

离岸式海上光伏与海洋环境监测融合方案简述

Introduction to the Integration Scheme of Offshore Photovoltaics and Marine Environmental Monitoring

许立 董建业 刘建伟

Li Xu Jianye Dong Jianwei Liu

山东电力工程咨询院有限公司 中国·山东 济南 250010

Shandong Electric Power Engineering Consulting Institute Co., Ltd., Jinan, Shandong, 250010, China

摘要: 离岸式海上光伏正在如火如荼地发展, 相较滩涂区域光伏项目, 离岸式海上光伏区域多为开放式养殖区域, 部分海域已正在开展海上养殖作业, 海上光伏开发会产生大面积遮光影响, 海上光伏的开发是否对养殖区环境产生重要影响难以判断。基于此, 论文提出一种离岸式海上光伏与海洋环境监测融合方案, 详细介绍了本系统的监测参数、系统构成、供电系统设想、监测样本获取、样本水体配输及过滤、分析方法及分析仪器, 为后续光伏项目实施后环境影响评估提供借鉴。

Abstract: Offshore offshore photovoltaic development is in full swing, compared with the tidal flats area photovoltaic project, offshore offshore photovoltaic area for open farming area, part of the sea has been offshore farming operations, offshore photovoltaic development will produce large shading, the development of offshore photovoltaic is important influence on aquaculture environment is difficult to judge. Based on this, this paper proposes a fusion scheme of offshore offshore photovoltaic and marine environment monitoring, which introduces the monitoring parameters, system composition, power supply system assumption, monitoring sample acquisition, sample water distribution and filtration, analysis methods and analysis instruments of the system, and provides the environmental impact assessment after the implementation of subsequent photovoltaic projects

关键词: 离岸式光伏; 监测融合方案; 环境影响

Keywords: offshore photovoltaic; monitoring and integration scheme; environmental impact

DOI: 10.12346/peti.v6i1.9095

1 引言

海上光伏项目规划建设前后, 可在升压站或桩基基础上建设一套海洋环境在线监测系统, 开展水体主要水质参数全时段、全天候、连续监测, 可以获取光伏场海域环境要素动态变化状况, 为海上光伏建设运行对周边海域的环境影响评估提供数据支撑。

2 监测参数

结合目前海洋环境传感器的技术成熟度及海洋生态环境重要参数, 海洋生态环境在线监测系统主要监测参数如表 1

所示。

表 1 监测参数

参数类别	监测参数	备注
气象参数	风速、风向、温度、湿度、气压、降雨量等	
常规水质参数	水温、pH、溶解氧、盐度、浊度、电导率叶绿素 -a、蓝绿藻等	
化学参数	硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、磷酸盐、CODMn、总氮、总磷	

【作者简介】许立 (1989-), 男, 中国山东成武人, 硕士, 从事海上新能源研究。

3 系统构成

海洋生态环境在线监测系统要由以下子系统单元组成：采水系统、配水系统、过滤系统、在线分析仪器、控制系统、数据采集/处理/传输系统、辅助单元和岸站的信息可视化系统组成。

系统定点采集水样，通过配水系统或过滤系统分配到各在线分析仪器，完成对常规水质多参数（水温、pH、溶解氧、电导率、盐度、浊度等）、化学需氧量、氨氮、亚硝酸盐、硝酸盐、总氮、总磷等的监测，依靠数据采集/处理/传输系统将监测数据传输展示到信息可视化系统，最终实现目标海域海洋环境监测的智能化、系统化、可视化。系统的主要功能包括：

①海洋生态环境在线监测系统具备断电保护、报警及来电自动恢复功能，可实现无人值守下连续稳定运行。②海洋生态环境在线监测系统可设定运行方式（连续测试或周期性测试），数据自动采集、处理及传输。③具备实时监控功能，动态显示各种变量（水压、电压、温湿度等）的变化值，并有提示和报警功能，变量值自动进入数据库。④具有系统日志功能，可对系统和设备运行状况信息进行存储、传输和查询。⑤具备超标报警功能，能现场报警并能通过网络远程超标报警。⑥系统设置具有开放性，可以根据需要增减监测参数，整套系统具有良好的扩展性。⑦系统具有抗电磁干扰能力，并达到三级防雷及以上要求。

4 供电系统

供电系统结合海上光伏发电单元，配备一小型储能电站。光伏发电期间，给储能设备供电，储能设备给监测系统供电，储能设备考虑满足监测设备用电时间不小于10天，保障监测设备在持续阴雨天气能够正常供电。

5 监测样本获取

监测样本的获取是监测的重要前提，是海洋生态环境在线监测的重要组成部分，监测系统设置一套完整的采水系统，采水系统需要考虑采水点水位变化幅度、水流速度、水质监测指标要求等，需根据海上光伏现场环境条件情况设计适用的采水方案。采水系统设计应注意以下几点：

①取水口随着浮体随水位而变化，取水水管的进水孔位于表面以下0.5~1m的位置，与海底保持一定距离，能够采集到具有代表性的符合监测需要的水样。②采水单元采用连续和间歇两种方式工作，并能够根据监测要求现场或远程设置监测频次。③采水单元具备远程控制或根据水位变化智能启停采水的功能。④采水泵总水量可以满足所有在线分析仪器的用水需求。⑤采水单元能够采用连续和间歇两种方式工作，能够根据监测要求现场或远程设置监测频次。

6 样本水体配输及过滤

配水单元衔接采水单元和自动分析仪器，配水单元设计

的技术要求如下：各自动分析仪器配水管路采用并联配水方式，保证单台仪器损坏或者需要维护时，不影响其他自动分析仪器的正常工作。配输采用配水单元，配水单元应满足以下要求：①配水单元满足各仪器对样品的要求，满足所有的仪器的需水量。②配水管路易于拆卸清洗和安装，方便维护。③配水管路预留多个仪器扩展接口，方便系统的升级扩展。④多参数仪器供水不经过任何处理，直接对原水样进行监测。⑤根据仪器对水样的要求，对水样进行预处理，预处理后水质不能改变水样的代表性。

水体应经过过滤输送至分析系统，过滤规范依据及过滤设备功能要求如下：

依据GB17378.3—2007《海洋监测规范第3部分：样品采集、贮存与运输》要求，营养盐水样应“用0.45 μ m滤膜过滤水样，以除去颗粒物”。

为了保证氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、磷酸盐等溶解态参数的分析取样代表性和消除浊度对测量的影响，应对水土样本进行过滤处理，过滤要求如下：①经过滤单元处理的水质不能改变水样的代表性，且符合《海洋监测规范第3部分：样品采集、贮存与运输》中对营养盐测试水样的要求。②过滤单元前、后必须分别设有手动取样口，方便水样比对实验的取水。

7 分析方法及分析仪器

为了确保海洋生态环境在线监测系统测试结果与实验室手工测试结果的可比性，结合水质自动分析仪器的测量原理优先选用中国海洋行业标准方法。监测频率每4小时不少于1次。

海洋生态环境在线监测系统的核心为自动分析仪器，自动分析仪器的性能配置直接影响着海洋生态环境在线监测系统的监测精度和稳定性，通过选配不同的自动分析仪器，可以实现多种参数的实时监测，对于气象参数和常规水质参数，监测频率每小时1次；对于营养盐参数，监测频率每4小时不少于1次。自动分析仪器主要分为原位测试和采水分析式^[1]。对于采水分析设备，监测站房须根据使用环境的需要，设计合理的水样采集单元、配水单元和水质分析仪器，整套系统能满足用户远程数据监视、控制、分析、查询等需要。

原位测试设备适用于海洋环境中长期工作，具有自动清洗功能，能有效防止海水腐蚀、生物附着、泥沙淤积等，可靠性高，能够在恶劣环境下稳定工作、提供精确的数据。

自动分析仪器采用的分析方法能适应海水水体盐度和浊度的变化，不产生明显干扰或准确度下降。

设备自身的清洁功能与采水配水单元中的清洁功能相结合，能够实现整套水质监测系统的长时间无故障运行。

设备的自动控制单元能够让设备按照设定的工作周期自动采集、保存、发送数据，且能够通过远程控制更改这些设置。控制单元实现了所有设备的断电自动保护，来电自动恢复、自动校准、故障信息报警等功能。

室内设备一般采用 RS232 数据传输，室外的投放式仪器采取 RS422 或 485 协议进行传输，部分探头使用模拟信号或 SDI12 协议。人机界面采用中文彩色操作界面，实时显示监测数据。控制单元的硬件和软件都留有备用接口，便于日后新增仪器扩展。

其中，对各参数分析仪器要求如下。

7.1 水质多参数 (水温、pH、溶解氧、电导率、盐度、浊度等)

水质多参数传感器主要功能要求：可浸没式安装，防护等级 IP68；高强度防水线缆和可分离式接口，能有效避免接口或针脚折损并易于更换；具备便捷的传感器更换接口，使内部集成了电路信息的传感器与主机形成相互独立系统，方便快速更换维护传感器。

技术指标符合 HY/T 126—2009《多参数水质仪》，具体技术指标要求如表 2 所示。

表 2 技术指标

水质参数	测量范围	准确度	分辨率
温度	-5~50℃	±0.1℃	0.01℃
pH	0~14 pH	±0.2 pH	0.01 pH
溶解氧	0~50 mg/L	0~20 mg/L: ±0.1 mg/L 或读数之 1%; 20~50 mg/L: 读数之 ±5%	0.01 mg/L
电导率	0~200 mS/cm	±2%	0.01mS/cm
盐度	0~70	±2%	0.01
浊度	0~4000NTU	±5%	0.1NTU

7.2 化学需氧量

化学需氧量 (Chemical Oxygen Demand, COD) 是评价水体有机污染程度的综合指标，也是水质监测的一个重要参数，它是指水体中易被强氧化剂氧化的还原性物质所消耗的氧化剂的量 (换算成氧的质量浓度，以 mg/L 计算)。COD 超标会造成水体质量的下降，不同程度地威胁水体中生物群落的生存。及时掌握和控制水体中的 COD 值，对于海洋及江河水的污染防治及监测具有非常重要的意义。为了确保化学需氧量测试结果的准确性和可靠性，在线分析设备的测试原理符合 GB17378.4—2007《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》，针对现场复杂的水体环境，能够有效应对浊度 / 色度的干扰，测试范围可以根据安装现场水体 COD 的浓度范围进行定制。

7.3 营养盐

海水中营养盐 (硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、磷酸盐) 是海洋浮游植物繁衍生长所必需的主要成分，是海洋初级生产力和食物链的基础。浮游植物的生长与海水中的营养盐密切

相关，营养盐不足会限制浮游植物生长，影响海洋初级生产力；而含量过高，易引起富营养化，可能进一步导致赤潮的发生，从而对海洋生态环境、生物资源和海洋渔业产业形成极大危害。

营养盐自动分析设备的测试原理要求符合 GB 17378.4—2007《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》，与手工测试结果可比性好。测量范围根据现场水体环境进行定制设计，可扩展，具有稀释再测量功能，推荐采用单体式设计，某一个设备部件故障，不会影响其他几个营养盐参数的测试。设备的性能符合 HY/T 0992007《海水营养盐测量仪检测方法》，做到免维护周期长、无人值守、全自动在线，仪器标线漂移小。

7.4 总氮

总氮 (TN) 指水体中各种形态的氮的总量，以多种形态存在，包括氨态氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮和各种有机氮，多种形态的含氮化合物之间可以在水体中相互转化。含氮化合物通过吸附等物理作用和部分生化作用进入水体当中，参与水体环境中氮元素的地球化学循环。

总氮自动分析设备的测试原理要求符合 GB 17378.4—2007《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》，具备良好的浊度补偿功能，有效消除水样浊度的干扰。可对仪器管路，反应、检测单元进行自动清洗。测试的范围根据安装现场的水质总氮的浓度范围进行定制。

7.5 总磷

总磷，通常用来衡量水体中磷的总含量，是水体中以无机态和有机态存在的磷的总和，主要包括溶解态无机磷酸盐、溶解态有机磷化合物、颗粒态有机磷物质等。总磷作为水质评价的重要指标，反映了水体富营养化的程度是海水常规监测项目之一。

总磷自动分析设备的测试原理要求符合 GB 17378.4—2007《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》，具备良好的浊度补偿功能，有效消除水样浊度的干扰^[2]。可对仪器管路，反应、检测单元进行自动清洗。提供报表数据查询，界面友好，查询方便。

8 结语

海上光伏的开发建设需大面积占用海域资源，且对阳光进行大面积遮挡，可能会对建设海域的海洋环境产生一定的影响^[3]。论文提出一种海上光伏与海洋环境监测融合方案，可为项目运营过程中海洋环境进行实时监测，评估海上光伏建设对海洋环境的影响。

参考文献

- [1] 许康,卢胜强,沈明,等.海洋环境在线监测系统在漂浮式光伏电站的应用[J].化工管理,2023(31):120-123.
- [2] GB17378.3—2007 海洋监测规范[S].
- [3] 许康,卢胜强,沈明,等.海洋环境在线监测系统在漂浮式光伏电站的应用[J].化工管理,2023(31):120-123.