

水利水电工程导流洞封堵设计与施工探讨

范志坤

中铁建大桥工程局集团第五工程有限公司

摘要: 水利水电工程中,导流洞的封堵是保障工程安全稳定运行的重要环节。本文结合水利水电工程导流洞封堵的概述、设计与施工策略以及质量控制与验收等方面,探讨了导流洞封堵工程的关键问题和解决方法。通过全面调研评估、选择合适的封堵材料和技术、精细化施工计划与管理以及质量控制与监测等措施,可以有效提高封堵工程的施工质量和安全性,保障水利水电工程的可持续发展。

关键词: 水利水电工程;导流洞;封堵;设计;施工

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2022.09.191

引言

水利水电工程在我国经济发展中起着至关重要的作用,而导流洞作为其重要组成部分,承担着引水、泄洪等功能。然而,随着工程运行时间的增长,导流洞常常会因为各种原因出现破损、老化等情况,为了保障工程安全运行,必须对其进行封堵维修。因此,本文将就梅帕塘水库工程为例,对导流洞封堵的设计与施工进行探讨。

一、工程概况

导流洞全长651m,建筑物级别为IV级,设计洪水标准为50年一遇,设计洪峰流量 $1547\text{m}^3/\text{s}$,导流方式为上下游围堰一次拦断河床,导流洞隧道泄洪,导流洞设计为城门洞型,断面尺寸 $9\text{m}\times 10.5\text{m}$,进口高程4090m,出口高程4088m,纵坡0.3%,根据围岩类别,对导流洞进行洞段划分,其中导流洞封堵堵头段为桩号 $0+271.67\sim 0+289.67$ 。

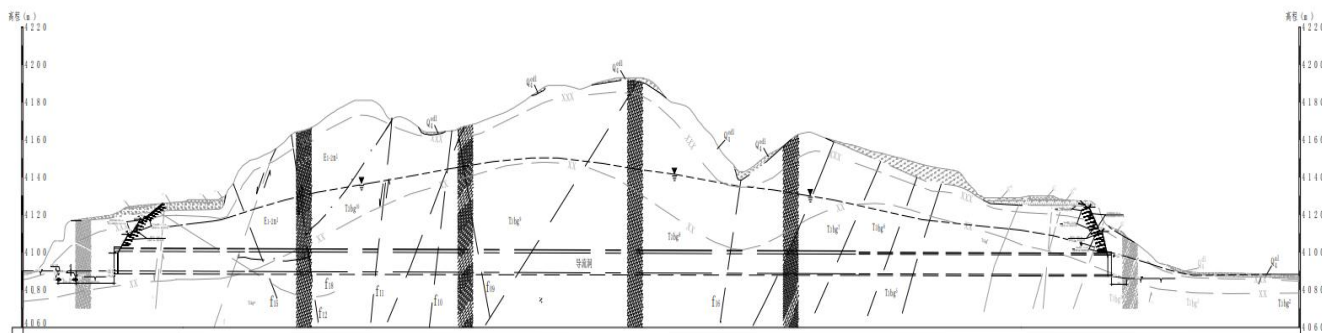


图1 导流洞纵断面图

二、水利水电工程导流洞封堵的概述

水利水电项目中,导流洞的作用至关重要,其承担着引流及防洪的重任,通常采用混凝土等建材建造。受长期水流冲刷等影响,导流洞时常出现裂缝和漏水,严重影响工程安全运行。封堵和维修导流洞是确保工程安全不可或缺的措施。工程质量的封闭处理对水利电力设施的安全稳定性起着决定性作用。在封堵导流洞的过程中,必须全面评估其结构特点、损毁情况和周围环境,制订合理的封堵策略及技术方法。唯有如此,方能有效解决导流洞的种种问题,确保工程长期安全稳定运行^[1]。

三、水利水电工程导流洞封堵设计与施工策略

1. 全面调研与评估

在封堵导流洞前,彻底调研与评估是必要步骤。这

个时期的劳动成果将正比地作用于后续堵漏策略的制订和施工流程的紧密联接。为了设计出精确有效的封堵计划,需要对导流洞的结构完整性、损坏情况以及周围环境进行全面的调查和评价。探究导流洞构造的关键部分,包括大小、外形、材质等核心数据,并对建设技术及施工品质进行评价。对导流洞的结构进行调研,以此对其现状进行初步判断,并收集必要的信息以支持封堵方案的制定。对导流洞损害情况进行鉴定,需前往现场调查并实施专业检测,以获取完整信息。

经过外观检查和结构分析,导流洞的裂缝、渗透等故障的具体位置、严重程度和影响范围得到了明确。必须综合考虑地质和水文等多种因素,全面解析其对导流洞环境影响,以深入了解其环境特征。经过全方位的考察和评价可以更深入地分析导流洞封堵作业的挑战和

风险，并据此制定相应的对策。针对导流洞各类破损状况，采用相应封堵材料和技术，以提升封堵效果为宗旨。进而，评估现场条件后，适宜地修改建筑计划，旨在减少堵塞作业的风险与经济负担。

2. 选择合适的封堵材料和技术

在水利电力建设中，导流隧洞的封闭材料的选取和技术的应用是核心。针对不同的导流洞损坏情况和封堵标准，必须精确选择材料和技术，确保封堵效果和工程稳定性。常规的封堵材料包括混凝土、聚合物等，涉及注浆封堵、预应力锚固等多种封堵技术。混凝土，常用作封堵材料，具有优秀的防水功能和显著的抗压特性。在导流洞宽敞裂隙及受损区域，采用混凝土进行加固与封堵。在封堵过程中使用混凝土时，需注重其混合比例和浇筑方法，确保修补部位与原构造紧密相连，防止渗漏再次发生。聚合物材料由于出色的密封和抗腐蚀性能，常被用作堵塞材料，以修复小裂缝和微小孔洞。采用聚合物材料，导流洞内可构建连贯的封闭层，确保防水效果。施工期间，聚合物材料易于操作，便于快速修补导流洞以实现封堵。

注浆封堵法作为一种常见的修补手段，基于将注浆材料导入导流洞裂缝或受损部分，实现缝隙的填补与封闭，以此达到阻隔水渗透的目的。在挑选注浆材料的过程中，人们通常会对比水泥浆、聚合物浆等多种类型，目的是为了与导流洞的具体情况以及封堵需求相符合。局部修补导流洞并封堵的过程简易，适合运用注浆技术进行。预应力锚固技术广泛应用于混凝土结构的加固与修补，尤其在导流洞的大范围修复和强化中发挥重要作用。采用预应力锚固法能显著修复导流洞的裂缝和受损区域，从而提升其结构稳固性。预应力锚固技术操作较为复杂，需要专业队伍及设备支持。该技术主要被用于对导流洞的重大修复及加固工程。

3. 精细化施工计划与管理

施工计划的细化与管理对水利水电工程中导流洞封堵的成功起决定性作用。精心编制施工方案并加强工地管控，确保工程按设计图纸有条不紊地进行，以此提高施工效率和品质，降低安全隐患。制定全面的建筑施工计划，确保包含精确的施工技术流程、操作步骤和工期安排等关键要素。在编制施工方案时，需周密思索导流洞封堵作业的独有性和繁杂性，合理布局施工路线、步骤及工期，确保施工流程的无缝对接。在施工期间，必须对可能出现的问题和风险进行彻底的评估，并据此制定应对计划和解决方案，以便随时处理紧急情况，保障工程的顺畅推进。施工现场的管理对工程质量和安全起

着决定性的作用。为保证工程质量达标，需严格监督施工流程并给予专业指导。亟须提升建筑工程现场的安全措施，制订合理有效的安全规程，保障施工人员的生命安全和健康。须加强施工队伍管理与协调，确保各施工环节同步，以此提高施工效率及质量。

在进行水利水电项目导流洞封闭作业时，应强化与相关机构和部门的协调沟通，保障施工及管理流程的无缝对接。水利水电工程的建设往往涉及设计、监理、施工等多方面的紧密合作。为确保工程项目的顺畅进行，必须强化各部门间的交流与合作，形成坚实的合作关系。施工基于设计方案，因此必须与设计方进行及时而彻底的沟通，以确立具体的设计要求和技术标准。如此安排可确保施工计划与设计目标相吻合，同时能于建造过程中妥善解决设计中的所有难题及矛盾。监理单位负责对施工过程进行严格监控，确保施工按照既定设计方案和标准进行，及时发现并解决施工中出现的各种问题。因此，建立与监理单位沟通顺畅的机制至关重要，须定期反馈施工进度及存在的问题，并共同研究解决方案，确保工程质量和进度。施工队伍承担着工程建设的具体实施责任，执行建设任务。各施工单位需紧密配合，合理安排施工进度和资源分配，及时解决施工过程中出现的问题，确保施工计划顺利实施。施工企业应强化员工培训及安全管理，以保障施工过程的安全^[2]。

4. 质量控制与监测

在水利电力建设中，封堵导流洞的质量监管与监控是核心步骤，其保障了工程质量达到预定标准。精心打造一个全面的质量监管体系，这样可以对施工的每一个环节进行严密跟踪和评估，以便于及时发现并解决潜在的问题，从而保障封闭作业的质量满足规定标准。开展封堵作业前，须建立完善的质量管控机制。明确质量责任主体及人员，精心制定质量管理方案，设立质量指标与规范，并建立质量记录和档案系统。通过该机制，有条不紊地加强质量管理，保障工程项目的顺畅执行。施工期间，各个环节的监督和检查必须得到加强。涵盖了建筑材料的审核与验收、施工机械和技术的监控，以及工地状况的持续监督等方面。严密跟踪与检查可及时识别施工过程中的难题及潜在风险，进而为调整和优化提供可靠依据。为全面掌控施工品质，必须采用多种实时监控与检测手段。运用现代监测设备和技术，如激光测距仪、超声波探测仪等，实时监控施工过程中的各项指标。利用无人机与摄像头等先进设备，实现了施工现场的全方位监管，保障了问题的即时发现与处理。

在开展水利电力项目中的导流洞封堵作业时，常存

在多种质量隐忧，诸如建材不达标、施工操作不当、作业人员技术不足等问题。为确保封堵工程质量达标，需对存在的问题实施相应对策。一旦检测到施工材料不达标，立即执行更换程序。若发现混凝土原料存在杂质超量或粒径不达标情况，须立即通知供应商进行替换，确保施工品质符合设计要求。面对施工方法不符合标准的情况，紧急制订改正措施，并加大对施工进度的监管力度。一旦发现施工者的不规范行为对工程品质造成影响，便需加固现场管控，严苛执行施工规则与操作标准，确保施工技术的规范化实施。一旦发现施工人员技术水平不高，就必须加强其技术培训和指导。举办培训课程和技术交流会议，有助于增强施工人员技术实力和职业素养，从而提高工程质量和效率。在施工阶段，一旦出现进度延误或安全事故等状况，必须立刻采取恰当的措施予以应对。为应对施工进度滞后，应增添人力和设备，实施延时工作策略，保障工程按时推进。发生安全事故时，施工活动应即刻中止。随后，着手对事故展开调查，并实施必要的处理手段。此外，还需强化安全教育和管理工作，以杜绝类似事故的重复发生^[3]。

四、水利水电工程导流洞封堵质量控制与验收

1. 施工质量监督

水利水电项目中，对导流洞封堵施工的质量监管，是确保工程顺利推进和满足质量要求的核心环节。严格加强对施工封堵环节的质量监控审查，以便及时发现并解决工程进行中的质量问题，确保工程运行的安全性和可靠性。施工品质监管需要健全监管架构和责任体系，明确监管责任部门与人员，并制定详尽的监管计划及检查标准，旨在对施工过程进行全程监督和检查。监督机构应具备专业知识和技能，以便对工地进行精确和全面的监控审查。施工过程中的实时监控和数据记载极其关键，通过高端监测设备和技术的辅助，精确地跟踪和记录核心参数与指标，这样就可以及时发现并处理施工中出现的质量问题。创建全面的质量记录和档案管理系统，细致地记录施工监督和检查的每一个环节，为质量验收和问题处理提供确实的参考。

培训和管理施工人员对于施工质量的监管具有决定性意义。施工队伍作为工程建设的中坚力量，其技术素养和操作能力是决定工程品质的关键。施工者应通过深化技术培育及规范化操作训练，保证其作业满足工程设计和规范标准，进而提高施工品质与作业效率。施工中若察觉质量瑕疵，须即时采取修正措施。监督机构在发现施工过程中存在质量问题时，应立即告知施工队伍进

行必需的修正。旨在确保问题得到快速妥善处理，防止对工程安全带来负面影响。需加强整改措施后续跟进与审核，确保问题得到实质性解决。

2. 封堵工程的验收与评估

水利水电项目里，导流洞封堵之后，严谨地进行验收评价是关键，旨在保证封堵达到预期效果，并确保工程长期稳定及安全。开展地质雷达或超声波检测，以确认封堵体的完整性，防止重大裂缝与空洞的出现。GPR探测结果显示，封堵体内部回波连续，无异常暗区，指示其结构完整。现场及实验室内测试方法旨在评估封堵材料的漏水性能。一般情况下，为保证防水效果，封堵材料的渗透系数应控制在 1×10^{-6} cm/s以下。

测试加载用于确定封堵结构的抗压性能。在完美环境下，堵截结构必须承受预定水头的压力，并维持稳固状态，不得出现形变或破损。当设计水头达到50米，相应的水压约为0.5MPa，在此种情形下，封堵体绝不能出现显著的形变。分析封堵项目对周围环境的效应，包含水质变化、生态系统干扰等课题。评估封堵措施对水体的影响，需分析其执行前后的水质指标差异，诸如pH、溶解氧和重金属等。采用数值模拟方法，对封堵体在多样化环境中的性能变化进行预估，确保其长期稳定性。借助有限元分析模型，研究水头和温度变化如何影响封堵体的稳定性，从而预测其长期运行表现^[4]。

结论

水利水电工程导流洞封堵是保障工程安全稳定运行的重要环节，通过全面调研评估、选择合适的封堵材料和技术、精细化施工计划与管理以及质量控制与监测等措施，可以有效提高封堵工程的施工质量和安全性，为水利水电工程的可持续发展提供保障。因此，在封堵工程中，应加强设计与施工过程的管理，确保工程质量和安全。

参考文献

- [1] 邓盛石. 关于水利工程中导流洞封堵设计与施工技术的分析[J]. 低碳世界, 2016, (10): 46-47.
- [2] 王国义. 水利工程中导流洞封堵设计与施工技术[J]. 吉林农业, 2015, (22): 69.
- [3] 赵本来. 水利工程中导流洞封堵设计与施工技术[J]. 中国高新技术企业, 2015, (16): 121-122.
- [4] 赵健. 水利工程中导流洞封堵设计与施工技术的构建分析[J]. 中国水运(下半月), 2014, 14(06): 200-201.