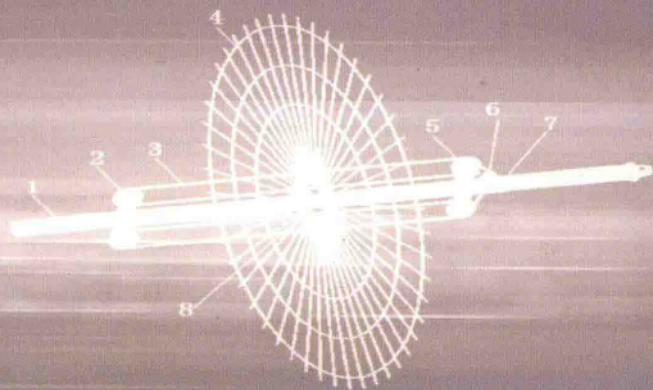




异形涵管钢筋骨架 自动变径高速滚焊机

齐继阳 唐文献 张 勇
李金燕 赵 亚

著



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

异形涵管钢筋骨架自动变径高速滚焊机

齐继阳 唐文献 张 勇 李金燕 赵 亚 著

华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 简 介

异形涵管在人类生存环境中的应用越来越普及,导致了异形涵管钢筋骨架自动变径高速滚焊机的需求增大。由于异形涵管钢筋骨架自动变径高速滚焊机的设计、制造涉及机械设计、机电控制、人工智能等多领域的知识,因此研究如何设计、制造异形涵管钢筋骨架自动变径高速滚焊机是十分重要的。本书从异形涵管钢筋骨架自动变径高速滚焊机的机械机构设计、控制系统设计、远程监控系统设计、钢筋电阻焊焊接工艺参数优化,以及焊接缺陷检测方法等方面进行了论述。

本书适合制造科学领域从事研究、开发、管理的各类人员使用,可以作为机械制造及其自动化、机械电子工程、计算机应用等相关专业高年级本科生的选修教材,以及硕士、博士研究生的参考教材。本书也可作为建材行业工程技术人才了解异形涵管钢筋骨架自动变径高速滚焊机核心技术的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

异形涵管钢筋骨架自动变径高速滚焊机/齐继阳等著. —武汉:华中科技大学出版社,2019.4
ISBN 978-7-5680-5120-0

I. ①异… II. ①齐… III. ①缝焊-焊机 IV. ①TG438.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 066765 号

异形涵管钢筋骨架自动变径高速滚焊机

Yixing Hanguan Gangjin Gujia Zidong
Bianjing Gaosu Gunhanji

齐继阳 唐文献 张 勇 著
李金燕 赵 亚

策划编辑:汪 富

责任编辑:邓 薇

封面设计:原色设计

责任监印:徐 露

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)
武汉市东湖新技术开发区华工科技园

电话:(027)81321913
邮编:430223

录 排:武汉楚海文化传播有限公司

印 刷:武汉惜木印刷有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:8.75

字 数:215 千字

版 次:2019 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:48.00 元



华中出版

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

前 言

为了提高城市的功能、美化城市的景观,大量为人类服务的各种设施多埋设于地下涵管中,用于管道工程的混凝土制品得到极大的丰富和提高。在管道工程中应用的预制混凝土制品除了圆形涵管外,异形涵管迅速发展,成了管道工程中重要组成部分。异形涵管主要优点:①可以根据工程的地理环境等各项条件,合理地调整涵管的宽度和高度,满足输送介质的流量要求和合理地占用地下空间;②可按照工程需要设计成理想的断面形状,优化使用功能;③可以通过合理的断面形状设计提高承载能力,减少材料用量。

异形涵管钢筋骨架自动变径高速滚焊机,彻底克服了目前滚焊机只能生产圆管钢筋骨架、劳动强度大、生产效率低、操作复杂、自动化程度低等缺点,可实现各种异形涵管的钢筋骨架的焊接成形。目前我国还没有能力生产异形涵管钢筋骨架滚焊机,异形涵管钢筋骨架滚焊机完全依赖进口,国外对其的垄断导致产品价格异常高,增加了混凝土与水泥制品企业的负担。本书作者在江苏省产学研前瞻性联合研究项目“异形管钢筋骨架自动变径高速滚焊机研发”的资助下,开展了异形涵管钢筋骨架自动变径高速滚焊机核心技术的研发。为使国内企业掌握异形涵管钢筋骨架自动变径滚焊机的核心技术,打破国外的垄断地位,提高钢筋骨架制造水平,满足钢筋混凝土管桩行业发展的需要,本书作者力图将自己的研究成果汇编成书,呈献给读者。

本书共分9章。第1章为绪论,介绍了钢筋骨架滚焊机的应用领域、机械机构和工作原理,概述了国内外滚焊机设备研究现状。第2章为异形涵管钢筋骨架自动变径高速滚焊机结构分析与设计,提出滚焊机设计方案,叙述了变径系统、牵引系统、主驱动系统和焊接进给系统的结构形式。第3章为异形涵管钢筋骨架自动变径高速滚焊机控制系统设计,阐述了如何设计异形涵管钢筋骨架自动变径高速滚焊机的控制系统和远程监测系统。第4章为滚焊机钢筋电阻焊过程分析与有限元模型建立,阐述了非线性有限元基本理论、热分析基本理论、耦合场分析理论和电阻点焊热源理论;分析了钢筋骨架焊接特点及焊接过程;通过合理的假设与简化,建立了合理的热、电、力耦合有限元模型。第5章为滚焊机钢筋电阻焊过程仿真分析,分析建立好的有限元模型,研究焊接过程温度场变化、动态电阻变化、熔核成长等问题;通过试验验证了数值分析结果;改变工艺参数,分析各参数对焊接的影响情况,为滚焊机焊接参数的确定提供依据。第6章为钢筋骨架焊接缺陷检测系统总体设计,介绍了检测系统的总体设计思路及硬件的选型;并以VB.NET为编程语言,规划焊接缺陷检测系统的软件处理流程。第7章为钢筋骨架焊接缺陷图像处理与特征提取算法研究,主要研究了各种图像处理的算法,包括差分检测、图像降噪、图像增强、图像分割、焊缝区域和缺陷区域提取算法;设计了适合于焊接缺陷检测的图像处理算法,在此基础上,对缺陷区域进行目标标记和边缘轮廓跟踪,提取出焊接缺陷区域的特征参数。第8章为钢筋骨架焊接缺陷图像识别,对钢筋骨架常见焊接缺陷的类型做出分析,并针对每一种缺陷提出图像识别的方法,制定一套整体的图像识别规划路线,针对焊点脱落、表面裂纹和表面气孔缺陷,采用BP神经网络

络对焊接缺陷图像进行分类识别,从而识别出不同的缺陷类型。第9章为钢筋骨架焊接缺陷检测系统开发及应用,介绍了滚焊机钢筋骨架焊接缺陷检测系统的软件开发和应用。

本书的写作和出版是集体智慧和劳动的结晶。齐继阳统筹规划了本书的写作大纲、目录和定位,并且撰写了第2章和第3章;唐文献倡议和推动了该书的撰写工作,审阅了全部书稿并提出了许多方向性建设意见;张勇倡议该书的撰写和出版工作,审阅了部分章节,提出了许多宝贵意见;李金燕撰写了第6~9章;赵亚撰写了第1章、第4章和第5章。

本书在撰写过程中,参阅了同行的文献、资料,并得到了许多同行和专家的支持及帮助,在此表示衷心感谢。

由于作者水平有限,书中疏漏之处在所难免,敬请各位批评指正。

齐继阳

2018年6月于江苏科技大学

目 录

第 1 章 绪 论	(1)
1.1 钢筋骨架滚焊机简介	(1)
1.2 滚焊机设备研究现状	(4)
本章参考文献	(5)
第 2 章 异形涵管钢筋骨架自动变径高速滚焊机结构分析与设计	(7)
2.1 异形涵管钢筋骨架自动变径高速滚焊机概述	(7)
2.2 异形涵管钢筋骨架自动变径高速滚焊机整体方案	(7)
2.3 变径系统机械结构	(8)
2.4 牵引系统机械结构	(14)
2.5 主驱动系统机械结构	(20)
2.6 焊接进给系统机械结构	(20)
本章参考文献	(22)
第 3 章 异形涵管钢筋骨架自动变径高速滚焊机控制系统设计	(23)
3.1 多轴运动控制的研究现状	(23)
3.2 滚焊机的分布式控制系统设计	(23)
3.3 基于 485 总线和 ZigBee 的滚焊机控制系统设计	(31)
3.4 异形涵管钢筋骨架自动变径高速滚焊机远程监控系统设计	(35)
本章参考文献	(41)
第 4 章 滚焊机钢筋电阻焊过程分析与有限元模型建立	(43)
4.1 非线性有限元分析基本理论	(43)
4.2 滚焊机钢筋电阻焊热、电、力耦合理论基础	(46)
4.3 滚焊机钢筋电阻焊过程分析	(51)
4.4 滚焊机钢筋电阻焊有限元模型的建立	(55)
4.5 滚焊机钢筋电阻焊有限元模拟过程中材料物理性能和相关参数处理	(61)
本章参考文献	(65)

第 5 章 滚焊机钢筋电阻焊过程仿真分析	(67)
5.1 有限元数值模拟结果分析	(67)
5.2 模拟结果验证	(71)
5.3 焊接参数对焊接的影响分析	(73)
本章参考文献	(74)
第 6 章 钢筋骨架焊接缺陷检测系统总体设计	(75)
6.1 国内外研究现状	(76)
6.2 钢筋骨架焊接缺陷检测系统的总体设计思路	(78)
6.3 钢筋骨架焊接缺陷检测系统的硬件组成	(79)
6.4 视觉检测系统的软件处理流程	(83)
本章参考文献	(85)
第 7 章 钢筋骨架焊接缺陷图像处理与特征提取算法研究	(86)
7.1 焊接缺陷图像预处理算法	(86)
7.2 Otsu 图像分割优化算法	(93)
7.3 焊缝缺陷区域提取算法	(97)
7.4 缺陷区域目标标记和边缘轮廓跟踪算法	(99)
7.5 缺陷区域的几何特征参数计算	(103)
本章参考文献	(105)
第 8 章 钢筋骨架焊接缺陷图像识别	(107)
8.1 钢筋骨架常见焊接缺陷类型和识别方法	(107)
8.2 钢筋骨架焊接缺陷识别技术路线	(110)
8.3 基于 BP 神经网络的钢筋骨架缺陷识别	(111)
本章参考文献	(120)
第 9 章 钢筋骨架焊接缺陷检测系统开发及应用	(121)
9.1 钢筋骨架焊接缺陷检测系统开发	(121)
9.2 钢筋骨架焊接缺陷检测系统应用	(122)

第 1 章 绪 论

1.1 钢筋骨架滚焊机简介

1.1.1 钢筋骨架滚焊机的应用领域

随着城乡建设的快速发展,对广泛应用于高速铁路、高速公路、城市地下管网和路桥工程建设等的混凝土管道制品的需求量大大增加。目前,我国已成为当今世界生产、使用钢筋混凝土管道最多的国家,对混凝土制品内部的重要组成部分——钢筋骨架的生产需求也大大增加。在管道工程中应用的预制混凝土涵管除了圆形管道外,异形钢筋混凝土涵管也得到快速发展,包括方形、矩形、椭圆、卵形等横截面形状的涵管成了管道工程中重要的管材。异形钢筋混凝土涵管的主要优点:①可以依据实际应用中的地理环境等条件,合理调整涵管尺寸,在满足使用要求的前提下合理占用地下空间;②可根据工程的需要设置横截面形状,优化涵管使用功能;③可以通过合理的横截面形状设计提高涵管的承载能力,节省材料。几种不同横截面形状混凝土涵管如图 1.1 所示。异形钢筋混凝土涵管有诸多优点,却在混凝土制品中并没有得到广泛应用,其主要原因是异形涵管钢筋骨架的机械化加工很难实现自动化。

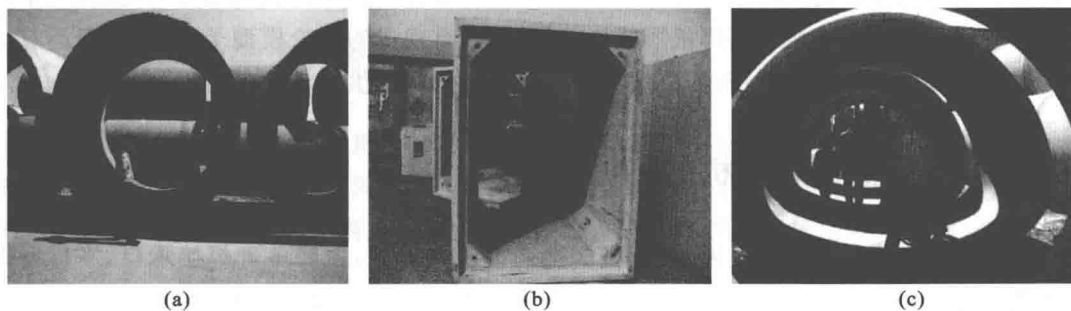


图 1.1 几种不同横截面形状混凝土涵管

(a)圆形涵管;(b)矩形涵管;(c)四圆形涵管

钢筋骨架最早于 20 世纪初出现在国外的混凝土涵管中,对混凝土涵管起到支撑、提高负载能力的作用,一般涵管内的钢筋骨架由环向钢筋螺旋地环绕于纵向钢筋上焊接而成,图 1.2 所示是圆形管钢筋骨架。到 20 世纪的二三十年代,美、德、英等国陆续建成规模化的钢筋骨架焊接工厂。此时的钢筋骨架完全利用人工焊接,其生产效率低、能耗量大。为了提升钢筋骨架生产效率,实现标准化、规模化制造,欧洲发明了钢筋骨架自动焊接设备——滚焊机。经过国外技术的引进和长期的研究与探索,目前国内也已经制造出拥有自主知识产权的自动变径滚焊机,在滚焊机的结构设计、自动化和精度控制方面都取得了不少成果。但

是,这些滚焊机所能加工的钢筋骨架横截面形状只能是圆形,无法加工方形、矩形、椭圆、卵形等横截面形状的钢筋骨架。目前国内异形涵管钢筋骨架的制作多采取人工焊接的方式,工艺复杂、效率极低。

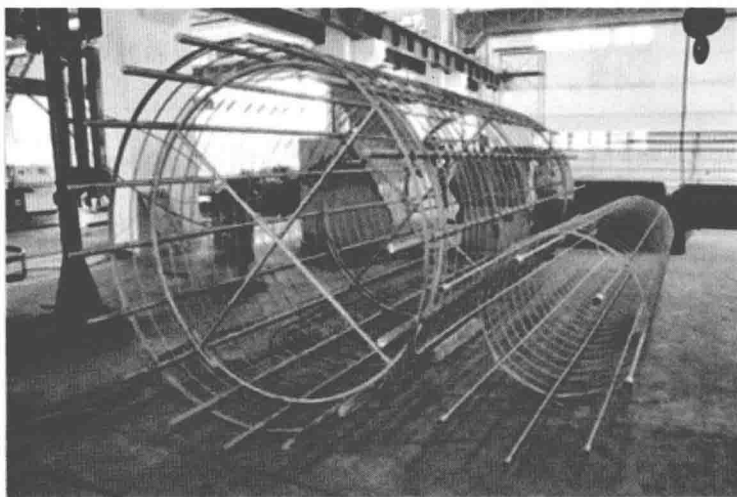


图 1.2 圆形管钢筋骨架

随着我国城市地下系统建设力度的加大及南水北调等工程的大规模开展,对于异形涵管钢筋骨架制造自动化、产业化的需求也愈来愈大,有必要研制针对异形涵管钢筋骨架制造的滚焊机设备。

另外,虽然滚焊机在国内也得到了较大规模的使用,在工程建设中起到了重要的作用,但是国内对于滚焊机焊接过程的研究尚且不足,焊接参数对焊接质量的作用理论也属于技术盲点。在钢筋骨架的实际生产过程中,焊接参数的选择往往采用试制的方法,浪费大量的时间和材料。由于滚焊机钢筋焊接形式比较特殊,没有现成的理论模型予以参照,因而有必要对焊接过程做深入的分析探讨,以期对焊接参数的选取提供一定的理论依据。

1.1.2 钢筋骨架滚焊机的机械结构

钢筋骨架滚焊机是混凝土涵管、管桩制造中的重要设备,主要负责焊接承口、平口型钢筋骨架。目前,国内很多厂家生产的滚焊机型号众多,这些机器类型不仅针对不同类型钢筋骨架,而且在结构形式、工作方式、控制方式上都有一些不同。滚焊机按照纵向钢筋移动方式可以分为推筋式滚焊机和拉筋式滚焊机;按照变径方式分为自动变径滚焊机和手动变径滚焊机;除了常见的圆形横截面钢筋骨架滚焊机,近年来市场上也出现了由国外引进的能生产矩形或方形横截面钢筋骨架的滚焊机。虽然滚焊机形式多种多样,但是其基本结构和原理都是相似的,常见滚焊机结构如图 1.3 所示。

滚焊机的工作部分可以分为驱动系统、焊接进给系统、牵引系统、变径系统等几大部分。驱动系统的主要功能是驱动主花盘与牵引花盘做回转运动,以实现环向钢筋在纵向钢筋上的缠绕。焊接进给系统主要实现滚焊机在焊接过程中的进给运动,保证在焊接点处焊接装置将环向钢筋以一定的压力压在纵向钢筋上并进行焊接。牵引系统的主要功能是驱动牵引

小车沿导轨做直线运动,与主驱动协调运动实现环向钢筋间距的调整。变径系统主要实现各个纵向钢筋相对于中心位置的调整,形成不同大小的横截面。

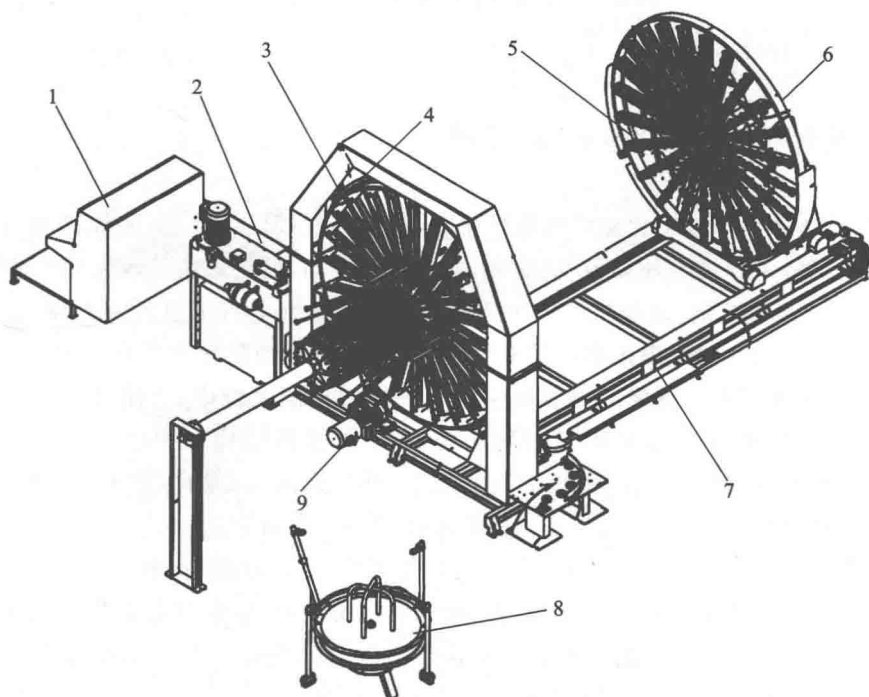


图 1.3 常见滚焊机结构

1—控制系统;2—焊接进给系统;3—变径系统;4—主花盘;5—牵引系统;
6—牵引花盘;7—导轨;8—放丝盘;9—驱动系统

1.1.3 钢筋骨架滚焊机的工作原理

钢筋骨架滚焊机的工作原理:纵向钢筋装夹在主花盘和牵引花盘之间,在主花盘和牵引花盘带动钢筋骨架匀速转动期间,牵引小车带动钢筋骨架匀速直线移动,环向钢筋经过滑轮被缠绕在纵向钢筋上,在纵向钢筋和环向钢筋接合点转动到焊接装置所在位置时,焊接变压器导通,对纵向钢筋和环向钢筋接合点通电焊接。

钢筋骨架滚焊机的出现大大提升了钢筋骨架制品的制作效率和质量,相对于传统的手工制作钢筋骨架,通过钢筋骨架滚焊机加工钢筋骨架具有以下诸多优点。

(1)在加工的标准化方面,以往钢筋骨架的制作使用人工加工,通常是分散和小规模的加工,加工方法差异较大,加工质量参差不齐,对生产的标准化贯彻执行不力。滚焊机加工钢筋骨架可以统一管理、制作,只要参数设置相同,所生产的产品在加工质量上差别较小,对钢筋骨架加工的规模化、工厂化也十分有利。

(2)在生产效率和成本方面,滚焊机加工速度是人工加工速度的3倍左右,大大节约人力成本,对于钢筋和电能的浪费也有很大程度的缩减。

(3)在生产质量方面,人工加工的钢筋骨架尺寸误差较高,漏焊率偏高,骨架变形较大,滚焊机加工可以很好地克服这些缺点。

1.2 滚焊机设备研究现状

1.2.1 国外滚焊机设备研究现状

国外发达国家由于城市化建设实施较早,建材机械发展已经成熟,滚焊机制造行业也得到了较大的发展,滚焊机的种类多、功能全、自动化程度高,已经形成了较大的产业规模。

20 世纪 60 年代之前,滚焊机虽然比纯手工焊接在效率上有了很大的提高,但是钢筋骨架制作的许多环节如上料、焊接都还需要手工完成操作,自动化程度不高。到了 20 世纪 70 年代,日本、美国等国家相继将继电器应用到滚焊机的控制系统中,这使得机器的生产效率有了质的飞跃。伴随单片机和 PLC 控制的发展,滚焊机的结构和控制方法都有了很大不同,性能上得到更大的提高。进入 21 世纪,欧美一些发达国家更加注重滚焊机的智能化、可靠性、高效率 and 焊接机器人化,将滚焊机的发展推向一个崭新阶段。

德国 MBK 公司生产的 BSM-S 型焊机可以加工生产横截面形状为圆形、椭圆形、卵形和矩形的钢筋骨架,能生产直径在 220~4580 mm 的钢筋骨架,整个过程实现自动化生产。德国佩德克(PEDAX)公司研制的 Pilemaster II-Polymaster 全自动数控钢筋骨架成形机结构巧妙,可以焊接正方形、矩形和三角形横截面的钢筋骨架,机器通过一个可跟随桩笼曲线活动的焊接机头进行焊接。此外,德国的 STAPLA 系列、美国的 THERMAL 系列、法国的 SAF 系列等都代表着当今世界滚焊机发展的先进水平。图 1.4 所示是几种国外先进滚焊机。

1.2.2 国内滚焊机设备研究现状

滚焊机在我国的研究和应用起步比较晚。在 1990 年之前,我国滚焊机只能生产固定直径圆形横截面的钢筋骨架,当需要改变钢筋骨架的横截面直径时,只能人工手动变径。1994 年,上海水泥制管厂从德国 ZUBLIN 公司引进一台 SMS 200 自动变径滚焊机,之后,北京、广州、南京等地相继从德国引进 ZUBLIN 和 MBK 公司生产的自动变径滚焊机。这些进口滚焊机能快速自动变径,大大提高了工作效率和钢筋骨架的整体质量,焊点质量高,能耗小,自动化程度高,对国内滚焊机的发展有重要的指导意义。经过长期的研究与探索,我国已制造出具有独立知识产权的自动变径滚焊机。南京费龙复合材料有限责任公司水泥制品机械厂是国内第一家生产钢筋骨架滚焊机的企业,该公司开发了由单片机控制的 XJGH 系列滚焊机。山东连环机械科技有限公司研发了 LH 系列钢筋骨架滚焊机,2006 年,LH 系列滚焊机制作的钢筋骨架被应用在中铁十八局集团有限公司承建的武广客运专线上。2008 年,江苏华光双顺机械制造有限公司采用国外设备的先进结构,充分结合我国市场研制成功的 WR-1 型系列数控变径钢筋骨架滚焊机,单机即可生产多种直径规格的钢筋骨架,具有占地面积小、操作简易、焊接质量高、自动化程度高等特点。2011 年,江苏邦威机械制造有限公司、扬州市中意建材机械有限公司相继研制了 $\phi 4000$ mm 钢筋骨架滚焊机,钢筋最大直径可达 12 mm。

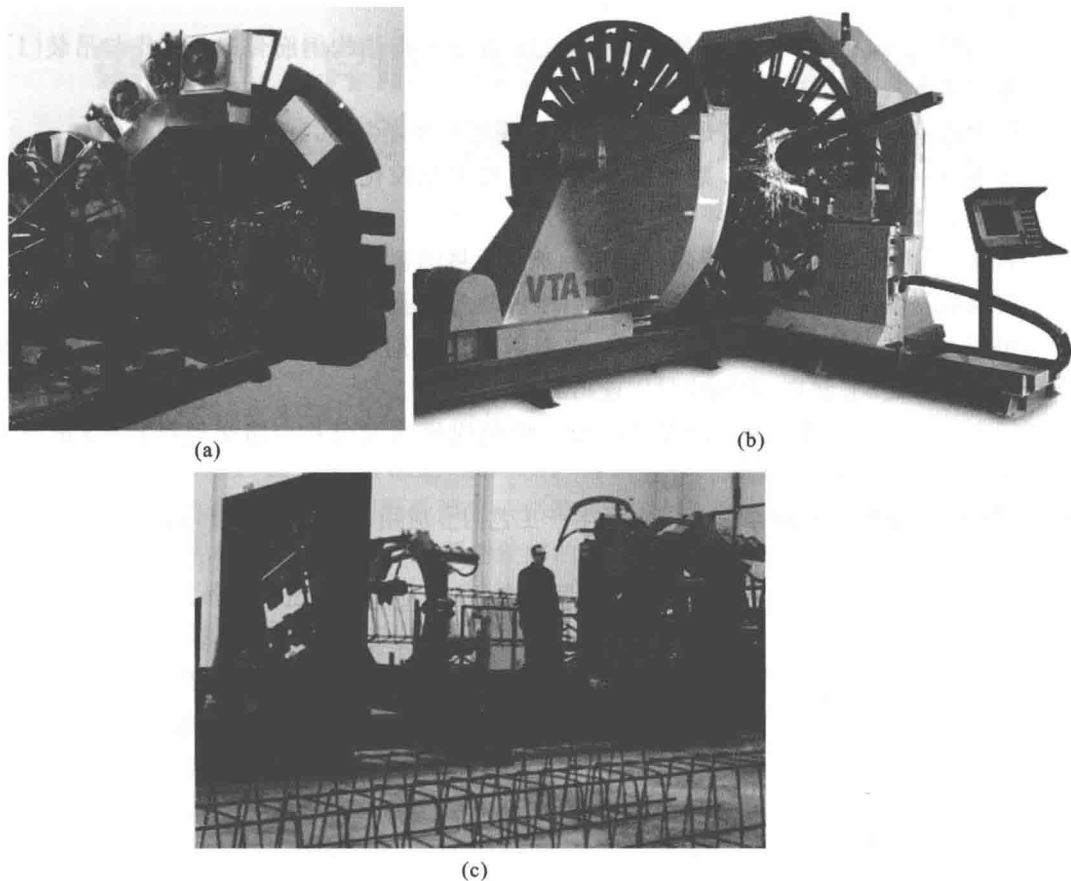


图 1.4 几种国外先进滚焊机

(a)德国 apilion 公司 USM-ZK; (b)德国 MBK 公司 VTA160

(c)德国佩德克公司 Pilemaster II-Polymaster

近年来,我国在滚焊机关键技术和零部件研究方面也有了不少的成果。贵州航空工业集团公司 602 部采用反射重融工艺成功试制出铬镁铝青铜,用作滚焊机电动机轮材料,完全达到技术要求,所用工艺比电熔工艺成本低 40%。刘鲁平等人通过分析滚焊机机械结构和工作过程的特点,对新一代自动变径滚焊机的控制系统进行研究,采用 PLC 控制器搭建了滚焊机控制硬件平台,并开发了相应的软件系统。

目前,国内滚焊机市场的发展潜力很大,越来越多的大型建材机械厂家投入滚焊机的开发和制造当中,行业价值大幅度提高。随着技术的不断发展和完善,滚焊机产品的质量将会逐步提高,也会有大量针对钢筋骨架特点的机器种类出现。

本章参考文献

- [1] 张庆欢. 混凝土与水泥制品行业的可持续发展现状与展望[J]. 混凝土世界, 2011(12): 46-49.
- [2] 曹生龙, 高俊永. 大力发展异形钢筋混凝土涵管绿色混凝土制品——椭圆涵管、卵形涵

- 管介绍[J]. 混凝土与水泥制品, 2011(6):19-23.
- [3] 荣劲松, 王国立, 徐霜海. 埃及塞得东港超长超重异形结构钢筋骨架的制作与吊装[J]. 施工技术, 2012, 41(7):17-20.
- [4] 徐大成. 德国 ZUBLIN 滚焊机简介[J]. 混凝土与水泥制品, 1995(6):43.
- [5] 马孝直, 毕天祥, 王友亮. 建材机械制造业机床数控化改造刍议[J]. 水泥技术, 2011(5):40-42.
- [6] 张泽, 王志辉, 穆惠民. 浅析建材机械标准化发展的途径[J]. 砖瓦, 2009(3):59-61.
- [7] 安装教材编写组. 焊接设备[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1983:201-215.
- [8] 中华人民共和国工业和信息化部. 水泥制品用钢筋混凝土管钢筋骨架滚焊机 JC/T 699—2012[S]. 北京: 中国建材工业出版社, 2013.
- [9] 杨大金, 李勇涛, 秦强国. 滚焊机在施工中的应用研究[J]. 公路交通科技(应用技术版), 2012(3):150-151.
- [10] 刘庆峰. 滚焊机专用烙镁青铜电极生产工艺[J]. 应用科技, 1999(11):3.

第2章 异形涵管钢筋骨架自动变径高速滚焊机结构分析与设计

2.1 异形涵管钢筋骨架自动变径高速滚焊机概述

滚焊机是制作钢筋混凝土排水管、管桩内部钢筋骨架的主要设备之一,可以完成钢筋骨架的自动成型与焊接,加工质量稳定,效率高。国家标准《混凝土和钢筋混凝土排水管》(GB/T 11836—2009)增加了“钢筋骨架宜采用滚焊成型”等相关条款,充分说明了滚焊机在提升混凝土与水泥管道制品质量方面所能发挥的重要作用。随着城市建设和南水北调等工程的开展,滚焊机的应用范围不断扩大,并在国民经济建设中发挥越来越大的作用。

钢筋骨架滚焊机的总体设计思想是加工质量可靠、操作简便、效率和自动化程度高。通过调查,国内厂家生产的滚焊机只能生产圆形横截面钢筋骨架,受专利保护和国际贸易等的限制,从国外引进异形涵管钢筋骨架滚焊机价格高昂,难以满足国内市场需求,需要研制具有自主知识产权的新型异形涵管钢筋骨架滚焊机。

异形涵管自动变径滚焊机目前的最新标准为,中华人民共和国工业和信息化部于2012年12月28日发布的《水泥制品用钢筋混凝土管钢筋骨架滚焊机》(JC/T 699—2012)。该标准要求:异形涵管自动变径滚焊机结构设计合理,功能先进,可实现异形涵管的自动焊接成型,各部件运动安全可靠,使用寿命长,加工钢筋骨架的精度及效率高。

2.2 异形涵管钢筋骨架自动变径高速滚焊机整体方案

有别于圆形横截面钢筋骨架加工,异形横截面钢筋骨架的横截面特点使得其加工成型和焊接过程都有所不同。首先,异形横截面钢筋骨架的各个纵向钢筋与主花盘中心距离不等,不能采用牵引汽缸拉动链条的统一变径方式;另外,在焊接过程中,随着花盘的旋转,环向钢筋是依靠焊接装置的按压包络在纵向钢筋上成型的,并且各纵向钢筋上的焊接位置在水平方向上也是不断变化的,必须保证焊接装置的实时跟进,而普通滚焊机进给系统采取的变频电动机带动丝杠驱动方式在响应速度和控制精度上都难以达到要求。

异形涵管钢筋骨架自动变径滚焊机主要由机械结构部分、控制系统、气动系统三部分组成。

1. 机械结构部分

机械结构部分主要由主驱动系统、变径系统、焊接进给系统、牵引系统四部分组成,如图2.1所示。主驱动系统驱动主花盘、牵引花盘转动,与牵引系统配合,完成环向钢筋在纵向

钢筋上的缠绕；变径系统改变纵向钢筋相对于中心的位置，形成涵管钢筋骨架各种横截面形状；焊接进给系统带动焊枪按插补算法获得的位移量和速度进行运动，实现环向钢筋和纵向钢筋间的焊接；牵引系统牵引钢筋骨架沿轴线方向做直线运动，与主驱动系统配合，实现环向钢筋以螺旋线的形式在纵向钢筋上的缠绕。

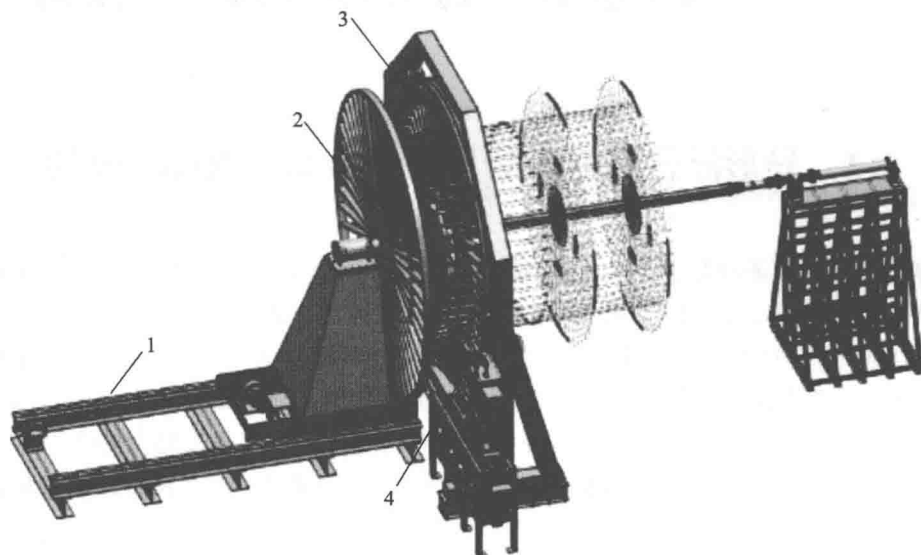


图 2.1 钢筋骨架滚焊机的机械结构部分

1—主驱动系统；2—牵引系统；3—变径系统；4—焊接进给系统

2. 控制系统

控制系统由硬件部分和软件部分组成。工业计算机作为系统的主控制器，使用数据采集模块、计数器获取系统的相关信息，通过运动控制模块对系统的运动进行控制。软件部分包括通信控制模块、后台数据库模块及过程监控与管理模块。其中通信控制模块实现远程用户计算机通过 Internet 与 OPC 服务器通信，实现数据的双向传输；后台数据库模块用来储存从 OPC 服务器获取的现场设备数据及生产数据；过程监控与管理模块能够对后台数据库模块中的储存数据和从 OPC 服务器获取的现场设备数据，以及生产数据进行数据处理，实现滚焊机运行状况的显示。

3. 气动系统

气动系统主要由汽缸和气液阻尼缸等元器件组成。汽缸负责对纵向钢筋的一端夹紧，从而使牵引系统可以牵引钢筋骨架沿轴线方向做直线运动。气液阻尼缸确保在钢筋骨架环向钢筋与纵向钢筋的焊接过程中，将要进行焊接的环向钢筋压紧在钢筋骨架的纵向钢筋上，方便环向钢筋的焊接。

2.3 变径系统机械结构

加工钢筋骨架，首先需要将各焊接座调整到指定位置，焊接座相对于主花盘中心的距

离,决定了待加工钢筋骨架的横截面形状。通过改变焊接座相对于主花盘中心的位置,就可以改变待加工钢筋骨架的横截面形状。

2.3.1 自动变径机构

自动变径机构(见图 2.2)主要由一个主花盘和安装在花盘上的变径装置组成,主花盘的主要作用是实现纵向钢筋的旋转运动和变径运动,纵向钢筋装夹都位于花盘半径上,为此,辐板都是偏心的以保证穿筋管位于花盘半径轴线上。自动变径机构包含的运动主要有主花盘的转动和焊接座的移动。主花盘转动的动力来自主驱动电动机,主驱动电动机带动六角方钢转动,六角方钢上安装有链轮,称为主链轮,主链轮与主花盘外圈包围的链条啮合传动,链条是焊接在主花盘上的,主花盘在拖轮的卡槽内转动,拖轮还起到支承主花盘重量的作用,限位轮的作用是限制主花盘的轴向运动和偏移;焊接座的移动由步进电动机驱动链轮带动,如图 2.3 所示,步进电动机的动力经过减速器传递到链条上,整套机构安装在主花盘的辐板上,共 48 套。配电座的作用是固定控制滑环的内圈。

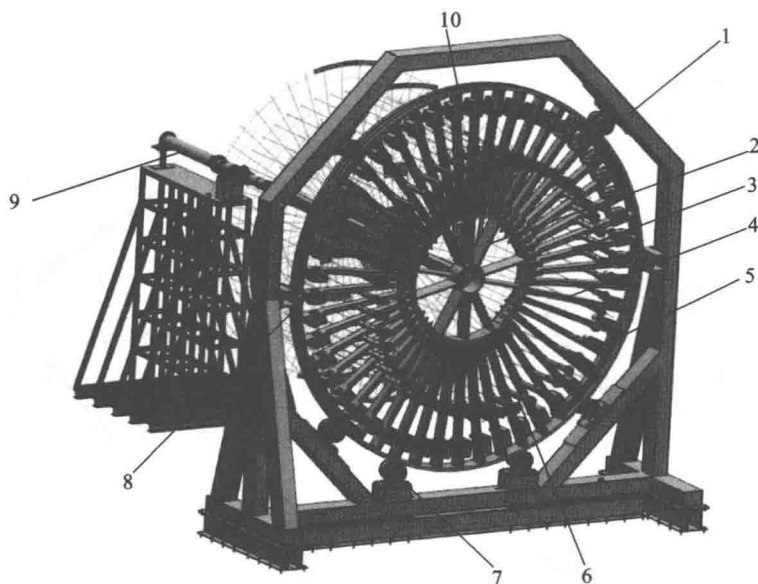


图 2.2 自动变径机构

1—支架;2—滑环座;3—内圈;4—辐板;5—步进电动机及蜗轮蜗杆减速器;
6—焊接座;7—拖轮($\times 4$);8—限位轮($\times 4$);9—配电座;10—外圈

在滚焊的过程中,纵向钢筋到达焊接位置时导电块是与焊接装置中的导电轮相切的。圆形横截面钢筋骨架在焊接时,导电块的对称轴线只需要沿着花盘半径即可;而焊接其他形状横截面钢筋骨架时,开机前需要调整一定的角度。以焊接矩形横截面钢筋骨架为例,导电块方位调整前工作状态示意图如图 2.4(a)所示。由图示可以看出,如果不对导电块方位进行调整,那么由于焊接杆在汽缸作用下移动并带动导电轮紧贴在导电块上,主花盘转动时会在导电块与导电轮之间形成干涉和阻碍,可能造成部件的损坏。导电块方位调整后工作状态示意图如图 2.4(b)所示,将导电块对称中心轴线调整至与钢筋骨架横截面图形轮廓线垂直以实现导电轮与导电块的顺利工作。

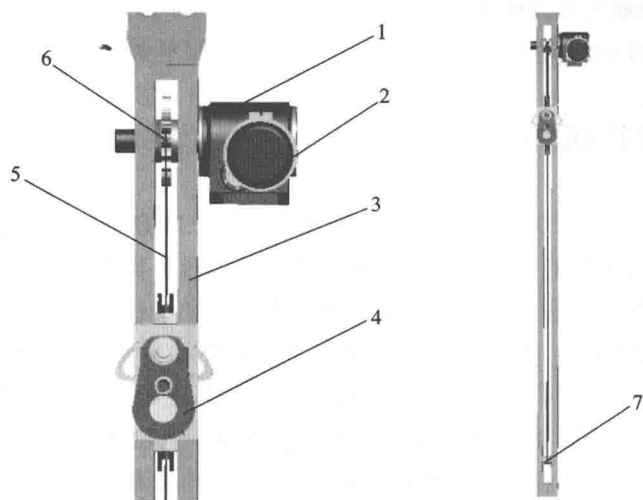


图 2.3 链轮链条机构示意图

1—蜗轮蜗杆减速器;2—步进电动机;3—辐板;4—焊接座;
5—链条;6—上链轮;7—下链轮

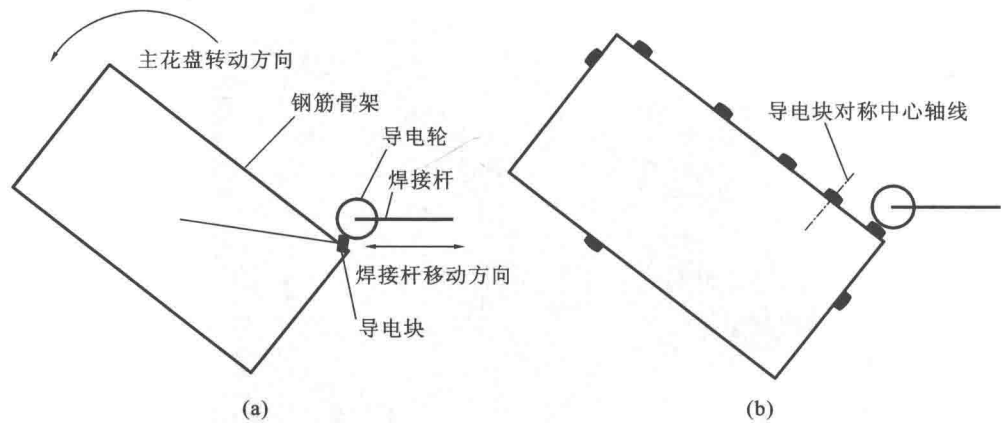


图 2.4 导电块方位调整示意图

(a)导电块方位调整前工作状态示意图;(b)导电块方位调整后工作状态示意图

为实现导电块方位的转变,设计了导电块转位机构,其结构如图 2.5 所示。铜柱由螺栓固定在铜柱座上,铜柱可以绕螺栓轴线转动;穿筋管外套有空心轴,空心轴与铜柱座和导电块之间均有平键配合,以实现铜柱座和导电块作为一个整体绕穿筋管轴线转动。在穿筋之前各构件的调整顺序如下:①松开铜柱调整螺母,转动铜柱使对应纵向钢筋直径的穿筋槽到达工作位置,拧紧螺母;②松开铜柱座调整螺母和导电块锁紧螺母,转动铜柱座和导电块至工作位置,拧紧螺母。

自动变径机构能形成各种不同形状横截面的异形涵管钢筋骨架,自动化程度高,所形成的钢筋骨架横截面的形状误差小。

自动变径机构结构复杂,其主花盘上安装有 48 个步进电动机,每个步进电动机驱动一个焊接座,通过改变每个焊接座相对于主花盘中心的位置,从而形成不同形状横截面。在钢筋骨架加工过程中,48 个步进电动机随着主花盘旋转,导致接线缠绕问题,理论上可以通过