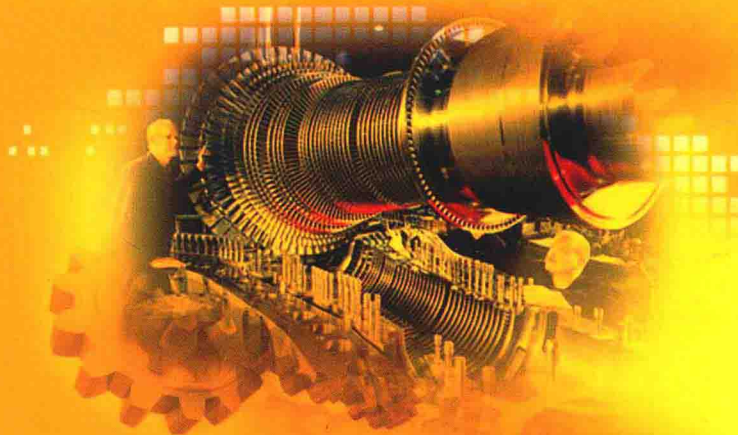


轮机维护与修理

LUNJI WEIHU
YU XIULI

◎主编 戴武



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

轮机维护与修理

◎ 戴 武 主编



 **北京理工大学出版社**

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书以“项目引领，任务驱动”为核心的教学方法和理念为指导，根据高等院校轮机工程专业（轮机管理方向）教学大纲和中华人民共和国交通部海事局《海船船员适任考试与评估大纲》的要求而编写。

本书共分5个项目、14个任务，主要内容包括：船舶柴油机燃烧室主要部件的维护与修理；船舶柴油机主要附件的维护与修理；船舶柴油机曲轴与主轴承的维护与修理；船舶轴系、舵系的维护与修理；船舶辅助机械的维护与修理。

本书是针对高等院校船员教育和培训编写的。同时，本书还适用于船厂职工的自学教育。

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

轮机维护与修理/戴武主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2014. 10

ISBN 978-7-5640-9110-1

I. ①轮… II. ①戴… III. ①轮机—维修—高等学院—教材 IV. ①U676.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 075745 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

82562903 (教材售后服务热线)

68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京地质印刷厂

开 本 / 787毫米×1092毫米 1/16

印 张 / 8.5

字 数 / 199千字

版 次 / 2014年10月第1版 2014年10月第1次印刷

定 价 / 34.00元

责任编辑 / 张慧峰

文案编辑 / 多海鹏

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 马振武

图书出现印装质量问题，请拨打售后服务热线，本社负责调换

前 言

“轮机维护与修理”是轮机工程技术专业（轮机管理方向）的核心课程，该课程依据高等院校轮机工程技术专业（轮机管理方向）的教学大纲编写，同时也满足中华人民共和国交通运输部海事局《海船船员适任考试与评估大纲》的要求，符合《STCW78/95 公约》马尼拉修正案国际标准的相关要求。

本教材紧扣高等教育培养技能型专业人才的目标，打破了传统的以理论知识为核心，将以前以轮机维修理论和工艺构成的教学内容体系转为基于轮机维修工作过程，以实际维修工作任务为主线，根据实际轮机维修的工作流程，按实际工作步骤来组织教学内容，突出了维修工作的全过程以及各步骤的工作内容和操作方法，体现了教学过程的实践性、开放性和职业性，突出了职业能力的培养，满足了轮机管理工作岗位的基本能力需求。《轮机维护与修理》除供学员考证培训外，还可供航运部门和修船厂工程技术人员参考。

本书由戴武主编，王宇青、刘欢、赵维信、吴海春参编（排名不分先后）；共5个项目，项目一由戴武编写；项目二由王宇青编写；项目三由刘欢编写；项目四由赵维信编写；项目五由吴海春编写。

由于编者水平有限，书中不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者



《《《 目 录

项目一 船舶柴油机燃烧室主要部件的维护与修理	1
【项目描述】	1
任务1 气缸盖的维护与修理	2
【学习任务单】	2
【背景知识】	2
【任务实践】	5
【拓展知识】	7
任务2 气缸套的维护与修理	8
【学习任务单】	8
【背景知识】	8
【任务实践】	16
【拓展知识】	19
任务3 活塞的检测	22
【学习任务单】	22
【背景知识】	23
【任务实践】	26
【拓展知识】	28
任务4 活塞环的检测	30
【学习任务单】	30
【背景知识】	31
【任务实践】	33
【拓展知识】	35
项目二 船舶柴油机主要附件的维护与修理	38
【项目描述】	38
任务1 精密偶件的维护与修理	39
【学习任务单】	39
【背景知识】	39
【任务实践】	43

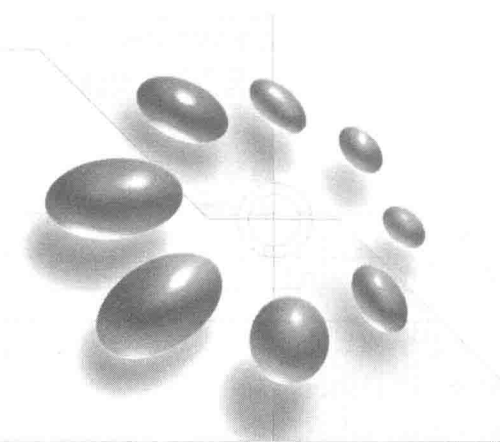
目 录 >>>

任务 2 涡轮增压器的维护与修理	45
【学习任务单】	45
【背景知识】	45
【任务实践】	48
【拓展知识】	53
项目三 船舶柴油机曲轴与主轴承的维护与修理	56
【项目描述】	56
任务 1 曲轴的维护与修理	57
【学习任务单】	57
【背景知识】	58
【任务实践】	62
【拓展知识】	65
任务 2 轴承的维护与修理	67
【学习任务单】	67
【背景知识】	67
【任务实践】	69
项目四 船舶轴系、舵系的维护与修理	72
【项目描述】	72
任务 1 船舶轴系的维护与修理	73
【学习任务单】	73
【背景知识】	73
【任务实践】	77
【拓展知识】	82
任务 2 船舶舵系的维护与修理	86
【学习任务单】	86
【背景知识】	87
【任务实践】	89
【拓展知识】	90



《《《 目 录

项目五 船舶辅助机械的维护与修理	93
【项目描述】	93
任务1 船用锅炉的维护与修理	94
【学习任务单】	94
【背景知识】	95
【任务实践】	96
【拓展知识】	101
任务2 活塞式空气压缩机的维护与修理	103
【学习任务单】	103
【背景知识】	104
【任务实践】	105
【拓展知识】	109
任务3 船舶制冷装置的维护与修理	110
【学习任务单】	110
【背景知识】	110
【任务实践】	113
【拓展知识】	116
任务4 甲板机械的维护与修理	122
【学习任务单】	122
【背景知识】	123
【任务实践】	125
【拓展知识】	126
参考文献	128



项目一 船舶柴油机

燃烧室主要部件的 维护与修理



【项目描述】

柴油机燃烧室部件主要由气缸盖组件、气缸组件和活塞组件组成，燃烧室部件是柴油机中最重要的部件，在燃烧室中进行着压缩、燃烧和膨胀过程，将受到燃气高温、高压和腐蚀作用，活塞的摩擦、敲击和侧推力作用以及冷却水的腐蚀和穴蚀作用，因此，它是柴油机中工作条件最恶劣的部件之一。对于轮机管理人员和维修人员来讲，要在日常工作中对它们进行维护并在其出现故障时能够及时进行处理。通过本项目的学习，学员应达到以下要求。

一、知识要求

1. 掌握气缸盖组件的维护与修理
2. 掌握气缸组件的维护与修理
3. 掌握活塞组件的维护与修理
4. 掌握柴油机的吊缸要领

二、能力要求

1. 具有选择合理零件修复方法的能力
2. 具有对燃烧室主要部件的缺陷进行检测和修复的能力

三、素质要求

1. 具有规范操作、安全操作及环保意识
2. 具有爱岗敬业、实事求是、团结协作的优秀品质
3. 具有分析及解决实际问题的能力
4. 具有创新意识及获取新知识、新技能的能力



任务1 气缸盖的维护与修理

【学习任务单】

学习领域	轮机维护与修理	
项目一	船舶柴油机燃烧室主要部件的维护与修理	学时
学习任务1	气缸盖的维护与修理	4
学习目标	<p>1. 知识目标</p> <p>(1) 气缸盖裂纹；</p> <p>(2) 气缸盖气阀座面磨损；</p> <p>(3) 气阀座面烧伤、腐蚀。</p> <p>2. 能力目标</p> <p>(1) 掌握气阀的研磨；</p> <p>(2) 会选择不同部位裂纹修复工艺；</p> <p>(3) 能够对气缸盖裂纹进行检验；</p> <p>(4) 能够合理选择工具。</p> <p>3. 素质目标</p> <p>(1) 培养学生的安全操作意识；</p> <p>(2) 培养学生规范操作及环保意识；</p> <p>(3) 培养学生的团队协作意识和吃苦耐劳精神</p>	
<p>1. 任务描述</p> <p>(1) 接受柴油机气缸盖维护与修理学习任务单；</p> <p>(2) 熟悉气缸盖结构；</p> <p>(3) 按照工艺规程对气缸盖进行维护与修理。</p> <p>2. 任务实施</p> <p>(1) 学生分组，每小组4~5人；</p> <p>(2) 小组按任务工单进行分析和资料学习；</p> <p>(3) 小组经过讨论确定任务结果，每小组由中心发言人陈述，经过全体同学讨论，确定正确结果；</p> <p>(4) 任务实施：气缸盖裂纹检测，气缸盖气阀座面检修；</p> <p>(5) 检查总结。</p> <p>3. 相关资源</p> <p>(1) 教材或教学课件；</p> <p>(2) 图片；</p> <p>(3) 气缸盖结构图；</p> <p>(4) 维护修理工具。</p> <p>4. 教学要求</p> <p>(1) 认真进行课前预习，充分利用教学资源；</p> <p>(2) 充分发挥团队合作精神，正确完成工作任务；</p> <p>(3) 团队之间相互学习、相互借鉴，提高学习效率</p>		

【背景知识】

一、气缸盖裂纹

(一) 气缸盖裂纹产生的原因

气缸盖产生裂纹的根本原因是热应力和机械应力周期作用引起的热疲劳、机械疲劳、高

温疲劳或是综合的疲劳破坏。在柴油机运转中，气缸盖产生裂纹的直接原因是轮机员的操作不当、维护保养不良所致；而设计不合理、材料内部缺陷和加工制造问题等不是首先要检查的，因为制造厂对这些问题均已妥善解决。

1. 操作管理不当

轮机员操作管理不当会造成零件过热、机械应力或热应力过大，从而引起机械疲劳或热疲劳。柴油机冷车启动或启动后加速太快，会使气缸盖等零件触火面与冷却面的温差过大，热应力增加；柴油机频繁启动、停车或长时间超负荷运转使机械应力和热应力增加；冷却和润滑不良或中断、停车后立即切断冷却水等都会使零件过热、热应力增加。

2. 维护保养不良

轮机员未能按照说明书维修保养大纲的要求进行定期吊缸检修，不能及时发现问题和加强保养；柴油机长期运转，对冷却水不进行投药处理或处理不当致使冷却水腔积垢严重，影响零件散热而产生过大的热应力；安装气缸盖时未能按照说明书的要求上紧气缸盖螺栓或各个螺栓受力不均，使气缸盖产生过大的附加应力等。

所以轮机员在轮机管理工作中应按照规定操作、保养，以使零件不会因管理不正确产生过大的机械应力或热应力而受到损坏，这也是衡量轮机员业务素质和技术水平的标准。

(二) 气缸盖底面裂纹

裂纹一般产生在气缸盖底面阀孔的边缘过渡圆角处和阀孔之间，即有应力集中的部位。具体裂纹部位随柴油机机型、气缸盖结构和材料不同而异。

RD 和 RND 型柴油机气缸盖裂纹大多发生在中央小缸盖底面上喷油孔、启动阀孔和安全阀孔四周圆角处，且沿径向扩展；在大缸盖底面上产生圆周向裂纹，如图 1-1-1 (a) 所示。目前，柴油机气缸盖多为钻孔冷却式结构，冷却效果较好，一般较少产生裂纹。

四冲程柴油机气缸盖结构复杂，底面上分布着进、排气阀孔及喷油器孔和示功阀孔等。气缸盖的强度被严重削弱，且由于各处壁厚不等、温度不均，以致在底面上孔之间和阀座面上容易产生径向裂纹。裂纹大多自中央的喷油孔向周围其他孔扩展，如图 1-1-1 (b) 所示。

(三) 气缸盖冷却侧裂纹

对于老式气缸盖，因其冷却侧有环形冷却水道，故一般多在冷却水道环形筋的根部有应力集中处产生裂纹，并且沿圆周方向向深度（即向底面）扩展，甚至使气缸盖裂穿漏水或在阀孔壁上产生裂纹，如图 1-1-2 (a) 所示。

对于新式钻孔冷却的气缸盖，在冷却水侧钻孔处产生裂纹，并且扩展至底面，如图 1-1-2 (b) 所示。这种裂纹是淡水中的防腐剂浓度不合适和不良燃烧或者是钻孔

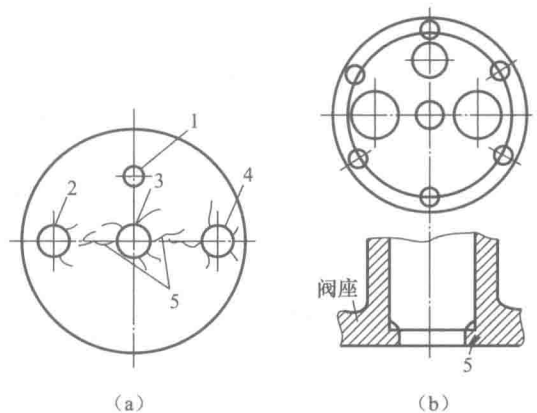


图 1-1-1 气缸盖底面裂纹

(a) RD、RND 型柴油机气缸盖裂纹；(b) 四冲程柴油机气缸盖裂纹

1—示功阀；2—安全阀；3—喷油器孔；4—启动阀孔；5—裂纹

冷却区的微生物腐蚀引起的裂纹。

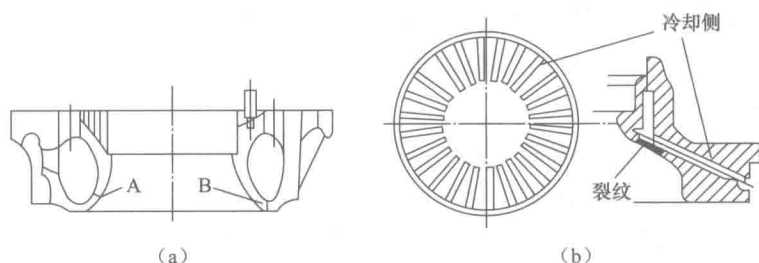


图 1-1-2 气缸盖冷却侧裂纹

(a) 气缸盖环形冷却水侧裂纹；(b) 气缸盖冷却水侧钻孔处裂纹

A, B—阀孔壁

(四) 气缸盖裂纹检验方法

气缸盖裂纹通常在下列各种检验中可以发现。

(1) 根据中国船级社 (CCS) 的规范规定：营运船舶每 5 年进行一次保持船级的特别检验，其中对柴油机气缸盖及其阀件等进行打开检验。

(2) 按照主、副柴油机说明书维修保养大纲的要求检验气缸盖及其阀件等。

(3) 新造、修理的气缸盖或怀疑有裂纹的气缸盖采用观察法进行粗检，采用无损探伤如渗透探伤、磁粉探伤、超声波探伤和水压试验 (0.7 MPa) 法等进行精检，以判断气缸盖上有无裂纹。

另外，航行中可根据下列现象判断燃烧室组成零件有无穿透性裂纹：

(1) 在柴油机运转中，轮机员可根据气缸或活塞冷却水压力表指针波动或膨胀水柜水位上下波动判断零件有无穿透性裂纹：因为当气缸盖或气缸套有穿透性裂纹时，燃烧室中的高压燃气会沿裂缝进入冷却水腔，使冷却水系统的压力升高、压力表指针的读数增加和膨胀水柜水位升高；当气缸排水后压力低于冷却水压力时，冷却水自裂缝进入气缸大量泄漏，造成冷却水压力急剧下降、压力表指针的读数减小和膨胀水柜水位迅速降低。此外，还可从冷却水温升高、淡水消耗量增加、扫气箱有水流出、膨胀水柜的通气管有气泡冒出和冷却水中有油星等现象进一步判断。至于是燃烧室中哪个组成零件裂穿则需进一步检查。

(2) 启动前进行转车和冲车时，轮机员应打开示功阀观察有无水汽或水珠喷出。如有水汽或水珠喷出，则表明燃烧室零件有穿透性裂纹或喷油器冷却水泄漏。此种情况应进一步检查和处理，否则缸内积水较多而直接启动就会造成水击事故。

(3) 曲轴箱 (或循环油柜) 中滑油量不正常增多、润滑油水分离明显增加或滑油迅速乳化变质，均表明燃烧室组成零件有穿透性裂纹而使冷却水大量漏入。

(4) 吊缸检修时，轮机员应认真观察各个零件，如发现活塞、气缸套或气缸盖工作表面有锈痕或活塞顶部积水等，则说明燃烧室组成零件有穿透性裂纹。

二、气阀座磨损

(一) 气阀座面磨损产生的原因

气阀座面磨损后阀线变宽、中断或模糊不清，气阀关闭不严，产生漏气。原因如下：

(1) 高温下阀座面不断受到撞击, 座面金属产生塑性变形和表面拉毛。

(2) 高压下气阀与阀座的配合面产生微小相对运动使之磨损, 当配合间有炭粒和金属屑等机械杂质时磨损更加严重。

(二) 气阀与阀座磨损后的修复方法

(1) 大型低速柴油机气阀磨损后用随机专用磨床研磨修复, 座面亦用专用工具研磨。

(2) 中、高速柴油机进、排气阀座的配合面磨损后可采用手工研磨修复, 如图 1-1-3 所示。

(3) 对于铸钢气缸盖阀座面磨损严重时, 允许采用堆焊修复。

(4) 中、小型柴油机气阀配合面磨损较轻时采用互研: 将气缸盖拆下, 底面朝上放于平地上, 气阀插于阀孔中, 用橡皮碗吸住阀盘底面, 并在阀与阀座配合锥面放入少量研磨剂或机油, 进行互研; 阀座面磨损较严重时, 应先机械加工座面或更换座圈, 再与阀互研。

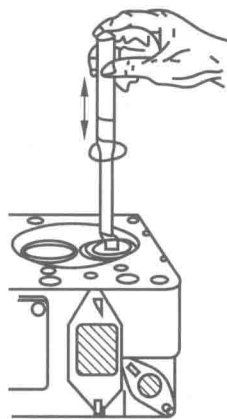


图 1-1-3 气阀的手工研磨

三、气阀座面烧伤、腐蚀

烧伤和腐蚀大多发生在排气阀座面上, 主要是由于座面的变形、磨损、积炭和座面裂纹等引起气阀关闭不严, 导致高温燃气泄漏, 使阀座过热和金属元素烧损; 或因阀座过热和燃用重油发生高温钒腐蚀, 使阀座面产生麻点、凹坑, 甚至导致局部烧穿。

阀盘座面上的腐蚀和烧伤的麻点、凹坑可通过机械加工消除, 然后用专用磨床修磨, 或采用堆焊、喷焊工艺修复。阀座面的腐蚀、烧伤可用机加工或手工铰削修复, 大型柴油机排气阀座面也可以采用堆焊、喷焊工艺修复, 损伤严重时应更换座圈。

【任务实践】

一、气缸盖裂纹的检测

(一) 表面裂纹检测

1. 检测工具

便携式喷罐, 各装有清洗剂、渗透剂和显像剂。

2. 检测步骤

- (1) 清洗气缸盖表面的铁锈、油污、氧化皮和积炭等污物;
- (2) 在气缸盖表面喷涂一层红色渗透剂, 渗透 10 ~ 20 min;
- (3) 去除气缸盖表面上的渗透剂;
- (4) 喷涂白色显像剂, 如有开口性缺陷, 则会在白色衬底上显示出红色缺陷痕迹。

(二) 穿透性裂纹检测

- (1) 试验工具: 压力表、水管的连接盘和一个盛水的水桶。

(2) 试验时, 将具有 0.7 MPa 的压力水压入柴油机的气缸盖内, 在该压力下保持一定时间, 检查气缸盖不应有渗漏。其步骤如下:

- ① 把气缸盖连同气缸衬垫装合在缸体上, 并用规定力矩拧紧气缸盖螺栓;
- ② 封闭气缸盖上的出水口, 封闭处应密封, 不得有渗漏;
- ③ 将试压泵上带橡胶水管的连接盘装于气缸体前部的进水口上, 连接部位应密合, 不得有渗漏;
- ④ 按动试压泵手柄, 将水压入气缸体内, 并同时观察压力表, 压力表指示应为 0.7 MPa;
- ⑤ 以上述压力保持 5 min 后, 检查气缸盖各部, 应无任何渗漏。

二、气缸盖气阀座面的检修

(一) 气阀座面磨损检验

(1) 在气阀锥面上用铅笔每隔 3~5 mm 画一条线, 然后将阀装入阀座, 压住阀盘并转动 90°。取下气阀观察其涂的铅笔线, 若全部被擦掉, 则表明表面密封性良好。

(2) 将气阀装入阀座, 手动使之起落数次敲击阀座, 若座面上呈现一连续光环, 则表明气阀与阀座密封性良好。

(3) 将气阀装入阀座, 在阀座坑内阀盘底面倒煤油, 5 min 后擦净煤油并迅速提起气阀, 观察配合面上有无渗入煤油, 若没有煤油渗入, 则表明密封性良好。

(二) 气阀与阀座的研磨

1. 研磨前的注意事项

- (1) 准备好研磨台架和研磨工具。
- (2) 将气缸盖底面朝上放置在研磨台架上, 并确认已放稳妥。
- (3) 将气缸盖清洗干净, 并将气道、气阀导管、阀座处积炭刮洗干净。
- (4) 气阀要做好标记 (特别是当进、排气阀阀盘直径相当时), 以免相互弄错, 造成事故。

2. 630 柴油机气阀与阀座面的研磨操作

(1) 先在气阀密封锥面上涂一层薄薄的经机油稀释的研磨膏 (200 目凡尔砂), 再用带木柄的橡胶皮碗将气阀阀面吸住, 如图 1-1-4 所示。用拍打与转动相结合的方式进行研磨, 直至气阀锥面出现一条十分整齐的呈灰暗色的环带为止。

(2) 擦净阀面与阀座面上的残余粗砂, 再用 600 目凡尔砂进行精研, 时间约为 30 min。

(3) 抽出气阀, 擦净阀面、气阀座面和导管里的研磨剂。

(4) 在气阀密封面涂上一层机油, 继续研磨数分钟, 在气阀密封锥面和气阀座面上会出现一条完整的密封环带, 以使两面之间能更好地配合。

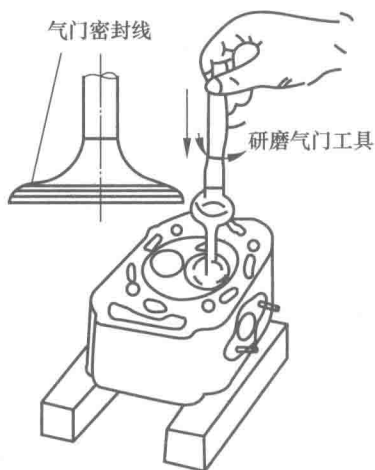


图 1-1-4 气阀与阀座研磨

研磨过程中注意不要用力过大,以免使气阀与气阀座由于快速撞击而使密封锥面宽度磨宽或磨成凹形。研磨后的密封带宽度:进气阀应为1.5~2 mm,排气阀为2~3 mm;过宽则密封性不好,过窄则工作寿命缩短。

(5) 研磨工序完毕后,将气阀、气阀座、气阀导管以及进、排气道用轻柴油仔细清洗干净,不允许有任何残留。

三、测评要点

- (1) 操作前的准备。
- (2) 工艺方法得当,符合技术规范。
- (3) 正确对零件进行外部检查。
- (4) 读数准确。
- (5) 工具整理放好。

【拓展知识】

为了延长气缸盖的使用寿命,需对气缸盖上的裂纹进行处理。根据裂纹的部位、尺寸和深度等,再结合缸盖的材料和结构,选用下列不同的修理方法:

(1) 裂纹微小时采用锉刀、油石和风砂轮等工具打磨裂纹处予以消除,经无损探伤或水压试验检验合格后继续使用;若裂纹较深达到壁厚的3%以上,则改用其他修理方法或报废换新。

(2) 金属扣合法。气缸盖底面和其他部位的裂纹采用金属扣合法修理,不仅能够保证零件的强度要求,还可以满足密封性要求。

(3) 焊补。当裂纹较小时,先铲去裂纹再焊补。为了获得良好的焊补质量,应制定严格的焊补工艺并选用合适的焊补方法。

(4) 镶套修理:对于孔壁上的裂纹,如气缸盖上的进、排气阀孔壁和喷油器孔壁的裂纹采用镶套修理,如图1-1-5所示。

此法效果好,可使零件继续使用两年以上的时间。衬套的材料一般采用不锈钢或青铜,衬套端部与阀孔底部间垫有紫铜片以增加密封性。

(5) 胶黏剂修理。对气缸盖、气缸套上的裂纹或铸造缺陷(砂眼),依其部位或工作条件选用有机或无机胶黏剂进行修理。

(6) 覆板修理:气缸盖外表面裂纹可采用覆板修理。修理时先在裂纹两端钻止裂孔,涂胶黏剂(如环氧树脂)后将钢板覆盖其上,再用螺钉将钢板固定在气缸盖上。

以上修理气缸盖裂纹的方法亦可用来修理其他有裂纹的零件,应依零件的具体情况选用。

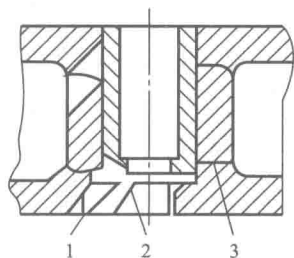


图1-1-5 气缸盖阀孔裂纹的修理

1—衬套;2—紫铜垫片;3—裂纹



任务2 气缸套的维护与修理

【学习任务单】

学习领域	轮机维护与修理	
项目一	船舶柴油机燃烧室主要部件的维护与修理	学时
学习任务2	气缸套的维护与修理	6
学习目标	<p>1. 知识目标</p> <p>(1) 熟悉摩擦与磨损概念；</p> <p>(2) 掌握气缸套磨损的维修；</p> <p>(3) 掌握气缸套裂纹的维修；</p> <p>(4) 掌握气缸套的穴蚀；</p> <p>(5) 熟悉拉缸的主要症状、种类、工艺原因及防止拉缸的工艺措施。</p> <p>2. 能力目标</p> <p>(1) 能够对气缸套磨损的种类和部位进行判断；</p> <p>(2) 针对气缸套磨损、裂纹提出修理意见；</p> <p>(3) 能对气缸套进行圆度和圆柱度测量、计算；</p> <p>(4) 注重日常管理，防止拉缸。</p> <p>3. 素质目标</p> <p>(1) 培养学生的安全操作意识；</p> <p>(2) 培养学生规范操作及环保意识；</p> <p>(3) 培养学生的团队协作意识和吃苦耐劳精神</p>	
<p>1. 任务描述</p> <p>(1) 接受柴油机气缸套维护与修理学习任务单，以柴油机实训室 6300 柴油机的气缸套进行操作；</p> <p>(2) 让学员按照工艺规程对气缸套进行操作，进行气缸套的拆卸，并进行圆度与圆柱度的测量和计算。</p> <p>2. 任务实施</p> <p>(1) 学生分组，每小组 4~5 人；</p> <p>(2) 小组按任务工单进行分析和资料学习；</p> <p>(3) 小组经过讨论确定任务结果，每小组由中心发言人陈述，经过全体同学讨论，确定正确方案；</p> <p>(4) 拆卸气缸套，测量气缸套圆度与圆柱度；</p> <p>(5) 考核总结。</p> <p>3. 相关资源</p> <p>(1) 教材或教学课件；</p> <p>(2) 图片；</p> <p>(3) 气缸套结构图；</p> <p>(4) 维护修理工具。</p> <p>4. 教学要求</p> <p>(1) 认真进行课前预习，充分利用教学资源；</p> <p>(2) 充分发挥团队合作精神，正确完成工作任务；</p> <p>(3) 团队之间相互学习、相互借鉴，提高学习效率</p>		

【背景知识】

一、摩擦与磨损

(一) 摩擦

两个接触物体在外力作用下产生相对运动（或运动趋势）时，接触表面间产生切向阻

力和阻力矩以阻止运动的现象称为摩擦。阻力与阻力矩分别称为摩擦力和摩擦力矩。摩擦会消耗大量有用功,产生大量热而使物体温度升高,产生磨损。

摩擦分类。

(1) 按摩擦副的运动状态分为静摩擦和动摩擦。

(2) 按摩擦副的运动形式分为滑动摩擦和滚动摩擦。

(3) 按摩擦表面的润滑状态分为纯净摩擦、干摩擦、边界摩擦、流体摩擦和混合摩擦。

① 纯净摩擦。摩擦表面间没有任何吸附膜或化合物时的摩擦。此种摩擦仅发生于两个接触表面产生塑性变形(表面膜破坏)或真空中。

② 干摩擦。摩擦表面间没有润滑剂时的摩擦。其摩擦系数较大,为0.1~1.5。

③ 边界摩擦。在边界润滑条件下,摩擦表面间存在一层由极薄的极性吸附物形成的物理吸附膜、化学吸附膜或化学反应膜时的摩擦。边界油膜的厚度约为0.01 μm,摩擦系数为0.05~0.50。

④ 流体摩擦。摩擦表面间有一层边界膜和流体膜的润滑剂时,摩擦表面不能直接接触,摩擦发生在润滑剂分子之间。其摩擦系数最小,为0.01~0.001。

⑤ 混合摩擦。摩擦表面间同时存在边界摩擦和干摩擦的半干摩擦,或同时存在边界摩擦和流体摩擦的半液摩擦,均称为混合摩擦。

(二) 磨损

1. 磨损概念

在机器运转过程中,相对运动的摩擦表面的物质逐渐损耗,使零件尺寸、形状和位置精度以及表面质量发生变化的现象称为磨损。

2. 磨损指标

零件磨损后的尺寸和几何形状误差直接影响机器的工作性能和可靠性。轮机管理工作中为了不使零件产生过大的磨损,通常采用定期测量零件来检查和控制其磨损量,使尺寸和几何形状误差在要求范围内,保证配合件的间隙和工作性能。

(1) 磨损量指标。

零件磨损量是用其摩擦表面的尺寸变化量来衡量的。直径方向上的磨损量 Δ :

$$\Delta_{\text{轴}} = d_0 - d, \Delta_{\text{孔}} = D - D_0$$

式中: d_0, D_0 ——分别为轴、孔的名义直径,mm;

d, D ——分别为运转后的轴、孔的实测直径,mm。

磨损率 φ 是指单位时间内零件在半径方向上的最大磨损量 Δ_{max} 。

$$\varphi = \frac{\Delta_{\text{max}}}{t}$$

式中: t ——工作时间,h。

零件的磨损量或磨损率可以用零件自投入使用至报废的时间间隔内两次测量值之差来计算,也可以任一段工作时间间隔内两次测量值之差来计算。将依测量值计算出的磨损量或磨损率与机器说明书或有关标准、规范的数值比较,以便判断零件磨损程度。

(2) 几何形状指标。

圆度是指半径差为公差 τ 的两个同心圆之间的区域。圆度是用来限制回转零件横截面

(垂直零件轴线的截面)的几何形状误差。可采用圆度仪、千分尺或百分表测量零件的实际圆度,即圆度误差 τ' 。

圆度误差 τ' 是用被测零件上指定横截面的两个相互垂直直径差的一半来表示的,即:

$$\tau' = \frac{1}{2}(D_1 - D_2)$$

式中: τ' ——指定横截面的圆度误差,mm。

D_1, D_2 ——指定横截面的两个相互垂直的直径,mm。

测量并计算出被测零件上数个指定横截面的圆度误差值,取其中最大值 τ'_{\max} 与机器说明书、标准或规范给定的圆度值比较,以判断零件横截面几何形状的变化情况,要求 $\tau'_{\max} < \tau$ 。

圆柱度是指半径差为公差 u 的两个同心圆柱面间的区域。圆柱度是用来限制回转零件纵截面(包含零件轴线的截面)的几何形状误差。常采用圆度仪、千分尺和百分表测量零件的实际圆柱度,即圆柱度误差 u' 。圆柱度误差 u' 是用被测零件上指定纵截面上数个测量直径中最大直径 D_{\max} 与最小直径 D_{\min} 差的一半来表示的,即:

$$u' = \frac{1}{2}(D_{\max} - D_{\min})$$

测量并计算被测零件上两个相互垂直纵截面的圆柱度误差,取其中最大值 u'_{\max} 与说明书、标准或规范的给定值 u 比较,要求 $u'_{\max} < u$ 。

二、气缸套的磨损

(一) 气缸套异常磨损的原因

1. 燃油和燃烧的质量

燃油质量对气缸套磨损的影响主要取决于燃油中硫的含量,当含硫量高于0.7%~1.0%时,气缸套磨损量将急剧增加。使用含硫量较大的燃油(有时高达5%)及低航速节约能源措施的实施,使腐蚀磨损问题变得更为突出。含硫量高的燃油燃烧时会生成较多的炭垢,使其变得坚硬,加重磨粒磨损;低质燃油中的灰分、机械杂质以及燃油裂化使用的含硅、铝的催化剂等以硅酸铝颗粒存在,会使缸套和活塞部件发生异常磨粒磨损;燃油燃烧不良会使炭粒增加、积炭加重。

2. 冷却水温的管理

气缸套冷却水温度的高低对活塞环和气缸套的磨损有很大影响。一般来说,缸套冷却水温度过低,缸壁温度低于 H_2SO_4 的露点,会使硫酸腐蚀(低温腐蚀)加重;缸套冷却水温度过高,缸壁冷却不良,会使缸壁上润滑油氧化严重、炭垢增加、滑油黏度下降、油膜容易破坏,导致黏着磨损。

适当地提高缸套冷却水温度,使缸壁表面温度高于硫酸的露点,可有效地防止腐蚀,减少磨损。一般冷却水出口温度控制在 $85\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 90\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,缸套磨损量较小。

3. 润滑的管理

对润滑油的管理、使用不当,如润滑油品质不良、碱值不当、油压不足、滑油变质不及时更换和气缸注油率不合适及滑油中混入机械杂质,都会引起活塞环和气缸套异常磨损。