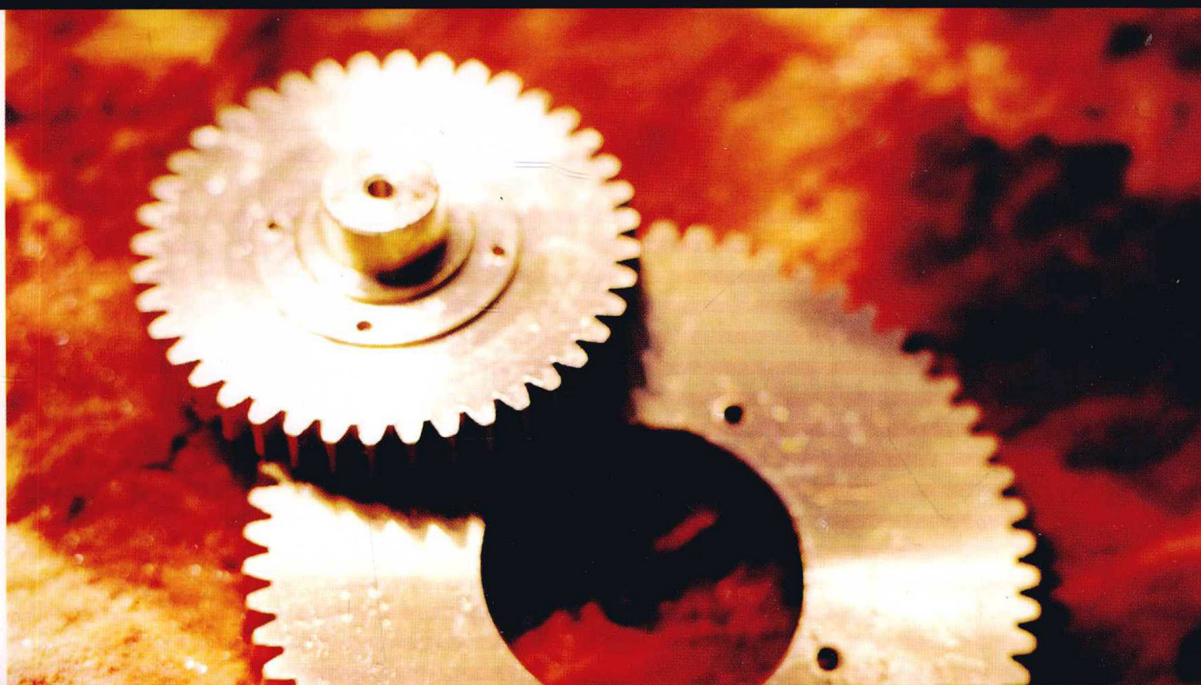




全国中等职业技术学校金属加工类专业任务驱动型一体化教材



焊工工艺与技能

学生用书 II 基础知识



中国劳动社会保障出版社

全国中等职业技术学校金属加工类专业任务驱动型一体化教材

焊工工艺与技能

学生用书Ⅱ 基础知识

人力资源和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

简介

本书主要包括焊接基础、焊条电弧焊、气焊(割)、碳弧气刨、钨极氩弧焊、CO₂ 气体保护焊、埋弧焊、电阻焊、等离子弧切割与焊接、常用金属材料焊接、焊接检验。本书由王长忠主编,康泉、金海阔参编,夏兆纪主审。

图书在版编目(CIP)数据

焊工工艺与技能学生用书Ⅱ:基础知识/人力资源和社会保障部教材办公室组织编写.
—北京:中国劳动社会保障出版社,2010

全国中等职业技术学校金属加工类专业任务驱动型一体化教材

ISBN 978-7-5045-8603-2

I. ①焊… II. ①人… III. ①焊接工艺-专业学校-教材 IV. ①TG44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 171021 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码:100029)

出版人:张梦欣

*

北京市艺辉印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 18.25 印张 433 千字

2010 年 9 月第 1 版 2010 年 9 月第 1 次印刷

定价:29.00 元

读者服务部电话:010-64929211/64921644/84643933

发行部电话:010-64961894

出版社网址:<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话:010-64954652

如有印装差错,请与本社联系调换:010-80497374

前言

人力资源和社会保障部教材办公室组织全国有关学校的一线教师和行业、企业专家,结合德国引导文教学法理念,以及我国一体化教学改革的最新成果,研发、出版了全国中等职业技术学校金属加工类专业任务驱动型一体化教材。在编写工作中,始终坚持以提高学生全面素质为基础,以培养学生学习能力为重点的原则,大胆尝试、勇于创新,力求使本套教材满足我国职业教育教学改革的需求。

一、整合传统的理论知识体系,开发具有改革意义的专业基础课教材

根据引导文教学法的理念,以及金属加工类专业教学的实际需求,确定金属加工类专业基础课包括工程技术交流语言、机械加工基础、金属加工基础与实训三个模块。其中,工程技术交流语言模块对应教材沿用全国中等职业技术学校机械类通用教材《机械制图(第五版)》;机械加工基础模块对应开发了《机械加工基础》,包含了机械制造工艺基础知识、金属材料相关基础知识、机构和传动基本知识、极限配合基础知识等;金属加工基础与实训模块对应开发了《金属加工基础与实训学生用书Ⅰ学习任务》和《金属加工基础与实训学生用书Ⅱ基础知识》两本教材,以制作典型机械——小冲床的工艺流程组织教学内容,涵盖了最基本的钳工、车工、铣工知识与技能。

二、以引导文教学法为基础,开发一体化的专业课教材

本套教材涉及4个专业方向,包括车工、机修钳工、铣工、焊工。针对这4个专业方向,开发了《车工工艺与技能学生用书Ⅰ学习任务》《车工工艺与技能学生用书Ⅱ基础知识》《机修钳工工艺与技能学生用书Ⅰ学习任务》《机修钳工工艺与技能学生用书Ⅱ基础知识》《铣工工艺与技能学生用书Ⅰ学习任务》《铣工工艺与技能学生用书Ⅱ基础知识》《焊工工艺与技能学生用书Ⅰ学习任务》《焊工工艺与技能学生用书Ⅱ基础知识》。

其中,学生用书Ⅰ定位为该专业方向的主教材,学生在学生用书Ⅰ中明确每个学习目标的要求,通过老师引导或自主查阅学生用书Ⅱ来回答学生用书Ⅰ中的引导问题,掌握相关知识和操作技能,从而完成具体的任务要求,达到学习目标。

学生用书Ⅰ中设计了多个学习情境,在每个学习情境之下又设计了相应的任务,每个任务按照引导式教学过程进行组织,基本环节设计如下:

环节一:学习目标 按照相关国家职业标准(中级)的知识和技能要求,给出通过教材内容的学习应达到的学习目标。

环节二:任务与要求 给出为达到上述学习目标所要完成的工作任务,并做精要的分析 and 关键提示,旨在使学生养成从读图、分析技术要求到自行拟定加工工艺,再付诸实施的工

作思路。

环节三：学习引导 按照完成任务的工作顺序，合理设计引导问题，逐步带领学生完成工作的全过程。在该过程中，需要学生获取必要的信息后，自主制定加工方案并实施。该环节鼓励学生独立思考，注重培养发现问题、解决问题的能力。

环节四：评价与分析 围绕任务给出了详细、具体的测评内容和测评标准，及时对学生的实践活动进行有效的评估。

此外，在学习情境之后还安排了巩固与测试环节，用于强化巩固所学知识。

学生用书Ⅱ定位为该专业方向的手册资料，主要内容包括相关工种工艺学知识，工艺技能训练普遍适用的一般操作步骤。学生可以自主查阅，也可以在老师的指导下选择性地学习。

本套教材的开发得到了江苏、山东、辽宁、广东、陕西等省人力资源和社会保障厅及有关学校的大力支持，在此我们表示诚挚的谢意。

人力资源和社会保障部教材办公室

2010年8月

目 录

第一章 焊接基础	(1)
§ 1—1 认识焊接	(1)
§ 1—2 焊接电弧	(6)
§ 1—3 焊接接头组织、性能及质量控制	(9)
第二章 焊条电弧焊	(22)
§ 2—1 弧焊电源、焊条及工具	(22)
§ 2—2 焊接工艺及操作	(43)
§ 2—3 板对接单面焊双面成形	(51)
§ 2—4 角焊操作	(63)
§ 2—5 管对接焊操作	(68)
§ 2—6 管板焊接操作	(77)
第三章 气焊 (割)	(82)
§ 3—1 气焊 (割) 的设备和用具	(82)
§ 3—2 薄板气焊	(93)
§ 3—3 中厚板气割	(98)
§ 3—4 气割新技术	(102)
第四章 碳弧气刨	(110)
§ 4—1 碳弧气刨概述	(110)
§ 4—2 碳弧气刨操作	(113)
第五章 钨极氩弧焊	(119)
§ 5—1 钨极氩弧焊概述	(120)
§ 5—2 钨极氩弧焊操作	(129)
第六章 CO ₂ 气体保护焊	(141)
§ 6—1 CO ₂ 气体保护焊概述	(141)
§ 6—2 CO ₂ 气体保护焊设备及焊接材料	(147)
§ 6—3 CO ₂ 气体保护焊操作	(154)

第七章 埋弧焊	(174)
§ 7—1 埋弧焊概述	(174)
§ 7—2 埋弧焊操作	(186)
第八章 电阻焊	(199)
§ 8—1 电阻焊概述	(199)
§ 8—2 电阻点焊	(202)
§ 8—3 电阻凸焊	(208)
§ 8—4 电阻缝焊	(211)
§ 8—5 电阻对焊	(214)
§ 8—6 点焊操作	(218)
第九章 等离子弧切割与焊接	(221)
§ 9—1 等离子弧概述	(221)
§ 9—2 空气等离子弧切割	(222)
§ 9—3 等离子弧焊接	(227)
第十章 常用金属材料焊接	(233)
§ 10—1 常用金属材料焊接的基础知识	(233)
§ 10—2 碳素钢的焊接	(240)
§ 10—3 低合金高强度结构钢的焊接	(241)
§ 10—4 珠光体耐热钢的焊接	(244)
§ 10—5 不锈钢的焊接	(246)
§ 10—6 铸铁的焊补	(251)
第十一章 焊接检验	(259)
§ 11—1 焊接应力与焊接变形	(259)
§ 11—2 焊接缺陷的检验方法	(274)

第一章

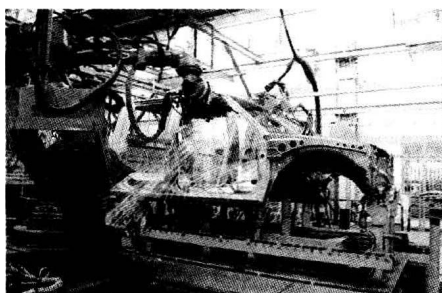
焊接基础

§ 1—1 认识焊接

一、焊接技术的应用

制造业是国民经济的基础，它决定着整个国家的工业生产水平，而焊接技术则是制造业中的关键技术之一。目前，世界上发达国家钢产量的 40% 左右都经焊接加工成为工业产品。

焊接技术的应用几乎涉及制造业的各个领域，各种梁、柱、压力容器、桁架以及汽车、人造卫星、航天飞机和空间站的主要部件的制造，广泛采用了焊接的工艺和方法，如图 1—1 所示。



a)



b)



c)

图 1—1 焊接在各个领域的应用

a) 焊接汽车车架 b) 焊接制造的球罐 c) 焊接而成的鸟巢桁架

二、焊接的概念和方法

焊接实际就是通过加热、加压，使用填充材料（也可以不使用填充料），使焊件达到接合的一种加工工艺方法。

按照焊接过程中金属所处的状态不同，可以把焊接方法分为熔焊、压焊和钎焊三类。常见焊接方法分类如图 1—2 所示。

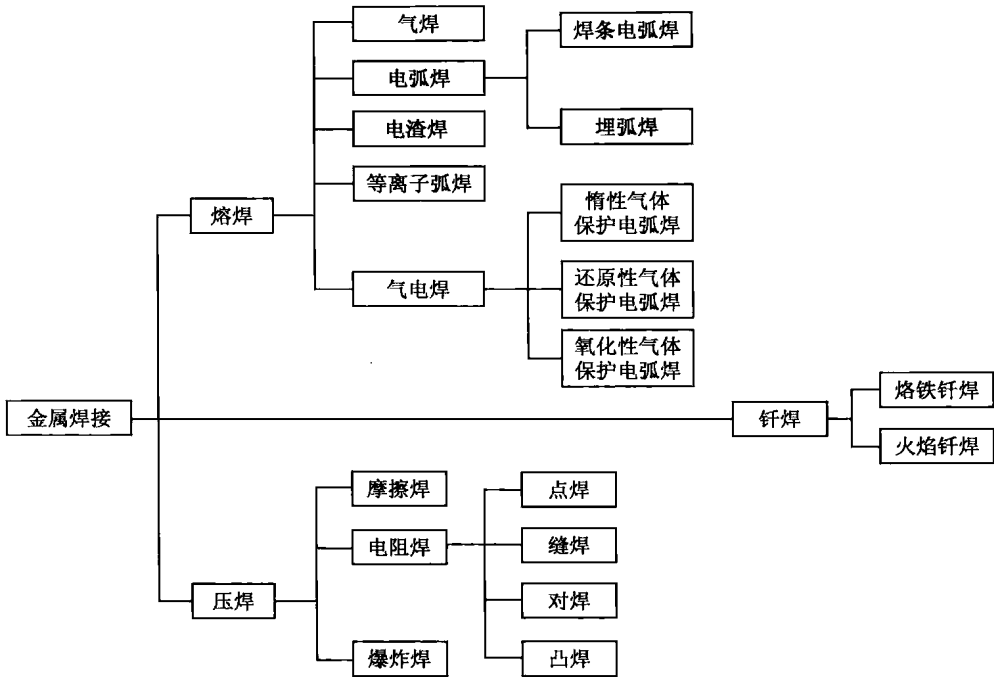


图 1—2 焊接方法的分类

1. 熔焊

熔焊是在焊接过程中，将焊件接头加热至熔化状态，不加压力完成焊接的方法。被焊金属加热至熔化状态形成液态熔池，再经过冷却凝固，便可形成牢固的焊接接头。常见的气焊、电弧焊、气体保护电弧焊等都属于熔焊（图 1—3）。

2. 压焊

压焊是在焊接过程中，必须对焊件施加压力（加热或不加热），以完成焊接的方法。如电阻焊（图 1—4）、摩擦焊、气压焊、冷压焊、爆炸焊等。

3. 钎焊

钎焊是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、低于母材熔点的温度，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。常见的钎焊方法有烙铁钎焊、火焰钎焊（图 1—5）等。

三、焊接结构及其分类

焊接结构是指用各种焊接方法连接而成的金属结构。焊接结构的种类有梁、柱、桁架、容器和薄板结构等，如图 1—6 所示。

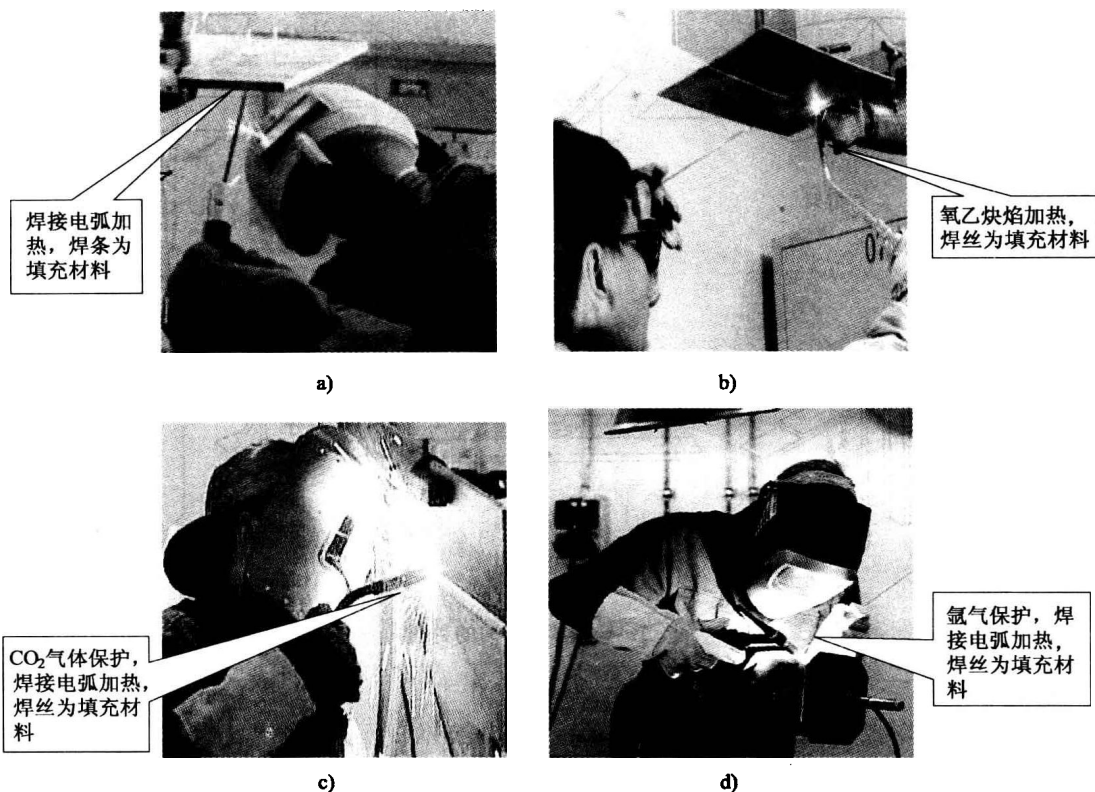


图 1—3 常用熔焊焊接方法

a) 焊条电弧焊 b) 气焊 c) CO₂气体保护焊 d) 钨极氩弧焊

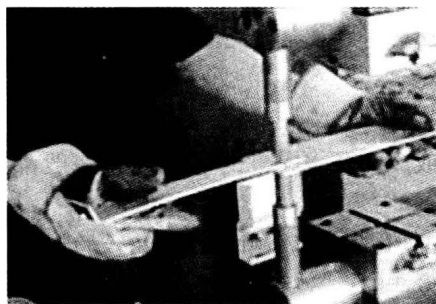


图 1—4 电阻焊



图 1—5 车刀火焰钎焊

焊接梁通常用于承受较大载荷和较长跨度的场合，如重型大跨度的桥式起重机。

焊接柱通过钢板或型钢拼焊而成，承受压力载荷，如门式起重机的门架支柱。

焊接容器包括锅炉、压力容器和管道，担负着供热、供电、储存和运输各种工业原料和产品的作用。

焊接桁架是由许多长短不一、形状各异的杆件焊接而成，承受横向弯曲载荷的结构，如桥梁、塔架和屋顶桁架等。

薄板结构多属于受力较小或不受载荷作用的壳体，如驾驶室、客车车体，各种机器外罩等。

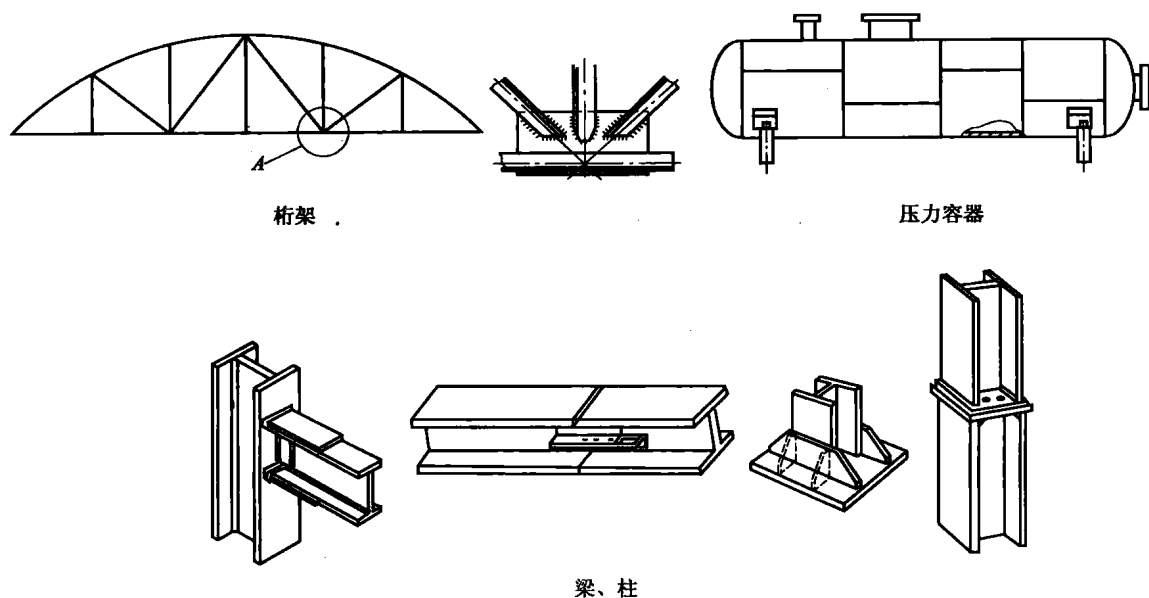


图 1—6 焊接结构的种类

四、一般焊接安全知识

焊工在焊接时要与电、可燃及易爆气体、易燃液体、压力容器等接触；有时还要在高空、水下、容器设备内部等特殊环境作业；在焊接过程中还会产生一些有害气体、烟尘、电弧光的辐射、焊接热源（电弧、气体火焰）的高温、高频磁场、噪声和射线等。如果焊工不熟悉有关劳动保护知识，不遵守安全操作规程，就可能引起触电、灼伤、火灾、爆炸、中毒、窒息等事故，这不仅给国家财产造成经济损失，而且直接影响焊工及其他工作人员的人身安全。

1. 焊接安全知识

(1) 预防触电的安全知识

焊接工作场地所用的网路电压为 380 V 或 220 V，焊机的空载电压一般都在 60 V 以上。因此，焊工在工作时必须注意防止触电。

1) 焊工要熟悉和掌握有关电的基本知识，以及预防触电和触电后的急救方法，严格遵守有关部门规定的安全措施，防止触电事故发生。

2) 遇到焊工触电时，切不可赤手去拉触电者，应先迅速将电源切断。若切断电源后触电者呈昏迷状态时，应立即对其进行人工呼吸。

3) 在光线昏暗的场地或容器内或夜间操作时，工作照明灯的安全电压应不大于 36 V；高空作业或特别潮湿的场所，其安全电压应不超过 12 V。

4) 焊工的工作服、手套、绝缘鞋应保持干燥。

5) 在潮湿的场地工作时，应用干燥的木板或橡胶板等绝缘物作垫板。

6) 焊工在拉、合电源刀开关或接触带电物体时，必须单手进行。因为双手操作电源刀开关或接触带电物体时，如发生触电，会通过人体心脏形成回路，造成触电者迅速死亡。

(2) 预防火灾和爆炸的安全知识

焊接时，由于电弧及气体火焰的温度很高，而且在焊接过程中有大量的金属火花飞溅物，稍有疏忽大意，就会引起火灾甚至爆炸。因此焊工在工作时，为了防止火灾及爆炸事故的发生，必须采取下列安全措施：

- 1) 焊接前，认真检查工作场地周围是否有易燃易爆物品（如棉纱、油漆、汽油、煤油、木屑等），应将这些物品移至距离焊接工作地 10 m 以外。
- 2) 在焊接作业时，应注意防止金属火花飞溅而引起火灾。
- 3) 严禁焊接或切割带压设备。带压设备一定要先解除压力（卸压），并且焊割前必须打开所有孔盖。未卸压的设备严禁操作，常压而密闭的设备也不允许进行焊接或切割。
- 4) 凡被化学物质或油脂污染的设备都应清洗后再进行焊接或切割。
- 5) 在进入容器内工作时，焊接或切割工具应随焊工同时进出，严禁将焊接或切割工具放在容器内而焊工擅自离开，以防产生混合气体燃烧和爆炸。
- 6) 焊条头及焊后的焊件不能随便乱扔，要妥善管理，更不能扔在易燃、易爆物品的附近，以免发生火灾。
- 7) 离开施焊现场时，应关闭气源、电源，并将火种熄灭。

(3) 预防有害气体和烟尘中毒的安全知识

焊接时，焊工周围的空气常被一些有害气体及粉尘所污染，如氧化锰、氧化锌、臭氧、氟化物、一氧化碳和金属蒸气等。焊工长期呼吸这些烟尘和气体，对身体健康是不利的，甚至可能引起肺尘埃沉着症（俗称尘肺）及锰中毒等。因此，应采取下列预防措施：

- 1) 焊接场地应有良好的通风。
 - 2) 合理组织劳动布局，避免多名焊工拥挤在一起操作，焊工作业面积不应小于 4 m²，工作面照明度达 50 ~ 100 lx。
 - 3) 尽量扩大埋弧自动焊的使用范围，以代替焊条电弧焊。
 - 4) 做好个人防护工作，减少烟尘等对人体的侵害。目前多采用静电防尘口罩。
- ### (4) 预防弧光辐射的安全知识

焊接过程中，会产生强烈的弧光辐射，主要包括可见光、红外线、紫外线三种辐射。过强的可见光耀眼炫目；眼部受到红外线辐射，会感到强烈的灼伤和灼痛，发生闪光幻觉；紫外线对眼睛和皮肤有较大的刺激性，它能引起电光性眼炎（症状是眼睛疼痛、有沙粒感、多泪、畏光、怕风吹）；皮肤受到紫外线照射时，先是痒、发红、触疼，以后会变黑、脱皮。因此，焊工应采取下列措施预防弧光辐射：

- 1) 必须使用有电焊防护玻璃的面罩。
- 2) 面罩应该轻便、成形合适、耐热、不导电、不导热、不漏光。
- 3) 工作时，应着帆布工作服，以防止弧光灼伤皮肤。
- 4) 操作引弧时，应该注意周围情况，以免强烈弧光伤害他人眼睛。

5) 在厂房内和人多的区域进行焊接时，应尽可能地使用防护屏，如图 1—7 所示，避免周围人受弧光伤害。

6) 装配定位焊时，要特别注意弧光的伤害，应佩戴防光眼镜。

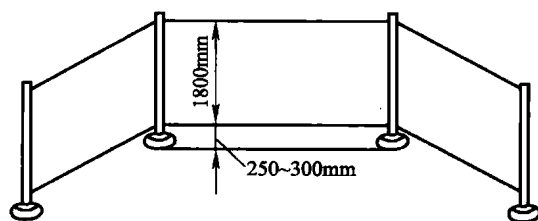


图 1—7 弧光防护屏

2. 焊接劳动保护

加强焊接劳动保护的措施很多，主要分两方面：一是采用安全、卫生性能更高的焊接技术及焊接机械；二是加强焊工的个人防护。

(1) 采用安全、卫生性能更高的焊接技术及焊接机械

采用低锰、低毒、低尘焊条代替普通焊条。采用安全、卫生性能更好的焊接方法，如埋弧焊、电阻焊、焊接机器人代替焊条电弧焊等。

(2) 加强焊工的个人防护

焊工的个人防护主要有使用防护用品和搞好卫生保健等两方面。

1) 使用个人防护用品

焊接作业时的防护用品种类较多，有防护面罩、头盔、防护眼镜、安全帽、防噪声塞、耳罩、工作服、手套、绝缘鞋、安全带、防尘口罩、防毒面罩等。在焊接生产过程中，必须根据具体焊接要求加以正确选用。

2) 搞好卫生保健工作

焊工应进行从业前的体检和每两年的定期体检。应设有焊工的更衣室和休息室；作业后要及时洗手、洗脸，并经常清洗工作服及手套等。

总之，为了杜绝和减少焊接作业中事故和职业危害的发生，必须科学地、认真地搞好焊接劳动保护工作，加强焊接作业安全技术和生产管理，使焊工可以在一个安全、卫生、舒适的环境中工作。

§ 1—2 焊 接 电 弧

一、焊接电弧的产生

电源开关断开时，在脱离接触的瞬间，往往能看到明亮的电火花，这是一种气体放电的现象。而在焊接时，将焊条与焊件接触后很快拉开，在焊条端部和焊件之间立即产生明显的电弧（图 1—8），这种电弧称为焊接电弧，这也是一种气体放电现象。与开关瞬间的电火花相比，焊接电弧不但能量大，而且连续持久。那么焊接电弧是怎样产生的呢？

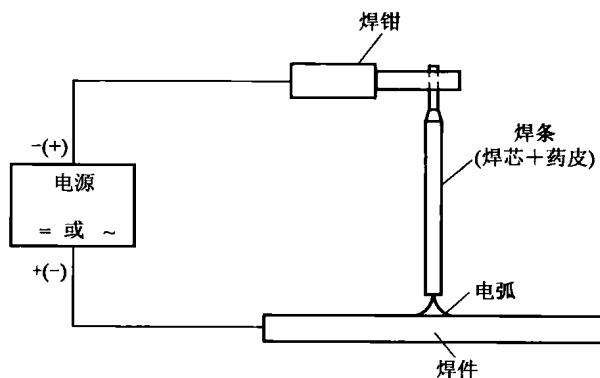


图 1—8 电弧示意图

通过弧焊电源供给焊条与焊件间一定的电压，在焊条与焊件间的气体介质中，产生强烈而持久的放电现象而形成焊接电弧。

因为气体不能导电，电流不能通过，电弧不能自发地产生，因此，要使气体呈现导电性必须使气体电离，原来气体中的一些中性分子或原子转变为电子、正离子等带电质点，这样电流就能通过气体间隙形成电弧（图 1—9）。

在气体电离的同时，阴极的金属表面连续地向外发射出电子的现象，称为阴极电子发射。阴极电子发射也和气体电离一样，是电弧产生和维持的两个必要条件。

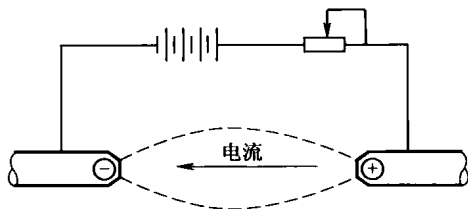


图 1—9 电流通过气体间隙形成电弧

◇ 提示 使气体电离所需要的能量称为电离电位，电离电位越低的元素，气体电离越容易。

为了使电弧容易引燃和稳定燃烧，常在焊条中加入一些电离电位比较低的物质，如钾水玻璃、钠水玻璃、碳酸钠、大理石（碳酸钙）等。

在焊接时，两电极间的气体介质温度越高、光辐射越强，两电极间的电压越高、电场作用越大，则气体电离越强烈。

二、焊接电弧的组成及温度分布

1. 焊接电弧的组成

在焊接时，焊接电弧可分为三个区域：阴极区、阳极区、弧柱区（图 1—10）。

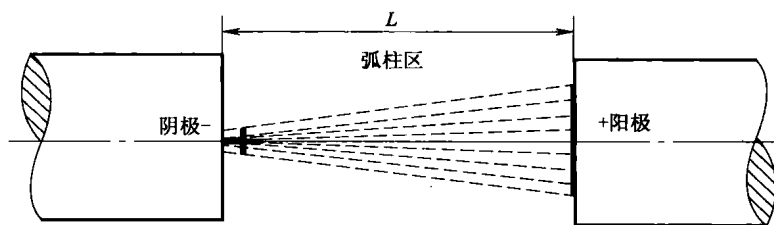


图 1—10 焊接电弧的构造

(1) 阴极区

电弧靠负电极的区域为阴极区。在焊接时，阴极表面存在一个光亮的辉点，称为阴极斑点。阴极斑点是阴极区温度最高的部分，一般达 $2\ 130 \sim 3\ 230^{\circ}\text{C}$ ，放出的热量占焊接总热量的 36% 左右。

(2) 阳极区

电弧靠正电极的区域为阳极区。在阳极表面上的光亮辉点称为阳极斑点。在和阴极材料相同时，阳极区温度略高于阴极区。阳极区的温度一般达 $2\ 330 \sim 3\ 980^{\circ}\text{C}$ ，放出的热量占焊接总热量的 43% 左右。

(3) 弧柱区

弧柱是处于阴极区与阳极区之间的区域。弧柱的温度不受材料沸点限制，而取决于弧柱中气体介质和焊接电流。焊接电流越大，弧柱温度也就越高。弧柱区的中心温度可达 $5\ 730 \sim 7\ 730^{\circ}\text{C}$ ，但放出的热量大部分在空气中散失。弧柱区产生的热量约占焊接总热量的 21%。

2. 焊接电弧的温度分布

阳极区和阴极区温度的高低主要取决于电极材料，一般阴极区温度都低于阳极区的温度，且低于材料的沸点，见表 1—1。

表 1—1 阴极区和阳极区的温度 $^{\circ}\text{C}$

电极材料	材料沸点	阴极区温度	阳极区温度
碳	4 640	3 500	4 100
铁	3 271	2 400	2 600
钨	6 200	3 000	4 250

在生产实践中，发现不同的焊接方法使阳极和阴极温度高低有变化，见表 1—2。

表 1—2 各种焊接方法的阴极与阳极温度比较

焊接方法	焊条电弧焊①	钨极氩弧焊	熔化极氩弧焊	CO ₂ 气体保护焊	埋弧自动焊
温度比较	阳极温度 > 阴极温度		阴极温度 > 阳极温度		

①用酸性焊条，如果用碱性焊条结论相反。

三、焊接电弧静特性

在电极材料、气体介质和弧长一定的情况下，电弧稳定燃烧时，焊接电流与电弧电压的变化关系称为电弧静特性，表示它们关系的曲线称为电弧的静特性曲线。电弧静特性曲线呈 U 形，如图 1—11 所示。

电弧静特性曲线可划分为三个不同的区域，用以描述在一定的条件下，不同的焊接方法在静特性曲线上所在的区域。

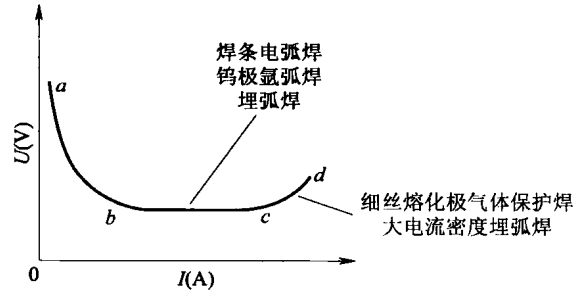


图 1—11 电弧的静特性

从图 1—11 中可以看到，曲线左边的 ab 下降特性区段，由于电流较小，电弧燃烧不易稳定，因而很少采用。

曲线中的 bc 水平区段，当焊接电流变化时，电压几乎不变，可保证电弧的稳定燃烧，为焊条电弧焊、钨极氩弧焊、埋弧焊的焊接方法所应用。

曲线右边的 cd 为上升特性区段，只有在细丝熔化极气体保护焊及大电流密度埋弧焊时才会采用。

当弧长发生变化时，电弧的静特性曲线也将发生变化，如图 1—12 所示。

当弧长增加时，电弧电压将升高，其静特性曲线的位置也随之上升。而当弧长缩短时，电弧电压降低，静特性曲线的位置也随之下降。

四、电弧焊的熔滴过渡

电弧焊时，焊条（或焊丝）端部在电弧高温作用下熔化成的液态金属滴，通过电弧空间不断地向熔池中过渡的过程称之为熔滴过渡。

熔滴过渡的形式大致可分为三种：滴状过渡、短路过渡、喷射过渡（图 1—13）。由于滴状过渡不稳定、飞溅严重，因此正常焊接中较少采用。常用的过渡形式主要是短路过渡和喷射过渡。

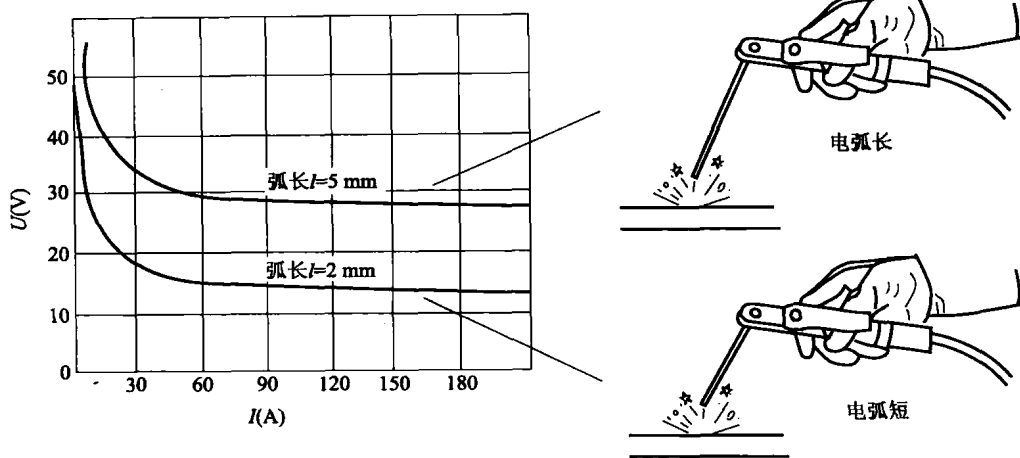


图 1—12 不同电弧长度时的电弧静特性曲线

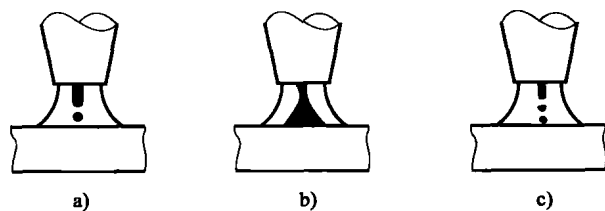


图 1—13 熔滴过渡的形式

a) 滴状过渡 b) 短路过渡 c) 喷射过渡

§ 1—3 焊接接头组织、性能及质量控制

一、焊接接头及坡口形式

焊接接头的形式主要有对接接头、角接接头、T形接头、搭接接头，见图 1—14 所示。

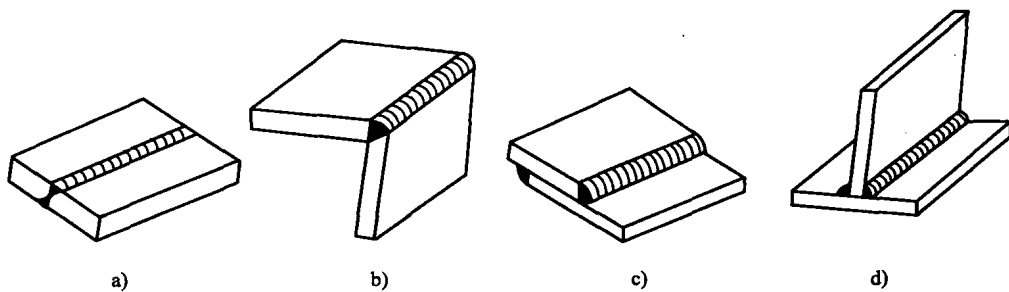


图 1—14 焊接接头的形式

a) 对接接头 b) 角接接头 c) 搭接接头 d) T形接头

1. 对接接头

两焊件端面相对平行的接头称为对接接头。对接接头是各种焊接结构中采用最多的一种接头形式。

钢板厚度在 6 mm 以下的焊件，一般不开坡口，为使焊接时达到一定的熔透深度，留有 1~2 mm 的根部间隙。有的焊件在整个厚度上不要求全部焊透，可进行单面焊接，但必须保证焊缝的熔透深度不小于板厚的 0.7 倍。如果产品要求在整个厚度上全部焊透，就应该在焊缝背面用碳弧气刨清根后再焊，即形成不开坡口的双面焊接对接接头。

一般钢板厚度为 6~40 mm 时，采用 V 形坡口、Y 形坡口和 U 形坡口（图 1—15a）等，开坡口的主要目的是保证接头根部焊透，以便于清除熔渣，获得优质的焊接接头。

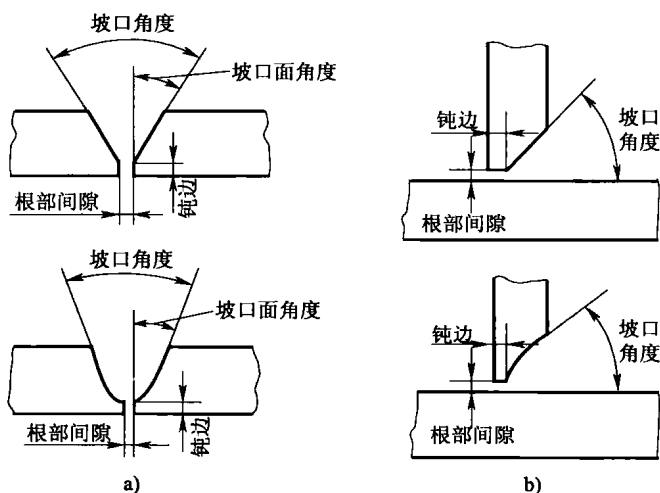


图 1—15 坡口的几何尺寸

a) 对接焊缝 b) 角接焊缝

2. T 形接头

一个焊件的端面与另一焊件表面构成直角或近似直角的接头，称为 T 形接头。

T 形接头的应用仅次于对接接头，特别是在船体结构中，约 70% 的焊缝是这种接头形式。

当钢板厚度在 2~30 mm 时，可采用 I 形坡口。若 T 形接头在焊缝要求承受载荷时，则应按照钢板厚度和结构强度的要求，考虑选用单边 V 形、双单边 V 形或带钝边 J 形（图 1—15b）等坡口形式，使接头焊透，保证接头强度。

3. 角接接头

两焊件端面间构成大于 30°、小于 135° 夹角的接头，称为角接接头。角接接头承载能力较差，一般用于不重要的结构中，根据焊件的厚度不同可采用 I 形坡口、单边 V 形坡口、带钝边 V 形坡口及带钝边双单边 V 形坡口。开坡口的角接接头在实际应用中较少。

4. 搭接接头

两焊件部分重叠构成的接头称为搭接接头。搭接接头根据其结构形式和强度的要求不同，可采用 I 形坡口、塞焊缝或槽焊缝（图 1—16）。