

塑料压力管道热熔对接焊机的研制与开发^{*}

阳代军 霍立兴 张玉凤

(天津大学材料科学与工程学院,天津 300072)

摘要 研制了基于80C196单片机控制的塑料压力管道热熔对接焊机。介绍热熔对接焊机的基本组成部分以及各部分的主要功能,分析高密度聚乙烯管道热熔对接焊接头的拉伸性能、冲击性能和抗开裂性能,并与母材和国外焊机焊接的接头性能进行了比较。

关键词 高密度聚乙烯 压力管道 热熔对接焊机 焊接接头

目前我国塑料压力管道的应用才刚刚起步,其焊接技术与国际先进水平相比较为落后,同时缺乏焊接基础理论的研究,这在某种程度上制约了塑料压力管道在我国的推广速度和应用范围^[1~3]。因此,为了推动塑料压力管道在我国的广泛应用,在国家自然科学基金的资助下,天津大学材料科学与工程学院对塑料压力管道热熔对接焊技术及焊接接头的抗开裂性能、拉伸性能、冲击性能和抗快速裂纹扩展性能等进行了系统的研究。

1 塑料压力管道热熔对接焊机

热熔对接焊机是用来焊接塑料压力管道的专用设备,特别对大型塑料压力管道来说,热熔对接焊有其它焊接方法不可比拟的优越性。利用热熔对接焊机焊接时,首先对塑料管材(或管件)端面加热,使被加热的两端面熔化,然后迅速将其贴合,在一定压力的作用下冷却,从而达到焊接的目的。塑料压力管道热熔对接自动焊机主要由夹持及导向装置、液压系统、修整装置、加热板及单片机控制系统等几部分组成^[4~6]。笔者自行开发研制的塑料压力管道热熔对接自动焊机见图1。

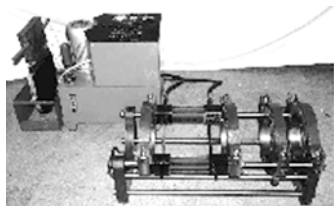


图1 塑料压力管道热熔对接自动焊机

1.1 夹持及导向装置

夹持及导向装置如图2所示。在该装置中动力的来源是液压系统提供的压力,通过液压缸而获得。整个装置靠两个液压缸的活塞杆连接起来,同时夹持装置可在活塞杆上运动。管材(或管件)的夹持装置分上下两半,通过可转动的螺杆压紧塑料管材(或管件),整个装置一共有4个夹持装置,其中有2

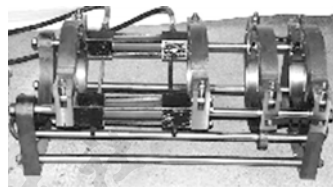


图2 夹持及导向装置

个可运动的夹持装置和液压缸缸筒固定在一起,一方面使两液压缸实现机械同步,另一方面为管道焊接过程提供运动和导向。该装置装卸方便,并且可通过在夹持装置中添加管套,以适应不同规格塑料管道焊接的需要。

该装置可装夹的管道直径为90~250 mm,管径壁厚比(SDR)为11和17.6。

1.2 液压系统

液压系统用来完成焊接过程中所需的各种动作,以及为焊接过程各阶段提供所需的压力。液压系统原理图如图3所示,该系统由液压缸、电磁换向阀、压力表、溢流阀、单相电动机、泵、滤油器、空气滤清器及油箱等组成。液压系统的压力采用溢流阀调节,油路的切换采用电磁换向阀完成。如图1所示,液压缸采用双出杆形式,活塞杆与支座相连,固定不动,因此在油压的作用下缸筒通过夹持装置

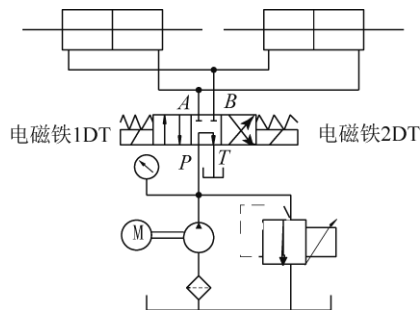


图3 液压系统原理图

^{*} 国家自然科学基金资助项目(50075061)

收稿日期:2002-08-29

带动塑料管材(或管件)在活塞杆上来回运动,完成焊接的全过程^[7]。

1.3 修整装置

修整装置用来切削和修整被焊塑料管材(或管件)的端面,保证相互焊接两端面平行与平整,以及管材(或管件)端面与其轴线的垂直度,去除被焊接管材(或管件)端面的污物。因此修整装置是保证焊接质量的一个重要部件。笔者所开发的修整装置具有切削质量好、结构紧凑、自重小、过载能力强等特点。图 4 为修整装置实物。



图 4 修整装置

1.4 加热板

加热板主要用来加热管材(或管件)的端面。加热板性能的好坏直接影响到塑料管道的焊接质量。加热板采用电阻丝加热,将电阻丝置于加热板内部(电阻丝损坏可以更换)。加热板采用铝合金制成,这种加热板表面不易腐蚀,而且传热快,表面温度均匀。同时在加热板表面涂有聚四氟乙烯涂层,以防止塑料粘在加热板上^[6]。图 5 为加热板实物。

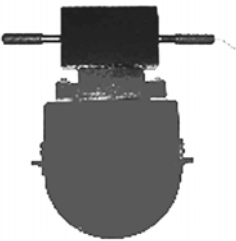


图 5 加热板

1.5 控制系统

所研制的热熔对接自动焊机是利用机电液一体化控制技术,对焊接过程的加热板温度、各阶段的时间及动作进行控制。利用热电偶测量加热板的温度,集成温度传感器 AD590 作为热电偶的冷端补偿,采用 PID 控制技术控制加热板的温度。焊接压力由液压系统提供,压力的大小根据管径和壁厚计算得出,通过调节溢流阀的开度达到调节液压系统

压力的目的。焊接过程中,该焊机能自动显示各阶段的时间,并且能根据管道参数自动选择工艺参数。这样能保证焊接质量的一致性,有效地控制焊接质量。图 6 所示为单片机控制系统原理图,整个系统由一个 80C196 单片机控制,该设备自动化程度高、焊接质量好^[8]。

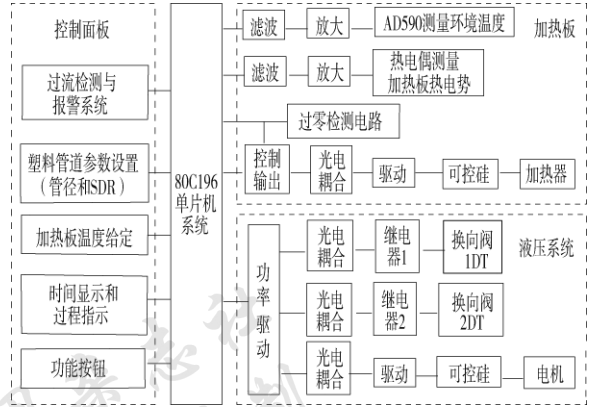


图 6 单片机控制系统原理图

2 焊接接头的性能分析

2.1 取样方式

根据 GB/T 8804.2 - 1988 的规定,取样方法为沿塑料管道圆周且平行于轴线均匀取样条,每条取样条一片。从管道上取样条的过程中,不加热,不压扁,样条的取样方向平行于管道轴线^[9]。对焊接管道取样时应以焊缝中心为基础,取样位置如图 7 所示。

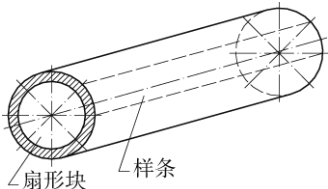


图 7 取样位置示意图

2.2 试样制备

(1) 拉伸试样

为了评价焊缝的实际强度,我们在制备试样时,将焊接熔环去掉且将焊缝处截面变小,拉伸试样形式和尺寸如图 8 所示^[9,10]。

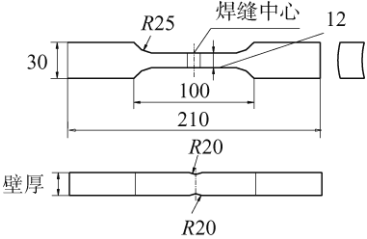


图 8 拉伸试样

(2) 冲击试样

采用 Charpy 缺口冲击试验来测试对接焊缝冲击韧性的优劣,缺口开在对接焊缝的中心。根据 GB/T 1043 - 1993 《硬质塑料简支梁冲击试验方法》中的规定制备试样,试样尺寸如图 9 所示^[11]。

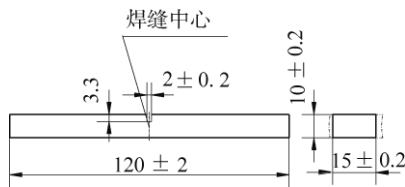


图 9 冲击试样

(3) 抗开裂试样

采用标准的单边缺口三点弯曲试样^[12],先去掉接头焊接熔环,如图 10 所示。初始裂纹的加工方法为:首先在铣床上用锯片铣刀加工一个宽 1 mm、长 19 mm 的缺口,然后用一刃部半径不超过 25 μm 的刀片快速压入试样缺口内以获得长 4 mm 的尖锐初始裂纹。初始裂纹总长度控制在 0.45 ~ 0.55 倍 W (W 为试样宽度) 范围内。初始裂纹位于焊缝中部。

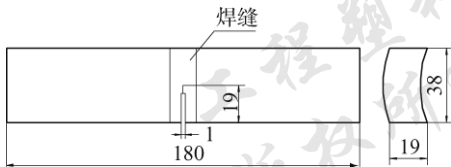


图 10 热熔对接接头三点弯曲抗开裂试样

2.3 试验结果分析

对高密度聚乙烯 (HDPE) 管道和热熔对接焊接头的拉伸性能、冲击性能及抗开裂性能 (CTOD) 进行了试验,结果如表 1 所示。

表 1 HDPE 管道焊接接头的性能比较

材料		拉伸强度 / MPa	冲击强度 / kJ · m ⁻²	饱和启裂 CTOD / mm
焊接接头	自制焊机	23.20	14.23	0.479
	国外焊机	23.17	14.25	0.474
母材		19.13	16.22	

从表 1 可以看出,焊缝的拉伸强度均高于母材,而焊缝的冲击强度均低于母材。这主要是由于塑料在加热冷却过程中进行再结晶,使焊缝区域的材料凝聚结构发生了变化,焊缝区域的结晶度高于母材部分的结晶度。对高聚物而言,材料的结晶度越高,拉伸强度越高,但冲击韧性降低^[13]。同时,从表 1 还可以看出,自行研制的热熔对接焊自动焊机焊接的接头性能与国外同类焊机焊接的接头性能一致。

3 结论

(1) 热熔对接焊作为一种实用的塑料压力管道

连接技术,以其焊接设备简单、连接费用低、焊接接头牢固、能得到高于母材强度的焊接接头,以及优异的密封性等优点而在工程中被广泛采用。

(2) 塑料压力管道热熔对接自动焊机主要由夹持及导向装置、液压系统、修整装置、加热板及单片机控制系统等几部分组成,并利用机电液一体化控制技术对焊接过程的加热板温度、各阶段的时间及动作进行控制。

(3) 由于热熔对接焊机焊接接头中焊缝区域的结晶度高于母材部分的结晶度,所以焊缝的拉伸强度均高于母材,而冲击强度均低于母材。

(4) 自制塑料压力管道热熔对接自动焊机焊接的接头性能与国外同类焊机焊接的接头性能一致,而且比国外产品具有更高的自动化程度和更强的可操作性。

参考文献

- 1 Esaulenko G B, Kondratenko V Y, Beznik L I. Study of strength characteristics of polyethylene butt welded joints and development of testing methods. Welding in the World, 1991, 29(9/10): 301
- 2 El-Morsy A, Akkus N, Manabe K, et al. Evaluation of impact properties of butt-fusion-jointed medium-density polyethylene pipes for gas distribution. Polymer, 1991, 32(12): 2199
- 3 国家建设部. 国家化学建材产业“十五”计划和 2010 年发展规划纲要. 1997.
- 4 Wolters M, Venema B. Butt welding of polyethylene pipes. Welding in the World, 1985, 23(9/10): 202
- 5 Nakakura M, Mori K, Takahashi K. The development of semi-automatic fusion equipment and a study of fusion parameters. Welding in the World, 1988, 26(1/2): 8
- 6 DVS, Technical Committee, Working Group ‘Plastics, Welding and Adhesive Bonding’ (Germany). Heated tool welding of thermoplastics mouldings in series production. Welding in the World, 1992, 30(11/12): 319
- 7 雷天觉. 新编液压工程手册(上册). 北京: 北京理工大学出版社, 1998.
- 8 李勋, 李新民, 刘源, 等. MCS-96 系列 8098 单片微型计算机. 北京: 北京航空航天大学, 1991.
- 9 GB/T 8804.1 - 1988 热塑性塑料管材拉伸性能试验方法——聚氯乙烯管材.
- 10 GB/T 8804.2 - 1988 热塑性塑料管材拉伸性能试验方法——聚乙烯管材.
- 11 GB/T 1043 - 1993 硬质塑料简支梁冲击试验方法.
- 12 British Standard, BS7448 - 1991. Fracture mechanics toughness tests.
- 13 何曼君, 陈维孝, 董西侠. 高分子物理. 上海: 复旦大学出版社, 2001.

PREPARATION AND DEVELOPMENT OF BUTT FUSION WELDING MACHINE FOR PRESSURIZED PLASTIC PIPES

Yang Daijun, Huo Lixing, Zhang Yufeng

(College of Material Science and Engineering, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

ABSTRACT During the course of manufacture and lay of pressurized plastic pipe system, the welding technique between pipe-lines is the important factor to affect their structure integrity and endurance strength. Therefore, the butt fusion welding machine based on 80C196 chip microprocessor is developed by Tianjin University. The elements and their main function of the butt fusion welding machine are introduced. Tensile strength, impact toughness and CTOD of the high-density polyethylene pipe are analyzed. And a comparison is made with the base material and the butt fusion joints welded by foreign machine.

KEYWORDS HDPE, pressurized plastic pipe, butt fusion welding machine, elwelded joint

新型塑料加工改性剂问世

由南京化大实业三星技术开发公司开发并实现产业化的新型塑料加工改性剂——JL-G 新型改性剂(改性 CaCO_3),能改善塑料加工流动性,提高制品表面光泽,并可增加填料用量,广泛用于 PP、PE、PA、PC、ABS、PVC 等的加工。

CaCO_3 是高分子复合材料中广泛使用的无机填料。在橡胶、塑料制品中添加 CaCO_3 等无机填料,可提高制品的耐热性、耐磨性、尺寸稳定性及刚度等,并降低制品成本,但无机填料亲水疏油的表面特性,使其与高分子材料相容性差,因此加工中易形成不规则的聚集体,造成在高分子材料内部分散不均匀,从而产生界面缺陷,导致制品的物理力学性能降低。

JL-G 新型改性剂,可直接添加于高分子材料加工体系,也可预先对无机填料进行表面改性。与普通 CaCO_3 相比, JL-G 新型改性剂颗粒以原生粒子状态均匀分布,不团聚,其中部分以纳米粒子状态存在,因此填充于高分子材料加工体系中,不仅能改善体系的加工性能,而且赋予制品较好的物理力学性能,达到增韧补强的效果。

实验结果表明, JL-G 新型改性剂与 PP 树脂相容性好,能够均匀分散,试样的断裂伸长率提高近 5 倍,并且综合性能优于钛酸酯及铝酸酯处理的 CaCO_3 。

工厂应用表明,经 JL-G 新型改性剂处理的无机填料填充于 PP、PA、PVC 等树脂中,与传统工艺相比,不仅易塑化,加工流动性好,而且制品的拉伸强度及断裂伸长率明显提高,具有较好的物理力学性能。(黎红)

我国工程塑料产业化势在必行

工程塑料在工业发达国家早已形成一个规模庞大的高新技术产业,我国工程塑料的发展虽然得到了政府部门的高度重视与大力扶持,做了大量的研究开发工作并取得了一些进展,但迄今仍未能形成一个产业,有可能越来越严重地影响我国高新技术产业及其它国民经济领域的发展。实现工程塑料产业化,对于满足我国国民经济特别是高新技术和支柱产业日益增长的需要,适应加入 WTO 后更为激烈的国内外市场竞争,有着重要的战略意义。

工程塑料通常按其耐温等级分为通用工程塑料和特种

工程塑料(高性能工程塑料,长期使用温度达 150°C 以上)两类。有些通用塑料经改性使其升级或工程化后,性能接近于通用工程塑料,如改性聚丙烯(PP)、改性苯乙烯系聚合物(ABS、SAN 等)和超高分子量聚乙烯,有时也称为工程塑料,或更准确地称为准工程塑料。工程塑料的应用已从航空航天、原子能、电子电气、汽车、仪器仪表等领域,扩大到各种机械、办公设备、信息产业、建材、信号照明、食品加工、医疗保健、文化娱乐、运动器材及生活日用品等方面。总体上说,工程塑料的主要应用市场及其份额依次为电子电气 25%、汽车 22%、机械 20%、日用消费品 10%、其它 23%。在国际上,工程塑料的发展非常迅速,每年都以 7%~10% 的速度增长,其中 PA 的应用和产量仍居五大工程塑料之首。

专家预测,在今后几年内,工程塑料的市场需求量年均增长率将达到 8%,2005 年需求量将达到 850 万 t,其中亚洲是主要的需求增长地区,年均增长率将达 11.3%。到“十五”末,我国五大工程塑料年产能将达到 39 万 t,产量达到 23.7 万 t,市场占有率将达到 43.2%。其中 PA、PBT 两种工程塑料的年生产能力将分别达到 13 万 t 和 6 万 t,产量分别达到 9.5 万 t 和 3.2 万 t。目前,世界主要工程塑料生产商——拜耳、巴斯夫、杜邦、GE 塑料等公司看好中国的市场前景,仍在不断地追加投资,以满足工程塑料未来增长的需求。

我国工程塑料现正处在产业化阶段,正是需要高投入的关键时期。长期以来投入不足已成为我国工程塑料产业化最大的制约因素和突出矛盾。同时,与工业先进国家相比,我国工程塑料品种和数量还不多,自主开发能力不够强,工程化、商品化水平不高。因此,在扩大开放、争取合作、合资、技术引进的同时,要坚持自主研究开发,包括对引进技术的消化吸收与创新,以免受制于人;重视必要的应用性基础研究,解决和掌握如有机催化技术、聚合或缩聚技术、化学工程与设计放大技术、助剂复配技术、改性技术,特别是合金化技术、加工应用技术乃至分析检测技术、环保技术等一些关键技术。只有拥有自己的专利技术和知识产权,才能为工程塑料的产业化奠定可靠的基础,并在产业化后不断地推进技术进步和产业升级,使工程塑料产业跟上当今世界日新月异的发展步伐。(廖正品)