

中国造船工程学会人才与教育学术委员会
教材建设学组推荐

船舶系列丛书

CHUANBO XILIE CONGSHU

中级船舶钳工工艺

彭辉 主编

侯林 主审

HEUP 哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

中级船舶钳工工艺

主 编 彭 辉
主 审 侯 林

哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

本书主要针对修造船企业中从事船舶钳工工作的中级技术人员,以中级船舶钳工的基本知识和使用技能为主线,讲解工作中经常使用的船舶主机安装工艺、船舶轴系和螺旋桨的安装及修理工艺、典型船舶辅机的拆装和安装工艺、船舶舵系的安装和修理工艺。

本书可作为船舶钳工技术人员培训教材,也可供相关人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

中级船舶钳工工艺/彭辉主编. —哈尔滨:
哈尔滨工程大学出版社,2011.8
ISBN 978-7-5661-0207-2

I. ①中… II. ①彭… III. ①船舶工程-钳工-工艺
学-技术培训-教材 IV. ①U671

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 165876 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451-82519328
传 真 0451-82519699
经 销 新华书店
印 刷 肇东市一兴印刷有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 11.75
字 数 290 千字
版 次 2011 年 8 月第 1 版
印 次 2011 年 8 月第 1 次印刷
定 价 25.00 元

<http://press.hrbeu.edu.cn>

E-mail:heupress@hrbeu.edu.cn

前 言

近年来,随着我国造船规模的不断扩大和造船企业的不断增多,船舶行业企业中从事船舶钳工工作的人员日益增多。船舶建造中,对各种设备底座进行打磨、主机基座研磨、主机安装、轴系安装、各种设备安装等都属于钳工的范围;船舶修理中,机械类的拆检等也属于钳工的工作范围。同时,随着现代造船工业的发展,船舶钳工技术和工艺不断进步,对从业人员的知识与技能要求越来越高,因此,他们急需掌握船舶钳工的知识 and 技能,亟待提高专业知识和技术水平。针对这些情况,我们编写了本书。未来船舶设计制造的发展趋势是节能减排、绿色环保,今后国际海事组织将颁布一系列促进节能减排、绿色环保的船舶设计制造标准,对包括主辅机在内的各种船舶机械装置的安装要求将越来越高,对施工操作人员的知识深度和技术水平要求会越来越高,钳工工艺将成为影响修造船竞争力的重要因素。随着国际、国内航运业和船舶工业的不断发展,船东对各种船舶机械装置工作的可靠性的要求也会越来越高,船舶钳工越来越受到修造船企业的重视。由于船舶钳工的重要性和特殊性,根据我国造船企业的实际情况,本书在编写中充分考虑到读者的需要,尽可能做到突出重点,举一反三。书中内容编排力求做到结合生产实际,侧重实际知识和使用方法的讲解,以典型修造船企业大量使用的船舶钳工工艺为例讲解,尽量采用图表形式,方便读者学习和掌握。

本书由渤海船舶职业学院彭辉担任主编,侯林担任主审,他对全书内容进行了认真审阅并提出了修改意见,在此表示衷心的感谢。本书在编写过程中得到渤海船舶重工有限责任公司等单位的指导和大力支持,同时,在编写过程中参考或引用了国内一些专家的论著,在此表示衷心的感谢。由于编写者水平有限,错误和不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者
2011年3月

目 录

第一章 船舶主机的安装	1
第一节 船舶主机安装工艺概述	1
第二节 柴油机的整体安装	2
第三节 柴油机的解体安装	5
第四节 柴油机固定部件安装工艺	7
第五节 柴油机运动部件的安装工艺	15
第六节 柴油机曲轴臂距差测量	25
第七节 柴油机的试验	39
第八节 柴油机几种正时和安装系数的测量	47
第二章 船舶轴系和螺旋桨的安装	54
第一节 船舶轴系概述	54
第二节 艏轴的装配	58
第三节 可拆联轴节的装配	63
第四节 轴系的配对(对接平轴)	66
第五节 艏轴管的装配	71
第六节 艏轴管密封装置的装配	84
第七节 隔舱壁填料函的装配	89
第八节 螺旋桨的装配	89
第九节 轴系理论中心线的测定	93
第十节 轴系孔的找正	101
第十一节 艏轴管装置的安装	103
第十二节 螺旋桨的安装	108
第十三节 轴系的校中	121
第十四节 轴系的固定	132
第十五节 船舶轴系安装技术的发展	134

第三章 典型船舶辅机的拆装和安装工艺	136
第一节 齿轮泵拆装与检修	136
第二节 离心泵拆装与检修	139
第三节 空气压缩机拆装与检修	144
第四节 分油机拆装与检修	148
第五节 辅机在船上安装的一般工艺	152
第六节 典型甲板机械在船上的安装	159
第七节 辅机安装中胶黏剂的应用	160
第八节 锅炉在船上的安装	165
第四章 船舶舵系的安装和修理工艺	171
第一节 操舵装置在船上的安装工艺	171
第二节 舵系的修理工艺	174
参考文献	180

第一章 船舶主机的安装

第一节 船舶主机安装工艺概述

主机是船舶航行的动力源,其安装质量将直接关系到船舶动力装置的正常运行和航行性能。

主机的类型有柴油机、汽轮机和燃气轮机。主机类型不同,其结构和工作方式也有区别,应该按主机的特点选择安装工艺。

柴油机是当前应用最广泛的主机,其功率、转速、质量和尺寸差别较大。对于质量较轻、体积较小的主机或主机与减速箱构成的主机组,一般都采用整体吊装的安装工艺。但是对于大型柴油机,整体质量较大(例如6缸80GF为515 t),如果是外厂订货,考虑到交通运输的方便性,都是拆成部件运输到船厂,再把部件分别吊运到舱内进行组装,即使是船厂造的主机也要在权衡厂内运输和吊运上船的可能性和经济性后,才能决定选择是整机吊装还是零部件吊装工艺。

汽轮机用作大型和超大型远程航行的船舶主机时,经济性优于柴油机,在我国,其主要应用于军用船舶上。汽轮机动力装置通常分为减速器、汽轮机、锅炉和冷凝器等组件,且是吊运进机舱安装的。

对于小型燃气轮机,一般都采用整机吊装工艺;对于大功率燃气轮机,可以采用解体安装工艺。

主机直接传动时与轴系相连;间接传动时,通过减速器与轴系相连。对于间接传动的主机往往是先定减速器的位置,然后依据减速器的位置来定主机位置。

主机或减速器在船上安装时,与轴系的安装顺序有两种,一种是先装轴系,船舶下水后依轴系找正主机的位置安装主机。这种方法容易使主机的输出轴回转中心与轴系回转中心同轴,可以自由地找正主机位置。由于下水后安装主机避免了下水后船体变形对安装质量的影响,这种工艺长期以来被工厂采用。另一种是主机依据轴系实际中心线来定位安装。这种工艺可以使主机与轴系平行地进行安装,或者先于轴系安装,扩大了安装工作面,使主机定位后可以与主机相接的各种管系、附属设备等的安装工作,缩短了生产周期。但是此工艺往往难以避免船舶下水后船体变形带来的影响,而在轴系安装时因为主机位置固定,艏管艏轴也固定了,这两个固定后的相对偏差必须由轴系来“消化”,从而使约束条件增加,安装难度要大一些。对大批量的小型船舶,在掌握了变形情况,可以预先施以反变形时,采用这种工艺还是有益的。

主机安装必须保证主机与传动轴系的相对位置正确,并且在工作时保持这种相对关系,因此就必须保证主机及轴系的工作区域内,船舶结构的装配、上层建筑等质量较大的设备吊运安装等工作基本完成后,即形成一个稳定的基础,再进行主机及轴系的安装工作。主机在安装前必须完成下列工作:

(1) 轴系主机工作区域内船体结构的装配、主机座的装配及焊接等工作应全部结束并经火工矫正；

(2) 机舱及邻近的部位双底、艏尖舱、油舱、水舱等密性试验全部结束，并经稳定 24 h 后方可施工；

(3) 轴系区域主要的辅机座也已装配焊接完毕；

(4) 船体垫墩、侧支撑合理并牢固可靠，船体基线符合规定的技术要求，并提供船体基线的测量数据，而且还要在工作中定期检查基线的变化。

主机安装的工作内容包括以下几个方面：

(1) 主机基座的检查与加工；

(2) 主机或部件吊装后的校中定位；

(3) 主机的固定；

(4) 安装质量的检查。

第二节 柴油机的整体安装

作为主机的柴油机的整体安装，是把柴油机或机组整体吊入舱内，在基座上就位，然后依据轴的实际中心线调整主机的位置。当主机的回转中心与轴系的实际中心相对关系（偏移和曲折）达到规定要求后即可刮削活动垫片，然后钻底脚螺栓孔、铰孔，配置铰孔螺栓并拧紧螺母，至此安装结束，这就是整体安装的工艺过程。整体安装是主机安装的最基本的方式，掌握了整体安装的要领和程序，就基本上掌握了各种主机的安装程序。现将施工工艺叙述如下。

一、柴油机基座的检验与加工

柴油机的基座是与船体直接相连的支承座，由基座纵桁、面板、肘板等构成，在面板上为了减少加工面而焊有固定垫，固定垫与柴油机机座之间配有活动垫片，用螺栓将主机与基座固定在一起。

柴油机基座有时在分段制造时就已经根据船体基准线进行安装了，但一般是在艏部与机舱部合拢后，以艏管位置拉线定位装配焊接的，总的来说定位是比较粗糙的。当船体建造到一定程度，轮机外场进行施工时为了检查基座装配的正确性和画出固定垫装焊时的正确位置，确保柴油机正确地落在基座上，必须对基座进行检验。

基座的检验与轴中心线的测定往往是结合在一起进行的，这是因为船体装配时有误差，而这些误差是根据改变轴系中心线位置，用艏管孔留有加工余量来调整的，所以当检查基座时把艏管的加工余量考虑进去后，再观察柴油机能否正确落到基座上。因为艏管加工余量有限，柴油机机座与基座间的空隙有限，必须控制基座位置的公差，如图 1-1 所示。

其公差范围如下：

(1) 轴向位置 A 的误差，可以用轴的长度来找正，一般偏差小于或等于 ± 10 mm；

(2) 基座宽度 B 的上偏差小于 $+10$ mm，下偏差小于 -5 mm；

(3) 基座两侧面板高度 C 的偏差小于 3 mm；

(4) 基座中心线与轴系中心线投影线之间的偏差小于 ± 5 mm；

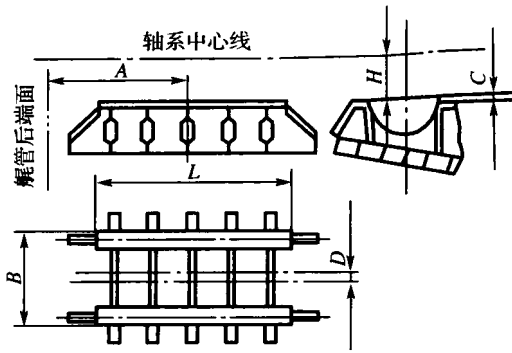


图 1-1 基座位置的检验

(5) 基座支承表面至轴系中心线的高度 H 的偏差可以用垫片厚度来调整,其偏差小于 $\pm 3 \text{ mm}$;

(6) 基座总长度 L 的上偏差小于 $+10 \text{ mm}$,下偏差小于 -5 mm 。

检查上述各尺寸时依据的基准是轴系的理论中心线,为测量方便应将其投影到基座面板上。测出轴向位置 A 的长度后,应当根据该尺寸核对轴系长度和决定轴的下料长度。

当检验基座位置合格后,就可以在基座面板上画螺钉孔的位置了。画线时首先要确定主机输出端即最后部底部螺钉孔(第一螺钉孔)的位置,其他螺钉的位置以此孔为基准量出。第一螺钉孔轴向位置的具体尺寸从轴系布置中得到,但是不能直接用该尺寸作为画线的依据。因为船舶制造时的误差往往会造成实物与图纸规定尺寸间的差异,且当确定主机第一螺钉孔位置时舵管后部尚未加工,可以用改变轴的长度来补偿;如果此时轴已加工完毕,则还必须用调整第一螺钉孔的位置来迁就轴的长度。此外,当确定第一螺钉孔的位置后,其他螺钉孔与第一螺钉孔相对位置的尺寸,应当依据基座图纸并核对实物确认无误后,按与第一螺钉孔规定的距离尺寸画线和加工。

当画其他螺钉孔中心线时,螺钉孔左右分挡的尺寸从中分线向左右量出,在求出螺钉孔的纵向中心线后,以螺钉孔的间距在螺钉孔的纵向中心线上画线,这样就确定了其他各底部螺钉孔的中心位置,找到中心后应打上样冲坑,螺钉孔的位置可以用等距法检验其准确性。

基座面板上焊有固定垫片时,应当在螺钉孔的周围,根据固定垫片的尺寸画出放置固定垫片的位置,螺钉孔到垫片边缘的距离应当均匀分配。

基座加工的主要工作是面板的加工、固定垫片的焊接、平面的加工以及螺钉孔的加工等几项工作。

为了减少基座上表面加工工作量,基座面板上焊有固定垫片。在固定垫片焊接前,为了使基座面板与固定垫片贴合紧密,间隙应小于 0.10 mm ,在放置固定垫片处的基座面板要进行加工修平。固定垫片一般在四周焊牢即可,垫片尺寸较大时,为了增加垫片与面板间贴合性,可采用开孔塞焊的方法增加焊接面。

无固定垫片的基座面板要求表面全部加工,加工后应当进行刮削,用平板检查刮削的质量,一般要求每 $25 \text{ mm} \times 25 \text{ mm}$ 面积内有 $2 \sim 3$ 个油点,且与面板间隙以 0.05 mm 塞尺不能插入。

固定垫片一般加工成 $1:100$ 的斜度向外倾斜,以利于研配活动垫片时将活动垫片推入。

二、柴油机的定位

柴油机吊入机舱前,在基座的前后左右设置调位支架。小型柴油机的调位可以采用调

位螺钉,大型柴油机的质量较大,大多数采用楔形调位工具来调节柴油机的位置。

柴油机吊入机舱后,根据所画出的基座中心线和螺钉孔中心线将柴油机的位置大致放准,并在下面放好临时垫片和调节高度的工具。为了保证基座不产生变形,调整高度的工具应当均匀分布。为了调位后刮削研配活动垫片,调节高度的工具应当不与固定垫片重合。

应当根据轴系与柴油机安装的先后选择主机的校中方法。在先安装轴系时,则可根据已装好的与柴油机相连接轴的法兰进行对中找正。同时应将与柴油机相连接的轴向后移开0.5~1 mm,使两相连接法兰完全脱开。以轴的法兰端面为基准,当法兰符合校中要求能表征轴的中心线时,可采用直尺塞尺法,否则必须采用指针法或者百分表法校中主机。

依据法兰校中时相邻法兰允许的偏移值 d 及曲折值 φ 的数值在轴系对中技术标准中有规定。

在轴系安装前,先进行柴油机安装,可采用光学法。用光学仪器校中柴油机的依据是轴系的实际中心线。如前所述,轴系的实际中心线是轴的下部与轴承接触时轴的中心线位置,也就是说主机校中时的光靶靶心应当放在轴系的实际中心线上。

用光学法找正主机位置时的公差范围可按表 1-1 所列的数值选取。

表 1-1 主机位置的允许偏差

准直仪至瞄准靶 的距离/m	≤8	10	15	20	25	30	40	60	90
准直仪网板十字与光靶 十字的允许偏差/mm	不大于光靶上十 字线的刻线宽度	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.6	2.2	3.6

三、柴油机的固定

柴油机校中后,应当保持与轴系等相连接部件间的相对位置。柴油机的运动部件不平衡的惯性力和惯性力矩较大,加上船舶在漂浮摇摆时发动机的倾斜力以及转弯时发动机的惯性力等要求柴油机必须与基座牢固地固定,除了特殊用途的船舶要求柴油机下面安装减振器进行隔音减振外,绝大部分船舶都是与基座刚性连接。为了定位,常设置铰孔紧配螺栓。有些大型柴油机侧面用契块定位。

柴油机固定前,要根据对中后柴油机的位置刮削研配垫片,用来填满柴油机机座下面与基座间的空隙。垫片的材料一般为低碳钢或者铸铁,铸铁比碳钢容易刮削和铰孔,使用较多。从连接螺栓的受力状态和钻孔铰孔方便考虑,垫片不宜太厚,一般为20~50 mm,其最小厚度规定为,铸铁的不小于15~20 mm,低碳钢的不小于10 mm。垫片面积的大小可按垫片上的压力来确定,由机器质量和固定螺栓而引起的总载荷应以不大于2000 N/cm²为宜。

垫片研配刮削符合规定后,即应进行垫片及基座的钻孔并旋紧固定螺栓。为了使发动机和基座的相对位置固定,应有一定比例的铰孔螺栓,对于铰孔螺栓的钻孔应保留有效孔余量。为了保证螺母与固定件无间隙,还需将螺栓孔的上、下两个平面刮平。当螺栓孔直径较小时,垫片和基座可以一起钻。为了钻孔的方便,可先在机脚中放一套筒,以套筒定位钻孔,但螺栓孔的位置必须正确,否则如果再需钻孔时会形成单边,校正困难。

螺栓孔钻孔、铰孔完毕后,即可安装固定螺栓。固定螺栓安装时应当从中间开始向前后方向扩展,且应依对角线方向逐渐扳紧,以防止基座变形。

第三节 柴油机的解体安装

随着船舶的大型化和快速性要求的提高,柴油机的功率不断增大,因而柴油机的单机质量和尺寸增加较快。庞大而笨重的柴油机整机吊运上船并进行安装,目前就我国各船厂吊运能力来说是困难的。因此往往采取将柴油机按船厂的吊运能力分解成部件,然后逐个部件吊运上船安装的工艺,这就是柴油机的解体安装。

柴油机的解体安装包含如下工艺:

- (1) 按吊运能力将柴油机分解成若干部件,并吊运上船;
- (2) 机座在船上找正定位;
- (3) 部件的总装。

一、柴油机的解体

大型低速柴油机生产的批量较小,大件的互换性较差,从经济上考虑多为单配。在解体前必须检查柴油机在制造厂总装时的记录,即各重要部位安装测量的依据、试验合格证等有关出厂的证件,确认合格,船厂验收后方可着手进行柴油机的分解工作。

解体时应先将柴油机附属设备以及仪表盘等拆开,并分系统挂好标签集中放置。各部件连接处必须打上明显的标记,供复装时对齐就位。拆卸时,必须选择适当的工具,以免损坏零件。曲轴和凸轮轴等,必须放置好,以免变形。对于部件间的接触面,拆下后应加以保护,落下停放时垫上木质垫。

柴油机解体时,根据厂方吊运能力,部件应尽量大,以减少复装时的工作量。一般解体成扫气箱、增压器、气缸盖、气缸体、机架、曲轴、活塞连杆及基座等几个部件。

二、柴油机机座的定位

解体安装时,柴油机基座的检验、加工以及螺栓孔位置的画线等施工方法,与整体安装时的工艺步骤和方法一样。

当基座加工达到要求后,就可以吊装柴油机的零部件了。吊运时按安装的顺序进行,首先吊运机座入舱,然后吊运曲轴、盘车装置、机架、机身、缸盖等。

在吊运机座时,必须保持机座与基座面板倾斜方向一致。机座吊入机舱后在机座四角螺孔穿入引导杆,对准基座螺栓孔就位于临时木垫上。

曲轴在吊运过程中,必须正确捆扎钢丝绳,以防止绕曲而产生变形,钢丝绳与轴颈捆扎处,用硬木条围住后用帆布扎紧,以保证吊运过程中曲轴不致碰伤。

解体安装时柴油机的定位实际是机座的定位。当机座定位后,以此为基础安装其上的其他部件。机座的找正定位是通过机座上安装的曲轴输出端法兰为基础进行找正的。其方法可以用直尺塞尺法、指针法、百分表法和光学仪器法等。具体采用何种方法可以根据施工工艺而定。其位置的调节方法也与整体吊装工艺相同。

机座位置调整后,为了消除由于调位工具顶推作用力的不均匀而使机座产生的变形,必须对机座上平面的平面度及曲轴的臂距差进行严格复查。

机座上平面平面度的检查可以采用连通管水平仪、光学仪器及拉线等方法进行。

拉线法是应用较多的测量方法,如图 1-2 所示是这种测量方法的示意图。该法是在机座的 4 角设置 4 个拉线架,拉两根纵向平行线和两根对角交叉线,调整钢丝端部达到 4 点距机座面的高度相同,然后在机座面上选择测量点测量出钢丝至机座面间的距离,加上该点钢丝的下垂量,即可得到各点的不平度,这种方法适合于各种状况,但准确度取决于操作者的技术水平。

机座上平面的平面度还可以用光学准直仪来测量,如图 1-3 所示。它由准直望远镜 1 和扫描装置两部分组成。准直望远镜装置在三脚架 4 中,三脚架的高低由调节螺钉 5 调整,扫描装置 6 可在平面方向作 360°的任意转动,扫描出一个光的平面来。在被测平面上放置 3 个光靶,以光靶中心决定的平面作为基准面,此时通过五棱镜 7 的反射,在准直望远镜网板十字架中心与 3 个光靶中心同时都重合,则此时扫描出的光的平面与 3 个光靶中心在同一平面内,然后把光靶 9 移至被测点,从准直望远镜中观察光靶中心与准直望远镜网板十字架中心之差值,则该差值即为该点的平面度数值。

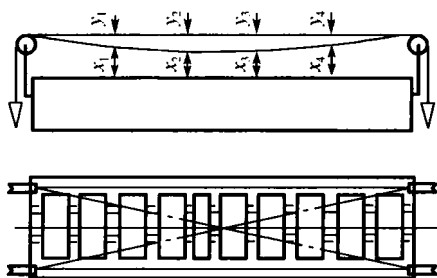


图 1-2 拉线法测量机座平面度

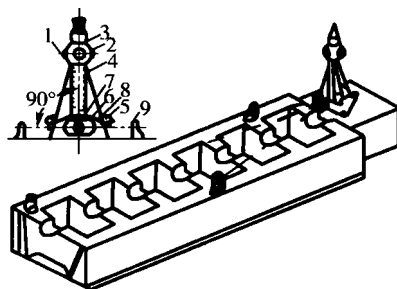


图 1-3 光学准直仪测量机座平面度
1—准直望远镜;2—调节器;3—调焦距器;
4—三脚架;5—调节螺钉;6—扫描装置;
7—五棱镜;8—五棱镜调节器;9—光靶

光学准直望远镜测量方法适用于水上、水下的测量,精度较高,但其调节和测量比较费工。

机座上平面的平面度要求,一般纵向为 0.04 mm/m,横向为 0.03 mm/m,在各种柴油机的文件上都有具体的数值参照,例如 6RND76 柴油机上平面的平面度纵向全长允差为 0.25 mm,横向全长允差为 0.1 mm,在测量上平面平面度时,可参照柴油机的要求,根据出厂时总装记录的数值进行调节。调节的方法可以采用千斤顶来升高或降低机座的局部位置以达到规定的平面度要求。

在测量检查机座上平面平面度的同时,必须检查曲轴臂距差的变化情况(曲轴臂距差的定义以及检查和调整方法,详见柴油机安装有关小节内容)。考虑到机座定位是在船舶空载情况下进行的,为了使曲轴臂距差在船舶重载时不因船体变形而超差,在机座定位时,可以根据实践,用与船体变形的相反方向调整曲轴臂距差,从而使曲轴在船舶重载航行时获得良好的技术状态,考虑这种因素的场合,在工艺上称为反变形定位。

三、柴油机机座的固定

当柴油机机座校中、机座上平面的平面度以及曲轴的臂距差都达到要求后,就可以进行主机座的固定了。

为了保证机座与相连轴系的相对位置,必须按规定研配刮削机座下面的活动垫片。

解体安装的主机底脚螺栓较多,垫片的研配应当分批进行,首先研配对臂距差影响较大的主轴承处的垫片,并钻孔紧固,然后按顺序研配其他垫片。

解体安装的柴油机底脚螺栓,一般是用液体拉伸器来紧固的,其紧固油压按主机说明书规定值进行。拉伸器紧固螺栓应按规定顺序,对称地由中间部位向两端分批进行,以避免因螺栓紧固不均匀而使机座产生变形。

螺栓紧固后,对机座平面的平面度、曲轴臂距差值以及曲轴与轴系中心线的对中情况需进行复测,如符合规定范围,则机座的固定工作就结束。

四、其他主要部件组装

当机座找正对中并固定后,即可安装其他部件了。这项工作实际是柴油机的总装,装配时应当按照制造厂制订的方案、装配的技术要求、规定的配合间隙等进行安装和调整。

也可以参照 GB 9192—88 船用低速柴油机安装技术要求进行。

第四节 柴油机固定部件安装工艺

一、主轴承的安装工艺

在柴油机机座可靠地紧固在安装平台上以后,便可以安装主轴承。主轴承是最重要的承力构件,若安装不良将造成柴油机最严重的损坏(如曲轴断裂、轴瓦烧熔等),所以这道工序历来最受重视。安装过程中和安装后都必须提交检验,检验结果需记录备案,以便能与将来运行过程中的检查数据相对照,从而求出主轴承的变化规律,便于修整。

船用柴油机的主轴承多数采用白合金厚壁轴瓦,也有采用薄壁轴瓦。它是在低碳钢的瓦背内壁浇铸白合金层再经机加工而成,白合金厚度一般为 3~8 mm。为了在柴油机使用期间在不吊起曲轴的情况下从主轴承座中转出轴瓦进行修理和检查,下轴瓦都制成半圆形,在上下两半接合面之间安装垫片,用以调整曲轴主轴颈和轴瓦之间的间隙。为了防止轴瓦的轴向位移,轴瓦两端常制有凸缘。在上轴瓦和轴承盖内还装有防止轴瓦转动的定位销钉。白合金轴瓦与轴颈之间的良好贴合是通过钳工刮削来达到的。主轴瓦的刮削标准,常以曲轴臂距差是否达到要求来衡量,因此主轴承的安装技术要求必须和曲轴的安装一起考虑。

主轴瓦和曲轴安装的基本技术要求如下:

(1) 主轴瓦下瓦和机座主轴孔应接触良好,涂色检查时,其接触面积大于 75%。

机座主轴孔要求在同一中心线上,其同轴度的要求与机座长度有关,机座长度小于 2 m 时,在全长范围内偏差不大于 0.02 mm,相邻两只轴承之间偏差不大于 0.01 mm;机座长度为 2~4 m 时,在全长范围内偏差不大于 0.04 mm,相邻两轴承之间偏差不大于 0.02 mm;机座长度为 4~8 m 时,在全长范围内不大于 0.06 mm,相邻两只轴承之间偏差不大于 0.03 mm;机座长度为 8~11 m 时,在全长范围内偏差不大于 0.10 mm,相邻两轴承之间偏差不大于 0.05 mm;机座长度大于 11 m 时,在全长范围内偏差不大于 0.14 mm,相邻两只轴承之间偏差不大于 0.07 mm。

(2) 机座主轴承中心线应与机座上平面平行,其平行度误差要求机座长度小于 8 m,在全长范围偏差不大于 0.10~0.15 mm;机座长度大于 8~11 m 时,在全长范围偏差不大于

0.15~0.20 mm;机座长度大于11 m时,在全长范围偏差不大于0.20~0.30 mm。

(3) 曲轴主轴颈与主轴承下瓦接触面进行涂色检查,一般为 40° ~ 60° 夹角,不能小于 40° 夹角,前后接触均匀。

(4) 曲轴臂距差检查。曲轴上未装运动件(自由曲轴)时,臂距差应不大于活塞行程的 $1/12\ 000$;运动件安装完毕,臂距差应不大于活塞行程的 $1/10\ 000$ 。

(5) 推力轴承安装后,各道曲柄臂与主轴之间的轴向应留有适当的间隙,以防止因机座与曲轴之间的温度差异而产生曲轴热膨胀伸长,或推力轴承磨损后,造成曲柄臂与主轴承的断面摩擦。

(6) 为便于以后的检查修理,主轴承下瓦底部的厚度尺寸应在正式安装前进行测量、记录、存档。当曲轴装入轴承后,应用桥规测量并做好记录。

(7) 各道主轴承的径向安装间隙、推力轴承推力块面的轴向间隙等均应做好记录,并应符合规定要求。

(8) 各道主轴承的径向间隙可用上、下瓦之间的垫片进行调整,其两侧垫片的厚度应相等。

(9) 主轴承的径向间隙不准用松紧螺母来调整。轴承装配合格后,应做好标记。

船用柴油机常属于单件生产或小批量生产,主轴瓦和曲柄的安装通常采用选配再加修刮方式。采用厚壁轴瓦的主轴瓦和曲轴的主要安装工艺过程如下:

(1) 将机座主轴承孔内表面涂上一层蓝油,装入主轴承下瓦,两边用压板将主轴瓦压紧在主轴承座孔上,然后拆下,观察主轴瓦背面蓝油的接触痕迹,要求均匀地分布在整个轴瓦背面,蓝油涉及的面积不小于全部面积的75%。主轴瓦背面与主轴承座孔紧密贴合有利于轴承的受力和传热,避免轴瓦因过热而发生损坏,这就是轴承瓦背接触面的检查。

(2) 主轴瓦依主轴承的次序编号打钢印后,用附有软质防护板的压板将主轴瓦压紧在主轴承座孔中。软质防护板主要是为了防止曲轴吊入过程中将主轴颈光滑表面擦伤。软质防护板可用硬木板、层压板或软铜制成,如图1-4所示。

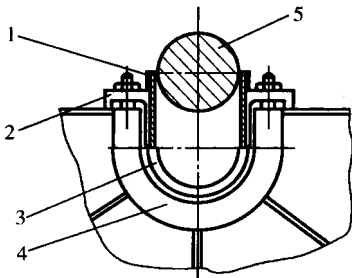


图1-4 主轴瓦压紧和压板

1—防护板;2—压板;3—主轴瓦;
4—机座主轴承座;5—假轴或曲轴主轴颈

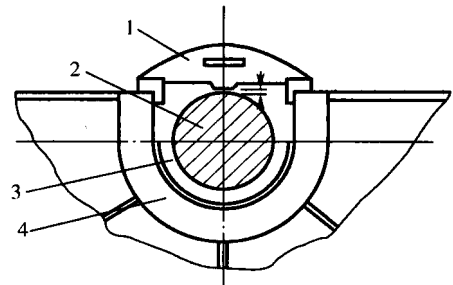


图1-5 桥规测量

1—桥规;2—假轴或曲轴主轴颈
3—主轴瓦;4—机座主轴承座

(3) 制造一条假轴,假轴的直径等于曲轴主轴颈直径加二分之一主轴承装配间隙,其长度臂机座主轴承头尾总长稍长。利用假轴对主轴承下瓦进行涂色检查和初步刮削。把假轴水平吊放在机座上方,在对应各道主轴承位表面上涂以蓝油,然后把假轴吊放入机座轴承内,并转动 $2\sim 3$ r,再吊出。根据蓝油在轴瓦上表面的分布情况进行刮削,一般要经过多次刮削,直到蓝油接触面能在各道轴瓦表面的底部左右各 20° ~ 30° 内均匀分布,在底部左右各

30°~60°范围内能接触到蓝油为止。在利用假轴涂蓝油进行刮削的同时,可以利用桥规检查假轴中心线与机座上表面的平行度,如图1-5所示。

(4) 用曲轴进行主轴瓦涂色检查。将曲轴各道主轴颈表面涂上蓝油,吊入机座轴承内,转动曲轴1~2 r,然后调出曲轴,检查蓝油在轴瓦表面的分布情况,对着色点进行精刮。要求蓝油能在轴瓦底40°~60°范围内均匀分布。同时检查曲轴与各道轴瓦两侧油隙大小。

(5) 在精刮削轴瓦的后期,要同时测量曲轴臂距差,主要是上下位置臂距差,其次是左右位置臂距差。曲轴臂距差数值必须符合规范要求。

(6) 精刮削轴瓦符合要求(需要报验有关部门认可)后,测量各道主轴颈的桥规数值,记录备案,作为以后检查和修理主轴承的依据。当柴油机经过长期使用后,根据桥规测量数据的变化,就可以估计出主轴瓦和主轴颈的磨损程度。

(7) 吊出曲轴,拆除压轴瓦的压板,测量并记录各道主轴瓦下瓦瓦背的厚度,一点为底部中心,离底部中心左右60°三点,前后共六点,作为以后调换新轴瓦的参考依据,同时也可以作为以后修理的依据。

(8) 预装各道主轴承上瓦和轴承盖,用内径分厘卡测量主轴承孔内径,根据主轴承安装间隙算出调整垫片的厚度尺寸,配好垫片,垫片数量不要超过三片。最后在旋紧(按照设计主轴承螺母旋紧扭矩)主轴承盖螺母的情况下测量垂直和水平方向的内孔尺寸,测量部位如图1-6所示。旋紧主轴承盖螺母时,要防止由于螺母扳紧不均匀而使侧面油隙分布不良。最后在螺母扳紧的位置处作出标记,作为最后安装扳紧的依据。

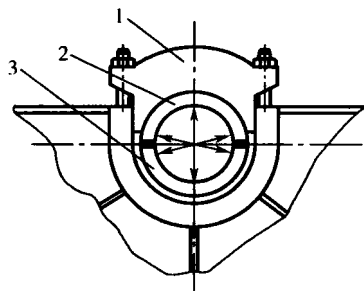


图1-6 主轴承孔内径测量

1—轴承盖;2—上轴瓦;3—下轴瓦

(9) 擦净曲轴和轴瓦上的蓝油。主轴瓦内表面用卷上帆布的铁棍来回滚擦,用以消除刮削时产生的毛刺。曲轴主轴颈和主轴瓦内表面上涂上清洁润滑油,重新吊入曲轴,装上上轴瓦和轴承盖,按标记位置扳紧主轴承盖螺母。

(10) 测量并记录曲轴各道曲柄的臂距差,在上下左右四个位置测量,计算出上下、左右的臂距差数值,对照规范检查是否符合要求。曲轴臂距差数值必须在良好范围内,不能仅仅在许用范围内。曲轴臂距差符合要求,即说明各道主轴承下瓦的厚度符合要求。

(11) 测量曲轴在机座内前后的位置(即轴向间隙),应保证曲轴在机座内具有足够的热膨胀间隙和由于推力轴承推力面磨损产生的曲轴轴向位移的间隙。同时确定推力轴承推力块调整垫片的厚度尺寸。

(12) 测量主轴承的安装间隙也可以用压铅丝的办法进行。在曲轴主轴颈上放2或3根直径为0.5 mm的软铅丝,装好上轴瓦和轴承盖并扳紧螺母,然后拆开轴承盖,测量被压扁的铅丝厚度,记录在表格内。

(13) 装妥推力轴承内的推力块和其他零件,记录推力块轴向间隙。

(14) 在曲轴处于前推力块贴合的情况下,测量曲轴各道主轴瓦处的轴向间隙。这间隙关系到允许曲轴热膨胀或其他原因产生前后位移的距离。

(15) 装妥各螺母或螺钉上的开口销或保险丝等保险装置。

二、气缸套的安装工艺

柴油机气缸套是活塞往复运动的导向面(特别是四冲程柴油机),与活塞和气缸盖组成燃烧室,承受活塞运动时的侧推力,它是柴油机的重要零件之一,是每次吊缸检验时均要接触的零件。它的安装质量直接影响活塞的运动和冷却水的密封,因此安装时必须遵守各类机型气缸套安装工艺。

1. 大型柴油机的气缸套的安装工艺

(1) 气缸套的清洁和检验

新的柴油机气缸套加工完毕后往往要涂上一层防锈油脂和防锈膜,因此在安装前必须进行清洁,清洁时要注意防止刮花气缸套内表面和外表面的密封处。测量并记录气缸套内直径,多处十字形测量。仔细检查气缸套内表面等重要部位有无裂纹、夹渣、疏松等缺陷。将测量数据对照有关的规范,确定合格后进行下道工序。

(2) 安装密封圈

用密封胶液把气缸套上密封胶槽填满,并把新的橡皮圈装入相应的槽中,注意防止橡皮圈扭转,方法为插进螺丝刀原位转动 $2 \sim 3$ r。

密封圈虽有弹性,但实际上是不能压缩的。因此新橡皮密封圈的断面积应为槽的断面积的 $80\% \sim 90\%$,如图1-7中(a)所示。

橡皮圈在缸套装缸体后,其在与缸壁接触处的截面直径 d' ,为松弛状态截面直径 d 的 $70\% \sim 80\%$,即 $d' = (0.7 \sim 0.8)d$ 时(图1-7(b)),密封性最好。

橡皮圈在松弛状态下的 D' 应比槽底直径 D 小 $8\% \sim 10\%$ 。即 $D' = (0.9 \sim 0.92)D$ 时,橡皮圈装入槽中的预紧力最合适。

有的柴油机不用胶圈密封,而是用填料来密封,如图1-8所示的曼恩型柴油机就是这样。将填料涂上油脂后装在气缸套上,安装时注意填料圈数,最上和最下一圈边缘带圆角。填料圈是靠气缸盖螺母来上紧的,密封圈的压缩量为 $25\% H$ 。

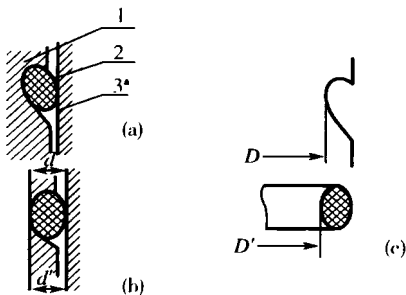


图1-7 气缸套密封圈

1—气缸套;2—胶圈;3—气缸体

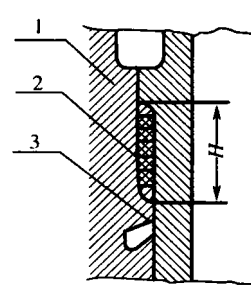


图1-8 M. A. N 型机气缸套填料结构

1—缸体;2—填料;3—缸套

(3) 检查紫铜密封圈

紫铜圈的作用主要是对排气口、扫气口燃气及新鲜空气的密封。紫铜圈与气缸体内径的配合松紧程度以安装时气缸套靠自重滑入气缸体为宜。

对于新气缸套,在压入气缸体以前,紫铜圈的直径 D 应比气缸体内径大 $0.14 \sim 0.16$ mm,如图1-9(a)所示。

$$D' = D + (0.14 \sim 0.16)$$

式中 D' ——紫铜圈外套直径；

D ——气缸体内径。

经长期运转后，紫铜圈可能因变形而产生间隙(图 1-9(b))，不再起密封作用。这时应把密封圈外径增大，增大方法如图 1-9(c)所示。紫铜圈增大后的直径应比气缸体内直径大 0.10 mm。

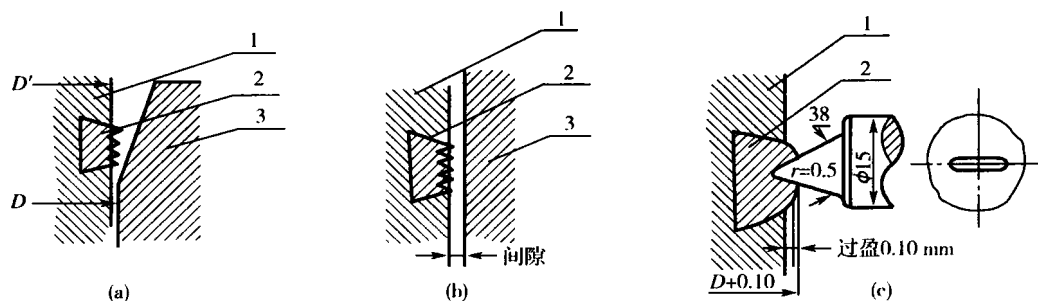


图 1-9 气缸套紫铜密封圈

1—气缸套；2—紫铜圈；3—气缸体

(4) 把气缸套装入气缸体内

在气缸套装入气缸体内之前，应用压缩空气检查气缸套上部注油孔是否已经通畅无阻，同时在气缸套外表面及气缸体内壁与气缸套配合处涂以足够的润滑剂(包括橡皮圈或填料圈上)，然后再用吊具将气缸套缓缓放入气缸体内，直至紫铜圈进入气缸体内孔为止。气缸套有非常精细的标志，必须使它与气缸体上面的标志对准。

取下气缸套吊具，把气缸盖放到气缸套上，然后交叉地把气缸盖螺母均匀上紧，直到把气缸套压入气缸体中。对于新的气缸体和气缸套，在压紧之前要适当转动(可在任一端部气口处装一个小千斤顶来推)，使各个气缸注油管对准气缸套上注油孔中心线，当气缸套达到正确的位置后，在其顶部外缘作一个与气缸体上相应记号完全对准的标记。

(5) 测量气缸套内直径

吊开气缸盖，对气缸盖内直径进行测量。因为如果密封胶圈截面积较大，填料密封圈装得太多，紫铜圈与气缸体内径过盈量太大等，在气缸套装入气缸体以后，会造成气缸套发生变形，甚至压坏，所以必须对气缸套内径进行测量和检查。M. A. N 型柴油机，新装气缸套内径缩小量一般不应超过 0.02 ~ 0.03 mm；旧气缸套不应超过 0.05 mm。RD 型机，对新气缸套，最大直径与最小直径之差不得超过制造公差的两倍；对于旧气缸套，最大直径与最小直径之差在气缸套上部不得超过 2%，在气缸套配合部位不得超过 1.5%。

(6) 做水压试验

上述测量合格后，再装上气缸盖，上紧气缸盖螺母，接着装好冷却水接头和气缸注油接头，对气缸套进行水压密封性试验，检验气缸套的安装质量。试验压力一般为冷却水额定工作压力的 1.5 倍。满足要求后，吊开气缸盖，进行下一步工序安装。

2. 中小型柴油机气缸套的安装工艺

中小型柴油机气缸套的安装比较简单，可参考大型柴油机气缸套的安装方法进行，此处不再阐述。