

桥梁钻孔灌注桩施工中塌孔问题的现场识别与处置技术

韩军师

浙江交工金筑交通建设有限公司 浙江 杭州 310000

【摘要】：钻孔灌注桩施工中的塌孔问题严重影响施工进度与工程质量。针对这一问题，本文探讨了塌孔发生的原因及其危害，并重点研究了现场识别技术与有效处置方法。通过地质雷达、桩孔内监测与实时监控系统等手段，能够在塌孔发生前及时识别并预警。结合高压注浆法、桩孔支护技术等处置方法，有效防止了塌孔的扩展，确保了桩基施工的质量与安全性。随着技术的不断优化，施工过程中塌孔问题的发生率显著降低。

【关键词】：桥梁施工；钻孔灌注桩；塌孔问题；识别技术；处置技术

DOI:10.12417/2811-0528.26.10.083

引言

桥梁建设过程中，钻孔灌注桩作为关键施工环节，其质量直接关系到结构的安全性与稳定性。在实际施工中，塌孔问题频繁发生，导致了施工进度的延误与成本的增加。尽管工程师们已经采取了多种措施以应对塌孔现象，但由于复杂的地质条件与施工环境，现有技术尚不能完全消除该问题。针对这一现象，必须结合现场技术手段，提升对塌孔问题的识别与处理能力，从而确保施工质量与工程进度。通过探讨塌孔现象的识别技术及其处置措施，提出切实可行的解决方案，旨在为类似项目提供参考与指导。

1 塌孔问题的成因与危害分析

塌孔问题是桥梁钻孔灌注桩施工中的常见现象，通常由于多种原因导致桩孔壁坍塌，造成工程施工进度的延误，甚至严重影响施工安全。钻孔过程中，土质的不均匀性、地下水位的变化、钻孔设备的操作失误等因素都可能成为塌孔的诱因。在软弱地层或水流较大的区域，桩孔容易因承载力不足、孔壁稳定性差而发生坍塌，导致无法正常完成桩孔的施工，进而影响桥梁的基础承载力。在地质条件复杂的情况下，特别是粘土、粉土等软土层的施工中，塌孔现象尤为严重。这些土层的物理性质导致其在水土流失或外力作用下容易松动、崩塌。水位的高低变化也加剧了桩孔的稳定性问题。当地下水位较高时，孔壁由于水流的作用无法获得足够的支持力，极易发生坍塌^[1]。此时如果未能采取有效的技术手段进行加固，就可能导致钻孔失败，影响后续灌注桩的质量。

施工过程中若操作不当，同样可能造成塌孔现象的发生。钻孔过程中，钻机的操作不精确、孔壁支护不到位或灌浆压力不均匀都会加剧桩孔的破坏。在灌注桩过程中，桩孔内的泥浆或混凝土未能有效支撑孔壁，导致孔壁失稳，进而引发塌孔。塌孔带来的危害不仅局限于施工进度的拖延，还可能对施工安全产生威胁。坍塌的桩孔不仅使得后续工作无法继续进行，还

可能导致已施工的部分桩基受到影响，影响结构的承载能力。对于桥梁施工而言，塌孔会直接影响基础的稳定性，进而影响桥梁的整体结构安全。因此，尽早识别塌孔问题并采取有效措施处理，对于确保工程质量和施工安全至关重要。

2 桩孔塌孔识别技术及其应用

桩孔塌孔识别技术在桥梁施工中起着至关重要的作用。该技术能够在塌孔发生前或发生初期及时识别问题，确保采取有效的措施加以处理。当前，桩孔塌孔的识别方法主要依赖于多种监测手段和技术设备，包括地质雷达检测、桩孔内监测、深度探测技术及实时监控系统等。地质雷达技术是识别桩孔塌孔的有效手段之一。它通过发射电磁波并分析回波信号来探测土层的密实度和孔壁的稳定性，能够实时反馈孔内土层的变化情况。雷达波在不同密度和湿度的土壤中传播速度不同，借此可以判断土层是否松动或存在塌孔风险。通过雷达数据的分析，能够提前发现桩孔内的空洞或不均匀区域，及时预警可能发生的塌孔问题。

除地质雷达外，桩孔内监测技术也逐渐成为一种重要的识别手段。利用孔内传感器，监测桩孔内的压力、温度及液位变化，能够实时检测到桩孔内是否出现塌孔现象。压力传感器能够检测孔壁的受力情况，若受力不均，可能意味着土层的稳定性受到了威胁。通过监控液位的变化，能反映地下水位波动对桩孔造成的影响，进而判断是否存在塌孔的风险^[2]。温度监测则可帮助判断灌注桩过程中混凝土的凝固情况，若凝固不完全或灌浆不均匀，容易导致桩孔塌陷。深度探测技术也在桩孔塌孔识别中得到广泛应用。这种技术通过钻探深度、土壤的物理力学性能等数据，对地质结构进行详细分析，能够判断不同深度层次的土质状况。通过对施工现场地质结构的全面评估，能够有效预测哪些区域可能出现塌孔现象。深度探测技术结合桩孔施工现场的土层分析，为施工人员提供了更多依据，提前做好防范工作。

实时监控作为一种集成化技术，将多种监测手段融合，能够在桩孔施工过程中持续采集数据，并进行动态分析。这种系统不仅可以实时反馈施工中各个环节的状态，还能通过报警系统及时提醒施工人员可能发生的塌孔问题。利用计算机技术和数据分析模型，实时监控对桩孔的每个环节进行全面掌握，确保施工过程的安全和质量。通过这些技术手段的应用，可以实现对桩孔塌孔的有效识别，为后续的处理措施提供科学依据。每种技术都有其独特的优势，在不同的施工条件下可以根据实际需求选择合适的识别技术，确保施工过程中问题能够被及时发现并加以处理。

3 塌孔问题的有效处置与技术优化

塌孔问题的处置与技术优化是保障钻孔灌注桩施工顺利进行的关键环节。在实际施工中，一旦出现塌孔现象，必须立即采取有效的处置措施，以确保施工质量和安全。针对不同原因引发的塌孔问题，处理方式需要具有针对性和灵活性。当桩孔发生初期塌孔时，使用高压注浆法进行修复是一种常见且有效的技术手段。注浆材料通过高压泵注入桩孔内，能够填充塌陷部分，并形成稳定的固体结构，从而恢复桩孔的稳定性。对于较大规模的塌孔，采用加强型注浆材料，可以进一步增强孔壁的承载力，确保桩基的质量不受影响。

在处理过程中，合理选择和控制注浆的压力及注入速率至关重要。过高的压力可能导致桩孔周围的土体松动，造成更大的塌陷；而注浆速率过快则可能引起材料的过度扩散，导致处理效果不佳。注浆过程中，还需要对桩孔周围的土层进行监测，确保土体稳定性得到保障，并及时调整注浆工艺。针对复杂的

地质条件，采用桩孔支护技术也是一种常见的解决方法^[3]。在软土层或地下水位较高的地区，使用钢管或者PVC管对桩孔进行临时支护，能够有效防止孔壁塌陷。支护材料的选择应根据土层的不同性质进行调整，同时保证支护结构的可靠性和持久性。

在施工前，对可能发生塌孔的区域进行地质勘察和风险评估，制定出相应的应急处置预案，可以有效降低塌孔发生的概率。结合现有的识别技术，在发生塌孔时，能够迅速定位问题区域，并根据具体情况选择最合适的处置方法，确保施工过程的安全和质量。技术优化方面，随着施工技术的不断进步，新的施工工艺和材料不断涌现。利用先进的智能化监测设备，实时反馈桩孔的稳定性数据，不仅能够在塌孔发生的早期阶段进行识别，还能够根据监测数据优化施工参数，减少施工中的人为因素对塌孔问题的影响。通过对注浆材料及支护系统的不断优化，施工过程中塌孔问题的发生率可以显著降低，为桥梁施工提供更加可靠的技术保障。

4 结语

塌孔问题在桥梁钻孔灌注桩施工中是常见且具有挑战性的难题。通过采用有效的识别技术与处置方法，可以有效减少塌孔现象的发生，提高施工质量与安全性。随着施工技术的不断发展，新的识别与处置技术不断得到应用和优化，这为提升桩基施工的可靠性提供了有力保障。未来，随着技术手段的进一步创新，塌孔问题的解决将更加高效，桥梁施工的整体水平也将不断提升。

参考文献:

- [1] 袁月娥. 钻孔灌注桩施工技术在公路桥梁施工中的应用分析[J]. 汽车周刊, 2025, (11): 104-106.
- [2] 张理智. 钻孔灌注桩施工技术在公路桥梁施工中的运用分析[J]. 时代汽车, 2025, (20): 189-191.
- [3] 庞阳垚. 公路桥梁施工中钻孔灌注桩的质量控制对策[J]. 汽车周刊, 2025, (10): 118-119+128.