

# 水利工程中引水隧洞的施工技术

周宏伟

浙江金华市顺泰水电建设有限公司 浙江 金华 321000

**摘要:** 水利工程隧洞是指为了实现灌溉、供水、排水等水利目标而建造的地下隧道。隧洞在水利工程中具有一些独特的特点,在引水隧洞的建设过程中,涉及到多种技术和方法的运用,以确保隧洞的稳定性、施工质量和安全。本文从水利工程隧洞特点入手,分析水利工程中引水隧洞的常见技术,以及该技术在水利工程施工中的具体应用,以供参考。

**关键词:** 隧洞; 水利工程; 施工; 应用

引言: 水利工程中引水隧洞的施工技术涉及到多个方面,包括施工准备、隧洞开挖和隧洞支护等。这些技术需要根据具体的工程需求和地质条件进行选择和应用,并合理管理和控制施工过程。更重要的是,施工过程中需要密切关注安全问题,采取相应的安全措施,保障施工人员和工程的安全。通过科学合理的施工技术应用,引水隧洞的建设能够顺利进行,并有效地实现水资源的输送和利用。

## 1 水利工程隧洞特点

### 1.1 地质条件多样性

水利工程隧洞的建造涉及到不同地质条件下的施工。地质条件的多样性是隧洞的一个显著特点。在隧洞的建造过程中,可能会遇到各种不同的地质情况,如软土、砂土、黏土、岩石等。不同的地质条件对隧洞的设计和施工有着不同的要求和挑战。因此,水利工程隧洞需要根据具体的地质条件进行综合分析和工程措施的选择。

### 1.2 施工技术复杂性

水利工程隧洞的建造需要采用复杂的施工技术和方法。隧洞的施工涉及到钻探、爆破、挖掘、支护等一系列工序。施工过程中需要合理安排工序,选择合适的施工设备和材料,并考虑到地质条件的影响。同时,隧洞的施工也需要充分考虑安全因素,采取措施保证施工人员的安全和隧洞结构的稳定<sup>[1]</sup>。

### 1.3 技术要求高

水利工程隧洞在设计 and 施工过程中有较高的技术要求。首先,在设计方面,需要考虑到隧洞的水力特性、

水力学效应、施工过程中的水流控制等因素。其次,在施工过程中需要采取合适的措施,如预应力技术、地质勘测和监测技术等,以保证隧洞的稳定和安全。隧洞的设计和施工需要综合考虑多种因素,不仅需要具备相关的专业知识和技能,还需要在实践中不断总结和改进。

## 1.4 维护和管理难度大

水利工程隧洞的维护和管理是一个长期的任务,也是一个具有挑战性的过程。隧洞在长期使用过程中,可能会面临各种问题,如渗水、漏水、结构破坏等。为了保持隧洞的正常运行和延长其使用寿命,需要进行定期的检查和维护工作。另外,隧洞的维护和管理还需要考虑到环境因素,如水质变化、地震等自然因素对隧洞的影响。

## 2 水利工程中引水隧洞的常见技术

### 2.1 通风技术

在引水隧洞的施工过程中,通风技术是至关重要的。引水隧洞中的施工现场通常会产生尘土和有害气体,因此需要建立良好的通风系统以确保施工人员的安全和舒适。通风系统能够及时排除隧洞中的有害气体,并提供足够的新鲜空气,减少作业环境对施工人员的不利影响。通风技术采用自然通风和机械通风两种方法。自然通风依靠自然气流和气压差来实现通风效果。在隧洞的两端设置进风口和出风口,利用自然气流的对流循环来排出隧洞内部的污浊空气,从而保持空气的流通和清新。自然通风的优点是能够充分利用自然资源,不需要额外的能源消耗,经济且环保。然而,自然通风受到外部气候条件的影响,可能在某些情况下无法满足通风要求。机械通风则采用机械设备如风机等,强制排出有害气体并提供新鲜空气。风机通过机械运转产生强大的气流,将污浊的空气排出隧洞,从而进行通风换气<sup>[2]</sup>。机械通风的优点是能够灵活控制通风量和方向,适应不同

**通讯作者:** 周宏伟, 出生年月: 1984年1月, 民族: 汉, 性别: 男, 籍贯: 浙江省金华市, 单位: 浙江金华市顺泰水电建设有限公司, 职位: 项目经理, 职称: 工程师, 学历: 本科, 邮编: 321000, 研究方向: 水利工程施工。

的施工环境和需要。同时，机械通风也可以借助过滤设备，过滤掉空气中的颗粒物和污染物，提供更加清洁的工作环境。

## 2.2 砂浆锚杆技术

砂浆锚杆技术是水利工程中引水隧洞常用的支护技术之一。为了增强隧道的稳定性和防止岩体的塌方，可以通过砂浆锚杆技术对岩体进行加固和支护。该技术通过在岩石中钻孔，注入高强度的砂浆并插入钢筋，形成锚杆并提高岩体的强度和稳定性。砂浆锚杆技术的关键在于合理选择锚杆的长度、直径和间距，并确保砂浆注入的均匀性和质量。这可以通过对岩层进行详细的地质勘探和分析来确定，以提供准确的技术参数和施工方案。砂浆锚杆技术在引水隧洞的建设过程中发挥了重要的支护作用，确保了隧洞的稳定和施工质量<sup>[3]</sup>。

## 2.3 混凝土施工技术

混凝土施工技术广泛应用于水利工程中引水隧洞的建设。混凝土是一种坚固耐用的建筑材料，可用于形成隧洞的内衬和结构支撑。该技术利用混凝土的流动性，在隧洞内部的模板或模具中浇注混凝土，然后经过养护和硬化，形成坚固的结构。混凝土施工技术的关键是选择适当的混凝土配比和施工工艺，以确保混凝土的强度和稳定性。同时，施工过程中需要进行充分的振捣和排气，以消除混凝土中的空隙和气泡，提高混凝土的密实性和耐久。混凝土施工技术还需要考虑施工环境的温度、湿度和风速等因素，以确保混凝土的养护效果和施工质量。

## 2.4 二次衬砌施工技术

二次衬砌是指在隧洞初衬施工完成后，继续进行一次新的衬砌，以增强隧洞的稳定性和防水性能。二次衬砌常用的材料包括混凝土、喷射混凝土、钢筋混凝土等。该技术主要用于处理特殊地质条件下的隧洞，如岩层不稳定、地震活动频繁等。通过进行二次衬砌，可以提高隧洞的抗震性能、防渗性能和耐久性，确保其长期稳定运行。二次衬砌施工技术需要根据隧洞的具体情况进行合理的衬砌厚度和材料选择，同时注重施工质量的控制。在施工过程中，需要采取合适的支撑和模板系统，保证衬砌材料的均匀性和牢固性。此外，对于已衬砌的隧洞，在进行二次衬砌前需要进行充分的检查和评估，以确保初衬砌的质量和稳定性。

## 2.5 钻孔灌浆施工技术

钻孔灌浆技术是水利工程中引水隧洞常用的支护和修复技术。该技术通过在岩层中钻孔并注入特定的浆液，填充和加固岩石裂缝和孔隙，增强岩体的稳定性和

密实性。钻孔灌浆可以采用不同类型的浆液，如水泥浆液、聚合物浆液等，根据地质条件和需要进行选择。钻孔灌浆施工技术需要根据隧洞的具体情况确定钻孔位置和间距，并控制注浆的流量和压力。施工过程中需要使用专业的钻机和注浆设备，确保钻孔和注浆的质量和稳定性。此外，施工完成后，需要对钻孔灌浆进行监测和评估，以确保其支护效果，并及时进行补充和修复<sup>[4]</sup>。

## 2.6 土方明挖施工技术

土方明挖施工技术是一种常用的隧洞开挖技术，在水利工程中引水隧洞的建设中广泛应用。该技术通过机械设备和人工力量，将土壤、岩石等材料从隧洞开挖出来，形成所需的隧道空间。土方明挖施工技术可以根据具体的工程需要进行挖掘，并考虑地质条件和施工安全的要求。在土方明挖施工过程中，需要合理设计挖掘工序和工艺，根据隧洞断面的形状和尺寸控制挖掘的深度和宽度。同时，还需注意隧洞开挖过程中的支护和排水工作，以保证施工的安全和顺利进行。在土方明挖施工技术中，还可以采用预切爆破技术、挖掘机械的选择和操作，以及对开挖材料的处理和利用等技术手段，提高施工效率和资源利用率。

## 2.7 石方施工技术

石方施工技术是在水利工程中引水隧洞建设过程中常用的一种技术。石方施工指的是通过对岩石进行钻孔、爆破和清理等工序，将隧洞中存在的岩石进行处理，以满足隧洞的设计要求。在施工过程中，需要确定爆破方案和爆破参数，采用合适的爆破装置和材料，控制爆破结果，避免因爆破而引起的过大的振动和破坏。石方施工技术还包括对岩石进行垫层和石方衬砌的处理。垫层的作用是平整基础，增加隧洞的稳定性和承载能力；石方衬砌则是在隧洞内部进行衬砌，以加固和保护隧洞的结构。石方施工技术需要合理选择和配置设备，控制施工质量，确保施工安全和工程质量。

## 3 水利工程引水隧洞施工技术的应用

### 3.1 施工准备工作

施工准备工作是引水隧洞施工的第一步，包括项目立项、设计计划、施工方案制定、设备选型、材料采购、施工人员组织等。在准备阶段，需要对项目进行合理规划和预算，确定施工时间和工期，并制定施工管理方案和施工安全措施。同时，准备工作还包括对施工现场进行勘测和调查，以了解地质条件、水文地质情况和施工场地的特点，为后续施工工作提供依据<sup>[5]</sup>。

### 3.2 隧洞开挖技术

隧洞开挖是引水隧洞施工的重要环节。隧洞开挖技

术的选择和应用需要充分考虑工程的地质条件、水文地质条件、施工现场的特点和施工目标。常见的隧洞开挖技术包括爆破开挖、机械开挖、盾构开挖等。爆破开挖技术是传统的隧洞开挖方法,适用于岩石地质条件下的隧洞开挖。该方法通过钻孔、装药和引爆,将岩石破碎,然后进行清理和处理。机械开挖技术适用于软土和砂土地质条件下的隧洞开挖。该方法利用挖掘装备,如挖掘机、推土机、装载机等,对土质进行削平、回填和挖掘,形成所需的隧洞形状。盾构开挖技术适用于软土、黏土和粉砂质地质条件下的隧洞开挖。该方法通过推进机和封闭的盾构来同时进行掘进和支护,有效地保护隧洞的稳定和环境。

### 3.3 隧洞支护技术

隧洞支护是引水隧洞施工中重要的环节,目的是保证隧洞的稳定和安全。隧洞支护技术是根据具体的地质条件、施工环境和施工目标来选择和应用相应的支护措施。常见的隧洞支护技术包括锚杆支护、钢支撑支护、喷射混凝土支护等。锚杆支护技术通过在岩石中钻孔并填充锚杆和砂浆,形成固定的支护结构。这种技术能够增加隧洞的稳定性,尤其适用于不稳定岩层或高风险地区。钢支撑支护技术使用钢板、钢梁等材料进行支撑,以保护隧洞结构和牢固性。这种技术可以适应不同地质条件下的隧洞施工,并灵活调整支撑材料和结构。喷射混凝土支护技术是在隧洞内部喷射混凝土来形成衬砌,以增强隧洞的稳定性和防水性能。这种技术能够根据隧洞的形状和尺寸进行精确施工,形成均匀且坚固的衬砌结构,保护隧洞的完整性。隧洞支护技术的选择和应用需要根据工程的具体要求和地质条件进行综合考虑。在施工过程中,需要合理设计支护结构、控制施工质量,并进行支护效果的监测和评估,确保隧洞的稳定和安全。

### 3.4 隧洞衬砌混凝土施工

隧洞衬砌混凝土施工是引水隧洞建设中一项重要的技术。衬砌混凝土的施工旨在形成坚固的内壁结构,增加隧洞的稳定性和耐久性,并保护水利工程设施不受外部环境的侵蚀。在衬砌混凝土施工过程中,需要根据设计要求和具体施工条件确定混凝土配方、坍落度、浇筑方式等。施工过程中,需要合理安排模板和支撑结构,以确保衬砌混凝土的均匀性和牢固性。施工人员需要掌握混凝土浇筑的技巧,如均匀浇筑、震动坍实、防止混凝土脱水和温度控制等。同时,还需要对混凝土进行养护和维修,以确保混凝土衬砌的质量和使用寿命。衬砌混凝土施工技术的应用还包括预应力技术和补强技术。

预应力技术通过在衬砌混凝土中加入预应力钢筋,提高衬砌结构的力学性能和抗震能力。补强技术通过在衬砌表面涂刷或注入特殊材料,增强衬砌的防水性能、耐久性和稳定性。

### 3.5 隧洞灌浆施工

隧洞灌浆技术是用于隧洞施工中的一种重要技术,通过钻孔和注入浆液来填充岩石或土壤中的裂隙和孔隙,增强隧洞的稳定性和密实性。灌浆材料可以根据具体的地质条件和施工目标选择,常用的灌浆材料包括水泥浆、聚合物浆液等。灌浆技术的应用主要有两个方面。一方面,灌浆技术可以用于支护隧洞周围的岩层或土壤,增强其稳定性,防止塌方和滑动。另一方面,灌浆技术可以用于解决隧洞中的渗水问题,通过注入密实的浆液材料来堵塞渗水通道,提高隧洞的防水性能。在施工过程中,灌浆技术需要根据隧洞的具体情况确定钻孔位置、孔距和注浆范围,并控制注浆的流量、压力和时间。同时,还需要通过监测和测试确保灌浆的质量和效果。

结语:水利工程中的引水隧洞是为了将水资源从水源地输送到需要用水的地方而建造的地下隧道。在隧洞建设过程中,还需要根据具体的工程要求和地质情况,灵活运用不同的技术和方法,并采取相应的措施来解决可能出现的问题。此外,施工过程中对环境和地质的监测也是不可忽视的,及时发现和处理问题,确保施工质量和工程安全。随着科学技术的不断进步和实践经验的积累,水利工程中引水隧洞的施工技术也在不断发展和完善,为水利工程建设提供了更加可靠和高效的解决方案。

### 参考文献

- [1]胡浩明. 水利工程中引水隧洞施工控制测量的研究[J]. 珠江水运,2022,(21):24-26.
- [2]丹增,刘杉,冯云龙,达娃索朗. 高寒高海拔地区软岩长引水隧洞变形塌方处理技术——以西藏拉洛水利枢纽工程德罗引水隧洞为例[J]. 水利水电快报,2022,43(11):44-47+53.
- [3]徐成军,王贇. 拉洛水利枢纽引水隧洞施工方案分析[J]. 陕西水利,2022,(10):126-127.
- [4]杨周. 水利工程中引水隧洞的施工技术及质量保证[J]. 居业,2022,(08):56-58.
- [5]沈文海. 水利水电工程引水隧洞洞挖施工方法分析[J]. 江西建材,2022,(05):218-219.