

旧管修复技术的合理选用

尤文玮¹, 钱 勇², 周 铭³

(1. 林同炎李国豪土建工程咨询有限公司, 上海市 200092; 2. 上海市政工程设计研究总院, 上海市 200092;

3. 浙江东方豪博管业有限公司, 浙江温州 325011)

摘 要:城市给排水管网是市政设施的重要组成部分, 肩负着城市供水及污、雨水排放等重要功能。随着城市的飞速发展, 使管道的更新改造采用传统的“开挖”作业方式越来越困难, 故非开挖修复可弥补其不足。其中, HOBAS 衬管修复技术具有施工简便、耐腐蚀、综合造价低、使用寿命长等特点, 具有广阔的使用前景。

关键词:非开挖修复技术; HOBAS 管修复技术; 翻转法; 牵引法; 制管法; 短管内衬法

中图分类号: TU990.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-7716(2006)06-0076-04

0 引言

城市给排水管网是市政设施重要的组成部分, 肩负着城市供水及污、雨水排放等重要功能。由于给排水管道的日益老化, 城市人口增长和房地产业的快速成长对管道的压力, 施工和管材质量的下降等原因, 使很多给排水管道带病运行。带病的管道直接威胁附近的建(构)筑物的安全, 给居民生活带来不便。但由于城市的急速发展, 这些敷设于 80 年代的管道主要位于人口稠密、商业繁荣的市区, 部分管线或在其上方骑压着建筑物, 或在其周边充塞着石油气、热力、电缆等其他管道和设施, 更有甚者, 由于交通干道拓宽, 部分管段已完全被压在交通繁忙的干道下方, 使管道的更新改造相当困难。如采用传统的“开挖”作业方式, 会对交通、周围环境和人们的日常生活产生极大的干扰, 并需为恢复地表付出高昂的代价, 各种辅助工作量和费用将超过工程本身, 早在 80 年代欧美一些国家就立法严禁开挖道路。而现今国内外兴起的非开挖管道修复技术可适用于这些管网改造工程中无法进行开挖作业的情况。根据日本下水道管路管理业协会的统计, 从 1983 年到 2000 年的 18 年中, 采用非开挖修复技术对地下管道的修复长度为 1 404 km。其间, 1986 年翻转法和制管法开始使用, 1990 年开始导入牵引法。我国管道修复技术则起步于上世纪 90 年代。

1 非开挖修复技术简介

管道的非开挖修复一般分为点状修复和线状修复。点状修复即对管线中已损坏的某一部分进行修复施工的技术, 又称部分修复技术; 线状修复

技术即对检查井之间的整段管进行修复的技术, 现以应用较多的线状修复技术为对象进行介绍。

1.1 按修复后的管道结构分类

从修复后的管道的内衬管和原有旧管之间的结构不同进行分类, 非开挖修复技术可以分为自立管、复合管、双层构造管和其他的 4 个种类。

(1) 自立管。不考虑旧管的强度, 内衬管自身可以承受外部的压力, 具有和新管同等以上的耐负载能力和持久性能。是按开槽埋管时管道所承受的载荷来进行内衬管的结构设计的管道。

(2) 复合管。内衬管和旧管形成一体后共同承受外部的载荷, 具有和新管同等以上的耐负载能力和持久性能。这种管道需要在旧管和内衬管之间的缝隙内注浆, 以达到复合的目的。

(3) 双层构造管。考虑旧管可以承受部分载荷, 另一部分载荷由内衬管承担。旧管和内衬管以双层构造的方式共同承受外部的载荷, 具有和新管同等以上的耐负载能力和持久性能。

(4) 其他。旧管具有承受外部载荷的能力, 内衬管主要起防止地下水渗漏的作用, 这样的内衬管比较薄, 具有很好的经济性和施工性。

1.2 按修复施工时管道成型方法分类

按在旧管修复时新管材料插入旧管的方式, 以及新管成型的方法, 非开挖修复技术分为翻转法、牵引法、制管法、短管内衬法以及涂层法。其中的翻转法, 牵引法属于 CIPP (Cured In Place Pipe), 即现场固化管技术。

在进行技术分类时, 把保留旧管并在其内部进行加固修复使之再生的技术都归于该类技术。

1.2.1 翻转法

翻转法即把灌浸有热硬化性树脂的软管材料运到工地现场, 利用水和空气的压力把材料翻转送至管道并使其紧贴于管道内壁, 通过热水、蒸气、喷淋或紫外线加热的方法使树脂材料固化, 在

收稿日期: 2006-07-10

作者简介: 尤文玮(1955-), 女, 苏州人, 高级工程师, 注册设备工程师, 注册咨询师, 从事给排水工程设计工作。

旧管内形成一根高强度的内衬塑料新管的方法，见图 1。

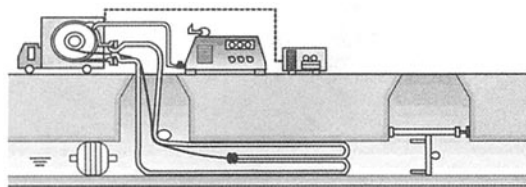


图 1 CIPP 工艺施工示意图

由于翻转的动力是空气和水，只要材料加工上没有问题，一次施工的距离可以非常长。在日本北海道的工地上，有过对 $\Phi 600$ 的污水管道一次性施工长度为 500 m 的记录。

1.2.2 牵引法

牵引法即把灌浸有热硬化性树脂的软管材料运到工地现场后，采用牵引的方式把材料插入旧管内部，然后加压使之膨胀，并紧贴于管道内壁。其加热固化的方式和翻转法类似，一般也采用热水、蒸气、喷淋或紫外线加热的方法加热固化。

1.2.3 制管法

在旧管内，采用带状的硬塑料材使之嵌合后形成螺旋管，或采用塑料片材在旧管内接合制成塑料新管。在新管和旧管之间的缝隙内注浆，塑料新管只作为注浆时的内壳，起维持修复后管道内部形状的作用，见图 2。

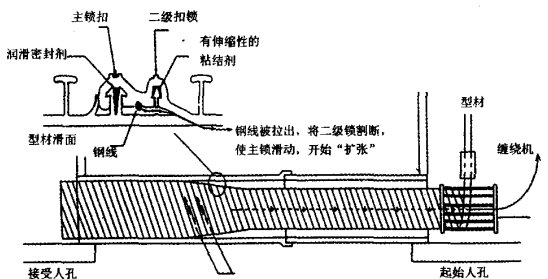


图 2 螺旋缠绕工艺施工示意图

该方法具有在管道内有少量污水流动时也可以施工的特点，在大管径 ($\Phi 800$ mm 以上) 以及临时排水有困难的管道进行修复施工时应用较多。其缺点是管道的流水断面损失大，注浆的情况不易确认、价格昂贵等。

1.2.4 短管法

短管内衬法一般作为临时的应急技术。该技术缺点在于成型的内衬管接头多，管道的流水断面损失大，注浆的情况不易确认等，但该方法施工相对方便，费用低，见图 3。

1.2.5 涂层法

利用管内机械，将树脂喷涂在管道内壁上。该

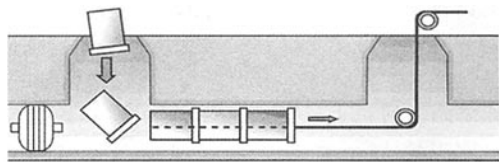


图 3 短管内衬工艺施工示意图

方法对管道结构强度没有增强作用，只能起到防腐和防渗作用。虽对管道断面影响小，但工期长，施工建设复杂，质量可靠性差，施工要求高，不能带水作业。

HOBAS 内衬管技术一定程度上解决了上述管道修复技术方法的各种局限性，如无法确保原管网流量、修复质量不稳定、施工周期长、综合费用高、通水能力达不到等缺点，是近年来一种新型的管道内衬修复技术，比较适用于我国当前给排水管网修复技术。表 1 中对现有的几种非开挖修复技术进行了综合比较。

表 1 主要修复类型管材比较表					
衬管性能	HOBAS 衬管	PE 衬管	翻转法	不锈钢衬管	螺旋缠绕管
止水性能	好	较好	好	较好	较好
施工场地	一般	一般	较小	一般	一般
质量保证	好	较好	好	较好	较好
施工进度	一般	一般	快	一般	一般
验收试验	容易	容易	容易	容易	容易
使用寿命	长	较长	较长	较长	较长
摩阻系数	较小	较小	较小	较小	较大
综合造价	小	一般	较大	较小	较大
管材运输	方便	方便	方便	方便	方便
防腐性能	好	好	好	较好	较好
施工设备	一般	一般	复杂	一般	一般
承受内压	一般大	一般	小	一般	一般
施工费用	约大开挖	约大开挖	约大开挖	约大开挖	约大开挖
	更换管道	更换管道	更换管道	更换管道	更换管道
	费用的 50%	费用的 70%	费用的 80%	费用的 60%	费用的 80%

综上所述，HOBAS 衬管修复技术具有价格便宜，质量过硬，使用寿命长等优点，故具有一定的发展前景。

2 HOBAS 管修复技术及施工工艺

2.1 HOBAS 管修复技术

HOBAS 内衬管技术是将旧管的适合尺寸的 HOBAS 内衬管衬入需修复的旧管内，形成管中管复合结构。其不同于其他管道修复技术的特点详述如下：

(1) 离心浇铸工艺。离心浇铸 HOBAS 管是一种复合材料的管道，由树脂、玻璃纤维和石英砂投入旋转着的模具内腔，在离心力的作用下，经复合

加工而成,外层是加砂的不饱和树脂层,在管壁中心轴的两侧是玻璃纤维增强结构层,中间是加砂的支撑层,内层依次为玻璃纤维增强密封层和不饱和树脂内衬层。

HOBAS 内衬管是利用 HOBAS 离心浇筑工艺,通过特殊的工艺设计,设置不同功能层以达到工程要求,然后进行管端加工而成。

(2)密封性好,安装方便的柔性接头技术。HOBAS 内衬管用的套筒式接头采用三元乙丙胶材料制成的双唇密封接头,连接简便,密封性好。

(3)粗糙度耐腐内壁技术。管网流通阻力小,不结垢,流量大,耗能少。

(4)HOBAS 内衬管修复技术具有的技术特点为:

a.保证原设计流量的流通能力。

球墨管、钢管粗糙度为 $n=0.013$;钢筋混凝土管介质为污水时粗糙度 $n=0.014$, 介质为雨水时粗糙度 $n=0.013$; 而 HOBAS 内衬管粗糙度为 $n=0.009 \sim 0.01$ 。因此用 HOBAS 内衬管修复可达到或超过原管流通能力。

例如, DN800HOBAS 管和 DN900 铸铁管应用于压力管道中其流量计算详细过程如下(其粗糙系数见表 2)。

表 2 铸铁管及 HOBAS 管粗糙系数表

项目	铸铁管	HOBAS 管
粗糙系数 n	0.013	0.008 03(实测) 0.009 ~ 0.01(设计推荐)

根据有压管道基本公式 $H=alQ^2$ 和公式 $a=10.3n^2/d^{5.33}$ 得到:

DN900 的铸铁管(内径 $d=880\text{ mm}$):

$$Q_{\text{铸铁管}} = \sqrt{\frac{0.88^{5.33}H}{10.3 \times 0.013^2l}} = 17.048\ 43 \sqrt{\frac{H}{l}}$$

DN800 的 HOBAS 管(内径 $d=793\text{ mm}$):

$$Q_{\text{HOBAS}} = \sqrt{\frac{0.793^{5.33}H}{10.3 \times 0.0095^2l}} = 17.663\ 52 \sqrt{\frac{H}{l}}$$

根据计算表明:在相同的工作压力和相同管线长度下, DN800HOBAS 管的水流量相当于 DN900 铸铁管的水流量。

b.满足施工要求。

柔性接头密封性好:HOBAS 衬管端口加工,管与管间采用套筒式唇形密封接头连接;安装连接方面,接头与管体间外表面达到平整吻合,在施工过程中不会产生额外阻力。管壁耐腐蚀:可以不作任何防腐处理,直接用于高酸性、高碱性环境中,使用寿命 50 a,养护费用低。

- c.重量轻,运输吊装方便,施工周期短。
- d.管线运行及维护费用低。
- e.可衬入任何材质的旧管网内。

2.2 HOBAS 管修复技术的施工工艺

(1)在管道沿线适当位置建立发射井和接收井。

(2)对旧管道进行清淤,检查,确保无严重错位。

(3)设置安装工作台。

(4)将 HOBAS 的衬管逐节在发射井内安装后,用卷扬机将 HOBAS 衬管拖入旧管内。

(5)内衬管安装完成后,要检查 FWC 接头的密封性能以确保安全,然后进行管轴线校正,尽量使管轴线起伏最小。

(6)注浆进行管壁填充。

(7)安装完毕检验合格后,作业井进行回填。

3 工程实例

3.1 HOBAS 内衬管修复水电路给排水管道

上海市北自来水公司位于水电路的 DN900 铸铁管,管道使用时间已超过管道使用寿命年限,经常发生爆管事件,必须对原有管道进行改造。由于该路段交通繁忙,无法进行正常的开挖排管,于是采用对原有管道内进行内衬补管。经多方案比较,衬管采用 HOABS 管(离心浇筑玻璃钢夹砂管)内衬技术,衬管规格为外径 800 mm,刚度 5 000 N/m²,压力为 0.8 MPa,HOABS 管的摩阻系数仅为 0.009 ~ 0.01。根据上述计算证明 DN800HOABS 管的流量与 DN900 的铸铁管的流量基本上一样。

3.2 HOBAS 内衬管修复阿姆斯特丹机场的下水道

2002 年 6 月,阿姆斯特丹机场 Schiphol 管理部门采用 HOBAS 内衬管对机场 09-27 跑道下的雨水排放管进行了修复。旧管是混凝土管道,埋在机场跑道下已达 40 a,承受着极大外部静力荷载。多年来飞机着陆使原有 d1000 ~ d1200 圆形混凝土管发生了严重变形,成了椭圆形的管道,d1000 埋管径向直径为 750 mm。仅靠敷设在管道上方的混凝土盖板来传递分散交通荷载以确保飞行安全。

2002 年 6 月,机场管理当局决定关闭所有空中交通,对跑道进行全面维修,包括路面沥青,照明设备和着陆设施等等。跑道只允许被关闭 17d。在规定的施工期限内,共有 759 m 的 HOBAS 内衬管要装进 8 条横穿在跑道上的旧混凝土雨水管内,各种规格内衬管道长度:

DN700/SN16000/PN1:73 m

DN800/SN16000/PN1:380 m

DN1000/SN16000/PN1:120 m

DN1200/SN16000/PN1:186 m

由于飞机起飞和着陆的动载大,对埋在跑道下管材环刚度就要求高。据有关咨询专家静力计算,选用SN16000环刚度的HOBAS管。HOBAS管接口密封性好、修复安装方便,可在施工现场任意切割,整个修复工作很快得以完成。HOBAS管与混凝土旧管之间的空隙用轻质水泥浆灌浆填充,这样修复后不存在混凝土管的变形问题。在修复施工期间,雨水排放管还照样运行,只是空中交通关闭了一段时间,这都归功于HOBAS管内衬技术。

3.3 嵊新污水处理厂干管工程

嵊新污水处理厂干管工程建设区域大,管线敷设的地形也比较复杂。其中在上三高速公路与金甬高速公路(建设中)交叉处,由于此处管线不可能进行开槽施工,因此建设方决定采用DN2000的钢筋混凝土顶管(作为防护套管)顶进,再用DN1600HOBAS管衬在混凝土顶管内。HOBAS管6 m一节,为了将HOBAS管快速拉入混凝土管内,在原顶管工作井铺两条导轨(槽钢)伸向HOBAS管安装的位置,再在导轨上放上特制小车,HOBAS管吊放在小车上,人工即可将其推动。采用2只5 t的手摇葫芦将HOBAS管拉动连接,然后在管端附近用砖砌成一圈以支撑固定HOBAS管。第一段管段长72 m,3 d安装完成;第二段135 m,7 d安装完毕。

3.4 黄山路合流污水压力管道修复工程

黄山路(西宝兴路~广联路)DN800铸铁压力管,长度约208 m,接口形式为承插式。当时管道施工时未设基础,压力管中间也未设透气设施。该压力管自竣工移交至今,曾先后3次因管道接口损坏而发生污水渗漏,其中有2次发生于2004年10月以后,虽经多次修补,但屡修屡坏。该路段因污水渗漏,已严重影响了当地的交通,并给当地居民的出行造成不便。

设计单位在设计中考虑黄山路沿线地质较差,且该压力管沿线均未设基础,因而内衬管需有较高强度。由于采用HOBAS内衬管道对压力管修复经验多,且内衬管道强度大,防腐性能好,更适用于本工程情况,因此,在对各管道修复技术综合比较后,推荐对黄山路压力管道采用HOBAS管(规格SN10000,PN6)内衬管道修复法。施工方案如下:

(1)在原压力管转折位置开挖,建立安装和接收井。

(2)对原DN800管道进行清淤,检查,确保无严重错位。

(3)在DN800管内铺设两条导轨。

(4)将HOBAS管逐节安装后,用卷扬机将HOBAS管拖入DN800管内。

(5)内衬管安装完成后,要检查接头的密封性能确保安全,然后进行管轴线校正,尽量使管轴线起伏最小。

(6)注浆进行管壁填充。

(7)管道转折处设混凝土支墩。

(8)安装完毕检验合格后,工作井进行回填。

4 结语

城市旧给排水管网改造修复采用开挖施工投资费用巨大,同时还会带来城市交通、环境保护等问题,而采用非开挖管道修复技术即可解决上述问题。HOBAS衬管法修复技术在众多修复技术中具有独特的优势,该技术具有施工简便,综合造价低,使用寿命长等特点,具有广阔的使用前景。

参考文献

- [1]孙跃平.地下管道非开挖修复技术的分类和结构设计的方法[A].2006亚洲非开挖技术展览会暨研讨会论文集[C].2006.
- [2]孙跃平.采用CIPP技术对自来水管进行内衬修复的结构设计[A].2006亚洲非开挖技术展览会暨研讨会论文集[C].2006.

无锡首家外资污水处理厂投运

10月24日,由香港惠记集团投资兴建的钱桥综合污水处理厂一期工程正式投入运行,这是无锡首家引进外资建设的污水处理厂,它对改善当地生态环境和人居环境将产生积极的影响。

钱桥综合污水处理厂一期工程投资1.2亿元,于2005年7月开工。一期工程共铺设污水管网32 km,覆盖了钱桥镇所有区域,日污水处理能力达2万t。它的竣工投运,使得钱桥印染企业的印染污水、居民小区的生活污水以及钱桥工业配套园区的工业污水将率先得到净化处理,全部实现达标排放。