



中国长江三峡集团公司
China Three Gorges Corporation

三峡新能源淮南150MW水面光伏电站 运维经验工作汇报

三峡新能源淮南光伏发电有限公司

董明知

2018年10月24日







目录

CONTENTS

1

淮南水面光伏项目介绍

2

水面光伏电站设备介绍

3

水面光伏运维管理

4

运维工作小细节分享

5

水面光伏运维安全管控

6

水面光伏危险点及防范措施



1

淮南水面光伏项目介绍





□项目背景

淮南项目位于安徽省淮南市潘集区潘一矿采煤沉陷区，淮南市是一座“缘矿而建、因煤而兴”的典型煤炭资源型城市，从70年代开始大量采掘，而煤炭的长期开采造成了淮南矿区大面积塌陷，截止目前，塌陷面积约220平方公里，涉及27个乡镇，居民31.1万人。随着资源慢慢被开采殆尽，城市也面临着转型发展，新兴可再生能源开发迎来机遇，2016年，安徽省能源局在“两淮”沉陷区规划了“两淮采煤沉陷区国家先进技术光伏示范基地”，共计12个项目，三峡淮南项目是中标的其中之一。





□三峡新能源公司简介

中国三峡新能源有限公司是中国长江三峡集团公司的全资子公司，承载着发展新能源、打造中国三峡集团第二主业的历史使命。

近年来，三峡新能源公司大力发展陆上风电、光伏发电，积极开发海上风电，稳健发展中小水电业务，探索推进光热发电，密切跟踪潮汐能、生物质能等其他可再生能源发电先进技术。三峡新能源公司业务已覆盖全国30多个省、自治区和直辖市，投产的风电、太阳能以及中小水电等新能源装机接近一千万千瓦。

新能源公司正在建设着中国北方的第一座海上风电-大连庄河30万海上风电，江苏大丰30万海上风电，运营着江苏盐城近海风电和福建新化湾海上风电试验场。





□项目介绍

淮南项目总容量为150MW，占用闲置水面5000余亩，组件安装采用全漂浮式安装，项目于2017年12月正式并网发电，2018年9月底全部达产。淮南项目是目前全球最大的单体水面漂浮光伏电站，总投资为10亿元，设计多年平均等效利用小时数为1017小时。

项目从开工建设即受到社会的广泛关注，项目并网后，央视新闻联播节目、中央财经频道经济半小时栏目、中文国际频道舆论场以及安徽、山东等省电视台均进行了报道，同时，还受到人民网、新华网、人民政府网站等国内外主流媒体相互报道及转载，也接待了大量的国内外宾客。





人民网 >> 科技

最大水面漂浮光伏电站并网发电

瞿剑

2017年12月12日08:22 来源：科技日报

分享到：



原标题：最大水面漂浮光伏电站并网发电

据三峡集团最新消息，全球最大的水面漂浮光伏电站——三峡新能源公司安徽淮南150兆瓦水面漂浮光伏项目首期12月10日正式并网发电。



三峡集团：全球最大水面漂浮光伏电站并网发电

2017-12-11 08:41:50 来源：新华网



关注新华网



新华网北京12月11日电 全球最大的水面漂浮光伏电站——中国三峡集团三峡新能源公司安徽淮南150兆瓦水面漂浮光伏项目10日正式并网发电。





2

水面光伏电站设备介绍





- ☆ 发电单元（组件、浮筒）
- ☆ 汇流、逆变设备
- ☆ 输变电系统（箱变、集电线路）
- ☆ 锚固系统
- ☆ 接地系统



✓ 发电单元

发电单元主要包括光伏组件及浮筒

浮筒包括主浮体、过道浮体、连接浮体

主浮体作用：承载组件

过道浮体作用：运维人员的检修通道

连接浮体：方阵拼接





✓ 汇流、逆变设备

包括汇流线、汇流箱和逆变器

汇流线：采用4mm²直流汇流线

汇流箱：五进一出（交流）、十六进一出（直流）

逆变器：将直流逆变成交流，逆变器直流侧电压等级为1000V，交流侧电压等级为540V/500V。





✓ 汇流、逆变设备

组串式发电单元以每24块光伏板组件串联为一个组串，各单元组串平均分配接入50kW组串式逆变器，经5进1出交流汇流箱，汇流接入就地升压变压器。集中式发电单元以每24块光伏板组件串联为一个组串，各单元组串平均分配接入16进1出的直流汇流箱，汇流接入集中式逆变器，再接至就地升压变压器





✓ 输变电设备

输变电设备包括箱变、箱变平台、
35kV集电线路等

箱变全部采用干式变，水面具有波动性，箱变有横向移动、上下晃动，油变不满足要求，易触动瓦斯保护导致箱变跳闸。

箱变平台：承载箱变，包括钢制箱变浮筒和混凝土箱变平台

集电线路：电能传输





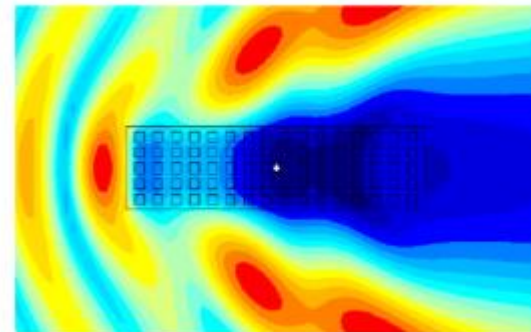
· 锚固系统

锚固系统是各发电方阵的根，“根基不牢，地动山摇”，锚固系统设计时，需要充分考虑多个因素。锚固系统主要包括锚块（螺旋桩）、帽绳、锚绳连接件。

基于设计及校核意见，修正为风速22.5m/s，浪高0.2m，在满足风浪校核前提下，水流速度按1m/s单独设计。预留锚绳长度应对水位

浪

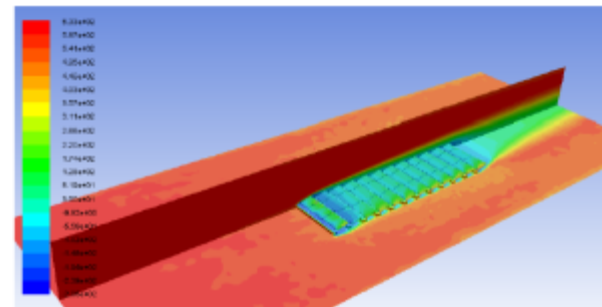
考虑内湖波的特征，进行波浪力的数值计算

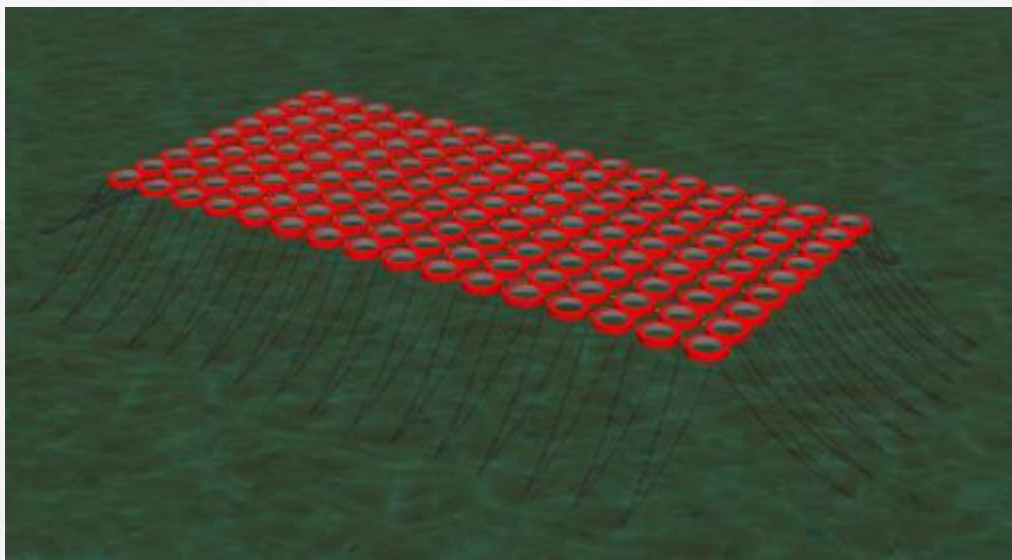


风

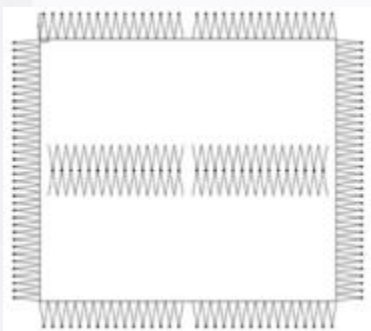
根据气象统计资料及设计要求选定合理风速，采用CFD计算风载荷，考虑到：

- ◆ 形状不规则，体型系数的取值无合适规范
- ◆ 方阵面积大，遮蔽效应需要明确



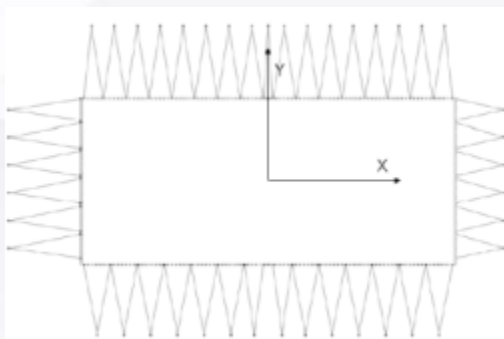


锚固形式	东西方向 锚点数量	南北方向 锚点数量	锚绳长度 (米)	锚点距悬 挂点水平 距离 (米)	锚绳安全 系数	校核结果
A	36+ 中部30	32	18.8	14.5	8.99	满足要求
B	7	南14 北17	27.5	25	2.97	满足要求
			32	30		
			33.5	31.5		
C	7	20	南北32 东西33	30	5.06	满足要求



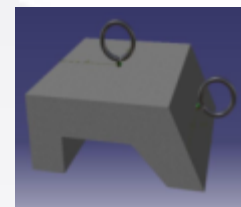
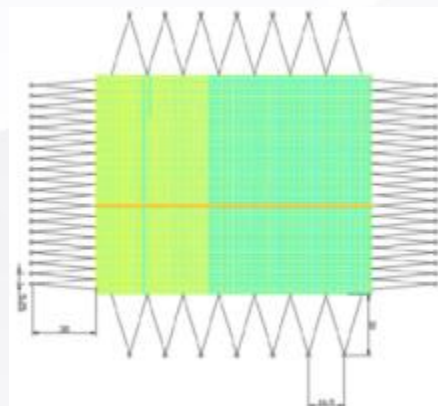
锚块1

A



船锚

B



锚块2

C



✓材料选择

水上光伏方阵均由水下锚固系统进行固定连接，锚固系统包含锚块、锚绳以及连接支架等部分。由于水上光伏对金属制品具有一定的腐蚀性，在设计阶段，需充分考虑水质对金属连接件的防腐要求，明确锚索、锚环及连接件的材质，如采用热镀锌材质或不锈钢材质的锚索、锚环，材质使用寿命须满足项目运行要求，必要时加套管保护，降低锈蚀风险。在施工阶段，严格把控锚索、锚环等进场材料，检测是否符合设计及招标文件技术要求。

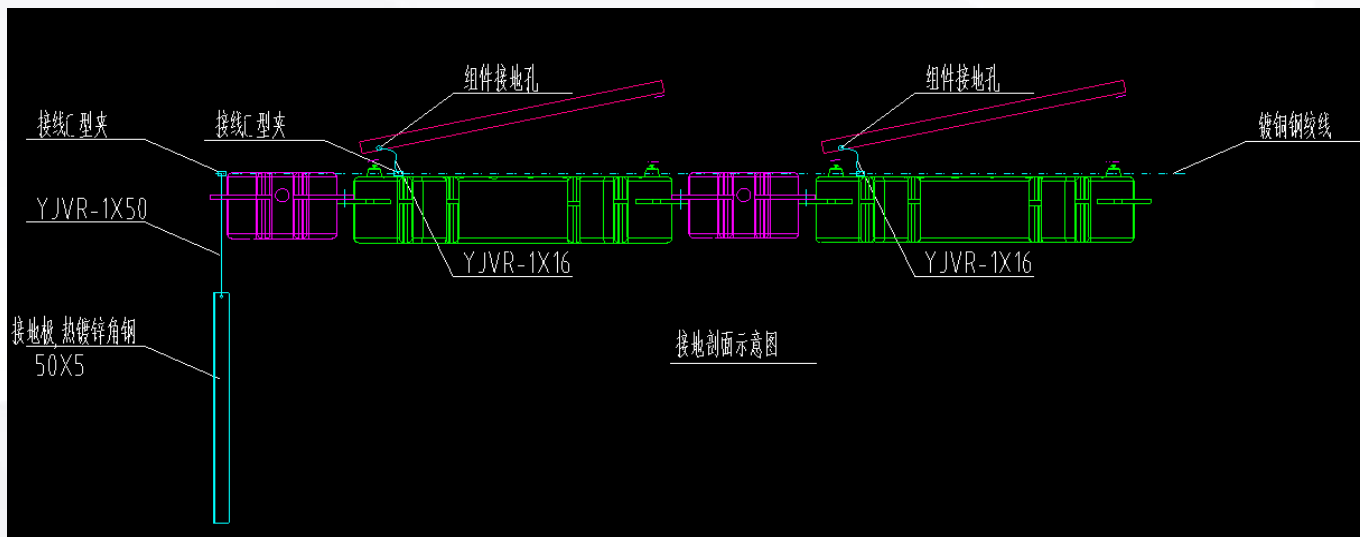




✓ 接地系统

采用**方阵内接地与岸边接地**相结合的方式，增加接地泄流点。**方阵内**采用镀锌钢绞线作为水平接地母线构建整个电站的均压带，方阵下方放置垂直接地极，通过 50mm^2 接地线与水平接地体相连接；**方阵至岸边**采用铜包钢绞线或接地电缆接至岸边垂直接地极，形成箱变与光伏组件区域接地网连接。

逆变器、汇流箱、电缆桥架及设备金属支撑件做可靠接地，形成整体接地环网。

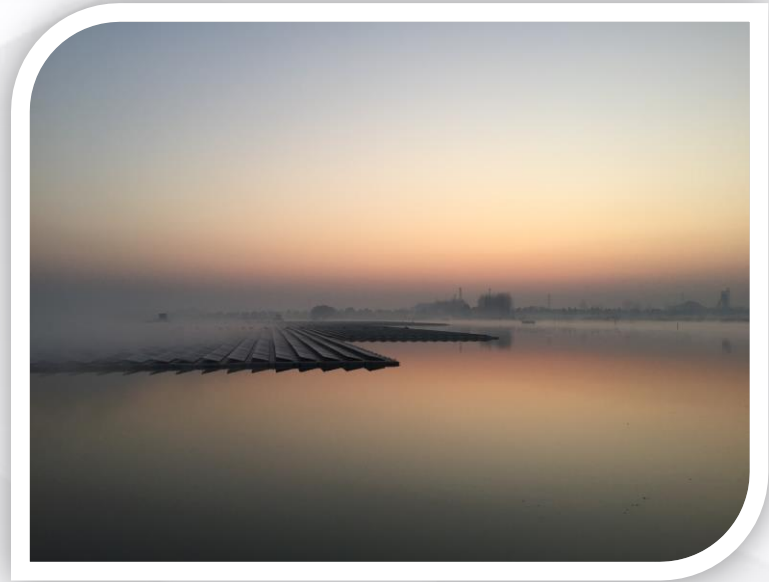


1. 全厂接地以水平接地为主，垂直接地为辅。垂直接地极放置于水中，上端通过 50mm^2 接地线与水平接地体相连接。水平接地体明敷。接地干线跨越水道时不应被截断，应将整个区域主干网电气贯通连接。接地线、极与设备或者锚固点相碰时，可根据实际情况适当移位敷设。水平接地网的外缘应闭合。由于水平接地网采用的是镀锌钢绞线，外缘各角可弯折成圆弧形，每个方阵在设备放置通道上敷设一条均压带，垂直接地极可根据现场情况适当调整间距。
2. 光伏组件间接地通过YJVR-1X6接地线缆相连，方针单排组件数量有24、48、72、96块组件四种形式，每种形式的首末两块组件通过YJVR-1X16接地电缆接至水平接地体；汇流箱和组串式避雷器接地线缆须用YJVR-1x16电缆引至水平接地网上通过C型线夹可靠连接。
3. 全场主接地网应连成一体，沿建筑物四周的接地网应与室内接地干线相连，连接点应不少于两处。所有电气设备不带电外壳均应可靠接地，所有进出户内的铠装电缆外皮均应接地。
4. 所有构架、支架的基础及设备基础均用 50mm^2 镀锌钢绞线引至主接地网，且重要设备必须有两根接地引下线，接于不同的接地母线上，满足双接地的要求。
5. 接地网敷设完毕，应测量接地电阻，当实测值超出要求值 $4\ \Omega$ 附近偏差较大时应采取措施降阻。



3

水面光伏运维管理





三峡新能源公司的运维均指自主运维

衡量运维工作好与坏的两大指标：发电量、安全

发电量是项目收益的保证，安全则是一票否决

发电量提升依靠设备的健康运行，高的设备可利用率

安全包括设备的安全、人身安全以及电网的安全。



- ◆ 运维方案及技术规范等的编制（包括人员配置、值班模式等）
- ◆ 运维工器具的配置（运维船、救生衣）
- ◆ 具体运维工作（包括巡检、消缺、故障处理、组件清洗、设备定检等）



人员配置

视场站自行确定，原则为**科学合理配置**。

（水面漂浮光伏电站与陆上光伏还是有较大区别，特别是大型水面电站，运维工作开展好，工作量巨大，主要包括日常故障处理、设备巡视检查、设备定检、组件清洗等工作，对人员配置有一定要求。）

人员要求：充足、胜任

（**充足**：人手足够，故障处理要及时，响应速度要快，故障不及时处理，影响发电量，**胜任**：具备独立处理各类故障的能力，要求加强对人员的技能培训工作）。



值班模式

人员配置合理后，还得有合理的值班模式；

科学合理，劳逸结合，工作高效有序，不违反《中华人民共和国劳动法》。

（经过不断摸索，淮南项目确定了比较合理科学的值班方式，分三值，即白班、维护、轮休值，保证随时有两个值在上班，一值休息；上班时间为8小时工作制，上6.5休3.5天。安排的原因：根据《劳动法》，劳动者每月工作时间不应超过176小时，上6.5休3.5，上班时长为156小时，未违反劳动法，二是劳逸结合，人员工作状态良好，精神饱满，无疲惫感。）



规范化、制度化、精细化管理

水面光伏电站在过去的一两年属于爆发式增长，但，浮筒制造、工程建设、运行维护，在行业内均没有成熟的经验可借鉴，相关规范也不多，淮南项目根据自身的实际情况，自行编制了部分规章制度。

《水面光伏用浮体监造及验收规范》

《水面作业管理制度》

《水面光伏电站巡检管理制度》

《水面光伏电站运维管理制度》等规范及制度

正在编制《水面光伏系统建设控制规范》



运维工器具配置

✓ 运维船

功能需求：压力可调的水枪、一定起吊能力的小吊机、足够的储物及操作空间

高压水枪：清洗组件用、应急使用（电气着火，水面光伏不必陆上光伏，人员补救火灾易落实、易触电，一旦发生火情，尽量远离火源，又要灭火，那就采用远喷方式补救，充分保证人员的安全）

小吊机：很实用，特别是在更换较大部件（如汇流箱、逆变器、断路器等）的时候，过道面积有限，限制了多人工作，少人工作时，搬运重物容易发生意外情况，特别是从船上卸下的时候。

足够储物空间：需要运输浮筒、组件、以及各类较大部件，均需要足够的储物空间。



运维工具配置

✓ 配备合理的劳动防护用品，主要包括救生衣、遮阳镜等

救生衣配置尽量满足夏季和冬季使用的两种类型，市场上主要的就是泡沫式救生衣和二氧化碳充气式脖挂救生衣。

（夏季炎热，加之水分增发，湿度大，夏季穿泡沫式救生衣太热，易适得其反，导致人员中暑，反而不安全；冬季穿救生衣还能起到保暖作用。）

遮阳镜，特别是夏季，需要配备遮阳镜，避免阳光伤害眼睛。

✓ 日常的运维工器具



具体运维工作

✓ 巡视检查

巡检工作是电站运维工作的重点工作，巡检工作到位，能及时发现各类缺陷及故障，减少事故发生，保证设备的安全稳定运行；要求巡检工作全面无死角，水面光伏的特殊性，浮筒是高密度聚乙烯吹塑成型，人员不能频繁踩踏，与巡检工作发生冲突，为了较好解决矛盾，淮南公司采用视频巡检+无人机巡视+现场巡查相结合的方式。



具体运维工作

✓ 巡视检查

“视频巡检+无人机巡视+现场巡查”

视频巡检：光伏场区每个方阵均装设一个高清摄像机，运行白班人员每2小时对场区所以高清视频进行巡检一次，主要是全方位对箱变、组件、汇流箱、逆变器设备的外观进行巡查，检查有无电气着火、设备运行环境十分安全等情况。

无人机巡视：携带红外成像功能的摄像头，每2天对全光伏场区进行巡飞一次，主要对场区设备粗略巡视。

现场巡查：每值开展一次，主要对设备各类参数、元器件运行状态进行巡查，确保安全稳定运行。



故障消缺

故障消缺是运维工作的重中之重，故障消缺的及时与否直接影响到发电量，项目的发电量和利润均体现在及时性上。

消缺工作几点要求：一是大力开展巡视，及时发现隐患及缺陷，提前处理，二是发现故障，处理响应速度要快，三是要有完善的后台监控系统，逆变器、汇流箱、箱变的各类电气参数均要上控后台监控系统，人员能及时发现故障，及时派人处理。

每天保证有两值在工作，白班值和巡检值，巡检值每天上班的第一件事就是到中控了解设备运行情况，接受故障处置单，若有故障需处理，分配故障处理工作。白天发生故障，由白天人员第一时间告知巡检值处置。



组件清洗

水面光伏组件的倾角设计为 12° ，比较容易积灰，随着生态好转，鸟类众多，组件成了很好的落脚点。

积灰影响发电量

鸟粪可能导致热斑

组件清洗显得尤为重要

经过试验对比，组件清洗能增发5-6%的一个量





备品备件管理

备品备件管理也是运维管理的重要工作，精细化的备件管理能确保发电量不受损失

标准：充足、适量（有且精）



- 设备定检

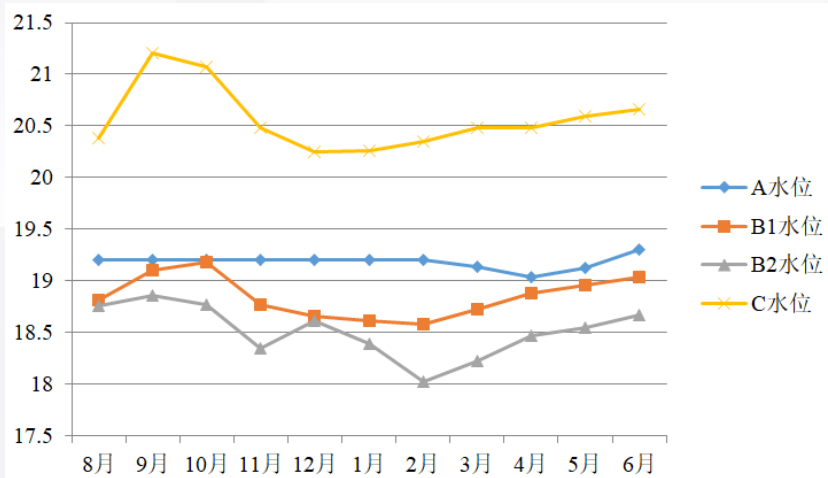
- ✓ 定期开展水质检测
- ✓ 电气设备预防性试验
- ✓ 防雷检测（雷雨季节来临前）



4

运维工作小细节分享





□ **水位过高风险**：浮体与锚固系统连接处，锚绳设计预留足够冗余量（约3米）以适应水位上涨变化，正常水位范围17-21米；各个光伏水域安装了水位监控系统，超出设计范围时将启动预警机制。

□ **水位过低风险** 建设前期已开展水下测绘等工作，采用水下清淤船只等将水下障碍物全部清理，满足水位落差变化要求，避免水位下降导致尖锐物刺伤浮体。

✓ 湖面水位监视

湖面水位过高或过低都会影响设备的安全稳定运行，过高会导致锚绳吃劲，拉坏连接耳板，甚至跑锚；过低有可能导致方阵搁浅，水位要求在一定范围变化。



✓箱变高低压侧进、出线电缆的检查

防止电缆因晃动受力，一旦固定不牢，可能导致电缆头被拉拽，发生事故。



低压进线



高压进线



✓ 电缆S弯设计及巡查

定期检查S弯电缆有无变动情况, 浮筒相对位移变化情况。





✓ 电气封堵

封堵不好易进水蒸气，设备运行环境差，易发生电气短路。



封堵情况检查





✓ 组件正负极出线与浮筒隔离

出线过长，导致MC4插头与浮筒接触，一旦插头故障引发电气拉弧，可能引起浮筒损坏甚至发生火灾；出线不固定，导线会随着波浪晃动，MC4插头的故障率升高。



整改措施



整改效果



✓ 方阵接地检查

需要对各设备与接地网的连接处定期开展检查，检查连接处有无锈蚀、松脱情况。



组件接地线连接情况检查



接地网连接情况检查



✓ 锚绳长度检查

过长、过短都会影响，过长导致方阵的偏移量太大，发生相互挤压或碰撞，过短使浮筒连接处严重受力，导致连接处损坏或跑锚。



锚绳长度检查



✓ 做好设备双重名称编号

淮南项目编号原则介绍，至少要求编至组串，便于故障处理，一个方阵有多少块组件，多少组串，单凭靠现场数，效率太低。





✓ 做好组件检测

组件在生产、运输、装卸、安装、运行等环节受外部环境影响较大，为降低组件隐裂风险造成发电量损失，同时界定组件制造厂家、施工单位、浮体制造厂家、业主单位的责任，淮南项目建立了一套完善的组件检测体系。

➤ 组件到货检测

➤ 安装后检测

➤ 运行后检测





✓ 组件PID测试

PID 效应（Potential Induced Degradation）又称电势诱导衰减，是电池组件的封装材料及其上表面及下表面的材料，电池片与其接地金属边框之间的高电压作用下出现离子迁移，而造成组件性能衰减的现象。PID效应对太阳能光伏组件的输出功率影响巨大，是光伏电站发电量的“恐怖杀手”。

邀请德国莱茵技术监护公司专家对组件进行PID测试（盐雾实验）



由于高温、潮湿的环境是造成PID效应的一个重要原因，及水上光伏具有特殊性，根据要求，对组件的PID进行专项测试，以鉴定组件是否具备抗PID功能，并出具第三方检测报告



5

水面光伏运维安全管控





- 严格执行“两票三制”
- 严格执行钥匙管理登记
- 做好安全标识、警示工作
- 做好场区与外围的隔离
- 做好危险源辨识工作



6

危险点及防范措施





危险点	防范措施
人员落水	工作时穿救生衣、轻踏慢走
触电	严禁随意触碰带电设备
电气着火	做好设备巡检工作
人员中暑	合理安排工作时间，高温高湿天气尽量不上方阵工作
运维船、方阵倾覆	安全操作，专业人员驾驶，锚固系统满足设计要求
眩晕	定期开展身体检查
踏空	做好安全提醒
绊倒	注意脚下安全，严禁嬉戏打闹



中国长江三峡集团公司
China Three Gorges Corporation

谢谢大家

