

高职高专汽车类教学改革系列教材

汽车机械基础

(第2版)

李子云 李 鑫 杜方鑫 主 编

赵 聪 周 彬 副主编

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书采用项目教学、任务驱动和学做一体化模式编写,基于工作过程,将机械识图、工程力学、汽车工程材料、机械原理与机械零件、液压传动与气压传动等知识归纳为八个项目,每个项目分为若干个任务,任务中尽量设置任务实施内容。本书减少了静力学和材料力学的知识,增加了汽车运行材料和冷轧钢、热轧钢在汽车上的应用等知识,尽量不与后续课程相关知识重复。同时,本书增加了人文知识,减少了陈述性语言,做到图文并茂,体现了高职教学的特点。

本书内容丰富、实用性强,可作为高等职业院校汽车类各专业的教材,也可作为成人高等学校、中职学校汽车类各专业的教材,还可作为相关从业人员的参考用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。举报:010-62782989, beiqinquan@tup.tsinghua.edu.cn。

图书在版编目(CIP)数据

汽车机械基础 / 李子云, 李鑫, 杜方鑫主编. —2 版. —北京: 清华大学出版社, 2021.3

高职高专汽车类教学改革系列教材

ISBN 978-7-302-57553-5

I . ①汽… II . ①李… ②李… ③杜… III . ①汽车—机械学—高等职业教育—教材
IV . ① U463

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2021) 第 026498 号

责任编辑: 施 猛

封面设计: 常雪影

版式设计: 方加青

责任校对: 马遥遥

责任印制: 沈 露

出版发行: 清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175 邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者: 三河市铭诚印务有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185mm×260mm 印 张: 19 字 数: 439 千字

版 次: 2013 年 1 月第 1 版 2021 年 4 月第 2 版 印 次: 2021 年 4 月第 1 次印刷

定 价: 58.00 元

产品编号: 082224-01

前言

(第2版)



《汽车机械基础》自2013年1月出版以来,已经印刷了5次,受到广大师生的好评,不断被全国多所高职高专院校选用,还被部分本科院校选为教学用书。2014年5月,本书被教育部确立为“十二五”职业教育国家规划教材。

近年来,我国汽车行业发生了巨大的变化,汽车由传统的机械系统向机电一体化系统转变,相关高校在传统的力学、机械学、材料学等学科的基础上增加了电子、计算机、自动控制、信息技术等学科。2019年1月,国务院发布《国家职业教育改革实施方案》,明确提出实施“1+X”证书试点工作,汽车运用与维修(含智能新能源汽车)领域已经全面实施“1+X”证书试点工作,将职业技能等级标准融入学历证书教育中,形成书证融通。为了能及时将实际变化情况融入教材,并适应新的教学要求,编者根据出版社的指导意见和同行的反馈意见,对本书进行了修订。

《汽车机械基础(第2版)》由武汉城市职业学院的李子云、李鑫、杜方鑫担任主编,赵聪、周彬担任副主编。参加编写的人员分工如下:李鑫编写项目一和项目二,杜方鑫编写项目三和项目四,赵聪编写项目五和项目六,周彬编写项目七和项目八,李子云负责全书统稿和审定。教材提供了近300个视频课件,以实际操作、3D演示和动漫形式为主,可供教师下载。

编者在修订本书的过程中得到了武汉领卓汽车销售服务有限公司李正凡先生的大力支持,在此表示感谢。限于时间和水平,本书难免存在不妥之处,敬请广大读者批评指正。反馈邮箱:wkservice@vip.163.com。

编者

2020年12月1日

前言

(第1版)



目前,专业课程教学模式与教学方法的改革是高等职业教育教学改革的重点之一。

“以项目为引导,以任务为驱动”的教学方式对学生综合能力的提高起着十分重要的作用,并且日益受到职业教育界的普遍关注。本教材即在此背景下结合教育部对高职高专汽车类专业各领域技能型紧缺人才培养的要求编写。本教材是“十二五”职业教育国家规划教材,主要适用于高职高专汽车类各专业的教学。

“以项目为引导,以任务为驱动”体现了教育家陶行知先生所倡导的“在做中学,在做中学”的教育理论,这种学习方法以具体任务为学习动力或动机,以完成任务的过程为学习过程,以展示任务成果的方式来体现教学成就,走出了传统教学方法中注重学习的循序渐进和知识积累的老路子,其优势在于能够培养学生的创新能力、独立分析问题和解决问题的能力。

编者在编写本教材过程中,武汉城市职业学院汽车技术与服务学院的各专业教师、企业行业的专家对本课程的知识体系进行了梳理和整理。例如,减少了静力学和材料力学的知识,增加了汽车运行材料和冷轧钢、热轧钢在汽车上的应用等,尽量不与后续课程的相关知识重复,增加了人文知识,降低了计算难度,减少了陈述性语言,做到图文并茂,体现了高职教学的特点。本教材基本知识点的选取以实用、适用、先进、通俗、精练、可操作为原则,充分体现了“高等”“职业”“汽车”三者并重的特色。

本教材由李子云担任主编,刘岩、张雄才担任副主编。大连职业技术学院的刘岩老师编写了项目一“力学分析”,武汉职业技术学院的张雄才老师编写了项目八“互换性与技术测量”,武汉城市职业学院的李子云老师编写了其余内容并负责统稿。

编者在编写本教材的过程中参考了一些教材、论著、网页,援引了其中的部分资料和信息,在此致谢。同时,还要感谢武汉理工大学汽车学院的陈曦教授和武汉科技大学物流学院的邵正宇教授,以及武汉城市职业学院汽车技术与服务学院的特聘专家、校企合作的专家以及各位领导和老师的大力支持。

由于编者水平有限,书中不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。反馈邮箱:wkservice@vip.163.com。

编者

2012年9月

目录



绪论	1	二、典型零件的结构特点和表达方法	42
一、汽车的发展历史	1	三、零件图的技术要求	45
二、本课程的研究对象	3	四、识读零件图	53
三、本课程的研究内容	4	任务五 装配图	54
四、本课程的学习目标	5	一、装配图的内容和作用	54
五、本课程的学习方法	5	二、装配图的表达方法	55
项目一 机械识图	7	三、识读装配图	59
任务一 机械制图的基本规定	8	项目二 力学分析	63
一、中国机械制图标准	8	任务一 静力学基础	64
二、图纸幅面、图框格式和标题栏	8	一、基本概念和公理	64
三、比例和字体	10	二、约束与约束反力	66
四、图线及画法	11	三、受力分析与受力图	69
五、常用尺寸标注	12	四、曲柄连杆机构受力分析	69
任务二 机械制图图样画法	14	任务二 平面汇交力系	70
一、投影基础	14	一、平面汇交力系的合成	70
二、视图	22	二、力矩	72
三、剖视图	24	三、合力矩	73
四、断面图	27	四、平面力偶系的合成	74
任务三 标准件、常用件的表示方法	29	任务三 构件承载能力分析	76
一、螺纹及其紧固件	30	一、构件的基础知识	76
二、滚动轴承	34	二、剪切与挤压的实用计算	78
三、键和销	35	三、扭转	80
四、齿轮	37	四、平面弯曲	83
五、弹簧	38	项目三 汽车常用工程材料	89
任务四 零件图	40	任务一 铁碳合金相图	90
一、零件图的内容和作用	41		

一、金属的结晶	90	三、冷塑性变形对金属组织	
二 纯铁的晶体结构	92	和性能的影响	138
三、纯铁同素异晶转变	93	四、锻造成形工艺	140
四、合金的基本相结构	93	五、板料冲压	142
五、铁碳合金的基本组织	94	六、轧制	144
六、铁碳合金相图	96	任务二 汽车零件焊接与胶接	144
任务二 有色金属及非金属材料		一、焊接	144
在汽车工业领域的应用	100	二、焊接成形方法	144
一、铝及铝合金	100	三、金属的焊接性	151
二、铜及铜合金	102	四、胶接	152
三、非金属材料	103	项目五 汽车常用机构	159
任务三 钢的热处理	106	任务一 认识汽车常用机构	160
一、钢的热处理及分类	106	一、平面机构简介	160
二、钢的退火、正火、淬火、回火	107	二、运动副	160
三、钢的表面热处理	109	三、平面机构运动简图	162
任务四 汽车材料的力学性能	111	任务二 汽车常用四杆机构	164
一、金属材料的力学性能	111	一、铰链四杆机构	164
二、汽车零件的强度	111	二、平面四杆机构	168
三、汽车零件的塑性	112	任务三 内燃机配气机构	171
四、汽车零件的硬度和韧性	113	一、汽车常用凸轮机构概述	171
任务五 汽车运行材料	117	二、凸轮机构的分类	172
一、汽油	118	三、从动件的常用运动规律	173
二、柴油	119	任务四 驻车制动锁止机构	176
三、发动机润滑油	122	一、棘轮机构	177
四、车辆齿轮油	124	二、槽轮机构	178
五、汽车润滑脂	126	项目六 汽车常用机械传动	181
六、汽车工作液	128	任务一 汽车带传动	182
七、液力传动油	131	一、带传动概述	182
项目四 汽车零部件加工基础	135	二、普通V带	183
任务一 金属压力加工	136	三、普通V带传动的选用要点	185
一、金属压力加工法	136	四、普通V带的正确使用	186
二、金属塑性变形的实质	137		

五、V带传动的张紧	186	项目八 液压传动与气压传动	237
任务二 汽车链传动	187	任务一 认识液压传动	238
一、链传动概述	187	一、液压传动概述	238
二、滚子链	189	二、液压传动的特点	239
三、链传动的布置、张紧和润滑	189	三、液压传动的基本参数	240
任务三 汽车齿轮传动和轮系	191	任务二 汽车常用液压泵及液压缸	243
一、齿轮传动的特点	191	一、液压泵	243
二、齿轮传动的分类	191	二、液压缸	246
三、齿轮各部分的名称	194	任务三 汽车液压控制阀	249
四、齿轮主要参数	194	一、液压阀概述	249
五、齿轮的主要几何参数	195	二、汽车方向控制阀	250
六、轮齿的失效形式	196	三、汽车压力控制阀	253
七、轮系	197	四、汽车流量控制阀	256
任务四 汽车螺纹传动与连接	201	任务四 汽车液压基本回路	257
一、螺纹概述	201	一、汽车液压基本回路概述	257
二、螺纹的主要参数	202	二、汽车压力控制回路	257
三、螺纹连接的基本类型	203	三、汽车液压速度控制回路	260
四、螺纹连接的预紧和防松	204	四、汽车液压方向控制回路	261
项目七 汽车轴系零部件	209	任务五 汽车常用气压传动系统	263
任务一 手动变速器输出轴	210	一、气压传动系统的组成	263
一、轴概述	210	二、气压传动的特点	264
二、轴的结构设计	212	三、气压传动工作过程	265
三、轴的结构设计中需要重点解决的问题	212	复习思考题	269
任务二 汽车轴承	215	复习思考题答案	280
一、轴承概述	216	参考文献	287
二、滚动轴承	216	附录	289
三、滑动轴承	223	附录A 压痕直径与布氏硬度及相应洛氏硬度对照表	289
任务三 汽车联轴器和离合器	230	附录B 黑色金属硬度和强度换算表	290
一、联轴器	230		
二、离合器	234		

项目四

汽车零部件加工基础



❏ 学习目标

1. 知识目标

- (1) 熟悉金属压力加工的种类、实质和工艺;
- (2) 掌握焊接的特点、性能与方法;
- (3) 掌握焊接的结构工艺性;
- (4) 掌握焊接的缺陷与焊接新工艺;
- (5) 了解汽车零件胶接与胶接新工艺。

2. 能力目标

- (1) 知道金属压力加工的种类, 了解其实质;
- (2) 了解不同的焊接材料;
- (3) 掌握汽车零件焊接和胶接结构设计;
- (4) 了解汽车零件的胶接技术。

任务一 金属压力加工

❏ 任务引入

在工业生产中, 经常会遇到对金属材料进行塑性变形加工的问题。例如, 将铸锭轧制成各种规格品种的成材, 将钢料锻造成零件的毛坯, 通过冲压制造某些器具和零件等。这些都属于对金属材料的压力加工。所谓压力加工是指利用金属的塑性, 使其改变形状、尺寸和性能, 获得型材、棒材、线材或锻压件的加工方法。它包括锻压、冲压、挤压、拉拔等。

金属材料的塑性变形, 不仅改变了材料的外形和尺寸, 也会使金属的显微组织和性能产生变化。

❏ 相关知识

一、金属压力加工法

金属压力加工法是指在不破坏金属自身完整性的条件下, 利用外力作用使金属产生塑性变形, 从而获得具有一定形状、尺寸和机械性能的毛坯或零件的加工方法。它主要依靠金属具有的塑性变形能力对金属进行加工, 又称为塑性加工。常见的压力加工方法有轧制、挤压、拉拔、锻造和冲压等。

轧制是指材料在旋转轧辊的压力作用下, 产生连续塑性变形, 获得要求的截面形状并改变其力学性能的加工方法, 如图4-1(a)所示。



挤压是使坯料在挤压模内受压被挤出模孔的加工方法,如图4-1(b)所示。

拉拔是指坯料在牵引力的作用下通过模孔拉出,使之产生塑性变形而缩小截面、增加长度的加工方法,如图4-1(c)所示。

锻造是指在加压设备及工(模)具的作用下,使坯料、铸锭产生局部或全部的塑性变形,以获得一定几何尺寸、形状和质量的锻件的加工方法,如图4-1(d)所示。它包括自由锻、模锻和胎锻等加工方法。

冲压是利用冲模使板料产生分离或变形的加工方法,如图4-1(e)所示。

金属加工在机械制造、汽车、造船、冶金及国防等工业领域应用广泛,以质量计算,汽车的80%都是由压力加工制造的。

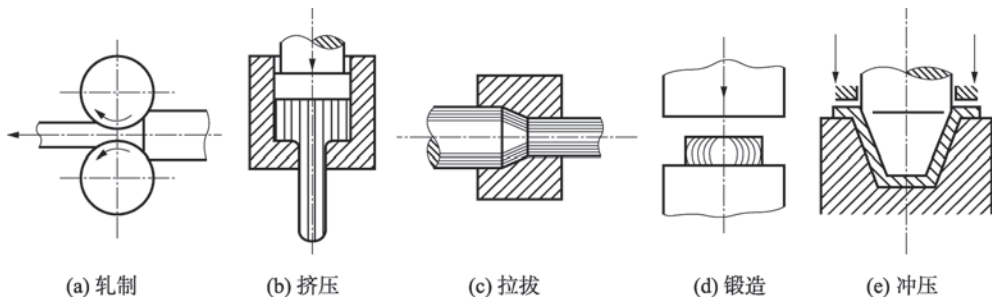


图4-1 金属压力加工

二、金属塑性变形的实质

金属在外力的作用下,其内部必将产生应力。此应力迫使原子离开原来的平衡位置,从而改变了原子间的距离,使金属发生变形,并引起原子位能的增高。处于高位能的原子具有返回到原来低位能平衡位置的倾向,当外力停止作用后,应力消失,变形也随之消失,金属的这种变形称为弹性变形。当外力增大到使金属的内应力超过该金属的屈服点之后,即使外力停止作用,金属的变形并不消失,这种变形称为塑性变形。

经多年研究证明,由于晶体中存在位错,滑移实质上是位错在滑移面上运动的结果,如图4-2所示。在切应力的作用下,晶体中形成一个正刃位错,这个多出的半原子面会由左向右逐步移动;当这个位错移到晶体的右边缘时,移出晶体的上半部就相对于下半部移动了一个原子间距,形成一个原子间距的滑移量。同一滑移面上若有大量的位错移出,则会在晶体表面形成一条滑移线。

金属塑性变形的实际原因是大多数金属材料是由多晶体组成的。多晶体金属的塑性变形,就其每个晶粒来说与单晶体相似,但受晶界和各晶粒位向不同的影响,多晶体的塑性变形要比单晶体复杂得多。实验证明,晶界对常温塑性变形具有显著的阻碍作用。因为晶界是相邻晶粒的过渡层,原子排列比较紊乱,且杂质往往较多,因而使滑移阻力增大。金属的晶粒越细,则总的晶界面积越大,塑性变形的阻力就越大。在多晶体金属中,由于各晶粒的晶格位向不同,在受外力作用时,各晶粒的滑移面和滑移方向上的切应力大小不

同,因而产生滑移的先后不一致,如图4-3所示。

由以上分析可知,金属的晶粒越细小,则单位体积中的晶粒数量越多,其晶界和各晶粒位向的不同对塑性变形的影响越大,从而金属的强度和硬度便越高。同时,晶粒越细,处于有利位向的晶粒越多,滑移在更多的晶粒内开始,各晶粒的变形比较协调,内应力较小,金属在破裂前能产生较大的塑性变形,即塑性较好。因强度和塑性都有所提高,故细晶粒金属的韧性也较好。因此,在生产中,细化晶粒是提高金属强韧性的重要手段。

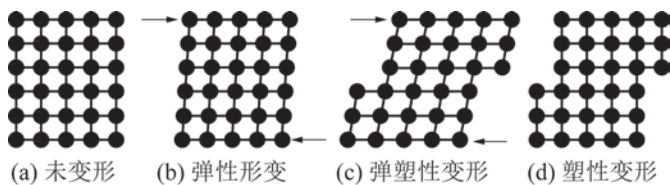


图4-2 位错运动造成滑移示意图



图4-3 双晶粒试样拉伸时变形示意图

三、冷塑性变形对金属组织和性能的影响

1. 晶粒变形, 形成纤维组织

在外力的作用下,晶粒被拉长或被压扁,当变形足够大时,晶界变得模糊不清,不易分辨,如图4-4所示。

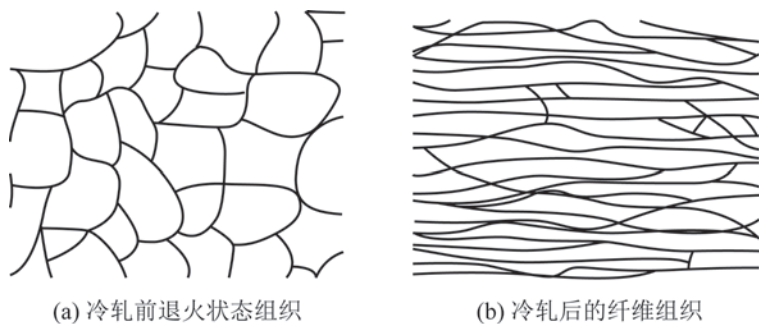


图4-4 变形前后多晶粒形状变化示意图

2. 冷变形强化现象

随着变形量的增大,位错密度增大,晶粒破碎成亚晶粒,晶格产生严重畸变,晶体缺陷(空位、位错、晶界、亚晶界)增多。滑移的阻力变大,强度与硬度提高,塑性、韧性降低。这一现象叫冷变形强化现象,如图4-5所示。如含量为0.3%的碳钢,当变形伸长率为20%时,抗拉强度由原来的500MPa升高到约700MPa;而当伸长率为60%时,抗拉强度可超过900MPa。

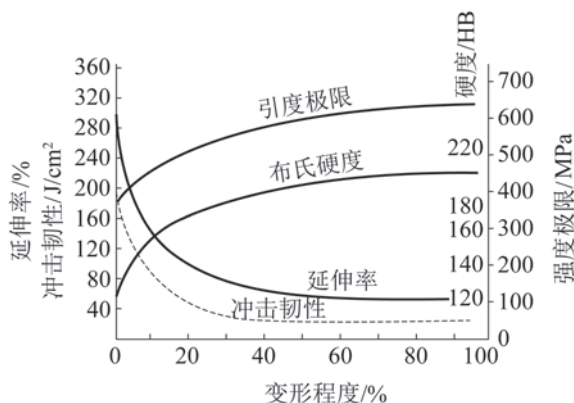


图4-5 低碳钢冷变形强化

3. 回复

冷变形强化现象是一种不稳定现象，具有自发地回复到稳定状态的倾向，但在室温下不易实现。当温度升高时，原子因获得热能，热运动加剧，使原子得以回复正常排列，消除了晶格扭曲，致使加工强化得到部分消除。这一过程称为“回复”，这时的温度称为回复温度，即

$$T_{\text{回}} = (0.25 \sim 0.3) T_{\text{熔}}$$

式中： $T_{\text{回}}$ ——以绝对温度表示的金属回复温度；

$T_{\text{熔}}$ ——以绝对温度表示的金属熔点温度。

4. 再结晶

当温度继续升高到该金属熔点绝对温度的0.4倍时，金属原子会获得更多的热能，开始以某些碎晶或杂质为核心，按变形前的晶格结构结晶成新的晶粒，从而消除全部冷变形强化现象。这个过程称为再结晶，这时的温度称为再结晶温度，即

$$T_{\text{再}} \cong 0.4 T_{\text{熔}}$$

式中： $T_{\text{再}}$ ——金属的再结晶温度；

$T_{\text{熔}}$ ——金属的熔点。

利用金属的冷变形强化可提高金属的强度和硬度，这是工业生产中强化金属材料的一种重要手段。但在压力加工生产中，冷变形强化给金属继续进行塑性变形带来了困难，应加以消除。在实际生产中，常采用加热的方法使金属发生再结晶，从而再次获得良好的塑性。这种工艺操作称为再结晶退火。当金属在大大高于再结晶的温度下受力变形时，冷变形强化和再结晶过程同时存在。此时，变形中的强化和硬化随即被再结晶过程所消除。

5. 晶粒长大

冷变形金属刚刚结束再结晶时的晶粒是比较细小、均匀的等轴晶粒，如果再结晶后不控制其加热温度或时间，继续升温或保温，晶粒之间便会相互吞并而长大。图4-6反映了回复、再结晶、晶粒长大三个阶段的变化。

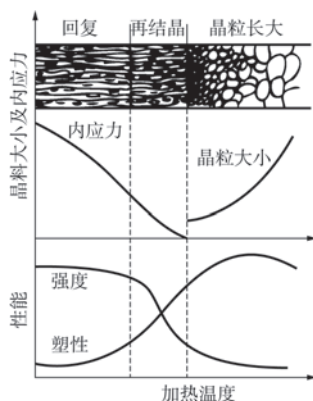


图4-6 冷变形金属加热时的变化

四、锻造成形工艺

1. 自由锻

自由锻是利用冲击力或压力使金属在上下两个抵铁之间产生变形，从而形成所需形状及尺寸的锻件。由于金属坯料在抵铁间受力变形时，沿变形方向可以自由流动，不受限制，故称自由锻。

自由锻生产所用工具简单，具有较强的通用性，适应范围广，可锻造的锻件质量由小于1kg到300t不等。在重型机械中，自由锻是生产大型和特大型锻件的唯一成型方法。

1) 自由锻的设备

自由锻的设备分为锻锤和液压机。

锻锤是依靠锤头(质量在75~750kg)产生的冲击力使金属坯料变形，由于能力有限，常用于中小锻件。

液压机依靠产生的压力使金属坯料变形，有油压机、水压机。其中水压机的功率大，能锻造300t的大件，如万吨水压机。

2) 自由锻的工序

自由锻的工序可分为基本工序、辅助工序和精整工序。

(1) 基本工序。它是使金属坯料实现主要的变形要求，达到或基本达到锻件所要求的形状和尺寸的工序，主要有以下几个。

- ① 镦粗。使坯料高度减小、横截面增大的工序，如图4-7所示，主要用于圆盘类锻件。
- ② 拔长。使坯料横截面缩小、长度增加的工序，如图4-8所示，主要用于轴、杆类锻件。
- ③ 冲孔。使坯料产生通孔或盲孔的工序，如图4-9所示，主要用于空心锻件，如圆环、套筒、齿轮毛坯。
- ④ 弯曲。使坯料轴线产生一定曲率的工序，如图4-10所示，如角尺、吊钩、地脚螺钉等。
- ⑤ 扭转。使坯料的一部分相对于另一部分绕轴线旋转一定的角度的工序，如图4-11所示，如多拐曲轴、麻花钻。



⑥ 错移。使坯料的一部分相对于另一部分平移错开的工序，如图4-12所示，它是生产曲拐或曲轴锻件的必经工序，常用于切除钢锭底部、夹钳部分、料头。

⑦ 切割。使坯料分离或去除锻件余量的工序，如图4-13所示。

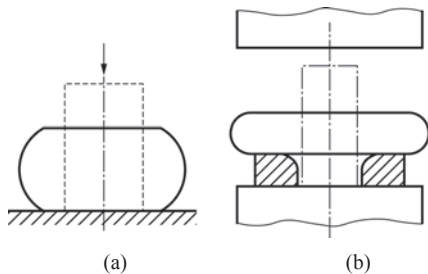


图4-7 镦粗

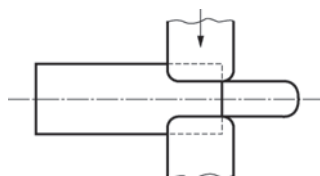


图4-8 拔长

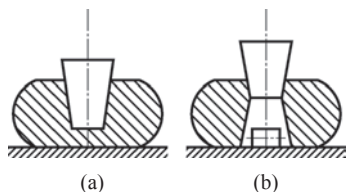


图4-9 冲孔

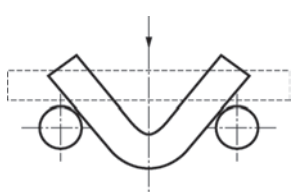


图4-10 弯曲

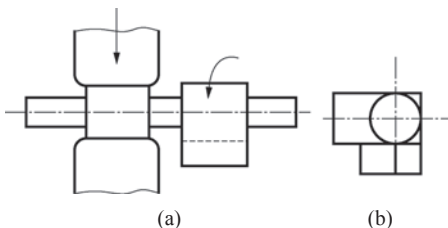


图4-11 扭转

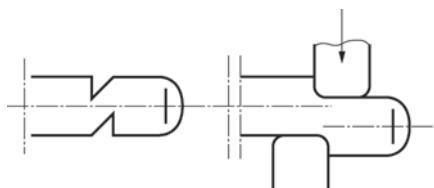


图4-12 错移

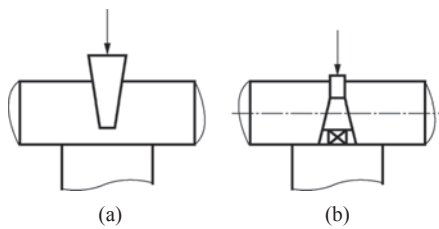


图4-13 切割

(2) 辅助工序。它是指在基本工序之前的预变形工序，如压钳口、倒棱、压肩等。

(3) 精整工序。它是在完成基本工序之后，用以提高锻件尺寸及位置精度的工序。

2. 模锻

在模锻设备上，利用高强度锻模，使金属坯料在模膛内受压产生塑性变形而获得所需形状、尺寸以及内部质量锻件的加工方法称为模锻。在变形过程中，由于模膛对金属坯料流动的限制，锻造终了时可获得与模膛形状相符的模锻件。

模锻按设备不同可分为锤上模锻、曲柄压力机上模锻、摩擦压力机上模锻、胎膜锻。其中，锤上模锻是常用的模锻方法。

锤上模锻是将上模固定在锤头上，下模紧固在模垫上，通过随锤头做上下往复运动的上模，对置于下模中的金属坯料施以直接锻击来获取锻件的锻造方法，如图4-14所示。

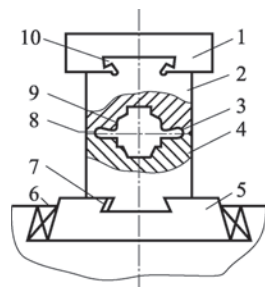


图4-14 锤上模锻

- 1-锤头 2-上模 3-飞边槽
- 4-下模 5-模垫
- 6、7、10-紧固楔块
- 8-分模面 9-模膛

模锻具有以下几个特点(与自由锻相比)。

- (1) 生产效率高。
- (2) 锻件尺寸精确, 表面光洁, 加工余量小, 节约材料。
- (3) 成形依靠模膛控制, 可锻造形状复杂的零件。
- (4) 适用于中小型复杂锻件的大批量生产。

3. 胎模锻

胎膜锻是在自由锻设备上, 采用不与上下砧相连接的活动模具成形锻件的方法。胎膜锻一般采用自由锻方法制坯, 然后在胎膜中成形。胎膜的种类较多, 主要有扣模、筒模及合模, 如图4-15所示。胎模锻是介于自由锻和模锻之间的一种锻造方法。

胎模锻具有以下几个特点。

- (1) 生产效率较自由锻高, 但比模锻低。
- (2) 锻件尺寸精确性较自由锻高, 但比模锻低。
- (3) 与模锻相比, 设备简单, 锻模易加工。
- (4) 适用于批量锻造中小型零件。

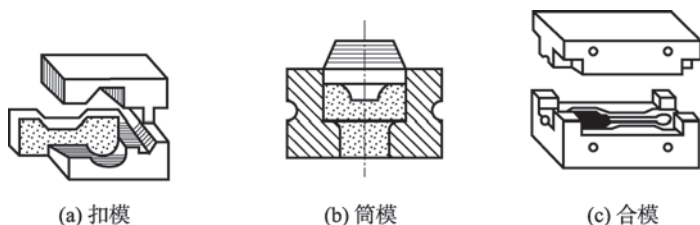


图4-15 胎模锻

五、板料冲压

板料冲压的应用非常广泛, 在汽车、拖拉机、航空、电器、仪表及国防等工业中, 占有极其重要的地位, 是常用的金属薄板料, 而航空航天工业常选用铝和钛薄板料。

冲压模具制造复杂, 成本高, 适合大批量生产。板料冲压常用的金属材料有低碳钢、铜合金、铝合金、镁合金及塑性好的合金钢。冲压生产常用的设备是剪床和冲床。

冲压生产的基本工序有分离工序和成形工序。

1. 分离工序

分离工序是使坯料的一部分与另一部分分离的工序, 如落料、冲孔、切断和修整等。

落料及冲孔统称冲裁。冲裁是借助模具使板材分离的工艺, 如图4-16所示。落料时, 冲落部分为成品, 而余料为废料。冲孔是为了获得带孔的冲裁件, 冲落

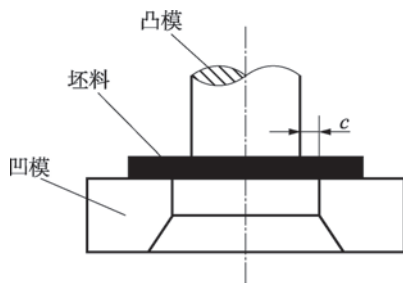


图4-16 冲裁



部分是废料。

冲裁件的分离面的质量主要取决于凸凹模的间隙、刃口的锋利程度，同时也受模具结构、材料性能及板料厚度等因素的影响。

冲裁件被剪断分离后，其断裂面分为两部分。在塑性变形过程中，由冲头挤压切入所形成的表面很光滑，表面质量最佳，称为光亮带；材料在剪裂分离时所形成的断裂面表面粗糙，称为剪裂带。

冲裁需经过以下过程：当凸模(冲头)接触板料向下运动时，首先使板料产生弹性形变；当板料内的拉应力值达到屈服点时，产生塑性变形；变形达到一定程度时，位于凸凹模刃口处的板料由于应力集中超过板材的抗拉强度，从而产生微裂纹；上下裂纹回合时，板料即将被冲断，如图4-16所示。

2. 成形工序

成形工序是使坯料的一部分相对于另一部分产生位移而不破裂的工序，如拉深、弯曲等。

(1) 拉深。拉深是利用模具使冲裁得到的平板料变形成开口空心零件的工序，如图4-17所示。

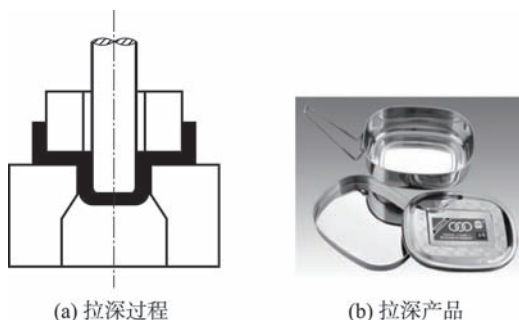


图4-17 拉深工序

(2) 弯曲。弯曲是将坯料弯成具有一定角度和曲率的变形工序。

在弯曲过程中，板料弯曲部分的内侧受压缩，而外层受拉伸。当外侧的拉应力超过抗拉强度时，会造成金属破裂。板料越厚，内弯曲半径越小，则拉应力越大，越易弯裂。一般弯曲时，要考虑板料的流线分布(轧制时形成的)。另外要考虑的是回弹(弯曲的角度比模具的角度稍大些)，一般回弹角为 $0^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 。如图4-18所示为弯曲类型。

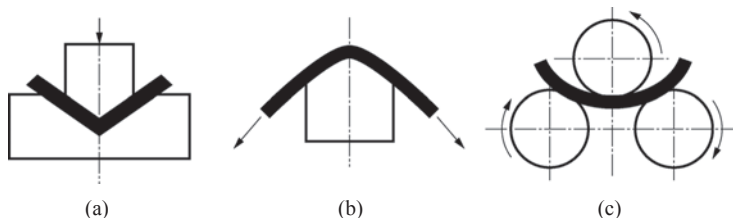


图4-18 弯曲类型

六、轧制

轧制是指材料在旋转轧辊的压力作用下,产生连续塑性变形,获得要求的截面形状并改变其力学性能的加工方法。轧制工艺生产的零件具有生产率高、质量好、成本低、可大量减少金属材料消耗等优点,近年来应用得越来越广泛。

轧制一般分为热轧和冷轧。热轧是将坯料加热到一定温度状态下碾压热轧坯料,使之产生塑性变形;而冷轧是直接以一定压力碾压坯料,使之产生塑性变形。

任务二 汽车零件焊接与胶接

任务导入

某一轻型载货汽车后保险杠被撞断,你采用什么方式焊接?

相关知识

一、焊接

焊接就是通过加热、加压或两者并用的手段,使两个分离的物体连接在一起的方法。优点:减轻结构重量,节省金属材料;可制造双金属结构;结构强度高,产品质量好;生产率较高,易于实现机械化与自动化等。缺点:由于焊接过程是局部加热与冷却的过程,易产生应力、变形和焊接缺陷。

焊接按照焊接过程的特点通常分为以下三大类。

- (1) 熔焊。利用局部加热的方法,将待焊处的母材金属熔化以形成焊缝的焊接方法。
- (2) 压焊。焊接过程中,无论加热或不加热,都对焊件施加压力以完成焊接的方法。
- (3) 钎焊。采用比母材熔点低的金属材料作钎料,将焊件和钎料加热到高于钎料熔点,低于母材熔化温度,利用液态钎料润湿母材,填充接头间隙并与母材相互扩散实现连接焊件的方法。

二、焊接成形方法

1. 焊条电弧焊

1) 焊条电弧焊概述

焊条电弧焊通常又称为手工电弧焊,是应用普遍的熔化焊焊接方法,它利用电弧产生的高温、高热量进行焊接。焊条接电源,在阳极区产生的热量多,温度高;在阴极区产生的热量较少,温度较低。因此,采用直流弧焊机时有正接和反接之分。当焊件接电



源的正极而焊条接电源的负极时为正接。正接时焊件获得的热量多，熔池浅，易焊透，适用于焊接厚件；当反接时不易烧穿，适用于薄件。如图4-19所示，为焊条电弧焊现场。

焊条电弧焊常用工具和辅具有焊钳、焊接电缆、面罩、防护服、敲渣锤、钢丝刷和焊条保温筒等。焊条由焊条芯和药皮两部分组成。焊条芯起导电和填充焊缝金属的作用。药皮则用于保证焊接能顺利进行，并使焊缝产生一定的化学成分和机械性能，它对焊接质量有很大的影响。

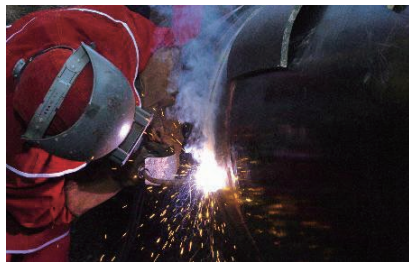


图4-19 焊条电弧焊现场

焊条芯是组成焊缝金属的主要材料。焊芯金属的成分一定要保证焊缝的性能不低于焊件金属。

焊条药皮的主要作用是提高焊接电弧的稳定性，防止空气对熔化金属的有害作用，保证焊缝金属的脱氧和加入合金元素，以便提高焊缝金属的机械性能。

在我国，焊条按其不同用途可分为结构钢焊条、珠光体耐热焊条、低温钢焊条、奥氏体不锈钢焊条、铬不锈钢焊条、堆焊焊条、铸铁焊条、铜与铜合金焊条、镍与镍合金焊条、铝与铝合金焊条、特殊用途焊条等。

2) 焊条电弧焊的电源

(1) 交流弧焊机。交流弧焊电源是一种特殊的降压变压器，它具有结构简单、噪声小、价格便宜、使用可靠、维护方便等优点。BX1-330型动铁式弧焊机是目前使用得较广泛的一种交流弧焊机，额定电流为330A，外形如图4-20所示。这种弧焊机的焊接电弧的稳定性较差。

(2) 直流弧焊机。直流弧焊电源输出端有正、负极之分，焊接时电弧两端极性不变。弧焊机正、负两极与焊条、焊件有两种不同的接线法：整流式直流弧焊机既弥补了交流弧焊机电弧稳定性不好的缺点，又比旋转式直流弧焊机结构简单，并消除了噪声。

(3) 逆变弧焊机。逆变电源是新一代焊接电源，它从电网获得三相380V交流电压，经整流成直流电，然后经逆变器变成频率为2000~30 000Hz的交流电，再经单相全波整流和滤波输出。逆变电源具有体积小、质量轻、节约材料、高效节能、适用性强等优点，现已逐渐取代了整流弧焊机。

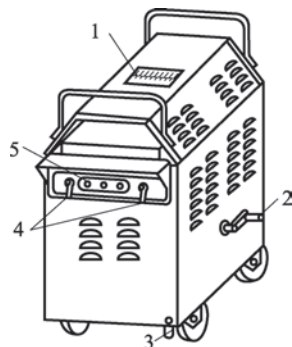


图4-20 BX1-330交流弧焊电源

- 1-电流指示盘 2-调节手柄(细调电流)
3-接地螺钉 4-焊接电源两极
5-线圈抽头(粗调电流)

3) 焊条电弧焊的焊接基本工艺

(1) 焊接接头形式。焊接接头的形式有对接、角接、T形接、搭接等，如图4-21所示。

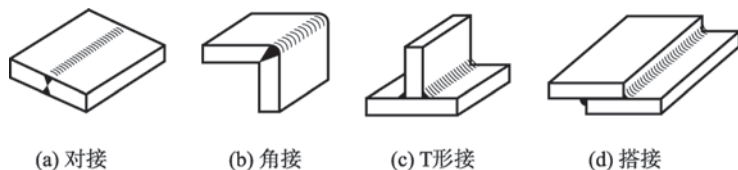


图4-21 焊接接头形式

(2) 坡口形式。坡口形式是根据设计或工艺要求,在焊件待焊部位加工的一定几何形状的沟槽,其基本形式有I形、带钝边V形、单边V形、U形、J形等,各部分的尺寸在国家标准中都有规定,如图4-22所示。

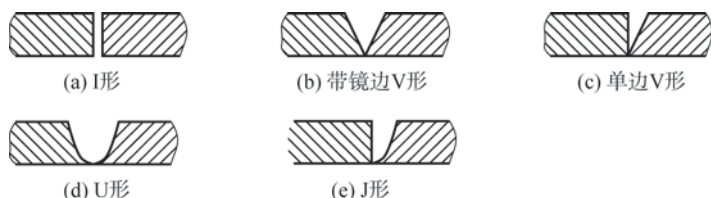


图4-22 坡口的基本形式

(3) 焊接规范,包括以下几方面。

焊条直径根据机械性能、化学成分、焊件厚度、接头形式及焊缝位置等来选择。

焊接电流的计算公式为

$$I=Kd$$

式中: I ——焊接电流,单位为A;

d ——电焊条直径,单位为mm;

K ——经验系数。

在保证焊透且保证缝高低、宽窄一致的前提下,应尽量快速施焊。

2. 埋弧自动焊

1) 埋弧自动焊概述

埋弧自动焊是将焊条电弧焊的引弧、焊条送进、电弧移动几个动作改由机械完成,电焊在焊剂层下燃烧,故称为埋弧自动焊。如果部分动作由机械完成,其他动作仍由焊工辅助完成,则称为半自动焊。

埋弧自动焊的过程是焊接时自动焊头将焊丝自动送入电弧区自动引弧,通过焊机弧长自动调节装置,以保证一定的弧长,电焊在颗粒状焊剂下燃烧,母材金属与焊丝被熔化成较大体积(可达 20cm^3)的熔池,焊车带着焊丝均匀向前移动,或焊机头不动而工件匀速移动,熔池金属被电弧气体排挤向后堆积,凝固后形成焊缝。电弧周围颗粒状焊剂被熔化成熔渣,部分焊剂被蒸发,生成的气体将电弧周围的气体排开,形成一个封闭的熔渣泡。它有一定的黏度,能承受一定的压力,因此可使熔化金属与空气隔开,并可防止熔化的金属飞溅,既可减少热能的损失,又能防止弧光四射。未熔化的焊剂可以回收重新利用。埋弧自动焊设备如图4-23所示。

2) 埋弧自动焊的特点

(1) 由于焊丝的导电部分很短,焊丝上又没有涂药,故可显著提高焊接电流,使生产



率大为提高。

(2) 因电弧处在焊剂的覆盖下，其能量损失很少。

(3) 因焊接过程中节省了更换焊条的时间，所以比手工电弧焊提高生产率5~10倍。

(4) 因自动焊焊剂供应充足，电弧区保护严密，并且焊接规范能自动控制、调整，所以焊缝质量好，表面美观光滑，焊后变形也小。

(5) 因采用自动焊时没有焊条头，20~25mm以下的工件可以不开坡口，所以能节省大量焊接金属材料。

(6) 能降低劳动强度和改善现场卫生条件。

(7) 焊接过程中看不见电弧，不能及时发现问题，且一般只能在平焊的位置焊接。

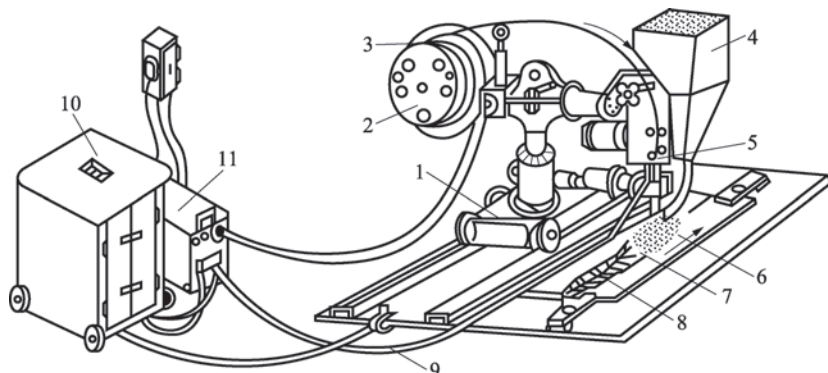


图4-23 埋弧自动焊设备

1-焊接小车 2-操纵盘 3-焊丝盘 4-焊剂漏斗 5-机头 6-焊剂
7-渣壳 8-焊缝 9-焊接电缆 10-焊接电源 11-控制箱

3. 氩弧焊

氩弧焊是利用氩气流作为保护电弧及熔池的气体而进行电弧焊接的一种方法。

1) 氩弧焊的分类

按所用电极的不同，氩弧焊可分为非熔化极(即钨极)氩弧焊和熔化极氩弧焊两种。

(1) 非熔化极氩弧焊工作原理，见图4-24(a)。非熔化极氩弧焊是电弧在非熔化极(通常是钨极)和工件之间燃烧，在焊接电弧周围流过一种不和金属起化学反应的惰性气体(常用氩气)，形成一个保护气罩，使钨极端头、电弧和熔池及已处于高温的金属不与空气接触，能防止氧化和吸收有害气体，从而形成致密的焊接接头，其力学性能非常好。

(2) 熔化极氩弧焊工作原理，见图4-24(b)。焊丝通过丝轮送进，导电嘴导电，在母材与焊丝之间产生电弧，使焊丝和母材熔化，并用惰性气体氩气保护电弧和熔融金属来进行焊接。它和钨极氩弧焊的区别是，一个是焊丝作电极，并被不断熔化填入熔池，冷凝后形成焊缝；另一个是采用保护气体，随着熔化极氩弧焊技术的应用，保护气体已由单一的氩气发展为多种混合气体的广泛应用。例如，以氩气或氦气为保护气时，称为熔化极惰性气体保护电弧焊；以惰性气体与氧化性气体(O_2 , CO_2)混合气为保护气体时，或以 CO_2 气体或 $CO_2 + O_2$ 混合气为保护气时，统称为熔化极活性气体保护电弧焊。

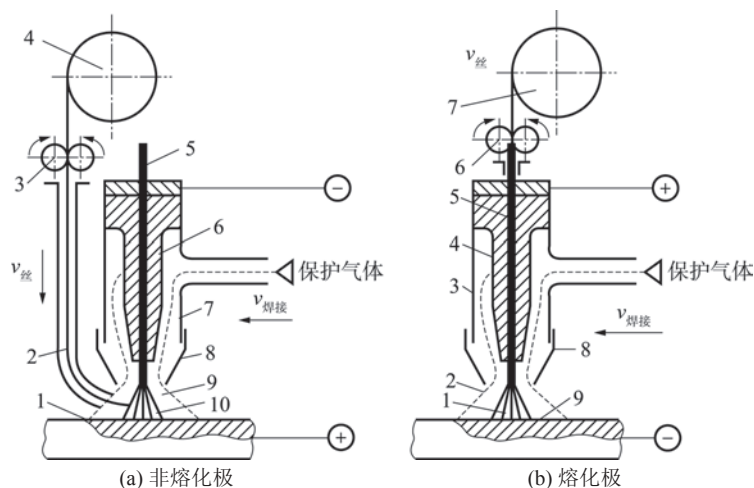


图4-24 氩弧焊工作原理图

- 1-熔池 2-焊丝 3-送丝滚轮 4-焊丝盘 1-焊接电弧 2-保护气体 3-焊炬
 5-钨极 6-导电嘴 7-焊炬 8-喷嘴 4-导电嘴 5-焊丝 6-送丝滚轮 7-焊丝盘
 9-保护气体 10-电弧 8-喷嘴 9-熔池

2) 氩弧焊的特点

(1) 氩气是惰性气体，以单原子形式存在，在高温时不发生分解，不与金属起任何化学反应。在焊接过程中，不会使被焊金属氧化，或使合金元素烧损。因此，不仅可以用来焊接各类合金钢，还可用来焊接容易氧化的有色金属，如铝、镁以及铅、钽、钼等稀有金属。

(2) 氩气不溶解于液态金属，不会产生气孔，因而也无须采用脱氧等化学反应来消除气孔。

(3) 在氩弧焊的焊缝金属中，含氧量最少。而采用其他焊接方法时，焊缝金属中的含氧量大大超过氩弧焊焊缝金属中的含氧量。

(4) 在氩弧焊的焊缝金属中，非金属夹杂物的含量比其他焊接方法要少得多，因而焊缝质量高，其塑性、韧性显著而优异。

(5) 电弧在气流压缩下燃烧，热量集中，熔池较小，所以焊接速度较快，热影响区域较窄，工件焊接以后变形较小。

(6) 氩弧焊电弧稳定，飞溅小，表面无熔渣，外表成形美观。

(7) 氩弧焊的成本较高。

在工业领域，氩弧焊主要用于焊接易氧化的有色金属、合金钢和不锈钢等。

4. 二氧化碳气体保护焊

1) 二氧化碳气体保护焊的原理

二氧化碳气体保护焊是以二氧化碳气为保护气体，以焊丝作为电极，以自动或半自动方式进行焊接的方法。目前常用的是半自动焊，即焊丝靠机械自动送进并保持弧长，由操作人员手持焊枪进行焊接。

二氧化碳气体在电弧的高温下能分解，有氧化性，会烧损合金元素。因此，不能用来



焊接有色金属和合金。焊接低碳钢、普通低碳钢时,通过含有合金元素的焊丝来进行脱氧和渗合金等冶金处理。二氧化碳气体保护焊的焊接装置如图4-25所示。

2) 二氧化碳气体保护焊的优点和缺点

(1) 二氧化碳气体保护焊具有以下优点。

① 成本低。二氧化碳气体的价格比较便宜,其焊接成本约为模弧自动焊和焊条电弧焊的40%。

② 生产率高。焊丝送进自动化,电流密度大,电弧热量集中,所以焊接速度快,焊后没有熔渣,是焊条电弧焊生产率的1~3倍。

③ 焊接变形小。

④ 气体保护效果良好。

⑤ 二氧化碳焊是明弧焊,操作性能好,便于观察。

⑥ 抗锈能力强,焊前对清理的要求不高,节约能源。

(2) 二氧化碳气体保护焊存在以下缺点。

① 焊缝成形不够美观,飞溅大,设备复杂。

② 抗风能力差,室外作业困难。

③ 弧光强,焊接时必须注意劳动保护。

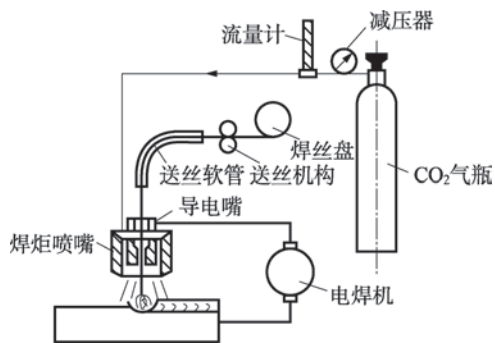


图4-25 二氧化碳气体保护焊的焊接装置

5. 电阻焊

电阻焊又称接触焊,它是利用强大的电流(几千至几万安培)通过焊件接触处产生的电阻热作为热源,将焊件局部加热到塑性状态或熔化状态,然后在压力下形成焊接接头的焊接方法。

1) 电阻焊的分类

根据焊接接头形式的不同,可分为点焊、缝焊及对焊三种,如图4-26所示。

(1) 点焊。点焊将焊件装配成搭接接头后,压紧在两柱状电极间,通电,利用电阻热局部熔化母材,在压力下结晶形成焊点的电阻焊方法。

(2) 缝焊。缝焊是连续的点焊过程,不同点在于,旋转的盘状电极代替了柱状电极。焊点重叠率为50%,分流现象严重,但焊缝密封性好。

(3) 对焊。对焊是利用电阻热将焊件端面对接焊合的一种电阻焊,可分为电阻对焊和闪光对焊。电阻对焊的特点是接触后通电,端面加工要求高,质量不易保证;闪光对焊的特点是接触前通电,端面要求低,质量较高,用于重要零件焊接。

2) 电阻焊的优点和缺点

电阻焊的优点是焊件热影响区及变形小,易获得优质接头;不需外加填充金属和焊剂,劳动条件好;易于获得形状复杂的零件;易实现机械化、自动化,生产率高。

电阻焊的缺点是接头质量不稳定,耗电量大,焊机复杂,造价较高。

点焊适用于板厚4mm以下的薄板冲压结构及钢筋的焊接；缝焊适用于板厚3mm以下、焊缝规则的密封结构的焊接；对焊适用于制造密闭形零件、轧制材料接长、异种材料制造。

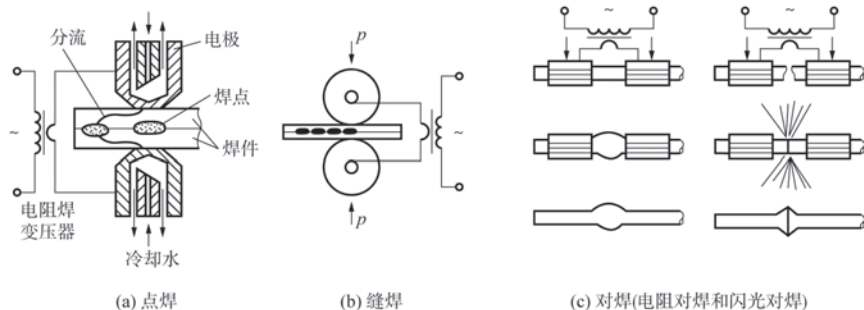


图4-26 电阻焊

6. 钎焊

钎焊是利用低熔点的钎料作为填充金属，加热熔化后渗入固态焊件的间隙内，将焊件连接起来的焊接方法。钎焊与熔化焊的区别是钎焊过程中主体金属不发生熔化，其牢固结合是依靠被焊金属和钎料之间的原子的相互扩散。

1) 钎焊的分类

根据钎料熔点的不同，钎焊可分为以下两类。

(1) 硬钎焊。钎料熔点大于 450°C ，适合于钎焊受力较大或工作温度较高的工件。这类焊料有铜基、银基及镍基等钎料。

(2) 软钎焊。钎料熔点小于等于 450°C ，又叫锡焊，用于钎焊受力不大或工作温度较低的工件。这类焊料主要为锡铅焊料。

2) 钎焊的特点

钎焊的特点是焊件变形小，工件尺寸精确；可焊接异种金属；生产率高；设备简单，生产投资费用少。它主要用于焊接精密、微型、复杂、多焊缝、异种材料的焊件。

7. 气焊

气焊是利用乙炔(C_2H_2)和氧气(O_2)混合燃烧时的高温火焰，将焊件和焊丝熔化并进行焊接的一种方法。气焊过程如图4-27所示。

气焊的优点是设备简单，操作灵活，适应性强；缺点是火焰温度低，热量不集中，加热缓慢，焊件受热范围大，变形严重，火焰对熔池的保护性差，焊缝质量不高，生产率低。

气焊主要适用于厚度在3mm以下的薄钢板，铜、铝等非铁金属及其合金和铸铁的补焊等，特别适合在没有电源的野外作业中使用。

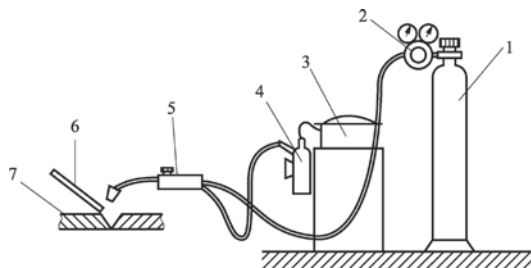


图4-27 气焊过程

1—氧气瓶 2—减压器 3—乙炔发生器 4—回火防止器
5—焊炬 6—焊丝 7—焊件



三、金属的焊接性

1. 金属焊接性的概念

金属焊接性是金属材料在一定的焊接工艺条件下, 获得优质焊接接头的难易程度。它包括: 工艺焊接性, 即焊接接头产生工艺缺陷的敏感性, 尤其是出现各种裂缝的可能性; 使用焊接性, 即焊接接头在使用过程中的可靠性, 包括焊接接头的力学性能及其他特殊性能(如耐热、耐蚀性能等)。

2. 金属焊接性的评定

以碳当量(还可以用各种焊接试验)评定碳钢和普低钢的焊接性。

钢中的碳和合金元素对钢的焊接性的影响程度是不同的, 碳的影响最大, 其他合金元素可以折合成碳的影响来估算被焊材料的焊接性, 折算后的总和称为碳当量。它是评定钢材焊接性的重要参数。

国际焊接学会推荐的碳素结构钢和低合金结构钢的碳当量经验公式为

$$C_E = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} (\%)$$

式中: 元素符号为钢中该元素含量的质量百分数, 是其值取成分范围的上限。

当 $C_E < 0.4\%$ 时, 塑性良好, 淬硬和冷裂倾向小, 焊接性好, 一般焊件不会产生裂纹; 当 $C_E = 0.4\% \sim 0.6\%$ 时, 塑性下降, 淬硬及冷裂倾向明显, 焊接性较差, 焊前适当预热, 焊后缓慢冷却; 当 $C_E > 0.6\%$ 时, 塑性较差, 淬硬和冷裂倾向严重, 焊接性很差, 焊前需要高温预热, 焊接时要采取降低焊接应力和防止裂纹的工艺措施, 焊后需要进行适当热处理等。因此碳当量越大, 焊接性越差。

3. 非合金钢(碳钢)的焊接

(1) 低碳钢的焊接。低碳钢在焊接时无淬硬倾向, 也不易产生焊接裂纹, 采用各种焊接方法都能获得优质的焊接接头, 焊接性良好。

(2) 中碳钢的焊接。随着碳的质量分数的增加, 钢材的淬硬倾向加大, 焊接时产生热裂纹和冷裂纹的倾向也加大, 焊接性逐渐变差。

(3) 高碳钢的焊接。由于碳的质量分数高, 焊接性差, 淬硬性强, 焊缝与热影响区的裂纹敏感性强。

对于焊接性良好的低合金结构钢, 一般采用焊条电弧焊与埋弧焊, 不需要采取特殊的焊接工艺措施即可焊接; 对于屈服强度 $\geq 450\text{MPa}$ 、焊接性稍差的低合金结构钢, 在焊接时, 热影响区有较大的淬硬倾向, 冷裂倾向加剧, 需要采取焊前预热($\geq 150^\circ\text{C}$), 调整焊接规范及焊后热处理等工艺措施。

4. 铝及铝合金的焊接

采用一般的焊接方法时, 铝及铝合金的焊接性不好。铝极易被氧化, 形成难熔的氧化

铝薄膜,其熔点为 2050°C ,容易在焊缝中形成夹渣。铝焊缝中的气孔倾向大,主要是熔融态铝能溶解大量的氢。铝及铝合金焊接接头形成裂纹的倾向大,主要是铝焊缝的铸态组织晶粒大。另外,焊缝中若含有少量硅,还会导致在晶界处形成易熔共晶体。因此,常需要通过调整焊丝成分,以达到细化焊缝晶粒及抵消硅的有害影响的目的。

5. 铜及铜合金的焊接

采用一般的焊接方法时,铜及铜合金的焊接性不好。铜焊缝中的气孔倾向大,主要是熔融态铜也能溶解大量的氢。铜及铜合金焊接接头形成裂纹的倾向大,主要是氧化亚铜能与铜形成易熔共晶体,沿晶界分布易导致热裂纹。另外,残存的氢与氧化亚铜反应生成的水蒸气不溶于铜,并以很高的压力分布在显微空隙中,从而引起“氢脆”。

铜有良好的导热性,焊件厚度超过 4mm 时,就必须预热到 300°C 才能到达焊接温度。

四、胶接

1. 胶接及其应用

胶接是将胶接剂涂于被连接件之间经固化所形成的连接。这是很早就被采用的一种不可拆卸的连接方法,例如木工使用的聚酯酸乙烯乳液(乳胶)黏合木质构件。但在机械制造中采用胶接的方式连接金属构件,还是近50年来发展起来的新型工艺方法。胶接的机理涉及很多化学与物理因素,目前虽有多种理论,但都不能做出圆满的解释,所以也是目前各方面正在积极研究的课题之一。随着高分子化学,特别是石油化学工业的迅速发展,胶接的理论将日益完善。目前,胶接在机床、汽车、拖拉机、造船、化工、仪表、航空、航天等各个工业部门中的应用日渐广泛,如图4-28所示。

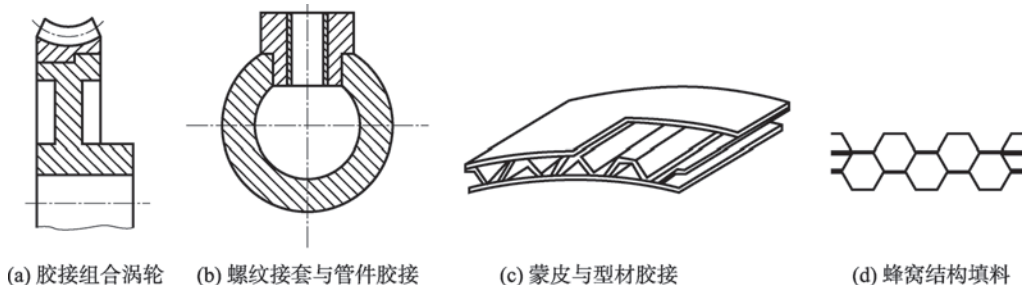


图4-28 胶接

2. 常用胶黏剂及其主要性能与选择原则

胶黏剂的品种繁多,可以从不同的角度划分为很多类别,现在我们仅按使用目的将其分为以下三类。

(1) 结构胶黏剂。这类胶黏剂在常温下的抗剪强度一般不低于 8MPa ,经受一般高、低温或化学作用不降低其性能,胶接件能承受较大的载荷。例如酚醛-缩醛-有机硅胶黏剂、



环氧-酚醛树脂胶黏剂和环氧-有机硅胶黏剂等。

(2) 非结构胶黏剂。这类胶黏剂在正常使用时有一定的胶接强度，但在受到高温或重载时，性能会迅速下降。例如聚氨酯胶黏剂和酚醛-氯丁橡胶胶黏剂等。

(3) 其他胶黏剂，即具有特殊用途(如防锈、绝缘、导电、透明、超高温、超低温、耐酸、耐碱等)的胶黏剂。例如环氧导电胶黏剂和环氧超低温胶黏剂等。

在机械制造中，目前较为常用的是结构胶黏剂中的酚醛-缩醛-有机硅胶黏剂及环氧-酚醛胶黏剂等。

胶黏剂的主要性能是胶接强度(耐热性、耐介质性、耐老化性)、固化条件(温度、压力、保持时间)、工艺性能(涂布性、流动性、有效贮存期)以及其他特殊性能(如防锈等)。

胶黏剂的力学性能随着胶接件材料、环境温度、固化条件、胶层厚度、工作时间、工艺水平等的不同而不同。例如可用于胶接各种碳钢、合金钢、铝、镁、钛等合金以及各种玻璃钢的酚醛-缩醛-有机硅胶黏剂(牌号为204胶)胶接30CrMnSiA钢时，在常温下剪切强度大于22.8MPa；在200℃时，剪切强度大于15.8MPa；在300℃时，剪切强度大于4MPa。

胶黏剂的选用原则是针对胶接件的使用要求及环境条件，从胶接强度、工作温度、固化条件等方面选取胶黏剂的品种，兼顾产品的特殊性要求(如防锈等)及工艺上的方便。此外，对受一般冲击、振动的产品，宜选用弹性模量小的胶黏剂；在边缘应力条件下工作的胶接件，应选膨胀系数与零件材料的膨胀系数近似的胶黏剂等。

3. 金属零件胶接的基本工艺过程

(1) 胶接件胶接表面的制备。胶接表面一般需经过除油处理、机械处理及化学处理，以便清除表面油污及氧化层，改造表面粗糙度，使其达到最佳胶接表面状态。表面粗糙度一般应为 $3.2\sim 1.6\mu\text{m}$ ，过高或过低都会降低胶接强度。

(2) 胶黏剂配制。因大多数胶黏剂是“多组分”的，在使用前应按规定的程序及正确的配方比例妥善配置。

(3) 涂胶。采用适当的方法涂布胶黏剂(如喷涂、刷涂、滚涂、浸渍、贴膜等)，以保证厚薄合适、均匀无缺、无气泡等。

(4) 清理。在涂胶装配后，清除胶接件上多余的胶黏剂。

(5) 固化。根据胶接件的使用要求、接头形式、接头面积等，恰当选定固化条件(温度、压力及保持时间)，使胶接固化。

(6) 质量检验。对胶接产品进行X光、超声波探伤、放射性同位素或激光全息摄影等无损检验，以防止胶接接头存在严重缺陷。

4. 胶接接头的结构形式、受力状况及优缺点

胶接接头的典型结构如图4-29所示。

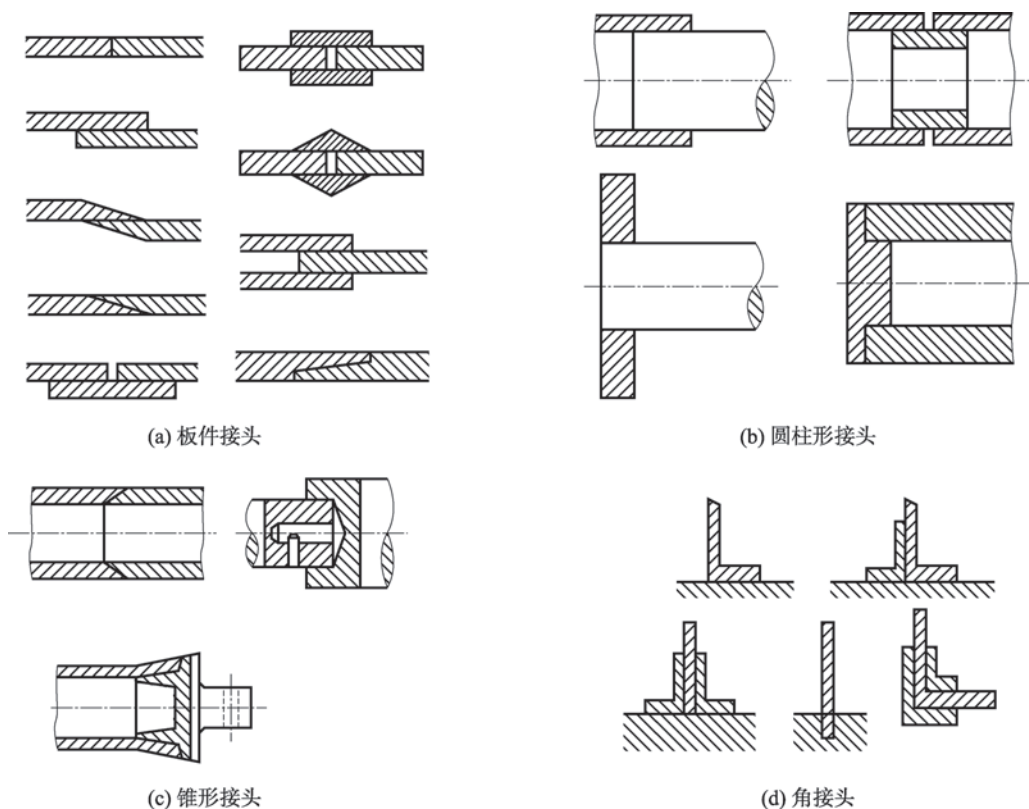


图4-29 胶接接头的典型结构

胶接接头的受力状况有拉伸、剪切、剥离与扯离等,如图4-30所示。实践证明,胶缝的抗拉伸及抗剪切能力强,而抗剥离及抗扯离的能力弱。

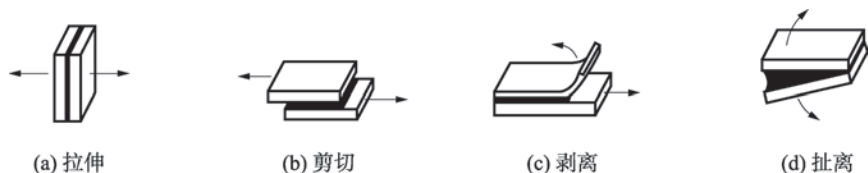


图4-30 胶接接头的受力状况

胶接的优点: ①连接后的重量轻(一般比铆接、焊接小20%左右), 材料的利用率较高; ②不会改变胶缝附近的母体材料的金相组织, 冷却时液体不会产生翘曲和变形; ③因为是全部贴合面间的胶黏连接, 应力分布比较均匀, 故耐疲劳、抗蠕变性能好; ④能使异型、复杂、微小和很薄的元件以及金属与非金属构件相互连接; ⑤所需设备简单, 操作方便, 无噪声, 劳动条件好, 劳动生产率高, 成本较低; ⑥密封性可靠, 如环氧胶黏剂可耐水压达2MPa; ⑦工作温度在有特殊要求时可达 $-200^{\circ}\text{C} \sim 1000^{\circ}\text{C}$ (一般为 $-60^{\circ}\text{C} \sim 400^{\circ}\text{C}$); ⑧能满足防锈、绝缘、透明等特殊要求。

胶接的缺点: ①工作温度过高时, 胶接强度将随温度的增高而显著下降; ②抗剥离、抗弯曲及抗冲击振动性能差; ③耐老化、耐介质(如酸碱等)性能较差, 且不稳定; ④有的胶黏剂(如酚醛-缩醛-有机硅耐高温胶黏剂)所需的胶接工艺较为复杂; ⑤胶接件的缺陷有



时不易被发现，目前尚无可靠的无损检验方法。

任务实施

二氧化碳气体保护焊

1. 实训内容

- (1) 焊接工艺参数的选择。
- (2) 用直径为0.8mm或1.2mm的焊丝焊接4~5mm厚度的焊件。

2. 实训目的

- (1) 熟悉二氧化碳气体保护焊的设备、工具。
- (2) 了解二氧化碳气体保护焊的工艺流程。
- (3) 掌握二氧化碳气体保护焊的方法。

3. 实训器材

气瓶、220V交流电源、送丝机、焊枪、面罩、皮手套、电缆线、焊台。

4. 基本操作技术

1) 注意事项

- (1) 电源、气瓶、送丝机、焊枪等连接方式参阅说明书。
- (2) 选择正确的持枪姿势。
 - ① 身体与焊枪处于自然状态，手腕能灵活带动焊枪平移或转动。
 - ② 焊接过程中软管电缆最小曲率半径应大于300mm，焊接时可任意拖动焊枪。
 - ③ 焊接过程中能维持焊枪倾角不变，还能清楚方便地观察熔池。
 - ④ 保持焊枪匀速向前移动，可根据电流的大小、熔池的形状、工件的熔合情况调整焊枪的前移速度，力争匀速前进。

2) 工艺参数

- (1) 焊丝直径(mm): 0.8, 1.2, 1.6。
- (2) 电弧电压(V): 18, 19, 20。
- (3) 焊接电流(A): 100~110, 120~135, 140~180。

3) 基本操作

- (1) 检查全部连接是否正确，水、电、气连接完毕后接通电源，调整焊接规范参数。
- (2) 引弧：二氧化碳气体保护焊采用碰撞引弧，引弧时不必抬起焊枪，只要保证焊枪与工作面的距离即可。
 - ① 引弧前先按遥控盒上的点动开关或焊枪上的控制开关将焊丝送出枪嘴，保持伸出长度为10~15mm。
 - ② 将焊枪按要求放在引弧处，此时焊丝端部与工件未接触，枪嘴高度由焊接电流决定。

③ 按下焊枪上的控制开关,焊机自动提前送气,延时接通电源,保持高电压、慢送丝,当焊丝碰撞工件短路后自然引燃电弧。短路时,焊枪有自动顶起的倾向,故引弧时要稍用力下压焊枪,防止因焊枪抬起太高,电弧太长而熄灭。

4) 焊接

引燃电弧后,通常采用左焊法,焊接过程中要保持焊枪适当的倾斜和枪嘴的高度,使焊接尽可能地匀速移动。当坡口较宽时为保证两侧熔合得好,焊枪做横向摆动。焊接时,必须根据焊接的实际效果判断焊接工艺参数是否合适。根据熔池情况、电弧稳定性、飞溅大小及焊缝成形的好坏来修正焊接工艺参数,直至满意为止。

5) 收弧

焊接结束前必须收弧。若收弧不当容易产生弧坑并出现裂纹、气孔等缺陷。焊接结束前必须采取措施。

(1) 焊机有收弧坑控制电路。焊枪在收弧处停止前进,同时接通此电路,焊接电流与电弧电压自动减小,直至熔池填满。

(2) 若焊机没有弧坑控制电路或因电流小而没有使用弧坑控制电路,在收弧处焊枪停止前进,并在熔池未凝固时反复断弧、引弧,直至填满弧坑为止。操作要快,若熔池已凝固才引弧,则可能会产生未熔合和气孔等缺陷。

知识拓展

焊接劳动卫生与保护

焊接职业是对技术要求比较严格的职业,职业环境有毒有害,需要加强劳动保护。各种焊接方法都会产生某些有害物质,不同的焊接工艺,其有害物质亦不同,主要有光辐射、弧光辐射、烟尘、有毒气体、高频电磁场、射线、噪声等。

光辐射是能的传播方式,辐射波长与能量成反比,波长越短所携带的能量越大,对肌肉的作用亦越强。焊接过程中的光辐射由紫外线、可见光、红外线等组成,它们是由物体加热而产生的,属于热线谱。光辐射作用到人身上,被体内组织吸收,会引起组织的热作用、光化学作用或电离作用,致使人体组织发生急性或慢性损伤。适量的紫外线对人体健康是有益的,但焊接电弧产生的强烈紫外线的过度照射,对人体健康有一定的危害。紫外线对人体的作用是通过光化学反应,造成皮肤和眼睛的伤害及对纤维的破坏。等离子弧的紫外线强度最大,其次是氩弧焊和二氧化碳焊,手工焊最小。

弧光辐射是所有明弧焊共同的有害物质,由此引起的电光性眼病是明弧焊的一种特殊职业病。弧光辐射还会伤害皮肤,使焊工患皮炎、红斑和小水泡等皮肤疾病。此外,还会损坏棉织纤维。光辐射和弧光辐射的防护措施包括:使用防护面罩;各工位之间加装防护屏;室内装饰采用吸光物质;焊工必须穿好工作服,戴好手套,穿鞋罩,戴防目镜。

固体颗粒浮于气体中形成烟和尘,小的为烟,大的为尘。烟尘主要危害呼吸系统,长期工作在烟尘较多的地方,可能会造成一些呼吸系统病变。防护措施包括:加强现场整体及局部通风;现场进行降尘处理;戴口罩;使用带呼吸系统的面罩;改进工艺和焊接材料;提高自动化程度。



在焊接电弧的高温和紫外线的作用下，在弧区周围会形成多种有毒气体。其中，臭氧对人体的危害主要是对呼吸道及肺有强烈的刺激作用，同时易同橡胶、棉织物起化学反应，使其易老化。氮氧化物的危害主要是对肺有刺激作用。一氧化碳是一种窒息性气体，对人体的毒性作用是利用氧的功能发生障碍，造成组织和细胞缺氧的系列症状和体征。氟化氢的毒性作用主要是使呼吸道产生一些病变如支气管炎，还通过皮肤产生全身毒性作用等。防护措施包括：降低吸入体内的气体中的有毒气体浓度，如加强现场整体及局部通风，使用带呼吸系统的面罩等。

非熔化极氩弧焊及等离子焊为了迅速引燃电弧，需由高频振荡器来激发引弧，此时，振荡器要产生强烈的高频振荡，击穿钨极与工件之间的气体间隙，引燃电弧，其中有一部分能量以电磁波的形式在空间辐射，即形成高频电磁场。人体在高频电磁场的作用下，能吸收一定的辐射能量，产生生物学效应，此作用对人体健康有一定的影响，长期接触较强高频电磁场的工人，会引起头晕、头痛、疲乏无力、记忆减退和神经功能紊乱及血压波动等症状。防护措施包括：保证工件良好接地；在不影响使用的情况下，降低振荡器频率；减少高频作用时间；屏蔽把线及软线；降低作业现场的温度和湿度等。

焊接工艺过程中的放射性危害，主要是指氩弧焊与等离子焊的钍放射性污染和电子束焊接时的X射线，同时，钍及其蜕变产物均可放射出 α 、 β 、 γ 射线。放射性危害产生于人体小范围受到强烈照射时，会使小范围的肌体组织承受高度集中的辐射能而造成损伤。当人体受到的辐射剂量不超过容许值时，射线不会对人体造成危害。防护措施包括：加强作业地点通风；焊接地点应设单室，钍钨应存放在固定地点；应备有专用砂轮来磨尖钨棒，对砂轮安装除尘设备；手工焊接操作时，采用送风防护头盔或采取其他有效措施；选用合理的工艺参数，避免钍钨过量烧损；接触钍钨棒后应用流动水和肥皂水洗手；工作服及手套等应经常清洗。

在焊接过程中，极易产生噪声，使人听力受损。噪声的防护措施包括：采用降低噪声的工艺方法；采用小型消声器；戴耳塞；在房屋结构、设备等处采用吸声或隔音材料等。

了解不同工艺方法的危害，有助于采取有针对性的防护措施。此外，在工作中还应养成良好的习惯，注意细节。做到以上两点，有助于工作人员在焊接这个行业中保持身心健康，远离职业病困扰。