

电弧螺柱焊理论基础与应用

马福临 编著



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

电弧螺柱焊理论基础与应用

马福临 编著

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

电弧螺柱焊理论基础与应用/马福临编著. —北京:北京理工大学出版社, 2002. 11

ISBN 7-900638-37-7

I. 电… II. 马… III. 电弧焊:螺柱焊 IV. TG44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 083735 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68912824(发行部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

电子邮箱 / chiefedit@bitpress.com.cn

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京房山先锋印刷厂

装 订 / 天津市武清区高村装订厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1 / 16

印 张 / 10.25

字 数 / 195 千字

版 次 / 2002 年 11 月第 1 版 2002 年 11 月第 1 次印刷

印 数 / 1~3000 册

责任校对 / 郑兴玉

定 价 / 22.00 元

责任印制 / 李绍英

图书出现印装质量问题,本社负责调换

现代拉弧焊功率单元—逆变器

IT 800

特点

- ★螺柱焊和电弧焊全能焊机螺柱焊直径至12 mm，电弧焊电流200 A。
- ★无法比拟的价格—性能比。
- ★基于高频（30 kHz）和分别设置电流和时间。在焊接过程中可以完全动态控制外界的干扰，能降低对焊接质量的影响。例如工件有污染。
- ★当焊接由低碳钢、不锈钢或铝制成的螺柱、衬套、销钉、绝缘钉、锚栓时，具有优越的质量。
- ★当铝和黄铜转接脉冲电弧焊接时，具有挺好的特性。
- ★当电网电压严重波动（ $\pm 20\%$ ）时，也能有恒定的焊接质量。
- ★拉弧螺柱焊和电弧焊均能使用。
- ★质量较轻（18kg）、结实以及尺寸较小，现场施工无比的灵活。



套筒磁控旋弧自动焊机PC-M3

世界新产 品

几乎可以用于任何金属加工工业；具有很低的热量输入，可避免工件变形，能得到可承受高负荷和动载荷能力的气密性焊接接头。焊接套筒外径至30 mm。

优点

- ★套筒零件焊接最革新的焊接过程。
- ★具有低的制造成本和高生产率。
- ★不需要焊接耗材和不需焊后加工。
- ★焊头自动编程。
- ★低能量消耗。



前 言

电弧螺柱焊(本书简称螺柱焊)作为焊接学科的一个分支是各国工业领域广泛应用的加工和装配方法。除了手工焊和半自动焊外,目前已有全自动和用机械人焊接的成套螺柱焊装备。

在近 20 年来,螺柱焊技术的发展、学术的繁荣是前所未有的。主要表现在螺柱焊基础理论的深化和新一代螺柱焊机的不断涌现,诸如:已系列化的逆变电源螺柱焊机、利用减阻技术打破由焊枪机械调节的协同式拉弧螺柱焊机、图书馆式储存焊接参数和焊接过程分析因数自我评价尖端引燃螺柱焊机、根据不同产品推出的数控自动螺柱焊专机等,从而使螺柱焊机的功能达到新的水平。

这种焊接工艺值得称赞的优越性主要是:

- 在工业生产中具有多领域应用;
- 快速的焊接过程;
- 焊接具有高质量和好的再现性;
- 在各式各样不同等级机械化焊接情况下,提供高性能、价格比的焊机。

但是,应当注意的是这种高生产率的焊接工艺有许多影响因素。因此,对螺柱焊工艺的理解和熟知生产经验,对于应用这种工艺是很重要的。

螺柱焊的发展使从事这个专业的工作者面临更新知识、吸收和推广新技术的任务,而国内目前还缺乏这方面较系统和应用性强的著作。

本书与时俱进,仅就螺柱焊的基础知识、近期推出的先进螺柱焊机的性能和成熟的生产应用经验以及 ISO 标准对螺柱焊有关规定作介绍,并力求做到理论联系实际,以利于科学实验和生产实践的应用,期望能对本专业和非专业工作者都有所裨益。

本书由马福临、王瀚平、王智广、王钢和田大标编写。在编写过程中,得到下列公司和个人的帮助,谨在此表示感谢。

公司:

HBS Bolzenschweißsystem GmbH & CO. KG, Dochu, Germany

SNG Technischer Service Ratingen, Germany

北京市实耐固科技开发有限公司

个人:

工程博士 T. Reiter

工程博士 KerstinStache

工程学士 NiKolaus Merz

工程学士 Kwanko Lok 乐君浩

Heinz Steger

由于水平有限,书中存在疏漏和错误在所难免,恳切希望读者给予批评和指正。

马福临

2002年6月



作者简介

马福临 (1928年生) 高级工程师

1951年和1953年先后毕业于北京大学电机系和哈尔滨工业大学焊接研究生班。

1990年前曾任职于第一汽车集团工艺研究所焊接实验室,并兼任中国机械工程师协会焊接学会理事及第III委员会委员。

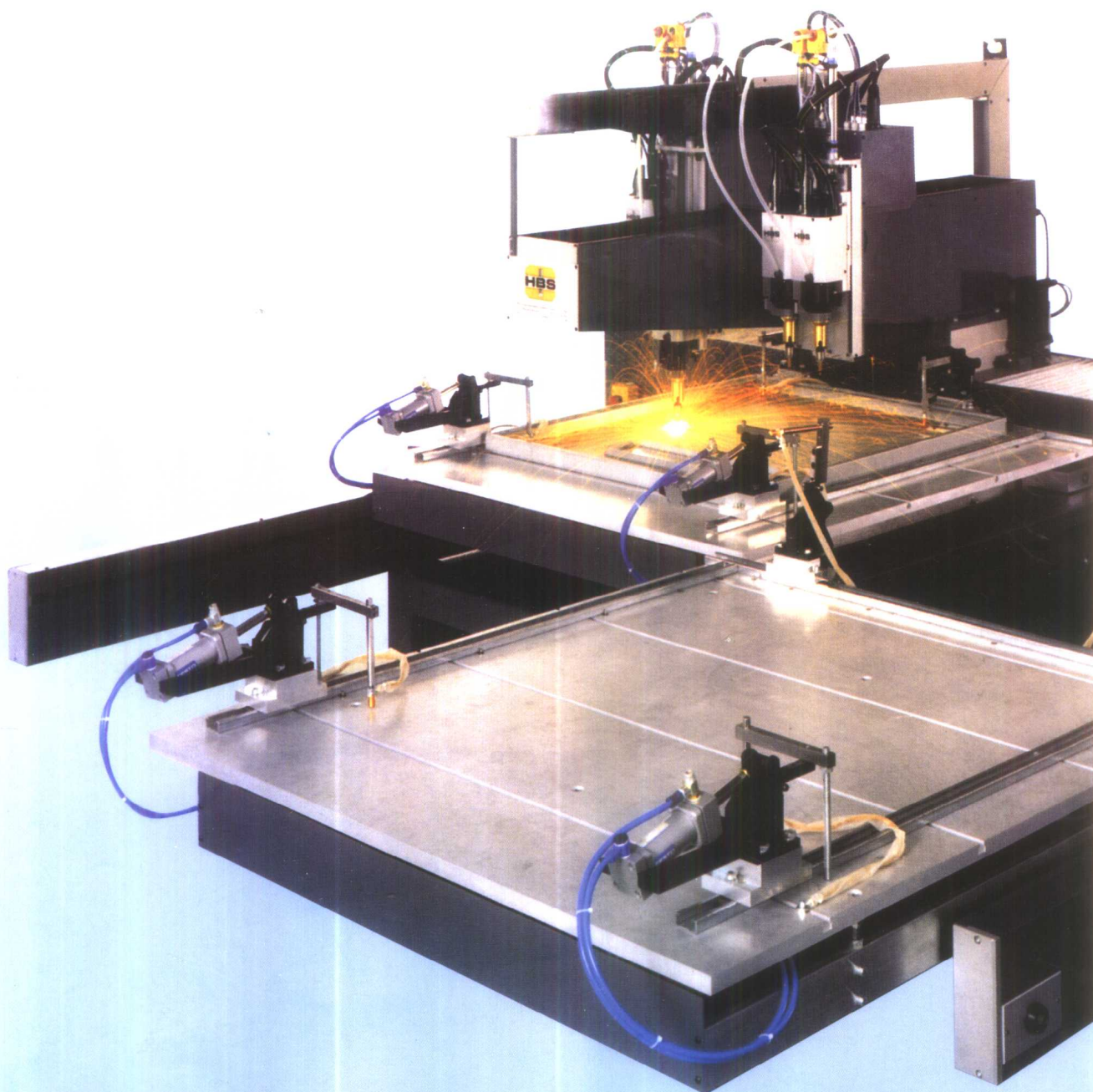
现任北京实耐固科技开发有限公司高级技术顾问和中国汽车工程学会焊接专业委员会技术顾问。

已出版著作:《汽车车轮二氧化碳自动焊接生产线》、《电阻焊工艺与实践》、《汽车车身点焊机械人装焊线工艺设计》。



悬臂式

自动螺柱焊机



PC系列螺柱焊生产中心

用于所有螺柱焊系统

高质量产品

焊接过程控制可靠

微观控制

设计概念基于CAN母线基本原理

PC-S

螺柱手工或自动上料



固定台面

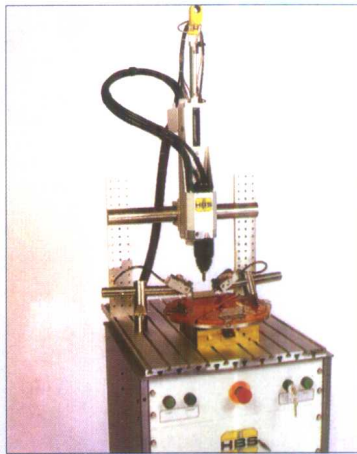
工件定位装置

容易操作

短的焊机调整时间

PC-ST

具有旋转工作台



旋转台

较高自动化

有上料和下料系统

用于小批和大批生产

PC-C

具有焊机防护罩的CNC-控制



全自动焊接程序

存储10个程序

微机控制

显示器显示错误

目 录

第 1 章 螺柱焊的方法和特点	(1)
1.1 螺柱焊的方法	(1)
1.1.1 拉弧螺柱焊	(1)
1.1.2 电容放电尖端引燃螺柱焊	(4)
1.1.3 电容放电尖端引燃螺柱焊时焊接回路的变化状态	(7)
1.2 螺柱焊的特性参数	(9)
1.3 螺柱焊的特点	(10)
第 2 章 螺柱焊的金属材料和辅助材料	(12)
2.1 金属材料的可焊性	(12)
2.2 适合螺柱焊螺柱材料和母材组合可焊性	(14)
2.3 由非合金钢制成的螺柱焊	(18)
2.3.1 硬化	(18)
2.3.2 时效和晶粒度	(18)
2.3.3 变形能力	(18)
2.4 非合金钢和合金钢制成的螺柱焊	(19)
2.4.1 奥氏体-铁素体螺柱焊	(19)
2.4.2 δ -铁素体和 α -铁素体螺柱焊	(20)
2.5 异种金属的组合螺柱焊	(20)
2.6 铝螺柱焊	(21)
2.6.1 铝焊接时的特征	(21)
2.6.2 铝螺柱焊接时要注意的问题	(22)
2.6.3 电容放电尖端引燃铝螺柱焊	(23)
2.6.4 拉弧铝螺柱焊	(23)
2.7 辅助材料的种类和作用	(24)
2.7.1 陶瓷环	(25)
2.7.2 保护气体	(25)
2.7.3 螺柱引燃间端附加物	(26)
第 3 章 螺柱焊过程及其影响参数	(27)

3.1	螺柱焊的焊接电流	(27)
3.2	螺柱焊的电弧	(27)
3.2.1	拉弧螺柱焊的电弧	(28)
3.2.2	电容放电尖端引燃螺柱焊的电弧	(29)
3.3	电弧偏吹和补救方法	(30)
3.4	焊透形状及其重要性	(32)
3.5	螺柱焊的冷却过程	(34)
3.6	非合金钢螺柱焊时生成的气孔	(34)
3.6.1	物理和化学反应	(34)
3.6.2	消除气孔的措施	(35)
第4章	螺柱焊结构设计和生产提示	(37)
4.1	一般知识	(37)
4.1.1	对设计和生产螺柱焊结构的建议	(37)
4.1.2	螺柱直径和钣厚的关系	(37)
4.2	螺柱焊结构设计基础	(38)
4.2.1	以静载荷为主的螺柱焊结构	(38)
4.2.2	具有动载荷的螺柱焊结构	(40)
4.3	用陶瓷环或气体保护拉弧螺柱焊	(40)
4.3.1	螺柱形式	(40)
4.3.2	焊缝加强高	(40)
4.3.3	焊接时的定位	(41)
4.3.4	螺柱的长度	(41)
4.3.5	内应力	(42)
4.3.6	偏转力	(42)
4.3.7	膨胀度	(42)
4.3.8	拉弧焊不同操作位置的极限直径	(42)
4.3.9	表面涂层	(43)
4.4	电容放电螺柱焊	(45)
4.4.1	螺柱形式	(45)
4.4.2	螺柱的长度	(45)
4.4.3	焊接时的定位	(45)
4.4.4	缺口效应	(46)
4.4.5	焊接位置	(46)

4.4.6 表面涂层	(46)
4.4.7 背面印痕	(47)
4.4.8 对邻近焊接部位的影响	(48)
4.5 避免带涂层钢板的焊接飞溅和熏黑的斑痕	(48)
第5章 螺柱焊不同焊接方法的工艺参数	(49)
5.1 用于陶瓷环或气体保护拉弧螺柱焊的工艺参数	(49)
5.2 短周期拉弧螺柱焊的工艺参数	(51)
5.3 自动送料短周期拉弧螺柱焊的工艺参数	(52)
5.4 电容放电拉弧螺柱焊和电容放电尖端引燃螺柱焊的工艺参数	(53)
第6章 螺柱焊工艺说明书的制订	(55)
6.1 概要	(55)
6.2 螺柱焊工艺说明书的内容	(56)
第7章 螺柱焊焊接工艺检验	(58)
7.1 焊接工艺的确认	(58)
7.2 审查和检验范围	(58)
7.3 审查和检验评定标准	(59)
7.3.1 总则	(59)
7.3.2 外观检验	(60)
7.3.3 弯曲检验	(60)
7.3.4 扭力扳手弯曲检验	(61)
7.3.5 拉伸检验	(62)
7.3.6 低倍检验	(62)
7.3.7 X-射线检验	(62)
7.3.8 附加检验	(63)
第8章 螺柱焊设备和工艺装备	(64)
8.1 一般情况	(64)
8.1.1 用陶瓷环或气体保护拉弧螺柱焊和短周期拉弧焊设备	(64)
8.1.2 电容放电螺柱焊和电容放电尖端引燃螺柱焊设备	(66)
8.2 新型螺柱焊机	(67)
8.2.1 逆变电源螺柱焊机	(67)
8.2.2 协同式螺柱焊接系统	(68)
8.2.3 CDM 系列微机控制电容放电尖端引燃螺柱焊机	(70)
8.3 螺柱焊整流器连续功率的判断	(73)

8.4	螺柱焊电缆的电压降	(75)
8.5	螺柱自动送料器	(76)
8.6	TKM 系列数控龙门架螺柱自动焊机	(77)
8.6.1	TKM 系列数控龙门架螺柱自动焊机技术数据	(77)
8.6.2	控制系统	(78)
8.6.3	操作平台	(78)
第 9 章	螺柱焊的缺陷和校正方法	(79)
9.1	用陶瓷环或气体保护拉弧螺柱焊的缺陷和校正方法	(79)
9.2	短周期拉弧螺柱焊的缺陷和校正方法	(81)
9.3	电容放电拉弧螺柱焊和电容放电尖端引燃螺柱焊的缺陷和校正方法	(84)
第 10 章	螺柱焊生产过程质量控制	(87)
10.1	总则	(87)
10.2	常规生产检验	(88)
10.3	简单生产检验	(88)
10.4	常规和简单生产检验的再检验	(89)
10.5	在线生产监控	(89)
10.6	生产日志	(91)
10.7	不一致性和校正工作	(91)
10.8	测量校准和检验设备	(91)
10.9	投产或每班开始时的检验	(91)
第 11 章	对螺柱焊操作人员的要求	(93)
11.1	参加焊接生产前的培训	(93)
11.2	理论知识考核	(93)
11.3	焊接技术考核	(93)
11.4	参加焊接生产前的再考核	(94)
第 12 章	螺柱焊的劳动保护和设备安全及工艺装备的保养	(95)
12.1	螺柱焊的劳动保护	(95)
12.1.1	电击的危险	(95)
12.1.2	弧光辐射	(95)
12.1.3	噪声	(96)
12.1.4	有害气体及烟尘	(96)
12.1.5	焊接飞溅	(96)
12.2	设备安全	(97)

12.3 工艺装备的保养	(98)
12.3.1 手动焊枪预防性技术保养	(98)
12.3.2 半自动焊枪预防性技术保养	(98)
12.3.3 T型钉自动送料器预防性技术保养	(100)
12.3.4 螺柱自动送料器的保养	(100)
第 13 章 螺柱焊在工业领域中的应用和发展趋势	(101)
13.1 综合情况	(101)
13.2 在工业领域中的典型应用	(101)
13.2.1 在建筑工程中的应用	(101)
13.2.2 在造船工业中的应用	(109)
13.2.3 在汽车工业中的应用	(111)
13.2.4 在耐火材料工业中的应用	(114)
13.2.5 高强度耐磨损螺柱在有关行业中的应用	(117)
13.3 螺柱焊自动化专机	(118)
13.3.1 家用热水器螺柱焊专机	(119)
13.3.2 银行保管箱安全锁螺柱焊专机	(120)
13.3.3 建筑业用钹刀(抹子)螺柱焊专机	(121)
13.4 螺柱焊的发展趋势	(122)
第 14 章 套筒磁控旋弧焊工艺和应用	(123)
14.1 焊接原理	(123)
14.2 HBS 标准套筒的几何尺寸	(124)
14.3 套筒材料和母材组合可焊性	(124)
14.3.1 套筒材料的技术条件	(124)
14.3.2 套筒材料和母材组合可焊性	(125)
14.4 焊机	(126)
14.4.1 套筒手动磁控旋弧焊机	(126)
14.4.2 套筒自动磁控旋弧焊机	(127)
14.5 套筒磁控旋弧焊的焊接工艺参数	(128)
14.6 焊接质量检验	(129)
14.6.1 外观检验内容	(129)
14.6.2 坚固性检验	(129)
14.7 焊接缺陷及其原因	(130)
14.8 套筒磁控旋弧焊的优缺点	(130)

14.9 应用范围和实例.....	(131)
附录 ISO 13918 1998 用于电弧焊螺柱的尺寸和质量	(133)
参考文献.....	(151)
标准.....	(152)

第 1 章 螺柱焊的方法和特点

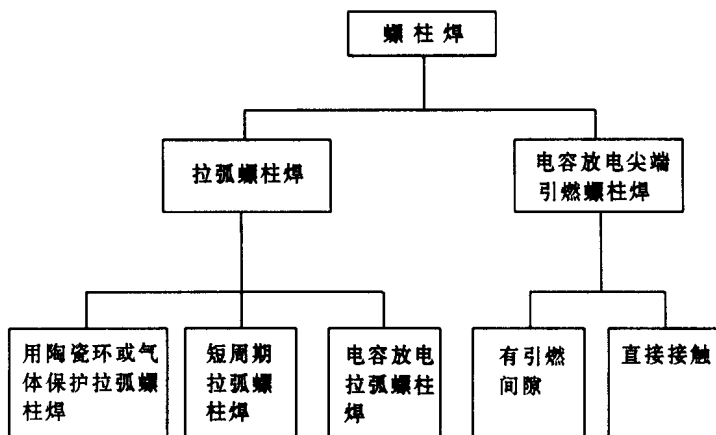
螺柱焊是将金属螺柱或其它类似的紧固件焊至工件的方法。实现螺柱焊接方法有多种,如:电弧螺柱焊、电阻焊法、摩擦焊法和凸焊法等。本书所述的是电弧螺柱焊(以下简称螺柱焊)。

原则上说螺柱焊与手工电弧焊十分相似,只不过这里的螺柱既是被焊材料之一,同时又是无药皮的焊条。

螺柱焊时,螺柱被夹持在焊接的夹持器内,操作者将焊枪支撑脚(或套筒)定位,螺柱作用在工件上。当操作者按压焊枪启动按钮时,焊枪中的磁力提升机构使螺柱上升引弧,这样导致螺柱面和工件熔化。当磁力提升机构的电磁铁释放时压缩弹簧加压使螺柱浸入熔池。并将液态金属部分挤出接头之外,从而形成再结晶和重结晶混合接头。当熄弧后,仍保持几毫秒短路电流形成加压顶锻。所以,这种焊接方法归属于电弧焊特殊焊接方法。

1.1 螺柱焊的方法

根据螺柱焊操作过程的不同,按 ISO 4063 分为两大类:



1.1.1 拉弧螺柱焊

1. 用陶瓷环或气体保护拉弧螺柱焊

这种操作方法通常用于焊接直径为 3 ~ 25 mm 的螺柱,焊接电流约 3 000 A 和焊接时间