

# 戈壁沙漠地区光伏电站施工 与质量验收标准

Standard for construction and quality acceptance of photovoltaic  
power stations in Gobi Desert area

# 目 次

1	总 则.....	1
2	术 语.....	2
3	基本规定.....	4
4	支架微型短桩基础.....	5
4.1	一般规定 .....	5
4.2	桩基施工 .....	5
5	支架及组件安装.....	10
5.1	一般规定 .....	10
5.2	支 架 安 装 .....	10
5.3	支架安装质量验收 .....	12
5.4	光伏组件安装 .....	13
5.5	光伏组件安装质量验收 .....	14
6	电缆敷设.....	16
6.1	一 般 规 定 .....	16
6.2	电缆沟施工 .....	16
6.3	专用电缆敷设 .....	17
6.4	电力电缆施工 .....	18
6.5	控制电缆施工 .....	23
7	电气设备安装.....	26
7.1	一 般 规 定 .....	26
7.2	汇流箱安装 .....	26
7.3	箱逆变一体机安装 .....	28
7.4	其他电气设备安装 .....	30
7.5	防雷与接地 .....	30
8	电气设备试验与验收.....	31
8.1	一 般 规 定 .....	31
8.2	35kV 高压柜试验与验收.....	31
8.3	变压器试验 .....	33
8.4	电流、电压互感器试验与验收 .....	34
8.5	断路器、隔离开关试验与验收 .....	36
8.6	氧化锌避雷器试验与验收 .....	37
8.7	电力电缆试验 .....	38

8.8	整定值的整定	39
8.9	电化学储能的施工验收	39
9	系统调试与送电	45
9.1	一般规定	45
9.2	二次系统调试	45
9.3	一次设备调试	46
9.4	升压站启动	47
9.5	35kV 各进线回路及站用变的启动	49
9.6	光伏方阵并网发电	50
10	消防工程	52
10.1	一般规定	52
10.2	火灾自动报警系统	52
10.3	灭火系统	53
11	环保、水保及成品保护	55
11.1	一般规定	55
11.2	施工环境保护	55
11.3	施工水土保持	55
11.4	施工成品保护	56
12	安全与职业健康	57
12.1	一般规定	57
12.2	安全文明施工总体规划	57
12.3	安全施工管理	57
12.4	职业健康管理	58
12.5	应急处理	58
附录 A	中间交接验收签证书	59
附录 B	汇流箱回路测试记录表	60
附录 C	并网逆变器现场检查测试表	61
	本规范用词说明	62
	本规范引用标准名录	63
	条文说明	64

# 1 总 则

**1.0.1** 为促进光伏电站在戈壁沙漠地区的推广和应用,规范戈壁沙漠地区光伏发电工程的施工,统一质量验收标准,确保工程质量,制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于戈壁沙漠地区光伏发电工程,不适用于建筑一体化和户用光伏发电工程。

**1.0.3** 戈壁沙漠地区光伏发电工程的设计、施工及运行应符合安全卫生、快速建造、经济合理、质量优良、节能环保等要求。

**1.0.4** 戈壁沙漠地区光伏电站施工及质量验收除应符合本标准外,尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 光伏电站 photovoltaic (PV) power station

以光伏发电系统为主，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。

### 2.0.2 光伏组件 PV module

具有完整的，环境防护措施的，内部相互联结的，最小的太阳能电池组合体。

### 2.0.3 光伏支架 PV support bracket

光伏发电系统中为了摆放、安装、固定光伏组件而设计的特殊支架。

### 2.0.4 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，并且有固定支撑结构的直流发电单元，又称光伏阵列。

### 2.0.5 桩基础 pile foundation

设置于岩土中的与支架立柱直接连接的单桩基础或桩与连接于桩顶承台共同组成的基础。

### 2.0.6 微型短桩基础 micro-short pile

桩径或边长小于或等于 300mm，桩长小于或等于 5m 的桩基础。

### 2.0.7 螺旋桩 helical pile

桩杆上连接一个或多个螺旋状叶片，并通过在桩顶施加扭矩旋拧钻入土中形成的一种可承受竖向和水平向荷载作用的桩。

### 2.0.8 预应力高强混凝土管桩 prestressed high-strength concrete pipe pile

采用离心成型的先张法预应力高强度混凝土环形截面桩，混凝土强度等级不低于 C80。

### 2.0.9 跟踪式光伏支架系统 Tracking PV bracket system

是一种能够跟随太阳运动的光伏支架系统，它可以跟踪太阳的移动轨迹自动调整支架连动的光伏电池板角度，最大程度的吸收太阳能，从而提高电能的收集率，较之固定式光伏发电，能够获得更大的发电量。

### 2.0.10 光伏电池 Photovoltaic cells

是指将太阳辐射能直接转换成电能的一种器件。

### 2.0.11 光伏组件倾角 DIP angle of PV module

是指光伏组件所在平面与水平面的夹角。

### **2.0.12 汇流箱 Bus Box**

是指在光伏发电系统中将若干个光伏组件串并联汇流后接入的装置。

### **2.0.13 逆变器 Inverter**

是指光伏电站内将直流电变换成交流电的设备。

### **2.0.14 分布式 Distributed**

是指光伏方阵内先逆变后汇流的配电模式。

### **2.0.15 集中式 Centralized**

是指光伏方阵内先汇流后逆变的配电模式。

### **2.0.16 归调 Homology**

是指并网后，由调度站确认，并向调度站转移启停指令权限的过程。

### **2.0.17 电池储能系统 Battery Energy Storage System, BESS**

是指利用锂电池或铅电池作为能量储存载体，在一定时间内存储电能和供应电的系统。

### **2.0.18 电芯 BatteryCell**

是指单个电池，电池的最小单元。

### **2.0.19 电池模组 Battery Module/Pack**

是指一系列单个电池的标准封装。

### **2.0.20 电池架/簇 Battery Rack/Cluster**

是指一系列电池模组组成的储能单元。

### **2.0.21 储能变流器 Power Conversion System, PCS**

是指连接于电池系统与电网(和/或负荷)之间的实现电能双向转换的装置，可控制蓄电池的充电和放电过程，进行交直流的变换，在无电网情况下可以直接为交流负荷供电。

### **2.0.22 电池管理系统 Battery Management System, BMS**

是一种用于监控、控制和保护电池组的装置或系统。

### **2.0.23 能量管理系统 Energy Management System, EMS**

是一种集软硬件于一体的智能化系统，用于监控、控制和优化能源系统中的能量流动和能源消耗。

### 3 基本规定

**3.0.1** 承担戈壁沙漠地区光伏电站施工的单位应具备相应的资质，并应建立健全质量管理体系。

**3.0.2** 从事戈壁沙漠地区光伏电站施工的人员应满足相关资格要求，并应具有适应戈壁沙漠地区工作的身体条件。

**3.0.3** 戈壁沙漠地区光伏电站开工应具备以下施工条件：

1 相关建设手续应齐全，建设场地满足施工要求；

2 施工单位资质、特殊作业人员资质、施工机械、施工材料、计量器具等审查符合要求；

3 施工图经过会审，施工组织设计及重大施工方案审批完成；

4 工程定位测量基准点、水源、电源等移交完成；

5 施工人员、材料、机械等按计划进场，满足施工要求；

6 具有满足生产、生活所需的其他条件。

**3.0.4** 用于戈壁沙漠地区光伏电站建设的设备和材料应符合设计要求，严禁在工程中使用未经鉴定和不合格的设备材料。

**3.0.5** 对进场设备和材料应进行开箱检查，并按要求填写开箱检查记录，保留合格证、说明书、测试记录、附件、备件等资料。

**3.0.6** 设备和器材的运输、保管应符合要求，当产品有特殊要求时，应满足产品要求的专项规定。

**3.0.7** 戈壁沙漠地区光伏电站施工应按验收程序组织对地基基础工程、钢筋工程、防水工程等做隐蔽验收，隐蔽验收应符合下列要求：

1 隐蔽工程隐蔽前，施工单位应根据工程质量评定验收标准进行自检，自检合格后向监理方提出验收申请；

2 应经专业监理工程师验收合格后方可进行隐蔽，隐蔽工程验收单应按照现行行业标准《电力建设施工质量验收及评定规程》DL/T 5210 相关要求的格式进行填写。

**3.0.8** 施工过程中应按照质量管理体系及相关标准规范要求，做好施工记录和试验记录等。

## 4 支架微型短桩基础

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 光伏支架微型短桩基础施工应遵守当地环境和水土保持的要求，减少对地表植被和表层土的破坏，做到安全可靠、确保质量、保护环境、技术先进。

**4.1.2** 应综合考虑上部支架结构的类型与使用功能、荷载特征、工程地质水文条件、施工条件与工期要求等因素，因地制宜。

**4.1.3** 戈壁沙漠地区发电站施工桩基础，在满足安全性和可靠性的同时，宜优先采用混凝土微孔灌注桩、螺旋钢管桩或 PHC 预应力混凝土管桩等基础。

**4.1.4** 桩基础施工前应对场地进行清理，清除场地内砂石、砾块、松散砂层等，满足机械施工桩基础条件。

**4.1.5** 桩基础定位应准确，根据设计图纸及测量定位基准点，在施工地点进行桩基础的定位和标注。

**4.1.6** 桩孔开挖宜采用挖掘机或钻机进行桩孔开挖，桩孔开挖直径和深度应符合设计要求。

**4.1.7** 试验桩的数量应符合相关标准规范和设计要求，且应按照要求做拉拔试验。

**4.1.8** 桩身完整性检测应执行《建筑桩基检测技术规范》JGJ 106 的相关规定。

**4.1.9** 对施工完成的桩基础应定期进行监测，包括沉降和变形等参数，及时发现并处理异常情况。

**4.1.10** 光伏支架微型短桩基础的施工、验收、检测预验收除应符合本标准规定外，还应符合国家现行有关标准规范的规定。

### 4.2 桩基施工

**4.2.1** 桩基础施工前应做下列准备工作：

1 根据戈壁沙漠地区的土壤特点，进行土壤勘测，确定桩基的深度和直径以及桩基类型的选择；



- 2 施工前应做好技术准备和各类资源的组织工作；
- 3 技术人员熟悉图纸，制定施工方案及技术交底；
- 4 根据施工组织设计，编制工程材料计划；
- 5 根据管理机构，建立项目施工管理层，选择具有符合要求的施工作业队伍；
- 6 根据施工项目的特点和安全要求，制定详细的安全技术措施，包括作业区划分、安全操作规程、防护措施等。

#### 4.2.2 混凝土微孔灌注桩施工应符合下列规定：

1 测量放线应以甲方提供坐标点为引测点，依据平面布置图，测定桩位轴线方格控制网和高程基准点。

2 根据测定桩位轴线方格控制网和高程基准点，定位各个方阵的控制点，再测定桩位，桩位处应设置牢靠而且明显的标志；

#### 3 钻孔应符合下列要求：

1) 在戈壁沙漠地区机械钻孔时，应边钻孔边注水，防止孔内沙土在提钻过程中或开孔后坍塌；

2) 钻机钻头直径应大于灌注桩直径 10mm，钻头长度应大于桩深 500mm；

3) 成孔的孔深、直径、垂直度、位置应符合设计要求；

4) 桩孔验收合格后，应尽快浇筑，不得长时间放置。

#### 3 钻孔桩混凝土浇筑施工应符合下列要求：

1) 应根据地质环境在混凝土中添加相应的外加剂；

2) 桩身混凝土浇筑前检查钢筋笼标高、位置、保护层厚度等符合要求；

3) 连续浇筑每 1000 根桩或每 100m<sup>3</sup> 混凝土至少取一组同条件、一组标养试块，或每班次至少取一组同条件、一组标养试块；

4) 钻孔桩混凝土浇筑振捣应密实，桩顶混凝土表面应有养护措施；

5) 在混凝土初凝前应调整预埋件或钢管位置及标高；

6) 混凝土微孔灌注桩质量检验应符合表 4.2.2 的规定。

**表 4.2.2 混凝土微孔灌注桩质量检验标准**

检查项目	允许偏差或允许值		检查方法
	单位	数值	
桩位	mm	20	钢卷尺
孔深	mm	0~+100	只深不浅, 用重锤测
混凝土强度	设计要求		试件报告
承载力	设计确定		按设计及桩基检测技术规范
垂直度	<1%		吊垂球
桩径	mm	20	井径仪或钢卷尺
混凝土坍落度	mm	70~100	坍落度仪
钢筋笼安装深度	mm	±50	用钢尺量
混凝土充盈系数	>1		检查每根桩的实际灌注量
桩顶标高	mm	+20 -30	水准仪

**4.2.3 螺旋钢管桩施工应符合下列规定:**

- 1 螺旋钢管桩质量应满足表 4.2.3-1 的规定:

**表 4.2.3-1 螺旋钢管桩质量检验标准**

检查项目	允许偏差或允许值		检查方法
	单位	数值	
直径	mm	±1.0D%	用钢尺量
长度	mm	±10	用钢尺量
壁厚	mm	5%T	游标卡尺
焊缝	设计要求		抽样送检
螺旋叶片位置	设计要求		用钢尺量
螺旋叶片直径	mm	±5	用钢尺量
桩体防腐	设计要求		查产品合格证或检验报告
直度	1%L		直尺检查
螺栓孔位置	mm	±2	用钢尺量

注: 表中“D”代表螺旋桩钢管公称直径; “T”代表螺旋桩钢管设计壁厚; “L”代表螺旋桩钢管长度。

- 2 根据土壤测试结果, 判断土壤的承载力和抗压强度, 确保土壤能够承受光伏螺旋钢管桩的荷载。如有需要, 可以对土壤进行加固处理, 如夯实或加入适量的水泥。

- 3 螺旋桩施工设备就位后应稳固, 确保在成桩过程中不发生倾斜和偏移;
- 4 将螺旋钢管桩的尾端套入打桩机械, 移动桩机、调整液压杆垂直度, 向下移动螺旋钢管桩接触地面, 桩头对准桩位点, 调整螺旋桩垂直度, 将桩旋进土中, 直至桩顶标高满足要求;
- 5 螺旋桩应采用液压扭矩头旋拧钻进, 桩身应保持竖直, 不应偏心加载;
- 6 在密实的砂土和碎石土中施工螺旋桩时, 如遇钻进困难可预扩成小孔后再旋拧, 预成孔孔径不应超过桩杆直径;
- 7 在旋入过程如遇旋入度剧变, 桩身突然发生倾斜、位移或有严重回弹, 桩顶或桩身出现严重裂缝、破碎、变形等情况时, 应暂停旋入, 分析原因, 采取相应措施;
- 8 螺旋钢管桩施工质量应符合表 4.2.3-2 的规定:

**表 4.2.3-2 螺旋钢管桩施工质量检验标准**

检查项目	允许偏差或允许值		检查方法
	单位	数值	
桩位偏差	mm	15	钢卷尺
桩顶标高偏差	mm	±10	水准仪
承载力	设计确定		按设计或桩基检测技术规范
垂直度	<1%		吊垂球
桩身埋深	mm	20	钢尺量
桩头管口密封	设计要求		外观检查密封情况

**4.2.4** PHC 预应力混凝土管桩进场验收应符合现行国家标准《预应力混凝土管桩》10G409 的有关规定:

- 1 PHC 预应力混凝土管桩的强度达到设计值 100%方可运至现场。
- 2 进场时应对其产品合格证书、外观、外形尺寸开展检查:
  - 1) 外观: 无蜂窝、露筋、裂缝、色泽均匀, 桩顶处无裂缝;
  - 2) 外形: 桩径允许偏差为 (-5mm, +5mm), 管壁厚度允许偏差为 (-5mm, +5mm), 桩尖中心线的垂直度偏差不应大于 2mm, 顶面平整度偏差不应大于 10mm, 桩顶弯曲<1/1000L (L 为桩长)。

**4.2.5** PHC 预应力混凝土管桩沉桩应符合下列要求:

1 沉桩前，振动锤减震器与连接螺栓连接紧固，夹持器与振动器连接处的螺栓紧固，不得松动或缺件；

2 管桩就位后，应以桩的前端定位，调整规定的垂直度，并检查桩的垂直度，其允许偏差不应大于 1%。

3 振动锤启动运转后，应待振幅达到规定值时进行作业，若振幅正常但仍不能沉桩时，应改用功率较大的振动锤。

4 沉桩时吊桩的钢丝绳应紧跟桩的下沉速度放松，桩每下沉 1mm~2mm 左右，停振检测桩的垂直度，在桩入土 2.5m 之前，可利用导杆前后移动来校正桩的垂直度，在桩入土 2.5m 后，不得再进行校正；

5 每一根桩的振动下沉，应一气呵成，不可中途停顿或较长时间的间歇。

#### 4.2.6 沉桩质量应符合下列要求：

1 PHC 预应力混凝土管桩沉桩过程中应严格控制标高，保证桩顶标高符合设计要求；

2 桩基施工以桩顶标高控制为主，贯入度为辅，打桩过程中，如遇砾石、碎石等导致无法沉桩，需先进行预钻孔，然后再进行沉桩；

3 PHC 预应力混凝土管桩施工允许偏差应符合 4.2.6 的规定：

表 4.2.6 PHC 预应力混凝土管桩允许偏差表

名称		允许偏差（单位：mm）
桩位		D/10 且小于等于 30
桩顶标高		0, -10
垂直度	每米	≤5
	全高	≤10
桩径（截面尺寸）	混凝土预制桩	±5

注：表中“D”代表 PHC 预应力混凝土管桩公称直径。

## 5 支架及组件安装

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 光伏支架安装应在桩基础施工完成，埋件达到安装要求，桩基拉拔试验合格后进行。

**5.1.2** 土建桩基础施工完毕，交付安装施工时，应由土建专业填写“中间交接验收签证书”，并提供相关技术资料，中间交接验收签证书可按本标准附录 A 的格式填写。

**5.1.3** 组件安装前应对现场安装人员进行相关的安装知识和安全知识培训。

**5.1.4** 光伏组件应符合国家和行业标准的规定，技术文件齐全，对防腐镀锌层有缺陷及变形的构件，应做不合格品处理。

**5.1.5** 现场材料堆放应做好防护，不得接触酸碱性地面及其他腐蚀性物品。

**5.1.6** 现场大型构件应垫枕木摆放，保持水平，避免因地面不平整导致变形影响安装质量。

**5.1.7** 光伏组件安装应符合下列要求：

- 1 单个支架与埋件之间、支架与支架之间按应固定牢固平整；
- 2 光伏组件线路应无短路、无断路，线路接口缺口要小；
- 3 光伏组件安装角度应适当，一般在设计角度值的基础上偏差在 $\pm 1^\circ$ ；
- 4 组件框架和支架应接地，接地线要牢固连接；
- 5 光伏组件安装距离地面高度应符合设计要求，便于施工、检查和维修；
- 6 紧固螺栓规格型号应与支架孔径应配套；
- 7 支架、组件在吊装过程中应做好防倾覆、防震和防护面受损等安全措施。

### 5.2 支架安装

**5.2.1** 光伏支架安装前应按以下要求做好准备工作：

- 1 采用现浇混凝土支架基础时，应在混凝土强度达到设计强度的 70% 后进行

支架安装，并提供必要的第三方混凝土强度检测报告及拉拔试验报告；

2 支架安装前安装单位应按照“中间交接验收签证书”的相关要求对基础及预埋件的水平偏差和定位轴线偏差进行查验；

3 支架到场后应检查外观完好无损，型号、规格、尺寸符合设计要求。

### 5.2.2 固定式光伏支架的安装应符合下列规定：

1 采用型钢支架安装应符合设计要求及现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的相关规定；

2 支架的安装应按照相应的步骤进行，各部件的组装与其规定的螺栓应相对应且连接牢固；

3 支架安装过程中不得敲打及强行连接，严禁气割扩孔，不宜对热镀锌、镀铝镁锌材质的支架现场打孔；

4 支架安装过程中应采取有效措施，防止破坏支架防腐层；

5 螺栓的力矩值应符合设计要求，安装符合设计及规范要求；

6 同一部位螺栓的安装方向应一致，螺杆长短适中，丝扣露出螺母 2~3 扣为宜；

7 支架安装完成以后，应对支架的水平度、垂直度及倾角进行校正，使组件的安装平面平整，支架倾斜角度偏差度不应大于 $\pm 1^\circ$ ；

8 固定式支架安装允许偏差应符合表 5.2.2 的规定：

**表 5.2.2 固定支架安装允许偏差**

项目名称	允许偏差 (mm)
中心线偏差	$\leq 2$
梁标高偏差 (同组)	$\leq 3$
立柱面偏差 (同组)	$\leq 3$

### 5.2.3 跟踪式支架安装应符合下列要求：

1 支架与基础之间应固定牢固、可靠；

2 支架安装的允许偏差应符合设计文件的规定；

3 支架电机的安装应牢固，传动部分应动作灵活；

4 聚光式跟踪系统的聚光部件安装完成后，应采取有效的防护措施。

### 5.2.4 柔性支架安装应符合下列要求：

- 1 半刚性构件支撑宜采用索桁架结构或张弦结构；
- 2 制作拉索时应选用高强度低松弛钢丝，施工过程中应采取有效的超张拉措施，以减少拉索的预应力损失；
- 3 应通过在拉索和钢梁之间安装结构阻尼器，或改变拉索形状控制振动力；
- 4 当采用钢丝绳和钢绞线做拉索时，应采取有效的防护措施。

### 5.3 支架安装质量验收

5.3.1 太阳能光伏支架安装质量应符合现行国家标准《光伏发电工程验收规范》GB\_T50796-2012 相关规定，且应符合下列要求：

- 1 平整度允许偏差不超过 5mm/m；
- 2 支架的抗风性能应满足设计要求，组件及附件使用寿命不应低于 25 年；
- 3 应对支架稳定性进行检查，包括支架倾斜度、水平度、偏移情况等；
- 4 应对支架承载力进行检验，通过测量支架的实际负载和设计承载能力来评估支架的承载能力，保证承载荷载合理分布，防止出现超载情况；
- 5 应对板子和螺栓等紧固件进行检查，确保连接头部不松动和闪烁，并及时替换需要维护或更换的紧固件；
- 6 应对支架零件的腐蚀、老化、压迫变形进行检查，防止因长时间使用而损伤并导致组件失效。

5.3.2 戈壁沙漠地区的支架及构配件的材质质量验收应符合下列规定：

- 1 Q355B 构件采用热浸镀锌防腐处理时，镀锌层平均厚度不应小于 65 $\mu\text{m}$ ，最小厚度不应小于 55 $\mu\text{m}$ ，防腐寿命不应低于 25 年；
- 2 Q390 及以上屈服强度构件采用镀锌铝镁防腐处理，应满足连续双面镀铝镁锌不小于 275g/m<sup>2</sup>；
- 3 压块材质采用 Al6063-T6，U 型螺栓采用不锈钢螺栓（SUS304（OCr18Ni9），等级不应低于 A2-70）；
- 4 除上述螺栓外，其余螺栓采用 A 级螺栓，性能等级应为 8.8 级；
- 5 螺栓、螺母、垫片均应符合现行国家相关标准的规定，螺栓垫片应采用大垫片，满足现行国家标准《大垫圈 A 级》GB/T 96.1-2002 要求，若大垫片与构件

发生干涉或不满足内部间距要求时，则垫片采用普通垫片，且应满足现行国家标准《平垫圈 A 级》GB/T 97.1 要求；

6 热镀锌紧固件等必须满足现行国家标准的相关规定，镀锌层膜平均厚度不应小于 55 $\mu\text{m}$ ，最小厚度不应小于 45 $\mu\text{m}$ ，防腐寿命不应少于 25 年，所有螺栓强度等级按图纸要求；

7 所有材料均应检验合格，并有相应的检测报告和合格证。

## 5.4 光伏组件安装

5.4.1 光伏组件安装前应做下列准备工作：

- 1 支架的安装完成，并按照程序组织验收合格；
- 2 光伏组件的外观及各部件应完好无损，并测试每块组件的导通性；
- 3 对于不同规格光伏组件进行分类存放并妥善保管；
- 4 安装人员应经过相关安装知识培训和技术交底；
- 5 组件在拆箱前箱体应支撑防倾倒支架。

5.4.2 光伏组件安装应符合下列要求：

- 1 光伏组件的型号、规格应与图纸设计阵列编号对应安装；
- 2 光伏组件安装时，相邻组件之间的距离符合设计要求，且上下、左右应对齐，不应出现梯形、弧形等现象；
- 3 安装组件时，不得损坏组件接线盒、连接线缆以及 MC 插头；
- 4 组件现场开箱后不得平置于地面，应随取随装，当天未安装完的光伏组件及时收回，妥善保管；
- 5 光伏组件固定螺栓的力矩值应符合产品或设计文件的规定；
- 6 组件安装时，不应造成玻璃板面的划伤或破损。

5.4.3 光伏组件之间的接线应符合下列要求：

- 1 光伏组件连接数量和路径应符合设计要求；
- 2 光伏组件间接插件应连接牢固；
- 3 外接电缆同插接件连接处应搪锡；



4 同一光伏组件或组件串的正负极不应短接；

5 光伏组件进行组串连接后，应对光伏组件串的开路电压和短路电流进行测试；

6 光伏组件间连接线可利用支架进行固定，并应整齐、美观。

5.4.4 严禁触摸光伏组件串的金属带电部位。

5.4.5 严禁在雨中进行光伏组件的连线作业。

## 5.5 光伏组件安装质量验收

5.5.1 光伏组件安装质量验收应符合下列规定：

1 光伏组件安装允许偏差应符合表 5.5.1 的规定：

表 5.5.1 光伏组件安装允许偏差

项目	允许偏差	
倾斜角度偏差	±1°	
光伏组件边缘高差	相邻光伏组件间	≤2mm
	同组光伏组件间	≤5mm

2 光伏组件的品牌、规格、性能等应符合设计要求和国家标准；

3 光伏组件或方阵应按设计要求，可靠固定在支架和连接件上；

4 组件与组件之间、组件与支架的连接应可靠牢固，且应接地连接可靠；

5 连接在同一逆变器的组件串，其电流、电压应一致，并符合设计要求；

6 组件串的最高电压不得超过光伏组件的最高允许电压。

5.5.2 光伏组件抽检应满足下列规定：

1 参考国家标准 GB/T 2828.1，结合电站现场的组件到货情况及测试方法，对到货组件按照到货批次采取随机抽样；

2 外包装检查以及到货组件材料符合性检验采取 100%抽样；

3 电站规模 20MW<sub>p</sub> 以下（含 20MW<sub>p</sub>）抽检比例不低于 0.8%；

4 电站规模 20~50MW<sub>p</sub>（含 50MW<sub>p</sub>）抽检比例不低于 0.5%；

5 电站规模 50MW<sub>p</sub> 以上抽检比例不低于 0.3%。

5.5.3 光伏组件安装后，第三方认证内容应满足下列规定：

- 1 组件外观检查：确定组件的外观是否存在明显的缺陷；
- 2 组件 I-V 检测：确定组件的功率是否存在明显的衰减；
- 3 组件 EL 检测：判断组件是否存在隐裂及其他缺陷；
- 4 接地连续性测试：确定组件边框是否正常连接支架、组件边框或支架是否正常接地网，接地电阻应 $<4\Omega$ ；
- 5 外观及电性能抽检判定标准符合下列规定。

**表 5.5.5 外观及电性能抽检判定标准**

检验项目	检验水平	抽检不合格率容忍度
外观检测	一般检查 I 级	AQL 4.0
EL 测试	一般检查 I 级	AQL 2.5
电性能测试	一般检查 I 级	AQL 2.5

注：表中“AQL”代表可接受质量水平。

## 6 电缆敷设

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 电缆敷设应符合现行国家标准《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168的有关要求。

**6.1.2** 高压集电电缆应按照现场实际尺寸订货。

**6.1.3** 电缆型号必须符合设计要求，光伏专用电缆正极宜采用红色，负极宜采用黑色。

**6.1.4** 电缆敷设前，电缆沟开挖、沟内铺沙工作、室内地坪及抹面等工作应结束，预留洞、预埋件应符合设计要求，电缆支架安装完毕，电缆沟内垃圾、杂物、建筑废料清理干净。

**6.1.5** 电缆敷设完毕整理绑扎接线结束后将保护管口用防火胶泥封堵。

**6.1.6** 在满足安全要求条件下，应保证电缆路径最短。

**6.1.7** 应避免电缆遭受机械性外力、过热、腐蚀等危害。

### 6.2 电缆沟施工

**6.2.1** 电缆沟施工前应做下列准备工作：

1 根据光伏电站的布局和电缆的数量、规格等因素，制定合理的电缆沟布置方案；

2 对电缆沟的走向、长度、宽度等进行勘测和标定，确保施工的准确性和规范性。

**6.2.2** 直埋式电缆沟施工应符合下列要求：

1 戈壁沙漠地区土质疏松，开挖后的沟道易塌落，在方案设计时应在规范标准的基础上根据现场土质情况适当放大开挖尺寸，并保持沟底平整、沟壁稳定；

2 开挖电缆沟时遇到转弯处，应挖成圆弧状，以便保证电缆敷设时有足够的弯曲半径；

3 根据电缆长度确定中间电缆接头的位置，并设置检查井；

4 开挖完成后应及时完成电缆敷设，以防沟道坍塌；

5 及时记录施工过程中的重要信息和数据，为后续的运维和维护提供依据。

**6.2.3** 砌体电缆沟施工及验收应符合现行国家标准《电力工程电缆敷设规范》GB 50217-2007 的有关规定。

### **6.3 专用电缆敷设**

**6.3.1** 光伏专用电缆敷设前应做下列检查：

1 核实电缆规格、型号、缆径与电压等级是否符合设计与规范要求，留存产品合格证与检测报告，履行材料进场报验程序；

2 敷设电缆时应标明电缆规格、型号、长度，与安装部位；

3 电缆外观应完好无损无扭曲，外皮、绝缘层无老化裂纹等情况；

4 电缆敷设前应进行绝缘遥测，采用 1KV 绝缘摇表遥测其线间与对地的绝缘电阻不低于 10MΩ。

**6.3.2** 电缆保护管的加工敷设应符合下列要求：

1 光伏电缆直埋敷设需要穿 PE 管保护，电缆容量不得超过管内径的 40%；

2 沟内敷设的保护管接头紧固，无松动；

3 进入箱体处垂直保护管的管口应光滑。

**6.3.3** 光伏专用电缆敷设应符合下列规定：

1 直埋敷设应符合下列要求：

1) 光伏专用电缆宜采用边穿线边连接保护管的敷设方式，保护管连接处应紧密、牢固；

2) 多根管路并行时，管路要摆放整齐，不得互相交叉；

3) 电缆沟深度应符合设计要求，电缆敷设时应先清理后敷设，保证电缆的埋设深度；

4) 穿越道路时必须设加强保护管，且长度超出路基不小于 1.5m；

5) 敷设完毕应铺一层厚度不小于 100mm 的细沙，细沙上面再加盖一层砖或厚度不小于 50mm 的水泥盖板，砖或水泥盖板应平整紧密；

6) 进入汇流箱内的光伏专用电缆应绑扎整齐，正负极及回路标识清楚。

2 光伏专用电缆敷设于支架上应符合下列要求：

- 1) 在型钢支架敷设时线路应顺直、整齐，绑扎牢靠，电缆不能露出型钢
- 2) 电缆接头处应留有余量，终端正负极及回路标记清楚；
- 3) 组与组之间电缆应采用穿管保护。

6.3.4 电缆极性编号应符合下列要求：

- 1 电缆敷设完成后，应对汇流箱编码，编码应正确、清晰；
- 2 电缆敷设结束后，应进行电缆极性标识，同一回路的极性相对应。

6.3.5 电缆压接应符合下列规定：

1 汇流箱箱内电缆的压接应符合下列要求：

1) 压接接头前，必须保证光伏专用电缆已穿 KKS 号码管，且 KKS 编码正确；

- 2) 压线钳必须使用专用压线钳；
- 3) 线头裸露部分与钎片套管长度相同，不得虚接；
- 4) 接线前必须保证汇流箱内断路器和熔断器断开。

2 组件回路的连接应符合下列要求：

- 1) 组件回路按设计要求进行连接，极性正确；
- 2) 集电线路连接宜采用快速接头，连接可靠、极性正确；
- 3) 压接快速接头前，必须保证该回路电缆已穿 KKS 号码管，且 KKS 编码正确。

## 6.4 电力电缆施工

6.4.1 电力电缆敷设前应做下列准备工作：

- 1 外观应无损伤，绝缘良好，铠装电缆不应有扭曲，电缆端头封堵完好；
- 2 电缆质量文件齐全；
- 3 电缆型号、规格符合设计要求，长度与到货数量相符，电缆中间无断头。

6.4.2 电缆沟支架制作安装应符合下列要求：

- 1 钢材应平直，下料误差在 5mm 内，支架长度不宜大于 350mm，焊接牢固，无明显变形；
- 2 支架应按要求进行防腐处理；

3 当支架层间允许最小距离无设计要求时，可采用表 6.4.2-1 的规定，且层间净距不应小于电缆外径的 2 倍加 10mm，35kV 及以上高压电缆不应小于电缆外径的 2 倍加 50mm；

**表 6.4.2-1 电缆支架的层间允许最小距离值 (mm)**

电缆类型	支 架
10kV 以下	150~200
35kV 单芯	250
35kV 三芯	300

4 电缆沟内支架层间距离和通道宽度不应小于表 6.4.2-2 规定：

**表 6.4.2-2 支架层间垂直距离和通道宽度最小净距 (m)**

名 称		敷 设 条 件	电 缆 沟	
			沟深 0.60 以下	沟深 0.60 及以上
通道宽度	两侧设支架	0.30	0.50	
	一侧设支架	0.30	0.45	
支架层间垂直距离	电力电缆	0.15	0.15	
	控制电缆	0.10	0.10	

5 支架安装固定应牢靠、稳固；

6 1kV 以下电缆支架固定点间距水平方向不大于 1.0m，垂直方向不大于 1.5m；

7 35kV 及以上电缆支架固定点间距水平方向不大于 1.5m，垂直方向不大于 2.0m；

8 电缆支架均应有良好的接地，接地线应在电缆敷设前与支架进行焊接。

**6.4.3 电缆敷设应符合下列规定：**

1 电缆沟的检查应符合下列要求：

- 1) 直埋电缆沟地宽度、深度、平整度符合电缆敷设条件；
- 2) 沟内杂物应清理干净；
- 3) 电缆沟转角应满足电缆弯曲半径的要求。

2 电缆搬运应符合下列要求：

- 1) 电缆搬运前，应检查电缆规格、型号、电压等级和线芯截面；
- 2) 电缆盘不宜平放运输，在运输或滚动电缆盘前，必须保证电缆盘牢固，电缆端头应固定，电缆线圈不应松弛；

3) 装卸及运输时应使用机械设备，并采取保护措施，防止电缆受到损伤。

3 直埋电缆敷设应符合下列要求：

1) 直埋电缆敷设前应在夯平的电缆沟先铺一层 100mm 厚的细砂或软土, 作为电缆的垫层;

2) 电缆在转弯处、终端头及中间接头附近应留有余量, 埋地电缆的中间接头部位设检查井;

3) 电缆埋设深度距自然地面不应小于 1.0m; 35kV 及以上的电缆与光缆和信号线缆之间的最小平行间距不应小于 1.0m, 交叉敷设时不小于 0.5m; 35kV 的电缆同沟敷设时水平间距不小于 250mm;

4) 电缆敷设完毕后, 覆盖 100mm 厚的细砂, 并加盖保护板, 板厚度不小于 35mm, 盖板宽度超出电缆边缘不小于 50mm;

5) 直埋电缆应在拐弯、接头、终端和进出配电室等建筑物的地段加设明显的方位标志, 注明线路编号、电压等级、规格型号、起止地点、线路长度等内容, 直线段上每隔 50m~100m 处应增设标桩, 露出地面不小于 0.15m;

6) 直埋电缆回填土前, 应经过隐蔽验收合格, 对电缆的埋深、走向、坐标、起止点及埋入方式等做好隐蔽工程记录。

#### 4 砌筑电缆沟内电缆敷设应符合下列要求:

1) 在同一条沟道内敷设时, 应按顺序分层敷设;

2) 除 1kV 以下电力电缆外, 电力电缆和控制电缆不应敷设在同一层支架上, 当沟内两侧均有支架时, 1kV 以下的电力电缆和控制电缆宜与 1kV 及以上的电力电缆分别敷设在不同侧的支架上;

3) 高低压电力电缆、控制电缆按由上而下的顺序敷设, 但在含有 35kV 以上高压电缆引入盘柜时, 可自下而上敷设, 交流三芯电力电缆在支架上宜单层敷设;

4) 电力电缆在电缆沟内并列敷设时, 水平净距宜为 35mm, 但不应小于电缆的外径;

5) 电缆敷设时, 在电缆终端头、中间接头、伸缩缝的附近及电缆转弯的地方应留有余量;

6) 电缆敷设倾角超过 45°时, 应在每个支架上进行固定。水平敷设的电缆, 在电缆的首末两端及转弯、电缆接头的两端加以固定, 中间部位应每隔 5m~10m 进行固定;

7) 每敷设完一根电缆, 应随即挂好电缆标牌, 标志牌应装设在电缆终端

头、电缆接头、拐弯处；

8) 电缆敷设检查完毕后及时清理杂物，盖好盖板。

5 高压交流线路尽量采用多芯电缆，当工作电流较大的回路必须用单芯电缆时，应采取下列预防措施：

1) 电缆应无铠装或非磁性材料铠装、为了避免形成环流，金属屏蔽层应仅在一点接地；

2) 在同一回路中的三相导线应安置在同一导线管或线槽内，或者用线夹将三相导线安装固定在一起；

3) 当通以额定电流大于 250A 的单芯电缆必须靠近钢质货舱壁安装时，电缆与舱壁之间的间隙应至少为 50mm，属于同一交流回路的电缆敷设成品字形的除外；

4) 磁性材料不应用于同一组单芯电缆间，在电缆穿过钢板时，同一回路的所有导线都应一起穿过钢板或填料函，而且在电缆与磁性材料之间的间隙不应小于 75mm，属于同一交流回路的电缆敷设成品字形的除外；

5) 在线路中每一相内包括多根单芯电缆并联使用时，所有电缆应具有相同的路径和相等的截面，且属于同一相的电缆应尽量同其他相的电缆交替敷设。

#### 6.4.4 电缆头制作应符合下列规定：

1 电缆终端头和中间接头制作前，应熟悉安装工艺资料，做好检查，并符合下列要求：

1) 电缆绝缘状况良好，无受潮；

2) 附件与电缆的型号规格一致，主要性能应符合现行国家标准《额定电压 26/35kV 及以下电力电缆附件基本技术要求》GB/T 11033 的有关规定；

3) 制作终端和中间接头所用的连接金具，应与电缆线芯配套；

4) 电力电缆接地线应采用黄绿双色铜芯软线或镀锡铜编织线，其截面面积不应小于表 6.3.4-1 的规定：

表 6.4.4-1 电力电缆接地线截面

电缆截面 (mm <sup>2</sup> )	接地线截面 (mm <sup>2</sup> )
120 及以下	16
150 及以下	25

2 电缆终端头和中间接头制作应符合下列要求：

1) 制作电缆终端头与中间接头时宜在晴朗天气进行，遇风沙、雨雪等恶



劣气候，应采取防潮、防尘、保温等措施；

2) 电缆头从剥切开始应连续操作直至完成，剥切电缆时不应损伤线芯和保留的绝缘层；

3) 剥切电缆线芯绝缘层、屏蔽层、金属护套时，线芯绝缘层最小长度应符合表 6.4.4-2 中的要求：

**表 6.4.4-2 电缆终端和中间接头线芯绝缘层最小长度**

额定电压 (KV)	最小长度 (mm)
1	50
6	100
10	125
35	250

4) 电缆线芯连接时，应除去线芯和连接管内壁的油污及氧化层，压接模具与金具应配合恰当，压缩比应符合要求；

5) 压接后应将端子或连接管上的凸痕修理光滑，不得残留毛刺，并做搪锡处理，焊锡膏应选用中性，不得烧伤绝缘层；

6) 三芯电力电缆的中间接头两侧电缆的金属屏蔽层、铠装层应分别连接良好，不得中断，连接线的截面不应小于本标准表 6.4.4-1 中的规定；

7) 电缆终端上应有明显的相色标志，且应与电缆的相序一致；

8) 电缆中接头处应加装防爆盒，且防爆盒电压等级与电缆电压等级相匹配。

**3 压接电缆接线端子应符合下列要求：**

1) 从芯线端头量出长度为线端子深度加 5mm 处，剥去电缆芯线绝缘层，并在芯线上涂抹中性焊锡膏；

2) 将芯线插入接线端子，用压线钳压紧，压接不应少于两道；

3) 根据不同的相位，使用对应的色标带分别包缠；

4) 根据接线端子的型号，选用相应的热镀锌螺栓将电缆头压接在设备相应的接线端子上；

5) 螺栓应由上向下或从内向外穿，平垫和弹簧垫应配置齐全。

4 热缩电缆头的制作应符合下列要求：

- 1) 热收缩时禁止使用喷灯作热源；
- 2) 热缩管充分收缩后外观紧致，表面光滑、无皱纹、无气泡；
- 3) 制作完成后应清除表面的油污。

5 冷缩电缆头的制作应符合下列要求：

- 1) 冷缩电缆终端头的制作必须在天气晴朗、空气干燥的情况下进行；
- 2) 施工场地应清洁，无飞扬的灰尘或纸屑；
- 3) 剥除半导体屏蔽层并清除 净；
- 4) 应采取绕半导体带等改善电缆屏蔽端部电场集中的措施；
- 5) 制作完成后，应采取堵漏、防潮和密封措施。

## 6.5 控制电缆施工

6.5.1 控制电缆敷设应符合下列要求：

1 敷设前应根据图纸核对电缆清册及敷设通道是否满足施工要求， 核查电缆的型号、规格是否与图纸设计相一致；

2 控制电缆应按电压等级分别排列；

3 敷设时应使用专用电缆盘架，防止电缆扭结、断裂；

4 电缆支架上敷设电缆时，控制电缆与电力电缆应分开或分隔敷设，同一层托架电缆排列以不交叉为原则，不同单元的电缆宜分开放置；

5 电缆每敷设一根绑扎一根，绑扎时应从头至尾依次进行，电缆弯曲半径应符合现行国家标准《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB/T 50168 的有关规定；

6 电缆支架宽度不够时，相同规格型号、相同起止点的电缆可以重叠布放；

7 电缆整理完毕后，应在终端头、拐弯及穿管进出口处挂标识牌；

8 标识牌宜采用 PVC 白色塑料牌，用专用的打牌机打印，内容包括电缆编号、型号规格、长度、起止点等。

#### **6.4.2 电缆头制作应符合下列要求：**

**1** 控制电缆头制作安装时，位置应在同一直线上，线号管大小适宜、长度相同，编码打印，字迹清晰不褪色、美观统一；

**2** 屏蔽电缆头制作时，电缆的总、分屏蔽线保留完整，屏蔽线从电缆头的下部引出，并隐蔽在电缆的后面。

#### **6.5.3 电缆芯线绑扎及接线应符合下列要求：**

**1** 电缆芯线在成束绑扎前必须进行调直，电缆的芯线绑扎成圆柱形，线束紧密无松动；

**2** 芯线在接入端子前需要预留一定的长度，端子排前的弯曲弧度一致、线芯间距排列均匀美观；

**3** 导线与元件之间采用螺栓连接、插接、焊接或压接等，均应牢固可靠；

**4** 盘柜内的导线不应有接头，导线线芯无损伤；

**5** 电缆的屏蔽线单独绑扎成束，在端部压接线端子后统一接到专用的接地部位；

**6** 每个接线端子的每侧接线宜为 1 根，不得超过 2 根，对于插接式端子，不同截面的两根导线不得接在同一端子中，螺栓连接端子接两根导线时，中间应加平垫片；

**7** 配线外观应整齐、美观；

**8** 接线前必须进行校线，接线后再进行复校，配线正确。

## 7 电气设备安装

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 设备到达现场后，应组织施工、监理、建设、供货单位共同进行开箱检查，并按照要求保留相关资料。

**7.1.2** 根据设备装箱清单和随机技术文件，对设备及其零部件逐一检查，核对名称、规格、型号等，各类元器件应齐全、无缺陷。

**7.1.3** 设备搬运时，应根据重量及形体大小，结合现场施工条件，确定采用运输及吊装机械。

**7.1.4** 搬运过程中要固定牢靠，防止磕碰，避免元器件、仪表及外壳损坏。

**7.1.5** 露天安装的设备应有防雨、防尘措施。

**7.1.6** 室内设备安装前，建筑基础工程及装饰工程应验收合格，满足设备安装要求。

**7.1.7** 电气设备安装除按本规范的规定执行外，尚应符合国家现行的有关标准规范的规定。

### 7.2 汇流箱安装

**7.2.1** 汇流箱安装前应做如下准备：

1 汇流箱的防护等级等技术标准，应符合设计文件和合同文件的要求；

2 汇流箱内元器件完好，连接线无松动；

3 安装前汇流箱的所有开关和熔断器应断开；

4 汇流箱必须通过 TUV 或 CE 或 CQC 认证；

5 防雷汇流箱箱体的光伏阵列电缆进线孔，直流输出出线孔，接地线引出电缆孔和通信电缆接线孔均采用 IP68 防护等级的电缆接头。

**7.2.2** 汇流箱安装应符合以下要求：

1 安装位置应符合设计要求；

2 支架和固定螺栓应为镀锌件；

3 汇流箱的接地应牢固、可靠；

- 4 接地线的截面应符合设计要求；
- 5 汇流箱进线端及出线端与汇流箱接地端绝缘电阻不应小于20MΩ；
- 6 汇流箱组串电缆接引前应确认组串处于断路状态。

#### 7.2.3 汇流箱安装应符合下列要求：

- 1 汇流箱应安装在安全、干燥、易操作的位置；
- 2 应做好明显可靠的接地；
- 3 导线引出面板时，面板线孔应光滑无毛刺，金属面板应装设绝缘保护套；
- 4 汇流箱外壳应有明显可靠的PE保护地线（PE为黄绿相间的双色线）其截面积不小于16mm<sup>2</sup>，PE保护地线不允许利用箱体或盒体串联；
- 5 盘面引出及引进的导线应留有适当余度，以便于检修；
- 6 汇流箱全部安装完成后，应由两人同时采用500V兆欧表对线路进行绝缘摇测。

#### 7.2.4 汇流箱接线应符合下列要求：

- 1 汇线完毕应对汇线、电压、电流、正负极等进行检查，符合设计要求；
- 2 组件接线盒出口处的连接线应向下弯曲防雨水流入接线盒；
- 3 方阵汇线及检测完毕，应盖上并锁紧所有汇流箱门；
- 4 方阵的输出端应有明显的极性标志和子方阵的编号标志；
- 5 将电池板串联的连线接入汇线箱内，应采用铠装电缆接入逆变柜，电缆的金属铠装应做接地处理。

#### 7.2.5 汇流箱控制回路应符合下列要求：

- 1 模块化汇流箱智能检测单元，应具备多种方式进行数据远传，如：应具备RS485接口，支持标准Modbus通讯协议等，且传输距离不应小于1200m；
- 2 汇流箱应采用内部自供电方式；
- 3 汇流箱前门的背面应印刷完整的整机原理图和注意事项；
- 4 二次回路应承受250V工频耐压试验无破坏性放电；
- 5 所有进出直流汇流箱的控制配线及端子均需做配线标记，该标记的文字与编号应与控制原理图上的一致，配线标记应正确、完整、清晰、牢固，所有配线标记和线槽均应采用阻燃材料。

## 7.3 箱逆变一体机安装

### 7.3.1 箱逆变一体机安装前应做如下准备：

1 设备就位前安装单位应按照“中间交接验收签证书”的相关要求对基础及预埋件水平和轴线偏差进行复核；

2 对安装有妨碍的模板、脚手架等应拆除，场地应清扫干净；

3 混凝土基础及构件到达允许安装的强度，焊接构件的质量满足安装要求，预埋件及预留孔的位置和尺寸，应符合设计要求；

4 检查安装箱逆变一体机的型号、规格应正确无误，外观检查完好无损；

5 运输及安装的机具应准备就绪，且满足荷载要求。

6 智能测控单元应采用单独设备，通讯规约采用标准的 mod bus、IEC104 规约，方便各厂家的升压站综自系统接入；

### 7.3.2 箱逆变一体机的安装与调整应符合下列要求：

1 采用基础型钢固定的设备，设备基础型钢安装的允许偏差应符合表 7.3.2 规定：

表 7.3.2-1 基础型钢安装的允许偏差

项目	允许偏差	
	mm/m	mm/全长
不直度	<1	<3
水平度	<1	<3
位置误差及不平行度	-	<3

2 箱逆变一体机的安装方向应符合设计规定；

3 箱逆变一体机与基础型钢之间固定应牢固可靠；

4 箱逆变一体机内专用接地排必须可靠接地，箱逆变一体机应保证两点接地，金属盘门应采用裸铜软导线与金属构架或接地排可靠接地。

5 逆变器直流侧电缆接线前，必须确认汇流箱侧有明显断开点，电缆极性正确、绝缘良好；

6 逆变器交流侧电缆接线前应检查电缆绝缘，校对电缆相序；

7 电缆接引完毕后，逆变器本体的预留孔洞及电缆管口应做好封堵。

### 7.3.3 箱逆变一体机应按以下流程安装：

确定基础位置→固定基础槽钢并找平→固定箱逆变一体机→调整控制水平度与垂直度→检查箱逆变一体机内部控制接线→检验→连接太阳能方阵端线→检验→调试系统→检验连接负载端线→检验→试运行

#### 7.3.4 电气接线应符合以下规定：

1 直流侧接线：断开直流侧配电断路器，保证直流侧接线不带电，用万用表确认正负极，光伏阵列的正极连到直流输入的“DC+”，光伏阵列的负极连到直流输入的“DC-”；

2 交流侧接线：交流侧配电断路器断开，保证接到端子的交流线不带电，用万用表测量确认，交流输出的“L1”连到电网的“L1”，交流输出的“L2”连到电网的“L2”，交流输出的“L3”连到电网的“L3”，确认接线牢固；

3 接地连线：将一体式箱式开关站内的接地铜条与地用线缆可靠连接；

4 电缆接引完毕后，所有预留孔洞及电缆管口应进行防火封堵。

7.3.5 组串式逆变器的安装与本标准 7.2 节汇流箱安装方式相同。

7.3.6 箱变应依据现行国家标准《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB 50150 做好以下项目的试验，并做好相关记录：

- 1 测量绕组连同套管的直流电阻；
- 2 检查所有分接头的变压比；
- 3 检查变压器的三相接线组别和单相变压器引出线的极性；
- 4 测量绕组连同套管的绝缘电阻、吸收比或极化指数；
- 5 测量与铁芯绝缘的各紧固件及铁芯接地线引出套管对外壳的绝缘电阻；
- 6 测量绕组连同套管的介质损耗角正切值  $\text{tg}\delta$ ；
- 7 非纯瓷套管的试验；
- 8 测量绕组连同套管的直流泄漏电流；
- 9 绕组连同套管的交流耐压试验；
- 10 绕组连同套管的局部放电试验；
- 11 绝缘油试验；
- 12 有载调压切换装置的检查 and 试验；
- 13 额定电压下的冲击合闸试验；
- 14 测量噪音；
- 15 检查相位。

## 7.4 其他电气设备安装

**7.4.1** 高压电器设备的安装应符合现行国家标准《电气装置安装工程 高压电器施工及验收规范》GB 50147 的相关规定。

**7.4.2** 电力变压器和互感器的安装应符合现行国家标准《电气装置安装工程 电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范》GB 50148 的相关规定。

**7.4.3** 母线装置的施工应符合现行国家标准《电气装置安装工程 母线装置施工及验收规范》GB 50149 的相关规定。

**7.4.4** 低压电器的安装应符合现行国家标准《电气装置安装工程 低压电器施工及验收规范》GB 50254 的相关规定。

## 7.5 防雷与接地

**7.5.1** 光伏电站防雷系统的施工应按照设计文件要求进行。

**7.5.2** 光伏电站防雷与接地系统的施工工艺及要求除应符合现行国家标准《电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范》GB 50169 的相关规定外，还应符合设计文件的要求。

**7.5.3** 光伏组件的防雷接地应符合以下要求：

1 光伏组件的安装位置应避免高地或突出地形，避免成为雷击的目标；

2 光伏组件的安装支架、接线盒、电缆固定架等金属部件应通过接地线连接到地面；

3 带边框的光伏组件应将边框可靠接地，不带边框的光伏组件其接地做法应符合设计要求。

**7.5.4** 盘柜、汇流箱、逆变器及箱式变压器等电气设备的接地应可靠、导通良好，金属盘柜门应用裸铜软导线与金属构架或接地排可靠接地。

**7.5.5** 光伏电站的接地电阻阻值应满足设计要求，且不应超过  $4\Omega$ 。

**7.5.6** 干旱沙漠地区的降低电阻宜采用扩大接地网面积、水平接地带换填、使用降阻剂、增加垂直接地极等方法。

**7.5.7** 针对盐碱地质及腐蚀性较强地质的光伏场区接地材料，可采用铝铜稀土合金材料。



## 8 电气设备试验与验收

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 电气设备试验应符合现行国家标准《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB 50150 的规定。

**8.1.2** 保护定值应由具备计算资质的单位出具，且应在正式送电前再次复核。

**8.1.3** 电气设备应包括 35kV 高压柜、主变压器、电流、电压互感器、避雷器、断路器、隔离开关。

**8.1.4** 电气设备的验收除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

### 8.2 35kV 高压柜试验与验收

**8.2.1** 35KV 高压开关柜的交接应包括以下试验内容：

- 1 测量绝缘电阻；
- 2 测量每相导电回路的电阻；
- 3 交流耐压试验；
- 4 辅助回路和控制回路绝缘电阻测量；
- 5 测量分、合闸线圈及合闸接触器线圈的绝缘电阻和直流电阻；
- 6 辅助回路和控制回路交流耐压试验；
- 7 断路器的合闸时间和分闸时间，分、合闸的同期性，合闸时的弹跳测量；
- 8 操作机构合闸接触器和分、合闸电磁铁的动作电压试验；
- 9 合闸接触器和分合闸电磁铁线圈的绝缘电阻和直流电阻；
- 10 辅助回路和控制回路绝缘电阻测量；
- 11 开关操作试验、防误操作性能检查、内元器件试验等。

**8.2.2** 开关柜应对下列项目进行验收：

- 1 对照设备铭牌检查现场配置参数与技术协议相符；
- 2 开关柜电缆入口处防火封堵；
- 3 相色标志正确、铭牌位置正确，字迹清晰；

- 4 金属件表面无锈蚀，并做防锈处理；
- 5 柜体每个部件的金属构架均应按设计采用裸铜线可靠接地，接地线截面满足动、热稳定要求，且柜内应有明显的接地标志；
- 6 各转动部分应涂以润滑；
- 7 柜门应以裸铜线与接地的金属构架可靠地连接；
- 8 断路器、隔离开关、接地开关分、合闸动作准确、无卡阻、指示正确，手车柜断路器、手车、接地开关与门之间的联锁应满足联锁条件要求；
- 9 开关柜内标签标识是否明确、完善；
- 10 开关柜内部电缆牌挂牌是否完整；
- 11 开关柜二次接线号码管标识是否清晰；
- 12 开关柜二次接线与设计接线图纸是否一致；
- 13 开关远方跳闸不经开关本体，“远方/就地”转换开关闭锁回路验收；
- 14 开关五防系统检查验收，并满足五防功能要求：
  - 1) 手车在工作位置时，无法合上接地刀闸；
  - 2) 接地刀闸在合闸状态下，手车无法由试验位置向工作位置摇进；
  - 3) 开关在合闸状态下，手车开关无法由试验位置向工作位置摇进；
  - 4) 开关在工作位置合闸后，开关手车无法向试验位置摇出；
  - 5) 接地刀在分闸位置无法打开下柜门和后柜门；
  - 6) 下柜门和后柜门未关闭，接地刀无法分闸；
  - 7) 切换开关在远控时，就地应无法分合断路器；
  - 8) 未储满能“手动、电气”合闸闭锁正确可靠。
- 15 开关柜信号回路与后台核对验收；
- 16 真空断路器：支持绝缘子无破损、分合闸指示清晰；
- 17 避雷器无裂纹、破损，高压侧连接可靠，接地良好；
- 18 CT/PT 无裂纹、破损，二次端子清晰，连接引线连接可靠紧固；
- 19 零序互感器二次端子清晰，连接引线连接可靠紧固；
- 20 合成绝缘子外观清洁、无裂纹，表面应无起泡现象；
- 21 操作机构分合闸指示、计数器指示、储能指示清晰，控制按钮颜色满足要求；

- 22 电磁锁、机械锁钥匙编号清晰、正确；
- 23 高压带电显示装置外观清洁，构件无破损；
- 24 保护装置信号回路与后台核对一致；
- 25 检查各个连接部分无放电现象；
- 26 高压带电显示装置各指示灯正确；
- 27 断路器运行正常，弹簧操作机构已储能；
- 28 各保护装置运行正常，显示数据与后台监控一致。

8.2.3 备品备件以及专用工具登记造册，按照明细进行验收。

### 8.3 变压器试验

8.3.1 主变压器交接试验应包括下列内容：

- 1 绝缘油试验：
  - 1 测量绕组连同套管的直流电阻；
- 3 检查所有分接头电压比；
- 4 检查变压器的三极接线组别和极性；
- 5 测量与铁芯绝缘的各紧固件及铁芯绝缘电阻；
- 6 非纯瓷套管的试验；
- 7 有载调压切换装置的检查 and 试验；
- 8 测量绕组连同套管的绝缘电阻；
- 9 测量绕组连同套管的介质损耗角正切值；
- 10 测量绕组连同套管的直流漏电电流；
- 11 绕组连同套管的长时感应电压试验带局部放电试验；
- 12 变压器的绕组变形试验；
- 13 额定电压下的冲击合闸试验；
- 14 检查相位。

8.3.2 变压器与线路连接应符合下列规定：

- 1 连接紧密，连接螺栓的锁紧装置齐全，瓷套管不受外力；
- 2 零线沿器身向下接至接地装置的线段，固定牢靠；
- 3 器身各附件间的连接的导线有保护管，保护管、接线盒固定牢靠，盒盖齐

全；

4 引向变压器的母线及其支架、电线保护管和接零线等均应便于拆卸，不妨碍变压器检修时移动，各连接用的螺栓螺纹漏出螺母2~3扣，保护管颜色一致，支架防腐完整；

5 变压器及其附件外壳和其他非带电金属部件均应按要求接地。

### 8.3.3 主变压器验收应包括下列内容：

1 在额定电压下对变压器冲击合闸试验应进行5次，冲击合闸宜在变压器的高压侧进行，第一次受电后持续时间应大于10min，其余每次间隔时间宜为5min，变压器应无异常现象，冲击合闸变压器的三相电流应平衡，无明显差别，保护装置无误动作现象；

2 空载状态下变压器连续运行24h，无异常现象，其空载电压、空载电流、空载损耗、温升应符合产品技术条件规定；

3 负载状态下变压器连续运行12h，三相电流及三相电压应对称平衡，变压器的过流、速断、零序及超温保护不应有误动作；

4 负载运行应严格按照变压器运行规程进行，做好试运行记录。

## 8.4 电流、电压互感器试验与验收

8.4.1 检查电流、电压互感器的铭牌参数应完整，出厂合格证及试验资料齐全。

8.4.2 电流、电压互感器安装完成后，应进行下列检查：

1 电流、电压互感器的变比、容量、准确级应符合设计要求；

2 测试互感器各绕组间的极性关系，核对铭牌上的极性标识，互感器各次绕组的连接方式及其极性关系应符合设计；

3 有条件时，自电流互感器的一次分相通入电流，工作抽头的变比及回路应正确。

4 自电流互感器的二次端子箱处向负载通入交流电流，测定回路的压降，计算电流回路每相与中性线及相间的阻抗，所测得的阻抗值经验算，应符合10%的误差要求。

8.4.3 电流互感器二次回路检验应符合下列要求：

1 在被保护设备的断路器、电流互感器以及电压回路与其他单元设备的回路

完全断开后方可进行；

- 2 检查电流互感器二次绕组所有二次接线的正确性及压接的可靠性；
- 3 电流互感器的二次回路必须分别且只能有一点接地；
- 4 由多组电流互感器二次组合的电流回路，应在有直接电气连接处一点接地。

#### 8.4.4 电压互感器二次回路检验应符合下列要求：

- 1 检查电压互感器所有二次回路接线的正确性及端子排引线螺钉压接的可靠性；
- 2 经控制室中性线连通的几组电压互感器的二次回路，只应在控制室将一点接地，各电压互感器二次中性点在开关站的接地点应断开；
- 3 各电压互感器的中性线不得接有可能断开的熔断器（自动开关）或接触器等；
- 4 独立的、与其他互感器二次回路没有直接电气联系的二次回路，应在控制室或开关站分开，不得共用；
- 5 电压互感器二次中性点在开关站的金属氧化物避雷器的安装应符合规定；
- 6 检查串联在电压回路中的熔断器、隔离开关及切换设备触点接触的可靠性；
- 7 测量自互感器引出端子到配电屏母线的电压回路每相直流电阻，并计算电压互感器在额定容量下的压降，其值不应超过额定电压的 3%。

#### 8.4.5 二次回路绝缘检查应符合下列要求：

- 1 在对二次回路进行绝缘检查前，必须确认被保护设备的断路器、电流互感器必须全部停电，交流电压回路隔离完成后，才允许进行测试；
- 2 用 1000V 兆欧表对二次回路绝缘电阻测量，其阻值均应大于 10M $\Omega$ ；
- 3 对使用触点输出的信号回路，用 1000V 兆欧表测量电缆每芯对地及对其他各芯间的绝缘电阻，其绝缘电阻不应小于 1 M $\Omega$ ；
- 4 若母线差动保护、断路器失灵保护及电网安全自动装置所保护的设备不能同时停电时，其绝缘电阻的检验应分段分回路进行；
- 5 每完成一项绝缘试验后，须将试验回路对地放电；

## 8.5 断路器、隔离开关试验与验收

### 8.5.1 断路器、隔离开关试验与验收应符合下列要求：

1 断路器的跳闸线圈及合闸线圈的电气回路接线方式（包括防止断路器跳跃回路、三相不一致回路等措施）应正确；

2 检查保护回路的辅助触点的开闭情况、切换时间、构成方式及触点容量；

3 断路器的跳闸、合闸时间及跳闸、合闸线圈电压等参数，其值应满足现行国家标准《高压交流断路器》GB/T 1984 的规定；

4 断路器的传动试验应符合下列要求：

1) 断路器就地分闸、合闸传动；

2) 断路器远方分闸、合闸传动；

3) 防止断路器跳跃回路传动；

4) 断路器三相不一致回路传动；

5) 断路器操作闭锁功能检查；

6) 断路器操作油压或空气压力继电器、SF6 密度继电器及弹簧压力等触点的检查，各级压力继电器触点输出应正确；

7) 断路器辅助触点检查，远方/就地方式功能检查；

8) 在检查操作箱的防止断路器跳跃回路时，应检验串联接入跳合闸回路的自保持线圈，其动作电流不应大于额定跳合闸电流的 50%，线圈压降小于额定值的 5%，所有断路器信号检查正确。

### 8.5.2 断路器操作箱试验应符合下列规定：

1 进行每一项试验时，尽量减少断路器的操作次数；

2 操作箱中的出口继电器，应进行动作电压范围的检验，其值应在 55%~70%额定电压之间，且其他逻辑回路的继电器应满足 90%额定电压下可靠动作；

3 操作箱的检验根据厂家调试说明书并结合现场情况进行，并重点检验下列元件及回路的正确性。

1) 如果使用断路器本体的防止断路器跳跃回路和三相不一致回路，则需检查操作箱的相关回路是否满足运行要求；

2) 交流电压的切换回路；

3) 合闸回路、跳闸 1 回路及跳闸 2 回路的接线正确性，并保证各回路之

间不存在寄生回路。

## 8.6 氧化锌避雷器试验与验收

8.6.1 金属氧化物避雷器的试验项目，应包括下列内容：

- 1 测量金属氧化物避雷器及基座绝缘电阻；
- 2 测量金属氧化物避雷器的工频参考电压和持续电流；
- 3 测量金属氧化物避雷器直流参考电压和 0.75 倍直流参考电压下的泄漏电流
- 4 检查放电计数器动作情况及监视电流表指示；
- 5 工频放电电压试验。

8.6.2 测量金属氧化物避雷器及基座绝缘电阻，应符合下列规定：

- 1 35KV 以上电压等级，应采用 5000V 兆欧表，绝缘电阻不应小于 2500MΩ；
- 2 35KV 及以下电压等级，应采用 2500V 兆欧表，绝缘电阻不应小于 1000MΩ；
- 3 1KV 以下电压等级，应采用 500V 兆欧表，绝缘电阻不应小于 2MΩ；
- 4 基座绝缘电阻不应低于 5MΩ。

8.6.3 测量金属氧化物避雷器的工频参考电压和持续电流，应符合下列规定：

- 1 金属氧化物避雷器对应于工频参考电流下的工频参考电压，整支或分节进行的测试值，应符合现行国家标准《交流无间隙金属氧化物避雷器》GB/T 11032 或产品技术条件的规定；
- 2 测量金属氧化物避雷器在避雷器持续运行电压下的持续电流，其阻性电流和全电流值应符合产品技术条件的规定。

8.6.4 测量金属氧化物避雷器直流参考电压和 0.75 倍直流参考电压下的泄漏电流，应符合下列规定：

- 1 金属氧化物避雷器对应于直流参考电流下的直流参考电压，整支或分节进行的测试值，不应低于现行国家标准《交流无间隙金属氧化物避雷器》GB /T11032 规定值，并应符合产品技术条件的规定，且实测值与制造厂实测值比较，其允许偏差应为±5%。
- 2 0.75 倍直流参考电压下的泄漏电流值不应大于 50μA ， 或符合产品技术条件的规定。

3 750kV 电压等级的金属氧化物避雷器应测试 1mA 和 3mA 下的直流参考电压值，测试值应符合产品技术条件的规定；

4 0.75 倍直流参考电压下的泄漏电流值不应大于 65 $\mu$ A，尚应符合产品技术条件的规定。

5 试验时若整流回路中的波纹系数大于 1.5% 时，应加装滤波电容器，可为 0.01 $\mu$ F~0.1 $\mu$ F，试验电压应在高压侧测量。

8.6.5 检查放电计数器的动作应可靠，避雷器监视电流表指示应良好。

8.6.6 工频放电电压试验，应符合下列规定：

1 工频放电电压，应符合产品技术条件的规定。

2 工频放电电压试验时，放电后应快速切断电源，切断电源时间不应大于 0.5s，过流保护动作电流应控制在 0.2A~0.7A 之间。

## 8.7 电力电缆试验

8.7.1 每根电缆应分别做相间和对地绝缘电阻测量，测量结果应符合《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收规范》GB 50168 的规定。

8.7.2 交流耐压试验应符合下列要求：

1 试验当天天气良好，温度、湿度符合要求；

2 将试验设备调试并准备就位，试验场地应有防护措施；

3 按规定试验方法布置试验接线，将试验引线接上被试验电缆某相，其余两相接地；

4 测量该相电缆的绝缘电阻；

5 试验时，将试验回路调至谐振，将输出电压逐渐升至试验的电压，保持试验电压 60min，然后快速降压至零，断开试验电源，高压端挂接地线；

6 试验过程中如发生闪烁、击穿或异常情况，应立即暂停试验，检查处理符合耐压试验要求后，重新试验；

7 再次测量该电缆的绝缘电阻。

## 8.8 整定值的整定

8.8.1 每套保护装置应单独进行整定试验。



**8.8.2** 在整定试验时，除所通入的交流电流、电压为模拟故障值并断开断路器的跳、合闸回路外，整套装置应处于与实际运行情况完全一致的条件下，而不得在实验过程中人为地予以改变；

**8.8.3** 装置整定的动作时间为自向保护屏柜通入模拟故障分量至保护动作向断路器发出跳闸脉冲的全部时间；

**8.8.4** 电气特性的试验项目和内容应根据试验的性质，装置的具体构成方式和动作原理拟定。

## **8.9 电化学储能的施工验收**

**8.9.1** 储能电池及舱体验收应符合下列规定：

**1** 外观检查应符合下列规定：

1) 在良好的光线条件下，用目测法检查电池模块的外观，外观不得有变形及裂纹，表面平整、干燥、无外伤、无污物，且标志清晰、连接正确；

2) 电池舱内应装设温控制器并有报警上传功能；

3) 电池舱内的电池应摆放整齐并保证足够的空间，便于电池的安装、维护和测量；

4) 电池舱结构应有良好的通风、散热；

5) 电池模块在同层的电池间应采用有绝缘护套的连接条连接，连接条无挤压；

6) 系统应设有专用的电池放电回路，其直流断路器容量应满足电池容量要求。

**2** 运行环境检查应符合下列规定：

1) 电池应远离热源和易产生火花的地方；

2) 电池舱内的电池簇、电池模块应有抗震加固措施；

3) 电池舱门应向外开，舱门严密，舱体无渗、漏水；

4) 电池舱如设有运行和检修通道，检修通道宽度不应小于 800mm；

5) 电池舱的照明应使用防爆灯，并至少有一个接在事故照明母线上；

6) 电池架应有接地，并有明显标志；

7) 电池舱应安装温度控制系统（风冷或液冷），环境温度宜保持在

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/605202340202011100>