

# 水利水电工程建筑设计实践分析

王志强

太原市水利技术推广服务中心 山西 太原 030000

**摘要:** 本文围绕水利水电工程建筑设计展开。首先概述其设计类型,核心是平衡功能与建筑属性,从早期重功能到现代多功能、生态友好发展。接着阐述主要内容包括选址与布局、结构设计、外观设计、交通与附属设施设计。然后分析实践挑战,有自然条件复杂、生态保护要求、多学科融合难度、安全风险因素等。最后提出改进策略:采用先进技术、加强多学科协作、注重可持续发展理念、提高风险评估与应对能力。

**关键词:** 水利水电; 工程建筑设计; 实践分析

引言: 水利水电工程建筑设计是专业性极强的领域,关乎水坝、水电站等设施建设。其设计核心是平衡功能需求与建筑属性,从早期重功能向现代多功能、生态友好发展。设计内容涵盖选址、结构、外观、交通与附属设施等方面。然而实践中面临复杂自然条件、生态保护要求、多学科融合难题和安全风险等挑战。为此,需采取先进设计技术、加强多学科协作、秉持可持续发展理念、提高风险评估与应对能力等改进策略。

## 1 水利水电工程建筑设计概述

水利水电工程建筑设计是水利水电工程建设的关键环节,涵盖了水坝、水电站、泵站等多种类型的设施设计<sup>[1]</sup>。这一设计领域专业性强,旨在满足复杂的功能需求并兼顾建筑自身属性。从功能需求来讲,水利水电工程的功能丰富且关键。蓄水功能是基础,要求建筑能够有效拦蓄水流,构建稳定的蓄水区域,确保水资源的合理储备与分配。例如,大型水库的堤坝设计需精确计算其高度、厚度等参数,以满足蓄水要求。发电功能要求建筑合理布置发电设备,保障水流能顺畅驱动水轮机和发电机,实现稳定电能输出。防洪功能则要求建筑具备高强度的抗冲击能力,抵御洪水侵袭,保护周边地区免受洪涝灾害。灌溉功能需要泵站等设施可以高效地抽取和输送水资源,保障农业灌溉用水的充足供应。在建筑属性方面,安全性是首要考量。水利水电建筑要承受巨大的水压力、水流冲击力以及可能的地质灾害作用力。例如,在地震多发地区建设的水利设施,必须有良好的抗震设计。耐久性也极为重要,由于长期处于水浸、风化等环境中,建筑材料和结构的选择要保证在长期使用过程中结构稳定、功能正常。同时,美观性也不可或缺。建筑应与周边自然景观和人文环境相融合,如在风景优美的地区,水利建筑应成为景观的一部分,而不是突兀的存在。早期的水利水电建筑设计更注重功能的实现,受技

术条件限制,设计较为简单。但随着科技发展和社会观念的变化,现代设计理念更强调多功能、生态友好和美观,综合运用多种先进技术和理念,在保障工程功能的同时,注重对生态环境的保护和建筑美学价值的提升。

## 2 水利水电工程建筑设计的主要内容

### 2.1 选址与布局

选址是水利水电工程建筑设计的关键开端,需全面综合考量多种自然条件。地形条件决定了工程建设的难易程度和整体架构,比如平坦地形利于大规模建设,而峡谷地形可能影响施工空间。地质状况更是重中之重,稳定的地质结构能保障工程的长期安全,避免因地质灾害引发工程事故。水文条件直接关系到水资源的利用效率,水量和水位变化影响着工程的规模和功能。例如,水电站理想的选址是在河流落差大、水量充沛且地质稳定之处。在布局方面,科学合理规划不同功能建筑的位置至关重要。大坝、厂房、变电站等相互之间的位置关系需精心安排,要以优化水流和能量传输路径为目标,尽量减少水头损失和能量损耗,确保整个水利水电工程系统高效运行。

### 2.2 结构设计

结构设计在水利水电工程建筑中占据核心地位。要依据工程的规模大小以及所承受的力的情况来精心规划合适的结构形式。以高坝为例,其结构形式多样,包括重力坝、拱坝、土石坝等<sup>[2]</sup>。重力坝是依靠自身庞大的重量来保持稳定,如同一个坚固的巨人屹立不倒,阻挡水流。拱坝则巧妙地利用拱的独特作用,把水压力分散并传递到两岸的山体上,像是一座天然的拱桥承载压力。土石坝是利用当地的土石材料,按照分层碾压的方式建成,就地取材且经济实用。不同的结构在材料选择、尺寸确定、受力分析等方面都有各自独特的设计要点和计算方法。

### 2.3 建筑外观设计

建筑外观设计在水利水电工程中意义重大。首先要注重与周边环境的融合,当水利建筑位于风景区附近时,设计需呼应自然之美。比如在山水相依的景区,建筑的形态可模拟山峦起伏,色彩选取与自然色调相近的色系,材质选用天然质感材料,使建筑宛如从环境中生长出来一般。同时,要展现现代建筑美学,利用简洁流畅或富有韵律的线条勾勒建筑轮廓,通过色彩的搭配营造独特氛围,选择合适的材质彰显品质。像城市中的小型泵站,可以将其打造成充满艺术感的建筑小品,为城市景观增添魅力。

### 2.4 交通与附属设施设计

交通设计是水利水电工程的重要保障。需精心规划出方便快捷的交通路线,涵盖道路和桥梁等。对于施工阶段,良好的交通能确保施工机械和材料顺利运输,保障施工进度。在运行和维护时期,方便的交通便于工作人员进出。道路要根据地形合理布局,考虑坡度、宽度等因素,桥梁则要保证其承载能力和稳定性。附属设施设计同样关键。管理用房要满足办公、生活等功能需求,仓库需根据物资存储量和种类合理规划空间,检修车间要配备相应的设备和工具,方便对水利水电设备进行检查和维修,这些附属设施相互配合,保障工程日常运行和管理的高效开展。

## 3 水利水电工程建筑设计实践中的挑战

### 3.1 复杂的自然条件

在地形方面,高山峡谷地区给水利工程建设带来了诸多难题。这里的施工场地极为狭窄,大型建筑材料的运输变得异常艰难,道路崎岖且空间有限,运输过程中需要频繁转运,不仅增加了成本,还可能延误工期。同时,机械设备的停放也是问题,有限的空间难以容纳数量众多且体积庞大的施工机械。地质条件的复杂性更是不容忽视。岩溶地貌会使地下存在大量空洞,可能导致建筑物基础下沉;断层地带则会使地基受力不均,增加了基础处理的难度。这些不良地质情况需要运用特殊的处理措施,如对岩溶进行填充、对断层进行加固等,以此来确保建筑基础的稳定性,保障工程安全。水文条件对设计的影响同样显著。洪水的强大冲击力和高水位会对建筑结构产生巨大的冲刷力,若防护不当,可能损害建筑的完整性。泥沙的淤积会改变水流形态,增加建筑物的受力,还可能堵塞相关的设施。因此,在设计时必须充分考虑相应的防洪、防淤等防护措施,以应对这些潜在威胁。

### 3.2 环境与生态保护要求

水利水电工程建设往往会对周边生态环境造成不可忽视的影响。其中,对河流生态流量的改变是一个关键问题,工程运行可能会使河流的水量、水位和水流速度发生变化,这可能破坏原有的水生生态平衡,影响依赖特定水流条件生存的生物。例如,一些对水流速度敏感的浮游生物可能因水流减缓而大量繁殖或死亡,进而影响整个食物链。此外,阻断鱼类洄游通道对鱼类种群生存和繁衍构成严重威胁。许多鱼类具有季节性洄游习性,大坝等水利建筑可能成为它们无法逾越的障碍,导致鱼类无法到达产卵地繁殖。在设计阶段,为应对这些问题,需要采取多种生态修复措施。比如设置鱼道,鱼道的设计需要依据不同鱼类的洄游习性和能力,确定合适的坡度、水流速度和通道尺寸,为鱼类提供顺利洄游的途径。生态放水孔的设置也至关重要,它能保证河流有一定的生态流量,维持基本的生态功能。同时,在施工过程中要尽量减少对周边动植物栖息地的破坏,避免大面积砍伐森林、破坏湿地等行为,这无疑大大增加了设计的复杂性,要求设计人员综合考虑水利功能和生态保护的平衡。

### 3.3 多学科交叉融合的难度

水利水电工程建筑设计是一项高度复杂的系统工程,涉及水利学、土木工程学、电气工程学、生态学等多个学科领域。水利学关注水流的运动规律、水资源的调配利用等,它为工程提供水资源相关的理论依据,指导诸如水库库容设计、泄洪设施规划等。土木工程学侧重于建筑结构的稳定性和耐久性,像大坝、厂房等结构的设计与施工技术。电气工程学则聚焦于发电、输电等环节的设计,确保电力系统的高效运行。生态学考虑工程对周边生态环境的影响和生态保护措施的制定。不同学科都有各自独特的专业知识和严格的技术标准,这些需要进行有效的融合。例如,水利工程师在设计时可能更注重水流的顺畅和水利功能的实现,而建筑师可能更关注建筑的外观和内部空间利用,两者在设计理念和方法上存在差异。若不能密切沟通协调,可能导致设计冲突,如建筑结构影响水流通道或者水利设施布局破坏建筑整体美感等问题,只有充分协调各学科,才能保证设计的整体性和合理性。

### 3.4 安全风险因素

水利水电工程在国民经济和社会发展中有着至关重要的地位,但因其规模巨大且与水资源密切相关,一旦失事,后果不堪设想。所以在设计阶段,必须全方位考虑各种安全风险。首先,自然灾害是重要的威胁因素。地震可能会使水利水电建筑结构发生破坏,导致坝体开

裂、坍塌等严重问题。因此在设计大坝等关键建筑时,要依据当地的地震烈度等参数,按照严格的抗震标准进行设计,确保在地震发生时结构仍能保持稳定。洪水也极具破坏力,它可能对建筑产生巨大的冲击力和浮力,设计时需要考虑洪水的最大流量、水位等因素,保证建筑有足够的防洪能力<sup>[3]</sup>。除了自然灾害,人为破坏因素也不容忽视。在复杂的社会环境下,存在恶意破坏水利设施的可能性,这就要求设计中要采取相应的防范措施,如设置防护围栏、监控系统等。同时,为了及时发现和处理潜在的安全隐患,要在工程中设置先进的安全监测系统,对建筑的变形、渗流、应力等关键参数进行实时监测,以便在问题萌芽阶段就采取有效措施,保障水利水电工程的安全运行。

#### 4 水利水电工程建筑设计改进策略

##### 4.1 采用先进的设计技术与方法

现代水利水电工程建筑设计需充分利用先进技术。计算机辅助设计(CAD)和建筑信息模型(BIM)等技术是关键。CAD可快速精确绘制各种设计图,保障设计的准确性和规范性。BIM技术更是具有卓越优势,它能实现三维可视化设计,将抽象的设计概念转化为直观的三维模型。通过模拟施工过程,可清晰呈现每个施工步骤和环节,提前发现诸如施工空间冲突、材料堆放与吊运问题等。对于工程运行情况,BIM也能模拟,像分析水流对建筑结构的作用力、设备运行中的相互影响等,从而及时发现设计中的冲突和问题。例如在水电站设计中,可通过BIM模型查看厂房内设备与建筑结构的空间关系,避免施工碰撞,极大提高设计效率和质量。

##### 4.2 加强多学科团队协作

水利水电工程建筑设计涉及水利、建筑、电气、生态等多学科。各学科专业人员组成的团队需紧密协作。不同学科背景的成员拥有独特知识和视角。水利专家了解水资源特性和水利设施功能需求,建筑工程师专注建筑结构安全与美观,电气工程师负责电力供应与传输系统设计,生态学者关注工程对生态环境的影响。通过定期沟通交流、共同制定设计方案和评审机制,整合各学科知识。比如设计生态鱼道时,水利工程师和生态学家携手,依据鱼类习性和水流条件确定鱼道形式与尺寸,确保设计全面满足需求。

##### 4.3 注重可持续发展理念

在设计过程中,要始终贯彻可持续发展理念。从资源利用角度,优先采用节能的照明和设备系统,降低能耗。例如选用高效节能灯具和节能型发电、抽水设备。同时,积极利用可再生能源,如在部分附属设施中使用太阳能供电,减少对传统能源的依赖。在水资源管理方面,优化工程运行管理模式,依据不同季节和用水需求,科学调配水资源,减少浪费,提高水资源利用效率,保障工程长期效益。

##### 4.4 提高风险评估与应对能力

水利水电工程建筑的安全至关重要,必须提高风险评估与应对能力。建立完善的风险评估体系,全面分析工程建设和运行中的风险。对于自然灾害风险,如地震、洪水等,依据当地地质、水文资料量化分析。在设计中采取抗震、防洪措施,如加固建筑结构、设置合理泄洪通道。针对技术风险,对新技术、新材料充分试验和论证,确保安全可靠。同时考虑人为因素风险,如设置安全防护设施和人员培训机制。根据风险评估结果,制定应对措施,如增加安全储备、设置备用设备,确保工程可维护性和可修复性,降低损失。

#### 结束语

总之,水利水电工程建筑设计是一个复杂且关键的领域。从设计概述、主要内容到实践挑战和改进策略,每一个环节都紧密相连。我们看到设计从功能主导走向多功能、生态友好与美观并重,这是时代发展的必然要求。在实践中,复杂自然条件、环境与生态保护、多学科融合以及安全风险等挑战,时刻考验着设计团队。然而,通过采用先进技术与方法、加强多学科协作、秉持可持续发展理念和提高风险评估应对能力,我们能有效应对这些挑战。未来,需持续深化这些策略的应用,在保障水利水电工程安全、高效运行的同时,更好地平衡经济发展、生态保护和人文需求,推动行业向着更科学、更完善的方向发展。

#### 参考文献

- [1]李锐.解析水利水电建筑工程施工质量控制[J].智能城市,2018(13)68-72.
- [2]李威.探究水利水电工程建筑设计实践与创新[J].智能城市,2018(10)101-112.
- [3]李文泽.水利水电工程建筑设计实践与创新[J].建筑工程技术与设计,2020(24):107-109.