

图解

焊接技术指南



机械工业出版社

译 序

对焊工进行技术培训，是提高焊接技术水平，保证产品质量，降低成本的关键。国内外对这项工作都很重视。一九八三年，机械工业部在哈尔滨成立了“焊工技术培训中心”，近两年，请联邦德国、日本焊接专家为我国培训了一批具有国际焊接技术水平的焊工和焊工教师，推动了全国焊工培训工作的开展。为适应“四化”建设的需要，各地也都相应建立起“焊接培训中心”，加强了焊工考核。

为满足我国焊工培训工作需要，译者从日本浩瀚的书海中，收集到这本普及型焊工培训教材，译献给焊接界，供焊工培训和焊接施工参考。本书内容新颖，附有大量图解，简明易懂，适合作焊工自学用书。对焊接工艺，基础理论和常见焊接缺陷，作了详尽分析，指明了改进办法，因而可作焊接技术指南。

此外还增译了《日本焊接技术的考核标准》。

本书的出版，得到中国机械工程学会焊接学会秘书处和机械部哈尔滨焊接研究所的大力支持，谨致谢意。王肇平负责全书校订，并参加第一、二章翻译，翟海寰、吕殿恒和葛文梅负责全书的技术校审；翟海寰、潘大吉、任大成和刘思源负责全书的编辑出版工作，谨致以深切地谢意。

由于译者水平所限，不妥之处，敬请批评指正。

译 者

目 录

译序

第1章 焊接

- 1.1 焊接的历史.....(1)
- 1.2 金属的连接方法.....(1)
- 1.3 焊接方法的种类和特点.....(4)

第2章 焊接冶金

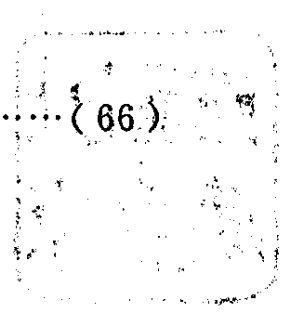
- 2.1 钢铁的种类.....(16)
- 2.2 金属的结晶构造.....(18)
- 2.3 碳素钢的状态图和标准组织.....(19)
- 2.4 钢的热处理.....(26)
- 2.5 碳钢中各种元素的影响.....(33)
- 2.6 焊缝金属中的气体成分.....(33)
- 2.7 焊接区域的组织特征.....(34)

第3章 焊接工艺

- 3.1 电弧焊机.....(39)
- 3.2 焊接工艺.....(47)

第4章 手工电弧焊

- 4.1 焊条概述.....(66)



4.2	焊芯.....	(66)
4.3	焊条药皮.....	(67)
4.4	碳钢药皮焊条的种类和特点.....	(70)
4.5	角焊.....	(76)

第 5 章 半自动焊

5.1	半自动二氧化碳气体保护焊.....	(84)
5.2	自保护电弧焊.....	(103)

第 6 章 自动埋弧焊

6.1	原理和特点.....	(113)
6.2	焊机.....	(114)
6.3	焊接材料.....	(115)
6.4	焊接注意事项.....	(120)
6.5	缺陷和防止措施.....	(126)
6.6	单面焊接法.....	(128)
6.7	特殊焊接法.....	(130)

第 7 章 高强度钢的焊接

7.1	高强度钢的特性.....	(132)
7.2	高强度钢的分类.....	(132)
7.3	高强度钢的焊接性.....	(133)
7.4	高强度钢的焊接材料和施工.....	(142)
7.5	埋弧焊焊接材料和施工.....	(160)
7.6	气体保护焊焊接材料和施工.....	(170)

第 8 章 不锈钢的焊接

8.1	不锈钢的种类和特性.....	(172)
-----	----------------	-------

8.2	不锈钢用焊接材料·····	(186)
8.3	焊接材料的选择和施工注意事项·····	(192)
8.4	不锈钢的焊接施工条件·····	(202)

第9章 焊接技术的新发展

9.1	焊接材料的发展趋势·····	(208)
9.2	手工电弧焊·····	(210)
9.3	埋弧焊·····	(213)
9.4	气体保护焊·····	(216)
附录 1	焊缝代号 (JIS Z3021-1981) ·····	(225)
附录 2	焊接技术的考核标准 (JIS Z3801—1979 JIS Z3841—1979)·····	(248)
§ 1	手工焊的考核方法及评定标准 ·····	(248)
§ 2	关于手工焊的考核方法及评定标准的说明 ···	(263)
§ 3	半自动焊的考核方法及评定标准 ·····	(269)
§ 4	关于半自动焊的考核方法及评定标准的说明 ·····	(283)

第 1 章 焊 接

1.1 焊接的历史

焊接就是用局部施加能量使被焊材料结合的方法。用焊接来生产金属制品的最古老办法就是锻焊，即在冷态或热态下将两金属用锤击或用强力加压而使之结合的方法。回顾电弧焊接的发展历史正如表 1.1 所述，并一直延续到现在。1801年英国的德彼发现了电弧，1881年苏联的斯拉纹诺夫在金属电极与金属板之间产生了电弧，发现金属板熔化的同时电极也随之熔化并形成焊缝的金属电弧焊方法。这就是现代电弧焊接的起始。在此之后，相继发明了利用各种能源的焊接方法，今天这些焊接方法实际已成为金属材料加工不可缺少的手段。

1.2 金属的连接方法

在金属材料的连接方法中有表 1.2 所示的机械连接方法和冶金连接方法。

以螺栓紧固连接为代表的机械连接方法，最近有逐步减少的趋势，但在桥梁方面至今仍在采用着。冶金连接法，就是使两个分离的物体借原子间联系与质点扩散作用形成一个整体的过程。根据采用手段的不同，可分为压力焊、熔化焊和钎焊等三种方法。

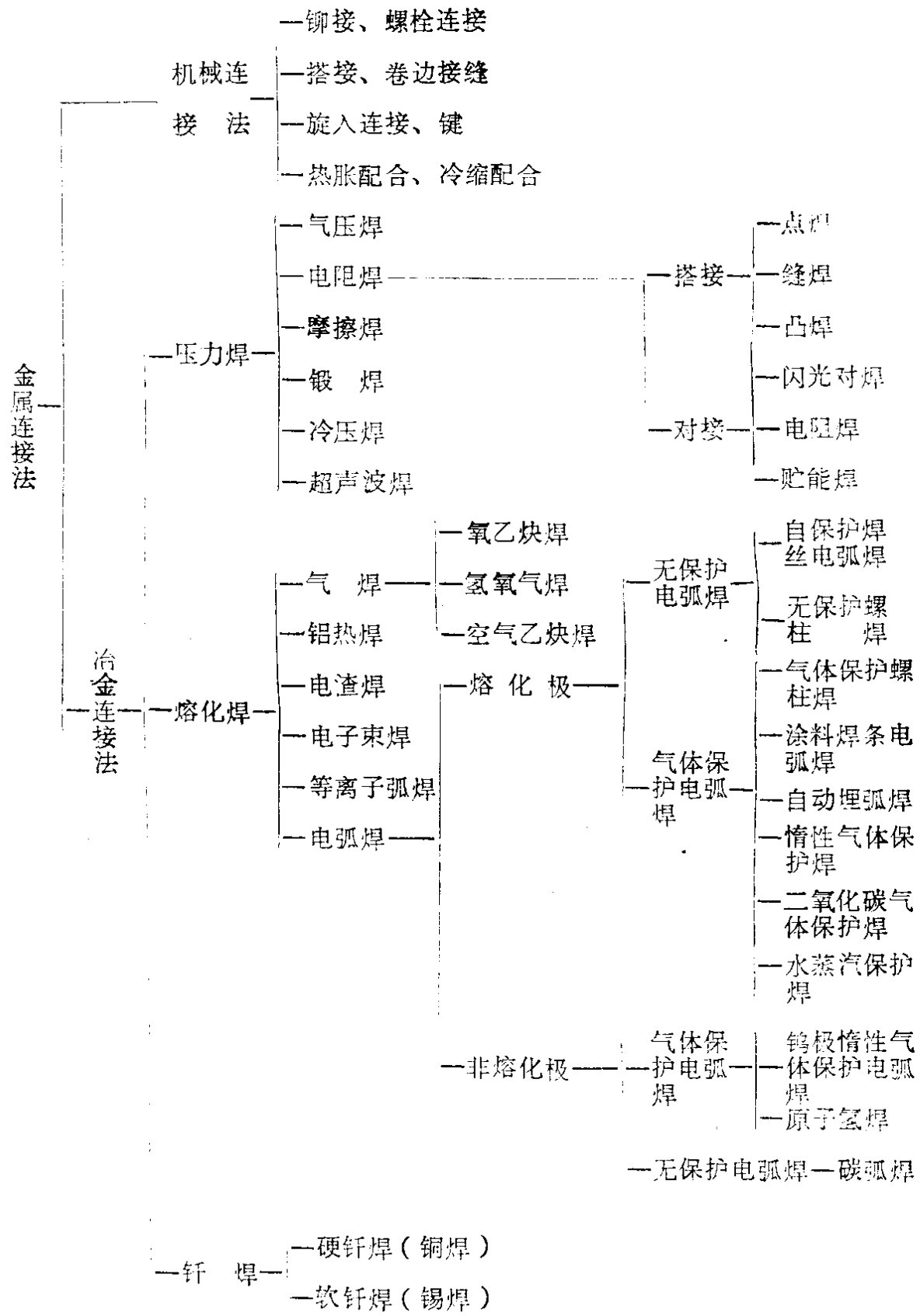
表1.1 主要焊接方法和发明者

区 分	焊 接 方 法	发 明 者
第 1 期 1885~1902年	碳弧焊接法 电阻焊接法 金属电弧焊接法 铝热焊接法 气焊法	别纳尔道斯 (苏联) 汤姆逊 (美国) 斯拉纹诺夫 (苏联) 哥尔德斯密托 (西德) 胡修彼卡尔 (法国)
第 2 期 1926~1936年	原子氢焊接法 惰性气体保护电弧焊接法 自动埋弧焊接法 钎焊法	朗古缪尔 (美国) 霍巴特等 (美国) 肯尼迪 (美国) 瓦沙曼 (美国)
第 3 期 1948~1958年	冷压焊接法 感应加热焊接法 电渣焊接法 二氧化碳气体保护电弧焊接法 摩擦焊接法 超声波焊接法 电子束焊接法	苏乌塔 (美国) 克劳赫德. 拉德 (美国) 巴顿 (苏联) 苏瓦等 (美国) 阿.伊.丘吉柯夫 (苏联) 伯伦.帕瓦斯 (美国) 斯托尔 (法国)

1. 压力焊

通常将固体金属加热变软后，施加一定的压力，使两个连接的结合面紧密地结合的方法。

表1.2 金属连接法的分类



2. 熔化焊

利用气体、电弧等热源，将被连接金属的结合处加热到熔化状态，冷凝后彼此结合在一起。这是一种最有利于金属原子间结合的方法。

3. 钎焊

在结合的金属之间，填入比该金属熔点低得多的低熔点合金熔体（软钎料、钎剂等），靠原子间的扩散浸透作用使之结合的方法。

1.3 焊接方法的种类和特点

第二次世界大战后，焊接技术取得了惊人的发展，现在已作为一种最好的金属连接方法，在造船、车辆、汽车、桥梁、建筑、压力容器、核容器等各种结构中被广泛地应用。焊接虽有着节省材料、降低工时、提高性能和寿命等一系列优点，然而在另一方面，由于短时复杂的高温冶金结合，给焊接接头带来了材质变化、收缩和变形、残余应力等缺点。因此，如果深入理解其优缺点并合理的利用，则是焊接工作者们的重要课题。下面对主要的焊接方法概述如下。

1. 点焊

焊件装配成搭接接头，并压紧在两电极之间，利用电阻热熔化母材，形成焊点的电阻焊方法（图 1.1）。焊接部位不需要特殊气体保护，被用于飞机、汽车、车辆、家用电器产品等生产上。

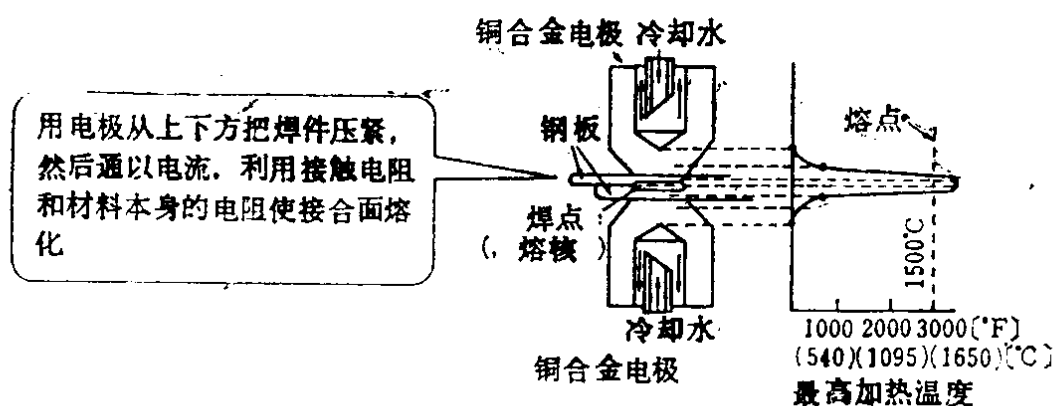


图1.1 点焊

2. 缝焊

焊件装配成搭接或对接接头并置于两滚轮电极之间。滚轮加压焊件并转动，连续或断续送电，形成一条连续焊缝的电阻焊方法（图1.2）。圆筒、片式散热器、气瓶等，在要求油密封、水密封的连接部位采用缝焊。

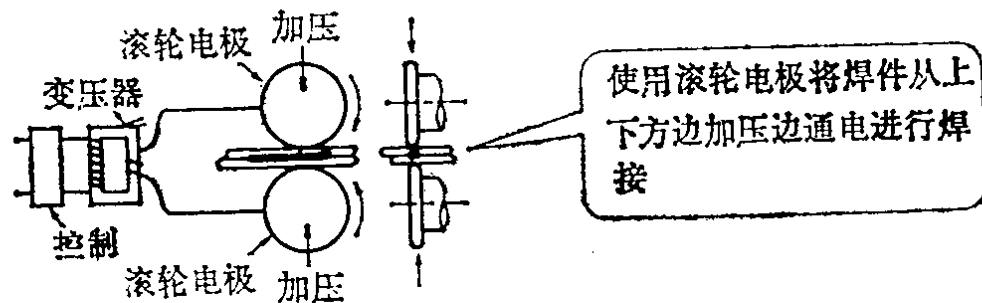


图1.2 缝焊

3. 闪光对焊

焊件装配成对接接头，接通电流，并使其端面逐渐移近达到局部接触，利用电阻加热这些接触点（产生闪光），使端面金属熔化，直至端部在一定深度范围内达到预定温度时，迅速施加顶锻力完成焊接的方法（图1.3）。

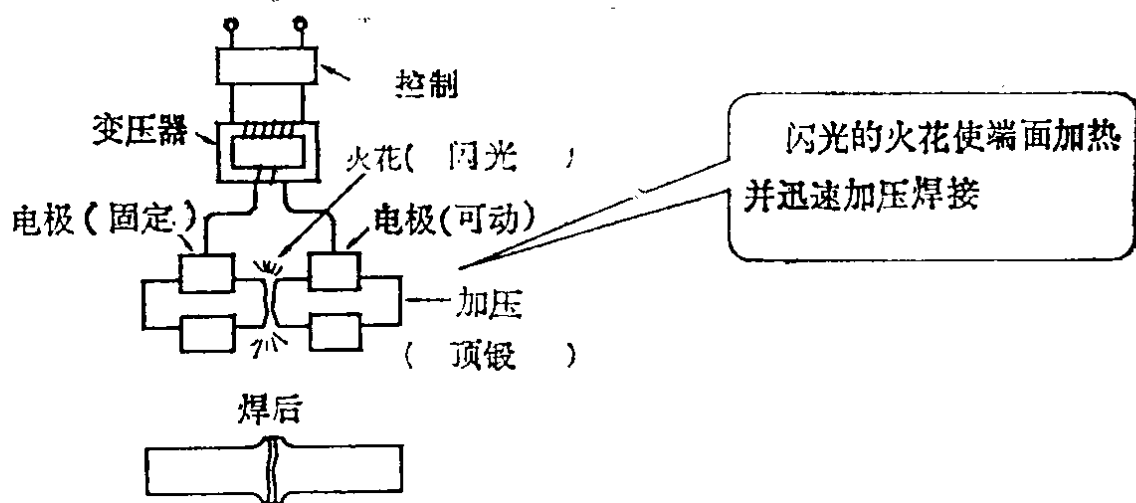


图1.3 闪光对焊

4. 贮能焊

利用电容贮存电能，然后迅速释放对焊件进行加热并立即施加压力进行焊接的方法（图1.4）。

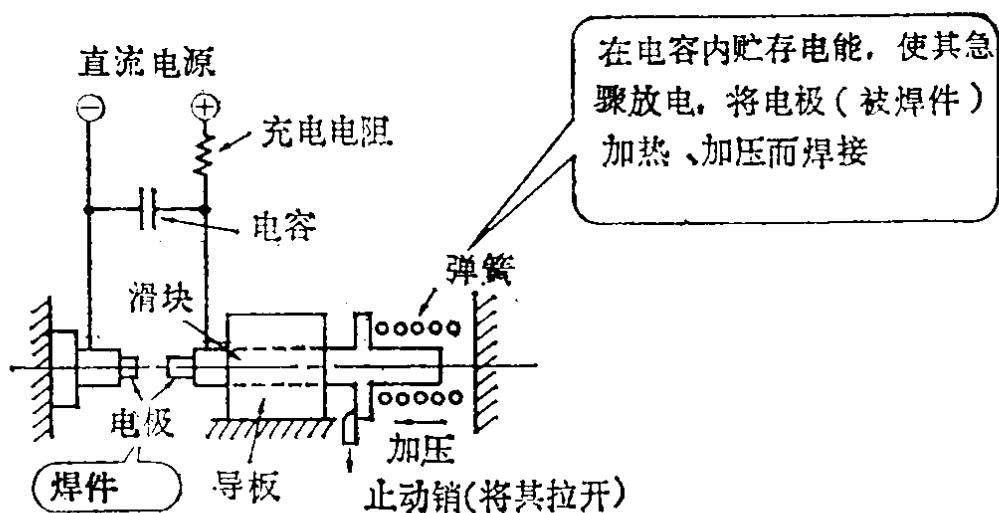


图1.4 贮能焊

5. 冷压焊

焊件装配成搭接接头，并压紧在两压头之间，在室温状态下（不需加热）进行加压，使其交界面产生局部塑性变形而进行焊接的方法（图1.5）。例如铅在室温时就很容易产生塑性

变形并可冷压焊。

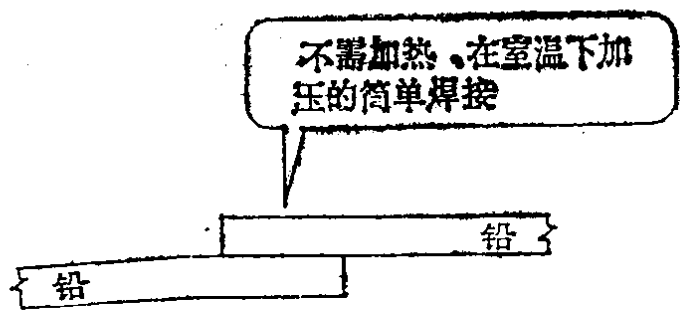


图1.5 冷压焊

6. 锻焊

将两被焊接接头加热后进行锤锻或加压的一种焊接方法 (图1.6)。

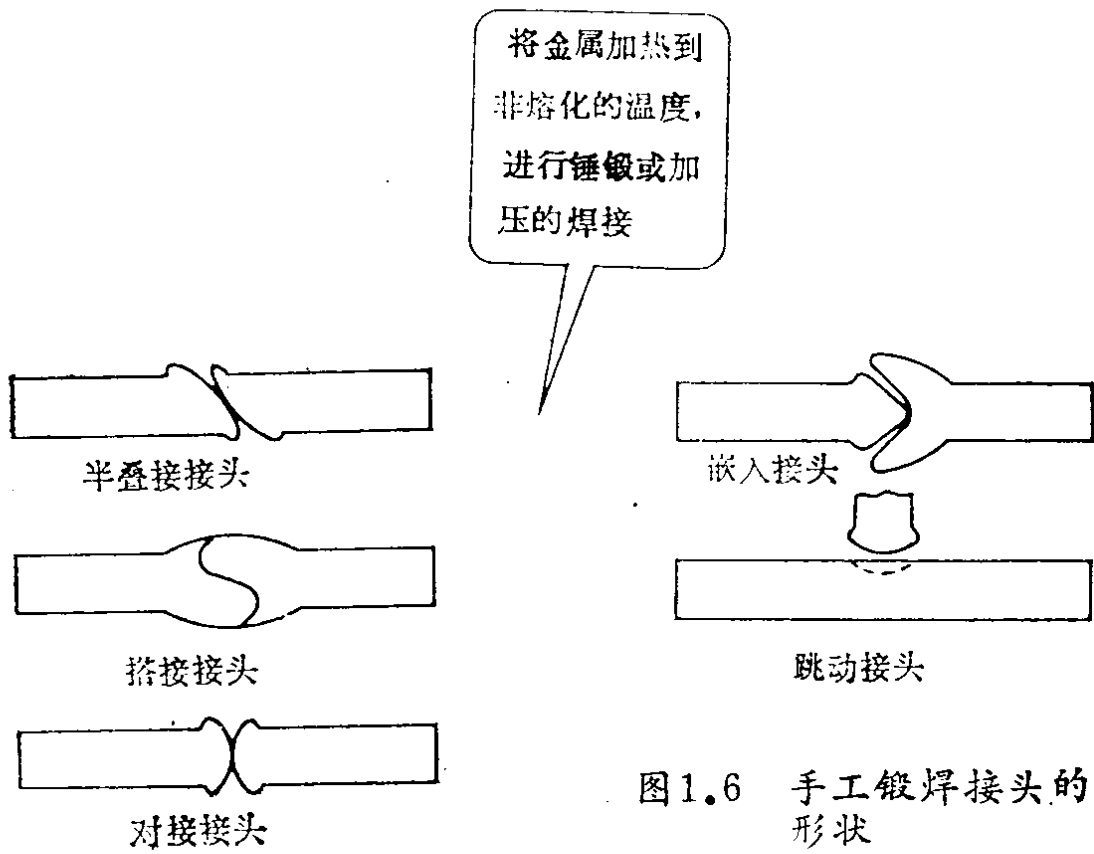


图1.6 手工锻焊接头的形状

7. 摩擦焊

利用焊件表面相互摩擦所产生的热, 使端面达到热塑性状态, 然后迅速顶锻, 完成焊接的一种压焊方法 (图1.7)。

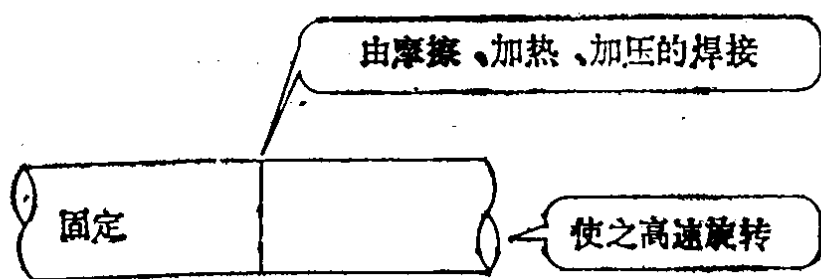


图1.7 摩擦焊

8. 超声波焊

利用超声波的高频振荡能对焊件接头进行局部加热和表面清理，然后施加压力实现焊接的一种压焊方法（图1.8）。

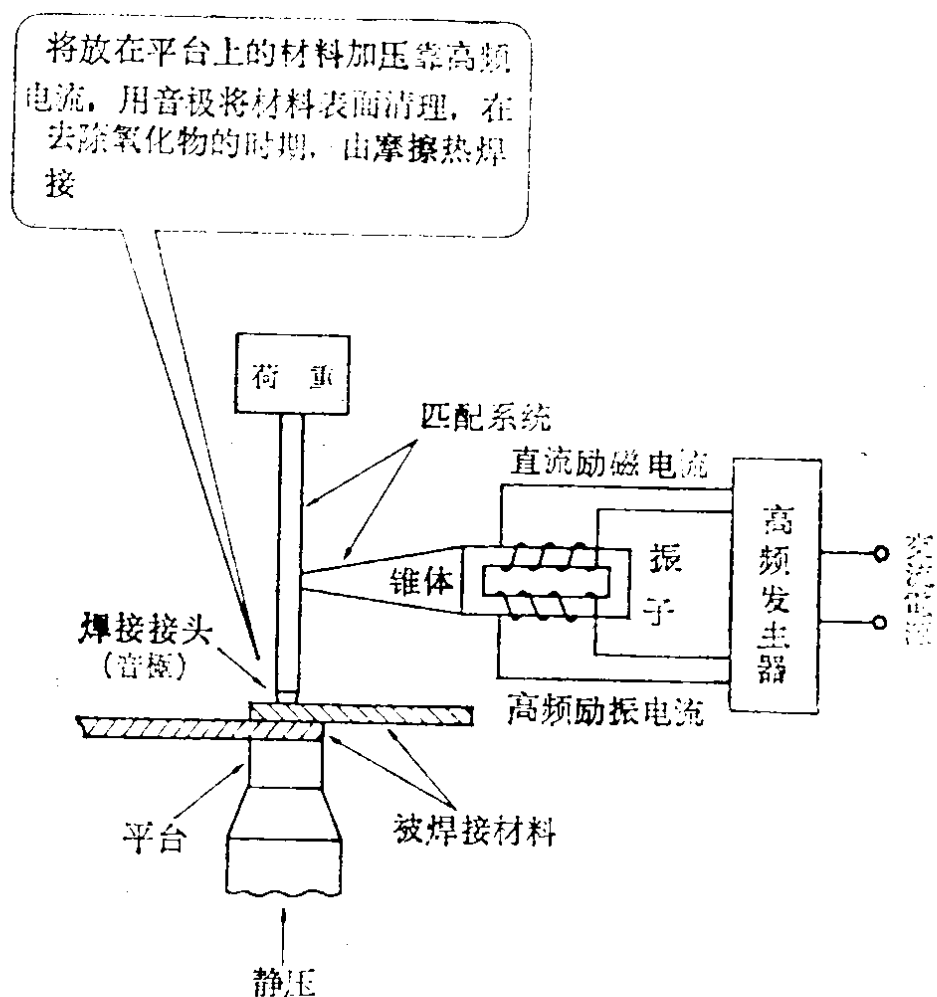


图1.8 超声波焊

9. 氧乙炔焊

利用氧乙炔混合的气体火焰进行焊接的方法（图 1.9）。虽然设备廉价简单，但变形大，效率低则是它的缺点。主要用于薄件的焊接。

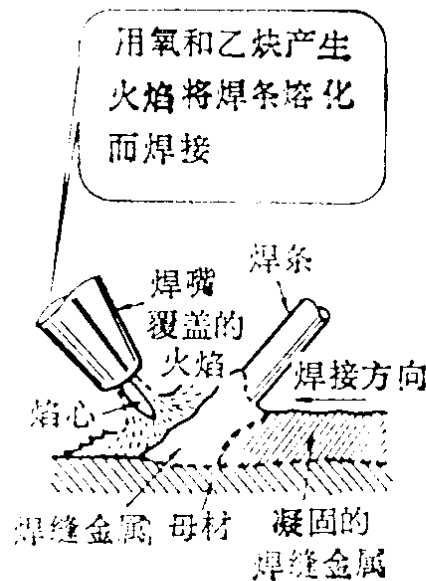


图 1.9 氧乙炔焊

10. 铝热焊

将铝热剂（细微的铝粉和氧化铁的混合物）放在特制盒内，其上撒放过氧化钡、镁等混合粉末，点燃后产生发热反应（铝热反应）。利用该反应使接头金属熔化而进行焊接的方法叫铝热焊接法（图 1.10）。这种焊接方法被用于钢轨、船尾框架等大断面材料的对接焊。

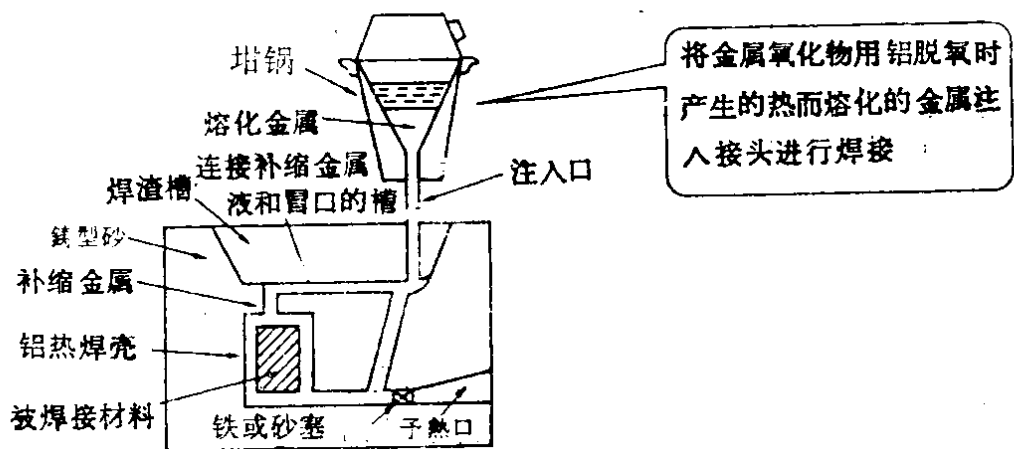


图1.10 熔化铝热焊

11. 电渣焊

利用电流通过液态熔渣所产生的电阻热（焦耳热）进行焊接的方法（图1.11）。

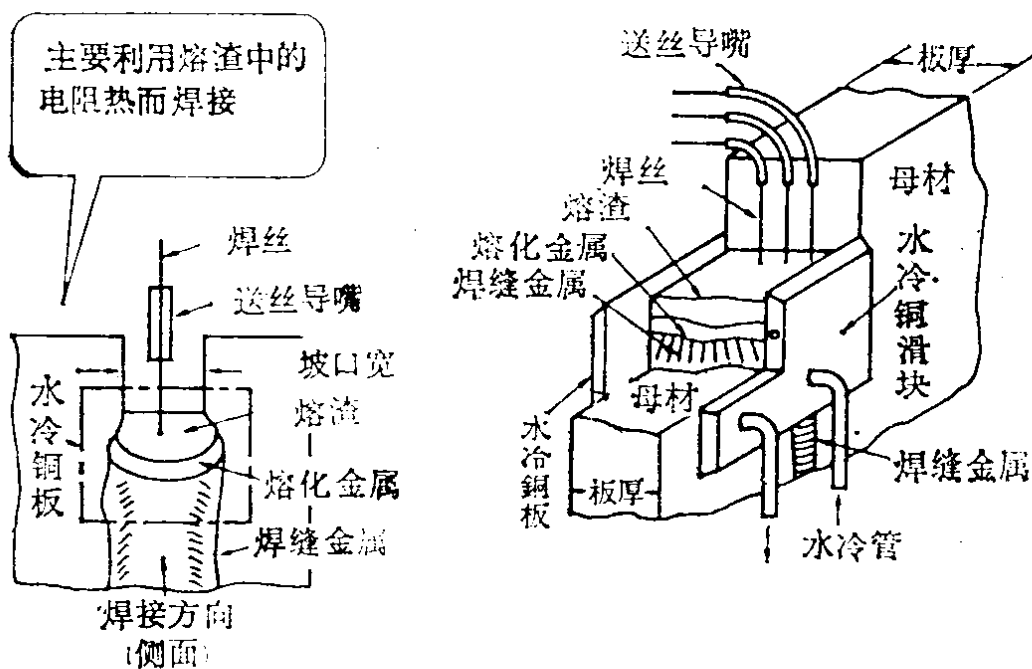


图1.11 三丝电渣焊

12. 电子束焊

利用加速和聚焦的电子束轰击置于真空中的焊件所产生的

热能进行焊接的方法（图1.12）。

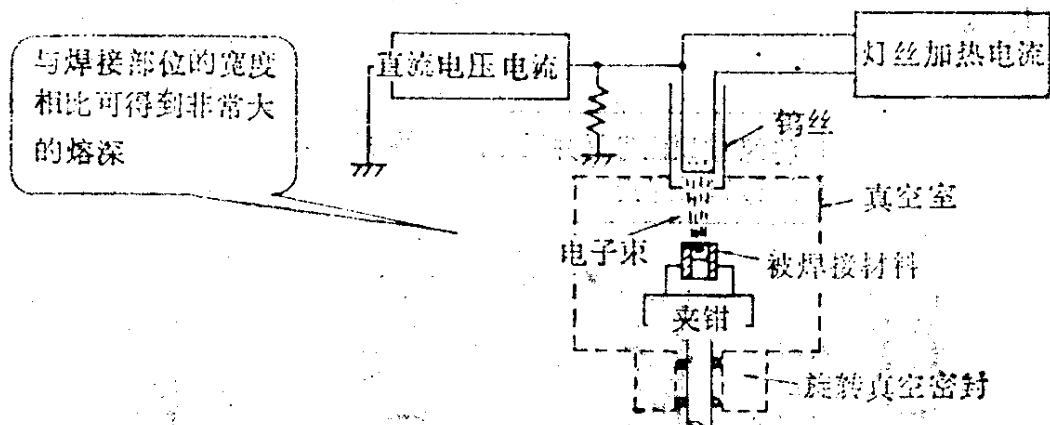


图1.12 电子束焊

13. 等离子弧焊

借助水冷喷嘴对电弧的压缩作用，获得较高能量密度的等离子弧进行焊接的方法（图1.13）。

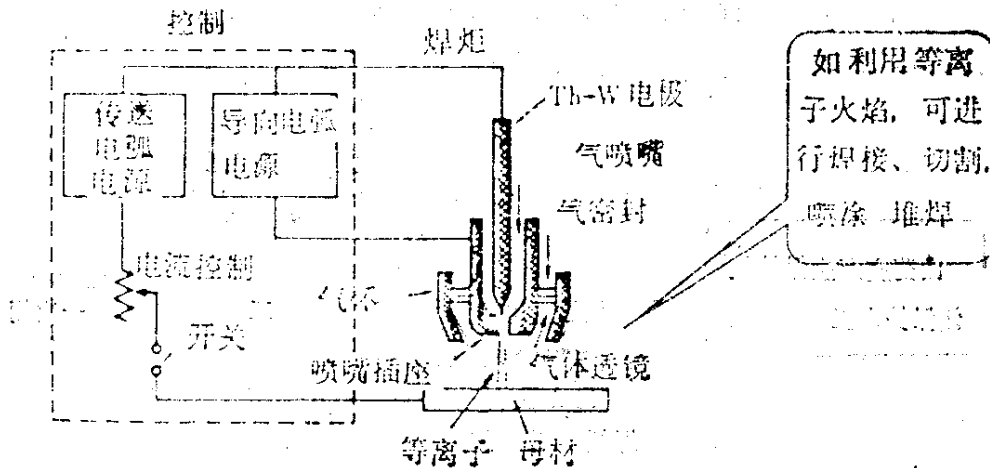


图1.13 等离子弧焊

14. 螺柱焊

将直径最大为10mm 的钢棒或黄铜棒等代替螺柱焊接在母

材上的一种方法。将螺柱一端与板（或管件）表面接触，通电引弧，待接触面熔化后，给螺柱一定压力完成焊接的方法（图1.14）。

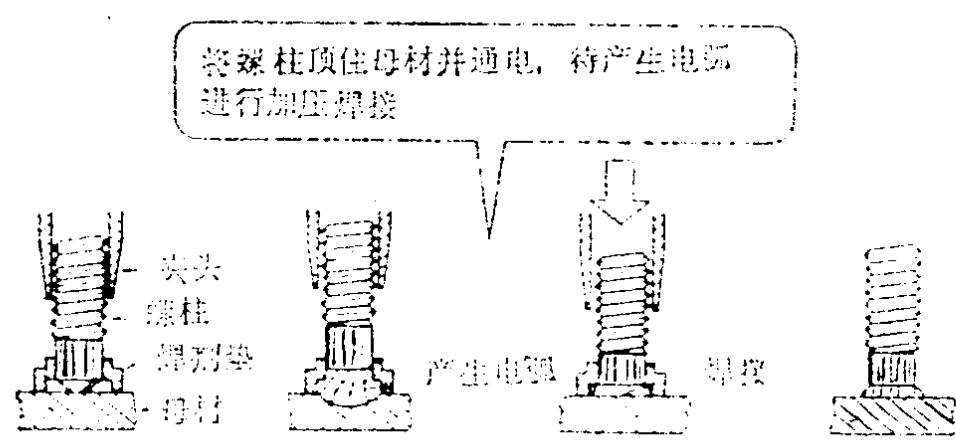


图1.14 尼尔松式电弧螺柱焊接法的原理图

15. 手弧焊

是一种最普通的焊接方法，利用药皮焊条与焊件间产生电弧热而进行焊接的方法（图1.15）。

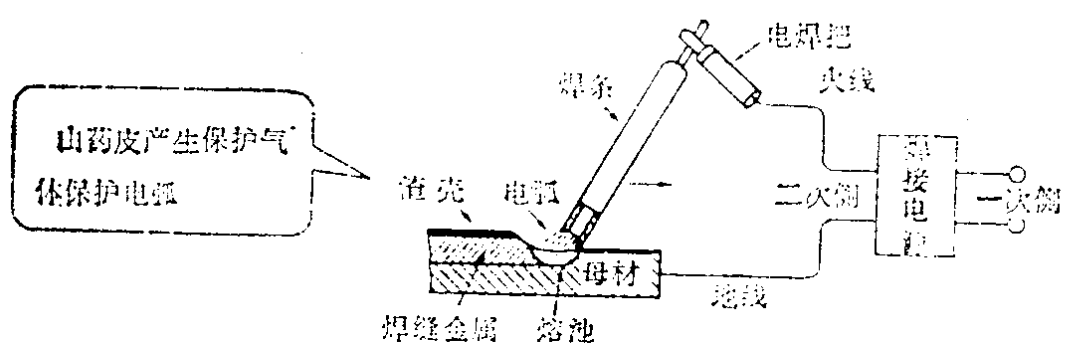


图1.15 手弧焊

16. 埋弧焊

电弧在焊剂层下燃烧，使母材与焊丝熔化形成焊缝的一种