

# 山地光伏发电场光伏组件安装技术分析

徐 鹏

中国能源建设集团湖南省电力设计院有限公司 湖南 长沙 410007

**摘 要：**在传统能源不断减少的背景下，应充分利用新能源，而光伏发电可以为新能源的应用提供支持，因此以某光伏工程为例利用分析法等方法对山地光伏发电场光伏组件安装技术进行了探究。在探究过程中先简要分析了光伏发电场以及光伏组件的内涵，之后分析了光伏组件的安装流程与技术。探究结果表明，只有科学安装光伏组件才能够提高光伏发电的效率，所以应提高对安装技术的重视程度，根据实际情况优化安装流程并做好施工准备、支架安装、组件安装以及测试等各个环节的工作，确保各个环节的质量都符合要求。

**关键词：**光伏发电场；光伏组件；安装技术

## 前言

在山地建设光伏发电场可充分利用山区地形的优势并将太阳光能转变为电能，有利于提高新能源利用率，减少传统能源的消耗。而光伏发电场的建设对光伏组件的安装有较高的要求，为此应在现有研究结果的基础上分析光伏组件安装技术，以期光伏发电场建设提供参考。

## 1 光伏发电场与光伏组件的内涵

### 1.1 光伏发电场的内涵

光伏发电场即利用太阳光能以及晶硅板、逆变器 etc 电子元件构成发电体系并与电网相连，向电网输送电力的光伏发电系统，具有安全可靠、不受资源分布的地域限制、能源质量高等优势，是我国鼓励力度最大的绿色电力开发能源项目<sup>[1]</sup>。

### 1.2 光伏组件的内涵

光伏组件即太阳能电池组件，主要是由高效晶体硅太阳能电池片、铝合金边框、透明TPT背板、EVA以及超白布纹钢化玻璃等部分构成的。

## 2 山地光伏发电场光伏组件安装工程概况及流程

### 2.1 工程概况

某山地光伏发电场所处区域的地势起伏较大，西南高东北低，海拔约1200m。该工程的一期工程的重点就在于光伏支架、组件的安装，因此以该工程为例分析光伏组件安装技术。

### 2.2 流程

在进行光伏组件安装时需要先明确具体流程，例如该工程的安装流程为先进行施工准备，之后进行光伏支架与组件的安装，再进行光伏组件的串线连接，最后进行光伏组件的电压测试<sup>[2]</sup>。

## 3 山地光伏发电场光伏组件安装技术

### 3.1 施工准备技术

#### 3.1.1 进行条形基础验收

从实际情况来看，在安装光伏阵列支架前需要先根据《建筑地基基础施工质量验收规范》（GB50502-2002）等规范以及光伏发电场的设计要求验收条形基础。在验收时需要检查混凝土表面是否存在孔洞、蜂窝、裂缝、夹渣、露筋以及缺陷等问题，若存在需及时返工，同时应确保基础混凝土的强度在设计要求的70%以上，否则可能会影响支架与基础底部预埋螺栓的连接。且验收时应全面检查条形基础的细节，判断其偏差是否在允许偏差范围内，例如可以利用经纬仪与尺子测量条形基础的坐标位置，判断其偏差是否在20mm以内；利用尺子测量条形基础的平面外形尺寸，判断其偏差是否在+20mm以内；利用水平尺或塞尺测量其平面水平度，判断其每米偏差是否在5mm以内，全长偏差是否在10mm以内；利用经纬仪或吊线测量其垂直度，判断其每米偏差是否在5mm以内，全高偏差是否在10mm以内；利用尺子、水准仪、吊线测量预埋地脚螺栓，判断其中心位置的偏差是否在2mm以内，中心距偏差是否在±2mm以内，垂直度偏差是否在5mm以内<sup>[3]</sup>。

#### 3.1.2 进行安装支架前的准备

在安装支架前应做好相应的准备工作，为后续安装奠定基础。第一，需要根据光伏组件安装的设计图纸以及相关标准进行技术交底与安全交底并做好交底记录工作，确保各项签字都是齐全的。第二，在安装过程中可能会用到经纬仪等仪器，而仪器精准度会对安装产生较大影响，所以需要仪器进行全面检测，判断仪器是否能够正常使用，精准度是否符合要求，若符合要求需让监理工程师进行签字确认。第三，需要先清除地脚螺栓周围的杂物并利用经纬仪对条形基础以及地脚螺栓进行

复测,判断地脚螺栓的纵轴线与横轴线是否在同一条直线上且偏差是否在 $\pm 5\text{mm}$ 以内。第四,为了提高安装效率会大批量采购螺丝、垫片以及压块等零部件,但这些零部件的规格、型号、尺寸都不同,所以在安装前需要先做好零部件的分类处理工作,避免后续出现混用、乱用等问题。

### 3.2 支架安装技术

#### 3.2.1 固定底座

底座具有固定和承托支架等作用,所以在安装支架前需要先固定好底座,即将支架底座的预留孔中心与混凝土基础地脚螺栓的孔中心对准,并检查前后底座的安装顺序是否正确。之后需要调整前后底座的纵向中心线与横向中心线,确保这些中心线与混凝土基础轴线的中心线相互重合<sup>[4]</sup>。若基础表面的标高存在偏差就需要先利用垫块对前后底座进行垫平处理,之后再对地脚螺栓进行紧固,提高底座安装质量。

#### 3.2.2 组装后立柱等部件

完成底座的安装工作后需要安装后立柱、斜梁以及斜撑,即利用螺栓将这些部位连接起来,但不能将螺栓拧紧,且不能直接将后立柱连接在后底座的上面。

#### 3.2.3 安装横梁

在安装横梁前需要先分析设计要求,之后根据要求的间距以及端头的长度明确横梁的安装位置,之后再安装横梁,从而提高安装效率,增强立柱的固定性。同时,需要在人字梯上安装横梁,从而降低高空作业的难度,保障作业人员的人身安全。

#### 3.2.4 固定后立柱与斜梁

在安装横梁之后需要将后立柱立起来并固定斜梁,之后将后立柱的螺丝拧紧,使其紧度达到90%左右。同时应安排作业人员利用吊线坠后立柱,检查后立柱的垂直度是否符合设计要求,若符合要求就需要及时利用电动套筒扳手将后立柱与斜梁的螺丝拧紧,从而减少人力与时间的消耗。

#### 3.2.5 紧固支架

在安装支架后需要根据设计图纸、《钢结构工程施工质量验收规范》(GB50205)以及说明书当中的要求穿放螺栓,避免数量和顺序出现问题。且安装螺栓时不能强行敲打,也不能进行气割扩孔。安装完成后需检查支架的紧固度,避免后续出现问题。

### 3.3 组件安装技术

#### 3.3.1 进行检查

光伏组件自身的质量会影响到后续的发电效率与安全性,因此在安装光伏组件前需要做好组件检查工作,

判断组件的外观、性能以及参数值是否符合要求。例如,太阳能电池板是至关重要的组件,所以需要先检查太阳能电池板是否存在裂纹、毛刺、玻璃损伤以及变形等问题,若外观没有问题再检查其性能。即先将工作参数接近的太阳能电池板组装在同一个子方阵当中,并将额定工作电流相等或相近的太阳能电池板串联在一起,之后做好接线盒穿线孔的加工工作,最后测量阳光下太阳能电池板的开路电压,判断其电压是否符合要求。若各个组件都符合要求再开展后续工作,提高安装效率。

#### 3.3.2 运输太阳能电池板

应根据要求利用叉车将太阳能电池板等组件运输到相应方阵的通道中,降低后续安装难度。但运输组件时需要注意一些细节,否则可能会损伤组件。例如,运输时不能将组件堆积的过高,也不能碰撞到支架,且需要轻搬轻放,不能产生过于强烈的冲击以及振动,否则可能会影响组件的性能。

#### 3.3.3 安装光伏板

光伏板安装难度相对较大,安装时应明确技术流程与注意事项,提高安装质量。第一,技术流程。首先,安装光伏板时需要先安装两端的四块光伏组件并对尺寸、对角线进行校验,确保没有问题后利用放线绳在中间拉通线,最后安装中间的光伏组件,且需要按照自上而下的顺序安装光伏组件并利用四个压块对光伏组件与横梁进行紧固处理。其次,应确保压块螺栓片与横梁型钢卷边槽密切咬合,增强光伏组件受力的均匀性。此外,在安装电池板时需要坚持“轻”的原则,避免使电池板的保护玻璃受到破坏,且需要将两根放线绳捆绑在光伏组件方阵的两端,在放线绳的基础上对其他电池板进行调整,确保所有的电池板都处于同一个平面当中。在完成电池板的安装工作后需要检查电池板是否横平竖直,例如可以利用钢卷尺检查电池板的安装质量,判断其倾斜角度偏差是否在 $1^\circ$ 以内、相邻组件边缘高差是否在 $1\text{mm}$ 以内、相邻组件的平整度偏差是否在 $1\text{mm}$ 以内,利用扭矩扳手检查其紧固件牢固是否可靠,确保没有问题后再进行后续施工<sup>[5]</sup>。第二,注意事项。在安装光伏板时应逐一安装并及时利用压块螺栓对电池板进行紧固处理,且需要利用平垫圈以及弹簧垫圈对压块螺栓进行防松处理;安装时需要轻拿轻放,避免造成破坏;应使同一方阵内的电池板间距保持一致;确保电池板接线盒的方向正确。

#### 3.3.4 进行光伏板接线

应根据光伏发电场的设计图纸明确太阳能电池板的接线方式,并做好接线工作。例如,在该工程中需要线

利用MC4接插头对接线进行处理,且在利用多股铜芯线时需要先压紧再进行搪锡处理。之后在接线时需要调整正负极,避免出现接反等问题。完成每串电池板的连接工作后需要及时检查电池板串的开路电压是否符合要求,若符合要求需及时断开电池板的接线,增强后续安装的安全性。

### 3.4 方阵布线技术

#### 3.4.1 进行准备

在完成太阳能电池组件与汇线箱的安装工作以及检验工作后,需要根据设计图纸选择合适的太阳能电池组件汇线材料,如绑扎线、线缆、胶带等,确保各种材料的尺寸、型号以及规格都符合要求。

#### 3.4.2 进行布线

在布线时应完善相应的支撑、紧固以及防护措施并使导线留一些余量,同时为了更好地区分正负极应选择不同颜色的导线,例如可以利用红色的导线当正极,利用蓝色的导线当负极。其次,若接头需要连接导线就需要对接头进行镀锡处理;若是截面大于6mm的多股导线就需要增设铜接头;若是截面小于6mm的单芯导线,则在安装时应使线头的弯曲方向与紧固螺丝的方向保持一致;在安装时不能使每处接线端的芯线超过两根,且需要在两根芯线之间加设垫片<sup>[6]</sup>。

#### 3.4.3 进行检查

完成布线工作后需及时进行检查,例如在该工程中需要检查布线格局是否符合设计图纸的要求、组件连线与方阵引出电缆是否用固定卡进行固定、接线盒出口处的连接线是否向下弯曲。其次,应检查作业人员是否在方阵输出端设置清晰的标志,如子方阵编号标志以及正负极标志等。此外,在完成每串电池板的连接工作后需要检查其开路电压是否符合要求,若符合要求需及时断开接线。

### 3.5 测试技术

光伏组件的安装难度较大,若安装后出现问题可能会造成严重影响,因此安装后应进行全面测试,这就需要明确测试条件以及要求。

#### 3.5.1 明确测试条件

应在晴朗无云且太阳总辐照度在700W/m<sup>2</sup>以上的天气中进行测试,且需要根据相关规定计算太阳的辐照不稳

定度,确保不稳定性在±1%以内。

#### 3.5.2 明确技术要求

在测试前不仅需要明确天气状况,也需要保障各个方阵的开路电压符合要求、方阵输出端与支撑结构之间的绝缘电阻在50MΩ以上、最大输出功率在各组件最大输出功率总合的60%以上。

#### 3.5.3 进行测试

常用的方阵电性能参数测试方法是利用太阳能模组测试仪进行测试,有利于判断光伏组件的开路电压、最大功率点电压、最大功率点电流以及短路电流等参数是否符合要求。在测试时应先准备一对含有MC4插头的电缆线并将电缆线与太阳能模组测试仪的正负极夹头连接起来,之后按照要求将光伏组件放置在能够面向太阳能直射方向的位置,将光伏组件的插头与太阳能模组测试仪的插头连接在一起。连接后需启动太阳能模组测试仪并开始测试,测试结束后需正确读取并记录测试结果,判断光伏组件是否能够正常运行。

#### 结束语

在建设光伏发电场时若没有做好光伏组件的安装工作不仅会延长施工周期,也会增加施工成本,因此需要加大对光伏组件安装技术的研究力度,通过整体组装与合理布板的方式进行安装并优化施工准备、支架安装、组件安装、方阵布线、测试等环节,从而提高组件安装的合格率,降低施工成本。

#### 参考文献

- [1]王磊.山地光伏发电项目电缆敷设方案优化分析及关键技术[J].安装,2024,(05):79-80.
- [2]赵建生,金理,李亚纯,等.山地光伏发电建设项目施工管理对策研究[J].云南水力发电,2024,40(01):194-196.
- [3]李欣,黄绍票,卢彤彰.山地光伏发电项目实施中的绿色环保措施[J].中国高新科技,2023,(20):90-92.
- [4]马少真.浅谈无人机在山地光伏发电项目施工物料运输中的应用[J].红水河,2023,42(04):65-68.
- [5]马培文.山地光伏电站发电效率提升要点——以武乡县山地光伏电站为例[J].光源与照明,2023,(07):108-110.
- [6]王西平.100 MW山地光伏发电项目施工工艺技术与管理——以湖北能源宜城东湾为例[J].光源与照明,2023,(07):111-113.