

预应力管桩施工对周边地下管线位移的影响及应对措施

吕志峰 张少波

中国建筑第七工程局有限公司 河南 郑州 450000

摘要：预应力管桩施工是一种常用的基础施工方法，具有施工速度快、承载力高、节约材料等优点。然而，在施工过程中，由于管桩的挤土效应、振动和应力传递等因素，可能会对周边的地下管线造成一定的影响，如管线位移、裂缝等。为了确保施工质量和周边管线的安全，有必要分析预应力管桩施工对周边地下管线位移的影响，并采取相应的应对措施。

关键词：预应力管桩；挤土效应；地下管线；位移分析；施工影响

1 研究背景与意义

1.1 预应力管桩在建筑工程中的广泛应用

预应力管桩，作为一种高效、经济的深基础形式，近年来在建筑工程中得到了广泛应用。其优势在于强大的承载能力和出色的稳定性，能够有效应对各种复杂的地质条件，确保建筑物的安全稳固。预应力管桩通过预先施加张力，在桩身内部产生压应力，从而在使用过程中抵消部分拉应力，显著提高桩身的抗裂性能和耐久性。在高层建筑、桥梁、港口码头等大型工程中，预应力管桩凭借其施工速度快、质量可控性强等特点，成为基础处理的首选方案，为建筑工程的快速发展提供了坚实的支撑。

1.2 地下管线在城市基础设施中的重要性

地下管线作为城市基础设施的“生命线”，承载着水、电、气、热、通信等多种资源的输送任务，是城市正常运行不可或缺的重要组成部分。这些管线错综复杂地分布在城市的各个角落，构成了庞大的地下网络，直接关系到居民的生活质量和城市的运行效率。一旦地下管线受损，不仅会影响资源的正常供应，还可能引发火灾、爆炸等严重事故，对人民生命财产安全构成威胁。因此，确保地下管线的安全稳定运行，是城市建设与管理的重要任务之一。

1.3 研究预应力管桩施工对地下管线位移影响的必要性

鉴于预应力管桩在建筑工程中的广泛应用和地下管线在城市基础设施中的重要性，研究预应力管桩施工对地下管线位移的影响显得尤为必要。预应力管桩施工过程中，由于沉桩产生的挤土效应，会对周边土体产生强烈的挤压作用，进而引发地下管线的位移。这种位移可能导致管线破损、泄漏等安全问题，对城市的正常运行造成严重影响。因此，深入探讨预应力管桩施工对地下

管线位移的影响机制，提出有效的预防和控制措施，对于保障城市地下管线的安全稳定运行具有重要意义。通过本研究，可以为预应力管桩的施工提供科学依据和技术指导，减少施工对周边环境的影响，实现工程建设的可持续发展。

2 研究现状

2.1 预应力管桩挤土效应的研究现状

预应力管桩在沉桩过程中产生的挤土效应，一直是工程界和学术界关注的重点。近年来，随着预应力管桩在各类建筑工程中的广泛应用，其挤土效应的研究也取得了显著进展。国内外学者通过理论分析、数值模拟和现场试验等多种手段，对预应力管桩挤土效应的产生机理、影响因素及传播规律进行了深入研究。研究表明，预应力管桩的挤土效应主要受到地质条件、桩型、施工参数等多种因素的影响，且在不同土层和地质条件下，挤土效应的表现形式和程度也存在差异。目前，已有多种方法用于评估和控制预应力管桩的挤土效应，如优化桩型设计、合理安排施工顺序、控制沉桩速率等，以确保施工过程中的安全性和周边环境的稳定性。

2.2 地下管线位移影响因素及分析方法

地下管线的位移受到多种因素的影响，主要包括地质条件、管线自身特性、外部荷载及施工活动等。地质条件方面，土层的物理力学性质、地下水位等因素均会对管线的位移产生影响。管线自身特性则包括管线的材质、直径、壁厚、埋深等，这些因素决定了管线的刚度和抗变形能力。外部荷载如交通荷载、地震荷载等也会对管线产生作用，导致管线发生位移。施工活动，特别是邻近管线的基坑开挖、桩基施工等，是引发管线位移的主要原因之一。

在分析方法上，目前主要采用数值模拟和现场监测相结合的手段。数值模拟通过建立地质模型、管线模型

和施工模型,模拟施工活动对管线的影响,预测管线的位移趋势。现场监测则通过布设传感器,实时监测管线的位移和变形情况,验证数值模拟结果的准确性。此外,还有一些经验公式和理论模型可用于评估管线的位移风险,为施工决策提供参考。

3 预应力管桩施工基本原理与特点

3.1 预应力管桩的定义与分类

预应力管桩是一种利用预应力技术制成的混凝土预制桩,通过在桩身内部预先施加压应力,以提高桩的承载能力和抗裂性能。根据混凝土强度等级或有效预压应力,预应力管桩可分为预应力混凝土管桩(PC)和预应力高强混凝土管桩(PHC)等。PC桩的混凝土强度不得低于C60,而PHC桩的混凝土强度等级则不得低于C80。此外,预应力管桩还可按桩身抗裂弯矩的大小分为A型、AB型和B型,每种类型的有效预应力不同,适用于不同的工程需求。

在制作工艺上,预应力管桩主要分为先张法预应力管桩和后张法预应力管桩两种。先张法是先张拉预应力筋后浇筑混凝土,使混凝土在硬化过程中获得预压应力;而后张法则是先浇筑混凝土,待混凝土达到一定强度后,再张拉预应力筋,通过锚具将预应力传递给混凝土。两者在制作工艺、预应力施加方式及构件性能上各有特点,适用于不同的施工条件和要求。

3.2 预应力管桩的施工工艺与流程

预应力管桩的施工工艺与流程主要包括预制、运输、堆放、起吊、沉桩等环节。首先,在工厂内按照设计图纸和工艺要求预制管桩,确保桩身质量符合标准。然后,将预制好的管桩运输至施工现场,注意在运输过程中保持平稳,避免碰撞和损坏。到达现场后,管桩需按照一定规范进行堆放,以防变形和损坏。

在施工前,还需对管桩进行起吊作业,将其安装至指定位置。起吊过程中应确保管桩竖直且平稳,避免倾斜和碰撞。最后,进行沉桩作业,将管桩压入土层中至设计深度。沉桩方法有多种,如静压法、锤击法等,具体选择需根据地质条件和施工要求而定。在沉桩过程中,需严格控制沉桩速度和深度,确保管桩的垂直度和稳定性。

4 预应力管桩挤土效应产生机理分析

4.1 挤土效应的类型

预应力管桩施工中的挤土效应主要可以分为水平挤土效应和垂直隆起效应两种。水平挤土效应是指在沉桩过程中,桩体挤入土体时,桩周土体受到水平方向的挤压,产生向四周扩散的水平位移。这种位移可能导致邻

近建筑物、地下管线等基础设施受到挤压或变形,影响其正常使用。而垂直隆起效应则是指桩体下沉时,桩周土体受到垂直方向的挤压,产生向上的隆起变形。这种隆起可能导致地面抬升、建筑物基础失稳等问题,对周边环境造成不利影响。

4.2 挤土效应的产生原因

挤土效应的产生主要是由于土体位移与应力重分布所致。在预应力管桩施工过程中,桩体被强制压入土体,导致桩周土体受到强烈的挤压作用。这种挤压作用使得桩周土体产生位移,包括水平方向的扩散和垂直方向的隆起。同时,土体的应力状态也发生重分布,原本处于平衡状态的土体应力被打破,产生新的应力场。这种应力重分布不仅影响桩周土体的稳定性,还可能对周边环境造成连锁反应,如邻近建筑物的地基沉降、地下管线的变形等。

4.3 挤土效应的影响因素

挤土效应的影响因素众多,主要包括地质条件、管桩类型、施工参数等。

(1)地质条件:地质条件是影响挤土效应的关键因素之一。不同的土壤类型、土层厚度、地下水位等都会对挤土效应产生显著影响。例如,在软土地区,由于土体强度低、压缩性大,挤土效应往往更加明显;而在硬土地区,由于土体强度高、压缩性小,挤土效应则相对较弱。

(2)管桩类型:不同类型的预应力管桩在沉桩过程中产生的挤土效应也有所不同。一般来说,开口型管桩由于允许部分土体进入桩内,其挤土效应相对较小;而闭口型管桩则由于土体无法进入桩内,其挤土效应相对较大。此外,管桩的直径、壁厚等参数也会影响挤土效应的大小。

(3)施工参数:施工参数如压桩速率、压桩顺序、压桩深度等也会对挤土效应产生影响。例如,压桩速率过快会导致土体来不及发生塑性变形而产生较大的弹性变形和回弹效应;压桩顺序不合理则可能加剧挤土效应对周边环境的影响;压桩深度过深则可能导致桩端阻力增大而增加挤土效应。因此,在预应力管桩施工过程中需要严格控制施工参数以减小挤土效应的影响。

5 预应力管桩施工对地下管线位移的影响分析

5.1 地下管线位移类型与特点

(1)水平位移

水平位移是指地下管线在水平方向上发生的位移。这种位移通常是由于邻近施工活动,如基坑开挖、桩基施工等,对周围土体产生挤压或扰动,进而引发管线的

水平移动。水平位移的特点是管线在水平方向上发生偏移,可能导致管线与其他设施或结构发生碰撞,影响管线的正常运行。同时,水平位移还可能加剧管线的磨损和老化,缩短管线的使用寿命。

(2) 垂直位移

垂直位移则是指地下管线在垂直方向上发生的位移,主要表现为管线的上升或下沉。这种位移通常是由于地基沉降、地下水位变化或土体固结等因素引起的。垂直位移的特点是对管线的埋深和位置产生直接影响,可能导致管线露出地面或埋深过深,增加管线受损的风险。对于压力管道,垂直位移还可能引起管道内压力的变化,影响管道的正常运行。

(3) 扭曲变形

扭曲变形是地下管线在复杂应力状态下发生的一种不规则形状变化。这种变形通常是由于管线自身材质、外力作用不均或地质条件复杂等多种因素共同作用的结果。扭曲变形的特点是管线形状发生不规则变化,可能导致管线接头松动、破裂或泄漏等严重问题。扭曲变形不仅影响管线的正常运行,还可能对周围环境造成污染和损害。

5.2 管线位移的影响因素

管线位移受多种因素共同影响,主要包括预应力管桩的挤土效应、管线材质与埋深、以及地质条件等。预应力管桩在沉桩过程中会产生挤土效应,导致周围土体应力状态改变,进而引发管线位移。管线材质和埋深也是关键因素,弹性模量较大的管线对位移的抵抗能力较强,而埋深较浅的管线则更易受到地表活动的影响。此外,地质条件如土层性质、地下水位、地层沉降等也会对管线位移产生显著影响。例如,软土地区由于土体压缩性大,易发生沉降,从而导致管线垂直位移增大。因此,在地下管线设计、施工及维护过程中,需综合考虑这些因素,采取科学合理的措施,确保管线的稳定运行。

6 预应力管桩施工控制策略与措施

6.1 施工前的准备与规划

在地下管线施工之前,充分而细致的准备与规划是确保工程顺利进行的关键。这一过程涵盖了地质勘察、管线调查以及施工方案设计等多个方面。地质勘察旨在深入了解施工区域的地质条件,包括土层分布、地下水位、岩石性质等,为施工方案的设计提供科学依据。管线调查则是为了明确施工区域内现有管线的位置、类型、材质及埋深等信息,以避免施工过程中对管线造成损害。施工方案设计需综合考虑地质勘察和管线调查的结果,制定科学合理的施工方案,包括施工方法、施工

顺序、工期安排等,确保施工的安全性和高效性。

6.2 挤土效应的预防措施

预应力管桩施工中的挤土效应是导致地下管线位移的重要因素之一,因此必须采取有效措施进行预防。首先,应合理选择桩尖形状和尺寸,以减少打桩过程中对周围土体的挤压。其次,合理安排打桩顺序,采用跳打或隔打的方式,使土体应力逐步释放,避免应力集中。同时,严格控制打桩速率,避免过快打桩导致土体急剧变形。此外,还可在施工前对敏感区域进行注浆加固,提高土体的强度和稳定性,进一步减少挤土效应的发生。

6.3 监测与反馈机制

为确保施工过程中地下管线的安全,必须建立完善的位移监测体系。通过布设位移监测点,利用先进的监测设备和技术手段,实时监测管线的位移情况。一旦发现位移超过预警值,应立即启动反馈机制,及时将监测结果反馈给施工管理人员。施工管理人员应根据监测结果调整施工方案,采取必要的措施控制管线的位移,确保管线的安全。同时,监测数据还可用于评估施工效果,为类似工程提供借鉴和参考。

结语

预应力管桩施工在现代建筑工程中应用广泛,但由于其施工过程可能产生的挤土效应、振动和应力传递等影响,周边地下管线的位移问题不容忽视。在施工前,进行彻底的地下管线调查,明确管线的位置、类型和埋深,为施工路径和顺序的规划提供依据。施工过程中,实施有效的保护措施,如设置临时支架、加固管线等,并尽可能采用对周边环境影响较小的施工技术,如静压法。同时,进行持续的监测工作,实时跟踪管线的位移和应力变化,根据监测数据调整施工策略。施工结束后,对周边管线进行全面检查,及时修复可能出现的问题。通过这些综合措施,可以在确保预应力管桩施工质量的同时,最大限度地减少对周边地下管线位移的影响,保障城市基础设施的安全运行,为城市的可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]王建华,李晓明.预应力管桩施工引起的土体变形及其对地下管线的影响研究[J].岩石力学与工程学报,2022(10):2034-2042.
- [2]陈建伟,赵丽丽.预应力管桩施工技术在复杂地质条件下的应用与挑战[J].施工技术,2024(2):55-60.
- [3]徐至钧,张贵义.预应力管桩施工对周围环境的影响及预防措施[J].岩土工程学报,2023(5):90-96.