

4D技术在工程项目管理中的应用和发展趋势

丁卫平, 陈建国

(同济大学经济与管理学院 上海 200092)

摘要:现代建设工程日趋复杂,传统的工程项目管理思想和手段已经无法满足项目业主越来越高的要求,进度、成本和质量管理彼此独立的传统模式导致许多弊端,主要表现在各专业生成的软件信息不能共享、项目参与各方所拥有的知识和经验不能很好地提供项目决策支持。随着管理思想、管理理论、IT技术的飞速发展,运用产品数据建模、软件集成(3D+成本/进度)的思想和方法,对传统管理工具进行变革成为可能。本文引进工程项目集成化管理思想,分析国内外4D技术研究的情况,提出4D建模技术辅助工程项目管理的发展方向 and 趋势。

关键词:集成化管理;4D;工程管理;软件集成

中图分类号: F28, TP391

文献标识码: A

文章编号: 1000-7717(2004)04-0001-04

The Application and Development of 4D Technology in Project Management

DING Wei-ping, CHENG Jian-guo

(School of Economics and Management of Tongji University, Shanghai, 200092)

Abstract: The modern construction project is becoming more complicated, traditional project management thought and means have been already unable to respond to the higher request of the project owner. With the development of management theory, IT technology, it becomes possible to use the data modeling of the products, software integrating (3D + cost / progress). This text introduces the integrated management thought and the situation of domestic and international 4D technical research, put forward the developing direction and trend of auxiliary project management of 4D modeling technology.

Key words: Integrated management; 4D; engineering management; Integrated IT management

1 引言

随着新材料的出现和工艺的不断改进,现代建设工程越来越复杂,项目投资大、建设周期长、涉及面广,数据和信息处理的工作量大。项目业主对建设工程的要求和期望越来越高,希望建筑业产品的成本逐步降低,建筑产品的质量逐步提高,建筑产品和生产过程的不确定性不断提高。由此,迫切需要一个科学高效的管理体系对工程项目实行系统的、全面的、现代化的管理,集成化管理思想和方法应运而生。集成化管理不仅要求建设过程的集成,也要求项目参与各方项目管理和信息系统的集成。集成化管理需要开发工程项目管理系统软件,利用软件工程技术来实现可视化、资源共享、操作简便高效。

目前开发的工程项目集成软件一般都是各个专业数据电子化,并存放于产品数据库,通过图形化界面来操作(如图1),这与集成化管理以提高决策支持,实现多方案比较及目

标最优化相去甚远。因此,集成化管理研究的方向应该是基于3DCAD+进度/成本模型的多维项目管理软件,用户可以实现动态模拟工程,对工程进行前瞻性控制。

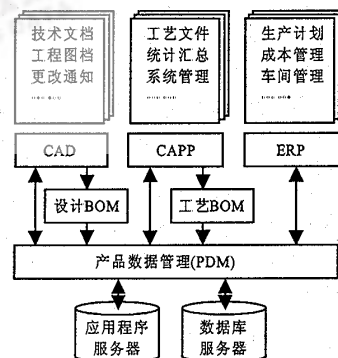


图1 CAD/CAPP/PDM集成框架

收稿日期:2004-03-28

作者简介:丁卫平(1980-),男,江苏常州人,硕士研究生,研究方向:工程项目管理。

陈建国(1957-),男,上海人,教授,系主任,研究方向:工程项目造价管理,合同管理等。

2 集成化管理的需求

首先,从建筑业发展的动力来考虑。随着建筑市场的全球化进程和建筑市场竞争的加剧,国际建筑业界已达共识:业主是推动建筑业发展的动力(Motor)。业主方更多地希望建筑业提供形成建筑产品的全过程的服务,包括项目前期的策划和开发,设计、施工以及物业管理(Facility Management)。这些要求将促进建筑业朝集成化管理的方向变化和发展的。

其次,是从工程项目管理研究的范围来看。国际标准化组织制定了项目管理的国际标准 ISO0006。项目管理有范围管理、时间管理、成本管理、人力资源管理、风险管理、质量管理、合同管理和沟通管理八个知识领域,每个领域都有相应的工具供使用,如工作分解结构法(WBS)、横道图、生命周期成本、资金预算工具(NPV, IRR, 回收期)、资源横道图、基础统计技术等等。按照这个标准工程项目管理分工明确,能够产生很好的效率。但项目的目标是唯一的,即以最小的消耗达到产品价值的最大化,各专业按照自己专业的要求来对项目实施工管理,从而不可避免地会产生命令的交叉和目标的多样性,甚至各个管理目标之间相互冲突,给项目增加了额外的管理和协调工作。因此,项目管理集成化的呼声越来越高,对集成化管理工具的研究已成为国内外项目管理理论和方法研究的一大热点。

再次,从信息技术给建筑业带来巨大的冲击和推动力来考虑。信息技术为标志的新技术革命席卷而来,知识经济的浪潮冲击着全球各个角落。当前信息技术在建筑业的发展将取决于两个因素,即技术推力和战略拉力。技术推力已经引起软件和硬件的发展并已经实现了很多功能,包括建筑信息模型、3D+进度/成本的4D建模研究和信息标准化。战略拉力是指国家明显加大了对信息化建设和信息产业的投入,我国“十五”发展规划明确提出了“以信息化、数字化带动传统行业”的目标,建设部在《全国工程勘察设计行业2000~2005年计算机应用工程及信息化发展纲要》中也提出了“以专业CAD技术应用为基础,工程信息管理为核心,工程项目管理为主线的一体化集成应用系统”的具体要求。

最后,从计算机辅助工程项目管理软件研究的现状来看。目前,国外研究机构已经联合产业界着手开始4D软件的研发,并在实际工程中取得良好的效果。而国内一些研究主要还集中在CAD技术研究中心,仅从软件技术层面探索了如何在工程项目中实施多维技术应用,没有把4D建模技术与工程项目管理理论和方法很好的结合起来。如何用工程项目集成化管理思想指导4D工程成为当务之急。从可实现的角度来看,建筑CAD与进度软件/成本管理软件的集成是易于实现的。

3 4D建模技术与工程项目管理

3.1 4D模型

4D-CAD是基于4D模型的计算机辅助设计技术。所谓4D模型是在建筑CAD三维(3D)模型的基础上,附加时间/成本因素,将模型的形成过程以动态的3D方式表现出来(如图2),这个技术的合成是通过一种能够合成图形和非图形信息的第三方软件系统来实现。4D模型不仅仅是一种

可视的媒介,使用户看到物体变化过程的图形模拟,而且能对整个形象变化过程进行优化和控制。其核心是4D过程模型的建立,及其与交互式图形生成环境、外部数据库以及其他相关CAD系统的集成。4D-CAD模型的基本内核是建筑设计3D模型,通过制定兼容协议来开发相应的软件产品,逐步实现与进度、成本等管理软件的合成,最终达到从3D到nD的建模,实现建设项目的可视化和集成化管理。

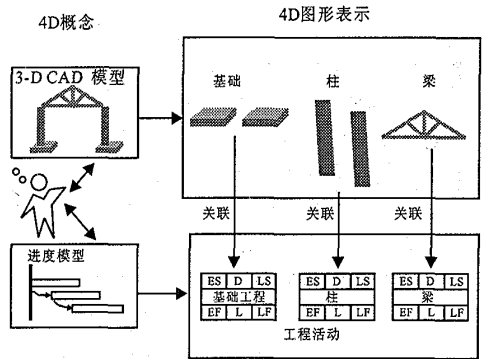


图2 4D(3D CAD+进度)的概念

3.2 4D建模技术研究综述

目前,国内外关于4D的研究主要集中在以下两个方面。

3.2.1 3D+进度/成本的4D模型研究

4D理论是美国斯坦福大学CIFE于1996年首先提出的,随后推出了CIFE 4D-CAD系统。1998年,CIFE发布了4D应用系统4D-Annotator^[1]。在该系统中,实现4D技术与决策支持系统的有机结合,借助4D显示功能,管理者能够直观地发现施工现场潜在的问题,大大提高了对施工状况的感知能力。目前,CIFE正致力于将4D概念应用于整个AEC领域中,发展基于网络的分布式管理工具。应用先进的计算设备与交互工具,构建一个全数字交互工作室(Interactive Room)如图3,使施工的各参与方能够实时的展开协同工作。Iroom^[2]的出现,揭示了下一代的施工管理工具发展的方向。

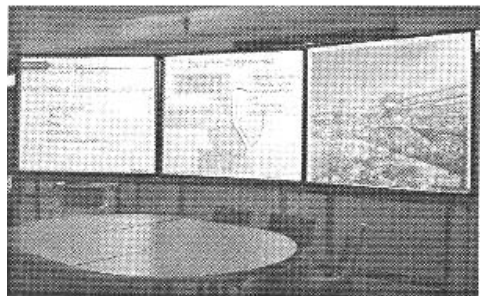


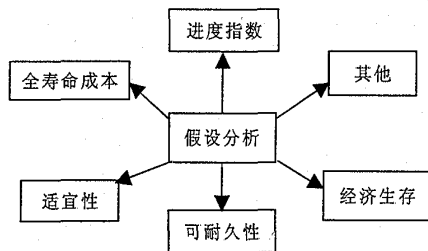
图3 CIFE的Iroom工作

在4D-CAD的研究领域中,比较有代表性的,还有英国的Shachclyde大学PROVISYS模型, South Bank大学的建筑后期维护的4D模型。清华大学从1991年开始,也致力于建

筑施工计划三维可视化和动态管理方面的研究,于1995年开发了GCPRU^[1]系统。该系统将施工对象定义为一个3D整体描述、施工过程模拟以及结构构件实体的三维复合模型。GCPSU系统体现了4D模型的基本概念,其后研究的4DSMM模型实现了施工对象3D模型与外部进度计划系统的链接。但其研究侧重于工程施工现场布置。

3.2.2 nD模型的研究

从二十世纪九十年代末,英国Salford大学开始进行一项名为“From 3D to nD”的研究项目,nD即是在3D模型的基础上,加上成本、进度等参数,使之成为多维计算模型。该模型可以描绘整个设计和施工过程,使用者能够看到和模仿整个项目建设过程。在遇到设计问题时,通过使用假设分析演示成本和进度的变更影响,将极大地提高决策支持和施工过程实施的有效性,实现建设项目多目标的最优化。多维模型各参数的利益平衡如图4。^[3]



- * 预测和计划施工过程;
- * 决定方案成本;
- * 最大化建筑物的耐久性;
- * 能量需求;
- * 人的适宜性;
- * 安全性要求;
- * 建筑物的声学要求。

该项研究工作分五个环节来实现,分别为发展规划,需求分析,模型建立,模型测试和技术推广。该项研究工作目前已有39个组织的64位成员在携手合作。其今年发表的发展规划报告指出:成熟的多维管理软件系统可能需要10~25年的时间才能在工程实践中应用。目前,可实现的软件主要还是3D+进度,3D+光照分析等4D-CAD软件模型。

4 4D技术的应用价值

4D建模技术及其软件化的实施成为集成化管理最理想的工具,其可视化的动态模拟效果为项目参与各方提供了全面快速的工程信息,从而实现工程全寿命周期的动态管理,即前期的设计管理、中期的现场管理、后期的运营维护等,为项目决策者提供决策支持,实现了工程项目多目标决策的最优化。

4.1 前期设计管理

设计阶段决定了项目生命周期内80%的成本、最终建筑物的外形、功能和工程进度,体现了项目参与各方的要求。设计成功的标准被定义如下:所有因素能被同等考虑并彼此能满足所涉及各方的需求。因此,设计阶段的4D应用尤为重要。

利用4D生成3D+成本模型可以对方案进行全寿命成本比较分析;3D+进度模型可以提前对方案的进度安排进行控制,使项目资源得到最充分的利用(如图5)。此外,3D+光照,3D+温度的模拟效果可以动态模拟出工程的各项参数指标,进行最优化调节,达到项目设计目标的最优化。

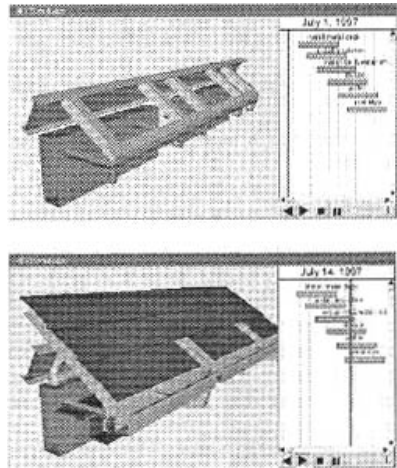


图5 4D模型的效果演示

4.2 中期现场变更管理

建设工程开始实施后,由于种种难以预料的因素存在,变更一般不可避免。由于变更具有突发性,对项目的影响难以估量,因此变更管理已经成为现代工程管理中的难点。4D技术在变更管理中的作用显而易见,其根据变更调整的建筑多维模型,将直接把对进度、成本等参数的影响清晰的表示出来,解决变更过程容易引起项目实施时间的增加、遗漏影响因素的问题。

4.3 后期维护管理

集成化全寿命管理要求重视项目后期的运营维护。通常,项目建设完成后一般由物业管理公司接收,进行后期维护,由于物业管理公司对项目建设过程的不了解,出现问题时往往不能对症下药,维护花费时间长、效率低。4D模拟技术使后期管理者易于了解整个建设项目实施的全过程,运行维护更具有针对性。进一步研究也可以建立3D+维护的对应模型,直接指导项目的后期维护。

5 4D技术实现方法的研究

4D模型软件化的核心技术即是如何解决目前工程管理软件的兼容问题,并在此基础上开发4D软件,如BLIS GROUP致力于发展IFC R2.0协议的实施,澳大利亚的CSIRO(Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization),芬兰的TEKES, VTT, Senate Properties, Olof Granlund Oy, YIT Corporation等都基于ArchiCAD生成各自的4D软件。

目前比较成熟的4D技术解决方法主要集中在3DCAD+进度上,4D进度模型的技术也是最为成熟的,用Jacobus软件实现4D的过程如下:

- (1) 用Alias Wavefront软件生成3D模型;

- (2) 将 3D 模型分解成若干个组块;
- (3) 从 Alias 将这些组块以 DXF 文件格式输出;
- (4) 将块输入 AutoCAD;
- (5) 将各个块分成两层:一层表示结构,另外一层表示结构之间的关系;
- (6) 将各个 DWG 文件合并为一个图形文件;
- (7) 将单个 DWG 文件以“JSM”文件格式或 Jacobus 3D 模型格式输出;
- (8) 将 JSM 文件输入 Jacobus 生成 3D JSM 模型;
- (9) 输入进度文件(由 Primavera 生成)到 Jacobus;
- (10) 将 CAD 文件与进度活动链接生成 4D—CAD 模型;
- (11) 在 Jacobus 的环境中安装运行 4D 模型;
- (12) 进行 4D 模型动态模拟演示。

可以看到 4D 进度模型的实现相当冗长,而且会产生很多问题,如项目参与方只能在 Jacobus 环境下看到 4D 图像,任何变更将不得不从头到尾进行 4D 建模;连接的源数据很难维护;进度没有分层次等等。因此,该模型目前还在不断改进中,最新的软件版本已经可以实现对 AutoCAD14 生成的 3D 模型直接利用^[4],不需为每个工程再设计一次三维图形,大大节约了时间,其实现过程如图 6 所示。

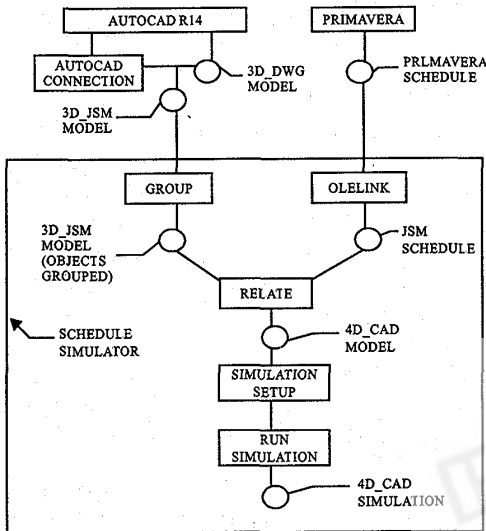


图 6 AutoCAD14 与 P3 的合成

6 nD 研究的重点和趋势

1999 年 8 月,来自多个国家的工程管理教授在斯坦福大学讨论下个世纪如何开展工程管理研究,并成立了伯克利-斯坦福 CE&M^[3]建筑工程管理工作室。伯克利-斯坦福工作室认为,工作研究的理论与成果需要集中的产业支持,理论研究和产业需要直接联系起来,工作室将工程管理领域的权威研究者和实践产业中的佼佼者聚集到一起。目前,工作室研究的关键技术如下:共同的、标准化的产品模型方案(IFC);新的因特网数据交换和存取协议(XML);4D-CAD 程序(使进度作为设计的一个集成部分);图形化可视技术(VDL, 3D VRML)等。这些研究都是为了解决当前工程管理的发展要求,即如何建立软件的标准兼容协议,构建计算机多维模型,利用可视化技术来实现项目参与各方在工程项目全过程中协作管理。

4D 技术辅助工程项目集成化管理是全新的研究方向,其研究过程必须结合工程实践,利用项目集成化管理思想来指导 4D 技术的研究发展。如何将 4D 技术进行产业化,这将是未来研究的重点,也是 4D 发展的重要趋势之一。

就目前而言,工程项目进行决策的时间大量耗费在对信息的识别和解释上,4D 技术的实施将改变这种低效率的现状,CIFE 研究中心正致力开发的交互式工作区(CIW)将减少花费在信息描述和解释的时间,所提供的信息集中于评估和预测,更好的为决策服务(如图 7)。这是 4D 研究发展的重要趋势。

项目集成化管理不仅是要求实现 4D,更要求集成工程项目的全部重要参数,即形成 nD 模型,使用单个模型就能概括项目实施的全过程,这将是研究的重要领域。目前,国外研究机构和软件公司正合作制定兼容协议,在此基础上生成各个 4D 软件,实现各软件间数据共享,数据同步更新(如图 8)。

此外,随着计算机网络技术和数据库应用的发展,基于 Web 的多维模型辅助工程项目管理也被提上了议程。为解决传统项目管理决策地点固定问题,提出了新的解决方案,成为 4D 研究未来的发展趋势。

7 结束语

工程项目全过程集成化管理代表着项目管理理论的一种发展趋势。4D 项目管理系统的研究,应用先进的计算机理论和技术,为解决工程管理领域集成化管理问题探索了新

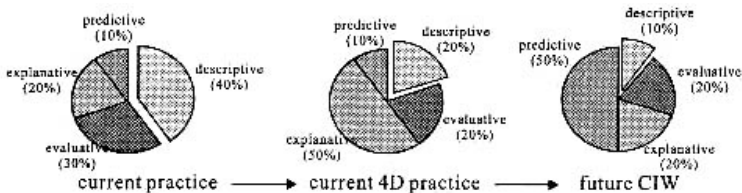


图 7 项目管理任务耗费的时间比例图

(下转第 12 页)

4 评标工作的质量差强人意

标书的评定工作的真正意义在于评定出最为合理而且最具实力的施工企业来执行工程项目的施工任务,招投标文件的公平、公正的特点,在这一环节中应该得到充分的体现。同时标书的评定工作是一项技术性和政策性很强的工作,来不得半点马虎和粗心。但是在评定标书的实际过程中,这项工作的完成仅在几个小时内就结束了。可想而知,这样没有时间保证的评标太过于形式化,使评标者根本没有时间来仔细阅读标书文件,根本无法了解投标企业的具体而详实的资质、实力、信誉、业绩等情况。因此得到的结果也实难保证评标的工作质量,同时也很难发现标书中存在的问题,致使出现偏差是难免的。另外,某一个地区参与评标的委员们在一定程度上都是固定的,而且每次评标都是他们来参与。这种做法存在着许多弊端,由于委员们的素质不同,很容易产生权钱交易的不法行为。同时委员的心理存在着一定程度的倾向性,使评标工作失去了客观性,失去了公正性,使评标的工作质量大打折扣。

5 监理工程师的参与不够

监理工程师在业主的委托之下对业主与第三方所签定的合同在实施过程中进行监督、管理和协调,并在项目实施过程中建立以监理工程师为核心的管理模式是市场经济发展的必然趋势,同时也是我国在工程项目管理改革中的巨大进步。监理工程师的工作应从项目的可行性研究、方案的选择到工程项目的实施结束,他们的工作应贯穿与工程项目的全过程,并且是在有业主的授权下进行独立工作,并处于一个核心的地位,对工程项目的质量、投资、进度三大控制有着法定的权力,同时应具有参加招投标签定合同的权力、质量争议裁决权、签字付款决定权、变更决定权、分包确定权、争端处决权等等。但是在现实的中,监理工程师在工程项目管理中的参与力度明显不够,表现在两个方面:第一,监理工程师的参与时间过晚,在工程项目实施之前,他们几乎不参与工程项目的管理;第二,监理工程师的权力不够。监理工程

师应在业主的授权范围内独立地工作,可以独立地处理工程项目中事情,但是业主对他们没有完全地授权致使他们在工作中受业主的摆布,使监理工作处于被动的地位。出现这种现象主要因为一些业主担心监理工程师的权力太大,会使大权旁落,使项目管理无法控制。

6 政府的监管工作力度不够

在招投标工作中,依据市场运作规则,建设单位通过招标准形式,选择最适宜的施工承包队伍,采用这种方式,使建设单位利益最大化。但是在运行操作中总伴随一些不尽人意的行为,如上级的某项特殊的指令,或是某方之间、某人之间存在着某种特殊的关系,造成了这种公开、公正、公平行为的扭曲。政府为了避免一些非正常行为的出现,便出面进行监管,用以提高招投标工作的严肃性。同时,政府的监管也是整顿和规范招投标市场秩序的重要手段。但在实际中,政府对招投标工作的监管也存在一些应当改进的地方,如政府的监管没有摆正位置,在某些情况下,对违规者姑息迁就,执法不严。有时监督管理错位,不该管的他去管,而该管的又不去管。如对评标的过程,政府应仅作为监督者,而不应该进行干预,更不应该对评标委员们指手画脚,或采取任何形式进行暗示,来影响评标委员们的判断力。为此政府的监管工作应当依法行事,要摆正位置,做到公正廉洁,同时政府的监管工作要有透明度。总之,由于目前我国招投标市场受社会环境、经济环境、传统文化、法制建设、管理体制、精神文明程度等多种因素的影响,存在着许多问题。为此,建筑市场的参与者尤其是管理者应当正视这些问题,勇敢地面对问题,积极地去解决问题方能使招投标工作健康稳定地发展。

[参考文献]

[1] 董海涛.当前我国工程招投标活动中存在的主要问题及对策建议[J]. 建筑经济,2003(8).
 [2] 朱 斌,胡 峰.工程保险招投标重点分析[J]. 建筑经济,2001(3).
 [3] 吕所章,李 京.对工程招投标中存在问题的思考[J]. 建设监理,2002(2).

(上接第 4 页)

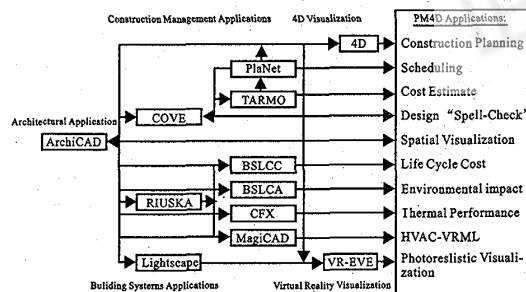


图 8 兼容协议下开发的 4D 软件

的理论、途径和方法。4D 技术的研究和应用在国内外已经得到了广泛的重视,是未来工程管理所必需的辅助工具,其研究成果具有广阔的应用前景,对于提高工程管理水平具有重要意义、具有较高的研究价值。

[参考文献]

[1] 张建平,王洪钧.建筑工程项目 4D⁺⁺模型与 4D 管理项目系统的研究[J]. 土木工程学报,2003,36(3).
 [2] Marcus Schreyer, Timo Hartmann, Martin Fischer, John Kunz. CIFE iRoom XT Design and Use[M]. CIFE REPORT, December 2002.
 [3] Martin Betts. Developing a Vision of nD - Enabled Construction [M]. Construct I. T. Centre of Excellence The National Network for the UK,2003.
 [4] Robert A. Rodgers. A 4D-CAD Implementation Utilizing Jspace Schedule Simulator [D]. Virginia Polytechnic Institute and State University, For the degree of master of science in architecture.
 [5] Martin Fisher and Calvin Kam. PM4D Final Report[R]. CIFE Technical Report Number 143, October 2002