

# 明挖暗埋式隧道回填施工对路面沉降的影响及防治对策

党浩杰

中国水电建设集团十五工程局有限公司 陕西 西安 710065

**【摘要】**：隧道施工过程中，明挖暗埋式隧道回填施工对路面沉降的影响逐渐引起了广泛关注。由于隧道开挖及回填土体的变形、荷载的变化以及地质条件的复杂性，路面沉降成为影响交通安全和道路使用寿命的重要因素。通过对多项隧道施工案例的分析，提出了一些有效的防治对策，如合理选择回填材料、优化施工工艺及加强沉降监测。研究表明，实施科学的回填施工方案不仅能有效减轻路面沉降，还能提升工程的安全性和耐久性，具有显著的工程价值。

**【关键词】**：明挖暗埋式隧道；回填施工；路面沉降；防治对策；施工优化

DOI:10.12417/2811-0528.26.15.028

## 引言

在城市建设和交通发展日益加快的今天，隧道作为重要的地下交通设施，已成为许多工程建设中的关键组成部分。明挖暗埋式隧道因其独特的施工方式和较低的环境影响，广泛应用于城市交通建设。这种施工方法在实施过程中，由于回填土体的变形、荷载的变化等因素，容易引发路面沉降问题。沉降不仅影响道路的平整性，甚至可能威胁到周边建筑物的安全。因此，研究隧道回填施工对路面沉降的影响，并提出行之有效的防治对策，显得尤为重要。探索合理的施工技术和防治措施，不仅有助于确保施工安全，还能够延长道路的使用寿命，提高交通运输的稳定性。

## 1 回填施工对路面沉降的主要影响

回填施工过程中，路面沉降的发生通常与土体变形和施工方法密切相关。在明挖暗埋式隧道施工中，回填土体的沉降主要源于土壤的自重压缩、回填材料的稳定性以及施工过程中外部荷载的变化。沉降的机理可以从力学角度进行分析，尤其是考虑回填土与原地下土体的相互作用。当回填土体未能充分压实，或土壤结构松散时，回填材料的压缩性增大，导致其在受力后产生较大的沉降。土体的不均匀性也是导致沉降的重要原因，地下土质的差异化在回填施工过程中难以完全控制，进而造成路面沉降的不均匀性。

影响沉降程度的因素是多方面的。土壤类型和结构对沉降的影响较大，松散的沙土或膨胀土由于其较高的压缩性和不稳定性，容易引起较大的沉降。施工时回填土的层次和施工工艺也直接影响沉降量。若回填层次过多，且各层间的夯实不充分，则容易导致土体的不均匀沉降<sup>[1]</sup>。除了土壤和施工技术，外部荷载的变化也会对沉降产生重要影响。隧道建设过程中，随着交通流量的变化和隧道上方路面的重载，回填土的变形和沉降可能会加剧，特别是在施工后期，路面长期受荷可能引发更为明显的沉降现象。

在实际工程中，路面沉降表现形式多样。常见的沉降形式包括局部沉降、均匀沉降以及不均匀沉降。局部沉降通常发生在回填土不均匀压实或存在土体缺陷的地方，造成路面凹陷；而均匀沉降则表现为整个施工区域的整体下沉，通常与回填土的压实度有关。不均匀沉降则是最为常见且最具破坏性的现象，主要由于回填土压实不均或地下水位波动引起的土壤变形，可能导致路面裂缝甚至严重的结构损坏。

## 2 回填施工的防治对策

回填施工的材料选择直接决定了土体的稳定性及沉降控制效果。为了有效控制路面沉降，选择合适的回填材料至关重要。不同类型的回填土，其物理性质存在显著差异，土壤的压缩性、透水性及粒径分布等因素均会影响最终的沉降效果。在选择回填材料时，需考虑到地质条件及地下水位的变化，避免使用过于松散或具有高膨胀性的土壤。优化回填材料的配比也是关键，可通过添加一定比例的膨润土、石粉或矿渣等材料来提升土壤的稳定性与压实度。利用新型复合回填材料，能够有效提高回填层的承载力，减少沉降的发生，提升施工过程中的安全性与耐久性。

施工工艺的合理设计是减少回填施工引起的路面沉降的重要手段。对于回填层的施工工艺，精细的分层压实与合理的施工顺序是控制沉降的有效措施。采用机械压实和人工夯实相结合的方式，可以有效减少回填土的松散程度，确保每一层回填土的密实度。分层回填施工可以避免大体积土体在一开始就产生过大的沉降，从而降低路面下沉的风险<sup>[2]</sup>。在施工过程中，需时刻监测回填土的变形情况，确保回填过程中不同层次之间的均匀性，避免产生不均匀沉降。进一步优化施工工艺，不仅能提高工作效率，还能最大限度地减少路面沉降现象，确保隧道施工的整体稳定性。

沉降监测和预警系统的引入，能够实时掌握回填施工过程中路面沉降的变化情况，提前预警潜在的沉降问题。利用现代

化的监测技术,如激光测距、地面沉降观测仪器以及GPS定位系统,可以在施工期间对沉降情况进行连续监控。这些监测数据能够帮助工程师准确评估施工过程中可能存在的沉降风险,从而及时采取相应的修复措施,避免沉降对道路及周围建筑物造成严重影响。沉降预警系统还可以结合大数据分析,实时分析沉降趋势,对可能发生的严重沉降问题提前发出警报。通过这种方式,不仅能在施工过程中及时调整回填策略,还能最大程度保障路面的使用寿命,避免长期积累的沉降问题引发更大的安全隐患。

回填施工过程中,沉降的动态变化需要通过科学合理的监控手段进行实时跟踪。除了传统的沉降点测量,采用基于人工智能和机器学习的沉降预测系统,也能提高预警的准确性。这种智能化系统可以基于历史数据和实时监测数据,对未来的沉降趋势进行预测,进而帮助工程人员制定更为科学的施工方案。通过高效的沉降监测与预警手段,不仅能够在施工过程中避免路面沉降的突发问题,还能够为未来的施工积累宝贵的数据经验,为类似工程的顺利进行提供保障。

### 3 工程案例分析与防治效果总结

在某些实际工程中,明挖暗埋式隧道回填施工的路面沉降问题一直存在,且造成了不同程度的交通安全隐患。以某城市地铁隧道建设为例,施工过程中由于回填土选择不当和压实工艺不完善,导致部分路段出现较大范围的沉降现象。通过对这些案例的回顾与分析,发现沉降的发生多与土体压实不均匀、回填材料的选择以及施工过程中荷载变化等因素密切相关。在工程施工期间,沉降监测未能及时反馈异常数据,导致早期的

沉降趋势未能有效遏制。这一案例为后续隧道工程的回填施工提供了宝贵的教训,也促使施工单位在后续项目中更加注重沉降监测及回填工艺的改进。

针对这一工程中出现的问题,针对性的防治措施取得了一定的效果。加强了回填材料的选用,采用了具有更高压实度和稳定性的混合回填材料,降低了材料的沉降潜力<sup>[3]</sup>。施工工艺方面也做出了相应的优化,特别是在回填土的分层压实及夯实作业中,应用了更为先进的机械设备和更严格的压实标准。通过这些改进,回填层的整体压实度和稳定性得到了有效提高。对施工过程中的荷载变化进行了动态监控,及时调整施工方案,确保了沉降对周围环境的影响降到了最低。

在后续的施工项目中,防治对策的成功应用进一步验证了其有效性。通过引入沉降监测系统和预警机制,施工单位能够实时跟踪施工过程中的沉降变化,及时调整施工步骤,避免了类似沉降问题的再度发生。施工过程中加强了质量控制和人员培训,提高了操作的规范性与科学性。这些防治对策的实施不仅有效缓解了路面沉降问题,也提升了工程的施工质量和长期稳定性,为隧道建设提供了实践经验和理论依据。

### 4 结语

回填施工对路面沉降的影响不可忽视,科学的防治措施对于减少沉降现象具有重要意义。通过优化回填材料、合理设计施工工艺及加强沉降监测,可以有效提升隧道施工的质量与安全性。未来隧道工程的施工中,应继续借鉴实践经验,结合先进技术与管理手段,不断完善防治策略,以保障工程的长期稳定性和周边环境的安全。

### 参考文献:

- [1] 周生林.城市明挖暗埋隧道节段变形缝渗水治理[J].中国住宅设施,2025,(12):88-90.
- [2] 王鹏.明挖暗埋隧道侧墙混凝土裂缝成因与优化防治策略研究[J].水泥,2025,(08):87-89.
- [3] 何世华.明挖暗埋隧道侧墙混凝土裂缝防治措施探讨[J].工程与建设,2023,37(06):1789-1791+1794.