

户用并网光伏发电系统电气安全设计 技术要求

Technical requirements for electrical safety design of residential
photovoltaic grid-connected power system

地方标准信息服务平台

2019 - 12 - 25 发布

2020 - 04 - 01 实施

北京市市场监督管理局 发布

目 次

目 次..... 1

前 言..... 11

1. 范围..... 1

2. 规范性引用文件..... 1

3. 术语和定义..... 2

4. 安全要求..... 2

4.1 系统电压 2

4.2 系统对地关系 2

4.3 交直流电路的隔离 2

4.4 电击防护 2

4.5 绝缘故障保护 3

4.6 过电流保护 4

4.7 雷击和过电压防护 5

4.8 快速关断 6

5. 设备及器件要求..... 6

5.1 设备要求 6

5.2 器件要求 6

5.3 位置及安装要求 9

6. 标识与文件..... 14

6.1 标识要求 14

6.2 光伏安装标识 14

6.3 光伏设备的标识 14

6.4 隔离装置的标识 14

附录 A （资料性附录） DVC 限值..... 15

参考文献..... 16

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由北京市发展和改革委员会提出并归口。

本标准由北京市发展和改革委员会组织实施。

本标准主要起草单位：北京鉴衡认证中心有限公司、河北因能科技股份有限公司、江苏天合智慧分布式能源有限公司、国华能源投资有限公司。

本标准主要起草人：王芳、郁灿、纪振双、崔胜波、王勇、张伟、王军、李杰、王玉梅。

地方标准信息服务平台

户用并网光伏发电系统电气安全设计技术要求

1. 范围

本标准规定了户用并网光伏发电系统的电气安全设计的系统电压、系统对地关系、交直流电路的隔离、电击防护、绝缘故障保护、过电流保护、雷击和过电压防护、快速关断、设备及器件要求和标识与文件的技术要求。

本标准适用于户用并网光伏发电系统的电气安全设计技术要求。

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 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 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/T 13955 剩余电流动作保护装置安装和运行

GB/T 14048.1 低压开关和控制设备 第1部分：总则

GB/T 14048.2 低压开关和控制设备 第2部分：断路器

GB/T 14048.3 低压开关和控制设备 第3部分：开关、隔离器、隔离开关以及熔断器组合电器

GB/T 16895（所有部分），低压电气装置

GB/T 16895.3 低压电气装置 第5-54部分：电气装置的选择和安装 接地配置和保护导体

GB/T 16895.21-2011 低压电气装置 第4-41部分：安全防护 电击防护

GB/T 18802.1 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 18802.12 低压电涌保护器（SPD）第12部分：低压配电系统的电涌保护器 选择和使用导则

GB/T 21714（所有部分） 雷电防护

GB/T 33342-2016 户用分布式光伏发电并网接口技术规范

GB/T 34933 光伏电站汇流箱检测技术规范

GB/T 34936 光伏电站汇流箱技术要求

GB 50054 低压配电设计规范

GB 50057 建筑物防雷设计规范

GB 50169 电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范

GB 50217 电力工程电缆设计规范

NB/T 32004 光伏发电并网逆变器技术规范

NB/T 42073-2016 光伏发电系统用电缆

NB/T 42142 光伏并网微型逆变器技术规范

JB/T 12762 自恢复式过欠压保护器

IEC 61215（所有部分）地面用光伏组件-设计鉴定和型式批准（Terrestrial photovoltaic (PV) modules - Design qualification and type approval）

IEC 61730（所有部分）光伏组件安全鉴定（Photovoltaic (PV) module safety qualification）

IEC 61730-2 光伏组件安全鉴定—第2部分：试验要求（Photovoltaic (PV) module safety qualification

- Part2: Requirements for testing)

IEC 62852 光伏系统中直流用连接器—安全要求和试验 (Connectors for DC-application in photovoltaic systems – Safety requirements and tests)

UL 790 屋顶材料火灾试验标准试验方法 (Standard for Standard Test Methods for Fire Tests of Roof Coverings)

3. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

户用并网光伏发电系统 residential grid-connected PV system

在居民固定建筑物、构筑物及附属场所建设,并以220V/380V接入用户侧电网或公共电网运行的光伏发电系统。

3.2

决定电压分级 decisive voltage classification, DVC

在预期的最坏额定运行条件下,光伏方阵的任意两个带电部件间或带电部件与大地之间的持续最高电压。

4. 安全要求

4.1 系统电压

户用并网光伏发电系统的最大系统电压应不大于1000V DC。最大系统电压等于最低预期工作温度修正后的光伏方阵开路电压。最低预期工作温度下的电压修正系数应根据组件制造商的产品说明书进行计算。

4.2 系统对地关系

光伏方阵对地关系和接地位置应根据光伏发电系统所连接的组件和逆变器的制造商要求确定,具体要求如下:

- a) 只有光伏方阵通过逆变器内部或外部隔离变压器与电网进行基本隔离时,光伏方阵的正极或负极导体才可进行功能接地。由变压器提供隔离时,应保证没有其他设备和逆变器连接到同一线圈;
- b) 在没有基本隔离的系统中,可通过逆变器内部的固定连接经由中性导体将光伏方阵的正极或负极导体接地。

4.3 交直流电路的隔离

除满足 GB/T 16895 的具体要求外,交流和直流电路的隔离应符合不同电压等级的隔离要求,且应清晰地标识不同类型的电路。

4.4 电击防护

4.4.1 直流侧应至少提供下列防护措施之一:

- a) 带电部分与大地之间采用双重或加强绝缘,应满足GB/T 16895.21-2011条款412的要求,且组

件、接线盒、连接器、电缆等直流侧设备（直至逆变器直流端口之前）应满足Ⅱ级或等效绝缘。

- b) 采用安全特低电压电路，应满足GB/T 16895.21-2011条款414的要求。

4.4.2 交流侧应同时提供下列防护措施：

- a) 带电部分与大地之间应采用基本绝缘作为基本的防护；
- b) 采用保护等电位连接并且在故障的情况下自动切断电源作为故障情况下的防护，应满足GB/T 16895.21-2011条款411的要求。

4.5 绝缘故障保护

4.5.1 光伏方阵分类

绝缘故障的保护方式取决于光伏方阵对地的关系，光伏方阵分类如下：

- a) 非隔离型光伏方阵：光伏方阵非功能接地，方阵与电网不隔离；
- b) 功能接地光伏方阵：光伏方阵功能接地，方阵与电网隔离；
- c) 非参考接地光伏方阵：光伏方阵非功能接地，方阵与电网隔离。

4.5.2 光伏方阵绝缘电阻探测

户用并网光伏发电系统在运行前，应对光伏方阵和地之间的绝缘电阻进行探测。

户用并网光伏发电系统在运行过程中应至少每 24 小时探测一次，探测过程中允许断开光伏方阵的功能接地连接。

当探测到光伏方阵与地间的绝缘电阻小于 $U_{\max pv}/30\text{mA}$ （ $U_{\max pv}$ 指光伏方阵最大输出电压）时，非参考接地光伏方阵应指示故障，非隔离型光伏方阵和功能接地光伏方阵应指示故障并进行如下故障动作：

- a) 非隔离型光伏方阵：关闭逆变器且将逆变器与交流电路或光伏方阵所有极断开，或将光伏方阵故障部分的所有极从逆变器断开；
- b) 功能接地光伏方阵：关闭逆变器且将光伏方阵所有极从接地断开，或将光伏方阵故障部分的所有极从接地断开。

在所有绝缘故障情况下，绝缘电阻探测可继续，如果光伏方阵的绝缘电阻恢复到高于 $U_{\max pv}/30\text{mA}$ ，则故障指示可停止，并且系统可恢复正常工作。

4.5.3 残余电流监控保护

4.5.3.1 由非隔离型光伏方阵组成的光伏发电系统应具备残余电流监控保护功能。由功能接地光伏方阵组成的光伏发电系统如果不具备接地故障中断措施，则应具备残余电流监控保护功能。

4.5.3.2 残余电流监控系统应能检测总的直流和交流残余电流有效值，当监测到的连续残余电流超过以下限值时，系统应在 0.3s 内断开，且应根据 4.5.5 要求指示故障：

- a) 对于连续输出功率 $\leq 30\text{kVA}$ 的逆变器，最大电流为 300mA；
- b) 对于连续输出功率 $> 30\text{kVA}$ 的逆变器，最大电流为 10mA/kVA。

4.5.3.3 当残余电流超过限值时，非隔离型光伏方阵和功能接地光伏方阵应指示故障并进行如下故障动作：

- a) 非隔离型光伏方阵：关闭逆变器并且将交流电路或光伏方阵所有极从逆变器断开，或将光伏方阵的故障部分的所有极从逆变器断开；
- b) 功能接地光伏方阵：将光伏方阵故障部分的所有极从逆变器断开；或断开功能接地连接，允许与交流电路连接。

如果光伏方阵的绝缘电阻值高于 $U_{\max pv}/30\text{mA}$ ，系统可尝试重新连接。

4.5.4 功能接地光伏方阵接地故障中断措施

由功能接地光伏方阵组成的光伏发电系统如果不具备残余电流监控保护功能，则功能接地光伏方阵应具备接地故障中断措施。

如果光伏方阵通过高阻抗进行功能性接地，使得由单一故障导致的通过方阵功能接地路径的最大电流小于表1的限值，则不需要接地故障中断措施。

当直流侧出现接地故障时，器件应能自动中断功能接地导体中的故障电流，且应同时满足以下要求：

- a) 额定电压应能满足光伏方阵最大开路电压；
- b) 分断能力不低于光伏方阵最大短路电流；
- c) 额定电流不超过表 1 限值。

表1 接地故障中断装置的额定电流

标准测试条件下光伏方阵的额定功率 kW	额定电流 I_n A
>0 且 ≤25	1
>25 且 ≤50	2
>50 且 ≤100	3
>100 且 ≤250	4
>250	5

额定电流 “ I_n ” 适用于熔断器和断路器，当故障电流为 $130\%I_n$ 至 $140\%I_n$ 时应断开， $135\%I_n$ 时，应 60 分钟内断开； $200\%I_n$ 时，应 2 分钟内断开。如果通过电流传感器和自动断开装置实现接地故障中断功能，则设置值可与表1中的 I_n 值不同，故障电流在 $135\%I_n$ 时系统应在 60 分钟内断开， $200\%I_n$ 时系统应在 2 分钟内断开。

4.5.5 接地故障指示

光伏发电系统应具备本地或远程接地故障指示功能，需选用合适的故障指示方式。

接地故障恢复后，如果系统具备故障记录功能，则故障指示可自动复位，如果系统不具备故障记录功能，则故障指示应一直保持。

4.6 过电流保护

4.6.1 一般要求

过电流保护装置中的熔断器应符合 GB/T 13539.6，其他设备应符合 GB 10963 的要求。过电流保护装置应不超过电缆的电流承载能力、组件最大反向电流和其他设备的最大电流。

当使用具有过流保护功能的断路器时，其提供的断开措施应满足 5.3.1 的要求。

4.6.2 光伏组串过电流保护

当两个或两个以上的光伏组串连接到同一路 MPPT 时，每一光伏组串都应装有过电流保护装置，过电流保护装置的标称额定电流 I_n 应满足式（1）和（2）的要求：

$$1.5 \times I_{SC_MOD} < I_n < 2.4 \times I_{SC_MOD} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{且 } I_n \leq I_{MOD_MAX_OCPR} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$I_{SC\ MOD}$ ——在标准测试条件下，组件或光伏组串的短路电流，单位为安培（A）；

$I_{MOD_MAX_OCPR}$ ——IEC 61730-2中规定的组件的最大过流保护值，通常组件制造商规定为“最大串联熔断器值”，单位为安培（A）。

4.6.3 光伏子方阵过电流保护

当两个或两个以上的光伏子方阵连接到同一逆变器时，应为光伏子方阵提供过电流保护，过电流保护装置的标称额定电流值 I_n 应满足式（3）的要求：

$$1.25 \times I_{SC\ S-ARRAY} < I_n \leq 2.4 \times I_{SC\ S-ARRAY} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$I_{SC\ S-ARRAY}$ ——标准测试条件下光伏子方阵的短路电流，单位为安培（A）。

$$I_{SC\ S-ARRAY} = I_{SC\ MOD} \times N_{SA} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

N_{SA} 为光伏子方阵中并联光伏组串的总数量。

4.6.4 光伏方阵过电流保护

对于在故障条件下可能会有来自其他电源的电流注入光伏方阵时，应提供光伏方阵过电流保护。光伏方阵过电流保护装置额定电流 I_n 应满足式（5）的要求：

$$1.25 \times I_{SC\ ARRAY} < I_n \leq 2.4 \times I_{SC\ ARRAY} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$I_{SC\ ARRAY}$ ——标准测试条件下光伏方阵的短路电流， $I_{SC\ ARRAY} = I_{SC\ MOD} \times N_A$ ，单位为安培（A）。其中， N_A 为光伏方阵中并联光伏组串总数量。

4.6.5 过电流保护装置位置

过电流保护装置应安装在易于更换处，具体应满足：

- 组串过电流保护装置，应安装在组串电缆与子方阵或方阵电缆连接处，或安装在组串汇流装置处；
- 子方阵过电流保护装置，应安装在子方阵电缆与方阵电缆连接处，或安装在子方阵汇流装置处；
- 方阵过电流保护装置，应安装在方阵电缆与逆变器的连接处。

对于包含功能接地的系统，组串和子方阵电缆的过流保护装置应安装在所有未接地导体中。

对于只有两个带电导体没有功能接地的系统，如果在组串电缆和子方阵电缆间有物理隔离措施，或者没有子方阵且没有子方阵电缆时，系统的过电流保护装置仅需要放置在组串电缆或子方阵电缆的一个未接地的带电导体上，该导体应和其他需要保护的所有电缆极性相同。

浮地系统可使用单极过电流保护装置。

4.7 雷击和过电压防护

4.7.1 一般规定

应根据 GB/T 21714.3 和 GB 50057 安装防雷保护系统，或将光伏发电系统适当的整合到已安装雷电防护系统（LPS）。

对于组件带金属边框的系统，组件边框和支架可连接到建筑物原有接地系统，或者通过引下线和接地极连接。当组件边框作为接闪器时，则应满足 GB 50169 中的要求。

对于组件无边框的系统，光伏支架可连接到建筑物原有接地系统，或通过引下线和接地极接地。

4.7.2 防雷接地连接

接地干线应在不同的两点及以上与接地网连接或与原有建筑屋顶防雷接地网连接。

接地干线（网）连接、接地干线（网）与屋顶建筑防雷接地网的连接应牢固可靠。铝型材连接需刺破外层氧化膜；当采用焊接连接时，焊接质量应符合要求，焊接点应做好防腐防锈处理。

带边框的组件、支架、电缆的金属外皮、金属保护管线、桥架、电气设备外壳导电部分应与接地干线（网）牢固连接，连接处应做好防腐防锈处理。

接地线不应做其他用途，接地电阻应不大于 $4\ \Omega$ 。

4.7.3 过电压保护

4.7.3.1 一般规定

安装于同一光伏组串的正极和负极电缆、主方阵电缆应采用集束安装，以避免系统中产生环路。所有相关的接地/连接导体也应集束安装。

光伏方阵外的电缆应增加 PVC 套管防护。

应通过适当的设计和安装通风口将导管或线槽中积累的水或冷凝液排出。

应根据 GB/T 21714 系列标准来评估浪涌保护器的必要性，宜在逆变器直流电缆末端、光伏方阵的带电导体间以及带电导体和大地之间安装浪涌保护器，并采取适当的防护措施。

4.7.3.2 浪涌保护器 (SPD)

一般逆变器中会安装 SPD，但系统也可根据需要安装分散的 SPD，此时应保证多个 SPD 的匹配性。SPD 应尽可能靠近被保护的设备。

4.8 快速关断

光伏发电系统电路宜具备快速关断功能。

快速关断功能是以距离光伏方阵 305mm 为边界，在快速关断装置启动后 30s 内，边界范围外电压降低到 30V 以下，边界范围内电压降低到 80V 以下。

5. 设备及器件要求

5.1 设备要求

组件应满足 IEC 61215、IEC 61730 的要求，并应通过 UL790 的料块燃烧和火烧蔓延测试，防火等级达到 C 级及以上。

逆变器应满足 NB/T 32004 的要求，微型逆变器应满足 NB/T 42142 或其他相关标准的要求。

汇流箱应满足 GB/T 34933、GB/T 34936 的要求，进出线口应有防火泥封堵。

并网箱应满足 GB/T 33342 的要求，进出线口应有防火泥封堵。

5.2 器件要求

5.2.1 一般规定

所有直流元器件应符合下列要求：

- 额定电压不小于光伏方阵最大电压；
- 额定电流不小于表 2 中给出的值，且应满足最高预期电流的要求；
- IP 防护等级适用其所在位置和环境；
- 温度等级适用其所在位置和环境；

- e) 可保证系统寿命期间接触压力的端子和连接设备。

5.2.2 断路器

5.2.2.1 光伏方阵中用于过电流保护的断路器应满足以下要求：

- a) 符合 GB/T 14048.2 或 GB 10963.2；
- b) 无极性；
- c) 能切断满载和预期故障电流；
- d) 额定值应满足 4.6 的要求。

5.2.2.2 光伏发电系统并网接口的断路器应满足 GB/T 33342-2016 中 6.1 的要求。

5.2.3 熔断器

5.2.3.1 熔断器应满足以下要求：

- a) 可切断来自于光伏方阵和电网的故障电流；
 - b) 短路和过载电流保护类型满足 GB/T 13539.6 中 gPV 型的要求。
- 当熔断器用于过流保护时，宜使用熔断器式隔离开关（熔断器组合电器）。

5.2.3.2 熔断器底座和熔断器支持件应满足以下要求：

- a) 额定电流不小于相匹配的熔断体；
- b) 不改变熔断体额定值或特性；
- c) 防护等级不低于 IP2X，且能满足安装地的防护等级要求。

5.2.4 隔离器和隔离开关

5.2.4.1 隔离器应满足以下要求：

- a) 在连接和断开状态下，无裸露的带电金属部件；
- b) 额定电流不小于所关联的过电流保护装置，或无过电流保护装置时，额定电流不小于安装电路的最小电流承载能力，参考表 2。

5.2.4.2 隔离开关应符合 GB/T 14048.1 和 GB/T 14048.3 的要求，且应有独立的手动操作机构。光伏方阵隔离开关应切断所有导体(包括功能接地导体)。

5.2.4.3 起保护和/或隔离作用的负荷开关，应满足以下要求：

- a) 无极性；
- b) 可切断满载电流；
- c) 可切断来自于光伏方阵和电网的故障电流；
- d) 当关联过电流保护装置时，额定值应满足 4.6 的要求；
- e) 可切断所有带电导体。

5.2.4.4 如能确保同等安全水平，也可使用带载切断插头。只有具有特殊结构的插头和插座才能安全切断负载。

5.2.5 插头、插座和连接器

直流侧的插头、插座和连接器应满足如下要求：

- a) 满足 IEC 62852 或等同标准；

- b) 在连接和断开状态下应防止接触带电部件；
- c) 与所安装线路的电缆相匹配；
- d) 如可被非专业人员接触，则要求两个不关联的操作才能解锁分离；
- e) 如果是多极的，应有极性区别；
- f) 电压高于 DVC-A 的系统，应符合电击防护 II 类；
- g) 安装方式应尽可能减少连接器的应变；
- h) 连接家用设备和低压交流电源的插头和插座不应用于光伏方阵中。

注：DVC 限值参见附录 A。

5.2.6 防反二极管

若使用防反二极管，应满足以下要求：

- a) 额定电压至少为光伏方阵最大电压的 2 倍；
- b) 防反二极管的额定电流至少为被保护电路在 STC 下的短路电流的 1.4 倍，即：
 - 1) 对光伏组串：1.4 倍的组件短路电流；
 - 2) 对光伏子方阵：1.4 倍的光伏子方阵短路电流；
 - 3) 对光伏方阵：1.4 倍的光伏方阵短路电流。
- c) 安装后无裸露的导电部件；
- d) 应带防护以避免环境因素引起的衰退。

防反二极管不可替代过流保护装置。

当雪或其他环境的反射可能造成组件产生较大短路电流时，计算防反二极管的额定电流的修正因子应大于 1.4。防反二极管的额定电流由气候条件等确定。

5.2.7 电涌保护器 (SPD)

直流侧电涌保护器应满足 GB/T 18802.31 或等同标准的要求。交流侧电涌保护器应根据 GB/T 18802.12 进行选择，并满足 GB/T 18802.1 或同类标准的要求。直流电缆长度不大于 1.5m 时，可不加装直流侧浪涌保护器。

5.2.8 剩余电流动作保护器

光伏发电系统应在并网点安装剩余电流保护装置，并应符合 GB/T 13955 和 GB 50054 的相关要求。

5.2.9 自恢复式过欠压保护器

若使用自恢复式过欠压保护器，应满足 JB/T 12762 的要求。

5.2.10 电缆

5.2.10.1 一般规定

光伏直流电缆应满足 NB/T 42073 或其他相关标准的要求，光伏方阵电缆的额定电压应不低于光伏方阵最大电压值，额定温度范围应能满足光伏发电系统的使用条件。交流电缆应选用 C 类及以上的阻燃电缆。

光伏组串、光伏子方阵和光伏方阵的电缆规格应根据以下要素确定：

- a) 所用的过电流保护额定值；
- b) 电路最小额定电流（见表 2）；
- c) 电压降和预期故障电流；

应根据 4.6 确定过电流保护，且电缆应能承受经最近过电流保护装置流入的最坏情况电流（来自远

处方阵部分）和与之相邻的并联组串产生的最坏情况电流的叠加值。

5.2.10.2 载流量

电缆的载流量应大于表 2 的电路最小电流，安装地点和安装方式造成的电缆的降额因数应根据 GB/T 16895.6 确定。电缆的选择和敷设应满足 GB 50217 的要求。

在确定电缆额定值时应考组件的实际短路电流值与标称值之间的差异。

表2 电路最小电流

相关 电路	保护类型	最小电流 电缆横截面积和/或其他电路额定值选择的依据 ^{a b}
光伏 组串	无光伏组串过电流保护	方阵只包含一组串时的最小电流值： $1.25 \times I_{SC_MOD}$ 其他情况时的最小电流值： $I_n + 1.25 \times I_{SC_MOD} \times (S_{PO} - 1)$ 其中： I_{SC_MOD} ——组件或光伏组串短路电流； I_n ——最近的下游过电流保护装置的额定电流； S_{PO} ——最近的过电流保护装置下并联光伏组串总数。 最近的下游过电流保护装置可以是子方阵保护，如果没有，则可以是方阵过电流保护；当整个方阵中无过电流保护，则 S_{PO} 是整个方阵中并联组串总数，且最近的过电流保护装置的额定电流 I_n 取 0。
	有光伏组串过电流保护	光伏组串过电流保护装置的额定电流 I_n
光伏 子方 阵	无光伏子方阵过电流保护	取下列两者中的大值： a) 光伏方阵过电流保护装置的额定电流 $I_n + 1.25 \times$ 所有其他子方阵短路电流之和， 当光伏方阵无过电流保护时，则 I_n 取 0； b) $1.25 \times I_{SC_S-ARRAY}$ （相关方阵）。
	有光伏子方阵过电流保护	光伏子方阵过电流保护装置的额定电流 I_n
光伏 方阵	无光伏方阵过电流保护	$1.25 \times I_{SC_ARRAY}$
	有光伏方阵过电流保护	光伏方阵过电流保护装置的额定电流 I_n
a 靠近或与组件相连的电缆最低工作温度可等于最大预期环境温度 +40℃。		
b 确定电缆额定值时应考虑安装地点和安装方式。根据安装方式确定额定值时应考虑电缆制造商的建议。		

逆变器在故障情况下会向光伏方阵反灌电流，所有电路额定电流的计算均应考虑反灌电流值，并加到由表 2 算得的电路额定值中。

5.3 位置及安装要求

5.3.1 隔离方式

5.3.1.1 一般要求

应根据表 3 确定光伏方阵的隔离方式。
逆变器的断开装置应可接近并符合隔离开关的要求。

5.3.1.2 逆变器的隔离开关

5.3.1.2.1 通过直接更换设备进行维修的逆变器，应采用如下隔离方式之一：

- a) 邻近的物理上独立的隔离开关；
- b) 与逆变器机械相连的隔离开关，逆变器从包含隔离开关的部分移除时无电击风险；
- c) 安装在逆变器内部的隔离开关，此时逆变器的隔离措施只在隔离开关处于断开位置时才可操作，逆变器的可维修部分才能断开或拆卸；
- d) 安装在逆变器内部的隔离开关，此时逆变器的隔离措施仅通过工具才能操作，并且标注易见的警告标识或文字说明。

5.3.1.2.2 通过更换内部元器件进行维修的逆变器，隔离开关的安装应使逆变器的维修不会导致电击危险。此隔离开关可与逆变器在同一外壳中。

5.3.1.2.3 直流线缆长度 $\leq 1.5\text{m}$ 时，可不采取隔离措施。

5.3.1.3 安装

用作过电流保护的适当额定值的断路器也可提供带载分断隔离功能。
其他符合 5.2.2 特性的断开隔离装置也可作为隔离措施。

表3 光伏方阵安装所规定的隔离装置

光伏方阵电压	电路或子电路	隔离方式	规定
DVC-A	组串电缆	隔离装置	推荐 ^a
	子方阵电缆	隔离装置	要求
	方阵电缆	隔离开关	要求
DVC-B 和 C	组串电缆	隔离装置 ^a	推荐 ^a
	子方阵电缆	隔离装置 ^a	要求
		隔离开关	推荐
	方阵电缆	隔离开关	要求
a 带护套（触摸安全）的插头插座连接器、可移除的熔断器或隔离器都可作为合适的隔离装置。这些装置分断负载电流的能力应满足本表的要求。			

不能分断负载电流的开关，应不可接近且应标注“不能带载分断”。

当多个子方阵隔离装置靠近逆变器安装时（即2m内且在视线范围内），则不需要光伏方阵电缆，因此也不需要光伏方阵带载分断开关。这种情况下，子方阵开关都应是带载分断开关。

当采用多个隔离装置隔离逆变器时，应满足以下条件之一：

- a) 是联动的，以保证全部同时动作；
- b) 集中在同一位置且贴有警告标识注明：“须隔离所有输入才能隔离设备”。

表3 要求的隔离装置应安装在所有未直接接地的带电导体上。

当要求带载分断（隔离开关），则装置的所有极均具备此功能且所有极应是联动。

5.3.2 接地和连接布置

5.3.2.1 连接导体的尺寸

接地连接导体的尺寸应满足以下要求：

- a) 组件边框之间的跨接线宜选用不小于 BVR 1 \times 4mm² 的黄绿线；

- b) 组件金属边框和引下导体之间的连接线宜选用不小于 BVR 1×2.5mm² 的黄绿线;
- c) 支架至地面的引下导体宜选用 40mm×4mm 的镀锌扁铁或直径 12mm 的圆钢或截面积 16mm² 以上的铜导线或其他等效的导体;
- d) 其他类接地的导体, 应采用截面积不小于 6mm² 的铜或其他等效导体。
- e) 由于雷电防护系统的要求, 导体的最小尺寸宜根据图 1 的要求增大。应依据 GB/T 21714.3 进行现场接地。

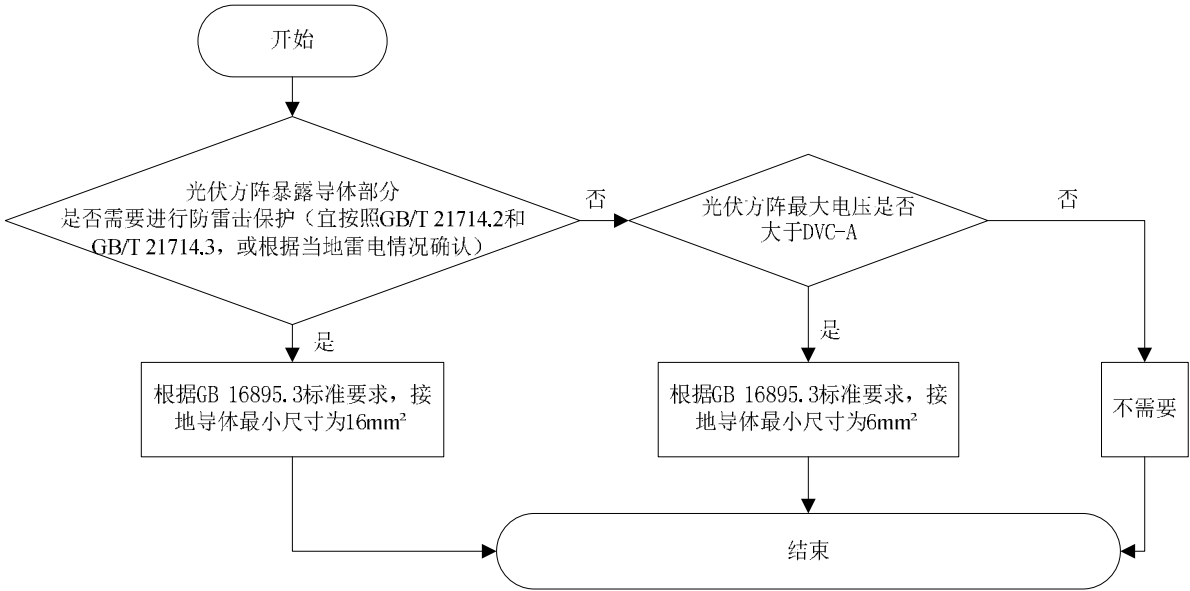
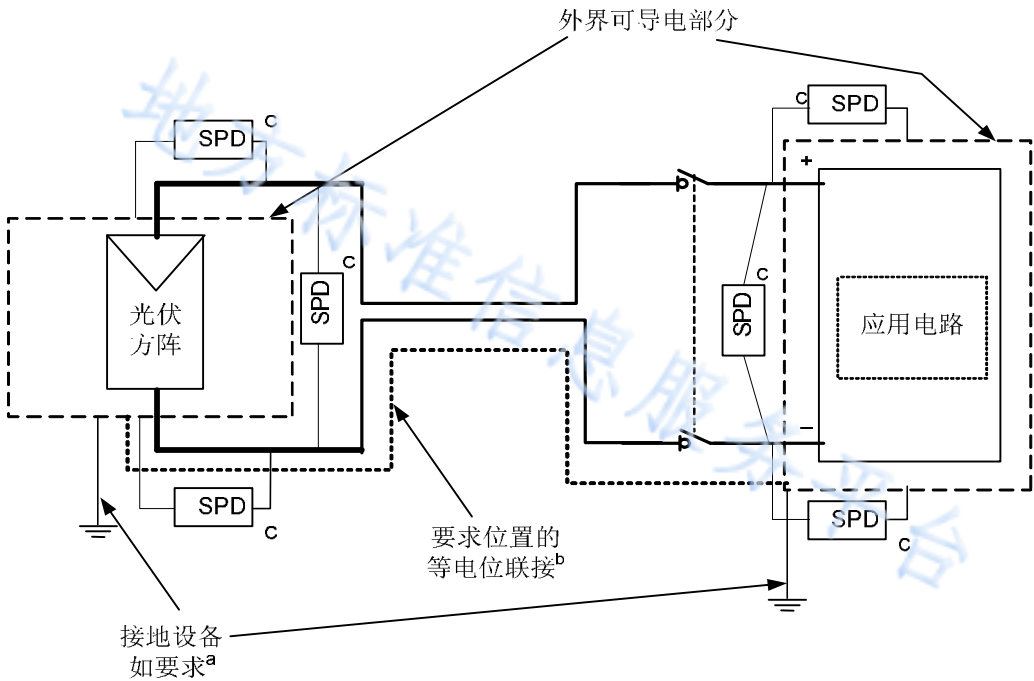


图1 光伏方阵裸露可导电部分的功能接地/连接判定流程图

光伏方阵裸露导电部分接地要求的示例见图 2。



- a 图中的接地连接均为功能接地连接。出于雷电防护也可要求连接外露的金属边框。
- b 为了保护电气设备免受雷电过电压, 光伏方阵和应用电路之间须进行等电位连接。等电位连接导体应尽可能靠近带电导体, 以减少线路环路。

- c 过压保护浪涌保护器的安装位置应根据制造商的要求确定。

图2 光伏方阵裸露可导电部分的接地

所有带电导体与设备接地导体间应保持较高阻抗。

5.3.2.2 独立接地电极

雷电防护电极的规格和材质应按照 GB 50057 执行。

5.3.2.3 等电位连接

5.3.2.3.1 光伏方阵连接导体

光伏方阵连接导体应靠近光伏方阵或子方阵的正负极导体。

5.3.2.3.2 光伏方阵的功能接地端子

光伏方阵的一个载流极接地时，即功能接地时，只能在一个点接地，此点应与电气安装的主接地端子相连。

对于包含子接地端子的电气安装，如果子接地端子已考虑了此用途，则光伏功能接地可与子接地端子连接。

功能接地连接可建立在逆变器内部。当测量光伏方阵与地之间的绝缘电阻时允许切断功能接地。

功能接地点应在光伏方阵和逆变器间，并靠近逆变器。

注：隔离装置切断功能接地导体时，应注意切断接地连接的位置。

5.3.2.3.3 光伏方阵的功能接地导体

当功能接地（直接或通过电阻接地）是将主光伏方阵导体接地时，功能接地导体的最小载流量应：

- 不通过电阻而直接接地的系统，此值不小于功能接地故障中断器的额定电流；
- 通过串联电阻进行功能接地的系统，此值不小于（光伏方阵最大电压）/ R ，其中 R 为与功能接地串联的电阻值。

接地导体的材料和类型、绝缘、鉴定、安装和连接，应满足 GB/T 16895.3 或其他相关布线标准的规定。

用于泄放电池片电荷的功能接地宜通过阻抗接地而非直接接地。电阻值宜采用制造商允许的最高值。

5.3.3 布线系统

5.3.3.1 一般规定

光伏方阵布线应满足 GB/T 16895 系列标准，以及本标准中电缆和安装的要求。应注意保护布线系统免受外部影响。

5.3.3.2 布线回路

光伏方阵应按使导电回路面积最小的方式布线。光伏组串正极和负极电缆应从同一侧平行敷设，见图 3 所示的平行敷设方式。

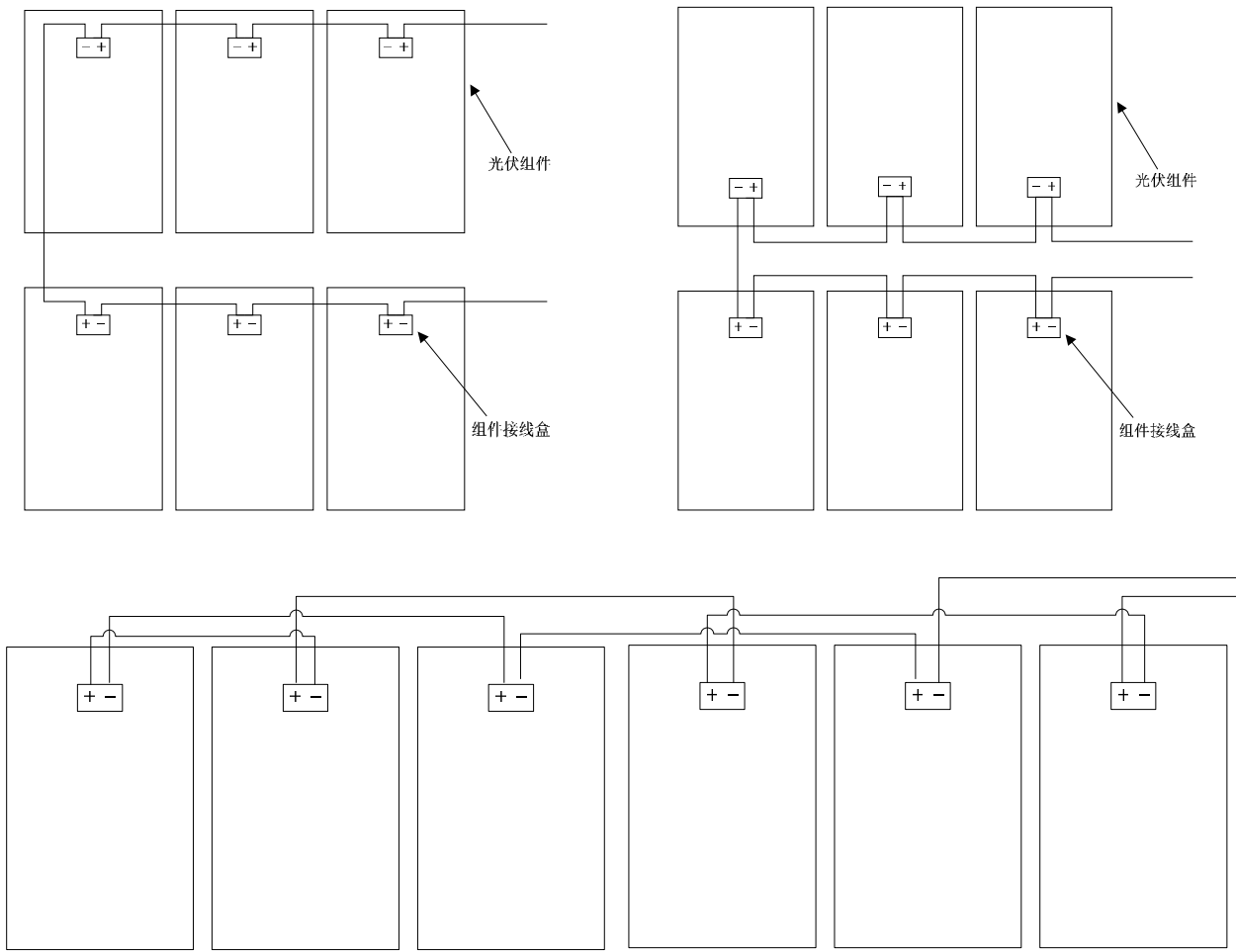


图3 最小回路面积的光伏组串布线

5.3.3.3 布线标识

在建筑物上或内部安装的光伏方阵布线应贴有永久标识。光伏方阵（和子方阵）电缆可通过以下方式之一进行识别：

- a) 光伏布线使用的光伏电缆有特殊标识，且标识是永久的、清楚的、不可擦除的；
- b) 当布线没有特殊标识时，应粘贴带有“光伏直流”字样的特殊颜色标签；
- c) 当电缆封闭在导管或护套中，则应将标签粘贴在导管或护套外面。

当多个光伏子方阵或光伏组串导线接入逆变器或汇流设备时，应分组或成对标识。

5.3.3.4 电缆安装方式

电缆应被支撑以使其免受风/雪造成的疲劳，并在光伏发电系统全寿命期内保持电缆的性能和安装要求。应防止电缆接触尖锐楞缘。所有暴露在阳光下的非金属套管和导管应为耐紫外型。

电缆扎带不应作为主要的支撑方式，除非其寿命大于等于系统寿命或预定的维护周期。如果将电缆扎带作为支撑装置，则其安装不能对电缆造成损坏。

6. 标识与文件

6.1 标识要求

户用并网光伏发电系统的标识应：

- a) 符合国家相关标准的要求；
- b) 不可擦除且在系统的使用寿命内应清晰可辨；
- c) 能被操作人员理解。

6.2 光伏安装标识

为了保证维护人员、巡检员、公共配电网运营商、紧急救助人员等各类操作人员的安全，宜注明建筑物上安装有光伏设施。

标识可设置在：

- a) 电气安装的起始位置；
- b) 计量位置，当远离电气安装起始位置时；
- c) 与逆变器相连的并网箱或配电箱；
- d) 供给电源的所有隔离位置。

6.3 光伏设备的标识

应在汇流箱或逆变器上粘贴“光伏直流”或类似标识，且在汇流箱和开关上标注“有电危险”标识。

6.4 隔离装置的标识

隔离装置应按光伏方阵布线图采用可识别的名称或数字予以标注。

所有开关应清楚地标明闭合和断开的位置。

光伏方阵隔离装置应在靠近隔离开关或同类设备的显著位置处粘贴标识。当使用多个非联动隔离装置时，应提供标识以警告：含多个直流电源，且应关闭所有隔离开关才能安全隔离设备。

附录 A
(资料性附录)
DVC 限值

DVC的电压限值见表A. 1。

表A. 1 决定电压分级的限值汇总

决定电压分级 DVC	工作电压的限值 V		
	交流电压有效值 U _{ACL}	交流电压峰值 U _{ACPL}	直流电压平均值 U _{DCL}
A	≤25 (≤16)	≤35.4 (≤22.6)	≤60 (≤35)
B	>25且≤50 (>16且≤33)	>35.4且≤71 (>22.6且≤46.7)	>60且≤120 (>35且≤70)
C	>50 (>33)	>71 (>46.7)	>120 (>70)
<p>注1：决定电压分级（DVC）指在预期的最坏额定工作条件下，任意两个带电部件之间或光伏阵列的带电部件和接地之间的持续最高电压。</p> <p>注2：括号中的值适用于安装在潮湿场所的电缆和部件。</p> <p>注3：在故障状态下，DVC-A级电路电压允许短时升至DVC-B级范围内，但最多不超过0.2s。</p>			

地方标准信息服务平台

参考文献

- [1] IEC TS 62548: 2016 Technical Specification of Photovoltaic (PV) Arrays
 - [2] NEC 2017-690.12 Rapid shutdown of PV systems on buildings
-

地方标准信息服务平台