

海上有人井口采油平台海水泵停运节电研究与实际应用

经济效益

Research on outage and power saving of offshore manned wellhead production platform pump and its practical application economic benefits

董宝柱（中海石油（中国）有限公司天津分公司，天津 300459）

Dong Baozhu (CNOOC (China) Co., Ltd., Tianjin Branch, Tianjin 300459)

摘要：海上有人井口平台一般设有两台海水泵，一台长期运行，一台备用。本平台生活楼冲厕用水为生活污水中水罐提供，目前平台海水泵用户较少，从而导致了海水泵大量无用排海，其中95%以上为无用功，造成用电浪费。针对此项问题，攻克了消防管网补压替代水源和防海生物装置替代防护两项难题，最终实现了海上有人井口平台海水泵长期停运，产生良好的经济效益。

关键词：海水泵；节电；消防管网；防海生物装置；实际应用；经济效益

Abstract: Offshore manned wellhead platforms generally have two seawater pumps, one for long-term operation and one for backup. The flushing water for the living building on this platform is provided by the water tank in the domestic sewage. Currently, there are few users of seawater pumps on the platform, which leads to a large number of useless seawater pumps being discharged into the sea, with over 95% of them being useless, resulting in electricity waste. In response to this issue, we have overcome two challenges: replacing water sources with pressure compensation in the fire protection pipeline network and replacing protection with marine biological devices. Ultimately, we have achieved long-term shutdown of seawater pumps on manned wellhead platforms at sea, resulting in good economic benefits.

Key words: Seawater pump; Energy saving; Fire protection pipeline network; Anti marine biological device; Practical application; Economic benefit

1 项目背景

1.1 概述

渤海某有人井口平台设有两台海水泵（WHPA-P-4001A/B），1台海水泵长期运行，1台备用。本平台生活楼冲厕用水为生活污水中水罐提供，且平台海水泵用户较少，从而导致了海水泵大量无用排海，其中95%以上为无用功，造成用电浪费。针对此项问题，特对此井口平台海水泵停运节电进行立项攻关。

1.2 海水泵参数

海水泵为离心泵，它通过旋转叶轮将水体离心向

外，产生吸入和排出水的作用。其流量和扬程较高，且配合防海生物装置使用。

表 1 海水泵数据表

电机参数		泵参数	
设备型号	YQSH250/4-55	型号	600QHB120-90/8-55
功率 kW	55	流量 m ³ /h	120
额定电压 V	380	进口压力 kPaG	ATM
额定电流 A	116	出口压力 kPaG	750
频率 HZ	50	扬程 M	90

1.3 海水泵用户介绍

有人井口采油平台海水泵用户包括海管应急置换

(日常不用)、公用软管站(日常不用)、修井机泥浆池(日常不用)、电解铜铝装置(在用)、消防管网补压(在用)。

海水泵用户只有消防管网补压和电解铜铝使用，而消防管网补压基本不用海水，用也是非常少，只是一个补压的作用。海水泵给电解铜铝提供海水，为海水泵和消防泵防海生物，用量也非常少。接下来围绕以上两个方面进行攻克，寻找消防管网补压和电解铜铝替代方法。

2 解决方案

2.1 消防管网补压：淡水泵替代海水泵为消防管网补压方案

某有人井口采油平台消防管网压力设定值600kPa，由海水泵进行消防管网补压。根据平台生产现有设备和装置进行研究，决定通过淡水泵提供动力源，淡水补压方式，取代海水泵补压，保持消防管网带压状态。

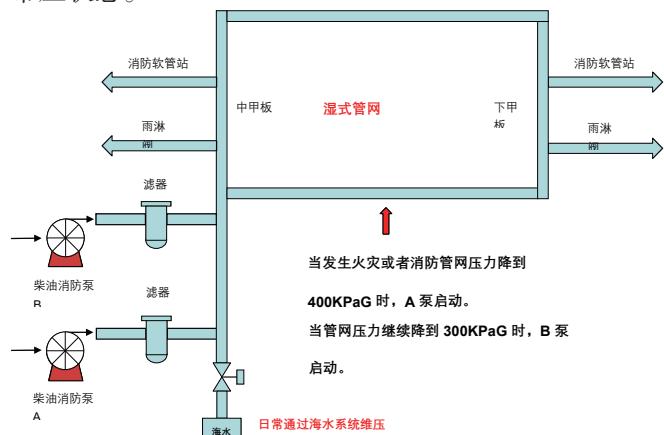


图1海上采油平台消防管网示意图

2.1.1 淡水泵提供动力，压力满足

淡水泵自动启停给生活楼淡水压力罐提供压力，同时通过淡水压力罐保证现场公用软管站压力。

数据计算：生活楼淡水压力罐设定压力350kPa，压力水罐距离消防管网压力设定值取压点在下甲板高差25m。

$$350\text{kPa} + 250\text{kPa} = 600\text{kPa}$$

因此，就目前工况消防管网压力靠淡水泵提供动力源可行。

经过改造实践证明，因供水压管线设有单流阀，消防管网压力一直保持在550kPa以上，前期调研得到了充分论证。

2.1.2 淡水代替海水，用量满足

消防管网冲压状态，按理论分析不会消耗淡水，

实际有可能存在损耗。为了验证用水量，进行了试验，将隔离海水泵为消防管网补压阀门，同时停止海水泵。试验24小时，消防管网压降为140kPa，通过压力变化，我们可以得出，耗水量相当少，因此不会产生淡水浪费情况。

2.1.3 消防管网补压点，具备改造条件

消防管网补压点位于平台工作甲板，入口自力式调节阀低点排放口具备接入条件，同时距离最近公用软管站仅2m距离。

2.1.4 流程改造方案

将工作甲板公用软管站淡水口快速接头改为三通，利用仪表管线连接至消防管网补压口低点处，再增加相应阀门和单流阀进行控制，即可实现淡水为消防管网补压流程的改造。

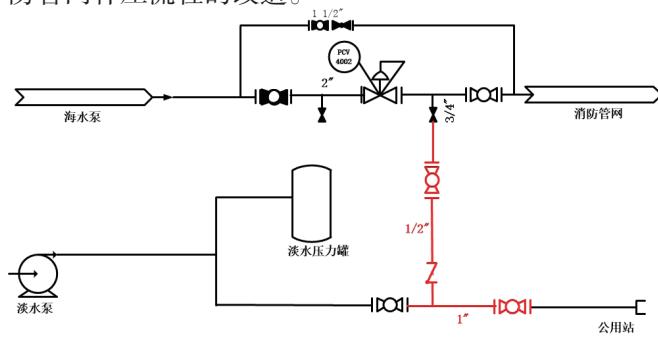


图2流程改造示意图

所需物料：1寸三通（1个）、1寸球阀（1个）、1/2寸单流阀（1个）、1/2寸球阀（1个）、1/2寸仪表管2m。

2.2 电解铜铝装置：替代海水泵提供海水方案可行性研究

2.2.1 电解铜铝装置的原理

电解铜铝装置的作用，铜阳极在海水泵提供的海水中电解产生微量铜离子，当海水管系中有这些微量铜离子的海水流过时，就能有效地抑制海生物在其中的生长，从而起到防堵作用。铝或铁阳极电解后生成少量氢氧化铝或氢氧化铁沉淀物，随着电解时间的加长，这些沉淀物就附着在海水管系内壁上，形成一层很薄的保护层，进而防止海生物生成并起到防腐作用。

电解铜铝装置在平台上的作用，主要是防止海水泵、消防泵的入口和出口管线及设备放置海生物生长。

2.2.2 替代电解铜铝装置方案

2.2.2.1 调研

经过咨询调研，发现目前国内防海生物^[2]生长的方法有两种，一种是电解海水防海生物装置，用镀铂钛电极或特制的电极将海水电解，以产生NaClO、

HClO 和 Cl₂，这些有效氯是强氧化剂，能杀死海生物的幼虫和孢子，达到防至海生物附着生长目的，这种方法主要发挥作用的主要物质含 HClO。另一种就是目前平台使用的电解铜铝装置，前期已做介绍。

2.2.1.2 解决方案

在目前平台现有条件下进行分析，次氯酸（HClO）加注，既容易实现，又很方便操作。这种方法与电解铜铝装置厂家（Vekada）的防海生物技术人员沟通，也得到了验证和认可。

海生物^[3]的幼虫和孢子生成周期一在 3-5 天，冬季不繁殖 10 月至次年 3 月，夏季 6 月 -7 月份为繁殖旺盛期。次氯酸（HClO）在 0.5PPm-1PPm 浓度加注，即可有效杀死海生物。

海水泵和消防泵停止状态时，泵吸入口静态（无涌浪）空间较小，少量加注即可实现防海生物作用，考虑到次氯酸（HClO）为强氧化剂，不能连续加注，对泵有腐蚀。所以采用周期性加注（与电解铜铝厂家探讨结果），每周投放一次消毒片（主要成分 HClO）或用水稀释消毒片后将溶液倒入加注漏斗中，流入泵吸入口，即可实现消防泵与海水泵吸入口的海生物抑制和消杀作用。

优点：①不需要额外改造增加加药罐、加药泵；

②药剂来源简单，消毒片（生活楼消毒，配餐购买）；

③便于操作，简单实用。

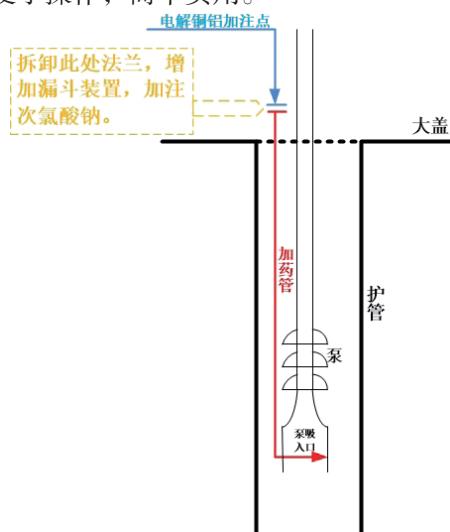


图 3 药剂加注示意图

3 实际应用经济效益

3.1 海水泵功率 55kW，停运产生经济效益

每天： $55*24=1320$ 度 / 天 *0.7 元 / 度 =924 元 / 天

全年： $55*24*365=481800$ 度 / 年 *0.7 元 / 度 =33.726

万元 / 年

3.2 电解铜铝装置停运停运产生经济效益

3.2.1 节省费用

①电解铜铝装置（功率约 0.79kW）停运节省电费：

$0.79*24*365=6920$ 千瓦时 / 年，对应电费：

$6920*0.7$ 元 / 度 =0.48 万元 / 年；

②去往 4 个用户的电伴热（约 82m）停运节省电费：

按照全年平均功率 1kW（夏季约 0.5kW，冬季约 2kW）计算：

$1*24*365=6438.6$ 千瓦时，对应电费： $6438.6*0.7$

元 / 度 =0.61 万元 / 年；

③电解铜铝装置年度维保和更换铜棒铝棒，节省费用 1 万元 / 年。

总计节省费用约： $0.48+0.61+1=2.09$ 万元 / 年。

3.2.2 消耗费用

第一，使用次氯酸消毒药片溶解后，定期加注至海水泵入口。

含氯消毒片：12.5 元 / 瓶（100 片 / 瓶），消防泵（A/B 泵）与海水泵（A/B 泵）每周各加 3 片，共计 12 片。每年需要消耗 6.25 瓶（625 片），合计：78.1 元 / 年。

第二，消防泵（A/B 泵）与海水泵（A/B 泵），共计 4 台泵的加药漏斗（20 元 / 个），一次性投入 80 元。

注：0.5PPm-1PPm 浓度加注即可实现对海生物的消杀。降低海水泵检维修费用和备件费。

综上，某有人井口平台海水泵停运节电项目实施后，全年节约用电 50 万度，节省电费 35 万元。同时大大降低了海水泵的检维修费用，以及完全省去电解铜铝装置年度维保和材料费用，仅此一项就节省了 5 万元。

4 推广价值

目前此项目已在三个有人井口平台实施，每年累计节省用电 300 万千瓦时，经济效益巨大。其他井口平台升级生活污水处理装置后，也可效仿推广应用。同时新建井口平台，在设计建造阶段可按此实施推广应用。

参考文献：

- [1] 王东升. 海洋石油平台海水提升泵节能技术浅析 [J]. 设备管理与维修, 2024(11):173-175.
- [2] 何利勇, 李生, 刘俊, 等. 舰船防海生物污损技术应用情况及研究进展 [J]. 全面腐蚀控制, 2023, 37(10):57-62.
- [3] 王振涛, 包北辰. 海上平台海水系统海生物预防及清理优化方案 [J]. 设备管理与维修, 2024, (10):111-114.