

远程激光供能海洋观测浮标

张华勇¹, 王向刚², 李勇³

¹天津海德尔科技有限公司, 天津

²中化学交通建设集团有限公司, 山东 济南

³山西标伦电子科技有限公司, 山西 晋中

Email: zhangchinabrave@163.com

收稿日期: 2021年3月19日; 录用日期: 2021年7月14日; 发布日期: 2021年7月21日

摘要

为了在海面上获取长期、连续和实时的海洋环境要素观测数据, 建立了远程激光供能海洋观测浮标。岸基站发射的激光经大气传输至远端浮标, 经过高效太阳能电池板的光伏转换为浮标的测量系统和无线通信单元供电, 可完成实时测量和通信。实验实现了远程激光供能海洋观测浮标的原型系统, 采用波长为 650 nm 的半导体激光器和砷化镓太阳能电池板进行远程供电, 实现了距离为 3 m、测量频率为 1 Hz 的实时温度测量, 测量数据通过无线通信方式传输回基站。远程激光供能海洋观测浮标可通过激光实现实时能源补给, 维护简单, 供电受天气影响小, 可实现长期、连续和实时的海洋观测。

关键词

激光供能, 浮标, 海洋观测

Remote Laser Powered Ocean Observation Buoy

Huayong Zhang¹, Xianggang Wang², Yong Li³

¹Tianjin Highideal Technology Co., LTD., Tianjin

²China National Chemical Communications Construction Group Co., LTD., Jinan Shandong

³Shanxi Bialun Electronic Technology Co., Ltd., Jizhong Shanxi

Email: zhangchinabrave@163.com

Received: Mar. 19th, 2021; accepted: Jul. 14th, 2021; published: Jul. 21st, 2021

Abstract

A remote laser powered ocean observation buoy is established to obtain long-term, continuous and real-time marine environmental data in the sea surface. Laser power at a base station is transmitted over atmosphere to the remote buoy, and provides the electric power for the mea-

surement system and wireless communication unit by high efficiency solar panels. Then the real-time measurement and communication can be achieved. In the experiment, a prototype system of the remote laser powered ocean observation buoy is realized. A 650 nm semiconductor laser and a GaAs solar cell were used to obtain real time temperature data with 3 m distance and 1 Hz frequency by wireless communication. Remote laser powered ocean observation buoy can provide real-time energy supply with simple maintenance and power supply is not susceptible to weather, so that it can achieve long-term, continuous and real-time ocean observation.

Keywords

Laser Powered, Buoy, Ocean Observatory

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

无线能量传输是解决远程供电的有效手段之一，常用的传输方式包括电磁感应方式、磁耦合方式、微波方式和激光方式。激光具有发散角小和能量密度高的优点，因此通过激光能量传输可实现远距离无线能量传输。近年来，基于激光供能的方式已经广泛应用在无线传感网络[1] [2] [3]和无人机的远程充电[4] [5] [6] [7]中，并在越来越多的应用领域展示了其技术优越性。

随着海洋科学和技术的发展，长期、连续和实时的海洋观测技术在人类认识、开发和利用海洋过程中发挥着越来越重要的作用。而对于大多数海洋观测技术来说，供电一直是观测平台或观测仪器要解决的首要问题。海上浮标可同时获取空中、水面和水下的观测信息，是重要的海洋无人观测平台之一，目前主要采用电池供电或太阳能电池板供电。然而依赖于电池的供电方式在长期在线监测时需要昂贵的维护成本，而采用太阳能电池板供电则受天气影响较大。为实现在海面上的长期、连续和实时观测，本文提出了一种基于远程激光供能方式的海洋观测浮标，具有全天候供电、受天气影响小、维护成本低等优点。本文介绍了远程激光供能浮标的工作原理，设计并实现了原型实验系统，验证了远程激光供能方式的可行性。

2. 远程激光供能浮标工作原理

图1为远程激光供能浮标工作原理图，分为基站和远程浮标两部分。基站主要由激光器、基站无线通

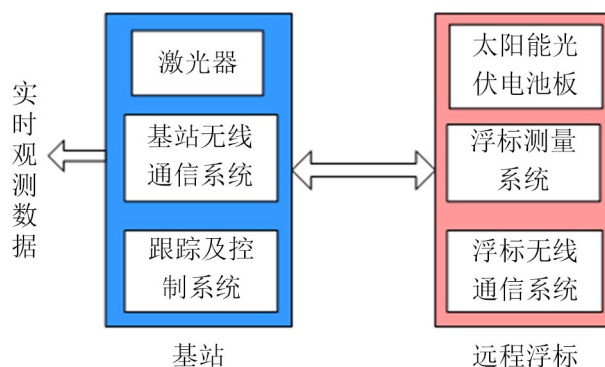


Figure 1. Block diagram of remote laser powered buoy

图1. 远程激光供能浮标工作原理图

信系统、跟踪及控制系统构成，远程浮标包括太阳能电池板、浮标测量系统和浮标无线通信系统。激光器发射的光经过大气传输，由浮标的太阳能光伏电池板接收，通过光伏转换为测量系统及通信系统供电，测量数据通过无线通信方式传回至基站。基站可发送相应的工作指令至远程浮标，也可以根据需要集成跟踪及控制系统用于实时获取浮标的位置、姿态，锁定太阳能光伏电池板，并控制激光器的发射角度，提高激光接收强度。通过激光远程供电，可实现对浮标的持续供电，从而进行长期、连续和实时的测量。

3. 远程激光供能浮标原型系统设计

3.1. 远程激光供电

基站激光器采用波长为 650 nm 的红光半导体激光器，经过透镜准直后，使用北京光电技术研究所的 M92A 型光功率计测量其光功率为 220 mW。光接收采用香港新杰有限公司的砷化镓太阳能晶片，如图 2 所示，其感光尺寸为 10×10 mm，开路电压为 2.6 V 左右。该晶片具有良好的耐热性，可接收强光并能持续工作，最大输出功率 15 W，应用于聚光发电系统光电转换效率可达 40%。

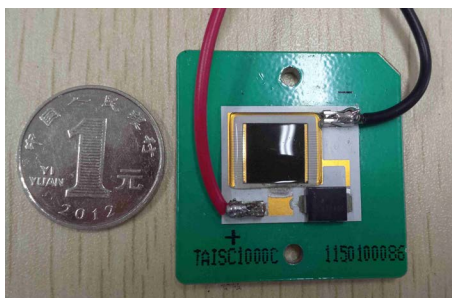


Figure 2. GaAs solar chip
图 2. 砷化镓太阳能晶片

为得到稳定的输出电压，采用 SDXM 升压式稳压模块，如图 3 所示，输入电压为 DC 1.0 V~3.3 V，输出电压约为 3.3 V，为测量系统及无线通信单元提供一个稳定的供电电压。

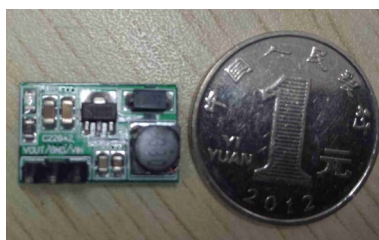


Figure 3. SDXM Boost regulator module
图 3. SDXM 升压式稳压模块

3.2. 测量与通信单元设计

为实现简易的浮标系统，测量部分选用美国 Dallas 半导体公司的数字化温度传感器 DS1820。通信单元采用的是北京博铭达公司的低功耗无线数据传输模块 RF190S 和 RF300E，如图 4 所示。RF190S 位于基站，RF300E 位于模拟浮标系统，与传感器 DS1820 相连，采用被动工作模式，可将温度数据和模块供电的电压定时发送给 RF190S。RF300E 工作电压范围 2.1 V~3.6 V，可实现 700 米以上传输距离，发射功率最大 10 mW。



Figure 4. Wireless data transmission module
图 4. 无线数据传输模块

3.3. 基站控制系统

基站控制系统由 PC、串口服务器和无线通信模块 RF190S 组成，其中串口服务器的主要功能是完成串口和网络接口的转换，串口服务器与 PC 之间通过 RJ45 网络接口连接，从而实现 RF190S 与 PC 之间的通信。上位机软件采用 Labview 语言编写，主要用于配置无线通信模块并接收浮标模拟系统的温度测量数据、传感器供电电压和无线数据传输模块的接收场强，完成数据的显示和存储。在原型系统中尚未实现浮标跟踪定位和激光器光束方向的自动调节。

4. 模拟浮标系统观测实验

图 5 为远程激光供能浮标实验系统。实验中，浮标模拟系统上的砷化镓太阳能晶片与激光器距离为 3 m。经测量，接收光功率为 87 mW，功率测量仍采用的是北京光电技术研究所的 M92A 型光功率计。经过 SDXM 升压式稳压模块后，输出电压约 2.68 V，此时可满足温度传感器 DS1820 和无线数据传输模块 RF300E 的供电要求，传感器的温度测量频率为 1 Hz。

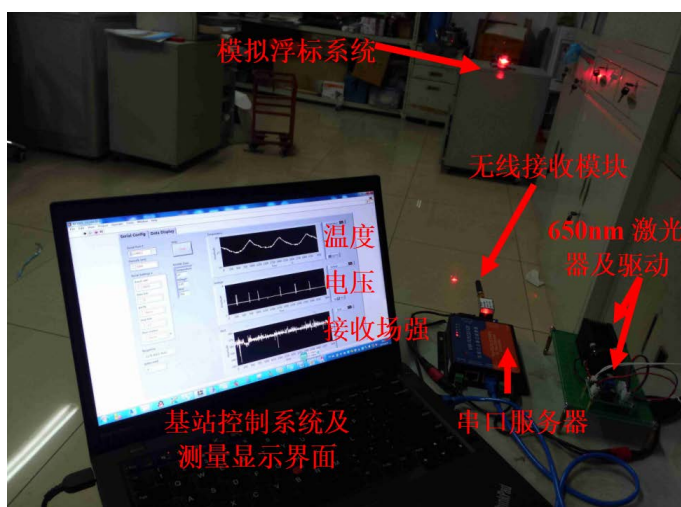


Figure 5. Remote laser powered buoy experiment system
图 5. 远程激光供能浮标实验系统

基站控制系统持续可接收温度、传感器供电电压和无线通信模块接收场强数据，图 5 中的显示界面即为连续 1 个小时的温度测量结果。供电电压出现若干次短时波动，但基本比较稳定，不影响测量。

5. 结论

本文设计并实现了一种远程激光供能浮标原型系统,采用波长为 650 nm 的激光器和砷化镓太阳能电池进行远程供电,实现了距离为 3 m、测量频率为 1 Hz 的实时温度测量,测量数据通过无线通信方式传输回基站。实验验证了远程激光供能技术可应用于浮标进行持续供电和实时通信。远程激光供能海洋观测浮标具有维护简单、供电受天气影响小的优点,可在海面上实现海洋观测要素的长期、连续和实时观测。为了保证浮标供电效果,需要进一步实现浮标跟踪定位和激光器光束方向的自动调节,并在必要时设计电能存储单元,从而提高系统的环境适应性。

参考文献

- [1] 王宁. 无线传感器网络激光主动供能关键技术研究[D]: [博士学位论文]. 重庆: 重庆大学, 2011.
- [2] 陈韬. 无线传感器网络的激光主动供能能量采集系统研究[D]: [博士学位论文]. 重庆: 重庆大学, 2012.
- [3] 乔良, 杨雁南. 激光无线能量传输效率的实验研究[J]. 激光技术, 2014, 38(5): 590-594.
- [4] 李修乾. 无人机激光充电技术研究[J]. 激光杂志, 2013, 34(4): 18-19.
- [5] 周玮阳, 金科. 无人机远程激光充电技术的现状和发展[J]. 南京航空航天大学学报, 2013, 45(6): 784-791.
- [6] 吴宝林, 沈亮, 符松海, 等. 浅析激光动力无人机可行性及关键技术[C]//中国航空学会. 第五届中国无人机大会论文集. 北京: 航空工业出版社, 2014: 684-687.
- [7] 李岳, 张强, 张灿. 无人机激光无线能量传输技术研究[J]. 飞航导弹, 2015(1): 58-61.