

The Application of Photovoltaic Technology in Water Conservancy Engineering

Li Zhang

Shanghai Haoyun Water Engineering Planning and Design Co., Ltd., Shanghai, 201799, China

Abstract

The combination of special regulation of water environment and new energy will become the development trend of special regulation of river water environment. Solar super capacity photovoltaic power generation is a kind of solar energy into new energy technology, with safe, pollution-free, energy saving, zero carbon, renewable characteristics, using solar photovoltaic lighting, provide electricity for lighting system along the river, using solar energy storage during the day, along the river lighting system at night. Based on this, combined with the advantages and characteristics of photovoltaic power generation, this paper discusses the practical application of solar ultra-capacity photovoltaic lighting system in the special regulation of river water environment, and comprehensively explains its necessity, actual design scheme, application effect and development prospect with the engineering example Changxing Port water environment special renovation project.

Keywords

UHLV; lighting; water environment; river channel; water conservancy project; application

光伏技术在水利工程中的应用

张莉

上海浩韵水务工程规划设计有限公司, 中国·上海 201799

摘要

水环境专项整治与新能源结合将成为河道水环境专项整治的发展趋势。太阳能超容光伏发电是一种将太阳能转换为电能的新能源技术,具有安全无污染、节能零碳、可再生等特点,利用太阳能实现光伏照明,为河道沿线照明系统提供电能,在白天利用太阳能发电储能,在夜间为河道沿线照明系统供电。基于此,论文结合光伏发电的优势特点,对太阳能超容光伏照明系统在河道水环境专项整治中的实际应用展开论述,以工程实例——长兴港水环境专项整治项目全面阐释其必要性、实际设计方案、应用效果及发展前景。

关键词

超容光伏; 照明; 水环境; 河道; 水利工程; 应用

1 引言

为进一步满足社会发展及生态水利建设的需要,保障区域水安全、水生态和水环境,实现人水和谐、环境优美,实现经济社会可持续发展,长兴港水环境专项整治项目已迫在眉睫。

2 工程现状概况

长兴港是一条贯穿上海市某工业区的南北向区级河道。该整治河段平均河口宽度 31.0m,总长度 1.96km。河道两侧主要为工业区企业综合办公楼、企业厂区、综合产业园、商品住宅等。

河段两岸均为浆砌块石护岸,浆砌块石挡墙护岸现状

情况完好、可正常运行,浆砌块石护岸压顶上方均已建花瓶柱栏杆,现状花瓶柱栏杆表面风化破损严重,多处花瓶柱破损露筋、花瓶柱及柱头缺失,花瓶柱脆弱,倚靠易倾倒,无法满足安全防护的需求^[1],且外观与周边区域定位不协调。

3 必要性分析

3.1 满足周边居民健身休闲的需求

长兴港步道自建成以来,极大满足了辖区居民健身休闲的需求,群众的获得感、幸福感大大激增,深受群众好评。目前由于周边住宅、产业园开发不断完善,人流量增加,给环境养护带来了一定压力,同时还存在着一定程度配套设施不足等问题,主要表现在:现状栏杆表面风化破损严重,存在安全隐患,且与周边水环境面貌不协调。

通过水环境专项整治,主要为栏杆的补建、翻建,进一步改善周边的配套基础设施,满足人们健身休闲的需求,提高周边居民的幸福感和获得感。

【作者简介】张莉(1991-),女,中国江苏兴化人,本科,工程师,从事水利工程研究。

3.2 改善周边水环境面貌的需要

河道部分栏杆的缺失,与周边环境面貌不协调,本次对栏杆缺失段进行补建,对栏杆破损段进行改造、翻建,统一的栏杆风格,起到风景线的作用,提升整体景观效果。

长兴港栏杆配套超容光伏供电照明部分可与长兴港周边工业区环境、G60 科创要求协调一致,突出现代工业文化特点,体现先进制造业意味和科技质感。

综上所述,满足周边居民健身休闲的需求和改善周边水环境面貌的需求两个方面来讲,工程实施是十分必要的。

4 太阳能超容光伏照明系统优势

- ①全部电压均小于 48V,为人体安全电压,无触电风险;
- ②适用超级电容作为物理储能元件,无爆燃风险,安全无污染;
- ③完全不需要市电,节能零碳,为碳达峰助力;
- ④亮化美化,河道景观提升,突出现代工业文化特点,体现先进制造业意味和科技质感。

5 设计方案及应用效果

太阳能超容光伏系统与艺术化、定制化栏杆结合,无需市电,完全用太阳能,一体化供电。

5.1 设计原则

- ①遵循科学化的原则,外型结构简洁明了,方便维护;
- ②遵循美观大方的原则,与现有环境相协调,栏杆风格的统一,起到风景线的作用;
- ③遵循安全的原则,具有警示的功能,提醒行人注意安全;
- ④遵循环保的原则,在生产、安装、使用和维护过程中做到无污染,保护环境;
- ⑤遵循经济耐用的原则,科学地选用制造原料,降低综合成本,节省投资;降低维护费用,从而达到长期使用的功效。

5.2 设计方案

根据河道地形、地质、水流、水位等自然条件及河道主要功能,栏杆的设计综合考虑科学化、美观大方、安全、环保、经济耐用等因素,采用铸造石立柱+不锈钢管组合栏杆,易于安装,使用寿命长,养护便利,美观大气,欣赏价值高,可搭配灯光展示出不同的风格与美感。

护岸压顶拆除重建,作为栏杆基础,采用 C25 钢筋混凝土。

栏杆采用 C25 混凝土铸造石立柱,栏杆高 1.12m,一榀栏杆宽度 1.8m,立柱尺寸 180mm×180mm,长 1240mm,埋深 120mm。

为与河道周边工业区环境,突出现代工业文化特点,结合 G60 科创要求,体现先进制造业意味和科技质感,立柱间护栏采用 $\Phi 50\text{mm}$ 、 $\Phi 30\text{mm}$ 不锈钢管和 $\Phi 30\text{mm}$ 灯管。

灯管采用节能超容光伏供电照明。

定制栏杆结构图如图 1 所示。

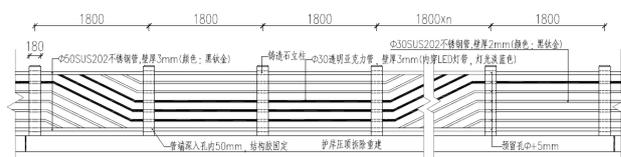


图 1 定制栏杆结构图

电气系统采用光伏、超容、低功耗发光部件、控制器等组成^[2],如图 2 所示。

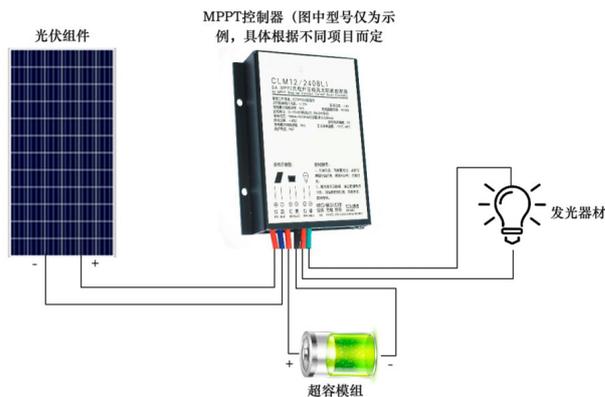


图 2 电气系统图

发光单元采用低功耗 LED 灯带。安装在栏杆透明亚克力灯管内,通过反射和折射或者透过柔光板的方式。将栏杆以 28.8m 为一个长度单元进行发光部件的配置(每一段桥栏杆 1.8m, 28.8 个为一个长度单元)。

每个栏杆单元的日耗电量为 $4\text{w} \times 3\text{h} \times 1.8 \times 1.5 = 32.4\text{wh}$ (以每榀栏杆单元 1.8m, 栏杆灯每天亮 3 小时为基准,每米栏杆平均 1.5m 光带)。

供电电源为供电树模式。在河道陆域范围内立杆,上面安装光伏,形成供电树,适用于河道栏杆旁,有高大树木会长时间遮挡河道栏杆本身的情况。这种情况,如光伏安装在栏杆上,就会导致发电效率大受影响。本工程采用的供电树模式可以大大减少树木对光伏的遮挡影响,保证供电。

因每榀栏杆发光单元日耗电较少,所以采用 2 个发光单元共用一组光伏、储能和控制器的方案,同时为了减少线损,控制线损在 2% 以内(由于发光单元功耗极小,所以需要尽量少的减少线损,以免对远端亮度造成明显影响),确定以一个控制器为中心,左右各延展 28.8m (也就是左右各 16 个栏杆单元)的方式进行配置。

按以上方式,一个控制器+储能+光伏,需要带 32 个栏杆单体,长度共计 57.6m,共 345.6W 功率的发光单元,作为一个用电计量单元。

根据计算,每个用电计量单元,每天耗电为 $345.6\text{W} \times 3\text{h} = 1036.8\text{wh}$ 。

需要储能 57.5wh 的超容 $1036.8/57.5 = 18$ 个。由于整个

系统需要满足 14 天连续阴雨天的工作, 根据历史数据, 选取 24 个超容。则超容总容量为: $57.5 \times 24 = 1380 \text{wh}$ 。

由于有连续阴雨天工作的要求, 所以, 光伏有效功率需按阴天发电量来预估, 则光伏的有效功率 = 每天耗电量 / 0.9 = $1036.8 / 0.9 = 1152 \text{wp}$ 。考虑到现场用电传输距离远, 线损较大, 故按系统效率 90% 计算, 最后选取光伏有效功率为 $1280 \text{wp}^{[3]}$ 。

光伏阴天发电量 = 光伏有效功率 $\times 0.15 \times 6 \text{h} \times 0.9 = 1280 \times 0.9 \times 0.9 = 1280 \text{wh} \times 0.81 = 1036.8 \text{wh}$ 。

按此配置, 可满足连续阴雨天数为 (超容总容量 - 日耗电量) / (光伏阴天发电量 - 日耗电量), 由于光伏阴天发电量 = 日耗电量, 所以, 这套配置完全可以满足连续阴雨天 (大于 14 天的设计要求) 的工作。

栏杆总长度 4126m, 共需配置 72 套用电量单元。

5.3 应用效果

应用效果如图 3 所示。

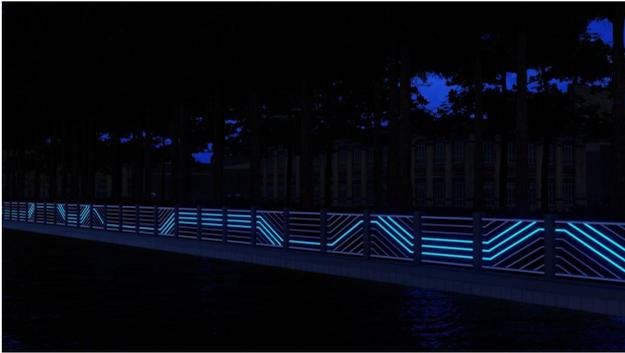


图 3 应用效果 (夜晚)

6 施工技术要点

①线路均采用套管暗敷, 土建施工时做好管线预埋。

②所有金属外壳应保证有可靠的接地系统, 接地电阻不大于 4Ω 。

③LED 蓝光防水灯带铺设于透明亚克力栏杆管内, 注

意接头防水防漏, 数量、长度可根据现场实际情况适当调整。

④景观灯采用低功耗 LED 圆形柔性蓝光防水灯带, 360 度可见光, 单组总长度 46m, 4W/m。

⑤太阳能超容光伏电站 78 座, 单座有效功率 $\geq 368 \text{W}$, 供电电压 $\leq 48 \text{V}$, 要求日供电不小于 3h, 满足连续阴雨 14 天正常供电。由专业厂家生产、制作和安装, 并深化该部分安装图, 光伏组件建议采用供电树模式, 要求美观大方, 与周围环境相融合, 设置高度及位置原则要求就近选址且不影响交通和避免树木遮挡, 具体位置现场确认。

⑥最终的光伏树位置需根据现实的实地勘查做最终的确认, 需根据现场的实地环境 (比如躲避树阴) 而进行位置的微调。

⑦光伏树的位置应该在两个发光单元的偏中位置安置。

⑧一个发光单元 28.8m, 两个发光单元共用一个发电树电源; 发电单元应在两个发光单元尽量靠中间位置, 以减少线损。

⑨发电树距离栏杆应该在 700mm 左右。

7 结语

通过本工程实例——长兴港水环境专项整治项目中太阳能超容光伏技术的应用过程及应用效果可见, 虽然太阳能超容光伏技术在应用过程中仍存在一些问题和挑战, 随着技术的不断进步和完善, 相信太阳能超容光伏技术在水利工程照明领域的应用将会越来越广泛, 以改善河道周边水环境面貌, 提高人民群众的获得感、幸福感。

总的来说, 太阳能超容光伏技术在水利工程中的应用具有非常广阔的应用前景和市场空间。

参考文献

- [1] 朴政国, 周京华. 光伏发电原理、技术及其应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2020.
- [2] 王志娟. 太阳能光伏技术[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 2009.
- [3] 何道清, 何涛, 丁宏林. 太阳能光伏发电系统原理与应用技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2012.