

自升式钻井平台冷却水系统设计和调试

武 军

(南通中远船务工程有限公司 海工研发中心, 江苏 南通 226000)

摘 要: Workhouse 型自升式钻井平台是国外某个设计公司设计的中型钻井平台, 平台结构紧凑, 与钻井相关的功能齐备。在项目实际建造过程中, 应业主要求改变原设计公司的设计方案, 将原风冷发电机系统改成水冷系统, 重新计算海水冷却系统容量和设计管路系统, 解决升降实验过程中冷却系统的大容量用水需求, 完成了项目需求的码头实验内容并成功交付业主。目前, Workhouse 型自升式钻井平台在服务水域持续稳定地工作。

关键词: 自升式钻井平台; 冷却水系统; 临时冷却系统

中图分类号: U674.38

文献标识码: A

文章编号: 1671-9891(2019)01-0047-04

0 引言

通常, 中小型自升式钻井平台发电机冷却采用风冷, 空调等其他辅助设备用海水直接冷却, 部分空调系统采用空冷方式, 而大型平台也有采用水冷的情况, 即海水直接冷。^[1] Workhouse 型自升式钻井平台最初是基于发电机风冷的设计, 在合同设计阶段, 由于平台工作水域更改为中东地区, 环境温度较高, 业主担心风冷效果不好造成发电机组故障, 因此要求改变设计方案, 将发电机风冷改成水冷, 重新设计冷却水系统。

1 基于 35℃海水温度的冷却水系统方案可行性分析

对于无限航区的船舶, 冷却水系统设计通常基于海水最高温度 32℃; 对于长时间在热带工作的平台, 有时要求按照最高海水温度 35℃设计。^[2] 一般情况下, 完全采用中央冷却淡水系统设计方案需要考虑的设计和工作条件有: (1) 海水直接冷却即海水泵直接将海水输送到冷却用户, 没有温度控制。(2) 直接冷却情况下, 冷却水用户的冷却器材质需要按照海水设计, 对腐蚀性要求高。(3) 海水温度受到季节和工作水域的变化有很大的差异, 例如在 0~32℃之间。

中央冷却淡水系统在常规船舶和海洋工程项目中应用非常普遍, 其中淡水侧为相对闭式循环, 并配置温度控制阀以确保稳定的冷却水温度; 海水侧为开式循环, 海水泵直接从海底门吸取海水, 经冷却器后排出舷外, 无须配置温度控制阀。如果采用中央冷却系统, 冷却用户不直接接触海水可以降低设备对材质的要求, 冷却水温度相对稳定, 因而冷却用户的设计和工作条件也相对稳定。

由于平台原始设计的理念是风冷柴油发电机组和空调机组, 没有配置独立的中央淡水冷却系统, 海水冷却系统容量也很小。若按照新要求将柴油发电机组和空调改成水冷形式, 采用中央冷却水方案需要额外的空间安装中央淡水泵和冷却器, 原平台的结构和舱室功能划分根本没有考虑这些辅助设备的布置, 其他机械处所空间紧凑, 无法布置体积较大的冷却水泵和冷却器; 若将右侧储物间改造成机械舱室安装冷却系统设备和附件, 则原有的储物功能无法满足平台工作和日常维护的需要。另外, 因中央冷却水系统海水侧的需求, 原海水深潜泵容量需要相应增加。

设计团队注意到改装原先海水冷却水系统的方案较淡水中冷系统的优势在于无须额外的中央冷却水泵和冷却器, 无须改变舱室功能; 面临的最大问题是需要对柴油机冷却系统做变更, 海水深潜泵的容量增加后, 已经到达常规深潜泵的容量极限。同时因系统流量增加带来的管径增加, 给管系布置相应增加了难度。分析比较后, 设计团队决定采用扩容原海水冷却系统的方案, 即修改发电机的冷却水系统, 其他辅助设备仍

收稿日期: 2018-05-04

作者简介: 武军(1979—), 男, 河北秦皇岛人, 南通中远船务工程有限公司海工研发中心工程师。

然沿用海水冷却,同时增加海水深潜泵的数量以满足额外的海水需求。

2 改装海水冷却系统的方案设计

通常,海水冷却系统的主要构成包括:水源、冷却用户和排海口。深潜泵是整个钻井平台海水系统的供应源,其中两台海水泵安装在桩腿上的泵塔上,可随导轨上下移动以调整潜水泵的潜深;一台潜水泵设计成软管卷盘形式,即通过软管卷盘收放潜水泵;深潜泵的出口都连接到海水环管上,海水冷却系统从海水环管取水后经增压泵供应给各个用户,海水经各个冷却用户后,汇总到排海总管上排入大海,如图 1 所示。发电机高低温冷却水系统采用内外循环的方式,自带海水冷却器,即冷却器热侧为高低温淡水,冷侧为海水。冷却器集成在发电机公共底座上,对原有舱室布置没有额外的空间要求。

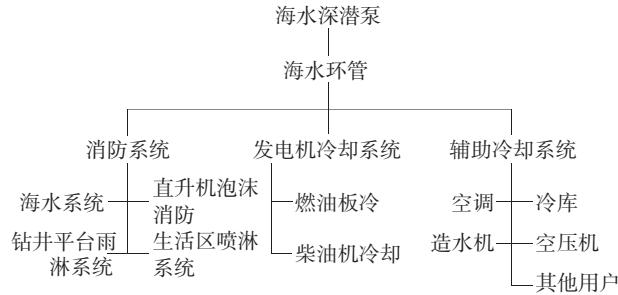


图 1 海水冷却水系统

冷却水系统容量计算需要考虑的两个大用户是五台发电机(每台约 80 m³/h)和空调机组(共约 280 m³/h)。冷却水系统流量计算如表 1 所示。

表 1 海水冷却系统流量计算

序号	设备名称	流量/(m ³ ·h ⁻¹)	备注
1	1 号发电机	80	
2	2 号发电机	80	
3	3 号发电机	80	
4	4 号发电机	80	
5	5 号发电机	80	
6	空调 1	140	最大 3 × 50 %
7	空调 2	140	最大 3 × 50 %
8	空调 3	140	最大 3 × 50 %
9	空压机	10	
10	消防	108	
	汇总	1 300	

3 浮态临时冷却系统调试

冷却水系统计算和设计完成并实船安装后,在调试过程中面临新的挑战:(1)调试的场地处于长江下游,靠近入海口处,江水的泥沙和其他杂质含量较高。(2)业主不允许直接用江水调试,即使允许也需要拆检所有冷却用户上的冷却器并检修所有的深潜泵。鉴于设备拆检损坏后所需的维修工时费用、进口设备的备件供货周期等问题,项目建造小组经讨论后决定采用临时冷却系统。

临时冷却系统需解决的问题:(1)尽可能利用现有设备且对原有系统改动最小。(2)据平台的不同调试工况计算临时系统容量,确保新增加设备容量最小。(3)平台在浮态时可以用江水,但平台升高后没有水源。(4)临时冷却系统需解决冷侧和热侧的水源和循环问题,利用自然条件和设计环境的差异进行系统设计。

浮态时冷侧使用江水,经临时潜水泵(悬挂在平台一侧)和临时冷却器后排入长江,所用管路和附件都需采购;热侧使用原冷却水系统的设备和管路,连接系统的取水管路和原排海管路由开式循环改成闭式循环。考虑到原有开式循环系统压力损失问题,可借用一台水泵做增压泵使用。新增加和改装原有管路都采用软管和钢管结合的办法提高施工效率。系统流程如图 2 所示。

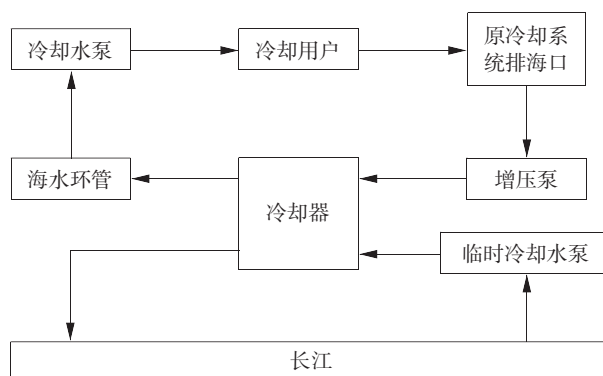


图 2 浮态临时冷却系统

冷却器的热负荷计算兼顾了平台不同季节的不同工况,例如不同工况下的柴油机运行负荷、夏季和冬季的空调使用情况、冬季和夏季的江水温差。经平衡冷却系统热负荷后,冷却水供应受工况和季节影响很大,若采用单台潜水泵供水,则造成低负荷状态下的浪费,且系统没有备份,一旦水泵有故障,则整个平台必须停止调试;若采用常规的一用一备配置,水泵的配置会更加浪费。通过评估冷却器的热负荷和冷却用户的流量要求,发现 60% 的容量基本满足了常规工况下整个平台的使用要求。因此,采用 2×60% 的容量配置临时冷却水泵。这样既满足使用要求,又能实现系统的冗余设计,提高系统的可靠性。同时为了节约成本,冷却器只是采用 1×100% 的容量,但是为了防止堵塞设计了反冲系统。在系统的实际运行过程中,没有安装增压泵,造成热侧系统压力和流量偏小,但仍然可以满足使用要求。

4 自升式平台的升桩状态调试

自升式平台的升桩状态包括从插桩到平台离开水面、继续爬升到工作高度甚至桩腿顶部的过程,在平台离开水面 1 m 左右时,船上开始检查各个系统工作情况,即将继续爬升的时间节点。此时,平台已经高于水面,准备爬升到桩腿顶部,临时冷却水泵必须拆除,无法继续向冷却水系统供水。在无外部水源供应的情况下,只能利用压载舱内的存水,因此存水的数量和使用方法是这个系统设计的关键。一般而言,存水越多越好,但受到升桩系统工作负荷的限制及舱内水的配载会影响单个桩腿的负荷。经严格的升桩过程计算和安排升起后的调试,最终确定带 1 800 t 水升桩,并配载在 6 个不同的水舱内,配载方案如表 2 所示。^[3] 确定配载方案的前提是必须保证每个桩腿负荷控制在允许范围内,且确保三个桩腿的负荷尽可能均衡。

表 2 升桩过程配载和桩腿负荷计算

描述	密度 M.T/Cu.M.	测深			质量/t
		最大容积/m ³	最大质量/t	深度/m	
压载舱 1.左	1.000	430.600	430.600	3.722	200.000
压载舱 2.右	1.000	430.600	430.600	3.722	200.000
压载舱 3.左	1.000	507.700	507.700	4.735	300.000
压载舱 4.右	1.000	493.600	493.600	4.870	300.000
压载舱 5.左	1.000	599.900	599.900	5.343	400.000
压载舱 6.右	1.000	599.900	599.900	5.343	400.000
桩腿负荷					
R1	=	6 607.090	M.Tons	14 565.890	Kips 首部
R2	=	6 782.880	M.Tons	14 953.440	Kips 右侧
R3	=	6 717.640	M.Tons	14 809.620	Kips 左侧
升桩系统负荷					
F1	=	4 064.090	M.Tons	8 959.630	Kips 首部
F2	=	4 239.880	M.Tons	9 347.180	Kips 右侧
F3	=	4 174.640	M.Tons	9 203.360	Kips 左侧

同时水在单个压载舱内循环使用,当水温超过 32 ℃时再切换到其他舱室。水循环包括外循环和内循环两个部分。外循环是用舱底水泵从相应舱室取水排到缓冲水仓;内循环是冷水水泵从缓冲舱取水,经冷却用户后再回到相应的压载舱。系统流程如图 3 所示。在系统实际运行过程中,升降桩速度略高于设计速度,使系统总工作时间减少,冷却水系统循环良好,温升在计算范围内,冷却用户没有发生过温度报警,所带存水剩余未循环水量可满足设计时考虑的应急预案。

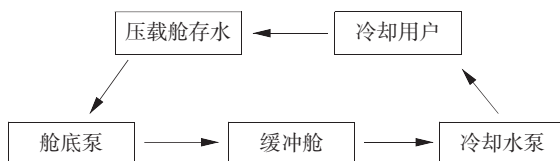


图 3 升降桩状态系统

5 结束语

本项目的冷却水系统改变了 Workhouse 型自升式钻井平台的原始系统设计,在调试过程中有效解决了超常规的要求。通过有效解决实际工作中的问题,项目组积累了设计和改装类似项目冷却系统的经验,能够在未来的项目设计初期即考虑临时冷却系统的设计,在系统设计、设备选型中预留相应的接口。同时,该项目也为项目组承接其他类似的海洋工程积累了经验,为客户定制化定制系统提供了理论支持和实践经验。

参考文献:

- [1]冯大力.自升式钻井平台主机冷却系统分析[J].船海工程,2015,(b11):73-75.
- [2]王荣生,黄平涛,等.船舶设计手册轮机分册[M].北京:国防工业出版社,1999.
- [3]中国船级社.CCS-1992 海上固定平台入级与建造规范[S].北京:人民交通出版社,1992.

(责任编辑:顾力豪)

Cooling Water System Design and Commissioning for Jack-up Drilling Rig

WU Jun

(Centre of Marine Engineering Research and Development, COSCO Nantong Shipyard Co., Ltd.,
Nantong 226000, China)

Abstract: Workhouse type jack-up drilling rig is one of the mid-size ones designed by a foreign company, with compact space and all functions for drill. In the process of its building and at the request of the owner, the original design was modified, the original air cooling system for generator was changed to water cooling one, and the capacity of sea water cooling system and piping system were re-computed, which solved the problem of large volume water demand for cooling system during the jacking trail. The required berthing tests were completed and it was successfully delivered to the owner. Currently the workhouse type jack-up drilling rig has been functioning stably in the service waters.

Key words: Jack-up drilling rig; water cooling system; temporary cooling system