

聚乙烯管材的连接方法和技术

位延堂 王友印

徐 斌

(东营胜邦塑胶有限公司, 东营 257067) (山东胜邦管道系统集团有限公司, 济南 250011)

摘要 为充分发挥聚乙烯(PE)管材的先进性、经济性和安全性,对PE管材的各种连接方法进行了广泛的研究。

介绍了PE管材的热熔对接焊、电热熔焊、热熔承插焊、鞍形/侧壁熔焊,以及钢塑过渡接头连接方法和技术,并对热熔对接焊和电热熔焊作了较深入的探讨,同时进一步分析了不同塑料管材间的焊接方法。

关键词 聚乙烯 管材 连接方法 连接技术

由于聚乙烯(PE)管材具有无毒、无味、耐冲击、耐低温性能好、耐磨损、耐腐蚀及质量轻、施工成本低、可盘卷等特点,因而被广泛用于燃气输送、给水、排水、排污、滴灌、喷灌,以及油田、化工和邮电通信等领域。

PE管材连接方法的应用和连接技术的优劣,直接关系到压力管网系统的运行效果和使用寿命。因此,有必要对PE管材的各种连接方法进行广泛的研究,使各种连接技术能得到合理的使用,以充分发挥PE管材的先进性、经济性和安全性。

1 热熔对接焊

1.1 热熔对接焊的原理和基本工艺过程

热熔对接焊的原理是采用热熔对接焊机将两个制品表面加热到设定的温度,使其熔化,然后施加足够的外力将它们迅速贴合,并保持一定的压力,经充分冷却后使管材连接。从理论上讲各种规格的PE管材均可采取热熔对接焊连接,一般公称直径大于90 mm的管材推荐采用热熔对接焊,用该方法焊接时不需要其它附件,经济可靠^[1],热熔对接焊口在承受拉力和压力时都比管材本身具有更高强度。其主要工艺过程如图1所示。

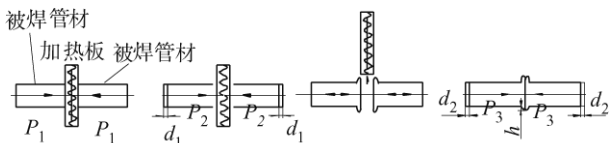


图1 热熔对接焊的主要工艺过程

一般的操作步骤为:(1)清洁PE管材焊接部位的泥土等污物,将待焊管材用焊机夹紧装置(卡瓦等)夹紧;(2)切割和修整待焊管材的端面,保证端面的平整及与轴线的垂直度;(3)矫直待焊管材,使其错位量不超过管材本身壁厚的10%;(4)放入加热板加热,并形成规定高度的“翻边”,当管材两端面加热到适当时间和适当温度后,移开加热板;(5)施加足够的压力,将熔融的端面对接到一起,升压至熔接压力并保压冷却至规定的时间^[2]。

需要注意的是,管材内部的翻边可能会产生流体的流动紊乱或者成为流体中固体颗粒被卡住的障碍物,如果有必要,可采用相应的设备切除翻边;同时过高的压力或温度将会使熔融物料全部被挤出而形成“假焊”现象。

1.2 热熔对接焊的基本参数要求

影响热熔对接焊焊接质量的参数较多,在目前的工程应用中仍有一些影响因素需进一步深入研究,关键的控制参数主要有:

(1)加热压力,包括 P_1 和 P_2 ,其中 P_1 取0.15 MPa,主要是靠焊机的油压来控制,油压即为表压: $P_{表} = P_{推动} + \text{管材的截面积}(\text{cm}^2) / \text{液压油缸活塞的总面积}(\text{cm}^2) \times 0.15(\text{MPa})$,其中 $P_{推动}$ 是焊机设备移动时的系统阻力,可以从压力表上直接显示出来。

当翻边高度达到最小要求值($S_{min} = 0.1e_n + 0.5 \text{ mm}$, e_n 为管材公称壁厚)时,将加热压力 P_1 降到 P_2 ,由于 P_2 只是在继续加热时保持微小压力以保证管端与加热板表面接触,其值很小,故可以忽略不计。

(2)加热时间 t_1 和 t_2 , t_1 通常按照翻边高度确定,当翻边高度达到最小要求值时,所需时间为 t_1 , t_2 为继续加热时间,目的是保证接触面产生足够的熔融物料。

(3)切换时间 t_3 ,即加热结束至保压开始的一段时间,从理论上讲,这段时间越短越好。

(4)焊接压力为 P_3 。

(5)保压时间 t_4 。

(6)加热板温度 T_1 。

焊接过程中,压力和时间的变化关系如图2所示。对于PE管材热熔对接焊的参数,许多专家进行了深入的研究。需要特别指出的是,目前应用的一些薄壁PE管材,如外护保温PE管材、钢管内衬防腐用PE管材等因其壁薄的特殊性,在热熔对接焊时需根据实际情况和施工经验进行适当调整,如果完全依靠公式推导焊接参数,可能会出现“假焊”等非正常现象。

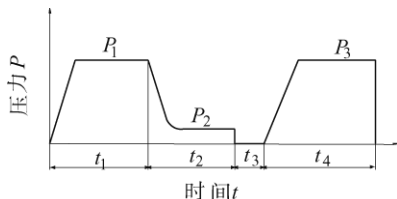


图2 焊接过程压力与时间的关系

1.3 热熔对接焊的控制方式

热熔对接焊的控制有手动和自动两种方式:

(1) 手动方式 热熔对接焊机主要由夹具、导向装置、动力系统、修整装置、加热板及控制系统等组成。一般小口径的手动控制加压靠人工施加压力, 大口径的手动控制加压靠液压系统施加, 但动作过程还是主要靠人工操纵来切换, 同时端面修整装置和加热板在焊接过程中也需人工搬运。

(2) 自动方式 热熔对接焊的工艺参数较多, 执行过程也较复杂, 因此管材焊接质量的好坏受人为因素的影响较多。利用微电脑控制焊接的工艺参数和工艺过程可最大程度地减少人为因素的影响。将工艺参数预先设定并储存在计算机内, 同时考虑施工现场环境温度、风速及其它可能的影响因素。利用传感器测出环境温度和风速, 并根据这些参数修改已存于计算机内的工艺参数, 得出适于现场的焊接工艺参数^[3]。

1.4 加热方式

加热是热熔对接焊过程中最重要的过程, 加热方式按照加热板与被焊管材的接触方式一般可分为两种情况。

(1) 接触式加热 加热板是热熔对接焊机的核心部件, 要求加热板材料必须易导热且不易被腐蚀。同时为了防止塑料粘在加热板上, 一般在加热板表面涂一层聚四氟乙烯膜。加热板的温度直接影响着热熔对接焊接头的质量, 因此加热板的温度必须控制在一定的范围内。焊接 HDPE 管材的加热板温度一般控制在 $(210 \pm 10) ^\circ\text{C}$ 。

(2) 辐射式加热 辐射加热主要利用红外辐射线, 通过一定的空间距离使被加热管端受热。因此辐射加热板无需与被加热管直接接触。由于红外辐射比接触传热能量损失小, 所以辐射加热可大大缩短加热时间并提高工作效率。

2 电热熔焊

2.1 电热熔焊的原理和基本工艺过程

传统的热熔焊接和电热熔焊接的主要区别在于热量产生的方式不同, 电热熔焊接是通过内部加热, 或者通过在管接头接触面缠绕的电阻丝加热, 或者通过导电聚合物加热, 使管件的内外表面及管材(件)的外表面分别熔化并冷却到要求的时间后而达到焊接的目的。电热熔焊的特点在于连接方便、迅速, 接头质量好, 受外界因素干扰小, 用于焊接口径较小的管材比较经济, 一般公称直径小于 90 mm 的管材推荐采用电热熔焊。

图 3 所示为典型的电热熔焊管件的示意图。电熔管件中镶嵌有电阻丝, 当有电流通过时将产生足够的能量使管材和电熔接头局部熔化, 冷却后达到焊接的目的。从理论上讲, 电熔管件内径不能小于待焊塑料管的外径, 这样使电熔管件和 PE 管材之间留有适当间隙, 一方面便于施工安装, 为生产 PE 管材时存在的不圆度留有余地; 另一方面为加热后 PE 管端的熔化留有一定的自由膨胀空间, 这样可以减小小管材中的一部分残余应力。电熔管件两端和中间为非加热区, 塑料管被加热熔化后, 体积膨胀, 将有一部分熔化的物料

被挤出, 进入非熔化区。因此, 为了防止被挤出的熔化塑料进入管件里面, 应将 PE 管材安装到位^[4]。

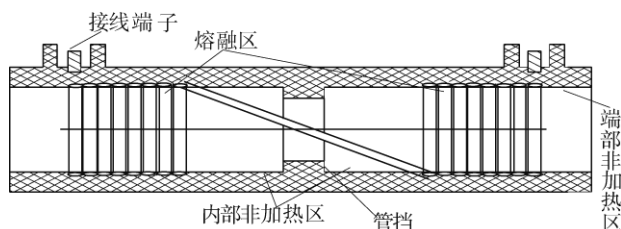


图 3 电热熔焊管件示意图

电热熔焊的具体步骤为: (1) 清除管材连接面上的污物, 标出插入深度, 除掉要连接管材的表面氧化层和污物; (2) 夹持管材和管件, 并固定在机架上, 特别应注意管件相对于已预处理过的管材的表面位置; (3) 矫直待焊接的两根管材, 保证其在同一轴线上, 并调整管件与管材的间隙, 保证间隙均匀; (4) 接通电源, 使被焊接的管材和管件充分熔接; (5) 在焊口充分冷却后, 移开夹具。

2.2 影响电热熔焊接头质量的因素

按照一般的控制要求来分析, 影响电热熔焊接头质量的主要参数有接头和管材交界面熔融物料的温度及压力, 这些参数受加热时间、加热电压或电流所控制。因此, 对于电热熔焊而言, 主要是控制加热时间、加热电压或电流来保证温度和压力达到合适的值, 从而获得合格的焊接接头。

2.3 电热熔焊的控制方式

(1) 预置参数式 电热熔焊管件上一般贴有条形码, 条形码中包含电熔管件的编码、直径及在 20°C 时的焊接参数等, 利用手持式扫描仪(光笔)读取条形码信息, 用温度传感器检测环境温度, 电热熔焊机根据条形码信息和环境温度自动调整现场的焊接参数(焊接电流或电压及焊接时间), 或根据电热熔管件上的参数标记, 使用人工输入参数。这样可最大限度地降低人为因素对焊接性能的影响, 提高焊接质量。

(2) 自动调节式 利用条形码参数控制焊接过程的质量好坏取决于条形码参数与环境温度及风速关系的准确性。而自动调节式控制简化了焊接过程, 可以实时监控管材和接头交界面处物料的状态, 并可完全根据 PE 的熔融状态来确定焊接参数。

如图 4 所示, 将传感器插入到焊接接头中, 检测熔融物料的状态, 当管材和接头交界面熔融物料的温度、压力或熔融物料的熔体流动速率满足预定的条件时, 立即切断电源、

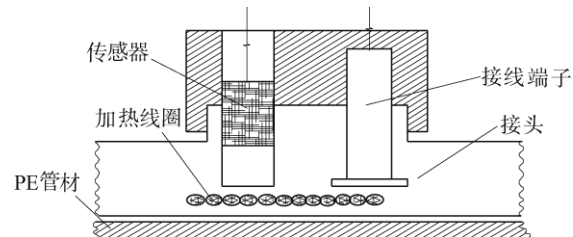


图 4 可插传感器的电熔焊管件示意图

停止加热,冷却一定时间后即可获得满意的接头^[5]。

3 热熔承插焊

热熔承插焊是利用加热工具的内环面和外环面分别对被焊 PE 管材和管件相应的外环面和内环面加热,使之分别达到熔融温度,检测熔融表面,将管材末端插入到承口中,并施加一定的压力,冷却后即达到焊接目的。图 5 所示为热熔承插焊示意图。热熔承插焊一般适用于公称直径小于 125 mm 管材的焊接^[6]。对于大口径管材应采用机械设备以增大承插所需的力,并有助于对准。

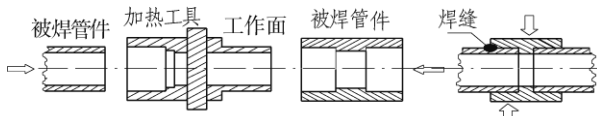


图5 热熔承插焊示意图

通常,热熔承插焊的操作步骤为:(1)选择合适尺寸的工具面,将工具加热到需连接管材推荐的熔融温度(目前 ASTM1056 对多种规格的加热设备、承口深度与直径及不同的深度标尺有具体规定);(2)将管材端面切削平齐后,再预处理管端,除掉欲熔接表面的所有废料、毛刺、油污等,并用单独的标尺(或深度测量计)将冷环夹持在管材适当位置;(3)将管材末端外表面和承插管件内表面加热至熔融一致,然后移开加热工具,快速地将管材平直地插入管件承口中,直至管件碰到冷环为止;(4)进行充分自然冷却至规定的时间。

4 鞍形/侧壁熔焊

该技术使用具有凸面和凹面的加热工具,同时加热管材外表面和与之匹配的“鞍形”管件表面,直到两表面温度达到特定的熔融温度再进行熔接,或者利用专门设计的鞍形焊机来实施。在特定的工艺技术的指导下,侧壁型熔融焊接接口也可用手工制作。

5 钢塑过渡接头连接技术

在施工过程中,PE 管材与金属管材的连接及不同材质塑料管材连接一般需采用钢塑过渡接头连接技术。其它如塑料管材与阀门、流量表、压力表、减压阀等的连接也需采用钢塑过渡接头连接方式。同时不同材质的塑料管材间的相互连接也可采用钢塑过渡接头连接的方式。该连接技术的方式较多,下面仅介绍常见的两种。

(1) 专用钢塑过渡接头 专用钢塑转换接头是实现钢管向塑料管、塑料管向钢管过渡的专用管件,一般为“内嵌式、双密封”结构,图 6 所示为典型的“直管式”专用钢塑过渡接头示意图。专用钢塑过渡接头一端为 PE 管材,另一端则为钢管,两者用丝扣锁紧,靠密封圈来密封,以保证结合处不泄露。对于公称直径不大于 63 mm 的 PE 管材,一般采用一体式专用钢塑过渡接头。目前,国内有些厂家自制的“弯管式”专用钢塑过渡管件,在部分工程中已成功应用,大大节省了施工的成本和费用。

专用钢塑过渡管件在连接时的基本要求为:(1)专用钢塑过渡接头的塑料管端与塑料管材的连接可采用热熔对接

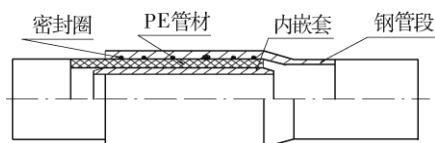


图6 专用直管式钢塑过渡接头

焊和电热熔焊;(2)专用钢塑过渡接头钢管端与金属管材的连接一般采用焊接,对于小于 75 mm 的直管式钢塑过渡应尽量避免丝扣连接,以防止直管段的螺纹部分承受地面径向载荷的能力有所降低;(3)专用钢塑过渡接头的钢管端与钢管焊接时,应采取降温措施;不过管件在设计时已充分考虑到焊接加热时对过渡界面的不良影响,因此降温措施在较低的施工环境温度下并非是必须的;(4)专用钢塑过渡管件出厂时一般已涂有一层防腐底漆,在钢塑过渡管件安装完毕后,应对钢管段部分进行二次防腐处理。

(2) 钢塑法兰组合件 对于公称直径不小于 63 mm 的 PE 管材,当 PE 管材和金属管材或同其它材质的管材连接时,或者连接端经常需要拆卸时,一般采用钢塑法兰组合件进行连接。具体连接过程和要求为:(1)PE 管材与 PE 法兰的管径端连接可采用热熔对接焊或电热熔焊;(2)钢管与金属法兰的管径端连接一般采用电弧焊;(3)金属法兰和塑料法兰在采用适当的密封措施后,一般使用螺栓连接,应注意连接后对金属件进行防腐处理,以提高使用寿命。

6 不同种塑料管材间的焊接

不同种树脂牌号制成的 PE 管材和管件,采用热熔焊对接焊可获得令人满意的接头^[7],这一点已被大量的试验所证明。其实对于不同种塑料管材间的连接除采用机械连接外,也可采用焊接的方式来实现。其焊接的基本原理是将被焊管材(或管件)分别采用不同工艺加热到要求的温度,然后将管材(或管件)的熔融部分在适当压力下接触,并保持适当的压力进行充分冷却,以达到焊接的目的。不同种塑料管材由于熔体流动速率不同,因此焊接时所需的加热温度和加热时间也会有差别。具体操作可采用以下两种方式。

(1) 热熔对接焊 图 7 所示为热熔对接焊不同种塑料管材的示意图。焊接时,可采用两套加热用电阻丝分别对加热板两边加热,同时分别控制这两套电阻丝,使其获得各自所需要的加热板温度 T_{H1} 和 T_{H2} 。然后先将需要热量大的塑料管材在适当压力的作用下加热一段时间后,再将所需热量小的塑料管材在适当压力作用下加热,使其同时达到焊接所需要的温度和熔化层厚度,然后迅速移去加热板,将其在压力作用下焊接在一起。

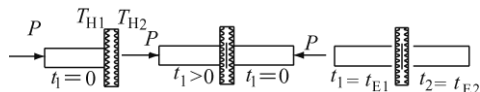


图7 热熔对接焊不同种塑料管材示意图

(2) 电热熔焊 在电热熔焊接头中,只要将与不同塑料管材连接部分中的电阻丝采用不同电阻值,另外加热时可分别控制不同部位的电阻丝中的电流时间,使不同部分同时达

到需要的温度,以获得令人满意的接头^[4]。

7 结语

PE 管材的应用正在飞速发展,在燃气输送、供排水系统、水下沉设铺设、旧管穿插修复等领域得到了广泛的应用,其关键因素之一就是连接方法的多样性和技术先进性。可靠的连接技术保证了管网系统的安全运行。随着科学技术的不断发展和 PE 管材应用范围的不断扩大,PE 管材的连接技术将不断完善和成熟,必将向高度自动化和更广阔的领域发展。

参考文献

1 Nakakura M, Mori K, Takahashi K. The development of sem-auto-matic fusion equipment and a study of fusion parameters. Welding in

the World, 1988, 26(1/2) : 9

2 Wolters M, Venema B. Butt welding of polyethylene pipes. Welding in the World, 1985, 23(9/10) : 202

3 ASTM D 2513 - 90 燃气输送用热塑性压力管材、管道和管件的规范标准.

4 Demonchy M Y, Fallou M J. Electrofusion joins PE pipe joints. Pipe Line Industry, 1990, 73(3) : 43

5 阳代军. 塑胶管道的连接技术. 焊接技术, 2002, 31(1) : 1

6 ASTM F1056 - 87 聚乙烯管材、管道和管件承插熔焊用承插熔焊机具的规范标准.

7 [美]塑料管道协会. 对于不同牌号聚乙烯管材和管件热熔焊的通用指南(报告 TN - 13). 新泽西: Wayre, 1989.

CONNECTING METHOD AND TECHNOLOGY OF POLYETHYLENE PIPE

Wei Yantang, Wang Youyin

(Dongying Shenbon Plastics Co. Ltd., Dongying 257067, China)

Xu Bin

(Shandong Shenbon Plastics Pipe System Group Co. Ltd., Jinan 250011, China)

ABSTRACT To give full play to the advance, economy and safety of PE pipe system the broad research of various connecting methods of PE pipes is carried out. Such connecting methods and technologies of PE pipes as thermotropic butt welding, electrothermic melt welding, thermotropic adapting-inserting welding, saddle-type/ side-wall melting welding and steel/plastics transition connector are introduced. The thermotropic butt welding and electrothermic melt welding are more thoroughly discussed, and at the same time, the welding methods between different plastics pipes are furtherly analyzed.

KEYWORDS polyethylene, pipe, connecting method, connecting technology

广告索引

广东金明塑胶设备有限公司(封面) 上海金纬机械制造有限公司(封二) 张家港市神舟机械有限公司(插1) 多米诺喷码技术有限公司(插2) 深圳市新三思计量技术有限公司(插3) 南京航空航天大学信立塑料机械厂(插4) 北京福田建材有限责任公司(插5) 万通塑胶原料有限公司(插6、插7) 江苏联冠科技发展有限公司(插8) 深圳市瑞格尔仪器有限公司(插9) 张家港市欣荣机械有限公司(插10) 海天机械有限公司(插11) 江苏白熊机械有限公司(插12) 张家港华丰重型设备制造有限公司(插13) 南京橡塑机械厂(插14) 承德精密试验机有限公司(插15) 南京瑞亚高聚物装备有限公司(插16) 昆山科信橡塑机械有限公司(插17) 浙江金星螺杆制造有限公司(插18) 承德市金建检测仪器有限公司(插19) 南京科亚实业有限公司(插20、插21) 兰州兰泰塑料机械有限公司(插22) 南京杰恩特机电有限公司(插23) 北京丰阳塑化工程技术有限责任公司(插24) 上海神源电气有限公司(插25) 成都乐天塑料有限公司(插26) 张家港市德华机械制造有限公司(插27) 广东泓利机器有限公司(插28) 三博高分子合金(宁波)有限公司(插29) 第三届中国国际工程塑料展览会(插30) 青岛顺德塑料机械有限公司(插31) 南京智诚橡塑机械有限公司(插32) 张家港华明机械有限公司(插33) 济宁市塑料机械厂(插34) 成都金石东方工业有限公司(插35) 第六届亚太国际橡塑工业展览会(插36) 孝感市五岳传感器有限公司(插37) 2003 中国武汉国际塑胶工业及包装设备博览会(插38) 承德试验机有限责任公司(插39) 四川英杰电气有限公司(插40) 2003 上海橡塑工业展览会(插41) 张家港市二轻机械有限公司(插42) 杭州康发塑料机械有限公司(插43) 绍兴四维塑胶工程有限公司(插44) 舟山市金海机械有限公司(插45) 南京鼎天机械制造有限公司(插46) 张家港市万塑机械有限公司(插47) 玉环真空泵厂(插48) 广州八达公司(22) 北京普利宏斌化工材料有限责任公司(37) 洪湖市恒基化工有限公司(69) 泉州三威化工有限公司(插49) 杭州华洋化工有限公司(插50) 上海思尔达科学仪器有限公司(插51) 上海日之升新技术发展有限公司(插52) 江阴新达塑料机械有限公司(插53) 苏州南方工程材料五金厂(插54、插55) 岳阳经济技术开发区巨力工程塑料有限公司(插56) 中庆化工有限公司(插57) 平顶山市华伦塑料有限公司(插58) 大连塑料机械厂(插59) 郑州富龙新材料科技有限公司(插60) 上海卓仁实业有限公司(插61) 湖北省洪湖双马树脂厂(插62) 辽宁调兵山市兴源超细增强材料有限公司(插62) 余姚市中发工程塑料有限公司(插63) 济南泰星精细化工有限公司(插63) 岳阳市维远实业有限公司(插64) 南京沪江复合材料有限公司(插64) 江苏靖江市化纤塑料助剂厂(插65) 舟山市金岛机械有限公司(插65) 鞍山市龙马塑料有限公司(插66) 北京实达丰商贸有限公司(插66) 上海格利雅化工有限公司(插67) 北京加成助剂研究所(插67) 湖南省三润纳米材料产业有限公司(插68) 能达化学(鹤山)有限公司(插68) 北京奥可发塑料有限责任公司(插69) 南京立汉化学有限公司(69) 鹿泉市安利达粉体材料厂(插70) 深圳市现代宝实业有限公司(插70) 2003 中国(北京)国际塑料橡胶工业展览会(插71) 济南联宝轻工设备有限公司(插72) 徐州超精细粉体厂(插73) 上海方田弹性体有限公司(插74) 南京中观机械电子有限公司(插75) 青岛高科技工业园润兴塑胶厂(插76) 苏州兴泰国光化学助剂有限公司(插77) 江苏省建湖县兴隆尼龙有限公司(插78) 吉林大学科教仪器厂(插79) 常州市新区利进化工股份有限公司(插80) 张家港市亚太轻工机械制造有限公司(插81) 慈溪市华通塑化有限公司(插82) 江苏华都科技有限公司(插83) 上海逊达橡塑机械制造有限公司(插84) 无锡华亚机械制造有限公司(插85) 中蓝晨光化工研究院(插86) 中芬合资南京金陵奥普特高分子材料有限公司(插87) 广东惠丹纳米材料有限公司(插88) 江苏南大紫金智能科技有限公司(封3) 巴斯夫(中国)有限公司(封底)