

轻刚光伏组件运维手册

（初稿）

目 录

一、 手册前言.....	2
二、 光伏组件基础知识.....	2
(一) 组件结构与工作原理.....	2
(二) 组件主要技术参数.....	2
(三) 中科富能轻刚组件的产品系列.....	3
三、 轻刚光伏组件运维流程.....	3
(一) 运维总体要求.....	3
(二) 轻刚组件的运维.....	4
(三) 轻刚光伏组件的维修更换.....	5
四、 光伏组件清洁.....	6
(一) 清洗.....	6
(二) 水质要求.....	7
(三) 清洗后组件检查.....	8
五、 常见故障诊断与处理.....	8
(一) 组件功率衰减异常.....	8
(二) 组件热斑效应.....	8
(三) 组件接线故障.....	9
六、 安全运维规范.....	10
(一) 人员安全要求.....	10
(二) 设备安全要求.....	10
(一) 组件漏电应急处理.....	11
(二) 自然灾害应急处理.....	11
(三) 组件起火应急处理.....	12
八、 运维记录与档案管理.....	13
(一) 运维记录内容.....	13
九、 附录.....	14
(一) 常见问题解答 (FAQ)	14
(二) 技术支持与联系方式.....	16
十、 手册修订说明.....	16

一、手册前言

本手册旨在为光伏电站运营方及相关运维人员提供全面、规范的光伏组件运行维护指导作为参考，告知他们相关安全、操作、维护的要求及建议。通过标准化的运维流程、科学的检查方法以及专业的故障处理方案，帮助用户有效保障光伏组件的长期稳定运行，最大化提升光伏电站的发电效率与经济效益，延长组件使用寿命。本手册适用于我司生产的轻刚光伏组件，运维组件系统需要有专业技能和知识，并且只能由合格的人员进行操作。在使用和运维组件之前，请仔细阅读本安装手册。运维人员应熟悉此系统的机械和电气要求。

本安装手册不具备任何质保书的意义，不论是明示或者暗示。对在组件操作、使用或者维护过程中直接引起的或与此有关的损失、组件损坏或者其他损失，中科富能不承担任何相关责任。中科富能保留在没有预先通知的情况下变更本运维手册的权利。

二、光伏组件基础知识

（一）组件工作原理

工作原理：中科富能轻刚光伏组件的发电原理基于光电效应。当阳光照射到组件表面时，光子能量被硅晶体吸收，使电子从原子中脱离出来，形成自由电子和空穴。在 PN 结的内建电场作用下，电子和空穴被分离，从而在电池两端形成电压，当接入外电路后就会产生电流，实现光能到电能的转换。中科富能轻刚组件采用的是高效单晶硅电池片，保持了高效的光电转换效率。

（二）组件主要技术参数

用户需重点关注以下组件技术参数，以便在运维过程中判断组件运行状态是否正常，主要参数包括：

峰值功率（Pmax）：组件在标准测试条件（辐照度 1000W/m²、环境温度 25℃、AM1.5 光谱）下所能输出的最大功率，是衡量组件发电能力的核心指标。

开路电压（Voc）：组件在无负载状态下，正负极之间的最大电压，运维中需避免组件在开路状态下遭受过高电压冲击。

短路电流（Isc）：组件在正负极直接短路时的电流，运维操作中需防止组件短路引发安全事故。

工作温度系数：包括功率温度系数、电压温度系数与电流温度系数，反映组件在不同温度环境下的性能变化规律，是制定季节性运维策略的重要依据。

（三）中科富能轻刚组件的产品系列

中科富能轻刚组件主要有两个系列：

ZKFN SolarPegaFL 490-510W

ZKFN SolarPega 510-520W

ZKFN SolarPegaF 510-520W

三、轻刚光伏组件运维流程

（一）运维总体要求

1. 轻刚光伏组件安装及运行期间，不得存在树木、建筑物、杂物等造成的局部或整体阴影遮挡。
2. 雨、雪天气结束后，应及时对组件表面进行巡检，冲洗组件表面

积灰，防止灰尘与雨水混合形成泥渍留在组件表面，造成局部严重遮挡。

3. 组件安装结构安全：

粘贴方式安装：需在定期巡检时检查粘结处状态，是否存在开胶、脱粘等情况；

压块固定方式安装：需在定期巡检时检查夹具、压块的牢固性，螺栓的紧固度等；同时排查建筑本体相关支撑结构的安全状态。

4. 电气安全：重点检查 MC4 接头的连接密封性与紧固性，排查直流线缆是否存在破损、老化、受压及受力等问题。

5. 光伏组件属于密封集成式电气设备，现场拆解存在多重风险，严禁任何人员在安装现场或运维过程中拆解组件面板、接线盒、背板及内部电池片等部件，不得擅自拆卸组件自带的密封结构和电气连接点。

6. 运维过程中，中科富能组件在满足一定条件下可踩踏，且对组件不会造成损伤。（具体踩踏要求条件详见《中科富能 Solar Pega 系列轻刚组件安装指导书》）

（二）轻刚组件的运维

组件外观检查和替换

应定期检查光伏方阵中组件是否有损坏，若发现有损坏，须更换相同型号组件，例如组件破裂、线缆破损、接线盒损坏等因素导致组件发生功能性和安全性故障。

每年至少应由经过培训的人员对其进行四次维护；维护人员在工作期间应一直戴着橡胶手套并穿着绝缘靴除去一切可能遮蔽太阳能

组件从而影响其性能的遮挡物。

检查安装的硬件是否紧固到位。

检查每一个非接地极中的所有阵列熔丝是否正常工作。

如果组件损坏，则需要对其进行更换。组件必须用相同类型的更换。更换组件时不许触碰电缆和连接器的带电部位。搬运组件时应使用适当的安全防护装置(绝缘工具、绝缘手套、绝缘靴等)。

更换组件时从未打结构胶位置进行撕除，后用清洁溶剂对粘接处进行清洁后重新按照组件安装方法进行安装及线路连线。

修复时用不透明材料覆于组件的前表面上。暴露在阳光下的组件会产生高电压，极其危险。

(三) 轻刚光伏组件的维修更换

组件更换总体要求：

明确拆除时工具划伤、高空坠落（若为高空作业）、触电（涉及电路断开 / 恢复）等风险，讲解规避措施。

作业前开展“班前安全交底”，讲解当日作业重点及安全注意事项，做好记录并由全员签字确认。

检查新组件外观（表面无划痕、裂纹、变形、接线端子完好），核对组件型号、参数与旧组件一致后备用。

禁止用蛮力撬动组件，避免组件破损，避免人员划伤。

废弃组件、碎片、配件等垃圾需分类回收，禁止随意丢弃。

粘贴方式安装：

组件更换前应先编写《轻刚组件更换实施方案》，作业前必须断

开组件对应的汇流箱、逆变器电源，挂“禁止合闸”警示标志，由专业电工确认断电后，方可开始作业；组件安装采用光伏专用结构胶粘接固定，拆除时通过壁纸刀、铲刀处理结构胶，清理基层后按照正确操作步骤安装新组件，作业需在确保安全与施工质量的前提下有序推进。

压块固定方式安装：

组件更换前应先编写《压块固定式组件更换实施方案》，作业前必须断开组件对应的汇流箱、逆变器电源，挂“禁止合闸”警示标志，由专业电工确认断电后，方可开始作业；拆除时通过力矩扳手按规定力矩拆卸螺栓及压块，清理支架安装面杂物后安放新组件，调整组件位置确保间隙均匀后依次安装压块、螺栓并紧固，作业需在确保安全与施工质量的前提下有序推进。

四、光伏组件清洁

（一）清洗

至少两个月清洗一次组件来保证光伏发电效率，在水泥厂或者多尘地区(半径 50 米) 内需一个月至少清洗一次组件。

清洗人员需穿戴绝缘手套，绝缘靴，安全带等防护装备。

应在辐照度低于 $200\text{W}/\text{m}^2$ 的情况下清洁光伏组件，避免清洗时使用的体温与空气温度有较大差异，以免造成裂片；硬水需软化后进行组件清洁，并将组件表面残留的水擦干。

严禁在风力大于 4 级、大雨或大雪的气象条件下清洗光伏组件。

光伏组件清洁工作中，严禁踩踏组件、严禁水流溅射至组件背面和电缆，要保证连接头的清洁和干燥，防止电击和火灾危险；严禁使用蒸汽清洁器；清洁组件时，应使用软布或软质滚轴及清水进行清洁，请勿直接将组件直接放入水中。注意避免出现严重的可能损坏组件的热冲击。

光伏组件表面有油污等难清洁物质，使用无摩擦的中性液体清洁剂，不能使用含有碱、酸的有机溶剂清洁组件。严禁使用腐蚀性溶剂或用硬物擦拭光伏组件。

如果不确定是否需要清除阵列或截面，则首先选择一列特别脏的阵列开始清除。如果改进百分比小于 5%，则通常无需清洁。上述验证应当仅在日照率恒定(晴天、日照强、无云)的情况下进行。

组件的背面通常不需要清洁；若需清洁组件的背面时，注意避免清洗液渗到材料底层。

当电站发电量明显下降时应对组件进行清洗。

(二) 水质要求

PH: 5~7

氯化物或盐分含量: 0-3,000mg/L

浑浊度: 0-30NTU

电导率: 1500~3000 μ S/cm

总溶解固体: \leq 1000mg/L

水硬度: 0-40mg/L

必须采用非碱性水，具备条件时使用软化水。

（三）清洗后组件检查

目视组件整体外观清洁、明亮，无污渍；抽样检查组件表面是否有积灰存在；

组件表面无明显的刮伤痕迹；组件表面无人为造成的破裂现象。

清洗后组件有无倾斜、弯曲现象；组件接线端子是否有脱落的现象等。光伏组件清

洗完后，完成光伏组件清洗记录。

五、常见故障诊断与处理

（一）组件功率衰减异常

故障现象：组件输出功率明显低于额定功率，且功率衰减速度超过正常范围。

故障原因

组件长期处于高温、高湿环境，导致电池片老化加速；

组件表面磨损，透光率下降；

组件内部出现隐裂、断栅，影响电流传输；

接线盒内二极管损坏，导致组件部分电路失效。

处理方法

通过专业设备（如光伏组件功率测试仪）检测组件的实际输出功率，确认功率衰减程度；若组件老化严重（功率衰减超过 20%），建议整体更换组件，以保证电站发电效率。

（二）组件热斑效应

故障现象：组件局部区域温度明显高于其他区域（可通过红外测

温仪检测，温差超过 20°C ），严重时可能导致组件表面破裂、背板烧毁。

故障原因：组件表面存在局部遮挡（如树叶、鸟粪、阴影），被遮挡的电池片无法正常发电，反而成为负载，消耗其他正常电池片产生的电能，导致局部发热。此外，组件内部电池片性能不一致（如部分电池片老化、隐裂）也可能引发热斑效应。

处理方法

立即清除组件表面的遮挡物；

在组件方阵设计与安装时，应避免组件之间相互遮挡，同时定期清理组件周围可能造成遮挡的杂物，预防热斑效应发生。

若组件已损坏，及时更换工作异常组件。

（三）组件接线故障

故障现象：组件输出电压、电流不稳定，或无输出；接线端子处温度过高，可能会出现氧化、烧蚀痕迹。

故障原因

接线端子松动，导致接触电阻增大，产生发热现象；

接线端子氧化、腐蚀，影响电流传输；

引出线缆破损、老化，导致电路断路或短路；

接线端子正负极规格不一致、不匹配。

接线方式错误（如正负极接反）。

处理方法

首先断开组件方阵的总电源，确保断电操作，避免触电事故；

使用万用表检测接线端子的通断情况，若端子松动，需用扳手将其拧紧（注意力度，避免损坏端子）；

若端子氧化、腐蚀，更换接线端子；

若端子不一致，更换同型号、同规格端子，

检查引出线缆，若存在破损，需更换线缆（线缆规格需与组件匹配）；若接线方式错误，需按照正确的正负极连接方式重新接线；

接线完成后，重新通电，测量组件输出参数，确认故障已排除。

六、安全运维规范

（一）人员安全要求

资质要求：运维人员需具备与光伏运维相适应的操作资格（如低压电工证、高压电工证、高处作业证等），熟悉光伏组件的工作原理与安全操作规程，经相关机构的专业培训并考核合格后，方可上岗开展运维工作。

个人防护：运维人员在作业过程中必须佩戴绝缘手套、绝缘鞋、安全帽，若涉及高空作业，需系好安全带，携带防滑工具；在使用万用表、红外测温仪等设备时，需按照设备说明书正确操作，避免设备损坏或人员受伤。

安全意识：运维人员需树立“安全第一”的意识，严禁在未断开电源的情况下接触组件的金属部分；严禁在组件方阵附近吸烟、使用明火；若发现组件存在漏电、起火等安全隐患，需立即停止作业，切断电源，并采取相应的应急措施。

（二）设备安全要求

电路安全：光伏组件方阵的接线必须符合电气安全规范，接线端子需牢固连接，避免松动、氧化；组件方阵的总开关、断路器等保护设备需定期检查，确保其功能正常，能够在电路短路、过载时及时切断电源；严禁擅自更改组件的电路连接方式或增加负载。

防火安全：组件方阵周围需保持畅通，严禁堆放易燃易爆物品（如汽油、柴油、纸箱等）；电站内需配备足够数量的灭火器材（如干粉灭火器、二氧化碳灭火器），且灭火器材需定期检查，确保在有效期内且能够正常使用；运维人员需掌握基本的灭火方法，若发生组件起火，应先切断电源，再使用合适的灭火器材灭火。

防雷保护：如果组件安装在有频繁雷电活动的地方时，必须对组件进行防雷击保护。

七、应急处理措施

（一）组件漏电应急处理

发现组件漏电后，运维人员需立即远离漏电区域，避免接触漏电组件或相关设备，防止触电；由专业人员佩戴绝缘手套、使用绝缘工具，断开组件方阵的总电源与漏电组件的分支电源；使用绝缘电阻测试仪检测漏电组件的绝缘性能，排查漏电原因（如组件进水、接线端子损坏、线缆破损等）；

根据漏电原因进行维修处理（如更换异常组件、破损线缆、更换接线端子），维修完成后，重新检测组件绝缘性能，确认绝缘合格后，方可恢复供电。

（二）自然灾害应急处理

暴雨、洪水：在暴雨来临前，检查组件方阵的排水系统是否畅通，清理排水口的杂物；将电站内的重要设备（如监控主机、逆变器）转移至高处或采取防水保护措施；暴雨期间，停止户外运维作业，若电站进水，需立即切断电源，待洪水退去后，对组件与设备进行干燥、清洁与检测，确认无安全隐患后，方可恢复运行。

大风、台风：大风来临前，检查组件的安装固定情况，紧固支架松动的螺栓；拆除组件方阵周围的易吹动物体（如广告牌、临时搭建物）；台风期间，关闭电站电源，人员撤离至安全区域；台风过后，检查支架、组件是否存在变形、移位、破损等情况，修复损坏的支架与组件，确认无误后，重新启动电站。

暴雪、低温：暴雪期间，定期清理组件表面的积雪（可使用柔软的扫帚或专用除雪工具，避免用力擦拭损坏组件），防止积雪遮挡组件或因积雪重量过大导致组件、支架变形；低温环境下，检查组件的接线端子是否存在结冰现象，若结冰，需待冰融化后再进行操作，避免因结冰导致接触不良；同时，注意运维人员的防寒保暖，防止冻伤。

（三）组件起火应急处理

若出现火情，立即切断光伏组件方阵的总电源（包括直流侧与交流侧电源），防止火势蔓延与触电事故；

若火势较小，可使用干粉灭火器或二氧化碳灭火器对准起火部位灭火，严禁使用水直接灭火（避免触电）；

若火势较大，无法自行扑灭，需立即拨打当地消防电话（如 119），并组织人员撤离至安全区域；

火灾扑灭后，需对火灾原因进行调查，评估组件与设备的损坏程度，制定维修或更换方案，在确认电站安全隐患已排除后，方可重新恢复运行。

八、运维记录与档案管理

（一）运维记录内容

运维人员需详细记录每次运维工作的相关信息，包括：

巡检记录：记录巡检日期、巡检人员、巡检范围、巡检结果（如组件外观状况、运行参数数据、发现的问题及处理情况）。

清洁记录：记录清洁日期、清洁人员、清洁范围、清洁方法、清洁前后组件的功率变化（若有检测）。

故障处理记录：记录故障发生日期、故障组件编号、故障现象、故障原因分析、处理方法、处理结果、维修人员、维修所用材料与工具。

应急处理记录：记录突发事件发生的时间、地点、事件类型、应急处理措施、处理过程、处理结果、参与人员。

（二）档案管理

档案管理以“全生命周期覆盖、电子与纸质双轨制、安全与利用并重”为原则，通过标准化记录采集与规范化档案管理，实现运维过程可追溯、问题可定位、决策可支撑，形成“记录-归档-利用-优化”的管理闭环，实现从建档、存储到处置的规范化管控，为后续运维工作及运维优化提供依据。

档案管理采用“一级分类-二级分类-案卷-文件”的四级分类体系，确保归档逻辑清晰：

1、基础档案类：作为核心基准档案，包括组件出厂资料（合格证、检测报告、参数清单）、采购合同、质保协议、安装图纸、验收报告等。

2、运维过程档案类：归集前述各类运维记录，按“年度-运维类型-区域”组卷，其中巡检记录需按日汇总、按月装订，故障处理记录需单独建立“一事一档”，附检测报告、维修照片等佐证材料。

3、性能监测档案类：单独存放 IV 曲线测试、EL 检测、热斑扫描等专业检测数据，建立“单组件性能台账”，记录全生命周期衰减数据，每年形成《组件性能衰减分析报告》。

4、合规管理档案类：包括运维人员资质证明、检测机构资质、废旧组件回收处置证明、行业监管检查记录等，确保运维活动全程合规可追溯。

九、附录

（一）常见问题解答（FAQ）

1.Q: 中科富能轻刚光伏组件产品质保年限？质保范围有哪些？

A: a. 质保年限：

- o 产品质保为 12 年。
- o 功率质保为 25 年（发电效率下降不超过标准范围）。

b. 质保范围：

- o 包括材料和工艺缺陷。
- o 功率输出不符合标准时提供维修或更换。

2. Q: . 中科富能轻刚光伏组件产品维护间隔时间是多久？主要检查哪些项目？

A: 建议每年维护 3-4 次，检查所有组件的性能，电气系统的安全可靠性，并对组件表面脏污进行清洗。主要检查项目包括：

- 组件外观是否有损伤
- 电气连接是否牢固
- 接线盒和连接器是否完好
- 组件表面是否干净
- 支撑结构是否稳固
- 接地系统是否正常
- 监控系统是否正常运行。
- 光伏系统是否存在异常功率输出。

3. Q: 组件表面出现少量灰尘，未达到功率下降 5% 的标准，是否需要清洁？

A: 若灰尘较薄且短期内无降雨，可暂缓清洁，通过监控系统持续观察功率变化；若当地空气污染严重、灰尘易结块，或预计 1 周内无降水，建议提前清洁，避免灰尘堆积硬化后难以清理，影响透光率。

4. Q: 冬季组件表面结冰，能否直接用热水融化冰块？

A: 严禁使用热水直接冲洗结冰组件，冷热温差可能导致组件损坏。建议等待自然融化，或使用专用除冰铲（塑料材质，避免刮伤组件表面）轻轻铲除表面浮冰，待冰层完全融化后检查组件是否存在进水或破损。

5. Q: 组件功率衰减超过正常范围,但仍在质保期内,如何申请售后?

A: 需先整理该组件的运维记录(包括巡检数据、功率检测报告、故障照片),联系我司售后服务部门(联系方式见下文),提交《质保期售后申请单》,我司将安排技术人员现场检测,确认属于质量问题后,按质保政策提供维修或更换服务。

(二) 技术支持与联系方式

售后服务热线: 400-XXX-XXXX (工作日 8:30-17:30, 节假日值班电话: 138XXXXXXXX)

技术支持邮箱: XX@xxx.com (邮件需注明“组件型号 + 问题类型 + 电站名称”)

在线服务平台: 登录我司官网 (www.xxx.com), 进入“客户服务 - 光伏运维支持”板块, 可提交工单、下载手册更新版本; 现场服务响应时间: 国内主要城市 XX 小时内到达现场, 偏远地区 XX 小时内到达(特殊天气或交通管制除外)

十、手册修订说明

1. 本手册为 V1.0 版本, 发布日期: XXXX 年 XX 月 XX 日;
2. 后续将根据组件技术升级、行业标准更新及用户反馈, 定期修订手册内容, 修订后的版本将通过官网、邮箱等渠道通知用户, 用户可免费获取最新版本;
3. 若用户在使用手册过程中发现问题或有改进建议, 可发送邮件至 XX@xxx.com, 我们将及时评估并纳入修订计划。