 DOI: https://doi.org/10.12349/edc.v8i3.9832

# Research on Construction Technology and Quality Control Measures of Direct Burial of Municipal Thermal Pipeline

**Pu Ge**

Tengzhou Thermal Power Co., Ltd., Zaozhuang, Shandong, 277500, China

**Abstract**

Direct burial installation of municipal heating pipelines has become a key deployment method in modern urban heating systems, owing to its cost-effectiveness, significant energy efficiency, and durability. To address common challenges during direct burial installation—including pipeline leakage, heat loss, and structural deformation—the paper systematically reviews the installation techniques and proposes comprehensive construction control measures based on practical engineering experience. Key quality control measures are summarized across critical phases such as material selection, trench excavation, insulation and anti-corrosion construction, and trench backfilling and compaction. These measures effectively enhance pipeline operational safety and longevity. The research holds significant implications for improving construction quality of municipal heating networks and reducing long-term maintenance costs.

**Keywords**

Municipal heating pipeline; Direct burial installation; Construction technology; Quality control measures; Operational safety;

# 市政热力管道直埋敷设施工技术与质控措施研究

葛普

滕州市热力有限公司，中国·山东 枣庄 277500

**摘　要**

市政热力管道直埋敷设因其经济高效、节能效果显著、耐久性好等优点，已成为现代城市热力系统的重要敷设方式。针对直埋敷设过程中易出现的管道渗漏、热损及结构变形等问题，本文对直埋敷设工艺进行了系统梳理，并结合实际工程实践，提出了全过程的施工技术控制要点。同时从材料选择、管沟开挖、保温及防腐施工工艺、管沟回填压实等环节，归纳了关键质控措施，有效提升了管道运行的安全性与耐久性。相关研究对提高市政热力管网施工质量、降低后期维护成本具有重要意义。

**关键词**

市政热力管道；直埋敷设；施工技术；质控措施；运行安全性

## 1 引言

城市建设进程加速，市政热力管道建设是城市基础建设里面非常重要的部分。直埋敷设方式带来充分降低能耗、减少占地、降低施工和使用成本的很多优势，现已成为国内城市供热管网中主流的铺设方法。住建部门公布的统计数字显示，新建供热管网直埋管道占比逐年增加。供热施工过程不规范，可能会导致部分直埋热力管道发生漏水、热量散失情况、结构发生形变情况，技术方面困难和质量方面不足严重影响到管道整个运行过程的安全以及经济效益。

【作者简介】葛普（1991—），男，中国山东滕州人，本科，从事市政工程研究。

## 2 市政热力管道直埋敷设的现状与意义

### 2.1 直埋敷设的发展历程与现状

市政热力管道直埋敷设技术在 20 世纪中期开始出现，早期直埋敷设方法技术水平落后，管道防腐蚀能力差，保温效果差，导致施工质量不高，运行使用效果差。后期因为新型防腐和保温材料的出现，施工工艺变得先进，热力传输技术也得到连续改进，直埋敷设方式管道从无保护的裸管直埋敷设，改进成为现在高效保温防腐结构设计，管道保温效果明显增强，抗腐蚀能力也得到大幅提高。预制保温直埋管、全自动焊接设备以及智能化监测系统的推行推广，明显提升了施工效率和管道运行的安全性。直埋敷设技术已经变为市政热力工程的主流方式，其经济性、可靠性以及对城市建设协调性的优势获得了普遍肯定。

### 2.2 直埋敷设在市政热力系统中的应用优势

直埋敷设在市政热力系统中拥有明显的运用优越性。

其节约性强，由于无需建设地面附属设施，削减了建设成本和占地需要，减少整体开支。由于建造方便，可缩减工时，提升效能。相比于常规高架铺设，直埋敷设方法可以减少外部周围对管道的干扰，减少能量损耗，提升能源利用效率。直埋敷设还因其隐藏性，减少地面设施对城市整体风貌的干扰，提升城市整体美感。直埋敷设方法内置的隔热、防锈措施可进一步延长管道的运用期限，减少后续保养工作负担，为市政热力系统稳定运行给予了保证。

### 2.3 直埋敷设存在的主要技术难题

市政热力管道直埋敷设虽然拥有节约性和施工方便的优点，但于实践中依然存在多项技术难题。直埋敷设的管道容易遭受地下水腐蚀和外部载荷干扰，引起管道泄漏和结构扭曲，影响管道运作可靠性和降低使用寿命。因为热力管道长时间处在高热运转状况，其保温材料的性能和施工工艺对热损控制极为关键，不适宜的选材或应对措施会提高热能损失。地质条件繁杂或施工监测不够、不合理的管沟填埋和夯实方式，或引起地基不平衡下沉，干扰管道运行稳固性。

## 3 主要敷设工艺及关键施工技术

### 3.1 管沟开挖与支护工艺

在城市热力管道直埋施工过程中，沟槽开挖和管沟支撑这两项技术起着关键作用。直埋敷设方式要求地基拥有充足的稳固程度来支撑管道本身的重量以及因为温度变化导致的膨胀和收缩力量，因此沟槽开挖的技术必须安排得合理而且恰当。根据工程项目的实际情况来挑选适合的挖掘机械和施工方式，确保沟槽开挖的整个过程既准确又快速。沟槽开挖的深度尺寸和宽度尺寸一定要完全符合设计标准的要求，这样才能确保后续各个施工步骤能够顺畅进行。支撑沟壁的技术是沟槽开挖阶段里不可缺少的一个部分，必须依据土壤的不同类型以及地下水位的高低位置来挑选适当的支撑材料和支撑方式，例如采用挡土板支护、槽钢支护、板式支护、钢板桩支撑方式等等，从而有效阻止土壤发生塌陷，同时也防止对其他地下设施造成破坏。于高风险区域，必须开展边坡稳定性评估，且采取合适的加固措施。全面思考管沟的环境影响和施工安全性，保证施工期间对周边设施和环境的负面影响降低到最小。以上工艺和技术不但影响施工质量，还直观关系到管道运行的安全性和耐久性。

### 3.2 管道敷设与接口处理技术

在市政热力管道直埋施工中，管道安装和接口处理技术显得格外重要。安装管道的过程中，需要全力保证管道中心线的位置与设计图纸上标注的位置达到精确吻合，只有做到这一点才能有效防止因为位置偏移而引发后面一系列麻烦问题。接口处理工作是保障管道不发生漏水现象以及整体性能始终保持良好的核心关键环节。处理接口时，必须挑选出最合适的焊接密封材料，依靠这些材料彻底避免接口位置发生漏水的情况，同时还要利用专业工具进行焊接及保温补口工作，确保接口处理严密。开展接合工作时，需要完全依据施工规范执行焊接具体操作，只有这样才能让接口部分变得格外坚固，而且能够经受住长时间使用带来的考验。接口处理工作结束后，还需要认真开展详细的检查和全面的测试工作，将检查和测试的具体内容纳入质量控制的完整流程体系之中，确保绝对不出现泄漏或者接错的失误情况，从而保障管道系统实现长期安全且稳定的运行状态。

### 3.3 保温层与防腐层施工工艺

保温层施工工艺和防腐层施工工艺对于市政热力管道直埋敷设方式非常关键。选择保温层材料时需要认真思考材料耐高温性能和阻止热量传导能力，保证管道内部热量不会快速散失出去。经常使用材料包含聚氨酯硬质泡沫保温材料，这种材料阻止热量传导能力优秀，施工操作过程也相对简单方便。施工操作时需要特别关注保温层厚度保持均匀一致，尽可能降低热量散失数量。防腐层施工操作需要依据管道周边具体环境条件挑选合适防腐材料，例如环氧树脂涂层材料，能够有效阻止地下水以及各种杂质对管道表面产生腐蚀破坏。规范施工工艺加上严格质量控制管理能够显著延长管道实际使用年限并且明显提高管道运行期间安全可靠性。

## 4 直埋敷设全过程的质量控制措施

### 4.1 材料选择与进场验收控制

市政热力管道安装铺设的时候，选择合适的材料和做好进场验收的控制，是保证施工质量的关键步骤。材料质量的高低会直接决定管道维护的频率和使用寿命长短，因此对材料进行审查是重要的一环。在筛选和采购管道以及相关材料的时候，需要根据所在区域的气候条件和地质环境特点，做出合理的分析和考量，首先挑选抗磨损和抗腐蚀能力较强的高质量材料。必须保证材料完全满足国家制定的标准和设计要求。关于进场材料的验收工作这一环节，需要建立健全的检验流程，仔细核查材料的物理性能和化学性能、规格尺寸大小以及标识和标牌等详细信息，还要采用随机抽样检测的方式，来验证材料的性能指标和合格率是否完全符合标准。于建设期间，保留妥善入场检查记录，且完成材料的保管治理，防止由于外界原因引发材料功能的退化。借助严格的材料挑选与入场检查监管，能够高效提高埋设安装管道的建造品质，给后期步骤的顺畅开展建立稳固的基础。

### 4.2 回填与压实的质量保障

回填和压实属于市政热力管道直埋敷设过程中质量控制最重要部分，直接决定管道能不能长期保持稳定状态，同时有效避免地面基础出现下沉问题。在实际施工过程中，需要挑选合适回填材料，大多数情况下采用颗粒分布良好的中粗砂、碎石或者黏土，严格避免混进有机垃圾以及其他不符合要求的物质。回填工作需要一层一层来完成，每一层厚度必须达到设计文件和相关规范具体要求，这样才能让压实程度完全符合标准要求。压实工作过程中一定要使用和要求相

符的压实机械，避免不同层之间产生空洞或者压得太过结实的情况。特别对于靠近管道最关键那些区域，比如管道上面部分、下面部分以及左右两侧位置，必须采用人工方式或者小型机械一层一层仔细夯实，这样做就是为了避免伤害到管道本身。整个施工结束以后，可以利用现场测量密实程度这些具体检测方式来进行检查，确保回填和压实质量完全达到设计要求以及规范要求，从而让管道能够长期保持稳定运行状态。

### 4.3 管道运行前的检测与验收

在市政热力管道直埋敷设过程中，管道运行前的检测与验收至关重要。检测阶段需对管道的耐压性、密封性及热能损耗等指标进行全面评估，确保管道在实际运行中的安全性与功能性。验收环节包括对施工记录的审核，通过无损检测技术验证管道质量，并对接口部位进行专项检查，以杜绝渗漏隐患。精确的监测手段与严格的验收程序能有效提高管道安装质量，减少后期维护压力，保障热力系统的稳定运行。

## 5 管道安全性保障与耐久性提升措施

### 5.1 防渗漏与防变形技术措施

管道直埋敷设期间，渗漏和结构变形是干扰安全性和耐久性的重要问题。为高效避免渗漏，应在起吊和铺设期间严谨管理管道接口的对接质量，使用高精度对接工具，保障接口贴合严密。焊缝必须通过超声检测和射线探伤等无损检测，以消除隐性缺陷。管道外界的防腐层施工中，应挑选高耐候性材料并确保平整涂抹厚度，以此高效遏制外界腐蚀源的侵入。 对于结构变形，管沟底部必须开展严谨的平整和压实处理，以构成平整的承载面，减少因地基沉降导致的应力聚集。碰到较大土压或者复杂地质环境时，务必认真设计一套贴合实际的柔性支撑体系，同时优先选择抗变形能力特别出色的管材。安装工作全部完成后，必须开展压力试验和弯曲测试，用来检查管道在承受压力时的牢固程度。通过实施以上一系列有效方法，可以很好地增强直埋热力管道系统的可靠运行能力以及耐久性能。

### 5.2 热损控制与节能措施

市政热力管道埋入地下系统内部，管理好热量损失和推行节能措施对维持管网运行效率来说是一个重要环节。选用更优质材料来减少热量损失是一项基础性任务，务必采用能够有效阻挡热量散失的保温材料，例如聚氨酯硬泡或者高密度聚乙烯外护管，只有这样才能保障管道运行过程中热量保持平衡不外泄。施工期间，保温层和防腐层的制作要符合相关标准，接缝位置必须完全密封，整个工程都要做到位，尽量避免热量散失，以免造成不必要的资源浪费。针对弯头、接口这些容易散热的关键部位，结构设计可以进行增加壁厚等优化处理，同时加强局部的保温处理工作，减少热量散失可能引发的不良后果，确保整个系统运行顺畅无阻。热能的高效转换和输送同样是节能的核心问题，管道走向的设计要做到系统合理，尽可能减少弯曲角度和热桥效应的不良影响，通过这些方法来推动运行过程中能源消耗和相关费用的降低，节约更多宝贵资源。在此前提下，强化运作调控，应用智能型管网监测系统，即时了解热损耗状况，迅速实施调节与保养，能更深层次提高管网的省能成效与运作效能。

### 5.3 长效运行维护管理机制

规划一套严谨又合适的长期运行和保养管理体系，这是确保城市热力管道保持安全平稳以及长久耐用的最重要部分。建立一套全面的巡查规则，加强智能监控技术的使用，时刻关注管道温度和压力的关键数据，制定详细的应急处理方案，提升应对突发事故的能力，专门负责处理管道老化或磨损的问题，详细记录下管道建设的资料和运行数据，同时提升整个系统的运行效果，确保管道能长期安全地为城市居民提供服务。

## 6 结语

本文聚焦市政热力管道直埋敷设的主要施工工艺及质控措施开展了全面探讨，着眼于实际工程中常出现的渗漏、热损和结构变形等问题，总结构建了全过程施工技术控制要点。借助对材料选择、管沟开挖、保温层铺设及回填压实等关键环节的质量控制，达成了提高管道整体运作安全性与耐久性的目标。探讨结果表明，合理改进敷设流程和细化质控措施，有利于明显减少管网后期维护成本，保证城市热力系统平稳高性能运作。现在在复杂地质条件、非标准施工环境以及新型保温材料的适配性等方面依然遭遇一些局限，相关技术的推广应用还需不断改进。后续研究能更深入研究智慧管网监测手段，和新型环保材料于直埋热力管道之中的应用效果，用以达成市政热力管道构建的绿色化和智能化进步，给予城市基础设施高质量发展提供技术支撑。

### 参考文献

[1] 于柏洋.市政热力管道直埋敷设技术探讨[J].中文科技期刊数据库（文摘版）工程技术,2021,(05).

[2] 姚福海.直埋敷设技术在热力管道施工中的应用分析[J].中文科技期刊数据库（文摘版）工程技术,2021,(03):0287-0287.

[3] 刘杰.探讨市政热力管道直埋敷设技术[J].中文科技期刊数据库（全文版）工程技术,2022,(04):0132-0135.

[4] 李娟娟.市政热力管道直埋敷设技术研究[J].住宅与房地产,2022,(10):241-243.

[5] 王彦添.热力管道无补偿直埋敷设技术研究[J].建材发展导向（上）,2021,19(08):99-100.