

喷淋清洗系统在两淮漂浮领跑者项目推广的可行性探索

李永红
协鑫新能源安徽区域公司
DOI:10.32629/bd.v3i2.2067

[摘 要] 本文对领跑者光伏发电项目水上漂浮光伏电站组件喷淋清洗进行探索,并对其可行性及推广进行探索创新。
[关键词] 领跑者; 漂浮; 组件; 清洗

1 概述

近年来随着清洁能源的使用,太阳能光伏发电的应用突飞猛进自 2004 年 0.4MW 到 2017 年 180Gw 阳光是光伏发电的唯一能量来源,组件表面的灰尘会遮蔽部分光线,影响组件接收到的辐照量,光伏发电的光电转换效率一直是制约其发展的问题之一,我国东部沿海各省气候湿润,降水量较多,雨水的冲刷作用减少了灰尘在组件表面沉积,组件表面灰尘引起的功率损失约在 3%~6%。

1.1 项目背景

安徽省是我国煤炭资源丰富省份之一,两淮地区目前开采沉陷地面已超过 400 平方公里,沉陷土地 255 平方公里。随着煤电一体化进程的加快,煤炭资源开采的强度加大,煤矿采空沉陷范围将不断加大。为改善安徽省能源结构,提高两淮采煤沉陷区生态环境质量,推动光伏发电技术进步、产业发展,通过技术进步推动产业升级,引领电价下降,进一步创新投融资体制改革,提升我省光伏电站建设运维绩效水平,加快推进新能源实施,安徽省能源局决定启动 2016 年安徽省两淮采煤沉陷区国家先进技术光伏示范基地建设项目,通过公开招标方式,选择投资商投资、建设、运营维护光伏示范基地。建设总规模为 1000MWp,分布在淮南、淮北、阜阳、亳州、宿州等五市境内,共 12 个项目。

1.2 项目用地分布

表 1.1 两淮各项目光伏电站装机容量统计表

序号	城市	项目名称	项目中标单位	建设规模 (兆瓦)
1	淮北市	濉溪县韩村镇采煤沉陷区 光伏发电项目	信义光伏产业(安徽)控 股有限公司	100
2		濉溪县南坪镇采煤沉陷区 光伏发电项目	协鑫新能源投资有限公 司	60
3		濉溪县刘桥镇采煤沉陷区 光伏发电项目	江苏林洋能源股份有限 公司	50
4		杜集区朔里镇采煤沉陷区 光伏发电项目	信义光伏产业(安徽)控 股有限公司	50
5	宿州市	埇桥区采煤沉陷区北杨寨 水面光伏电站项目	晶科电力有限公司	50
6		埇桥区采煤沉陷区祁县面 光伏电站项目	阳光电源股份有限公司	50
7		埇桥区采煤沉陷区朱仙庄 水面光伏电站项目	中节能太阳能科技有限 公司	70
8	亳州市	蒙城县许疃镇采煤沉陷区 水面光伏电站项目	天合光能有限公司	50
9	阜阳市	颍上县古城镇采煤沉陷区 水面光伏电站项目	天合光能有限公司	120
10	淮南市	凤台县新集镇国投新集一 矿采煤沉陷区水面光伏电 站项目	联合光伏(常州)投资有 限公司	100
11		凤台县顾桥镇顾桥矿采煤 沉陷区水面光伏电站项目	阳光电源股份有限公司	150
12		潘集区泥河镇潘一矿采煤 沉陷区水面光伏电站项目	中国三峡新能源有限公 司	150

根据《2016 年安徽省两淮采煤沉陷区国家先进技术光伏示范基地建设项目招标文件》,建设总规模为 1000MWp,分布在淮南、淮北、阜阳、亳州、宿州等五市境内,共 12 个项目。各区的规划装机容量见表 1.1。

2 协鑫淮北领跑者项目

协鑫淮北领跑者项目地处淮北市濉溪县南坪镇采煤沉陷区容量 60MW,南坪镇隶属于安徽省淮北市濉溪县,是淮北市的南大门,有“浍南雄镇”之称,地处濉溪县东南部,东连宿州市祁县镇、桃园镇,南邻双堆集镇、蒙城县许疃镇,西与孙疃镇、五沟镇接壤,北接宿州市区。项目位于南坪镇西侧,距离镇区约 10km,水面占地面积为 2700 亩,中心区域坐标为北纬 33°28'、东经 116°45'。本项目所在地主要是鱼塘,土地性质为一般农用地。

该区域塌陷已基本稳定。水面比较集中,南北向最长约 4.3km,东西向最宽约 1.4km,主要是鱼塘,水深 0~5m 不等。场地周边有乡道通过,为煤矿主要交通道路,道路条件较好项目所在地交通便利。距离矿区直线距离 3 公里,周边为农田。由于淮北地区地处淮河冲击平原范围内,土壤粉尘化严重,扬尘严重。项目 2017 年 9 月 27 日并网,项目装机设计容量 65.226MW,35KV 侧光伏汇集线路 4 回,110kV 出线 1 回;配套相应的继电保护、监控、通信、无功补偿装置及相关的土建工程。为了提高光电转换效率运用了多种先进技术:采用一体式浮筒支架方案,通过技术与经济综合比较,本项目选用 PERC280Wp 多晶常规边框组件和 PERC275Wp 多晶双玻组件,组件同时选用 1500VDC 多晶硅 PERC 技术;逆变器选用 1500VDC 华为最新研制的 60KTL 组串式逆变器 912 台。漂浮浮体采用高密度聚乙烯(HDPE)材质。HDPE 是一种结晶度高、非极性的热塑性树脂,并且其中加入了抗氧剂和紫外线吸收剂使其抗老化大大提高。漂浮平台系统包括:漂浮平台、锚固系统、其他辅助系统(栏杆、设备支座等)。由于是水上漂浮项目,设计时考虑到所处地区气候、周边环境、浮筒承载造价等综合因素,浮筒选用 12 度一体化形式。由于组件的倾角只有 12 度,粉尘遮挡对功率的影响相对较大,特别是每年麦收季节和秋收季节粉尘遮挡尤为严重,冬季水鸟多鸟粪影响很大,如不及时进行清洗不仅影响发电效率还可能形成热斑对组件产生损害。找到适应该项目的光伏组件的清洗方法更是重要。

3 清洗系统的设计方案比选及研究

3.1 传统的光伏组件清洗方案

光伏电站组件清洗目前使用的方法主要有三大类四个方案: 人工清洗(清扫)、机器人清洗、高压水枪设备清洗、背负式水枪喷射清洗。

(1) 人工清洗需要大量人员, 清洗效率低, 效果一致性差, 对组件玻璃有一定的磨损会影响到透光率和使用寿命, 人员在浮筒上行走不变安全隐患大。

(2) 智能组件机器人清洗可以有效的清除光伏组件表面粉尘的效率, 使用智能清洗机器人进行定期清扫, 可以彻底清除组件表面的粉尘和污垢达到清洗效果, 其方式是电站每排光伏组件安装一台清扫机器人, 自动定期清扫, 无人值守。对于支架式光伏电站安装智能清洗机器人有明显优势, 其缺点是机器人清扫对组件的平整度要求很高, 光伏板之间需要刚性连接。对于漂浮电站浮筒飘在水面上, 水面上波浪不断, 组件随时在波动状态不适用现有的清洗机器人。

(3) 大型洒水设备清洗设备具有功率大效率高, 清洗组件一致性好等特点。但由于领跑者项目方阵占地面积大, 方阵之间浮筒连接不方便使用大型清洗设备。

3.2 适合领跑者项目清洗方案的研究

通过对领跑者光伏方阵研究, 对不同的清洗方法进行对比分析, 现有市场上的清洗方法基本上不适合领跑者项目使用。

(1) 人工清洗

人工清洗需要人工用桶提水或者就近用水使用湿拖把在组件上清扫。清洗效果短时间比较明显, 但劳动强度大。同时因人员只能站在在水面浮筒上进行清洗, 特别是浮筒设计两排才有一个通道, 对清洗人员存在很大的安全风险。

(2) 高压水枪清洗

需要一台柴油机或汽油机, 一台可调压力高压水泵, 专用水管长 300 米, 水枪、拖把等, 清洗速度快、效果好。因水上漂浮项目情况较特殊, 通道问题同人工清洗一样存在较大安全风险。

(3) 智能清洗机器人清洗

智能清洗机器人最成功的案例是对固定支架上组件清洗。机器人行走是通过滚轮依托在组件边缘作为通道进行的, 组件间之间隙不能超过滚轮半径, 组件安装平整度要求很高。对于领跑者漂浮电站而言, 组件安装在浮筒上, 每片组件之间间隙在 15 厘米左右并且组件在水面上漂浮, 浮筒随水面上波浪起伏不适用现有的清洗机器人。

通过对现有的组件清洗方式进行对比分析, 领跑者漂浮项目组件没有成熟的方法参照, 只能另辟蹊径。

(4) 新的清洗设计方案

设计方案一: 在光伏组件一个阵区中间采用一个大流量泵模拟下雨对光伏组件进行清洗。该方案泵的流量、压力较大, 水泵在水中难以固定, 存在人工落雨水难以分布均匀, 可能会造成部分组件存在漏清洗。

设计方案二: 在设计安装逆变器两侧光伏组件中间隔放置喷淋头, 采用人工控制浇灌方式进行清洗, 该方案同农业浇

灌, 有较成熟的经验, 喷头造价相对较低, 清洗效果也较理想。

设计方案三: 在每排光伏组件顶部放置一根 $\Phi 50$ 电磁阀控制总管, 管道上开出一排 $\Phi 3$ 的小孔, 对准组件板进行清洗。该方案应是所有清洗方案清洗效果最好的方案, 但该方案成本较高, 安装难度大。

针对上述三种方案经过认真讨论, 从造价、实施、运行维护等综合性进行考虑, 决定前期采用设计方案二在领跑者 13 区对 1.36MW 范围内喷淋的方式进行清洗试验对比分析, 再根据实测情况决定下步的走向。

3.3 喷淋清洗区域选择

淮北领跑者项目工程总容量 65.22624MW 分成 24 个子系统, 各子系统的光伏组件采用串并联的方式组成多个光伏方阵, 光伏组串接入组串式逆变器后, 并联接入交流汇流箱及升压变压器, 每个 2.5MW 子系统配置 38 台 60kW 组串逆变器和 1 台 2500kVA 升压变压器, 箱变升压至 35kV 接入配电室 35kV 母线。为了便于对比清洗选在 13 区的半个区 1-18 号逆变器容量为 1.36192MW, 试验面积长 110 米, 宽 140 米, 15400 平方米范围内。

4 清洗系统的方案实施

4.1 喷淋设备的选型和配置

根据现场组件布置的实际情况、喷头设计压力、喷头用水量、喷头的喷淋半径、水泵的扬程、电机功率、管道的沿程损失和局部损失进行综合分析计算、试验, 选配相应的变压器。通过现场前期采用柴油机水泵的反复试验最终采用设备规格如下: 变压器型号: SG-10/800/380V; 水泵型号: 175QJ、流量 30m³/h、扬程 40m、功率 5.5kW、转速 2850r/min; 给水管采用 PE100 为高密度聚乙烯, 管道直径 $\Phi 75$ mm, 长度 750 米。主管道连接三排辅管道其间隔 19.4m, 每排辅管道安装 14 个喷淋头其间隔 16.3m。喷射半径 11m、流量 30t/h。在 1-19 逆变器布置 42 个喷淋头。

附图现场喷淋布置图

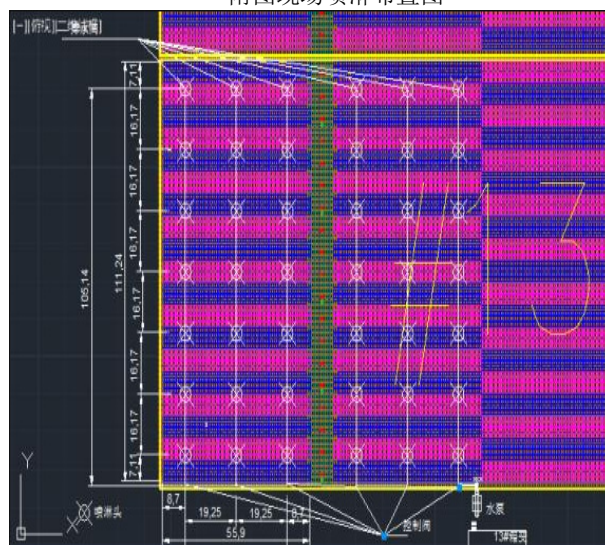


图 4-1 现场喷淋布置图



图 4-2 现场喷淋图

4.2 清洗注意事项：

- (1) 水上作业必须穿救生衣，现场水上作业满足两人操作。
- (2) 光伏组件的使用说明书要求，清洗工作应避免中午进行，现场喷淋冲洗时间在早 9 时前和 17 时以后。
- (3) 现场组件表面积灰严重时或者组件表面有鸟粪时可以根据实际情况增加冲洗时间。
- (4) 冬季清洗后要将管道内水放干净避免管道积水冻坏。
- (5) 冬季浮筒表面可能会因结露形成薄冰注意防滑。

5 喷淋效果对比分析

时间	13#箱变清洗区域 1#-19# 逆变器容量 1.36192MW 日 发电量 KWh	13#箱变未清洗区域 20#-38#逆变器容量 1.36192MW 日发电量 KWh	清洗前后 1.36192MW 发电量 差异值 KWh
7 月 20 日	8216.68	8134.7	81.98
7 月 21 日	8516.99	8437.74	79.25
7 月 22 日	7095.71	6898.7	197.01
7 月 23 日	4386.8	4326.62	60.18
7 月 24 日	8004.54	7919.5	85.04
7 月 25 日	7226.67	7164.95	61.72
7 月 26 日	6442.64	6353.45	89.19
8 月 9 日	8099.84	8031.17	68.67
8 月 10 日	8045.01	7932.33	112.68
8 月 11 日	6399.95	6353.69	46.26
8 月 12 日	7494.27	7389.67	104.6
8 月 30 日	5822.09	5788.34	33.75
8 月 31 日	3236.5	3096.35	140.15
9 月 9 日	6909.91	6819.33	90.58
9 月 10 日	4067.66	4032.77	34.89
9 月 26 日	4614.7	4583.37	31.33
9 月 27 日	5857.3	5805.91	51.39
9 月 28 日	5425.05	5370.03	55.02
9 月 29 日	7247.24	7115.64	131.6
9 月 30 日	7170.95	7042.54	128.41
10 月 4 日	6132.73	5891.84	240.89
10 月 5 日	6463.47	6158.14	305.33
10 月 6 日	6374.57	6025.39	349.18
10 月 7 日	4694.99	4396.07	298.92

通过 7 月至 10 月对 13#箱变半个方阵 1#-19#逆变器，容量 1.36192MW 安装喷淋清洗区域和 13#箱变 20#-38#逆变器容量 1.36192MW 日发电量 KWh 对比。在 7 月、8 月每台逆变器每天多发电量平均 4.68kWh，半个方阵组件清洗后平均每月（按 30 天计）每台逆变器多发电收入费用 4.68KWh×30 天×19 台×0.71KWh=1894 元，半个方阵投资费用 5 万元，投资回收期粗略计算 50000÷1894=26.4 个月，如果按整个区进行计算，除增加管道费用外水泵及变压器费用可以节省，投

资回收期约 24 个月。7、8、9 月中旬雨水为淮北地区雨水丰富的季节，清洗后组件可以增加发电量 1%-3%；9 月下旬至 10 月上旬淮北地区进入秋收和小麦种植阶段，农用机械的使用产生的扬尘以及地面裸露风吹产生的扬尘清洗后组件每台逆变器每天多发电量平均 8.22MWh，半个方阵清洗后平均每月（按 30 天计）多发电收入费用 8.22KWh×30 天×19 台×0.71KWh=3327 元，半个方阵投资费用 5 万元，投资回收期粗略计算 50000÷3327=15 个月，如果按整个区进行计算，除增加管道费用外水泵及变压器费用可以节省，投资回收期约 12 个月，可以增加日发电量在 5%-6%。

2018 年 10 月份 13 区清洗区与未清洗区对照表

逆变器编号 日期	光伏13区清洗区域								
	NB0101	NB0102	NB0103	NB0104	NB0201	NB0202	NB0203	NB0204	NB0301
10月1日	394.3	386.65	388.12	393.06	384.76	390.01	382.96	391.16	389.76
10月2日	375.4	369.24	371.06	377.29	366.87	372.46	367.25	373.57	372.09
10月3日	315.25	312.05	312.96	317.16	309.7	312.08	309.95	314.37	312.11
10月4日	324.63	320.71	319.76	327.73	319.72	321.32	320.07	323.99	322.72
10月5日	346.18	338.7	340.8	345.62	337.5	339.41	337.61	341.85	340.95
10月6日	341.29	333.58	337.99	342.2	332.11	334.99	332.72	338.34	336.73
10月7日	251.11	247.89	246.33	251.15	247.14	247.18	246.02	247.73	248.25
10月8日	210.88	209.66	208.48	212.02	209.18	207.4	208.2	209.72	209.54
10月9日	246.57	242.77	242.61	246.56	242.06	241.31	240.65	243.66	243.35
10月10日	340.43	333.77	335.18	342.16	331.66	335.74	331.35	339.3	337.2
10月11日	330.82	324.5	325.3	332.75	322.81	326.11	323.13	327.5	329.28
10月12日	330.78	325.02	327.32	331.46	323.13	325.56	324.34	328.35	326.89
10月13日	331.39	324.73	324.69	330.35	323.08	324.48	322.93	328.72	324.71
10月14日	83.2	84.6	81.83	83.25	84.13	82.09	82.39	82.89	82.41

逆变器编号 日期	光伏13区清洗区域								
	NB0302	NB0303	NB0304	NB0401	NB0402	NB0403	NB0404	NB0501	NB0502
10月1日	382.73	390.47	386.82	386.86	391.15	393.28	388.63	389.85	387.12
10月2日	365.91	374.18	370.61	369.94	373.08	376.2	369.23	371.9	368.99
10月3日	309.29	314.32	311.34	311.99	311.72	316.4	311.83	311.03	309.93
10月4日	321.4	324.84	322.28	322.37	322.51	325.87	324.21	324	321.03
10月5日	338.03	342.91	340.33	339.36	338.94	343.84	338.26	338.47	336.6
10月6日	330.9	337.69	334.3	334.89	336.44	339.31	336.03	334.58	330.13
10月7日	246.27	247.13	247.3	247.76	245.6	249.96	249.54	244.05	243.29
10月8日	209.07	208.68	207.72	209.6	207.44	210.79	211.43	205.59	204.38
10月9日	241.3	243.06	241.5	241.71	240.76	244.2	242.29	237.8	235.57
10月10日	333.17	337.67	335.82	333.8	336.63	339.37	339.57	331.26	327.45
10月11日	323.01	329.73	326.28	324.75	324.69	330.23	327.61	321.54	315.38
10月12日	324.19	329.52	325.63	326.06	323.66	332.26	329.26	319.64	314.28
10月13日	324.86	328.24	322.24	325.91	324.99	330.53	328.22	319.18	313.1
10月14日	84.53	81.54	81.22	83.44	81.3	84.52	83.52	81.66	79.56

光伏13区未清洗对照区域								
NB0601	NB0602	NB0603	NB0604	NB0701	NB0702	NB0703	NB0704	NB0801
380.57	383.15	381.73	381.25	378.3	379.72	380.84	381.83	377.97
361.77	362.67	361.9	361.86	360.43	360.9	364.13	362.22	357.95
300.4	301.43	300.23	299.96	299.42	299.8	299.38	300.4	297.44
309.45	310.61	309.49	309.16	308.65	309.11	308.84	308.5	307.23
324.38	322.58	324.23	324.36	321.23	323.51	326.46	324.49	320.82
316.6	315.6	316.76	316.63	313.94	315.03	319.08	317.27	314.73
230.53	231.83	231.11	230.64	229.07	229.86	232.79	229.4	229.49
191.67	193.23	192.7	192.19	190.98	191.29	191.66	191.22	191.25
222.6	222.77	223.63	223.14	222.74	222.21	225.11	221.78	221.94
309.68	308.99	310.96	310.39	309.56	309.58	310.2	311.46	307.77
296.69	296.74	298.64	298.47	297.34	296.94	297.48	298.33	296.41
293.54	293.47	295.22	294.59	294.32	293.87	297.46	295.74	292.52
293.57	292.21	293.76	293.62	291.34	292.47	296.02	294.24	290.96
72.89	73.6	74.66	74.38	73.94	73.79	73.56	73.55	73.58

光伏13区未清洗对照区域

NB0802	NB0803	NB0804	NB0901	NB0902	NB0903	NB0904	NB1001	NB1002	NB1003
382.97	380.98	381.88	381.84	382.89	381.48	381.62	381.37	382.09	384.15
362.74	362.9	364	362.62	364.24	363.24	362.42	362.46	362.12	362.48
301.29	301.85	300.73	300.99	301.64	301.62	301.06	301.34	300.79	301.94
311.05	309.62	310.87	310.87	313.01	309.73	311.02	311.61	311.86	311.16
324.94	323.42	324.19	324.14	325.13	324.97	324.14	324.7	325.58	324.87
319.34	318.21	317.54	320.11	316.34	317.72	316.35	318.26	318.32	317.56
231.27	232.21	231.17	230.87	231.79	231.51	231.17	239.3	230.86	231.2
192.37	192.25	193.71	192.47	194.72	192.87	192.37	192.15	192.38	192.11
223.39	224.54	224.5	223.08	225.39	222.08	223.27	223.38	223.58	223.07
313.28	311.84	311.82	311.58	314.05	312.26	312.07	311.6	311.4	311.75
299.45	297.87	298.42	298.77	301.21	298.99	299.1	298.89	299.48	298.94
296.29	296.72	295.89	296.05	298.46	296.34	296.15	296.55	296.88	297
294.87	295.08	293.91	294.31	296.77	294.55	294.1	294.81	295.06	294.55
73.09	74.62	75.26	74.44	74.97	74.03	74.71	74.48	73.95	73.62

从10月1号到10月14号13区喷淋与未喷淋区域统计资料比较计算,喷淋后每台逆变器多发电量约为17.59KWh,半个方阵清洗后平均每月(按30天计)多发电收入费用 $17.59\text{KWh} \times 30 \times 19 \text{台} \times 0.71\text{KWh} = 7118 \text{元}$,半个方阵投资费用5万元,投资回收期粗略计算 $50000 \div 7118 = 7 \text{个月}$,如果按整个区进行计算,除增加管道费用外水泵及变压器费用可以节省,投资回收期约6个月。

6 前期小结及今后探索

6.1 前期小结

通过前期对光伏组件喷淋水清洗对比分析,设备的投资回收期将根据天气的情况及大气环境的情况有一定的变化。最不理想的情况下粗略估计,设备的投资回收期30个月。如果按照第三个设计方案,每个区约需增加费用8万元,考虑电磁阀损坏,更换等费用,投资回收期约48个月,维护成本也会上升。

采用第二喷淋方案,后续需对管道阀门、泵进行技术改造。水泵采用卧式泵安装箱变浮台上,利于水泵取电及维护,每一支路管阀门采用电动阀,人员可以在箱变浮台上进行控制,无需人工到喷淋区域进行操作,一是减少人员工作量,二有利于安全,具有大面积推广的可操作性。

6.2 今后探索

光伏组件温度高于25℃效率会降低,针对领跑者项目最大功率温度系数 $-0.41/^\circ\text{C}$ 。夏季光伏板温度高特别是发电高峰时段(10:00-15:00)直接导致效率

降低。如果夏季中午室外阳光下午气温在40℃左右,光伏板组件电池温度不会低于50℃。根据标准条件下温度是25℃,输出组件功率是280Wp,那么,根据测算,假设其他条件都没有改变,在电池片50℃的测试功率应该是 $280 + (-0.4 \times (50 - 25)) = 269.75\text{Wp}$,组件效率仅为标准效率的96.3%,效率降低3.7%。

在夏季高温季节若采用连续水清洗不仅可以大大降低光伏板灰尘同时还会降低组件表面温度,将达到进一步提高组件的发电效率的目的。对于夏季是采用连续喷淋可以提高组件效率的数据还需进行设备改造试验分析求证。

对于冬季大雪天气,消除积雪。如果积雪采用人工清洗,首先是冰天雪地,浮筒上结冰较滑,施工人员的安全难以保证;二是65MW容量的面积较大,需要投入大量人员,增加了管理难度,且清理积雪时间较长。2018年1月大雪后对淮北领跑者项目形象很大,由于组件倾角小,组件距离浮筒的高度很多,组件表面积雪对发电影响巨大,当月利用小时数仅有33小时仅仅是同纬度宿州协鑫电站的51%。如果采用喷淋方法清理积雪,可以在开始下雪时就进行喷淋,使雪难以在光伏组件上堆积,此经济效益应是较可观的,下雪对发电效率的影响需后续改造后进一步求证分析。

淮北领跑者项目地形形成湿地环境,鱼类和水草丛生,非常适宜鸟类生存,项目周边各类水鸟繁多。鸟粪的遮挡会对发电系统造成比较大的影响,每个组件所用太阳能电池的电特性基本一致,否则将在电性能不好或被遮挡的电池上产生所谓热斑效应,一串联中被遮挡的太阳能电池组件将被当做负载消耗其它有光照的太阳能电池组件所产生的能量,被遮挡的太阳能电池组件此时会发热,这就是热效应现象,这种现象严重的情况下会损坏太阳能组件,为了避免串联支路的热斑需要在光伏组件上加装旁路二极管,为了防止串联回路的热斑则需要每一路光伏组串上安装直流保险,虽说有保护措施,但也要及时清理光伏组件上树叶和鸟粪等杂物,否则光伏组件寿命会受到影响。另,遮挡物会严重影响光伏电站的发电效率。采用喷淋的方式可以清除组件表面的鸟粪及树叶的杂物对组件的使用寿命和效率都会有很大益处。

通过协鑫淮北鑫能领跑者电站对光伏组件喷淋水清洗可行性的初步试验探索,喷淋水清洗在安徽两淮领跑者所有项目组件清洗方案具有一定可推广性。如何选择最佳的清洗方案还需领跑者项目需进行不断的试验、探索,用大量的数据验证。我相信在协鑫不断科技创新精神的指引下,一个符合两淮领跑者漂浮组件喷淋清洗的方案在不久的将来会实现。

[参考文献]

- [1]周世峰.喷灌工程学[M].北京:北京工业大学出版社,2004:46-52.
- [2]张也影.流体力学[M].北京:高等教育出版社,1986:23-34.
- [3]郑耀泉,刘晏谷,金宏智.喷灌设备使用与维修[M].北京:农业出版社,1998:56-61.

GCL-P6/60GW

系列多晶双玻组件

电气参数(标准测试条件)				
最大功率	Pm(W)	265	270	275
功率公差	Pm(W)	0~+5		
最大功率点的工作电压	Vm(V)	31	31.2	31.4
最大功率点的工作电流	Im(A)	8.55	8.65	8.76
开路电压	Voc(V)	38.1	38.3	38.5
短路电流	Isc(A)	9.2	9.29	9.38
组件效率	(%)	16.1	16.4	16.7
领跑者等级		二级	二级	一级

标准测试条件: (大气质量 AM1.5, 辐照度 1000W/m², 电池温度 25℃) 下的测量值

电气参数(电池额定工作温度条件下)				
最大功率	Pm(W)	189.47	193.35	196.25
最大功率点的工作电压	Vm(V)	27.7	27.9	28.1
最大功率点的工作电流	Im(A)	6.84	6.93	6.99
开路电压	Voc(V)	35.2	35.4	35.6
短路电流	Isc(A)	7.35	7.43	7.49

NOCT: 辐照度800W/m², 环境温度20℃, 风速1m/s