

# 目前国内各种非开挖修复技术对比分析

河北肃安实业集团有限公司(100025) 张志川

**摘要** 本文从客观的角度分析了目前国内市场上天然气置换后地下管网安全维护中的一些通用方法,特别是着重做了各种非开挖修复技术的应用对比分析,以期帮助各行业管道管理部门在管网维护中提高科学性,减少盲目性,达到事半功倍的最优效果。

**关键词** 加湿 混输 非开挖内衬

## 1 前言

西气东输使天然气大面积置换人工煤气,极大的促进了我国经济的发展,但也给城市的旧管网带来了安全维护上的问题,天然气的进入使原有城市埋地管道中的煤焦油、奈和灰粉从管壁上干燥脱落,造成管道堵塞,承插口及蚀点泄漏,造成安全隐患,而大面积开挖更新改造是不现实的。目前世界上主要采用3种方法防止上述漏气现象形成的事故隐患,这三种方法是:安装加湿器、天然气与人工煤气混输,这两种方法主要是保持原管道内的湿度,维持原管道运行环境的稳定性,但不能从根本上解决结垢及管道腐蚀泄漏问题。第三种方法便是采用非开挖修复技术对老管道进行大面积修复。因非开挖修复施工速度快、造价低,从根本上解决管道运行安全隐患的同时,还保护了道路环境,深受各地管网管理部门的欢迎。因非开挖技术种类较多,性能特点也不尽相同,怎么样科学选用非开挖修复技术就成了各地管道维护部门非常关注的问题。

## 2 埋地管道采用非开挖内衬技术整体修复的社会原因

城市人工煤气改输天然气后,全面开挖更换新管,工程量巨大,显然不能短时间内全面解决问题,尤其是开挖带来的城市道路破坏,环境的污染,交通的堵塞,巨大的投资,都是社会各方面很难接受的,

特别是近年来随着社会经济的发展,地下各类管线密布,地下资源很紧张,许多城市开挖埋新管已无管位。于是国外便率先开发出来了一系列的非开挖管中管内衬修复的工艺技术,并在社会上迅速推广应用。较好的解决了天然气置换后垢层的清理,密封圈及蚀点泄漏问题,消除了不安全隐患,增加了管道的输气量和承压能力,这种技术并且得到了我们国家管理部门的认可,建设部主持编写的燃气管道采用内衬修复技术的相关规范草稿也已经完稿。

目前社会上管中管内衬的相类似的工艺技术有多种,它们的技术特点是什么?需要注意的问题是什么?如何选用?便成为了各级管网管理部门最想了解的问题。

## 3 目前国内非开挖内衬修复技术现状

近年来,国内开始出现的非开挖修复地下管线的管中管技术是在借鉴国外技术的基础上在工程中不断总结提高,使这一非开挖技术逐步走向成熟,并开始被人们广泛接受。据不完全统计,近几年全国各地燃气、自来水、排水、石油化工行业每年非开挖管中管修复地下管线的工程总造价均在1亿元人民币以上。今年,非开挖修复地下管线的方法更是被更多的业内人士看好。究其原因主要是因为,非开挖管中管技术修复地下管线可以不用大面积全线破路开挖,保护了原有道路环境免遭大规模破坏,无机械和粉尘污染,不阻塞交通,特别是其独特的技术方法,

可以使因无管位或其它管线占压等原因无法开挖更新的管线的修复难题迎刃而解。由于非开挖技术没有路面恢复时间,大幅缩短了管网改造修复的时间。

非开挖管中管技术修复后的管线内壁光滑,摩擦阻力小,不易结垢,阻止了管线的再腐蚀,达到了堵漏、提压、减阻的目的,相对增加了输送量 20% 以上。由于其材性缓结构的特性,有些地区在直饮水工程中也尝试使用了此项技术。今年初,中石化系统的宏福公司新铺 47km 工艺水回收管道,边安装边内衬,大大延长了管道的使用寿命。使用管中管技术修复后的管线使用寿命,理论上认为,无论是翻转法使用的树脂还是穿插法使用的 PE 材料,只要不是外力破坏,在无光氧老化的地下,其寿命应该在 30 年-50 年以上。

任何技术都有它的两个方面,非开挖管中管技术也有它的缺陷,与开挖换新管比,技术工艺相对复杂,工程风险较大,需停气停水修复,对不能停输管线只能采取导输方法施工。因此增加了修复费用。管中管技术修复后的管线因外力破坏或人为增加装置的修复有技术难点,至少需要有经过专门培训的人员进行修复。

需要说明的是,非开挖修复地下管线并不是一点也不开挖,这种工艺需要在埋地管线的三通处、阀门等装置处和拐点处开挖作业坑,进行专业技术修复及装置的更新与维护。目前各类管中管非开挖修复技术一次作业长度视管线状况不同在 50m 至 1 000m 之间。作业管径在 100mm 至 1 500mm 之间,而且均能满足各类管线的承压要求。

近年来,更是由于非开挖技术从机械设备加工,材料的制造到配方的研发等全面实现了国产化,工程成本已大大低于换新管的成本,加速了非开挖修复地下管线的管中管技术普及推广的速度。这项技术必将在应用中不断获得完善和提高。

## 4 国内非开挖内衬工艺中相似工艺的技术对比分析

内衬法修复技术是非开挖修复各类埋地管道的重要工艺技术。内衬 PE 管技术与内衬环氧树脂或不饱和树脂技术是国际上非开挖内衬修复各类埋地管道使用最多技术中的主流技术。这两大类技术在

实际应用中,由于施工队伍技术水平不同,对要点的理解也有差异,以至于施工工艺完全不同。正确分析内衬技术中的不同工艺在技术特点上的区别,对于保证各类埋地管道的工程修复质量,延长管道使用寿命是非常重要的。

### 4.1 内衬等径 PE 管不同工艺的技术对比分析

非开挖等径内衬 PE 管技术是将外径与被埋地管道内径相等或相匹配的 PE 管衬入被修管道中,形成有一定内外承压能力的 PE 管中管,此种技术可根据被修管的质量情况与管道压力要求重新设计内衬 PE 管的承压能力,甚至可以内衬完全独立自承压的厚壁 PE 管。由于此种技术工艺风险小,施工速度快,很快便成为了内衬工艺中的主流技术。但是,内衬 PE 管技术又因施工工艺的不同,技术特点也不同,因此,工程质量工艺难度和被修管道的使用寿命也不同。

#### 4.1.1 内衬等径 PE 管的挤缩工艺与拉缩工艺的技术对比分析

内衬等径 PE 管技术源于人们发现 PE 材料在一定范围内有变形后恢复的记忆功能。于是人们便设计出了一系列方法,使 PE 管材缩径后穿插进被修管道中,然后利用其记忆功能或辅以打压,使之涨紧在被修管的内壁上,完成内衬修复工作。由于工艺不同,技术特点也有差异。

#### 4.1.2 等径 PE 内衬横向挤缩工艺的技术特点分析

纯物理挤缩内衬法是将 PE 管横向分子挤压缩径,缩径比例不超过 10%,拉入被修管道中,然后利用其记忆放松恢复原管径。工艺是纯物理方法,不影响管材的强度,此工艺可适用 PE100 级以上管材。由于 PE 材料有预应力龟裂特性。PE 管穿插中难免会有划伤,而国外规范规定划痕超过 10%,内衬管报废。因此,由于挤缩工艺缩径比例小,穿插磨损大,国外规定只能内衬自承压标准管。

#### 4.1.3 等径 PE 内衬拉缩工艺的技术特点分析

拉缩工艺是将 PE 管通过滑模孔或定径滑轮口将管材纵向分子结构拉长变细后拉入被修管道中,容易对管材结构强度有伤害,造成管材应力损耗,影响原结构强度。拉缩法工艺中为减少摩阻,要加润滑剂,使用中内衬管一但有破损,夹层中润滑剂对管内输送介质是一个长期的污染源。拉缩工艺不能用材质较硬的 PE100 级以上管材,只能拉缩结构较软的

PE80 级以下薄壁管。使用拉缩工艺内衬 PE 管,应充分考虑到 PE 穿插中的预应力龟裂及磨损问题,提高机械清管质量,完全去除管内毛刺。此法对拉力要求过大,因此不能拉缩自承压标准管和大口径管材。

以上两种工艺,有个共同优点,就是一次穿插距离长,只要处理好牵引力和速度的关系,一次穿插距离可在 1km 以上。但是,此两种工艺由于机械施工能力的限制,只能修复直径 500mm 以下管道。

#### 4.1.4 内衬等径 PE 管的冷 U 型工艺与热定型 U 型工艺的技术对比分析

为了减少 PE 管在穿插施工过程中的划伤机率,加大 PE 管在穿插过程的缩径比例,人们又发明了 U 型穿插工艺,也就是将 PE 内衬管先压成 U 型,使 PE 管缩径比例一下便达到了 40%,然后再穿进被修复的管道中,打压使 U 型管复原涨紧在被修复的管内壁上,完成内衬工作。目前市场上有两种 U 型内衬工艺,它们技术特点的区别是:

#### 4.1.5 内衬等径 PE 管的冷 U 型工艺的技术特点分析

冷 U 型工艺的技术特点是:机械压 U 后,用高强度胶带将压 U 后的 PE 管缠绕定型,胶带同时还起到了穿插过程中保护 PE 管减少磨损的作用。内衬 PE 管穿插到位后,封堵两端,打压 1kg 涨断胶带。由于胶带很薄且韧,并不影响内衬 PE 管完全复原。需要注意的是,压 U 缠绕胶带之前,最好应将 PE 管外壁尘土擦净,保证胶带与 PE 管的良好粘接性,以减少胶带在穿插中磨损后,使 PE 管松开的机率,保证穿插施工的顺利进行。其次,由于 PE 管压 U 变型后,整体硬度提高,遇有被修管道起伏超过 22°时应谨慎操作,或采取减少一次穿插长度来保证施工安全可靠。

#### 4.1.6 内衬等径 PE 管的热定型 U 型法工艺的技术特点分析

热定型 U 型法工艺特点是:压 U 前,用锅炉蒸气将 PE 管加温使之整体软化后压 U,PE 管压 U 缩径后立即用冷水使之冷却定型,穿插到位后用热蒸气使 PE 管再次软化,然后打压复原,完成整体 PE 内衬。此工艺对压 U 机械要求不高,压 U 机械不需要有很强的机械压 U 能力和自动缠带功能,但是,此工艺最不可取之处便是不均匀加温使 PE 管分子

结构发生变化,冷却后 PE 管材弹性降低,两次加温冷却严重缩短了 PE 管的使用寿命。国家建设部正在起草编写的 PE 内衬施工规范中已将热定型工艺排除在外。

#### 4.1.7 内衬等径 PE 管技术综述

一次穿插作业距离可长达 1km 多,减少了作业坑的开挖量,是内衬树脂技术不能比拟的。工艺风险小,修复埋地管道合格率高,是内衬等径 PE 管技术的重要优点。工期短,穿插速度快,造价低是内衬等径 PE 管技术广受欢迎的重要因素。

使用内衬等径 PE 管技术需要注意:

(1)内衬 PE 管材等级与质量是决不能忽视的重要问题,为了延长被修管道的使用寿命和承压能力,应选择 PE100 级材料生产的管材,而生产出的管材,也应符合 100 级质量标准,不允许在管材生产中添加 PE100 级料以外成份,如为降低生产成本使用再生料或低等级原料。

(2)修复燃气管道,应使用符合输气标准的专用 PE100 级管材,内衬 PE 管壁厚不应低于 SDR26 标准。但是,如果输送的是煤焦油气,还需加大管壁厚度,因煤焦油气对 PE 材料有溶胀作用,应用时应慎重。

(3)由于 PE 管材容易磨损划伤,清净被修管道内壁各种毛刺非常重要,对金属毛刺需采用机械强刮削去除毛刺,清除燃气管道内壁毛刺前,一定要先将管内积存的燃气残留吹扫置换干净,否则机械刮削产生的火花易引发爆燃事故。

(4)如果内衬施工前各工序之间因故相隔时间超过 5h 以上时,每道工序开工前,仍然要重新进行管道吹扫工作后,方可进行下一工序的施工,因为,旧管道在过去生产运行中,泄露点会将燃气导入地层中,旧管道在断开维修施工时,管内压力降低为零,地层中的残留燃气便会从旧管道泄露点回流聚集在被修管道内,极易发生事故。

(5)此外,因气体是可压缩的,过去有些地区采取大管穿小管的缩径穿插技术,但是此工艺对地下管道资源浪费较大,不符合城市发展扩大,能源需求也同步增长的发展趋势,此外,内穿管道固定不好,运行中管道会上下抖动,易使接口损坏,造成事故。也不符合近年来管道贮气理念,大口径管道供气,有利于调峰。上海等地方政府已明令限制使用缩径穿插

工艺。

#### 4.2 内衬树脂技术不同工艺的技术对比分析

非开挖内衬树脂管修复埋地管道的基本原理是：将尼龙纤维毡或玻璃纤维毡与聚胺脂薄膜复合做成软管，浸入树脂，在水或气的压力作用下固化在被修管内壁上，形成树脂管中管。

##### 4.2.1 翻转法树脂内衬技术与拉入打压内衬技术对比分析

同样都是衬入树脂管，由于采用的衬入工艺不同，技术特点也不尽相同。

##### 4.2.2 翻转法树脂内衬工艺的技术分析

翻转法树脂内衬工艺的工艺方法是将毡与工艺薄膜复合成软管时，工艺膜在外面，软管内装入树脂，赶压使树脂均匀浸入软管毡体中。然后通过导向弯头在水或气的压力下将浸入树脂的毡体翻转进入被修管道中，并在压力作用下，固化在被修管内壁上，形成树脂管中管。其工艺特点是滚压进入被修管道中，与被修管内壁结合紧密。但一次翻转 10mm 以上厚壁软管，工艺难度较大。

##### 4.2.3 拉入法树脂内衬工艺的技术分析

拉入法树脂内衬工艺方法与翻转法不同之处是采用不透气的高强度有纺软管或采用双面复膜软管，软管通过树脂槽浸入树脂，双面复膜软管则采用真空吸入法浸入树脂，并快速拉入清洗干净的被修管道中。然后用气或水使软管涨起，与被修管道内壁贴合，其工艺优点是拉入速度快，在气温高时使用有暴聚风险的环氧树脂时，工艺风险小，但是，因其工艺特点是先拉入后打压涨起，而且是全线整体同时涨起，不容易将树脂管与被修管道之间的气体排干净而形成空鼓，影响管道的输送量和修复后的管道承压强度。此工艺适用于施工距离较短的重力排污管道的修复。

##### 4.2.4 内衬树脂技术综述

由于树脂在未固化前是软体材料，因此当被修复管道在短距离内出现较大起伏或拐弯折点时亦能顺利通过，完成非开挖内衬修复。这一特点，也是其它内衬技术所不能比拟的。特别是采用内衬树脂法修复排污重力管道利用阴井作业，可以做到一揪土不动，是真正意义上的非开挖。其遇弯也能通过的特点，使得许多百米左右的下 U 型过河管道，有了内衬修复的可能。

使用内衬树脂方法修复埋地管道需要注意：(1) 要将被修管道清洗干净并干燥处理，保证树脂与管道紧密贴合。(2) 在地下水位比较高的地区施工，清管后一定要先修补漏点，阻止地下水从被修管道破损处渗入管内影响树脂固化，特别是不饱和树脂，有遇水不固化特点，严重影响局部修复强度。(3) 修复燃气和供水压力管道时，要根据承压要求设计内衬树脂厚度。(4) 修复供水管道，树脂和软管工艺膜必须要符合国家饮用水标准。(5) 在化工企业工艺管道上应用树脂内衬，使用的工艺膜必须能耐输送介质的腐蚀。(6) 压力管道对接口的密封性要求较高，除了注意接口连接的科学性外，树脂的收缩率大也是影响接口密封性的重要因素。因此在设计树脂配方的时候，一定要注意降低树脂的收缩率，保证压力管道的修复质量，也可考虑使用不锈钢内涨圈方法处理接口。(7) 翻衬法国际上有严格的施工技术规范，厚度设计远高于国内现有材料的目前施工能力，建议参考使用，保证管道修复质量。需要注意的是，(8) 薄壁翻衬修复后，九十度弯头处，内角起皱，外角空鼓不能贴合的技术问题应引起注意。而且薄壁翻衬修复后的管道使用寿命，目前国内权威检测部门尚未做严格的检测，属尚无定论。(9) 采用热复合法制作软管易发生脱膜问题，应引起高度重视。(10) 采用热固化工艺，管道连接前一定要使内衬管全线充分降温，否则管道连接后，管道全线降温收缩易造成接口密封问题。

#### 4.3 非常规内衬工艺技术分析

非常规内衬工艺是指在国内外非开挖市场应用中鲜见或应用极少的非主流内衬修复技术。应用少的原因无非有以下几种原因，一是成本过高且技术难度大，有工程风险；二是技术不完善，有缺点；三是理论上有任何疑问，有争议。

##### 4.3.1 注浆法管中管内衬工艺技术分析

与短节串接注浆法和螺旋卷管后注浆工艺不同，它是将提前预制好的外带钉状物的软管拉入被修管道中，在水和气的作用下使其涨圆，然后向钉状面与被修管道之间的夹层中注入高强度树脂复合砂浆，固化后形成管中管。此种工艺操作中要注意在未注浆之前的软管配重应科学，否则注浆会将带钉状物软管过量托起，使注浆固化后的衬管上薄下厚形成偏心现象。其次在注浆前打压要科学，压力不足，

软管不能充分涨圆,影响修复质量,打压过大,钉状物被挤倒,钉状物不能与浆体形成最佳结合体,甚至使钉状物进入被修管道的破损处,妨碍浆体对破损处的修复形成质量隐患。注浆工艺难以推广的最重要的原因是高出其它内衬工艺数倍的工程造价,使人们望而却步。

#### 4.3.2 不锈钢内衬工艺技术分析

不锈钢内衬是将 1.5mm 左右厚的薄不锈钢板在地面焊成管材,然后单面压 U 或者双面压 U 使其缩径,拉入被修管道中打压涨起,形成不锈钢管中管。值得注意的是,与地面上使用的不锈钢薄壁水管不同的是使用环境不同。在中高压供水干管中内衬,薄壁不锈钢管不仅要经受内压的考验,还要承受开关泵等造成水垂现象的外压考验,因不锈钢管壁过薄,几乎没有外承压能力,它会随着管内压力的变化“呼吸”,这种“呼吸”效应会使被修管道破损处的地下水和泥沙进入管道夹层中,日积月累,会造成内衬管塌堵,只能开挖修复。近年来,随着科学的发展,机械焊接不锈钢的合格率几乎是百分之百,合格率没问题,但是,在三通、弯头、变径等管件部位不锈钢内衬需要手工焊接,焊接质量会随着操作人员的技术水平波动,这也是影响工程质量的薄弱环节。

此外,不锈钢是无极性材料,而金属管件和钢管是有极性材料,两者长时间连接会使无极性不锈钢向有极性转化,发生电化学锈蚀。然而,不锈钢耐高温的特性,又是其它材料不可比拟的。可考虑在内腐蚀较重的供热管道修复中使用。

#### 4.3.3 橡胶管内衬工艺技术分析

橡胶管内衬工艺技术操作风险极小,不受管道九十度以下折点影响,一次穿插距离长。但是因其管壁过软,几乎没有外承压能力,同样存在易受水垂影响问题,不能在供水管道上使用。而且在连接头处尚存在许多技术难点。如只能采用内涨圈物理连接,大大降低了其承压能力和气密性,不能用在输气等管道的修复上。目前,各类胶粘剂及热焊均不能达到埋地管道在使用寿命、连接强度等主要技术指标上的要求。因此,在实际应用中需格外慎重。但是,在其它工艺均不能修复的带有下 U 型的长距离过河管道,不能停输的重力排污管道抢修时,可考虑临时性有条件的使用,并采用胶钢转换接头,增加连头的强度,提高被修复管道的承压强度。带水作业时应考虑

内衬管穿插后在带水管道中复原的技术问题,保证恢复被修管道的正常输送能力。

## 5 科学选用非开挖内衬技术修复埋地管道

城市燃气、供排水及化工、电力、石油等企业各类地下管线是城市的重要基础设施,是保证城市功能整体正常运行的“生命线”,如何保障各类埋地管道长期的正常运行,是维护城市功能的一个非常严肃的问题。任何一项新技术的推广和应用,都不能违背其固有的规则,否则必将事倍功半。要科学地应用非开挖内衬技术修复埋地管道,就必须熟悉目前市场上各种非开挖技术的原理,使用原则和应该注意的问题,学会考察了解施工队伍的经济技术实力和资信度的方法。使我们各行业的管道管理部门在引入非开挖内衬技术时少些盲目性,多些科学性。

### 5.1 目前国际上非开挖内衬的常规方法

目前国际上非开挖内衬的常规方法是采用 PE 管材料和树脂材料作被修复埋地管道的内衬主要材料,这两种主材经过国际上多年的实际应用以及相关专业检测部门的严格检测证明:长期使用条件下化学稳定性好,且符合生活饮用水卫生标准,在一定条件下物理性能优越,是非常理想的非开挖修复埋地管道的内衬材料,特别是应用在给排水和燃气的埋地管道中性能优越。

以上两种工艺,是埋地管道非开挖修复的主要工艺,适用于埋地管道因老化或管材质量原因不能达到承压设计要求,出现爆管、泄露等一系列问题时的修复。当埋地管道因管径偏小,不能满足输送量要求时,需增容换管,则不能使用此种修复方法。

### 5.2 非开挖内衬修复埋地管道的六条基本原则

在我国不论是供排水管道还是燃气管道均是永久性管道,修复技术的可行可靠,是最重要的原则,对于并未普遍应用各类新技术,应用时应慎之又慎。其次选择合格的高质量、高强度的内衬材料是保证管道长期正常运行的非常重要的条件,决不应该为降低工程造价而选择低档材料,这样做是以牺牲埋地管道使用寿命为代价的。况且,经内衬修复的埋地管道的整体再修复难度非常大,因此决不可以选用低质管材做内衬。PE 管内衬应使用承压较高的

PE100 级原料生产的 PE 管材, 而 PE 80 级材料国内一般只用于自承压的普通直埋管道的铺设工程。PE80 级管材如用在内衬工艺中, 必将要增加内衬管的厚度, 加大了被修管道的内径损失。国家建设部正在起草的燃气管道 PE 穿插的施工规范中明确规定, 选用 PE100 级管材壁厚不应低于 SDR26 标准。欧洲供水管道 PE 内衬施工规范中明确规定, 内衬管标准 SDR50-30 之间。因此, 这就引出了第三个内衬的重要原则, 内衬必须根据管径和承压要求科学地设计内衬管的厚度, 以保证内衬管的内外承压强度。第四个重要原则是: 管道连接部位整体设计要科学, 不仅要满足承压要求, 还应要求内外防腐的寿命应与内衬修复后的整体管道寿命相一致。第五个重要原则是: 被修旧管道的清洗要彻底干净, 内衬施工要求不仅要清净管内壁的一切污垢, 还应将金属管道内壁上存留的金属毛刺清淨, 以免划伤内衬 PE 管材, 选用树脂翻衬工艺施工, 因不是严格意义上的粘合, 而是贴合, 因此也不允许金属毛刺划伤内衬管, 特别是在翻衬施工过程中, 内衬软管的工艺薄膜如被刺穿, 将会产生影响工程质量的严重后果。第六个重要原则是认真做好施工后的打压验收工作, 这是检验内衬工程整体质量的重要环节。打压验收可以检验被衬后管线是否存在质量隐患, 是否完全恢复了管线原设计的承压要求。

### 5.3 选用非开挖内衬技术修复埋地管道应注意的问题

(1) 目前在市场上有多种非开挖内衬技术, 如何针对不同地区及不同埋地管道问题选用最适合最科学的工艺方法, 是首先应该注意的问题。等径穿插内衬方法目前市场上有两种工艺, 一种是挤缩法, 采用缩径机, 在牵引力作用下使 PE 管缩径 10%, 然后拉入被修管道中, 此法缩径小, 穿插过程中划伤的机率较大, 加之 PE 材料有预应力龟裂问题, 国外禁止此工艺穿插使用非自承压的薄壁 PE 内衬管, 而要求采用 PE 自承压内衬管, 同时禁止使用各种润滑剂, 完全使用物理机械方法挤缩牵引穿插, 避免污染供水管道。与此法相比 U 型 PE 穿插法因缩径在 40% 以上, 穿插过程中摩阻小, 是目前非开挖 PE 内衬工艺中最佳方法。

总之, 在采用任何一项新技术新材料的时候, 一定要经过各方充分论证, 同时还可以考查在同一甲

方单位有没有连续使用三年以上的业绩。它能从用户单位角度反映出此技术的成熟程度。

(2) 在诸多内衬工艺中, 翻衬工艺是技术难度较大的, 需要注意的问题也较多, 在地下水位较高的地区, 应要求施工方采用耐水的环氧配方, 而不应采用遇水不固化的不饱和树脂配方, 并要求对方出具生产厂家产品证明, 否则被修管破损处便是工程质量隐患处, 因为管内排空后, 地下水会从破损处不断渗入被修管中, 影响不饱和树脂的固化, 造成内衬修复的质量隐患。由于国内加工翻衬软管的复膜工艺多采用热复合法, 粘合强度不稳定, 与国外产品有差距, 而国外一般是成膜、复膜一体化生产, 即流膜法, 复合强度高, 而国内热复合法生产的软管用在燃气行业埋地管线中容易发生工艺膜脱落堵塞管道问题, 应引起高度重视。由于树脂属于脆性材料, 随被修管径增大应加大内衬厚度, 以增加其内外承压强度。DN600 以上管道, 其厚度设计应在 8mm~15mm 以上。翻转内衬技术国外在小管径修复厚度不低于 6mm, 由于厚衬管翻衬工艺难度较大, 目前国内企业施工能力尚有差距。翻转内衬虽然能修复带 90° 弯角管线, 但拐角处易造成内角起皱, 外角空鼓。鉴于管内环境复杂, 不易全线清理干净, 内衬树脂管并不是粘合, 而是贴合。采用翻衬工艺的工程验收工作中需注意以下几个方面: 翻衬厚度检测, 内壁有无起鼓起泡及塌顶现象, 如有则应认真检查发生原因, 并及时修复。采用套袖式焊接连管, 套袖内外除锈防腐及加注的密封材料材质, 也是影响工程质量的重要环节, 不能有丝毫马虎。最后是严格进行打压验收。

(3) 科学制定中标价格, 一味低价中标, 违反市场经济规律, 带来偷工减料等一系列问题, 甲方低价换来的是低质工程, 得不偿失。比如采用薄壁 PE 内衬, 国家新起草的施工规范当中明确规定, 必须选用 PE100 级材料, 这是因为决定聚乙烯材料性能的三个关键指标是: ①静液压强度 ②抗慢速裂纹扩展 ③抗快速裂纹扩展

PE 100 级聚乙烯树脂采用双峰分部、乙烯共聚技术在提高长期静液压强度的同时, 也提高了耐慢速裂纹增长和耐快速开裂扩展性能, 具有优异的慢速裂纹增长抵抗能力, 卓越的快速裂纹扩展抵抗能力, 并具有较高的刚度改善了刮痕敏感度。

双峰聚乙烯较好的克服了第一代聚乙烯

(PE63)原料密度很高,但耐开裂性能很差和第二代聚乙烯(PE80)原料耐慢速裂纹增长性能较好,但耐快速裂纹性能差和静液压强度不够高的缺点。第三代聚乙烯(PE100)(双峰聚乙烯)依靠“双峰”技术得到了聚乙烯(PE)单体的最佳结合,使其长期静液压强度大为提高,耐慢速和快速开裂性能显著改善,解决了强度和耐开裂性能的矛盾以及因聚乙烯分子量增加而带来的挤出、热成形下降等问题。

在《给水用聚乙烯(PE)管材》GB/T13663-2000中规定用于给水用管材的聚乙烯原料分为PE63、PE80和PE100三个等级,必须使用聚乙烯混配料。

长期静液压强度对PE材料是一个非常重要的指标,从不同材料的长期静液压强度双对数曲线,可以明显的看出材料进步的轨迹。

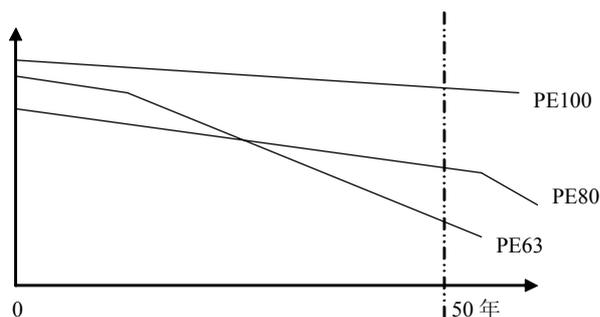


图 1

从图 1 可以看出 PE63 在 50 年寿命期内强度降低幅度很大,说明性能不稳定,同时很早出现拐点,说明耐慢速裂纹增长性能很差。PE80 不仅长期强度有明显提高,而且拐点出现在 50 年后,说明耐慢速裂纹增长性能有明显提高。以 PE100 为代表的双峰聚乙烯,其长期强度进一步提高,且拐点进一步后移,不仅耐慢速裂纹增长性能提高,而且耐快速裂纹扩展性能更有显著提高。

内衬工艺是采用薄壁 PE 做内衬管,所以国家要求选用性能较高的聚乙烯 PE100 级内衬管材。

为保证管材采购质量,建议到管材生产车间监督投料生产,防止厂家添加低等级料或再生料,同时留取小样备检。

(4)慎重选择施工队伍是保证工程质量的重要环节

每一个新技术在被社会逐步认知接受的过程中,在利益趋使下,往往伴随着许多靠简单模仿的小施工队伍的诞生,这些队伍施工技术粗糙,工艺不严谨,技术队伍缺乏经验,租借施工资质,这些队伍往往采取低价竞标,然后降低材料采购等级获取利润和工程业绩,阻碍了新技术的正常推广。因此,在选择和考查施工队伍时应注意:

①考查施工企业的经济实力:近三年该技术的营业额,财务报表及主管税务局名称、通信地址、电话已备核实资料的真实性。

②考查施工企业专业施工能力:近三年的工程业绩,两个以上在同一甲方连续三年施工业绩,甲方单位名称、技术部门联系人及电话,已备核实资料的真实性。

③资质证、材料检测报告(翻衬技术因用在供水、供气工程中的工艺膜材料不同,要有材质检测证明,而不是产品型号检测证明,特别是用在供水管道内衬)产品鉴定资料等重要证明甲方一定要验看原件并复印留底,以备核实标书文件,杜绝靠复印件弄虚作假现象,从中也可以考查出一个工程企业的诚信程度。

④实地考察企业及工程现场,对该企业的实际情况和现场施工组织能力进行直观了解。与被调查工程企业的技术人员座谈技术工艺,可了解企业的实际技术水平能力。

⑤要求投标企业必须具备公用市政工程施工总承包三级以上资质,这是体现一个施工企业施工能力、技术水平和经济实力的标准,不仅具有专业管道施工能力,而且具有国家相关部门颁发的施工许可证,要求企业出示施工资质原件。早年建设部为小型技术企业颁发的特种资质证书,提高了小型企业参与社会竞标的地位,但与常规特级资质不能等同。对于修复承压标准较高的管道应要求施工企业具有压力管道安装资质,保证修复工程的整体质量。

总之,针对埋地管道的具体情况和运行要求,在管网维护中提高科学性,减少盲目性,科学选用非开挖内衬技术是关系到管道非开挖修复质量的关键,对提高应用非开挖技术的水平具有重要作用。