

基于BIM技术的建筑企业物流管理研究

王红春

(北京建筑大学经济与管理工程学院, 北京 100044)

摘要: 目前, 我国建筑业整体信息化水平低, 物流系统也较为落后, 在施工管理过程中没有先进的物流管理观念, 建筑业信息革命技术 BIM 正在快速发展。文章基于 BIM 技术在建筑企业中的应用, 在分析现有物流管理的理论和方法的基础上, 引入 BIM 技术来解决施工过程中采购、仓储、信息管理等问题, 借助于 BIM 模型进行场地选择、运输优化, 预先识别所需材料的种类、数量, 准确预测建筑材料的使用时间, 以此降低库存, 实现 JIT 采购供应, 建立长效供应机制, 最终降低建筑企业的成本。对推动 BIM 技术在建筑业的应用, 建立现代物流管理系统, 加强企业的物流管理, 对于企业降低工程成本, 实现工程项目效益最大化, 提高企业竞争力具有重要的现实意义。

关键词: BIM; 建筑企业; 物流管理; 信息平台; 企业管理

中图分类号: F426.92

文献标识码: A

文章编号: 1004-292X(2014)12-0055-04

Construction Logistics Management based on BIM Technology

WANG Hong-chun

(School of Economics and Management Engineering, Beijing University of Civil Engineering and Architecture, Beijing 100044, China)

Abstract: At present, the overall information level of China's construction industry is low and the logistics system is relatively backward. In the process of construction management, it does not have the advanced concept of logistics management, while the construction information technology revolution BIM is developing rapidly. Based on the applications of BIM in logistics management and the analysis of existing logistics management theory and methods, the paper applies BIM technology to solve the problems in construction, such as purchasing, storage, information management, especially in site selection and transportation optimization. It aims to identify the number and diversity of the materials in advance, predict the using time accurately, cut inventory, realize Just In Time purchasing, set up a long-term supply mechanism and finally reduce the cost of construction enterprises. It has important practical significance for promoting the application of BIM technology in building industry, establishing modern logistics management system, strengthening logistics management of enterprises, reducing the engineering cost for enterprises, realizing the maximization of project benefit and enhancing the competitiveness of enterprises.

Key words: Building Information Modeling; Construction; Logistics Management; Information platform; Enterprise management

一、引言

BIM(Building Information Modeling)是一个共享的知识资源, 是一个分享有关这个设施的信息, 为该设施从概念到拆除的全生命周期中的所有决策提供可靠依据的过程; 在项目的不同阶段, 不同利益相关方通过在 BIM 中插入、提取、更新和修改信息, 以支持和反映其各自职责的协同作业。建筑施工企业的物

流是指施工企业从支持生产活动所需要的原材料进厂, 经储存加工、装配包装, 到施工产品建成这一全过程的物料在仓库与施工现场之间的每个环节的流转移动和储存及有关管理活动, 贯穿了整个建筑产品生产过程的始终, 形成一个有机整体。近年来, 施工企业引入 BIM 的原因之一是此技术通过生成 4D 动态模型支持建筑物流管理。近 10 年, 在全球工程建设行业都

收稿日期: 2014-07-11

基金项目: 国家自然科学基金项目 (61203148); 北京市哲学社会规划项目 (13JGC096); 北京市教委人文重点项目 (SZ201310016008)。

作者简介: 王红春 (1976-), 女, 湖北荆州人, 博士, 副教授, 主要从事物流与供应链管理研究。

有对 BIM 技术的实际应用和研究, 研究表明, BIM 作为一种管理升级的核心技术必将在未来给建筑业及房地产企业带来发展的契机。文章提出基于 BIM 技术的建筑施工企业物流管理的一些方法和策略。

二、建筑施工企业物流管理的现状

1. 对物流管理缺乏足够的认识

物流管理作为一种较新的管理概念和管理方法已经被广泛地应用在现代企业的管理之中, 正在发挥积极而有效的作用。但从建筑施工行业来看, 目前仍有一部分施工企业物流管理缺乏科学性和系统性, 甚至物流管理差距很大、损失浪费很严重, 企业处于半停产的边缘。究其原因, 施工企业对科学管理重视不够, 特别是对物流管理的认识没有提到应有的高度, 存在模糊认识。

2. 建筑施工企业物资管理体系不完善, 信息化水平偏低

尽管一些建筑施工企业对原有的物资管理体系进行了改革, 但其物资供应部门仅仅完成了供应物资的职责, 没有发挥本部门优势, 把传统的采购保管业务扩展为采购、仓储、配送、加工的全过程服务。没有从物流管理的角度, 对本企业的物资供应系统进行全面的研究。同时建筑施工企业对物资管理重视不够, 资金投入不足, 信息化管理系统应用受到制约, 施工企业的物资、信息、资金的来源与使用不对称, 缺乏可靠的技术支撑。库存调控多停留在原来的整套账务、采购、仓储和控制的管理模式上。这种落后的管理方式必然导致了工作效率低、管理不规范等问题。

3. 建筑施工企业对物流成本的组成及管理意识淡薄

目前我国建筑施工企业对于成本管理的重点仍然局限于施工过程的作业成本, 对物流流通环节的成本重要性缺乏足够重视, 物流在建筑施工企业施工预算中没有单独的项目。另外, 施工企业物流绩效考核指标过于单一, 通常只有“材料成本差异”一个考核指标。这个指标并不能完全反映物流责任单位的绩效, 并且针对性也不强。

4. 建筑施工企业与供应商的关系不稳定

在建筑施工企业传统的采购模式中, 供应方与需求方之间的合作多是临时性或短期性的, 竞争多于合作。选择供应商成为建筑施工企业传统采购过程中的核心工作, 供应商的选择过程要花费供需双方许多时间和精力。在交易过程中, 建筑施工企业为了能够从众多供应商中选择出最佳的供应商, 采用保密的措施以防供应商知悉后提高材料的价格, 而供应商为得到订单也往往虚张自己的供货能力和效率以及产品性能, 这种供需博弈的过程最终导致了建筑材料成本的提高, 从而提高了建筑施工企业的施工成本。

三、基于 BIM 技术物流管理的目标

BIM(Building Information Modeling)的基础技术是 CAD 技术, 一种以模型信息集成技术为核心, 通过在三维模型中添加时间、成本维度而逐步发展为 4D、5D 技术, 旨在提高建筑全生命周期内工作效率和质量, 降低风险、减少错误。BIM(Building Information Modeling)的概念最早由美国人 Chuck M. Eastman 于

1975 年首先提出^[1], 随后 Jerry Laiserin^[2]及 McGraw-Hill^[3]公司对其概念进行完善, 美国总务管理局 (General Services Administration, GSA)先后提出国家 3D-4D-BIM 发展计划及 BIM 指南^[4], Building Smart Alliance(BSA)也制定了一系列的应用标准, 如 Industry Foundation Classes (IFC) 标准、United States National CAD Standard 等。日本、韩国及欧洲也开始制定 BIM 应用标准。我国于 2003 年开始引入 BIM 技术 (何清华等, 2012), 主要是设计单位、咨询单位应用居多, 在建筑设计、节能设计、成本预测、施工优化、施工安全等领域的软件有了较大的发展。

BIM 的特点包括可视化、优化性、可出图性、协调性和模拟性。4D-BIM 虚拟建造技术是将设计阶段完成的 3D 建筑信息模型附加以时间的维度, 构成 4D 模拟动画, 继而建立计算机模型, 并借助于可视化设备对项目进行虚拟描述^[5]。4D 模拟可以支持进度可视化、现场空间分析和设备定位, 实现识别潜在施工流水冲突^[6]、拟定资源计划等功能, 一般是在施工前阶段作用。可通过在实时施工模型屏幕上截取任意构件、流水段等, 查看选取对象的施工状态和工程信息 (史雨男 2012), 包括当前的施工时间、开始与结束时间、剩余工程量等, 同时可以根据项目的进度对模型进行持续动态更新, 借此在三维视图中发现当前项目存在的问题, 对潜在的问题进行准确预测。BIM 技术的应用贯穿于项目决策、设计、施工、运营全过程。BIM 结合模拟技术可以预先有效分析和优化施工过程及资源配置, 保证施工的顺利进行^[7]。特别是在前期设计好运输物资的入场路线、统计出设计所需的各项材料的种类、数量, 为物资及设备的采购提供有力的支持。

目前建筑材料的主要物流成本主要集中在钢材、混凝土、大型器械等项目上, 相应的物资的采购、运输、入库、仓储费用因集中采购、现场场地不足而临时租用仓库、场地等原因而升高, 物流活动的管理水平落后。借助于 BIM 技术, 建筑企业物流管理意欲实现的目标包括以下方面:

其一, 强化供应商管理, 力争改变传统的短期合作、零和博弈模式为长期、战略合作模式;

其二, 优化物资采购, 通过将物资采购电子商务化和批量化, 来简化程序, 缩短周期, 从而降低成本;

其三, 强化建筑材料、设备出库入库、调拨及报损管理, 在合理范围内保持库存最小化;

其四, 加强物资入场退场、损耗管理, 尽量规划好物资出入场线路, 堆放位置, 避免材料二次搬运, 使浪费最小化;

其五, 及时、准确获取相关物流信息, 有效控制不同阶段、不同方式的物流活动。

四、BIM 技术在物流管理中的实际应用

1. 场地选择与运输路线优化

场地是建筑产品所在地, 项目全寿命周期内, 施工者始终在此范围内活动, 材料、设备入场后也是在场地范围内被使用。因此场地是建筑设计、建筑施工首要考虑的因素, 场地的特点包括了水文地质、植被、周围规划条件等技术要求^[8], 也是未来

建筑给人们带来体验的地点。运输路线首先是根据场地来制定的，而路线合理与否不但关系项目进度，也关系到物资是否需要二次运输。对施工企业而言，关注的重点是如何平整场地，修整道路，合理设置施工机械，方便运输材料、设备的车辆入场，利于施工机械操作。在基地条件并不复杂的场地中，通过草图、实体模型等手段可以实现目的，但是在山地等复杂场地中，上述手段都会失效。而BIM技术以其卓越的信息集成功能与Google map结合，可以快速调用场地周围环境信息，生成3D地形基础数据，继而进行场地环境分析，通过环境的模拟分析，结合路径优化的算法，迅速模拟生成适应于场地环境的运输路线。对建材、建筑设备的堆放位置和方法，也可进行优化，很大程度上避免物资二次搬运，为施工顺利开展创造一个良好的开端。

2. 准确采购计划的制定与物流成本实时监控

以往建设项目的工程量是造价人员在识别、分析施工图的基础上，根据个人主观经验以及对图纸理解程度得出的，结论通常因人而异，在大量计算过程中也易出现各种错误。虽然也有部分借助CAD等相关软件，但是受软件自身设计、功能的限制，其对图纸的识别以及对某些异型、复杂构件等常采取近似计算或忽略处理，降低了计算结果准确度。受建筑产品的特殊性影响，施工过程中，往往会产生不同程度的设计变更，一处变更则与之相关的所有部位要随之变更，这就要求造价部门对新的图纸重新进行计算。以上各因素导致工程量计算量大、易错漏，变更后需重新核算工作量，整个过程非常繁琐。

BIM技术改变了传统二维存储方式中信息割裂的问题，在一个完整的BIM模型中，设计元素以包括平面图、立面图、剖面图、三维透视图、明细表等多种方式呈现。修改上述呈现模式的任一个，其他状态下的元素属性都会发生相应变化^[9]。在BIM模型中，通过计算机对建筑物构件的精确计算直接生成工程量清单，明确显示出工程所需要的人力和设备方便快捷且准确无误。在Hillwood项目上，造价工程师应用BIM算量方法节约了92%的时间，且误差也控制在1%的范围之内^[10]，而且不受工程变更的影响，采购部门据此制定出准确的采购计划。

BIM另一项功能是通过自动计算WBS节点任务的成本，来精确控制建筑材料的用量，仓储保管、运输、采购、装卸搬运等物流活动的成本。其特点是随WBS任务划分的调整、设计变更等，动态调整物流活动各项成本。相应资源根据动因变化，经由作业成本中心，被分配到相应产品或服务上。通过对物流成本的实时监控和调整，有助于更好地把握工程生命周期的物流成本，及时发现和解决计划成本与实际成本之间的差异，提高项目的成本控制水平。

3. 预制构件采购与长效供应机制的实现

建筑企业传统的采购模式是根据项目的特点、施工进度的需要，购买项目建设所需要的物资（陈德强等2012）。供需双方互相不了解作业计划，以利益为目标，并且由于建设项目的一次性、不确定性等特点（李忠富等2010），导致建筑原材料及设备采购的超前性、无规律性，企业在项目开始前即采购大

量的原材料进行存储，不仅增加了库存成本，而且对保存环境有较高要求的材料如水泥、添加剂等易因保存不当造成损失，对钢筋、铜线等贵重材料也需要专人看护，防止被盗，增加企业的人力成本。

BIM模型不是单一的图形化模块，它包括了从构件材质、尺寸数量、产品型号、生产厂家、产品价格等一系列信息（赵彬等2011），以异形结构为例，只需打开模型，截取画面，即可显示结构的各项尺寸，可将信息发送给选择的供应企业定制，避免了构件采购的尺寸错误，减少材料浪费。现场作业是导致建筑施工过程环境污染的主要原因，也是导致建筑行业效率低下的一个因素（杨坤等2010）。因大量现场作业导致无法大规模使用现代机器设备来代替人工作业，无法有效提高施工安全性与作业质量，因此在不影响建筑结构安全的前提下，合理使用预制构件可以有效弥补上述不足之处。构件的生产商通常是项目的分包商之一，在中标后，负责某个系统或部分项子项目的设计、制造、安装，例如钢结构构件、预制混凝土构件、幕墙系统等。在中标后，生厂商会提供详细的构件设计，并且经过多次审核，反复检查装配图与其他建筑系统是否冲突，在传统施工中，只能等到实际吊装才能发现构件设计是否合理，尺寸是否符合预留。一旦发现问题，往往造成巨大的时间、人力、财力损失。

在国际物流日益发展的背景下，全球采购越来越多。工程预制构件不仅要预留充足的设计、生产时间，还要留下充足的运输时间，这就要求分包商充分理解设计方的设计图纸，且要求设计方尽量减少设计变更，施工方准确的按图施工，保证高效准确的施工质量，这对以人工审核、人工设计为主的传统施工过程是一个很大的挑战。但是BIM系统可以根据设计内容，自动创建预制构件的施工图、装配图，生产厂家可以从设计人员提供的BIM模型中，导出数据，大大减少反复编辑，反复更新数据的次数，不但提高设计工作效率，而且为构建的生产和运输留下更多的时间。与以往的数控设备不同的是，BIM技术除了建筑物的几何信息外，还包含了物流信息，如建设生产的进度，产品生产系统的链接等。通过这种形式，可以有效保证预制构件的供货时间，提高各个分包商交接、合作的水平。

对于需求量较大的材料，则通过实时建造模型，可以生成与进度计划相关联的材料和资金供应计划，并在施工开始之前即可与优选的供应商进行沟通，签订供货合同。既避免了因材料和资金不到位而对进度产生影响，又避免了传统模式下，由生产经理根据进度计划和现场实际情况制定的精确到周的过量采购导致库存成本、保管成本的增加。采购部门按照BIM模型设计的构件来制定采购计划和质量标准，BIM模型对细节的表达高度精准清晰，容易实现构件的标准化定制与采购，一方面可以降低库存、提高采购质量；另一方面BIM模型在库存数量、存货地点、订货计划、配送运输几个方面实现最佳组合，对于建立高质量、低成本、稳定的供应商合作机制，定期复审、考核评价、分类管理、动态披露的绩效考核制度，提高采购质量、降低采购成本、提高企业经济效益有着重要的作用。

4. 资源动态管理与开放式信息平台

通过 BIM 技术的应用,对建筑施工项目进行施工资源动态管理,是提高管理水平的新途径。在基本信息模型基础上加上工程资源信息,包括创建工程构件,定义资源模板、定义材料属性、定义模板属性与荷载效应等。施工资源动态管理主要实现两大功能:一是资源使用计划管理;二是资源动态查询与分析。WBS 节点是重要的计划用量输入点,通过日、周、月各项施工资源计划用量的规划,合理安排大型机械的进场、施工材料的采购、施工人员的调配。在其他施工信息如进度计划调整、WBS 任务划分、设计变更等发生变化时,适时调整施工资源使用。此外,BIM 提供施工资源的预算用量、实际进度预算量、材料实际消耗量三项内容的对比分析,当建材超量使用时,系统会发出警报,提醒管理人员查找原因,及时改正,减少因临时采购、临时调动机械入场增加的物流成本。实时分析资源管理有两个目的:一是对已完工程的评价;二是根据已完工程量预测完工时所需的资源数量进行建筑材料的采购。

传统信息管理模式中,工程项目各个参与方信息交换效率低下,容易形成信息孤岛,信息不断流失,无法从全局角度进行优化。BIM 数据库包含了不同对象的数据、资源、过程,是面向对象的智能化、参数化数据中心。特别是有关进度、投资、质量等数量大且动态变化的数据,在系统中能及时汇总,便于各参与方查询,大大提高了信息的使用效率。建筑供应链包括内部供应链与外部供应链两部分,内部供应链强调企业内部财务、物流、工程等部门之间的协调;外部供应链则超越某一单一企业,包括了设计、监理、分包商、供应商等信息流、物流、资金流的网络。信息流在建筑供应链中是双向流动的,反映且控制着物流与资金流。BIM 的核心理念是信息共享,包括项目总投资、合同信息、投资信息、进度信息、设计变更信息、安全环境信息等在内的项目相关信息,只有在参与方之间高效顺畅的流通,才能保证建设过程的高效、顺畅。现场物资的入库、出库、入场、退场、损耗等一切信息都能存储在模型中,通过这种集成的信息管理,降低信息不对称成本,提高项目收益。BIM 使信息交换不再局限于链式供应链相邻成员之间,任何节点之间都可以进行信息互换,包括设计、建造信息、管理信息等在内的综合型数据满足了构建信息交换平台的基本要求,达到了建筑供应链项目参与各方的信息共享。

五、结论

目前国内建筑企业的综合竞争能力普遍低于国外同行,主要差距在于管理。以企业建筑物流为例,根据统计物流费用占到材料费用的 17%,占项目造价的 11%左右^[1],在传统的建设项目过程中,物流管理的相关活动被局限在施工阶段,并且将其错误地理解为采购环节。这种错误认识直接导致采购、库存成本的上升及工期的延误。因此施工企业的物资供应部门应当充分利用优势条件,把单纯的采购保管业务,扩展为采购、仓储、配送、加工等全过程服务,提高供应工作的附加值。另外,施工企业与供应商的关系不稳定,多是临时性或短期性,需要花费大量的时间和精力对供应商进行选择。此外,建筑材料不仅消耗量大,而且种类繁多,按材料、产品、规格、型号等分解,品种可达 50 万种以上,不同材料的价格各异,其统计过程及其复杂。基于上述原因,项目在“采购黑洞”、“物流

陷阱”过程中造成的损失和浪费难以计量。如何建立一套合理的物流管理体系,及时、准确地提供所需原材料的种类、价格、数量,并提供材料、设备供应商的信息为决策提供有力支持是建筑企业目前亟待解决的问题。

BIM 技术应用于建筑工程领域,通过发挥其能高效利用信息的优势,在虚拟环境下,对施工实际过程进行精确地模拟分析,加强了对施工过程的事前控制、动态管理,特别是为传统的建筑物流管理提供信息化发展的新方向,对以工程量清单为采购依据,以工程造价为设备、材料价格的基础,以领料单为阶段采购依据的传统物流管理模式提供了精确化、节约化、及时化的新的发展模式。随着 BIM 技术的进一步发展,不仅可以达到建筑的可持续设计,满足绿色节能要求,帮助施工方最大化地降低风险,优化管理流程,降低成本,轻松完成项目建造,而且还可能彻底转变传统的工程管理和协作模式。

【参考文献】

- [1] Eastman C. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors [M]. John Wiley and Sons, NY, 2008: 93-460.
- [2] Laiserin J. Comparing Pomes and Naranjas. The Laiserin Letter [EB/OL]. 2002. <http://www.Laiserin.com/>.
- [3] GUO H L, LI H, Skitmore M. Life cycle management of construction projects based on Virtual Prototyping technology [J]. Journal of Management in Engineering, 2010, 26(1): 41-47.
- [4] 美国总务管理局. General Services Administration(GAS)3D-4D BIM Program [EB/OL]. <http://www.gsa.gov/portal/category/21062>.
- [5] 王广斌,张洋,杨学英,张文娟. 工程项目建设信息化发展方向 - 虚拟设计与施工 [J]. 武汉大学学报(工学版), 2008, 41(2): 90-93.
- [6] 王雪青,张康熙,谢银. 基于 BIM 实时施工模型的 4D 模拟 [J]. 广西大学学报(自然科学版), 2012, 4: 814-819.
- [7] LI H, GUO H L, Skibniewski M J, Skitmore M. Using the IKEA model and Virtual Prototyping technology to improve construction process management [J]. Construction Management and Economics, 2008, 26(9).
- [8] 杨佳. 运用 BIM 软件完成绿色建筑的设计 [J]. 聚焦信息化, 2013(2).
- [9] 师征. 基于 BIM 的工程项目管理流程与组织设计研究 [D]. 西安建筑科技大学硕士论文, 2012: 25-35.
- [10] GAO J, FISCHER M. Framework & Case Studies Comparing Implementations & Impacts of 3D/4D Modeling Across Projects [R]. Center for Integrated Facility Engineering [EB/OL]. <http://cife.stanford.edu/Publications/index.html>, 2008-08-27.
- [11] 但国平. 建筑企业供应物流成本分析和计算 [J]. 物流技术, 2010(8).
- [12] 江伟,赵振宇,朱莹玮. 我国建筑业物流供应链管理探究 [J]. 建筑经济, 2003(05).
- [13] 顾松林. 建筑施工企业物流及供应链管理的改革与提高方案浅析 [J]. 物流技术, 2001(03).
- [14] 刘伊生主编. 建筑企业管理 [M]. 北方交通大学出版社, 2003.
- [15] 王槐林,刘明菲主编. 物流管理学 [M]. 武汉大学出版社, 2002.
- [16] Adil Baykasoglu, Vahit Kaplanoglu. Application of activity-based costing to a land transportation company: A case study [J]. International Journal of Production Economics, 2008.

(责任编辑: FMX)