

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

船舶工人培训丛书

CHUANBO GONGREN PEIXUN CONGSHU

船体火工初级工培训教程

主编 魏莉洁

船舶工业教材编审室审



哈尔滨工程大学出版社

船体火工初级工培训教程

主编 魏莉洁

哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

本书是船体火工初级工培训教材。主要介绍了船体火工基础知识(包括钢材的种类与性能、火工工具及设备),火工加工工艺方法(包括水火弯板工艺、大火热弯工艺),几种型钢的弯制成型方法。板材热弯加工工艺中主要介绍了加工中用的草图、样板、样箱及一般线型双向曲度板的加工成型工艺,此外还对船体建造时各阶段船体结构变形的火工矫正工艺方法进行了介绍。教材内容切合实际、通俗易懂。

本培训教材也可作为技术学校教材,并可供船厂其他工种的工人和有关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

船体火工初级工培训教程/魏莉洁主编. —哈尔滨:
哈尔滨工程大学出版社, 2007.3
ISBN 978-7-81073-954-2

I. 船… II. 魏… III. 造船-金属材料-热处理
-技术培训-教材 IV. U671.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 021657 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 肇东粮食印刷厂
开 本 787mm×1 092mm 1/16
印 张 6.5
字 数 149 千字
版 次 2007 年 4 月第 1 版
印 次 2007 年 4 月第 1 次印刷
印 数 1—3 000 册
定 价 15.00 元
<http://press.hrbeu.edu.cn>
E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

编者的话

本教材是按 1997 年中华人民共和国职业技能鉴定规范(考核大纲),初级船体火工鉴定内容编写的。

编写过程中编者对国内几大造船企业进行了调研,结合船厂现在的生产实际及新工艺,并考虑到一些小型造船企业的现状,重点介绍了火工基础知识、基本原理及火工作业的基本方法。

本书由渤海船舶职业学院魏莉洁主编,编写第二、五章;渤海船舶职业学院杨丽英为副主编,编写第四章;渤海船舶职业学院田梦编写第一章;渤海船舶重工有限公司邹卫东编写第三章。

本书在编写过程中得到了渤船重工有限公司、上海江南造船厂、沪东造船厂等有关同志的大力支持,在此表示深深的谢意。由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免存在疏漏与不足之处,请读者批评指正。

编 者

2007 年 3 月

目 录

第一章 船体火工基础知识	1
第一节 概述	1
第二节 钢材的种类与性能	2
第三节 火工工具及设备	7
第二章 火工加工工艺方法	23
第一节 水火弯板	23
第二节 大火热弯	29
第三章 型钢热弯加工	33
第一节 型钢种类	33
第二节 型钢加工用草图及铁样	34
第三节 型钢热弯曲方法及弯曲形状	37
第四节 型钢单向热弯工艺	39
第四章 板材热弯加工	49
第一节 船体壳板的形状及加工方法	49
第二节 样板及样箱	51
第三节 双向曲度板的火工加工工艺	56
第五章 火工矫正	61
第一节 火工矫正一般知识	61
第二节 部件变形矫正工艺	69
第三节 分段变形矫正	76
第四节 船台大合拢变形的矫正	81
附录 A 热轧船用钢板材料牌号和常用规格	89
附录 B 球扁钢、角钢理论要素表	90
附表 C 船体冷热加工常用工艺符号	93
参考文献	96

第一章 船体火工基础知识

第一节 概 述

一、火工的含义及方法

火工是将钢材加热到一定温度,利用材料的塑性通过施加外力而弯曲成形或矫正成形的加工方法,也称热加工。火工包含火工加工与火工矫正两个方面。

火工加工目前常用的工艺方法有两种。一种是采用氧-乙炔火焰,对钢材表面进行局部加热,利用钢材热胀冷缩的原理达到钢材弯曲成形的目的。也可以在局部加热的同时,浇水冷却使钢板弯曲成形,即水火弯板,这种加热工艺方法俗称小火。另一种是将钢板放入专用加热炉或地炉进行整体或分区加热,主要是利用钢材加热后强度明显下降、塑性增大的特性,然后再加外力强制钢材弯曲成形,这种加热工艺方法俗称大火。

火工矫正方法是用火工对钢材进行局部加热矫正,利用钢材热胀冷缩的特性,使加热区域的膨胀受到周围较冷区域的阻碍而产生压缩性变形。当停止加热后,加热区域的钢材长度随着温度的下降而缩短,引起钢材新的变形,以达到矫正的目的。

二、火工在船体建造中的作用

火工是一项很复杂的工作,其作用是弯曲或矫正冷加工所不能进行的钢材变形处理,如双向曲度板的弯曲、型钢的弯曲和结构变形的矫正等。

船体外壳是一个曲面结构,大多数的船壳板都有弯曲度,其中有很多船壳板是具有双向曲度的板。这种双向曲度板难以用冷加工的方法达到成形的目的,只能采用火工加工方法。钢板经加热,在一定的温度下,使钢板的纤维组织重新排列而达到成形的目的。在船体结构上存在着各种弯曲形状的型钢,如舱口角钢、甲板边缘角钢和人孔箍等,特别是肋骨结构,具有各种不同弯曲程度,可采用火工方法进行加工。船体建造过程中,零件、部件及分段的加工、吊运、装配及焊接等各道工序,经过焊接后,会产生各种各样的变形,当变形超过一定数值时,必须进行矫正,这些矫正都是靠火工完成的。

三、火工与其他工序的关系

在船体加工中,除了火工以外,还有冷加工方法。冷加工方法也大量被采用,如:三星辊、液压机等机械设备。同时,由于机械加工比手工操作的速度快、质量好、强度低,因此,凡具有单向曲度的钢板、型钢等工件通常采用冷加工方法加工成形,而对那些具有双向曲度的工件,通常先在液压机或三轴辊轧机上加工出一定的形状后,然后再用火工的方法加工成形。

在零件加工工艺中,为提高工作效率应当把具有较大曲度的方向作为冷加工辊压的方

向,较小的曲度则由火工进行弯曲。

此外,在船体建造过程中,采用氧-乙炔切割零件时,当切割热量不对称或切割程序不当时,会使零件产生弯曲。船体装配过程出现装配困难,应采用火工配合矫正。在焊接过程中也不可避免地会产生结构变形,也必须借助火工采取各种加工方法及时矫正。船体构件在吊运或搬运过程中,经常会造成变形,难以用冷加工方法复原,必须借助火工矫正。

第二节 钢材的种类与性能

船舶建造所用材料大多为钢材,据统计,一条万吨轮,需钢材 5 000 吨左右。船体结构用钢的化学成分和机械性能应符合《钢质海船入级与建造规范》的有关规定。

一、船用钢材的分类、牌号

(一)碳素钢

1. 碳素钢的分类

碳素钢简称碳钢,其含碳量一般为 0.1% ~ 1.4%,并含有少量 Si、Mn、S、P 等杂质元素。碳素钢的分类方法很多,这里主要介绍三种:

(1)按钢的含碳量分类:低碳钢(含碳量 $\leq 0.25\%$)、中碳钢(含碳量 0.25% ~ 0.60%)、高碳钢(含碳量 $\geq 0.60\%$)。

(2)按钢的质量(含有害杂质 S、P 的多少)分类:普通碳素钢、优质碳素钢和高级优质碳素钢。

(3)按钢的用途分类:碳素结构钢(属低碳钢和中碳钢)、碳素工具钢(属高碳钢)。

2. 碳素结构钢的牌号

国家标准《碳素结构钢》(GB50017 - 2003)中碳素结构钢的牌号表示方法是由代表屈服点的字母、屈服点数值、质量等级符号、脱氧方法符号等四部分按顺序组成。所采用的符号分别用下列字母表示:

Q—钢材的屈服点(“屈”字汉语拼音的首位字母);A、B、C、D—分别为钢材的质量等级,其中 A 级最差,D 级最优(质量等级符号只能随牌号标记,不能单独使用);F—指沸腾钢;b—指半镇静钢;Z—指镇静钢;TZ—指特殊镇静钢。在牌号中,“Z”与“TZ”符号可以省略。例如:Q235 - A·F 表示屈服点为 235 N/mm² 的 A 级沸腾钢。

碳素钢结构按屈服点的大小可分为 Q195、Q215、Q235、Q255 和 Q275 等牌号,其牌号、化学成分及力学性能见表 1-1。

表 1-1 碳素结构钢的牌号和化学成分

牌 号	等级	化学成分/%					脱氧方法	拉伸试验			相当 GB700 - 79 牌号
		C	Mn	Si	S	P		σ_s	σ_b	δ /%	
				不大于				/(N/mm ²)	/(N/mm ²)		
Q195	—	0.06 ~ 0.12	0.25 ~ 0.50	0.30	0.05	0.045	F、b、Z	(195)	315 ~ 430	33	A1、B1
Q215	A	0.09 ~ 0.15	0.25 ~ 0.55	0.30	0.050	0.045	F、b、Z	215	335 ~ 450	31	A2
	B				0.045						C2

表 1-1(续)

牌 号	等 级	化 学 成 分 / %					脱 氧 方 法	拉 伸 试 验			相 当 GB700 - 79 牌 号
		C	Mn	Si	S	P		σ_s /(N/mm ²)	σ_b /(N/mm ²)	δ / %	
				不 大 于							
Q235	A	0.14 ~ 0.22	0.30 ~ 0.65	0.30	0.050	0.045	F、b、Z	235	375 ~ 500	26	A3 C3 — —
	B	0.12 ~ 0.20	0.30 ~ 0.70		0.045						
	C	≤ 0.18	0.35 ~ 0.80		0.040	0.040	Z				
	D	≤ 0.17			0.035	0.035	TZ				
Q255	A	0.18 ~ 0.258	0.40 ~ 0.70	0.30	0.050	0.045	Z	255	410 ~ 550	24	A4 C4
	B				0.045						
Q275	—	0.28 ~ 0.38	0.50 ~ 0.80	0.35	0.045	0.045	Z	275	490 ~ 630	20	C5

注:1. Q235A、Q235B 沸腾钢锰含量上限为 0.60%。

2. 在保证力学性能符合要求的情况下, A 级钢的碳、锰含量可以不作为交货条件, 但其含量应在质量证明书中注明。

普通碳素钢中, 随着含碳量的增加, 钢的强度指标上升, 塑性指标下降。

(二) 合金钢

为了提高钢的力学性能、工艺性能和物理性能, 在炼钢时有意识地加入一种或几种合金元素(Mn、Si、Cr、Ni、Mo、W、V、Ti 等), 这样获得的钢称为合金钢。

1. 合金钢的分类

合金钢的分类方法有多种。

(1) 按所含合金元素的多少分类: 低合金钢(总量低于 5%)、中合金钢(总量 5%~10%)、高合金钢(总量大于 10%)。

(2) 按所含主要合金种类: 铬钢、铬镍钢、锰钢、硅锰钢等。

(3) 按钢的正火态组织分类: 珠光体钢、马氏体钢、铁素体钢、奥氏体钢等。

(4) 按钢的用途分类: 结构钢、工具钢、特殊性能钢。

2. 低合金高强度结构钢的牌号

在工程实际中常用到的高强度钢是低合金高强度钢。

根据国家标准《低合金高强度结构钢》(GB/T1591-94) 规定, 低合金高强度结构钢的牌号表示方法由代表屈服点的汉语拼音字母(Q)、屈服点数值、质量等级符号(A、B、C、D、E)、脱氧方法等四个部分按顺序排列表示。例如: Q390-A 表示屈服点为 390 N/mm² 的 A 级合金钢。

高强钢的牌号按屈服点大小可分为 Q295、Q345、Q390、Q420 和 Q460 等五种, 见表 1-2。力学性能主要有: 屈服强度, 抗拉强度, 拉伸率和冷弯性能等。

(三) 船体结构用钢

船体结构用的钢材不仅要受到装载物所引起的外力、冷热加工和焊接时产生的内应力, 而且航行过程中还要受到波浪的冲击力和海水的腐蚀, 因此船体结构用的钢材应具有较高的机械性能、化学性能以及满足工艺性能。根据中华人民共和国《钢质海船入级与建造规范》的规定, 用作制造船体结构的钢材分为一般强度船体结构钢和高强度船体结构钢。一般

强度船体结构钢的质量等级设 A、B、C、D 四个等级,高强度船体结构钢设二个强度等级和三个质量等级。船体结构用钢材的种类和等级见表 1-3。

表 1-2 高强钢屈服强度和拉伸强度

牌号	质量等级	屈服点 $\sigma_s/(N/mm^2)$				抗拉强度 σ_b $/(N/mm^2)$	相当 GB1591 - 88
		厚度(直径,边长)/mm					
		≤ 16	$> 16 \sim 35$	$> 35 \sim 50$	$> 50 \sim 100$		
		不小于					
Q295	A	295	275	255	235	390 ~ 570	09MnV、 09MnNb、 09Mn2、12Mn
	B	295	275	255	235	390 ~ 570	
Q345	A	345	325	295	275	470 ~ 630	12MnV、 14MnNb、16Mn、 16MnRe、18Nb
	B	345	325	295	275	470 ~ 630	
	C	345	325	295	275	470 ~ 630	
	D	345	325	295	275	470 ~ 630	
	E	345	325	295	275	470 ~ 630	
Q390	A	390	370	350	330	490 ~ 650	15MnVN、 15MnTi、16MnNb
	B	390	370	350	330	490 ~ 650	
	C	390	370	350	330	490 ~ 650	
	D	390	370	350	330	490 ~ 650	
	E	390	370	350	330	490 ~ 650	
Q420	A	420	400	380	360	520 ~ 680	15MnVN、 14MnVTiRe
	B	420	400	380	360	520 ~ 680	
	C	420	400	380	360	520 ~ 680	
	D	420	400	380	360	520 ~ 680	
	E	420	400	380	360	520 ~ 680	
Q460	C	460	440	420	400	550 ~ 720	
	D	460	440	420	400	550 ~ 720	
	E	460	440	420	400	550 ~ 720	

表 1-3 钢材种类和等级

种类	等级
一般强度船体结构钢	A、B、D、E
高强度船体结构钢	AH32、DH32、EH32、AH36、DH36、EH36

1.一般强度船体结构钢

一般强度船体结构钢通常都是低碳钢,它包括造船专用的热轧碳素钢和普通碳素钢两

类。

(1)造船专用热轧碳素钢

这种钢是按照船体结构的要求专门生产的,不论钢板与型钢的规格怎样,都是供制造船体结构用的。热轧船用钢板材料牌号和常用规格见附表 A。

造船专用热轧碳素钢不仅要满足化学成分和机械性能的要求,而且还要满足一些规定试验项目的要求。造船专用热轧碳素钢牌号用质量等级符号表示,其分类和用途见表1-4。

表 1-4 造船专用热轧碳素钢分类及用途

等级	主要用途
A	建造内河船舶、港作船舶等
B	建造沿海船舶
D	建造远洋船舶
E	建造大型远洋船舶

(2)造船用的普通碳素钢

由于造船工业对钢材的需要量大,所以在一定的情况下,允许把普通碳素钢作为船体结构的热轧碳素钢的代替品。一般只用于内河船舶、港作船舶等船体结构,有时也用作船舶上层建筑等次要结构。常用的钢号如:甲类钢 A3,特类钢 C3 等。

船体结构用的碳素钢具有良好的冷热加工性能、焊接性能和其他机械性能,而且用量大、价格低,因此在造船中得到广泛的应用。

2. 高强度船体结构钢

随着大型船舶的出现,对钢材性能要求不断提高,碳素钢已不能满足要求,于是人们在炼钢的过程中向钢中加入一种或几种元素来改善钢的组织 and 性能,提高钢的强度。因此可以减轻船体自重,从而提高船舶的载重量。通常说的高强度船体结构钢是指低合金钢,常见的主要有 902、903、16Mn 等,这种低合金高强钢在造船中已被广泛应用,它具有良好的工艺性能和耐腐蚀性能。

3. 船体结构用钢的力学和工艺性能(表 1-5)

表 1-5 力学和工艺性能数据表

钢材质量等级	厚度 /mm	屈服点 σ_s /(N/mm ²)	抗拉强度 σ_b /(N/mm ²)	伸长率 δ_5 ≥/%	V 型冲击试验			冷弯试验	
					平均 温度 /℃	冲击功 A_{kv} /J		180°窄冷弯, b = 2a	120°宽冷弯, b = 5a
						纵向	横向		
A	≤50	≥235	400 ~ 490	22	—	—	—	d = 2a	—
B					0	27	20	—	d = 3a
C					- 10	27	20	—	
D					- 40	27	20	—	

表 1-5(续)

钢材质量等级	厚度/mm	屈服点 σ_s /(N/mm ²)	抗拉强度 σ_b /(N/mm ²)	伸长率 δ_5 ≥/%	V 型冲击试验			冷弯试验	
					平均温度 /℃	冲击功 A_{kv} /J		180°窄冷弯, b = 2a	120°宽冷弯, b = 5a
						纵向	横向		
AH32	≤50	≥315	440 ~ 590	22	0	31	22	—	d = 3a
DH32					-20	31	22	—	
EH32					-40	31	22	—	
AH36	≤50	≥355	490 ~ 620	21	0	34	24	—	d = 3a
DH36					-20	34	24	—	
EH36					-40	34	24	—	

二、钢材的基本性质

(一) 钢材在常温下的一般性质

如图 1-1 所示为低碳钢在拉伸试验时力与变形的关系。从图中可知, E 点为弹性极限, M 点为屈服点, X 点为试样断裂点。试样断裂前, 在屈服点以后这段时间, 即使施加的外力减小, 但试样却继续伸长直至断裂。在外力的作用下变形达到 E 点, 当取消外力后, 试样恢复原来状态, 这种变形称为弹性变形。变形超过 E 点之后, 即使取消外力, 试样也不能恢复原样, 这种变形称作塑性变形。

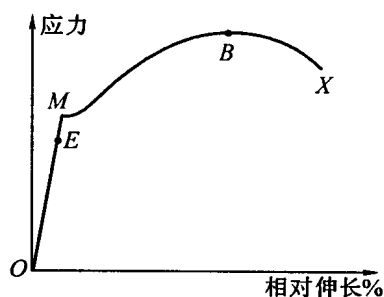


图 1-1 钢材拉伸试验的应力与应变关系

(二) 钢材加热后的材质变化

钢材受热, 温度升高, 塑性增大。当钢材加热到 500℃ 以上时, 随着温度的升高, 钢材的强度急剧下降。热加工就是利用钢材变“软”的性质和钢材的热胀冷缩的特点进行加工成形的。

(三) 钢材高温速冷时的材质变化

钢材(特别是合金钢)经高温速冷时, 会变得又脆又硬, 使钢材失去应有的韧性, 严重影响产品质量。这种又脆又硬的性质称为脆性。

钢材的脆化容易程度如图 1-2 所示。由此可看出: 空冷比水冷不容易脆化; 厚板不容易脆化; 加热表面温度低的不容易脆化。

但在实际生产中为了提高水火弯板或火工矫正的效率, 总希望加快加热温度及冷却速度, 这与防止材质的脆化是有矛盾的。因此在水火弯板或火工矫正时, 我们必须认真根据钢种、板厚和结构等决定加热方法, 控制加热量和冷却方法。

(四) 热加工对钢材机械性能的影响

热加工对钢材产生的影响比较复杂, 主要表现如下。

(1) 热加工后可使钢材内部的气孔压合、疏松消除、晶粒变细(在正常加热温度下), 有利于改善钢材的机械性能。

(2) 热加工会使钢材表面产生“增碳”现象, 在钢材表面增碳的同时, 其表层下的部位(有时可深达 2~3 mm)则形成“脱碳”现象, 使钢材内部强度略有降低。

(3) 热加工后钢材的性能具有明显的方向性, 沿着纤维方向的机械性能得以提高, 垂直

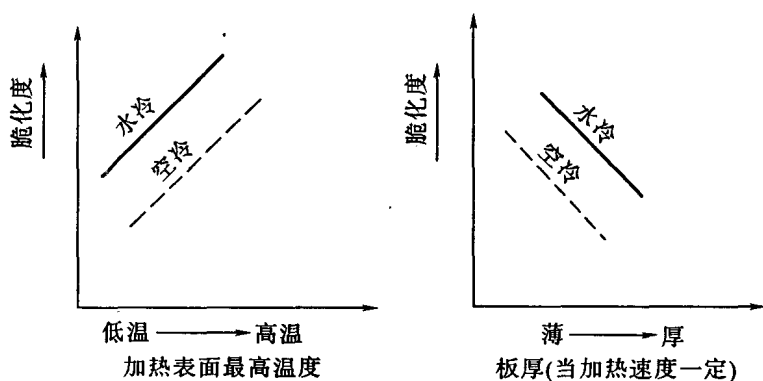


图 1-2 钢材脆化度的变化

纤维方向的机械性能有所下降。

热加工对钢材产生的影响虽然较复杂,但对低碳钢的热加工并不影响其性能指标;船用低合金钢,在通常热加工工艺条件下,一般也不影响其使用性能。

第三节 火工工具及设备

一、火工常用工具、夹具及量具

(一)火工工具的种类和用途

1. 木锤

木锤在板材热弯中作为敲击工具用,如图 1-3 所示。当钢板进行热加工时,由于钢材在高温时塑性增加,硬度下降,如用铁锤敲击,就会产生局部变形,出现锤的痕迹;而用木锤敲击,由于木质比较柔软,冲击力小,虽然弯曲效率没有铁锤高,但工件的质量得到了保证。

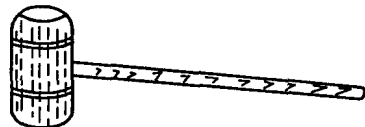


图 1-3 木锤

2. 铁锤

铁锤根据不同的大小、形状和加工要求,可分为小锤、中锤、大锤、特锤、平锤及凸锤等。操作者可根据加工件材料的大小、厚薄和弯曲程度,选用适当的铁锤。

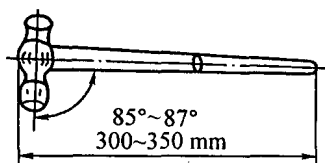


图 1-4 小锤

(1)小锤。有 0.25 kg、0.5 kg、0.75 kg、1 kg 等几种。锤柄选用比较坚固木材制成,如檀木、白腊木等,柄长度约为 300~350 mm,如图 1-4 所示。这种小锤使用方便,可单手

操作,一般也称手锤。常用于小型及较薄钢材的敲平和矫正,是应用极广的一种工具。

(2)中锤。中锤有 2.7 kg、3.6 kg、5.4 kg 等几种,如图 1-5 所示。对于厚度在 20 mm 以下的钢板和 100 mm × 75 mm 角钢都可采用中锤进行捶击,它是弯曲加工最常用的铁锤。

(3)大锤。大锤质量约为 6.3 kg~9 kg 左右,如图 1-6 所示。大锤的木柄长度约 1 000~1 300 mm,可随操作者身高和工作情况而定。用于加工较厚的钢板和型钢,如厚度超过

20 mm的钢板和大于 100 mm × 75 mm 角钢或刚性相同的其他型钢,都需用大锤进行加工。

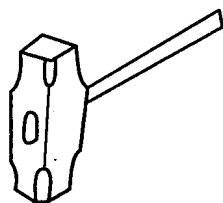


图 1-5 中锤

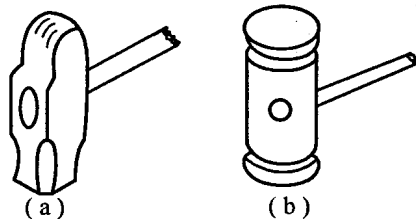


图 1-6 大锤
(a)八角形;(b)鼓形

(4)特锤。质量超过 14.5 kg 的铁锤统称特锤,有的铁锤甚至达到 29 kg,如图 1-7 所示。这种锤因消耗体力大,平时很少使用。

(5)平锤。本身不能直接挥动,而是将其他锤的撞击力通过它传递至物表面的一种工具。如图 1-8 所示。一般作为矫平工件用,所以它的上表面是传递捶击力的面,它的下表面是工作表面,上下面都要求平整。

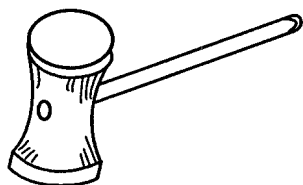


图 1-7 特锤

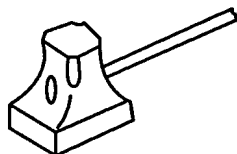


图 1-8 平锤

(6)凸锤。与平锤同样也是传递捶击力的工具,如图 1-9 所示。但凸锤的下表面呈半圆形,是用来伸展被加工材料,如钢板的折角弯曲。

(7)弯锤。弯锤是由一根马蹄形的圆钢在中间装上一个手柄而合成的,如图 1-10 所示。用来矫正或冷弯型钢之用。使用时,将其衬于工作物捶击处的背面,如肋骨铁样的加工就必须采用这种弯锤。

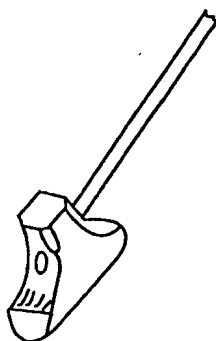


图 1-9 凸锤



图 1-10 弯锤

3. 洋冲、锺子

洋冲与锒子都由高碳钢制成,如图 1-11 所示。洋冲的工作尖端和锒子的刀刃经过淬火处理,它们都是用来在钢材上做记号的。

4. 撬杆、螺丝扳

撬杆是一根长约 1.2 m,直径约 3 cm 的铁棒,如图 1-12 所示。其一端成尖形,另一端成铲形。用来撬动或固定工作物之用。螺丝扳有很多种类,根据不同螺母的形状和大小,可做成四方孔或其他形状,如图 1-13 所示。有一种活络螺丝扳,它的夹口距离,可用装在本身上的螺丝调整,它们都是扳螺丝母的工具。

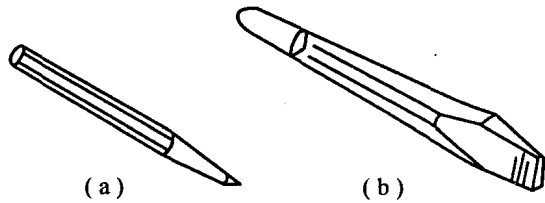


图 1-11 洋冲与锒子
(a)洋冲;(b)锒子



图 1-12 撬杆



图 1-13 螺丝扳

5. “C”型螺丝、花篮螺丝

“C”型螺丝是一方形体,如图 1-14(a)所示。其一端制有螺孔,内装一丝杆,利用丝杆的旋转压紧工作物。花篮螺丝是由中间一根两端反方向的丝杆与两端两只环形圆钢组成,如图 1-14(b)所示。当中间的丝杆旋转时,两端的环形圆钢同时拉进或推出,从而进行工作物的拉紧或放松。

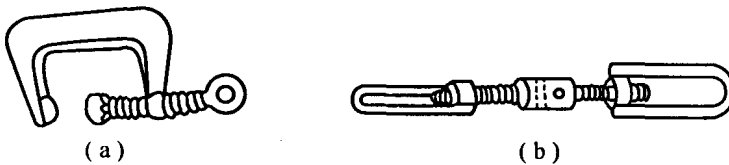


图 1-14 “C”型螺丝及花篮螺丝
(a)“C”型螺丝;(b)花篮螺丝

6. 钳子

钳子是用来夹住加工工件之用,如图 1-15 所示。其种类很多,可以根据各种不同形状的工作物制成与之相适应的钳子,钳口的形状,对于操作是否方便有很大关系。

7. 铁马

由圆钢折弯制成,弯曲角小于 90° ,如图 1-16 所示。它的作用是将板材或型钢固定于火工平台上。使用时,一脚插入火工平台的圆孔内,另一脚压紧工作物。

8. 铁桩

就是一根圆锥形的圆钢,如图 1-17 所示。其作用与铁马相似,用于固定工作物,但它起止挡作用,不起压紧作用。

9. 羊角

如图 1-18 所示,一端装有凸出的圆钢,工作时将圆钢插入火工平台的孔内,用人力旋

转柄杆,利用羊角一端弧形,可将工作物弯曲,因此它的主要用途是弯曲型钢,减轻劳动强度。

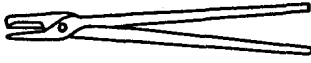


图 1-15 钳子

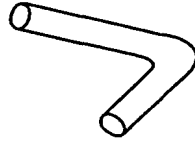


图 1-16 铁马

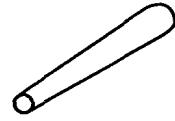


图 1-17 铁桩

10. 铁楔(铁针或楔针)

铁楔是锻造而成的楔形铁,如图 1-19 所示。用于垫高工作物或与各种形式“马”配合使用,促使两个构件的拼接缝密合。

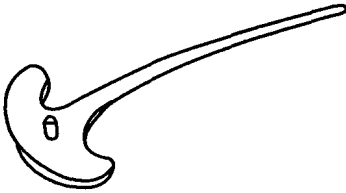


图 1-18 羊角



图 1-19 铁楔

11. 液压千斤顶及螺旋千斤顶

千斤顶主要功能是将工作物顶高,便于下面操作;或用于将型钢或钢板顶成需要的曲型。它可分为液压式与螺旋式。

液压式千斤顶(油泵)如图 1-20 所示,它主要由活塞缸和活塞组成。它的优点是:起重量大,操作省力,上升平稳,安全可靠;缺点是:上升速度比螺旋式慢,同时不能倾斜、横置或倒置使用。

螺旋式千斤顶,如图 1-21 所示,它主要由棘轮组与螺杆组成。它的优点是:不论垂直、横置或倒置的哪个方向都可使用,因此使用范围较广。

12. 煤铲、煤钎

它们都是火工炉灶上应用的工具。煤铲是加煤用的工具,煤钎是捣煤和穿透煤层通气用的工具。

13. 火工平台

它是火工工场的专用平台,由铁铸成,如图 1-22 所示。它的外形尺寸一般为 $1.8\text{ m} \times 1.8\text{ m} \times 0.15\text{ m}$,上表面经过刨切加工而成,在平台上有贯穿厚度为 $\phi 38\text{ mm}$ 的孔。平台上的圆孔供加工工具插入,用来固定加工件或防止施加外力的变形。

火工平台应铺设在坚固的地基上,并应保持水平位置。根据场地大小与使用情况,可以一块单独使用,也可以很多块铺设在一起合并使用。

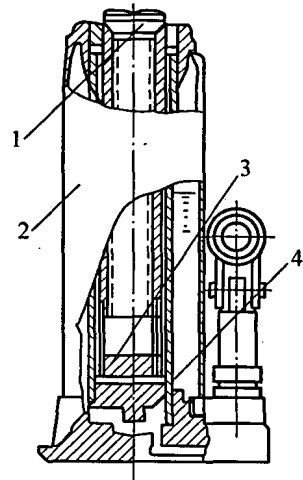


图 1-20 液压式千斤顶

1—顶帽;2—外套;3—活塞;4—活塞缸

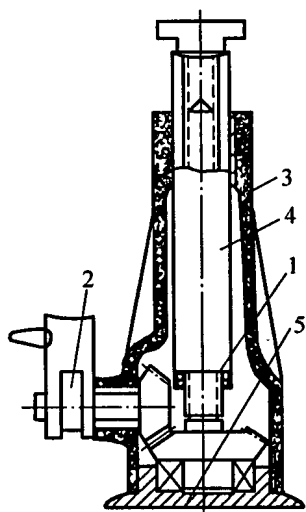


图 1-21 螺旋式千斤顶

1—螺杆; 2—棘轮组; 3—主架;
4—升降套筒; 5—底座

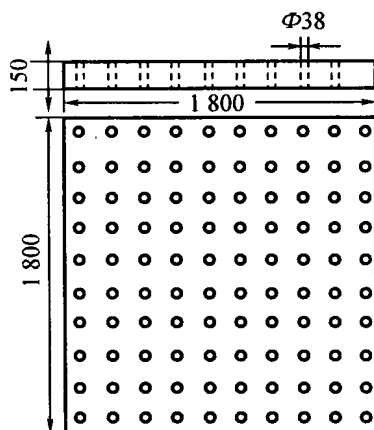


图 1-22 火工平台

(二)火工矫正辅助工夹具

1. 蟹钳形夹具

如图 1-23 所示,用于矫正 T 型材、I 型材面板的角变形。这种夹具应有足够的强度,在矫正加热前,应预先将铁楔打紧。

2. 扳杆

如图 1-24 所示,用于矫正中、小型材边缘的局部变形(在不能使用捶击时)。

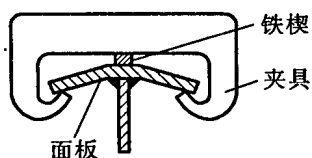


图 1-23 蟹钳形夹具

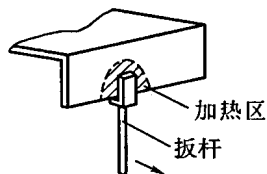


图 1-24 扳杆

3. 弓形夹具

如图 1-25 所示,用于矫正各种开孔边缘的局部变形。有时需配合手锤使用。

4. 弓形扳杆

如图 1-26 所示,利用油泵的顶力,通过此工具产生弯矩,矫正舷顶列板上缘、底部分段上缘等边缘角变形。

5. 卡钳形马

如图 1-27 所示,用于矫正舷侧分段、舱壁分段等端部的板边波浪变形。加热应先在铁楔的外侧进行。

6. 门形马、担马

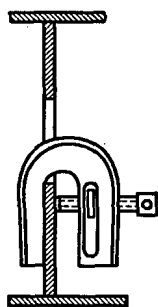


图 1-25 弓形夹具

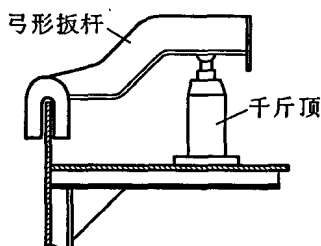


图 1-26 弓形扳杆

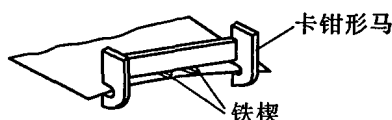


图 1-27 卡钳形马

门形马如图 1-28(a)所示,用于矫正板格内的局部凹陷。担马如图 1-28(b)所示,用于矫正分段或总段接缝不很严重的凹陷(起折)以及在一个板格内的局部撞凹。

7. 鱼尾形夹具

如图 1-29 所示,用于矫正外板的局部凹陷。

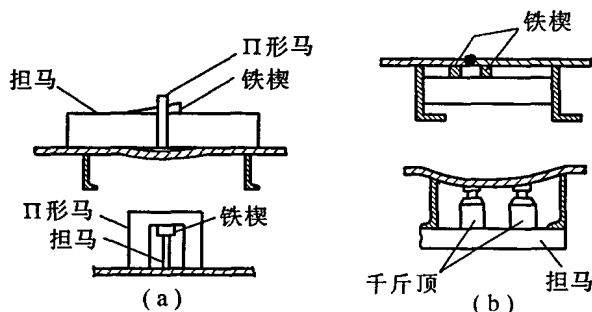


图 1-28 门形马、担马
(a)门形马;(b)担马

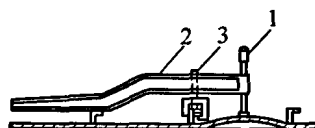


图 1-29 鱼尾形夹具
1—顶撑;2—压杆;3—夹紧装置

8. 螺丝压排

如图 1-30 所示,这是一种火工矫正用的组合工具,由于结构上的限制或其他原因,对弯曲变形很难施加捶击力时使用。这种工具的缺点是:由于焊接和去除拉紧螺丝必须花费较多时间,因此它仅用在极其必要和总段大接头处严重凹陷(或起折)处的矫正。

9. 双顶撑压排

如图 1-31 所示,它主要用来矫正焊缝区域波浪形的变形。

10. 多顶撑压排、双脚压排

多顶撑压排如图 1-32(a)所示,用于矫正中、小船围壁扶强材的挠曲变形。双

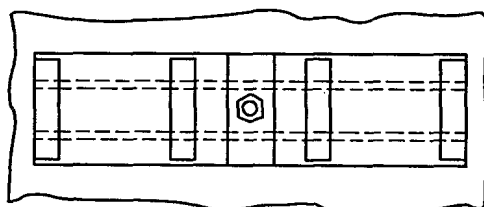
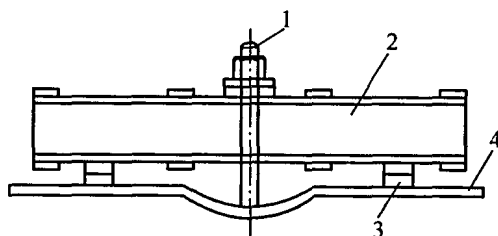


图 1-30 螺丝压排
1—拉紧螺栓;2—压排;3—垫块;4—被矫钢板