

# BIM技术在抽蓄电站房屋建筑工程中的应用

周忠超 田永戈

中国水利水电第四工程局有限公司 青海西宁 810000

**摘要：**抽水蓄能电站是新一代电力系统的核心调节电源，其房屋建筑工程兼具功能复合性、布局紧凑性及与机电系统高衔接性等特点，在实际工程中，房屋建筑工程质量将直接决定抽蓄电站的运行情况与稳定性。基于平面图的传统施工方式容易产生设计冲突和信息断层，很难适应复杂的项目要求。在数字化时代，BIM技术在抽蓄电站房屋建筑工程中得到了广泛应用，可以使建筑管理模式从二维向三维推进，促使工程管理水平得到提高。本文将深度分析常规抽蓄电站房屋建筑工程中存在的问题，并提出BIM技术在抽蓄电站房屋建筑工程中的应用，以期能为抽蓄电站房屋建筑工程建设提供参考。

**关键词：**BIM技术；抽蓄电站；房屋建筑工程

在“双碳”目标引领下，我国新型电力系统建设加速推进，抽水蓄能电站作为唯一可实现大容量、长时间储能的调节电源，其规模化发展成为保障电力系统安全稳定运行的关键支撑。此类电站如同一个清洁的“蓄电池”，在电力负荷低谷时，利用富余电量将下水库的水抽到上水库，在电力负荷高峰时，又可以将上水库的水用来发电，是电网中无可替代的调节电站。根据国家能源局公开数据，“十四五”期间全国规划开工抽蓄电站装机容量约1.2亿千瓦，2025年累计装机将达6200万千瓦。房屋建筑作为电站配套核心，占工程总投资的15%~20%，在实际工程建设中，需持续提升房屋建筑的质量。BIM技术为房屋建筑工程中常用的技术之一，指的是以三维数字化建模为核心，整合工程全生命周期数据的数字化工具。将其应用于抽蓄电站房屋建筑工程中进一步提升抽蓄电站房屋建筑工程建设精准度与效率，为电站配套建筑高质量建设提供技术支撑。

## 一、常规抽蓄电站房屋建筑工程中存在的问题

### （一）决策不当引发规划估算问题

工程传统的基于平面图和经验的决策模式难以精准平衡这些复杂需求，往往会出现投资估算偏差的问题，依赖定额套算，忽略地形调整、特殊材料等变量，偏差率普遍较大。场地规划冲突问题也较为常见，主要因部分地区电站地形复杂，传统平面布局易与山体、输电线路冲突，后期调整成本较高。

### （二）抽蓄电站房建设计问题

抽水蓄能电站房屋建筑工程设计的关键是多学科协

作和特定工作环境，需要同时满足建筑、结构、机电、暖通、消防等多个学科的需求，并能适应电站高湿、多尘、抗振等特殊环境。这就会导致抽水蓄能电站房屋建筑工程设计阶段中常存在专业冲突率高的问题，各专业图纸独立绘制，管线碰撞、结构梁与设备冲突等问题检出率有待提升。并且，部分设计人员并未考虑到特殊工况，比如未充分计算设备运行振动对建筑结构的影响，导致后期墙体开裂的可能性较大。此外，设计修改效率较低也是存在重点关注的问题，抽水蓄能电站房屋建筑施工往往牵一发而动全身，在修改时需手动更新其他专业图纸，修改周期较长。

### （三）房建施工多维度问题

抽水蓄能电站房屋在建造过程中，主要依赖于传统的纸张设计、现场指导等方式，存在着由于信息传输落后而造成的工序脱节、质量隐患遗漏等问题。在实际施工中，土建、机电、钢结构等多个学科在受限的工作区域争夺工作面，缺少对前阶段过程验收和后期过程连接的有效协调机制。另外，建筑工程的质量追溯系统也有很大的缺陷，比如混凝土强度和钢筋保护层的厚度等等关键指标检测数据与构件无法精准对应。另外，材料浪费问题也较为严重，比如说钢筋加工依赖经验下料导致梁柱节点等复杂部位余料过多；再比如，混凝土浇筑因模板拼缝漏浆与浇筑顺序不当造成洒落损耗等。

### （四）设备管理与安全隐患

抽蓄电站房屋建筑工程量大、设备多，在运维管理中常存在设备管理分散的问题，设备的档案多为纸质记

录, 查询效率低, 故障排查时间长。并且在房屋建筑中, 存在火灾、渗水等安全隐患, 常规运维管理中人工巡检对安全隐患的发现较为滞后, 容易因问题发现不及时而导致安全隐患扩大, 影响工程安全性与运维管理成本。

## 二、BIM技术在抽蓄电站房屋建筑工程中的应用

### (一) BIM技术在工程决策中的应用

抽蓄电站房屋建筑工程的决策阶段是工程价值实现的基础, 需同时兼顾功能适配性、地形兼容性与经济合理性。区别于一般的民用建筑物。抽水蓄能电站房屋建设工程不仅要满足办公、运营等基本需求, 还要与电站厂房、输电设施等重要结构进行精准对接。比如《抽水蓄能电站建筑设计规范》DL/T 5458-2013明确要求运维办公楼需与中央控制室保持 $\leq 50$ 米的应急响应距离; 《电力工程厂房建筑设计规范》DL/T 5094-2016提出设备辅助房需预留 $\geq 3.5$ 米宽的设备运输通道以适配大型机电检修设备等, 在实际建设中对地形适配性与功能兼容性要求极高。

BIM在抽水蓄能电站房屋建筑工程施工方案决策中具有关键作用, 可突破以往决策过程中存在的信息孤岛问题, 实现决策从经验驱动向数据驱动转型。在实际应用中, 技术人员将整合地质勘察数据、区域经济数据、行业标准数据等多维度内容, 同时结合国家能源局的相关行业标准, 如防火、抗震等相关标准, 建立一个动态的数据库。这种数据整合并非简单的信息叠加, 而是通过数据关联实现各决策要素的联动分析, 为精细化的投资估算、用地规划合理性、功能布局适应性等重大问题的决策支持, 从根源上避免主观和盲目以便为决策提供必要的参考信息<sup>[1]</sup>。

整合多维度信息后, 技术人员会进行多方案模拟, 利用BIM模型对建筑布局、功能分区进行可视化展示, 并且对比各方案的征地面积、运输距离、运维效率等指标, 提高决策的科学性和准确性。方案模拟期间会进行协同分析与决策, 将成本信息与规划设计进行关联, 以达到对项目的投资评估进行动态调节, 并利用地貌信息进行地块矛盾识别, 保证项目的可行性。

以世界最大抽蓄电站, 丰宁抽水蓄能电站为例, 该抽蓄电站总装机360万千瓦, 配套房屋建筑总面积8.6万平方米, 在施工决策阶段, 利用BIM技术对各个办公楼、设备用房等进行模拟, 并将其与地形信息进行整合, 建立工程数据库, 进行动态化分析与成本估算。在应用中, 技术人员可以利用BIM技术对周边机电设施及输电线路

的空间布局进行精准化分析, 可以规避场地冲突、过度征地等决策风险。比如说, 技术人员通过对输电线路的3D坐标值进行建模, 使原来计划中的变电站选址进行适当偏移, 避开220kV输电线路安全距离要求, 减少征地面积12亩。这样既可以减少初期计划的调整费用, 又可以保证建筑物的使用性能和运行需要。除此之外, BIM技术还可以提前对接国家能源局, 保证了建设过程中所需的数据与电厂智能维护系统的兼容性, 降低后续的工程建设成本。

### (二) BIM技术在设计阶段中的应用

BIM技术在抽蓄电站房屋建筑工程设计阶段的应用, 其关键在于构建3D可视化模型和跨学科协作平台, 突破2D设计方案中存在的碎片化问题, 提高设计结果的准确性和可操作性<sup>[2]</sup>。设计团队可以采用Revit软件构建建筑、结构、机电一体化模型等将各专业基于同一模型设计, 实时共享数据。比如结构工程师调整梁体尺寸时, 机电专业的管线走向会同步触发碰撞预警, 从而达到动态的设计协作。设计团队还可以将BIM与FEM软件联动, 模拟设备振动、抗渗性能等特殊要求, 优化结构设计。此外, 实时性、更新性是BIM技术的主要优势之一, 当设计团队调整参数后, 模型可以自动更新相关构件与图纸, 并进行合理优化, 在提高设计团队工作效率的同时, 还可以保障设计的精准性。

以安徽绩溪抽水蓄能电站房屋建筑设计为例, 该工程总装机180万千瓦, 配套房屋建筑3.2万平方米。在设计阶段, 设计团队利用BIM建模方法进行管路一体化设计, 并采取碰撞探测等方法, 识别出空调风管与消防管道的空间冲突点, 可以显著解决以往各个施工环节专业设计图纸不一致的难题。并且, 设计人员可以利用BIM技术的参数化特性, 实现办公区域高度、设备用房承载能力等参数的实时动态调节, 同时联动生成更新后的工程量清单, 大幅提升设计修改效率, 以实现对项目进度和项目进度的优化。基于BIM技术, 安徽绩溪抽水蓄能电站房屋建筑整体设计得到显著优化, 绩溪电厂住宅建设工期比业内平均值减少18%, 工程图会审合格率达到98%, 其应用价值与国家能源局推动的抽蓄电站数字化设计要求高度契合。

### (三) BIM技术在施工管理中的应用

与常规房屋建筑工程不同, 抽蓄电站房屋建筑施工阶段需重视多工序协同与质量安全管控, 这是因为抽蓄电站房屋建筑施工往往与电站厂房、开关站等主体工程

同步推进,运维检修楼、材料库房等建筑需精准匹配机电设备安装节点交付,且需满足高抗震、高抗渗等质量标准。BIM技术在抽蓄电站房屋建筑施工管理中的应用核心是通过动态三维模型构建一体化管控体系,解决电站建设中多专业交叉密集、工序衔接紧密、现场协调困难等突出问题<sup>[3]</sup>。

技术人员可以通过BIM的参数化建模与信息集成,实现工程进度4D进度计划分析与管控,将项目调度中的抽象时间节点转换成可视化的三维动态过程,并对其进行数字化模拟和跟踪。基于动态模型的全流程管控,既实现进度协同,又覆盖安全与成本管控。该系统可将建筑结构、机电安装、施工计划等多维度信息融入统一模型,并实时分享和更新施工资料。同时,通过对各专业的建设流程进行逻辑相关性的分析,能够自动识别出项目中的潜在冲突,根据施工资料,对进度规划进行动态修正,保证进度偏差总是处于一个合理的区间内。还可以通过BIM建模对深基坑、高支模搭设等高危操作进行模拟,对存在的安全风险进行预警。比如说,在利用BIM技术进行模拟时发现,抽水蓄能电站检修车间高支模立杆间距过大,施工人员可以及时将其调整至 $\leq 1.2$ 米,确保其符合《建筑施工模板安全技术规范》(JGJ162-2008)中的相关要求。另外,通过BIM建模,管理者可以精确地估算出施工过程中材料的具体数量,制定出物资购买方案,最大限度地降低成本。

某抽水蓄能电站在房屋建筑施工阶段,项目部基于BIM技术搭建了可视化施工管理平台。该平台可以将建筑结构模型与施工进度计划深度绑定,在应用中,管理者通过对钢筋绑扎、模板安装、混凝土浇筑等过程进行动态模拟,使管理者能够直接辨识出施工过程中存在的矛盾与风险,并对其进行相应的修正。针对电站建筑抗震等级高的要求,技术人员可以采用BIM建模方法模拟梁柱节点施工,在其基础上植入钢筋间距和锚固长度等多个主要质量控制点,现场施工人员通过移动终端调取数据核对,从而大幅提高关键工序一次验收合格率。

#### (四) BIM技术在运维管理中的应用

在抽蓄电站房屋建筑工程中,运维管理是重要的环节之一,将直接决定工程的安全性。BIM具有强大的数据分析能力,技术人员可以利用BIM技术将设备参数、

安装记录、检修历史等数据录入BIM模型,扫码即可查询,并建立可视化的运维管理模式。再在建筑内布置温湿度、振动、烟雾等传感器。在BIM的运营和维护中,管理者可以利用信息平台对任意区域的设备数据进行迅速的获取,并与物联网传感器获取的温度、湿度、设备运行参数等相关的数据融合,设备在运行过程中出现异常情况,平台将会自动报警。比如,当系统检测到配电房温度超40℃时,模型自动定位并推送预警信息以便管理人员尽快进行处理。当明确问题后,还可以利用BIM模型模拟不同检修方案,对比成本与效果,如模拟消防管道检修时选择夜间检修方案,减少对电站运维影响。

以浙江天荒坪抽水蓄能电站为例,该工程以BIM为基础,构建智慧运维管理平台,将办公楼、检修库电梯、通风、消防设施等设备数据导入到BIM平台中,并且通过模型可视化定位设备位置,以便在发现问题时第一时间进行定位。BIM技术还可以模拟火灾、设备故障等应急场景进行模拟,事先制定人员撤离路线和处理过程,降低意外损失。这一运维管理模式充分符合抽蓄电站长效安全、低成本运维的核心需求,在提升工程安全性的同时,降低工程运维管理成本。

#### 结束语

在抽蓄电站房屋建筑工程中,BIM技术不仅可以优化工程质量,还可以降低施工时间与成本,为工程建设的高效化、精准化提供了核心支撑。在科学技术的持续发展与进步下,BIM技术在抽蓄电站房屋建筑工程中的应用将会向智能性、交互性的方向发展,以持续提升抽蓄电站房屋建筑工程,推动行业发展。

#### 参考文献

- [1] 杨恩方, 陈大森. 抽水蓄能电站建筑装配式墙体技术与应用[J]. 人民珠江, 2024, 45(S2): 83-85.
- [2] 王仲, 李世强. 数字孪生抽水蓄能电站建设研究[J]. 水利水电快报, 2023, 44(09): 110-115+122.
- [3] 肖凯, 季怀杰. 基于BIM+GIS抽水蓄能电站数字化交付平台应用研究[J]. 水利技术监督, 2021, (10): 60-62+89.