

五层结构钢塑复合管道承插连接技术

马东生 王骥骥 李志雄 (广州励进新技术有限公司)

王黎晖 (新兴铸管股份公司)

摘要 介绍了五层结构钢塑复合管用承插式管件的试制及结构、特点、制造工艺等,并与钢塑复合管的其它连接方式进行比较,说明中大口径钢塑复合管的承插式连接方式应用于城镇供水等领域具有安全可靠、结构简单、成本低、安装方便、易于维护的优点。

关键词 复合管 钢塑管 五层结构 承插 连接

1. 概述

(1) 五层结构钢塑复合管。五层结构钢塑复合管将钢管强度高、承压能力强、成本低和塑料耐腐蚀、重量轻的优点有机的结合在一起,是最新一代的化学建材管道,正以其优越的性能逐渐在城市建设、石油、化工、矿山、制药等各行业推广应用。

五层结构钢塑复合管是以对接焊钢管为中间层,内外层均为聚烯烃塑料,采用专用热熔胶,通过挤出成型方法复合而成的,包括内层塑料、专用热熔胶、钢层、专用热熔胶、外层塑料等五层结构的新型管材。五层结构钢塑复合管,不仅具有钢管承压高、强度好、刚性大、抗冲击、热膨胀系数小以及塑料管的耐腐蚀、重量轻、清洁无毒、流体阻力小的特点,而且由于将塑料管和金属管进行完美的复合,又具有圆度高、气密性好;抗渗透;噪音低;隔热保温性能好;既绝缘又易于探测;最佳性能价格比等一些独特的优点。

几年来,经过项目开发单位和管道生产企业的共同努力和技术攻关,一些在钢塑管生产应用中存在的关键性技术难题已经不断得到解决:如五层结构钢塑管的各层之间的粘接强度已大大高于相关标准,钢塑管端部的金属层暴露问题也通过采取高频加热热熔封口技术处理而得到解决。目前存在的一个关键性难点即是开发一种既廉价又方便可靠的管道连接方式,也通过管道生产厂家开发的扩口式连接和本文提出的承插式连接,得到了较好的解决。

(2) 钢塑复合管的连接。由于五层结构钢塑管是以薄壁钢管作为承压层,内外层塑料为防腐层,各层均为薄壁结构,普通的连接方式在钢塑管上不适用,因此其连接技术是否适用可靠,管件是否成本低廉、易于制造,决定了这种新型管材的推广是否成功。目前,中等直径钢塑复合

管的连接方式主要有以下几种:

第一种是扩口式连接。用专用扩口器将复合管的连接端部扩口,然后将装有密封圈的衬套插入扩好口的管材端头,再用两个扩口法兰或者螺帽将三者紧固在一起。按紧固形式不同可将扩口式连接分为压兰式和螺帽式两种。螺帽式主要用于中小口径复合管的连接,而压兰式主要用于中大口径管的连接。扩口式连接可靠、密封性能好,且有较强的抗拔脱能力。

第二种是卡压式连接。先剥掉一段复合管端部的外层塑料,再将一个开口卡环套入剥掉外层塑料皮的金属层外部,再将装好密封圈的衬套插入复合管的内孔,最后用两半哈夫式的夹头夹住开口卡环向内夹紧,使开口卡环向内部收缩,开口卡环内部的环型突起将复合管端部金属层压变形从而实现连接,通过密封圈来实现密封。这种连接方式主要用于中小直径的复合管连接,大口径复合管由于其钢层加厚,产生变形的操作比较困难。

(3) 新型连接方式。较适合于钢塑管的地面安装。在大量的地理供水管网中应用略有不足。为了开发一种适合于地理供水管网应用的中等直径五层结构钢塑复合管的简便可靠的连接方式,进行了大量的项目调研工作,了解各种管材的连接方式,进行分析整理和总结。并着重分析了承插式连接方式,它是城镇供水管道工程中最常用的一种连接方式,具有施工方便、连接可靠、耐久、不易渗漏等许多优点,因此对钢塑管采用此种连接方式的可行性和实现方式进行了研究。

承插连接根据实现连接密封的方式,可分为承插口热熔管件、承插口电熔管件、承插口粘接管件和承插口弹性密封管件等。目前,铸铁管、水泥管、硬聚氯乙烯(UPVC)管、聚乙烯(PE)管、无规共聚聚丙烯(PP-R)管等各种管材均有采用承插式的连接方式。其中铸铁管和水泥管的承插连接是在承口与插口的间隙内加入填料或胶圈,使之密实,并达到一定的强度,以达到密封压力介质的目的。而PE管和PP-R管等的承插连接主要是采用承插热熔和承插电熔焊接,将管材插入管件并加热使两者焊接在一起。

埋地UPVC管采用的连接方式为弹性橡胶密封圈柔性连接,也叫R-R型接口,一般用于中大口径埋地管连接。它是将承口内再扩出环型的密封圈槽,将专用密封圈放入槽中,安装时先将欲连接的管材端部倒角,再将管子插入管件承口(小口径管用人力插入,大口径管可使用专用收紧器拉入)的预定深度处即可完成连接。

钢塑复合管能否采用承插式的连接方式? 铸铁管和水泥管的承插连接方式对外层为 PE 的薄壁复合管不适用; 由于钢塑复合管的塑料层主要起防腐作用, 壁厚比较薄, 热熔承插连接也无法保证连接后的强度; 采用弹性橡胶密封圈是一种理论上较为可行的方案, 而且这种采用柔性连接、胶圈密封的连接方式技术先进、经济效果明显, 在国外已经有几十年的应用经验, 在国内也已得到非常广泛的应用。

为了探讨钢塑复合管应用这种连接方式的可行性和可靠性, 进行了两种管件的静液压密封性能试验。

试验一: 用 UPVC 管件和钢塑复合管配合进行静液压密封压力试验。

采用 $\phi 110$ 钢塑管, 一端用 UPVC 平承密封, 另一端用 UPVC 直通和平插组合密封。加压至 5.5MPa 时平承管件爆裂。

采用 $\phi 110$ 钢塑管, 一端用扩口式管件密封, 另一端用 UPVC 直通和平插组合密封。加压至 5.5MPa 时压力降至 5.1MPa, 继续加压至 6MPa, 直通管件爆裂。

试验二: 由于 UPVC 管件强度低、脆性大, 因此自制了金属结构的承插式管件, 继续进行试验, 经过多次试验, 取得了较为满意的结果。试验简图如图 1。

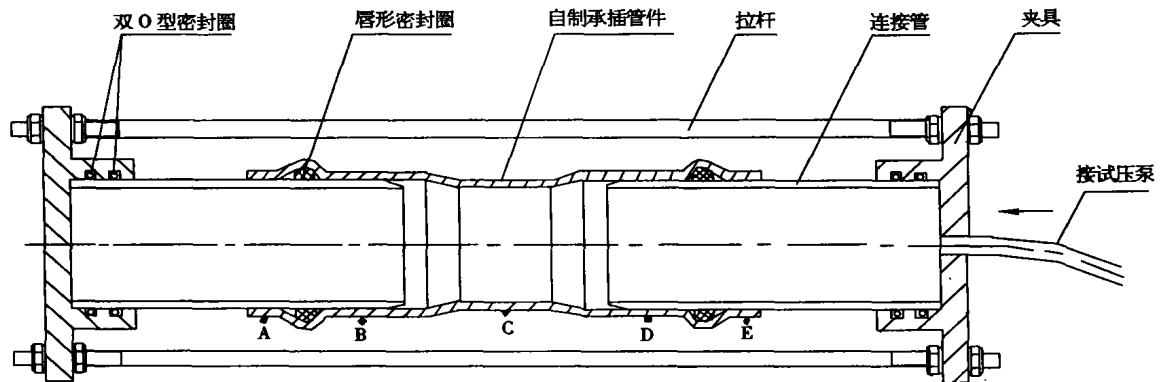


图 1 试验简图

试验时, 将两个连接管 (直径 $\phi 110$) 分别插入已装好唇形密封圈的自制承插管件的两端, 两个连接管的另一端分别插入已装有双 O 型密封圈的试验夹具内, 再用拉杆将各组件的位置固定。试验介质为水, 试验环境温度 25°C , 从接有试压泵的夹具一端开始加压。试验结果表明: 承插式连接完全可以满足公称压力在 2.5MPa 以下, 试验压力在 10MPa 以下的流体输送要求。

城市给水排水管道的最高工作压力一般也不超过 1.6MPa, 给水管道的管道水压试验压力一般为管材公称压力的 1.5~2 倍, 按钢塑复合管最大公称压力 2.5MPa, 试验压力一般为 5MPa, 钢塑复合管的管道公称压力、试验压力以及承插式连接的公称压力和试验压力都能满足上述要求。

(4) 五层结构钢塑复合管用承插式连接的优点。在满足工程技术要求的情况下, 承插式连接相对于钢塑管的其

它连接方式有很多优点: ①结构简单, 每个管件只由一个管件体和密封圈组成; ②整个管道系统成为柔性管道系统, 有效地解决了管道的抗震、消震、构筑物 and 管道基础不均匀沉降等问题; ③有效解决管道的热胀冷缩问题, 不用另加伸缩节; ④管件价格低, 承插式管件的的成本低于其它管件成本的一半以上; ⑤钢塑管端部采用专用热熔封口机封口, 操作简单, 钢塑管端部经加热熔融形成可靠的密封面, 避免介质对端面钢层的腐蚀和污染介质; ⑥安装方便, 施工成本低; ⑦维护量少, 维护方法简单; ⑧已有相应的标准规定, 易于被用户接受。

2. 五层结构钢塑复合管用承插管件的结构

钢塑复合管的特点是承压高, 不受温度的影响, 因此对其连接管件也要求有同样的性能。

(1) 钢塑复合管承插式连接中管材直接连接的形式可分为复合管端部成型方式和直通管件连接方式。复合管端部成型方式如图 2, 是把复合管的端部扩成承口形式, 将密封圈放入扩口后的承口密封槽内, 再将另一根管材插入承口内。这种结构型式可以节省一部分直通管件, 但复合

管端部扩口容易造成管壁的局部减薄、密封圈槽部位的钢、塑分离, 而且现场施工时也不方便。

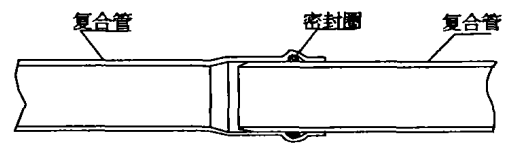


图 2 复合管端部成型方式

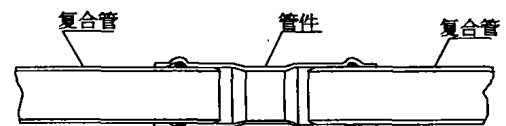


图 3 直通管件连接方式

直通管件连接方式如图 3, 就是用专用的直通管件将两根复合管道连接起来。这种方式虽然增加一部分管件的

费用,但是降低了管材的加工成本,更重要的是大大降低施工难度和施工费用,而且施工质量也容易保证。

(2) 承插式管件按密封圈结构可分为 O 型密封圈式和唇型密封圈式。按采用密封圈结构的不同,可分为 O 型密封圈式和唇型密封圈式。唇型密封圈包括 V 型、B 型、T 型等各种结构形式。

(3) 经过大量试验,设计了这样几种承插式管件结构:①采用金属基体,再在基体的内外表面进行喷涂防腐涂料等表面处理的型式;②采用薄的金属加强层,再在加强层内外面喷塑或注塑处理的结构;③采用高强度的工程塑料、塑料合金等整体注塑成型的结构;④采用耐腐蚀的金属材料如不锈钢等进行整体成型的结构。

(4) 承插管件的制造工艺。复合管端部承口和承插管件的承口端的成型加工应保证其承口和密封圈沟槽的尺寸精度,而且管件在成型工艺中要求金属层有较少的减薄量,以保证整体强度。因此成型工艺对于实现钢塑复合管可靠连接是至关重要的,承插管件承口的成型工艺主要有以下几种:

第一种是旋压成型。先用胀头将钢塑复合管或圆筒形管件毛坯的端部扩出承口的直线段,然后用旋压机将放置密封圈的沟槽旋压成型。对于唇形密封圈其沟槽较深,一般需要 3 道以上的工序才能旋压出成品尺寸,过少的工序将使沟槽顶部有较大的减薄,甚至钢层拉断。

第二种是胀压成型。胀压成型是在压力机、液压机设备上进行的。胀形模具由凸模和凹模组成,它可分为刚模胀形、软凸模胀形和液压胀形。刚模胀形是将凸模分成若干模瓣,为了减少胀形应力分布的不均匀而造成的明显直线段和棱角。应选择合理的模瓣数量,一般采用 8~12 块模瓣。模瓣的边缘应制造成圆角,中锥半角选择在 8~15°。软凸模胀形一般采用聚氨酯橡胶制作凸模,凸模最大压缩量不应超过 35%,否则凸模会很快损坏。为了使管件坯料在胀形后充分贴模,应在凹模壁上开设小孔,使气体能排出,以免造成成型件的表面缺陷。胀形后的回弹量与工件材料的材质、硬度及形状有密切关系,在试模时需经不断的修模最后确定。液压胀形一般是利用橡胶皮囊充液胀形,工作时打入高压液体的皮囊膨胀后迫使坯料向凹模贴靠成型。它是在没有摩擦状态下进行,与其它胀形方式相比,很少出现变形不均匀的现象。但皮囊密封必须可靠,且皮囊制造较麻烦。

第三种是铸造成型。主要用于承插管件的制造。对于铸钢件要先铸造出管件毛坯,经喷砂或喷丸(抛丸)处理,把毛坯内外表面清理干净,然后对承口的直线段及放置密封圈的沟槽处进行机械加工,以保证承口尺寸及表面粗糙度。

第四种是注塑成型。使用工程塑料或塑料合金注塑成

型可直接获得成品承插管件,易于保证管件的结构尺寸和足够的机械强度,且重量轻,并不再需要做内外表面的防腐涂层处理。适于批量生产,制造容易、效率高。注塑成型所用的改性增强塑料或塑料合金应具有足够的强度、刚度和韧性,能承受一定的压力,不易产生变形,又具有一定的抗冲击性。

以上几种成型方式中,旋压成型的加工工序多、难度大,对操作的技术水平要求高;刚模胀形的模具结构复杂,寿命低;液压胀形的皮囊制造麻烦;铸造成型的管件重量重,成本高。而软凸模胀形简单、方便、投资少,塑料整体注塑成型的管件重量轻、成本低,适合大批量生产,尤其是在三通、弯头等管件制造上优势明显。

(5) 承插管件的表面防腐处理工艺。承插管件在埋地管道工程施工中获得广泛的应用,对于除注塑管件外的金属成型管件、铸造管件等,其内外表面必须涂敷防腐层,才能保证在地下的复杂环境中长期使用而不被腐蚀。对承插管件适用的防腐涂层一般用热塑性粉末涂料及热固性粉末涂料,其中应用最广的是聚乙烯粉末涂料和环氧树脂粉末涂料。常用的工艺是流化床涂敷法和静电喷涂法。流化床法的 PE 涂层厚度一般为 1.0~3.0mm,环氧涂层厚度一般控制在 0.3~0.6mm。管件在喷涂防腐层前必须进行表面处理,主要采用喷砂或喷丸工艺,除掉管件毛坯表面的氧化皮、锈迹及油污,表面防锈等级达到 Sa2.5 级,锚纹深度 50~100 μm ,可提高涂层与管件的结合强度。经喷丸处理后的管件在喷涂前要进行预热。对于 PE 粉末涂料预热温度为 250~350 $^{\circ}\text{C}$,涂敷后要经 180~190 $^{\circ}\text{C}$ 温度下的塑化流平。对于环氧粉末涂料管件预热温度为 180~220 $^{\circ}\text{C}$,环氧粉末涂料胶化后,还要在 200~230 $^{\circ}\text{C}$ 温度下固化形成结合力牢固的环氧防腐涂层。

3. 结论

钢塑复合管作为一种具有优良性能的压力管材,正在全国范围内迅速推广应用。本文介绍了几种为钢塑复合管设计的使用承插式管件的连接方式,较好地解决了钢塑复合管用于埋地式供水管网的连接问题。通过实验证明是可行的,安全可靠,尤其是注塑式、软凸模胀形式管件制作容易,成本低,管道施工简单,降低了施工成本。这将对加速钢塑复合管推广具有重要的作用。

(栏目主持 樊韶华)