

水利工程建筑设计方法及其未来发展趋势

任波

河北省水利水电勘测设计研究院集团有限公司, 天津, 300000;

摘要: 水利工程建筑设计是现代基础设施建设的重要组成部分, 其核心导向已从单纯满足防洪、灌溉、发电等功能性需求, 转向功能性、生态性、美观性与社会需求的综合兼顾, 凸显系统化、精细化、前瞻性特点。设计过程需遵循功能、生态、经济、创新四大核心原则, 借助 BIM、数字孪生等技术优化平面与造型设计, 实现工程与自然环境的协调。三维设计技术的应用深刻改变了设计模式, 提升了设计精度与效率。未来, 水利工程建筑设计将朝着智能化、生态化、标准化、精细化方向发展, 注重跨学科合作与全生命周期管理。本文总结当前设计思路与具体内容, 展望发展趋势, 为行业发展提供参考, 助力全球水资源可持续利用。

关键词: 水利工程; 建筑设计; BIM 技术; 绿色生态; 智能化设计

DOI: 10.69979/3029-2727.26.05.013

引言

水利工程作为保障水资源合理利用、抵御水旱灾害的核心基础设施, 其建筑设计质量直接关系到工程效益、生态保护与社会可持续发展。随着全球气候变化加剧、生态环境问题凸显及智能化技术发展, 传统水利工程建筑设计的单一功能导向已难以适应时代需求。当前, 水资源短缺、极端天气频发等问题对水利工程提出了更高要求, 亟需推动设计理念与技术的革新。基于此, 本文围绕水利工程建筑设计的核心思路、具体内容及三维设计技术应用展开分析, 探讨行业未来发展趋势, 为优化水利工程设计、实现工程与生态协同发展提供思路与支撑。

1 水利工程建筑设计核心思路

1.1 设计核心导向

水利工程建筑设计的主要目标是实现功能性和生态性的完美结合, 同时也需要考虑美观性和社会需求。近年来, 由于全球气候变化和生态环境问题日益严重, 水利工程建筑设计已经不再仅仅是单纯的满足功能性的要求, 而是要从多个方面进行综合考虑。现代水利工程建筑设计不仅要满足防洪、灌溉、发电等功能性要求, 还要充分考虑其对周围环境的影响以及与自然景观的协调一致。尤其是以生态优先为原则, 在设计过程中更加重视水资源的合理利用和生物多样性的保护。同时, 智能化技术的发展也为设计带来了新的机遇, 在数字建模的基础上进行仿真分析可以更好地预测工程运行情况并对设计方案进行改进。因此, 在这种情况下, 水利

工程建筑设计的重点越来越倾向于系统化、精细化、前瞻性, 即在保证工程效益的前提下尽可能地降低对自然环境的影响并且使建筑物具有更好的视觉效果和文化品位。

1.2 设计核心原则

水利工程建筑设计的基本原则是功能性、生态性、经济性和创新性的统一。功能性是水利工程建筑的本质特征, 在进行设计时要以满足工程需要为基础, 保证建筑物安全可靠。但是, 只考虑功能性已经不能满足当今社会的需求, 生态性也成为设计的一个重要因素。利用绿色设计思想和方法, 比如植被护坡、雨水收集等, 可以大大减少工程建设对环境的影响, 实现人与自然和谐相处。经济性要求在设计过程中尽量节省开支, 防止浪费, 同时兼顾工程的经济效益和社会效益。另外, 创新性是促进行业发展的重要力量, 在整个设计过程中都要体现出来。比如, BIM 技术的应用大大提高了工作效率, 使各专业之间能够更好地配合。数字孪生技术的应用也为工程全生命周期管理提供技术支持。这些新技术的应用使水利工程建筑设计更科学合理。而在具体实施过程中, 要根据实际情况适当改变设计方案, 做到各个方面的兼顾, 从而设计出符合时代发展要求并且具有长远意义的水利工程建筑。

2 水利工程建筑具体设计内容及三维设计技术应用

2.1 水利工程建筑具体设计

2.1.1 平面设计

水利工程建筑设计中的平面设计是整个工程的基础，其核心在于合理规划功能分区与流线布局，保证工程在满足功能性要求的同时有良好的空间利用率。平面设计要考虑到水文情况、地形地貌及周围环境的关系，在复杂的地形中如何做到水流合理引导和资源最优分配是难点所在。近年来，随着计算机技术的发展，平面设计已经由传统的二维图纸发展到基于 BIM 技术的三维建模，提高了设计准确度并且有利于各专业的配合工作。通过对水利工程各个部分如泄洪区、蓄水区、发电区等进行合理安排并结合智能化管理要求，平面设计可以更好地服务于整个工程的全生命周期管理。同时，由于气候变化对水利工程的影响越来越大，平面设计需要充分考虑极端天气情况下的适应性，比如增加冗余设计来应对突发洪水或者干旱等情况。这些设计理念的变化，为水利工程的可持续发展打下良好基础。

2.1.2 造型设计

水利工程建筑的造型设计不仅影响其外观美丑，而且对其功能以及与周围环境协调性起到决定作用。当今水利工程建筑造型设计已经由过去单纯功能性向功能性、艺术性和生态性相结合发展。利用曲线、流线型等自然因素可以使水利工程建筑在外观上与周围环境相协调，同时也减少了对自然环境破坏。比如，在大坝或者水闸设计时用圆润曲线可以减轻水流冲击力并且使整个建筑物看起来更加美观大方。近年来，绿色设计理念被广泛应用于水利工程建筑造型设计当中，更加重视材料选取以及能源使用效率，做到既保证功能又达到节能减排目的。另外，造型设计还要考虑文化内涵，在设计中加入当地特色文化元素，让水利工程成为当地文化标志物。这样一种全方位设计理念使水利工程具有更高社会价值和生态意义。

2.2 三维设计技术应用

三维设计技术的应用正在深刻改变水利工程建筑设计的方式与效率，尤其是在复杂的工程项目上有着明显的优势。未来，随着人工智能和大数据的发展，三维设计将在水利工程中起到越来越大的作用，促进整个行业的发展。

2.2.1 BIM 技术提升设计效能

基于 BIM 技术的三维设计，彻底打破了传统二维设计“各自为战”的局限，实现了从初步设计、方案论

证到施工图设计、后续运维的全过程数字化、可视化管理，大幅提升了设计精度与工作效率，成为新时代水利工程设计领域的核心支撑技术。通过搭建精准的水利工程三维模型，设计者能够直观、清晰地呈现建筑物的空间布局、各构件的衔接细节、水流的具体走向，以及施工过程中的工序衔接与可行性，有效规避了二维设计中易出现的空间冲突、尺寸偏差、管线交错矛盾等问题，从源头减少设计变更与施工返工，降低工程成本。

在大型水库、跨区域引水工程、河道治理等重点水利项目中，BIM 三维设计的优势尤为突出。借助该技术可精准模拟水流动力学特性，通过数值模拟分析不同工况下的水流速度、压力分布、水位变化等关键参数，进而科学规划管道铺设位置、优化泄洪通道的尺寸与走向，兼顾工程安全与经济合理性。同时，三维模型可整合地质勘察、水文监测等多方面数据，为设计方案的优化提供全面支撑，确保工程既满足长期安全运行要求，又实现资源合理利用。此外，BIM 三维设计还能为施工单位提供精准、全面的技术指导，助力施工流程规范化、精细化，切实提升水利工程设计的整体效能与工程质量。

2.2.2 数字孪生赋能智慧管理

数字孪生技术的应用，极大丰富了三维设计的内容与应用场景，为水利工程智慧化发展和全生命周期管理奠定了坚实基础，成为推动水利行业转型升级的核心驱动力。数字孪生技术以三维设计模型为核心，整合 GIS 地理信息、物联网感知、大数据分析等前沿技术，通过部署在工程各关键部位的传感器，实时采集工程实体的水位、流量、应力应变、设备运行状态等各类数据，精准构建与实体工程 1:1 对应的数字镜像，实现对工程实体的全方位、高精度复刻与动态实时监控，彻底打破了传统水利工程“设计与运行脱节、监测与管控分离”的困境。

在工程运行阶段，数字孪生模型可实时同步反馈工程结构健康状态、水流变化规律、机电设备运行参数等关键信息，工作人员无需现场巡查，通过可视化平台即可远程实时监测工程运行全貌，精准捕捉异常数据，提前预判潜在故障、排查安全隐患，并依托模型模拟分析，制定科学高效的维修养护方案，有效降低人工巡查成本和运维损耗，显著延长工程使用寿命。同时，数字孪生技术可模拟暴雨、洪水、台风等极端工况下的工程响应过程，精准预测水位上涨、结构受力等变化趋势，为应

急处置决策提供科学依据,提升水利工程抗灾减灾能力。此外,其还能贯穿工程设计、建设、运行、退役全生命周期,实现各阶段数据互联互通,推动水利工程实现全生命周期的精细化、智慧化管控,助力水利工程高质量发展,为保障水资源安全、防范水旱灾害提供有力支撑。

3 水利工程建筑设计的未来发展趋势

水利工程建筑设计是现代基础设施建设的一个重要方面,其设计理念的进步和发展对工程质量、环境协调性和可持续性有着重要影响。近年来,由于全球水资源日益紧张以及气候变化带来的问题越来越严重,水利工程建筑设计已经由单纯的实用性目标发展为更加全面的设计理念。传统的经验设计方法虽然在一些简单的工程项目上还有一定的应用价值,但是在复杂的水文条件以及多种多样的生态环境限制下,其不足之处越来越明显。而以 BIM 技术为代表的数字化设计方式正在改变着这一行业。利用三维建模及信息整合, BIM 技术不仅可以提高设计精度,而且可以实现不同专业的配合,使大型水利工程有更好的设计方案。同时,绿色生态设计理念的应用也使水利工程在保证自身功能的同时,更好地保护周围的生态环境,达到人与自然和谐共处的目的。智能化管理系统的应用也大大提高了水利工程的运行效率以及安全性,为整个生命周期管理打下良好基础。

展望未来,水利工程建筑设计将朝着智能化、生态化、标准化以及精细化方向发展。人工智能辅助设计将成为主流,利用算法优化设计方案,大大节省设计时间,提高决策合理性。数字孪生技术的应用将使水利工程从设计到运维全过程实现数字化转型,做到虚实结合。绿色低碳理念会进一步贯穿整个设计过程,在使用可再生资源 and 节能技术方面减少对环境的影响。模块化和标准化设计有利于提高施工效率,节约成本,同时也使工程具有更好的可复制性和灵活性。有研究认为,未来水利工程建筑设计会更加重视跨学科合作,注重整体性和长远性,以满足日益增长的社会需求和技术进步。这将是推动行业发展的重要力量,也是实现全球水资源可持续

利用的关键所在。

4 结语

水利工程建筑设计是现代基础设施建设的重要内容之一,其发展不仅影响到工程本身的质量和效率,而且对于生态环境保护和可持续发展起到至关重要的作用。随着科技的发展以及社会的需求变化,水利工程建筑设计正在由传统的经验主义向数字化、智能化、生态化转变。这不仅是技术的进步,也是设计理念和方法上的巨大进步。利用人工智能进行辅助设计、数字孪生技术和绿色低碳的理念,使水利工程建筑的设计更加精确快速,而且兼顾了实用性和美观性,适应了复杂的环境。另外,未来的水利工程建筑设计会更加重视多学科交叉融合,注重整体性和前瞻性,以解决气候变化及资源短缺的问题。而模块化和标准化设计的应用也大大提高了工作效率,节省了资源。这都说明水利工程建筑设计正在进入一个更加智能化、绿色化、精细化的时代。本文对目前的设计方法进行总结并对其未来的发展趋势进行展望,为相关行业提供参考意见和建议,促进水利工程建筑设计在全球可持续发展中发挥更大的作用。

参考文献

- [1] 薛辉,黄淑娟,周海霞. 水利工程建筑设计方法及未来发展趋势[J]. 居业,2018,(11):65+67.
- [2] 王启见. 21世纪水利建筑工程设计发展趋向[J]. 工程建设与设计,2018,(04):129-130.
- [3] 张金贵. 研究水工建筑中防渗透技术及应用[J]. 低碳世界,2017,(22):115-116.
- [4] 战淑静. 水利工程建筑设计方法以及未来发展趋势探讨[J]. 科技传播,2012,4(21):84+96.
- [5] 张雪华. 试述水利工程建筑设计方法及未来发展趋势[J]. 科技创新导报,2012,(20):48.
- [6] 徐景龙,董刚. 试述水利工程建筑设计方法及其未来发展趋势[J]. 中小企业管理与科技(下旬刊),2009,(01):140.