

某轮造水机无法造水的故障分析与排除

于明坤

(青岛远洋运输公司 船员中心外派部, 山东 青岛 266071)

摘 要:文章针对某轮造水机无法造水的某类典型故障,从造水机的工作原理出发,逐步分析出故障原因并排除了故障,具有较强的实用价值。

关键词:造水机;真空度;故障

中图分类号:U664.5

文献标识码:A

文章编号:1671-9891(2016)01-0031-03

0 引言

远洋船舶设备的运行与船员生活都离不开淡水。一般来说,船舶淡水主要用于船舶主柴油机和发电机柴油机的冷却水、锅炉给水、冲洗货舱、冲洗甲板以及船员生活用水等。船舶淡水的来源主要是通过海水淡化装置(即造水机)来制造而不是自身携带大量淡水,其原因主要是:首先,虽然船舶设置单独的淡水舱来存储淡水,但是长期储存的淡水作为船员生活用水对船员身体有不良影响;其次,船舶淡水的存储必然减少相应的货物装载量,降低船舶运营的经济性,所以淡水舱的舱容并不大;第三,在港口加装淡水往往价格昂贵。基于以上原因,为了提高船舶的经济性,减少不必要的支出,远洋船舶一般通过造水机来供给船舶淡水,在紧急情况下还可以通过其补充饮用水。^[1]因此,造水机对远洋船舶来说是不可缺少的设备之一,也是 STCW 公约要求的必备设备之一。造水机的主要功能是通过海水淡化技术来降低海水的含盐量,使之成为符合要求的淡水(一般含盐量不大于 1g/L 的水可称为淡水,而大洋中海水平均含盐量为 35g/L)。目前,船用海水淡化装置采用的主要方法是蒸馏法和反渗透法,其中蒸馏法为传统的海水淡化方法,为大部分远洋船舶采用,这种设备只需要很小的体积就能产出大量的淡水,可以满足船舶运营的实际需要。^[2]对于轮机管理人员来说,造水机的正常运行是船舶正常运营的重要保障。鉴于此,本文将结合笔者自身亲历的某轮造水机不能正常造水的故障,对该故障进行分析与排除,以保障船舶的稳定运营。

1 故障现象描述

某轮是一艘 28 000 多吨远洋灵便型散杂货轮,船舶主机型号为 MAN B&W-6S42MC,主机最大持续功率(MCR)为 6 480kW,主机额定转速为 136r/min。造水机为 Alfa Laval 型真空沸腾盘片式造水机,型号为 JWSP-26-C80B。2015 年 7 月,笔者上船接班后,通过查看轮机日志发现造水机每天造水量为 12 吨,尽管这个值低于额定值,但仍属正常范围。船舶二管轮在停泊期间对造水机进行了保养,清洁了冷凝器和蒸发器的换热片。装复后,对造水机进行试运行,关闭给水调节阀,造水机内真空度可达到 90%以上,但缓慢开启给水调节阀则真空度急剧下降,反复调节多次后发现,真空度最高只能达到 75%,达不到设备要求的 90%,显然无法正常造水。2015 年 8 月 5 日,该轮开航赴南美,淡水存量已不足。在此情况下,解决造水机的故障,恢复正常造水已迫在眉睫。

2 故障原因分析

2.1 造水机工作原理概述

收稿日期:2015-11-20

作者简介:于明坤(1971—),男,山东烟台人,青岛远洋运输公司船员中心外派部甲类轮机长。

本轮选用的造水机是采用真空沸腾蒸馏法,利用主机缸套水对海水进行加热(而主机缸套水的出口温度一般控制在 84°C 左右)。既利用了主机的废热,又对主机缸套水进行了冷却,减少了主机缸套水冷却器的负荷,起到双重节能的作用,从而提高经济性。

造水机海水泵从海水总管吸入海水后,一路进入蒸发器提供造水用海水,另一路进入冷凝器成为冷却海水,使蒸发的水蒸汽冷凝成淡水。然后从冷凝器出来的冷却水进入喷射泵充当工作水,喷射泵一方面把造水机内部抽出真空,另一方面又抽取沸腾腔底部盐水。当造水机内部真空达到90%以上时,则供入主机缸套水对给水加温,给水沸腾蒸发为蒸汽,蒸汽上升进入冷凝腔,水冷凝成淡水,淡水经过盐度计检测合格后,再通过凝水泵进入淡水舱,如果盐度过高则泄放舱底。^[3]

2.2 故障原因分析及检查

首先,从故障现象进行分析。本轮造水机的故障表现为无法建立足够的真空度,所以二管轮怀疑在解体保养造水机时可能存在安装不严密的问题,造成内外漏泄,但经反复拆装、查漏、灭漏,拆检喷射泵、止回阀等工作,问题仍然没有得到解决。另外,由于给水调节阀关闭时真空度可以达到要求,但开启后真空度下降过快,所以二管轮怀疑给水调节阀弹簧已失去作用。^[4]

第二,从密封性角度进行检查。轮机长在听取了二管轮的汇报后,怀疑是壳体密封不严或者喷射泵抽力降低导致故障。由于已更换了壳体的密封垫,检查其工作良好,而且喷射泵清洗后,真空度有些许提高,再次尝试开启造水机后,发现故障依旧存在。

第三,对海水泵出口压力进行排查。从造水机的系统组成可知,造水机冷却水与喷射泵的工作水均由一台海水泵提供,所以海水泵的出口压力至关重要。如果海水泵出口压力降低,将导致喷射泵抽力不足,一方面会使造水机真空度降低,相对的海水汽化温度将大幅提高,蒸发腔中海水蒸发速度大大降低,进入冷凝器中蒸汽变少,产水量降低;另一方面会使沸腾腔的盐水不能及时排出,打破了给水量与产水量、盐水量之间的平衡,使得蒸发速度再度降低,形成恶性循环,最终导致产水量为零,而故障现象正好与此吻合。现场启动海水泵,发现造水机海水泵出口压力只有 0.32 MPa ,查阅说明书得知海水泵出口压力应达到 0.42 MPa 左右,流量 $49\text{ m}^3/\text{h}$,并要求真空喷射泵的工作水进口压力不低于 0.3 MPa 。另外,造水机海水泵位于机舱的底层,工作海水经过海水泵后提升到中层造水机的冷凝器进口,同时还要分支一路作为沸腾蒸发汽的给水,工作海水经过造水机冷凝器后才到达真空喷射泵的进口,压力、流量损失很大,显然 0.32 MPa 的海水泵出口压力肯定无法达到要求,所以造成造水机无法造水。综合以上分析来看,最终故障原因应该是海水泵出口压力不足,从而导致真空度不足与盐水无法及时排除。

3 故障排除

通过对造水机海水泵进行拆解,发现海水泵叶轮已严重腐蚀烂穿,已经远远超出使用极限。因船上没有备件,用铁水泥修补装复后,其压力虽有提高,但仍无法达到要求。由于此时该船舶正在大洋航行,无法及时得到备件补充。为了保证正常的淡水需求,只好加工管路,用通用泵代替造水机的海水泵提供海水。但通用泵的功率较大,为满足负荷要求,必须两台发电柴油机并联运行,造成了油耗的大量增加。

通过对造水机工作原理的分析可知,当给水量等于产水量与盐水量之和时,蒸发腔内的水位能基本维持稳定,如果其他条件满足,造水机就可以持续造水。基于这种考虑,可以临时采取调整给水泵倍率(给水倍率即是给水量与产水量之间的比值),来达到造水的目的。在本轮造水机系统中,给水阀的后面有一个通径为 10 mm 的节流孔板。在故障的检验过程中,发现当完全关闭给水调节阀时,真空可以很好的建立,但一开给水调节阀,要么给水不足,要么过量造成蒸发腔内水位上升很快,同时真空被破坏,这是由于给水调节阀是弹簧压着一个盘阀头,一旦克服弹簧力打开,则基本就处于全开状态。

为了能够使造水机造水,以维持船上日常所需,只能降低给水量,给水量减小,产水量与盐水量随之也将减小,只要找到合适的给水量,在不更换备件的情况下,便能使给水量重新等于产水量与盐水量之和,让造水机恢复造水。但经过实际操作后发现,就算将造水机设定给水量调整至最低依然无法使给水与产水、盐水之间达到平衡。鉴于造水机给水调节阀后安装有一个不可调节的通径为 10 mm 的节流孔板,经过对通径、压力、流量、造水量之间的计算,在海水泵排量不足的情况下,用铜板加工一个通径 8 mm 的给水节流孔板替

代原装 10 mm 节流孔板,这样恒定减少了给水量,但满足一定造水量给水倍率要求,同时增大了冷却水即喷射泵动力水流量、压力。经过多次调整试验后,终于找到了合适的给水量,造水机恢复正常造水,正常造水量每天可达 12 吨左右,虽然造水机造水量小于额定造水量,但也基本满足船上所需,解决了燃眉之急。在新备件供船后,及时更换了造水机海水泵叶轮、阻水环等备件,海水泵出口压力恢复正常 4.2bar,换用原 10 mm 节流板,造水机重新达到了设计产水量。

4 结束语

通过此次造水机故障的分析与排除过程轮机管理人员掌握了系统性排查故障的技能。因此,在轮机管理过程中,轮管人员首先要加强自身业务学习,掌握系统和设备的工作原理、工作流程;其次要经常查阅设备说明书,熟记设备正常运行时的基本参数,在系统或设备出现故障时,更要用好说明书;第三,要加强对备件的管理,对易损坏零部件,应及时补充,避免船上因缺少备件影响正常航行和生产;最后,船舶机电设备的故障发生都不是孤立存在的,在船舶轮机管理过程中对发生的任何故障应该从全面分析,排除其引起故障的各种可能性,找到真正引起故障的原因并予以排除。

参考文献:

- [1]黄晓峰,孙永明,张立平,等.船用复合型海水淡化装置设计研究[J].机电产品开发与创新,2012(4):30-32.
- [2]林国良.船用造水机故障的分析和排除[J].化学工程与装备,2014(9):164-166.
- [3]刘昕,黄进明.船用 ALFA-LAVAL 真空蒸馏造水机积垢原因分析及处理方法[J].中国修船,2012(6):28-30.
- [4]潘新祥,蒋福伟.船舶辅机[M].大连:大连海事大学出版社,2009.

Failure Analysis and Clearing of the Fresh Water Generator on a Certain Ship

YU Ming-kun

(Dept. of Assigning, Crew Center, Qingdao Ocean Shipping Company, Qingdao 266071, China)

Abstract: Taking as a case of study the typical failures of the fresh water generator on a certain ship, this article, combined with its working principles, attempts to analyze the causes of failures as well as clear the failures, which is of great practical value.

Key words: Fresh water generator; Degree of vacuum; Failure