

管道基础工程施工技术在市政工程施工中的应用

余昌来

321002*****3010

摘要: 管道基础工程作为市政工程体系中的隐蔽性关键环节,其施工技术的科学选择与精准实施直接决定了整个管道系统的安全稳定与长期服役性能。本文旨在系统探讨管道基础工程施工技术在市政工程中的综合应用,深入分析其在保障工程质量、控制施工风险、适应复杂环境方面的重要作用。文章首先阐述了市政管道工程的特点及基础工程的核心地位,继而详细剖析了刚性基础、柔性基础等主要基础类型的技术原理、适用条件与施工要点。在此基础上,结合不同地质水文条件与工程需求,重点论述了地基处理技术、基础施工质量控制、特殊地段处理及绿色施工等关键环节的技术策略与实践方法。最后,对当前技术应用中存在的问题进行反思,并对未来技术发展趋势进行展望,以期提升我国市政管道工程建设的整体技术水平提供理论参考与实践借鉴。

关键词: 市政工程;管道基础;施工技术;地基处理;质量控制;绿色施工

DOI: 10.69979/3029-2727.26.04.015

引言

市政工程是城市生存与发展的生命线,其建设水平直接关系到城市功能的正常运转、公共安全以及居民生活质量。在庞大的市政工程体系中,给水、排水、燃气、热力等各类地下管道网络如同城市的“血管”与“神经”,承担着资源输送、废物排除、能量传导等重要功能。管道基础工程,作为支撑、固定和保护这些地下管线的隐蔽性结构,是确保管道系统长期安全、稳定、高效运行的根本前提。基础施工质量的优劣,不仅影响管道自身的结构安全,防止出现不均匀沉降、接口开裂、管道断裂等病害,更对道路路基稳定、周边建筑物安全以及城市防汛排涝能力产生深远影响。

随着我国城市化进程的不断加速与地下空间开发利用强度的持续增大,市政管道工程面临着日益复杂的建设环境:工程地质与水文条件多变、既有地下管线错综复杂、交通疏导与社会影响压力巨大、环保与可持续发展要求日益严格。这些都对管道基础工程的勘察、设计、施工技术提出了更高、更精细的要求。传统的施工经验已难以完全应对新的挑战,迫切需要系统化、标准化、创新性的施工技术作为支撑。因此,深入研究和科学应用管道基础工程施工技术,优化施工工艺,强化过程控制,对于保障市政工程质量、延长设施使用寿命、降低全生命周期成本、推动城市建设高质量发展具有极其重要的现实意义。

1 市政管道基础工程概述与主要类型

市政管道基础工程,是指为铺设地下管道而建造的,用于传递管道及其内部荷载至地基土体,并保持管道设计位置和坡度稳定的下部结构。其核心作用在于均匀分布荷载,减少并控制沉降,防止管道因地基变形而受损,同时为管道安装提供平整的作业面。

根据管道性质、外部荷载、地质条件及经济性等因素,市政管道基础主要分为两大类型:刚性基础与柔性基础。

刚性基础,通常采用混凝土现场浇筑而成,形成连续的支撑结构,如混凝土条形基础、满堂基础等。其特点是整体性强、刚度大,能将荷载较好地扩散到地基中,有效抵抗不均匀沉降。刚性基础主要适用于以下情况:地基土质较差、承载力较低;管道直径较大、外荷载大;对沉降控制要求极为严格的场合(如穿越重要建筑物或铁路)。其施工要点在于基槽开挖的精准、模板支护的稳固以及混凝土浇筑的连续性与振捣密实度控制^[1]。

柔性基础,则采用砂、砂石、砾石等松散颗粒材料分层压实形成。它通过颗粒间的嵌挤和摩擦来传递和分布荷载,允许管道与基础之间发生一定的协调变形。柔性基础具有施工简便、适应变形能力较强、造价相对较低等优点。广泛应用于土质条件较好、荷载中等、对沉降有一定适应能力的管道工程,如常见的雨污水管道、中小管径的给水管等。其施工质量控制的关键在于材料级配、分层铺设厚度以及压实度,必须严格遵循设计要求,确保基础的均匀性与稳定性。

此外,随着材料技术的发展,一些新型基础形式也

逐渐得到应用,如预制混凝土基础块、高分子聚合物材料垫层等,它们在特定条件下能发挥安装快捷、性能优越的特点。

2 关键施工技术环节与应用策略

管道基础施工并非孤立工序,而是一个与地质勘查、基坑支护、管道安装等紧密衔接的系统工程。以下几个技术环节至关重要。

2.1 地基处理技术的详细阐述

地基作为基础工程的持力层,其处理质量直接决定了整个基础工程的成败,是工程建设中最为关键的首要条件。在正式施工之前,施工团队必须严格依据地质勘察报告所提供的资料,对槽底原状土进行细致的钎探工作或者采用轻型动力触探的方式,以此来精确验证槽底原状土的承载力是否能够满足设计所提出的各项要求。在众多的地基处理技术当中,有以下几种常见的方法:

换填垫层法是一种应用广泛且效果显著的方法。当槽底存在诸如淤泥、杂填土、膨胀土等不良土层,或者承载力无法达到设计标准时,就需要将这些不符合要求的土层挖除,然后换填上诸如砂、碎石、灰土等性能稳定、不易发生较大变化的材料。在换填过程中,要分层进行夯实操作,直至达到设计所要求的密实度。这种方法凭借其简单易行和高效可靠的特点,成为地基处理中最常用且有效的方法之一。

压实与夯实法主要适用于那些承载力稍弱的原状土。通过运用机械碾压设备、振动压实装置或者强夯设备等方式,可以有效地提高原状土的密实度和承载力。然而,在使用此方法时,需要严格控制夯击的能量大小以及夯击的遍数,以避免对周边环境造成不必要的扰动,确保施工过程的安全性和稳定性。

降水与排水措施在地下水位高于沟槽底部的区域显得尤为重要。在这种情况下,必须采取有效的降水手段,例如井点降水、明沟排水等方法,将水位降至槽底以下至少0.5米的位置。这样做的目的是确保地基土能够在干燥的状态下进行压实或者换填操作,从而防止出现“弹簧土”现象。“弹簧土”现象会对地基处理效果产生严重的负面影响,因此,有效的降水与排水措施是保证地基处理效果的关键前提^[2]。

特殊地基处理则是针对软土地基、湿陷性黄土、冻

土等特殊地质情况而采用的专门技术。对于这些特殊的地质条件,需要采用针对性极强的处理技术,如水泥土搅拌桩、CFG桩、预浸水法等,以改善地基土的各项工程性质,使其能够满足工程建设的需求。

2.2 基础施工过程中的质量控制要点详述

在基础施工过程中,每一道工序都必须接受严格的质量控制,以确保整个工程的质量达到预期目标。

测量放线与高程控制是基础施工中的重要环节。施工人员需要精确测定管道中心线、沟槽边线,并且在槽底合理设置高程控制桩。这一系列精确的操作是保证管道坡度准确的基础,任何微小的误差都可能导致后续工程出现问题。

沟槽开挖与支护工作需要根据土质特点、开挖深度以及周边环境状况来选择合适的开挖边坡形式或者支护方式。这样做不仅能够确保施工过程的安全性,还必须严格控制槽底标高,避免出现超挖的情况。如果一旦发生超挖现象,严禁使用虚土进行回填操作,而是必须按照相关规范要求,采用规定的材料进行回填并夯实,以保证地基的稳定性。

基础材料施工方面也有着严格的要求。对于砂石柔性基础来说,要严格控制材料的粒径大小、含泥量以及级配情况。在施工过程中,采用机械或者人工方式进行分层铺设,每层的厚度一般不超过25-30厘米^[3]。同时,使用平板振动器等设备对每一层进行充分夯实操作,并在现场检测压实度,确保基础的密实性。而对于混凝土刚性基础,则需要严格按照设计配合比来拌制混凝土。在浇筑混凝土之前,要先湿润地基,然后进行连续浇筑,并且振捣密实。此外,还要做好后期的保湿养护工作,防止混凝土出现裂缝,影响基础的强度和耐久性。

施工缝与变形缝处理也是不可忽视的重要内容。当刚性基础不能连续浇筑时,施工缝应留在受力较小的位置,并且按照规定对接缝进行处理。在管道接口处或者地基条件发生变化的地方,常常需要设置变形缝。变形缝的作用是允许局部差异沉降的发生,从而防止结构出现开裂现象,保障整个基础工程的稳定性和安全性。

2.3 针对特殊地段的施工技术应对策略深入分析

市政管道在建设过程中,经常需要穿越各种复杂地段,这就要求采取特殊的施工技术措施来应对不同的挑战。

当管道需要穿越软弱地层或者河道时,可能需要采用井点降水加强版技术、深基坑支护技术,或者改变基础形式,甚至采用非开挖技术如顶管法、定向钻法等。在这些方法中,工作井和接收井的基础与支护工作更是重中之重,因为它们直接关系到整个穿越工程的成败。

在与既有管线交叉或者邻近施工的情况下,必须提前对既有管线的位置、埋深和属性等情况进行详细的探查,并制定专项保护方案。在实际施工过程中,可以采用人工小心开挖的方式,必要时对既有管道进行临时悬吊保护操作。同时,要加强监测工作,防止既有管道出现沉降或者移位现象,以免对周围环境和设施造成破坏^[4]。

在地下水丰富的地段施工时,除了要进行有效的降水操作外,基础施工应尽量保持快速连贯的节奏。此外,还可以考虑采用抗渗性能更好的混凝土材料,或者在基础周围设置盲沟等排水设施,以减少水对基础的长期侵蚀作用,确保基础工程的长期稳定性和安全性。

3 现代技术与绿色施工理念的融入

现代市政工程建设越来越强调信息化、精细化与绿色化,这些理念已深刻融入管道基础施工技术之中。

信息化施工与监测技术:利用 BIM(建筑信息模型)技术进行施工前模拟,优化管线综合与施工方案。在施工过程中,采用全站仪、GPS 进行高精度测量定位;使用智能压实系统监控压实遍数和压实度;安装沉降观测点、测斜仪等对基坑、周边建筑及管道基础进行实时监测,实现数据反馈指导施工,有效预警风险。

绿色施工技术:为减少施工对环境的影响,绿色施工理念被广泛应用。包括:采用低噪声、低振动的施工设备;对开挖土方进行场内周转或分类利用,减少外运与取土;使用工业废料作为基础回填材料的组成部分;控制施工降水,并对抽取的地下水进行合理利用或回灌;采用可回收的钢模板、钢支撑等。这些措施不仅保护了环境,也降低了资源消耗和工程成本^[5]。

新材料与新工艺的应用:高性能混凝土、自密实混凝土提高了刚性基础的施工质量和耐久性。土工合成材料的加筋应用,能显著改善软土地基的受力性能,提高柔性基础的整体稳定性,已成为处理软弱地基的有效辅助手段。

4 结语

管道基础工程施工技术是市政工程建设的基础,其技术应用的合理性与施工质量的可靠性,是确保城市地下“生命线”长治久安的根本保障。本文系统梳理了刚性、柔性等主要基础类型的特点与适用性,深入探讨了从地基处理到主体施工、从常规地段到复杂环境、从传统工艺到现代技术融合的全过程关键技术环节。实践证明,成功的管道基础工程,必然建立在精准的地质勘察、科学的基础选型、严格的材料与过程控制,以及对特殊条件的周密应对之上。

当前,我国市政管道基础工程施工技术水平已取得了长足进步,但在实践中仍面临一些挑战,如超深超大型管道基础的设计施工经验仍需积累、极端地质条件下技术经济方案的比选优化、施工过程精细化管理水平有待进一步提升、BIM 等信息技术与施工的深度融合尚有空间等。

展望未来,管道基础工程技术的发展将呈现以下趋势:一是向智能化方向发展,依托物联网、大数据和人工智能,实现施工过程的全面感知、智能决策与自适应控制;二是向绿色低碳化方向深化,更多采用环保材料、节能工艺和循环利用技术,最大限度地降低环境足迹;三是向装配化与标准化方向演进,推广使用预制拼装式基础构件,提高施工效率和质量稳定性;四是向韧性化方向提升,基础设计将更注重适应气候变化带来的极端水文地质条件,增强管道系统的抗风险与快速恢复能力。

综上所述,持续关注并推动管道基础工程施工技术的创新与应用,强化全生命周期质量管理,是提升市政基础设施韧性、保障城市安全运行、实现城乡建设可持续发展的必由之路。

参考文献

- [1]赵海成.管道基础工程施工技术在市政工程施工中的应用[J].建材发展导向,2025,23(21):103-105.
- [2]陈青.市政工程施工中管道基础工程施工技术探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(16):196-198.
- [3]董德雄.排水管道技术在市政工程施工中的应用[J].水上安全,2024,(02):79-81.
- [4]肖伟.顶管技术在市政排水管道工程施工中的应用分析[J].江西建材,2023,(09):303-305.
- [5]段兴军.排水管道技术在市政工程施工中的应用分析[J].居舍,2021,(25):41-42+56.