

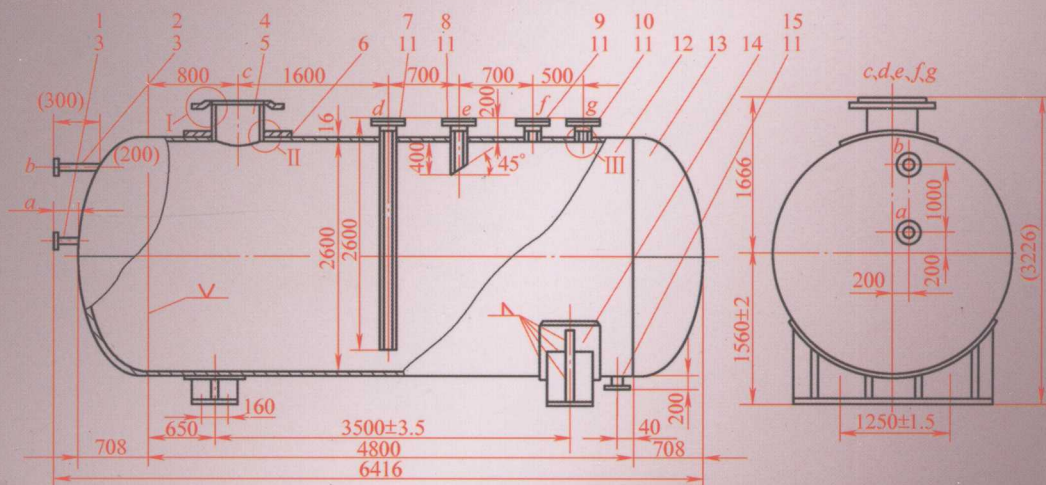


钣金职业技能培训系列教程

钣金连接技术

BAN JIN LIAN JIE JI SHU

王爱珍◎编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



钣金职业技能培训系列教程

钣金连接技术

王爱珍 编著



机械工业出版社

本书是依据劳动和社会保障部新颁布的《国家职业标准》及职业技能鉴定规范的要求所编写的厚知识、宽口径的“钣金职业技能培训系列教程”之一。主要内容有连接拼装基础、机械连接、熔焊连接、压焊连接与钎焊连接、连接工艺与检验等。本书从连接接口与连接孔的预加工、定位装夹与检验、组装工艺方法开始,经过铆钉连接、螺纹连接、焊接等工艺,直至连接工艺的拟定、典型构件的连接及检验,均以生产中的实际构件为例逐步说明。本书还配有电子教案,同时章前设有导读、章后设有思考练习题。

本书既可作为机械、化工、汽车、航天、电器仪表等行业钣金技术人员的中、高级技能培训教材,又可作为机械类工程技术人员再修及大、中专院校的专业教材。

图书在版编目(CIP)数据

钣金连接技术/王爱珍编著. —北京:机械工业出版社,
2008.1

(钣金职业技能培训系列教程)

ISBN 978-7-111-22958-2

I. 钣… II. 王… III. 钣金工—连接技术—技术培训—
教材 IV. TG38

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 186576 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:徐彤 责任编辑:侯宪国 责任校对:刘志文

封面设计:王伟光 责任印制:王书来

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

2008 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 18 印张 · 441 千字

0 001—4 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-22958-2

定价: 29.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)88379078

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着我国经济与科技的快速发展,各行业对高技能人才提出了数量、质量和结构的要求,快速培养掌握钣金技术的高级技工和技师已成为当务之急。针对这一需求,配合“国家高技能人才培养工程”,依据劳动和社会保障部新颁布的《国家职业标准》及职业技能鉴定规范的要求,特编写了该套厚知识、宽口径、高技能的钣金职业技能培训系列教程。

本系列教程按钣金成形顺序编排,分为《钣金放样技术》、《钣金加工技术》、《钣金连接技术》和《钣金表面技术》四本,系统地论述了钣金传统技术和新技术,又介绍了相关设备的工作原理和操作方法,涵盖了全部钣金技术和技能鉴定要点。同时还贯穿“绘图、展开、放样、备料、成形、拼装、装饰”这条主线,使每本书之间紧密衔接,前呼后应,保持套书的整体性。

本系列教程的培训模式是使读者通过对每本书中应用实例的学习,学会多种典型钣金结构件的放样号料、加工成形、装配连接和表面处理的各种方法所应遵循的工艺原理和步骤,同时还可学会各种工艺的拟定及工装设计方法和各种设备的操作方法,为以后的职业等级资格取证和专业技术职务任职资格奠定良好的基础。

本系列教程不仅汇集了钣金成形过程所需的全部技术及设备,考虑到教学方便,还提供了生产实践中的案例,同时章前设有导读、章后设有思考练习题,并配有多媒体课件。

本系列教程由郑州轻工业学院王爱珍教授编著,在编写过程中参考了许多相关教材、同类培训读本和手册,由李烁、王世军、郑冰岩、郭霄、王世杰、李维海、符绍先、荆利杰、余显芳等帮助整理资料、绘集图表等。同时得到了有关企业技术和人力资源部门的建议,并采用了他们提供的各种典型实例,在此一并致以衷心的感谢。

本系列教程既可作为机械、化工、汽车、航天、电器仪表等行业钣金技术人员的中、高级技能培训教材,又可作为机械类工程技术人员再修及大、中专院校的专业课教材。

《钣金连接技术》是本系列教材之三,主要内容为连接拼装基础、机械连接、熔焊连接、压焊连接与钎焊连接、连接工艺与检验等。从连接接口与连接孔的预加工、定位装夹与检验、组焊工艺方法开始,经过铆接、螺纹连接、焊接等工艺,直至连接工艺的拟定、典型构件的连接及检验,均由生产中的实际构件为例逐步说明。该书是钣金技术人员掌握钣金技能的关键技术,也是钣金制品成形的重要工序,既有传统的预加工方法、组焊方法、连接方法等,又有各种连接的工艺参数、设备及新方法,还有各种典型构件的连接及检验技术。

由于编者水平有限,编写时间仓促,书中难免有不妥之处,敬请广大读者和专家批评指教,不胜感激。

作 者

目 录

前言	106
第1章 连接基础	1
1.1 预加工工艺	1
1.1.1 接口表面处理	1
1.1.2 接口形式加工	5
1.1.3 连接孔的加工	10
1.2 组装工艺基础	17
1.2.1 定位与夹紧	17
1.2.2 测量与检验	21
1.3 组装工艺方法	27
1.3.1 装配与支承方法	27
1.3.2 组装工艺规程	32
1.3.3 装配工艺应用	35
思考练习题	42
第2章 机械连接	44
2.1 铆钉连接	44
2.1.1 铆接结构及参数	44
2.1.2 铆接设备及工具	53
2.1.3 铆接工艺及质量	57
2.2 咬缝连接与管板胀接	60
2.2.1 咬缝连接	60
2.2.2 管板胀接	64
2.2.3 胀管器及应用	71
2.3 螺纹连接	74
2.3.1 螺纹连接方法	75
2.3.2 螺纹连接参数	80
2.3.3 螺纹连接工艺	85
思考练习题	89
第3章 熔焊连接	91
3.1 熔焊连接原理	91
3.1.1 熔焊冶金及措施	91
3.1.2 熔焊接头组织与性能	93
3.1.3 熔焊应力与变形	95
3.1.4 熔焊填充材料	99
3.2 常用熔焊方法	106
3.2.1 焊条电弧焊	106
3.2.2 埋弧焊	117
3.2.3 CO ₂ 气体保护焊	128
3.2.4 氩弧焊	135
3.2.5 氧乙炔气焊	144
3.3 高能束熔焊方法	146
3.3.1 等离子弧焊接	146
3.3.2 电子束焊接	150
3.3.3 激光束焊接	153
思考练习题	154
第4章 固相焊连接	156
4.1 电阻焊连接	156
4.1.1 电阻焊基本原理	156
4.1.2 电阻焊工艺方法	165
4.1.3 电阻焊发展及设备	191
4.2 扩散焊连接	198
4.2.1 钎料扩散焊	198
4.2.2 钎焊方法及材料	203
4.2.3 母材扩散焊	209
4.3 胶焊连接	211
4.3.1 胶接原理及工艺	211
4.3.2 胶接材料及选用	213
4.3.3 胶接技术应用举例	216
思考练习题	219
第5章 典型构件的连接	220
5.1 连接工艺的拟定	220
5.1.1 连接方法的选择	220
5.1.2 连接接头的设计	227
5.1.3 连接材料的选择	233
5.2 构件的连接工艺	240
5.2.1 板壳类构件的连接	240
5.2.2 容器类构件的连接	248
5.2.3 桁架类构件的连接	254

5.3 连接质量检验	258	5.3.3 焊接检测方法	270
5.3.1 接头缺陷分析	258	思考练习题	278
5.3.2 焊接检验过程	262	参考文献	280

第1章 连接基础

导读 本章主要介绍了钣金件接口表面处理、接口形式和孔的加工等预加工工艺以及钣金件连接前的定位、夹紧、测量和检验等基础知识及装焊工艺方法等。

本章重点是定位原理及夹紧方法、装配方法及工艺要领，难点是六点定位规则的理解、限制六个自由度的实际定位方式掌握，要点是装配基本条件、六点定位规则和定位方法、装配工艺要领及方法、装配质量及其测量检验及装配工艺的应用。

1.1 预加工工艺

在钣金件制造过程中，将组成结构的各个零件或毛料按照一定位置、尺寸关系和精度要求连接时，常常需要预处理接口表面，并加工坡口、定位孔、紧固孔及工艺孔等。

1.1.1 接口表面的处理

1.1.1.1 清除处理

钢板及铜板等表面的氧化皮、锈蚀、污垢及油泥等，均会影响板材连接成形的质量，造成焊接或胶接等接缝出现气孔、裂纹等缺陷。因此，在连接前必须清除处理，一般采用化学法除油污、机械法及酸洗法除锈皮法等工艺。

1. 化学法除油污工艺

化学法除油污包括碱性除油污、非离子表面活性剂除油污和电碱除油污等。

碱性除油污是利用纯碱助剂和添加剂等组成的碱性溶液，在较高温度下进行定时浸泡，使油与碱反应先生成皂类可溶性物质，再通过油脂乳化作用将油脂除去。

电碱除油污是利用碱性除油污剂的化学清洗功能以及阴极能析氢鼓泡的机械清洗功能，来去除工件表面油脂的方法。电碱除油污和碱性除油污方法相同，均可消耗大量电能和热能，成本均较高。

非离子表面活性剂除油污是将非离子型表面活性剂直接加入酸洗液中，既可降低油水界面张力，将油层剥离工件，分散于溶液而强力除油污，又可降低钢件和清洗液界面张力，使接口气泡更易逸出而不产生氢脆。

同时，还可在溶液使用过程中，在酸洗液表面形成一层泡沫，阻止酸雾的逸出，从而减少了环境的污染。各种除油污清洗工艺如表 1-1 所示。

2. 机械法除锈皮工艺

机械法除锈皮工艺包括手工和机工清理锈皮工艺。

手工清理锈皮工艺是利用刮刀、钢丝刷、砂纸、砂布等工具刮掉或磨去锈皮的方法，该工艺方法最简单，应用很普遍，尤其是特大型钢铁制件只能手工除锈除氧化皮，但劳动强度大，工作效率低，质量差，锈孔内锈难以除去。

机工清理锈皮工艺是利用喷砂、喷丸、滚筒擦光机等专用设备，通过中介介质的冲击或

表 1-1 脱脂清洗工艺

电碱脱脂工艺(钢或铜板)			碱性脱脂工艺(钛合金板)			非离子活性剂脱脂(钢板)		
成分	含量/(g/L)	工艺参数	成分	含量(质量分数,%)	工艺参数	成分	含量(质量分数,%)	特点
NaOH	25	pH = 11 电压 = 10V 时间 = 60s 工件为阴极	NaOH	85 ~ 90	400 ~ 450℃, 在不大于 5min 的时间内使用 流动热水及冷 水浸洗 3 ~ 5 次	OP 乳 化剂(或 平平加, 加入酸溶 液)	0.8 ~ 1.5	除动植物 油、矿物油 能力强,易 溶入水
NaPO ₄	50		NaNO ₃	15 ~ 10				
NaCO ₃	20		添加剂	适量				
NaCl	2							

者研磨而将锈层或氧化皮破坏、剥落或磨掉的机械方法,除锈比较彻底,质量相对较高。但需有专门的机械设备,且要消耗大量的能源,成本高,噪声大、粉尘大、污染环境,而且不适合形状复杂的工件和壁薄板件,因此其应用受到限制。

3. 酸洗法除锈皮

酸洗法除锈皮是指无机酸与锈反应而产生化学溶解和机械剥离的化学方法,其设备与工艺简单,成本低,能适用于各种材质及形状复杂、重锈或厚氧化皮的工件,其成分及工艺说明见表 1-2。

表 1-2 冷热轧钢的部分酸洗液成分及工艺说明

材料	锈蚀类型	溶液成分	含量	工艺说明
冷轧 钢板	浮锈皮 (不致密薄 氧化皮)	工业硫酸 (或工业盐酸)	65mL (或 1000mL)	湿度为 -5 ~ 40℃, 不加热, 不需电, 主要 去除红锈效果较好
		水	1000mL	
		缓蚀剂	3 ~ 10g/L	
	浮锈皮 (致密度稍 重)	工业盐酸	100mL	需加热溶液至 30 ~ 40℃ (主要是加热稀硫 酸溶液)
		工业硫酸	100mL	
		水	1000mL	
		缓蚀剂	3 ~ 10g/L	
	浮锈皮 (致密度较 重)	工业盐酸	35g/L	需要通电, 电压为 10V, 时间为 30s, 工件 接阳极, pH < 0.2
		氯化钠	140g/L	
		硫脲	8g/L	
		OP-10	2mL/L	
	黑锈皮 (致密度很 重)	工业盐酸	400 ~ 600mL	总酸度为 400 ~ 600 点(即 H ⁺ 浓度 [H ⁺] > 1 × 10 ⁻⁵ ~ 1 × 10 ⁻⁷), pH ≤ 1, 温度为 -5 ~ 40℃, 时间为 2 ~ 8min
工业硫酸		(8 ~ 10)% (质量分数)		
促进剂		10g/L		
缓蚀剂		25g/L		
水、OP		1000mL、1.0%		
热轧 钢板	厚浮锈皮 (致密的厚 氧化皮)	工业盐酸	600 ~ 800mL	总酸度为 600 ~ 800 点(即 H ⁺ 浓度 [H ⁺] > 1 × 10 ⁻⁷ ~ 1 × 10 ⁻⁹), pH < 1, 温度为 -5 ~ 40℃, 时间为 5 ~ 15min
		工业硫酸	(15 ~ 20)% (质量分数)	
		复合促进剂	12g/L	
		缓蚀剂	30g/L	
		水、OP	1000mL、0.8% ~ 1.5%	

若在无机酸液中加入适量非离子表面活性剂、还原剂、络合剂和缓蚀剂等配制成除油除锈二合一或除油除锈除氧化皮三合一处理剂,既可提高除厚锈皮速度,降低操作温度并减少酸雾,又可节约原材料,简化工艺流程。但此溶液的配制工艺较为严格,且溶液的腐蚀性较强,操作时需注意安全。

在酸洗前应将工件严格去除油污,并使酸洗液的酸度根据板材性质和锈蚀状态的不同而有所差异(见表1-3)。酸洗浸泡工件时,应严格保持工件间入槽间距,并不断晃动或抖动,以保证除锈的速度和质量。

酸洗后用冷水冲洗,用温度为60~80℃的弱碱溶液和酸性溶液钝化处理,再用热水或流动水冲洗干净残留在工件表面的溶液,最后在烘干房中烘干。

表1-3 退火处理钢板和有色金属板部分酸洗液成分及工艺说明

材 料	锈蚀类型	溶 液 成 分	含量(质量分数或份数) (余量为水)	工 艺 说 明
低碳钢板	锈皮稍重	硫酸或盐酸	(10~20)%	室温下进行去除操作
低合金 钢板	锈皮较重	工业盐酸	(35~40)%	余量为水,在室温下操作
		工业硫酸	(4~6)%	
		复合添加剂	(3~5)g/L	
不锈钢板	浮黑锈 (氧化皮)	硝酸	10%	酸性除锈后可得到光亮的表面,但应注意色泽变化,随时从槽中取出,以免变暗
		盐酸	(1~2)%	
		硫化胶	0.1%	
铜及铜 合金板	绿锈稍重 (氧化皮)	硝酸	200份	预浸(室温)
		盐酸	1~2份	
		炭黑	1~2份	
		硝酸	75份	光亮酸洗(室温),洗后放入4~8g/L的苯丙三氮唑和0.4g/L的1,4-丁炔二醇液钝化
		硫酸	100份	
		盐酸	1份	
铝及锌板	灰锈 (氧化皮)	苛性钠或苛性钾	100~200g/L	闪光酸洗(室温)
		氯化钠	13g/L	
		盐酸	50~100g/L	
钛合金板	氧化皮等	硝酸钠	1份	室温,5~10min,洗后热风吹干,60~80℃干燥箱烘干1h,纸包封,禁止手摸,并应在120h内焊接
		盐酸	7份	
		氟化钠	1份	
		水	9份	

1.1.1.2 软化处理

软化处理是指消除加工硬化和加工过程中产生的残余应力而使材料恢复塑性的工艺方法。用于钣金连接件软化处理的工艺方法很多,通常按照软化要求与退火目的的不同,可分

为完全退火、等温退火、再结晶退火及去应力退火等处理工艺。

1. 完全退火处理

完全退火是将钢材加热到 $860 \sim 900^{\circ}\text{C}$ (见图 1-1a), 保温一定时间, 随炉冷却到 500°C 以下, 再出炉在空气中冷却, 最终获得塑性良好的室温铁素体 + 珠光体组织的热处理工艺。

完全退火一般在箱式电炉中加热、保温, 冷却时关闭电源, 让钢件在炉中缓慢冷却, 当冷却至 $500 \sim 600^{\circ}\text{C}$ 时即可出炉空冷。这种退火主要适用于热轧型材、低碳钢焊接件及中碳钢和合金钢冲压件等的软化处理。

2. 等温退火处理

由于完全退火过程所需时间较长, 生产效率较低, 特别是某些奥氏体组织比较稳定的合金钢, 退火时间需长达几十小时以上, 因此对于合金钢大件一般常采用等温退火工艺, 如图 1-1b 所示。

等温退火与完全退火的目的相同, 但等温退火可以通过控制等温温度, 更快地获得所需要的均匀的组织性能, 退火效果比普通退火好, 而且可大大缩短约一半以上的退火时间。等温退火主要用于奥氏体组织比较稳定的合金钢等。

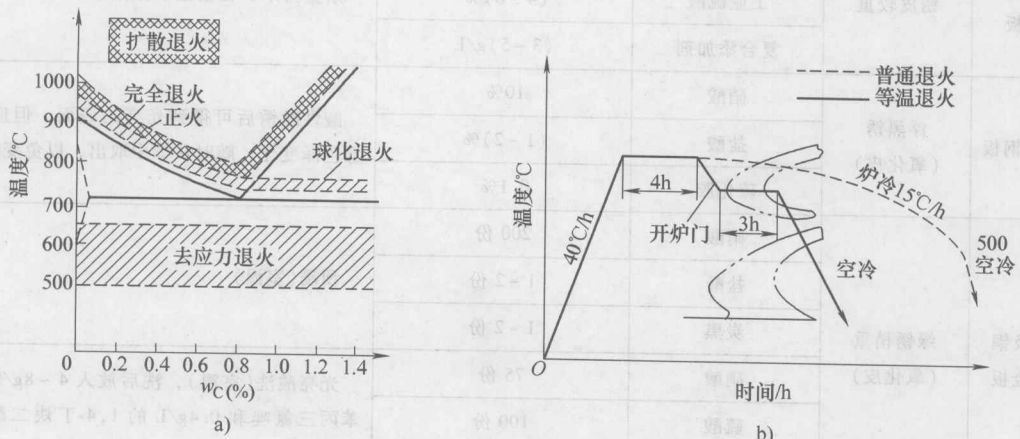


图 1-1 钢的软化退火加热及冷却方式

a) 软化加热温度范围 b) 合金钢等温退火与完全退火工艺曲线

3. 再结晶退火处理

再结晶退火是将钢件加热到再结晶温度以上 $150 \sim 250^{\circ}\text{C}$, 即 $650 \sim 750^{\circ}\text{C}$ 范围内, 保温后炉冷, 通过再结晶使钢材的塑性恢复到冷变形以前的状况。这种退火也是一种低温退火, 用于处理冷轧、冷拉、冷压等产生加工硬化的钢材。

4. 去应力退火处理

去应力退火是将钢件随炉缓慢加热(加热速度为 $100 \sim 150^{\circ}\text{C/h}$)至 $500 \sim 650^{\circ}\text{C}$, 保温一定时间后, 随炉缓慢冷却(冷却速度为 $50 \sim 100^{\circ}\text{C/h}$)至 $300 \sim 200^{\circ}\text{C}$ 以下再出炉空冷, 这种退火称为去应力退火, 如图 1-1a 所示。

去应力退火又称低温退火, 主要用于消除铸件、锻件、焊接件、冷冲压件及机加工件中的残余应力, 以稳定尺寸、减少变形, 钢件在低温退火过程中无组织变化。

钣金常用材料的软化处理形式及操作工艺规范如表 1-4 和表 1-5 所示。

表 1-4 钣金材料软化退火工艺规范

材料牌号	高温退火规范			材料牌号	低温退火(再结晶退火)规范		
	加热温度 /℃	保温时间 /min	冷却方式		加热温度 /℃	保温时间 /min	冷却方式
08, 10, 15	760 ~ 780	20 ~ 40	箱内空冷	08, 10, 15, 20	600 ~ 650	>120	空冷
Q195, Q215	900 ~ 920	20 ~ 40	箱内空冷	T1, T2	400 ~ 450	>60	空冷
20, 25, Q235	700 ~ 720	60	随炉冷却	H80, H68	500 ~ 540	>60	炉冷至 150℃空冷
1070A, 1060, 1050A, 1035, 1200, 8A06	300 ~ 350	30	250℃起空冷	1070A, 1060, 1050A, 1035, 1200, 8A06, 5A02, 3A21	220 ~ 250	40 ~ 45	空冷
1Cr18Ni9Ti	1150 ~ 1170	30	气流中或水 中冷却	MB1, MB8	260 ~ 350	60	空冷
T1, T2	600 ~ 650	30	空冷	TA1	550 ~ 600	30 ~ 60	空冷
Ni(纯镍)	750 ~ 850	20	空冷	TA5	650 ~ 700	30 ~ 60	空冷

表 1-5 几种钛及钛合金板的软化处理规范

材料	处理形式	温度 /℃	保温时间 /min	冷却 方式	备注
工业纯钛	消除应力退火 (包括冷成形工序间退火 及热成形)	650 ± 5	30 ~ 60	空冷	1) 利用机械加工或酸洗等 方法除去氧的污染层 2) 尽量缩短加热时间 3) 加热前可采用适当涂层 保护
TC4	同上	700 ± 5	最少 30	空冷	
Ti-2.5Cu	同上	600 ± 5	同上	空冷	
钛及钛合金	去氢真空退火 (含氢量超过允许值时)	538 ~ 760	120 ~ 240 (< 0.066Pa 以下)	空冷	
TC4	成形兼消除应力处理	649 ~ 810	20 ~ 1200		以小于 149℃/h 的速度慢冷至 538℃, 然后空冷

1.1.2 接口形式加工

接口是指利用焊接方法将两块钢板连接在一起前,为了焊透焊件接头所加工的坡口,在接口处可预制成各种形状的坡口。接口的加工方法,应根据焊件的尺寸、形状及加工条件等综合因素考虑进行选择。

1.1.2.1 坡口形式及选择

焊缝是构成焊接接头的主体部分,对接焊缝和角焊缝是焊缝的基本形式。焊件是否需要对接或角接时开坡口,开何种形式的坡口,将取决于材料的种类、厚度、焊接方法和工艺过程以及产品的力学性能等因素。

1. 对接接头坡口形式

两个焊件表面构成大于或等于 135°, 小于或等于 180° 夹角的接头称为对接接头,它是各种钣金结构中采用最多的一种接头形式。按接头处接边预制形状的不同,焊条电弧焊常用


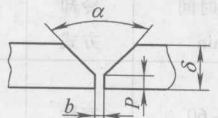
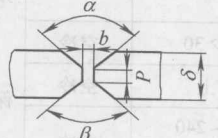
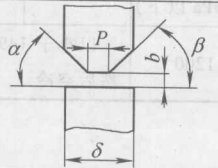
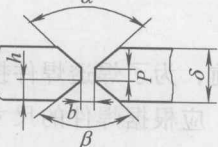
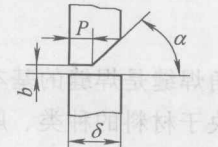
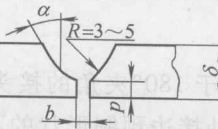
的坡口形式可分为下列7种,见表1-6中图所示。

(1) **I形接口** I形接口即不开坡口的对接接头。一般适用于厚度 $\delta < 6\text{mm}$ 钢板的对接。为了使电弧能深入金属进行加热,保证焊透,接边之间需保留 $1 \sim 2\text{mm}$ 间隙。被焊工件越厚,间隙 b 也需相应增大并双面焊,否则易引起未焊透。但对于重要结构,钢板超过 3mm 厚度时,就要求开坡口,以确保根部焊透。

(2) **Y形坡口** 当钢板厚度 $\delta \geq 3 \sim 26\text{mm}$ 时,应采用开Y形坡口,其接边间隙 $b = 0 \sim 3\text{mm}$,接口直边部分(钝边)高度 p 为 2mm ,接边坡口为 60° ,这种坡口加工方便,但变形较大。

(3) **双Y形坡口** 当钢板厚度 $\delta \geq 12 \sim 60\text{mm}$ 时,可采用开双Y形坡口,其接边间隙 $b = 0 \sim 3\text{mm}$,钝边 $p = 2\text{mm}$ 。双Y形坡口的金属填充量要比Y形多一半,焊件焊后接头强度高、变形比较小。

表1-6 焊条电弧焊常用的坡口形式与尺寸

坡口名称	坡口简图	各部尺寸(δ —板厚, p —钝边, b —间隙)				
		δ/mm	p/mm	b/mm	$\alpha(^{\circ})$	$\beta(^{\circ})$
I形接口		3~6		1 ± 0.5	—	—
Y形坡口		6~26	2	0~3	60	—
双Y形坡口		12~60	2	0~3	60	60
带钝边双单边V形坡口		20~40	1~3	0~3	45	45
偏X形坡口		20~40	2	4	60	60
带钝边单边V形坡口		8~16	2	0~3	45	—
带钝边U形坡口		20~60	2	0~3	1~8	—

(4) U形和双U形坡口 当钢板厚度 $\delta \geq 20 \sim 60\text{mm}$ 时, 应考虑采用U形坡口; 而当钢板厚度 $\delta \geq 30\text{mm}$ 时, 则应考虑采用双U形坡口。一般情况下, 二者获得的焊接接头质量最好, 且焊后焊件的变形和应力最小。

然而, 这两种坡口形式加工比较困难, 而且需要刨边或铣床设备。因此, 这两种坡口形式只适用于焊接质量高的重要结构。

(5) 带钝边双单边V形和带钝边单边V形坡口 当钢板厚度 $\delta \geq 20 \sim 40\text{mm}$ 时, 若上端立板较厚而又需焊透时, 应对立板两侧接边开带钝边双单边V形或带钝边单边V形坡口, 其接边间隙 $b = 0 \sim 3\text{mm}$, 钝边 $p = 2 \sim 3\text{mm}$ 。

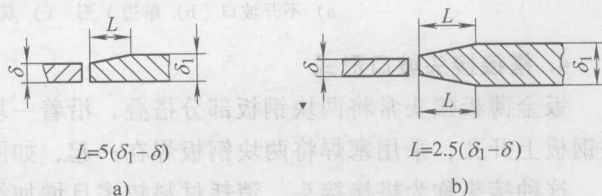


图 1-2 不同厚度板的对接

a) 单面斜边 b) 双面斜边

当钢板厚度不等对接时, 若两板厚度差 $(\delta_1 - \delta)$ 不超过表 1-7 中的规定, 则接头的基本形式和尺寸应按厚板选取。

若 $\delta_1 - \delta$ 超过表 1-7 中所规定的值或在双面超过 $2(\delta_1 - \delta)$ 时, 则应在较厚的板上作出单面或双面削薄, 其削薄的斜边长度 $L \geq 3 \sim 4(\delta_1 - \delta)$, 如图 1-2 所示。

表 1-7 不同厚度金属对接允许厚度差 (单位:mm)

较薄板厚度 δ	2~5	6~8	9~11	≥ 12
允许厚度差 $(\delta_1 - \delta)$	1	2	3	4

2. 角接头坡口形式

角接头是指两焊件端部组成大于 30° , 小于 135° 的连接接头, 若接头只承受较小的切应力, 或者作为不受力的连接焊缝时, 一般不必开坡口而采取平接和错接。

若接头处承受载荷较大时, 则要求接头处保证焊透, 必须开设单边V形、Y形坡口或双单边V形坡口, 如图 1-3 所示。

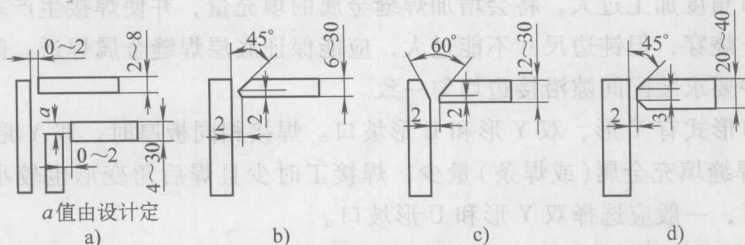


图 1-3 角接头坡口形式

a) 不开坡口 b) 单边V形 c) Y形 d) 带钝边双单边V形

3. T形接头坡口形式

两块钢板成T形接头时, 可不开坡口、开单边V形坡口或开双单边V形及双J形坡口等形式, 如图 1-4 所示。

通常钢板厚度在 $2 \sim 30\text{mm}$ 时可不开坡口, 而根据需要使用双面焊或单面焊, 也可采用连续焊或断续焊。当立板较厚而又需焊透时, 则应对立板接边开坡口。

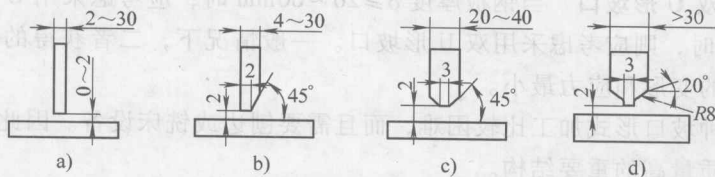


图 1-4 T形接头坡口形式

a) 不开坡口 b) 单边 V 形 c) 双单边 V 形 d) 双 J 形

4. 搭接接头坡口形式

钣金薄板接头常将两块钢板部分搭叠，沿着一块或两块板的边缘进行焊接或在其上面一块钢板上开孔，采用塞焊将两块钢板焊在一起，如图 1-5 所示。

这种接头称为搭接接头，消耗材料较多且增加结构自重，并由于两焊件受力作用时不在同一平面上，可产生很大力矩，使焊缝应力复杂、受力能力较低，所以在设计重载荷结构时应尽量避免采用。

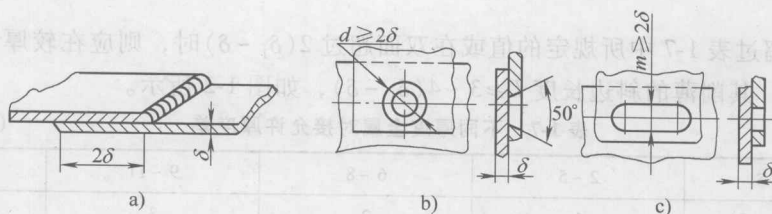


图 1-5 搭接接头焊接形式

a) 不开坡口 b) 圆孔内塞焊 c) 长孔内角焊

5. 坡口尺寸及形式选择

坡口尺寸主要指坡口角度、钝边和间隙，可根据 GB/T 985—1988、GB/T 986—1988 规定或具体情况来确定。合适的坡口角度能使电弧沿板厚熔入一定的深度，保证焊缝根部钝边焊透，并使焊缝成形良好且便于清渣。

如果将坡口角度加工过大，将会增加焊缝金属的填充量，并使焊接生产率降低。钝边的作用主要是防止烧穿，但钝边尺寸不能过大，应能保证底层焊缝金属焊透。间隙也是为了保证根部焊透，并要求装配间隙沿接边均匀一致。

常用的坡口形式有 Y 形、双 Y 形和 U 形坡口。焊接相同板厚时，双 Y 形和 U 形坡口焊缝比 Y 形坡口焊缝填充金属(或焊条)量少，焊接工时少且焊后角变形也较小，因此在焊接较厚板的焊缝时，一般应选择双 Y 形和 U 形坡口。

对于中、厚低碳钢板材的焊接，应尽量选用对称形坡口形式，以便使焊后焊件内的应力对称分布，将构件变形尽可能减到最低程度。对于容易产生裂纹的低合金中、厚钢板或合金钢材，为保证焊透且避免产生裂纹，应选用 U 形坡口。例如容器内部不便焊接处，常采用单面 U 坡口。

此外，还应考虑坡口形状是否便于加工，例如 U 形坡口的加工，由于几乎全靠刨、铣加工成形，成本均较高，所以一般只在较重要的焊接结构中采用。

1.1.2.2 坡口加工方法

1. 机械加工

按加工坡口形式分为齐边直口形剪切和开坡口加工两大类。对于不开坡口的较薄板材，

可在剪板机上将接口剪切成齐边直口形状。这种方法生产率高,加工方便,剪切后板边符合焊接要求,但不能加工有角度的坡口。

对于较厚钢板的坡口加工,可在刨边机、铣边机或车床上加工坡口。用刨边机或铣边机对直边可加工出任何形式的坡口,且两种方法加工的坡口尺寸较精确,生产效率高,成形质量好,可在成批生产中广泛采用。

车削多用于尺寸较短的管子坡口加工,当遇到尺寸较长、较重或无法搬动的管子时,可采用移动式管子坡口机,对于大直径厚壁管子还可采用电动式车管机。

2. 气割加工

氧乙炔气割坡口,包括手工气割、半自动及自动气割机气割,是一种使用很广的坡口加工方法,它可以加工任何角度的Y形、双Y形坡口,但不能加工U形坡口。

手工气割较简易,但坡口边缘不够平整,尺寸不太精确,生产率低,一般用于小件或小批生产。成批生产可采用半自动和自动气割,并为提高气割效率可在气割机上装置两把或三把割炬,一次进行Y形和双Y形坡口的气割。

3. 风铲加工

风铲加工主要用于Y形和双Y形坡口的切削或清理焊根。加工时风铲头的切削角度以 50° 左右为宜,若切削角度太小,使一次切削量太少而降低切削效率。但若切削角度太大,将使切削阻力增大而耗费能源。

同时若切削角度过大,还会使铲头发热退火而降低硬度。因此为减小铲削阻力、摩擦力并防止铲头软化,应将铲头沾上适当润滑剂。但风铲加工劳动强度大,效率低,噪声大,目前已被碳弧气刨所代替。

4. 碳弧气刨

碳弧气刨是被广泛应用的一种坡口加工和清理焊根的工艺方法,它是利用碳极电弧的高温,将金属局部加热到熔化状态,同时再用压缩空气的气流,将这些熔化金属吹掉,达到刨削或切削金属的目的。

如图1-6a所示,通电时在碳棒与工件接触处产生电弧,并熔化金属,高压空气气流即将熔化金属液吹走而完成刨削。图1-6a中箭头I表示刨削方向,箭头II表示碳棒进给方向,碳棒作为电极被刨钳夹住,刨钳接正极,工件接负极。

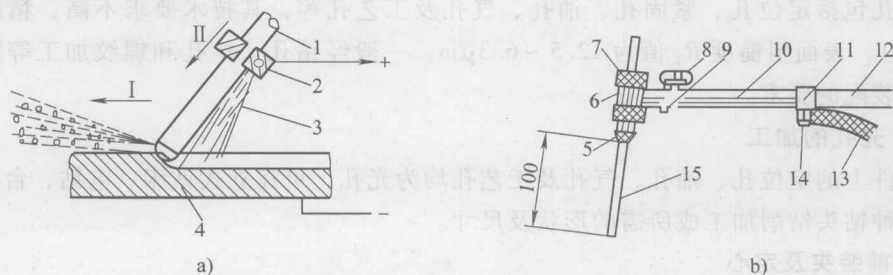


图1-6 碳弧气刨过程

a) 示意图 b) 气刨枪

1—碳棒 2—刨钳 3—高压气流 4—工件 5—嘴头 6—刨钳 7—紧固螺母

8—空气阀 9—空气导管 10—绝缘手把 11—导柄套 12—空气软管

13—导线 14—螺栓 15—碳棒

碳棒与工件之间的倾角开始时,取 $15^{\circ} \sim 30^{\circ}$,随后逐渐增大到 $25^{\circ} \sim 40^{\circ}$,即可进行正常刨削,并控制好碳棒的进给速度和刨削速度。

图 1-6b 所示为碳弧气刨的气刨枪,使用时应尽可能顺风操作,防止铁液及熔渣烧损工作服及烫伤皮肤。当刨削结束时,应先将碳弧熄灭,过几秒钟后再关闭气阀。

碳弧气刨需用直流电源,气刨时烟雾大,应注意排气。气刨主要适用于仰、立位置的焊根的清理、清除焊接缺陷、开坡口、清除铸件上的毛边、浇冒口等,还可以切割不锈钢等材料的薄板。

1.1.2.3 坡口检验及修磨

由于坡口在铲削、刨削和气割过程中,容易产生高低不平的偏差现象,或者产生与规定坡口形状、尺寸不符的现象,因此需经修磨后再焊接,才能保证焊接质量。

1. 坡口检验项目

当坡口加工完毕后,必须按标准坡口形状和尺寸要求,检查坡口形状、光滑平整度、坡口角度及钝边尺寸允许偏差范围等,合格者方可进入下道定位焊工序,不合格者必须重新修磨成标准坡口形状。

2. 坡口修磨准备

磨削前戴好护目镜,并应检查砂轮有无裂纹或破碎,防护罩是否完好。然后,检查风动砂轮机的使用气压,压缩空气的工作压力一般应保持在 $(4.5 \sim 5.5) \times 10^5 \text{ Pa}$,气压太高砂轮磨损加快,影响使用寿命,气压太低磨削效率下降。

随后再检查气管道内有无异物,应先用压缩空气吹净后,才能与风动砂轮机连接,管路应设有气水滤清器、调压阀及油雾器。若管路未设油雾器时,每天必须从接风管内注入润滑油 3~4 次,润滑油可选用 L-AN15 或 L-AN30 全损耗系统用油。

3. 坡口修磨方法

磨削时,用力不得过猛,要平稳地上下、左右移动磨削,不准用砂轮的边角及侧面磨削工件,严禁磨削有色金属铜或铝等,不准用砂轮冲击工件,以防砂轮爆裂或转子弯曲。磨削完毕后,切断风源及电源,并将工作场地四周清理干净。

1.1.3 连接孔的加工

连接孔包括定位孔、紧固孔、油孔、气孔及工艺孔等,其技术要求不高,精度通常为 IT12~IT11,表面粗糙度 R_a 值为 $12.5 \sim 6.3 \mu\text{m}$,一般经钻孔、扩孔和螺纹加工等方法即可达到钣金装配的要求。

1.1.3.1 光孔的加工

连接件上的定位孔、油孔、气孔及工艺孔均为光孔,可在立式钻床、电钻、台钻等设备上利用各种钻头钻削加工成所需的形状及尺寸。

1. 钻前装夹及定心

钻孔前必须先将工件夹紧固定,以防钻孔时工件移动、转动、孔位置偏移,甚至折断钻头。对于小而薄的工件时,可用钳子夹持,而小而厚的工件则可用小型台虎钳夹持,如图 1-7a 所示。

在钻制大直径孔或不适合台虎钳夹紧的带孔工件时,可用压板、螺栓和垫铁将工件紧固在钻床工作台上(见图 1-7b),将螺栓紧靠工件而增加压紧力,垫铁的高度应略大于或等于

工件的压紧面，垫铁上下面形状随被垫工件的外形而定。

若在较长的型钢件上钻孔时，可用手直接握持工件，并用螺栓紧靠工件挡住可能要旋转的趋向，再用另一螺栓压紧固定及端部并增大压紧力，如图 1-7c 所示。

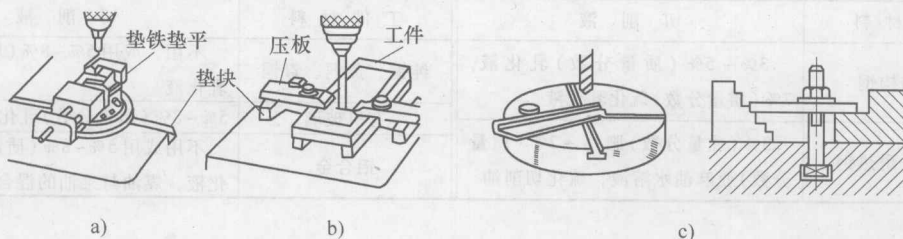


图 1-7 钻削时工件的紧固方法

a) 垫钳和钻台紧固 b) 压板和垫块紧固 c) 压板和螺栓紧固

然后再用样冲定心并将孔中心眼冲大，以便于钻头横刃定心准确，而避免切入时引偏。为避免钻孔的孔形误差(见图 1-8a)，还需在切入前用顶角小于 90° 、刚度好的钻头或大直径短麻花钻头，预钻一个锥坑以便于钻头定心，如图 1-8b 所示。

用样冲定心后，还需检查并找正若锥坑与所划的钻孔圆周线不同心，可用样冲在应钻掉的位置上錾出几条槽，以便将钻偏的中心纠正过来，如图 1-8c 所示。

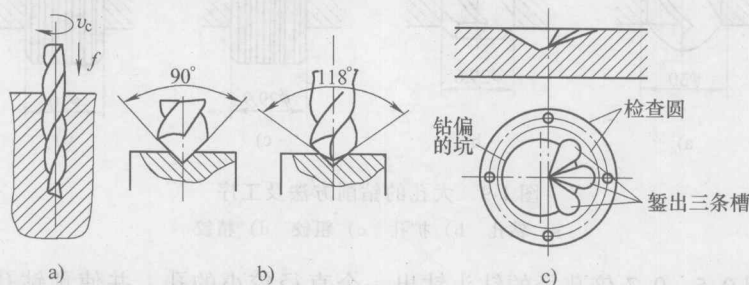


图 1-8 钻前找正

a) 钻床钻孔 b) 钻孔前预钻锥坑 c) 钻槽纠正

2. 钻削操作要领及冷却

用麻花钻头钻较深的孔时，要不断退出钻头，以便排出切屑和进行冷却，否则就可能使切屑堵塞在孔内卡断钻头或由于过热而增加钻头磨损并影响钻孔质量。

同时，还需要及时刃磨钻头使两个主切削刃呈对称一致，使两个主切削刃的径向切削力互相抵消，从而减少钻头的引偏而影响钻削质量。

对于工件上的通孔，在即将钻穿时，由于钻头尖的轴向阻力突然减小，钻床进给机械的间隙和弹性变形突然恢复，若不减小进给量，将使钻头瞬间以很大的进给量自动切入，致使钻头折断或钻孔质量降低。此时可转换为手动进给，使进给量和轴向压力均减小而避免上述现象的发生。

钻孔时为了降低切削温度，提高钻头的耐用度和保证钻孔质量，除了采用上述方法外，要及时注入充足的切削液，以便快速冷却切削刃，防止切削刃产生积屑瘤和表面加工硬化。

同时，流入钻头前刀面与切屑之间的切削液，也可使钻头后刀面与孔壁之间形成吸附性润滑油膜，起到减少摩擦、降低钻削阻力和切屑温度等作用，从而提高钻头的切削能力和孔