

# 基于 BIM 的工程监督管理信息系统的设计与实现

田翔匀

广东省建筑工程监理有限公司

**摘要：**建筑信息模型（BIM）技术在工程项目管理中有着关键作用，通过集成化的数据管理和实时更新机制，BIM技术极大地提高了设计、施工与竣工各阶段的效率和精确度。设计阶段BIM的模拟和验证功能确保了结构设计的合规性与实用性；施工阶段BIM与物联网技术的结合提高了材料和进度管理的效率，同时通过安全模拟减少了现场事故；竣工后BIM提供了维护成本和能源使用的预测，帮助项目工程实现了长期的可持续运营，整体而言BIM技术的应用为项目带来了从设计到运营的全生命周期优化，显著推动了行业的数字化转型。

**关键词：**BIM技术；工程监督管理信息系统；系统设计；系统实现

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.20.106

## 引言

近年来，在工程监理行业，由于监理用人社会化所致，存在监理构成复杂、人员素质参差不齐、假证屡禁不绝，导致当前社会上对监理这一角色的诟病越来越多，监理企业、人员管理手段匮乏，依托信息化技术的高效的监理管理机制尚未推行，制约了监理作用的发挥。围绕上述问题，众多专家、学者对其进行了研究，项目工程建设过程中提出了监理信息化考核制度，同时鼓励各监理单位要创新管理手段，充分发挥监理在工程建设施工过程中的重要作用。本文聚焦于BIM在项目管理中的应用，讨论了其如何优化项目流程、提高管理透明度，以及如何帮助项目团队更有效地协同工作，以实现项目目标。

## 一、基于 BIM 技术的工程监督管理信息系统

**BIM技术特点。**建筑信息模型（BIM）技术通过将项目的各个方面集成到一个有凝聚力的数字模型中，彻底改变了传统的项目管理方法。BIM的基本原理包括创建建设项目或基础设施项目的虚拟表示，其中不仅包括几何和空间数据，还包括有关项目生命周期中涉及的材料、组件和流程的信息。

### （一）BIM 技术在监理中的优势与挑战

BIM技术在建设工程项目的监理方面具有许多优势，使其成为项目管理的宝贵工具。（1）BIM支持实时监控，为利益相关者提供有关项目进度、资源利用率和潜在问题的最新信息。这有助于做出主动决策，并允许及时进行干预以减轻风险或延误。（2）BIM通过维护一个集中的项目信息库来确保数据的准确性，减少通常与手动数据输入相关的错误和不一致。BIM的另一个优点是其多维数据显示能力，允许利益相关者以各种格式可视化项目数据，例如3D模型，图表和图形。这增强了项目团队和利益相关者之间的理解和沟通，促进了协作和目标的一致性。然而，尽管BIM具有优势，但在建设工

程监理中的实施也带来了一些挑战。其中一个挑战是数据集成，因为它涉及将来自多个来源和格式的信息整合到一个统一的模型中。这需要不同软件平台和系统之间的互操作性，这可能既复杂又耗时。此外，模型更新也带来了挑战，因为项目数据和要求可能会随着时间的推移而变化，因此需要频繁修改BIM模型。

### （二）BIM 在建设工程监理中的智能监测方法

在建设工程监理中，通过BIM进行智能监控包括几个关键过程，这些过程利用先进技术来加强项目监督和决策。（1）智能模型构建涉及复杂的三维模型的开发，这些模型不仅代表了建设工程项目的物理方面，而且还包含了各种组件的元数据和属性。这些模型是动态和交互式的，允许随着项目的进展进行实时更新和调整。数据收集和处理在智能监控中起着至关重要的作用，因为它们涉及从传感器、无人机和项目管理软件等各种来源收集信息。（2）对这些数据进行处理，以提取相关见解并识别潜在问题或与项目计划的偏差。先进的数据处理技术，包括机器学习和人工智能算法，有助于高效、准确地分析大型数据集。采用监控和分析算法来持续评估项目的绩效，并确定需要关注或干预的领域。这些算法可以检测异常情况，预测潜在风险，并优化项目进度和资源。通过利用智能监控方法，建设工程项目的利益相关者可以主动管理风险、优化资源，并确保项目及时完成，同时将中断降至最低。

## 二、基于问题导向的工程监理信息化平台构建方案

### （一）督促履职

通过对标准化管理不到位的问题分析，核心问题并不在于没有相关的标准体系，而在于相关标准化管理无法落实到位，所以解决问题的核心在于对监理履职情况进行管理。督促监理履职设计思想是通过信息系统采集人员和现场数据的对应关系进行系统分析，来对监理行为、工作内容进行管理。系统将监理的履职体系进行提炼，形成具体、量化的行为任务指标并具体到个人来推动监理履职工作的开展，通过记录和分析监理的行为与工作内容，对监理人员进行标准化管理。监理行为通过登录频次、检查频次以及从监理检查时系统自动采集的人像反映的检查人、检查环境来进行约束，从而实现了对于监理工作行为的可控管理；监理内容则是通过梳理和建立标准化的质量安全检查条目指导和规范检查工作的开展，利用信息化系统汇总分析质量安全数据、对标检查情况、问题占比、检查工点分布情况等来综合评价和管理监理工作内容的质量。

### （二）对标检查

针对监理人员素质参差不齐的问题系统将质量验收标准和安全技术规程梳理后植入系统，统一检查标准，细化工作要求，推进监理现场检查工作标准化，提升监

理人员的专业水平。对标检查信息平台研发包括移动客户端和管理平台端的研发。移动客户端主要用于检查人员现场检查数据的采集与上传；管理平台端主要用于检查数据的统计、分析和查询等。平台将基础数据结构中分部工程作为质量安全检查表的名称，形成一张张质量安全检查表，每张检查表下包括分项工程和标准检查项，检查人员可以选择某张检查表中某一分项工程中某一标准检查项进行检查。检查项为现场质量及安全检查最直接的依据，考虑实际检查的可行性，检查项的设置应满足具有可检查性、繁简适中、表述清晰等要求<sup>[1]</sup>。为便于使用人员快速了解检查项的具体内容，研究还对检查内容的关键词进行了提取。安全检查以发现问题为导向，因此检查项采用隐患描述的方式；质量检查以验标为导向，因此检查项采用标准的描述方式，且提供详细的量化检查指标。

### （三）强化闭合

针对现场问题整改闭合不重视，屡改屡犯、边改边犯的问题，系统通过固化工作流程，形成质量安全问题的闭环管理、责任到人，消除问题于萌芽状态，设置整改闭合时限和超时未闭合报警，强化问题整改闭合，加快工程进度。

### （四）考试练习

定期教育培训是提高监理人员素质重要一环。系统建立标准化分类题库，定时向不同岗位的监理人员进行针对性推送<sup>[2]</sup>。监理人员通过日常练习结合实际现场经验，可以不断提高监理人员专业水平和质量安全意识。同时系统支持在线出题对监理人员进行培训考核，来不断验证和评估现场监理人员的专业素质水平。

### （五）辅助监理

信息化在信息共享、归档、查找等方面具有其独特优势，能极大提高相关工作的效率。通过对监理相关工作的梳理，系统建立标准化旁站记录模板和监理日志模板等使监理人员填写资料标准化和规范化，同时信息化系统其特有的优势可以让监理人员通过手机APP就能填报旁站记录和监理日志，上传到平台可以实现自动归档和共享，不仅提高监理填写标准和填写效率，也方便了后期查找<sup>[3]</sup>。

## 三、工程项目管理系统的数字化需求

### （一）三维模型信息化

三维模型信息化是建筑信息模型（BIM）技术的核心，它通过数字化表示项目的物理和功能特性，在BIM环境中三维模型不仅仅是图形的表达，更是各种信息和数据的集成体，其信息化程度直接关联到项目设计、施工及运维的效率和质量。在模型构建阶段，施工元素的几何精度至关重要，以某项目为例，模型中结构柱的位置精度需控制在±5mm以内，以确保与实际施工严密对应，模型中的构件均需符合实际制造标准，如钢筋直径和间距需遵守相关标准规定，钢筋的弯曲半径则需满足《钢筋混凝土设计规范》（GB50010-2010）的要求。在模型的详细程度（LOD）方面，依据项目阶段和专业需求，LOD可从100级（概念设计）逐步提升至500级，在LOD300阶段模型应详细到能够生成准确的材料清单，

误差不超过3%，而在LOD500阶段模型应反映实际安装的构件，包括其精确位置、尺寸、型号及与其他系统的连接。在模型的信息内容上，关键属性如构件的材料性能参数、维护信息以及生命周期数据均应得到详尽记录<sup>[4]</sup>。例如，对于重要的结构构件，应记录其混凝土强度等级、钢材的屈服强度等以确保满足设计规范，通过使用诸如Revit或Tekla Structures等专业软件，模型数据可以在工程量计算、碰撞检测及施工模拟中得到应用，提升工作效率并减少现场错误。

### （二）质量与进度控制管理

在工程项目管理领域建筑信息模型（BIM）技术的应用，特别是在质量和进度控制方面已成为行业内提升项目管理水平的重要工具，通过集成化的BIM平台项目管理者可以准确监控工程质量与进度，实现项目目标的精细化管理。在质量控制方面，BIM技术使得项目管理者能够在预防性质量管理中发挥作用，确保设计符合规范和标准<sup>[5]</sup>。以混凝土浇筑为例，利用BIM平台可以确保混凝土的浇筑温度在规定的20℃-30℃之间，而混凝土成型后28天内的养护湿度保持在95%以上，以符合国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204-2002）。在施工过程中BIM可用于追踪关键结构构件的安装，通过与设计模型的比对，及时发现偏差并采取措施，例如确保楼板水平度偏差控制在标准GB50205-2001规定的3mm以内。

### （三）工程项目全过程管控

在初期阶段通过设定明确的项目目标，比如确定总成本不超过1亿元，工期限定在两年内以及质量达到ISO9001国际质量管理体系标准，为项目的后续执行提供基础的量化目标。在资源配置方面根据工期和成本目标，采用诸如EVM管理技术，对项目成本进行跟踪和控制，例如通过计算CPI（成本绩效指数）和SPI（进度绩效指数），确保CPI和SPI值均大于1，表明成本和进度控制在预期目标之内。在施工阶段引入六西格玛管理方法，力争将缺陷率控制在3.4个缺陷每百万机会之内，从而显著提升工程质量，结合BIM技术实现对工程进度和资源消耗的实时监测和优化，例如通过BIM进行碰撞检测，减少图纸修改率至少30%，节省修正成本和时间。此外，对关键工序实施关键路径法（CPM）分析，将关键工序的时间缓冲区限定在5%以内，以降低延期风险<sup>[6]</sup>。对于材料采购实施严格的物资管理制度，如通过集中采购和批量订购的方式，降低至少15%的材料成本，同时采用先进的库存管理系统，将库存周转率提高到12次/年，确保物资利用效率最大化。安全生产方面定期开展安全生产月活动，旨在通过全员培训和应急演练，将事故率降至每百万工时以下0.1次。

## 四、工程监理管理信息系统的设计与实现

### （一）做好分层需求设计

智能监控平台是一种为客户提供一体化监控服务的平台，它在开发和设计时要按照特定的规范来进行。首先，在智能监控平台的构建过程中，层次化的设计是一个十分关键的步骤。层次架构的目标就是把平台的功能进行分级，明确各层的责任，减少彼此的依赖性。

在需求设计时，可以借鉴 MVC（模型视图-控制器）的层次结构。在此基础上，项目提出了一种新的方法，即把数据处理与商业逻辑分开，并将其定义为模型层（Model），把人机接口和用户的交互看作是一个视层（View），而控件则是控制层（控制器）。该层次结构的优势在于增强了代码的可维护性与扩展性，方便了以后的升级与维护。其次，智能监控平台以基层工程技术人员为对象，在设计时应将高质量的服务作为基础。在进行需求设计时，应充分考虑到一线员工的工作需要及作业习惯，尽量避免重复作业，简化作业流程。在此基础上，提出了一种新的解决方案，即在此基础上，对系统进行优化，使其能够更好地满足用户的要求。在开发过程中，要重视用户体验，确保系统运行稳定、使用方便、响应速度快、运行顺畅。在设计智能监控平台时，方便、实用是一个很重要的问题。在系统的设计中，应尽可能地将监控的各个环节都整合起来，为用户提供准确、及时、方便的监控服务。比如，利用智能技术，进行数据的自动收集与分析，降低人为的介入，提高工作效率。同时，系统还能对系统的运行状态进行实时监测与预警，并能对系统出现的异常状况做出及时的提示与处理。另外，还可以考虑使用手机技术，为用户在任何时间、任何地点开展监控工作。在此基础上，对智能监控平台进行了业务功能的设计。在需求设计阶段，必须明确监控业务过程，充分考虑各业务间的相关性与依赖性。通过对工程项目进行流程设计，使工程监理的工作程序标准化，从而提高了工程管理的效率与质量。在此基础上，还应加强监控平台与其他相关平台的连接，使信息共享、服务整合，以提高监控服务的整体效能。

### （二）基于物联网技术进行智能化监管

首先，可以在智能监控平台上接入各类传感器、监控装置，以实现现场的实时监测。比如，在建筑工地上安装了摄像头、温度、湿度传感器等，可以对工地进行实时监控。监控系统采用物联网技术，将影像传送至智能监控平台，实现监控人员对施工现场的实时监控，并及时发现问题。温湿度传感器能对周围环境进行定期监测，并将相关信息传送至智能监控平台，使监控人员能够掌握工地温度、湿度等信息，从而及时采取相应的应对措施。其次，针对违章行为的识别，本项目拟采用物联网与人工智能的方法，对违章行为进行识别与分析。在工地上安装了摄像机、移动传感器，实现了对工地上每一位工人的实时监测。监控系统通过监控人员的一举一动，将其上传至智能监控平台，并通过人工智能的算法，对操作人员的行为进行分析。当监控发现不戴安全帽、不按规定作业等危险行为时，智能监控平台能及时报警，并将预警信息发送给监控者，使监控者能够及时采取措施。

### （三）添加智能化分析预警功能

管理者要进行平台的设计，在系统中加入智能分析和预警的功能，收集、汇总、分析、处理各种监控数据，生成综合的数据、关键指标、现状。通过图表、报表、看板等方式，将存在的问题及改进建议等资料呈现

给监督者和管理人员，使其能够及时监控、评价。通过对监测平台中各种业务数据的挖掘和分析，利用信息化手段加强对系统实施的监督。在建立风险防控模式的过程中，要按照主管机关对监理和监造工作进行的风险防控的需要，将自己的人员、设备等配置和实地监控业务的开展状况结合起来，建立一套可行的风险防控分析模式，为以后的风险防控和分析工作提供技术支持。在此基础上，运用数据挖掘、机器学习等方法，实现了对监造过程中存在的风险的精确预测与分析。在监督管理风险的分析与预警阶段，要运用风险防范的分析模式，对电力工程监理和设备监造项目所涉及的人员和质量进行定期检查；对安全和进度等风险进行智能化的分析，并将分析的结果实时地传送到各个项目的干系人那里，使他们能够知道可能发生的事故风险，从而制定出有效的预防措施。

### 结束语：

综上所述，随着工程项目复杂性的增加，传统管理方法面临挑战，BIM技术作为应对这一挑战的关键工具，其在项目信息化管理中的作用变得尤为关键。信息化管理系统不仅要深入项目具体实施的各个环节，也应当广泛应用于企业的内部管理和对外信息公布上，建立企业自身的良好形象，提升可信度。

### 参考文献

- [1] 杨吉星，胡立新. 基于BIM的核电厂钢结构工程管理信息系统建设实践[J]. 建筑机械化，2024，45（01）：114-118.
- [2] 刘奕. 智能建造背景下的工程管理信息系统建设与集成[J]. 绿色建造与智能建筑，2023，（12）：70-73.
- [3] 杨吉星，胡立新，刘军，汪宇雄，王言林，康军. 基于BIM与IoT的核电钢结构工程管理信息系统研究[J]. 建筑经济，2023，44（S1）：314-319.
- [4] 吴明. 开源地理信息系统QGIS在林草行业工程管理中的应用[J]. 新疆林业，2023，（02）：23-25.
- [5] 张德锋. 水利工程维修养护专项工程管理信息系统研究[J]. 城市建设理论研究（电子版），2022，（23）：148-150.
- [6] 原连成，康佳男. 网络一体化管理信息系统在钻探注浆工程管理中的开发实践[J]. 煤矿安全，2022，53（03）：146-149+155.
- [7] 孙显达，夏吉天. 大型工程管理信息系统设计和应用[J]. 中国新通信，2021，23（08）：75-76.
- [8] 高世文. 韩江高陂水利枢纽工程管理信息系统的设计[J]. 机电信息，2020，（30）：93-94.
- [9] 韩超，牛晗，朱良琪，杨立焜. 地表水转换地下水工程管理信息系统设计与实现[J]. 给水排水，2020，56（10）：121-124.
- [10] 赵麟杰. 基于BIM的工程管理信息系统研究与应用[J]. 铁路通信信号工程技术，2019，16（08）：38-42.