

特殊（专项）施工技术方案（措施）报审表

工程名称：轩凯生物科技（滁州）有限公司2.248MWp屋顶分布式光伏发电项目

编号：SG00107

致常州正衡电力工程监理有限公司项目部：

现报上轩凯生物科技（滁州）有限公司2.248MWp屋顶分布式光伏发电项目工程特殊（专项）施工技术方案（措施），请审查。

附件：

- 1：吊装方案
- 2：高空作业施工方案
- 3：支架及组件安装专项方案

施工单位（章）：

项目经理：

日

期：

监理审查意见：

同意实施。

监理项目部（章）：

专业监理工程师：

日

期：

业主项目部审批意见：

业主项目部（章）：

项目经理：

日

期：

注 本表一式3份，由施工项目部填报，业主项目部、监理项目部各1份，施工项目部存1份。

附件:

编号: SG00107-1

轩凯生物科技（滁州）有限公司 2.248MWp 屋顶分布式光伏发电项目工程
吊装工程施工技术方案

批 准: 叶大伟 2023 年 11 月 5 日
(施工单位技术负责人)

审 核: 白生梅 2023 年 11 月 5 日
(单位安全、质量、工程主管及以上)

编 写: 房旭 2023 年 11 月 5 日
(项目技术负责人)



2023 年 11 月 5 日

目 录

一、编制说明	1
二、编制依据	1
三、工程概况	1
四、吊装施工前应具备的条件	1
五、吊装方法	2
六、主要设备吊装受力计算及机索具选用	2
1、光伏组件吊装	2
2、导轨的吊装	3
3、屋面保护	3
4、配重块吊装	3
七、吊装程序及人员设备	4
1、吊装顺序	4
2、吊装	4
3、劳动力组织	5
4、成品及现场保护措施	5
5、主要工、机具、材料一览表	5
八、安全注意事项	6

一、编制说明

轩凯生物科技（滁州）有限公司 2.248MWp 屋顶分布式光伏发电项目中，由于施工主要集中在混凝土、彩钢瓦屋顶，故大部分设备（如逆变器）、材料（组件、支架、桥架、电缆、扁钢）均需要吊装，故编制此吊装方案。

本方案在选择过程中，充分考虑了现场总体布置，设备安装位置，我公司现有机具状况及经济效益，并结合我公司历届工程施工中吊装的经验，综合比较，以期达到吊装方法简单，技术上可行，安全上可靠，缩短吊装周期，降低吊装费用的目的而编制的。

二、编制依据

本方案主要依据轩凯生物科技（滁州）有限公司 2.248MWp 屋顶分布式光伏发电项目的施工图中需要吊装的主要设备情况和厂区的实际情况以及吊装实际需求编制。

三、工程概况

本工程为轩凯生物科技（滁州）有限公司 2.248MWp 屋顶分布式光伏发电项目，该电站采用 580Wp 单晶硅组件，实际装机容量为 2324.64KWp。本工程安装在 9 个建筑屋面上，共计 5 个并网点，项目采用自发自用，余电上网模式。

四、吊装施工前应具备的条件

1、对全厂区各个库房所需的组件、支架等材料，首先材料要一次性运输到各个需吊装的位置（位置提前确定，并分散在各个车间的四周），用叉车卸下分散堆放并预留吊车作业位置，拟采用移动式汽车吊装，采取来料不拆运输包装整体吊装的方法。

2、材料到达现场指定地点后组织工人到场，并请监理、业主、项目部等人员到场共同开箱验收，待验收的数量无误、外观质量合格、资料齐全、附件齐备后开始吊装。

3、由于本次吊装施工的屋面为 70%为彩钢瓦屋面，为确保不对屋面造成破坏，采用如下步骤依次循环作业：

1)、在材料吊装前临时搭设暂时堆放平台。

2)、依据建筑平面图确定屋面大梁位置，建筑吊装平台每次都搭建在大梁上方。

3)、每次吊装材料吊至屋面临时堆放处后，立即组织工人依次进入吊装区域，对材料进行平均分散在屋面上，以确保荷载的均布。

4)、在堆放点材料完全散开后再依次进行下一次的吊装作业，如此反复。同时吊装作业时屋面设置信号工和协助工人，以确保不会碰到女儿墙及建筑本体造成对建筑的损坏。

4、为减少屋面破坏采取以下措施：

1)、吊装过程中严格控制吊装速度：以确保已上屋面材料全部散开后方可进行下次吊装；

2)、分散吊装点：组件吊装应多个吊装点起吊，吊装至屋面的材料就地消纳，杜绝屋面长距离倒运，以减少对屋面的破坏；

3)、人员屋面行走要求：人员屋面行走注意保护屋面，以减少屋面破坏；

5、吊装方案已按有关程序审批完。

6、现场基础验收合格，场地平整畅通。

7、设备已经到货，经验收合格，并有完整的产品质量证明书和验收资料报告。

8、参加吊装的作业人员经过培训，学习且到位。并已接受了技术人员对其吊装方法技术交底。

9、影响吊装的障碍物已清除。

10、到货设备按要求现场摆放完毕。

11、所需的各种吊装用机、索具及措施用料齐全，机索具已按要求检查、布置合格。

12、吊装时的天气预报信息已经掌握。

13、各项安全措施得到落实，符合有关安全文件规定。

五、吊装方法

对于组件吊装对全厂区各个车间所需的组件首先运输的车辆要一次性运输到各个需吊装的位置（位置提前确定，并分散在各个车间的四周），用叉车卸下分散堆放并预留吊车作业位置，拟采用移动式汽车吊吊装，采取来料不拆运输包装整体吊装的方法。

盘柜到达现场指定的安装地点后组织工人到达现场，并请监理、业主、项目部等人员到达现场共同开箱验收，待验收的数量无误、外观质量合格、资料齐全、附件齐备后开始吊装，此次吊装原则上要一次到位，把各种设备吊装至预留位置。安装人员开始安装，剩下的人进行下一个设备的吊装作业。

六、主要设备吊装受力计算及机索具选用

1、光伏组件吊装

1) 确定吊装参数

a. 吊装重量 G $G = G_{\text{光伏组件}} + G_{\text{锁具及钩头}}$ 吊装拟采用每次一箱吊装的方法，每箱组件重量在 400KG 左右。（因此次组件的重量暂无法知晓，根据以往同种规格组件的重量进行参考，如果光伏组件到货后厂家提供的光伏组件与上述重量相差较大或每块太阳能电池板的重量超过 20%时需另提供吊装方法） $G_{\text{光伏组件}}=400\text{KG}=0.4\text{T}$ ，根据汽车起重参数表得知，50T 汽车吊的主吊钩重量为 316KG，加上索具后重为 0.3T。

故 $G_{\text{锁具及钩头}} = 0.3\text{t}$ ，从而 $G = 0.4 + 0.3 = 0.7\text{t}$

b. 吊装高度 H

其中， $H = H_{\text{屋顶高度}}$ ，根据现场实际情况，库房的高度最高不超过 30 米（含女儿墙），故取 $H=30$ 米

2) 吊车选用

根据吊装重量 $G = 0.7\text{t}$ 吊装高度 $H = 30\text{m}$

可选用 QY50H 型汽车起重机，其吊车型号为中联 QZ50H 型。

查中联 QZ50H 型汽车吊性能表

吊车主臂长 50 m，当作业幅度为 7 米，吊装高度 50 米，此时吊车额定起重量为 $8.5\text{ t} > 1.1\text{t}$ ，满足起吊要求。

3) 吊索的选用

本次工程中光伏组件的吊装拟选用 8T 吊装带进行吊装。因考虑到吊装过程中的包装箱可能打滑或因吊装中受力面积太小（过过于集中）而损坏光伏组件，故在光伏组件的吊装过程中优先选用吊装带代替钢丝绳。

2、导轨的吊装

1) 确定吊装参数

a. 吊装重量 G $G = G_{\text{导轨}} + G_{\text{锁具及钩头}}$

根据甲方有关部门提供的导轨的具体参数，本次工程项目所使用的导轨规格和单位米长的重量参数均不详，故暂不能确定每次吊装多少根，拟定每次吊装的总重量有混凝土硬地面的屋面不超过 1.5T，无混凝土硬地面的每次吊装总重量不超过 1T。吊装时根据导轨具体的参数确定但次吊装根数，故

$G_{\text{导轨}} = 1.5\text{T}$

$G_{\text{锁具及钩头}} = 0.3\text{t}$ 从而 $G = 1.5 + 0.3 = 1.8\text{t}$

b. 吊装高度 H

$H = H_{\text{屋顶高度}}$ $H_{\text{屋顶高度}} = 30\text{米}$

1) 吊车选用

根据吊装重量 $G = 1.8\text{t}$ 吊装高度 $H = 30\text{m}$

可选用 QZ50H 型汽车起重机，其吊车型号为中联 QZ50H 型。根据现场实际条件，现场最大吊装幅度为 7 米，吊车主臂长 50m，此时吊车额定起重量为 $8.5\text{t} > 1.8\text{t}$ ，满足起吊要求。

2) 吊索的选用

主吊索采用一弯二股双根钢丝绳， $F = 1.8\text{T}$ ，单股绳受力为 $P = F/8 = 0.225\text{t}$ ，破断力 $P_B > K P$ (K 为安全系数取 6)， $P_B > 6 \times 0.225 = 1.35\text{T}$ 据此，查吊装手册，主吊索选用型号 $\Phi 13-6 \times 37+1-170$ 钢丝绳，其破断拉力 $7.4\text{t} > 1.35\text{t}$ 。

3、屋面保护

由于本次吊装施工的屋面 70% 为彩钢瓦屋面、20% 为混凝土屋面，彩钢瓦屋面为确保不对屋面造成破坏，每次吊装材料吊至屋面临时堆放处后马上进行分散，以确保荷载的均布，在堆放点材料完全散开后开始下一轮的吊装作业，如此反复，同时吊装作业时屋面设置信号工和协助工人，以确保不会碰到建筑本体造成对建筑的损坏，混凝土屋面最多载重不超过 2 箱。

彩钢瓦屋面由于在安装过程中无法确保人员按规定路线行走，施工期间无法铺设专用检修通道，为减少屋面破坏采取以下措施：

吊装过程中严格控制吊装速度：以确保已上屋面材料全部散开后方可进行下次吊装；

分散吊装点：组件、支架、桥架吊装应多个吊装点起吊，吊装至屋面的材料就地消纳，杜绝屋面长距离倒运，以减少对屋面的破坏；

人员屋面行走要求：人员屋面行走需注意保护屋面，以减少屋面破坏。

4、配重块吊装

1、地面转运：地面转运用 500 公斤单臂吊机将预制件装篮，用吊带绑吊。转运过程平稳匀速。步骤：绑扎预制件-吊装预制件至推车-吊篮落地后运输至吊高位-吊装入篮。每

次转运 1 件。

2、吊运到屋顶：用单臂吊机吊运，上下指挥，协调一致，以哨声信号为准，指挥以地面指挥为主。

步骤:地面准备就绪两声短哨声-起吊(同时地面指挥观察吊运过程情况)-调至高位到预定位置-转动吊机将吊篮移至楼面转运平台-卸装-将吊篮调回地面-空吊篮落地后一声短哨声。完成本次吊高转运。

吊运过程专人负责机械，配一人配合。注意吊机配重压块压上后才能使用吊机。

3、屋顶转运就位：转运吊装就位按地面相同办法，按划线布点位置就位。

步骤:早篮稳定到达屋顶转运平台后-用易装卸机械呈预制件至转运车-转运至已划线布点预制件摆放点-用易装卸机械吊预制件出篮入位。完成屋面转运。

七、吊装程序及人员设备

1、吊装顺序

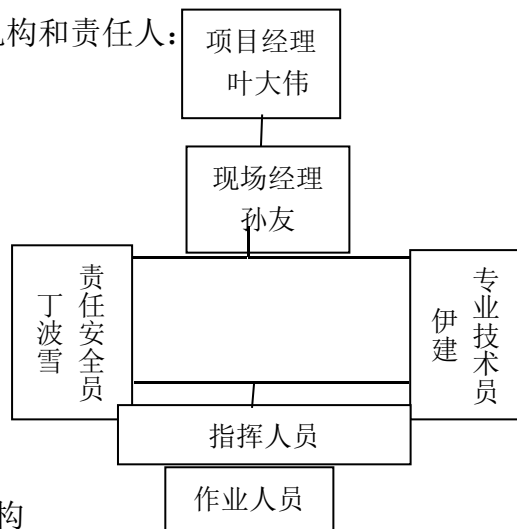
先进行支架导轨的吊装，然后进行电缆槽盒等的吊装，再根据其他设备的到货时间和现场条件、进度状况，进行高低压开关柜或者逆变、升压变压器的吊装。

2、吊装

1) 吊装组织机构及安全责任人

项目经理为主要组织负责人及安全责任人，对吊装全过程有指挥、协调和调配全，对整个吊装负责。现场经理负责人员调度、吊装场地、吊装时间等的全面协调，确保吊装顺利、有序的进行。专业技术员负责吊装过程中的吊装方法指导、监督，使其按照预定的吊装方案进行吊装作业。安全员主要负责各吊装场地的巡查，杜绝一切不安全的或违规的吊装作业，确保吊装作业全过程的安全。

主要组织机构和责任人：



2) 指挥机构

总指挥一名，指挥对象为分指挥，负责整个起吊作业的协调工作；

分指挥二名，吊车司机一名，屋顶一名，指挥人员配对讲机。

3) 起吊

a. 正式起吊前，应进行一次试吊，用以检查起重机的运输情况，待一切正常后，方可正式起吊。

b. 正式起吊工作应慢起轻放，起吊过程中要有人配合稳住设备，是设备平缓起升，待稳定并起吊一定高度以后方可松手，对于吊装高度较高的一定要在设备底下拉一条绳索，用于牵引导向不使设备在空中随意转向。

c. 吊装到预定的地点后劳务人员及时扶稳使其平稳落地，并注意设备及人员的安全。

3、劳动力组织

拟准备以下人员参加该装置的起重作业

序号	工种	人数	工种	人数
1	总指挥	1	电工	2
2	分指挥	1	安全员	1
3	起重工	1	技术员	1
4	力工	4	总计	11

4、成品及现场保护措施

1) 组件保护

a. 光伏组件的吊装一定要注意保护好成品不受任何损坏，吊装过程中一定要轻起轻放，避免太阳能电池板落地太快受到较大的冲量，破坏组件。

b. 吊装中尽量采用可靠地吊装带代替钢丝绳，以免吊装过程中打滑或因吊装中受力面积太小而损坏光伏组件。

2) 现场保护

a. 建筑物外墙的保护。起吊后先原地起吊，待起吊的高度超过屋顶 2 米以上再回转，确保吊装的电缆槽盒、导轨等不与原公寓外墙碰撞，既不损坏原有公寓外墙，也不损毁坏设备；

b. 吊装的过程中需要在吊装物下面挂一条导向绳，设备起吊后由一人进行牵引，保证吊装设备上升平稳且不与厂区建筑、外墙、管廊等擦碰。

c. 对于各子系统的逆变器、箱变等的吊装要注意厂区的管廊、管道。吊装的过程中先将设备原地起吊到一定高度（至少高于厂区管廊 2-3 米）再将吊臂缓缓回转，必要时需在吊装设备的下面某个角挂上导向绳（具体挂在哪个角示现场的具体条件而定）。

3) 各屋面的保护

对于吊装上屋顶的设备或材料要迅速组织人员疏散，尽可能的搬运到需要施工或运用的地方分散放置，严禁将吊装上屋面的设备材料集中堆放在一个地方并长时间堆放。

4) 吊装区域警戒

在吊装作业施工区域周边设置警戒标志，无关人员禁止进入该区域。

5、主要工、机具、材料一览表

大件吊装主要工、机具、材料一览表 表 1

序号	名称	规格、型号	单位	数量	备注
1	吊车	20t/10t	台	1	现场租赁
2	卡环	10t	只	1	
3	钢丝绳	26mm	米	20	

4	吊带	140mm*15mm	根	2	
---	----	------------	---	---	--

八、安全注意事项

- 1、参加吊装作业人员必须是专业技术起重工，并具有起重工作证。
- 2、吊装施工前，应由主管工程师和安全部门向参加施工的全体人员进行技术交底和安全施工交底。
- 3、吊装前，应进行起重机使用安全检查，并要进行试吊，检查机具，索具、吊耳、卡环等是否安全可靠。
- 4、设立吊装警区，非施工人员不得入内，施工人员不得在设备下面及受力索具附近停留。
- 5、不得在雨天、雪天、雾天和夜间作业，不得在风力大于 6 级的情况下进行吊装作业。
- 6、在吊装过程中，如因故中断施工时，必须采取安全措施，设备不得悬空过夜。
- 7、施工人员进入现场必须戴安全帽，高空作业必须佩带安全带。
- 8、吊车吊钩吊有重物时，司机不得离开司机室，运行中不得进行维修调走。吊重时，钢丝绳应垂直地面，不得斜吊。
- 9、设备在移动及吊装过程中，应对设备进行保护，避免钢丝绳划破设备本体。
- 10、设备起吊应平稳，避免震动和摆动。
- 11、一旦起吊施工发生事故时，除抢救、报告外，各操作人员应坚守岗位，严格保持现场秩序，并做好记录以便分析事故原因。

吊装作业十不吊原则：

- 1、超载或被吊物重量不清不吊；
- 2、指挥信号不明确不吊；
- 3、捆绑、吊挂不牢或不平衡，可能引起滑动时不吊；
- 4、被吊物上有人或浮置物时不吊；
- 5、结构或零部件有影响安全工作的缺陷或损伤时不吊；
- 6、遇有拉力不清的埋置物件时不吊；
- 7、工作场地昏暗，无法看清场地、被吊物和指挥信号时不吊；
- 8、被吊物棱角处与捆绑钢绳间未加衬垫时不吊；
- 9、歪拉斜吊重物时不吊；
- 10、容器内装的物品过满时不吊。

附件:

编号: SG00107-2

轩凯生物科技（滁州）有限公司 2.248MWp 屋顶分布式光伏发电项目工程 高空作业施工技术方案

批 准: 叶大伟 2023 年 11 月 5 日
(施工单位技术负责人)

审 核: 白浩梅 2023 年 11 月 5 日
(单位安全、质量、工程主管及以上)

编 写: 房旭 2023 年 11 月 5 日
(项目技术负责人)



高空作业施工方案

一、项目概况

项目名称：轩凯生物科技（滁州）有限公司 2.248MWp 屋顶分布式光伏发电项目

建设地点：安徽省滁州市兰州路与新安江路交叉口东南侧，轩凯生物科技（滁州）有限公司厂区内

建设内容及规模：拟利用轩凯生物科技（滁州）有限公司屋顶，厂房屋面约 23121 平米和停车棚屋面 300 平米，新建装机容量 2324.64KW 分布式光伏发电项目，采用自发自用，余电上网。

二、编制依据

《头部防护—安全帽》（GB 2811—2019）

《建筑施工安全检查标准》（JGJ59-2011）

《建筑施工高处作业安全技术规范》（JGJ80-2016）

《坠落防护—安全带》（GB 6095—2021）

三、高空作业的含义

1、高空作业是指人在一定位置为基准的高处作业。国家标准规定：凡在坠落高度基准面 2 米以上（含 2 米）有可能坠落的高处进行作业都称为高处作业。根据这规定，在建筑施工过程中涉及到高处作业的范围是相当广泛的。

2、为便于操作过程中做好安全防范工作，有效地防止人与物从高处坠落事故，根据建筑行业特点，在建筑安装工程过程中，对建筑物和构筑物结构范围内的各种形式的洞口、临边作业、悬空与攀登作业，操作平台与立体交叉作业，以及在结构主体以外的场地和通道旁的各类洞、坑、沟、槽等工程的施工作业，只要符合上述条件的场地作为高处作业，并加以防护。

四、高空作业风险与原因

1. 存在风险：

易发生高处坠落，物体打击，触电事件。

2. 事故原因：

1) 人的不安全行为

a 疾病或生理缺陷：作业者本身患有高血压、心脏病、贫血、癫痫病等。

- b 生理或心理上过度疲劳：使之注意力分散，反应迟缓，动作失误或思维判断失误增多，导致事故发生。
- c 走动时不慎踩空或脚底打滑：移动换位后未及时挂安全带挂钩。
- d 身体失去平衡：操作时弯腰、转身时不慎碰撞杆件等。
- e 作业者对安全操作技术不掌握、习惯性违章：如悬空作业时未系或未正确使用安全带，安全带挂钩未挂在牢固的挂钩地方、酒后从事高处作业等。
- f 心存侥幸心理：如 “我就临时弄一下就好了，不用系安全带” 等麻痹大意心理。

2) 物的不安全状态

- a. 个人防护用品本身有缺陷。如使用三无产品或已老化的安全带、安全绳、安全帽。
- b. 未设安全网，安全网损坏或间距过大、宽度不足。
- c. 安全带固定点易松动。

五、高处坠落风险控制

1、技术准备

工程负责人应对相关人员进行详细的技术交底，熟悉施工的工艺流程、施工要求、安全技术要求等。

2、安全管理措施：

为了在该工程施工预防作业人员高空坠落事故的发生，确保施工安全进行，保障作业人员的安全，所有高处作业人员在作业前必须由项目部对其班组进行高处作业安全知识教育、安全操作规程、高处作业的规定。

特殊作业人员需有从事过高处作业的经验经历，取得国家颁发的高处作业特种作业证。参加过承包商组织的安全培训、高处作业培训，并考试合格，能够正确使用各种防护用具。了解健康安全环境管理防护措施，对应急预案中救命规则、施工关键控制点熟悉并理解，有较高的个人风险防范意识，身体健康（一年内体检合格），无畏高症、高血压、心脏病、低血糖、风湿关节炎、肢体麻痹，视力良好、身体强壮，10 小时内没有喝酒，作业前由技术负责人进行安全技术交底并签办手续。

施工区作业前，由施工班组长对安全防护设施进行检查验收，经验收合格后方可作业，发现有安全隐患及时报告项目部安全员，进行排除。

3、三宝的使用方案：

高处作业人员所使用的安全防护用具，必须符合国家标准，进入施工现场必须由安全员、材料员进行查验。作业人员必须按照正确方法佩戴使用。应符合要求：

1) 安全帽: 凡进场人员都必须正确佩戴安全帽, 作业中不得将安全帽脱下。正确佩戴安全帽方法: 戴安全帽高度为帽箍底边至人头顶端为 80mm—90mm, 安全帽抵抗冲击的能力必须符合国标规定, 要扣好帽带, 调整好帽衬间距。

安全帽必须符合国标 GB2811—81《安全帽》的规定, 购买安全帽, 必须检查是否具有产品检验合格证, 安全生产许可证、安全设施备案证。不准购买和使用不合格品。

2) 安全带: 要使用五点式安全带, 安全带使用时要高挂低用, 双挂钩五点式(全身式)安全带, 防止摆动碰撞, 绳子不能打结, 钩子要挂在连接环上, 当发现有异常时要立即更换, 换新绳时要加绳套, 使用 3m 以上的绳要加缓冲器。在攀登和悬空等作业中, 必须佩戴安全带并有牢靠的挂钩设施。

吊带系索——被切割或破裂现象; 摩擦损坏, 特别是有金属件连接的地方; 过度拉伸、由高温、腐蚀或溶剂引起的损坏; 由腐烂、发霉和紫外线的照射引起的损坏。自动锁扣——锁或钩的变形; 破裂或锻件卷曲; 磨损; 扳口能自由活动; 弹簧的断裂、疲劳、易位; 污物(如锈蚀)。D 形环——D 形环没有变形和损坏; 破裂; 锻件的搭接是否有问题。扣子和调节件——扳扣完好; 螺纹磨损、破损。系索——磨损; 过度拉伸; 高温、腐蚀或溶剂接触而导致的螺纹的损坏; 发霉和紫外线的照射引起的损坏。

安全带应符合国家标准 GB6095—80《安全带》规定的构造形式、材料、技术和使用保管上的要求, 安全带不使用时要妥善保管, 使用频繁的绳索经常做外观检查。不得采购和使用不合格产品。安全带使用在 5 年以上必须进行报废处理。

3) 安全网: 安全网在使用前必须经过项目部检测后, 具备安全生产许可证、产品合格证、安全设施使用备案证, 方可使用。

安全网使用时应按《安全网》(GB5725-1997) 进行安装和坠落测试, 满足要求后方可投入使用。安全网应能够承受与坠落测试中相等的冲击力。每周至少检查一次磨损、损坏和老化情况。

六、高处坠落风险控制

1. 作业实施前, 组织施工单位项目经理、现场监理对参与本次作业的所有施工人员进行安全技术交底; 每日开工前, 由现场班组长组织施工方全体成员进行施工班前安全会。

2、工程开工前, 需对设备、现场的防护措施、作业人员等进行安全检查, 验收合格后才能开工; 特种设备需进行年检合格, 现场的防护措施必须安全可靠, 特种作业人员需持证上岗。

3、熟悉掌握本工种专业技术及规程, 年满 18 岁经体格检查合格后方可从事高空作业。凡患有高血压、心脏病、癫痫病、精神病和其它不适于高空作业的人, 禁止高空作业。

4、高空作业人员应衣着轻便，穿软底鞋，防护用品要穿戴整齐，裤角要扎住，穿好绝缘鞋。要有足够强度的安全带，并应将安全带系在坚固的结构件上或金属结构架上，不准系在活动物件上。

5、登高前，作业负责人应对全体人员进行现场安全教育。

6、检查所用的登高工具和安全用具（如安全帽、安全带）必须安全可靠，严禁冒险作业。

7、高空作业区地面要划出禁区，用警示牌围起，并挂上“闲人免进”、“禁止通行”等警示牌。

8、高空作业时无电要当有电操作，距离高压线应在1米以上。

9、高空作业所用的工具、零件、材料等必须装入工具袋。上下时手中不得拿物件；不得在高空投掷材料或工具等物；不准打闹；工作完毕应及时将工具、零星材料、零部件等一切易落物件清理干净，以防落下伤人。

10、屋顶类型为彩钢瓦屋面，安全系数较低。

11、施工中对高处作业的安全技术措施，发现有缺陷和隐患时，必须及时解决；危及人身安全的，必须立即停止作业。

12、雨天和雪天进行高处作业时，必须采取可靠的防滑、防寒和防冻措施。凡水、冰、霜、雪均应及时清除。暴风雪及台风暴雨后，应对高处作业安全设施逐一加以检查，发现有松动、变形、损坏或脱落等现象，应立即修理完善。

13、遇有六级以上强风、浓雾等恶劣气候，不得进行露天攀登与悬空高处作业。

14、严禁人随吊物一起上落，吊物未放稳时不得攀爬。

15、高空行走、攀爬时严禁手持物件。

16、高处作业时需配备专人进行安全巡查及警戒，对作业全过程进行监护，预防事故的发生。

五、应急处置措施：

作为应急处理，高空作业发生事故后，抢救的重点放在对休克、骨折和出血上进行处理。

（1）、发生高处坠落事故，应马上组织抢救伤者，首先观察伤者的受伤情况、部位、伤害性质，如伤员发生休克，应先处理休克，去除伤员身上的用具和口袋中的硬物。遇呼吸、心跳停止者，应立即进行人工呼吸，胸外心脏挤压。处于休克状态的伤员要让其安静、保暖、平卧、少动，并将下肢抬高约20°，尽快送医院进行抢救治疗。在搬运和转送过程中，颈部和躯干不能前屈或扭转，而应使脊柱伸直，绝对禁止一个抬肩一个抬腿的搬法，以免发生或加重截瘫。

（2）、出现颅脑损伤，必须维持呼吸道通畅。昏迷者应平卧，面部转向一侧，以防舌根下坠或分泌物、呕吐物吸入，发生喉阻塞。有骨折者，应初步固定后再搬运。遇有凹陷骨折、严重的颅底骨折及严重的脑损伤症状出现，创伤处用消毒的纱布或清洁布等覆盖伤口，用绷带或布条包扎后，及时送就近有条件的医院治疗。

（3）、颌面部伤员首先应保持呼吸道畅通，摘除义齿，清除移位的组织碎片、血凝块、口腔分泌物等，同时松解伤员的颈、胸部钮扣。若舌已后坠或口腔内异物无法清除时，可用12号粗针穿刺环甲膜，维持呼吸，尽可能早作气管切开。

（4）、发现脊椎受伤者，创伤处用消毒的纱布或清洁布等覆盖伤口，用绷带或布条包扎。

搬运时，将伤者平卧放在帆布担架或硬板上，以免受伤的脊椎移位、断裂造成截瘫，招致死亡。抢救脊椎受伤者，搬运过程严禁只抬伤者的两肩与两腿或单肩背运。

(5)、发现伤者手足骨折，不要盲目搬动伤者。应在骨折部位用夹板把受伤位置临时固定，使断端不再移位或刺伤肌肉、神经或血管。固定方法：以固定骨折处上下关节为原则，可就地取材，用木板、竹片等。

(6)、复合伤要求平仰卧位，保持呼吸道畅通，解开衣领扣。

(7)、周围血管伤，压迫伤部以上动脉干至骨髓。直接在伤口上放置厚敷料，绷带加压包扎以不出血和不影响肢体血循环为宜，常有效。当上述方法无效时可慎用止血带，原则上尽量缩短使用时间，一般以不超过 1 小时为宜，做好标记，注明上止血带时间。

①、遇有创伤性出血的伤员，应迅速包扎止血，使伤员保持在头低脚高的卧位，并注意保暖。正确的现场止血处理措施是：创伤局部妥善包扎，但对疑颅底骨折和脑脊液漏患者切忌作填塞，以免导致颅内感染。

A、一般伤口小的止血法：先用生理盐水（0.9%NaCl 溶液）冲洗伤口，涂上红汞，然后盖上消毒纱布，用绷带较紧地包扎。

B、加压包扎止血法：用纱布、棉花等做成软垫，放在伤口上再加包扎，来增强压力而达到止血。

C、止血带止血法：选择弹性好的橡皮管、橡皮带或三角巾、毛巾、带状布条等，上肢出血结扎在上臂以上 1/2 处（靠近心脏位置），下肢出血结扎在大腿上 1/3 处（靠近心脏位置）。结扎时，在止血带与皮肤之间垫上消毒纱布棉垫。每隔 25～40 分钟放松一次，每次放松 0.5～1 分钟。

②、动用最快的交通工具或其他措施，及时把伤者送往邻近医院抢救，运送途中应尽量减少颠簸。同时，密切注意伤者的呼吸、脉搏、血压及伤口的情况。

附件:

编号: SG00107-3

轩凯生物科技（滁州）有限公司 2.248MWp 屋顶分布式光伏发电
项目工程
支架及组件安装施工技术方案

批 准: 叶大伟 2023年11月5日

(施工单位技术负责人)

审 核: 白浩梅 2023年11月5日

(单位安全、质量、工程主管及以上)

编 写: 房旭 2023年11月5日

(项目技术负责人)



2023年11月5日

一、支架安装

1.1、为规范施工过程，支架安装前应作下列准备工作：

设备的运输与保管应符合下列要求：

在吊、运过程中应做好防覆、防震和防护面受损等安全措施。必要时可将装置性设备和易损元件拆下单独包装运输。当产品有特殊要求时，尚应符合产品技术文件的规定。

- (1) 外观及保护层应完好无损。
- (2) 型号、规格及材质应符合设计图纸要求，附件、备件应齐全。
- (3) 产品的技术文件安装说明及安装图应齐全。

1.2、支架宜存放在能避雨、风、沙的场所，存放处不得积水，应做好防潮防护措施。保管期间应定期检查，做好防护工作。

1.3、支架零部件及支架基础的检查

(1) 支架安装前应按 20%比列进行抽样，并根据图纸检查支架零部件的尺寸应符合设计要求。检查是否变形，出现变形应及时校正，无法校正者应进行更换。不允许有倒刺和毛边现象。所有零部件均应按图纸设计要求进行表面防腐处理，保证不生锈，不腐蚀。

(2) 支架基础按设计要求检查平面位置、几何尺寸、轴线、标高、基础安装面平整度、桩基试验等是否符合设计，满足安装要求。办理完成交验手续，进场施工。如基础施工与设计要求偏差较大，应先进行基础的纠偏，合格后再进行支架的安装工程。

1.4、标准螺栓及组件的要求和质量检验

(1) 光伏组件支架联接紧固件必须符合国家标准要求，采用热镀锌件，达到保证其寿命和防腐紧固的目的。螺栓、螺母、平垫圈、弹簧垫圈数量、规格型号和品种应齐全，性能良好，符合设计要求。每个螺栓紧固之后，螺栓露出部位长度应为螺栓直径的 2/3。

(2) 工具准备：套筒扳手、开口扳手、梅花扳手、内六楞扳手、水准仪、指北针、钢卷尺、力矩扳手、线绳、水平管、马凳、人字梯等必须符合工程施工需要及质量检测要求。

(3) 交底培训

对施工班组进行本安装工程的安全、质量、工艺标准、工期、文明施工、工期计划、组织划分、协调等交底，并组织安排技能培训，考核上岗。做好交底、培训考核记录及签字工作。

1.5、光伏组件支架安装工艺要求

(1) 支架安装工艺要求

(a) 支架安装工序为支架基础复测→夹具安装→檩条安装→检查调整。

(b) 支架与基础螺栓连接前检查基础螺栓有无变形，出现变形应及时矫正，螺栓不应有倒刺毛边现象，如基础施工与设计要求偏差较大，应先进行基础纠偏合格后再进行安装。

(c) 对于螺栓连接的支架各部位把合螺栓方向应一致，并按照螺栓大小满足相应力矩要求。

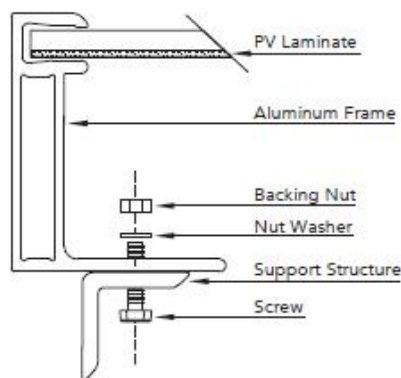
(d) 检查调整：电池板安装面调整。

①调整首末两根电池板固定杆的位置并将其紧固。

②将放线绳系于首末两根电池板固定杆的上下两端，并将其绷紧。

③以放线绳为基准分别调整其余电池板固定杆，使其在一个平面内。

④紧固所有螺栓。



1.6、质量标准

(1) 支架构件的材质、连接螺栓等必须符合设计及规范的要求。检查材料出场合格证、检验报告单。

(2) 支架构架及整体安装标准规范，横平竖直、整齐美观，螺栓紧固可靠满足设计规范要求。

二、组件安装

本项目采用单晶硅光伏组件，单片最大输出功率 580Wp，尺寸分别为 2278*1134*35mm，组件重量 27kg。

2.1、光伏组件安装前准备

(1) 组件的运输与保管应符合制造厂的专门规定。光伏组件开箱前，必须通知厂家、监理、业主一起到现场进行开箱检查，对照合同、设计、供货单检查组件的尺寸、品牌、合格证、技术参数、外观等，并组织做好开箱检查见证记录，检查合格后使用。

(2) 组件安装前支架的安装工作应通过质量验收。组件的型号、规格应符合设计要求。组件的外观及各部件应完好无损，安装人员应经过相关安装知识培训和技术交底。

(3) 组件的安装应符合下列规定：光伏组件安装应按照设计图纸进行。组件固定螺栓的力矩值应符合制造厂或设计文件的规定。组件安装允许偏差应符合下表规定：

组件安装标准及检验方法

序号	检 查 项 目		质 量 标 准		单位	检验方法及器具
1	组 件 安 装	倾斜角度偏差	按设计图纸要求或 $\leq 1^{\circ}$		度	角度测量尺(仪)
		组件边缘高差	相邻组件间	≤ 1	mm	钢尺检查
			东西向全长（同方阵）	≤ 10	mm	钢尺检查
		组件平整度	相邻组件间	≤ 1	mm	钢尺检查
			东西向全长（同方阵）	≤ 5	mm	钢尺检查
		组件固定	紧固件紧固牢靠			
2	组 件 连 线	串联数量	按设计要求进行串联			观察检查
		接插件要连接	插接牢固可靠			观察检查
		组串电压、极性	组串极性正确，电压正常			万用表测量

2.2 、光伏组件的安装应符合下列要求

- (1) 光伏组件应按照设计图纸的型号、规格进行安装。
- (2) 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。
- (3) 光伏组件安装允许偏差应符合下表规定。

光伏组件安装允许偏差

项 目	允许偏差	
角度偏差	$\pm 1^{\circ}$	
光伏组件边缘高度	相邻光伏组件间	$\leq 2\text{mm}$
	同组光伏组件间	$\leq 5\text{mm}$

- (4) 组件之间的接线应符合以下要求：
 - (a) 光伏组件连接数量和路径应符合设计要求。
 - (b) 光伏组件间接插件应连接牢固。
 - (c) 外接电缆同插件连接处应搪锡。
 - (d) 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。
 - (e) 光伏组件间连接线可利用支架进行固定，并应整齐、美观。
 - (f) 同一组光伏组件或光伏组件串的正负极不应短接。
 - (g) 严禁触摸光伏组件串的金属带电部位。
 - (h) 严禁在雨中进行光伏组件的连线工作。
- (6) 光伏支架电池板安装检验标准见下表。

光伏支架电池板安装检验标准

项 目	要 求	检查方法
外观检测	无变形、无损伤、不受污染无侵蚀	目测检查
支架安装	支架稳固可靠，表面处理均匀，无锈蚀	实测检查
螺栓力矩	M10 为 45N. m; M12 为 80N. m	实测检查

光伏电池板	无变形、无损伤、不受污染无侵蚀, 安装可靠	目测检查
-------	-----------------------	------

(7) 组件的安装和接线还应注意如下事项: 组件在安装前或安装完成后应进行抽检测试, 测试结果应按照规范的格式进行填写。组件安装和移动的过程中, 不应拉扯导线。组件安装时, 不应造成玻璃和背板的划伤或破损。组件之间连接线不应承受外力。同一组串的正负极不宜短接。单元间组串的跨接线缆如采用架空方式敷设, 宜采用 PVC 管进行保护。施工人员安装组件过程中不应在组件上踩踏。进行组件连线施工时, 施工人员应配备安全防护用品。不得触摸金属带电部位。对组串完成但不具备接引条件的部位, 应用绝缘胶布包扎好。严禁在雨天进行组件的连线工作。

(8) 组件接地应符合下列要求: 带边框的组件应将边框可靠接地。不带边框的组件, 其接地做法应符合制造厂要求。组件接地电阻应符合设计要求。

2.3、光伏组件安装

(1) 经“三检”合格后, 才能进行光伏电池板的安装工作。做好中间检查施工记录。

(2) 组件进场检验: 光伏组件板应无变形、玻璃无损坏、划伤及裂纹。测量光伏组件板在阳光下的开路电压, 电池板输出端与标识正负应吻合。电池板正面玻璃无裂纹和损伤, 背面无划伤毛刺等; 安装之前在阳光下测量单块电池板的开路电压应符合组件名牌上规定电压值。

(3) 组件安装: 电池板在运输和保管过程中, 应轻搬轻放, 不得有强烈的冲击和振动, 不得横置重压, 电池板重量较重的在安装过程中应两人协同安装。

(4) 电池板的安装应自下而上先安装两端四块电池板, 校核尺寸、水平度、对角线方正后拉通线安装中间电池板。先安装上排电池板再安排下排电池板, 每块电池板的与横梁固定采用四个压块紧固, 旁边为二个单压块, 中间为二个双压块, 压块螺栓片的牙齿必须与横梁型钢卷边槽平稳咬合, 结合紧密端正, 电池板受力均匀。

图 1: 夹具和支架固定



图 2：压板安装区域

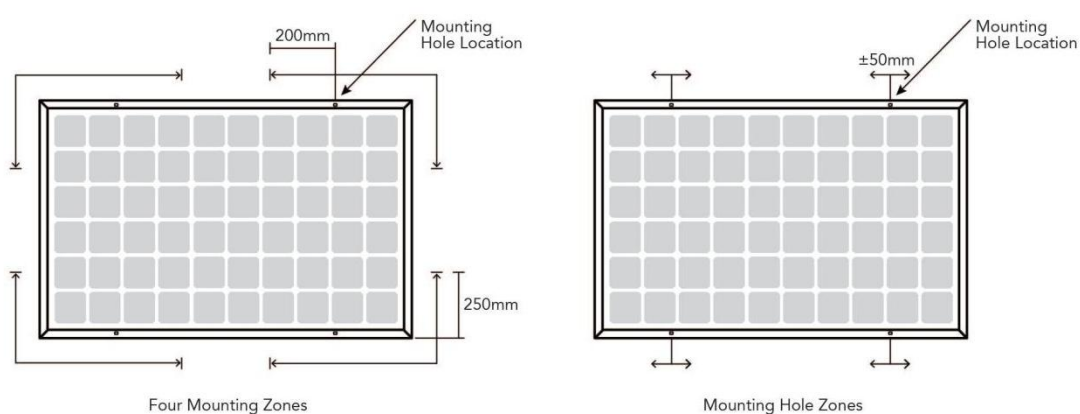
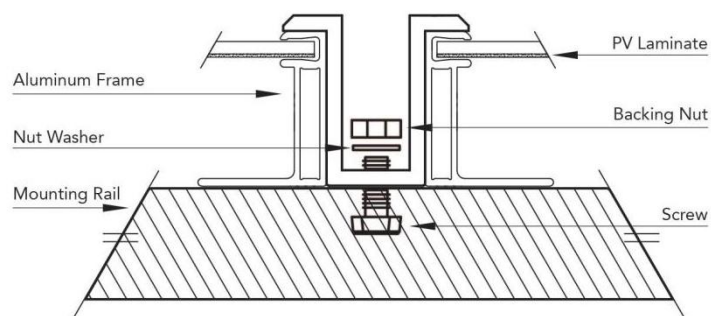


图 3：压块安装区域

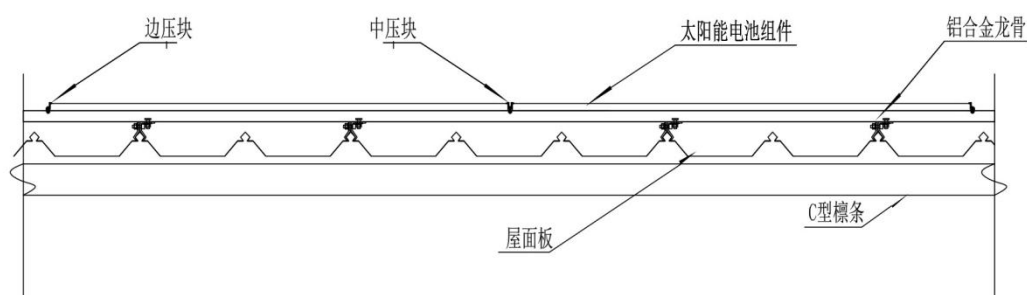


(5)安装过程中必须轻拿轻放以免破坏表面的保护玻璃；将两根放线绳分别系于电池板方阵的上下两端，并将其绷紧。以线绳为基准分别调整其余电池板，使其在一个平面内。电池板安装必须作到横平竖直，间隙均匀，表面平整，固定牢靠。同方阵内的电池板边线保持一致；注意电池板的接线盒的方向，采用“头对头”的安装方式，汇线位置刚好在中间，方便施工。

(6)光伏组件分区原则；每个组件厂家生产的相同峰值的组件安装在一个方阵区；不足一个方阵的

相同峰值的组件保证接入同一个逆变器的光伏组件同厂同峰值。这样安装组件可以最大限度的提升整个光伏电站的发电量。

(7)光伏组件与光伏电池方阵：光伏组件单块光伏电池板组成串联的组件，光伏电池方阵则是由串联后的光伏光伏组件并联而成，光伏组件内部接线符合图纸。



组件安装连接详图



2.4、光伏组件安装安全通则

- (1) 安装太阳能光伏发电系统要求专门的技能和知识，必须由专业资格的工程师来完成。
- (2) 安装人员在尝试安装，操作和维护的光伏组件时，请确保您完全理解在此安装说明手册的资料，了解安装过程中可能会发生伤害的风险。
- (3) 光伏组件在光照充足或其他光源照射下时生产电力。应当操作时请采取相应的防护措施，避

免人员与 30VDC 或更高电压直接接触。

- (4) 光伏组件能把光能转换成直流电能，电量的大小会随着光强的变化而变化。
- (5) 当组件有电流或具有外部电源时，不得连接或断开组件。
- (6) 安装、使用组件或进行接线时，应使用不透明材料覆盖在光伏组件阵列中组件的正面，以停止发电。
- (7) 应遵守所有地方、地区和国家的相关法规，必要时应先获得建筑许可证。
- (8) 光伏组件没有用户可维修的原件，不要拆解、移动或更改任何附属的部件。
- (9) 光伏组件安装时不要穿戴金属戒指、表带、耳环或其它的金属配饰。
- (10) 在潮湿或风力较大的情况下，请不要安装或操作组件。
- (11) 不要使用或安装已经损坏的组件，不要人为地在组件上聚光。
- (12) 只有相同型号的光伏组件模块才能组合在一起。避免光伏组件的表面产生不均匀阴影。被遮阴的电池片会变热（“热斑”效应）从而导致组件永久性的损坏。
- (13) 当有意外情况发生时，请立即把逆变器和断路器关闭。
- (14) 缺陷或损坏的组件依旧可能会发出电量。如果需要搬运请采取措施遮挡，以确保组件完全遮阴。
- (15) 压块与组件短边框之间的距离应控制在 300-500mm 之间，中压边压与组件边框是否贴合紧密，紧固到位无松动、移位。
- (16) 光伏组件在安装前请一直保存在原包装箱内。
- (17) 组件阵列与 C 钢支架之间使用同样方式进行连接，注意每个阵列两侧都应有与支架相连的等位接地，确保双重保护。
- (18) 组件与组件之间，应使用 4mm² 黄绿双色等电位接地线进行连接，组件应使用自紧螺母固定在边框接地孔上。所有组件都应连接形成等位接地并确保紧固到位，接触良好无松动。



分布式光伏电站竣工资料