

The background of the book cover features a large, detailed illustration of a crane on the left side, lifting a heavy, rectangular metal component with a hook. The crane's lattice structure is clearly visible. In the lower right background, there is a silhouette of an industrial facility with several tall smokestacks and buildings. The entire cover has a textured, aged appearance with some discoloration and wear.

技工学校教材

高小毕业程度适用

焊接工艺学

上册

全国技工学校教材编审委员会建筑工程部教材编审小组审定

中国工业出版社

这本教材是根据三年制技工学校的培养目标、課程内容及課时分配等規定进行編写的。初稿由建筑工程部上海机械技工学校負責編写，最后由建筑工程部技工学校教材編审小組审定。

本書是在总结以往教学經驗的基础上編写出来的，所以內容比較丰富和全面。編写中充分考虑到了高小毕业生的理解与接受能力，內容浅显，文字通順，并附有大量插图，以帮助同学理解和記憶。本書除作为技工学校教材用外，作适当增删后也可供現場培訓技工时作課本用。

本書分上下两册出版，这是上册。上册主要討論电弧焊接的基础理論知識以及各种弧焊方法和設備；对于焊接操作法，書中着重地介紹了碳鋼的手弧焊操作法；此外，对焊接变形和焊接檢驗也作了应有的論述。

此書供三年制技工学校焊接专业作教材之用。

焊 接 工 艺 学

(高小毕业程度适用)

全国技工学校教材編审委员会建筑工程部教材編审小組审定

建筑工程部上海机械技工学校編

※

中国工业出版社出版 (北京佟麟閣路丙10号)

(北京市书刊出版事业許可証出字第110号)

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华書店北京发行所发行·各地新华書店經售

※

开本 787×1092 $1/32$ · 印张 6 $5/8$ · 插頁 2 · 字数 144,000

1961年10月北京第一版·1961年10月北京第一次印刷

印数 0001—7,242 · 定价 (7-2) 0.60 元

統一書号: 15165 · 1084 (建工-138)

前



在社会主义建設总路綫的
产阶級政治服务、教育与生产劳动相結合的方針指导下，全国
技工学校的工作有了迅速的发展和提高。我部系統的技工学
校工作也有了很大的进展，并已初步取得了一些成績。

随着生产建設与文化技术的不断发展，必須进一步改进
技工学校的教学工作，提高教学质量，以便为国家培养出更多的
的，具有社会主义觉悟、中級技术水平和中等文化程度的技术
工人。但感到不足的是，目前尙无一套比較定型的教材，这就
給教学工作带来了一定的困难。在此情况下，組織編写比較
系統的、符合教学計劃和教学大綱要求的統一教材，便成了进
一步改进技工学校教学工作的一个重要环节。

在全国技工学校教材編审委员会的統一领导下，我部技
工学校教材編审小組組織部系統內办校历史較久、基础較好
的技工学校編写了一批专业教材。这些教材是按照培养全面
发展的中級技术工人的要求进行編写的，同时也照顾到了学
生毕业后进一步提高的需要。这批教材适宜于招收高小毕业
生的、学制为三年的技工学校使用。各校选用时可根据主管
部門批准的教学計劃与教学大綱，作必要的删减或增添。

由于時間短促和缺乏經驗，編审工作定会存在不少缺点，
希望使用单位和有关同志提出意見，以便今后作进一步修
改。

这本书是由建筑工程部上海机械技工学校負責編写的。
由于学校党組織的重視和大力支持，以及参与編写工作的同

志們的努力,因而能在極短的時間內順利地完成了編審工作。
本書由歐陽錦同志主編。在此一併表示謝忱。

全國技工學校 建築工程教材編審小組
教材編審委員會

1961年5月8日上海

目 录

概論	7
第一节 焊接的基本概念及其优越性	7
第二节 焊接的发展簡史	8
第三节 金属焊接在我国的应用	10
第四节 焊接方法分类	11
第一章 电弧焊基本知識	17
第一节 焊接設備工具及防护用品的一般知識	17
第二节 电弧焊安全操作規程	22
第三节 运条手法种类及使用	24
第四节 焊接接头形式及准备	27
第五节 焊缝形式	29
第二章 焊接电弧	32
第一节 焊接电弧的产生	32
第二节 焊接电弧的构造及其热分布	34
第三节 焊接电弧偏吹	36
第四节 焊条金属熔滴的过渡	39
第五节 焊接电弧用电特点	42
第三章 电弧焊机	44
第一节 电弧焊机的特点	44
第二节 交流电焊机	44
第三节 直流电焊机	50
第四章 鋼焊条	57
第一节 鋼焊条的分类	57
第二节 焊条涂药	59
第三节 焊条鋼絲	68
第四节 常用的国产焊条牌号及其性能	69
第五节 焊条的制造	70

第五章	焊接应力与变形	82
第一节	引起应力和变形的原因	82
第二节	焊件在焊接时的温度分布	84
第三节	焊件产生应力与变形的情况	87
第四节	影响焊件应力与变形的因素	89
第五节	几种常见的焊接变形	91
第六节	防止变形的办法	95
第六章	碳钢的手工电弧焊操作法	101
第一节	碳钢的分类及其性质	101
第二节	焊接规范	103
第三节	平焊、立焊的焊接	108
第四节	横焊、仰焊的焊接	112
第五节	堆焊、多层焊	114
第六节	管子焊接	117
第七节	高速手工电弧焊	149
第八节	中碳钢焊接技术	125
第九节	焊缝的缺陷	127
第七章	自动、半自动焊接	133
第一节	自动、半自动焊接概况	133
第二节	焊剂和焊丝	138
第三节	AIC-1000-2 型自动弧焊机	146
第四节	ПМ-5 型软管半自动弧焊机	157
第五节	自动、半自动焊的焊接规范	164
第六节	自动、半自动焊的焊接技术	175
第八章	焊接检验	189
第一节	检验工作的意义及其内容	189
第二节	焊缝检验的几种方法	190
第九章	气体保护焊接	199
第一节	气体保护焊接的意义及其特点	199
第二节	氩原子焊接	200
第三节	氩弧焊接	206
第四节	二氧化碳气体保护焊接	212

概 論

第一节 焊接的基本概念及其优越性

将两块金属或非金属联接起来成为一个整体,这种工作方法称为結合。

基本的結合方法有两种:一种是接牢以后可以拆开的,用于构件可拆的联接部分,多数用于不需要十分密縫的地方,只要有适当的强度就可以了。目的是便于以后的拆开修理或迁移,象螺

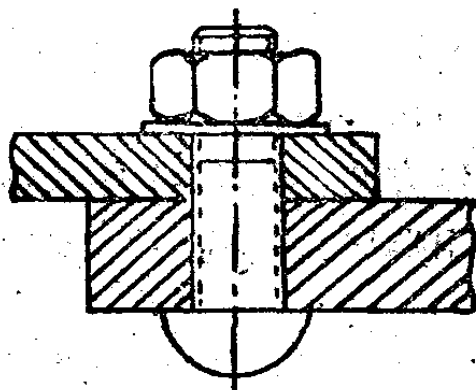


图1 螺釘联接

釘的联接(如图1所示)即是;另一种是接牢后除非将接头毁坏,否則不能拆开的。这种方法用于彼此永久固定的联接部分,沒有拆开修理或迁移的必要,象焊接、铆接的联接(如图2所示)即是。

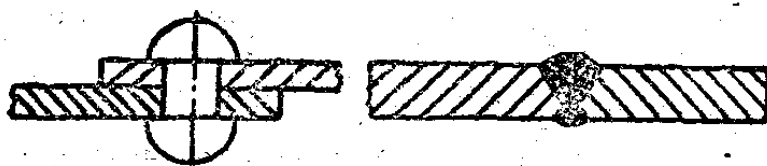


图2 铆接与焊接

所謂焊接,它是利用局部加热的方法,把要联接的构件加热到液态或接近液态而使之結合的过程。大部分金属和有些非金属都能焊接。

焊接与铆接都可以使构件永久結合,而目前用得最为广泛的是焊接方法。这是因为焊接比铆接具有更多的优点。

下面我們作一个比較。鉚接构件时，因为要留出鉚釘孔的位置，所以两块鋼板非要重迭不可。因此，鉚接就要比焊接多用材料，鋼板重迭的結果还增加了构件的重量。再从施工过程来看，鉚接要比焊接麻煩得多，因为鉚接首先要钻鉚釘孔，要有大小合适的鉚釘，还要加热，然后才能开始鉚接。不但工作手續麻煩，而且需工作人員三到五人。再由于鉚釘头凸出在外面，所以构件的表面不光滑。而焊接則不然，它不但工作方便，迅速，工作人数少，且焊縫表面也比較光滑。所以使用焊接联接的构件具有輕巧牢固的特点。

第二节 焊接的发展簡史

在古代的銅器和鉄器时代，人类就开始具有了金属焊接的知識。从古代的猎具和兵器就可以証明，当时已能利用局部加热和鍛打来焊接金属了。后来由于人类科学技术的进步，日常生活渐趋复杂，使用其他金属的知識逐漸丰富，許多的焊接方法随着时代的推进而逐步发展起来。

目前工业上最主要的焊接方法，要算是电焊和气焊。最早的电焊是电弧焊接法和接触焊接法。

在1802年，俄国的偉大科学家彼得洛夫教授，他利用电池組进行試驗，发现了电弧。随后他指出：电弧的高温足以在极短的时间內使金属熔化并有焊接的可能性。

1882年，俄国的天才发明家別那尔多斯。他根据彼得洛夫所发现的电弧高热現象，实现了直接用它来联接金属的方法。这就是碳极电弧焊的开始。电弧焊接的发明，給金属焊接工艺开辟了新的途徑。

別那尔多斯对金属的焊接技术作出了很大的貢獻。他不但发明了电弧焊接，而且在1885年后发明了在气流中的电弧

焊接法，即目前所謂气体保护焊接。接着在 1887 年他又发明了接触焊中的点焊和縫焊。并且他独創地第一个提出了水下焊接和水下切割的方法。除此之外，他还发明了碳弧自动焊接机。

1888 年，俄国杰出的冶金工程师斯拉維揚諾夫改进了別那尔多斯的碳极电弧焊接方法。他使用了金属棒来代替碳棒，从而簡化了焊接过程。因此从 1890 年以后，它就成为現代金属焊接技术中极其重要的焊接方法，这就是我們目前最常用的金属极电弧焊接法。

接触焊接法的发明稍晚于电弧焊接法。接触焊接中的对焊是在 1886 年由美国科学家陶姆逊发明的，直到 1903 年才开始应用于工业生产上。

由于化学工业的发展，鋁热剂反应所生成的热能，也被利用于金属的焊接上。这是 1896 年德国的郭利实来得发明的，这就是現在的鋁热焊接法。

1895 年法国的高塞和皮卡門发明了气焊焊接法。最早的气焊是用氩气的燃燒火焰所放出的热来进行焊接，即所謂氩氧焰气焊焊接法。在 1903 年才发明了氧乙炔焰气焊焊接法。

苏联不但是現代金属焊接方法的創造者，而且在世界上也是第一个采用焊接方法来制造重要結構的国家。1923 年在沃洛金教授的领导下，第一次全部用焊接方法制成了容量达两千吨的儲油池。又在 1929 年造出了世界上第一艘全部焊接的拖船和 500 吨駁船。从此以后，在起重机制造、鍋炉制造及其他重要的工业部門中，也是苏联在世界上首次应用焊接方法。

在焊接科学技术的发展过程中，苏联党和政府給予很大

的关怀和重视。在1923年到1924年苏联就建立了专门生产电焊设备的电工工厂。在高等学校里创立了焊接专业,大量培养焊接科学的技术人才。与此同时,在科学研究机关里也设立了专门研究焊接科学的部门,例如举世闻名的乌克兰科学研究院巴顿电焊研究所和苏联科学院电焊电热研究所等即是。

第三节 金属焊接在我国的应用

金属的电、气焊远在二十多年前已传入我国,但是由于当时我国在反动政府统治下,工业的发展和文化科学水平都非常落后,所以焊接技术始终没有得到发展。那时我们不能自己制造焊条和焊接设备,只是依靠英、美和日本进口一些陈旧的设备。可以说,解放以前我国没有真正的焊接科学,焊接只能用于一般修补工作。但是解放以后在党的正确领导下,我国的国民经济建设事业得到了飞跃的发展,从而对金属焊接技术也就一天比一天感到需要。由于党和政府的关怀和领导,以及苏联和各社会主义国家的无私帮助,我们开始建设和发展了自己的焊接事业。在苏联专家、技术科学博士普罗霍罗夫教授指导下,于1951年在哈尔滨工业大学成立了第一个焊接教学研究室。与此同时,全国各地的技工学校也设立了焊接专业,培养大批的焊接技术工人。从此以后,我国焊接科学技术队伍逐步壮大了起来。

在我国的工厂里,焊接工艺也得到了广泛的应用。到目前为止,我国所有的金属结构工厂、船舶工厂、起重机厂、机动车辆工厂、锅炉厂、飞机和汽车制造工厂等重要工业部门,都采用了焊接工艺。建筑工业中钢筋或管道的联接,大跨度钢结构厂房制造以及冶金工业中冶炼设备的生产也都离不开焊

接。

1958年我国第一艘全部用焊接来联接的5000吨运输货轮在大連船厂誕生,接着跃进号万吨巨大货运输也于1959年在大連船厂成功地下水了,更令人惊喜的是全部用国产材料焊成的东风号万吨巨輪仅以八十天的時間就在去年(1960年)4月于上海江南造船厂下水。所有这些輝煌成就不但标志了我国解放以来在党的领导下造船事业上的偉大成就,同时也标志了我国的焊接科学技术在解放后的飞跃发展以及它在社会主义建設事业中的重要作用。

至于在电焊設備的生产方面,随着国家建設事业的飞跃发展,也都获得了很大的发展。

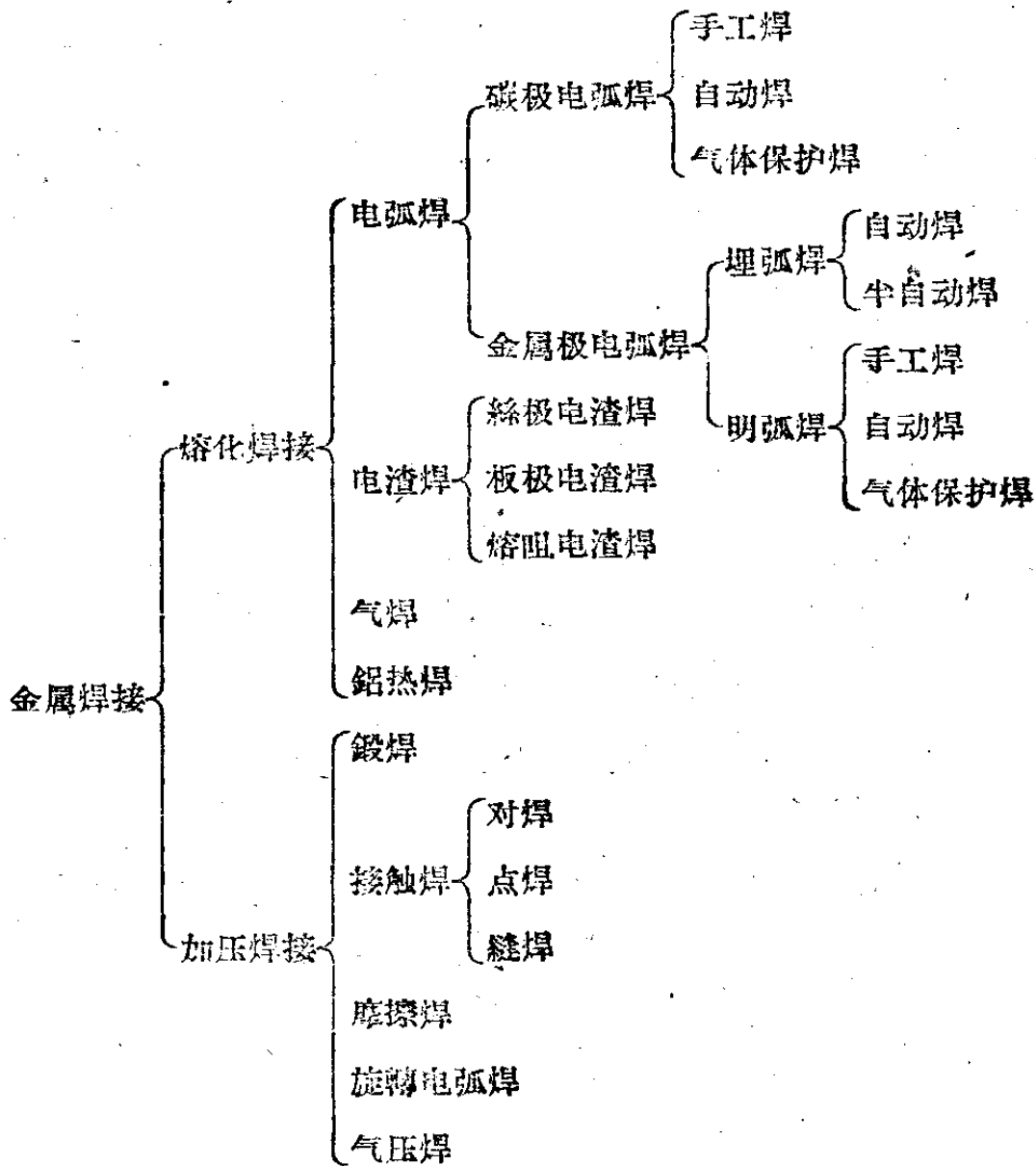
綜合以上的情况来看,我国的焊接科学技术水平虽然还不很高,但实际上的发展是飞快的,在苏联及各兄弟国家的无私帮助下,我們不但发展了手工电弧焊,而且随着技术革命和技术革新运动的发展,我們已經广泛地应用了优质焊条,自动、半自动焊,接触焊及电焊等先进的工艺技术来进行生产。因此,完全可以相信,我国的焊接科学技术一定能够很快地赶上国际水平。

第四节 焊接方法分类

一、分 类

由于采用的热源及施焊方法的不同,焊接的种类也就很多。根据焊接过程中被焊金属所处的状态不同,可以把所有的金属焊接方法归納为两大类:熔化焊接和加压焊接。

今把金属焊接方法的分类列于下表:



二、各种焊接方法的概况

(一) 熔化焊接

利用高温把焊件需要联接的部分加热到熔化状态，经冷却凝固后联接起来的各种焊接方法，都属于熔化焊接。

1. 碳极电弧焊：

碳极电弧焊是把电极的一端接到碳棒上，而电极的另一端接到焊件上。电弧产生在碳极与焊件之间。利用电弧的高温熔化焊件的接合处和填充金属，使之形成接头（如

图3所示)。

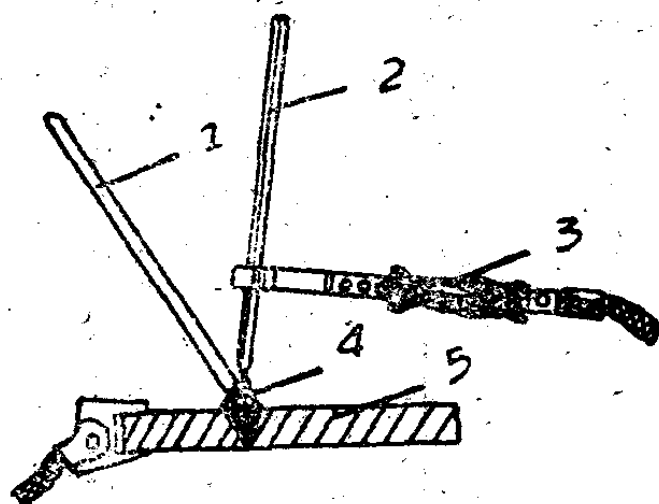


图3 碳极电弧焊

1—填充金属；2—炭棒；3—焊钳；4—电弧；5—焊件

2. 金属极电弧焊：

金属极电弧焊是用与焊件成份相似的金属棒代替上述的炭棒，同样利用电弧的高温局部熔化焊件和金属棒，而使两块被联接的焊件成为一体(如图4所示)。

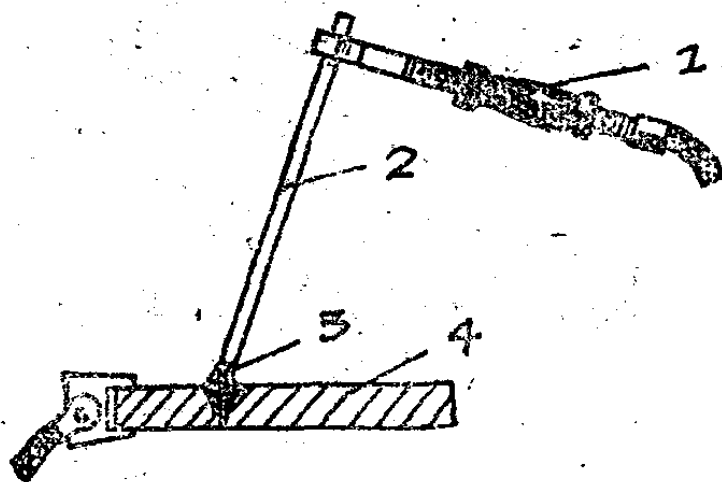


图4 金属极电弧焊

1—焊钳；2—金属棒；3—电弧；4—焊件

3. 电渣焊:

电渣焊是利用电流通过导电的液态渣时所析出的大量热能来熔化填充金属和焊件边缘,从而完成焊接的一种方法。它是焊接厚焊件的最先进的焊接方法。其焊接过程如图5所示。

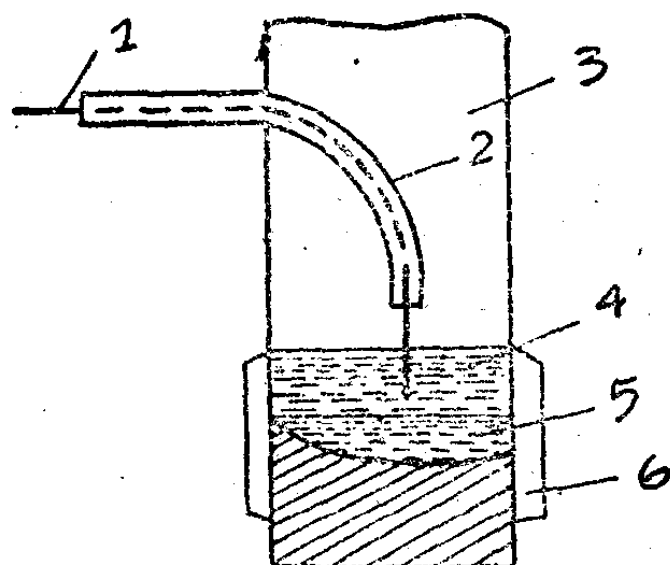


图5 电渣焊

1—焊丝; 2—导管; 3—焊件; 4—渣池; 5—金属熔池; 6—夹板

4. 气焊:

气焊是利用可燃气体在焊炬的咀子上燃烧时所放出的大量热能,将焊件的接头加热到熔化,经凝固后而焊接起来的方法(如图6所示),这种方法适用于薄钢板、铸铁和有色金属的。

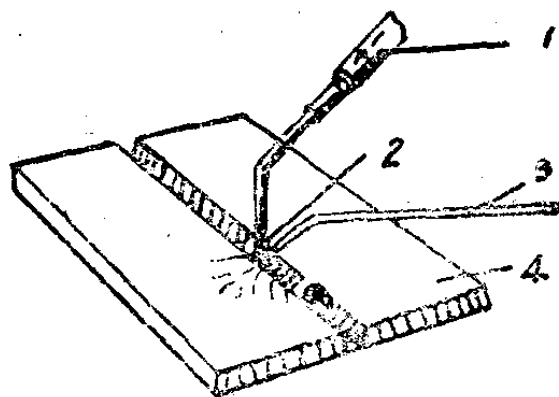


图6 气焊

1—焊炬; 2—火焰; 3—填充金属; 4—焊件

焊接。

5. 铝热焊:

铝热焊是这样的一种焊接方法,它利用铝热剂燃烧的化学反应所产生的热量(温度可达 3000°C 左右)首先熔化填充金属,然后依靠这些具有高温的填充金属促使焊件端头熔化,并最终完成焊接工作(如图 7 所示)。

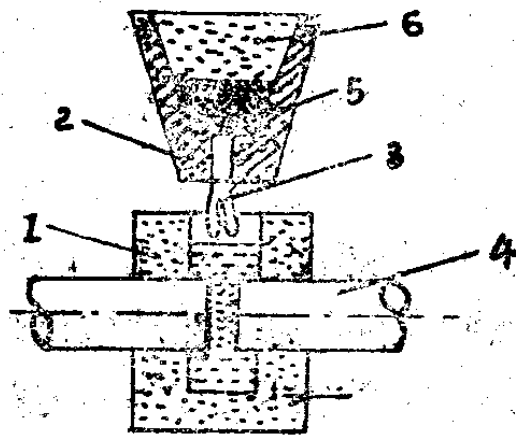


图 7 铝热焊

1—模子; 2—坩埚; 3—熔化金属;
4—焊件; 5—填充金属; 6—铝热剂

(二) 加压焊接

将焊件边缘加热到接近其熔点,成为可塑性胶状,然后加以压力使焊件联成一体,的各种焊接方法,均属于加压焊接。

1. 锻焊:

锻焊是普通锻工工场用得最多的一种焊接方法。锻焊时,在炉子里把焊件加热到具有极为良好的塑性胶状,然后放在砧上锤击,而使焊件联接在一起。

2. 接触焊:

接触焊是以强大的电流通过焊件的接触处而产生大量热能,使接触处的金属加热至塑性状态,然后施加一定的压力,把焊件联接起来的一种方法(如图 8 所示)。

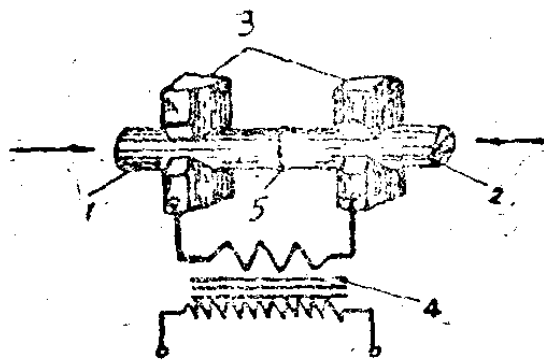


图8 接触焊

1—电极；2—焊件；3—焊缝；4—电源

3. 摩擦焊：

摩擦焊是通过两个焊件接合处的相互旋转摩擦而产生热量，把接合处加热到塑性状态，然后施以轴向压力而联接起来的一种方法。这种方法常用于钢筋、刀具等的焊接。

4. 气压焊：

在施行气压焊时，焊件的焊接处用两个半圆形的多头火焰进行加热，当达到塑性状态时再对焊件施加压力，这样焊件便被焊合在一起。它常被应用于管道焊接。

第一章 电弧焊基本知識

第一节 焊接設備、工具及防护用品的一般知識

作为一个焊接工，必須熟知自己专业所用的設備、工具及防护用品的构造和使用方法。

一、焊接設備及工具

电弧焊接所用的設備及工具包括这几样：电弧焊机，电焊軟綫（电纜），焊鉗（焊把）及其它輔助工具。

（一）电弧焊机

电弧焊机是我們电焊工作唯一的机具。按照它輸出电流种类的不同，可分为两大类：交流电焊机和直流电焊机。它們的外形如图9所示。

1. 交流电弧焊机：

交流电弧焊机又叫弧焊变压器。它可分为单头和多头两种，它的作用是将外电路的高压降低并适合电弧用电的需要。

2. 直流电焊机：

直流电焊机也可分为单头和多头两种。所謂单头就是只能供給一个电焊工使用，而多头可供給二个或二个以上的电焊工使用。它一般由一个交流电动机和一个直流弧焊发电机組成。我們焊接所用的电流，就是靠弧焊发电机发出来的。但如果在沒有电源的地方，发电机也可用內燃机或蒸汽机等动力机械来帶動。

（二）电焊軟綫