

地铁施工中暗挖隧道涌水分析和处理措施研究

张 遥

哈尔滨地铁集团有限公司 黑龙江 哈尔滨 150000

摘 要：本文探讨了地铁暗挖隧道涌水的机理及其对施工的影响，并提出了相应的处理措施。分析了涌水的物理、化学及地质成因，以及与地下水文地质条件的密切关系。指出了涌水对施工进度、安全和质量的负面影响，包括延长工期、增加施工成本、威胁施工安全及影响隧道衬砌质量和稳定性等。针对这些问题，提出了使用高密度冲洗液、初期涌水控制、点面线流渗水处理、减压降水措施及涌水处理等具体措施。最后，强调了涌水塌方治理后的监测工作的重要性，包括水位、围岩变形、支护结构受力及地质环境的监测，以确保隧道稳定性和安全性。

关键词：地铁施工；暗挖隧道；涌水分析；处理措施

引言

地铁暗挖隧道施工中的涌水问题一直是影响工程安全、进度和质量的关键因素。涌水的产生涉及多种成因，包括物理、化学和地质因素，这些因素相互交织，对隧道开挖过程产生显著影响。本文旨在深入分析地铁暗挖隧道涌水的机理，探讨其对施工的多方面影响，并提出有效的处理措施，以期为地铁暗挖隧道的施工提供理论指导和实践参考。

1 地铁暗挖隧道涌水机理及影响分析

1.1 暗挖隧道涌水机理

在地铁暗挖隧道施工过程中，涌水问题一直是影响工程安全、进度和质量的关键因素之一。涌水的产生涉及多种物理、化学及地质成因，这些成因相互交织，共同作用于隧道开挖过程。从物理成因来看，隧道开挖打破了原有的地质平衡状态，使得地下水在压力差的作用下向隧道内流动。当隧道穿越含水层或接近地下水位时，地下水可能通过隧道开挖面或裂缝涌入隧道，形成涌水现象。此外，隧道施工中的爆破、挖掘等作业也可能对围岩产生扰动，导致围岩裂隙发育，进一步加剧了涌水的可能性。化学成因方面，地下水中的溶解物质（如盐类、矿物质等）在流动过程中可能与隧道围岩发生化学反应，生成新的矿物或沉淀物，这些沉淀物可能堵塞地下水通道，但也可能在某些条件下被溶解，从而改变地下水的流动路径和流量。这种化学作用虽然不如物理作用直接，但在长期的地质历史中，它可能对隧道的涌水条件产生重要影响。地质成因是涌水问题中最为复杂和关键的因素。地质构造、地层岩性、断层分布等地质条件均可能对涌水产生影响。例如，隧道穿越断层

带时，由于断层带内岩石破碎、裂隙发育，地下水容易在此聚集并形成涌水。此外，地层岩性的差异也可能导致地下水位的差异，从而影响涌水的发生和规模。涌水与地下水文地质条件的关系十分密切。地下水文地质条件包括地下水的补给、径流、排泄条件以及含水层的类型、厚度、透水性等。这些条件决定了地下水的流动方向和速度，也影响了涌水的发生和规模。因此，在隧道施工前，必须对地下水文地质条件进行详细的勘探和分析，以便准确预测涌水的可能性和规模。

1.2 涌水对隧道施工的影响

涌水对隧道施工的影响是多方面的，包括施工进度、安全和质量等方面。首先，涌水会严重影响隧道的施工进度。当隧道发生涌水时，施工人员必须停止作业，采取排水措施或等待涌水减弱后才能继续施工。这不仅会延长工期，增加施工成本，还可能打乱整个施工计划。此外，涌水还可能导致隧道开挖面的失稳，使得施工难度加大。其次，涌水对隧道施工安全的威胁不容忽视。涌水可能携带大量泥沙和石块，对施工人员和设备造成冲击和掩埋。同时，涌水还可能改变隧道的围岩稳定性，导致隧道坍塌等安全事故的发生。因此，在隧道施工过程中，必须密切关注涌水情况，及时采取应对措施，确保施工安全。此外，涌水还会对隧道施工质量产生负面影响。涌水可能导致隧道开挖面的不平整和围岩的松动，从而影响隧道的衬砌质量和稳定性。同时，涌水还可能对隧道内的排水系统造成破坏或堵塞，影响隧道的正常使用。因此，在隧道施工过程中，必须采取有效的防水和排水措施，确保隧道的施工质量。

2 暗挖施工中涌水处理措施

2.1 使用钻孔冲洗液

(1) 高密度冲洗液的配置

作者简介：张遥（1977.7），吉林，汉族，硕士研究生，建筑工程，高级工程师

目前,高浓度灌洗剂的研究主要集中在提高灌洗剂的致密程度和系统稳定性上。利用盐来增加水洗液的浓度,降低水洗液中的膨润土含量,从而使水洗液具有较好的流动性。选择较大的重料,使系统中的游离水得以充分释放,从而克服了粘性影响。在小孔径岩中,氯化钙在可溶性、经济、抑菌作用等方面较其它物质更适合于小孔径岩中。在提高致密的同时,还能使系统中的盐分浓度升高,从而使孔壁更加稳定。降水剂方面,经与传统缓蚀剂对比,在同等添加量的情况下,酚醛类缓蚀剂具有更好的防蚀性和降水性。

(2) 高密度冲洗液的维护

在保持系统稳定性的同时,对有害的固体成分进行控制。通过增大清洗液面循环长度、循环槽宽、循环水深、沉淀池面积及数目,以及加大石粉捞取次数,可有效降低钻柱内部泥皮的形成。设备包括:比重计,漏斗式粘度计,砂量测定仪,pH试纸仪等。每个小组都要定期检测泥浆的性质,保持各种性质的指标,尤其是浓度和酸碱度。在地层稳定条件好的条件下,冲洗液粘度20-25秒就可以了,这样可以减少材料的浪费,也可以减少泵压,还可以对钻孔防斜打直起到很大的帮助。在清洗溶液的性质发生改变的情况下,就需要在循环的清洗溶液中按照一定的比例添加处理剂来保持其性质指数。在完成钻孔工作后,将所产生的废渣抽至废渣池,与絮凝固化物料混合,然后进行填埋。

2.2 初期涌水控制

针对高承压水下隧道涌水现象,在涌水的早期,要先对砂土的流失进行控制,当出现涌水的时候,要立刻让施工停下来,把超挖土方回填到原来的位置,使用散料沙石或无织布水泥袋等材料,对其进行滤水反压,从而减弱涌水流量(有需要的时候,可以使用低标号混凝土回填)。之后,在涌水的周围筑起一座挡水坝,挡水坝的高度要比涌水的液面高1米,这样才能阻止涌出来的水向其它地方蔓延;最终,在该土坝中,实现了水位的平稳,不再上升,并在该土坝中,按照实际涌水的规模,布置了多个水泵,进行了抽水工作,避免了事态的进一步发展。

2.3 点、面、线流渗水处理

对于超前钻孔中所探明的点、面、线的渗水,能够通过围岩裂缝的走向等的描述,来对围岩的实际渗透状况进行分析,从而能够采取有针对性的措施,达到较好的处理效果。对于点状渗流,利用堵漏剂对渗流进行了优化,并对渗流过程中出现的渗流进行了分析。对于点状线流,采取了表层封闭和埋置管道的方法,并在此

基础上,用42.5等级的普通面筋水泥进行注浆,以达到有针对性的目的。在进行局部渗透或表面流动的治理时,通常使用YT-28的气腿钻,在其上形成一个注浆孔,然后在孔中放置 $\phi 50$ 钢管,露出的钢管的长度要比喷射混凝土层低;再用棉花将钢管与孔的部位密封起来;最后,采用钢管或PVC管道对其进行全面联接,并将其集中排水。在完成以上作业后,可以采用混凝土喷射器进行喷射,并有目的地对其孔位四周进行封闭,保证其结构质量,同时也可以对其孔进行堵水处理。当有较大面积的线流时,应在渗漏处重点布设注浆孔排距1.5米,孔距1.5米,孔深度4.5米,采用“梅花型”布设。在此基础上,采用该方法,可有效地防止外部环境的干扰,达到较好的注浆效果。

2.4 减压降水措施

在地铁暗挖隧道施工中,面对涌水问题,减压降水是一项至关重要的处理措施。该措施首先涉及减压井的设计与施工,需根据隧道的地质条件、地下水位及涌水预测情况,合理布局减压井,特别是在预计涌水量大、地下水位高的区域以及隧道开挖面前方,以确保提前降低相关区域的地下水位。井身结构设计需采用坚固耐用的材料,如钢管或钢筋混凝土管,并保持井身内壁光滑以减少抽水阻力。同时,在井壁周围设置具有良好透水性和耐腐蚀性的滤水层,以防止泥沙等杂质堵塞管道。接下来是抽水系统的安装与调试,需根据减压井深度、预计涌水量及抽水效率要求选择合适的抽水设备,如潜水泵或离心泵,并采用耐腐蚀、高强度的管道材料,确保管道连接牢固可靠且固定牢靠。在正式抽水前,还需对抽水系统进行调试,以确保其稳定性。此外,减压降水效果的监测与调整同样重要,包括在减压井周围设置水位观测井并进行定期观测,以及对抽出的地下水进行水质监测,根据水位和水质监测结果及时调整抽水策略,如增加抽水设备数量、调整抽水频率等,以确保在隧道开挖过程中能够持续有效地降低地下水位,减少涌水风险,从而保障施工的安全和顺利进行。

2.5 涌水处理

在工程中,当施工作业结束后,往往会发生涌水或涌水的现象。该现象多发生于富水区的断裂带和前涌水体,是由于地层受水流作用而形成的。当围岩发生大面积涌水时,就必须采取提前预注浆的方法,对围岩进行注浆加固。在此基础上,根据所测得的水头大小,选用优质的水泥及专用注浆材料,以达到防渗效果。为了达到较好的治理效果,在施工中,如果在施工中出现了困难,则必须采用含水细砂的泥浆材料。在实际操作中,

为保证注浆压力不断增加,并取得较好的阻浆效果,应设置止浆墙,其宽度通常为3m,并采用超前帷幕进行钻孔注浆。在设计成孔位置与实际成孔位置之间的误差,应控制在10cm以内。在这种设计过程中,必须对其偏差进行严格的控制,使其与设计值的距离愈近,愈能保证注浆质量。在孔洞的处理上,必须保证埋入孔洞的闭合时间,以免在钻井时发生剧烈的涌水,导致孔洞不能闭合。孔口管道的长度一般以5米为基准,然后将管道穿入管道内。在初凝3小时后,应将压力控制在0.5MPa之下,采用低压注浆对其进行适当的固定。同时,在施工中,也有可能发生涌水、涌泥等问题,需要根据具体的施工条件,有针对性地进行治理。

3 涌水塌方治理效果

(1)要严格遵守设计资料和施工组织设计的规定,做好施工技术和安全培训,做好掌子面落石伤人,塌方,涌水,突泥等各种突发事件的处理,提高自己的安全意识。(2)加强工程地质预测和监测测量,坚持“少扰动,短开挖,弱爆破,强支护,勤测量,早封闭”的开挖方针;在开挖之后,要立即展开初期支护工作,使用喷射混凝土将岩面封闭起来,同时对开挖后揭露的破碎部位,要进行增打锚杆、挂网等强化支护工作,在施工过程中要特别注意防排水。(3)遇有涌水崩落,应尽快安排有关人员进行实地勘测,并结合具体情况,制订出切实可行的紧急处置计划。

4 涌水塌方治理后的监测工作

涌水塌方治理完成后,持续的监测工作是确保隧道稳定性和安全性的关键。监测内容应包括隧道内水位变化、围岩变形情况、支护结构受力状态以及隧道周边地质环境的变化等。

(1)水位监测:通过安装水位计等设备,实时监测隧道内水位的变化情况,以评估涌水治理措施的有效性。一旦发现水位异常上升或下降,应立即采取措施查明原因并进行处理。

(2)围岩变形监测:利用全站仪、收敛计等设备,对隧道围岩的收敛变形进行定期监测。通过对比分析监测数据,可以了解围岩的稳定状态,及时发现潜在的安全隐患。

(3)支护结构受力监测:在隧道支护结构上安装应

力应变传感器,实时监测支护结构的受力状态。一旦发现支护结构受力异常,应立即采取措施加强支护,确保隧道的安全性。

(4)地质环境监测:通过地质雷达、电法勘探等手段,对隧道周边地质环境进行监测。及时发现地质环境的变化,如断层活动、地层滑动等,为隧道的安全运营提供预警。

5 结束语

通过对地铁暗挖隧道涌水机理及影响的分析,我们认识到涌水问题的复杂性和其对施工的严重性。本文提出的处理措施旨在为施工人员提供应对涌水的有效方法,以确保施工的安全、进度和质量。然而,涌水问题仍需在实践中不断探索和完善。未来,随着技术的进步和经验的积累,我们有望找到更加高效、安全的涌水处理方法,为地铁暗挖隧道的施工提供更加坚实的保障。同时,持续的监测工作是确保隧道长期稳定和安全的關鍵,应予以高度重视。

参考文献

- [1]中华人民共和国交通运输部.公路隧道施工技术规范:JTG/T3660—2020[S].北京:人民交通出版社,2020.
- [2]刘冠杰.影响潜水层基坑降水引起地面沉降的因素分析[J].山西建筑,2021,47(8):73-76.
- [3]苗永杰.西安地铁车站涌水涌砂处理技术[J].国防交通工程与技术,2017(1):61-63.
- [4]王琛,秦艳,贾丹阳,等.地铁地下连续墙涌水涌砂险情处理与分析[J].施工技术,2019,48(5):115-118.
- [5]黄帅.沂水某基坑开挖涌水冒砂原因分析及处理[J].地质装备,2016,17(2):41-43.
- [6]高会军,赵勇胜.轨道交通暗挖隧道施工质量控制及预防处理措施分析[J].建材发展导向(下),2016,14(9):269-269.
- [7]刘波.质量控制和预防处理措施在轨道交通暗挖隧道施工的运用[J].建筑工程技术与设计,2017(12):3390-3390.
- [8]王晓晓,龚颖康,严雷广,朱鹏举.质量控制和预防处理措施在轨道交通暗挖隧道施工中的应用[J].建筑技术,2020,51(10):1192-1193.