

水利工程隧洞开挖技术施工工艺

蒋冬冬

浙江江南春建设集团有限公司 浙江 杭州 311200

摘要: 水利工程中,隧洞开挖技术是一项关键的工程环节,它涉及到在地下开挖洞穴,以满足水利工程的需要。本文从水利工程隧洞开挖技术的优势入手,分析水利工程隧洞开挖技术施工工艺,并对水利工程隧洞开挖施工中的质量控制措施进行详细分析,以供参考。

关键词: 水利工程;隧洞;开挖;技术

水利工程隧洞开挖施工技术涉及混凝土衬砌施工技术、排水施工技术和岩爆施工技术。每种施工技术都有其独特的优势和限制,在实际工程中应根据具体地质条件、工程要求和安全性考虑,选择合适的施工技术。同时,为了确保施工质量和安全,施工人员需要具备专业知识和经验,合理规划和管理施工过程,并采取必要的安全措施和环境保护措施,以确保水利工程隧洞的顺利开挖和质量控制。

1 水利工程隧洞开挖技术的优势

1.1 环境保护和资源利用

隧洞开挖技术可以实现对地表环境的最小化干扰。相比于传统的以地表开挖为主的工程方式,隧洞开挖不会对地表的土壤和植被造成破坏,减少了施工对生态环境的负面影响。此外,隧洞开挖可以将地下资源利用起来,避免了资源的浪费。例如,在坡地地区的水利工程中,通过隧洞开挖可以减少农田的占用,节约了耕地资源^[1]。

1.2 抗灾能力和安全性

隧洞开挖技术具有很高的抗灾能力和安全性。由于隧洞开挖位于地下,相对于地表的结构,它更具有稳定性和抗冲刷能力。隧洞能够抵御自然灾害如地震和洪水的冲击,为水利工程提供更稳定和可靠的结构。此外,隧洞的开挖还可以避免地表施工对道路交通的干扰,减少了施工对周边环境和人员安全的风险。

1.3 经济性和效率

隧洞开挖技术在水利工程中具有较高的经济性和施工效率。隧洞开挖可以通过合理的布置和施工方法,最大限度地减少对地下的采矿和挖掘,降低了开挖的成本。在设计和施工过程中,可以利用先进的隧洞盾构机

等设备,提高施工的效率和质量,缩短工期。此外,在项目施工期间,可以根据实际情况,合理调整施工计划和技术方案,进一步提高施工效率和降低成本。

1.4 可持续发展和利用空间

隧洞开挖技术可以促进可持续发展和合理利用空间。隧洞可作为水利工程的补充能源建设,例如,可以用于水电站的引水或放空通道,提高水电站的发电效率。此外,隧洞还可以用于水资源的分派和调配,解决水资源短缺和供需不平衡的问题。隧洞开挖还可以利用山区的自然地形,提高水利工程的效益和利用率,实现更好的空间利用和资源管理。

2 水利工程隧洞开挖施工技术分析

2.1 全断面开挖施工技术

全断面开挖施工技术是常见的隧洞开挖方法之一。在这种技术中,整个隧洞横截面一次性进行开挖。该技术适用于地质条件较好、稳定性较高的情况。全断面开挖施工技术的优势在于施工速度快、效率高。由于整个横截面一次性进行开挖,可以大大提高施工进度。同时,该技术适用性较广,适用于各种地质条件和隧道类型^[2]。全断面开挖施工技术也存在一些挑战。由于一次性开挖整个隧洞横截面,需要克服较大的地层变形和土压力的影响,对于隧洞支护工作要求较高。由于施工连续性较高,存在较大的安全风险,需要加强施工监控和安全管理。

2.2 导洞开挖施工技术

导洞开挖施工技术是一种逐步开挖的方法。在这种技术中,先行进挖导洞,然后在导洞控制下进行后续开挖。导洞一般位于洞身的顶部或底部,起到引导和控制作用。导洞开挖施工技术的优势在于能够有效控制开挖进度和地下水的涌出。通过先行开挖导洞展开施工,可以更好地了解地质情况,进行风险评估和合理的隧洞支护设计。导洞可以起到引导和控制作用,提高施工安全

通讯作者: 蒋冬冬,出生年月:1986/04,民族:汉族,性别:男,籍贯:杭州市萧山区,单位:浙江江南春建设集团有限公司,职称:工程师,学历:本科,研究方向:水利工程

性和质量。导洞开挖施工技术也存在一些限制。导洞开挖需要额外的时间和成本，增加了施工的复杂性^[3]。导洞在施工过程中需要合理设计和布置，确保导洞的稳定性和引导作用。

2.3 锚杆支护施工技术

锚杆支护是隧洞开挖中常用的支护方法之一。锚杆是一种能够通过预应力或摩擦力作用于地层，提供支撑和稳定作用的钢筋材料。锚杆支护施工技术的优势在于施工过程中的操作简单、快速，并且支护效果稳定可靠。通过合理设计和布置锚杆，可以有效地抵抗地层的变形和土压力，提供隧洞的稳定性和安全性。锚杆支护施工技术的应用范围广泛，适用于各种地质条件和隧洞类型。不论是在软弱地质条件下的深部隧洞，还是在岩层较硬的情况下的浅层隧洞，锚杆支护都能够有效地应用。锚杆的设计和施工需要精确的计算和控制，以确保支护效果达到预期。锚杆的质量和安装过程需要进行严格的监测和质量控制，以保证锚杆的可靠性。

2.4 钻孔灌浆施工技术

钻孔灌浆施工技术在水利工程隧洞开挖中起着重要的作用。钻孔灌浆是指在地下洞穴中进行孔洞钻探，并通过注入浆液来加固地层或隧洞壁面的施工方法。钻孔灌浆施工技术主要包括钻孔、注浆和灌浆三个步骤。首先，在隧洞壁面或地层中钻探孔洞，形成一定的孔洞布置；然后，通过注入特定的浆液材料，如水泥浆、聚氨酯浆等，将孔洞充实，以提高地层或壁面的强度和稳定性；最后，对填充完毕的孔洞进行灌浆，确保浆液均匀分布，形成连续的灌浆体。钻孔灌浆施工技术在水利工程隧洞开挖中具有一些重要的优势。该技术可以有效地加固地层或壁面，提高地质的强度和稳定性，从而降低施工风险和地质灾害的发生概率。该技术施工灵活性较高，可以根据地质条件和工程要求调整钻孔的位置和数量，以满足工程的需要。钻孔灌浆施工技术的施工过程较为简单，操作相对容易，且具有较好的经济性和环境适应性。钻孔施工需要对地质条件进行充分的了解和分析，以确定合适的孔洞布置和钻孔参数^[4]。浆液材料的选择和配比需要根据地层特性和工程要求进行合理搭配，以达到预期的技术效果。施工过程中还需加强对注浆和灌浆过程的监测和控制，确保施工质量和效果。

2.5 混凝土衬砌施工技术

混凝土衬砌施工技术是隧洞开挖中常用的支护方式之一。该技术通过在隧洞壁面施工混凝土结构，增加了隧洞的稳定性和承载能力。混凝土衬砌施工技术的优势在于支护效果可靠、施工操作相对简单和成本较低。混

凝土衬砌可以提供充分的支撑，确保隧洞的稳定性。隧洞衬砌使用的混凝土材料质量高，具有较高的耐久性，能够长期承受地下水压力和地层变形。混凝土衬砌施工需要合理的设计和布置，确保衬砌结构的质量和完整性。施工中需要考虑混凝土的浇筑和养护等工艺，以确保衬砌的稳定性和长期性能。

2.6 排水施工技术

在隧洞开挖过程中，控制水位和排水是非常重要的。排水施工技术是为了减少地下水对施工的影响，保证施工安全和进度的关键。排水施工技术包括采用井点降水、管道排水和隧洞壁面防渗等方法。通过井点降水，可以降低地下水位，以确保施工现场干燥。通过合理布置排水设施，可以及时将隧洞内的水排出，减少水压对隧洞的影响。排水施工技术的优势在于能够有效地降低地下水位，提供施工的干燥条件。排水设施的布置合理，能够保证隧洞开挖过程中的施工安全和进度。然而，排水施工技术中，由于地下水位、水量和水质的变化，排水施工需要及时调整和管理。同时，排水施工对设备和人员的要求较高，需要专业的工程技术和操作经验^[5]。

2.7 岩爆施工技术

在隧洞开挖过程中，如果碰到岩石的话，岩爆施工技术是一种常见的施工方法。岩爆施工技术通过爆破作业，将岩石破碎，以便于后续的清理和处理。岩爆施工技术的优势在于作业效率高、适用于较硬岩石和高强度地质条件。通过精确的爆破设计和施工操作，可以快速破碎岩石，提高施工效率。岩爆施工技术还可以适应不同类型的岩石，包括较硬的花岗岩和石灰岩等，有效地解决了在地质较坚硬的地区进行开挖施工的难题。爆破作业需要合理的爆破设计和严格的操作控制，以确保施工安全和周围地质的稳定。岩爆施工会产生振动、噪音和飞石等对施工人员和周围环境的影响，需要采取相应的安全措施和环境保护措施。

3 水利工程隧洞开挖施工质量控制

3.1 洞挖质量控制措施

洞挖是隧道建设过程中至关重要的环节，质量控制对于确保隧道开挖的质量至关重要。首先，进行详尽的地质勘察与预测。在进行洞挖之前，需要对地质情况进行详细的勘察，了解地下情况并预测可能出现的地质问题。这样可以制定出合理的施工计划和措施，从而保证洞挖的质量。其次，选取合适的开挖方法。根据地质条件和设计要求，选择合适的开挖方法是保证施工顺利进行和质量控制的重要环节。不同的地质条件需要采用不同的开挖方法，以确保施工过程中的顺利进行和洞挖

的质量。准确的洞面控制也是非常重要的。借助先进的控制技术和仪器设备,可以对洞面的几何形状和纵横断面尺寸进行精确控制。只有控制准确,才能保证洞挖的准确性和质量。安全监测与检测也是不可或缺的一环。在洞挖过程中,需要安装适当的监测设备,进行洞体沉降、地应力、水压力等参数的实时监测与检测。通过这些监测,可以及时发现问题并采取相应措施,以保证洞挖的质量和安

3.2 爆破质量控制

在需要进行隧洞开挖的爆破工程中,爆破质量的控制是确保施工质量和安全的关键环节。合理设计爆破参数是其中的一项重要措施。根据地质条件、岩石性质和设计要求,选择合适的炸药种类、装药量和装药位置,以确保爆破效果的同时控制爆破所产生的震动。严格执行爆破方案也是保证爆破质量的重要手段。在爆破作业过程中,必须按照预先制定的爆破方案和操作规程进行操作,确保每个步骤的准确和安全。这样可以有效地避免出现二次破坏和施工事故的发生。为了保证施工安全,需要对爆破产生的震动和空气冲击波进行监测和控制。可以安装振动监测仪器来实时监测爆破震动,并配合人员安全警报系统,及时发出警报,以确保操作人员的安全。同时,针对监测到的震动和冲击波数据,还需要采取相应的控制措施,比如调整装药量、改变爆破方案等,以控制破坏范围并保护周边建筑物的安全。

3.3 钻孔、灌浆施工技术质量控制

钻孔和灌浆施工技术在隧洞开挖中起着重要的支护作用,对其施工质量进行有效控制可确保施工质量和地层稳定。以下是一些常用的钻孔和灌浆施工技术质量控制措施。合理设计钻孔参数是保证施工质量的关键。根据地质条件和工程要求,合理选择钻孔的位置、深度和直径,并确定适当的钻孔间距和布置方案。这样可以确保钻孔的位置准确,钻孔深度合理,钻孔直径符合要求,从而为灌浆施工打下良好的基础。严格执行施工规范也是保证施工质量的重要措施。按照相关的施工规范和操作规程进行钻孔和灌浆作业,确保操作的准确性、一致性和安全性。这包括钻孔设备的维护和保养,操作人员的培训和合格证书的持有,以及合理的施工步骤和流程的执行。只有严格按照规范操作,才能保证施工质量

的稳定和可靠。监测灌浆效果也是保证施工质量的重要

手段。对灌浆材料的配比、浆液浓度和注入速度进行

监测和控制,确保灌浆的均匀性和充实度。这可以通过密实测试、浆液流动性测试和孔内压力测试等手段来进行。只有确保灌浆的均匀和充实,才能为隧洞的支护提供足够的强度和稳定性。

3.4 隧洞支护质量控制

隧洞支护是隧洞开挖过程中非常重要的一环,对于保证隧洞的安全和稳定性起着至关重要的作用。为了确保隧洞支护的质量,需要采取一系列的措施进行质量控制。合理设计支护结构是关键。设计人员应根据地质条件、洞体形状和设计要求,选择合适的支护结构,如钢支撑、混凝土衬砌等。还需要确保支护结构能够承受地压和地下水压力,以提供足够的稳定性和安全性。选择合适的支护材料也至关重要。根据地质条件和工程要求,选取适合的支护材料,并确保其质量符合相关的标准和规范。只有选择优质的支护材料,才能够保证隧洞支护的质量和可靠性。定期检测与监测也是必不可少的。对于已经建成的支护结构,需要定期进行检测与监测。这包括支护材料的质量检测、构件间隙的变形测试等。通过及时发现并修复支护结构的问题,可以保障其持久的稳定性和可靠性。

结语:水利工程隧洞开挖施工技术涉及全断面开挖施工技术、导洞开挖施工技术以及锚杆支护施工技术等方法。不同的技术在不同的地质条件下具有各自的优势和限制。在实际的水利工程中,应根据具体的工程要求和地质情况,综合考虑施工效率、安全性和成本控制等因素,合理选取合适的隧洞开挖施工技术,以确保工程的顺利实施和质量可控。

参考文献

- [1]路隆郡. 水利隧洞工程的开挖施工和塌方处理[J]. 四川水泥,2022,(05):140-142.
- [2]胡广元. 水利工程隧洞开挖光面爆破作业安全及保证[J]. 运输经理世界,2021,(09):99-100.
- [3]杨世民. 甘肃中部移民扶贫开发供水工程隧洞开挖支护施工方案探讨[J]. 内蒙古煤炭经济,2022,(07):178-180.
- [4]范世运,王赫. 水利工程输水隧洞施工开挖与衬砌技术研究[J]. 东北水利水电,2021,39(09):26-27+35.
- [5]董谦. 水利隧洞工程的开挖施工和塌方问题的处理研究[J]. 四川水泥,2021,(08):119-120.