

# 基于污水厂分布式光伏项目可研探讨

王海波

(上海中能崇明发电有限公司, 上海 200000)

**摘要** 分布式光伏电站项目的建设有国家政策支持、投资环境优良、丰富的能源优势、项目经济效益良好等优点。据统计,我国 2021 年新增光伏发电并网装机容量约 5300 万 kW。截至 2021 年底,光伏发电并网装机容量达到 3.06 亿 kW,突破 3 亿 kW 大关,连续 7 年稳居全球首位。2022 年装机在巨大国内光伏发电项目储备量推动下,或将增至 75-90GW。由此可见,我国太阳能光伏发电行业前景广阔。

**关键词** 光伏电站; 污水厂; 光伏发电

中图分类号: TM61

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)04-0067-03

## 1 光伏电站的分类

光伏电站主要是分为集中式地面光伏电站与分布式光伏电站。其中,集中式地面电站是指利用荒漠地区丰富和相对稳定的太阳能资源构建大型光伏电站,接入高压输电系统供给远距离负荷;分布式光伏电站指利用分散式资源,装机规模较小的、布置在用户附近的发电系统,它一般接入低于 35kV 或更低电压等级的电网。

## 2 分布式光伏电站技术方案

### 2.1 项目简介

污水厂部分建筑屋顶及空地建设分布式光伏,其项目建设规划如下:光伏组件采用 540W<sub>p</sub> 单晶硅组件,初步规划 824 块组件,其中污水厂最西侧地面空地规模大约 160 块组件接入污水厂总配电间,电量消纳方式为自发自用,其余屋顶共 9 处光伏安装点共 664 块组件分别通过逆变器接入污水厂补水泵房配电间,电量消纳方式为自发自用,余电上网。总装机容量为 445kW<sub>p</sub>。

### 2.2 项目可行性

目前分布式光伏建设工程案例较多,设备及技术较成熟,中国光伏产量较大,因此有利于光伏项目推广。

淮北地区年平均日照 2000h,平均太阳辐射值为 4845.6MJ/m<sup>2</sup>,光照条件较好,25 年平均等效利用小时为 1119.14h,适宜开发光伏发电项目。<sup>[1]</sup>

## 3 项目调研及技术方案

### 3.1 污水厂光伏安装位置调研

经现场调研,选择 10 个屋顶、地面空地,具体如表 1 所示。

### 3.2 污水厂光伏系统接入点调研

污水厂共两个光伏接入点:

1. 污水厂补水泵房配电间:采用 10kV 箱式变供电,电源从口子变 108 线路单电源接入,变压器额定容量 630kVA;补水泵房配置 4 台 132kW 补水泵,夏季三台泵运行,其他季节两台泵运行。

2. 污水厂总配电间:一期 500kVA 变压器,二期 1000kVA 变压器,电源均从供电公司 10kV 线路接入。

### 3.3 污水厂补水泵用电情况调研

统计 2021 年度污水厂补水泵房用电量为 1578812 kWh。

### 3.4 污水厂 2021 年度电价调研分析

如表 2 所示。

### 3.5 光伏发电与补水泵用电平衡预估

1. 从用电统计表可以看出日用电高峰在夏季,按 7000kWh/天核算,日用电低谷在冬季,按 1800kWh/天核算。

2. 光伏平均日发电量 1800kWh/天左右,由于光伏一般是在白天(6-8)小时日照强的情况下发电,因此光伏接入后能抵消一部分补水泵用电,其余电量需要传输至电网。

### 3.6 光伏容量确定

补水泵房配置 4 台 132kW 补水泵,其中两台变频调节、两台变频启动工频运行。夏季有两个月三台泵运行,运行方式一般为两台工频泵一台变频调节泵运行,运行电流 460A 左右,折算到一次侧功率: $P = \sqrt{3}UI = 1.732 \times 400 \times 460 = 318\text{kW}$ ,其他时段基本为两台泵运行,运行方式一般为一台工频泵加一台变频运行,运行电流 360A 左右,折算到一次侧功率: $P = \sqrt{3}$

表 1

序号	区域	面积 (m <sup>2</sup> )	组件数量 (块)
1	污水厂最西侧空地	480	160
2	风机房屋顶	240	78
3	污泥脱水车间屋顶	600	195
4	配电间屋顶	274	89
5	反硝化深床滤池屋顶	220	71
6	消毒间屋顶	120	38
7	二次提升泵房屋顶	100	32
8	药品存储间屋顶	400	130
9	剩余污泥泵房屋顶	66	21
10	污水厂补水泵房配电间屋顶	35	10
	合计	2535	824

表 2

	峰	平	谷
时间段	9:00-12:00 18:00-23:00	8:00-9:00 12:00-18:00 23:00-24:00	00:00-08:00
2021 年用电量	522788 kWh	453052 kWh	602972 kWh
电价	0.9078 元 /kWh	0.5996 元 /kWh	0.3599 元 /kWh

说明：自 2022 年 01 月 01 日起，供电公司启动代购电模式，电费单价不再固定，受市场直接影响。结合 2022 年度前几个月缴纳电费情况分析，峰时电费单价平均增长 0.2 元 /kWh、平时电费单价平均增长 0.1 元 /kWh、谷时电费单价平均降低 0.05 元 /kWh。

收益评估时按峰 2.5 小时、单价 1.1 元 /kWh，平 4.5 小时、单价 0.7 元 /kWh 计算。

$UI=1.732 \times 400 \times 360=249\text{kW}$ 。

结合前面电价调研结果：峰电单价 1.1 元 / kWh，平电单价 0.7 元 /kWh，因此光伏容量在交流侧(250-300) kW，折算直流侧(320-385)kW<sub>p</sub>左右为效益最佳配置。<sup>[2]</sup>

#### 4 项目预计效果

##### 4.1 发电量预估

1. 总装机规模（直流侧）： $540 \times 824=444960\text{W}_p=445\text{kW}_p$ ；交流侧 347kW。

2. 其中污水厂最西侧地面空地规模： $540 \times 160=86400\text{W}_p=86.4\text{kW}_p$ ，交流侧容量为 67.4kW。

3. 污水厂补水泵房机容量： $540 \times 664=358560\text{W}_p=359\text{kW}_p$ ；交流侧容量为 280kW。

4. 年总发电量： $540 \times 824 \times 1119=497910240=49.8$  万 kWh，式中 1119 为光伏发电小时利用率。

5. 接入污水厂配电间光伏年发电量： $540 \times 160 \times 1119=96681800=9.67$  万 kWh

6. 接入污水厂补水泵房配电间光伏年发电量： $540 \times 664 \times 1119=401228640=40.1$  万 kWh

7. 光伏运行周期为 25 年，25 年总发电量为 1245 万 kWh。

##### 4.2 效益评估

1. 接入污水厂总配电间年发电量大约 9.67 万 kWh，此部分电量按全部吸收消纳核算，污水厂电费单价为 0.70 元 /kWh 左右，此部分总效益大约 6.77 万元。

2. 污水厂补水泵房效益核算：

(1) 淮北地区光伏发电小时年利用率为 1119.14 小时，折算到每天发电小时利用率为 3.1 小时。

(2) 2021 年度总用电量 1578812kWh，其中峰、平、

表 3

	峰 (kWh)	平 (kWh)	谷 (kWh)
用电量	522788	453052	602972
占比 (%)	33	28	39
时间段	9:00-12:00 18:00-23:00	8:00-9:00 12:00-18:00 23:00-24:00	00:00-08:00
时长 (小时)	8	8	8
光伏可发电时间段	9:00-12:00	8:00-9:00 12:00-17:00	/
时长 (小时)	3	6	/
按光照强度折算后	2.5	4.5	

表 4

	峰	平	上网	合计
收益 (万元)	14.14	16.2	1.59	32

投资周期:  $\frac{200}{32}=6.25$ , 即投资周期大约 6 年。

谷用电量及占比如表 3 所示。

(3) 2021 年度, 污水厂补水泵总用电量 1578812 kWh, 按光伏发电小时利用率及日照时长 (按 7 小时) 预估, 补水泵 1/4 左右总用电量能被光伏发电自动平衡, 此处按 36 万 kWh 核算。

(4) 接入污水厂补水泵房配电间光伏年发电量 40.1 万 kWh。

(5) 收益评估时按峰 2.5 小时、单价 1.1 元 / kWh, 平 4.5 小时、单价 0.7 元 / kWh 计算。经换算峰电量 12.857 万 kWh, 平电量 23.14 万 kWh。

(6) 峰电量效益:  $12.857 \times 1.1 = 14.14$  万元; 平电量效益:  $23.14 \times 0.7 = 16.2$  万元。

(7) 预估光伏年发电量 49.8 万 kWh, 去除自动平衡补水泵用电消纳 36 万 kWh、一污厂总配电间 9.67 万 kWh, 还剩余 4.13 万 kWh, 此部分电费单价按 0.3844 元 / kWh 核算, 此部分收益为:  $(49.8 - 36 - 9.67) \times 0.3844 = 1.59$  万元。

污水厂补水泵房接入光伏年收益及投资周期如表 4 所示。

## 5 结论

光伏发电是将太阳能转化成电能的过程, 在整个工艺流程中, 不产生大气、液体、固体废弃物等方面的污染物, 也不会产生大的噪声污染。从节约资源和

环境保护角度来看符合国家和当地的产业政策, 对优化能源结构、保护环境, 减少温室气体排放、节约能源有一定的意义。同时体现了我公司对节能环保的重视。<sup>[3]</sup>

光伏发电小时利用率 1119, 年发电量 49.8 万 kWh; 光伏运行周期为 25 年, 25 年总发电量约为 1245 万 kWh。

接入补水泵房配电间光伏年发电量 40.1 万 kWh; 年收益总计大约 32 万元, 投资回收周期大约 6 年。

本工程从光伏系统、电气、土建等方面均具备可行方案, 各项风险较小, 无不良经济和社会影响。

## 参考文献:

- [1] 住房和城乡建设部, 国家质量监督检验检疫总局 .GB-T50866-2013 光伏电站接入电力系统设计规范 [S].2013-01-28.
- [2] 住房和城乡建设部, 国家质量监督检验检疫总局 .GBT 50795-2012 光伏发电工程施工组织设计规范 [S].2012-06-28.
- [3] 国家能源局 .NBT 32027-2016 光伏发电工程设计概算编制规定及费用标准 [S].1016-01-07.