

市政给水管道沟槽回填密实度控制与沉降预防

蒙乔

来宾市自来水有限公司

摘要：市政给水管道沟槽回填密实度的控制对管道系统的稳定性与使用寿命具有决定性影响。科学合理的回填工艺不仅能避免因土体疏松导致的管道沉降和变形，还能有效提高管道的承载能力和抗渗性能。通过分析不同填料特性、分层压实工艺及质量检测方法，总结了确保回填密实度的关键控制因素，并提出了减少不均匀沉降的技术措施。研究表明，优化回填材料选择与压实控制工艺是防止地基沉降、保持管道结构安全与运行可靠的核心手段。

关键词：市政给水管道；沟槽回填；密实度控制；沉降预防

引言

市政给水管道作为城市基础设施的重要组成部分，其施工质量直接关系到供水系统的安全与稳定。沟槽回填作为施工过程的关键环节，回填材料的选择、压实方法的控制以及施工工艺的优化对管道后期的安全运行具有深远影响。若密实度控制不当，极易引发地基沉降、管道错位及渗漏等问题，影响城市供水效率与居民生活质量。系统探讨回填技术与沉降防治措施，可为管道施工与后期维护提供有价值的技术参考。

1 市政给水管道沟槽回填施工中密实度控制的必要性

市政给水管道作为城市供水系统的关键组成部分，其长期稳定运行依赖于高质量的施工工艺，而沟槽回填密实度控制是核心环节。回填质量直接关系到管道的受力状态和基础稳定性，密实度不足容易导致土体压缩不均匀，形成不同程度的地基沉降，进而引发管道变形、接口错位或渗漏等一系列安全隐患。由于给水管道常处于地下环境中，受上部荷载、地下水位变化及周边土层结构影响较大，若回填密实度控制不到位，将大幅降低管道及周边结构的整体承载能力。为确保市政给水管道在复杂地质条件下安全运行，必须在施工过程中将沟槽回填密实度作为质量控制的重点，严格把控压实系数、含水率和分层厚度等关键技术指标，从源头上避免因压实不足造成的后期沉降问题。

在市政工程施工实践中，回填密实度控制不足的情况较为普遍，这与回填材料选择不当、施工工艺落后、质量检测缺失等因素密切相关。若直接使用含水率过高或颗粒级配不合理的原状土，会导致压实后土体内部存在较大孔隙，形成潜在的压缩空间，从而在后期荷载作用下产生不均匀沉降。此外，若施工中未严格按照规范进行分层回填和分层压实，或压实能量不足，土体无法达到设计要求的密实度，极易引发管道两侧

受力不均、产生附加应力，导致局部变形或基础失稳。

为有效控制风险，工程中应针对不同地质条件合理选择回填材料，结合实验室击实试验的结果来确定最佳含水率及最大干密度，并采用机械压实与人工配合的综合施工工艺，以确保沟槽回填的整体均匀性和密实度稳定性。

沟槽回填密实度控制不仅关系到施工阶段的质量管理，更影响市政给水管道的长期安全运行与维护成本。合理的回填工艺能够有效提升土体抗剪强度与承载能力，减少因沉降引起的二次开挖和管道更换等后续工程量，显著降低运维风险与经济损失。在城市道路交通密集区域，回填密实度不足还可能导致路面塌陷，危及公共安全，因此在施工中应严格落实分层压实、逐层检测和动态调整技术，确保各环节质量达到设计标准。通过建立完善的质量控制体系，将地基承载力检测、密实度抽检和沉降监测有机结合，可实现从施工到运营的全周期管控，进一步提高市政给水管道系统的稳定性和可靠性。

2 市政给水管道沟槽回填中常见密实度不足的成因分析

市政给水管道沟槽回填过程中，密实度不足是导致后期沉降、管道变形及渗漏等问题的主要原因之一，而成因往往与回填材料、施工工艺及环境条件等多方面因素密切相关。在实际施工中，部分工程直接利用开挖出的原状土进行回填，未对其颗粒级配、含水率和塑性指数进行充分检测，导致材料本身无法满足设计要求。含水率过高会造成土体压实时内部形成水膜，降低颗粒间摩阻力，使土体结构松散，回填后在荷载作用下极易压缩下沉；而含水率过低则会导致压实难度加大，形成空隙率高、抗剪强度低的土层，无法提供足够的基础承载力。此外，填料中夹杂的有机质、

碎石或建筑垃圾等杂质过多,也会降低回填土体的整体密实性能,为后期沉降隐患埋下风险。

施工工艺的不合理是造成密实度不足的重要原因之一。在部分市政工程中,施工过程中存在未严格按照规范要求分层回填和压实的问题,导致局部区域出现虚填、漏压等现象,造成回填土密度分布不均匀。当回填层厚度超过设计标准,压实设备无法对深层土体施加有效能量,形成下部松散、上部密实的分层结构,在长期荷载作用下会出现不均匀沉降。此外,压实机械设备选型不当或施工能量不足,导致压实效果未达到设计标准,特别是在狭窄沟槽或靠近管道周边的区域,若未采用小型夯实设备进行精细作业,极易出现管道两侧土体密实度偏低的问题,从而加剧基础承载力不足的风险。

环境与管理因素同样对回填密实度有显著影响。降雨、地下水位变化等外部条件会改变回填土体的含水率和渗透性,导致施工过程中压实效果不稳定。当施工季节湿度较大或存在地下水渗漏时,若未采取有效的排水与防渗措施,回填土中的含水量会显著超标,致使压实度降低。质量管理体系不完善也是导致密实度不足的重要原因,若缺乏对回填工序的实时检测、压实度抽检和工艺监督,施工中出现的问題往往难以及时发现与修正。通过建立严格的材料检验、施工工艺控制和质量检测机制,并结合现代化检测设备实现对回填过程的动态监控,才能有效降低密实度不足的发生率,确保市政给水管道沟槽回填工程质量与后期使用的安全性。

3 沟槽回填材料选择与分层压实工艺的优化措施

在市政给水管道沟槽回填过程中,材料的合理选择是确保密实度控制和沉降预防的基础。不同地质条件和荷载环境下,对回填材料的性能要求存在显著差异,若材料选择不当,将直接影响回填层的压实效果和承载能力。对于颗粒级配良好的中粗砂、碎石土或砾砂类材料,由于其孔隙率低、透水性强、压实后结构稳定,被广泛应用于市政给水管道沟槽回填中。若施工条件受限需使用原状土,则应通过筛分、拌和和含水率调节等工艺改善材料性能,确保其干密度、塑性指数等指标符合设计标准。回填材料的含水率控制尤为关键,当含水率接近最佳含水量时,颗粒间摩阻力增大,压实后土体结构更为稳定,从而有效提高承载力并减少后期沉降风险。

在回填施工工艺中,分层回填与分层压实是确保整体密实度均匀性的重要措施。沟槽回填应严格控制每层填土厚度,一般不宜超过30cm,并根据不同材料

特性选择适当的压实设备和压实能量。对于中粗砂、碎石类材料可采用振动碾压设备以增强颗粒间嵌锁效应,而对于细粒土和粉质黏土,则需采用羊足碾或夯实机械进行高频夯击,提高压实系数。在靠近管道的狭小空间区域,应结合小型夯实工具与人工协作,防止压实时对管道结构造成损伤。为避免局部虚填和漏压现象,施工中需统一回填顺序,保证管道两侧同步填筑和压实,使管道受力均匀,减少因压实不均导致的局部沉降问题。

为了确保回填材料与分层压实工艺达到预期效果,必须引入科学的质量控制与动态调整措施。在施工过程中,应依据击实试验确定最佳含水率与最大干密度,严格按照检测结果调整回填方案。每完成一层回填后进行压实度抽检,并结合灌砂法、环刀法等原位测试手段实时监测施工质量。对于受降雨或地下水影响较大的区域,可在回填前设置临时排水措施,降低水分对压实效果的不利影响。通过在材料选择、分层压实和质量检测三方面协同优化,不仅能够显著提升回填密实度和承载性能,还能有效防止后期沉降问题,确保市政给水管道沟槽回填工程的安全性及长期稳定性。

4 市政给水管道沟槽回填质量检测与密实度控制方法

市政给水管道沟槽回填工程中,质量检测是确保密实度达到设计标准和控制沉降风险的重要环节。由于回填土体长期承受管道自重及上部荷载,密实度不足会导致地基承载力降低,影响管道稳定性与运行安全。为保证施工质量,需要在回填过程中实施全过程质量检测,包括回填材料的物理指标检验、压实工艺的过程监控以及回填效果的原位检测。材料进场前需进行颗粒级配、含水率、液塑限及压实特性等指标测试,并通过击实试验确定最大干密度与最佳含水率,作为后续施工控制的依据。对于高地下水位或软弱土层区域,应在回填前先行地基加固或排水处理,避免因水分波动造成压实质量下降,从源头上确保回填材料性能满足设计要求。

在回填施工过程中,密实度控制需依托科学的分层压实和动态检测技术。每层回填厚度必须严格控制在设计规范范围内,并结合材料特性合理选择压实设备与压实能量,例如采用振动碾、羊足碾或小型夯实机,实现均匀压实效果。为防止局部虚填或漏压,需保持管道两侧同步回填和压实,确保受力平衡,避免因两侧土体密实度差异而造成管道倾斜或变形。在施工过程中,结合灌砂法、环刀法、核子密度仪等原位检测技术,可实时监测压实系数、干密度及含水率等关键

指标,一旦检测结果未达到设计要求,应立即返工压实或调整施工工艺,以保证每一层的密实度均匀性和稳定性。

在质量控制体系中,密实度检测与动态反馈相结合是确保回填工程安全可靠的关键。施工现场应建立完善的质量管理机制,将材料检测、工艺控制和密实度抽检贯穿于施工全过程,形成闭环管理模式。对关键区域和特殊地段,如管道接口、道路交汇处和软土地基等,应加大抽检频次,确保回填质量符合高标准要求。通过施工过程中的多点取样和实时监测,可根据检测数据及时调整压实工艺与施工参数,避免因技术偏差造成的密实度不足。结合自动化监测设备与沉降观测系统,还能对回填后的土体稳定性进行长期跟踪,提前预防沉降隐患,保障市政给水管道的结构安全与使用寿命。

5 沟槽回填密实度控制在沉降预防中的综合应用

在市政给水管道工程中,沟槽回填密实度控制对沉降预防具有显著的综合作用。由于地下管道处于长期荷载与环境变化的共同影响下,若回填密实度不足,土体在长期应力和水位波动作用下极易发生压缩变形,造成地基沉降和管道位移。通过对回填密实度进行严格控制,可显著提高土体的抗剪强度和承载能力,使管道及其周围结构保持稳定。通过选择颗粒级配合理、透水性适宜的回填材料,结合科学的含水率调节与分层压实工艺,能够形成稳定的回填土体结构,有效减少内部孔隙率,降低后期压缩性,从而在根本上减少沉降风险。对于市政给水管道周边道路、建筑物密集区,通过高标准的密实度控制,可防止因沉降引发的路面开裂、基础下陷等次生灾害,保障城市公共设施安全。

在沉降预防中,密实度控制不仅依赖施工阶段的技术措施,还需要与长期监测手段相结合。通过在回填过程中采用分层夯实、同步填筑和动态检测等方法,能够确保沟槽各部位密实度均匀性,避免因局部松散导致的不均匀沉降。对高地下水位或软弱土层地段,可在回填前采取换填、固化或加筋等地基加固措施,提高整体承载力,降低沉降风险。结合灌砂法、环刀法和核子密度仪等原位检测技术,实时获取每层回填

的压实系数和干密度,确保回填质量满足设计要求。对于沉降风险较高的特殊区域,应加强检测频率并建立专门的沉降观测点,通过长期监测土体压缩性和沉降趋势,及时调整管道保护与地基处理措施,从源头上防止沉降问题的发生。

在市政给水管道运行周期内,沟槽回填密实度控制在预防沉降中还需要与后期维护管理相结合。施工结束后,可通过布置沉降监测点和地基形变观测装置,对管道周边土体状态进行动态跟踪,一旦发现局部沉降趋势,应及时采取补充压实、注浆加固或重新回填等工程措施。通过引入智能监测技术与信息化管理平台,将回填密实度、地基承载力、地下水位等数据进行综合分析,可以实现对沉降风险的早期预警与快速响应。密实度控制与沉降监测的协同应用,不仅能有效延长市政给水管道的使用寿命,还能大幅降低后期维护成本,保障城市供水系统的长期稳定性与安全性。

6 结语

市政给水管道沟槽回填密实度的有效控制是确保管道结构稳定性和运行安全的关键环节。合理选择回填材料,科学实施分层压实工艺并结合实时质量检测措施,能够显著提升回填土体的整体密实性能,降低因地基沉降引发的安全隐患。通过完善的技术体系与动态监测手段,可在施工和运营阶段实现全周期风险防控,确保市政给水管道系统长期保持高效、稳定和安全运行,为城市基础设施的可持续发展提供坚实保障。

参考文献:

- [1] 山斓. 关于市政管网给水管道系统设计要点与技术措施的思考 [J]. 四川建筑, 2025, 45(4): 255-256.
- [2] 李汉城. 市政给水管道顶管施工关键技术探究 [J]. 建材发展导向, 2025, 23(16): 55-57.
- [3] 蔡光阳. 市政给水管道施工技术难点分析与对策 [J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025(23): 188-190.
- [4] 陈凌峰, 闵乐乐, 孙玉天, 等. 单向及往复流作用下管道沟槽回填试验研究 [J]. 泥沙研究, 2025, 50(3): 58-65.
- [5] 储昭玮. 关于市政排水管道沟槽回填做法的思考 [J]. 工程建设与设计, 2025(4): 169-172.