪杆和引下线的材料、结构与最小截面积

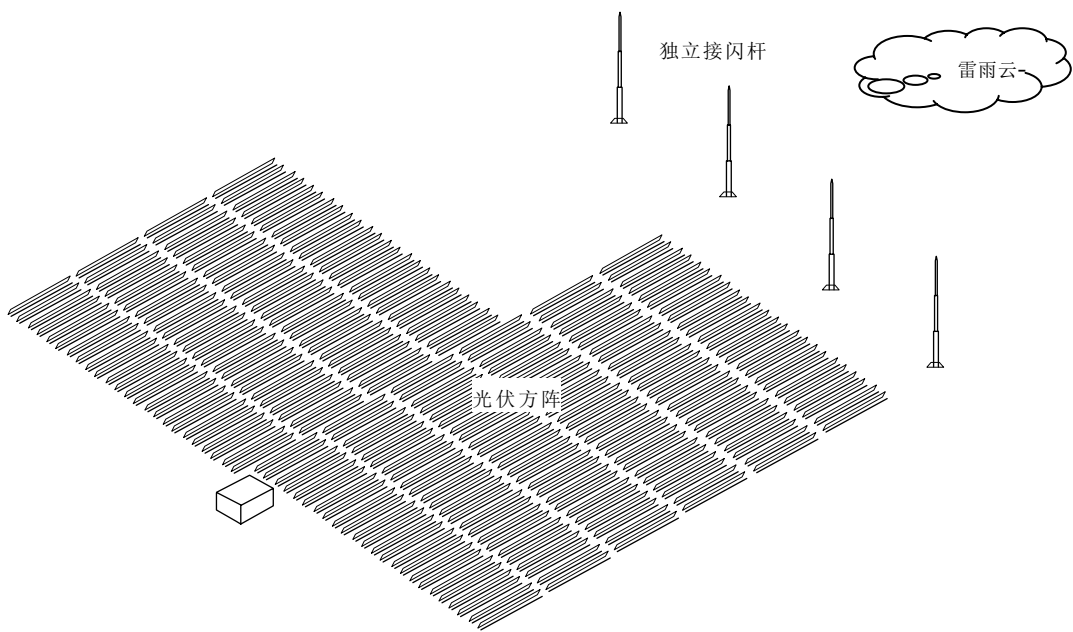
材料	结构	最小截面 mm <sup>2</sup>	备注 <sup>®</sup>
铜，镀锡铜 <sup>①</sup>	单根扁铜	50	厚度 2mm
	单根圆铜 <sup>⑦</sup>	50	直径 8mm
	铜绞线	50	每股线直径 1.7mm
	单根圆铜 <sup>③④</sup>	176	直径 15mm
铝	单根扁铝	70	厚度 3mm
	单根圆铝	50	直径 8mm
	铝绞线	50	每股线直径 1.7mm
铝合金	单根扁形导体	50	厚度 2.5mm
	单根圆形导体 <sup>®</sup>	50	直径 8mm
	绞线	50	每股线直径 1.7mm
	单根圆形导体	176	直径 15mm
	外表面镀铜的单根圆形导体	50	直径 8mm，径向镀铜厚度至少 70 μm，铜纯度 99.9%
热浸镀锌钢 <sup>②</sup>	单根扁钢	50	厚度 2.5mm
	单根圆钢 <sup>®</sup>	50	直径 8mm
	绞线	50	每股线直径 1.7mm
	单根圆钢 <sup>③④</sup>	176	直径 15mm
不锈钢 <sup>®</sup>	单根扁钢 <sup>®</sup>	50 <sup>®</sup>	厚度 2mm
	单根圆钢 <sup>®</sup>	50 <sup>®</sup>	直径 8mm
	绞线	70	每股线直径 1.7mm
	单根圆钢 <sup>③④</sup>	176	直径 15mm
外表面镀铜的钢	单根圆钢（直径 8mm）	50	镀铜厚度至少 70 μm，铜纯度 99.9%
	单根扁钢（厚 2.5mm）		
<p>注：① 热浸或电镀锡的锡层最小厚度为 1 μm；</p> <p>② 镀锌层宜光滑连贯、无焊剂斑点，镀锌层圆钢至少22.7g/m<sup>2</sup>、扁钢至少32.4g/m<sup>2</sup>；</p> <p>③ 仅应用于接闪杆。当应用于机械应力没达到临界值之处，可采用直径10mm、最长1m的接闪杆，并增加固定；</p> <p>④ 仅应用于入地之处；</p> <p>⑤ 不锈钢中，铬的含量等于或大于16%，镍的含量等于或大于8%，碳的含量等于或小于0.08%；</p> <p>⑥ 对埋于混凝土中以及可与可燃材料直接接触的不锈钢，其最小尺寸宜增大至直径10mm的78mm<sup>2</sup>（单根圆钢）和最小厚度3mm的75mm<sup>2</sup>（单根扁钢）；</p>			

表 A.1（续）

材料	结构	最小截面 mm <sup>2</sup>	备注 <sup>⑩</sup>
<p>注：⑦ 在机械强度没有重要要求之处，50mm<sup>2</sup>（直径 8mm）可减为28mm<sup>2</sup>（直径6mm）。并应减小固定支架间的间距；</p> <p>⑧ 当温升和机械受力是重点考虑之处，50mm<sup>2</sup>加大至75mm<sup>2</sup>；</p> <p>⑨ 避免在单位能量 10MJ/Ω 下熔化的最小截面是铜为16mm<sup>2</sup>、铝为25mm<sup>2</sup>、钢为50mm<sup>2</sup>、不锈钢为50mm<sup>2</sup>；</p> <p>⑩ 截面积允许误差为-3%。</p>			

地方标准信息服务平台

附 录 B  
(资料性附录)  
独立接闪杆安装示意图



图B.1 光伏电站拦截用独立接闪杆安装示意图

地方标准信息服务平台

附 录 C  
(资料性附录)

甘孜州、阿坝州、凉山州、攀枝花年平均雷暴日数

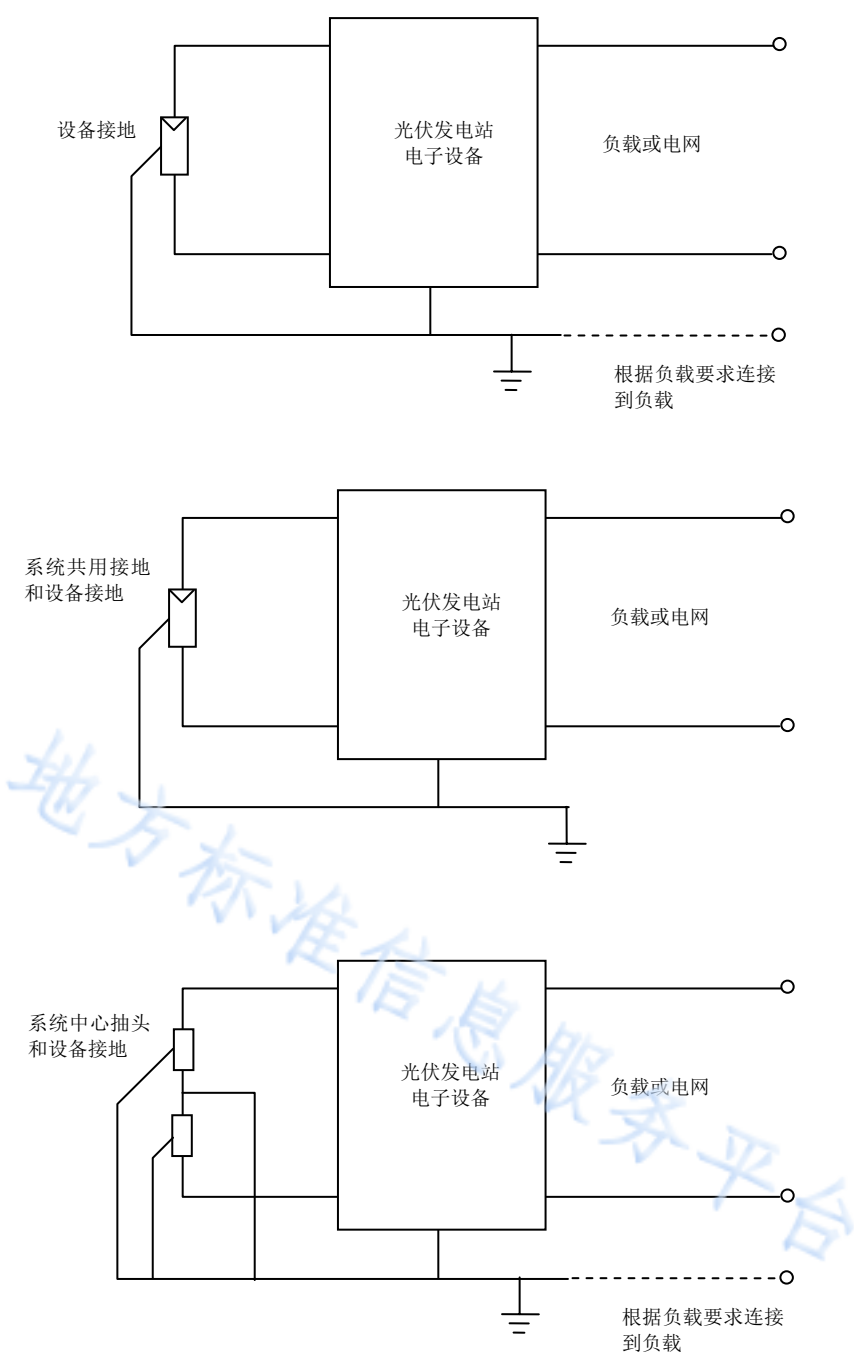
C.1 表C.1 给出甘孜州、阿坝州、凉山州、攀枝花年平均雷暴日数。

表C.1 甘孜州、阿坝州、凉山州、攀枝花年平均雷暴日数

地名	年平均雷暴日 d	地名	年平均雷暴日 d	地名	年平均雷暴日 d
凉山州					
会东	63.5	喜德	68.1	布拖	50.6
德昌	67	甘洛	55.7	金阳	43.3
雷波	54.4	美姑	61.7	冕宁	78.5
宁南	56.2	普格	57.3	西昌	66.7
盐源	85.4	越西	76.1	昭觉	58.9
会理	68.7	木里	73.5		
甘孜州					
雅江	76.4	白玉	74	道孚	78
稻城	75.5	德格	70.4	甘孜	75
九龙	67.7	康定	48.4	理塘	77.3
泸定	26.5	炉霍	76.6	色达	81.5
石渠	59.9	乡城	59.8	新龙	69.2
巴塘	72.2	丹巴	49.5	得荣	25.2
阿坝州					
阿坝	84.6	黑水	59.9	红原	76.2
金川	76.9	理县	33	马尔康	64.2
茂县	23.6	九寨沟	29.8	若尔盖	58.3
松潘	48.6	汶川	19.8	小金	42.4
壤塘	55.4				
攀枝花					
仁和	70	米易	61		
攀枝花	56	盐边	82		
注：以上资料由地方气象部门提供，其中市、县资料为有资料以来至2004年统计数据，供参考，实际数据以当地气象台（站）资料或监测的历史闪电统计资料为准。					

附 录 D  
(资料性附录)  
光伏电站常用接地方式

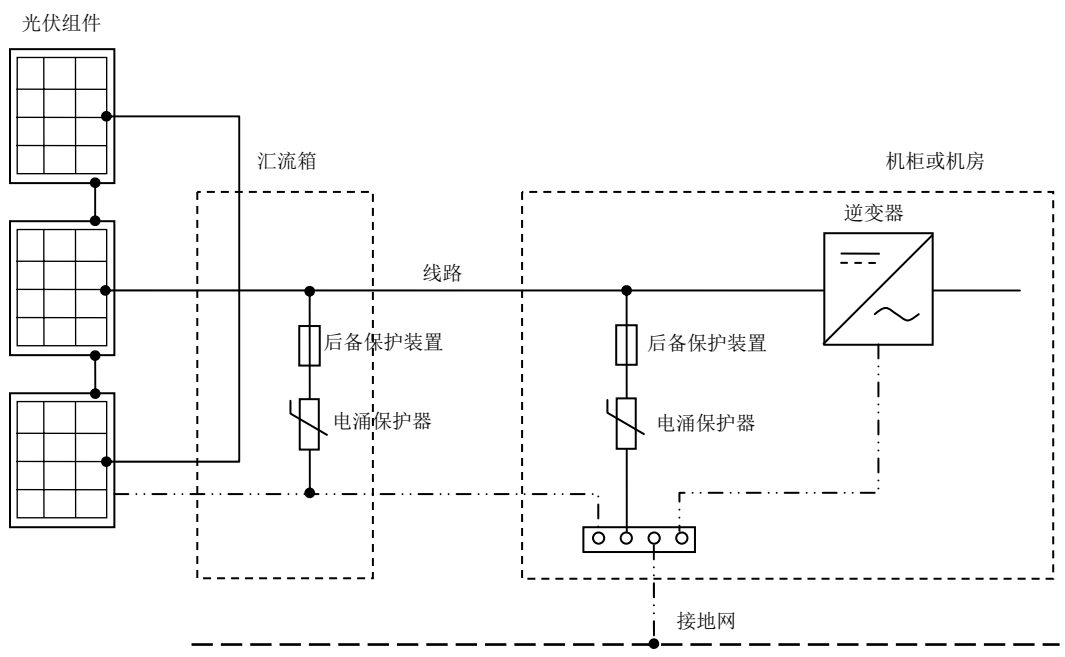
D.1 图D.1 给出了三种常用的光伏电站的接地方式



图D.1 光伏电站常用接地方式

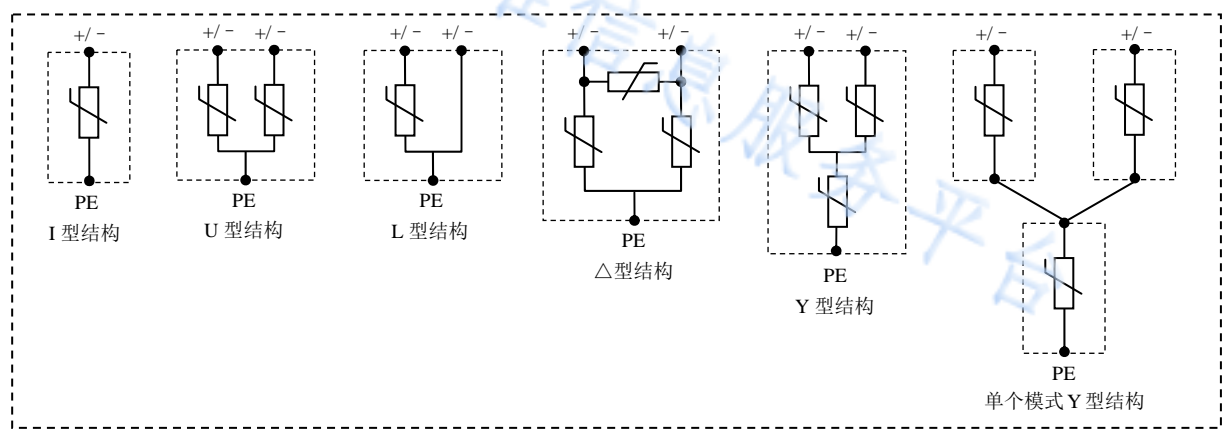
附录 E  
(资料性附录)  
电涌保护器安装示意图

E.1 当汇流箱与逆变器之间的距离大于 10m 时，应在线路两端安装电涌保护器，如图 E.1。



图E.1 电涌保护器的安装示意图

E.2 光伏发电站直流端电涌保护器的内部连接方式或电涌保护器单保护模式的组合可按电流支路的形式，如 I、U、Y、L、 $\Delta$  等形式安装，如图 E.2。



图E.2 电涌保护器的安装形式



### 参 考 文 献

- [1] GB/T 20046-2006 光伏（PV）系统电网接口特性
  - [2] GB/T 2297-1989 太阳光伏能源系统术语
  - [3] JGJ 203-2010 民用建筑太阳能光伏系统应用技术规范
  - [4] QX/T 263-2015 太阳能光伏系统防雷技术规范
  - [5] QX 4-2015 气象台站防雷技术规范
  - [6] GB/T 21431-2015 建筑物防雷装置检测技术规范
  - [7] DL/T 1364-2014 光伏电站防雷技术规程
- 

地方标准信息服务平台





地方标准信息服务平台