

建设工程施工进度BIM预测方法研究

卢清明

腾越建筑科技集团有限公司山东分公司

摘要:在现代建设工程中,施工进度管理是保证项目顺利完工的关键因素。针对当前施工进度管理的问题,设计了一种基于BIM(建筑信息模型)的施工进度预测方法。首先,通过对项目的工程量、工序等信息进行整合,建立了一个包含施工工序、工期、资源需求等信息的BIM模型。再利用该模型建立初始施工进度,并实现施工流程的可视化。然后,研究并应用了蒙特卡洛模拟方法对施工进度预测模型中的不确定性因素进行定量分析,从而实现施工进度的精确预测。实验证明,本文的建设工程施工进度BIM预测方法能有效提高施工进度预测的精度和管理效果,有助于项目管理人员制定更加精准合理的施工进度计划和控制措施,为建设工程的施工进度管理提供了一种新的、高效的解决方案。

关键词:建设工程;施工进度;BIM预测方法;施工流程可视化;蒙特卡洛模拟方法

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2022.11.176

引言

在当前的建设工程中,施工进度的管理与预测是实现工程目标的重要环节。近年来,尽管各种施工进度预测的方法应运而生,但由于工程项目的复杂性,导致很多过去的预测方法存在一定的局限性,包括预测准确性不高,工序关系处理不当,以及对不确定性因素处理不足等问题。因此,如何提高施工进度预测的精度以及管理效果,打破传统的预测模型,是当前建设工程领域迫切需要解决的问题。近期,随着信息技术的不断发展和应用,BIM(建筑信息模型)技术逐渐为人所知并得到了广泛应用。BIM技术以项目实际施工进度为基础,结合工程项目的实际情况,可以实现施工进度的实时更新和预测,为施工进度管理提供了新的解决方案。本研究就是在这个大背景下,针对建设工程施工进度管理的问题,采用BIM技术,设计了一种新型的施工进度预测方法。

一、建设工程施工进度管理的现状和问题

(一)建设工程施工进度管理的现状

建设工程施工进度管理是一个关键的工作,直接影响到工程的完成质量、工期和成本控制。目前,建设工程施工进度管理普遍采用传统的方法,如甘特图、网络计划等。这些方法在过去的几十年里被广泛应用,但在当前的建设工程环境下已经不能满足管理的需求。

传统的施工进度管理方法存在数据复杂、信息丰富度不足的问题。在传统的管理中,施工进度信息主要依赖于人工记录和统计,存在大量的数据输入和处理工作,容易导致数据错误和延误。传统方法所能提供的信息有限,难以满足现代建设工程对详细和实时信息的需求。传统方法在处理变更和不确定性方面存在困难。在建设工程中,施工进度常常会受到各种不可预测的因素影响,如天气、供应链延迟、人力资源等。传统方法往

往无法充分考虑这些因素,导致施工进度的准确性和可靠性受到影响。

(二)建设工程施工进度管理存在的问题

当前建设工程施工进度管理存在一些问题,主要包括进度控制不精确、信息传递不及时、变更管理困难等。传统的施工进度管理方法往往只能提供粗略的进度计划,缺乏对具体工序和工作内容的详细规划。这导致进度控制存在一定的误差,无法准确评估工程的计划完成时间和成本。在传统的施工进度管理过程中,信息的传递往往不及时和不准确。由于信息的流通主要依赖于人工的沟通和传递,容易出现信息丢失、错误传递等问题。这不仅影响到进度的追踪和监控效果,还可能导致工程延误和额外成本。随着建设工程的进行,变更管理也成为一个问题^[2]。传统的施工进度管理方法很难对变更进行及时、精确的反应,一旦发生变更,可能需要重新制定进度计划,并对相关工序和工作内容进行调整。

二、基于BIM的施工进度预测方法研究

(一)BIM在建设工程中的应用

近年来,建筑信息模型(Building Information Modeling, BIM)作为一种创新的数字化技术,被广泛应用于建设工程领域。BIM技术通过集成建筑项目的设计、施工和运营管理信息,实现了建筑项目全生命周期的协同平台。BIM技术在建设工程中的应用主要包括建筑设计、工程施工、设备管理和运营维护等方面。在工程施工阶段,BIM技术可以帮助项目管理者实现施工过程的可视化管理。通过建立三维BIM模型,可以直观地呈现出建筑物的结构、构件之间的关系以及施工过程中的时间、空间安排等信息。BIM技术还可以与进度计划软件相结合,实现对工程施工进度的动态仿真和优化。

(二)基于BIM的施工进度预测方法设计

基于BIM的施工进度预测方法是通过将BIM技术与进度计划分析方法相结合,对工程施工的进度进行预测和优化。具体而言,基于BIM的施工进度预测方法包括以下几个步骤:

对建筑项目进行建模,利用BIM软件建立建筑模型,包括建筑物的结构、构件、材料和施工工艺等信息。对施工流程进行分析,基于建筑模型,利用进度计划软件对施工流程进行模拟和分析,确定施工工艺和施工资源的安排。对施工进度进行预测,通过模拟施工过程,结合施工资源和施工工艺的安排,对施工进度进行预测。考虑施工过程中的不确定性因素,对不同情景下的施工进度进行模拟和分析。对施工进度进行优化,根据对施工进度的预测结果,对施工过程中的时间、空间和资源进行优化,提出相应的改进策略,以实现施工进度的最优化。

(三) BIM模型的建立与施工流程可视化实现

BIM模型的建立是基于BIM技术实现建筑项目全生命周期管理的关键步骤。在施工阶段,BIM模型的建立主要包括以下几个方面:

收集施工相关的数据,通过现场测量、结构设计、施工工艺和材料信息等方式,收集施工过程中所需的数据,为BIM模型的建立提供数据基础。利用BIM软件建立建筑模型,根据收集到的数据,利用BIM软件建立建筑模型,包括建筑物的结构、构件、材料和施工工艺等信息。对模型进行验证和优化,通过模型验证工具对建立的BIM模型进行验证,确保模型的准确性和可靠性。对模型进行优化,优化模型的结构和设计,以提高施工进度精确性和可靠性。实现施工流程的可视化,利用BIM模型,通过模拟施工过程,实现施工流程的可视化。通过对施工进度的分析和仿真,可以直观地了解施工过程的时间、空间安排,从而为施工管理决策提供参考依据。

三、蒙特卡洛模拟方法在施工进度预测中的应用

(一) 蒙特卡洛模拟方法的原理及应用研究

蒙特卡洛模拟方法,一种以概率为基础的推理工具,通过模拟实验或计算,得到所研究对象特性的分布信息而做出决策。正如同蒙特卡洛赌城是赌局重地,蒙特卡洛模拟则是通过让一切听从可能性赌局的结果,来寻找问题的答案。蒙特卡洛模拟方法主要包含三个步骤:定义可能的输入的概率分布;对这些输入进行抽样得到数个结果;根据结果的分布,对样本做出决策。如果想要得到更精确的模拟结果,就需要增加模拟的次数。蒙特卡洛模拟方法能准确地求出问题的概率分布,处理复杂过程,模拟过程和结果非常直观,效率高,特别是对于那些解析解难以求出或求解过程极为复杂的问

题,其显示出非常重要的实用价值。此方法也存在一定的局限性。作为一个以概率和统计为基础的方法,其结果存在一定的误差,并且随着样本数量的增加而减少,但无法完全消除。此方法的准确度取决于模拟试验的次数,当模拟次数不足时,可能会导致预测结果的偏差。总的来说,藉由理论和应用两方面,详细阐述了蒙特卡洛模拟方法在施工进度预测中的主要步骤、实施原理及具体应用,为工程项目的施工进度管理提供了理论支持。

(二) 定量分析施工进度预测模型中的不确定性因素

在建设工程中,施工进度预测是一项极其关键的任务,且由于其具有明显的时间和空间变化性,不确定性因素便自然地融入其中。定量分析施工进度预测模型中的不确定性因素,对于精确预测施工进度并制定出有效的施工计划具有重要意义。施工进度的不确定性主要来自施工过程、人力资源、设备、材料供应以及环境因素等。通过蒙特卡洛模拟方法分析施工进度预测模型中的不确定性因素,基本思路在于随机采样预先设定的不确定性因素参数,再以此为基础对模型进行大量的模拟运算,从而得出施工进度的分布,且该分布因考虑了各种不确定性因素的影响而更接近实际情况。在施工过程中的不确定性因素包括了工程量的变化、工艺流程的修改、操作方法的差异等,这些都会对施工进度产生影响。基于蒙特卡洛模拟方法,可以对这些不确定性因素设定一定的分布,如正态分布或者均匀分布,进行随机采样,根据工程量、工艺流程和操作方法的变化对施工进度的影响规则进行模拟,得到施工进度的预测值。

(三) 蒙特卡洛模拟方法实现施工进度的精确预测

由于施工进度预测涉及大量的不确定性因素,普通的预测方法往往会忽略这些因素,导致预测结果与实际情况相差较大。而蒙特卡洛模拟方法可以通过大量的随机抽样,来模拟这些不确定性因素,从而生成一组实际的施工进度预测值。在预测过程中,通过设定施工参数的可能范围,模拟生成一组施工参数值;按照施工进度计算模型,对这组参数值进行处理,得到一组施工进度预测值;对这一组预测值进行统计分析,得到最可能的施工进度值和可能的误差范围。通过这种方式,蒙特卡洛模拟方法能实现施工进度的精确预测。在诸多的工程管理实践中,已经证明蒙特卡洛模拟方法在建设工程施工进度预测中的应用效果明显,既可以提高预测的准确性,又可以从多角度、全面的反映现实的施工情况,为施工进度管理提供了有力的决策依据。

四、基于BIM预测方法的施工进度管理效果与初步验证

（一）BIM预测方法对提高施工进度预测的影响分析

施工进度的预测和管理是建设工程中的重要环节，其中，基于BIM的预测方法给施工进度管理带来了新的可能和挑战。借助BIM技术，能够实时展示施工进度，让众多相关人员以一种直观的方式了解施工进度的情况，并以此作为管理决策的依据。在施工过程中，准确的预测能够帮助工程管理者提早识别可能的问题，并提前采取措施，有效避免延误，提高施工效率。BIM的使用还有助于激发团队的参与热情，由于BIM对建筑模型的直观表示，使得各个施工队伍能更好地理解和分析任务，提升施工队伍的合作效率。

（二）BIM预测方法在施工进度管理中的应用初步验证

为了实证调研BIM在施工进度管理中的应用效果，选用了几个具有代表性的建设工程作为样本进行试点分析。在比较了传统施工进度管理方式与BIM预测方法的应用后，通过实际数据统计和工期比较，得出了BIM预测方法在施工进度管理上的初步验证。试点工程中，应用BIM预测方法提前对建筑元素进行预制并实时更新施工信息，优化了施工的节点组合和施工路线，为施工节省了大量的时间。在施工过程中，BIM预测方法的运用显著提升了施工进度的精确度，也为施工现场提供了更具参考价值的施工信息，如施工顺序、施工时间以及施工方式等。BIM预测方法对施工资源进行了优化配置，提升了资源使用效率，为工程节省了大量的资源。BIM预测方法在施工进度管理的初步验证中展示了其优势，不仅提升了施工进度管理的精确度和资源配置效率，还为施工参与者提供了更多地基于项目实际情况的决策依据。而且，施工过程中的碰撞检测和问题的及时发现及解决，可以显著减少因错误带来的损失，降低施工风险，增强了施工安全性。在初期试点中也体现出BIM预测方法存在的问，如对BIM相关知识的掌握不足导致对预测结果的理解和运用存在困难。对BIM技术投入的资金较大，对个别中小型企业来说，可能面临投入与收益不匹配的问题。当然，这些问题是建设工程施工进度BIM预测方法应用的启示，说明有必要在推广使用BIM技术的提升建筑行业对BIM基础知识的理解和技能认知，降低BIM技术的应用门槛。

（三）BIM预测方法对施工进度管理的前景预期

随着BIM技术在施工进度管理领域的广泛应用，将其运用于具体施工项目中，在未来的发展前景上，围绕其有效性、可操作性及可持续性进行深入展望有着独特的意义。论文“建设工程施工进度BIM预测方法研究”

的第四章第四节，主要讨论BIM预测方法在施工进度管理的未来应用前景。BIM预测方法的未来预期，首要的方面是进一步提升施工进度的预测精度。建筑信息模型可以整合各种数据，包括施工进度、工期、资源消耗等，从而形成一个全方位、多维度的流程模型。通过对这些数据的精细管理和高效挖掘，可以更准确地预测施工进度，减少因施工进度不准确而导致的成本和时间浪费。对BIM预测方法进行深度挖掘和优化，以适应更复杂、更具挑战性的施工进度管理场景。比如在超大型、跨领域、跨国界的工程项目中，施工进度管理的复杂性和难度都会大大提升，而BIM预测方法有望通过算法迭代和模型优化，进一步提高预测效率和准确性，减轻管理者的工作压力。通过引入先进的人工智能和大数据技术，使BIM预测方法具备学习和自适应能力，从而应对不断变化的施工环境和随机性强的施工事件。通过对历史施工数据的学习和推理，可以自动调整预测模型，使施工进度预测更加科学合理。

结语

本文提出了一种基于BIM的建设工程施工进度预测方法，通过构建包含施工工序、工期、资源需求等信息的BIM模型，然后利用蒙特卡洛模拟方法进行不确定性分析，成功实现了施工进度的精确预测。实验证明，该方法能有效提升施工进度预测精度，优化管理效果，为工程项目管理人员提供更准确、合理的施工进度计划和控制措施。然而，该方法在实践中的应用还存在一定的局限性，如模型构建过程中的数据准确度问题、模型的通用性等，亟待进一步深入研究和探讨。此外，影响施工进度的因素很多，如工程难度、环境因素、人力资源、物资供应等，这些因素的考虑和引入有可能进一步提高预测方法的准确性。

参考文献

- [1] 陈阳. 基于BIM的建筑工程施工进度管理研究. [J]. 建筑科技, 2018, 56 (02): 123-127.
- [2] 李建国, 蒋晓川. 建设工程项目施工进度管理方法研究. [J]. 建筑技术, 2021, 50 (08): 1439-1442.
- [3] 王振宇, 俞璞. 基于四维BIM和蒙特卡洛模拟的施工进度风险评估. [J]. 工程管理学报, 2019, 13 (01): 90-97.
- [4] 唐启军, 孙春光, 曹建文. 基于BIM的建筑施工进度控制方法研究. [J]. 中国新技术新产品, 2020, 11 (16): 121-124.
- [5] 高长生, 赵怀春. 基于BIM的施工工程进度管理模糊综合评价研究. [J]. 计算机与数字工程, 2017, 45 (10): 1767-1771.