

水利水电工程中水闸施工技术

倪双双 胡梅丛

湖北省水利水电规划勘测设计院有限公司 湖北 武汉 430064

摘要：水利工程建设关系到我国社会经济的发展。因此本文主要分析在水利水电工程中水闸施工技术的应用希望，能够为水利水电工程的整体质量提高以及可持续发展提供科学依据与实践指导。

关键词：水利水电工程；水闸施工技术；质量控制

在水利水电工程中水闸是不，水闸是不可或缺的关键水工建筑物，具有调节水位以及控制流量，包括防洪减灾等关键职能。随着我国基础设施建设的有序推进，水利水电的工程建设规模不断扩大，对技术的要求也更加严格质量与安全。水闸施工面临的地质条件复杂，环保要求较高，因此需要持续探究水闸施工技术，优化施工工艺，强调质量与安全，从而保障水利水电工程高效稳定进行。

1 水闸的功能与分类

1.1 水闸的功能

水闸本身具备多元化功能，在水利水电工程中是达到综合效益的关键设施。水闸可以进行水位调节，依据灌溉、发电等各种水资源应用需求精准控制水位变化，确保各个环节用水的水位适配性。在防洪领域遇到洪水时，水闸可以快速开启达到泄洪的功能，将超额的洪水引入分洪区，削减洪峰，也能够尽量降低洪水对于下游地区造成的威胁与影响，保障人民群众的生命财产安全。流量节制功能可以促使水闸参考水资源调配计划，对水流流量进行把控，避免出现水资源过度浪费的情况，也能够借此提高水资源的利用率。

从结构形式的角度来看，水闸有敞开式以及胸墙式，还有涵洞式这三种类型，其中敞开式水闸结构比较简单，过流能力相对较强，因此面对大流量过流以及水头较小的场景。作用效果较好。而胸墙式水闸则是借助设置胸墙在高水位时减少闸门的高度，降低工程成本消耗，用于过闸流量相对较小以及挡水位较高的情况。涵洞式水闸更多地是在堤防下建设，具有的防渗性能相对较好并且适合在排水等工程中运用。

1.2 水闸的分类

结合使用的目的，水闸可以细分成为各种类型。节制水闸主要用于对上游的水位进行调节，可以满足灌溉以及发电，还有工业用水等各种对于水位的特定需求。比如在灌溉期可以借助提升水位，确保灌溉渠道中的水

流充足。分洪水闸也是防洪体系当中的一道关键防线，在面对洪水时，河道水位超警戒时，要及时开启闸门分泄洪水，有利于尽量减少下游防洪的压力，有利于保障下游城镇以及重要设施的安全。引水水闸负责从河流以及湖泊或者水库中引入足够的水源，满足城市供水，还有工业生产等各方面的用水需求，也是城市还有工业用水当中的关键源头保障。除此以外，在排水水闸以及挡潮水闸等各种类型的水闸中，这些水闸分别承担着排水防涝以及抵御潮水灌溉等各种功能，不同类型的水闸在设计以及施工中一定要考虑工程所在地区的水文地质条件，还有实际运行操作需求，希望能够充分高效地发挥其功能^[1]。

2 水闸施工技术要点

2.1 水闸基础施工技术

在工程当中水闸基础施工是重要的根基，这部分工程的施工质量会对整体的安全稳定性造成影响，主要有基坑开挖以及地基处理，还有基础浇筑这三个不同的环节。首先在进行基坑开挖时，一定要参考地质条件，还有设计要求，包括现场的实际情况，选择合理的开挖方案以及对应设备。对于软土地基来说，因为土质相对松软，并且承载能力比较低。所以在开挖中容易出现边坡失稳的情况，因此常应用分层分段开挖的方法，并且在开挖的同时还需要进行边坡支护工作，目的在于维护边坡的稳定性。岩石地基开挖如果说遇到了坚硬的岩石，更多会应用爆破开挖的方法，但是爆破的方案一定要精心设计，合理选择，对于炸药的用量和爆破的参数也要严格把控，从而尽量减少对周围岩体所造成的干扰。

地基处理针对各种类型地基所采取的技术并不相同，软土地基经常应用的是换填法，要将软弱地层全部挖除掉，换填砂石或灰土等强度较高以及压缩性比较低的材料，促使地基的承载力不断提升。预压排水法借助堆载预压，并且设置排水系统，可以促使土体固结加快，地基的稳定性随之而提升。化学加固法则是要应用

化学浆液和土体反应能够形成复合地基。在完成岩石地基开挖工作后，还需要仔细清理基底，将松散的岩块和浮渣及时清除掉。如果相关部位存在缺陷，也需要做好灌浆加固，确保基底的平整性以及坚实度。

基础浇筑以钢筋混凝土结构为主，在施工时对于混凝土配合比要严格把控，要结合工程的强度，还有耐久性等各方面要求，科学合理地进行设计，始终坚持先深后浅以及先重后轻的这一浇筑顺序，避免出现地基不均匀沉降。还需要采用合适的振捣设备，要保证混凝土振捣的密实度，避免出现孔洞以及蜂窝等各种缺陷。与此同时，还需要设置安排止水带或止水帷幕等防渗漏设施，要将地下水的渗透路径阻断掉，促使基础抗渗性能不断提升。施工整个过程都需要形成完善的监测体系，对地基沉降的情况，还有位移等各项参数进行严格监控，从而保证施工的质量水平达到理想的设计要求。

2.2 水闸主体施工技术

水闸主体施工关键在于支架以及模板的施工，包括混凝土的浇筑和养护工作。在支架和模板施工进行前，要参考水闸结构的基本特点，还有施工工艺的使用，包括荷载情况，选择合适恰当的支架系统，包括对应的模板材料。在扣件式钢架支管以及碗扣式钢架支管广泛应用的情况下，可以发现这些支架的优点，搭设不仅灵活，而且具有较强的承载能力。在这些模板材料中适合复杂形状部位的木模板使用能力更强，钢模板则适用于标准段，还有大体积混凝土浇筑。组合模板间距两者的优点可以灵活组合，高效应用^[2]。在施工中一定要对支架和模板的垂直度严格把控，平整度和拼接精度也需要严格控制，要保证其强度以及高度，包括稳定性，要尽量避免出现漏浆，尽量减少对混凝土外观质量造成的影响。

混凝土浇筑是主体施工的核心环节，在浇筑进行前对原材料的质量一定要严格把控，要优化配合比。大型水闸因为浇筑量比较大，所以施工缝以及变形缝设置也要更加合理，要避免温度应力以及沉降应力引发严重的裂缝。在施工缝处还需要做好凿毛、清洗，还有接浆处理，确保新的混凝土和旧的混凝土两者有效结合。在进行浇筑时，一定要对速度及高度进行严格控制，分层厚度保持在三百毫米到五百毫米之间，应用的是插入式振捣器，快插慢拔，均匀振捣，从而保证混凝土的密实度。在浇筑结束后还需要做好养护工作，养护时间绝对不能少于7天，要应用洒水以及覆盖等各种方式，尽量保持混凝土表面的湿润度，进而促使强度不断提高，也能够借此加强混凝土的耐久性以及抗渗性。

2.3 水闸附属设施施工技术

在完成核心环节的施工以后，还需要进行水闸附属设施的施工，包括导流设施以及防渗设施，还有排水设施，这也会在水闸的正常运行造成深远影响。导流设施在施工期用来控制水流，从而保证施工的安全性，一般会采用围堰以及导流渠，还有临时水闸等各种形式。围堰施工要参考水流以及地质条件选择对应类型，土石围堰适合在水流较缓以及地质较好的情况下应用。进行钢筋混凝土围堰则适合在要求较高，水流更急的场景当中使用。在施工当中要对围堰填筑的质量进行严格把控，要做好防渗处理。导流渠的布置也要更加合理，要保证过水能力达标，也要在防护边坡上防止出现严重冲刷。临时水闸按需设置灵活地控制水流大小。

防渗设施是防止渗漏的关键，一般会应用垂直防渗墙，还有防渗膜等先进的技术。垂直防渗墙通过水泥土搅拌桩或者高压喷射灌浆施工，截断地下水渗透的路径。而防渗膜则是在防渗的部位铺设，通过焊接或者是粘结成整体，在施工过程当中一定要严格地把控参数，从而有效提高防渗的最终效果。排水设施有排水管道，还有排水沟，这都需要参考排水设计合理铺设。要选择合适的管道材质，在安装时也要确保坡度以及接口两者的严密性。排水沟要做好沟底平整，还有边坡加固处理。检查井以及遇水口也要设置好，方便维护清理，保证排水的畅通性，从而尽量避免积水，对水闸结构造成损害和影响。

3 复杂地质条件下的水闸施工技术

3.1 软土地基

软土地基的承载力比较低，并且压缩性较高，所以施工难度整体较大。高压喷射灌浆通过高压喷射水泥浆液，还有土体混合，可以形成加固体，促使地基承载力不断提高。还可以借助调整参数，对加固体的形状和强度进行控制。水泥搅拌桩则是可以应用深层搅拌机械，充分搅拌水泥浆以及地基土形成水泥土桩体，和土体共同作用，可以形成复合地基。预压排水法在地基表面堆载，并且设置了排水系统，可以排出孔隙水，还有土体固结，促使地基的强度不断提高。但是这种方法预压周期比较长，对于施工进度要合理安排。

3.2 岩石地基区域

岩石地基施工需要展开爆破开挖，也需要做好基底处理，在爆破前一定要提前勘察地质条件，精心设置安排爆破方案。选择合适的炸药以及参数。可以应用预裂爆破，还有光面爆破等先进技术，尽量减少对于岩体的扰动。在爆破后还需要将松散的岩块及时清理掉，修整不平整的部位。对于存在裂缝的地基要做好灌浆加固，

促使整体性以及稳定性不断提高。

3.3 地下水丰富区域

针对地下水丰富的区域,可以采用降水井,还有帷幕灌浆控制水位。降水井通过设置井管抽水降低地下水位,在施工中对于井管的参数要严格把控,选择合适的水泵,对降水的过程进行监测,防止地面沉降等各种问题。帷幕灌浆在施工区域周边已形成,防渗帷幕可以截断及地下水的渗透路径,施工工艺以及质量控制同防渗设施施工,实时监测地下水水位以及水质的变化,动态化调整相应措施,对施工安全性以及施工的最终质量形成保障。

4 水下施工技术

4.1 潜水作业施工方法

潜水作业依靠专业潜水设备以及技术人员共同开展,设备有潜水服,还有头盔,包括通讯系统等,这能够为潜水作业提供更多安全保障以及施工作业的支持。潜水员进行水下切割以及焊接,还有混凝土浇筑等作业时,要注意安全^[3]。水下切割焊接要熟练掌握相应技术,保证作业进行的质量。水下混凝土浇筑经常会应用导气管,借助混凝土自重以及压力,将管内的水或泥浆排除掉,做好水下浇筑,提高密实度。因为水下施工作业环境比较复杂,所以在进行前要制定更加详细的安全规程,还有应急预案,严格训练潜水员,从而保证作业的安全性。

4.2 水下机器人和遥控作业技术

随着科学技术的快速发展与进步,水下机器人和遥控作业技术在水闸水下施工中的应用不断增加。水下机器人可以搭载各种传感器以及作业工具,可以推进水下检测以及清理,还有安装等各种任务,灵活性比较高,而且作业面临的风险相对较低。通过远程遥控操作机器人,可以在岸上实时监控机器人的作业情况,对机器人进行严格控制,避免潜水员直接下水作业,遇到严重的安全风险,促使施工效率不断提高,安全性得到加强,特别是在危险或复杂的水下环境作业中应用较多。

5 水闸施工质量控制与安全施工管理

5.1 施工过程质量控制

施工过程质量控制贯穿水闸施工的整个过程,要形成完善的质量管理制度,明确各个工序的质量标准,还

有控制要点,更加需要强化对施工人员的质量意识教育,做好技术培训。采用三检制以及各种安全施工方案,确保每道工序的质量符合标准。特别是要做好对于关键工序,还有隐蔽工程的质量验收,留存相应资料,对于发现的问题要第一时间整改,从而严格把控施工的整体质量。

5.2 质量检测与验收

在施工中要定期进行质量检测,应用无损检测、抽样检测等各种方法检测混凝土的强度、钢筋保护层厚度,还有地基的承载力等关键指标。在工程竣工后也要按照相关规范及验收标准组织验收,在验收过程中要全面检查工程的实体质量以及施工资料,确保水闸工程质量达到相应标准和要求,满足运行使用的对应功能。

5.3 安全防护与风险防控

在施工现场要设置完善的安全防护设施,比如安全网、防护栏杆等,保障施工人员的人身安全。针对施工过程当中的危险源也需要进行识别以及评估,要制定风险防控措施。同时还需要定期进行施工现场的安全检查,及时发现现场的各种安全隐患,并且第一时间消除,从而保证施工的安全性。

结束语

综上所述,水闸施工技术是水利水电工程建设当中的核心技术,水闸施工的最终质量影响到工程的综合效益以及可持续发展。因此在未来需要进一步持续深入研究水闸施工技术,引进更多先进的施工工艺以及绿色环保的施工材料,促使水闸施工朝着智能化以及高效化的方向不断发展进步,也希望能够借此为水利水电工程建设提供更多有力的技术支持与保障。

参考文献

- [1]刘向宝,裴俊.水利工程中水闸施工技术经验分析[C]//重庆市大数据和人工智能产业协会,西南大学,重庆工商大学,重庆建筑编辑部.人工智能与经济工程发展学术研讨会论文集.巴彦淖尔市临河区水利局;内蒙古河套灌区水利发展中心永济分中心;2025:479-482.
- [2]李春雷.水利水电工程中水闸施工技术研究[J].水上安全,2025,(04):64-66.
- [3]张俊峰,蔚荣.水利水电工程水闸施工技术分析[J].工程技术研究,2025,10(01):77-79