

CGC

北京鉴衡认证中心认证技术规范

CGC/GF 037: 2014

(CNCA/CTS 0001-2011A)

光伏汇流设备技术规范

Technical Requirements of PV Combiner Assemblies

2014-04-18 发布

2014-04-18 实施

北京鉴衡认证中心 发布

目 次

目 次	I
前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 使用条件及分类	7
5 技术要求	7
6 试验方法	22
7 试验规则	28
8 标志、包装、运输、贮存	29
附 录 A（资料性附录）光伏方阵电气结构示例图	31
附 录 B（资料性附录）光伏方阵最大电压	33
附 录 C（资料性附录）SPD 的安装形式	34
附 录 D（资料性附录）防反二极管	35
附 录 E（资料性附录）DVC 限值	38
附 录 F（规范性附录）电磁兼容（EMC）	39

前 言

为推动和规范我国光伏产业的发展，规范产品性能指标，促进产品产业化，适应国际贸易、技术和经济交流的需要，特制定本认证技术规范。

CNCA/CTS 0001-2011A对原CNCA/CTS 0001-2011的重大技术修改如下：

- 增加光伏汇流设备、光伏组串汇流箱（盒）、光伏方阵汇流箱（柜）定义；
- 增加起吊和壁挂装置性能要求和静力载荷试验要求；
- 增加材料的防腐蚀、耐紫外线辐射、阻燃等级、耐热和耐着火的性能和试验要求；
- 增加内部电路和连接要求及连接可靠性试验；
- 修改过流保护要求，分别对光伏组串和光伏子方阵的过流保护装置的选型提出要求；
- 增加隔离装置的要求；
- 修改电涌保护器，熔断器，断路器，防反二极管的选型要求；
- 修改监控模块性能要求及通讯试验要求；
- 修改电击防护要求；
- 修改介电强度要求，增加冲击耐受电压要求；
- 修改环境试验要求，将“高温、低温、恒定湿热试验”改为“高温、低温、交变湿热试验”，并修改了温升要求；
- 增加了附录 A\B\C\D\E\F。

本技术规范由全国能源基础与管理标准化技术委员会新能源与可再生能源分技术委员会提出。

本技术规范由北京鉴衡认证中心归口。

本技术规范起草单位：北京鉴衡认证中心、浙江方圆检测集团股份有限公司、北京科诺伟业科技有限公司、汉能光伏发电投资有限公司、阳光电源股份有限公司、中国风电集团有限公司、华为技术有限公司、中水电国际投资有限公司、北京京仪绿能电力系统工程有限公司。

本技术规范主要参编单位：苏州 UL 美华认证有限公司、北京意科能源技术有限公司、英大泰和财产保险股份有限公司、中国电力投资集团公司物资装备分公司、中国三峡新能源公司、中广核太阳能开发有限公司、北京泰豪太阳能电源技术有限公司、信息产业邮电工业产品质量监督检验中心、中国科学院太阳能光伏发电系统和风力发电系统质量检验中心、合肥工业大学、特变电工西安电气科技有限公司、伊顿电气波士曼（西安）、深圳市金宏威科技股份有限公司、合肥国润智能电气技术有限公司、上海浩亚机电有限公司、深圳市金霆科技有限公司。

本技术规范主要起草人：刘璇璇、张正、王哲、邹积凯、黄晓阁、张波、高拥兵、管承华、马亮、张维毅、康小刚、刘晓健、米岳、雷力、刘姿、靳志会、龚兴军、施成营、翟永辉、苏建徽、刘伟增、王旭峰、杜嘉平、陈文根、李伟、丁勤。

光伏汇流设备技术规范

1 范围

本规范规定了光伏汇流设备的术语和定义、技术要求、试验方法、试验规则及标志、包装、运输和贮存等。

本规范适用于最高直流电压不超过1500V的应用于光伏发电系统直流侧的光伏汇流设备。

2 规范性引用文件

下列文件对于本规范的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅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）适用于本规范。

- GB/T 191 包装储运图示标志
- GB/T 2423.4 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Db 交变湿热（12h+12h循环）
- GB/T 2423.17 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ka：盐雾
- GB/T 4205 人机界面标志标识的基本和安全规则 操作规则
- GB/T 4026 人机界面标志标识的基本和安全规则 设备端子和导体终端的标识
- GB 4208 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 5169.5 电工电子产品着火危险试验 第5部分：试验火焰 针焰试验方法 装置、确认试验方法和导则
- GB/T 5169.10 电工电子产品着火危险试验 第10部分：灼热丝/热丝基本试验方法 灼热丝装置和通用试验方法
- GB/T 5169.11-2006 电工电子产品着火危险试验 第11部分：灼热丝/热丝基本试验方法 成品的灼热丝可燃性试验方法
- GB/T 5169.17 电工电子产品着火危险试验 第17部分：试验火焰 500W 火焰试验方法
- GB/T 5169.21 电工电子产品着火危险试验 第21部分：非正常热 球压试验
- GB 7251.1-2005 低压成套开关设备和控制设备 第1部分：型式试验和部分型式试验成套设备
- GB 10963.2 家用及类似场所用过电流保护断路器 第2部分：用于交流和直流的断路器
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- GB 13539.1 低压熔断器 第1部分：基本要求
- GB 13539.6 低压熔断器 第6部分：太阳能光伏系统保护用熔断体的补充要求
- GB 14048.2 低压开关设备和控制设备 第2部分：断路器
- GB 14048.3 低压开关设备和控制设备 第3部分：开关、隔离器、隔离开关以及熔断器组合电器
- GB 14048.7 低压开关设备和控制设备第7-1部分：辅助器件铜导体的接线端子排
- GB/T 16422.2 塑料实验室光源暴露试验方法 第2部分：氙弧灯
- GB 17464 连接器件 电气铜导线 螺纹型和无螺纹型夹紧件的安全要求 适用于0.2 mm²以上至35 mm²（包括）导线的夹紧件的通用要求和特殊要求
- GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
- GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
- GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验
- GB/T 17626.6 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度

- GB/T 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验
- GB/T 18290.2 无焊连接 第2部分:无焊压接连接 一般要求、试验方法和使用导则
- GB/T 18290.5 无焊连接 第5部分:无焊压入式连接 一般要求、试验方法和使用导则
- GB/T 18380.12 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第12部分:单根绝缘电线电缆火焰垂直蔓延试验 1kW预混合型火焰试验方法
- GB/T 18802.21 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
- CNCA/CTS 0002 地面用太阳能电池组件主要部件技术条件 第2部分:连接器
- CNCA/CTS 0026 低压电涌保护器 特殊应用(含直流)的电涌保护器:用于光伏系统的电涌保护器 (SPD) 性能要求和试验方法
- IEC 60950-1:2013 信息技术设备 安全 第1部分:通用要求
- IEC 61439-1:2009 低压成套开关设备和控制设备 第1部分:总则
- IEC 61730-2 光伏(PV)组件安全鉴定 第2部分:试验要求
- IEC 62109-1 光伏发电系统用功率转换设备的安全 第1部分:通用要求
- IEC/TS 62548:2013 光伏方阵设计要求
- ISO 178 塑料 弯曲性能的测定
- ISO 179 (所有部分) 塑料 摆锤冲击强度的测定
- ISO 2409 附着力(划格法)
- ISO 3864:2011 图形符号 安全色和安全标志 第1部分:安全标志和安全标记的设计原则
- ISO 4628-3 色漆和清漆. 漆膜降解的评定. 缺陷量值, 大小和外观
- EN 61800-5-1:2007 可调速电力传动系统 第5-1部分:安全要求 电、热和能量

3 术语、定义和缩略词

3.1 术语和定义

3.1.1

光伏组串 PV string

将若干光伏组件依次串接构成一组,其电压与所需要的光伏方阵的输出电压相一致。

3.1.2

光伏方阵 PV array

又称光伏阵列。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直流发电单元,见图A.1和A.2。

3.1.3

光伏子方阵 PV sub-array

可视为一个单元的光伏方阵的一部分,见图A.2。

3.1.4

光伏汇流设备 PV combiner assemblies

光伏汇流设备是指光伏系统中将多个电路进行并联连接,并将必要的保护装置安装在其中的设备,包括光伏组串汇流箱(盒)、光伏方阵汇流箱(柜)。

3.1.4.1

光伏组串汇流箱（盒） PV string combiner box

将光伏组串连接，实现光伏组串间并联的箱体，并可将过流保护和/或隔离开关等装置安装在此箱体体内，见图A.1和A.2。

3.1.4.2**光伏方阵汇流箱（柜） PV array combiner box**

将光伏子方阵连接，实现光伏子方阵间并联的箱体，并可将过流保护和/或隔离开关等装置安装在此柜体内，见图A.2。

注1：光伏方阵汇流箱（柜）也称为直流汇流柜。

注2：一般大型方阵由多个光伏子方阵构成，而小型方阵由光伏组串构成不包含子方阵。

3.1.5**智能型光伏汇流设备 intelligent PV combiner assemblies**

配备本地通讯接口，可实现远程通讯，并至少监控每条支路的工作电流以及设备内部电涌保护器（如有）工作状态的光伏汇流设备。

3.1.6**非智能型光伏汇流设备 non-intelligent PV combiner assemblies**

不符合3.1.5要求的光伏汇流设备。

3.1.7**光伏汇流设备的额定电压 rated voltage of PV combiner assembly (U_n)**

制造商声称的光伏汇流设备预定连接的主电路直流电压的最大值，光伏汇流设备的额定电压应大于等于光伏方阵的最大电压，且至少为 $1.2U_{OC\ STC}$ 。

注1：不考虑瞬态电压。

注2：光伏方阵的最大电压等于最低预期环境温度下的开路电压，详见附录B。

3.1.8**光伏汇流设备的额定电流 rated current of PV combiner assembly (I_n)**

光伏汇流设备的额定电流为光伏汇流设备输出的最大电流，是各支路额定电流之和。通此电流时，各部件的温升不能超过规定的限值。

注：电路的额定电流可低于安装在汇流设备内的（符合各自器件标准的）器件的额定电流。

3.1.9**支路额定电流 rated current of a circuit (I_{nc})**

汇流设备中每条输入支路的最大允许电流，由设备制造商根据电路中器件的额定值及其布置和应用情况来确定。通此电流时，各部件的温升不能超过规定的限值。

注1：该条电路的额定电流可低于安装在这条电路中的器件（根据各自的器件标准）的额定电流。

注2：由于确定额定电流的因素复杂，因此无法给出标准值。

3.1.10**过流保护装置的标称额定电流 the nominal rating of an overcurrent protection device (I_{np})**

过流保护装置制造商声称的额定工作电流。

3.1.11

标准测试条件 standard test conditions (STC)

任何光伏装置试验期间使用的面内辐照度 ($G_{1,ref}=1000\text{Wm}^{-2}$)、光伏电池接合温度 (25°C) 以及大气质量 ($\text{AM}=1.5$) 等参考值。

注：标准测试条件为光伏组件的标准测试条件。

3.1.12**光伏组件短路电流(STC条件下) the short circuit current of a PV module (I_{SC_MOD})**

在标准测试条件下 (STC) 光伏组件或光伏组串的短路电流，由制造商提供。

注：光伏组串是多个光伏组件串联而成，所以光伏组串的短路电流等于 I_{SC_MOD} 。

3.1.13**光伏子方阵短路电流(STC条件下) the short circuit current of a PV sub-array ($I_{SC\ S-ARRAY}$)**

在标准测试条件下 (STC) 光伏子方阵的短路电流： $I_{SC\ S-ARRAY}=I_{SC_MOD}\times S_{SA}$ 。

注： S_{SA} 为并联至光伏子方阵的光伏组串的数量。

3.1.14**光伏方阵短路电流(STC条件下) the short circuit current of the PV array ($I_{SC\ ARRAY}$)**

在标准测试条件下 (STC) 光伏方阵的短路电流： $I_{SC\ ARRAY}=I_{SC_MOD}\times S_A$ 。

注： S_A 为并联至光伏方阵的光伏组串的数量。

3.1.15**光伏组件最大过流保护值 the PV module maximum overcurrent protection rating ($I_{MOD_MAX_OCPR}$)**

IEC 61730-2中规定的光伏组件的最大过流保护值。光伏组件允许注入与光电流方向相反，并不会发生热斑的最大电流。

注：此参数也被组件制造商规定为最大串联保险丝额定值。

3.1.16**污染等级(环境条件的) pollution degree(of environmental conditions)**

根据导电的或吸湿的尘埃，电离气体或盐类和由于相对湿度及由于吸湿或凝露导致表面介电强度和/或电阻率下降事件发生的频度而对环境条件作出的分级。

注1：设备或元件的绝缘材料所处的污染等级是与设备或元件所处的宏观环境的污染等级不同的，因为由外壳或内部加热提供了防止吸湿和凝露的保护。

注2：本部分中的污染等级系指微观环境中的污染等级。

3.1.17**电气间隙 clearance**

不同电位的两个导电部件间最短的空间直线距离。

3.1.18**爬电距离 creepage distance**

不同电位的两个导电部件之间沿绝缘材料表面的最短距离。

注：两个绝缘材料之间的接合处亦被视为上述表面。

3.1.19

击穿放电 disruptive discharge

在电应力的作用下，放电几乎完全穿透了试验的绝缘体，导致电极间的电压降为零或接近于零的一种绝缘损坏的现象。

注1：固体绝缘体上的击穿放电会导致永久性的绝缘强度降低，在液体或气体绝缘体上绝缘强度的降低仅仅是暂时性的。

注2：“火花放电”用来表示在气体或液体绝缘体上发生的击穿放电。

注3：“闪络”用来表示在气体或液体介质绝缘体表面上发生的击穿放电。

注4：“击穿”用来表示击穿放电穿透固体绝缘体的情况。

3.1.20

主电路（汇流设备设备的） main circuit(of an combiner assembly)

在汇流设备中，一条用来传输电能的电路上所有的导电部件。

3.1.21

辅助电路（汇流设备设备的） auxiliary circuit(of an combiner assembly)

在汇流设备中，（除了主电路以外的）一条用于控制、测量、信号、调节、处理数据等的电路上所有导电部件。

注：汇流设备的辅助电路包括开关器件的控制电路和辅助电路。

3.1.22

基本绝缘 basic insulation

对危险带电部件进行绝缘，提供基本防护。

注：此概念不适用于功能用途的绝缘。

3.1.23

双重绝缘 double insulation

由基本绝缘和附加绝缘两者组成的绝缘。

3.1.24

加强绝缘 reinforced insulation

加在带电部件上的一种单一绝缘系统，在规定的条件下，其提供的防电击保护等级相当于双重绝缘。

注：单一绝缘系统并不意味着该绝缘必须是均匀物质。它可以由多个绝缘层组成，只不过无法逐层拆分为基本绝缘或附加绝缘来进行试验。

3.1.25

功率转换设备 power conversion equipment PCE

将光伏方阵产生的电能转换成适当的频率和/或电压值提供给负载，或存储至蓄电池或接入电网的一套系统。

3.1.26

断路器 circuit-breaker

能接通、承载以及分断正常电路条件下的电流，也能在所规定的非正常电路（例如短路）下接通、承载一定时间和分断电流的一种机械开关电器。

3.1.27

隔离开关 switch-disconnector

在正常电路条件下（包括规定的过载工作条件），能够接通、承载和分断电流，在规定的非正常电路条件下（例如短路），能在规定时间内承载电流，且在断开状态下能符合隔离要求的开关。另外，它满足隔离器的要求。

注：隔离开关可以承载一定时间的短路电流，但不能分断短路电流。

3.1.28

电涌保护器 surge protective device (SPD)

用于限制瞬态过电压和泄放电涌电流的电器，它至少包含一非线性的元件。

注：SPD是一个装配完整的部件，其具有适当的连接手段。

3.1.29

SPD的额定短路电流 short-circuit current rating of SPD (I_{SCPV})

SPD与指定脱离器连接后可以承受的电源系统的最大预期短路电流额定值。

3.1.30

电压保护水平 voltage protection level (U_P)

由于施加规定陡度的冲击电压和规定幅值及波形的冲击电流而在SPD两端之间呈现的最大电压。

3.1.31

应用于光伏系统SPD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。

3.1.32

保护模式 mode of protection

电涌保护器端子间包含一个或多个保护元器件的既定电流通路，并且制造商声明了该保护模式的保护水平，例如+对-，+对地，-对地。

注：该电流通路中可能包含附加端子。

3.2 缩略词

表1给出了本技术规范使用的缩略词。

表1 缩略词列表

缩写	含义	定义/条款
一般缩写		
STC	标准测试条件	3.1.11
SPD	电涌保护器	3.1.28
电压相关符号		
U_n	光伏汇流设备的额定电压	3.1.7
U_P	电压保护水平	3.1.30
U_{CPV}	应用于光伏系统 SPD 的最大持续工作电压	3.1.31

表 1 (续)

缩写	含义	定义/条款
电流相关符号		
I_n	光伏汇流设备的额定电流	3.1.8
I_{nc}	支路额定电流	3.1.9
I_{np}	过流保护装置的标称额定电流	3.1.10
I_{SC_MOD}	光伏组件短路电流 (STC 条件下)	3.1.12
$I_{SC\ S-ARRAY}$	光伏子方阵短路电流 (STC 条件下)	3.1.13
$I_{SC\ ARRAY}$	光伏方阵短路电流 (STC 条件下)	3.1.14
$I_{MOD_MAX_OCPR}$	光伏组件最大过流保护值	3.1.15
I_{SCPv}	SPD 的额定短路电流	3.1.29

4 使用条件及分类

4.1 正常使用条件

- 使用环境温度: $-25^{\circ}\text{C}\sim+50^{\circ}\text{C}$ (无阳光直射), 相对湿度 $\leq 95\%$, 无凝露;
- 符合 GB 7251.1-2005 中 6.1.2.3 中污染等级 ≤ 3 的规定;
- 海拔高度 $\leq 2000\text{m}$;
- 无剧烈震动冲击;
- 空气中应不含有腐蚀性及爆炸性微粒和气体;
- $-40^{\circ}\text{C}\sim+70^{\circ}\text{C}$ 的环境温度下存储运输。

注: 对于在更高海拔处使用的设备, 需要考虑介电强度的降低、器件的相关性能以及空气冷却效果的减弱。由制造商与使用单位协商按相关技术要求执行。

4.2 特殊使用条件

如果汇流设备在异于 4.1 规定的条件下使用, 用户应在订货时提出, 并与制造厂商或供货商取得协议。

4.3 产品分类:

4.3.1 按其输入路数分为:

- 4路; b) 8路; c) 12路, 等

4.3.2 按其有无监控单元分为:

- 智能型; b) 非智能型

4.3.3 按安装环境分为:

- 户内型; b) 户外型

4.3.4 其它分类情况

以上未列出的、制造商声明的其他类型

5 技术要求

5.1 结构

5.1.1 基本要求

光伏汇流设备结构和机柜本身的制造质量、主电路连接、二次线及电气元件安装等应符合下列要求：

- a) 表面防护层应牢固，平整，无剥落，锈蚀及裂痕；
- b) 机箱组装有关零部件均应符合各自的技术要求，零部件的选型及数量符合设计要求；
- c) 汇流设备元器件布局合理，电气间隙与爬电距离符合规定要求，汇流排（裸的或绝缘的）的布置应使其不会发生内部短路；
- d) 机架面板应平整，文字和符号要求清楚、整齐、规范、正确；
- e) 标牌、标志、标记应完整清晰；
- f) 各种开关应便于操作，灵活可靠；

5.1.2 汇流设备的壳体

5.1.2.1 外壳防护等级

应符合GB 4208的规定，户内型不低于IP20, 户外型不低于IP54。

应使用钥匙或工具，即需要依靠相关器械才能打开门、盖板或解除联锁。

制造商应提供安装方式及安装角度的说明。

防护等级应按6.3.1的试验进行验证。

注：拟用于高湿度和温差较大场所的汇流设备，应采取适当的措施（通风和/或内部加热、排水孔/阀, 防水透气阀等）以防止设备内产生有害凝露。但同时应保持规定的防护等级。

5.1.2.2 冲击

汇流设备应当具有足够的机械强度，在正常使用时应能承受可能遇到的冲击和碰撞而不引起危险，元器件应当可靠地固定且电气连接应当是牢固的。

按6.3.2的试验进行验证。

5.1.2.3 起吊和壁挂装置

如需要，光伏汇流设备应配备起吊装置, 起吊装置应能承受4倍于设备自身重力的力。

对于壁挂式汇流设备，其支撑件应能承受4倍于设备自身重力的力。

按6.3.3的进行试验。

5.1.3 材料

5.1.3.1 防腐蚀

汇流设备应根据使用环境选用合适的工艺、材料或在裸露的表面涂上防护层以确保防腐蚀，同时还要考虑正常使用及维修条件。

与保护接地端子和连接端接触的导电零部件，在正常工作、贮存或运输环境条件下不得由于电化学反应而受到明显腐蚀，IEC 60950-1:2013附录J中分界线以上的组合应避免采用，耐腐蚀可通过适当的电镀或涂覆处理来实现。

汇流设备外壳的金属部件应依据6.4.1进行耐腐蚀性的验证。

5.1.3.2 耐紫外线辐射

对于户外使用的由绝缘材料制成的壳体和壳体部件，应按照6.4.2进行耐紫外线辐射验证。

5.1.3.3 阻燃等级

由绝缘材料制成的壳体和壳体部件，阻燃等级应满足GB/T 5169.17中5VA或5VB的要求，并按6.4.3的试验进行验证。

5.1.3.4 绝缘材料的耐热和耐着火性能

5.1.3.4.1 总则

绝缘材料的部件在电的作用下可能受到热应力的影响，且由于部件的老化会使汇流设备的安全性降低，因而绝缘材料的部件不应受到正常（使用）发热，非正常发热或着火的有害影响。

如果一个典型截面的相同材料的部件已满足了 5.1.3.4.2 和或 5.1.3.4.3 的要求，则不需要再重复进行试验。所有已按照各自规范经过试验的部件也可不再重复进行试验。

5.1.3.4.2 绝缘材料的耐热性能

应按 6.4.4.1 的要求进行球压试验，以验证绝缘材料的耐热性能。

5.1.3.4.3 由于内部电气的影响，绝缘材料耐受非正常发热和着火的性能

应按 6.4.4.2 的要求进行灼热丝试验，在进行本试验时，保护导体（PE）不作为载流部件考虑。

对于小的部件（表面积尺寸不超过 14mm×14mm），可采用替代的试验方法（例如：按照 GB/T 5169.5 的针焰试验）。同样的程序可适用于部件的金属材料大于绝缘材料的情况。

原始制造商可以提供来自供货商的关于绝缘材料适用性的数据以证明符合这些要求。

5.1.4 电气间隙和爬电距离

电气间隙和爬电距离应不小于表 2 的规定值。印刷电路板应满足 GB 7251.1 中表 14 和表 16 的要求。

两个电路之间的绝缘设计应根据对绝缘有较高要求的电路来确定。对于电气间隙，由较高冲击电压要求的电路决定。对于爬电距离，由较高的额定电压的电路决定。

如果通过使用附加外壳、端子罩、绝缘隔板等其它措施来实现端子间的爬电距离，这些部件应使用工具才能移除。制造商应在说明书中注明“外部接线时不应减少电气间隙和爬电距离”

应按 6.5 的要求进行测量。

表 2 电气间隙和爬电距离

汇流设备的额定电压 U_n (V)	最小电气间隙(mm)	最小爬电距离(mm)
$U_n \leq 250$	6	10
$250 < U_n \leq 690$	8	16
$690 < U_n \leq 1000$	14	25
$1000 < U_n \leq 1500$	18	31

5.1.5 内部电路和连接

5.1.5.1 汇流设备内部电缆

汇流设备内部使用的电缆应：

- 符合直流要求；
- 电缆额定电压不小于汇流设备的额定电压；
- 当电压高于 DVC-A 时，应选用加强或双重绝缘电缆；
- 电缆的额定工作温度至少为 90℃；
- 暴露在盐雾环境下，应使用防腐处理铜导线（如镀锡）以减少腐蚀；
- 电缆阻燃性满足 GB/T 18380.12 的要求。

电缆的线径应取线路最小额定电流（见表 3）、隔离装置要求的最小电缆横截面积两项要求中的最大线径。

光伏线路的最小额定电流根据表 3 计算，电缆本身的载流能力根据 JB/T 10181 系列要求计算或依据制造商规定执行。电缆安装地点、安装方式等影响因素依据 GB 16895 系列要求确定。

当逆变器或其它功率转换设备在故障状态下可能产生反馈电流时，设计电缆时应将反馈电流的电流值与表 3 中的电缆额定电流值相加。

表 3 线路最小额定电流

汇流设备	相关电路		线路最小额定电流 ^a
光伏组串 汇流箱（盒）	内部输入电缆	每一支路均有过流保护	I_{np} (参见 5.2.4.1)
		多个支路共用过流保护	$I_{np} + 1.25 \times I_{nc} \times (S_G - 1)$ (参见 5.2.4.1) S_G : 同一过流保护装置下的光伏组串数量。 I_{np} : 共用的过流保护装置的额定电流。
		无过流保护 (参见 5.2.2)	输出电缆最小额定电流 + $1.25 I_{nc} \times (N - 1)$ N : 光伏组串汇流箱(盒)输入支路数。
	内部输出电缆	有过流保护	I_{np} 注: I_{np} 光伏系统中该支路上安装的过流保护装置的额定值。
		无过流保护	制造商声称值, 但至少 $1.25 I_n$
光伏方阵 汇流箱（柜）	内部输入电缆		I_{np} (参见 5.2.4.2)
	内部输出电缆	有过流保护	I_{np} 注: I_{np} 光伏系统中该支路上安装的过流保护装置的额定值;
		无过流保护	制造商声称值, 但至少 $1.25 I_n$
<p>a 表中线路最小额定电流的规定是针对满足 5.2 要求的汇流设备的, 对过流保护装置选型不满足 5.2 的汇流设备或其应用的光伏系统的其他汇流设备不满足 5.2 要求, 则电缆线径需要根据实际情况由制造商和用户协商确定。</p>			

5.1.5.2 电缆的安装

- 如有可能，汇流设备的正极和负极电缆应分组布置；
- 连接两个端子之间的电缆不应有中间接头，例如绞接或焊接；
- 只带基本绝缘的电缆应防止与不同电位的裸带电部件及带基本绝缘的电缆接触；
- 应防止电缆直接接触尖锐部位和切割楞缘；
- 在覆板或门上连接电器元件和测量仪器的电缆的安装，应使这些覆板和门的移动不会对电缆产生机械损伤；
- 在汇流设备中对电器元件进行焊接连接时，只有在电器元件和指定类型的电缆适合此类型的连接，才是允许的；
- 通常，一个端子上只能连接一根电缆，只有在端子是为此用途而设计的情况下才允许将两根或多根电缆连接到一个端子上；
- 进出汇流设备的电缆，在安装时应保持箱体 IP 等级不变，应安装防拉拽装置，且制造商应在说明书中标注防拉拽装置适用的电缆线径范围。

5.1.5.3 铜及铜合金母排

光伏汇流设备的母排应采用铜或铜合金，母排表面应进行防腐处理。

5.1.5.4 端子

端子应能与外接导线进行连接(如采用螺钉、连接件等), 并保证维持适合于电器元件和电路的电流额定值和短路强度所需要的接触压力。

端子应符合如下要求:

- 符合直流使用要求;
- 符合最大电压要求;
- 符合 GB 14048.7 的要求;
- 端子应能适用于随额定电流相匹配的铜导线从最小至最大的截面积;
- 接线端子也可采用光伏连接器, 连接器需满足 CNCA/CTS 0002 或其他等效标准;
- 可触摸的塑料端子与带电体之间满足加强绝缘要求;
- 应对端子进行标识(如所有正负极输入输出端子, 接地端子等), 对端子的标识应依据标准 GB/T 4026, 其标志应清楚和永久地识别。

5.1.5.5 连接方法

主电路应可靠连接, 可采用压接式, 压入式或其他有效连接方式。

对于压接式连接符合 GB/T 18290.2 的要求, 对于压入式连接应符合 GB/T 18290.5 的要求。

如果生产商没有其他规定, 螺钉夹紧件应根据表 4 中给出的扭矩要求, 按照 GB 17464 的规定进行。

表 4 夹紧螺钉的扭矩要求

螺纹公称直径 mm	金属及非金属扭矩 Nm			
	I	II	III	IV
≤2.8	0.20	0.40	0.40	0.70
>2.8 且 ≤3.0	0.25	0.50	0.50	0.90
>3.0 且 ≤3.2	0.30	0.60	0.60	1.10
>3.2 且 ≤3.6	0.40	0.80	0.80	1.40
>3.6 且 ≤4.1	0.70	1.20	1.20	1.80
>4.1 且 ≤4.7	0.80	1.80	1.80	2.30
>4.7 且 ≤5.3	0.80	2.00	2.00	4.00
>5.3 且 ≤6.0	1.20	2.50	3.00	4.40
>6.0 且 ≤8.0	2.50	3.50	6.00	4.70
>8.0	3.00 ^a	4.00	10.00	5.00
^a 或根据生产商规定				

第 I 列 适用于螺钉拧紧时, 不露出孔外的无头螺钉和其他不能用刀口宽于螺钉直径的螺丝刀拧紧的螺钉。

第 II 列 适用于用螺丝刀拧紧的其他螺钉。

第 III 列 适用于除螺丝刀之外的工具来拧紧的螺钉和螺母。

第 IV 列 适用于通过十字形螺丝刀紧固的螺钉。

5.2 过流保护

5.2.1 过流保护的一般要求

光伏组件类似于电流源, 但会因为光伏组件的并联连接、与外部电源(如蓄电池)的连接而遭受过电流。过电流可由下述设备产生电流之和引起:

- 多个相邻并联组串;

- 与之连接的某些类型的逆变器；
- 外部电源。

用于保护光伏组件和电缆的过流保护装置，应依据相关产品标准，在规定电流下，规定时间内可靠动作，断开电路。按 6.7 要求进行验证。

5.2.2 光伏组串汇流箱（盒）过流保护要求

光伏组串汇流箱（盒）若安装过流保护装置，其选型应满足 5.2.4.1 的要求。若未安装过流保护装置，则制造商应在说明书中注明“本设备适用于下游安装满足 5.2.4.1 中 2) 要求的过流保护装置的系统或 $((S_A-1) \times I_{SC_MOD}) \leq I_{MOD_MAX_OCPR}$ 的光伏系统， S_A 为并联至光伏方阵的光伏组串的数量”。

5.2.3 光伏方阵汇流箱（柜）过流保护要求

光伏方阵汇流箱（柜）中每一支路均应安装过流保护装置，其选型应满足 5.2.4.2 的要求。

5.2.4 过流保护装置的选型

5.2.4.1 光伏组串汇流箱（盒）过流保护装置

光伏组串汇流箱（盒）过流保护装置的标称额定电流 (I_{np}) 应满足如下要求：

- 1) 当每一支路都装有过流保护装置时，应满足： $I_{np}=1.5 I_{nc}$ ，
制造商应注明“本设备适用的光伏组串应满足： $I_{np}/2.4 < I_{SC_MOD} < I_{np}/1.5$
且 $I_{MOD_MAX_OCPR} \geq I_{np}$ ”。
- 2) 多个支路共用一个过流保护装置时（见图1），应满足： $I_{np}=1.5 \times S_G \times I_{nc}$ ，
制造商应注明“本设备适用的光伏组串应满足： $I_{SC_MOD} < I_{np}/(1.5 \times S_G)$ ，
 $I_{MOD_MAX_OCPR} > I_{np} + ((S_G-1) \times I_{SC_MOD})$ ，其中： S_G 为同一过流保护装置下的光伏组串数量”。

注1：当 $I_{MOD_MAX_OCPR} > 4I_{SC_MOD}$ 时，光伏组串才允许共用一个过流保护装置。

注2：当采用带过流保护功能的直流断路器时，其隔离方式也应满足 5.3 的要求。

注3：光伏组件在其工作前几周或前几个月， I_{SC_MOD} 会大于标称值。在确定过电流保护装置额定值及电缆规格时，需考虑这点。

5.2.4.2 光伏方阵汇流箱（柜）过流保护装置

光伏方阵汇流箱（柜）的每个输入支路均应安装过流保护装置，即应为每一个光伏子方阵都提供过流保护，光伏子方阵过流保护装置的标称额定电流 (I_{np}) 应满足： $I_{np}=1.25 I_{nc}$ 。

制造商应注明“本设备适用的光伏子方阵应满足： $I_{np}/2.4 < I_{SC_S-ARRAY} < I_{np}/1.25$ ”。

注：必须注意在高辐射地区，若选用较低倍数会引起过流保护装置的频繁动作。

5.2.5 过流保护装置的安装位置

光伏组串，光伏子方阵的过流保护装置应安装在如下位置：

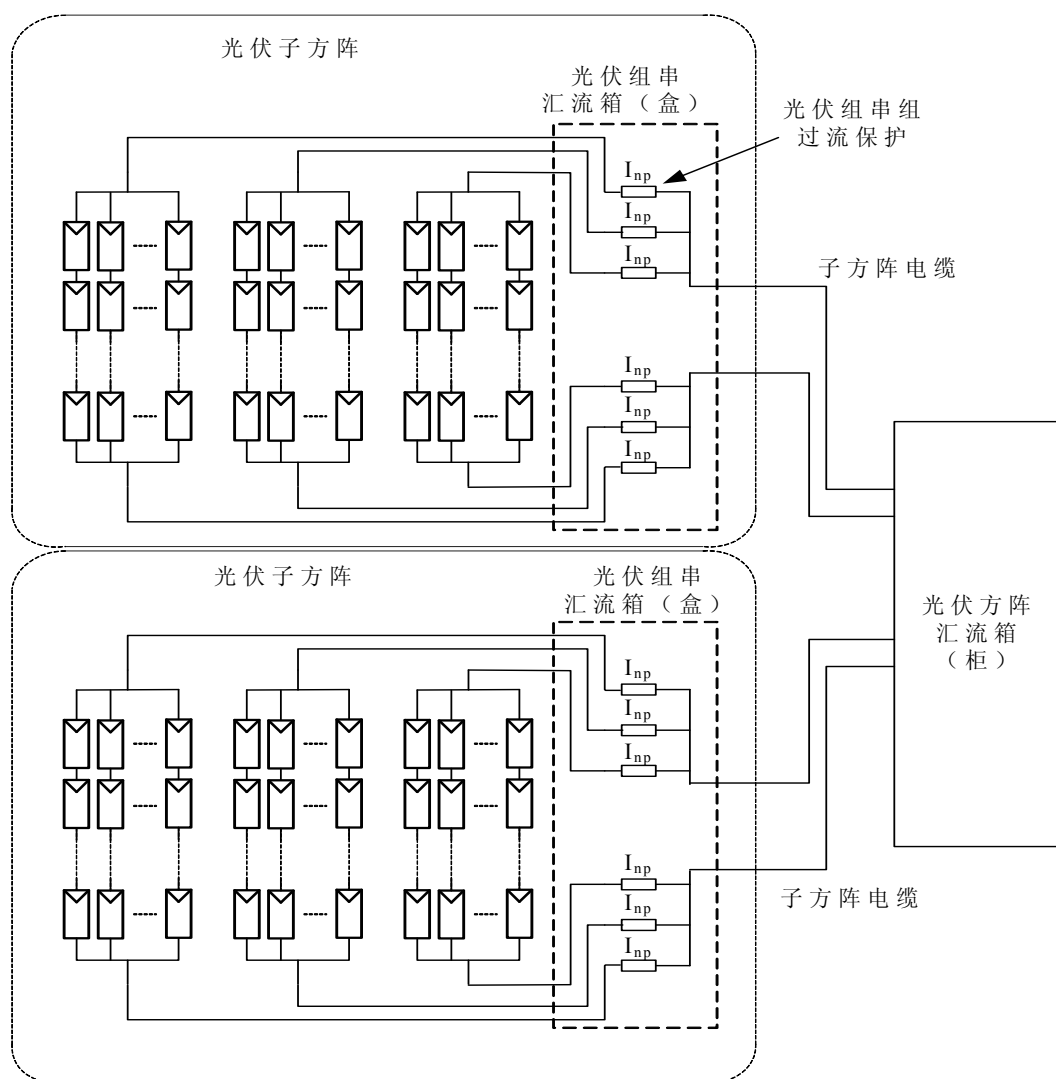
- 过流保护装置应安装于汇流设备的输入端；

注：安装于电缆末端的过流保护装置（远离光伏组串，光伏子方阵），其主要作用是保护系统和配线免受光伏方阵或其他电源（如蓄电池）的故障电流的影响。

- 过流保护装置可以安装在所有极或安装在其中一极上（如所有正极支路或所有负极支路上）。

注：只在其中一极安装过流保护装置的汇流设备应在说明书中注明：本设备适用于在无过流保护装置极上进行功能接地的系统和具备单线接地故障检测及报警的不接地系统；

所有极上均安装过流保护装置的汇流设备在说明书中注明：本设备适用于不接地系统。



注1: 这是一个特殊情况, 只有当光伏组件的最大过流保护值远大于其正常工作值时这种设计才被允许。

注2: 这只是一个示例, 为了简化本图中未给出方阵中可能需要的其他开关、隔离和/或过流保护装置。

图1 光伏组串共用一个过流保护装置的光伏方阵的示例图

5.3 隔离装置

5.3.1 一般要求

若在光伏汇流设备中安装隔离装置, 则应根据表 5 的要求安装隔离装置以隔离光伏方阵与逆变器, 并保证维修巡检的安全。

表 5 光伏方阵中隔离方式的要求

汇流设备的额定电压 ^a	电路	隔离方式	要求
DVC-A	组串电缆	隔离器件 ^b	推荐
	子方阵电缆	隔离器件 ^b	要求
	方阵电缆	隔离开关 ^c	要求

表 5 (续)

汇流设备的额定电压 ^a	电路	隔离方式	要求
DVC-B和DVC-C	组串电缆	隔离器件 ^b	推荐
	子方阵电缆	隔离器件 ^b	要求
		隔离开关 ^c	推荐
	方阵电缆	隔离开关 ^c	要求

a DVC限值详见附录E。
b 光伏连接器（触摸安全），可更换的熔丝或隔离器可认为是合适的隔离器件。
c 隔离开关（使用类别DC21及以上）或带隔离功能的断路器可以提供隔离功能，且只需要一个隔离开关或带隔离功能的断路器即可。

5.3.2 隔离装置的安装

- 所有不直接接地的导体均需按表 5 要求安装隔离装置；
- 其他符合 5.4.2 要求的断开隔离器件可作为一种隔离装置；
- 用作过流保护的熔断器系统，如果使用可移除的熔断体可被认为是一种不能带负载断开的隔离装置；
- 若要求隔离装置具有带负载开断能力，则所有极都应具备此能力，且所有极是联动的；
- 当光伏汇流设备的输出端直接接功率转换设备时，其输出端的隔离器件必须具备带负载开断的能力；
- 当采用多个隔离装置隔离功率转换设备时，应贴有警告标识：所有开关断开才能保证设备断电。

5.4 元器件

5.4.1 电涌保护器（SPD）的选择和安装

光伏汇流设备中若安装 SPD，则应选用满足光伏发电直流侧特性的 SPD，应满足 CNCA/CTS 0026 或其它等效标准。对于智能型汇流设备的通讯电路也推荐安装符合 GB/T 18802.21 的 SPD 进行保护。

5.4.1.1 SPD 的选择

若汇流设备中安装 SPD，则正极与地、负极与地、正极与负极之间均应安装。若选用 I 类 SPD，则每一保护模式的冲击放电电流 I_{imp} 不应低于 5 kA（电压限制性、电压开关元件与电压限制元件并联的混合型），6.25kA（电压开关型、电压开关元件与电压限制元件串联的混合型）；若选用 II 类 SPD，则每一保护模式的标称放电电流值 I_n 不应低于 10kA。

SPD 的电压保护水平 U_p 不应大于表 6 的要求。

表 6 电压保护水平 U_p 的选择

汇流设备的额定电压 U_n (V)	SPD 电压保护水平 U_p (kV)
$U_n \leq 250$	$\leq 80\%$ 汇流设备冲击耐受电压值（见表 13）
$250 < U_n \leq 400$	≤ 2.5
$400 < U_n \leq 690$	≤ 3.0
$690 < U_n \leq 1000$	≤ 4.0
$1000 < U_n \leq 1500$	≤ 5.5

SPD 的最大持续工作电压 U_{CPV} 应大于等于汇流设备的额定电压 U_n ，且大于等于 $1.2U_{oc,STC}$ ， U_{CPV} 的选择要考虑每种保护模式（+/-, +/-地, -/地）。

注： U_{CPV} 及 U_n 应大于或等于任何情况下的光伏方阵的最大电压（见附录B），当环境温度为-25℃时， U_{CPV} 及 U_n 应大于 $1.2U_{OCSTC}$ 。

5.4.1.2 SPD 的连接

SPD可按电流支路的组合形式，如I、V、Y、L、△等结构安装，见附录C。

SPD两端连接的材料和最小截面应符合表7的要求。

表 7 SPD 两端连接的材料和最小截面

等电位连接部件		材料	截面 (mm ²)
连接 SPD 的导体	电气系统	I 类试验的 SPD	16
		II 类试验的 SPD	6
	电子系统	D1 类 SPD	1.2
注：连接单台或多台D1类的SPD的单根导体的最小截面面积的计算方法，应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057中第5.1.2条的规定。			

5.4.1.3 SPD 的过载保护特性

SPD 的额定短路电流 I_{SCPV} 应大于其接入电路的最大预期短路电流值，以确保电涌保护器失效后可以安全脱离开主电路。

5.4.1.4 SPD 的维护

SPD 可能由于遭受异常的高雷击电流或超负荷的多次电涌冲击而失效，因此电 SPD 应具有脱离器和故障指示，光伏汇流设备的监控系统中应包含 SPD 工作状态。

SPD 应安装在易于检查的位置。制造商应在说明书中注明“用户应制定维护计划对电涌保护器进行定期检查或替换。”

5.4.2 直流断路器与直流隔离开关

5.4.2.1 直流断路器

直流断路器应满足如下要求：

- 符合 GB 14048.2 或 GB 10963.2，且满足光伏系统使用要求；
- 额定电压大于等于光伏汇流设备的额定电压（铭牌上需标明直流额定电压）；
- 额定电流满足 5.2 过流保护的要求（作为过流保护的断路器）；
- 无极性的（光伏方阵中的故障电流会造成电流反方向，此时断路器应能正常动作）；
- 直流断路器若采用的多断点串联形式，各触头在结构设计上应保证同步接触与分断；
- 直流断路器在电路中起过载、短路保护功能，并具有隔离的功能。

5.4.2.2 直流隔离开关

直流隔离开关应满足如下要求：

- 符合 GB14048.3，使用类别至少为 DC-21，且满足光伏系统使用要求；
- 额定电压大于等于光伏汇流设备的额定电压（铭牌上需标明直流额定电压）；
- 额定电流大于等于与之配套使用的过流保护装置的额定电流，或无过流保护装置时，应大于等于表 3 确定的光伏线路的最小额定电流值；
- 若采用多断点串联型式，各触头在结构设计上应保证同步接触与分断；
- 应具有独立的手动带负载操作能力，并具有隔离的功能。

5.4.2.3 直流断路器及直流隔离开关的安装

- 开关器件在布线时，导线的截面积不应低于制造商的要求（导线截面积选型偏小，会造成线路过载发热，热传导效应会导致断路器过载跳闸）；

- 开关器件安装时，出弧口前端应按制造商要求至少留有飞弧距离的空间（此空间内不允许安装其它元件）或增设绝缘防护罩；
- 应按制造商的要求加装相间隔板；
- 在闭合和断开状态下，均不应有暴露的带电金属部件。

5.4.3 熔断器

5.4.3.1 熔断体

熔断体应满足如下要求：

- 直流专用；
- 额定电压大于等于光伏汇流设备的额定电压；
- 额定电流满足 5.2 过流保护的要求；
- 短路及过载电流保护类型满足 GB 13539.6 的 gPV 型要求。

5.4.3.2 熔断器支持件

- 满足 GB 13539.1 或 GB 14048.3 相关要求；
- 额定电压大于等于相匹配的熔断体的额定电压；
- 额定电流大于等于相匹配的熔断体的额定电流；
- 峰值耐受电流大于相匹配的熔断体的额定分断能力；
- 宜选用防护等级不低于 IP2X 的支持件。

5.4.3.3 熔断器的标注

若使用熔丝座，熔丝座厂家或汇流设备厂家应在显著位置处标注“禁止带负载操作”，带负载操作会产生电弧，损坏熔断器。

若使用熔丝夹，则汇流设备厂家应在熔丝夹安装底板显著位置处标注“禁止带负载操作”及当心触电的警告标示。

注：白天光伏方阵工作期间，若只将汇流设备的输出端断开而熔断器仍与光伏组串相连，由于光伏组串间电压可能存在差异而导致方阵间存在电流，此时更换熔断体仍有产生电弧的风险。

5.4.4 防反二极管（或称阻塞二极管）

防反二极管可阻止部分光伏方阵产生的反向电流。

注：二极管由于电压击穿导致的失效模式一般是短路状态，用二极管代替过电流保护装置是不可靠的。

若安装防反二极管则应满足如下要求：

- 额定电压大于等于 2 倍光伏汇流设备的额定电压；
- 额定电流 I_{MAX} 至少是 1.4 倍光伏汇流设备的额定电流；
- 按制造商要求进行安装，不应有裸露的导电部件。

当光伏组件的短路电流可能因积雪或其他环境产生的光反射而增大时，计算 I_{MAX} 时的系数应大于 1.4。

防反二极管应安装在非接地极上，防反二极管的作用详见附录 D。

5.4.5 开关位置的指示和操作方向

应清晰的标识器件的操作位置，如果操作方向不符合 GB/T 4205，则应清晰的标识操作方向。

5.4.6 指示灯和按钮

除非有相关产品标准的特殊规定，否则指示灯和按钮的颜色应符合 GB/T 4025。

5.5 监控及通讯

智能型光伏汇流设备应选配本地通讯接口，实现远程通讯，并至少监控以下内容：

- 每条输入支路的工作电流；
- 汇流设备内所有电涌保护器（如有）的工作状态。

可以考虑其他参变量，如：温度，系统电压，断路器状态，火灾预警等。

监控模块在汇流设备的工作温度范围内，能正常工作，按 6.10.2 和 6.10.3 的要求进行验证。

5.6 电击的防护

5.6.1 防护要求

在汇流设备预期使用寿命期间，在正常和单一故障条件下的安装、操作和维修过程中，汇流设备应对电击进行防护。

表8是对电路的功能绝缘和基本绝缘或保护隔离的要求，这些要求取决于被考虑电路及其相邻电路的决定电压等级(DVC), DVC的限值详见附录E。

表 8 电路的防护要求

被考虑电路的 DVC	防止直接接触的保护要求 5.6.3	与接地部分之间的绝缘	与可接触的未接地导体部分之间的绝缘	与相邻的 DVC 电路之间的绝缘		
				A	B	C
A	不要求	功能绝缘	功能绝缘	功能绝缘	保护隔离 ²	保护隔离 ²
B	要求	基本绝缘	保护隔离	-	基本绝缘 ¹	基本绝缘 ¹
C	要求	基本绝缘	保护隔离	-	-	基本绝缘 ¹

注 1：如果被考虑电路和相邻电路均与可接触导体和 DVC-A 的电路之间提供了基于最高电压的足够的绝缘或保护，则它们之间允许只提供功能绝缘；

注 2：允许在被考虑电路与 DVC-B 或 DVC-C 电路之间用基本绝缘，如果提供了基本绝缘或附加绝缘或栅栏或外壳以防止被考虑电路被直接接触。

5.6.2 保护隔离

保护隔离是指以下方式：

- 双重或加强绝缘；或
- 保护屏蔽，如通过将汇流设备接到保护接地导体的导电屏蔽，通过屏蔽与带电零部件之间至少构成基本绝缘；或
- 满足 IEC 62109-1:2010 的 7.3.5.3 的限制电流和 7.5.3.4 要求的限制放电能量的保护阻抗；或
- 满足 IEC 62109-1:2010 的 7.3.5.5 的限制电压。

保护隔离在汇流设备预定使用的各种条件下均应保持完整而有效。

5.6.3 防止直接接触

防止直接接触应满足 IEC 62109-1:2010 的 7.3.4（不含 7.3.4.2.4）。光伏汇流设备应只允许被授权人员进行维修，维修时接近的要求应满足 GB 7251.1-2005 中 7.4.6 的要求。

5.6.4 直接接触下的防护

直接接触下的防护应满足 IEC 62109-1:2010 的 7.3.5。

5.6.5 接地要求

光伏汇流设备中所有可接触的裸露导电部件应连接在一起，并连接至接地导体或接地装置上。电路的电阻不应超过 0.1Ω。

保护地导线的电气连接应采用下列连接方法：

- (1) 通过金属直接接触连接；
- (2) 通过其他安装固定的可接触导电部件连接；
- (3) 通过专门的保护接地导线连接；
- (4) 通过汇流设备中的其他金属零部件连接。

保护地电路中不应包含开关器件、过流保护器件和电流检测器件。

对于这些连接的连续性，下述内容应适用：

- a) 当把汇流设备的一部分取出时，例如维修，汇流设备其余部分的保护电路不应中断。金属软管或硬管不应用作保护导体，除非是为此目的而设计的。直接金属连接的两部件，若接触处有涂层或油漆，则应刮去涂层或油漆确保金属与金属的直接接触；
- b) 在盖板、门、遮板和类似部件上面，如果没有安装超过特低电压限值（ELV）的电气装置，通常的金属螺钉连接和金属铰链连接足以确保连续性；
- c) 如果在盖板、门、遮板和类似部件上装有超过特低电压限值（ELV）的电气装置时，应按表 9 配备保护导体，此保护导体的截面积取决于器件的最大额定工作电流 I_e ，或者，如果器件的额定工作电流小于等于 16A，则应采取特别设计的等效的电连接方式（如滑动接触，防腐蚀铰链）并进行验证；
- d) 汇流设备的某些裸露部件不会构成危险，因而不需要与保护导体连接。如：既不可能大面积接触，也不可能用手抓住；裸露导电部件尺寸很小（大约 50mm×50mm），或其固定后不能与带电部件有任何接触。

接地线用黄绿色导线，在接地端子处用 \oplus 标示。

用于连接外部保护导体的端子应是裸露的。如无其他规定，应适于连接铜导体。对铝和铝合金的外壳和导体应特别注意电腐蚀的危险，应满足本规范 5.1.3.1 的要求。除非汇流设备制造商与用户之间有其他协议，否则外部保护导体的接线端子应允许连接的铜导线的截面积取决于导线导线的截面积，见表 10。

验证汇流设备裸露导电部件与保护电路间的接地连续性的方法见 6.8。


表 9 保护导体最小的截面积

额定工作电流 I_e (A)	保护导体的最小截面积 (mm ²)
$I_e \leq 20$	S ^a
$20 < I_e \leq 32$	2.5
$25 < I_e \leq 32$	4
$32 < I_e \leq 63$	6
$63 < I_e$	10
^a S 为线导体的截面积	

表 10 接地导线的截面积

线导体的截面积 S (mm ²)	接地导线的截面积 (mm ²)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$35 < S$	S/2

5.6.6 警告标示

光伏汇流设备应按ISO 3864中编号5036的规定, 标有箱内金属部件带电的警告标示 , 并标注“白天带电”。

5.7 介电性能

5.7.1 介电强度

汇流设备的每条电路都应能承受:

- 暂时过电压;
- 瞬态过电压。

5.7.1.1 工频耐受电压

按 6.9.2 用施加工频耐受电压的方法验证汇流设备承受暂时过电压的能力及固体绝缘的完整性; 汇流设备的电路应能承受表11和表12规定的工频耐受电压。

表 11 主电路的工频耐受电压值

汇流设备的额定电压 (线-线 交流或直流) V	介电试验电压 交流有效值 V	介电试验电压 ^b 直流 V
$U_n \leq 60$	1000	1415
$60 < U_n \leq 300$	1500	2120
$300 < U_n \leq 690$	1890	2670
$690 < U_n \leq 800$	2000	2830
$800 < U_n \leq 1000$	2200	3110
$1000 < U_n \leq 1500^a$	-	3820

^a 仅指直流。
^b 试验电压是根据 IEC60664-1 中 4.1.2.3.1 第 3 节。

表 12 辅助电路和控制电路的工频耐受电压值

汇流设备的额定电压 (线-线) V	介电试验电压 交流有效值 V
$U_n \leq 12$	250
$12 < U_n \leq 60$	500
$60 < U_n$	见表 11

5.7.1.2 冲击耐受电压

按6.9.3用施加冲击耐受电压的方法验证汇流设备承受瞬态过电压的能力。

带电部件与接地部件之间, 极与极之间的电气间隙应能承受表13给出的对应的试验电压值。

5.8 电磁兼容性 (EMC)

非智能型汇流设备, 不需要考虑电磁兼容性。智能型汇流设备, 与EMC相关的性能要求见附录F。

表 13 冲击耐受试验电压

额定电压 (V r.m.s)	在海拔 2000m 处额定冲击耐受电压 (V, 1.2/50 μ s)
≤ 50	800
100	1500
150	2500
300	4000
600	6000
1000	8000
1500	12000
-	允许差值

5.9 环境要求

5.9.1 交变湿热

光伏汇流设备无包装, 不通电, 在表14规定的试验条件下经受4个循环。在标准大气条件下恢复2h后, 无异常或导致潜在危害的现象出现, 应能正常工作, 部件无过热现象, 安全性指标也应满足5.7的各项规定。

表 14 环境测试

测试项目	测试方法	测试条件	判定
交变湿热试验	5.9.1	(1) $(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$, $(95 \pm 3) \% \text{R.H.}$, 0.5 小时 (2) $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$, $(95 \pm 3) \% \text{R.H.}$, 5.5 小时 (3) $(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$, $(95 \pm 3) \% \text{R.H.}$, 0.5 小时 (4) $(-40 \pm 2) ^\circ\text{C}$, 3 小时	试验之后满足 5.7 的各项规定

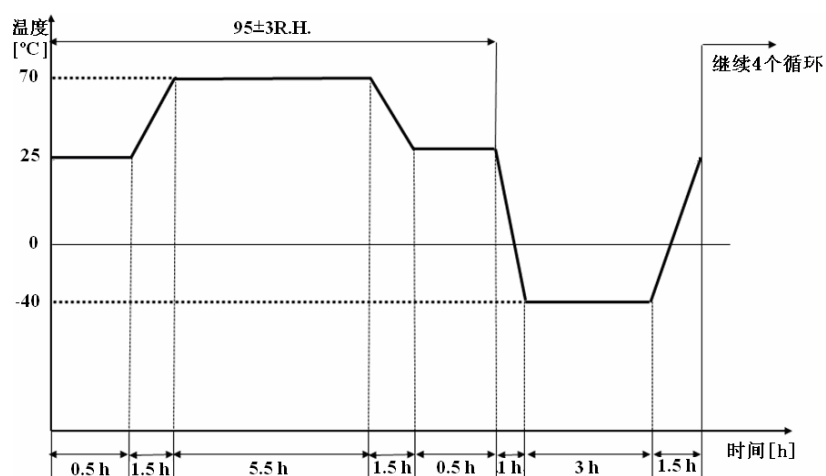


图 2 交变湿热循环试验

5.9.2 低温启动

汇流设备在无包装， $-25\pm 3^\circ\text{C}$ 或制造商声称的最低温度（低于 -25°C 时）的环境下放置 2h 之后能正常启动，按 6.10.2 要求进行验证。

5.9.3 高温工作

汇流设备在无包装， $+50\pm 3^\circ\text{C}$ 或制造商声称的最高温度（高于 $+50^\circ\text{C}$ 时）的环境下，能正常工作 2h，按 6.10.3 要求进行验证。

5.9.4 温升

在环境温度为 $+10\sim+50^\circ\text{C}$ 任一温度下，各支路通以额定电流条件下，汇流设备各部件的温升应不超过规定的极限温升。表 15 给出了汇流设备主要部件和部位的极限温升，表 16 给出了变压器、电抗器等线圈类及其绝缘系统的极限温升。

当汇流设备制造商声称的最高工作温度高于 $+50^\circ\text{C}$ 时，试验应在最高温度 $\pm 5^\circ\text{C}$ 条件下进行，汇流设备各部件的温升不应超过表 15 和表 16 规定的极限温升减去最高工作温度与 50°C 之差。

注：正常使用条件下的温升可能与试验值有所差异，这取决于安装条件和连接导体的尺寸。

表 15 汇流设备主要部件和部位的极限温升

部件和部位	极限温升 (K)
内装元器件：	
印制电路板	55 ^a
绝缘材料	40 ^a
绝缘导线	额定极限温升
其他内装元器件 ^b	由元器件自身的技术条件规定
裸汇流排（非连接处）：铜	50
铝	40
可接近的外壳和覆板	金属：20 陶瓷和玻璃类：30 塑料和橡胶类：45
手动操作器件	金属：10 陶瓷和玻璃类：20 塑料和橡胶类：35
用于连接外部绝缘导线的端子	60
^a 若制造商未给出标称温升值，则温升不应超过此值；若制造商给出标称温升值，则应执行制造商规定的温升值。 ^b “其他内装元器件”一词指：断路器，熔断器，二极管等； 功率半导体器件的温升极限可以是规定部位（例如外壳）的最高温升，也可以是等效结温，由制造厂决定。	

表 16 变压器、电抗器等线圈类及其绝缘系统的极限温升

绝缘等级	热电偶测试表面极限温升 (K)	电阻法或多点式热电偶测试极限温升 (K)
等级 A (105°C)	40	45
等级 E (120°C)	55	60
等级 B (130°C)	60	70
等级 F (155°C)	80	90
注：表面粘贴热电偶法一般测不到最热部位。相比之下，多点埋入式热电偶法更有可能记录到最高温度。而线圈电阻变化法给出的是被测线圈段的平均温度。		

6 试验方法

6.1 试验环境条件

除非另有规定, 测量和试验在以下条件下进行:

- 1) 温度: 15°C~40°C;
- 2) 相对湿度: 5%~75%;
- 3) 海拔: 不超过 2000m

6.2 箱体和结构检查

按5.1.1规定进行目检和操作试验。

6.3 汇流设备的壳体试验

6.3.1 外壳防护等级试验

试验按GB 4208规定进行, 汇流设备所能达到的防护等级应符合5.1.2.1的规定。

6.3.2 冲击

当金属外壳厚度满足下列条件时, 可以不进行冲击试验。

(1) 钣金金属件

a) 对接线系统的接入点处, 钣金金属外壳厚度:

- 0.8mm 无镀层的钢板材
- 0.9mm 镀锌钢板材
- 1.2mm 不锈钢板材

b) 外壳其他地方的厚度, 参见 EN 61800-5-1:2007 中表 11 和表 12。

(2) 铸造金属

a) 压铸金属

- 螺丝管道孔, 厚度最小 6.4mm。
- 其他部位,

对面积大于 155cm² 或任意一条边的边长大于 150mm。厚度要求不小于 2.0mm

对于面积小于等于 155cm² 或任意一条边边长都不大于 150mm, 厚度要求不小于 1.2mm。

b) 锻钢, 铝铜锌等

- 螺丝管道孔, 厚度最小 6.4mm。
- 其他部位

对面积大于 155cm² 或任意一条边的边长大于 150mm。厚度要求不小于 2.4mm

对于面积小于等于 155cm² 或任意一条边边长都不大于 150mm, 厚度要求不小于 1.5mm。

c) 砂模铸造金属

- 螺丝管道孔, 厚度最小 6.4mm。
- 其他部位, 厚度最小要 3.0mm

试验期间汇流设备不工作, 并断开所有电源线。试验后, 在已明显损坏的窗口或显示屏后面的危险带电零部件不得变成可触及, 外壳的其他部分应当符合基本绝缘的要求。面板仪表、不属于外壳的一部分的零部件和窗口部不进行本试验。

(1) 金属外壳的汇流设备

汇流设备牢固的固定在刚性支撑面上，通过直径12.7mm钢棒上的半球面端部来施加250N的力，受力部位为正常使用时可触及的以及其变形可能会引起危险的外壳的每一部分，包括底部的任何部分，持续5s，试验结束后绝缘距离有没有因为测试而减少。

(2) 非金属外壳的汇流设备

汇流设备牢固的固定在刚性支撑面上，试验应在正常使用时可触及的以及如果损坏可能会引起危险的外壳的任何位置进行。

将汇流设备冷却至-25℃或制造商声称的最低工作温度（低于-25℃时），然后在10min内完成试验。试验使用直径50mm、质量500g±25g的实心光滑钢球，从垂直高度1300mm处自由落在外壳表面（竖直面除外）。对于竖直面，可将小球用绳吊起，在垂直距离1300mm处垂直撞击竖直面。若不方便做此测试，可将设备翻转90°安装，按照水平面的冲击方法做测试。最多试验3个点。

6.3.3 静力载荷试验

对起吊装置进行如下试验：

将原始制造商允许提升的最大数量的柜架单元、组件和/或砝码装在一起，按原始制造商规定的方法，用指定的提升设施提升壳体，并施加大小等于最大运输质量的4倍的力，力要逐渐增加，10s后达到预定大小。将门关闭，保持1min。

试验期间，试验砝码应就位，汇流设备应没有偏斜，而且试验后经正常视力或没有附加放大设备的校正视力目测汇流设备没有可见的裂痕或永久变形，其性能也没有受到损害。

对壁挂装置进行如下试验：

用规定的紧固件和墙壁结构（或制造商指定的其它的安装方式）按制造商说明书的要求安装之后，再进行测试。如果说明书未规定安装方位等条件按最严酷条件进行。

安装支架除了承受产品自重，还需再加上大小等于产品重力3倍的力。力的方向沿重心处垂直向下。试验力在5s至10s内从零逐渐增加到预定大小，然后维持1min。设备及其配套的安装装置在试验中应当保持牢固可靠。试验后经正常视力或没有附加放大设备的校正视力目测汇流设备没有可见的裂痕或永久变形，其性能也没有受到损害。

6.4 材料试验

6.4.1 防腐蚀试验

汇流设备的电化学腐蚀要求通过检查和查阅IEC 60950-1:2013附录J的电化学电位表来检验是否合格。

汇流设备含铁的金属壳体及内部和外部含铁金属部件的代表性样品应进行严酷等级A或严酷等级B的耐腐蚀性验证。

试验应在壳体上或具有与壳体相同结构的代表性样品上进行。在所有情况下，铰链、锁和紧固件应进行试验，除非已进行过等效的试验并且使用中并没有损害其耐腐蚀性。

应按照原始制造商说明书中正常安装条件安装壳体。

试验样品应是新的、清洁的。

若制造商提供相关证明，可免除此试验。

注：盐雾试验提供了加速腐蚀的环境，但这并不意味着汇流设备适用于盐雾环境。

6.4.1.1 严酷等级 A

试验适用于：

- 户内安装的金属壳体；
- 户内安装汇流设备的外部金属部件。
- 户内和户外安装的成套设备内部用于机械操作的金属部件。

根据GB/T 2423.4（试验Db）进行湿热试验，温度为 (40 ± 3) °C，相对湿度为95%，试验以24h为一个循环，共进行6个循环。

根据GB/T 2423.17（试验Ka：盐雾）进行盐雾试验，温度 (35 ± 2) °C，试验以24h为一个循环，共进行2个循环。

6.4.1.2 严酷等级 B

试验适用于：

- 户外安装的金属壳体；
- 户外安装成套设备的外部金属部件。

试验由两个完全相同的两个12天周期组成。

每个12天的周期包括：

根据GB/T 2423.4（试验Db）进行湿热试验，温度为 (40 ± 3) °C，相对湿度为95%，试验以24h为一个循环，共进行5个循环。

根据GB/T 2423.16（试验Ka：盐雾）进行盐雾试验，温度 (35 ± 2) °C，试验以24h为一个循环，共进行7个循环。

6.4.1.3 试验结果

试验结束后，应开启水龙头用水对壳体或样品冲洗5min，用蒸馏水或软化水漂净，再甩动或用吹风机除去水珠，然后将试验样品在正常使用条件下存放2h。

进行目测检查，以确定：

- 没有明显锈痕、破裂或不超过 ISO 4628-3 所允许的 Ri1 锈蚀等级的其它损坏。然而，允许保护层表面的损坏。如果对色漆和清漆有疑问，应参考 ISO 4628-3 验证试样是否符合样品 Ri1；
- 机械完整性没有损坏；
- 密封没有损坏；
- 门、铰链、锁和紧固件工作没有异常。

6.4.2 耐紫外线辐射试验

此试验仅适用于用合成材料制作的或用金属制作但完全用合成材料包覆的，且用于户外安装的汇流设备的壳体和外装部件。这些部件的代表性样品应进行如下试验：

依据GB/T 16422.2 中的方法A进行UV（紫外线）试验；喷水5min，用氙灯烤干25min，进行1000次循环，总共500h。

试验时的温度和湿度值分别为： (65 ± 3) °C和 (65 ± 5) %，除非原始制造商有其它规定。

试验后将样品从试验箱（室）移出。

验证合成材料制成的壳体的抗弯度（依据ISO 178）及摆锤冲击强度（依据ISO 179），是否符合最小保留70%。对于按照ISO 178进行的试验，暴露在UV下的样品应表面朝下，并在不暴露的表面施加压力。对于按照ISO 179进行的试验，在暴露表面施加冲击不应出现凹痕。试验后，样品应经受按6.4.4.2的要求进行灼热丝试验。用金属制作的但完全用合成材料涂敷的壳体，其合成材料的附着（依据ISO 2409）应最少保留50%。

经正常视力或没有附加放大设备的校正视力目测样品应没有可见的裂痕或损坏。

如果原始制造商能够提供来自合成材料供应商的数据，证明同样厚度或较薄的材料满足这些要求，则不需做试验。

6.4.3 阻燃等级试验

由绝缘材料制成的壳体和壳体部件，应依据GB/T 5169.17中可燃性等级5V的规定对壳体进行实验，对于试验的评价，则应按照可燃等级5VB或5VA中的规定执行。如果制造商能够提供来自合成材料供应商的数据，证明同样厚度或较薄的材料满足阻燃性要求，则不需做试验。

6.4.4 绝缘材料耐热和耐着火性能验证

6.4.4.1 球压试验

依据GB/T 5169.21进行绝缘材料耐受正常发热的验证。试验应在一个代表性的样品上进行，样品应从壳体、挡板及带电件支撑件的绝缘材料中各选取一个（相同材料只取一个），热固性材料可免除此试验。

作为一种选择，原始制造商应提供来自绝缘材料供应商的材料适用性数据，以证明符合6.4.2.1的要求。

试验应在一个加热箱（室）内进行，温度要求如下所述：

- 其上需要安装载流部件的部件：(125±2) °C
- 其它部件：(70±2) °C

6.4.4.2 灼热丝试验

依据GB/T 5169.10中的灼热丝试验原理和GB/T 5169.11中给出的详细说明用来验证所用材料的适用性：

- a) 用于汇流设备部件上的材料，或
- b) 从这些部件上提取部件的材料。

试验应在a)或b)部件中最薄的材料上进行。

作为一种选择，原始制造商应提供来自绝缘材料供应商的材料适用性数据，以证明符合6.4.2.2的要求。

该试验的说明见GB/T 5169.11-2006的第4章。所用的设备见GB/T 5169.11-2006的第5章。

灼热丝顶部的温度应如下：

- 其上需要安装载流部件的部件：(960±15) °C；
- 用于嵌入墙内的壳体：(850±15) °C；
- 其它部件，包括需要安装保护导体的部件：(650±10) °C。

如果满足下面情况，则认为样品能够耐受灼热丝试验：

- 没有可见的火焰和持续不断的亮光，或如果
- 样品的火焰在移开灼热丝 30s 之内熄灭。
- 绢纸不应燃烧或松木板不应烧焦。

6.5 电气间隙和爬电距离测定试验

按 GB 7251.1-2005 附录 F 规定的方法测得的电气间隙和爬电距离应符合 5.1.4 的规定。

6.6 连接可靠性试验

6.6.1 端子机械强度试验

试验应采用具有最大截面积合适型号的导体来进行试验。

每个接线端子应接上和拆下导体5次。

对螺纹型接线端子，拧紧力矩应按表4或制造厂规定的力矩的110%（取其大者）来进行试验。

试验应在两个紧固部件上分别进行。

对于可以用螺钉刀或者其他方式（如具有六角头）的螺钉，当表4第II和III列值不同时，应进行两次试验，即对两种拧紧方式分别进行一次试验。当表4第II和第III列之值相同，只需进行螺丝刀拧紧试验。

每次拧紧的螺钉或螺母松掉后，应采用新的导体来进行下一次拧紧试验。

在试验中，紧固部件和接线端子不应松掉并且不应有会影响其进一步使用的损坏，例如螺纹滑牙或者螺钉头的槽、螺纹、垫圈、镲形件的损坏。

6.6.2 防拉拽试验

应使用制造商规定的最小截面积的合适型号的电缆进行试验。用于外部接线的电缆，或在安装和使用过程中需要承受外力的内部电缆，需要承受表17所给定的拉力和位移要求。

表 17 防拉拽测试值

电缆直径 d mm	拉伸要求		
	拉力		允许位移 mm
	小于 25 根导线 N	大于 25 根导线 N	
4≤d≤9	80	60	3
9<d≤12	100	80	
12<d≤20	120	100	5
20<d≤33	150	120	
33<d≤42	200	150	
d≥42	250	200	

6.7 过流保护试验

按5.2的要求检查过流保护装置。

任意选取一个过流保护装置，依据相关产品标准，在规定电流下，规定时间内可靠动作，断开电路。试后更换新的过流保护装置，汇流设备应正常工作。

6.8 接地连续性试验

观察接地标示和接地导线上所标的截面积，应符合5.6.5的相关规定。

应验证汇流设备的不同裸露导电部件是否有效地连接到保护接地端子上，电路的电阻不应超过0.1Ω。

应使用电阻测量仪器进行验证，此仪器至少能输出10A交流或直流电流。在每个裸露导电部件与外部保护导体的端子之间通以此电流。电阻不应超过0.1Ω。

注：有必要限制试验的持续时间，否则，低电流设备可能会受到试验的不利影响。

6.9 介电性能试验

6.9.1 总则

试验时，应将汇流设备内的所有电气设备连接起来，除非根据规定应施加较低试验电压的元器件以及某些施加试验电压后会消耗电流的元器件（如线圈，测量仪器，电涌保护器），则应将它们断开。此类元器件应断开它们的一个接线端，除非它们被设计为不能耐受全试验电压时，才能将所有接线端子都断开。

6.9.2 工频耐受电压试验

主电路以及连接到主电路的辅助电路和控制电路应能承受表11中的试验电压值。不与主电路连接的辅助电路和控制电路，应承受表12中的试验电压值。

试验电压应是频率在45Hz~65Hz之间的近似正弦波，或者直流电压（有可以忽略的纹波）。

开始时施加的试验电压不应超过全试验电压值的50%，然后将试验电压平稳增加至全试验电压值，允许有±3%的误差，维持5(t_0^2)s，试验电压应施加于：

试验时保护接地应断开，除非它本身是试验对象。试验电压施加在：

- 1) 主电路所有极连接在一起（包括与主电路相连的控制电路和辅助电路）与接地外壳之间，此时所有开关器件应处于闭合状态。
- 2) 主电路的每个极与其他极连接在一起并连接至接地外壳之间，此时，所有开关器件应处于闭合状态
- 3) 正常工作不接至主电路的每个辅助电路与以下部位之间：
 - 主电路
 - 其他电路
 - 接地外壳之间

试验过程中，绝缘不被破坏，且不应有击穿放电（见3.1.19）。

用绝缘材料外壳的汇流设备，还应进行一次附加介电试验。在外壳的表面包覆一层能覆盖所有开孔和接缝的金属箔。试验电压应施加于这层金属箔与汇流设备内靠近开孔和接缝的相互连接的带电部件及裸露导电部件之间。对此附加试验，其试验电压应等于表11规定值的1.5倍。

外部操作手柄由绝缘材料制作或包覆的情况下，进行介电试验，应在带电部件和包裹金属片的整个手柄表面之间施加1.5倍的表11给出的试验电压。在此测试期间，汇流设备柜体和接地排（端子）不能接地或连接到其它电路。

6.9.3 冲击耐受电压试验

冲击电压发生器应按表13调整到被试汇流设备所要求的冲击电压值。施加的峰值电压的精度应为±3%。

不与主电路连接的辅助电路应接地。对汇流设备每个极性施加1.2/50μs的冲击电压5次，间隔时间至少为1s。

- 1) 在主电路所有极连接在一起（包括连接到主电路上的控制电路和辅助电路）与接地外壳之间，此时，所有开关器件的主触头应处于闭合状态。
- 2) 在主电路的每个极与其它极连接在一起并接至接地外壳之间，此时，所有开关器件的主触头应处于闭合状态，或由一个合适的低阻导体短接。

试验过程中不应有非正常的击穿放电（见3.1.19）。

6.10 环境试验

6.10.1 交变湿热试验

按照5.9.1要求进行试验。

6.10.2 低温启动及通讯显示试验

汇流设备在无包装，试验温度为-25±3℃或制造商声称的最低温度（低于-25℃时）的环境下，各部件达到热平衡状态，即温度的变化小于1℃/h后，放置2h之后，各开关器件能正常开合5次，汇流设备在输入电压范围的最大值和最小值下能正常启动，智能型汇流设备应能按通讯协议正常接收和发送数据5min，显示功能正常，并记录此期间每种电参数的最大测量偏差（以百分比的形式给出）。

6.10.3 高温工作及通讯显示试验

汇流设备在无包装，试验温度为 $50\pm 3^{\circ}\text{C}$ 或制造商声称的最高温度（高于 $+50^{\circ}\text{C}$ 时）的环境下，各部件达到热平衡状态，即温度的变化小于 1°C/h 后，光伏汇流设备在输入电压范围的最大值和最小值下能正常启动，并正常工作 2h，此期间智能型汇流设备应能按通讯协议正常接收和发送数据，显示功能正常，并记录此期间每种电参数的最大测量偏差（以百分比的形式给出）。

6.10.4 温升试验

按 5.9.4 的规定，汇流设备正常运行时，主要器件和部件的温升应符合表 15 和表 16 的规定。

试验时测温元件应采用温度计、热电偶、热敏元件或其它有效方法。

试验应在额定电流下维持足够的时间以使汇流设备各部位的温度达到热平衡的稳定值。若温度的变化小于 1°C/h ，则认为温升已达到稳定。试验可在降低的电压下进行。

7 试验规则

7.1 试验分类

产品试验分出厂试验和型式试验，试验项目列表见表 18。

表 18 出厂试验和型式试验的项目

序号	试验项目	型式试验	出厂试验	要求	试验方法
1	箱体和结构	√	√	5.1.1	6.2
2	外壳防护等级	√		5.1.2.1	6.3.1
3	冲击	√		5.1.2.2	6.3.2
4	静力载荷	√		5.1.2.3	6.3.3
5	防腐蚀	√		5.1.3.1	6.4.1
6	耐紫外线辐射	√		5.1.3.2	6.4.2
7	阻燃等级	√		5.1.3.3	6.4.3
8	球压试验	√		5.1.3.4.1 5.1.3.4.2	6.4.4.1
9	灼热丝试验	√		5.1.3.4.1 5.1.3.4.3	6.4.4.2
10	电气间隙和爬电距离	√	√	5.1.4	6.5
11	连接可靠性	√		5.1.5	6.6
12	过流保护	√		5.2	6.7
13	接地连续性	√		5.6.5	6.8
14	工频耐受电压	√	√*	5.7.1.1	6.9.1 6.9.2
15	冲击耐受电压	√		5.7.1.2	6.9.1 6.9.3
16	交变湿热	√		5.9.1	6.10.1
17	低温启动及通讯显示	√		5.9.2	6.10.2
18	高温工作及通讯显示	√		5.9.3	6.10.3
19	温升	√		5.9.4	6.10.4

表 18 (续)

序号	试验项目	型式试验	出厂试验	要求	试验方法
20	静电放电抗扰度	√		5.8	F.3.2
21	射频电磁场辐射抗扰度	√			
22	电快速瞬变/脉冲群抗扰度	√			
23	浪涌抗扰度	√			
24	射频传导抗扰度	√			
25	工频磁场抗扰度	√			
26	绝缘电阻		√	7.2.2	6.9.2
27	通讯显示		√	7.2.3	7.2.3
*出厂试验要求与型式试验不同, 见7.2.1。					

7.2 出厂试验

每台汇流设备都应进行出厂试验。一台中有一项性能不符合要求, 即为不合格, 应返工后复试, 复试仍不合格, 则为试验不合格。试验合格后, 填写试验记录并且发给合格证方能出厂。

7.2.1 工频耐受电压

应按照 6.9.2, 对所有电路进行工频耐受电压试验, 但持续时间为 1s。

7.2.2 绝缘电阻

对于 250A 及以下的带进线保护的汇流设备, 绝缘电阻的验证可用至少 500V 的直流的绝缘测量仪器进行测量, 对于高于 250A 的应用至少 1000V 的直流的绝缘测量仪器进行测量。

如果电路与裸露导电部件之间, 每条电路对地之间的绝缘电阻至少为 1000Ω/V, 则认为通过了试验。

7.2.3 通讯显示

试验在周围环境温度下进行, 智能型汇流设备应能按通讯协议正常接收和发送数据, 并检查汇流设备的能正常显示。

8 标志、包装、运输、贮存

8.1 标志

8.1.1 产品标志

8.1.1.1 铭牌

汇流设备的外部适当位置应有铭牌。铭牌内容如下:

产品名称;

产品型号;

额定电压;

支路额定电流;

汇流设备额定电流;

使用温度;

输入路数;

防护等级;

出厂编号；
制造日期；
制造厂名或注册商标。

8.1.1.2 其他产品标志

汇流设备的内部或外部适当位置应有产品电气原理图、适用的光伏组串/子方阵信息（见5.2.4.1和5.2.4.2）

8.1.2 包装标志

汇流设备的外包装上有收发货标志、包装储运标志和警示标志，按 GB/T 191 的有关规定执行。

8.2 包装

8.2.1 随同产品供应的技术文件

安装说明书；
使用说明书；
产品质量合格证；
保修卡；

8.2.2 产品包装

产品包装应符合 GB/T 13384 的有关规定。

8.3 运输

汇流设备在运输过程中不应有剧烈震动、冲击和倒放。

8.4 贮存

产品使用前应放在原包装箱内，存放在空气流通，周围环境温度不超出 $-40^{\circ}\text{C}\sim+70^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于90%，无有害气体和易燃、易爆物品及有腐蚀性物品的仓库里，并且不应受到强烈机械振动、冲击和强磁场作用。

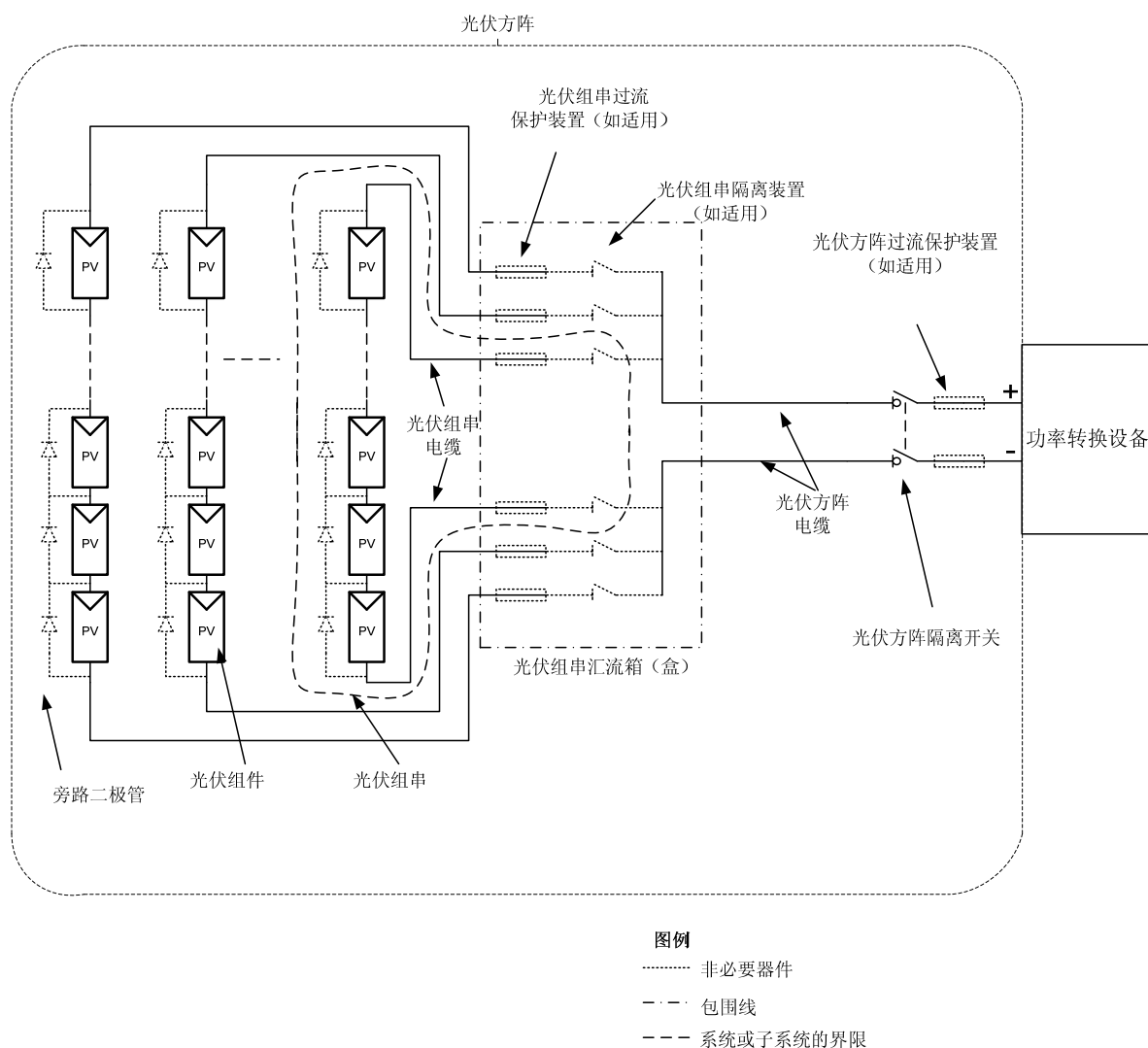
附录 A

(资料性附录)

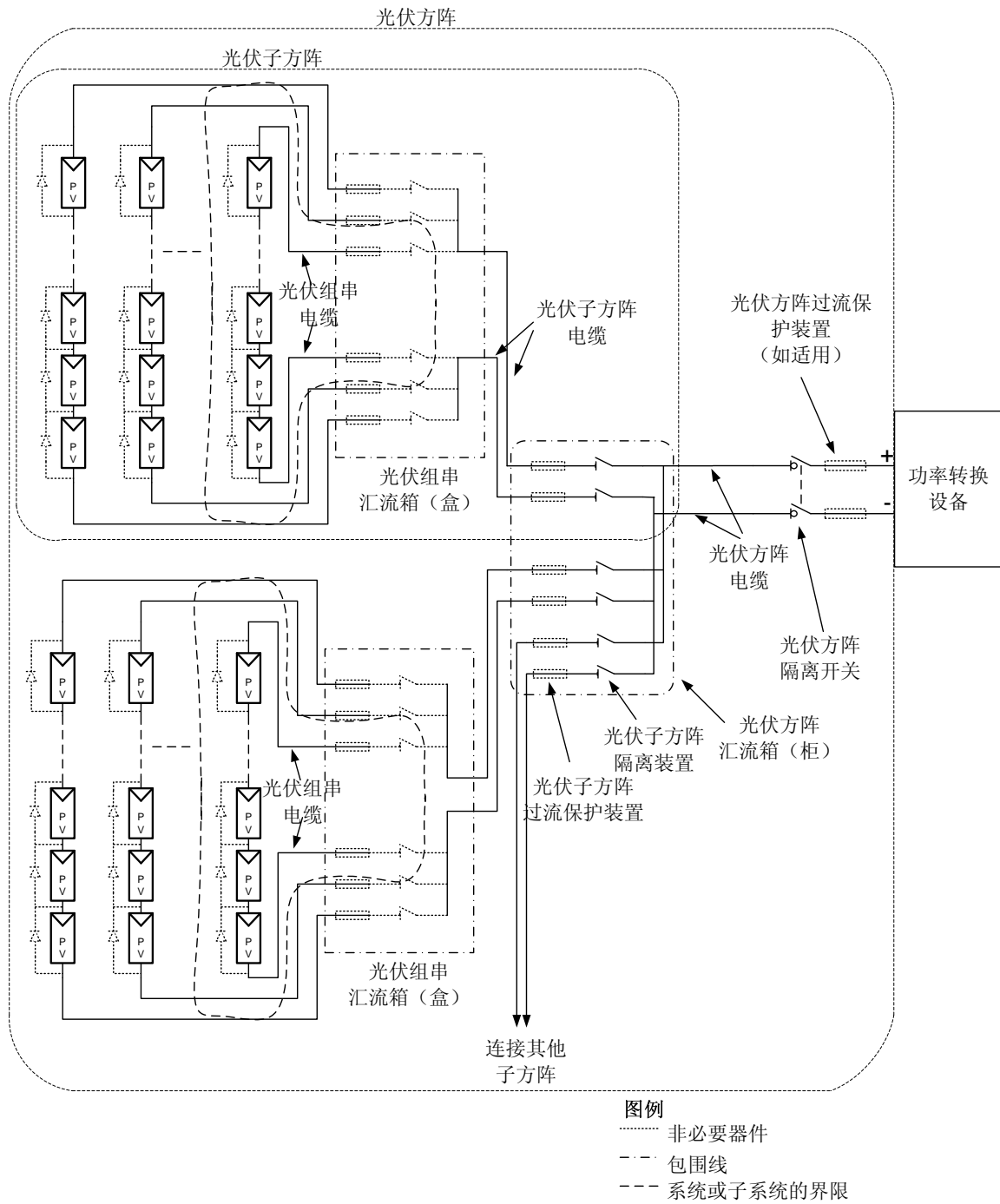
光伏方阵电气结构示例图

本附录给出了两种光伏方阵电气结构示例图，见图A.1和图A.2。

对于具有多个独立MPPT输入的PCE，与每一路输入连接的光伏部分都应被视为独立光伏方阵。对于具有多输入但在PCE内部连接到公共直流母线上，则与每一路输入相连的光伏部分应被视为光伏子方阵。



图A.1 光伏方阵图-多个光伏组串并联情况



图A.2 光伏方阵图-将光伏方阵划分为子方阵的多个组串并联情况

附录 B

(资料性附录)

光伏方阵最大电压

光伏方阵最大电压等于最低预期使用环境温度下的方阵的开路电压。

光伏方阵的最大电压需要根据制造商提供的不同温度下的开路电压的修正说明来计算，若制造商未提供，则单晶和多晶光伏组件的电压修正可依据表B计算，而其他类型的光伏组件必须依据制造商的电压修正说明计算。

表 B 单晶和多晶光伏组件的电压修正因数

预期最低环境温度℃	修正因数
24~20	1.02
19~15	1.04
14~10	1.06
9~5	1.08
4~0	1.10
-1~-5	1.12
-6~-10	1.14
-11~-15	1.16
-16~-20	1.18
-21~-25	1.20
-26~-30	1.21
-31~-35	1.23
-36~-40	1.25

注：在某些地区，暴露在空气中的组件表面温度可能比环境温度低最多5℃。

附录 C

(资料性附录)
SPD 的安装形式

SPD 可按电流支路的结构，如 I、V、Y、L、 Δ 等结构安装（如图 C.1）。

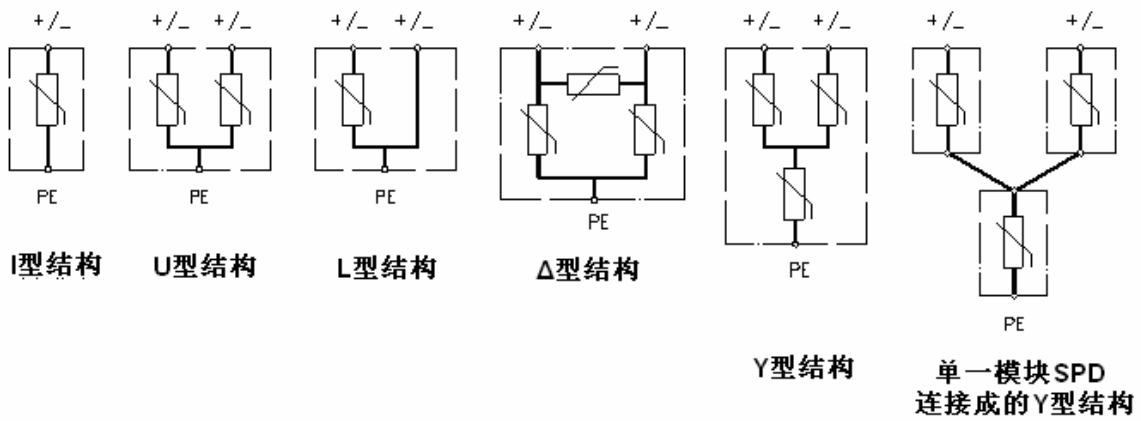


图 C.1 SPD 的安装结构

附录 D

(资料性附录)

防反二极管

(IEC/TS 62548: 2013 附录 C)

D.1 介绍

此资料性附录主要介绍光伏方阵中用于防止反向电流的防反二极管的应用。

D.2 利用防反二极管防止方阵中的过电流/故障电流

在光伏方阵中，加装防反二极管是阻止产生反向电流的一个有效措施。光伏方阵中的过电流/故障电流多是从正常工作的方阵区域流向具有故障的方阵导致的。故障电流是反方向的。如果方阵中加装了参数合适并且功能正常的防反二极管，就能阻止反向电流，且能消除或显著减少故障电流(如图 D.3)。

二极管由于电压击穿导致的失效模式一般是短路模式，短路状态下二极管丧失反向电流阻断作用，导致与之串联的光伏组串暴露在无保护的危险状态下，因此用二极管代替过流保护装置是不可靠的。

D.3 防反二极管在故障情况下的实例

本章节主要展示方阵中几个利用反向二极管避免或显著减小故障电流的事例。

D.3.1 光伏组串短路电流

当光伏组串内出现失效或短路，如图 D.1 (a)，故障电流会绕过故障组件导通，并且来自其它组串的反向故障电流也会流入。如果组串中装有过流保护装置，当此故障电流大于其切断电流时，故障电流可以被切断。但当辐照度较低，电流较小时，过流保护装置不会动作。

如果方阵（每个组串都装有防反二极管）遇到同样的情况，如图 D.1 (b)，防反二极管虽无法切断故障组件周围的电流，但其可以阻断其他组串产生的反向电流而使故障电流显著减少。防反二极管对此类故障的功能对所有系统都有效，无论方阵是否接地或者逆变器是否隔离。

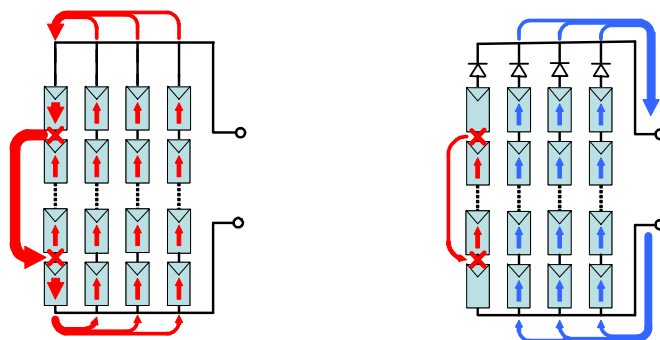
D.3.2 功能性接地方阵中的方阵接地故障

图 D.2 显示了故障电流的路径，这是一个负极功能性接地的系统，其中一个组串出现了接地故障。最坏的情况是接地故障发生在最靠近组串顶部的地方（即距接地点最远端）。在这种情况下防反二极管需安装在组串正极侧。

图 D.3 显示了故障电流的路径，这是一个正极功能性接地的系统，其中一个组串出现了接地故障。最坏的情况是接地故障发生在最靠近组串底部的地方（即距接地点最远端）。在这种情况下防反二极管需安装在组串的负极侧。

D.4 防反二极管技术参数

防反二极管应该满足本技术规范 5.4.4 的要求。

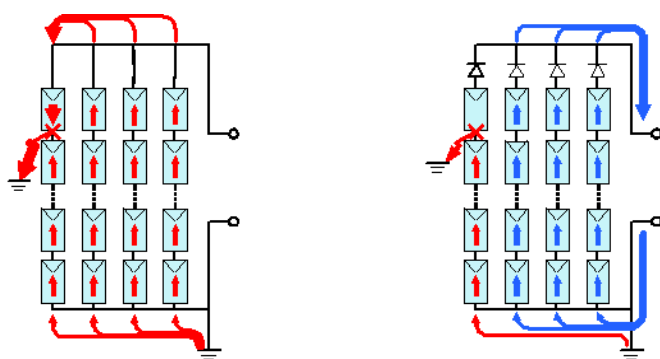


✘：并联起弧点

(a) 不装防反二极管

(b) 每串均加装防反二极管

图 D.1 光伏组串短路时防反二极管的作用

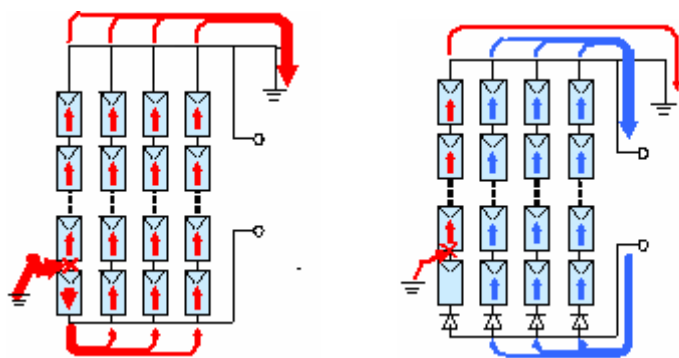


✘：接地故障点

(a) 不装防反二极管

(b) 装防反二极管

图 D.2 -负极接地系统中接地故障情况下防反二极管的功能



✘：接地故障点

(a) 不装防反二极管

(b) 装防反二极管

图 D.3 正极接地系统中接地故障情况下防反二极管的功能

D.5 防反二极管的散热设计

因为防反二极管在正向电流的情况下会导致超过 1V 的电压降,因此需要考虑二极管的散热设计可

靠性。有可能需要散热器来保证防反二极管的温度处于安全限制以内。下边的程序是一个考虑热扩散的设计方法：

通过标准测试条件下的 $I_{SC\ MOD}$ 计算通过最大电流 I_{MAX} ：

$$I_{MAX} = 1.4 \times I_{SC\ MOD} \text{ (根据运行条件, 可选取更高的乘积因子)}$$

通过二极管的工作特点, 根据最大电流 I_{MAX} 得到防反二极管的正常正向导通电压 V_{D_OP} . 计算功率损失 P_{CAL} ：

$$P_{CAL} = V_{D_OP} \times I_{MAX}$$

用如下表达式计算热阻 R_{TH} , 这样防反二极管的结温在任意温度 T_{AMB} 时不至于超过二极管的限制值.

$$R_{TH} = (T_J - T_{AMB}) / P_{CAL}$$

如果要求的热阻小于二极管 PN 结到外壳与外壳到空气的热阻和, 那么就需要加装散热器。

注意：当有可能出现导致组件短路电流增大的情况时（比如积雪导致的光反射），计算 I_{MAX} 时系数要大于 1.4。

附录 E

(资料性附录)

DVC 限值

E.1 DVC的限值

表E.1给出了每个DVC等级的电压限值。

表 E.1 决定电压等级的限值的汇总表

电压等级 DVC	工作电压的限值 V		
	交流电压 (r.m.s) U_{ACL}	交流电压 (peak) U_{ACPL}	直流电压 (r. m. s) U_{DCL}
A*	≤ 25 (16)	≤ 35.4 (22.6)	≤ 60 (35)
B	> 25 和 ≤ 50 (> 16 和 ≤ 33)	> 35.4 和 ≤ 71 (> 22.6 和 ≤ 46.7)	> 60 和 ≤ 120 (> 35 和 ≤ 70)
C	> 50 (> 33)	> 71 (> 46.7)	> 120 (> 70)

括号中的值适用于安装在潮湿场所的电线和部件。
*允许DVC-A电路在故障状态下的电压升到DVC-B限值，但最多0.2S。

注：这只是DVC等级的介绍，更多信息（如何确定电路DVC等级）请参考IEC 62109-1。

附录 F

(规范性附录)

电磁兼容性 (EMC)

(IEC 61439-1: 2009 附录 J)

F.1 术语和定义

下面的术语和定义适用于本附录。

F.1.1

端口 port

专用元器件与外部电磁环境之间的特殊界面。

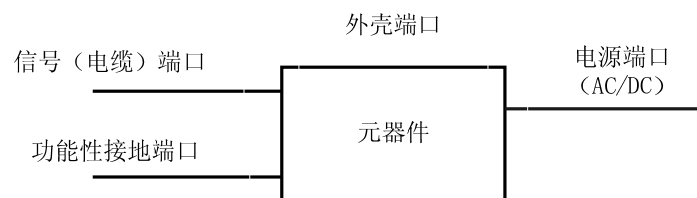


图 F.1 端口的示例

F.1.2

外壳端口 enclosure port

元器件的实际边界, 电磁场可通过这个边界辐射或侵害。

F.1.3

功能性接地端口 functional earth port

该端口不同于信号、控制或电源端口, 它用于提供除了电气安全目的以外的接地。

F.1.4

信号端口 signal port

该端口有连接元器件的导线或电缆用于传输数据的信息。

注: 例如数据总线、通信网络、控制网络。

F.1.5

电源端口 power port

该端口有连接元器件的导线或电缆, 用于提供一个或组合在一起的多个元器件运行时所需的主要电源。

F.2 总则

对属于本规范范围的大多数汇流设备, 应考虑下面的两种环境条件:

——A类环境；

——B类环境。

A类环境：主要与低压非公共电网或工业电网有关，包括强骚扰源。

注1：A类环境符合 CISPR 11 中的设备等级 A 和 IEC 61000-6-4。

注2：工业场所表现为以下一种或几种特性：

—— 工业、科研和医疗设备，例如：存在着工作机械；

—— 频繁切换的大感性或容性负载；

—— 大电流及所产生的磁场。

B类环境：主要与低压公共电网有关，例如：在居民区、商业区和轻工业区安装使用。本环境不包含强骚扰源，如：焊机。

注1：B类环境符合 CISPR 11 中的设备等级 B。

注2：下面列表虽然不全面，但给出了包含的指定场所。

—— 居民区，例如住宅、公寓；

—— 零售店，例如商店、超市；

—— 商业建筑，例如办公室、银行；

—— 公共娱乐场所，例如电影院、公共酒吧、舞厅；

—— 户外场所，例如加油站、停车场、体育中心；

—— 轻工业场所，例如车间、实验室、服务中心。

汇流设备制造商应指出其汇流设备所适合的环境类别，是A类环境和/或B类环境。

F.3 EMC试验

汇流设备内的功能单元应依据相关EMC标准（见表F.1、F.2、F.3）进行抗干扰试验

F.3.1 非智能型光伏汇流设备

无需试验；

F.3.2 智能型光伏汇流设备

装置使用完全由无源部件（例如二极管、电阻器、压敏电阻、电容器、电涌保护器、电感）构成的电子电路时，可以不进行EMC试验。

试验应依据相应的A类环境和/或B类环境，表F.1、F.2给出了数值，表F.3给出了验收准则。

表 F.1 A类环境中对 EMC 抗扰度的试验

试验项目	所要求的试验等级	验收准则 ^c
静电放电抗扰度试验 GB/T 17626.2	±8kV/空气放电或±4kV/接触放电	B
射频电磁场辐射抗扰度试验 GB/T 17626.3 从 80MHz 到 1GHz 和 从 1.4GHz 到 2GHz	在外壳端口 10V/m	A
电快速瞬变/脉冲群抗扰度试验 GB/T 17626.4	电源端口 ±2kV 信号端口包括辅助电路和功能接地 ±1kV	B

表 F.1 (续)

试验项目	所要求的试验等级	验收准则 ^c
1.2/50 μ s 和 8/20 μ s 浪涌抗扰度试验 GB/T 17626.5 ^a	电源端口 (线对地) ± 2 kV 电源端口 (线对线) ± 1 kV 信号端口 (线对地) ± 1 kV	B
射频传导抗扰度试验 GB/T 17626.6 从 150kHz 到 80MHz	电源端口, 信号端口和功能接地 10V	A
工频磁场抗扰度试验 GB/T 17626.8	30A/m ^b 在外壳端口	A
^a 对于额定电压小于或等于 24VDC 的设备和/或输入/输出端口, 无试验要求。 ^b 仅适用于汇流设备中包含易受工频磁场影响的器件。 ^c 验收准则与环境无关, 见表 F.3。 ^d 仅适用于电源输入端口。		

表 F.2 B 类环境中对 EMC 抗扰度的试验

试验项目	所要求的试验等级	验收准则 ^c
静电放电抗扰度试验 GB/T 17626.2	± 8 kV/空气放电 或 ± 4 kV/接触放电	B
射频电磁场辐射抗扰度试验 GB/T 17626.3 从 80MHz 到 1GHz 和从 1.4GHz 到 2GHz	外壳端口 3V/m	A
电快速瞬变/脉冲群抗扰度试验 GB/T 17626.4	电源端口 ± 1 kV 信号端口包括辅助电路和功能接地 ± 0.5 kV	B
1.2/50 μ s 和 8/20 μ s 浪涌抗扰度试验 GB/T 17626.5 ^a	± 0.5 kV (线对地) 用于信号和电源端口, 除主电源外, 输入端口应用 ± 1 kV (线对地) ± 0.5 kV (线对线)	B
射频传导抗扰度试验 GB/T 17626.6 从 150kHz 到 80MHz	电源端口、信号端口、和功能接地 3V	A
工频磁场抗扰度试验 GB/T 17626.8	3A/m ^b 在外壳端口	A
^a 对于额定电压小于或等于 24VDC 的设备和/或输入/输出端口, 无试验要求。 ^b 仅适用于汇流设备中包含易受工频磁场影响的器件。 ^c 验收准则与环境无关, 见表 F.3。 ^d 仅适用于电源输入端口。		

表 F.3 电磁骚扰出现时的验收准则

项目	验收准则 (试验期间性能准则)	
	A	B
一般性能	工作特性无明显变化 正常运行	可自恢复的性能暂时降低或丧失
电源电路和辅助电路的运行	正常运行	可自恢复的性能暂时降低或丧失 ^a
显示和控制板的运行	目测显示信息无变化。 仅发光二极管有轻微的亮度变化或轻微的字 符移动	短暂的可视变化或信息丢失。发光二极管非 正常发光。
信息处理和检测功能	与外部设备的通信和数据交换未受影响	暂时的通信故障，可能造成内部和外部设备 出错。

^a 在产品标准中，应详细给出规定要求。