

机电工人实用技术丛书

# 焊工实用技术

HANGONG  
SHIYONG JISHU

● 张文明 焦万才 主编

辽宁科学技术出版社  
LIAONING SCIENCE AND TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

机电工人实用技术丛书

# 焊工实用技术

张文明 焦万才 主编

辽宁科学技术出版社

·沈 阳·

## 图书在版编目(CIP)数据

焊工实用技术/张文明、焦万才主编. —沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2004.5

(机电工人实用技术丛书)

ISBN 7-5381-4048-4

I. 焊… II. ①张… ②焦… III. 焊接—基本知识  
IV. TG4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 016048 号

---

出 版 者: 辽宁科学技术出版社

(地址: 沈阳市和平区十一纬路 25 号 邮编: 110003)

印 刷 者: 沈阳市北陵印刷厂

经 销 者: 各地新华书店

幅面尺寸: 203mm × 140mm

印 张: 10

字 数: 255 千字

印 数: 5001 ~ 9000

出版时间: 2004 年 5 月第 1 版

印刷时间: 2004 年 9 月第 2 次印刷

责任编辑: 韩延本

封面设计: 庄庆芳

版式设计: 于 浪

责任校对: 王春茹

---

定 价: 18.00 元

联系电话: 024-23284360

邮购热线: 024-23284502 23284357

E-mail: lkzxb@mail.lnpgc.com.cn

http://www.lnkj.com.cn

## 出版说明

当前国际上处于新一轮的产业调整中，制造业逐渐向发展中国家转移，我国正在成为世界上制造业的大国，机械制造业更是如此。机械制造业是技术密集型产业，它的发展离不开高素质的技术工人。目前我国有技术工人 8 000 万左右，其中初级工为 60%，中级工为 35%，高级工（包括技师和高级技师）为 5%，而发达国家则为高级工 35%，中级工 50%，初级工 15%，我国的中、高级技术工人短缺现象非常严重。劳动力市场急需掌握现代机械制造技术的技工，已经出现了高薪聘请不到高级技工的现象。

为适应机械工业大发展的形势和劳动力市场的需求，培养一大批掌握现代化机械制造技术的高素质的技工是当务之急。而图书市场上，真正针对技术工人的实用技术辅导读物寥寥无几，鉴于这种状况，我们组织一些有丰富的教学和实践经验的作者，包括职业技术学院的教师、科研院所和工矿企业的高级工程师以及生产一线的高级技师，合作编写了“机电工人实用技术丛书”。

“机电工人实用技术丛书”按工种分类，选择的考虑是：从业人员较多，技术含量较高，多数企业急需。第一批出版 8 种，分别是《车工实用技术》、《冷作钣金工实用技术》、《数控铣工实用技术》、《铸造工实用技术》、《金属热处理工实用技术》、《电机修理实用技术》、《焊工实用技术》和《模具工实用技术》。

这套书在编写内容及方式上力争做到通俗易懂，具有先进性、科学性和可操作性，具体体现在：

（1）实用性。汇集近年来的现场经验技术、技术资料与工艺数据；

- (2) 新颖性。采用新国标或向国际标准 (ISO) 靠拢;
- (3) 先进性。体现新技术、新工艺等知识;
- (4) 简明性。语言精练, 多用图表, 便于读者阅读;
- (5) 普及性。通俗易懂, 适合读者自学提高, 通过典型示例介绍, 起到举一反三的作用。

这套书编排科学, 通俗易懂, 图文并茂, 非常适合中、高级技术工人及现场技术人员阅读。实用、新颖是这套丛书的特点。相信这套书为生产一线的技术工人和技术人员, 在提高技术水平和解决实际问题方面, 能够有一些有益的帮助。

# 前 言

焊接技术在金属制造业中是一项非常重要的加工工艺,也是一门综合性的科学技术。由于它技术经济指标优异,在机械制造、石油化工、船舶制造、航空航天、电力及家用电器等各个领域都具有广泛的应用。

焊接技术工人是企业人才群体中的重要组成部分,是企业生产第一线的主力军和骨干力量,因此,继续加强对中高级焊接技术工人的业务培训,特别是操作技能训练,不仅是提高企业职工队伍素质、改善企业整体素质的需要,同时也是实施机械工业高技能人才工程,加强企业队伍建设的一项基础性工作,对于振兴企业有重要的意义。

本书编写的指导思想是从实际出发,面向企业,面向生产,学以致用,以培养能够熟练地综合运用基本操作技能,全面掌握焊接操作技术,并具有一定的工艺分析能力和解决生产实际问题能力的中高级焊接技术工人之目的。

本书重点突出手工焊接操作实用技术,根据压力容器焊工培训内容、船舶制造焊工培训内容、焊接结构生产制作需要的技术,选用了大量具有实用价值、焊工必备的生产技术和焊接实例,采用直接、真实的方式予以介绍,便于读者理解和掌握焊接技术和技巧。对于焊接理论知识和系统只作简单的介绍。

本书由沈阳大学张文明、焦万才主编,参加编写工作的还有沈阳职业技术学院汪显声、辽宁渤海造船厂田力、沈阳大学王滨、辽宁经济技术职业学院杨波等同志。辽宁渤海造船厂李宪君和沈阳大学张以鹏、段志刚、任传富、闵庆凯等同志为本书的编写提供了大量的帮助。

由于编者水平和经验有限,书中恐有错误或不妥之处,请读者批评指正。

编 者

# 目 录

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| <b>第一章 焊接技术基础知识 .....</b>    | <b>1</b>   |
| 第一节 焊接方法概述 .....             | 1          |
| 第二节 焊接接头及焊缝 .....            | 9          |
| 第三节 焊接安全知识 .....             | 23         |
| <b>第二章 手工电弧焊接技术 .....</b>    | <b>32</b>  |
| 第一节 手工电弧焊构成 .....            | 32         |
| 第二节 手工电弧焊工艺及基本操作技术 .....     | 47         |
| 第三节 单面焊双面成形技术 .....          | 59         |
| 第四节 平板对接焊接技术 .....           | 67         |
| 第五节 T形接头焊接技术 .....           | 76         |
| 第六节 管板焊接技术 .....             | 79         |
| 第七节 管子焊接技术 .....             | 86         |
| 第八节 焊接缺陷及防止 .....            | 90         |
| <b>第三章 埋弧自动焊接技术 .....</b>    | <b>97</b>  |
| 第一节 埋弧自动焊构成 .....            | 97         |
| 第二节 埋弧自动焊基本焊接技术 .....        | 104        |
| 第三节 对接接头埋弧焊接技术 .....         | 116        |
| 第四节 对接环焊缝的焊接技术 .....         | 128        |
| 第五节 角焊缝的焊接技术 .....           | 135        |
| <b>第四章 手工钨极氩弧焊焊接技术 .....</b> | <b>142</b> |
| 第一节 手工钨极氩弧焊构成 .....          | 142        |
| 第二节 手工钨极氩弧焊基本焊接技术 .....      | 158        |
| 第三节 平板对接技术 .....             | 167        |
| 第四节 管板焊接技术 .....             | 173        |
| 第五节 管子对接 .....               | 180        |

|             |                                   |            |
|-------------|-----------------------------------|------------|
| 第六节         | 手工钨极氩弧焊焊接实例 .....                 | 185        |
| <b>第五章</b>  | <b>熔化极气体保护电弧焊接技术 .....</b>        | <b>189</b> |
| 第一节         | 概述 .....                          | 189        |
| 第二节         | 熔化极气体保护电弧焊设备 .....                | 191        |
| 第三节         | CO <sub>2</sub> 气体保护电弧焊工艺 .....   | 200        |
| 第四节         | CO <sub>2</sub> 气体保护电弧焊焊接技术 ..... | 212        |
| <b>第六章</b>  | <b>气焊与气割技术 .....</b>              | <b>231</b> |
| 第一节         | 气焊与气割构成 .....                     | 231        |
| 第二节         | 气焊基本技术 .....                      | 243        |
| 第三节         | 典型构件的气焊技术 .....                   | 252        |
| 第四节         | 气焊的常见缺陷及防止 .....                  | 258        |
| 第五节         | 手工气割基本技术 .....                    | 259        |
| 第六节         | 基本工件的气割技术 .....                   | 263        |
| <b>第七章</b>  | <b>碳弧气刨技术 .....</b>               | <b>267</b> |
| 第一节         | 碳弧气刨的构成 .....                     | 267        |
| 第二节         | 碳弧气刨工艺及操作技术 .....                 | 273        |
| 第三节         | 碳弧空气切割 .....                      | 280        |
| <b>第八章</b>  | <b>焊接变形及控制技术 .....</b>            | <b>283</b> |
| 第一节         | 焊接应力和变形产生的原因 .....                | 284        |
| 第二节         | 焊接变形及其控制 .....                    | 292        |
| 第三节         | 焊接变形的矫正方法 .....                   | 300        |
| 第四节         | 焊接应力及其控制 .....                    | 306        |
| <b>参考文献</b> | .....                             | 313        |

# 第一章 焊接技术基础知识

## 第一节 焊接方法概述

### 一、焊接方法分类

焊接是通过适当的物理化学过程，使两个分离的固态物体产生原子间结合力而形成一体的连接方法。被连接的两个物体（构件、零件）可以是各种同类或不同类的金属、非金属（石墨、陶瓷、玻璃、塑料等），也可以是一种金属与一种非金属。焊接通常是指金属之间的焊接。

焊接方法种类繁多，新的焊接方法及焊接技术亦不断涌现。依据其成形特点可分为熔化焊接、压力焊接和钎焊。

#### 1. 熔化焊接

使被连接的构件表面局部加热成液体，然后冷却结晶成一体的方法称为熔化焊接。熔化焊接要求要有一个能量集中、温度较高的热源来加热工件，按照热源的不同可分为气焊（以氧乙炔或其他可燃气体燃烧火焰为热源）、铝热焊（以铝热剂放热反应为热源）、电弧焊（以气体导电时产生的电弧为热源）、电阻焊（以工件本身通电时的电阻热为热源）、电渣焊（以熔渣导电时的电阻热为热源）、电子束焊（以高速运动的电子流为热源）、激光焊（以激光为热源）等。

其次，为了防止局部熔化的高温焊缝金属因与空气接触而造成化学成分、性能的不良，熔化焊接过程一般都要采取有效的隔离空气的措施，其基本形式有真空保护、气相保护及渣保

护三种。

## 2. 压力焊接

利用摩擦、扩散和加压等物理作用，克服两个连接表面的不平度，除去氧化膜及其他污染物，使两个连接表面上原子相互接近到晶格距离，从而在固态条件下实现的连接称为固相连接。固相连接时通常都必须加压，因此将这类加压的焊接方法称为压力焊接。为了使固相焊接容易实现，一般在加压的同时伴随加热措施，但是加热的温度通常都远远低于工件的熔点。

按照加热方法的不同，可将压力焊分为冷压焊（不采取加热措施的压力焊）、摩擦焊、超声波焊、爆炸焊、电阻对焊、扩散焊等若干种。

## 3. 钎 焊

利用某些熔点低于被连接构件材料熔点的熔化金属（钎料）作连接的媒介物，通过其在连接面的流散浸润作用，然后冷却结晶形成结合面的方法称为钎焊。钎焊过程也必须采取加热（以使钎料熔化，但母材不熔化）和保护措施（使熔化的钎料不与空气接触）。

# 二、焊接方法介绍

## 1. 电弧焊

电弧焊是目前应用最广泛的焊接方法，以电极和工件之间燃烧的电弧为热源进行焊接。在形成焊接接头时，可采取或不采取填充金属。所用的电极是在焊接过程中熔化的焊丝时，称熔化极电弧焊，如手弧焊、埋弧焊、气体保护焊等；所用的电极是在焊接过程中不熔化的碳棒或钨棒时，称为不熔化极电弧焊，如钨极氩弧焊、等离子弧焊等。

（1）手弧焊。手弧焊是各种电弧焊方法中产生最早、目前应用最广泛的一种焊接方法。它是以外涂有药皮的焊条作电极和填充金属，电弧在工件和焊条端头之间燃烧。药皮在电弧热

作用下一方面可产生气体以保护电弧，另一方面可产生熔渣覆盖在熔池表面，防止熔化金属与周围气体的相互作用，熔渣更重要的作用是与熔化金属发生冶金反应，改善焊缝金属的性能。

手弧焊设备简单、轻便、操作灵活，可用于各种位置及各种装配条件下的焊接。手弧焊的焊条可适用于大多数工业用碳钢、不锈钢、铸铁等。手弧焊的具体焊接技术将在以后的章节中详细论述。

(2) 埋弧焊。埋弧焊是以连续送进的焊丝作为电极和填充金属。焊接时，在焊接区的上面覆盖一层焊剂，电弧在焊剂层下面燃烧，将焊丝和母材熔化，形成焊缝。在电弧的作用下，一部分焊剂熔化成熔渣，熔渣浮在焊缝金属表面，一方面可以保护焊缝金属，防止空气的污染。另一方面它还与熔化的金属发生冶金反应，改善焊缝的成分和性能，同时熔渣还可以降低焊缝的冷却速度。

埋弧焊可以采用较大的焊接电流，焊缝质量较好，焊接效率高。特别适合于大型工件的长直缝和环缝的焊接，埋弧焊一般都采用自动化焊接，广泛应用于碳钢、低合金结构钢和不锈钢的焊接。由于埋弧焊可降低焊缝接头的冷却速度，因此一些高强度结构钢、高碳钢也可以采用埋弧焊接。

(3) 熔化极气体保护焊。该种焊接方法是利用连续送进的焊丝与工件之间产生的电弧来熔化工件和焊丝，由焊枪喷嘴喷出的气体来保护电弧和熔池金属进行焊接。熔化极气体保护焊通常用的保护气体有氩气、氦气、二氧化碳气，或这些气体的混合气体。以氩气或氦气为保护气时称为熔化极惰性气体保护焊（简称 MIG 焊）；以惰性气体与氧化性气体的混合气为保护气时，或以二氧化碳气体及二氧化碳和氧气的混合气体为保护气时，统称为熔化极活性气体保护焊（简称为 MAG 焊）。

熔化极气体保护焊可以方便地进行各种位置的焊接，焊接速度较快，熔敷效率高。熔化极活性气体保护焊适用于大部分的金

属，包括碳钢、合金钢等。熔化极惰性气体保护焊适用于不锈钢、铝、镁、铜等金属及其合金。

(4) 药芯焊丝电弧焊。药芯焊丝电弧焊也是利用连续送进的焊丝与工件之间燃烧的电弧为热源来进行焊接的。焊丝为管状，管内装有各种成分的焊药。

药芯焊丝焊接时，如果外加保护气体，主要是二氧化碳气体。管内焊药受热分解或熔化，起到保护熔池、渗合金及稳定电弧等作用。药芯焊丝不外加保护气时，称作自保护管状药芯焊丝电弧焊。它以管内焊药分解产生的气体作为保护气体。该种焊接方法的焊丝干伸长度变化时不影响保护效果。药芯焊丝电弧焊主要应用于一些黑色金属的焊接。

(5) 钨极氩弧焊。这是一种非熔化极气体保护焊，利用钨极和工件之间的电弧使金属熔化而形成焊缝。焊接过程中钨极不熔化，只起到电极的作用。由焊炬的喷嘴喷出保护气体，统称为TIG焊。

钨极氩弧焊能够很好地控制热输入，因此广泛用于焊接薄板金属和各种焊缝的打底焊。这种焊接方法几乎可以焊接所有金属，尤其适合于焊接铝、镁等有色金属及合金，并且焊接质量较高，但是焊接速度较慢。

(6) 等离子弧焊。等离子弧焊也是一种非熔化极电弧焊，它是利用工件和电极之间的压缩电弧实现焊接的。通常所用的电极是钨极，产生等离子弧的等离子气可用氩气、氦气、氮气或其中两者的混合气。焊接时可外加填充金属，也可不加填充金属。

等离子弧焊接时，电弧挺直，能量密度大，电弧的穿透力很强。等离子弧焊接时产生的小孔效应，对于一定厚度的工件可进行不开坡口焊接，并能够保证焊透和焊缝成形质量。因此，等离子弧焊接效率较高，焊缝质量较好。但是焊接设备复杂，对焊接工艺参数的控制要求较高。

## 2. 电阻焊

电阻焊一般是使工件处在一定的电极压力作用下，并利用电流通过工件时产生的电阻热将两工件之间的接触表面熔化而实现的焊接方法。电阻焊时通常使用较大的焊接电流，为了防止在接触面上产生电弧，并且为了锻压焊缝金属，在整个焊接过程中始终要施加压力。

采用电阻焊进行焊接时，工件的表面状况对于获得稳定的接头质量是十分重要的，因此焊接前要对工件的接触面进行清理。常见的以固体电阻热为能源的电阻焊主要有点焊、凸焊、缝焊及对焊等。这几种焊接方法主要用于焊接薄板组件，一般厚度都在3mm以下。

## 3. 高能束焊

高能束焊主要包括电子束焊和激光焊。

(1) 电子束焊。电子束焊是以集中的高速电子束轰击工件表面时所产生的热能进行焊接的方法。

电子束是由形成细束并能提供三维热源的电子流来完成的。电子束通过无数电子的复合作用，产生强烈的局部加热。每一电子本身都各自穿透很短的距离，并以热的形式释放出它的动能，以造成一个穿过材料的孔洞。通过移动电子枪或工件使孔洞沿着接头移动，同时电子束向前移动，并与垂直边缘未熔化的材料接触时，维持了这个孔洞。熔化的材料绕着孔洞的内腔流动，并在孔洞的后侧凝固成焊缝。电子束焊可以产生又深又窄，两侧近乎平行的焊缝，而总的线能量很低，热影响区较小。

电子束焊几乎可以焊接任何金属。100mm以下的钢材，150mm以下的铝材，25mm以下的铜材以及从薄箔到厚板的其他材料都可以一道焊成。接头设计仅限于紧密对接和搭接，通常装配间隙为0.12mm或更小。对于大多数金属，当焊缝深度小于13mm时，根部间隙不应超过0.25mm。低压（低加速电压）设备通常可在任何位置焊接。

(2) 激光焊。与电子束焊相似，在激光焊中使用的聚焦大功率相干单色光束，即激光束，使焦点处的金属汽化，产生了深入母材金属的深透蒸气柱。该蒸气柱被液态熔池包围，熔池沿着连接线移动，从而产生深宽比较大的焊缝。红宝石激光器可用于点焊薄材料，焊接微电子元件和其他需要精密控制能量输入的工件。由于功率较低，最初应用有限。但近期的设备能产生持续期为百万分之一秒的 100kW 脉冲，可以焊接比较厚的材料。缝焊时，焊缝是由一系列搭接的焊点形成的，所以速度较慢。

激光焊已成功地应用于连接各种金属和合金，包括那些淬硬性不大的低合金钢和不锈钢、某些铝合金、铅、钛和钛合金以及难熔的高温合金等。能够得到没有气孔而且通常具有相当韧性的焊缝，其平均抗拉强度等于或高于母材金属。对于那些显微组织与冷却速度有关的合金，必须预料到其硬度会增加。激光焊时每单位长度焊缝的能量输入低，因而冷却速度高。在很多情况下，这样高的冷却速度有很多优点。如果不希望冷却速度这样高，可以用预热的办法减缓冷却速度，或者用后热的办法改善这种影响。

#### 4. 钎 焊

钎焊是利用比被焊材料熔点低的金属作钎料，经过加热使钎料熔化，靠毛细管作用将钎料吸入到接头接触面的间隙内，润湿被焊金属表面，使液相与固相之间相互扩散，从而形成钎焊接头。

钎焊加热温度较低，母材不熔化，也不需要施加压力。但是焊接前必须清理被焊工件表面的污物，以保证其润湿性好。钎料的液相线温度高于 450℃ 而低于母材金属的熔点时，称为硬钎焊；低于 450℃ 时，称为软钎焊。

根据热源或加热方法不同，钎焊可分为火焰钎焊、感应钎焊、炉中钎焊、浸沾钎焊、电阻钎焊等。钎焊时，由于加热温度较低，因此对工件的性能影响比较小，焊件的变形也较小。但是

钎焊的接头强度一般较低，耐热能力较差。

钎焊可以用于焊接碳钢、不锈钢、高温合金、铝及铜等金属材料，还可以连接异种金属、金属与非金属，更适用于精密的、微型的以及复杂的多钎缝的焊件。

## 5. 其他焊接方法

有些焊接方法属于不同程度的专门化的焊接方法，其适用范围较窄。主要包括以电阻热为能源的电渣焊、高频焊；以化学热为焊接能源的气焊、气压焊、爆炸焊；以机械能为焊接能源的摩擦焊、超声波焊、冷压焊及扩散焊等。

(1) 电渣焊。电渣焊是以熔渣的电阻热为能源的焊接方法，焊接过程在立焊位置进行。利用熔化的能导电的熔渣来保护熔池，并熔化填充金属及母材侧边。根据焊接时所用的电极形状，电渣焊可分为丝极电渣焊、板极电渣焊和熔嘴电渣焊。为了保持熔池形状，强制焊缝成形，在接头两侧使用铜滑块作为成形器具。

电渣焊的线能量较大，生产效率高，可焊的工件厚度大（从30mm到大于1000mm），主要用于大断面对接接头及丁字接头的焊接。由于电渣焊的加热及冷却速度较慢，热影响区较宽，韧性低，因此焊接后一般要进行正火处理。

(2) 高频焊。高频焊是以固体电阻热为能源，利用高频电流在工件内产生的电阻热使工件焊接区表层加热到熔化或接近熔化的塑性状态，随即施加或不施加顶锻力而实现金属的焊接，它是一种固相电阻焊方法。

高频焊根据高频电流在工件中产热的方式可分为接触高频焊和感应高频焊。接触高频焊时，高频电流通过与工件接触而传入工件；感应高频焊时，高频电流通过外部感应圈的耦合作用而在工件内部产生感应电流。高频焊主要用于制造管子时纵缝或螺旋缝的焊接。

(3) 爆炸焊。爆炸焊是以炸药为能源进行金属间焊接的方法。利用炸药爆炸时的能量，使被焊金属表面发生高速的倾斜碰

撞，在接触面上产生一薄层金属的塑性变形，在极短的时间内完成冶金结合。爆炸焊可以焊接异种金属的组合，范围较广，一般多用于表面积大的平板包覆，是制造复合板的高效方法。

(4) 摩擦焊。摩擦焊是在被焊接处将机械能转变为热能，它是利用表面间的机械摩擦所产生的热来进行金属的连接。为了达到这一目的，常用的方法是使被连接部件中的一个工件转动，并将它对着另一个夹持在固定位置上的工件加压。接头的转动端部必须是圆形或者很近似于圆形，例如六角形。接头界面的摩擦热使金属温度提高到足以将金属软化，并用轴向压力把它挤出。氧化物和其他表面杂质随软化的热金属一起除掉，从而得到完好可靠的焊缝。

摩擦焊生产效率较高，所有能进行热锻的金属都能用摩擦焊焊接。摩擦焊还可以用于异种金属间的焊接。

(5) 扩散焊。扩散焊一般是以间接热能为能源的固相焊接方法。通常是在真空或保护气氛下进行，焊接时使两被焊工件的表面在高温和较大压力下接触，并保温一定时间，以达到原子间距离，经过原子相互扩散而结合。焊前一般需要清理工件表面的氧化物等杂质，同时表面粗糙度要低于一定值才能保证焊接质量。

扩散焊对焊接材料的性能几乎不产生有害作用。它可以焊接很多同种和异种金属以及一些非金属材料，如陶瓷等。扩散焊可以焊接复杂的结构及厚度相差很大的工件。

(6) 超声波焊。超声波焊也是一种以机械能为能源的固相焊接方法。进行超声波焊时，焊接工件在较低的静压力下，由声极发出的高频振动能使接合面产生强烈摩擦，并加热到焊接温度而形成结合。

超声波焊可以用于大多数金属材料之间的焊接，能实现金属、异种金属及金属与非金属之间的焊接。可适用于金属丝、箔或 2~3mm 以下的薄板金属接头的焊接。

## 第二节 焊接接头及焊缝

### 一、焊接接头及坡口形式

利用焊接方法而得到的接头称为焊接接头。焊接接头包括焊缝、熔合区和热影响区。由于焊件厚度、结构的形状及使用条件不同，其接头形式及坡口形式也不相同，根据国家标准 GB985—1988 规定，焊接接头的基本形式可分为对接接头、搭接接头、角接头、T 形接头 4 种，如图 1-1 所示。

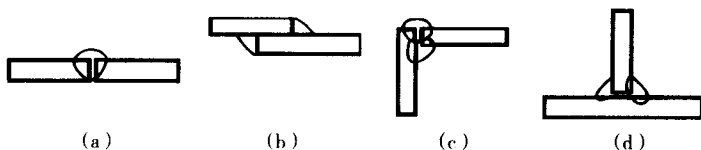


图 1-1 焊接接头基本形式

(a) 对接接头；(b) 搭接接头；(c) 角接头；(d) T 形接头

还有一些其他类型的接头形式，如十字接头、端部接头、卷边接头、套管接头、斜对接接头、锁底接头等。

#### 1. 对接接头

两焊件端面相对平行的接头称为对接接头。对接接头是在焊接结构中采用最多的一种接头形式。根据焊件厚度、焊接方法和坡口准备等条件，对接接头可分为不开坡口的对接接头和开坡口的对接接头两种。

##### 1) 不开坡口的对接接头。

当钢板厚度在 6mm 以下时，一般可不开坡口，只留有 1~2mm 的装配间隙，如图 1-2 所示。但这并不是绝对的。在较重要的焊接结构中，当工件厚度大于 3mm 时就要求开坡口了。