

# 市政排水工程中的塑料管道施工新技术

张殿伟

天津国环节能科技有限公司

**摘要：**在市政排水工程中，塑料管道的施工技术简易、施工难度较低，但由于市政排水工程面临的施工环境较为复杂，需要在规避地下线缆与其他地下管道的基础上进行管道架设，同时需要尽量降低对地面交通的影响，因此需要新型施工技术解决问题、加快施工进度、降低施工对地上地下的影响。本研究的目的是探索新的施工方式，以提高市政排水工程的效率和质量。结合当前常用的塑料管道的类型和性能优势，对市政排水工程中的塑料管道施工新技术深入分析，诸如拉管法敷设新管道施工技术、衬装法更新旧管道施工技术、架空法临时切改旧管网施工技术等。结果：塑料管道施工新技术的应用，能够有效减少施工时间和成本，并提高施工质量和工程可靠性。结论：市政排水工程中采用塑料管道施工新技术是可行且具有实际应用价值的，可以为市政排水工程的发展提供新的思路和方法。

**关键词：**市政排水工程；塑料管道施工；新技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.09.029

## 引言

传统市政排水管道通常应用混凝土管、钢管等作为管道材料，具有腐蚀性强、寿命短等特征，造价较高。而以PVC、UPVC、RPM、PE等材料构成的塑料管道相较于传统的管道材料更环保、更轻便、抗腐蚀性性质更稳定、接口更紧密，因此也逐渐替代钢管与混凝土管，成为市政排水管道的首选材料。对此，为保证市政排水工程顺利进行，应该结合塑料管的类型与性能，对不同技术深入分析，并合理应用在施工中。

### 一、塑料管道的类型和性能优势

#### （一）硬质聚氯乙烯管（UPVC）

##### 1. UPVC螺旋缠绕管

此类管材由聚氯乙烯（PVC）树脂制成，管壁内外表面平滑、无毛刺，具有良好的耐腐蚀性能和耐磨损性能，安装简便快捷，施工工期短，能降低施工成本，在市政工程排水、输水工程中应用较为广泛<sup>[1]</sup>。UPVC螺旋缠绕管的优点较多，诸如螺旋缠绕管结构强度和刚度大，可以抵抗外部压力。并且，UPVC螺旋缠绕管内外表面均采用聚氯乙烯材料，耐腐蚀性好，适应于酸碱环境。同时管道的密封性能好，连接紧密，可以有效防止泄漏问题。螺旋缠绕管的连接使用的是橡胶密封圈和螺纹连接，安装工程简单便捷。

##### 2. UPVC径向加筋管

此类型的管道应用特殊模具和成型工艺生产，具有高强度特点，耐腐蚀性良好，耐热性强，液体流动性好，可以减少管道内部的阻力，让液流的流动性提升。在外荷载相同的情况下，相比于普通的管材，UPVC径向加筋管可节约原来，具体在30%左右，在市政排水工程中能获得良好效果。

#### 3. UPVC双壁波纹管

与普通的管材相比，UPVC双壁波纹管同样可以节约原来，具体在40%左右。UPVC双壁波纹管的优势有：耐冲击性好：波纹结构使管道具有较好的抗冲击性能，能承受外部力量；耐腐蚀性好：UPVC双壁波纹管内外壁均采用聚氯乙烯材料，耐腐蚀性能好，适用于酸碱环境；密封性能好：波纹结构使管道连接紧密，可以有效防止泄漏；吸声性能好：波纹结构可以有效吸收噪音，降低管道运行时的噪声<sup>[2]</sup>。

### （二）玻璃钢夹砂管（RPM）

结合用途和结构形式的不同，玻璃钢夹砂管（RPM）可以分为直埋式和地面敷设式两种类型。其中，直埋式玻璃钢夹砂管用于地下管道系统，如给水、排水、污水处理等领域。地面敷设式玻璃钢夹砂管用于地面管道系统，如工业排水管道、化工管道等。此种类型的管道优势较多，如耐腐蚀性：玻璃钢夹砂管应有玻璃纤维增强塑料作为基材，有良好的耐腐蚀性能，可以抵抗各种酸、碱、盐等腐蚀介质的侵蚀，不会产生腐蚀、结垢、泄漏等问题；耐磨性：玻璃钢夹砂管表面经过特殊处理，有很高的耐磨性。在输送高速流体或颗粒物时，不会因为摩擦而产生磨损和破损，保证了管道的长期稳定运行；耐高温性：玻璃钢夹砂管有良好的耐高温性能，可以在较高温度下正常运作，承受高温介质的冲击和膨胀，不会发生软化、变形等问题；导热性能好：玻璃钢夹砂管可以有效传导介质的温度，有利于保持介质的温度稳定，提升管道系统的工作效率。

### （三）聚酯纤维增强热塑性塑料柔性管（FRTP）

FRTP由聚酯纤维和热塑性塑料组成。聚酯纤维具有较高的强度和刚度，能够提高管道的承载能力和耐久性。热塑性塑料则具有良好的加工性能和柔韧性，使得管道在安装和使用过程中保持较好的弹性和弯曲性能。FRTP柔性管有良好的承压性，基于室内拉伸试验，对未服役及服役2年后的FRTP运输管道进行整管承压性能研究，具体如图1所示。结合实验结果来看，未服役的FRTP管道承压能力明显好于服役两年的FRTP管道。

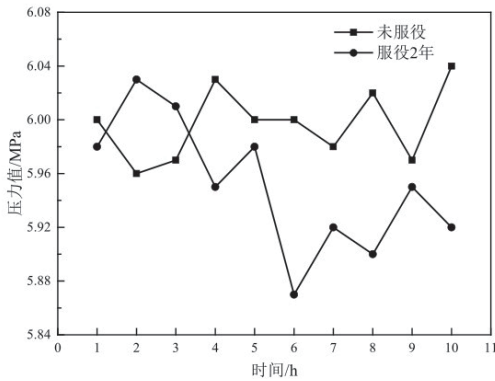


图 1 FRTP 管静水压试验结果

为测试FRTP的承受内压上限，对其展开了爆破试验，试验结果如表1所示，可见服役2年后的FRTP运输管道爆破压力平均值明显降低。

表 1 FRTP 管爆破试验结果

FRTP 管	爆破时长 /s	爆破压力 /MPa	爆破压力平均值 /MPa
未服役	43.5	22.4	21.8
	42.4	21.2	
	43.1	21.8	
服役2年	28.8	18.2	19.1
	33.4	20.2	
	31.6	18.9	

FRTP的内层性能也比较好，通过对FRTPUI内层拉伸试验，具体结果如表2所示，未服役FRTP管内层材料的抗拉屈服强度和断裂点应力均高于服役2年后的FRTP管内层材料，相比而言，服役2年后导致内层材料的屈服强度下降了21.43%。

表 2 FRTP 内层拉伸试验结果

FRTP 管	屈服强度 /MPa	断裂点应力 /MPa	断裂伸长率 /%
未服役	19.8	32.9	735.3
	19.5	33.7	746.2
	19.6	33.2	742.1
	19.4	33.1	745.3
	19.9	33.5	740.8
服役2年	15.2	26.4	667.2
	15.4	27.3	678.5
	15.8	26.8	658.4
	15.5	24.8	640.2
	15.3	25.2	648.8

## 二、市政排水工程中的塑料管道施工新技术

### (一) 架空法临时切改旧管网施工技术

#### 1. 架空法

保留原有管道位置，在施工地段左右切断，以塑料管道直接连接原管道，实现临时切改效果，但该方法仅适用于施工临时使用，在完成施工后仍需要将管网恢复

成原有旧管网形态。在大部分切改工程实施过程中，倘若要对管道的流向做出改变，会出现工程投资增大的情况，施工量也会随之变大。基于此种情况，可以运用架空法，节约投资成本，缩短施工工期。并且，合理应用此方式，施工排水问题也能得到解决，保证的工程质量和效率。比如：在某市地铁站排水改接工程中，有多处管道出现破损老化，若全部重新铺设，投入资金总计1000万元，耗时较长，因此在衡量各方案成本后选择使用架空法临时切改，总计完成六处300-1200mm管径的雨水管道与污水管道的切改，管道架空在明开地铁沟槽中，跨距为30m，确保工程要求能得到满足。在管道材料选择方面，前期安排人员展开了深入调研，在多方对比下，选择利用玻璃钢夹砂管（RPM）施工。

#### 2. 施工要点

在具体施工过程中，需要将前期准备工作做好，保证后续工作可以有序实施。对施工区域进行详细的勘测与测量，明确管道的位置、长度和角度等参数，以便进行准确的切改工作。同时为延长管道使用寿命，还要对检验管道的漏失情况。通常，如果管道处在稳定状态，常用的漏失流量的计算公式为：

$$qv=ap^b$$

在公式中：

a表示的是漏口面积；

b表示的是漏失指数。

当 $a=AC_d \sqrt{2g}$ 时， $b=\frac{1}{2}$ ，漏失指数转化为孔口出流模型，计算公式为：

$$qv=AC_d \sqrt{2gp}$$

在公式中：

A表示的是漏口面积；

$C_d$ 表示的是流量指数。

在对管道环向应力差计算中，应用的计算公式如下：

$$\Delta\sigma_i = \frac{(p_i - p_{i-1})(D_0 - e)}{2e}$$

在公式中：

$\Delta\sigma_i$ 表示的是采样管道环向应力之差；

e表示的是管道壁厚

$p_i$ 表示的是第i次采样管道压力。

通过计算了解管道的实际漏失情况之后，在施工区域搭建合适的架空设备，支撑和固定好需要切改的旧管道。这些设备需要具备足够的强度和稳定性，保证施工期间的安全性，避免出现意外事故。结合工程建设需求，采用合适的切改工艺进行切割和链接，并对管道的材料、直径、厚度等因素重点考虑，让切改后的管道具有良好的密封性与耐久性。在施工作业开展期间，对切

改工艺实时监控，保证每个步骤的准确性与安全。及时处理可能出现的问题和隐患，保证周围环境和人员不会受到任何影响。

### 3. 技术优点

相比于传统的切改工艺，架空法临时切改旧管网施工技术能有效缩短施工工期，提高施工效率。架空法可以避免大量的地面开挖和复杂的管道拆除工作，节省了大量时间和人力资源。此施工技术可以减少对施工环境的污染和破坏。相比于传统的施工方法，架空法能最大限度减少对土地扰动及周围植物的影响，保证生态环境的完整性。该技术还能降低整个工程的施工成本，有助于资源地充分利用。结合本工程项目来看，总计节约资金约900万元，质量较为可控，在完成管道施工后的一年内，六处架管均未产生渗漏、开裂等问题，工程施工效果良好。

## （二）衬装法更新旧管道施工技术

衬装法属于一种将塑料管道放在旧管道内部的施工方法，通过将塑料管道衬垫置于旧管道内部，将塑料管道推进旧管道内，直到完全覆盖旧管道，实现更换新旧管道，提升排水系统的性能与可靠性。

### 1. 滑入衬装

滑入衬装技术是将预制的塑料管道借助推力机或其他适用的设备滑入现有的管道中，实现对旧管道的更新。此方法适用于各种管材，包括聚氯乙烯、聚丙烯等。该技术的核心是保证新管道与旧管道之间形成一个密封的衬装层，以防止渗漏和结构破坏。在利用该技术时，需要对旧管道清理和检测，保证结构完整并没有严重的缺陷，结合旧管道的尺寸与形状，选择合适的预制管道进行准备。预制管道通常在工厂中生产，之后将预制管道和推力机等设备连接，顺利滑入旧管道，最后监测与跟踪，将新管道滑入旧管道，形成完整的衬装层。滑入衬装可以在不破坏旧管道的情况下，实现对管道系统的更新，减少对周边环境的影响，

### 2. 贴合管衬装

贴合管衬装技术是一种在现有管道内安装塑料管道的方法，具体步骤有清洗准备原有管道，制作合适尺寸的塑料管道、将塑料管道通过适当手段贴合的原有管道内，最后密封与固定。与传统的管道施工技术相比，贴合管衬装的优势较为明显，可以节约施工时间。因为贴合管衬装不需要开挖或破坏原有管道，施工时间能缩短，适用于紧急情况下的管道更新。该技术能降低施工成本，不需要大量人力与物力投入，节省人力资源和材料费用，也能避免对周边环境造成影响，减少公共设施维修带来的额外费用。该方法是由不同形状和尺寸的管道，根据原有管道和尺寸和形状制作出相应的塑料管道进行贴合，在不同类型的管道工更新工程中能获得较好效果。

### 3. 短管衬装

短管衬装可以将塑料管道插入旧管道中，形成新的

管道系统。在利用该方法时，需要先清理和检查旧管道，因为任何残留物或者障碍物均会影响管道的安装与性能。清理过程中，可以利用专业设备进行。旧管道内的堵塞物清理干净后，测量管道的尺寸和形状，保证新的材料管道能准确衬入旧管道中。在此期间，可以使用先进测量设备获取旧管道的准确尺寸与形状数据，为后续加工、安装提供参考。结合测量结果制作适合旧管道的塑料短管。在制作期间，要根据旧管道的直径和长度确定短管的尺寸与形状。短管制作结束后。可以开展衬装施工。在施工期间，应该将短管逐段衬入旧管道中，直到整个短管道系统被新的短管覆盖。为保证衬装的紧密贴合，施工人员可以应用专业的工具和设备操作。在衬装结束后，对管道进行密封，确保密封性能达到既定要求。最后进行压力测试，验证管道系统是否能在正常条件下工作。比如：在某干道更新旧管工程中，原有管道经年累月受到腐蚀与破损，受到暴雨袭击后发生塌陷，原有的管内淤积与塌陷导致管道实效，在测量后发现旧管道内淤积在300mm到400mm之间。为解决问题，强化污水排放质量，先使用CCTV对旧管道内壁情况进行勘测，定位问题点后使用玻璃纤维内衬进行旧管道升级，施工流程为：先清理内衬管，安装滑轮和打包机，拉入内衬，利用空压机吹胀软管，加热衬底固化，将滑轮和打包机拆除，最后进行密闭性试验。与普通的管道施工技术相比，此方式不需要开槽，施工时间短，对环境不会产生太大影响。短管衬装能让管道的摩阻下降，增加净流量。并且该方法的施工效率高，可以让排水系统的运行更为平稳、高效，延长工程的整体使用寿命。但此方式在应用过程中也存在一定缺陷，内衬管接头位置在处理过程中，难度较大，需要做好密闭工作，并且在温度及时间控制方面也相对困难，需要保证温度、时间控制的精准性，不能出现任何误差。

## 三、结语

综合而言，随着洪涝灾害发生频率不断增大，城市排水问题得到社会各界广泛关注。在市政排水工程施工中，传统混凝土管材已经无法满足要求，暴露出的问题较多，需要利用塑料管替代。塑料管在性能、施工方式、应用年限、成本等方面有颇多优势，尤其是在管道后期的养护中，不会产生太大水阻系数，可以直接用水冲洗养护，节约维护成本的同时，施工人员的劳动强度也能降低。因此，为提升市政排水工程建设效果，应该对塑料管道施工新技术充分运用。

## 参考文献

[1] 沙雨亭, 朱家业, 祁晨等. 浅谈工程中给排水塑料管道施工难点及解决方法[J]. 建筑工人, 2022, 43(10): 33-36.

[2] 王志强. 给排水工程常用塑料管道应用及施工质量研究[J]. 建筑安全, 2021, 36(10): 70-72.

作者简介: 张殿伟, (1983.11-)男, 汉, 山东嘉祥人, 汉族, 本科; 工程师, 研究方向: 给水排水工程。