

引用本文:王增,王俊华,许波,等. 海洋综合信息光网络远程供电技术[J]. 光通信技术,2020,44(10):33-36.

海洋综合信息光网络远程供电技术

王增¹, 王俊华¹, 许波¹, 王昕², 吴锦虹³

(1. 军事科学院 系统工程研究院, 北京 100141; 2. 北京市芦城体育运动技术学校, 北京 100141;

3. 中国电子科技集团公司 第三十四研究所, 广西 桂林 541004)

摘要: 远程供电系统的供配电能力直接影响了海洋综合信息光网络的发展建设, 供电网络结构、大功率岸基电源和高功率水下电源转换单元是其中需要解决的关键问题。针对不同应用特点的海洋综合信息光网络, 通过理论分析网络结构 and 应用环境, 提出了相应的远程供电系统方案及功率预算方法, 给出了岸基设备(岸站大功率输出)和海底单元(水下电源高功率转换)实现方案, 最后指出了未来海洋综合信息光网络远程供电技术的发展方向。

关键词: 海洋综合信息光网络; 远程供电系统; 岸基设备; 海底单元

中图分类号: TN915.05 文献标志码: A 文章编号: 1002-5561(2020)10-0033-04

DOI: 10.13921/j.cnki.issn1002-5561.2020.10.009

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Remote power supply technology of marine integrated information optical network

WANG Zeng¹, WANG Junhua¹, XU Bo¹, WANG Xin², WU Jinhong³

(1. Institute of systems engineering, Academy of military sciences, Beijing 100141, China; 2. Sports technical school,

lucheng, Beijing 100141, China; 3. The 34th Research Institute of CETC, Guilin Guangxi 541004, China)

Abstract: The power supply and distribution capability of remote power supply system, directly affects the development and construction of the marine integrated information optical network. The structure of remote power supply network and high power shore-based power feeding and high power supply changeover submarine unit, are the keys that need to be solved. According to the marine integrated information optical network with different application characteristics, the corresponding remote power supply system scheme and power budget method are proposed by theoretical analysis of the network structure and application environment, and the realization scheme of shore-based power feeding equipment (shore station high power output) and submarine unit (high power conversion of underwater power supply) is given. Finally, the development direction of remote power supply technology for marine integrated information optical network is pointed out.

Key words: marine integrated information optical network; remote power supply system; shore-based power feeding equipment; submarine unit

0 引言

我国目前的海洋信息光网络包括海缆通信网、海洋警戒网和海底观测网, 这 3 种网络都在各自领域发挥着重要作用。随着建设规模不断扩大, 为避免

路由拥堵和节约建设成本, 网络融合是必然趋势。以海缆通信网为基础手段, 通过光缆联网供电和传递信息可以构成海洋综合信息光网络^[1-4]。当前世界范围内对海洋综合信息光网络的研究仍处于发展探索阶段, 很多相关技术尚未形成统一标准。远程供电技术是海洋综合信息光网络的一项关键技术, 在实现海洋综合信息光网络研究建设进程中, 具有重要意义。本文主要介绍远程供电技术方案和远供电源设备技术方案。

收稿日期: 2020-03-12。

作者简介: 王增(1977—), 男, 博士, 高级工程师, 主要研究方向为通信网络设计与装备应用, 长期从事通信网络总体设计与设备研制及相关应用研究工作, 获科技进步奖 8 项, 在国内外期刊和会议上发表论文 30 多篇。



1 远程供电技术方案

1.1 系统组成

远程供电系统为海底设备的正常工作提供电能保障,保障各级节点稳定、可靠的用电要求。远程供电系统设备分为岸基设备和海底单元(通常位于主节点与次节点中)2个部分,与海缆共同组成远程供电系统。海洋综合信息光网络远程供电系统岸基设备完成将岸基的电能转换成高压直流电,通过光电复合海缆送入海底给海底设备供电,远程供电系统海底单元再将电能转换成本节点或者下级节点需要的电流、电压,电流通过海底光缆中的铜导体以及海水构成供电回路。

1.2 远程供电系统方案

海洋综合信息光网络是海底通信网、海底警戒网和海底观测网等多种网络的融合,可接入各种海底业务设备并为设备提供电能和信息传输,其远程供电系统具有如下特点:①岸基远供电源设备需提供足够高的输出功率,以满足水下节点本身用电及为其它设备供电;②为适应水下光网络沿海岸横向扩展和向深海纵向延伸的需求,远供电源系统设备应支持多点供电接入和电能分配均衡要求;③海洋综合信息光网络扩展性要求高,功耗可能处于动态变化中,远供电源系统设备需支持负载的动态接入;④海底设备的维护成本极高,要求海底单元具有极高的可靠性。结合上述特点,海洋综合信息光网络远程供电技术可采用的供电方式有以下3种:

①恒压供电方式。远程供电系统的岸基设备并联,主干和分支均为直流恒压。主节点接地,主节点与次节点之间采用双极海缆,负载之间为并联关系,水下分支部分供电容易实现,系统供电效率高,如图1所示。该种方式需在系统设计中采用专门的节点控制技术对节点进行智能控制,使海缆故障时最大程度减少损耗。如能解决供电系统故障诊断和隔离能力,尤其是短路故障隔离能力等关键技术问题,则大规模大功率的海洋综合信息光网络建设采用直流恒压系统具有优势。该种方式适合主干传输距离较近、水下分支扩展较多的系统。

②恒流恒压混合方式。远程供电系统的岸基设备串联,主干海缆到主节点之间采用

高压恒流的供电方式。海底主节点与海底光缆串接在一起,主节点和次节点不进行接地,分支海缆均采用双极性缆,主干海缆负载之间是串联关系,应对故障能力较强。主节点到次节点、次节点到水下业务设备采用直流恒压供电方式,便于业务扩展。在海底光缆网络中需要对电流进行分支,海底单元将岸站提供的输入电流在水下进行电能恒流转恒流(CC/CC)和恒流转恒压(CC/CV)转换,水下业务设备获取额定功率。在整个系统中可将主节点视为恒流源,次节点内置恒流到恒压转换设备,为业务设备提供恒定工作电压,如图2所示。该种方式适合主干传输距离较远、水下分支扩展较多的系统。

③恒流供电方式。远程供电系统的岸基设备串联,主干和分支均为直流恒流,水下无接地,分支器与主节点之间采用双极性海缆,与主干光缆形成串联回路。主节点内通过电流转换电流,形成到次节点电流串联回路,次节点之间采用单极性缆进行串联,整个

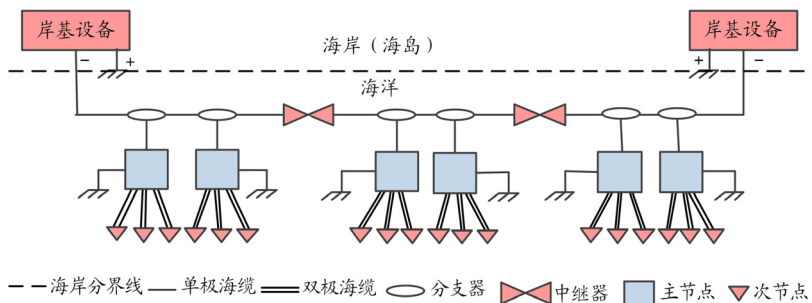


图1 恒压方式远供电源系统应用方式

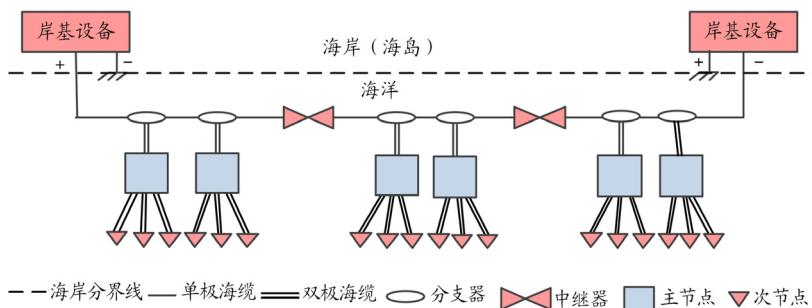


图2 恒流恒压方式远供电源系统应用方式

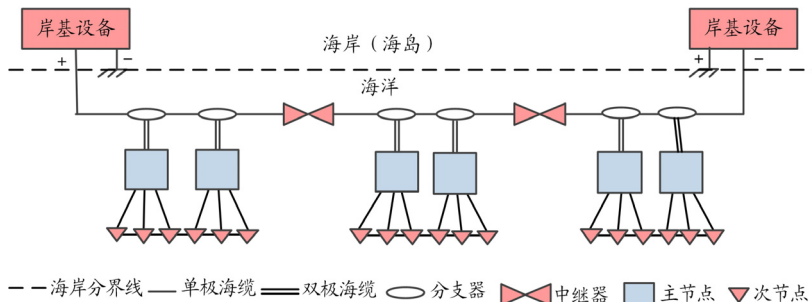


图3 恒流方式远供电源系统应用方式

系统应对故障能力较强,扩展性较差,如图3所示。该种方式适合规模较小、水下节点较固定、扩展性需求不高和对可靠性要求较高的系统。

1.3 系统功率预算

远供电系统功率预算确定远供电设备配置的基础,是按系统进行设计的,预算设计的内容和方法根据供电方式的不同而不同。恒压方式功率预算主要是岸基设备输出恒定电压值的预算,目前采用恒压方式远程供电的海底观测网,主要采用岸端10 kV供电。在海洋综合信息网中,如采用恒压模式对海洋综合信息光网络供电,在系统功耗需求不大的情况下,可直接采用岸基远供电源10 kV输出的恒压模式供电。

主干恒流方式主要用于主干传输距离较远、网络规模较大的海洋综合信息光网络。若主干电流太大会造成海底光缆太粗,不适合长距离、深水应用。因此,通常选择恒流直流在2 A以内,通过提高岸基远供电源最大输出电压的方式提高水下系统功率预算。岸基远供电源最大输出电压可以估算为 $V=\Delta V_1+\Delta V_2+\Delta V_3+\Delta V_4+\Delta V_5+\Delta V_6$ 。其中, ΔV_1 为海缆总压降(缆单位压降 $\times$ 总长度)、 ΔV_2 为水下节点总压降(各水下节点及下级分支单位压降的总和)、 ΔV_3 为维修缆总压降预留量(缆单位压降 $\times$ 维修缆总长度)、 ΔV_4 为维修接头总压降预留量(远供电流 $\times$ 维修接头直流电阻)、 ΔV_5 为地电位总压降(地电位差 $\times$ 电极间距离,地电位差通常按0.1~0.3 V/km计算)、 ΔV_6 为地电极总压降(接地电阻 $\times$ 远供电流 $\times 2$)。在以上6项电压中, ΔV_2 的预算是关键,由单个接入水下分支节点的功率预算和总接入个数决定,单个接入水下分支节点的功率预算涉及到分支海缆能够传输的距离以及可以接入的负载多少。一般情况下,海洋综合光网络进行远距离传输,水下节点数量较多,功率预算需要数十千瓦以上。

2 远供电设备技术方案

2.1 岸基设备技术方案

远供电设备主要包括岸基设备和海底单元2种。岸基设备分为恒流输出和恒压输出,主要区别在于电能转换单元、模拟负载连接方式的不同。岸基设备一般置于岸站机房,主要由不间断电源单元、电能转换单元、模拟负载、接地极和监控单元几个部分组成,如图4所示。各部分主要功能如下:

①不间断电源是主供电系统的备份方式,在主供电系统故障时,为系统提供后备电能,包括高品质免

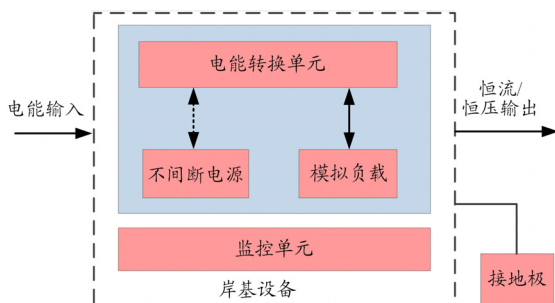


图4 岸基设备组成

维护蓄电池组、发电机等,可以提供电能维持海洋信息网一定的工作时间。该部分是供电系统的备份,可根据需要确定是否配置。

②电能转换单元由2个或多个高压输出模块冗余备份构成,每个模块可将输入交流电或中压直流电等输入转换成高压恒压或者高压恒流直流电,应具备冗余备份功能,当主单元部分故障无法工作时,可自动切换到备用部分以保证系统继续工作。

③模拟负载主要作用是对海底线缆整个系统的阻抗情况进行模拟,或者在系统初期调试或者系统检修与检测时使用,一般对外呈现为阻抗、容抗和感抗特性,可根据设备功率容限标准配置。

④接地极包括岸基接地极和海洋接地极,岸基接地极设置在机房附近,实现设备的接地保护,海洋接地极由接地体和接地电缆组成,用于岸基电源的电流构成电流回路,可以放在海岸、海水或与海洋地构成良好回路的大地中。

⑤监控单元的主要作用是监视设备的运行、与通信等情况。

为满足海洋综合光网络水下系统大功率用电需求,岸基设备通常需要为高功率输出、电能转换单元采用高压电源串联扩展技术,通过继续增加串联功率单元可以实现大功率直流输出。另外,海底光缆需要适应高电压、大电流电能传输。

2.2 海底单元方案

海底单元一般置于水下节点(主节点、次节点)中,也可以位于水下用电设备中。根据供电方案选择的不同,可分为恒压供电恒压输出、恒流供电恒压输出和恒流供电恒流输出海底单元,对应本文所提出的3种供电方案,海底单元主要组成部分如图5所示。

①恒压供电恒压输出海底单元包括隔离耐压腔体、电源转换组件、通信与监控单元和海洋接地极。电源转换组件根据具体应用情况由高压/中压模块+中压/低压模块或高压/中压模块或中压/低压模块这3种

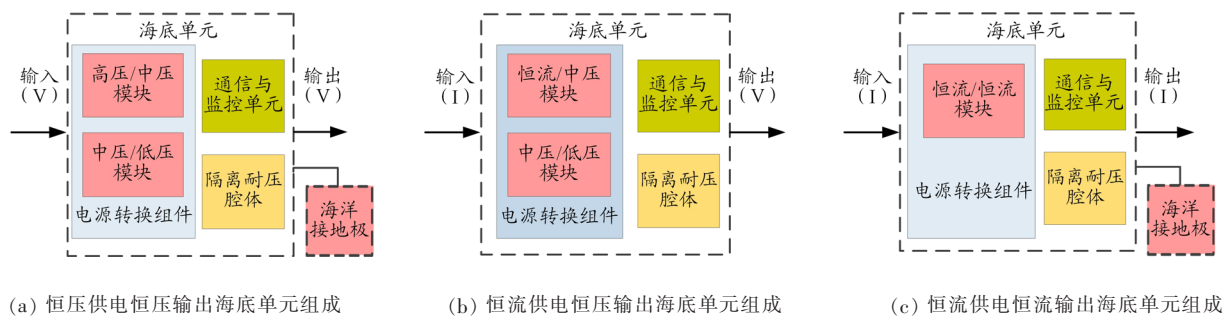


图5 海底单元组成

组合方式之一组成,其中高压/中压模块中需要引入海洋接地极并将输入和输出进行高压隔离。

②恒流供电恒压输出海底单元包括隔离耐压腔体、电源转换组件、通信与监控单元。电源转换组件根据具体应用情况由恒流/中压模块+中压/低压模块或恒流/中压模块或中压/低压模块3种组合方式之一组成,无海洋接地极。

③恒流供恒流输出电海底单元包括隔离耐压腔体、电源转换组件、通信与监控单元。电源转换组件由恒流/恒流模块组成,根据分支海缆极性决定是否包括海洋接地极。

为满足水下节点和水下业务设备大功率用电需求,海底单元通常也需要为高功率输出。另外,海底单元还需要考虑小型化和海底应用环境下的高可靠性。

3 结束语

为实现海洋强国的发展战略,远程供电技术是海洋综合信息光网络建设中必须要攻克的关键技术。本文介绍了海洋综合信息光网络远程供电系统组成结构,分析了远程供电技术发展情况,对几种输电方式优缺点展开讨论,提出了海洋信息光网络远程供电系

统方案及设备方案建议。随着我国对海洋综合信息光网络的发展建设,远程供电系统已成为制约其发展的瓶颈,主要表现在:一是水下系统用电功率逐步提升,需要探索海缆的耐高压、大电流技术;二是岸基供电设备可提供功率达不到需求时,需探索新型供电组网技术;三是海底单元的关键组成部分,即高功率的水下CC/CV、CC/CC模块在国内外都缺少研究,技术成熟度有待提升;四是海底单元需要极高的可靠性,岸上成熟产品在水下小型化应用其可靠性情况需要研究验证。这些都是急需研究和探索的问题,本文提出的几种供电系统方式和供电设备方案供参考,希望早日研制出用于我国海洋综合信息光网络的远程供电系统和供电设备,对网络建设将起到很好的促进作用。

参考文献:

- [1] 李春光,王瑛剑.水下信息网络“三网合一”分析[J].光通信技术,2012,36(9):16-18.
- [2] 吴锦虹.水下综合信息传输光放大设备技术研究[J].广东通信技术,2014,34(8):41-45.
- [3] 陈燕虎.基于树型拓扑的缆系海底观测网供电接驳关键技术研究[D].杭州:浙江大学,2012.
- [4] 吴锦虹.有中继海底光缆通信系统的应用与发展[J].中国新通信,2014,17(9):44-45.