

水利水电工程中隧道施工技术与管理策略

路燕

中国水利水电第十二工程局有限公司，浙江省杭州市，310030；

摘要：水利水电工程是国家基础设施建设的重要组成部分，其中隧道施工是不可或缺的环节。隧道施工技术和管理策略的优劣直接关系到工程的质量和效益。本文旨在探讨水利水电工程中隧道施工技术的关键要点和管理策略，以为类似工程提供有益的参考。

关键词：水利水电工程；隧道施工技术；管理策略

DOI:10. 69979/3029-2727. 24. 03. 019

1 水利水电工程的原则

1.1 安全性原则

水利水电工程的首要原则便是安全性原则。在隧道施工过程中，必须严格遵守国家相关安全法规，确保施工过程中的安全生产。同时，要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。此外，隧道施工现场应设置明显的安全警示标志，并制定应急预案，以应对可能发生的突发事件。

1.2 环保性原则

随着环境保护意识的日益增强，水利水电工程在施工过程中必须注重环保。隧道施工可能产生的噪音、尘土、废水等污染物，必须得到有效控制和处理。施工单位应选用环保型的施工材料和设备，减少对周围环境的负面影响。同时，施工过程中应合理规划施工区域，减少对生态环境的破坏。

1.3 经济性原则

水利水电工程作为国家的基础设施建设，需要充分考虑其经济性。在隧道施工过程中，应优化施工方案，提高施工效率，降低施工成本。同时，要加强对施工过程的监管，避免不必要的浪费和损失。此外，施工单位应积极探索新技术、新工艺，提高工程质量，降低后期维护成本。

2 水利水电工程中隧道施工存在的危险

2.1 隧道坍塌

隧道施工过程中，由于地质条件复杂多变，常常面临着隧道坍塌的风险。坍塌可能导致施工人员伤亡和设备损失，严重影响工程进度和质量。为避免隧道坍塌，施工单位应提前进行地质勘察，了解隧道沿线的地质构造和岩层分布情况。同时，在施工过程中，要加强隧道支护和排水工作，确保隧道结构稳定。

2.2 爆炸事故

隧道施工中常涉及爆破作业，若操作不当或管理不严，极易引发爆炸事故。爆炸不仅会造成人员伤亡和设备损坏，还可能对周围环境造成严重影响。为预防爆炸事故，施工单位应严格遵守爆破作业规程，确保爆破器材的质量和储存安全。同时，加强爆破作业人员的培训和考核，提高他们的操作技能和安全意识。

2.3 水害事故

水利水电工程中的隧道施工常涉及水下作业，因此水害事故也是不可忽视的风险。水害事故可能包括涌水、透水等，对施工进度和人员安全构成威胁。为避免水害事故，施工单位应提前进行水文地质勘察，了解隧道沿线的水文条件。同时，在施工过程中，要加强隧道防水和排水工作，确保隧道内部干燥安全。

2.4 电气事故

在水利水电工程的隧道施工中，电气设备和线路的使用是必不可少的。然而，由于施工现场环境复杂、潮湿，电气设备和线路容易受损，从而引发电气事故。电气事故可能导致火灾、电击等严重后果，对施工人员的生命安全和工程进度造成威胁。因此，施工单位应严格遵守电气安全规定，确保电气设备和线路的安全运行。定期对电气设备和线路进行检查和维护，及时发现和处理潜在的安全隐患。同时，加强施工人员的电气安全教育和培训，提高他们的电气安全意识和操作技能。

2.5 机械设备故障

隧道施工中，机械设备的使用是不可或缺的。然而，机械设备在运行过程中可能会出现故障，影响施工进度和质量。为避免机械设备故障对施工造成不利影响，施工单位应定期对机械设备进行维护和保养，确保设备的正常运行。同时，加强施工人员的机械设备操作培训，提高他们的操作技能和安全意识。在机械设备出现故障时，应及时组织维修人员进行抢修，减少故障对施工进

度的影响。

3 水利水电工程中隧道施工技术要点

3.1 地质勘察与超前预报

在隧道建设的初期阶段，地质勘察扮演着至关重要的角色。这一步骤要求我们对隧道将要穿越的地质构造进行深入研究，包括但不限于岩层的分布、地层的稳定性、水文地质条件等。这些信息的获取，有助于我们评估隧道施工的风险，以及预测可能出现的地质灾害，如滑坡、地裂或地下水涌出等。同时，现代科技如超声波探测、地震波探测和遥感技术等超前预报技术的应用，使得我们能在隧道掘进过程中实时监测和预测不良地质体、溶洞、断层等潜在问题，从而提前制定应对策略，确保施工安全。

3.2 支护与衬砌技术

隧道的支护和衬砌是其结构稳定性和安全性的基石。在施工过程中，支护技术的选择应根据地质条件和设计要求灵活调整。例如，对于软弱地层，如松散的砂土层或含水的黏土层，我们通常会采用钢支撑来增强地层的稳定性，同时配合注浆加固，以防止地层的进一步恶化。而对于硬岩地层，虽然其自然稳定性较好，但可能会存在节理发育、岩爆等问题，此时，喷锚支护、钢架支撑等方法则更为适用，可以有效防止岩体的突然崩落。衬砌技术主要涉及混凝土衬砌的施工。混凝土衬砌是隧道的主要承载结构，其质量直接影响到隧道的耐久性。在施工过程中，应严格控制混凝土的配合比，确保其强度和耐久性。同时，浇筑速度和温度的控制也是关键，过快的浇筑速度可能导致混凝土内部产生应力，而温度的剧烈变化则可能引发混凝土的开裂，这些都可能造成渗漏和结构损坏。因此，衬砌施工需要精细的操作和严格的监控，以确保隧道的安全运行。

3.3 通风与排水技术

在隧道施工的日常操作中，通风系统的有效运行至关重要。它不仅需要确保隧道内部的空气持续流动，更新空气，还要能有效降低由于机械设备运行和岩石破碎产生的粉尘和有害气体浓度。这些有害物质对施工人员的呼吸系统和身体健康构成严重威胁，因此，通风系统的设计和运行必须遵循严格的安全标准。同时，排水系统也是保障施工顺利进行的关键。通过科学布局的排水管道和集水井，可以及时、有效地排除隧道内的积水，防止水害引发的坍塌事故，从而确保施工进度不受影响，同时也有利于维护隧道结构的稳定性。

3.4 爆破与掘进技术

在隧道建设中，爆破技术的运用是打破岩石，推进

隧道掘进的关键步骤。在进行爆破作业时，工程师需要精确计算炸药的用量和设定合理的爆破参数，以达到最佳的爆破效果，同时最大限度地减少对周围岩体的破坏，避免引发地质灾害。此外，爆破后的岩面处理和安全检查也是确保施工安全的重要环节。掘进技术的选择则取决于隧道的地质条件、设计要求以及施工进度。现代隧道施工中，有多种掘进机械可供选择，如盾构机、隧道掘进机等，每种设备都有其独特的优点和适用条件。例如，硬岩环境下可能更适合采用 TBM（全断面隧道掘进机），而在地质条件复杂多变的情况下，盾构机的灵活性和稳定性则更为突出。通过合理选择和优化掘进方法，可以显著提高掘进速度，降低施工成本，确保隧道建设的高效进行。

3.5 监控与测量技术

隧道施工过程中的监控与测量是确保工程质量和安全的重要手段。通过布置在隧道内部的各类传感器和监测设备，可以实时获取隧道结构、围岩变形、应力分布等关键信息，为施工决策提供数据支持。同时，定期对隧道进行全面的测量和检查，可以及时发现并处理潜在的施工问题，如裂缝、渗漏等，防止问题扩大化，影响隧道的整体安全。此外，随着信息化技术的发展，越来越多的智能化监控和测量系统被应用于隧道施工中。这些系统能够实现对隧道施工过程的自动化监测和数据分析，提高监控的准确性和效率，降低人为因素带来的误差。通过应用这些先进技术，可以进一步提升隧道施工的安全性和质量水平。

4 管理策略建议

4.1 强化项目管理团队的构建与管理

在隧道施工的复杂过程中，一个精良、高效的项目管理团队是确保工程顺利进行的基石。施工单位应严格筛选，选拔那些在隧道建设领域积累了丰富的经验，且具备专业技能的人员，他们应具备解决复杂问题的能力，以及对施工工艺的深入理解。同时，团队成员的职责和分工应清晰明确，避免因职责不明导致的决策混乱和效率低下。为了不断提升团队的整体能力，应定期进行业务培训 and 考核，以确保每个成员都能跟上项目进度，提高他们的业务水平和综合素质，从而更好地应对施工过程中可能出现的挑战。

4.2 编制科学的施工方案和计划

在施工开始之前，必须制定出详尽的施工方案和计划，这包括但不限于施工流程的详细步骤、施工的顺序安排、预计的施工时间表等。在编制过程中，应充分考虑隧道建设的特殊性，如地质结构的复杂性、环境保护的要求、施工技术的限制等，确保方案的科学性和可行性。

性。此外，方案应具备一定的灵活性，以适应施工过程中可能出现的突发情况或新的技术发展。例如，如果在施工中发现地质条件与预想有较大出入，应及时调整施工方案，以确保工程的安全和质量。

4.3 强化现场管理和监督

在隧道建设的复杂过程中，现场管理和监督扮演着至关重要的角色。它们是确保施工质量、进度和安全的基石，对于预防事故、减少风险具有决定性的影响。施工单位应构建一套完善的现场管理制度，涵盖从施工计划制定、材料检验、作业流程控制到安全检查等各个环节。同时，建立有效的监督机制，通过定期巡查、专项检查等方式，对施工现场进行全方位、无死角的监控，确保各项工作的合规性和有效性。此外，人员是施工活动的主体，他们的行为和技能直接影响到施工质量和安全。因此，施工单位应强化对施工人员的安全教育和培训，定期组织安全知识讲座、实操演练等活动，提升他们的安全意识，使他们能够识别并避免潜在的危险。同时，通过技能培训，提高他们的专业技能和自我保护能力，使他们能够在复杂环境中安全、高效地工作。

4.4 强化环境保护与可持续发展策略

在隧道建设过程中，环境保护是不可忽视的重要环节。施工单位应遵循绿色施工的理念，制定并实施严格的环境保护措施。这包括但不限于合理规划施工路线以减少对生态环境的破坏，采用低噪音、低振动的施工设备，控制施工废水、废气和废弃物的排放，实施生态修复和景观恢复工程，尽可能减轻施工活动对周边环境的影响。同时，应注重项目的可持续发展，考虑工程的长期效益。在设计阶段就应考虑隧道的运营维护、能源效率和使用寿命，以实现经济效益、社会效益和环境效益的平衡。例如，可以采用节能型的通风、照明系统，降低隧道运营期间的能源消耗；在条件允许的情况下，考虑设置绿色交通设施，如自行车道、步行道，促进可持续发展。

4.5 建立良好的沟通与合作机制

隧道建设往往涉及多个参与方，包括设计单位、施工单位、监理单位以及政府部门等。建立有效的沟通与合作机制，能够确保信息的畅通，促进各方的协作，解决施工过程中可能出现的各类问题。这包括定期召开项目协调会议，共享工程进展、问题及解决方案，以及建立快速响应机制，对紧急情况能够迅速做出决策和应对。此外，与当地社区的沟通同样重要。施工单位应尊重当地居民的权益，及时通报施工计划和可能带来的影响，积极听取社区的反馈和建议，以实现和谐共处，减少社

会矛盾。

4.6 强化风险评估与安全管理

隧道施工过程中存在诸多潜在风险，如地质灾害、坍塌、火灾等。因此，施工单位应建立健全风险评估体系，对施工全过程进行风险识别、评估和控制。在施工前，应进行详细的风险预评估，制定相应的应急预案；在施工过程中，应持续进行风险动态监测，及时更新风险信息，确保风险得到有效管理。同时，安全管理是保障施工人员生命安全和工程顺利进行的关键。施工单位应严格执行安全规章制度，定期进行安全检查，消除安全隐患；对施工人员进行安全培训，提高他们的安全意识和自我保护能力，确保施工过程的安全无事故。

4.7 优化资源配置与成本控制

在隧道建设中，合理配置资源并有效控制成本是实现项目经济效益的重要手段。施工单位应根据施工计划和进度，科学预测和分配人力、物力、财力资源，避免资源浪费和过度消耗。同时，通过精细化的预算管理和成本核算，实时监控项目的成本状况，及时发现并解决超支问题，确保项目的经济效益。此外，应注重技术创新和管理创新，通过提高施工效率、优化工艺流程、采用新材料和新方法，降低施工成本，提高项目的竞争力。同时，通过建立激励机制，激发团队的创新精神和工作积极性，进一步提升资源利用效率。

结语

水利水电工程中隧道施工技术和管理策略是保障工程质量和效益的关键因素。在实际施工过程中，应充分考虑地质条件、施工方法和工期要求等因素，制定科学合理的施工方案和管理策略。同时，加强施工现场的监控和管理，提高施工人员的技能水平和安全意识，确保隧道施工顺利进行。通过不断优化施工技术和管理策略，可以推动水利水电工程隧道施工技术的不断发展，为国家基础设施建设做出更大的贡献。

参考文献

- 杨勇. 水利工程中的地下施工与隧道挖掘技术[J]. 全体育, 2020 (9).
- 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).
- 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).
- 房传新. 水利工程隧道施工质量与安全管理措施探讨[J]. 建筑工程技术与设计. 2018, (32).