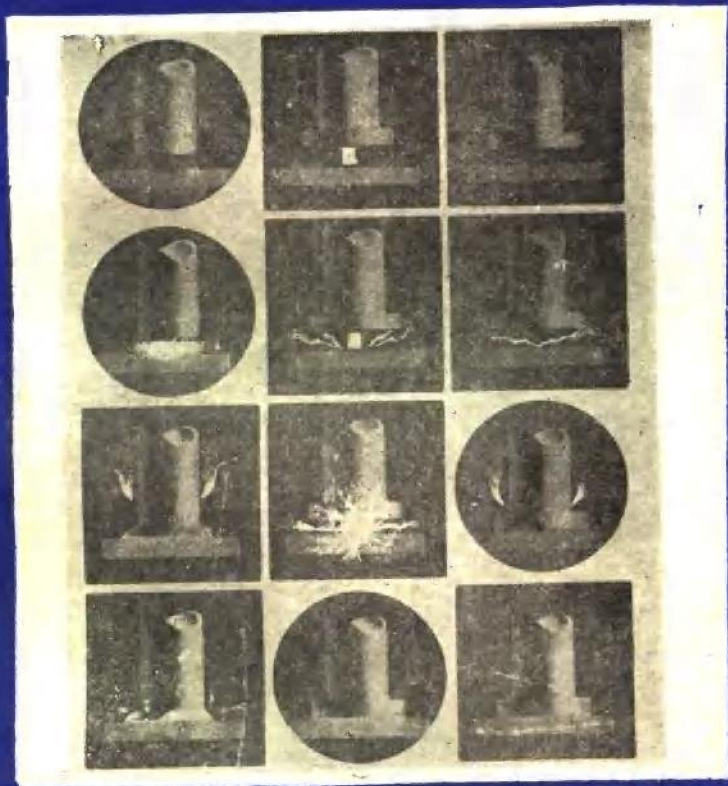


焊接及其它连接方法



科学技术文献出版社重庆分社

焊接及其它连接方法

R. A. 林德伯格 N. R. 布拉顿 合著
李致焕 叶文忠译 张裕庆等校
科学技术文献出版社重庆分社 出版
重庆市市中区胜利路91号
四川省新华书店重庆发行所 发行
科学技术文献出版社重庆分社印刷厂 印刷

开本: 787×1092毫米1/32 印张: 21.25字数: 47万
1983年9月第一版 1983年9月第一次印刷
科技新书目: 39—275 印数: 8700

书号: 15176·531

定价: 2.90元

简 介

本书是美国威斯康星大学 Roy A. Lindberg 教授和 Norman R. Braton 教授合著的, 是美国焊接学会培养机械工程师的实用教材。内容包括: 焊接、钎焊、胶接、机械连接及焊缝质量检验等。书中深入浅出地阐明各种连接方法的原理、工艺特点、应用范围以及生产检验、设计计算、成本核算和经济分析。理论联系实际, 以连接的可靠性、生产率和经济性为主导, 对各种连接方法和检验方法进行分析对比, 指出其优缺点, 使工程技术人员和学生能正确地选择具体的连接方案, 以取得最佳的效果。

本书的读者对象为: 各工矿企业设计和制造部门的工程技术人员、科研人员、管理人员; 各工科大专院校的师生, 尤其是机械系和焊接专业的师生。

序 言

专业知识完整化总要通过教学来实现。本书的编写力图使知识完整，并以见习工程师以上水平的人为读者对象。传统上把焊接看成是一门独立的学科，这是因为对其它材料连接方法注意不够的缘故。这种情况是可以理解的，因为焊接满足了日益广泛的需要，又有组织起来的情报体系。既然像胶接和机械连接等一些其它领域的科学技术有了迅速的发展，那么，再忽视它们就不能允许了。

本书尽量启发学生对可用的各种连接方法进行比较。说明和估价各种方法在检验和经济学方面的优、缺点。从形成结合所需能量的观点出发，研究材料连接的概念，并运用到每一种方法之中。

通常，这种性质的书大多只涉及如何进行连接，而很少讨论结合的机理。本书每章末尾的提问，要求学生根据自己的理解，对为什么要优先选用这一种方法而不选用另一种方法作出判断，并根据有关的基本理论知识得出结论。

本作者向提供资料及绘制插图的各公司和专业学会谨致谢意。

特别感谢：审阅“焊接冶金学”一章的威斯康星大学工程发展系 理查德·莫尔博士、审阅“焊接设计”一章的俄亥俄州克利夫兰市林肯公司设计顾问 俄默尔·W·布罗德格特、提供并审阅插图的佛罗里达州阿迈密市美国焊接学会总部的职员们。

R · A · Lindberg (R · A · 林德伯格)

N · R · Braton (N · R · 布拉顿)

目 录

序言

第一章 材料连接前言

焊接.....	(2)
各种电弧焊方法.....	(4)
焊接方法的选择.....	(9)
硬钎焊.....	(10)
软钎焊.....	(11)
胶接.....	(12)
胶接的优点和缺点.....	(15)
其它类型的胶粘剂.....	(15)
胶粘剂的选择因素.....	(16)
机械连接.....	(16)
连接方法选择提要.....	(20)
练习.....	(23)
参考文献.....	(28)

第二章 材料连接所用能源的物理学

前言.....	(31)
利用机械能连接.....	(36)
利用化学能连接.....	(38)
利用电能连接.....	(40)
练习.....	(49)
参考文献.....	(51)

第三章 利用机械能和化学能的焊接方法

前言	(53)
锻焊	(53)
冷压焊	(54)
爆炸焊	(55)
摩擦焊	(56)
超声波焊	(59)
扩散焊	(60)
利用化学能的焊接方法	(61)
可燃气体	(61)
原子氢能	(65)
铝热焊	(67)
利用化学能的切割方法	(69)
合金钢、混凝土和铸铁的切割	(74)
练习	(76)
参考文献	(79)

第四章 利用电能的连接方法

前言	(81)
气体电阻法	(90)
固体电阻焊	(112)
激光焊	(144)
液体电阻焊	(146)
利用电能的切割方法	(149)
练习	(152)
参考文献	(154)

第五章 异种金属连接、耐磨堆焊和热喷涂

硬钎焊	(157)
-----	---------

钎接焊	(163)
软钎焊	(164)
耐磨堆焊	(169)
耐磨堆焊方法的选择	(173)
火焰喷涂	(175)
练习	(184)
参考文献	(187)

第六章 胶接

前言	(188)
胶接的化学或分子理论	(189)
胶接和润湿	(192)
聚合物或树脂	(193)
胶粘剂分类	(195)
含有化学自固成分的胶粘剂	(201)
含有机械中止反应物的胶粘剂	(203)
表面准备	(204)
胶粘剂的涂敷和固化	(205)
胶接接头的物理性能	(209)
胶接接头的机械性能	(209)
接头设计	(215)
胶接和温度	(215)
练习	(222)
参考文献	(226)

第七章 机械连接

螺钉连接	(232)
攻丝	(245)
销钉、垫圈、扣环	(255)

铆钉·····	(263)
铆钉的类型·····	(264)
练习·····	(266)
参考文献·····	(270)

第八章 填充材料、焊剂及气体

填充材料及焊剂·····	(272)
焊条及焊丝的说明·····	(275)
焊接铸铁用焊丝 (R) 及涂料焊条·····	(297)
堆焊焊丝 (R) 及焊条·····	(298)
塑料填充材料·····	(300)
硬钎料·····	(300)
软钎料·····	(302)
用于材料连接的气体·····	(306)
安全用气·····	(322)
练习·····	(323)
参考文献·····	(325)

第九章 焊接冶金学

金属的基本结构·····	(330)
金属晶体构造·····	(331)
金属机械性能的改变和控制·····	(333)
焊缝组织及热影响区·····	(349)
影响焊缝金属冷却速度的因素·····	(353)
钢的分类及可焊性·····	(358)
合金钢的分类·····	(364)
钢的可焊性·····	(371)
不锈钢·····	(374)
弥散硬化合金的可焊性·····	(379)

马氏体时效钢.....	(380)
铸铁.....	(382)
铝.....	(386)
铝及铝合金的连接.....	(389)
镁.....	(393)
铜及铜基合金.....	(394)
铍.....	(395)
钛.....	(396)
练习.....	(398)
参考文献.....	(401)

第十章 焊接设计

材料性能.....	(404)
弯曲.....	(414)
扭转.....	(416)
剪切强度.....	(418)
组装设计.....	(424)
焊接符号.....	(441)
焊接连接.....	(442)
作为线对待的焊缝的性能.....	(449)
变形.....	(454)
练习.....	(461)
参考文献.....	(468)

第十一章 连接技术的无损检验

焊接缺陷的检验.....	(472)
焊接缺陷.....	(474)
无损检验.....	(476)
点焊缝的无损检验.....	(504)

无损检验符号.....	(505)
摘要.....	(514)
练习.....	(514)
参考文献.....	(518)

第十二章 破坏性试验、规程、证书、职业安全与健康条例

标准试验.....	(520)
破坏性试验.....	(524)
疲劳强度.....	(537)
疲劳和焊接接头.....	(541)
焊后处理.....	(545)
规程、评定和证书.....	(547)
练习.....	(560)
参考文献.....	(565)

第十三章 材料连接的经济学

设计.....	(569)
方法选择.....	(574)
费用因素.....	(580)
焊接夹具.....	(599)
练习.....	(610)
参考文献.....	(615)

附录 问题与习题答案

第一章的问题与习题答案.....	(616)
第二章的问题答案.....	(619)
第二章的习题答案.....	(620)
第三章的问题答案.....	(621)
第三章的习题答案.....	(622)
第四章的问题答案.....	(625)

第四章的习题答案·····	(626)
第五章的问题与习题答案·····	(628)
第六章的问题答案·····	(631)
第七章的问题答案·····	(633)
第八章的问题答案·····	(638)
第八章的习题答案·····	(640)
第九章的问题答案·····	(642)
第十章的问题答案·····	(644)
第十一章的问题和习题答案·····	(651)
第十二章的问题和习题答案·····	(655)
第十三章的问题与习题答案·····	(659)

第一章

材料连接前言

由于现在的装配工作同时强调可靠性、速度和经济性，这就促使人们去研究各种各样的连接方法。就拿铝制零件来说，在将近五十年前，除了用机械方法连接外，用其它方法还都被认为是很困难的。可是，现在仅仅可用的焊接方法就已有二十种以上了。

如果一名设计师或者制造师要想正确地选用现在的连接方法，那么，他必须熟知现有的这些连接方案，他必须有能力估价哪些方法是能够应用的，并且要权衡每一种方法的优

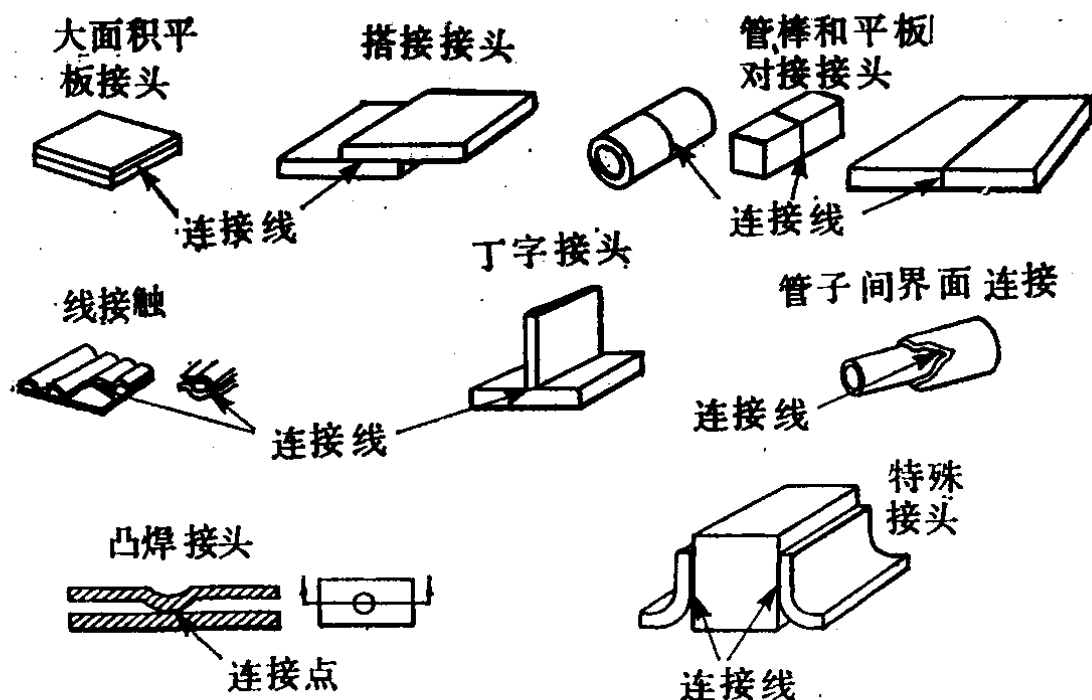


图1-1 各种连接问题中，大多数会有几种解决办法，这主要取决于其耐久性、应力、设备的可达性，所遇到的环境条件和其它一些因素

点和缺点。例如，许多设计书规定用异种金属连接，如钛-不锈钢、铝-不锈钢、铍-因科镍、钛-碳钢等。当然，可以使用机械紧固件或胶粘剂来连接，但是，如果规定用焊接方法连接，就很可能遇到冶金反应的问题。

图1-1示出一些普通的接头。表1-1所示的五种主要连接方法中的每一种都可考虑用于这些接头。在本章里，对这些方法中的每一种都要作简要的讨论，以便对其用途和相互之间的关系有一个概括的了解。

焊接

目前，工业上使用的焊接方法虽然有四十多种，但是其中只有少数具有真正的工业意义。如表1-1所示，三种主要类型

表1-1 基本的连接方法

焊 接	硬 钎 焊	软 钎 焊	胶 接	机械紧固件
气 焊	焊炬硬钎焊	焊炬软钎焊	热固性胶接	螺 纹
氧-乙炔焊	炉中硬钎焊	浸渍软钎焊	热塑性胶接	螺 栓
电弧焊	电阻加热硬钎焊	电阻加热软钎焊		螺 柱
手工电弧焊	感应硬钎焊	炉中软钎焊		螺 帽
埋弧焊				螺纹嵌入件
钨极气体保护焊				垫 圈
熔化极气体保护焊				销 子
药芯焊丝电弧焊				铆 钉
等离子弧焊				定 位 圈
电阻焊				焊接夹具
点 焊				专用夹具
缝 焊				

是气焊、电弧焊和电阻焊。这些方法都是基于金属的熔化连接机理的,其实质是个小型的铸造过程。沿着共同的边缘或接触面使工件熔化,熔化的金属通常与填充金属一起形成焊接熔池或熔潭。当焊接熔池凝固时,工件就被熔合或焊接在一起。

气焊 熔化所需的热量是由可燃气体(如乙炔与氧气混合燃烧时产生的),见图1—2。这种方法的焊接操作技巧比较容易掌握,设备也相当便宜,但是,与其它现代化的焊接方法相比,这种焊接方法比较慢。一般来说气焊仅用于修复或维修工作上,不是一种大批量生产的焊接方法。气焊设备也可用在其它一些工艺上,如硬钎焊、氧切割、消除应力处理和堆焊。

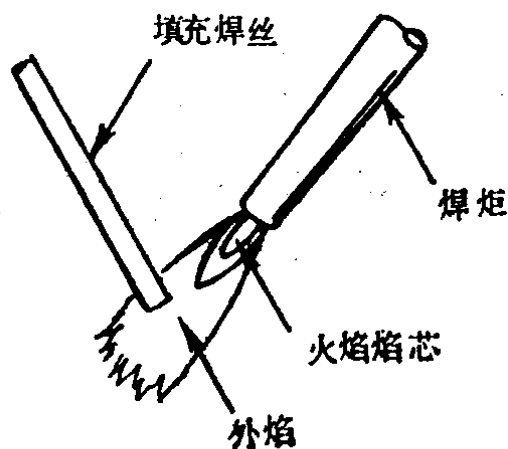


图1-2 气焊熔化热是由可燃气体(如乙炔)提供的。加入氧气,增加燃烧速度,产生约为 3316°C 的火焰

电弧焊 电弧焊是目前应用最广泛的连接方法。其热量是由电弧产生的,在绝大多数情况下,电弧是在焊条(或焊丝)与工件之间燃烧。电弧能提供足够的热量来熔化直接与电弧相邻的母材和通常的焊条。熔化金属随后即迅速冷却。

电阻焊 电阻焊时,热量是由大电流通过两个接触界面上的电阻产生的,见图1-3。所产生的热量与电阻大小成正比,最大电流密度可在电路中某一点上出现。既然连接表面的界面是电路中电阻最大的点,故一般说来,它也就是产生热量最多的点,因为熔化金属不暴露在大气之中,所以不需要焊剂和保护气体。这种方法已在工业上得到广泛的应

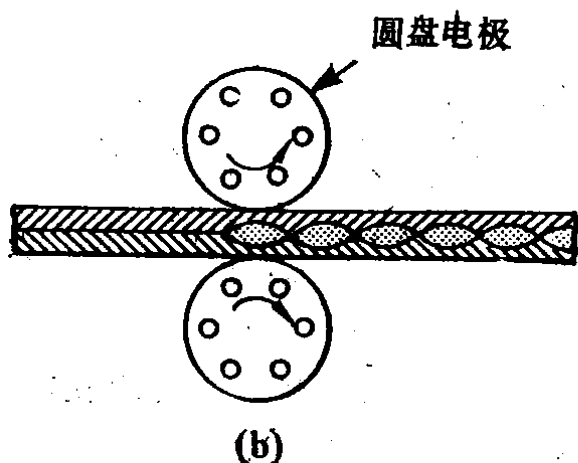
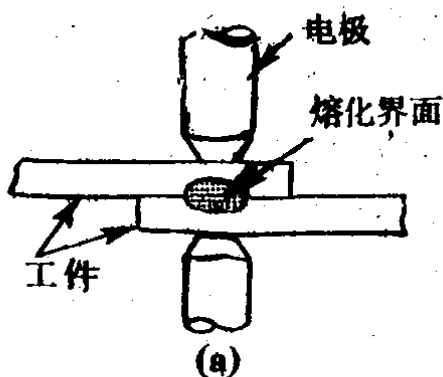


图1-3 电阻焊。工件两接触面间的界面对焊接电流有很大的电阻，此处是电流密度最大和热量最集中点，点焊情况如(a)所示，电阻焊的另一种形式是缝焊(b)

用，主要用于大批量生产。电阻焊的另一种形式是缝焊。缝焊采用圆盘形电极，这样能够产生许多相重叠的焊点，从而形成防漏的焊缝。

各种电弧焊方法

起初电弧焊是用两根碳电极进行焊接的。由于碳能从电极混进焊缝金属中，焊缝易发脆。所以，进而又发展到使用一根光焊丝，在母材和丝极之间形成电弧，从而克服了焊缝渗碳的问题。但是，焊缝从空气中吸收了气体。

在寻找保护熔化金属不吸收空气(特别是氧和氮)的焊接方法时，出现了几种有明显区别的电弧焊方法。

手工电弧焊 手工电弧焊实现保护的辦法是在焊条芯上涂化学涂料或焊药。当涂料在电弧热作用下汽化时，在熔化金属的周围形成保护气体的烟雾，见图1-4。今天，这种形式的手工电弧焊是非常普遍的。因为手工电弧焊的电极是一根长约14吋360毫米的棒，所以在美国也常叫作“棒极焊”(“Stick electrode welding”)。

埋弧焊 虽然药皮焊条使手工电弧焊成为一种主要的工业方法，但是，对于各种应用场合来说，手工电弧焊不能提供良好的保护，适宜的焊接冶金反应和足够快的熔敷速度。埋弧焊中，在焊丝前面有

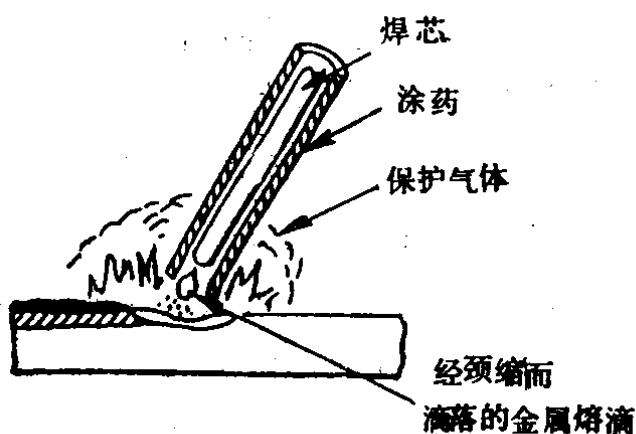


图1-4 手工电弧焊(“棒极焊”)化学涂料的气化产生了一个围绕着熔池金属的气体保护罩

一能向焊缝处撒下颗粒状矿物焊剂的装置，见图1-5。在电弧热力的作用下，粒状焊剂熔化并形成浮在熔池金属上面的

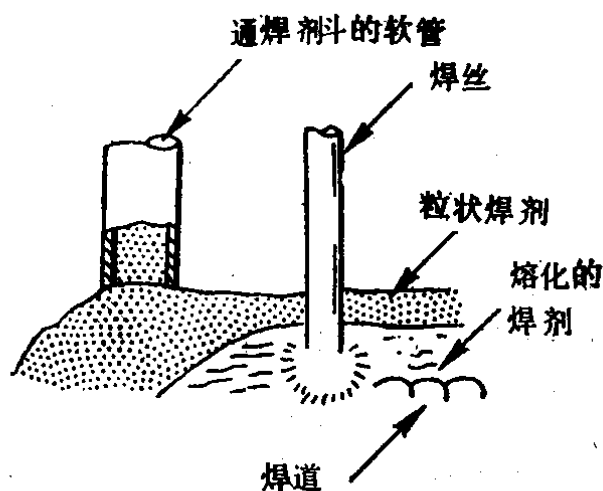


图1-5 埋弧焊中，在焊丝前面有一能向焊缝处撒下粒状焊剂的装置。电弧的热力使焊剂熔化，形成浮在焊缝熔敷金属上的溶渣

熔渣渣池，从而保护金属熔池，使其与大气隔离。

埋弧焊除了具有良好的保护和较高的熔敷率的优点外，还有使用成盘焊丝连续送丝的优点。这种焊接方法可以是半自动的，也可以是全自动的。

半自动焊的焊枪虽然焊丝的送进是自动的，但可以用手工操作，很像原来的手工电弧焊。另一种结构

是把焊枪固定在能自动带动机头行走的导向小车上。

很高的电流密度使得这种焊接方法在相当高的焊接速度下也能获得较大的熔深。在要求熔敷金属量较大的厚板焊接

中，可用多丝焊。这种方法仅限于焊黑色金属用。由于熔化金属体积大，这种焊接方法大多限于平焊位置。

钨极气体保护电弧焊(GTA) 埋弧焊虽然在黑色金属上用得很好，但是，对于比较活泼的金属，如钛和镁，这种方法的保护作用是不能令人满意的。在三十年代末期，工程师们发现了可提供有效保护的惰性气体，最后终于成为采用非熔化钨极配以氦气作为保护气体的焊接。填充金属是不通电的单独的金属丝，见图1—6。这种方法曾称为钨极惰性气体保护焊方法或TIG焊，现在称为钨极气体保护电弧焊或GTA焊。

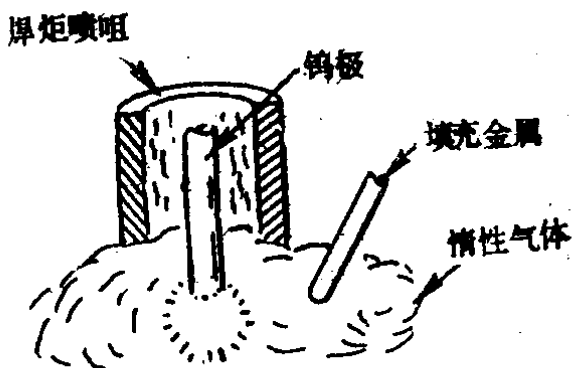


图1-6 钨极气体保护电弧焊 (GTA)

可以使用几种不同气体的混合物作为保护气体，关于这些将在第八章详细讨论。

GTA焊接方法有焊后不必进行清理这一优点。电弧和焊接熔池总是清晰可见，极有利于焊工的操作。由于没有金属通过电弧进行过渡，这种焊接方法可用于全位置焊接。但是，它也有严重的缺点：很难焊接既厚而导热性又好的材料，如厚铝板或厚镁板等。这些材料会使热量损失太大。

熔化极气体保护电弧焊 (GMA) 四十年代末期，用熔化极代替非熔化钨极（图1—7）的技术问题得到了圆满的解决。由于熔化的中心刚好是在焊丝的尖端上，所以，热传导不成为问题。这种新焊接方法开始叫熔化极惰性气体保护焊或MIG焊，但现在总是称其为熔化极气体保护电弧焊或GMA焊。