

水利工程中的隧道施工技术挑战与对策

赵增光

中国水电建设集团十五工程局有限公司 陕西 西安 710000

摘要: 随着水利工程建设规模的不断扩大, 隧道施工已成为水利工程中不可或缺的一部分。然而, 隧道施工面临着许多技术挑战, 如复杂地质条件、高水压、施工安全等问题。本文旨在探讨水利工程中隧道施工技术的挑战, 并提出相应的对策, 以期为隧道施工提供理论支持和实践指导。

关键词: 水利工程; 隧道施工; 技术挑战; 对策

引言

水利工程是国家基础设施建设的重要组成部分, 隧道施工是水利工程建设中的关键环节。随着水利工程建设规模的不断扩大, 隧道施工所面临的技术挑战也日益突出。因此, 本文将从隧道施工技术角度出发, 对水利工程中隧道施工所面临的挑战进行深入分析, 并提出相应的对策, 以期为水利工程建设提供有益的参考。

1 隧道施工技术的挑战

1.1 复杂地质条件

水利工程隧道施工所面临的首要难题便是复杂多变的地质条件。这类地质条件常常涵盖断层、褶皱、岩溶、软弱夹层等多种不良地质现象, 极大地增加了隧道施工的难度和不确定性。断层和褶皱等地质构造往往伴随着岩石的破碎和节理发育, 这使得隧道掘进过程中岩石的稳定性大大降低, 易发生坍塌和冒顶等安全事故。而岩溶地区则常伴随着地下空洞和溶洞, 给隧道施工带来了严重的安全隐患。此外, 软弱夹层等软弱地质体的存在也使得隧道支护结构难以稳定, 增加了施工的复杂性和风险性。复杂地质条件不仅对隧道施工的安全产生直接影响, 还会导致施工效率的显著下降。在这些不良地质条件下, 隧道施工往往需要采取更为保守的方案和措施, 以确保施工安全。然而, 这些保守的方案和措施往往会牺牲施工进度和效率, 使得隧道施工的工期难以保证^[1]。同时, 复杂地质条件还给隧道施工带来了高昂的成本。在不良地质条件下, 隧道施工往往需要投入更多的人力、物力和财力资源, 以确保施工的安全和顺利进行。这些额外的投入无疑会增加隧道施工的成本, 给工程建设带来沉重的经济负担。复杂地质条件是水利工程隧道施工中不可忽视的一大挑战。这些不良地质条件不仅给施工安全带来严重威胁, 还会导致施工效率的下降和施工成本的增加。

1.2 高水压

在水利工程隧道施工中, 高水压是一个极为棘手的问题。当隧道穿越富含水资源的区域时, 高水压环境会对隧道施工造成多方面的不利影响, 极大地考验着施工技术和工程质量。首先, 高水压会显著增加隧道施工的难度。在高水压环境下, 隧道开挖面容易受到水流的冲刷和侵蚀, 导致开挖难度增大。同时, 水流还可能携带大量的泥沙和碎石, 对隧道掘进设备造成磨损和破坏, 进一步加大了施工的难度。其次, 高水压会严重影响隧道施工的效率。为了应对高水压环境, 施工人员往往需要采取特殊的施工方法和措施, 如降低掘进速度、增加支护结构等。这些措施虽然能够确保施工的安全, 但无疑会牺牲施工进度和效率, 使得隧道施工的工期变得难以控制。此外, 高水压还对隧道结构的稳定性构成威胁。在高水压作用下, 隧道围岩和支护结构容易受到水流的渗透和侵蚀, 导致结构强度降低、变形增大。长期以往, 这些问题可能会引发隧道渗水、漏水等严重病害, 对隧道的运营安全和使用寿命造成不良影响。高水压是水利工程隧道施工中一个不可忽视的重要问题。它不仅增加了施工的难度和复杂性, 降低了施工效率, 还对隧道结构的稳定性产生了不良影响。

1.3 施工安全

施工安全始终是隧道施工中最为核心和关键的问题。由于隧道施工环境的封闭性、地质条件的复杂性和施工过程的动态性, 使得隧道施工成为一项高风险的工程。在隧道施工过程中, 存在着多种安全隐患, 这些隐患随时可能引发严重的安全事故, 对人员安全和工程质量造成巨大威胁。坍塌、冒顶是隧道施工中最常见的安全事故之一。由于地质条件的不确定性和施工过程中的扰动, 隧道围岩可能发生失稳和坍塌, 导致施工人员被困或伤亡。同时, 冒顶事故也可能发生, 即隧道顶部的岩石或土层突然坍落, 对隧道内的施工人员和设备造成威胁^[2]。此外, 透水事故也是隧道施工中需要高度警

惕的安全隐患。当隧道穿越富含水资源的区域时,如果防水措施不到位或地质条件发生变化,就可能发生透水事故。大量的水流涌入隧道,不仅会对施工人员造成危险,还会对隧道结构和设备造成损坏,严重影响施工的进度和质量。除了上述几种常见的安全事故外,隧道施工中还可能面临其他多种安全风险,如爆炸、火灾、中毒等。这些安全风险的存在使得隧道施工的安全形势更加严峻,对施工单位的安全管理水平和施工人员的安全意识提出了更高的要求。

1.4 环境保护要求

在当今社会,环境保护已经成为各个领域不可或缺的重要议题。特别是在进行水利工程隧道施工时,其对周边环境可能产生的不良影响已经引起了广泛的关注。由于隧道施工通常涉及对地下空间的开发和利用,这不可避免地会对原有的自然环境造成一定程度的干扰和破坏。具体而言,隧道施工可能会直接破坏周边的水源、土壤和植被等自然资源。开挖过程可能导致地下水位下降,影响到周边水源的供给;土方开挖和弃渣处理可能占用大量土地,破坏原有植被覆盖,引发水土流失等生态问题。同时,施工过程中产生的噪音、粉尘等污染物也会对周边环境造成一定影响。噪音干扰可能影响到周边居民的正常生活和野生动物的生存状态;而粉尘污染则可能对人体健康和大气环境质量构成威胁。正是基于对环境保护的深切关注和可持续发展理念的不断追求,水利工程隧道施工对环境保护的要求日益提高。在满足工程施工需求的同时,如何最大限度地减少对环境的破坏和污染已经成为隧道施工中不可忽视的重要方面。

2 隧道施工技术的对策

2.1 加强地质勘察

在水利工程隧道施工中,地质勘察是至关重要的一环,它直接关系到隧道施工的安全、质量和效率。地质勘察旨在全面、准确地掌握隧道所处区域的地质结构和特征,为施工提供可靠的地质依据和技术支持。首先,隧道施工前必须开展深入的地质勘察工作。这一环节要求地质勘察人员利用专业的技术手段和设备,对隧道所在区域的地质构造、岩性、地下水条件等进行系统调查和分析。通过钻探、物探、测试等多种方法的综合应用,获取丰富的地质数据和资料,为后续的设计和施工提供科学依据。其次,地质勘察要注重全面性和准确性。地质条件的复杂性和多样性要求勘察工作必须做到细致入微,确保数据的真实性和可靠性。勘察人员应对隧道轴线及影响范围内的地质条件进行详细勘察,特别注意查明不良地质现象,如断层、褶皱、岩溶等对隧道

施工可能产生的影响。在隧道施工过程中,地质监测同样是一项不可忽视的工作。通过实时监测隧道围岩的稳定性、地下水的动态变化等关键指标,可以及时发现潜在的地质问题和风险。这要求施工单位建立健全的地质监测体系,配备专业的监测人员和设备,确保监测数据的准确性和时效性^[3]。最后,加强地质勘察和监测的目的是为了确保隧道施工的安全和顺利进行。地质资料是隧道设计和施工的重要依据,只有充分了解和掌握地质情况,才能制定出科学合理的施工方案和安全措施。同时,施工过程中对地质变化的实时监测和分析,有助于及时发现问题并采取有效措施,确保隧道施工的稳定性 and 安全性。加强地质勘察是隧道施工中一项至关重要的工作。通过全面、准确的地质勘察和实时监测,可以为隧道施工提供可靠的地质依据和技术支持,降低施工风险,提高施工效率和质量,确保隧道的安全、稳定、高效运行。

2.2 采用合适的施工方法

在水利工程隧道施工中,施工方法的选择是确保工程顺利进行的关键因素之一。由于地质条件和水文条件的复杂性和多样性,单一的施工方法往往难以适应所有情况。因此,针对不同的地质和水文条件,采用合适的施工方法至关重要。在复杂地质条件下,隧道施工面临着诸多挑战。例如,断层、褶皱、岩溶等不良地质现象的存在,使得隧道开挖和支护变得异常困难。为了应对这些挑战,可以采用分步开挖法。该方法将隧道断面分多次开挖和支护,逐步向前推进,以减少对围岩的扰动和变形,从而确保施工的安全性和稳定性。此外,预支护法也是一种有效的施工方法,它通过在施工前对隧道掌子面前方的围岩进行预先加固和支护,提高围岩的稳定性和自承能力,降低施工过程中的风险。在高水压区域进行隧道施工时,注浆加固法和防水帷幕法则成为首选的施工方法。注浆加固法通过向围岩中注入水泥浆或其他加固材料,提高围岩的密实度和强度,增强其对水流的阻隔能力,从而确保隧道施工的安全性和稳定性。而防水帷幕法则在隧道开挖前,在掌子面周围设置一道防水帷幕,有效防止地下水渗入隧道内部,保证施工的干燥环境,降低施工难度和风险^[4]。选择合适的施工方法是确保隧道施工顺利进行的关键。针对不同的地质条件和水文条件,应灵活选择和应用合适的施工方法,以提高隧道施工的效率和质量,降低施工风险。同时,施工单位还应加强对施工人员的培训和教育,提高他们的专业技能和安全意识,确保施工过程的顺利进行。通过科学合理的施工方法和严格的管理措施,可以确保水利工

程隧道施工的安全、高效和质量可控。

2.3 加强施工安全管理

在水利工程隧道施工中，施工安全管理是确保工程顺利进行、预防事故发生的重要环节。由于隧道施工环境的封闭性、地质条件的复杂性和施工过程的动态性，使得施工安全管理面临诸多挑战。因此，加强施工安全管理至关重要。第一，制定完善的安全管理制度和操作规程是施工安全管理的基础。施工单位应根据隧道施工的特点和要求，结合相关法律法规和标准规范，制定切实可行的安全管理制度和操作规程。这些制度和规程应涵盖施工安全管理的各个方面，包括危险源辨识、安全防护措施、应急预案等，为施工安全管理提供有力的制度保障。第二，加强施工现场的安全监管和危险源辨识工作是施工安全管理的关键。施工单位应建立健全的安全监管体系，配备专业的安全监管人员，对施工现场进行全面、细致的安全监管。同时，应开展危险源辨识工作，识别施工现场存在的各种危险源，制定相应的安全防护措施和应急预案，确保施工过程的安全可控。第三，加强施工人员的安全教育和培训工作也是施工安全管理的重要组成部分。施工单位应定期对施工人员进行安全教育和培训，提高他们的安全意识和自我保护能力。培训内容应涵盖安全操作规程、安全防护知识、应急处理等方面，确保施工人员能够熟练掌握安全知识和技能，有效应对各种安全风险^[9]。加强施工安全管理是确保水利工程隧道施工安全、顺利进行的重要保障。通过制定完善的安全管理制度和操作规程、加强施工现场的安全监管和危险源辨识工作、加强施工人员的安全教育和培训工作等措施，可以有效提升施工安全管理水平，降低施工风险，确保隧道施工的安全和顺利进行。同时，施工单位还应加强与相关方的沟通和协作，共同构建安全、和谐、高效的施工环境。

2.4 推广绿色施工技术

在当前环保意识日益增强的背景下，隧道施工作为水利工程建设的重要组成部分，同样面临着环境保护的挑战。为了应对这一挑战，大力推广绿色施工技术显得尤为重要。绿色施工技术旨在通过采用一系列环保措施，减少施工活动对周边环境的影响。其中，减少施工

噪音和粉尘污染是绿色施工的重要方面。通过使用低噪音设备、合理安排施工时间以及进行湿法作业等措施，可以有效降低施工噪音和粉尘的产生，减少对周边居民和生态环境的干扰。此外，合理利用资源和减少废弃物产生也是绿色施工技术的核心内容。通过优化施工方案、提高材料利用率、回收利用废弃物等方法，不仅可以节约资源，降低工程成本，还能减少废弃物的产生和对环境的污染。这些措施对于推动隧道施工的可持续发展具有重要意义。推广绿色施工技术不仅有助于提升隧道施工的环境保护水平，还能带来经济效益和社会效益。通过实施绿色施工，可以降低能源消耗、减少资源浪费，提高施工效率和质量，为水利工程建设注入新的活力。同时，绿色施工技术的推广还有助于提升企业的社会形象和市场竞争力，实现工程建设与环境保护的和谐发展。推广绿色施工技术是隧道施工中应对环境保护挑战的有效途径。我们应该积极倡导并实践绿色施工理念，不断创新和完善绿色施工技术体系，为水利工程建设 and 环境保护事业做出更大的贡献。

结语

水利工程中隧道施工技术不仅面临着复杂地质条件、高水压和施工安全等传统挑战，还面临着环境保护的新要求。为了应对这些挑战，我们需要在加强地质勘察、采用合适施工方法和加强施工安全管理的基础上，进一步推广绿色施工技术，实现隧道施工的绿色、安全、高效进行。这将有助于推动水利工程建设与环境保护的协调发展，为社会的可持续发展做出积极贡献。

参考文献

- [1]吕建林.水利隧道灌浆施工及质量控制研究探讨[J].珠江水运,2020,(14):60-61.
- [2]陈固勇.水利工程隧道施工质量与安全管理措施[J].河南建材,2021(8):165-167.
- [3]张国庆.水利水电工程施工中隧洞钻孔爆破技术分析[J].建材发展导向,2022,20(16):157-159.
- [4]高国庆.水利工程隧道施工质量与安全管理措施探讨[J].百科论坛电子杂志,2019(22):321.
- [5]王永来.水利工程隧道施工质量与安全管理措施分析[J].商品与质量,2021(17):292.