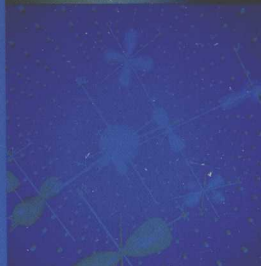
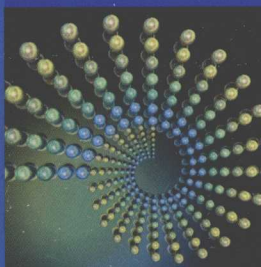




国际制造业先进技术译丛

# MIG焊指南

(瑞典) Klas Weman   Gunnar Lindén 主编  
李国栋   栗卓新 译



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



国际制造业先进技术译丛

# MIG 焊指南

(瑞典) Klas Weman Gunnar Lindén 主编  
李国栋 栗卓新 译



机械工业出版社

熔化极惰性气体保护电弧焊 (MIG), 也称熔化极气体保护电弧焊 (GMAW), 是制造业中的一种关键技术。本书详细地介绍了这一技术, 内容全面、实用而且容易理解。

本书第一篇介绍了 MIG 焊的电源、保护气体、焊接材料以及药芯焊丝电弧焊、脉冲 MIG 焊和 MIG 钎焊。第二篇阐述了 MIG 焊的质量与安全问题, 如提高 MIG/MAG (熔化极活性气体保护电弧焊) 生产效率的方法, 焊接质量的评定、健康与安全, 以及降低成本的方法。最后一篇介绍了 MIG 焊的应用, 包括钢与铝的焊接, 机器人 MIG 焊在汽车工业以及在重型车辆上的应用。

本书是焊接工程师、机械工程师、设计人员及从事制造业管理人员的必备读物。

MIG Welding guide/by Klas Weman and Gunnar Linden/ISBN: 978-1-85573-771-6

Copyright© 2006 by Woodhead Publishing Limited.

Authorized translation from English language edition published by Woodhead Publishing Limited, All right reserved.

China Machine Press is authorized to Publish and distribute exclusively the Chinese (Simplified Characters) language edition. This edition is authorized for sale throughout Mainland of China. No part of the publication may be reproduced or distributed by any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

北京市版权局著作权合同登记号: 01-2007-4185

## 图书在版编目 (CIP) 数据

MIG 焊指南/ (瑞典) Klas Weman Gunnar Lindén 主编; 李国栋, 栗卓新译. —北京: 机械工业出版社, 2009. 4

(国际制造业先进技术译丛)

ISBN 978 - 7 - 111 - 26555 - 9

I. M… II. ①K…②李…③栗… III. ①电弧焊—指南②脉冲焊—指南③钎焊—指南 IV. TG44 - 62 TG45 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 038217 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 孔 劲 责任编辑: 吕德齐 版式设计: 张世琴

责任校对: 张晓蓉 封面设计: 鞠 杨 责任印制: 杨 曦

北京蓝海印刷有限公司印刷

2009 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

169mm × 239mm · 15.75 印张 · 303 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 26555 - 9

定价: 56.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 88379772

封面无防伪标均为盗版

# 编写人员名单

主编:

K. Weman 教授

WEMAB AB

Gårdsjögtan 11

S-696 32 Askersund

瑞典

E-mail: klasw@wemab.se

Gunnar Lindén 教授

Klarinettvägen 115

S-434 47 Kungsbäcka

瑞典

E-mail: gunnar.linden@airliquide.com

参编

第 1、2、6、10 章

K. Weman 教授

WEMAB AB

Gårdsjögtan 11

S-696 32 Askersund

瑞典

E-mail: klasw@wemab.se

第 3、7、11、13、14 章

Gunnar Lindén 教授

Klarinettvägen 115

S-434 47 Kungsbäcka

瑞典

E-mail: Gunnar.linden@airliquide.com

第 4、5 章

Lars-Erik Stridh

ESAB AB

Box 8004

S-402 77 Göteborg

瑞典

E-mail: larserik.stridh@esab.se

第 8 章

Joakim Hedegård

Corrosion & Metals Research Institute

Drottning Kristinas v.48

S-114 28 Stockholm

瑞典

E-mail: joakim.hedegard@kimab.se

第 9 章

Peter Nerman

Corrosion & Metals Research Institute

Drottning Kristinas v.48

S-114 28 Stockholm

瑞典

E-mail: peter.nerman@kimab.com

第 12 章

Tony Nilsson

SSAB Tunnpå AB

S-781 84 Borlänge

瑞典

E-mail: tony.nilsson@ssab.com

Anders Skirfors

SSAB Oxelösund AB

S-613 80 Oxelösund

瑞典

E-mail: anders.skirfors@ssabox.com

## 第 15 章

Dick Skarin, Johan Nilsson and David Green

ABB Automation Technology Products AB

S-695 82 Laxå

瑞典

E-mail: dick.skarin@se.abb.com

johan.t.nilsson@se.abb.com

david.green@se.abb.com

## 第 16、17 章

Ragnar Gudmundson

Gatebergsvägen 30

S-439 92 Onsala

瑞典

E-mail: ragnar.g.welding@telia.com

## 第 18 章

Hans Broström

Volvo Wheel Loaders AB

Box 33

S-671 27 Arvika

瑞典

E-mail: hans.brostrom@volvo.com

# 译 丛 序 言

## 一、制造技术长盛永恒

先进制造技术是 20 世纪 80 年代提出的，它由机械制造技术发展而来，通常可以认为它是将机械、电子、信息、材料、能源和管理等方面的技术进行交叉、融合和集成，综合应用于产品生命周期的制造全过程，包括市场需求、产品设计、工艺设计、加工装配、检测、销售、使用、维修、报废处理、回收利用等，以实现优质、敏捷、高效、低耗、清洁生产，快速响应市场的需求。因此，当前的先进制造技术是以产品为中心，以光机电一体化机械制造技术为主体，以广义制造为手段，具有先进性和时代感。

制造技术是一个永恒的主题，与社会发展密切相关，是设想、概念、科学技术物化的基础和手段，是所有工业的支柱，是国家经济与国防实力的体现，是国家工业化的关键。现代制造技术是当前世界各国研究和发展的主题，特别是在市场经济高度发展的今天，它更占有十分重要的地位。

信息技术的发展并引入到制造技术，使制造技术产生了革命性的变化，出现了制造系统和制造科学。制造系统由物质流、能量流和信息流组成。物质流是本质，能量流是动力，信息流是控制。制造技术与系统论、方法论、信息论、控制论和协同论相结合就形成了新的制造学科。

制造技术的覆盖面极广，涉及到机械、电子、计算机、冶金、建筑、水利、电子、运载、农业以及化学、物理学、材料学、管理科学等领域。各个行业都需要制造业的支持，制造技术既有普遍性、基础性的一面，又有特殊性、专业性的一面，制造技术既具有共性，又有个性。

我国的制造业涉及以下三方面的领域：

- 机械、电子制造业，包括机床、专用设备、交通运输工具、机械设备、电子通信设备、仪器等；
- 资源加工工业，包括石油化工、化学纤维、橡胶、塑料等；
- 轻纺工业，包括服装、纺织、皮革、印刷等。

目前世界先进制造技术沿着全球化、绿色化、高技术化、信息化、个性化和服务化、集群化六个方向发展，在加工技术上主要有超精密加工技术、纳米加工

技术、数控加工技术、极限加工技术、绿色加工技术等,在制造模式上主要有自动化、集成化、柔性化、敏捷化、虚拟化、网络化、智能化、协作化和绿色化等。

## 二、图书交流渊源流长

近年来,国际间的交流与合作对制造业领域的发展、技术进步及重大关键技术的突破起到了积极的促进作用,制造业科技人员需要及时了解国外相关技术领域的最新发展状况、成果取得情况及先进技术应用情况等。

必须看到,我国制造业与工业发达国家相比仍存在较大差距,因此必须加强原始创新,在实践中继承和创新,学习国外的先进制造技术和经验,引进消化吸收创新,提高自主创新能力,形成自己的创新体系。

国家、地区间的学术、技术交流已有很长的历史,可以追溯到唐朝甚至更远一些,唐玄奘去印度取经可以说是一次典型的图书交流佳话。图书资料是一种传统、永恒、有效的学术、技术交流方式,早在 20 世纪初期,我国清代学者严复就翻译了英国学者赫胥黎所著的《天演论》,其后学者周建人翻译了英国学者达尔文所著的《物种起源》,对我国自然科学的发展起到了很大的推动作用。

图书是一种信息载体,图书是一个海洋,虽然现在已有网络、光盘、计算机等信息传输和储存手段,但图书更具有广泛性、适应性、系统性、持久性和经济性,看书总比在计算机上看资料要方便习惯,不同层次的要求可以参考不同层次的图书,不同职业的人员可以参考不同类型的技术图书,同时它具有比较长期的参考价值 and 收藏价值。当然,技术图书的交流具有时间上的滞后性,不够及时,翻译的质量也是个关键问题,需要及时、快速、高质量的出版工作支持。

机械工业出版社希望能够在先进制造技术的引进、消化、吸收、创新方面为广大读者做出贡献,为我国的制造业科技人员引进、吸纳国外先进制造技术的出版资源,翻译出版国际上优秀的制造业先进技术著作,从而能够提升我国制造业的自主创新能力,引导和推进科研与实践水平的不断进步。

## 三、选译严谨质高面广

1) 精品重点高质 本套丛书作为我社的精品重点书,在内容、编辑、装帧设计等方面追求高质量,力求为读者奉献一套高品质的丛书。

2) 专家选择把关 本套丛书的选书、翻译工作均由国内相关专业的专家、教授、工程技术人员承担,充分保证了内容的先进性、适用性和翻译质量。

3) 引纳地区广泛 主要从制造业比较发达的国家引进一系列先进制造技术图书,组成一套“国际制造业先进技术译丛”。当然其他国家的优秀制造科技图

书也在选择之内。

4) 内容先进丰富 在内容上应具有先进性、经典性、广泛性,应能代表相关专业的技术前沿,对生产实践有较强的指导、借鉴作用。本套丛书尽量涵盖制造业各行业,例如机械、材料、能源等,既包括对传统技术的改进,又包括新的设计方法、制造工艺等技术。

5) 读者层次面广 面对的读者对象主要是制造业企业、科研院所的专家、研究人员和工程技术人员,高等院校的教师和学生,可以按照不同层次和水平要求各取所需。

#### 四、衷心感谢不吝指教

首先要感谢许多积极热心支持出版“国际制造业先进技术译丛”的专家学者,积极推荐国外相关优秀图书,仔细评审外文原版书,推荐评审和翻译的知名专家,特别要感谢承担翻译工作的译者,对各位专家学者所付出的辛勤劳动表示深切敬意,同时要感谢国外各家出版社版权工作人员的热心支持。

本套丛书希望能对广大读者的工作提供切实的帮助,欢迎广大读者不吝指教,提出宝贵意见和建议。

机械工业出版社

# 译者序

MIG 焊自 1948 年问世以来,以其熔敷效率高、焊接质量稳定、能全位置焊接等特点受到极大关注。MIG 焊可适用于碳钢、低合金钢、不锈钢、镍基合金、钛合金和有色金属等的焊接,是当今世界的主要焊接方法之一。

在我国, MIG 焊指熔化极惰性气体保护焊,而在欧洲,则把熔化极气体保护焊称为 MIG/MAG 焊或 MIG 焊。本书书名虽为“MIG 焊指南”,但书中所述的内容适用于 MAG 焊,可以统称为气体保护焊。

众所周知,经过几十年的发展,我国的钢铁产量已经从 1989 年的 6000 万 t 提高到 2008 年的 4.89 亿 t,焊接材料从 44.7 万 t 增加到了 346 万 t,发生了巨大的变化。如果按消耗材料统计,工业发达国家的气体保护焊的焊接材料占总焊接材料的 60% 以上,日本达到 80%,我国只有 20%,自动化程度明显偏低。近年来,逆变技术、计算机技术、软件技术的进步推动了 MIG 焊的发展,出现了许多高效、自动化及低成本的气体保护焊新技术,尤其是数字化技术的出现,使得气体保护焊实现了对焊接过程的精确控制,而计算机则使气体保护焊的发展逐渐从技艺走向科学。随着企业的技术进步及对生产效率、产品质量提高的不断追求,熔化极气体保护焊迅速发展,得到越来越广泛的应用。

本书不仅介绍了熔化极气体保护焊的基本原理、焊接设备、焊接材料、保护气体,而且结合焊接技术的发展趋势介绍了各种高效焊接方法及其应用;就焊接施工而言,提高焊接质量是提高产品质量的关键,降低成本则是企业发展的动力,最大限度地减轻工人的劳动强度,使焊接施工环境更清洁、更健康则是焊接未来的发展方向。围绕这一主题,本书还介绍了焊接质量与安全、MIG 焊的职业健康与防护。本书对于读者更新知识、深入理解气体保护焊的工艺和技术、掌握 MIG 焊中的一些细节及要点大有帮助。

本书第 1 章~第 15 章由李国栋翻译,并由李辉,栗卓新校对。第 16 章~第 18 章由栗卓新翻译,由李国栋校对。由于译者水平所限,书中难免有错误及不足之处,望读者不吝赐教。

译者

2008 年 12 月

# 目 录

译丛序言

译者序

## 第一篇 MIG 焊技术

|                        |    |
|------------------------|----|
| 第 1 章 MIG 焊方法 .....    | 1  |
| K. WEMAN, Wemab AB, 瑞典 |    |
| 1.1 概述 .....           | 1  |
| 1.2 焊接电弧 .....         | 3  |
| 1.3 熔滴过渡 .....         | 7  |
| 1.4 磁偏吹 .....          | 10 |
| 1.5 过程控制 .....         | 11 |
| 1.6 焊接材料 .....         | 12 |
| 1.7 保护气体 .....         | 14 |
| 1.8 焊接参数 .....         | 14 |
| 1.9 电弧点焊 .....         | 18 |
| 1.10 高效焊接方法 .....      | 19 |
| 1.11 交流 MIG 焊 .....    | 21 |
| 参考文献 .....             | 22 |
| 第 2 章 MIG 焊设备 .....    | 23 |
| K. WEMAN, Wemab AB, 瑞典 |    |
| 2.1 弧焊电源 .....         | 23 |
| 2.2 不同类型的焊接电源 .....    | 26 |
| 2.3 发展趋势 .....         | 28 |
| 2.4 弧焊电源的铭牌 .....      | 31 |
| 2.5 电气安全 .....         | 34 |
| 2.6 送丝机构 .....         | 34 |
| 2.7 焊枪及送丝性能 .....      | 37 |
| 2.8 冷却装置 .....         | 39 |

|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| 参考文献 .....                       | 39        |
| <b>第 3 章 MIG 焊保护气体 .....</b>     | <b>40</b> |
| G.LINDÉN, Air Liquide Gas AB, 瑞典 |           |
| 3.1 概述 .....                     | 40        |
| 3.2 保护气体的作用 .....                | 40        |
| 3.3 保护气体的标准 .....                | 41        |
| 3.4 单一气体的特性 .....                | 44        |
| 3.5 不同材料的混合气体保护焊 .....           | 48        |
| 3.6 气体流量 .....                   | 52        |
| 3.7 供气系统 .....                   | 53        |
| 3.8 配气安全 .....                   | 55        |
| 3.9 气体及气体配制的发展 .....             | 56        |
| 参考文献 .....                       | 57        |
| <b>第 4 章 MIG 焊用焊接材料 .....</b>    | <b>58</b> |
| L-E STRIDH, ESAB AB, 瑞典          |           |
| 4.1 标准 .....                     | 58        |
| 4.2 不同母材的焊丝选用 .....              | 60        |
| 4.3 焊丝直径及其对焊接过程的影响 .....         | 60        |
| 4.4 焊接材料的性能 .....                | 61        |
| 4.5 对焊丝的分析及其对焊接性能的影响 .....       | 64        |
| <b>第 5 章 药芯焊丝电弧焊 .....</b>       | <b>65</b> |
| L-E STRIDH, ESAB AB, 瑞典          |           |
| 5.1 概述 .....                     | 65        |
| 5.2 药芯焊丝的 EN 标准 .....            | 66        |
| 5.3 焊接材料 .....                   | 69        |
| 5.4 典型应用 .....                   | 71        |
| 5.5 药芯焊丝的选择 .....                | 72        |
| 5.6 药芯焊丝的局限性 .....               | 73        |
| <b>第 6 章 脉冲 MIG 焊 .....</b>      | <b>75</b> |
| K.WEMAN, Wemab AB, 瑞典            |           |
| 6.1 概述 .....                     | 75        |

|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| 6.2 原理 .....                     | 75        |
| 6.3 焊接设备及控制技术 .....              | 79        |
| 参数文献 .....                       | 81        |
| <b>第7章 MIG 钎焊 .....</b>          | <b>82</b> |
| G.LINDÉN, Air Liquide Gas AB, 瑞典 |           |
| 7.1 概述 .....                     | 82        |
| 7.2 钎焊原理 .....                   | 82        |
| 7.3 母材与填充材料 .....                | 84        |
| 7.4 保护气体 .....                   | 84        |
| 7.5 钎焊设备 .....                   | 85        |
| 7.6 钎焊工艺及钎焊接头 .....              | 85        |
| 7.7 结论 .....                     | 87        |
| 7.8 发展趋势 .....                   | 87        |
| 参考文献 .....                       | 87        |

## 第二篇 质量与安全

|                                                       |            |
|-------------------------------------------------------|------------|
| <b>第8章 MIG/MAG 高效焊接方法 .....</b>                       | <b>88</b>  |
| J.HEDEGÅRD, Corrosion & Metals Research Institute, 瑞典 |            |
| 8.1 概述 .....                                          | 88         |
| 8.2 电弧焊高效焊接基础 .....                                   | 89         |
| 8.3 单丝焊提高生产效率的方法 .....                                | 92         |
| 8.4 双丝焊 .....                                         | 98         |
| 8.5 激光-MIG/MAG 复合焊 .....                              | 102        |
| 8.6 方法选择与成本比较 .....                                   | 104        |
| 8.7 发展趋势 .....                                        | 105        |
| 参考文献 .....                                            | 106        |
| <b>第9章 MIG 焊接头质量评定 .....</b>                          | <b>108</b> |
| P.NERMAN, Corrosion & Metals Research Institute, 瑞典   |            |
| 9.1 概述 .....                                          | 108        |
| 9.2 焊缝不连续性 .....                                      | 109        |
| 9.3 无损检测方法及其在各类焊缝不连续性上的应用 .....                       | 118        |
| 参考文献 .....                                            | 119        |

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| <b>第 10 章 MIG 焊的职业健康与安全</b> | <b>120</b> |
| K. WEMAN, Wemab AB, 瑞典      |            |
| 10.1 概述                     | 120        |
| 10.2 电气危害                   | 120        |
| 10.3 电磁场                    | 123        |
| 10.4 机器安全与防护                | 125        |
| 10.5 焊接烟尘与气体                | 127        |
| 10.6 通风措施                   | 129        |
| 10.7 辐射                     | 131        |
| 10.8 噪声                     | 134        |
| 10.9 人机工程学                  | 134        |
| 10.10 飞溅                    | 136        |
| 10.11 火灾                    | 136        |
| 参考文献                        | 138        |

|                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| <b>第 11 章 降低 MIG 焊成本的方法</b>       | <b>139</b> |
| G. LINDÉN, Air Liquide Gas AB, 瑞典 |            |
| 11.1 概述                           | 139        |
| 11.2 MIG/MAG 焊的经济性                | 140        |
| 11.3 焊接成本概念                       | 140        |
| 11.4 成本计算                         | 142        |
| 11.5 有效厚度                         | 143        |
| 11.6 焊接成本计算的计算机程序                 | 144        |
| 11.7 降低焊接成本的方法                    | 144        |
| 11.8 机械化、自动化、机器人焊接                | 145        |

### 第三篇 应 用

|                                      |            |
|--------------------------------------|------------|
| <b>第 12 章 无表面涂层钢板和表面涂层钢板的焊接</b>      | <b>146</b> |
| T. NILSSON and A. SKIRFORS, SSAB, 瑞典 |            |
| 12.1 概述                              | 146        |
| 12.2 结构钢和压力容器钢                       | 146        |
| 12.3 冷轧和镀锌薄钢板                        | 154        |
| 参考文献                                 | 163        |

|                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>第 13 章 不锈钢的 MIG 焊接</b> .....                                     | 164 |
| G.LINDÉN, Air Liquide Gas AB, 瑞典                                    |     |
| 13.1 概述 .....                                                       | 164 |
| 13.2 奥氏体不锈钢 .....                                                   | 164 |
| 13.3 铁素体不锈钢 .....                                                   | 167 |
| 13.4 铁素体-奥氏体双相不锈钢 .....                                             | 167 |
| 13.5 铁素体-马氏体双相不锈钢 .....                                             | 168 |
| 13.6 结论 .....                                                       | 169 |
| 参考文献 .....                                                          | 169 |
| <b>第 14 章 铝及铝合金的 MIG 焊接</b> .....                                   | 170 |
| G.LINDÉN, Air Liquide Gas AB, 瑞典                                    |     |
| 14.1 概述 .....                                                       | 170 |
| 14.2 铝及铝合金的性能 .....                                                 | 170 |
| 14.3 欧洲标准中铝合金的设计 .....                                              | 171 |
| 14.4 铝及铝合金的 MIG 焊 .....                                             | 172 |
| 14.5 发展趋势 .....                                                     | 177 |
| 参考文献 .....                                                          | 177 |
| <b>第 15 章 MIG 焊机器人设备</b> .....                                      | 178 |
| D.SKARIN, J.NILSSON and D.GREEN, ABB Automation Technologies AB, 瑞典 |     |
| 15.1 概述 .....                                                       | 178 |
| 15.2 弧焊机器人的应用类型 .....                                               | 180 |
| 15.3 焊接变位机 .....                                                    | 181 |
| 15.4 机器人生产的概念 .....                                                 | 188 |
| 15.5 系统集成 .....                                                     | 197 |
| 15.6 系统安全 .....                                                     | 204 |
| 15.7 离线软件工具 .....                                                   | 208 |
| <b>第 16 章 机器人 MIG 焊的优化应用</b> .....                                  | 212 |
| R.GUDMUNDSON, Air Liquide Gas AB, 瑞典                                |     |
| 16.1 概述 .....                                                       | 212 |
| 16.2 焊接工艺 .....                                                     | 212 |
| 16.3 工件的设计 .....                                                    | 213 |
| 16.4 焊前零部件的准备和装配 .....                                              | 217 |

---

|               |                                         |            |
|---------------|-----------------------------------------|------------|
| 16.5          | 焊接设备、填充材料和保护气体 .....                    | 220        |
| 16.6          | 焊接工艺和编程 .....                           | 221        |
| <b>第 17 章</b> | <b>机器人 MIG 焊在汽车工业中的应用 .....</b>         | <b>223</b> |
|               | R. GUDMUNDSON, Air Liquide Gas AB, 瑞典   |            |
| 17.1          | 概述 .....                                | 223        |
| 17.2          | 后支撑臂 .....                              | 223        |
| 17.3          | 车体焊接 .....                              | 228        |
| 17.4          | 致谢 .....                                | 229        |
| <b>第 18 章</b> | <b>机器人 MIG 焊在重型车辆上的应用 .....</b>         | <b>230</b> |
|               | H. BROSTRÖM, Volvo Wheel Loaders AB, 瑞典 |            |
| 18.1          | 概述 .....                                | 230        |
| 18.2          | 重型轮式装载机的框架焊接 .....                      | 230        |
| 18.3          | 未来的发展趋势 .....                           | 234        |

# 第一篇 MIG 焊技术

---

## 第 1 章 MIG 焊方法

K.WEMAN, Wemab AB, 瑞典

### 1.1 概述

熔化极气体保护电弧焊 (Gas metal arc welding, 缩写为 GMAW) 的保护气体如果是惰性气体, 例如氩气, 可称之为 MIG (Metal inert gas) 焊; 保护气体如果是活性气体, 例如气体中含有一定量的  $\text{CO}_2$ , 可称之为 MAG (metal active gas) 焊。在欧洲, 熔化极气体保护电弧焊方法通常称为 MIG/MAG 焊或 MIG 焊。

MIG 焊方法具有起弧容易、收弧方便以及效率高等特点, 因此广泛应用于厚板及薄板焊接。与焊条电弧焊相比 (MMA), MIG 焊无需频繁地更换焊条和焊后清渣。

MIG 焊是焊丝 (金属丝) 通过焊枪送进, 并在电弧中燃烧的过程。焊丝具有承载焊接电流及作为填充金属的作用。电弧电能由焊接电源供给。焊接电弧和焊接熔池由气体来保护, 保护气体可以是惰性的, 也可以是活性的。惰性气体不与熔融金属反应, 例如氩和氦; 另一方面, 活性气体参与电弧及熔融金属的反应, 例如氩气中含有微量的二氧化碳气体。

为提高焊接性能, 很重要的一点便是选择正确的焊接参数。MIG 焊中的参数有: 焊接电压、送丝速度及保护气体流量等。

#### 1.1.1 MIG 焊原理

MIG 焊的原理如图 1.1 所示。电弧在工件与焊丝之间引燃。焊丝连续送进, 以补充被熔化的焊丝。焊丝由焊丝盘供给, 送丝轮推动焊丝穿入送丝导管而进入焊枪。送丝导管外包送丝软管。电弧所用电能由焊接电源供给。焊接电流经焊枪中的导电嘴传导到焊丝。通常导电嘴连接到电源的正极, 工件连接到电源的负极。引燃电弧便接通电路。

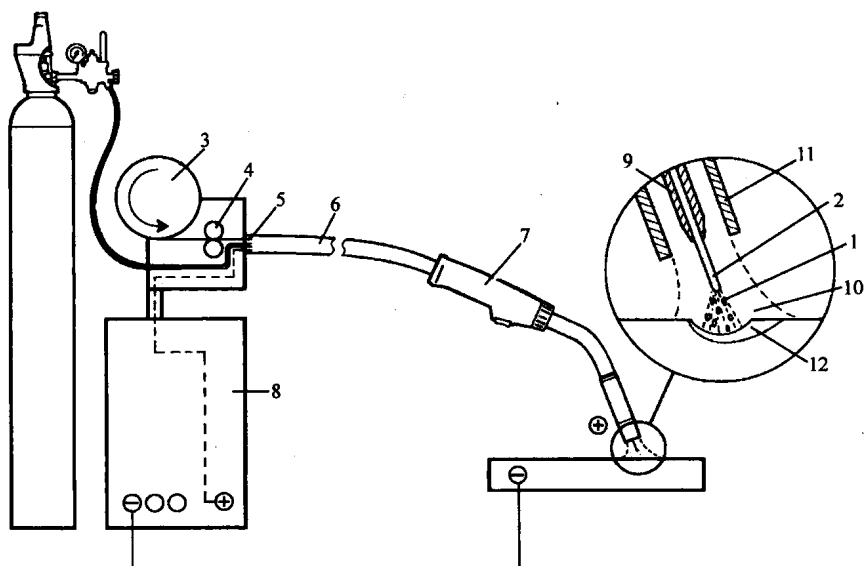


图 1.1 MIG 焊原理

- 1—电弧 2—焊丝 3—焊丝盘 4—送丝轮 5—送丝导管 6—送丝软管 7—焊枪  
8—电源 9—导电嘴 10—保护气体 11—保护气体喷嘴 12—焊接熔池

细径焊丝的直径通常在 1mm 左右，由送丝器以每分钟几米的速度送进。弧焊电源为平特性，电弧电压根据电弧长度自动调节。

保护气体保护焊丝、电弧和熔池免受周围空气的影响。焊接时，保护气体经套在焊枪上的喷嘴喷出，这些保护气体可以是惰性气体，也可以是活性气体。如果是惰性气体，则意味着该气体是不活泼的，不会参与焊接熔池的反应。

由于填充丝自动送进，焊枪在工件表面手工移动，MIG 焊方法通常被认为是一种半自动的焊接方法。但是通过使焊枪或工件机械运动，也很容易实现自动焊接。

机器人焊接是一种常用的自动焊接方法，这是由于机器人很容易通过改编程序以适应新的工况。机器人结合了焊接运动与胎具运动。机器人控制系统存入了各种焊接数据，可以寻找焊接起始点，进行焊缝跟踪，还可以摆动焊接。机器人的焊接将在第 15 章、第 16 章进行介绍。

### 优点、局限性及应用

在 MIG 焊的所有优点中，最突出的优点是 MIG 焊具有效率高、对工件的热输入低以及很容易实现自动焊接等特点。与焊条电弧焊相比，MIG 焊由于焊接过程中无需更换填充金属，焊后无需清渣，生产效率更高。

MIG 焊接方法操作灵活方便，应用范围很广：