

# 暗挖隧道穿越富水砂层施工关键技术与风险控制研究

卜 鹏

中铁一院集团南方工程咨询监理有限公司 广东 珠海 519000

**【摘 要】**：富水砂层的暗挖隧道施工面临复杂的水文地质条件，地下水流动性强、土体松散性大，施工过程中存在水土流失、塌方等安全隐患。为确保施工安全，本文从施工技术与风险控制两方面展开探讨。通过精确的地质勘察与监测，结合多种排水技术与支护结构优化，提出了适应富水砂层的关键技术。设计了完善的风险控制措施与应急预案，包括实时监控、应急排水和快速加固手段。研究为富水砂层条件下的隧道施工提供了有效的技术支持和安全保障。

**【关键词】**：暗挖隧道；富水砂层；施工技术；风险控制；地质特性

DOI:10.12417/2811-0528.26.05.031

富水砂层地质条件在隧道施工中带来了严峻的技术难题。地下水丰富、土体松散，使得施工过程中极易发生水土流失、塌方等事故，给工程安全和施工进度带来巨大压力。尤其在暗挖隧道施工中，施工人员常常面临如何应对不稳定地层、地下水渗漏等多重复杂情况。传统的施工技术和方法难以适应这种特殊地质环境，因此，如何通过创新的技术手段和合理的施工方法有效控制施工中的各类风险，成为工程成功的关键。科学的勘察手段、精密的施工技术，以及合理的风险控制措施，将为隧道施工的顺利推进提供强有力的保障。通过多方面的技术攻关和方法优化，不仅能确保施工的安全性，还能提高工程效率，减少施工中的不确定因素。

## 1 富水砂层的地质特性与施工挑战

富水砂层在地下工程中常常构成重大施工障碍，尤其是对于暗挖隧道施工来说，其特殊的地质特性使得施工面临着较高的风险。富水砂层的水文地质条件非常复杂，地下水的流动性强，砂土颗粒之间的空隙大且松散，这些因素都增加了隧道施工过程中水土保持和结构稳定的难度。施工中，富水砂层易出现水土流失，且水的流动性使得土体稳定性差，造成土体软化或坍塌现象时有发生，严重时甚至可能导致隧道的垮塌或局部渗水。施工时，如果没有充分的预判和技术手段来应对地下水渗漏，工程进展会受到极大影响。

富水砂层的地下水含量高且流速快，特别是在连续降雨或地下水位上涨的情况下，水流的压力和流量会骤增，这样的变化直接影响了隧道开挖过程中的压力控制和支护稳定<sup>[1]</sup>。由于水流对施工设备的冲击力大，设备损坏的风险也随之增加，造成机械故障的频率增高，施工成本和周期延长。在这种复杂环境下，富水砂层的勘探与分析尤为重要。需要通过高精度的地质探测手段，如岩土工程钻探和水文地质监测，精准获取富水砂层的水文数据与土壤特性，进一步评估施工风险。通过合理规划水流引导路径和加固措施，可以在一定程度上减轻水流对

施工的影响，但这依赖于技术的精确实施和实时的施工监控。施工单位应当采取科学的施工工艺，使用高效的排水系统、加固支护结构等措施，以确保隧道施工的顺利进行。

## 2 关键技术的应用与施工方法优化

在富水砂层条件下的暗挖隧道施工中，关键技术的合理应用与施工方法的优化至关重要。针对这一复杂地质环境，施工方法的优化不仅要求在技术上不断创新，还需在施工过程中精准调整策略，确保施工安全和质量。精确的地质勘探是保证施工安全和施工方案优化的基础。对富水砂层的详细勘察，可以有效判断地下水位的变化及其流动情况，帮助确定合适的开挖工艺。通过高精度的钻探技术和水文地质监测系统，获取实时数据，以了解富水砂层的物理性质和地下水动向，从而实现更精准的施工控制。这些勘探数据为后续的技术选型、支护结构设计、排水措施及应急预案的制定提供了理论依据。

针对富水砂层的施工环境，先进的排水技术不可或缺。采用多种排水方法结合的方式，能够有效降低水位，减少水流对施工区域的影响。具体的做法包括深井排水和水平排水相结合，通过设置井点降水系统控制水位，或采用沉降排水法引导地下水流动，保障开挖区域保持相对干燥，从而减少地下水流动对施工稳定性的破坏。合理的排水系统设计和施工管理能够确保地下水持续排放，避免积水导致土体软化和沉降，进而避免施工过程中出现不稳定的状况。支护技术的优化同样是确保施工安全的关键<sup>[2]</sup>。由于富水砂层的松散性，常规的支护方法可能难以满足施工需求，因此在支护结构的选择上应更加注重其适应性与高效性。采用喷射混凝土支护、钢支撑等强化支护结构，可以有效提高土体的稳定性，防止突发的塌方或砂土流动带来的风险。在开挖过程中，为了防止支护结构与岩土发生不利反应，可结合监测数据对支护结构进行实时调整，以应对可能的地质变化。

施工技术的另一项优化是采用机械化、自动化设备，提高

