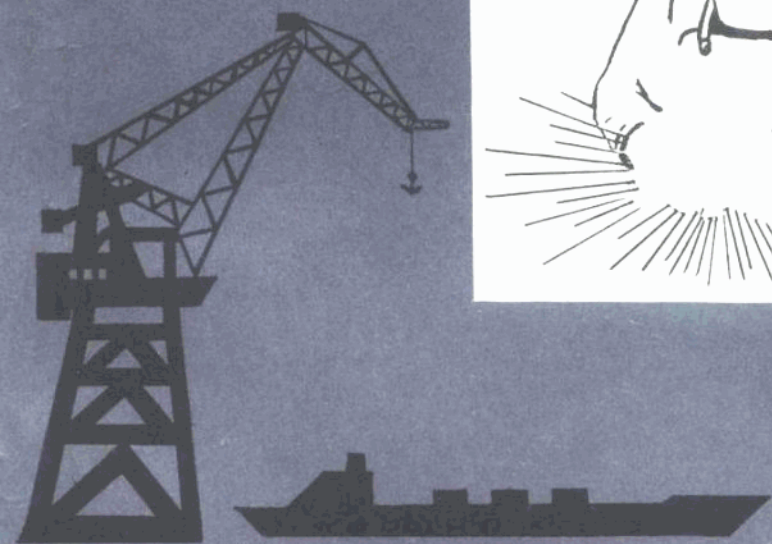


造船厂技校教材

船舶焊接操作技能



哈尔滨船舶工程学院出版社

船舶焊接操作技能

船舶技校教材编委会

主任：段志树
副主任：李树本 徐全忠
委员：段志树 李树本 徐全忠 葛新辉
胡建忠 任生 张铜 倪绍灵
何亚利 林柱传 金仲达 朱春元
王卫明 潘新民



00426474

船舶技校教材编写组

基础课专业组：	主编 胡建忠	副主编 汪建
船体装配专业组：	主编 葛新辉	副主编 魏东海
船舶焊接专业组：	主编 任生	副主编 周雅莺
船舶电工专业组：	主编 倪绍灵	副主编 卢建明
船舶钳工专业组：	主编 张铜	副主编 竺维伦
船舶管系专业组：	主编 何亚利	副主编 叶平

赠书

本书编者：周雅莺

本书主审：芮树祥

哈尔滨船舶工程学院出版社

(黑)新登字第9号

内 容 简 介

本书按1990年中船总公司技工学校《船舶焊接工教学大纲》编写。

此书系统地介绍了手工电弧焊各种位置的焊接、气焊、气割、埋弧焊、二氧化碳气体保护焊等基本操作技能的训练,以及钳工基础操作训练内容。

本书可作船舶技校焊接专业生产实习教材,也可供在职焊接工培训使用。

船舶焊接操作技能

周雅莺 编

责任编辑 国廷生

*

哈尔滨船舶工程学院出版社出版发行

新华书店经销

哈尔滨毕升电脑排版有限公司排版

哈尔滨工业大学印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张 15 字数 345 千字

1994年8月 第1版 1994年8月 第1次印刷

印数:1—5000册

ISBN 7-81007-420-2

U·33 定价:8.55元

前 言

技工学校担负着为企业培养中级技术工人的重任,其教学质量的高低影响到企业工人队伍素质和经济效益的提高。

中国船舶工业总公司所属技工学校大多数建立或恢复于“七五”期间。当时主要工种的教学内容,基本上停留在传统的造船工艺水平上,与80年代迅猛发展起来的新的造船工艺存在着明显的差距。在教学安排上,忽视技能训练,技校毕业生走上生产岗位后表现出独立工作能力不强。为解决这一问题,总公司于1987年在首届船舶总公司技工学校校际协作会上明确提出技工学校教学改革方向,一是培养目标为中级技术工人,二是将原来的理论和实习教学的课时从1:1变为3:7,突出技能培训,增强学生的动手能力。并于1989年重新颁发了船舶类五大工种的教学计划及大纲,1992年成立了船舶总公司技工学校教材编写委员会。在编委会的领导下,由于各专业组主编、副主编和编审者努力工作,哈船院出版社及有关学校给予了大力支持,我们船舶工业系统技工学校第一批系统教材正式面世了,它必将对船舶工业技工学校的发展起到积极的推动作用。

这套教材包括船体装配工、船舶电焊工、船舶钳工、船舶电工、船舶管系五大工种进行中级工培训的基础课、专业课和技能训练的教材。教材编写以工人技术等级标准为依据,以企业的生产技术现状为基础,突出对技校学生操作技能的培养,力求做到学用结合,改变以往技工培训教材内容偏多、偏难,学用脱离的情况。船舶行业特有工种有80多个,不可能每个工种都统一编写教材,这套教材的出版,无疑只是起个样板的作用,各技工学校可以参照这套教材编写其它工种的教材或讲义。同时由于各企业的生产技术不一,这套教材也很难做到所有内容都适合各企业的培训要求,各企业的学校、教育部门可以根据技术等级标准和企业的生产技术要求,对教材内容进行删减和补充。这套教材同样适合在职工人的中级工培训。

由于整个成书过程比较仓促,与以前教材相比,内容变化较大,加上组织工作经验不够,编写水平有限,缺点和错误在所难免,敬请专家和教育工作者批评指正,以利再版时改正。

编委会

1993.9

编者的话

本书是根据中国船舶工业总公司 1990 年审定颁发《船舶焊接工生产实习》教学大纲编写的,是供技工学校电焊专业使用的统编实习教材,亦可作为船厂中、高级工技术培训教材和青工自学用书。

本书主要内容是手工电弧焊和二氧化碳气体保护半自动焊、埋弧自动焊以及气焊与气割、碳弧气刨等基本操作知识。书中每个课题的教学要求和内容基本按照教学大纲,每个考试项目及评分标准,均依据上海市劳动局技工学校等级工考核要求。教材内容简明扼要,实用性较强,具有操作实习训练规范化的特点。

本书由沪东造船厂技校周雅莺主编,高级工程师芮树祥主审,并提出指导性修改意见。参加本书初稿编写工作的还有沪东造船厂技工学校杨胜宏、侯家良、丁永秋、卞鸿景、杨文杰等同志,在此谨表示衷心感谢。

由于时间较仓促,编写水平有限,教材难免存在不少缺点和错误,恳切希望广大读者在使用中提出宝贵意见。

编者

1993 年 10 月

目 录

课题一 专业介绍和专业参观	1
课题二 手工电弧焊设备、工具及焊条的介绍	6
课题三 引弧	28
课题四 平敷焊	34
课题五 水平角焊	43
§ 5.1 单层水平角焊	43
§ 5.2 一层二道水平角焊	52
§ 5.3 二层三道水平角焊	54
课题六 立角焊	58
§ 6.1 单层立角焊	58
§ 6.2 多层立角焊	65
课题七 仰角焊	69
§ 7.1 单层仰角焊	69
§ 7.2 一层二道仰角焊	74
课题八 平对接焊	78
§ 8.1 V型坡口平对接焊	78
§ 8.2 V型坡口平对接单面焊	85
课题九 横对接焊	90
§ 9.1 I型坡口薄板横对接焊	90
§ 9.2 Y型坡口横对接单面焊	97
课题十 立对接焊	103
§ 10.1 立敷焊	103
§ 10.2 V型坡口立对接焊	109
课题十一 仰对接焊	115
§ 11.1 Y型坡口仰对接焊	115
§ 11.2 V型坡口仰对接焊	122
课题十二 固定管系焊接	127
§ 12.1 管座水平角焊	127
§ 12.2 管座仰角焊	134
§ 12.3 管座全位置焊接	139
§ 12.4 水平固定管对接焊	145
课题十三 CO ₂ 气体保护半自动焊	151

§ 13.1	CO ₂ 气体保护半自动焊设备	151
§ 13.2	直焊缝的练习	157
§ 13.3	水平角焊缝的练习	163
课题十四	埋弧自动焊	169
§ 14.1	埋弧自动焊设备	169
§ 14.2	埋弧自动焊操作练习	176
课题十五	气焊与气割	182
§ 15.1	气焊与气割的基本知识	182
§ 15.2	气焊基本操作技术	187
§ 15.3	气割基本功训练	194
课题十六	钳工凿削和锉削	208
§ 16.1	凿削姿势练习	208
§ 16.2	锉削姿势练习	209
课题十七	碳弧气刨	219
§ 17.1	碳弧气刨的设备、材料介绍	219
§ 17.2	碳弧气刨基本操作技术	222
课题十八	组合工件焊接	227

课题一 专业介绍和专业参观

一、教学要求

使学生初步了解本工种的任务和在造船业中的地位,培养学生热爱自己的专业。了解实习工场规则和安全、文明生产知识。

二、教学内容

1. 电焊工的职业内容介绍。
2. 生产实习课的性质和任务。
3. 实习工场规章制度和劳动纪律教育。
4. 船厂安全知识教育和职业道德教育。
5. 组织学生参观平台、船台和船体结构的焊接工作。

三、电焊工的职业内容介绍

1. 焊接的实质和分类

使两个分离的同质和非同质的金属材料,通过加热或加压,或两者并用,并且用或不用填充材料,使焊件达到原子结合的一种加工方法,称为焊接。

按照焊接过程中金属所处的状态不同,焊接方法可分为熔化焊、压焊和钎焊三大类。随着社会生产和科学技术的发展,对金属的焊接也提出越来越高的要求,目前,金属的焊接方法有 20 多种。下面介绍船厂常用的焊接方法及应用,如表 1-1 所示。

表 1-1

船厂常用的焊接方法及应用	—熔化焊—	—气 焊—	各种管路、有色金属焊接等
		—手工电弧焊—	船体结构各部位构件或拼板的焊接等
		—埋 弧 焊—	船体平直拼板对接缝及筒体直缝或环缝对接等
		—气体保护焊—	CO ₂ 焊——船体构件角焊、拼板对接焊等
			氩弧焊——船用铝合金、铜合金、不锈钢等
	—压 焊—	—电 渣 焊—	船用舰柱、舵杆及龙骨等
		—电阻对焊—	船用锚链焊接等
		—缝 焊—	船用风道焊接等
	—钎 焊—	—点 焊—	
		—烙 铁 钎 焊—	船用通风管道焊接等
		—火焰钎焊—	

2. 焊接技术的发展概况及其在造船工业中的应用

自从 1885 年出现碳弧焊到现在,已有百年多的历史了。到目前为止,各行各业的生产几乎都离不开焊接,如:工业、农业、交通、运输、国防等。各种焊接方法也得到了广泛的应用和迅速的发展。

在50年代前,我国已有了手工电弧焊和气焊。50年代至60年代,发展了埋弧焊、电渣焊、气电焊。1958年江南造船厂采用了电渣焊,造出了12 000吨锻造水压机。造船焊接技术获得较为迅速的发展,即以焊接逐步取代铆接造船法,特别是埋弧自动焊工艺的使用,使焊接过程的机械化程度和质量有了很大的提高。

60年代至70年代,我国造船焊接技术不断发展,建造的船舶趋向大型化。我国先后建造了7500吨客货轮,16 000吨、25 000吨、36 000吨货轮,三用工作船以及海洋钻探平台等出口船舶。

80年代开始,国内各船厂重点抓了高效焊接技术的研究和推广应用,如重力焊、向下焊、CO₂半自动气体保护焊以及单面焊双面成型等方法的应用。船舶越造越大,如42 000吨、52 000吨、63 000吨等货油轮及2700集装箱船舶。

造船技术的不断发展,使焊接新技术、新工艺也日益发展,高效焊接方法越来越多,如双丝单面焊自动埋弧焊、CO₂半自动气体保护单面焊、气电垂直自动焊等都有了很大的发展。

四、生产实习课的性质和任务

电焊生产实习课是一门培养学生全面掌握四级工应具有的基本操作技能、技巧的课程,主要学习手工电弧焊的操作技术兼学二氧化碳半自动气体保护电弧焊、埋弧自动焊、气焊等。二氧化碳半自动气体保护焊是用CO₂气体作为保护介质的一种气保护焊方法。埋弧焊是电弧在焊剂层下进行焊接的方法。气焊是用氧-乙炔燃烧的火焰加热焊接的方法。

1. 通过第一、二年的实习课,使学生能够达到下列要求:

- (1) 掌握本工种的安全知识,做到安全生产。
- (2) 熟练、正确、安全地使用焊接设备及工具。
- (3) 掌握手工电弧焊基本操作技能、技术等级达3~4级工的水平。

学生焊接实习内容见图1-1。

2. 通过第三年的生产实习,使学生能够达到下列要求:

- (1) 能独立进行手工电弧焊的操作,并能通过3~4级焊工应会考试。
- (2) 能正确使用常用的焊接设备,并能排除一般的故障。
- (3) 能防止焊接缺陷的产生,合理地拟定典型焊件的焊接顺序。
- (4) 能遵守焊工生产的安全规程,养成严格按图纸和工艺文件施工的良好习惯。
- (5) 初步掌握CO₂半自动焊和埋弧自动焊的基本操作技能。

五、实习工场的规章制度和劳动纪律教育

1. 遵守焊工安全操作制度,严禁碰触高压电源线部份。进入实习场地必须穿戴好个人防护用品。

2. 遵守实习工场的学生守则,做好文明生产,工位、场地要整齐清洁。

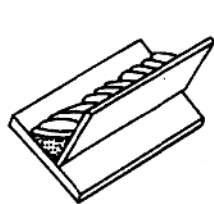
3. 按照实习项目的规定使用材料,不准乱拿、乱用、乱丢。

4. 实习时间内不得擅自离开工场,不准违反实习劳动纪律。

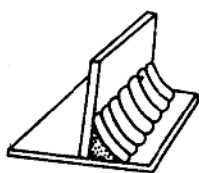
六、职业道德教育和船厂安全知识教育

1. 职业道德教育

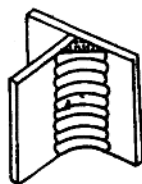
· 2 ·



(1) 船形焊



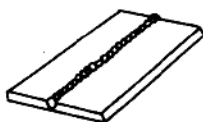
(2) 水平角焊



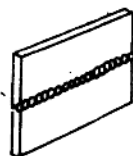
(3) 立角焊



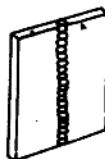
(4) 仰角焊



(5) 平对接焊



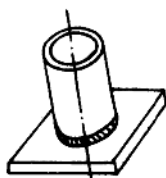
(6) 横对接焊



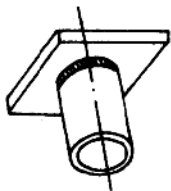
(7) 立对接焊



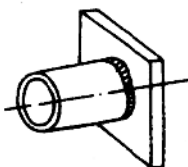
(8) 仰对接焊



(9) 管座水平角焊



(10) 管座仰角焊



(11) 固定管板的焊接位置



(12) 管子水平固定焊

图 1-1

在学习电焊的操作技能中,要树立起在技校学习基本操作技能,是为了“造船工业产品质量第一”打下牢固的基础,因此必须做到:

- (1) 严格遵守焊接工艺,以控制产品焊接应力和变形。
- (2) 严格按产品材料牌号来选用合适的焊接材料,如焊条、焊丝、焊剂等。
- (3) 操作过程中要重视焊接质量,发现缺陷及时清除、修补。

2. 船厂焊工安全操作规程

(1) 工作前应认真检查工具、量具、焊接设备是否完好,焊机外壳是否有可靠的保护接地线,焊机的修理应由电气保养员进行,其他人员不得拆修。

(2) 焊机起动前,在推上焊接电源闸刀时,应戴好防电手套,人必须站在侧面,防止意外事故发生。

(3) 焊机起动时,要注意焊机运转是否正常。发现有异声,必须切断电源排除故障后方可再启动。

(4) 拉焊接电缆时,要注意电缆是否被其他物件挂住,不要强拖硬拉,更不要拉电焊钳一端的线,防止物件被焊接电缆带动落下。

(5) 换下来的焊条头,要集中保管,不应乱扔乱甩,特别是在高空作业时更应重视。

(6) 焊接导线必须有良好的绝缘,切勿将导线放在电弧附近或灼热的焊件上,以免受高热损坏绝缘,并注意导线被焊件压住而损坏。如果发现导线损坏,应立即进行修理或调换。

(7) 在焊接工作结束后,要仔细检查焊接场地周围,确认没有事故苗子后,方可离开工作现场。

(8) 焊起重吊环时,必须清除铁锈和氧化物。焊接后要敲清焊渣,严格检查。焊缝及包角焊必须符合技术要求。

(9) 容器和狭小舱室焊接时,应加强通风。严格执行双人监护制,监护人必须坚守岗位,发现问题要及时采取措施。

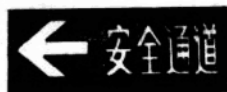
(10) 在高空作业时,应戴好防护安全带和安全帽,不准将焊接电缆缠在身上,也不准在脚手板上垫木箱等进行操作。多人立体作业时,站立位置要互相叉开进行。妥善放好工具和材料,严防落下伤人。

(11) 使用竹梯时,应认真检查。梯脚要用橡皮包扎防滑,放置在坚固的支持物上。顶端必须扎牢或梯脚有人扶住。缺档、损坏、霉蛀的竹梯不准使用。

(12) 在舱室围壁等地方焊接时,应仔细检查周围环境和相邻舱室围壁的情况,确认安全后,方可焊接。

安全信号标志见图 1-2。

七、组织学生参观平台、分段、船台区域的船体结构焊接工作



禁止烟火



禁放易燃物



禁止转动



必须戴面罩



禁止启动



禁止入内



禁止攀登



必须戴防护眼镜



注意安全



当心触电



当心吊物



当心扎脚



当心弧光



当心火灾



当心瓦砾



当心爆炸

图 1-2

课题二 手工电弧焊设备、工具及焊条的介绍

一、教学内容及安排

(一) 教学要求

1. 正确掌握常用焊机的启闭、调节电流和极性的方法。
2. 正确使用手工电弧焊的常用工具。
3. 能识别焊条牌号,熟悉酸、碱性焊条(E4303、E5015)的焊接性能。

(二) 教学内容

1. 常用手工电弧焊机的构造性能和电流调节方法。
2. 手弧焊常用工具的介绍。
3. 焊机的维护、保养及安全用电常识。
4. 电焊条的分类及常用焊条的焊接性能。

(三) 教学重点

1. 正确使用常用焊接设备及工、量具。
2. 熟悉焊接设备的安全操作规则。

(四) 教学难点

各种常用直流弧焊机、整流弧焊机及交直流多头弧焊机的维护和保养。

(五) 课时计划

课题号	课 题 名 称	课 时
课题二	手工电弧焊设备、工具及焊条的介绍	12
2.1	常用焊接设备的介绍、维护和使用	6
2.2	防护用品及其辅助工具介绍	1
2.3	焊机的维护、保养及安全用电常识	2
2.4	电焊条分类及常用焊条的性能	3

二、常用焊接设备的介绍、维护和使用

电弧焊机实质上是用来进行电弧放电的电源,也称焊接电源。手工电弧焊机必须具有下降的外特性。工艺和结构上还要求焊接电源具有适当的空载电压,容易引弧。同时能根据不同直径的焊条、不同的焊接位置来调节焊接电流,并保证短路电流不大于额定电流的1.5倍。此外,还能维持不同功率的电弧稳定燃烧,满足消耗电能少,使用安全,容易维护等要求。

电弧焊机按照输出的电流性质可分为直流焊机和交流焊机两大类;按照结构不同又可分为交流弧焊机、旋转式直流弧焊机和整流弧焊机三种类型。下面分别介绍几种常用的电弧焊机。

(一) 交流弧焊机

交流弧焊机是由变压器和电抗器二部分组成,一般接单相电源,其基本原理是通过变压器达到焊接所需的空载电压,并经过电抗器获得下降的外特性。

1. BX-500 型交流弧焊机

BX-500 型交流弧焊机按其结构属于串联电抗器类型,其主要特点是依靠电抗器的感抗压降而获得下降外特性。

(1) 构造和性能 该机电抗器叠于变压器之上,在同一壳体壳内成为一个整体,像“日”字形,故称为同体式降压变压器,如图 2-1 所示。在铁芯上部装有可动铁芯,通过转运手柄改变它与固定铁芯的间隙大小,达到调节电流大小的目的。

型号中的“B”表示焊接变压器,“X”表示焊接电源外特性为下降外特性,“500”表示额定焊接电流为 500A(安)。

交流弧焊机常用的型号及主要技术数据见表 2-1。

焊机的技术数据常用额定值的概念来标明,如额定焊接电流、额定工作电压、额定负载持续率等。所谓额定值即对产品规定的使用限额。按额定值使用设备最经济合理,安全可靠,既充分利用了设备,又保证了设备的正常使用寿命。超过额定值工作时,称为过载,严重过载将使设备损坏。反之,在低于额定值工作时,虽然安全,但设备没有得到充分利用。

焊机的额定焊接电流与负载持续率有关。所谓负载持续率是指焊机负载的时间占选定工作时间的百分率,用公式表示为:

$$\text{负载持续率} = \frac{\text{在选定的工作周期内焊机平均负载时间}}{\text{选定的工作周期}} \times 100\%$$

我国的有关标准规定,对于 500A(安)以下的焊机,选定的工作周期为 5 分钟。因此,如果在 5 分钟内,焊机平均输出焊接电流的时间(即电弧燃烧的时间)为 3 分钟,则负载持续率为 60%。

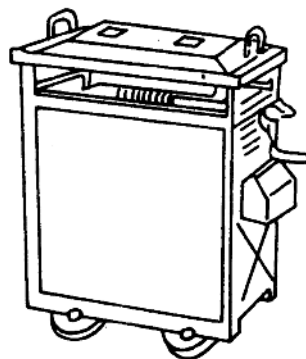


图 2-1 BX-500 型交流弧焊机

表 2-1 部分交流弧焊机的主要技术数据

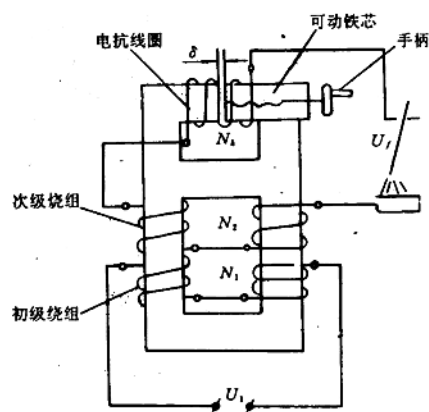
弧焊变压器的型号及结构特征		BX-500	BX1-330	BX7-400	BX3-300-2	BX6-120-1	BX-3×500
		同体动铁式	动铁式	动铁式	动圈式	抽头式	分体动铁式
初级电压 V(伏)		220/380	220/380	380	220/380	380	220/380
空载电压 (伏)	接法 I	60	70	70~80	78	50	70
	接法 II		60		70		

表 2-1(续)

弧焊变压器的型号及 结 构 特 征		BX-500			BX1-330			BX7-400			BX3-300 -2		BX6-120 -1		BX-3 ×500	
		同体动铁式			动铁式			动铁式			动圈式		抽头式		分体动 铁 式	
焊接电流 调节范围 (安)	接法 I	150—700			50—180			60—480			40—125		45—160		35—210 接 12 个 站	
	接法 II				160—450						120—100					
工作电压 V(伏)		30			30			22—39			32		24.8		25	
额定暂载率(%)		65			65			60			60		20		100	
各暂载率时(%)		100	65	30	100	65	35	100	60	40	100	60	20		—	
初级电流 A(安)	220V 时		145			96			—		18.5	23.4			320	
	380V 时		84			56			—				15.8		185	
次级电流 A(安)		400	500	700	365	330	450	310	400	480	232	300	120		500	
额定输入容量 kVA(千伏安)		32			21			34			23.4		6		122	
频 率 Hz(赫)		50			50			50			50		50		50	
效 率 (%)		86			80			84.5			82.5		70		95	
功 率 因 数		0.52			0.50			0.50			0.53		0.60		—	
质 量 kg(千克)		290			185			170			183		25		700	
外形尺寸 mm (毫米)	长	810			882			625			730		400		316	
	宽	410			577			452			540		252		402	
	高	860			786			790			900		193		732	

一般说,焊机允许输出的焊接电流的大小主要是受电焊机的发热情况所限制的,严重发热会导致焊机烧毁。发热不仅取决于焊机电流的大小,同时也取决于负载时间的长短。如两台相同型号的焊机,在相同的时间内输出的电流值相同,但一台焊机不间断地工作,负载持续率为 100%,则在此时间内总的发热量大;另一台焊机间断地工作(负载持续率低,小于 100%),则发热量小。因此,对于不同的负载持续率,焊机有不同的允许使用的最大焊接电流,即许用电流。

(2) 电流调节 电流调节是借以摇动机壳外部的把手,通过螺杆进出来改变活动铁芯与固定铁芯之间的气隙而获得的。活动铁芯外移,间隙增大,感抗下降,电流增大。反之,活动铁芯内移,电流减小。如图 2-2 所示。

图 2-2 BX-500 型弧焊变压器的
结构原理图

此外,该焊机具有结构较紧凑,节省材料,效率高等优点。但由于铁芯震动大,在小电流焊接时,焊接电流不稳定,因而,往往做成较大容量的焊机,如 BX-1000 型埋弧自动焊的交流电源。

2. BX1-330 型交流弧焊机

(1) 结构和性能 BX1-330 型交流弧焊机的构造见图 2-3。结构属于动铁芯增强漏磁式类型,其结构特点是在“口”字形的静铁芯的中间部位,增加了一个可动铁芯,主要是作为磁分路,以增加漏抗从而获得下降外特性。结构原理见图 2-4 所示。



图 2-3 BX1-330 型交流弧焊机

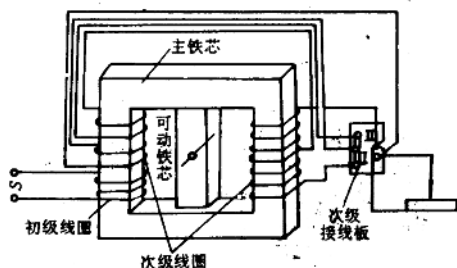


图 2-4 BX1-330 型弧焊变压器的结构原理图

型号中的“B”表示焊接变压器,“X”表示焊接电源外特性为下降外特性,“1”表示该系列产品中的序号属动铁式,“330”表示额定焊接电流为 330A(安)。

(2) 电流调节 电流调节分粗调和细调两种。电流的粗调则依靠改变次级线圈的匝数,即改变接线板的连接序号来实现的,如图 2-5 所示。当连接片接“Ⅰ”级位置时,电流较小,调节范围为 50—180A(安);当连接片接“Ⅱ”级位置时,电流较大,调节范围为 160—450A(安)。

电流的细调节是通过转动螺杆来移动铁芯,如图 2-6 所示。以改变变压器的漏磁来实现的。当活动铁芯外移时,磁阻增大,磁分路作用减小,漏磁减少,漏抗也就减小,所以电流增大。反之,当活动铁芯内移时,电流减小。

3. BX3-300 型交流弧焊机



图 2-5 BX1-330 型弧焊变压器的电流粗调节

a—接 I 级位置； b—接 II 级位置

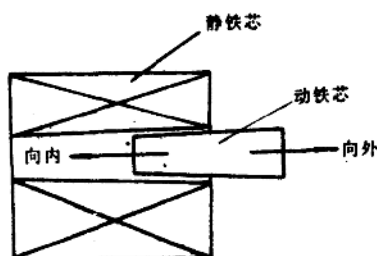


图 2-6 动铁芯移动示意图

(1) 结构和性能 BX3-300 型交流弧焊机见图 2-7，结构属于动圈式，其工作原理如图 2-8 所示。

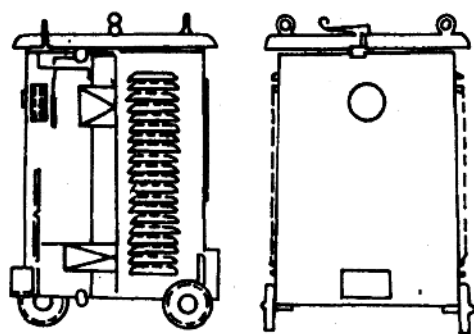


图 2-7 BX3-300 型交流弧焊机

这种交流弧焊机为单相供电式，其初级绕组被分成匝数相等的两部分，固定在一只有高而窄的“口”字型铁芯的两铁芯柱的底部，次级绕组亦分成两部分，分别套装在两铁芯柱的上部，并固定在非导磁材料做成可动支架板上，可以利用手柄使两个次级绕组同时沿铁芯柱作上下移动，以改变初级绕组和次级绕组之间的距离，即改变它们之间的漏抗大小，从而改变了焊接电流的大小。