

批錯、鉚接、密性試驗工工艺学

康汉元 陈志刚 编

哈尔滨船舶工程学院出版社

编 者 的 话

本书系船舶工业总公司组织编写的工人培训教材之一。全书共分为三篇，第一篇为拖锚工艺学，第二篇为铆接工艺学，第三篇为密性试验工艺学。各篇既有内在联系，又相对独立。适合于船厂培训技术工人之用，也可作为船舶工程技术人员的学习资料。

本书第一篇的概述、第四章和第三篇由康汉元编写，第一篇的第一、二、三章和第二篇由陈志刚编写，全书由康汉元主编。

在编写本书过程中，经船舶工业总公司教材编审室李蕴同志多次指导，并得到上海船厂教育办公室徐大钧同志大力支持、协助。全书经江南造船厂宋尧海同志主审，特致谢意。

由于我们水平有限，书中一定存在不少缺点和错误，恳切地希望广大读者多多地提出批评和指正。

内 容 简 介

本书共分三部分,主要内容有批错、铆接和密性试验的基本理论、基本工艺知识;有关安全和质量检验知识。

本书作为船厂批错工、铆接工和密性试验工的技术培训教材,也可作为船厂有关技术人员、管理干部的参考书。

批错、铆接、密性试验工艺学

康汉元、陈志刚 编

哈尔滨船舶工程学院出版社出版

新华书店首都发行所发行

哈尔滨建筑工程学院附属印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张14.75 插页1 字数355千字

1988年4月第1版 1988年4月第1次印刷

印数: 1—2 000册 定价: 3.10元

ISBN 7-81007-017-7/TG·4

前 言

为了落实中共中央、国务院《关于加强职工教育工作的决定》，搞好船舶工人技术理论教育工作，加强智力开发，提高职工素质，以适应社会主义现代化建设和振兴船舶工业的需要。中国船舶工业总公司人事部组织了上海船舶工业公司有关船厂，在调查研究和总结经验的基础上，根据总公司《船舶工业造船工人技术等级标准》的要求，编写了船厂二十一工种的初、中级《造船工人技术理论教育教学计划与教学大纲》。

根据这些教学计划与教学大纲的要求，我们组织一些船厂有实践经验的工程技术人员及有丰富教学经验的教师，编写了五十种船舶工人技术培训教材，并聘请技术水平较高、经验丰富的同志担任主审。在编写过程中，广泛地听取了各船厂的意见，增强了教材的适应性。

编写的教材有：放样号料工、冷加工、火工、装配工、焊接工、批铆和密性试验工、气焊气割工、船舶钳工、船舶管铜工、螺旋桨工、船舶钣金工、船舶电工、船舶木塑工、除锈涂装工、船舶泥工、起重吊运工的工艺学，及船体结构、船舶概论、船体制图、船体结构与识图、船体加工设备与工夹模具，企业管理常识、电工常识、机械制图、船舶常识、船舶电工学、电工基础、船舶电气工程概论、电工仪表与测量、船舶电站与电力拖动、船舶导航与通信设备、木工制图、电动起重机原理及操作、金属材料及热处理、画法几何、船舶柴油机结构和修理等。

这些教材力图体现工人培训的特点，既考虑到当前造船工人的文化水平，做到通俗易懂，又要有一定理论深度，适当考虑长远的发展；既做到理论联系实际，又注意到知识的科学性、系统性和完整性；既体现船舶特色，又兼顾不同类型船厂的需要；既便于集体组织教学，也便于个人自学。

这套教材主要用于船舶工人相应工种的初、二级技术理论教育，也适用于对口专业业余高中和技工学校的教学，有的也可作为其它类型工厂的工人培训教材。相应专业的科技人员、专业教师及管理人员也可选作参考书。

这套教材的出版，得到了哈尔滨船舶工程学院、有关地区公司、船厂的大力支持，在此特致以衷心的感谢。

编写船舶工人培训的统一教材还是第一次。由于时间仓促，加上编写经验不足，教材难免存在不少缺点和错误。我们恳切希望广大读者在使用中提出批评和指正，以便进一步修改、完善，不断提高教材质量。

中国船舶工业总公司教材编审室

一九八五年七月

目 录

第一篇 批锛工工艺学

概 述	(1)
第一章 船舶及锅炉的建造	(2)
第一节 船舶建造工艺简介	(2)
第二节 船用锅炉的建造工艺简介	(6)
第二章 批锛工具及设备	(14)
第一节 空气压缩机与风磨机	(14)
第二节 批锛枪	(17)
第三节 锛子	(22)
第三章 批锛工艺	(35)
第一节 焊缝的接头型式和坡口准备	(35)
第二节 批锛工艺	(41)
第三节 金属铲切过程的实质	(49)
第四节 质量检验	(55)
第四章 碳弧气刨	(64)
第一节 碳弧气刨的原理、特点及应用	(64)
第二节 碳弧气刨的设备和电极材料	(67)
第三节 碳弧气刨工艺	(74)
第四节 碳弧气刨坡口	(91)
第五节 碳弧气割	(93)

第二篇 铆接工工艺学

概 述	(97)
第一章 船体铆接技术基本要素	(98)
第一节 铆钉材料和铆钉成品	(99)
第二节 船体铆接缝的类型	(108)
第三节 铆钉直径的选择	(110)
第四节 铆钉长度的选择	(112)
第五节 铆接缝的下料标准	(113)
第六节 铝合金船体铆钉孔的排列	(117)

第七节 铝合金铆接船体密封垫料	(123)
第二章 铆接工具	(124)
第一节 用于钢结构的铆接工具	(125)
第二节 铝合金的铆接工具	(130)
第三章 铆接接头的强度	(133)
第一节 铆钉的工作条件	(133)
第二节 决定铆接接头强度的因素	(135)
第三节 铆接接头的强度要求	(136)
第四节 铆接盒的型式和强度计算	(137)
第五节 铆接接头强度核算	(139)
第四章 铆接工艺	(140)
第一节 铆钉孔的加工	(140)
第二节 铆接缝的装配	(155)
第三节 铆接工艺	(151)
第四节 船体铆接的施工程序	(168)
第五节 铆接缝渗漏的消除	(160)
第六节 铆接结构改为焊接结构的修理工艺	(161)
第五章 铆接质量检验	(163)
第一节 铆接质量标准	(163)
第二节 铆接质量检验	(167)
第三节 钢结构的铆接缺陷分析和处理	(168)
第四节 铝合金铆接缺陷分析和处理	(170)

第三篇 密性试验工艺学

概述	(173)
第一章 船体密性试验的基本原理、方法及其技术条件	(174)
第一节 密性试验的基本原理	(174)
第二节 船体密性试验的主要方法及其技术条件	(177)
第二章 密性试验常用的设备和工具	(182)
第一节 泵	(182)
第二节 压力表、进出阀门及肥皂水	(187)
第三节 油雾喷枪的结构及工作原理	(194)
第三章 船体的密性试验	(195)
第一节 船体舱室的划分	(195)
第二节 对船体密性试验的要求	(200)
第三节 对船体密性试验的有关规定	(203)

第四节	船体密性试验图及其交验程序.....	(204)
第五节	船体密性试验的合格标准及密性试验的自主管理.....	(205)
第四章	锅炉、受压容器的密性试验.....	(207)
第一节	锅炉、受压容器的类型.....	(207)
第二节	锅炉、受压容器的密性试验.....	(208)
第五章	水密门、窗、盖的密性试验.....	(210)
第一节	水密门、窗、盖的型式和规格.....	(210)
第二节	密封垫料.....	(218)
第三节	水密门、窗、盖的密性试验标准.....	(221)
第六章	压力容器的耐压试验和气密试验.....	(223)
第一节	压力容器的分类.....	(223)
第二节	压力容器的耐压试验和气密试验.....	(225)

第一篇 批锬工工艺学

概 述

批锬工艺是钢铁结构制造和修理中最基本的工种之一，尤其是在船舶和锅炉的制造和修理工程中，它几乎贯穿在整个施工过程之中，并且与有关工种进行交叉作业。批锬工艺学就是专门研究金属结构工程在施工过程中进行机动性“加工”的一门课程。这种“加工”的特点是以手工作业为主，现场就地配合施工，所用工具轻便灵活，机动性好，适应性强。这种“加工”的性质是对金属部件的某些部位作批削、刨削、磨削、挤压等作业，以适应施工过程的需要，从而使工程能连贯地进行。随着批锬工艺学的不断发展，批锬工艺在拆船业，铸造业中的应用也越来越广泛。

批锬工种有它悠久的历史和传统，十九世纪后期，我国工业十分落后，根本没有造船能力，只能拆旧船，就出现了“拆旧工”。在拆换铆钉和钢板的作业中，一种拆除铆钉的方法是采用两个人一组搭配，一个用长钳夹住大锬子紧靠着铆钉边缘，另一人双手紧握3.6公斤大铆头猛击大锬子，将铆钉铲除；另一种拆铆钉的方法是单人采用0.45公斤小铆头和锬子单独操作。由于当时钢板的切割还是依靠锬子批铲，而且是用手工批铲的。因此，批锬工的劳动强度是很大的。

随着造船工艺的迅速发展，造船方式由铆接发展到了焊接，批锬工艺也有了巨大变化，批锬工使用的工具不再局限于铆头、锬子，取而代之的是各类风动工具（如风动批锬枪、炭刨机、风磨机、气割机等），批锬工所采用的“加工”方法不再是劳动强度大的手工批铲，取而代之的是风动批锬、碳弧气刨、气割、风动磨削等效率较高的方法。在施工中，还要注意根据作业的需要，对不同的批锬工艺方法应配合使用，以获得最佳效果。例如在完工的船体分段上拆除脚手架、临时加强材和“马脚”等金属物时，先采用气割方法将支架高于结构表面5毫米以外部分割除，然后再用批锬枪批平，最后用风磨机磨光，这样可以提高劳动效率和产品质量。

现代批锬所采用的风动批锬、碳弧气刨、气割、风动磨削等工艺方法。由于气割已列为一个专门工种，又有专门教材，而风动磨削工艺比较简单，比较容易掌握，故不详细加以介绍，本篇着重介绍风动批锬及碳弧气刨，这是现代化造船中批锬工人所必须掌握的基础知识。

第一章 船舶及锅炉的建造

第一节 船舶建造工艺简介

一、船舶建造工艺的主要程序

最初的钢质船舶是通过铆钉将各构件铆接在一起的，随着焊接技术的应用和发展，焊接工艺逐渐代替了铆接工艺。近几年来在船体建造中采用了电子计算机和数控技术，更进一步使船舶生产过程向机械化、自动化方向发展。目前，钢质焊接船舶常规建造工艺的主要程序是：

（一）船体放样

船体放样是把设计线型图按1:1的比例绘在放样间的地板上，也可按1:5（或1:10）的比例绘在放样桌的台面上，或运用数学方法编成程序输入电子计算机进行数学放样。不论采用上述何种方法，均需光顺理论型线、修正理论型线和修正理论型值，再绘出肋骨型线图并进行结构线放样，接着展开船体结构及其舾装件中的各个零件，据此提出各种放样资料供后续工序使用，如草图、样板、样箱、投影底片、仿形图和穿孔纸带等。

（二）船体钢材预处理和号料

对船体钢材进行矫正和表面锈斑的清理、防护等预处理工作后，再应用草图、样板、样箱、投影底片、仿形图及穿孔纸带等放样资料，把放样展开后的各零件图的图形及其加工、装配符号画到平直的钢板或型钢上去，这个过程称为号料。有时号料工序还与切割工作结合进行，如光电跟踪切割机 and 数字程序控制切割机都是在号料的同时将零件外形切割完毕，实际上取消了号料工序。

（三）船体构件加工

号料后的钢材有各种船体零件，需要进行切割分离，称为船体构件的边缘加工。它是通过机械剪切（如剪、冲、刨、铣等）或火焰切割等工艺方法来完成的。边缘的形状分为直线边缘、曲线边缘和焊接坡口等。经过边缘加工后的船体各个零件的表面都是平直的，其中有一部分需要弯曲成它在船体空间位置上应具有的表面或曲线形状，其弯制过程称为船体构件的成形加工。它是通过各种机械设备（如滚弯机、压力机、弯板机、折边机、撑床、肋骨冷弯机等）在常温下进行冷弯成形加工，对少数曲型复杂的构件则在高温下进行热弯成形加工或采用水火弯制工艺来实现。经过加工后的船体零件就是船体构件。

（四）船体装配

船体装配是把船体构件组合成整个船体的过程。因为船体建造方案不同，所以船体装配的工艺流程也不同。

分段建造法的船体装配分三个阶段进行：一是由船体零件组合成船体部件的部件装

配，如T型梁、板列、肋骨框架、舱壁、主辅机基座、尾柱、舵、烟囱等部件的装配；二是由船体零件和部件组合成船体分段的分段装配，如底部分段、舷侧分段、甲板分段、舱壁分段、上层建筑分段、首尾立体分段等的装配。以上两个阶段多半是在车间工地进行的；三是由船体分段和零部件组合成整个船体的装配阶段，因为这个阶段是在船台上完成的，所以称为船台装配。

总段建造法的船体装配与分段建造法的船体装配相比，增加了一个工序，即将已装配好的各个分段和零部件组合成总段后，再送交船台进行大合拢。

传统而落后的整体建造法，其装配方式为散装法，只有两个装配阶段：部件装配和船台装配。也就是说，由船体零部件直接在船台上组合成整个船体。

（五）船舶焊接

船体焊接是运用焊接技术并采用合理的焊接顺序，将已装妥的船体部件、分段（或总段）和整个船体的各种接缝按照设计要求连接起来，从而使各种船体结构结合成为一个整体。实际上船舶焊接渗透在船体装配的整个过程中，如船体部件焊接妥了才能进行分段（或总段）的装配，分段（或总段）焊接完了才能进行船台装配。

（六）密性试验

船体上的许多连续焊缝，特别是水下部分的外板、舱壁、舵等的焊缝必须保证水密，船上的油舱和油船的各舱则要保证油密。因此，这些部位的焊缝需要进行密性试验（气压试验、煤油试验、冲气试验和冲油试验等）来检验其质量，以防航行中漏水、漏油，确保航行安全。有些重要船舶或重要部位的焊缝质量还需运用科学仪器来检查，如超声波探伤、x光探伤等。

（七）船舶下水

船舶虽然是一种水上工程建筑物，但却是在陆地上建造的。当船舶建造完工后，必须把它从建造区（船台或船坞）移至水中，这个过程称为船舶下水。船舶下水的方式多种多样，一般分为三种：重力式下水、漂浮式下水和机械化下水。

（八）船舶舾装

船舶舾装的主要内容有：船体各种设备和管系的安装、电气安装、木工作业、绝缘作业、油漆作业、舱室设备安装、房间修饰等。过去除少数舾装工作（如水下部分的外壳板油漆等）在船台上进行外，大多都是在船舶下水后移泊于码头进行的，所以称为码头舾装。现代造船则尽量把舾装工作提前完成，即把码头舾装工作提前到船台装配时进行，把船台上的舾装工作提前到分段或总段装配时进行（如管系的安装等），使船舶舾装工作与船体建造工程成为平行的作业方式来进行，称为预舾装。也有的是将舾装件先组装成完整的舾装单元，例如在机舱分段中，根据机舱模型设计，把机舱中各附件先在分段内进行安装，这样，就使船舶在下水前完成了大量的机舱舾装工作，下水后移泊于码头时，只花费较少的时间即可完成全部舾装工作，并作好船舶试验的准备工作。船舶舾装是一项相当复杂的工作，不仅各个专业工种要相互配合，而且需要合理组织与安排，以便缩短造船的总周期。

（九）船舶试验

船舶试验包括系泊试验、倾斜试验和航行试验。

系泊试验是航行试验前的一个准备阶段，当系泊于码头的船舶的船体工程和动力装

置安装基本完工，船厂在取得用船单位和验船部门的同意后，根据设计图纸和试验规程的要求，对该船的主机、辅机以及各种设备和系统进行的试验，其目的是检查船舶的完整性和可靠性。倾斜试验是对船舶重心位置的测定，要求在静水区域进行。以上是第一阶段的试验。

航行试验通常称为“试航”，是第二阶段的试验，它是对所建造的船舶作一次综合性的全面考核。按照船舶的类型，试航规定在海上或江河中进行。出航前，必须带足燃料、滑油、水、生活给养、救生器具以及各种试验仪器、仪表和专用测试工具。航行试验分为轻载试航和满载试航两种，由船厂会同用船单位和验船部门一起进行，就象正常航行时那样，不过要对主机、辅机、各种设备系统、通讯导航仪器以及该船的各种航行性能等作极限状况的试验，以测定是否满足设计要求。

（十）交船与验收

当船舶试验结束后，船厂应立即进行消除各种缺陷的返修和拆验工作，并对船舶本身和船上的一切装备按照图纸、说明书和技术文件上的要求，一一向用船单位交验，譬如逐个舱室的移交，备品的清点移交，主辅机、各种设备系统和通讯导航仪器的动车移交等。当上述工作结束后，即可签署交船验收文件，并由验船部门发给合格证书，用船单位即可安排该船参加营运。

二、船体建造与批锔的关系

批锔与船体建造有着密切的关系，在船体建造过程中，从船体构件加工、船体装配、焊接、密性试验、船舶舾装到交船验收的各个阶段，都离不开批锔工种。下面做以简要介绍。

（一）加工阶段

船体构件加工，就是把钢板或型钢按照所需要的构件外形尺寸、形状、焊缝接头的边缘进行加工。根据工厂设备和技术条件，对批量性的加工工作应尽可能采用先进、高效的工艺方法，如用数控切割、多向切割机开坡口、刨边机刨边等，但由于种种条件限制，尚有一定数量的加工工作必须由批锔工种来完成。

例如：某些工厂受到设备条件的限制，加工精度达不到要求，就需要辅之以批锔工种的修正——外形的修正、切割孔自由边光洁度的修正、气割后各种缺陷的修正；局部性加工——厚薄板的局部过渡（薄头），钢板拼板的端接头坡口加工；薄板拼板缝的V形坡口加工；钢板表面缺陷的局部修正；曲线型的坡口加工等。

使用的工具有：风动批枪、碳弧气刨枪、割炬、风磨机等。这些工具根据施工条件而选用，以优质、高效和减轻劳动强度为原则。

（二）装配阶段

1. 部件装配

在部件组装过程中，主要装配工作是由零件组合成部件，其典型例子是T型部件的组合；由部件及零件组合成框架（加肋骨框架）；由数块钢板拼制成的拼板——平直的甲板、傍板、舱壁等。

在前两项内容中，主要是以搭接结构为主，仅少量的面板或腹板的接长需配置对接焊缝坡口，这类坡口的接头往往需要临时切割后才开坡口，工作量小，由批锔工种就地用适当的方法施工（批、割、刨），焊后清根封底焊，以及零星的表面整修马脚工作。

在拼板中, 当 $\delta = 12$ 毫米以下的拼缝可用埋弧自动焊双面一次焊接成型, 保证全焊透。这种坡口只要在坡口边缘磨光, 保持在焊前的清洁即可。当板厚增加时, 坡口需经单面或双面开坡口, 焊缝才能焊透, 这种坡口可以预先加工, 即气割加工或风枪批削加工后组装成焊缝坡口, 也可以先组装, 然后由批锬用碳弧气刨单面开槽, 待焊后翻身再次开槽(但不必清根), 然后焊背焊缝。这种坡口的开槽与手工焊开U形坡口有所区别, 不宜开狭而深的槽, 坡口断面两侧斜度不小于 30° 。经验证明, 前者并不能明显增加焊道的熔深。

2. 分段装配

在分段制造过程中, 主要装配工作内容是由部件和零件组装成平面分段、曲面分段、立体分段。

分段制造除了平面分段外, 往往要使用胎架作为分段的依托, 保证分段的外型准确。分段的基面与胎架之间有一定数量的临时“定位马”, 用短焊缝固定, 最后分段完工后由批锬工拆除这些“定位马”, 待分段与胎架脱离, 翻身后再批平这些“马脚”, 对咬口补焊, 最后批磨平整光洁。

分段所有装配过程所临时加强的支撑材、脚手架、拼装焊缝接头的“马脚”, 都以批锬工为主拆除修正、批平、磨光等。

分段的各板缝除了有条件预先加工者外, 都在现场由批锬工开坡口(批、刨), 也可以经初步装配后划出准线, 吊离分段改善施工条件后由批锬工就地开坡口。对于板缝在狭小舱壁内侧的坡口应根据现场施工空间条件、环境, 选用适当的施工方法和步骤, 例如双层底内侧, 地位狭小、空气条件差, 应尽可能避免在内侧使用碳弧气刨。

在分段拼缝开坡口时, 应将V形坡口的主焊缝置于俯焊位置, 当分段可以翻身时坡口应选用双面焊型式为宜。当水平方向焊缝开坡口时, 应选用坡口开口角度向上侧有利焊接。对于单面焊双面成型的各种衬垫焊坡口应按特定工艺要求开坡口。

板缝用碳弧气刨开坡口时, 当完成开槽后, 要求在槽内清除碳屑——使焊缝增碳变质、余渣、毛口等, 并符合U形坡口规格尺寸的要求, 缝口整齐。

当采用分段无余量上船台时, 分段的端头预先按测定值划线为依据在分段吊上船台定位前预先在平地上完成开坡口的工作, 这为改善船台施工条件创造了良好条件。

3. 船台装配

在船台合拢过程中, 装配工作内容是将若干分段合拢成船体, 要保证总体尺寸、分段相对位置、外形的正确性。要为焊接创造良好条件, 使焊缝坡口附合要求。只有满足这些要求, 才能保证焊缝质量, 保证船体的强度和密性。

大合拢焊缝的坡口施工是批锬工的重点任务, 常用的方法是先将对接接头割成直角边口装成无坡口的拼缝, 然后用碳弧气刨现场先开单面U形坡口进行焊接, 再从背面用同样的方法开坡口, 并完成焊接。

大接头的纵通骨架也是由批锬工开坡口后才进行焊接的, 其中承受纵总强度的纵骨材, 也需要作全焊透的坡口施工, 对球扁钢的球头部更应特别注意, 要根据与焊接施焊条件相配合, 进行开坡口。

船台合拢中除了和分段制造一样需对临时加强材、马脚、咬口等外表修整工作之外, 对拆除各类临时吊攀也需及时配合施工。

(三) 焊接阶段

在船体建造各阶段的焊接过程中,对接焊缝和全焊透的角接焊缝,在施焊过程中都需要批错工种的密切配合。

在主焊缝坡口良好的条件下,手焊工在每一层焊道的施焊过程中,往往质量较差需要批错工种的及时配合,对焊道作局部性的修整、刁除,才能保证焊接工作的顺利进行。否则,就可能在焊缝内部隐藏有缺陷(如气孔、夹渣、未熔合、引弧不良的密集气孔、局部定位焊裂缝等)。焊缝完工后还会发现一些表面缺陷,需要批错工批除或刁清缺陷重焊的。

在完成主焊缝后,V型(或X型)坡口则需清根,要求槽口整齐,对焊根的缺陷、留根、未焊透等均需全部刁除或刨除,达到“出白”程度(即看见良好的焊肉为止)。对于X型坡口或U型坡口在施焊前仅开了主焊缝坡口者,待主焊缝完成后重新由批错工对背面用碳刨扣槽,并同时清根。扣槽坡口断面质量应符合焊接要求。

焊缝经探伤发现的各类不合格焊缝,均应刁清缺陷,进行修正重焊,直至拍片检验合格为止。

(四) 密性试验阶段

船体各舱室完工后的密性试验是批错工种的重要工作之一,是保证船舶安全航行的重要条件。油舱的渗漏将导致火灾事故;船壳的渗漏将导致货损、污染;润滑油舱的渗漏(渗水)将导致机器运转失灵等严重后果。批错工负责密性试验前的查舱工作,关闭入孔盖(加衬垫料),控制水压试验的压头、气密试验的空气压力大小,逐条焊缝的仔细检查渗漏,最后查清压力表是否跌磅,划出渗漏位置,由焊工在降压的条件下刁除有缺陷的焊缝后重新补焊,并复查渗漏至完全良好为止。

批错工不但要查焊缝,也要查结构面上是否有意外的损坏造成的渗漏或漏洞。

铆钉结构中的密性,主要是依靠批错工的捻缝来修理渗漏的,比焊接结构困难得多。

(五) 舾装阶段

在舾装阶段对各种设备、属件、舾装件的安装工作都需由批错工配合施工,即现场配合的修正、打磨、以及表面的整洁扫尾工作。例如:大型舱口盖与舱口的安装配合,上层建筑门窗开孔的边缘修正光洁、桅杆、将军柱的插入配孔修正,以及全船外表的咬口、马脚的批磨光洁、临时支架、脚手架焊接端的拆除等大量工作。这些工作完成得好坏与否,对产品出厂的外观质量、交货的顺利进行都有影响。

第二节 船用锅炉的建造工艺简介

船用锅炉按其结构可分为火管锅炉和水管锅炉,其建造工艺程序如下:

一、制造船用火管锅炉的工艺程序

火管锅炉的制造可分为准备,加工和装配三道工序。

火管锅炉(图1-1-1)的装配由下列各主要工序组成:锅炉本体、炉胆、火房的装配,锅炉封头的安装,炉胆与火房的连接,锅炉第二个封头的安装及装管工作等。

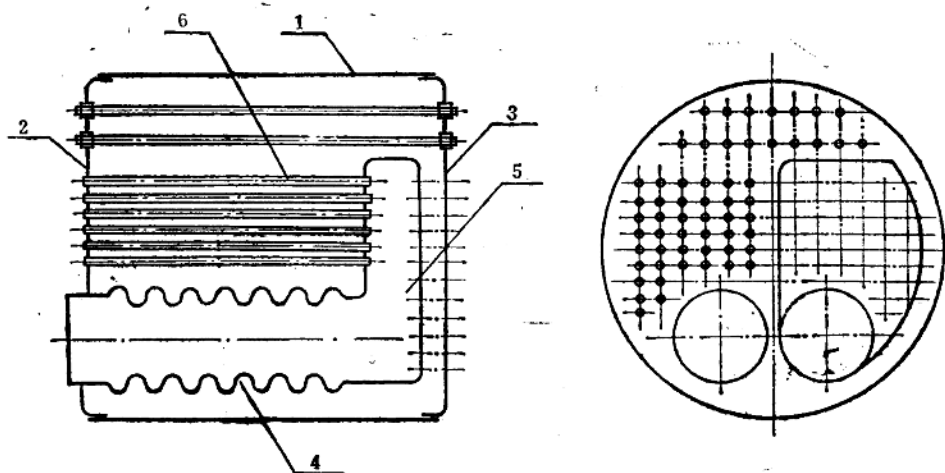


图1-1-1 火管锅炉结构

1—炉壳；2—前端板；3—后端板；4—炉膛（炉胆）；5—燃烧室（火房）；6—烟管和拉撑烟管

锅炉的装配过程可分为各主要部件的初步装配和全部锅炉的最后装配。

在装配锅炉各部件前，应仔细检查其尺寸是否符合图纸要求。在装配时，应将连接部分的锈、氧化物仔细地清除，并将它们相互紧靠。在装配过程中，应经常检查已完成工作的正确性。

锅炉部件的连接工作，应注意不以强力来完成，以避免引起极大的内应力，否则对锅炉有害。在铆钉结构上，铆钉的孔应完全重合。为了加速及简化装配工作，需制作专门的设备。在制定工艺规程时，需考虑到车间中设备的情况。下面按火管锅炉制定工序简要介绍一下：

1. 锅炉本体圆柱部分的装配

锅炉本体(筒体)圆筒部分按其长度由数节圆筒组成，并用铆钉或电焊连接。

锅炉为铆接结构时，筒体按下列顺序进行装配。

弯曲圆柱形筒体后，用装在筒体边缘上的卡子来固定板边纵对接缝的正确位置。然后在该处安置对接复板，并用弓形卡和直径 5~8 毫米(小于设计尺寸)的临时装配螺栓来固定。

紧固复板并检查装配的正确性后，钻铆钉孔，并在某些孔上安上装配螺栓，然后即可开始铆接。

纵缝叠接时，筒体的板边用系紧设备调整，确定叠接宽度相等后，用装配螺栓来固定。

在锅炉本体圆柱部分的各节圆筒的装配过程中，必须使锅炉的直径完全符合图纸上规定的尺寸。为了保证一节圆筒与另一节圆筒连接缝的强度和紧密度，其间隙应严格地遵照图纸的要求。

连接锅炉本体圆筒部分的两节圆筒时，运用夹紧板，利用它将一节圆筒插入另一节内。为了便于装配，将直径较小的圆筒从上面放入另一节圆筒内。该节圆筒在自身重量

的作用下镶入另一节圆筒内。这时对准横缝上的铆钉孔，使其完全重合。接连的圆筒用装配螺栓固紧。锅炉本体圆筒部及各节圆筒的装配以下列方法进行（图1-1-2）：圆筒1的下部插入圆筒2，用一螺栓来紧固。在圆筒2的上部安置一平板3和圆形衬垫4。为了将圆筒1的一端完全插入圆筒2内，则抬起被插入的圆筒1的自由端，并紧压其边缘，到两节圆筒的孔重合后，再以螺栓连接，最后检查本体装配的正确性，并进行铆接。

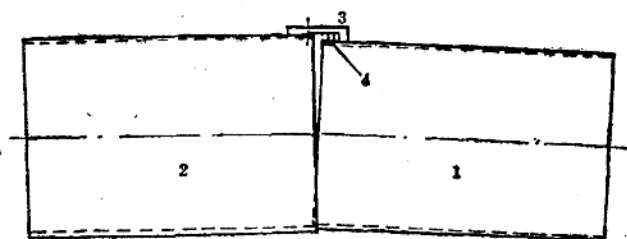


图1-1-2 锅炉本体圆筒单节的装配

1—小圆筒； 2—大圆筒； 3—平板； 4—圆形衬垫

装配焊接结构锅炉本体的圆柱部分时，应准确地确定焊接板边间的间隙。间隙的大小用专门的样板检查。

单节圆筒用钉焊来固定。在装配锅炉本体圆柱部分的各节圆筒时，利用临时焊在圆筒内部末端的导板或专门的支撑圈。此时，将一节圆筒移近另一节圆筒的导板或支撑圈，检查间隙和钉焊两对圆筒。然后割去导板，铲净钉焊处，最后焊接两连接圆筒。

2. 锅炉本体的封头安装

封头与锅炉圆筒部分的连接，犹如连接筒体各节圆筒一样。锅炉本体的封头具有凸缘，将封头凸缘镶入筒体内（如为铆接），或与锅炉圆筒部分对接（如为焊接）。接凸面（铆接结构的）或边缘（焊接结构的）应互相紧靠，并形成牢固的和密封的缝。至此，铆接结构中的接触面应极其平滑，锅炉本体的封头和圆筒部分的边，应具有相同为径的坡口。这些要求可以通过机床加工或用砂轮修正来达到。

铲坡口的边缘可在机床上加工，或用风动批锬枪铲削。

3. 炉胆的装配

炉胆一般是由数节圆筒组成的，圆筒相互间用电焊或铆接来连接。

目前，广泛应用波浪形的炉胆。它们由整块板滚成，或者是由互相间用波浪形补偿环连接的数节圆筒制成。这些炉胆全是焊接的，其各单节圆筒的制作程序与锅炉本体圆筒部分的制作相同。

波浪形补偿环一般是压制的，其方法如下：制作波浪形环用的毛坯的一部分在开式风炉内加热（例如，每次只加热圆周的六分之一或八分之一）。用压力机的压模冲压毛坯的这一部分，然后加热毛坯的另一部分，并继续冲压。这样一连作数次后，补偿环就制成了。如企业内没有压力机，可利用汽锤来制作波浪形环。用汽锤制环的程序如下：用金属板割制毛坯，并辗成圆筒形环，将加过热的圆环放在专门的模子下，锤击时，逐渐转动圆环，使之形成所需的形状。

用适合于波浪外形的弯板机来加工是制作补偿环最完善的方法，在这种情况下，波

浪形面仅须加一次热即可获得。

波浪形环制成后，必须进行划线，以去除余量。环的对口用电焊连接。

为了装配炉胆的单节圆筒与补偿环，须制作设备，设备由固定在架框上的滚子组成。此设备也能在焊接炉胆对口时使用。将炉胆的第一节圆筒安置在设备上，使其两端位于滚子上。

在圆筒的一端，在其内部沿圆周焊上数块板条，使其突出在边缘处。然后，在这些小板条上安置波浪形补偿环。在圆筒与环之间留出焊接所需的间隙。然后放上第二节圆筒，在它的上面已焊有小板条，再与波浪形环连接。检查炉胆该部分的装配正确性后，其对口用钉焊连接。炉胆其它部分的装配也依此程序进行，然后铲去以前焊上的小板条，将它最后焊接。

4. 火房的装配

火房由平壁、管板及侧板组成。

火房的平板及管板是压制的。

侧板可用弯板机制成。弯曲后，侧板的对口用电焊连接。火房的装配和锅炉圆筒部分与封头的装配一样。装配前，必须检查火房所有零件的尺寸和形状。先确定好侧板与平壁间隙以及火房管板间连接缝的正常间隙，并用电焊定位对接口，然后进行火房的电焊工作。其程序按焊接工艺规程进行。

5. 火房与炉胆的连接

火房与炉胆的连接借助于预制的设备来进行。

设备的全部尺寸应符合于火房和炉胆的尺寸要求。按预先作好的检查线将火房安置在设备上，然后将炉胆放在设备的座架上。检查火房与炉胆相互位置的正确性后，规定出所要求的间隙，然后钉焊对接口。

6. 烟管锅炉本体的装配

烟管锅炉本体的各部分制成后，就开始装配。烟管锅炉本体的装配由下列各工序组成：

- (1) 连接锅炉本体的圆柱部分与后封头；
- (2) 在锅炉圆柱部分内按检查线安装与炉胆连接的火房；
- (3) 连接前封头与锅炉本体的圆柱部分，将炉胆经前封头上对应的圆孔通入锅炉内，然后将它固定在圆孔的凸缘边上；
- (4) 确定出一定的间隙，根据工艺卡片的要求焊接锅炉的各部分，炉胆与前封头的凸缘边一般用铆钉连接；
- (5) 在锅炉本体上安装铆接小座；
- (6) 在锅炉本体上装配干汽室。

7. 牵条烟管

如果烟管不仅用来加热其周围的水，并且作为锅炉平行壁的牵条，则可称为牵条烟管。这种管子和管壁较厚。如牵条管位于管群四周，则管壁的厚度不能小于6毫米，如牵条管位于管群之内，则管壁的厚度不能小于5毫米。牵条管的两端应有螺纹，一端的螺纹与另一端的螺纹应相符合。管板上的管孔同样也作螺纹，并且一个管板上管孔的螺纹与另一个管板上管孔的螺纹应相符合。

如果需要增大牵条管壁的厚度，以便在其上切螺纹，则将其两端镦大，然后再退火。借助一种设备，将管子插入管板孔中，该设备为一带支撑圈的滚轴，支撑圈的內面成圆锥形，用滚轴压紧支撑圈时，设备便牢固地咬紧管子，将两端均装有设备的管子插入孔中，并拧在锅炉管板上。牵条管的两端在管板中扩管口。

8. 烟管的制作和安装

烟管的长度根据图纸决定，管子在安装前应该作水压试验。管板上的孔（眼）应较大至图纸上规定的直径。在管子插入前，管板眼及管子末端必须清除铁锈，直到露出金属本身为止，已插入的管子末端须扳管边，或用电焊焊在管板上。

9. 锅炉牵条的安装

锅炉汽面地区内没有烟管，为了减轻该处平壁的负荷，需安装长的纵牵条，纵牵条一般用螺帽和垫圈来紧固，可将紧固牵条的螺帽焊在封头上。

安装带螺纹的长牵条时，锅炉壁上的孔应绞丝，并使一壁上的螺纹与另一壁上的螺纹相连。

为了预防管孔中心的可能的位移，直径的初步尺寸应较图纸上规定的尺寸小1~2毫米。准备切螺纹的管孔精确直径在锅炉装配后用绞刀加工。

螺纹可由手工用丝锥来切制，也可使用电动或风动工具切制。

长牵条用套筒搬子来安装，套筒搬子不仅适合于手动工作，也适合于机动工作。

固定火房的平壁、后封头及侧板时，应采用短牵条。短牵条的安装程序与安装长牵条相同。

10. 水压试验

锅炉装配完毕后（在装炉衣之前），应进行水压试验。锅炉接缝的强度和紧密度应与其用途相符合。锅炉的强度决定于制造锅炉所用材料的强度和锅炉所有尺寸与技术计算的精确程度。锅炉的紧密度通过准确的操作和部分零件紧密的配合、固定来达到，并按照我国船舶检验局有关的规范以水压试验来进行检查，压力应等于：

a) 在工作压力不超过686.5千帕时，为两倍的工作压力；

b) 在工作压力超过686.5千帕时，为一倍半的工作压力再加上343.2千帕。

锅炉的试压不得超过五分钟，试压后，将压力降至工作压力，并详细地检查锅炉的各个部分。

锅炉在船上安装和全部附件装配后，重新检查锅炉的内部并进行水压试验，压力应等于：

a) 在工作压力不超过490.3千帕时，为两倍的工作压力；

b) 在工作压力超过490.3千帕时，为工作压力加上490.3千帕。

试验时，锅炉内灌满水，在所有的孔上安上堵塞，然后用手压泵逐步增高锅炉中的压力。当压力等于工作压力时，关闭管上三通阀，以防止锅炉中水经泵的不密处而漏跑。然后让锅炉在工作压力下详细检查其所有连接处。检查后，逐渐增高压力，使其达到试验规则的要求。

若在锅炉水压试验时，发现接缝的不密性，则渗漏处用白粉或油漆作出记号。铆接锅炉上的不密性，以敛缝方法来消除。如在焊接锅炉上，则铲去并重焊。为了进行消除