

文章编号: 1001-3482(2008)12-0016-03

第 6 代深水半潜钻井平台配电系统研究

于兴军,王亚峰,栾 苏,王耀华,乔晓峰

(宝鸡石油机械有限责任公司, 陕西 宝鸡 721002)

摘要:对目前性能最为先进的第 6 代半潜钻井平台配电系统进行了研究与开发。该配电系统主电源来自于 8 台型号相同的大功率柴油发电机,应急电源来自于应急柴油发电机。每 2 台柴油机发出的 11 kV 高压电组成 1 个配电盘,系统的 4 个配电盘通过跨接断路器可组成环形供电网络,8 台推进器通过其专用变压器和变频器实现动力定位功能;钻井 VFD 系统采用 12 脉整流的直流公共母线方式,整流器容量按一备一用的方式进行配置,逆变器与驱动对象采用一对一控制方式,钻井 MCC 由 380 V 配电盘和 220 V 配电盘组成。系统通过合理备份和冗余提高了平台设备的可靠性。

关键词:钻井半潜平台;配电系统;动力定位;配电板;柴油发电机

中图分类号: TE951

文献标识码: A

Study of Power Distribution System for 6th Generation Deepwater Drilling Semi-submersible

YU Xing-jun, WANG Ya-feng, LUAN Su, WANG Yao-hua, QIAO Xiao-feng

(Baoji Oilfield Machinery Co., Ltd., Baoji 721002, China)

Abstract: The introduction was made for the study of power distribution system for 6th generation deepwater drilling semi-submersible, which is the most advanced semi-submersible now. The main power of the power distribution system was produced by the eight sets of the same model diesel generators and the emergent power was produced by an emergent diesel generator. Four switchboards that were consisted of two output of the diesel generators could buildup a ring power distribution system by the breakers that were set on the side of the every switchboard. The dynamic position function was achieved by the eight propulsion thrusters that were controlled by the special transformers and transducers. The VFD of drilling system adopted the DC common bus technology and the DC voltage was engendered by the 12-pulse rectifiers whose capabilities fulfill the back-up principle. Every electromotor of equipment was driven by a special motor module. The drilling MCC consisted of 380V switchboard and 220V switchboard. It could improve the equipment reliability by the reasonable redundancy.

Key words: drilling semi-submersible; power distribution; dynamic position; switchboard; diesel generators

随着陆地油气资源的日益枯竭,海洋油气开发也已从浅水向数千米水深的海域发展。第 6 代海洋

平台作为当前性能最为先进的钻井平台,其在钻井效率、自动化程度、可靠性等方面都有着其他形式平

收稿日期:2008-06-21

基金项目:国家 863 计划“南海深水油气资源勘探开发关键技术和装备”项目“深水半潜式钻井船设计与建造关键技术”(2006AA09A10)

作者简介:于兴军(1980-),男,吉林安图人,硕士,现从事石油机械研究与开发工作。

台无可比拟的先进性,其配电系统作为平台各设备的组成部分不可忽视。笔者通过对几座同级别平台配电系统的配置方案进行消化吸收^[1-3],以 GVA consultants 公司 GVA 7500 和 Frigstad Engineering 公司 D90 等深水半潜式海洋平台为参考,进行了第 6 代深水半潜钻井平台电力系统的研究与开发;结合国家 863 计划子课题——“深水半潜式钻井船设计与建造关键技术”进行了各电压等级用电设备统计、电力系统负荷计算、电力系统配电电路设计等研究工作。

1 发电机 11 kV 高压配电系统

如图 1 所示,平台主动力系统来自于 8 台柴油发电机 GEN-1 ~ GEN-8,考虑到平台整体配重以及配电系统的可靠性,8 台柴油发电机被分别放置于 4 间相互隔离的发电机舱内,每个舱内的 2 台发电机组成一套独立的供电配电盘,则构成了平台配电系统 11 kV、50 Hz 配电盘 SWBD-A ~ SWBD-D。其中,每个配电盘与所连接的发电机之间配有断路器(QF1 ~ QF8),当某个发电机出现故障时,通过其断路器将其切除。

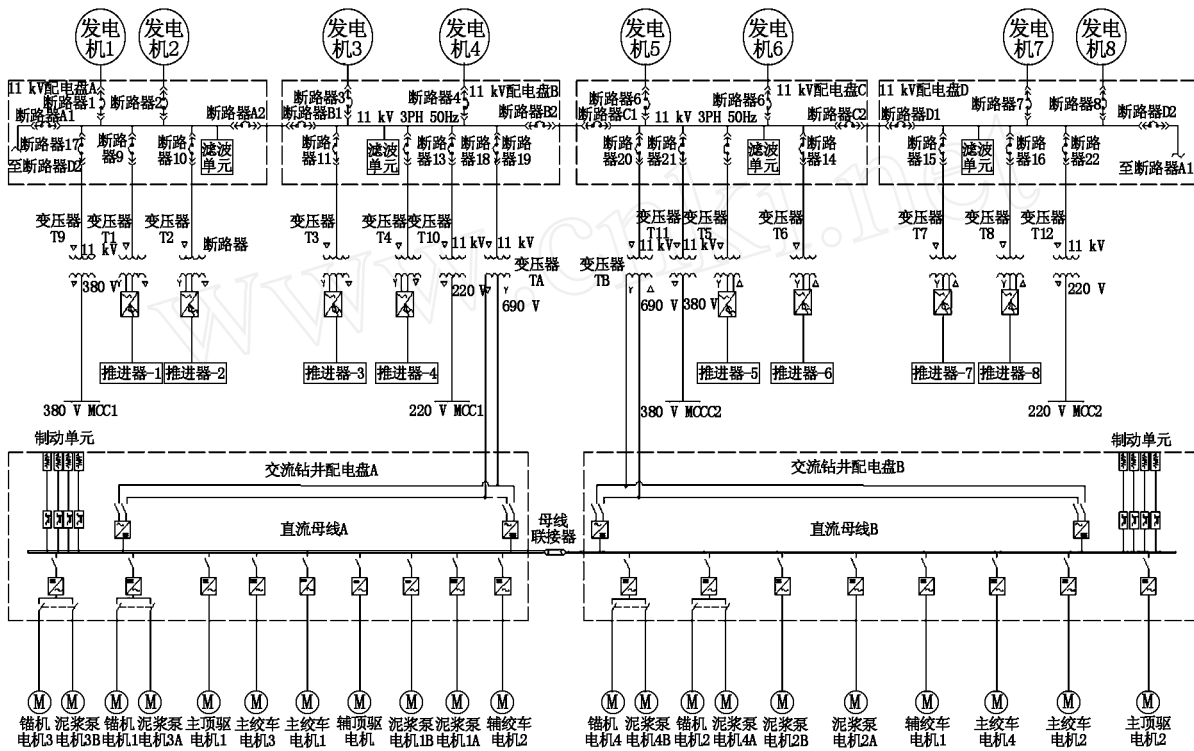


图 1 平台配电系统单线图

4 个 11 kV、50 Hz 配电盘 SWBD-A ~ SWBD-D 之间分别跨接有断路器 QF-A1、QF-A2、QF-B1、...、QF-D2,通过配电盘 A、D 的断路器 QF-A1 和 QF-D2 的连接可将 4 个 11 kV 配电盘构成了 1 个环形配电网络。每个配电盘两端的跨接断路器实现各配电盘的接入或切除,当某配电盘两端的断路器均接通时,该配电盘所对应的发电机就接入 11 kV 环形供电网络,对平台用电设备进行供电;当某配电盘两端的断路器均断开时,该配电盘就从 11 kV 环形供电网络中切除,就形成了一个独立的供电单元,其对应的柴油发电机对平台设备进行分区供电。由于 11 kV 环形供电网络是由 4 个彼此独立的配电盘

组成,切除其中任意的一个都不会影响环网的连续供电。此外,跨接断路器还可以实现对环形供电网络的保护,当该网络某处发生短路时,该处的短路电流将会使其两端的跨接断路器断开,进而将发生故障处从配电网络切除,不会影响其他配电盘的正常供电。

2 动力定位配电系统

动力定位系统用于海洋平台在海平面上的定位及调整平台位置^[4]。第 6 代海洋平台普遍采用了先进的 ABS DP Class 3 动力定位系统,该定位系统通过 DP3 控制系统控制位于平台浮筒底部的 8 个推

进器的动作。如图 1 所示,本平台有 8 个 3.8 MW 的推进器,配电盘通过 8 个断路器 QF9 ~ QF16 将 11 kV 电源分别送至推进器专用变压器 T1 ~ T8 的一次侧, T1 ~ T8 为容量 6 000 kVA, 11 kV/2 × 3 kV 的三相双绕组变压器, 11 kV 的高压经过变压器降压输出到推进器专用变频器从而对推进器电机进行调速。

3 钻井 VFD 配电系统

为了提高海上钻井作业效率,第 6 代海洋平台采用了双井口作业方式,即:相对于陆地钻机而言,其有 2 套井架、2 台绞车、2 台顶驱等,通过主、辅井口钻井设备的协调分工从而提高钻井时效。VFD 系统是钻井系统的大脑,其控制着主、辅井口钻井设备的动作。本平台主绞车由 4 台 1 100 kW 变频电动机 DW(M)-1 ~ 4 驱动,辅绞车由 2 台 800 kW 变频电动机 DW(A)-1、DW(A)-2 驱动,主顶驱由 2 台 850 kW 变频电动机 TD(M)-1、TD(M)-2 驱动,辅顶驱由 1 台 600 kW 变频电动机 TD(A)驱动;4 台 F-2200HL 型泥浆泵,每台泵采用 2 台 900 kW 变频电动机 MP-xA、MP-xB 驱动。

为了减少配电系统的谐波干扰,本钻井 VFD 系统采用了 12 脉整流单元^[5-7],即 11 kV 配电盘 SWBD-B、SWBD-C 经断路器 QF19、QF20 分别向 2 个 12 脉整流变压器 TA、TB 一次侧供电,变压器二次侧输出 Y 端和 端分别连接 2 个整流器,整流器输出直流电压到直流公共母线上,整流器采用一备一用方案,即 4 台整流器中任意 2 台即可满足钻井电力负荷需求;此外,直流母线分为 A、B 二段,中间由母线连接器 BUS LINK 连接。二段直流母线下的逆变器与钻井设备驱动电机采用一对一控制方案,将每个钻井设备的驱动电机分散分配在二段母线上,这样其中任一段母线的故障都不影响钻井设备的运转。VFD 系统通过硬件冗余进一步保证了钻井设备的可靠性。

考虑到锚机电机与泥浆泵电机容量相近,且二者不会同时工作,锚机变频电机 AW-1 ~ AW-4 分别与 3 #、4 # 泥浆泵电机 MP-3A ~ MP-4B 共用 1 台逆变器,并且锚机电机与泥浆泵电机应逻辑互锁。

在钻井过程中,为了对绞车实行能耗制动,本系统在每段直流公共母线上跨接有制动单元,将绞车刹车过程产生的能量消耗在制动电阻上。

4 钻井 MCC 配电系统

本平台钻井 MCC 配电系统有 380 V 和 220 V

2 个电压等级。11 kV 配电盘 SWBD-A、SWBD-C 经断路器 QF17、QF21 分别向变压器 T9、T11 侧供电,经降压后分别向 380 V MCC1、380 V MCC2 配电盘供电;11 kV 配电盘 SWBD-B、SWBD-D 经断路器 QF18、QF22 分别向变压器 T10、T12 一次侧供电,经降压后分别向 220 V MCC1、220 V MCC2 配电盘供电。

5 应急配电系统^[8-9]

根据《海上移动平台入级与建造规范》的规定,平台应设有独立的应急电源,该应急电源能够维持通道、出口等处应急照明以及紧急通信系统工作 36 h,维持依靠电力操作的水密门以及报警等设备工作 0.5 h。本平台应急电源来自于应急发电机,其配电盘正常情况下由 380V MCC 配电盘供电,当主电源发生故障时,该配电盘自动与主电源切断,应急发电机盘启动,配电盘接收来自应急发电机的电源,实现应急电源的分配。

6 结语

第 6 代海洋平台配电系统采用 12 脉整流直流公共母线技术,大大改善了配电网的电源质量,通过硬件冗余方式提高了钻井设备供电的可靠性,为提高钻井系统的作业效率提供有力保障。

参考文献:

- [1] GVA7500 DP/ MOORED Dual Activity Ultra-deepwater Unit technical description [M]. Houston: GVA consultants, 2007.
- [2] Theodore wildi. Electrical Machines Drives and Power System [M]. Prentice Hall, Inc, 1991.
- [3] Harris L M. An Introduction to Deepwater Floating Drilling Operations [M]. Tulsa: Petroleum Publishing Co., 1972.
- [4] 谢菲尔德. 浮式钻井设备及其应用[M]. 周邦杰, 译. 北京: 石油工业出版社, 1988.
- [5] ABB 电气传动系统有限公司, ACS800-104/ 704 模块硬件手册[K]. 2004.
- [6] 冯莉萍, 戴春芳, 王滨海. 海洋钻井平台谐波成因与治理分析[J]. 石油矿场机械, 2007, 36(6): 23-25.
- [7] 董呈彬. 钻井平台电站无功功率动态补偿技术的应用[J]. 石油矿场机械, 2007, 36(12): 88-90.
- [8] 中国船级社. 海上移动平台入级与建造规范[K]. 北京: 人民交通出版社, 2005.
- [9] Rules for Building and Classing Offshore Mobile Drilling Units [K]. New York: American Bureau of Shipping, 1973.