

BIM 技术在水厂光伏发电系统中的应用

赵悦吟 刘裕裕 苏伟 侯恒兴 徐剑潘 李松晏 胡杰
中国建筑第四工程局有限公司

DOI:10.12238/pe.v2i2.7571

[摘要] 本文以潮州市城区饮用水应急水源及潮安区第三水厂工程项目为实例,将BIM技术引入水厂项目的光伏发电系统中来,详细阐述了如何确定屋面最大利用面积、支架最佳角度、装机容量计算等的技术手段。

[关键词] BIM技术; 市政水厂项目; 光伏发电

中图分类号: TU991.6 **文献标识码:** A

Application of BIM technology in photovoltaic power generation system of water plant

Yueyin Zhao Yuyu Liu Wei Su Hengxing Hou Jianpan Xu Songyan Li Jie Hu
China Construction Fourth Engineering Bureau Co., Ltd

[Abstract] Taking the emergency source of drinking water in Chaozhou city and the third waterworks project in Chao'an District as an example, this paper introduces BIM technology into the photovoltaic power generation system of waterworks project, and expounds in detail the technical means of how to determine the maximum utilization area of roof, the best angle of support, and the calculation of installed capacity.

[Key words] BIM technology; Municipal water plant project; photovoltaic power generation

引言

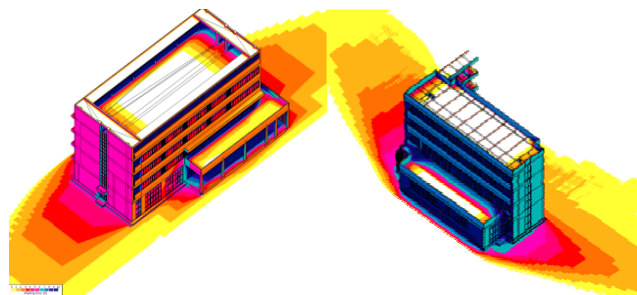
建设“资源节约型”和“环境友好型”社会是我国的一项基本国策,这是缓解我国经济发展与资源短缺之间矛盾的重要举措之一,也是我国社会发展模式的必然选择。^[1]结合城市大型水厂闲置空间较大、用电负荷高且生产运行连续不间断等特点,采用太阳能光伏发电技术为水厂提供电能,响应了国家的节能减排政策,同时降低了水厂的电能消耗。^[2]本篇从BIM技术的方向与传统光伏发电相结合,提升光伏应用水平,打造市政水厂标杆项目。

1 工程概况

潮州市城区饮用水应急水源及潮安区第三水厂工程的设计施工总承包位于广东省潮州市潮安区登塘镇,本项目建设内容包含三部分内容,即第三水厂工程、取水管道工程、应急水源工程三部分内容。其中第三水厂工程设计总规模为25万m³/d,本期设计规模为15万m³/d,共计14座单体建筑;取水管道工程采取双顶管敷设,全长3.096km共设置9座顶管井;应急水源工程沿山道、村道敷设管道,采取明挖施工,全长5.502km。

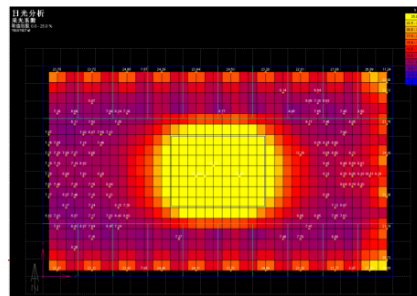
2 BIM技术在光伏建筑中的具体应用

2.1 屋顶光伏板最大利用面积。水厂建筑多为结构找坡屋面,其中综合楼和食堂屋面会有女儿墙或花架等建筑,影响光伏板采光,可使用Sketchup进行阴影分析,确定平屋面最大无阴影面积为860m²,减小办公楼挑层通道对光伏板发电效率的影响。



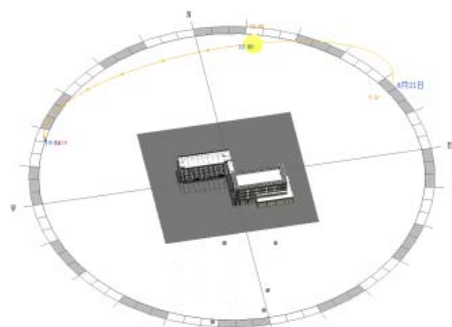
办公楼阴影分析

食堂阴影分析

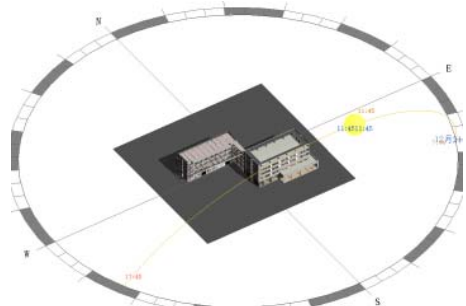


楼面板采光分析

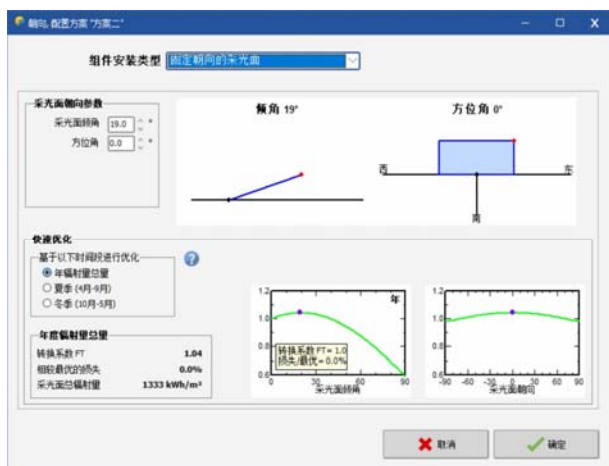
使用Revit进行光照分析,通过最不利、最有利光照时间(冬至、夏至)的太阳入射角比选,确定光伏板摆放朝向的大致范围为15°~25°,辅助专利研发申报。



夏至时刻在8点~14点,日照可完全覆盖屋面



冬至时刻在9点~15点,日照可完全覆盖屋面



PVsyst倾角分析

2.2 支架倾角设计。水泥平屋顶安装光伏组件组成的光伏方阵采用固定式支架。彩钢瓦屋顶使用专用夹具和檩条来安装组件,采用顺坡铺设。

支架的设计按照现场气候条件和地震荷载、本区域记录的常年最大风速及预期材料周期波动的热负荷效应,经过预使用结构体和基础的静力计算,具备良好结构和防腐蚀性能。电池板倾角根据Revit光照分析得出的倾角范围进行比选,不同的仰角系统在各月的发电量明显不同,满足年平均并网发电量最大的倾角为最佳倾角。

根据PVsyst软件模拟进行最佳角度,得出结论:19°时辐照量最优,且19°时支架高度最低,产生的阴影最短。

2.3 光伏方阵布置。根据《光伏发电站设计规范GB 50797-2012》中,第7.2章光伏方阵布置中,要求光伏方阵各排、列的布

置间距,固定式安装应保证全年9:00~15:00时段内前、后、左、右互不遮挡,也即冬至日当天9:00~15:00时段内前、后、左、右互不遮挡。

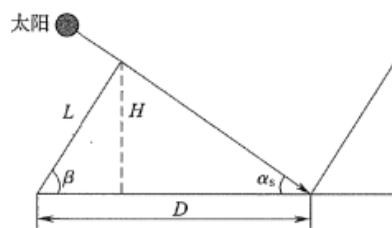


图1 方阵间距示意图

$$D = L \cos \beta + L \sin \beta \frac{0.707 \tan \phi + 0.4338}{0.707 - 0.4338 \tan \phi}$$

D—两排阵列之间距离;

β—阵列倾角;

φ—当地纬度;

2.4 装机容量计算。据BIM统计冬至日屋顶最大无阴影面积情况、屋顶设备遮挡情况,计算光伏装机容量,使光伏设备接线简单,线缆用量少,施工复杂程度低。

序号	建筑物或构筑物名称	屋顶面积(平方米)	光伏装机容量(kW)
1	V型滤池屋顶面积	2075	247.5
2	取水、送水泵房及变配电间屋顶面积	3380	396
3	污泥脱水机房屋顶面积	448	49.5
4	机修车间及仓库屋顶面积	350	39.6
5	加药间屋顶面积	1110	128.7
6	综合楼屋顶面积	860	99
7	宿舍食堂屋顶面积	594	69.3
	合计	8817	1029.6

2.5 光伏发电量预测。通过PVsyst光伏设计软件仿真,系统年发电量为1159MWh,系统效率为85.09%。

2.6 经济效益分析。(1)收益计算方式如下:

电费=年发电量×电价(年发电量:按光伏发电量100%消纳进行计算)。

收益=电费-维护费。

注:广东省峰谷平时段设置如下:

高峰时段:14:00~17:00;19:00~22:00。

平段时段:8:00~14:00;17:00~19:00;22:00~34:00。

低谷时段:0:00~8:00。

由于光伏只在白天发电,从上午8时至下午19时,高峰时段时长为3小时,平段时段时长为8小时,故用于计算的白天平均电价为(1.1479元/kWh×3h+0.6788元/kWh×8h)/11h=0.8067元/kWh。

(2)投资如下:投资总额为:731.66万元。

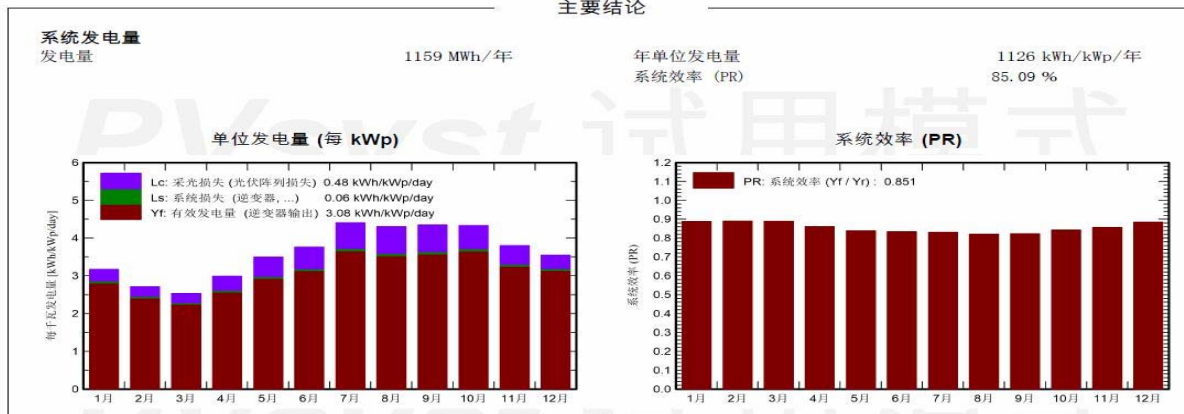


PVsyst V7.2.2
VCO, 仿真日期:
11/06/22 15:45
与 v7.2.2

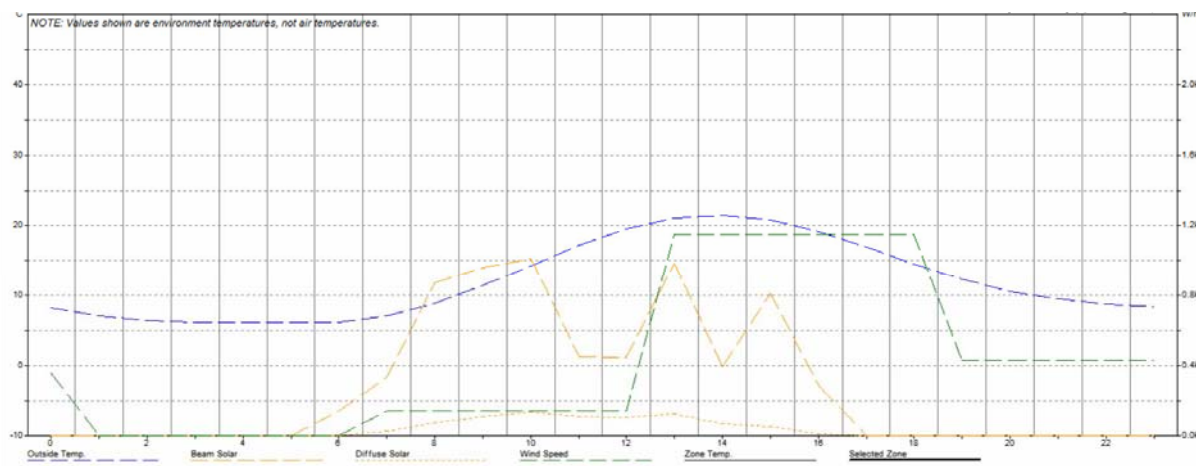
项目: 潮州水厂

配置方案: 方案一

主要结论



夏至时刻在 8 点~14 点,日照可完全覆盖屋面



室温模拟分析

(3)年维护费用如下: 年维护费用为: 5.148万元。

投资回收年限。

前9年收益总和为: 765.7729万元, 收益大于等于投资总额 731.66万元, 即9年收回总投资。其后16年全部收益为最终利润。

最终利润为: 12561326元, 即1256万元。

2.7减排效益分析。本光伏电站建成后预计年平均发电量为 1066.4MWh。按火力发电标煤消耗量314g/kWh计算年平均可节约标煤349吨, 可减少多种大气污染物的排放, 可减少二氧化碳(CO₂)约 1063吨, 可减少二氧化硫(SO₂)约31吨, 可减少氮氧化物约15吨, 可减少碳粉尘约290吨, 对减轻环境污染有一定的促进作用。

通过Ecotect软件对室温进行模拟, 光伏板建设于厂房之上, 在一定程度上起到降温的效果, 在夏季尤为明显, 通常情况下可使建筑内降低3-6度, 对于建筑内工作人员来说无疑改善了工作环境, 降低了降温所产生的电费开销。

3 结论

基于BIM技术进行光伏设计, 能够满足建筑项目规划、实施、

到后期维护全过程需求, 融合多个部门信息, 加强建筑项目多主体之间的交流, 还可满足建筑功能、结构、能源和美学需求, 对于现代建筑节能发展具有重要价值。^[3]

结合BIM软件光照分析、仿真分析功能, 最大限度使用屋面空间, 根据太阳入射角选择支架倾角, 同时结合光照及倾角确定光伏方阵布置, 有效提高光电转化效率。该应用有效提升光资源利用, 减少水厂用电费用, 助力“碳中和”目标。

[参考文献]

- [1]节约型净水厂规划设计研究[D].西安建筑科技大学,2020.
- [2]董威.光伏发电系统在大型水厂中的设计与实践[J].中国给水排水,2020,36(02):59-64.
- [3]李莉.BIM技术在光伏建筑一体化设计中的应用[J].电池,2023,53(04):477-478.

作者简介:

赵悦吟(1992--),女,汉族,山东莱阳人,本科,工程师,土木工程专业,研究方向:绿色建筑建造。