

# 城市地下隧道工程防水控制研究

于春福

北京市第五建筑工程集团有限公司, 北京 100102

**[摘要]**随着城市化进程的不断加快,城市地下土地的使用与建设逐渐成为一种趋势,而城市地下隧道工程的防水控制就显得格外重要。城市地下隧道工程防水控制研究是一个涉及土木工程、材料科学、化学工程等多个领域的复杂课题,其关注点主要在于如何保证隧道工程的密闭性、耐水性、抗渗漏性以及长期稳定性。文中将对城市地下隧道工程防水控制研究进行综述,从多个角度分析该领域的主要研究成果及发展趋势。

**[关键词]**城市地下隧道工程; 工程建设; 防水控制

DOI: 10.33142/sca.v6i11.10508

中图分类号: U455.4

文献标识码: A

## Research on Waterproofing Control of Urban Underground Tunnel Engineering

YU Chunfu

Beijing No.5 Construction Engineering Group Co., Ltd., Beijing, 100102, China

**Abstract:** With the continuous acceleration of urbanization, the use and construction of urban underground land has gradually become a trend, and the waterproofing control of urban underground tunnel engineering is particularly important. The research on waterproofing control of urban underground tunnel engineering is a complex topic involving multiple fields such as civil engineering, materials science, chemical engineering, etc. Its focus is mainly on how to ensure the airtightness, water resistance, leakage resistance, and long-term stability of tunnel engineering. The article will provide a review of the research on waterproofing control in urban underground tunnel engineering, and analyze the main research achievements and development trends in this field from multiple perspectives.

**Keywords:** urban underground tunnel engineering; engineering construction; waterproofing control

### 引言

随着城市建设的不断推进,越来越多的城市地下隧道工程被建设出来。地下隧道工程作为城市基础设施的重要组成部分,承载着各种交通、能源、通讯等重要的基础设施功能,是城市快速发展的必要条件。然而,地下隧道工程建设中可能会遭受到来自地下水、雨水、地表水等多种水源的侵袭,导致工程受损,甚至造成严重的安全事故。因此,如何对地下隧道工程进行有效的防水控制,成为了当前城市地下隧道工程建设的一个重要问题。地下隧道工程的防水控制涉及到多个学科领域,包括土木工程、岩土工程、地质工程、水文学、水利工程等,需要多方共同协作,进行有效的综合防水控制。防水控制不仅涉及到工程建设阶段的施工质量控制,同时还需要进行长期的维护和管理。

### 1 地下工程防水原理和技术

#### 1.1 隧道工程的防水原理

隧道工程的防水主要是指防止地下水和地面水通过隧道壁、洞口和地面交界处进入隧道内部,从而避免因渗漏引发的水害问题<sup>[1]</sup>。隧道防水的原理主要是岩体与隧道衬砌共同构成一道防水屏障,起到阻止地下水渗漏的作用;通过合理的排水系统,将隧道内部积水排出隧道,避免积水对隧道的侵蚀和损坏;通过防水材料的选择和施工,避免地下水和地面水对隧道衬砌的侵蚀和渗漏;通过设计合

理的隧道入口和出口,尽量避免地下水和地面水进入隧道内部。

#### 1.2 防水技术的应用和实践

防水技术主要包括预防性防水技术、隧道衬砌防水技术以及排水系统技术,其中,预防性防水技术主要是指在隧道开挖前,通过地下钻探、地质勘查等手段,对隧道周围的地质情况进行全面的了解,预测出可能存在的水源和渗漏问题,并在隧道建设过程中采取相应的防水措施,以避免水害的发生。隧道衬砌防水技术是隧道防水的一种关键技术,其主要目的是在隧道开挖后,通过隧道衬砌的建设,构建一道坚固的防水屏障,以抵御地下水和地面水的渗漏<sup>[2]</sup>。排水系统技术主要是指在隧道建成后,通过设计合理的排水系统,及时、有效地排出隧道内部的积水和地下水,以保持隧道内部干燥,减少地下水和地面水对隧道的侵蚀和损坏。

#### 1.3 地下隧道防水控制的基本原理

地下隧道防水控制的基本原理是通过采用合理的防水措施,将地下隧道周围的水源隔离开来,使得地下隧道系统始终保持干燥状态,保证隧道的正常使用和安全性。隧道防水控制的基本原理包括水源控制原理,地下隧道往往处于水文地质复杂的地区,地下水、地表水、降雨等都会对隧道造成潜在的危害。因此,对于隧道周围的水源需要采用合理的控制措施,防止水源渗入隧道,有害物质的

渗入进入隧道,同时也可以避免地下水流动对隧道结构产生影响。其次是防水层原理,隧道防水控制中,最基本的措施就是在隧道内部、周围采用防水措施,保证隧道周围的水源不能渗透进入隧道结构,这就需要使用防水层。防水层的作用是阻挡地下水的进入,同时也可以阻挡其他形式的水源渗透,起到隔离作用。最后是排水原理,地下隧道的排水系统是地下隧道防水控制的重要组成部分,它能有效地将隧道周围的水源排出,保证隧道始终处于干燥状态。隧道排水系统包括内排水和外排水,其中内排水是指隧道内部的排水系统,包括排水管道、排水沟、排水孔等。外排水则是指隧道周围的排水系统,主要包括排水沟、水沟、排水管道等。

## 2 地下隧道工程防水控制概述

### 2.1 地下隧道工程漏水形成的原因

(1)设计和施工不当。城市地下隧道工程的设计和施工质量直接关系到其防水效果,如果设计和施工不当,如施工质量不达标、防水材料使用不当、防水措施不完善等,则会导致漏水问题。(2)城市地质条件不良。城市地下隧道工程需要穿越各种地质条件不同的地质层,如果遇到地质条件不良的地方,如破碎带、断层、节理等,就容易造成漏水。(3)城市地下水位高。城市地下隧道工程一般都在地面之下,如果城市地下水位较高,就会对隧道结构产生巨大压力,从而造成水渗漏和渗透。(4)地下管网密集。城市地下管网密集,如自来水管网、排水管网等,如果这些管网出现破损或渗漏,也会导致城市地下隧道出现渗漏问题。(5)自然灾害。城市地下隧道同样存在自然灾害的风险,如地震、洪水等,这些自然灾害也会对隧道结构造成破坏,从而引发漏水问题。

### 2.2 地下隧道工程结构渗水的危害

城市地下隧道工程一旦出现结构渗水,可能导致隧道内部积水,增加隧道内部压力,从而导致隧道结构失稳,引发安全事故。隧道内部积水、滞留污水等会影响周围环境,影响居民的日常生活和健康,同时也会对地下水环境造成污染。城市地下隧道结构渗水后,需要进行修复和维护工作,这不仅需要大量的人力、物力和财力,还可能会影响城市交通和市民生活。城市地下隧道一旦出现结构渗水,可能会造成路面湿滑、积水等情况,从而影响车辆和行人的通行安全。城市地下隧道内通常会安装各种设备,如电缆、通讯线路等,如果结构渗水,这些设备可能会遭受损坏,从而影响正常运行和使用<sup>[3]</sup>。

## 3 地下隧道防水控制的挑战与机遇

### 3.1 地下隧道防水控制的挑战分析

城市地下隧道通常位于地下水位较高的区域,地下水的渗流压力对防水结构构成了较大的挑战。需要通过合理的防水设计和施工工艺,抵御地下水的压力和渗漏。城市地下隧道通常经过多种地质条件,包括不同类型的土层、

岩石、断层等。地质条件的复杂性对防水设计和施工提出了更高的要求,需要针对不同地质条件采取相应的防水措施。地下隧道施工过程中,可能会产生地表沉降、地下水位变化等动态影响。这些影响对防水结构的稳定性和密闭性提出了挑战,需要在设计和施工中充分考虑,并采取相应的补偿措施。地下隧道防水结构通常位于地下深处,对于维修和维护提出了较高的要求和困难。需要考虑防水结构的可维护性和易检修性,确保日常维护和应急维修的顺利进行。地下隧道防水施工质量的控制是一个复杂的任务。防水材料的选择和施工工艺的操作对防水效果有直接影响,需要严格的施工质量控制和监督检查。地下隧道通常是长期使用的工程,要求防水结构具有较长的使用寿命和可持续性。需要选择合适的防水材料和施工工法,并加强维护和检修管理,确保防水效果的长期稳定性。

### 3.2 地下隧道防水控制的机遇分析

随着科学技术的不断进步,出现了许多先进的防水材料和技术。例如,新型的防水膜、防水涂料、防水胶等,可以提供更好的防水效果和使用寿命。随着施工工艺和设备的改进,地下隧道防水施工过程更加高效和精确。例如,现代化的喷涂设备和机械化的施工工法,可以大大提高施工效率和质量。隧道防水控制可以借助智能化监测和维护系统来实现更加及时和精确的监测和维护。例如,采用传感器网络和数据分析技术,可以实时监测防水结构的状态,并提供预警和维修建议。随着可持续发展的理念的普及,地下隧道防水控制也需要考虑环境友好和节能减排。例如,选择环保的防水材料,减少对自然资源的消耗,提高工程的可持续性。随着城市化进程的推进,城市地下空间的利用越来越重要。地下隧道作为城市交通和基础设施的重要组成部分,对防水控制的需求也将增加。

## 4 城市工程施工防水控制措施

### 4.1 城市地下隧道工程防水控制要点

#### 4.1.1 防水层材料选择

防水涂料是常用的防水材料,可分为水性涂料和溶剂型涂料。选择时需要考虑涂料的耐候性、耐化学性、附着力和柔韧性等性能,确保其适用于具体工程条件。防水膜通常采用聚合物材料,如PVC、HDPE、TPO等。选择时需要考虑膜材料的耐老化性、耐高温性、耐化学性和抗冲击性等性能,以及膜的厚度和连接方式等。防水胶粘剂用于粘接防水卷材、防水板等材料。选择时需要考虑胶粘剂的粘接强度、耐候性、耐化学性和耐水性等性能,确保其与防水材料的粘接牢固和耐久。防水卷材通常包括聚合物卷材、橡胶卷材和沥青卷材等。选择时需要考虑卷材的耐候性、耐化学性、耐老化性和柔韧性等性能,以及卷材的厚度和连接方式等。还有一些特殊应用的防水材料,如喷涂型聚氨酯、灌浆材料、水泥基防水涂料等。选择时需根据具体工程需求和材料性能来确定使用。

#### 4.1.2 施工质量控制

在施工开始之前,进行必要的准备工作,包括检查施工图纸和设计方案,确认材料的质量和数量,准备好所需的施工设备和工具等。确保施工人员具备必要的技术知识和经验,针对防水施工的要求进行培训,保证其能够正确操作防水材料和施工工艺。对防水材料进行严格的验收,检查其质量和规格是否符合要求;同时,合理存储材料,避免受潮、受污染等情况。根据施工图纸和设计要求,严格按照施工工艺进行操作,包括施工顺序、施工步骤、材料的使用量和混合比例等。建立施工现场管理制度,包括施工人员的进出、材料的使用和存放、施工设备的使用等方面;同时,加强现场监督,及时发现和解决施工过程中的问题。在施工过程中进行质量检验,包括安装和连接的质量、防水材料的厚度和涂层的均匀性等方面;完成施工后,进行最终验收,确保防水结构的质量符合要求。在施工过程中,记录施工的各项数据,包括施工日期、施工人员、材料使用量、质量检验结果等,以备查档和追溯。

#### 4.1.3 排水系统设计

合理布置排水系统的位置和排水管道的走向。需要考虑到地形地势、结构布局、地下水位等因素,确保排水系统可以有效地排除隧道内的积水<sup>[4]</sup>。根据设计流量和排水要求,确定排水管道的尺寸和材料。需要考虑到预计的水流量、水的流速、排水能力等因素,选择合适的管径和材料。在设计排水管道布置时,需要保证合适的坡度,以确保水流能够顺利流动。一般情况下,排水管道的坡度应大于1%。设置合适数量和位置的排水口,确保水能够顺利排出隧道。排水口可以设置在地面上,也可以设置在隧道内的低洼处。排水系统的管网连接需要合理,并采取适当的连接方式,如橡胶密封环、法兰连接等。确保排水系统的连通性和密封性。排水系统的维护和清洁对于保持其良好工作状态非常重要。定期进行排水系统的检查、清理和维护,排除堵塞物和杂物,确保排水系统的畅通。在排水系统设计中,还需要考虑到可能出现的洪水情况。根据地区的洪水历史数据和防洪标准,合理预留排水容量,确保排水系统在洪水情况下能够有效工作。

#### 4.2 工程施工防水控制设计原则与要点

进行地下水位和渗流分析,了解地下水位的高低和水流的方向,确定防水层的位置和厚度,以及采取相应的防水措施。根据隧道工程的具体条件和使用要求,选择适合的防水材料和施工工法。常用的防水材料包括防水混凝土、

防水膜、防水涂料等,施工工法则包括预埋法、贴面法、喷涂法等。在防水设计中,要考虑隧道结构的接缝和变形对防水层的影响。合理设置伸缩缝和变形缝,采取防止渗漏的措施,避免结构变形和温度变化对防水层的破坏。与隧道施工防水设计相结合,设计合理的排水系统,包括防水层下部的排水设施和雨水排泄系统,确保地下水 and 雨水的及时排除。在设计中,要重点考虑细节部位的防水处理。加强隧道墙、底板和顶板的防水垫层设计,密封接缝处和过渡部位,以防止渗漏和空气侵入。设计中要明确防水施工的质量控制要求。包括设定施工工艺和施工规范,要求施工过程中进行质量检验和验收,确保防水施工质量符合要求。在施工期间和项目结束后,进行必要的监测和维护。对防水施工的质量进行监测,及时发现并修复施工质量问题;对防水层的定期检查和维修,确保其长期的防水效果。

#### 5 结束语

防水控制在地下隧道工程中扮演着至关重要的角色,对后续工程结构的寿命、实用性和耐用性有着直接影响。因此,确保防水控制的施工水平和质量至关重要。在实际施工过程中,应该根据相关的技术规范和标准,制定具体的施工标准,确保防水施工符合规范要求。同时,应不断完善和优化防水控制技术与施工工艺,采用先进的防水材料和工法,提高施工质量和效率。质量控制也是关键的一环,应加强对防水工程的质量控制和检验。例如,在施工过程中进行现场质量检查和监督,确保施工质量符合要求。同时,还应加强施工人员的培训和技术指导,提高他们的技能水平和施工质量。

#### [参考文献]

- [1]刘云翀.城市地下隧道工程防水控制研究[J].工程技术研究,2020,5(17):84-85.
- [2]张著芳.城市隧道工程地下防水施工技术研究[J].交通世界,2020(18):98-99.
- [3]张伟,赵海峰.城市隧道工程地下降水和管涌处理施工技术的应用研究[J].建筑技术开发,2019,46(16):48-49.
- [4]黄春光.城市隧道工程地下防水施工技术探讨[J].四川水泥,2019(6):256.

作者简介:于春福(1982.11—),毕业院校:北京大学,所学专业:法学,当前就职单位:北京市第五建筑工程集团有限公司,职务:项目部技术负责人,职称级别:助理工程师。