

BIM技术在复杂工程项目管理中的集成应用与效益分析

魏 应

中冶建工集团有限公司 重庆大渡口 400000

摘 要: 随着建筑行业的发展, 复杂工程项目不断涌现。这些项目往往具有规模庞大、结构复杂、涉及多方参与等特点。传统的项目管理方法在应对这些复杂项目时面临诸多挑战, 例如信息沟通不畅、进度控制困难、成本超支风险大等。BIM (建筑信息模型) 技术作为一种数字化创新技术, 为复杂工程项目管理提供了新的解决方案。它能够集成项目全生命周期中的各种信息, 实现不同参与方之间的高效协作, 并在工程规划、施工、运维等各个阶段发挥重要作用。

关键词: BIM技术; 项目管理; 集成应用

引言

从项目管理的角度来看, 需要对项目的各个环节进行更加精细化的管理, 包括规划、设计、施工和运维等阶段。在规划阶段, 需要准确预测项目的规模、功能需求和可能面临的风险; 在设计阶段, 要确保各个专业之间的协同设计, 避免设计冲突; 施工阶段则需要对进度、

质量和安全进行严格的管控; 运维阶段更是要关注设施的长期运行性能和成本效益。

一、复杂工程项目的特性分析

复杂工程项目在规模和结构特征方面展现出诸多独特之处。具体如下表1所示。

表1 复杂工程项目的特性

项目名称	规模特征	结构特征	建设周期	涉及工程技术
北京地铁网络扩展工程	线路总长数十甚至上百公里, 涉及众多站点建设, 大量土方与建筑结构施工, 广泛地下空间开发	线性分布, 站点有地下、地上等不同结构	数年	隧道挖掘、轨道铺设、电气系统集成等
大型商业综合体项目	占地面积大, 包含多种功能区域	多层次、多功能, 有高层塔楼、大跨度商业中庭、复杂地下停车场	数年	混凝土浇筑、钢结构安装、空间设计优化等
斜拉桥桥梁工程	跨江跨海等大跨度建设, 资金投入大	结合混凝土与钢材, 通过斜拉索连接主塔和主梁	数年	材料力学、结构力学、施工工艺控制等
三峡工程	占地面积广, 综合效益工程, 资金投入巨大	大坝、电站厂房、船闸等多种结构	15年	混凝土重力坝技术、水轮发电机组安装技术等

二、BIM技术在复杂工程项目管理中的集成应用与效益具体分析

(一) 工程规划阶段的应用探索

1. 可视化设计与优化方法

在工程规划阶段, 可视化设计与优化方法是BIM技术的重要应用之一。通过BIM软件创建的三维模型, 工程人员能够以直观的方式呈现整个工程项目的全貌。例如, 在建筑工程中, 设计师可以清晰地看到建筑物的外观造型、内部空间布局以及各个构件之间的关系。

可视化设计还能促进多专业协同工作。在工程项目中, 建筑、结构、给排水、电气等多个专业需要密切配合。BIM模型可以整合各个专业的设计信息, 不同专业的人员可以在同一个三维模型中进行沟通和协作。

在优化方法方面, BIM技术可以基于参数化设计进行多种方案的快速比较。例如, 可以通过改变建筑的外形尺寸、层数、功能布局等参数, 快速生成多个不同的设计方案。然后根据采光、通风、能耗等性能指标对这些方案进行评估和比较。

2. 资源配置与成本预估

在工程规划阶段, 资源配置与成本预估是确保项目顺利进行的关键环节。BIM技术为这一环节提供了高效而准确的方法。

对于资源配置, BIM模型包含了项目各个构件的详细信息。以建筑工程中的钢材和混凝土用量为例, BIM模型可以精确计算出每个结构构件的尺寸和用量, 从而为材料的采购和供应提供准确的数据支持。根据模型数

据,施工单位可以合理安排材料的进场时间和堆放地点,避免材料的积压和浪费。

在人力资源配置方面,BIM模型可以根据项目的进度计划和工作任务分解,分析每个阶段和每个工作区域所需的人工数量和工种类型。例如,在基础施工阶段,根据模型中基础的规模和施工工艺要求,可以确定需要的混凝土工、钢筋工和模板工的数量。通过合理配置人力资源,可以提高劳动效率,减少人工成本。

在成本预估方面,BIM技术具有独特的优势。由于BIM模型中的信息包含了构件的材质、尺寸、数量等详细数据,结合市场上的材料价格和人工费用,可以准确计算出项目的直接成本。例如,一个桥梁建设项目,通过BIM模型统计出所有桥梁构件的混凝土用量、钢材用量以及各种构配件的数量,再乘以相应的市场单价,就可以得出材料成本。根据人力资源配置情况计算出人工成本,再加上机械设备的租赁费用等间接成本,就能得到较为准确的项目总成本预估。而且,随着项目的推进,如果发生设计变更,BIM模型可以及时更新相关数据,重新计算成本,使成本预估始终保持较高的准确性。

3.风险评估与预案制定

工程规划阶段的风险评估与预案制定对于项目的成功实施至关重要,BIM技术在这方面发挥着积极的作用。

在风险评估方面,BIM模型可以提供丰富的信息用于识别各种风险因素。例如,在地质条件复杂的地区进行工程建设时,BIM模型中的地形地貌数据、地质勘探数据可以帮助识别潜在的地质灾害风险,如滑坡、塌陷等。通过对模型的分析,可以确定哪些区域容易受到这些风险的影响。以山区的公路建设项目为例,利用BIM模型中的地形数据和地质数据,发现部分路段位于山体滑坡的高风险区域。

基于BIM模型还可以对施工过程中的风险进行评估。例如,通过分析建筑物的高度、结构形式以及施工现场的周边环境,可以评估高空作业、塔吊作业等带来的风险。在一个高层建筑项目中,根据BIM模型显示,建筑物周边有高压线等障碍物,这就增加了塔吊作业时触电的风险。

在预案制定方面,一旦识别出风险,就可以利用BIM模型制定相应的应对预案。对于上述山区公路建设中的滑坡风险,可以在BIM模型中模拟不同的防护措施,如设置挡土墙、进行边坡加固等方案的效果。根据模拟结果确定最有效的防护措施,并制定详细的应急预案,包括应急物资的储备、人员的疏散路线等。对于高层建筑塔吊作业的触电风险,可以制定严格的塔吊作业安全操作规程,规定塔吊的活动范围,在BIM模型中标记出危险区域,并且制定一旦发生触电事故后的救援和应急

处理流程等。

(二)施工阶段的技术实现路径

1.动态监控与进度管理

在复杂工程项目的施工阶段,动态监控与进度管理是确保项目顺利进行的关键环节。通过BIM技术,可以实现对施工进度实时、精确监控。例如,在某大型商业综合体建设项目中,施工团队利用BIM模型与项目管理软件的集成,为每个施工任务分配了特定的时间节点和资源需求。

BIM模型中的构件信息与施工进度计划相关联,使得管理人员能够直观地看到每个构件的施工状态。借助传感器技术,如在关键结构部位安装位移传感器、温度传感器等,可以将实际施工中的数据反馈到BIM模型中。一旦出现进度偏差,系统能够及时发出预警。据统计,在采用这种动态监控与进度管理方法后,该商业综合体项目的整体进度偏差控制在 $\pm 5\%$ 以内,相比传统管理方式下10%~15%的进度偏差有了显著改善。

BIM技术还支持4D(3D+时间)模拟,能够以动画形式展示整个施工过程。施工人员可以提前了解各施工工序的先后顺序和时间安排,有助于合理安排资源和优化施工流程。这种4D模拟在桥梁建设项目中也得到了很好的应用。在一座跨海大桥的建设中,通过4D模拟,施工团队发现了原计划中在某些关键施工节点上存在的资源冲突问题,及时调整了施工顺序和资源分配,避免了可能导致的工期延误。

2.冲突检测与问题解决

在施工过程中,不同专业之间的冲突检测是一个复杂且重要的工作。BIM技术为解决这一问题提供了高效的手段。例如,在建筑机电安装工程中,给排水管道、电气线路、通风空调管道等众多系统在有限的空间内相互交叉、碰撞的情况时有发生。

利用BIM模型的碰撞检测功能,可以在施工前对各专业的模型进行整合,快速准确地检测出可能存在的冲突点。

除了物理空间上的冲突检测,BIM技术还能用于检测施工顺序上的逻辑冲突。例如在深基坑施工中,支护结构的施工顺序与土方开挖顺序存在逻辑关联,如果顺序错误可能导致基坑坍塌等严重安全问题。BIM模型可以模拟不同施工顺序下的工况,从而确定正确的施工顺序,有效解决逻辑冲突问题。

3.质量控制与安全监督

质量控制和安全监督是施工阶段的核心任务。BIM技术在这方面发挥着重要作用。在质量控制方面,BIM模型可以存储构件的详细质量标准信息。例如在钢结构

建筑施工中,每个钢构件的材质、尺寸公差、焊接要求等质量标准都可以在BIM模型中体现。

施工人员可以通过移动设备随时查看这些标准,确保施工质量符合要求。利用BIM模型结合物联网技术,可以对关键工序进行实时质量监控。在混凝土浇筑过程中,通过在混凝土中植入传感器,将混凝土的温度、湿度等数据传输到BIM模型中,一旦数据超出设定的质量控制范围,系统会发出警报。

在安全监督方面,BIM模型可以识别施工现场的安全风险点。例如在塔式起重机的安装和使用过程中,通过BIM模型分析其与周边建筑物、架空线路等的距离关系,判断是否存在碰撞风险。

(三) 运维阶段的价值挖掘实践

1. 设施管理与性能监测

在复杂工程项目的运维阶段,设施管理与性能监测是BIM技术价值挖掘的重要方面。设施管理涵盖了对建筑物内各类设备、系统的管理与维护。例如,在大型商业综合体中,存在着众多的机电设备,如空调系统、电梯系统、照明系统等。BIM模型能够集成这些设备的详细信息,包括设备的型号、安装位置、维护周期等。通过BIM技术,运维人员可以直观地在三维模型中定位设备,快速获取设备的相关信息,大大提高了设施管理的效率。

性能监测方面,BIM技术可以与传感器技术相结合。以智能建筑为例,传感器可以实时采集建筑物的能耗数据、环境数据(如温度、湿度等)。这些数据可以集成到BIM模型中,通过分析这些数据,能够及时发现建筑性能方面的问题。比如,如果某个区域的能耗突然升高,通过BIM模型结合传感器数据,可以定位到可能存在问题的设备或者系统,如可能是空调系统某个部分的故障导致能耗异常。根据相关数据显示,采用BIM技术进行设施管理和性能监测的建筑,在能耗管理方面能够实现平均15%-20%的节约。

对于建筑物的结构性能监测,BIM模型也有着重要意义。对于一些高层或超高层建筑,结构的安全性至关重要。在BIM模型中可以设定结构安全的预警值,当传感器监测到结构变形或者应力数据接近预警值时,可以及时发出警报,以便采取相应的维护措施。这有助于延长建筑物的使用寿命,保障建筑物内人员和财产的安全。

2. 数据积累与经验反馈

数据积累在运维阶段是BIM技术的一大优势。在项目的长期运维过程中,BIM模型可以不断地更新和丰富数据。例如,每次设备的维护记录,包括维护时间、维护人员、维护内容、更换的零部件等信息都可以录入到BIM模型中。这些数据不仅为当前项目的运维提供了参

考,还可以为其他类似项目提供宝贵的经验。

经验反馈还体现在对设计和施工阶段的反思上。通过运维阶段积累的数据,可以发现设计和施工过程中存在的问题。例如,如果在运维过程中发现某个区域的排水系统经常出现堵塞问题,通过分析BIM模型中的相关数据和施工记录,可以追溯到可能是施工过程中管道坡度设置不合理或者管径选择不当。这种经验反馈可以为后续项目的设计和施工改进提供方向,避免类似问题的再次发生。

3. 用户体验与服务优化

在运维阶段,BIM技术有助于提升用户体验和优化服务。对于建筑物的使用者来说,舒适、便捷的环境是至关重要的。通过BIM技术,运维人员可以更好地管理建筑物的空间布局和设施配置,以满足用户的需求。例如,在写字楼中,通过分析BIM模型中的人员流动数据和空间使用情况,可以对办公空间进行合理调整,提高空间利用率,同时也为员工创造更加舒适的工作环境。

BIM技术还可以应用于应急响应服务。在建筑物内发生紧急情况时,如火灾、地震等,BIM模型可以快速提供疏散路线、安全出口等信息,同时可以显示出危险区域和救援设备的位置。这有助于提高应急响应的速度和效率,保障建筑物内人员的生命安全,从而提升用户在紧急情况下对建筑物运维服务的满意度。

结束语

在对BIM技术于复杂工程项目管理中的集成应用与效益进行全面探讨后,可以清晰地看到这一技术对工程领域产生的深远影响。BIM技术在复杂工程项目管理的各个阶段,从规划到施工再到运维,都展现出不可替代的作用。

参考文献

- [1]尹大伟,钱峰,王嘉.智能建造BIM技术在复杂建筑工程的集成应用与技术创新研究[J].四川建筑,2024,44(2):82-84.
- [2]赵运多.BIM技术在建筑工程全过程管理中的集成应用研究[C]//建筑科技发展论坛.中国智慧工程研究会,2024.
- [3]陈思宇.利用BIM技术优化工程项目实施过程中的成本预测与控制[J].太原城市职业技术学院学报,2024(5):38-40.
- [4]陈德星.BIM技术在建筑施工管理一体化设计中的实际应用分析[J].中国厨卫,2024,23(2):238-240.
- [5]陈寿南.BIM技术在全过程工程咨询中的应用价值研究[D].内蒙古科技大学,2023.