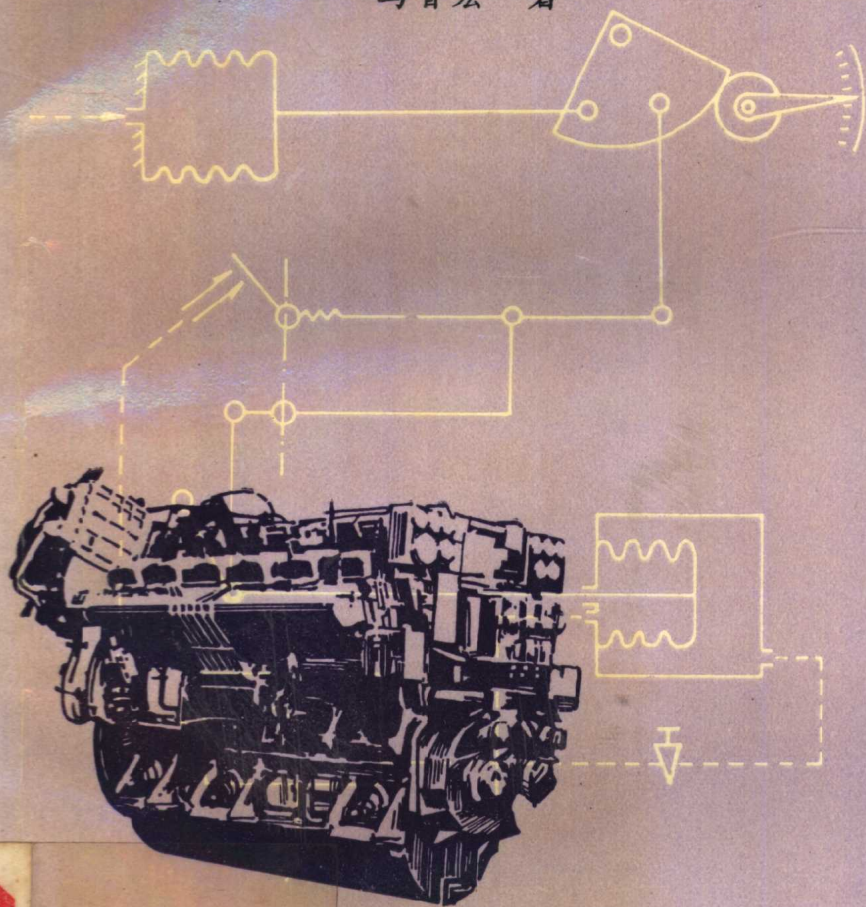


现代轮机管理

马智宏 著



人民交通出版社

现代轮机管理

Xiandai Lunji Guanli

马智宏 著

人民交通出版社

(京)新登字 091 号

内 容 提 要

本书是《现代轮机实践》的姐妹篇。《现代轮机实践》是一位轮机长结合长期工作实践潜心研究、总结的成果,本书则是一位高级机务管理人员,对远洋船队的机务管理从可贵的实践升华为指导性的理论,从中窥见对现代轮机管理富有成效性的索求。与其说本著作是作者近期来在机务管理的田园里辛勤耕耘的果实,倒不如说这里凝聚了多少船、岸轮机管理人员的心血和智慧。

这是一本对船舶运输部门的轮机人员、机务管理人员以及有关工程技术、研究人员和院校师生值得一读的参考书。

《现代轮机管理》

马智宏著

责任编辑:吴保宁 苗庆芝

人民交通出版社出版

(100013 北京和平里东街 10 号)

人民交通出版社上海读者服务部发行

(上海宛平南路 590 弄 2 号 1001 室 200030)

常熟市教育印刷厂印刷

开本:32 印张:6.5 插页:1 字数:160 千

1994 年 7 月第 1 版

1994 年 7 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:11.00 元

ISBN 7-114-01965-3

U · 01308

序

本书是《现代轮机实践》的姐妹篇。

在《现代轮机管理》即将问世时，我要说的第一句话是：衷心地感谢上海远洋公司的领导给我的厚爱和关怀，船舶管理处的领导尤其是安全技术科的同仁们给我的鼎力支持和合作，奋战在船舶第一线的轮机长和轮机人员给我的“营养”和启示；我要说的第二句话是：真挚地答谢大连海运学院成人教育学院院长、《中国当代自然科学人物总传》编委会副主编汪育才教授赋给我的肺腑之言，干什么事，都有议论，不做也有议论，还倒不如坚定不移地做了，就成了一桩事，尽管有人会说微不足道；我要说的第三句话是：全国致力于轮机工程领域研究的不少同行对拙作《现代轮机实践》的指教以及全国书市展出中的鼓励。这三句话的含意，犹如三眼“叮咚”的泉水，滋润了我的心田，促成了我撰写《现代轮机实践》之续篇《现代轮机管理》的意向和决心。

1990年初，由于工作的需要，组织上把我从船舶调到机关，开始从事于机务管理工作，历任机务监督、安全技术科长、负责机务的副处长。这一根本性的转变，为我能在机务管理的领域中耕耘展现了宽广的田野。做一件事，尽全部力，面对航行于世界各地庞大的船队每时每刻都在发生的五花八门的故障，尤其是1991年6月，“XSK”轮在南太平洋航运途中突然发生主机 No. 5 缸连杆“伸腿”，导致主机全损事故对我们的极大震惊，促使我们在纷繁的思绪中，在深深的震动之余，痛定思痛，脑海里浮现的是一连串的思索，如何加强现代化船舶机务管理？如何有效地控制中速机船的机损事故？如何通过“超前”管理预控机、电设备的事故发生率？如何走出一条适合中国途径的机务管理之路？我们心里焦急！跃跃索求，试图去寻找突破口。于是，容不了我们半点的分力，去全心全意

地投入,去攻克一个个“堡垒”,去研究一个个课题,也就留下了这一篇篇的文章,一串串有深有浅的脚印。

要说本书有一点特色的话:

首先,这是交了大额“学费”的结晶。《“K”字号轮主机技术改造工程总结》、《目前“K”字号轮尾门尾跳存在的问题及其根治措施》、《“XYC”轮 MAN W8V 17.5/22B 型发动机三次曲轴断裂现象研究》等,这些篇章都是大事故的分析、研究、概括和总结。以“XSK”轮的主机全损事故为例,损失换新机及安装费用 2000 万元,救助及拖回国内的拖轮费 350 万元,船期损失 16 个月,这些触目惊心的事故的偶尔出现,不仅使国家蒙受了重大的经济损失,而且严重影响了远洋船队建立起来的良好信誉,其后果是十分惨重的。因此,1991 年末 1992 年初,我们集中优势“兵力”,汇集了船舶、公司、研究所专家和人员的智慧,在做了深入的研究之后,推出了“K”字号轮主机技术改造方案,经历时一年的技改,取得了可喜的成果及显著的社会效益和可观的经济效益,初步扭转了安全生产的被动境地,开创了安全优质令人欣喜的新局面,而《“K”字号轮主机技术改造工程总结》正是这一过程的真实写照。

其次,是对机务管理现代化的求索。《CWBT 推广操作中的存在问题及其实验构思》一文就是对机务管理走向世界、走向现代化的思索。众所周知,作为现代化船舶科学管理的模式“CWBT”——船舶维修保养体系,如今,作为“八五”期间国家重点新技术推广项目,正在全国航运企业中普遍推广、应用,这是一场船舶维修保养制度的根本性变革。实船的试验和应用表明,“CWBT”是先进的,会对船舶带来一定的经济和社会效益。但是,如何更好地将“CWBT”扎根,使之全方位地取代传统的管理模式,这里有许多具体的工作需要脚踏实地地研究和解决。例如“CWBT”报表与传统的机务报表的“撞车”问题,不破不立,不塞不流,这是最简单的道理,因此我在组织人员做了大量的调研工作之后,推出了一套新的 10 种机务报表和 4 种检修记录簿的体系,这就是一种对船舶管理现代化求索的积极有益的尝试。这些工作得到了中国远洋运输(集

团)总公司技术部领导的首肯和支持,目前正在实船试验,如果试验一年行之有效,将在远洋船舶中推广。

再次,是凝聚了许多船、岸轮机管理人员的心血和智慧。与其说这本著作是作者近期来在机务管理的田园里辛勤耕耘的果实,倒不如说这里凝聚了许多船、岸轮机管理人员的心血和智慧。《‘91’机损事故研究与‘92’机务管理着眼点》这篇研究报告就是充分的明证。这里,值得一书的是船舶轮机长和轮机员,他们在不同的船舶和岗位,在与机械设备日日夜夜的“撕打”中摸索了一条条分析问题解决问题的路子,而那些真实的记录、症状的梗概、有效的对策、可贵的启示正是我们避免少走弯路,优化设备管理,培养排除故障的能力,改善船队技术状态,提高人的素质所不可缺少的明镜。“亡羊补牢,未为迟也”,机损事故是坏事,但能否从纷繁的思绪中理清思路,引以为戒;从发生的事故中理出教训,记忆犹新;从探索事故的原因中找出正确的对策,加强管理;从而化被动为主动,使坏事变成好事,这就是我们机务管理的辩证法。

此外,本书还对许多机、电设备在设计制造上的缺陷提出了不少建议,对某些教科书上传统的“理论依据”作了评析甚至扬弃,对集装箱船舶的机务管理工作进行了回顾和总结,这里是否有真知灼见,是是非非,有待公论,作者期望的是斧正。

最后,还需说明的是,为了不改变多数船员读者的习惯说法,本书不少地方的名词和术语仍沿用远洋船舶流行的俗称。

马智宏

1993年10月1日於上海

目 录

1. “K”字号轮机务管理的若干问题	• 1 •
2. “K”字号轮尾门尾跳管理要则	
——兼析“TPK”轮尾跳摔落事故	• 14 •
3. 重论 MAN KSZ 70/150CL 型主机若干管理要则	
——兼析“LIH”轮主机 No. 7 缸缸套裂缝原因	• 20 •
4. 某轮 MAN B&W NA70 型增压器涡轮后排温高故障	
总结	• 31 •
5. 废气锅炉火烧的原因及其对策	• 36 •
6. WELDHO—PATENTANKER 型锚锚冠失落原因及	
管理注意点	• 41 •
7. “GBK”轮 2 号主机 No. 8 缸连杆螺栓断裂事故研究 ...	• 43 •
8. “XYC”轮 MAN W8V 17.5/22B 型发动机三次曲轴断	
裂现象研究	• 53 •
9. 齿轮箱异响与高弹性联轴器	• 59 •
10. ‘91’机损事故研究与‘92’机务管理着眼点.....	• 64 •
11. “CWBT”推广操作中存在的问题及其实验构思	
——“LH”轮试验情况汇报	• 87 •
12. 为了航班的安全、准点和高效	
——集装箱船舶机务管理情况介绍	• 124 •
13. “QH”轮主机凸轮轴横向窜动情况通报	• 132 •
14. 重申对 MAN B&W L/LMC 型主机凸轮轴传动链条	
检查和“Y”值的测量	• 136 •
15. “K”字号轮主机技术改造工程总结	• 140 •
16. 目前“K”字号轮尾门尾跳存在的问题及其整治措施	
.....	• 155 •
17. ISI 状况检查服务项目介绍	• 167 •
	• 1 •

18. 四冲程中速筒形活塞式柴油机普通三层合金金属轴 承的评价标准与管理要点	• 169 •
19. 油水分离器出海阀倒流导致机舱溢水事故	• 177 •
20. VERING 静压式舱、柜液位气动遥测系统的原理及 应用	• 181 •
21. 新型大功率柴油机排气阀研磨机的操作与维护	• 190 •



“K”字号轮机务管理的若干问题

(一)重大机损事故的回顾及常见故障概述

1979年10月至1980年8月从日本川崎重工坂出造船厂接的“HYK”等5艘船舶(俗称小“K”字号)和1980年10月至1980年12月接的“XFK”等3艘船舶(俗称大“K”字号),至今已分别营运10年以上(主机使用时间最长的“TPK”轮达63220h、“XFK”轮达63907h)。纵观这10多年来主机的运行历史,大的机损事故屡屡出现,小的故障也频频发生。因而,回顾、总结、分析、研究这10多年的历史,探讨“K”字号轮机务管理中存在的问题,提出应有的措施和对策,这已成为目前我们轮机管理工作的重心,必须引起船岸各级机务人员的高度关注。

我们不能忘记:

1985年1月,“HYK”轮主机 No. 5 主轴承故障,曲轴抱住烧损,整根曲轴更新。

1990年5月“ZJK”轮和1990年6月“XSK”轮航行中相继发生主机 No. 2 及 No. 5 连杆下端轴瓦各烧损1付及曲柄销严重损伤的情况;后分别在关岛和澳大利亚布里斯班进行了曲柄销的研磨,配加厚瓦装复;1990年5月,“BHK”轮主机 No. 1 缸铰链轴承咬死,连杆大端轴承体裂纹,连杆头更新。

1991年6月,“XSK”轮由于 No. 5 缸连杆头轴承盖靠 B 侧面断裂,引起主机大腿伸出,造成 B 侧缸体、机架、凸轮轴、曲轴等件严重损伤,将整机更新。

这些触目惊心的事故的相继出现,不仅使公司蒙受了重大的经济损失,而且严重影响了我公司建立起来的良好信誉,打乱了班轮的正常营运,其后果是十分严重的。

除了上述回顾的大的机损事故外,下面将概要叙述“K”字号轮的“常见病”和“多发病”。

- 主机活塞环断裂,致使拉缸甚至咬缸;
- 进、排气阀烧损,甚至落下,造成活塞头部打坏;
- 主机空冷器漏水;
- 活塞销闷盖固定块螺丝松脱造成缸套表面严重划痕,两旁橡皮圈吹坏,造成活塞冷却油漏泄,致使冷却油量减少,造成活塞温度过高而咬缸,等等。

(二) 目前机舱管理中存在的问题

1. 主机滑油问题

滑油问题是中速机管理中的首要问题,这是事关主机命运的大问题,众多任职于“K”字号轮的轮机长都普遍反映过,可用以下三个方面表述。

1) 杂质含量高:

表1-1是1991年小“K”字号各轮《主机滑油化验报告》中杂质一项的统计。主机滑油杂质最高的“TPK”轮在1991年6月23日送交的油样化验中,其正庚烷不溶物(杂质)达到2.83%。

表1-1 1991年小“K”字号主机滑油化验报告杂质项统计表

船名	取样日期	化验日期	滑油牌号	正庚烷不溶物(杂质)%重量
BHK	1991.5.27	1991.6.3	EXXMAR24TP40	1.22
TPK	1991.6.23	1991.7.12	同上	2.83
ZJK	1991.6.22	1991.7.8	同上	0.77
XSK	1991.1.31	1991.2.1	同上	1.11
HYK	1991.1.24	1991.1.29	同上	1.11

2) 滑油超耗:

表 1-2 是截至 1991 年 7 月止, 根据各轮的航次油耗报告所作的主机滑油超耗情况统计。

表 1-2 1991 年 7 月止小“K”字号滑油超耗表

船 名	滑油超耗吨数	船 名	滑油超耗吨数	船 名	滑油超耗吨数
TPK	22.818	XSK	18.057	ZJK	17.939
HYK	7.549	BHK	7.414		

3) 由于主机滑油脏污, 滑油自动冲洗滤器明显增多, 最高时达每日 100 多次。

2. 主机燃油问题

刚接船时“K”字号主机燃用船用柴油, 不久就开始烧 IF 120 $\times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$ (1000s 中间燃料油), 目前热工科定额亦是此规格。但是, 自从 1989 年小“K”字号纳入日本——新西兰集装箱班轮航线以后, 由于新西兰奥克兰没有 IF 120 $\times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$ 油可供, 只有 IF 180 $\times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$ (1500s 中间燃料油), 所以主机只好听其自然, 烧 IF 180 $\times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$ 中间燃料油。

众所周知, 重油的粘度高, 硫分、灰分、水分、机械杂质、残碳和沥青的含量都比较高, 因此在主机燃用的过程中必然地会产生一系列技术问题。

3. 缸套、活塞、活塞环的磨损问题

由于主机燃用 IF 180 $\times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$ 的中间燃料油, 因而较多的硫分和灰分必然会使缸套、活塞和活塞环的腐蚀磨损和颗粒磨损加剧, 氧化硫凝结生成的硫酸、沥青分不完全燃烧造成的气缸中严重结碳必然地会污染主机的滑油。

表 1-3 是“ZJK”轮 1991 年 3 月 8 日在神户摩耶码头对主机 A_1 、 A_3 缸吊缸时厂家所测量的有关数据。

表 1-3a) ZJK 轮 A_1 、 A_3 缸缸套测量数据 单位: 1/100mm

A_1	F-A	P-S	A_1	F-A	P-S	A_3	F-A	P-S	A_3	F-A	P-S
1	20	20	4	20	24	1	27	24	4	24	25
2	34	92	5	19	19	2	36	101	5	23	24
3	24	30	6	15	15	3	27	30	6	15	19

表 1-36) ZJK 轮 A_1 、 A_3 缸活塞环天地间隙

	No. A-1				No. A-3					No. A-1				No. A-3			
	F	S	A	P	F	S	A	P		F	S	A	P	F	S	A	P
1st	65	65	63	62	50	65	60	55	4th	15	15	15	15	15	15	15	15
2nd	35	34	35	35	35	33	35	35	5th	10	10	10	10	10	10	10	10
3rd	20	15	20	20	15	14	15	15									

根据上述抽样数据计算：

A_1 缸，运行时间 60228h，第二测量位最大磨损增量为 0.92mm；椭圆度为 0.58mm；锥度为 0.77mm；天地间隙 0.64mm。

A_3 缸，运行时间 27114h，第二测量位最大磨损增量为 1.01mm；椭圆度为 0.65mm；锥度为 0.86mm；天地间隙 0.575mm。

从上面的数据分析可知，缸套的磨损率处在正常磨损范围，但椭圆度、锥度和活塞环的天地间隙，均超极限。（一般规范要求，对于中速筒型活塞式柴油机、缸径 400~450mm 者，其椭圆度不超过 0.50mm；锥度不超过 0.5mm；缸套最大磨损增量不超过 1.5mm。）

4. 排气阀问题

由于中速机的热负荷和机械负荷都比较高，加之近几年燃用 IF $180 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$ 的中间燃料油，排气阀则会在阀口结碳以及钒、钠、硫等化合物的高温腐蚀，因而常发生过度磨损和烧损的情况。根据随机的说明书规定，排气阀的检修周期为 5000h，但从目前实际使用的时间看，实际的检修间隔约为 3500h，远远达不到说明书的要求。

5. 空冷器问题

空冷器的垢堵及漏泄也是常出现的问题，不少船舶虽然已经换新过，但没用多久又发现漏泄，如“ZJK”轮换新不到一年就故障重现。

(三)我们的对策

1. 关于主机滑油问题

小“K”字号各轮,原装有的两台主机滑油分油机,其型号为 ALFA-LAVAL MOPX205TGT,额定分油量为 2300L/h,制造厂 KYOTO。几年来的使用实践表明,其额定分离量太小,远远达不到保证分离质量的要求。为了提高主机的循环油质量,我们已决定,将分油机的容量改大,相应管系也作进一步的改装。改大后的主机滑油分油机的型号为 ALFA-LAVAL MOPX309,最大滑油分离量为 11800L/h,将陆续在日后岁修时装妥。

2. 关于主机燃油问题

主机的滑油污染从某种意义上来说取决于主机使用的燃油品质。考虑到小“K”字号轮走日本—新西兰航线,在新西兰奥克兰只有 IF $180 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$ 油的事实,为了解决这个矛盾,我们决定进行技术改造,加装混油装置。

混油装置(Economy Blender)是一种较经济的节能产品,它的主要功能是将低劣的中间燃料油 H. F. O 和柴油 M. D. O 按比例进行充分的混合后达到符合主机燃烧所要求秒数的重油。

这套装置初定在“TPK”修船时装机试验,根据试用效果再研究推广。

3. 关于主机缸套、活塞、活塞环的磨损问题

1)根据一般规范的普遍要求和川崎重工最近增补的维修指南的要求,凡是超过或接近下列数值的缸套均应换新:

气缸直径最大增量	1.5mm
锥 度	0.5mm
椭圆度	0.55mm

2)活塞的主要问题是第一道环槽的磨损问题,因此必须严格按照下述的间隙要求在吊缸时安排活塞更新或返修,(见图 1-1)。

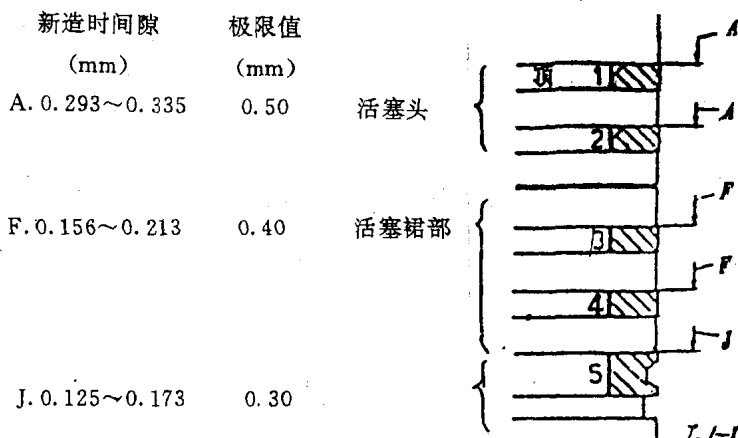


图 1-1 活塞环天地间隙要求

返修的工艺如下：

- 第一道第二道环槽可以采用镀铬修补工艺，但镀层最大为 0.5mm，若超过此值，则采用光车，配加厚环；
- 其它各道环可以采用光车配加厚环的方法。川崎厂配有超过原尺寸 0.5mm、1.0mm 的加厚环；
- 可以采用铝焊条烧氢弧焊焊补，再光车到标准尺寸。

3) 活塞环：

• 活塞环的天地间隙和搭口间隙超过说明书所规定的间隙，毫无疑问必须更新；

- 只准使用川崎和德国供的环；
- 环的序号及上、下面不能搞错，尤其是第一道环；
- 建议使用节油环。

考虑到小“K”字号存在普遍性的滑油超耗问题（不仅仅是我们公司，其他使用该机型的船公司都有这方面的反映），所以川崎厂近期推出了一种节油环。这种环与原环的区别在于：(1)第一道环搭口形状不同；(2)刮油环的刀口作了改进。这些新型环形状改进的目的在于减少滑油的上缸烧掉从而节约滑油，如图 1-2 所示。

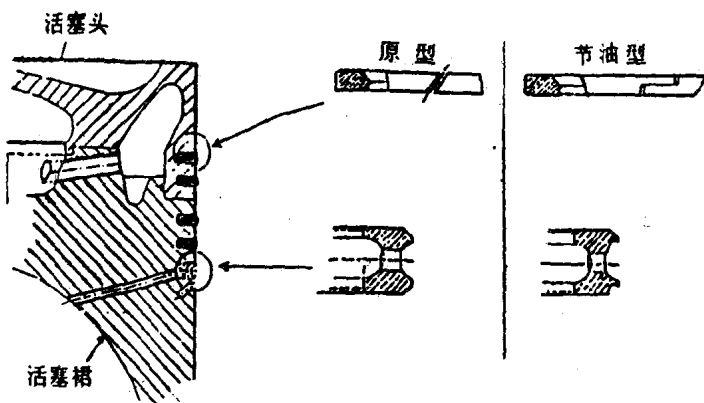


图 1-2 原活塞环与节油型活塞环比较

4. 关于连杆头、连杆螺栓及铰链销婆司等问题

鉴于“XSK”轮的机损事故,我们审视了对“K”字号轮的机务管理问题,认为有必要对主机的一些重要运动部件加强检查,做一些较深的修理,对运转时间较长的采取更新措施。

1)对已经用了 10 年以上的主机连杆头,送专业厂家进行全面检查,包括各部尺寸的测量、磁性探伤,状况不良者给予更新。

2)铰链销婆司应根据“DIESEL ENGINE PS0027—0036 资料对照检查,接触面超过 30% 的应予更新。换新工作必须在厂里进行,装配时不能硬性敲压,这样会引起连杆头的变形,只能对连杆头加温处理后缓缓压入新轴。

3)对所有的连杆螺栓、轴承螺栓建立修理、检查档案。(1)平时,每次预紧应严格按说明书要求进行操作;(2)测量主连杆螺栓、副连杆螺栓和大端部螺栓的伸长及全长,若永久延伸超过 0.25mm 时必须更新;(3)进行磁力探伤,如有裂纹,予以调新。

4)对于轴瓦仍按沪远技[1990]649 号文所规定的使用时间换新,这里重申:

• 连杆下端轴瓦:V 型机 10000~13000h

L 型机 15000~17000h

- 主轴瓦: V 型机 13000~15000h
L 型机 18000~20000h

正常使用中的轴瓦通过测量轴承间隙、曲轴拐档变化及瓦面技术状况来确认其状态,发现异常及时拆检。

5. 关于空冷器问题

主机空冷器,不少船舶进行过部分更新,但发现漏水的事也常有发生。这里有材质方面的问题,也有管理方面的原因。就管理而言,请严格按沪远技〔1990〕649 号文执行。这里谈材质的改进问题。

根据调查,前段时间换新的空冷器其芯子材料为铜管,并没有镀铬,价格比较便宜。实际上,目前以采用铝管者居多,虽然寿命较长,但价格很昂贵。为此,从安全、寿命、效益的综合考虑,我们拟采用铜管+镀铬的芯子供船,以改善目前出现的不良状况。端盖中的防腐锌块应采用较高纯度的锌材制作,以减少电化学腐蚀。

(四)日常管理中的若干问题

1. 主机负荷

主机负荷如何?超不超负荷?这是至关重要的问题。所谓超负荷指的是发动机在运行中其机械负荷和热负荷超出说明书额定值的现象。柴油机在运行中的超负荷以力的形式出现,我们把这种超负荷现象称为超机械负荷,它从下列三方面表现出来:(1)燃气压力——超过最大爆发压力;(2)曲柄连杆机构的惯性力——超转速;(3)曲轴超扭矩。柴油机在运行中的超负荷以热的形式呈现,这种超负荷现象称为超热负荷,它以下列二个方面表征:(1)热接触部件表面上单位时间的传热量超过设计值;(2)温差应力。依据这一超负荷的完整概念,对照目前“K”字号各轮主机的实际情况,建议其负荷不宜开得过高,尺度如何,因地制宜,这里不作硬性规定。

这里特别提请注意两点:(1)当安全与班期发生矛盾时,应以安全为主;(2)没有紧急情况,主机负荷应由轮机长严格控制,任何

人擅自调整 CPP 螺距角而造成不良后果者将严加追究责任。

2. 滑油管理

小“K”字号机务管理的重心工作是主机滑油的管理。润滑油的质量好坏是主要运动部件工作是否正常的关键。因此,我们要求:

1) 保持分油机工况正常:

(1) 分离温度调整在 75℃ 左右; (2) 坚持手动排污, 每日两次, 看观察孔出水; (3) 分离片清洗时不能硬刮, 可使用分离片清洗化学剂清洗; (4) 清洗滑油泵吸入滤器时, 注意滤器底部碳渣及金属末, 以便分析判断活塞环和轴承的磨损情况。

2) 滑油自动清洗滤器工作正常:

(1) 留心冲洗次数; (2) 定期清洗或更换纸质滤芯; (3) 自动清洗滤器的金属滤管用 ACC-9 浸泡后, 再用淡水、空气冲洗干净。

3) 循环油柜清洁并保持循环倍率在 18 倍以下。

上述工作做得好, 主机滑油的质量就能维持和改善。如“TPK”轮有一次滑油交样化验中的杂质达到 2.83%, 轮机长立即根据公司要求采取措施: (1) 滤器隔两天换两组清洗; (2) 隔 4~5 天换 4 只纸质滤芯; (3) 两台分油机一直保持工作, 停泊也持续分离, 很快其杂质降到 1.0% 以下。

为了及时监察主机滑油的污染程度: (1) 根据目前小“K”字号轮跑的航线, 每一个往返航次(或 1~2 个月)必须取油样送油公司化验; (2) 密切关注油雾浓度探测器工作情况, 定期清洁, 并根据外界温度变化及时调整零位, 使之始终保持良好的工况。

3. 排气阀的管理

1) 运行中的管理

(1) 排气阀旋转器的检查。旋转器的工况如何从某种程度反映了排气阀的工作状态。在主机空载运行状态下, 如果旋转器每转一周的时间超过一分钟, 则表明该阀的工作状态不是令人满意的。如果阀旋转器旋转极慢或卡住不动, 则有可能阀杆在运行时被卡住或气阀间隙过小, 关闭不严, 或者是气阀上、下导套及密封环过度