

Research on the Construction Method of Underwater Collecting Line Laying for Surface Photovoltaic Power Station

Jizhong Xu

China Green Development Investment Group Jiangsu Guangheng New Energy Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210018, China

Abstract

With the increasing global energy crisis and the increasing awareness of environmental protection, the development and utilization of renewable energy has become the focus of governments and scientific research institutions of various countries. As an emerging way of clean energy power generation, water surface photovoltaic power station has developed rapidly in recent years with its unique resource advantages and environmental friendliness. As the core part of the water surface photovoltaic power station, the laying and construction quality of the underwater power collection line is directly related to the power generation efficiency and operation safety of the power station. Therefore, it is of great practical significance and far-reaching development prospect to carry out the construction method of water surface photovoltaic power station. Based on this, this paper discusses the specific construction method for its reference.

Keywords

water surface photovoltaic power station; underwater power collection line laying; construction method; function

水面光伏电站水下集电线路敷设施工方法研究

徐纪忠

中国绿发投资集团江苏广恒新能源有限公司, 中国·江苏·南京 210018

摘要

随着全球能源危机的日益加剧和环境保护意识的不断提升, 可再生能源的开发与利用成为各国政府及科研机构的关注焦点。水面光伏电站作为一种新兴的清洁能源发电方式, 凭借其独特的资源优势和环境友好性, 在近年来得到了快速发展。水下集电线路作为水面光伏电站的核心组成部分, 其敷设施工质量直接关系到电站的发电效率和运行安全。因此, 开展水面光伏电站水下集电线路敷设施工方法的研究, 具有重要的现实意义和深远的发展前景。基于此, 论文对具体施工方法进行探讨, 以供参考。

关键词

水面光伏电站; 水下集电线路敷设; 施工方法; 作用

1 引言

水面光伏电站是通过水上漂浮的方式布设光伏组件, 利用水域资源实现发电。电站内部的集电线路主要分为两部分: 水面集电线路和水下集电线路。水面集电线路负责将各光伏组件产生的电流汇集至水下集电线路, 而水下集电线路则将汇集的电流输送至陆地变电站。水下集电线路作为水面光伏电站的重要组成部分, 其施工质量和可靠性直接影响电站的整体运行状况。

2 水面光伏电站的作用

2.1 提高土地资源利用效率

随着经济社会的发展, 土地资源日益紧缺, 大规模地

面光伏电站的建设往往面临用地困难。而水面光伏电站通过利用水库、湖泊等水面, 不仅避免了与农业用地争夺, 还能实现土地资源的节约和高效利用。特别是在人口密集、土地资源紧张的地区, 水面光伏电站为可再生能源的大规模应用开辟了新的空间^[1]。同时, 水面光伏系统的建设也不会对水体的原有功能产生明显影响, 可以与水产养殖、灌溉、发电等多种用途兼容, 实现水资源的综合利用和价值提升。光伏电站分类如图1所示。



图1 光伏电站分类

【作者简介】徐纪忠(1976-), 男, 中国山东枣庄人, 本科, 工程师, 从事电力、新能源开发建设研究。

2.2 促进地方经济发展

大型水面光伏项目的建设能够带动相关产业发展,创造就业机会,增加地方税收。特别是在一些偏远地区,水面光伏电站的建设可以成为推动当地经济转型升级的新动力。同时,水面光伏项目还可以与旅游业相结合,打造新型生态旅游景观,吸引游客,促进当地服务业发展。这种多元化的经济效益使得水面光伏电站成为许多地方政府重点支持的项目。

2.3 加强环境保护

大规模的光伏组件覆盖可以有效减少水面蒸发,降低水资源损失,这对于水资源短缺地区尤为重要。同时,光伏组件的遮蔽作用能够抑制藻类生长,改善水质,减少水体富营养化问题。光伏板还可以为水生生物提供庇护场所,促进水域生态系统的多样性^[2]。此外,水面光伏电站的建设和运营过程中不会产生废气、废水等污染物,是一种清洁的发电方式,有助于改善区域环境质量。

3 水面光伏电站水下集电线路敷设的技术要求

3.1 抗浮力和抗压力

由于海水密度大,电缆在水下会受到较大的浮力作用,如果抗浮性能不足,可能导致电缆上浮,影响正常运行。同时,随着水深的增加,静水压力也随之增大,电缆必须具备足够的抗压强度,以防止在高压环境下发生变形或损坏。为此,电缆设计时通常采用高密度材料作为外护套,并在结构上进行优化,如增加金属铠装层,提高整体强度。

3.2 耐腐蚀和耐老化

海水环境复杂,含有大量的盐分和其他腐蚀性物质,这些物质会加速电缆材料的降解过程。如果电缆的耐腐蚀性能不足,可能导致绝缘层损坏,进而引发短路等安全事故。因此,在电缆材料选择时,需要优先考虑具有优异耐腐蚀性能的聚合物材料,如交联聚乙烯(XLPE)等。同时,还需要在电缆外层添加防腐涂层,进一步提高其耐腐蚀能力。耐老化性能则关系到电缆的使用寿命,海洋环境中的紫外线辐射、温度变化等因素都会加速材料的老化过程。为此,需要在电缆材料中添加抗老化剂,并通过严格的老化试验来验证其长期性能。

3.3 抗拉强度和灵活性

由于海上风电场通常位于远离陆地的海域,电缆在运输和敷设过程中会受到较大的拉力作用。如果抗拉强度不足,可能导致电缆在安装过程中断裂。为此,电缆设计时通常采用高强度的金属导体和加强层,如铝合金导体和钢丝铠装层,以提高整体抗拉性能^[3]。同时,还需要考虑电缆的柔韧性,以适应海底地形的变化和潮汐运动带来的周期性弯曲。这就要求电缆具有一定的灵活性,能够在不损害内部结构的前提下适当变形。通常采用多股细导线绞合的方式来提高电缆的柔韧性,并在外层采用弹性较好的材料作为护套。

4 水面光伏电站水下集电线路敷设施工方法

4.1 管道敷设法

管道敷设法是指将电缆放置在预先制作好的管道内,并将管道沉入水底的施工方法。该方法具有施工简便、线路保护性能好等优点。施工时,首先需要根据电缆的规格型号和敷设路径,选择合适的管道材质和直径。常用的管道材质包括钢管、铸铁管和塑料管等。管道制作完成后,需要对其进行防腐处理,以延长使用寿命。在敷设过程中,可以采用浮吊和沉管相结合的方式,将管道稳定地沉入水底。管道连接处应采用可靠的密封措施,防止水进入管道内部。电缆敷设完成后,应对管道进行回填处理,确保管道与电缆的稳固。

4.2 直埋敷设法

直埋敷设法是将电缆直接敷设在水底泥土中的施工方法。该方法施工工艺相对简单,但对电缆的保护性能相对较差。施工时,需要先对水底进行清理和平整,以便电缆能够平稳地敷设在水底。电缆敷设时,应尽量避免电缆交叉和重叠,以减少电磁干扰。在电缆敷设完成后,需要在电缆上方覆盖一层厚度合适的细砂,以保护电缆免受外力损伤。为了避免电缆在水流冲刷下发生位移,可以在电缆上方铺设混凝土块或砂袋等重物进行压实。在电缆敷设的过程中,应严格控制电缆的弯曲半径,避免电缆损伤。

4.3 吊装敷设法

吊装敷设法是采用专门的吊装设备,将电缆吊放到水底指定位置的施工方法。该方法适用于水深较大、水底地形复杂的敷设环境。吊装敷设时,首先需要根据敷设路径和水深情况,选择合适的吊装设备和吊具。常用的吊装设备包括浮吊船、起重机和卷扬机等。在电缆下放过程中,应严格控制吊装速度和下放角度,避免电缆发生扭曲和损伤。电缆下放到位后,需要及时固定和保护,避免水流冲刷和外力损伤。吊装敷设法对施工设备和技术要求较高,施工过程中应严格遵守操作规程,确保施工安全。

5 水面光伏电站水下集电线路敷设施工要点

5.1 敷设路径测量及标识

5.1.1 路径测量

在进行路径测量时,施工团队需要借助先进的测量设备,如GPS定位系统、声呐探测仪等,对水下地形进行精确测绘。测量人员需要沿着预定的敷设路线,逐点采集水深、底质类型、障碍物分布等关键数据。这些数据将用于制定详细的敷设方案,确保电缆敷设路径的合理性和安全性。测量完成后,需要及时整理和分析所得数据,绘制出精确的水下地形图和敷设路径图。

5.1.2 路径标识

为了便于后续施工和日常维护,需要在水面和岸边设置清晰可见的标识。水面标识通常采用浮标系统,沿敷设路径每隔一定距离设置一个浮标,浮标上标注相应的编号和警

示信息^[4]。岸边则可以设置固定的标识牌,标明敷设路径的起始点、转折点等关键位置。这些标识不仅为施工人员提供指引,也能够有效预防其他船只误入施工区域,保障施工安全。

5.2 敷设路径清淤与整平

水下环境复杂多变,底部可能存在淤泥、碎石、水生植物等各种障碍物,这些都可能对电缆造成损伤或影响敷设质量。因此,需要对敷设路径进行彻底的清理和平整。清淤工作通常使用专业的水下清淤设备,如水下抽沙机、挖泥船等,根据底质情况选择适当的清淤方法。对于坚硬的底质,可能需要使用水力冲击等方式进行疏松处理。清淤过程中,要注意控制清淤范围和深度,避免对周围生态环境造成过大影响。

清淤完成后,需要对敷设路径进行整平处理。整平的目的是为电缆提供一个平坦、稳定的铺设基础,减少电缆受到局部应力集中的风险。整平工作可以使用水下推土机或专门的整平设备,将清淤后的路径表面推平、夯实。在整平过程中,要特别注意路径的坡度控制,确保没有突然的落差或陡坡,以免造成电缆悬空或过度弯曲。对于局部不平整的区域,可以考虑填充砂石或其他适当材料进行找平。整平工作完成后,应进行复测,确保路径平整度符合设计要求。

5.3 电缆敷设

首先,需要根据设计要求,选择合适规格和性能的水下电缆。电缆运输到施工现场后,应进行仔细检查,确保无损伤和缺陷。敷设作业通常采用专用的敷缆船或驳船进行,船上配备有电缆卷筒、张力控制装置等设备。在敷设过程中,需要严格控制电缆的下放速度和张力,避免电缆受到过大的机械应力。对于需要穿越障碍物或变向的区域,可能需要采用水下机器人(ROV)辅助操作,确保电缆能够准确按照设计路径铺设。在敷设过程中,还要实时监测电缆的位置和状态,及时处理可能出现的扭结或悬空等问题。对于长距离敷设,可能需要进行分段作业,在接头处进行水下连接。这些连接操作需要在特殊的水下环境中进行,要求操作人员具备高超的技术水平和丰富的经验。

5.4 浮球悬挂及裕缆留置

浮球悬挂的主要目的是减轻电缆的自重,防止电缆在水下长期悬垂造成的应力损伤。根据电缆的重量和水深情况,需要计算确定浮球的数量、间距和浮力。浮球的安装通常在电缆敷设的同时进行,要确保浮球与电缆牢固连接,且不会对电缆外皮造成磨损。浮球的材质要选择耐腐蚀、抗老化的材料,以适应长期水下环境。裕缆留置是指在电缆敷设过程中预留一定长度的富余电缆,主要目的是为后续维修和调整提供便利。裕缆的长度需要根据水深、电缆特性和可能

的维修需求等因素综合考虑。裕缆通常以盘绕或“S”型方式留置在指定位置,并用特殊的固定装置进行保护,防止裕缆在水流作用下发生移动或缠绕。

5.5 电缆固定

根据水下地形和水文条件,可采用多种固定方式,如埋设、锚固、混凝土护套等。对于软质海底,可以采用水力冲埋法,将电缆埋入海底 sediment 中。在岩石底质区域,可能需要采用钻孔锚固或混凝土护套等方式。固定过程中需要特别注意避免对电缆造成机械损伤,同时要确保固定强度足以抵抗水流冲刷和可能的外力影响。在一些特殊区域,如航道交叉处,可能需要采用更为严格的保护措施,如铺设保护管道或混凝土槽等。此外,还要考虑电缆的热膨胀特性,在固定时预留适当的空间,避免因温度变化导致的应力积累。

5.6 电缆检测试验

在电缆敷设和固定完成后,需要进行一系列的电气性能和机械性能测试。电气性能测试包括绝缘电阻测试、直流耐压试验、局部放电测试等,用于检查电缆的绝缘性能和电气完整性^[5]。机械性能测试主要是检查电缆的外观和结构完整性,确保在敷设过程中没有发生机械损伤。此外,还需要进行水密性试验,检查电缆的防水性能。对于长距离电缆,可能需要采用时域反射法(TDR)等先进技术进行全程检测,以发现可能存在的局部缺陷。在检测过程中,如发现任何异常,都需要及时进行分析 and 处理,必要时进行局部修复或更换。

6 结语

综上所述,水面光伏电站水下集电线路敷设施工是一项复杂的系统工程,只有采用科学合理的施工方法,严格执行施工规范和标准,加强过程管理和协调配合,才能确保水下集电线路的安全可靠运行,为水面光伏电站的稳定发电提供可靠保障。

参考文献

- [1] 李科明.水面光伏电站水下集电线路敷设施工要点[J].通信电源技术,2019,36(8):171-172.
- [2] 李永富,李凤洲.水面光伏电站设计要点分析[J].科技资讯,2024,22(2):97-99.
- [3] 席凯,黄国珍,冯榆坤,等.水面光伏电站环境载荷数值预报方法研究[J].水力发电学报,2023,42(1):148-158.
- [4] 郑志伟,史方,彭建华,等.水面光伏电站对水域生态环境影响分析与对策[J].三峡生态环境监测,2018,3(4):47-50+66.
- [5] 金乾,曹龙.水面光伏电站新型管式漂浮系统设计[J].河南科技,2018,37(34):66-68.