

# ZJSEE

浙江省电力学会标准

T/ZJSEE XXXX-YYYY

## 分布式光伏验收规范

Distributed photovoltaic acceptance specification

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

浙江省电力学会 发布

# 目 次

1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
3.1 分布式光伏发电系统 .....	1
3.2 分布式光伏发电工程 .....	1
3.3 光伏组件 .....	2
3.4 光伏组串 .....	2
3.5 光伏支架 .....	2
3.6 组串汇流箱 .....	2
3.7 逆变器 .....	2
3.8 交流汇流箱 .....	2
3.9 观感质量 .....	2
4 单位工程验收.....	2
4.1 一般规定 .....	2
4.2 土建工程验收 .....	2
4.3 安装工程验收 .....	4
4.4 其他辅助工程验收 .....	9
5 整体性能验收.....	10

## 前 言

本标准由浙江省电力学会标准工作委员会提出并解释。

本标准起草单位：

本标准主要起草人：

本标准首次发布。

# 分布式光伏验收规范

## 1 范围

本标准规定了分布式光伏并网验收前的单位工程验收和并网验收后的整体性能验收标准。

本标准适用于通过35kV及以下电压等级接入电网的分布式光伏发电新建、改建和扩建工程，不适用于建筑与光伏一体化和户用光伏发电工程。

## 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 50026 《工程测量规范》
- GB 50057 《建筑物防雷与设计规范》
- GB 50169 《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》
- GB 50202 《建筑地基基础工程施工及质量验收规范》
- GB 50203 《砌体工程施工及质量验收规范》
- GB 50205 《钢结构工程施工及质量验收规范》
- GB 50207 《屋面工程质量验收规范》
- GB 50217 《电力工程电缆设计规范》
- GB 50303 《建筑电气工程施工质量验收规范》
- GB 50601 《建筑物防雷工程施工与质量验收规范》
- GB 50794 《光伏发电站施工规范》
- GB 50797 《光伏发电工程设计规范》
- GB/T 50796 《光伏发电工程验收规范》
- GB/T 32512 《光伏电站防雷技术要求》
- DL/T 5210.1 《电力建设施工质量验收及评价规程 第1部分：土建工程》

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1 分布式光伏发电系统

分布式光伏发电系统由太阳能光伏组件、交直流汇流设备、并网逆变器、变配电设备、计量计费 and 监测系统等组成；一般在用户所在场地或附近建设运行，以用户自发自用为主，多余电量可向电网输送。

### 3.2 分布式光伏发电工程

指分布式光伏发电系统的工程实体，由光伏组件、逆变器、电气设备、监控系统和建（构）筑物组成。

### 3.3 光伏组件

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

### 3.4 光伏组串

在光伏发电系统中,将若干个光伏组件串联后,形成具有一定直流输出电压的电路单元。

### 3.5 光伏支架

光伏发电系统中为了摆放、安装、固定光伏组件而设计的专用支架。

### 3.6 组串汇流箱

在光伏发电系统中,将若干光伏组件串并联汇流后接入的装置。

### 3.7 逆变器

光伏系统内将直流电转换为交流电的设备。

### 3.8 交流汇流箱

在逆变器和并网柜之间、逆变器和单元变压器之间,将若干逆变器并联汇流后接入的装置。

### 3.9 观感质量

通过观察和必要的量测所反映的工程外在质量。

## 4 单位工程验收

### 4.1 一般规定

4.1.1 分布式光伏发电工程单位工程应按土建工程、安装工程和其他辅助工程三大类进行划分。单位工程的验收在分部分项工程验收合格的基础上进行。

4.1.2 单位工程验收组应由建设单位组建,由建设、设计、监理、施工、调试等有关单位负责人及专业技术人员组成。

4.1.3 单位工程验收工作应包括下列内容:

- (a) 应检查单位工程是否符合批准的设计图纸、设计更改联系单及施工技术要求;
- (b) 应检查施工记录及有关材料合格证、检测报告等;
- (c) 应检查各主要工艺、隐蔽工程监理检查记录与报告等;
- (d) 应检查彩钢瓦支架连接件现场拉拔试验、布置光伏后屋顶承载力校核报告、加固后屋顶承载力校核报告(若有)、加固施工过程记录等;
- (e) 应检查单位工程的形象面貌和整体质量;
- (f) 应对检查中发现的遗留问题提出处理意见;
- (g) 应对单位工程进行质量评定;
- (h) 应签署“单位工程验收意见书”。

4.1.4 对于利用危险性鉴定等级为C级、D级的建筑物建设的分布式光伏发电项目,对于利用火灾危险性类别为甲类、乙类的建筑物建设的分布式光伏发电项目,对于光伏阵列所附着建(构)筑物的剩余使用年限不满足光伏运营时间要求的分布式光伏发电项目,对于利用临时建筑建设的分布式光伏发电项目,应不予验收。

### 4.2 土建工程验收

4.2.1 土建工程验收应包括混凝土光伏支架基础、彩钢瓦屋顶支架与原屋顶构件的连接、设备基础、加固工程、维护通道和安全防护的验收。

4.2.2 光伏支架基础施工质量应符合《光伏发电工程验收规范》(GB 50796)、《光伏电站施工规范》(GB 50794)的相关规定。

#### 4.2.3 混凝土光伏支架基础、设备基础应符合以下验收标准：

- (a) 结构块所用外表应无严重的裂缝、蜂窝麻面、孔洞、露筋等情况，其强度、尺寸和重量应符合设计要求。
- (b) 浇筑整齐平整，无明显歪斜。
- (c) 与原建（构）筑物连接应连接牢固可靠，连接处做好防腐和防水处理。
- (d) 配电箱、逆变器等设备壁挂安装于墙体时，墙体结构荷载需满足要求。
- (e) 如采用结构胶粘结地脚螺栓，连接处应牢固无松动。
- (f) 预埋地脚螺栓和预埋件螺母、垫圈三者匹配配套，预埋地脚螺栓的螺纹和螺母完好无损，安装平整、牢固、无松动。
- (g) 屋面保持清洁完整，无积水、油污、杂物，有通道、楼梯的平台处无杂物阻塞。
- (h) 设备基础顶部离地高度要求应符合设计要求。
- (i) 对于重要设备基础，沉降观测点的设置应符合设计要求，其防护完好、标识规范。
- (j) 外露的预埋螺栓（预埋件）的防腐措施应符合设计要求。

#### 4.2.4 彩钢瓦屋顶支架与原屋顶构件的连接节点，应有现场拉拔试验，试验承载力应不小于设计要求承载力。

#### 4.2.5 支架基础采用混凝土独立基础或条形基础时，尺寸允许偏差为：

- (a) 轴线：±10mm；
- (b) 顶标高：0mm~-10mm；
- (c) 垂直度：每米≤5mm、全高≤10mm；
- (d) 截面尺寸：不应出现负偏差；

#### 4.2.6 观感质量检查方法及内容应符合《电力建设施工质量验收及评价规程 第1部分：土建工程》（DL/T 5210.1）的规定；工程实体观感质量与验收结论应相符。

#### 4.2.7 钢结构及平台栏杆应符合：

- (a) 无明显变形、损伤、污染、锈蚀。
- (b) 防腐、防火的施工质量应符合《电力建设施工质量验收及评价规程 第1部分：土建工程》（DL/T 5210.1）的规定
- (c) 压型钢板维护结构表面平整，拼缝严密、顺直，无色差、翘边、损坏、起鼓、污染，不漏水。

#### 4.2.8 砌体工程应符合：

- (a) 砌筑方法正确、灰缝饱满；
- (b) 勾缝均匀光滑、顺直、深浅一致；平整度、垂直度符合《砌体工程施工质量验收规范》（GB 50203）的规定。

#### 4.2.9 加固工程应符合以下验收标准：

- (a) 凡涉及原结构屋顶光伏布置建筑，均应有符合现行规范要求的屋顶承载力校核报告。
- (b) 校核报告中，对于各类屋顶光伏布置附加荷载的取值，常规彩钢瓦屋面光伏支架宜取0.15kN/m<sup>2</sup>；混凝土屋顶支架及基础附加荷载，根据当地气象条件及支架结构布置等实际情况考虑。
- (c) 加固施工质量应符合相关专业验收标准的规定，以及加固设计文件的要求。
- (d) 参与加固工程施工质量验收的各方人员应具备规定的资格。
- (e) 加固工程质量的验收应在施工单位自行检查评定合格的基础上进行。
- (f) 隐蔽工程应在隐蔽前已由施工单位通知有关单位进行验收，并已形成验收文件。
- (g) 涉及结构安全的检验项目，已按规定进行了见证取样检测，其检测报告的有效性已得到监理人员检查认可。

(h) 加固工程的观感质量应由验收人员进行现场检查。其检查结果的综合结论已得到验收组成员的共同确认。

(i) 加固未完成或未验收合格的，不得实施支架及光伏安装工作。

4.2.10 维护通道和安全防护应符合以下验收标准：

(a) 屋顶维护通道宽度及布置应能满足正常运维通行及更换组件的要求；

(b) 通道的连接应可靠，其材质和防腐应满足正常使用年限的要求；

(c) 屋顶安全防护应能有效确保运维的安全，根据实际业主要求，有条件的应设置符合要求的安全围栏，否则，应有其他可靠措施保障运维安全。

(d) 考虑运维的需要，应设置有安全便利的上下屋面的检修通道。

4.2.11 施工过程中对原建筑、道路等的破坏，均应修复完成且满足相关规程规范和业主要求。

4.2.12 土建工程各个环节的验收资料应完备、齐全，应能体现实际施工情况；现场整改、消缺等均有闭环资料。

4.2.13 支架基础、设备基础的验收归档资料应包括：

(a) 单位（子单位）、分部（子分部）工程开工报审。

(b) 基础定位测量、放线记录及测量记录、基础复测成果资料。

(c) 施工及隐蔽工程验收记录。

(d) 施工试验及检测报告包括承载力检测报告和砂浆、混凝土及钢筋连接强度试验报告。

(e) 检验批、分项及分部工程验收记录。

(f) 单位（子单位、分部）工程质量竣工验收记录、质量控制资料核查记录、安全和功能检验资料核查及主要功能抽查记录、观感质量检查记录。

4.2.14 加固工程验收归档资料应包括：

(a) 加固方案文件。

(b) 原材料、产品出厂检查合格证和涉及结构安全的原材料、产品的进场见证取样复检报告；

(c) 结构加固各工序应检项目的进场检查记录和检验报告。

(d) 施工过程质量控制记录。

(e) 隐蔽工程验收记录。

(f) 加固工程质量问题的处理方案和验收记录。

(g) 其他必要的文件和记录，例如台风登陆较频繁地区的抗台设计专题和沿海地区的抗腐蚀设计专题。

### 4.3 安装工程验收

4.3.1 安装工程验收应包括对光伏组件、支架、汇流箱、逆变器、电气设备、防雷与接地、电缆等的安装工程的验收，并需进行安装功率核查，光伏容量与逆变器容量配比的核查。

4.3.2 光伏组件其安装工程应符合以下验收标准：

(a) 光伏组件的型号及主要技术参数符合设计要求，产品说明书、出厂试验报告及质量验收报告齐全。

(b) 光伏组件外观不应存在缺陷或异常，包括但不限于：EVA 变黄、电池片变色、玻璃破裂、电池片位移及破碎等。

(c) 光伏组件的数量和平面布置符合图纸的设计要求。

(d) 光伏组件的安装倾角偏差不大于设计值的 $\pm 1^\circ$ 。相邻光伏组件边缘高差 $\leq 2\text{mm}$ ，同组光伏组件边缘高差 $\leq 5\text{mm}$ ，组件安装水平面无弧度现象。

(e) 光伏组件最低点距屋面完成面的距离和散热间隙符合设计要求。

(f) 固定组件的专用卡件压块边缘应与组件侧面紧密贴合，压块和组件边缘间无缝隙，压块无歪斜现象。不锈钢螺栓的力矩值应符合设计要求。

(g) 光伏组件的连接线缆应绑扎可靠，无破损、浸水现象，无直接暴露在阳光下现象。

(h) 组件串联后首尾两端引出线应有机打标识，标识内容应能反映对侧设备。

(i) 光伏组件金属部件应正确、可靠接地，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 GB50169》的规定。接地线与组件间连接用卡爪垫片，接地螺丝无生锈现象，接地线应留余量不应紧绷。

(j) 光伏组件方阵接地电阻应符合设计要求。

(k) 光伏组件的连接头需正确制作和连接，拧开连接头锁死螺母，裸手不能将线缆拉出；彩钢瓦屋面安装形式时，连接头不能拖在彩钢瓦上，其它安装形式时，连接头不能在组件或支架的安装缝隙之间。

#### 4.3.3 光伏支架其安装工程应符合以下验收标准：

(a) 光伏支架及其材料应符合设计要求，钢构件的制作焊接应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范 GB50205》的有关规定。钢构件的防腐处理应符合设计要求。

(b) 光伏支架外观及防腐涂镀层应完好无损，如存在现场切割，切割口应做防锈处理。

(c) 光伏支架连接件应可靠连接，焊接处应满焊且防腐处理应符合设计要求。

(d) 光伏支架螺栓符合设计要求，固定螺栓弹垫应完全被压紧，紧固件无生锈、移位等现象。

(e) 固定式光伏支架，安装的垂直度、水平度和角度偏差应符合现行国家标准《光伏电站施工规范 GB50794》的有关规定。支架中心偏差 $\leq 2\text{mm}$ ，檩条标高尺寸偏差 $\leq 3\text{mm}$ ，前后立柱立面偏差 $\leq 3\text{mm}$ 。

(f) 光伏支架安装于彩钢瓦屋面时，与彩钢瓦瓦楞连接的夹具应牢固，水平和垂直拉力应符合设计要求。采用开孔、冷焊、TPO 柔性材料熔接等方式固定的支架，与彩钢瓦屋面的固定点应有符合设计要求的防水、防腐处理。

(g) 光伏支架安装于混凝土屋面时，光伏组件支架应按设计要求与混凝土基座中预埋连接件或预埋螺栓固定，要求位置准确，与基座固定牢靠。

(h) 跟踪式支架的自动模式动作、限位手动模式动作应符合设计要求。其跟踪控制系统，跟踪精度，过风速保护，通、断电测试应符合设计要求。

(i) 光伏支架的金属部分应与建筑接地系统可靠连接，若采用扁钢直接焊接支架方式，焊接工艺应满足设计要求，焊接后应做相应的防腐等保护措施。

#### 4.3.4 逆变器安装工程应符合以下验收标准：

(a) 逆变器的型号、规格及主要技术参数符合设计要求，出厂试验报告及质量验收报告齐全。

(b) 逆变器外观完好，不应有损坏和变形，无明显划痕、掉漆等现象。逆变器编号编码及标识满足设计要求。散热风扇工作应正常。

(c) 逆变器的安装环境应满足：通风良好，环境温度适宜；相对湿度应符合设计要求，无凝露；无水蒸汽及腐蚀性气体；附近无易燃易爆品；具有符合安全规定的电源。

(d) 逆变器的安装位置应符合设计规定，安装偏差应不大于 10mm。安装位置应安全合理，有足够的操作空间和检修空间。

(e) 组串式逆变器应垂直安装且连接端子位于下方，背部及侧面离墙壁或其它物件距离应符合设计要求。室外安装时应牢靠固定在机架或平台上，一列机架的机面应平直，其偏差每米应不大于 3mm，全列偏差应不大于 15mm。机架顶面应平齐，机架间应相互并拢，机架接地电阻值应符合设计规定。



(f) 逆变器的接线应牢固，直流侧极性、交流侧相序应正确，通讯线屏蔽层应接地。进出线缆应做好保护，所接线缆应有标识牌，字迹清晰、不褪色。

(g) 逆变器直流输入、交流输入与机壳间的绝缘电阻不应小于 50M Ω。

(h) 逆变器的金属外壳接地应满足设计要求，应有必要的触电警示标识。

#### 4.3.5 汇流箱其安装工程应符合以下验收标准：

(a) 汇流箱箱体结构质量及内装电气元件应符合设计要求，箱内元器件完好，连接线无松动，各种开关便于操作，灵活可靠，标识清晰。

(b) 汇流箱外观完好，无漆面剥落、锈蚀及裂痕等现象。在显要位置设置铭牌、编号、高压警告标识，不得出现脱落或褪色。

(c) 汇流箱不宜安装在高温、潮湿地方，箱体与支架应连接可靠，紧固件及安装支架无生锈腐蚀，安装高度和水平度应符合设计要求。

(d) 汇流箱内电气元件的线缆连接应牢固可靠，多股线连接必须套直通管或制作端子，套好热缩管或其他防护。线缆无脱股、散股现象，端口连接无露铜现象，铜鼻子应与线缆和空开匹配。

(e) 组串汇流箱输入输出极性应正确，交流汇流箱输入输出相序应正确，通讯线屏蔽层应接地。进出线缆应做好保护，所接线缆应有标识牌，字迹清晰、不褪色。

(f) 汇流箱金属外壳接地应满足设计要求。

#### 4.3.6 变压器安装工程应符合以下验收标准：

(a) 变压器铭牌型号与设计一致，清晰标明高低压侧，有安全警示标识。变压器外壳完整，无锈迹，内外涂层无损伤。编号编码及标识满足设计要求。变压器散热装置工作应正常。

(b) 变压器安装位置满足设计要求，基础预埋槽钢应做防锈处理，器体安装牢固。

(c) 安装于室外的箱式变压器周围排水应通畅，基础预留排气窗口应设置纱窗及防水百叶窗。

(d) 高低压侧电缆进出底部或顶部以及电缆管口处应进行防火封堵，封堵应严密。

(e) 防雷接地应按设计要求做好防腐，接地电阻满足设计要求。

#### 4.3.7 成套装置安装工程应符合以下验收标准：

(a) 高低压成套配电装置、无功补偿成套装置等一次设备的合格证及专项试验报告齐全，接地电阻值符合设计。

(b) 设备外观完好，无油漆脱落、起皱、流痕、施工原因划伤等缺陷。在显要位置设置铭牌、编号、高压警告标识。

(c) 设备基础和构架焊接应符合设计要求，基础槽钢应固定可靠。底座周围应采取封闭措施，并应能防止鼠、蛇类等小动物进入装置内。

(d) 设备安装用的紧固件除地脚螺栓外应采用镀锌制品。户外用的紧固件应采用热镀锌制品。电器接线端子用的紧固件应符合现行国家标准的规定。

(e) 高低压成套配电装置的安装精度满足表 4.1 的要求。

**表 4.1 电气设备安装精度要求**

项目		允许偏差 (mm)
垂直度 (每米)		1.5
水平偏差	相邻两装置顶部	2
	成列装置顶部	5
盘面偏差	相邻两装置边缘	1
	成列装置操作面	5
装置间接缝		2

(a) 内部接线整齐、规范且牢固可靠（用适当力度拉导线），压接导线不应出现裸露铜丝，箱外电缆不应直接暴露在外，变配电设备穿线孔要求有护线套。

(b) 成套装置内下穿电缆有单条线缆大于  $70\text{mm}^2$  时，电缆应有固定，防止因电缆自重导致连接头长期受力。

(c) 成套装置内空开、按钮、熔断器应标识清楚且与设计图纸一致，各种线缆挂牌要求明显、清楚可见，挂牌内容与图纸一致。

(d) 配电装置所在配电房应在明显位置悬挂光伏系统图及光伏系统安全操作规程。

#### 4.3.8 保护屏设备安装工程应符合以下验收标准：

(a) 保护屏、控制柜等设备无油漆脱落、起皱、流痕、施工原因划伤等缺陷。

(b) 监控、远动、测控、保护、故录、故障信息、保安、直流、计量、UPS、GPS 等单元以及各元件保护等二次设备的合格证及调试记录报告齐全。

(c) 保护屏内接线走线要求整齐，布线合理，通信线与电源线不能走在同一线槽内，不能有线头裸露。通信线缆捆扎整齐，线帽、电缆标牌清晰、正确，备用芯处理合理，电缆铠甲层、屏蔽层接地牢固可靠，屏柜接地符合设计要求。

(d) 保护屏设备固定牢靠，色泽统一，盘柜开门方向一致，柜面平直无凹陷，柜门开闭无障碍，柜体及柜门接地可靠。

(e) 保护屏设备前后柜眉应贴双调度编号标牌。柜内设备、开关和保护压板等标识、标牌统一齐全，规范名称的确定要符合调规的规定。

(f) 保护屏设备内接地铜排的设置和与等电位网的连接应符合设计要求。

#### 4.3.9 防雷与接地系统的安装工程应符合以下验收标准：

(a) 电气装置的防雷与接地安装的验收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 GB50169》的有关规定。

(b) 在建筑物上安装光伏系统，应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范 GB50057》的要求，与屋面防雷接地装置进行多点可靠联结。

(c) 避雷针、避雷带或避雷网等接闪器设备应按相关规定进行安装。

(d) 光伏组件、光伏支架、逆变器、配电设备外壳、电缆外皮、穿线金属管道的外皮等应进行保护接地。

(e) 通讯、测控等电子设备应进行屏蔽接地。

(f) 接地体的安装应满足设计要求，其接地电阻应满足：电气设备接地电阻不大于  $4\Omega$ ，并满足屏蔽接地和工作接地的要求；逆变器、电压互感器和电流互感器的二次线圈直接接地时，接地电阻不得大于  $10\Omega$ 。

#### 4.3.10 交直流电缆及其敷设安装工程应符合以下验收标准：

(a) 交直流电缆的型号规格、电压等级应符合设计要求。

(b) 电缆安装的验收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》GB50168 的有关规定。

(c) 光伏方阵内部的电缆应固定在阵列支架上或通过电缆桥架铺设，电缆接头应可靠接合，接头接合后不得承受外力。

(d) 直流电缆接头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 GB50168》的有关规定。

(e) 电缆敷设的最小弯曲半径应符合表 4.2 的规定。

表 4.2 电缆最小弯曲半径

电缆型式	多芯	单芯
控制电缆	10D	

橡皮绝缘电力电缆	无铅包、钢铠护套		10D	
	裸铅包护套		15D	
	钢铠护套		20D	
聚氯乙烯绝缘电力电缆			10D	
交联聚乙烯绝缘电力电缆			15D	20D
油浸纸绝缘电力电缆	铅包		30D	
	铅包	有铠装	15D	20D
		无铠装	20D	
自容式充油（铅包）电缆			-	20D
注 1：表中 D 为电缆外径。				

(f) 电缆敷设时应排列整齐，层次分明，弯曲方向一致、美观，固定牢靠。

(g) 并联使用的电力电缆，其长度、型号、规格应相同。

(h) 电缆标志牌应装设齐全、正确、清晰并具有永久性。

(i) 电缆敷设路径不应损坏建（构）筑物的防水层。穿过屋面或墙外的电缆应设置防水套管，并应采取防水密封措施。防水套管与建筑主体结构之间的缝隙必须做好防水密封，并做好建筑物表面的光洁处理。

(j) 电缆进入建筑物、墙壁、支架或行人容易接近等处应有一定机械强度的保护管或加装保护罩。线缆穿越管道，管口处应添加护线圈，利口处应添加保护，线缆无扭曲、破皮现象。

(k) 对易受外部影响失火的电缆密集场所或可能失火蔓延而酿成严重事故的电缆回路，必须按设计要求的防火阻燃措施施工。防火涂料涂刷层数、长度符合设计要求，防火堵料工艺美观、不透光亮。

#### 4.3.11 电缆桥架安装工程应符合以下验收标准：

(a) 电缆桥架外观及防腐涂镀层应完好无损。

(b) 桥架固定应牢固，线缆无暴露。桥架线槽端口应封堵。

(c) 桥架盖板要求无翘曲、缝隙，平铺桥架每块盖板要求有一个抱箍，墙面垂直桥架或吊顶桥架每块盖板要求两头各有一个金属抱箍。

(d) 每段桥架均应可靠接地，当桥架长度大于 20m 时，每隔 20m 增加一个接地点，接地线截面不小于 10mm<sup>2</sup>，接地方式符合图纸设计要求。

(e) 若使用表面镀层为油漆的桥架每截桥架间应用接地线连接，接地连接可靠，线缆不应紧绷。

(f) 电缆桥架安装用的钢制紧固件，除地脚螺栓外，应采用热镀锌制品。

(g) 电缆支架的层间允许最小距离应满足设计规定，当设计无规定时，可采用表 4.3 的规定。但层间净距不应小于两倍电缆外径加 10mm。

表 4.3 电缆支架的层间允许最小距离值（mm）

电缆类型和敷设特征		支（吊）架	桥架
控制电缆		210	200
电力电缆	10kV 及以下 (除 6~10kV 交联聚乙烯绝缘外)	150~200	250
	6~10kV 交联聚乙烯绝缘	200~250	300
电缆敷设于槽盒内		H+80	H+100
注 1：h 表示槽盒外壳高度。			

(h) 交流系统的单芯电缆或分相后的分相铅套电缆的固定夹具不应构成闭合磁路。

(i) 电缆各支持点间的距离应符合设计规定。当设计无规定时，其间距不应大于表 4.4 中所列数值。

表 4.4 电缆各支持点间的距离 (mm)

电缆类型和敷设特征		敷设方式	
		水平	垂直
电力电缆	全塑型	400	1000
	除全塑型外的中低压电缆	800	1500
	35kV 及以上高压电缆	1500	2000
控制电缆		800	1000
注 1: 全塑型电力电缆水平敷设沿支架能把电缆固定时, 支持点间的距离允许为 800mm。			

(j) 垂直敷设或超过 45° 倾斜敷设的电缆在每个支架或桥架上每隔 2m 处加以固定; 水平敷设的电缆, 在电缆首末两端及转弯、电缆接头的两端处加以固定; 当对电缆间距有要求时, 每隔 5m~10m 处加以固定; 单芯电缆的固定应符合设计要求。

#### 4.4 其他辅助工程验收

##### 4.4.1 消防工程的验收应符合以下验收标准:

(a) 光伏系统的零部件, 应符合现行国家标准《建筑设计防火规范 GB50016》相应的建筑物防火等级对建筑构件和附着物的要求。安装在屋顶的光伏组件, 耐火等级不低于 C 级 (基本防火等级)。

(b) 消防器材的消防设施的种类、安装地点、数量等满足设计要求。消防器材均在有效的检定周期内, 灭火器气压应在正常范围内、软管无龟裂破损、保险销齐全。

##### 4.4.2 视频监控系统的验收应符合以下验收标准:

(a) 摄像装置在 9:00~15:00 (当地真太阳时) 时段内对光伏组件无遮挡。

(b) 摄像装置牢固无松动, 所有零部件、材料无变形、生锈。

(c) 摄像装置支架应牢固可靠, 与基座紧密相连并做有效接地。

(d) 视频监控画面显示清晰、无抖动、无死角。

(e) 视频监控系统部件技术参数满足设计要求。

##### 4.4.3 屋顶防护栏杆的验收应符合以下验收标准:

(a) 防护栏杆件间距及护栏高度满足设计要求, 在 9:00~15:00 (当地真太阳时) 时段内对光伏组件无遮挡。

(b) 防护栏杆应固定牢固可靠, 螺栓、平垫、弹垫的安装数量满足设计要求。

(c) 对于焊接固定的, 焊缝应连续饱满, 不应有裂纹、夹渣、较大焊瘤、漏焊、虚焊、气孔、咬边等现象, 并按设计要求做好防锈措施。

(d) 防护栏杆应有效接地, 接地电阻满足设计要求。

(e) 防护栏杆安装精度满足设计要求。

(f) 防护栏杆伸缩缝满足设计要求。

##### 4.4.4 电气设备防护围栏的验收应符合以下验收标准:

(a) 围栏材质、安装满足设计要求, 安装可靠牢固, 围栏网安装到位; 紧固件无生锈现象。

(b) 围栏应有通用警示标识。

##### 4.4.5 清洗系统的验收应符合以下验收标准:

- (a) 清洗管道材料及固定方式满足设计要求，固定牢固。
- (b) 清洗管道在 9:00~15:00（当地真太阳时）时段内对光伏组件无遮挡。
- (c) 所有接头、阀门与管道连接处应固定严密，不得有渗、漏水现象。
- (d) 清洗管道各清洗点的辐射半径及最低工作压力应满足设计要求。
- (e) 保温层材料及安装方式满足设计要求，外层清洁无破损。
- (f) 出水阀门材质满足设计要求，不应有生锈现象，安装牢固，开关灵活，不得有渗、漏水现象。
- (g) 清洗管道排空点及几字弯设置应满足设计要求。

#### 4.4.6 维护通道

- (a) 混凝土屋面应按设计要求预留维护通道。
- (b) 金属屋面的维护通道应连接牢靠，不应采用有腐蚀或明显变形的材料，平台搭接处应平齐，空隙不应大于 15 mm。金属材质的维护通道应有效接地。

### 5 整体性能验收

- 5.1 整体性能验收应在系统接入电网运行 30 天~60 天内进行。性能验收宜在天气晴朗，太阳辐照强度不低于 400W/m<sup>2</sup>的条件下进行。
- 5.2 从工程启动开始无故障连续并网运行时间不少于光伏组件接收总辐射量累计达 60kWh/m<sup>2</sup>的时间、无任何会影响长期运行的缺陷的运行，是整体性能验收的必要条件。
- 5.3 确认系统正常运行发电，实现屋面并网光伏发电系统接入配电网。
- 5.4 通过实时数据、状态等监控，检查系统各组成部分运行安全可靠，发电系统效率应满足设计要求。发电系统效率应通过实测得出或者由不少于 30 天的运行数据计算得出。
- 5.5 检查零配件为通用件。
- 5.6 屋面并网光伏发电系统的接入容量和电压等级与原配电网相匹配：
  - (a) 屋面并网光伏发电系统设计容量不应超出原配电网线路开关、电缆等承载能力，应保证上级电网保护装置正常工作；
  - (b) 接入电压等级与原配电网相匹配。
- 5.7 屋面并网光伏发电系统的电能质量达到原配电网要求。
- 5.8 屋面并网光伏发电系统接入应确保用户用电功率因数在电网要求范围内。