

高等学校工程管理专业规划教材

Programmed Textbook of Construction Management
Specialty for Colleges and Universities

BIM项目管理规划及应用

张静晓 李慧 王波 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

BIM 项目管理规划及应用/张静晓主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2019. 1

高等学校工程管理专业规划教材

ISBN 978-7-112-22987-1

I. ①B… II. ①张… III. ①建筑工程-项目管理-计算机辅助管理-应用软件-高等学校-教材 IV. ①TU71

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 265888 号

本书立足于工程项目管理视角, 从 BIM 项目管理的基本概念入手, 分析了 BIM 项目管理的内涵和技术基础; 进一步融合建筑全生命周期, 阐述了 BIM 项目管理在项目前期策划阶段、设计阶段、施工阶段和运营维护阶段应用的操作标准、流程、技巧及方法, 还列出了 BIM 项目管理实施规划在项目管理各阶段应用的关键应用点, 同时为提高书中内容的应用操作性, 本书还穿插了具体的工程案例应用, 详尽地展示了 BIM 项目管理实施规划在工程中的具体应用点、应用流程及应用效果, 强调理论与实践的结合。

本书适用于应用型本科院校的土木工程、工程管理、工程造价、项目管理专业及相关专业的教学授课, 通过本书的学习既可以达到提高读者 BIM 理论水平, 又能达到加强读者 BIM 实践操作能力的目的。

为更好地支持相应课程的教学, 我们向采用本书作为教材的教师提供教学课件, 有需要者可与出版社联系, 邮箱: cabpkejian@126.com。

责任编辑: 张 晶

责任校对: 焦 乐

高等学校工程管理专业规划教材

BIM 项目管理规划及应用

张静晓 李 慧 王 波 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京君升印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 19 字数: 473 千字

2019 年 4 月第一版 2019 年 4 月第一次印刷

定价: 48.00 元 (赠课件)

ISBN 978-7-112-22987-1

(33075)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

BIM 技术领先已经成为建筑企业的重要优势，建筑企业只有强化进行 BIM 项目管理实施规划，实现项目全过程 BIM 应用，在项目全生命周期完成信息共享，才能在激烈的竞争中掌握主动。近日，住房城乡建设部正式批准《建筑信息模型施工应用标准》GB/T 51235—2017 为国家标准，编号 GB/T 51235—2017，自 2018 年 1 月 1 日起实施，具体提出了规范化的要求。BIM 技术的应用也在从大型设计院、企业向中小型企业扩散，从单个环节的应用到全生命周期、全产业链、全方位应用转变，BIM 技术应用前景十分广阔。高校作为培养土木工程与管理人才的摇篮，必须承担起建筑行业 BIM 发展的人才培养重任，跟上国际建筑产业发展的 BIM 步伐。为了初步了解国家的标准规范，为了满足企业日益增长的 BIM 人才需求，为了满足高校人才培养的需要，本书与时俱进，主要对 BIM 项目管理和项目实施技术基础理论和具体应用进行介绍。希望通过学习此书加深读者对于 BIM 项目管理和项目实施技术的认识和理解。

目前，BIM 项目管理和项目实施技术正全面融入工程管理、工程造价、建筑信息管理等专业。为此，许多高校工程管理、工程造价等本科专业及建筑信息管理等专科专业，先后开设了 BIM 项目管理和建设项目信息化相关课程，以培养既懂技术和经济，又懂法律和管理的复合型人才。为满足高校对工程造价、工程管理、土木工程等专业的教材或教学参考书的要求，根据高校土建类专业的人才培养目标、教学计划、建筑工程计量与计价课程的教学特点和要求，依据《高等学校工程管理本科指导性专业规范》和《高等学校工程造价本科指导性专业规范》的最新规定，编写了此书。

本书立足于工程项目管理视角，从 BIM 项目管理的基本概念入手，分析了 BIM 项目管理的内涵和技术基础；进一步融合建筑全生命周期，阐述了 BIM 项目管理在项目前期策划阶段、设计阶段、施工阶段和运营维护阶段应用的操作标准、流程、技巧及方法，还列出了 BIM 项目管理实施规划在项目管理各阶段应用的关键应用点，同时为提高书中内容的应用操作性，本书还穿插了具体的工程案例应用，详尽地展示了 BIM 项目管理实施规划在工程中的具体应用点、应用流程及应用效果，强调理论与实践的结合。因此，本书十分适用于应用型本科及高职院校的土木工程、工程管理、工程造价、项目管理专业及相关专业的教学授课，通过本书的学习既可以达到提高读者 BIM 理论水平，又能达到加强读者 BIM 实践操作能力的目的。

本书共分两部分，分别为 BIM 与 BIM 实施规划和案例应用，共八章，包括 BIM 概述、BIM 项目管理、BIM 项目管理实施规划等，注重基本概念的讲解和相应技术的具体应用。本书在编写的过程中参考了大量专业文献，汲取了行业专家的经验，参考和借鉴了有关专业书籍内容，以及 BIM 中国网、中国 BIM 门户等论坛上相关网友的 BIM 应用心得体会。在此，向这部分文献的作者表示衷心的感谢！

全书由长安大学张静晓教授负责大纲制定，与长安大学李慧、安康市住房城乡建设规

刘局王波共同编著, 由张静晓负责最后统稿。编写工作具体为李慧、李芮编写第 1 章, 程文豪编写第 2 章 2.1 节, 金路佳编写第 2 章 2.2、2.3 节, 刘润畅编写第 4 章, 李慧编译第 5 章。下篇案例应用部分由张静晓负责编写, 由陈娜、何亮明、付宝霞、李颜惊雪、刘维、唐仪华、王欣阳、张颖琦进行案例开发, 李芮负责整理。

由于本书编者水平有限, 时间紧张, 不妥之处在所难免, 恳请广大读者批评指正。

理-应用软件-高等学校-教材. IV. ①TU201

2018.10

2018.10

2018.10

2018.10

2018.10

目 录

术语表	1
第 1 章 BIM 概述	3
1.1 BIM 的基础理论	3
1.2 BIM 的标准体系及收费标准	12
1.3 国内外 BIM 的研究热点	21
1.4 BIM 软件基础设施	33
1.5 本书脉络	42
本章习题	43
第 2 章 BIM 项目管理	44
2.1 BIM 项目管理的定义	44
2.2 BIM 项目管理的内容	48
2.3 BIM 项目管理的工作岗位	59
本章习题	62
第 3 章 BIM 项目管理的应用	63
3.1 BIM 项目管理的全生命周期应用	63
3.2 BIM 项目管理应用的信息管理平台	83
3.3 BIM 项目管理的应用项目类型	95
3.4 BIM 项目管理应用的意义	98
本章习题	102
第 4 章 BIM 项目管理模型构建	103
4.1 BIM 建模基本要求	103
4.2 BIM 模型审查及优化	110
4.3 BIM 实施保障措施	117
本章习题	122
第 5 章 BIM 项目管理实施规划	123
5.1 BIM 项目管理实施规划概述	123
5.2 定义 BIM 项目管理实施规划目标和应用	129
5.3 设计 BIM 项目管理实施规划流程	137
5.4 信息交互	142
5.5 确定支持 BIM 项目管理实施规划实现的基础设施	145
5.6 实施 BIM 项目管理实施规划流程和组织	150
本章习题	155

第 6 章 BIM 项目管理实施规划应用案例	156
6.1 工程概况	156
6.2 定义 BIM 项目管理实施规划目标和应用	157
6.3 设计 BIM 项目管理实施规划流程	160
6.4 BIM 信息交互	210
6.5 质量控制及基础配套设施的确定	215
第 7 章 BIM 施工组织设计应用案例	220
7.1 编制依据	220
7.2 施工部署及安排	220
7.3 施工进度计划及工期保证措施	223
7.4 施工平面布置图	224
7.5 主要施工方案	227
7.6 施工技术措施	237
第 8 章 BIM 5D 应用案例	241
8.1 BIM 5D 实施方案	241
8.2 BIM 5D 应用目标成果	245
附件	259
附件 1 脚手架、模板材料统计表	259
附件 2 幼儿园项目土建工程量汇总表	261
附件 3 幼儿园项目钢筋汇总表	262
附件 4 工程量清单报表	265
附件 5 日照分析报告	267
附件 6 节能分析报告	272
附件 7 施工进度计划表	275
附件 8 幼儿园项目进度计划横道图、网络图	278
附件 9 现场布置三维效果	279
附件 10 BIM USE 实施规划一级流程图	281
附件 11 BIM USE BIM 实施计划过程	282
附件 12 BIM USE 实施规划二级流程图—项目规划	283
附件 13 BIM USE 实施规划二级流程图—现场布置计划	284
附件 14 BIM USE 实施规划二级流程图—3D 控制与计划	285
附件 15 BIM USE 实施规划二级流程图—成本估算	286
附件 16 BIM USE 实施规划二级流程图—照明分析	287
附件 17 BIM USE 实施规划二级流程图—能源分析	288
附件 18 BIM USE 实施规划二级流程图—4D 建模	289
附件 19 BIM USE 实施规划二级流程图—模架设计	290
附件 20 BIM USE 实施规划二级流程图—设计协调	291
附件 21 BIM USE 实施规划二级流程图—记录模型	292
参考文献	293

术 语 表

英文缩写	英文	中文对照
BIM	Building Information Modeling	建筑信息模型或建筑信息管理
BLM	Building Lifecycle Management	建筑全寿命周期管理
CAD	Computer Aided Design	计算机辅助设计
ISO	International Organization for Standardization	国际标准化组织
CDE	Common Data Environment	常见数据环境
IFC	Industry Foundation Classes	工业基础类
CIBIM	Costumer Interactive BIM	交互式建筑信息模型
SD	System Dynamics	系统动力学
P2P	Peer-to-Peer	对等计算或对等网络
AR	Augmented Reality	增强现实
VR	Virtual Reality	虚拟现实
FMVAS	Facility Management Visual Analytics System	设施可视化分析系统
CMMS	Computerised Maintenance Management System	计算机维护管理系统
TLS	Terrestrial Laser Scanning	地面激光扫描
RFID	Radio Frequency Identification	射频识别
FA	Firefly-Algorithm	萤火虫算法
CBR	Case-Based Reasoning	基于案例推理
DES	Discrete Event Simulation	离散事件仿真
NDSM	N-Dimensional project Scheduling and Management system	N 维项目计划和管理系统
GAs	Genetic Algorithms	遗传算法
VPD	Virtual Project Development	虚拟项目开发
GIS	Geographical Information System	地理信息系统
UIM	Urban Information Model	城市信息模型
IDM	Information Delivery Manual	信息交付手册
IFD	International Framework for Dictionaries	国际字典框架
IAI	International Alliance of Interoperability	国际协同工作联盟
bSI (现)	buildingSMART International	国际协同工作联盟 (现)
NBIMS	National Building Information Model Standard	美国国家建筑信息模型标准
CBIMS	China Building Information Model Standards	中国建筑信息模型标准
PIM	Project Information Model	工程信息模型
AIM	Asset Information Model	资产信息模型
LOD	Level of Detail	模型细节
LOI	Level of Information	信息层次
MPDT	Master Production Delivery Table	信息传递规划
CIC	Construction Industry Council	建筑业协会

术语表

EIR	Employer's Information Requirements	雇主信息要求
TIDP	Task Information Delivery Plan	个人任务信息传递计划
MIDP	Master Information Delivery Plan	组织任务信息传递计划
BPMN	Business Process Modeling Notation	业务流程建模与标注
PLQ	Plain Language Questions	基本语言问题
AIR	Asset Information Requirements	资产信息需求
OIR	Organisational Information Requirements	组织信息需求
IE	Information Exchange	信息交互
IPD	Integrated Project Delivery	集成项目交付
AGC	Associated General Contractors of American	美国总承包商协会

第 1 章 BIM 概述

1.1 BIM 的基础理论

1.1.1 BIM 的定义

BIM 这一概念产生于 20 世纪 70 年代, 美国的 Chuck 博士于 1975 年提出的 Building Description System 是 BIM 的雏形。1986 年, “Building Modeling” 第一次在学术论文中被使用, Building Information Model 于 1992 年开始被使用, 而在 1999 年就有论著提及 Building Information Model。此后, Jerry Laiserin 称 Building Information Modeling 是“一种用数字形式展现和管理建设过程及设备, 并实现信息交互的有效手段”。2002 年, Autodesk 公司首次将 Building Information Modeling 简称为 BIM, 并将其作为特定称谓广为传播, 得到了全球建筑业相关人员的普遍认可。但直到 2005 年我国才引入 BIM, 目前我国对于 BIM 技术的研究依然不够深入。

BIM 是“建筑信息模型”或“建筑信息管理”的缩写, 有时又缩写为 BIM (M), BIM 能够有效地辅助建筑工程领域的信息集成、交互及协同工作, 是实现建筑全生命周期管理 (Building Lifecycle Management, BLM) 的关键。关于 BIM 的定义业界有很多种观点:

国际标准组织设施信息委员会 (Facilities Information Council) 如下定义 BIM: BIM (Building Information Modeling) 建筑信息模型是利用开放的行业标准, 对设施的物理和功能特性及其相关的项目寿命周期信息进行数字化形式的表现, 从而为项目决策提供支持, 有利于更好地实现项目的价值。

美国国家标准技术研究院对 BIM 作出了如下定义: BIM 是以三维数字技术为基础, 集成了建筑工程项目各种相关信息的工程数据模型, BIM 是对工程项目设施实体与功能特性的数字化表达。

美国国家建筑科学研究所 (National Institute of Building Sciences) 对 BIM 的定义从三个互相独立又彼此关联的方面展开, 分别是 Building Information Model, Building Information Modeling 和 Building Information Management, 即建筑信息模型、建筑信息模型的构建以及建筑信息模型的管理及操作。其中 Building Information Model, 是指一个建筑构件或设施的物理特征和功能特性的数字化表达, 是该项目相关方的共享知识资源; 而 Building Information Modeling 则表示在建筑全生命周期内的设计、建造和运营中产生和利用建筑数据的信息交互过程; Building Information Management 强调的则是对建筑信息模型的管理及操作, 即利用数字化工程信息支持项目全生命周期信息共享的流程组织和控制。

目前普遍认同的是, 美国国家 BIM 标准 (National Building Information Modeling

Standard, NBIMS) 对 BIM 作出的定义: BIM 是一个设施(建设项目)物理和功能特性的数字表达; BIM 是一个共享的知识资源, 是一个分享有关这个设施建设的信息, 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; 在项目不同的阶段, 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。

作为建筑信息模型, BIM 的核心功能是将庞大的数据信息进行整合, 通过 3D 数字技术构建模型, 并将这些信息放到一个独立的共享平台上使用。一个完整的信息模型, 能够连接建筑项目生命周期不同阶段的数据、过程和资源, 是对工程对象的完整描述, 可被建设项目各参与方普遍使用。BIM 的最大特点是数据信息的高度集合, 其中模型是基础, 信息是灵魂, 软件是工具, 协作是重点, 管理是关键。以支持 BIM 建筑全生命周期项目决策、设计、施工、运营的技术、方法(图 1-1), 基于 BIM 的建筑业信息化, 横向打通了技术信息化和管理信息化之间的信息传递, 实现建筑全生命周期各阶段的工程性能、质量、安全、进度和成本的集成化管理, 提高工作效率和质量, 减少错误和风险, 提升建设行业效率和利润。

BIM 是一种技术、一种方法、一个过程, 以 BIM 为平台的集成工程建设信息的收集、管理、交互、更新、存储等流程, 为工程建设项目全生命周期不同阶段、不同参与主体、不同软件应用之间提供了准确、实时、充分的信息交流和共享, 提高工程建设行业生产水平^[1]。在建筑工程领域, 如果将二维 CAD 技术的应用视为建筑工程设计的第一次变革, 那么 BIM 技术的出现将引发整个建筑/工程/建造(Architecture/Engineering/Construction)领域的第二次革命。

1.1.2 BIM 的内涵

建筑信息化模型的建立, 仍然是基于计算机技术而发展的对大信息量整合的先进手段, 依托互联网管理和组织管理, 它有以下几个方面的内涵。

1. 协调和共享

BIM 技术的发展与应用, 并不单纯只是把大量的信息进行整合就结束了, 而是要将这些信息进行有效的共享, 同时对与项目相关的各个相关方进行协调, 这样才能真正体现 BIM 特有的优势和发展方向。

在当今的信息化时代发展背景下, 传统的生产建筑模式已经被打破, 单一的条线式工作已经不能满足现在的发展需求。首先, 对于各种信息的整合就需要考虑到后续的协调和共享, 从而根据后期的一个发展需求进行整合。在整合完成之后, 各个方面的人员, 需要对于其提供的信息进行有序采集。而采集的过程, 既要考虑到各方的应用, 同时又不能够各自为政。通过信息的协调, 做到有步骤有成效的信息化共享。建筑项目, 是个有机的整体, 各个相关的单位, 不仅能够得到自己需要的信息内容, 更要获得整体的相关情况。协调使得各个相关方能够向着同一个目标进行努力, 这样形成紧密的整体, 这也就是 BIM 体现出的团队性, 整合功能。

2. 互联网软件

BIM 技术的应用, 从其本质上来说, 仍然是计算机方面的应用。现代计算机的发展, 不能够离开网络和软件, 相应的 BIM 发展也同样离不开相关方面的支持。而透过 BIM 技术的发展, 体现的是网络与软件等现代化智能化科技对于建筑行业的重大影响, 这也是整

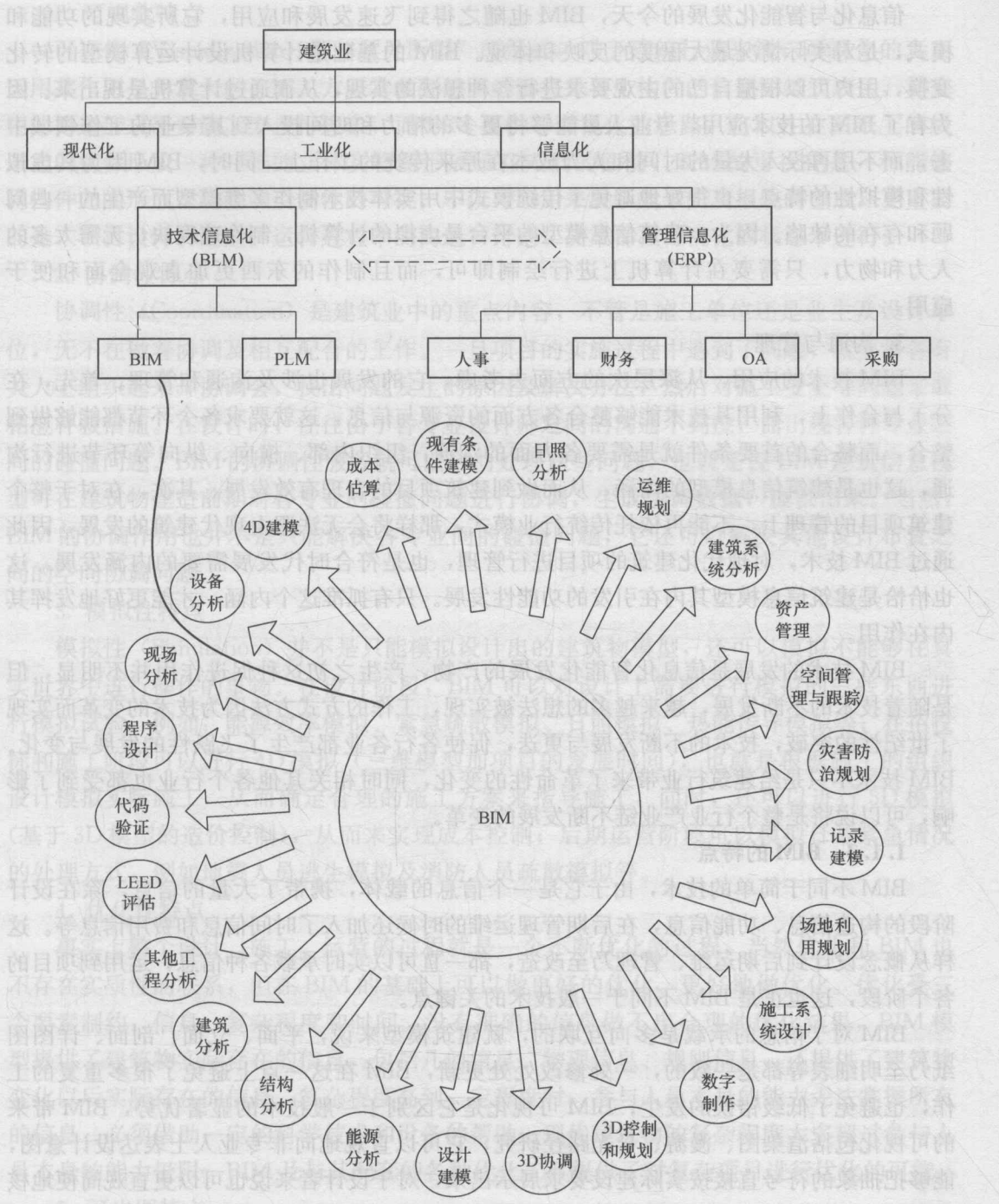


图 1-1 基于 BIM 的建筑信息化

一个建筑行业的转型和发展。而针对这样的转变，软件开发的商家也跟着这一发展，适应相关的行业趋势。实际上这也是 BIM 在应用过程中的主要内涵，通过互联网和软件技术，提升建筑行业的整体发展。

信息化与智能化发展的今天，BIM 也随之得到飞速发展和应用，它所实现的功能和模式，是对实际情况最大程度的反映和体现。BIM 的基础是计算机设计运算模型的转化变换，用户可以根据自己的主观要求进行各种想法的实现，从而通过计算机呈现出来。因为有了 BIM 的技术应用，专业人员能够将更多的精力和时间投入到其专业的工作领域中去，而不用再投入大量的时间和人力成本在原来传统的工作上。同时，BIM 因为其虚拟性和模拟性的特点，也很好地避免了传统模式中用实体技术制作多维模型而产生的一些问题和存在的缺陷。因为，建筑信息模型的平台是虚拟的计算机，制作速度快，无需太多的人力和物力，只需要在计算机上进行绘制即可，而且制作的东西更加直观全面和便于应用。

3. 沟通与管理

BIM 技术的应用，从深层次的方面去考虑，它的发展也涉及沟通和管理。首先，在分工与合作上，利用其技术能够整合各方面的资源与信息，这就要求各个环节都能够做到整合，而整合的首要条件就是需要各方面的沟通，组织内部、横向、纵向等环节进行沟通，这也是建筑信息模型的内涵，从而做到建筑项目的合理有效发展。其次，在对于整个建筑项目的管理上，不能再依托传统行业模式，那样将会无法跟上现代建筑的发展，因此通过 BIM 技术，对现代化建筑的项目进行管理，也是符合时代发展需要的内涵发展，这也恰恰是建筑信息模型其内在引发的功能性发展。只有抓准这个内涵，才能更好地发挥其内在作用。

BIM 技术的发展是信息化智能化发展的产物，产生之初这种促进作用并不明显，但是随着技术的不断发展，越来越多的想法被实现，工作的方式方法因为技术的变革而实现了世纪性的突破，技术的不断发展与更迭，促使各行各业都产生了飞跃性的发展与变化。BIM 技术不只是给建筑行业带来了革命性的变化，同时相关其他各个行业也都受到了影响，可以说将是整个行业产业链不断发展的变革。

1.1.3 BIM 的特点

BIM 不同于简单的技术，由于它是一个信息的载体，携带了大量的信息，除在设计阶段的构造信息、功能信息，在后期管理运维的时候还加入了时间信息和费用信息等。这样从概念设计到后期运维、管理乃至改造，都一直可以实时承载各种信息，运用到项目的各个阶段，这也正是 BIM 不同于一般技术的关键点。

BIM 对于信息的承载是多向互联的，就建筑模型来说，平面、立面、剖面、详图图纸乃至明细表等都是是一致的，一处修改处处更新，BIM 在这一点上避免了很多重复的工作，也避免了低级错误的发生；BIM 可视化是它区别于一般技术的显著优势，BIM 带来的可视化包括渲染图、漫游、日光路径研究，它可以直观地向非专业人士表达设计意图，能够把抽象的符号直接按实际建设要求展示出来，对于设计者来说也可以更直观简便地核查设计上的缺漏和错误，优化设计；BIM 用于工程项目的全寿命周期，以提高工程质量，保证施工顺利完成，而且，在施工完成后依然可以进行运维、管理、改造，这样就可以做到可持续深化；BIM 可以进行参数化设计，尤其是对于一些异形的建筑物非常简单快捷；BIM 还可以进行管道碰撞检查，将隐形风险前置控制在设计阶段，减少施工阶段带来的危险，减少变更和返工。

总体来说，真正的 BIM 符合以下八个特点：

1. 可视化特点

可视化 (Visualization) 即“所见所得”的形式,对于建筑行业来说,可视化的真正运用其作用是非常大的。施工方经常拿到的图纸都只是各个构件的信息图纸式表达,其真正的构造形式需要施工方自行想象,而 BIM 提供了可视化的思路,将以往在图纸上的线条式的构件形成一种三维的立体实物图形展示在人们的面前, BIM 的可视化是一种能够将构件之间形成互动性和反馈性的可视,不仅可以用来展示效果图及报表的生成,更重要的是,项目设计、建造、运营过程中的沟通、讨论、决策都在可视化的状态下进行。

2. 协调性特点

协调性 (Coordination) 是建筑业中的重点内容,不管是施工单位还是业主及设计单位,无不在做着协调及相互配合的工作。一旦项目的实施过程中遇到了问题,就要将各有关人士组织起来开协调会,找出问题发生的原因及解决办法,然后对施工变更等问题采取相应补救措施。在设计时,往往由于各专业设计师之间的沟通不到位,而出现各种专业之间的碰撞问题。BIM 的协调性服务就可以帮助处理这些问题,也就是说 BIM 建筑信息模型可在建筑物建造前期对各专业的碰撞问题进行协调,生成协调数据,提供出来。当然, BIM 的协调作用也并不是只能解决各专业间的碰撞问题,它还可以解决其他设计布置之间的空间协调问题。

3. 模拟性特点

模拟性 (Simulation) 并不是只能模拟设计出的建筑物模型,还可以模拟不能够在真实世界中进行操作的事物。在设计阶段, BIM 可以对设计上需要进行模拟的一些东西进行模拟试验,例如:能源效率模拟、紧急疏散模拟、日照模拟、热能传导模拟等;在招投标和施工阶段可以进行 4D 模拟(三维模型加项目的发展时间),也就是根据施工的组织设计模拟实际施工,从而确定合理的施工方案来指导施工,同时,还可以进行 5D 模拟(基于 3D 模型的造价控制),从而来实现成本控制;后期运营阶段可以模拟日常紧急情况的处理方式,例如地震人员逃生模拟及消防人员疏散模拟等。

4. 优化性特点

事实上整个设计、施工、运营的过程就是一个不断优化的过程,当然优化和 BIM 也不存在实质性的联系,但在 BIM 的基础上可以做更好的优化、更好地做优化。优化受三个要素制约:信息、复杂程度和时间。没有准确的信息做不出合理的优化结果, BIM 模型提供了建筑物实际存在的信息,包括几何信息、物理信息、规则信息,还提供了建筑物变化以后实际存在的信息。复杂程度高到一定程度时,参与人员本身的能力无法掌握所有的信息,必须借助一定的科学技术和设备的帮助。现代建筑物的复杂程度大多超过参与人员本身的能力极限, BIM 及与其配套的各种优化工具提供了对复杂项目进行优化的可能。

5. 可出图特点

BIM 并不是为了出日常多见的建筑设计院所出的建筑设计图纸及一些构件加工图纸,而是通过对建筑物进行可视化展示、协调、模拟、优化以后,可以帮助业主出如下图纸:

- (1) 综合管线图(经过碰撞检查和设计修改,消除了相应错误以后);
- (2) 综合结构留洞图(预埋套管图);
- (3) 碰撞检查报错报告和建议改进方案。

6. 一体化特点

基于 BIM 技术可进行从设计到施工、再到运营，贯穿了工程项目全寿命周期的一体化管理。BIM 的技术核心是一个由计算机三维模型所形成的数据库，不仅包含了建筑的设计信息，而且可以容纳从设计到建成使用、甚至是使用周期终结的全过程信息。如在设计阶段采用 BIM 技术，各个设计专业可以协同设计，可以减少缺漏碰撞等设计缺陷；在施工阶段，各个管理岗位、各个工序工种的协同工作，可以提高管理工作效率。BIM 工程是系统工程，不是一个单位，或者一个专业，一个人能够完成的，需要参与建设的各责任方和各个专业，共同参与，共同协作。

7. 参数化特点

参数化建模指的是通过参数而不是数字建立和分析模型，通过简单地改变模型中的参数值就能建立和分析新的模型；BIM 中图元是以构件的形式出现，这些构件之间的不同，是通过参数的调整反映出来的，参数保存了图元作为数字化建筑构件的所有信息。

参数化设计可以大大提高模型的生成和修改的速度，在产品的系列设计、相似设计及专用 CAD 系统开发方面都具有较大的应用价值。参数化设计中的参数化建模方法主要有变量几何法和基于结构生成历程的方法，前者主要用于平面模型的建立，而后者更适合于三维实体或曲面模型。

8. 信息完备性

信息完备性体现在 BIM 技术可对工程对象进行 3D 几何信息和拓扑关系的描述以及完整的工程信息描述。如对象名称、结构类型、建筑材料、工程性能等设计信息；施工工序、进度、成本、质量以及人力、机械、材料资源等施工信息；工程安全性能、材料耐久性能等维护信息；对象之间的工程逻辑关系等。

BIM 模型中包含建筑物整个施工、运营过程中需要的所有建筑构件、设备的详细信息，以及项目参与各方在信息共享方面的内在优势。

1.1.4 BIM 的重要性

BIM 作为一项颠覆设计、施工管理的新技术，彻底改变了相关人员的工作或管理方式。BIM 不仅代表了技术进步，还带来了许多实实在在的好处，并且随着它的进一步发展将会带给我们更多的利益。无论从现阶段 BIM 的技术工具出发，还是基于未来的协同管理模式创新来看，BIM 应用推广的趋势已不可阻挡。下面列举的就是 BIM 应用过程中表现出来的或者是潜在的优点。

- (1) BIM 允许项目利益相关者都参与到建造这一过程（包括客户端）中，并通过一个虚拟的 3D 模型以可视化的方式对最终要建造的成果形成一个清楚的认识。
- (2) BIM 为参与项目的所有利益相关者提供了一个非常有用的工具。
- (3) BIM 可以通过设计和空间规划优化建筑物的空间使用。
- (4) BIM 允许建筑布局的变换和属性的重塑，并实现不同施工技术的选择一体化。
- (5) BIM 允许在虚拟基础上进行施工活动练习。
- (6) BIM 可以全面协调各专业的的设计，并有助于防止这些设计之间的冲突。
- (7) BIM 可以在施工之前识别碰撞和冲突问题（例如识别管道系统进入结构构件）。
- (8) BIM 可以为各专业设计师的协同工作提供环境和平台。
- (9) BIM 可以通过 3D 模型的信息直接创建施工图纸，从而避免在复杂建筑施工过程

中施工图纸出错。

(10) BIM 可以有效减少现场施工错误和施工变更,从而降低项目建造成本。

(11) BIM 可以在设计阶段早期对建筑全寿命周期资源利用进行可靠性评估,从而改善建筑设施的碳排放。

(12) BIM 可以提高项目负责人对施工现场材料使用情况预测的准确性和合理性。例如,在场外生产更多的预制构件,从而提高施工质量、降低建造成本。

(13) BIM 可以协助项目管理者做更多的“模拟”场景,比如看不同的施工流程、现场物流、吊装方案等,提高施工的安全性。

(14) BIM 实现方案可视化,使施工方更容易理解各种工序之间的相互依赖关系。

(15) BIM 可以准确、快速地生成所需数据文件。如材料的数量、规格、单价、质量等级、进出场信息等。

(16) BIM 的全寿命周期信息管理使得建筑施工完成后的竣工交付更高效。

(17) BIM 协助解决、维护设施管理和寿命周期的替代问题。

(18) BIM 可以用于测试建筑维护的优化、改造和能源效率,并监控建筑全寿命周期费用。

除此之外, BIM 还有一个巨大的优点就是便捷高效,任何建造任务都可以在建设工作开始之前在一个虚拟环境中完成测试和试应用。

随着 BIM 技术的发展,与 BIM 技术相平行的新技术将会越来越多。例如,虚拟漫游技术,当使用该技术时,用户可以通过参观已建好的建筑物模型,穿过楼层进入房间,找到他们感兴趣的工作系统或元件,然后用计算机模型检查嵌入式结构的性能。用户几乎不会知道也不需要知道这是如何做到的,只需要知道该技术可供使用。因此,从这个角度来说, BIM 应该更多地被视为一个进行信息建模和在团队环境中进行信息管理的过程或工具,而不是一种需要学习或获得的技术,因为有许多软件和硬件供应商会处理技术的具体细节,而保证让从事工业与民用建筑工程施工的人在日常工作中会使用 BIM 技术即可。

3D 模拟、数字仿真、对设计的各个阶段的演练和操作过程以及嵌入 BIM 模型的信息等,这些都可以促进项目决策的有效性,使得项目取得更好更清晰的业务成果,改善沟通,减少风险。

BIM 是一个不断发展的概念,通过其应用的增加, BIM 的潜在优势将会逐渐凸显。 BIM 的最终目的是提高效率,实现更精益建筑和更绿色建筑,努力降低施工过程中的成本,从而降低一个建设项目寿命周期费用,它的目的是使综合协同施工成为可能。

1.1.5 BIM 的发展历程及现状

1. BIM 的发展历程

BIM 的发展历程可以简单划分为以下几个阶段:

第一阶段, CAD 的出现。 BIM 的发展历程首先要从计算机辅助设计 CAD 的发展说起,计算机辅助设计 CAD 出现于 20 世纪 50 年代和 60 年代,当时只有那些可以买得起大型电脑的大生产商才有能力使用。为此,在做 CAD 的商业宣传时,开发商着重突出 CAD 区别于传统手工作图的优点,即节省图纸和时间,以此吸引生产商。但是,在现实生活中,特别是在早期, CAD 很少被使用。与许多其他新的发展相比,它被认为是一个新的难以实现的潮流,因为当时传统的手工画图和计算的方法仍然盛行。然而,随着时间的推移

移,被标准化了的CAD软件开发成本不断降低,得到越来越广泛的使用。CAD的出现是一次“甩图板”的革命,使得产品设计信息从绘图板直接进入计算机,产品可以直接从计算机制造而不需要经过任何进一步的试生产阶段。但这一阶段的CAD仍然处于二维图纸阶段。

第二阶段,从二维到三维。CAD发展的下一阶段就是从二维图纸到三维模型。这一过渡阶段面临的主要挑战是如何用数学语言将复杂的设计对象表示出来,并被计算机识别从而完成三维模型建造。在建模的具体实践中这是很复杂的。早在计算机和先进的计算机软件出现之前,除了手算没有其他办法进行数学模型计算。在20世纪40年代,飞机设计师就是通过手算根据船体建造技术进行飞机模型的数学计算来制造飞机的,在这个过程中,设计师首先使用被称为“样条”的薄木条进行飞机模型建造,然后将飞机模型的设计与固定点绘制在一定比例的图纸上,供施工人员制造飞机。虽然这听起来有点像“Heath Robinson”(复杂而不实用),但这真的是早期从2D过渡到3D的一个样条曲线放样过程。并且在日常的建模中,除了最常见的直线和圆锥曲线外,很多设计对象表面实际上都是非常复杂的数学表达式,在绘制曲线时,软件需要建立曲线整个的数学方程,然而对于当时的软件技术而言,这是非常困难的。

第三阶段,CAD的进一步发展和推广。20世纪60年代和70年代初CAD得到进一步发展,在这之前CAD很少被使用,因为使用CAD的成本相对于项目总成本比较高。然而在20世纪70年代末,随着计算机技术的进步,软件的使用成本不断降低、适用性不断提高,使得CAD普及的速度快速增长。这些发展,特别是在曲面和实体造型方面,为加强计算机辅助设计与建造提供了可能性。

在20世纪80年代,随着个人电脑的出现和普及,CAD的推广速度持续增加。CAD的大量使用极大地促进了研究者对建筑物组成部分的分析,并将其发展成单个产品和组件的图书馆数据库。Uniclass是由建设项目信息发展委员会制定提出,并于1997年首次出版的,基于ISO建筑行业信息标准化的国际组织的分类。Uniclass是英国建筑行业的一个新的分类方案,它是包含不同建造材料和产品的属性以及其他相关项目信息的图书馆数据库。

第四阶段,BIM的雏形。大约在20世纪90年代初,出现了提供定位、几何尺寸、材料成分和建筑系统等建筑物信息的集成图形分析和仿真分析的软件。此后不久,基于约束的交互式建模引擎软件也被开发出来。这个软件的出现意味着模型交互时代的到来,即同一个元素的相关模型会保持同步变化,也就是说一个模型的改变会引起其他相关模型的改变。此外,在20世纪80年代末开发的软件,已经能够实现将施工过程根据时间分段并用三维虚拟模型展示。

第五阶段,BIM的进一步发展。到21世纪初,所有这些软件的发展汇集在一起,这是世界建模软件的一个重大进步。这些先进的软件创建了利用3D模型结合子模型的互动虚拟平台,这个平台在某些情况下,允许添加时间属性,从而形成基于三维模型的四维模型。此后,建模软件有了进一步的发展,这也推动了BIM的成长。例如,加入成本估算的5D以及包含能源分析的6D等,已经被开发出来或正在开发中的多维BIM模型。

在考虑BIM的未来时必须谨记CAD的成长史,即当CAD被首次引入时,人们把它视为是只有大生产商才有能力使用并且是一种难以普及的工具。然而,现在CAD被用来