

# 钻井船通用供电技术研究

傅祥廉

(中海油能源发展装备技术有限公司设计研发中心, 天津 300452)

**摘要** 石油资源作为工业发展中的一种十分关键的能源, 在历经几十年的勘察, 浅海区以及陆面上可供勘察的油气不断减少, 能源开采企业自然而然地瞄准了深水海域, 将石油开采工作延伸至深海区域。海洋平台常规利用钻井船作业, 需要靠泊对应平台, 通过自身柴油机提供钻井及生产动力。使用自身柴油机供电将消耗大量柴油对环境造成巨量碳排放。本文讨论利用平台电源为钻井船供电可有效节约柴油消耗, 减少环境污染。钻井船通用供电技术可解决平台为船体供电电压等级、用电频率等问题, 实现平台顺利为各类型钻井船供电需求。

**关键词** 钻井船供电 变频电源 碳排放

中图分类号: U223.5

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2021)02-0063-02

随着石油勘探海域深度的逐渐加深, 海上石油开采的环境也更加复杂, 对海上石油开采设备的稳定性以及安全性的要求也越来越高。目前, 钻井船与半潜式钻井平台为主要的两类适合深水钻井勘探和开发深水油气资源的浮式钻井设备。同半潜式钻井平台比较而言, 钻井船具有更大的机动性, 性能也更强, 它不仅可以快速改变作业区域, 增强使用效益, 而且还能够是在严峻的海况发生之前及时撤离, 大大减轻海上勘探作业安全风险。现阶段新建钻井船的工作水深超过 3000m, 钻井深度能够达 10000m。钻井船适合在全球不同水域连续勘探勘探井, 并且也可以用于钻井生产井以及作为浮动生产系统的主体。钻井船凭借其投资少、工作深度大、机动性好、自航能力强等优势, 已经逐渐发展成为海上石油资源勘察的不可或缺的设备。钻井船的性能将会对海上石油勘探的发展带来直接影响。在复杂多变的海洋环境中, 钻井船如何安全、高效地运行工作是需要我们考虑的问题。在钻井船运行中, 诸如钻探设备和推进设备的一系列设备均需要电力。随着海上油田开发建设规模越来越大, 用电负荷不断攀升, 钻井船的供电需求也逐渐引起了大家的关注。<sup>[1]</sup> 钻井船的供电问题不但与经济发展有关, 而且和钻井船的安全性以及可靠性密切相关。在制定钻井船通用供电技术方案时, 应结合项目的时间状况, 充分思量供电需求的各个方面, 并结合相关领域的最新研究成果来确定通用供电技术, 为钻井船的安全、高效运行提供强有力的保障。

## 1 钻井船供电需求分析

渤海区域海上平台普遍使用钻修机及钻机船完成钻完井作业, 随着钻井船服役年限增加, 其自带主机面临主机老化, 出力不足等问题, 严重影响钻完井作业效率。钻井船通常配置为柴油主机, 柴油燃烧将对环境造成污染; 钻完井周期相对较长在此期间柴油消耗、机组维保环境污染等问题亟待解决, 如何实现在安全、环保的前提下使用钻修机或钻井船进行优质、高效的钻完井作业是新时期对钻

完井提出的新的挑战。<sup>[2]</sup>

渤海区域已形成规模性海上油田电网, 电力资源相对充裕, 可利用平台电能为钻井船供电, 使钻井船靠泊平台作业期间减少甚至停止柴油机的使用。但是钻井船配电设备通常采用 600V 电压等级, 设备运行频率为 60Hz, 而平台通常使用 10kV/6kV 中压、400V 低压, 设备运行频率 50Hz; 无法直接使用平台电源或仅利用降压变压器为钻井船供电。因此一套以降压、变频设备为核心的供电设备将解决平台为钻井船供电瓶颈。

## 2 钻井船通用技术方案

针对钻井船供电需求, 首先对钻井船各工况下负荷进行统计、分析以确定所需设备容量。目前渤海油田开发、调整井总井深多为 2000 ~ 3000m 范围, 通过以往作业经验表明: 进行钻井作业期间, 在钻井平台处理 2000 ~ 3000m 处环空憋压 / 钻具阻卡工况下, 平台用电峰值约 4600kW; 作业支持阶段用电峰值约 510kW, 而在正常工况下, 相应用电负荷更低。

钻井船通用供电技术方案中需要配置高压开关柜 1 面可适应 10kV/6kV 中压, 移相变压器一台, 同时为移相变压器配置 IGBT 控制单元器件以调节进线侧频率。最后输出至降压变压器由降压变压器通过低压开关柜实现钻井船供电, 具体供电方案如图 1 所示。

## 3 工程案例分析

目前钻井船通用供电设备(移动式组合变电站)已在中海油钻井船上投产使用, 以该钻井船靠泊渤海某油田井口平台钻井为工程案例进行分析。<sup>[3]</sup>

该钻井船现配置有 4 台柴油机组作为钻完井作业及生活负荷主电源, 依据以往使用经验, 峰值负荷为 2500kW, 高峰柴油消耗达到 10m<sup>3</sup>/天。钻井船采用 600V 电压等级, 用电设备频率为 60Hz, 靠泊平台中压采用 10.5kV 电压等级, 低压采用 400V 电压等级, 用电设备频率为 50Hz。通过井

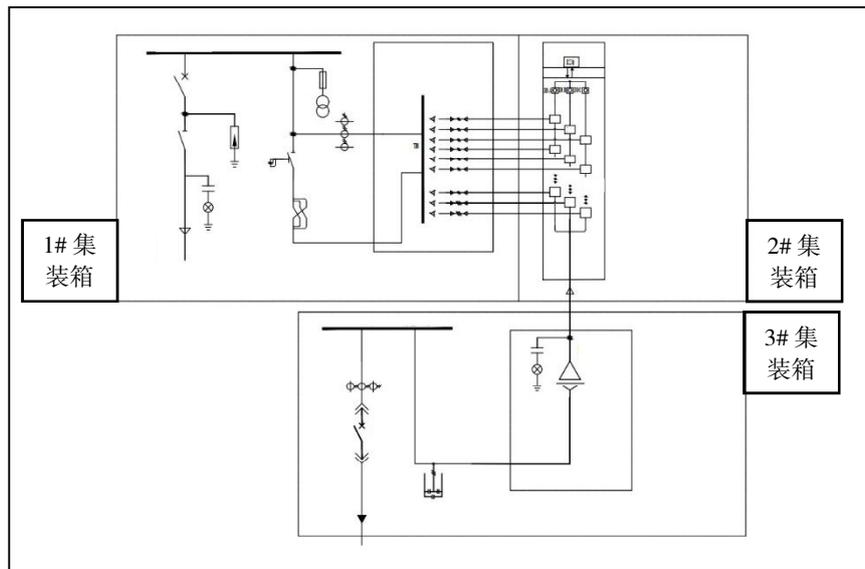


图1 钻井船通用供电技术框图

口平台备用 10.5kV 开关作为移动式组合变电站进线电源，通过移相变压器调整电源频率，再经过降压变压器将电压降至 600V 实现给钻井船供电。

其中该项目移动式组合变电站中降压变压器与移相变压器容量均为 3000kVA，按 0.85 功率因数计算，可满足钻井船峰值负荷。对井口平台进行适应性改造，完成对应备用开关的继电保护整改后即可开始作业。移动式组合变电站安装便捷，设备从吊装至安装调试完毕具备使用条件工期仅 8 天，具有较强的机动性。<sup>[4-5]</sup>

若以柴油机作为钻井船主动力，钻井作业期间，日均消耗柴油 8m<sup>3</sup>/天；完井作业期间，日均消耗柴油 4m<sup>3</sup>/天；完成一口井作业平均消耗柴油量 73m<sup>3</sup>。按市场价格 0# 柴油 6080 元/m<sup>3</sup> 计算，若使用移动式组合变电站供电，完成一口井作业可节约柴油消耗费用 44.4 万元。按一条钻井船年钻井、完井 15 口，即可节约近 666 万元柴油消耗费用。<sup>[6]</sup>

利用移动式组合变电站为钻井船供电可避免自带柴油机老化问题，在钻井期间，柴油机高负荷长时间运行，对柴油机轴承等部件磨损严重。且长时间运行缩短了柴油机定期保养周期，增加运营成本；同时年检、大修等比不可少的维保工作将降低钻井船钻井效率，因此利用移动式组合变电站直接降低了柴油机组的维保费用。<sup>[7]</sup>

单位质量柴油完全燃烧排放 CO<sub>2</sub> 质量为 3.0959kg，即 1kg 柴油完全燃烧将对应排放 3.0959kg 的 CO<sub>2</sub>。按照 200 英尺钻井船钻井工况下柴油日均消耗量计算，若采用柴油机作为主动力电源，每日将排放约 20 吨的 CO<sub>2</sub> 气体；采用移动式组合变电站为钻井船供电后，将减少排放 4.5 吨至 5 吨碳元素，在完成钻井完井作业同时，从根本上控制能源消耗，减少因作业施工带来的环境污染。<sup>[8]</sup>

#### 4 结论

“绿水青山就是金山银山”，低碳生活已被全社会所重

视。对于石化能源企业来说，环境保护更是一种不可推卸的责任。有效降低工程作业中温室气体的排放，从源头上减少碳排放具有积极的意义。

采用钻井船通用供电设备（移动式组合变电站）可在钻井作业期间最大限度节约柴油消耗，降低工程投资费用。同时因钻井船通用供电设备具有良好的通用型，可实现设备持续利用，资源共享。在钻井船与海上油田平台联合作业中充分诠释了“1+1 > 2”优势实现资源整合优化配置，具有良好的推广前景。

#### 参考文献：

- [1] 林华峰. 船舶电站 [M]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2006.
- [2] 周守为. 海洋石油工程工程设计指南 [M]. 北京: 石油工业出版社印刷厂, 2007.
- [3] 杨淑英. 电力系统概论 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2009.
- [4] 崔立君. 特种变压器理论与设计 [M]. 北京: 科学技术文献出版社, 1995.
- [5] 孙宝江, 曹式敬, 李昊, 等. 深水钻井技术装备现状及发展趋势 [J]. 石油钻探技术, 2011, 39(02): 8-15.
- [6] 崔博闻. 海洋钻采平台电站的建模及谐波分析研究 [D]. 兰州: 兰州理工大学, 2012.
- [7] 张辉. 深水半潜式钻井平台电力系统的设计研究 [J]. 电工技术, 2010(04): 43-44, 62.
- [8] 张睿, 曹丹. 钻井船电力系统方案研究 [J]. 船舶工程, 2013, 35(Z2): 189-190.