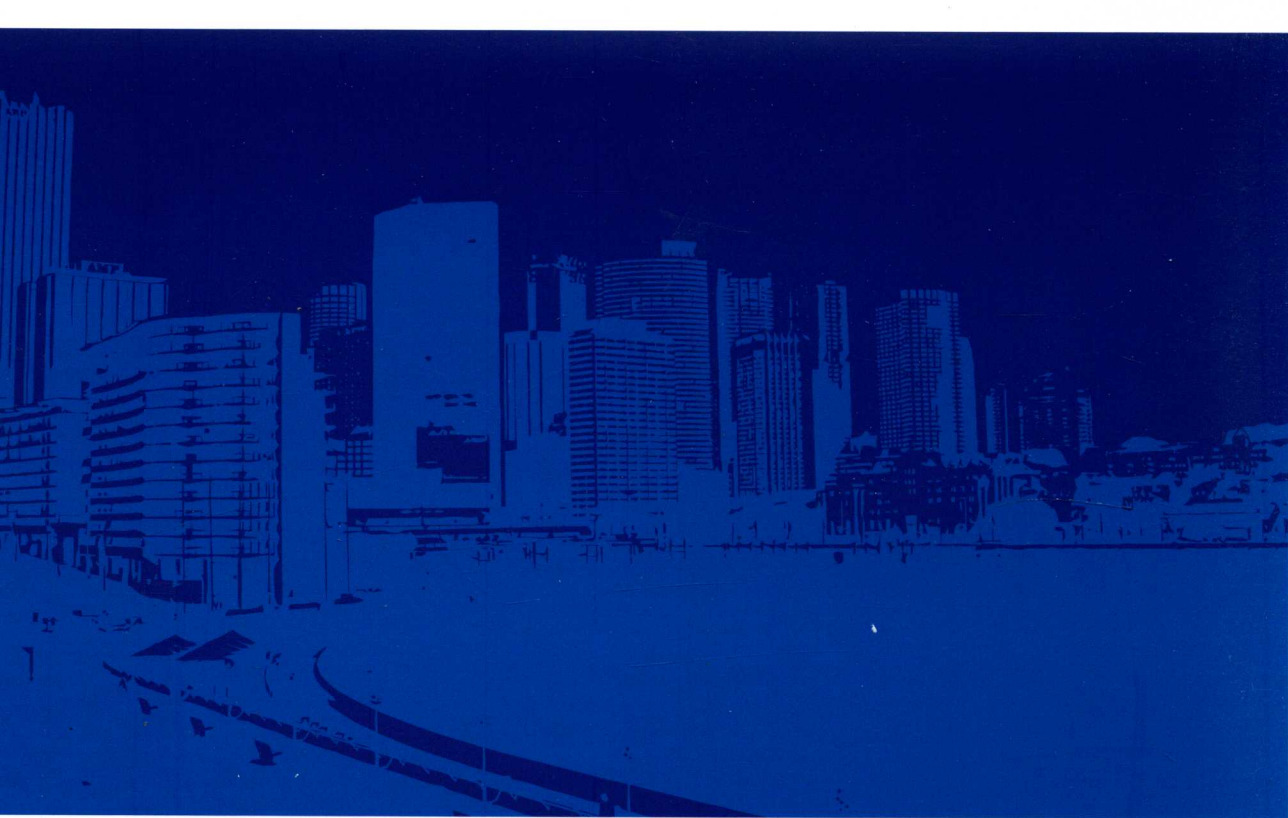




BIM 技术

与施工项目管理

BIM JISHU
YU SHIGONG XIANGMU GUANLI

刘占省 赵雪锋 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

BIM 技术 与施工项目管理

刘占省 赵雪锋 编著

BIM JISHU
YU SHIGONG XIANGMU GUANLI



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书系统介绍了 BIM 技术及其在施工项目管理中的应用,并附有丰富的工程案例。全书包括 6 章:第 1 章介绍 BIM 技术及其应用现状,阐述 BIM 应用价值、软件分类及 BIM 人员分类;第 2 章介绍项目管理,指出项目管理存在的难点及不足,提出基于 BIM 的项目管理,给出 BIM 在项目管理中的应用内容,以及企业级 BIM 技术管理应用;第 3 章重点介绍基于 BIM 技术的项目管理体系,包括 BIM 实施总体目标、BIM 组织机构、BIM 实施标准及流程、项目 BIM 技术资源配置和 BIM 实施保障措施;第 4 章着重阐述 BIM 项目管理与应用,包括业主方 BIM 项目管理与应用、设计方 BIM 项目管理与应用、施工方 BIM 项目管理与应用,以及基于 BIM 技术的项目信息管理平台;第 5 章是全书理论与工程应用的核心,即施工项目管理 BIM 技术,包括 BIM 应用清单、BIM 模型建立及维护、深化设计、预制加工管理、虚拟施工管理、进度管理、质量管理、安全管理、成本管理、物料管理、绿色施工管理、工程变更管理、协同工作和竣工交付;第 6 章重点介绍 BIM 应用工程实例及开发的 BIM 应用系统,实例均为作者主要负责的 BIM 咨询项目,包括北京市政务服务中心、盘锦体育场、徐州奥体中心体育场、多哈大桥、预制装配式住宅信息管理平台 and 幕墙设计等。

本书的读者对象是从事土木工程的施工技术人员、管理人员、工程设计人员、业主方代表、高校教师、研究生和高年级本科生,也可供从事其他相关专业的人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

BIM 技术与施工项目管理/刘占省,赵雪锋编著. —北京:中国电力出版社,2015.7

ISBN 978-7-5123-7621-2

I. ①B… II. ①刘…②赵… III. ①建筑设计—计算机辅助设计—应用软件 IV. ①TU201.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 081134 号

中国电力出版社出版发行

北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑:王晓蕾 联系电话:010—63412610

责任印制:蔺义舟 责任校对:郝军燕

北京丰源印刷厂印刷·各地新华书店经售

2015 年 7 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·15.25 印张·365 千字

定价:48.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

序一

基于 BIM（建筑信息模型，英文 building information modeling）具有可视化信息布阵技术和多维度协调功能的特点，并得益于计算机硬件、软件的迅速发展，BIM 的研发和应用已经取得了突破性进展，也逐渐受到了业内相关部门和人士的青睞和重视，包括工程建设的业主和政府主管部门。住房和城乡建设部及其各级政府主管部门，连续出台了相关政策措施，以不断推进 BIM 技术的研发和应用。如今 BIM 技术在设计、施工企业中的应用已经日益广泛，并且将愈来愈普遍。现如今 BIM 的应用内容和水平，已经成为工程项目招投标阶段业主重点考核的一项内容。

我国建设工程项目的日趋大型化和复杂化，科技含量的不断扩展和层级的不断提高，以及为了适应业主在工程项目进行中难以避免的某些变动等情况，都对 BIM 技术提出了新的要求。本书作者刘占省博士和赵雪锋博士等人正是本着上述从工程实践中提出来的需求，进行“实践—研发—实践”，积累经验，探索研发，解决问题。他们的团队在一系列工程中，如在北京市政务服务中心、卡塔尔多哈大桥、盘锦体育场、徐州奥体中心体育场、500m 口径天文望远镜（FAST）等项目的施工管理中，进行了大量的实践，并取得了良好的效果。与此同时，国内一批 BIM 示范工程，如上海中心大厦、青岛海湾大桥、广州西塔、天津 117 大厦等均在建筑工程的全生命周期内，应用 BIM 技术来提高工程的安全性能，并节约了综合造价。所有这一系列成果均说明，BIM 技术已经从单纯的理论研究、建模和在管线方面的应用，上升为规划、设计、建造和运营等各个阶段深入而综合的应用。可以说 BIM 技术带来的不仅是技术，也将是新的工作流程、新的行业规则 and 标准以及进一步的发展。

本书是两位作者根据他们共同合作和各自研发的成果和实践经验，经过相互反复讨论而写成的得意之作，特别在工程项目管理方面，更是具有鲜活的体会和独到的经验。本书实是广大建筑工程者的良师益友，也是工程业主们得力的参考工具书。当然对与本专业有关的土建院校师生们也有一定的参考价值。有鉴于此，特欣然为之序！

原建设部总工程师

瑞典皇家工程院院士

许溶烈

2015 年 6 月 22 日于北京

序二

本书基于作者多年的研究成果和工程实践，系统介绍了 BIM 技术及其在国内外应用的基本情况，全面分析了 BIM 技术在我国工程进度、质量、安全、成本、物料、绿色施工、工程变更管理及协同工作的实施方法，并通过工程实例阐述了 BIM 技术在施工项目管理的具体应用。本书是目前最为全面的介绍 BIM 技术在施工项目管理应用的出版物之一。

虽然我们在 BIM 技术发展的崎岖山路上已经取得一点进步，每天都有新的改变，但正如新西兰《国家 BIM 调查报告（2013）》中 Michael Thomson 和 Peter Jeffs 先生撰文所言：我们还有很长的路要走，有一点可以肯定，任何人都不能孤军奋战。我们大家都投入了大量的时间、金钱和精力，尝试驾驭这只野兽（BIM）。但面临的挑战和管理问题实在过于庞大，没有哪个机构能够独自驾驭并声称具备专门知识。如果哪天 BIM 得以真正实现，我们看来那根本的改变就是我们共创信息，分享信息，期间确实涉及真诚合作和有必要暂时放弃利己的商业利益，却不忘肩负的责任问题。

建模工具为个人用户提供了巨大的优势，但如果利用 BIM 仅仅为了实现“卓越个体”，则低估了 BIM 大规模提升行业整体水平的巨大潜力。美国总承包商协会的 BIM 论坛（www.bimforum.org）将这种二分法相对应地称为“孤独的 BIM”与“社会性 BIM”。

细品本书，中国 BIM 发展迫切需要解决的两大问题跃然纸上：以创新精神开发适合大众参与具有中国自主知识产权的 BIM 建模及管理软件；暂时放弃利己的商业利益真诚合作，集中有限的“孤独的 BIM”实践者力量实现“社会性 BIM”。

中国建筑科学研究院副院长

中国 BIM 发展联盟理事长

黄 强

2015 年 6 月 19 日

前 言

建筑信息模型 (Building Information Modeling, 简称 BIM) 是以建筑工程项目的各项相关信息数据作为模型的基础, 进行模型的建立, 通过数字信息仿真技术来模拟建筑物所具有的真实信息。BIM 不是简单地将数字信息进行集成, 而是一种数字信息的应用, 是利用数字模型对建筑进行规划、设计、建造和运营的全过程。采用 BIM 技术可使整个工程项目在设计、施工和运营维护等阶段都能够有效地实现建立资源计划、控制资金风险、节省能源、节约成本、降低污染和提高效率, 从真正意义上实现工程项目的全生命周期管理。

随着经济全球化和技术需求的迅猛发展, BIM 技术在土木工程各个领域的应用越来越广泛。特别是在国内, BIM 已从单纯的理论研究、BIM 建模和管线综合等初级应用, 上升为规划、设计、建造和运营等各个阶段的深入应用。高校、科研院所、设计院和施工单位等针对各自的应用需求也展开了相关 BIM 工程应用和科学研究。尤其是近两年, BIM 技术在国内可谓是百花齐放、百家争鸣。可以说 BIM 技术带来的不仅是技术, 也将带来新的工作流程, 新的行业标准及规则。

众所周知, 中国“人口红利”正在消失, 建筑业的劳动成本正急剧增加, 劳动生产率并未提高。根据美国的发展经验, BIM 的真正价值在施工和运维阶段。特别是在施工阶段, 如何基于 BIM 技术进行更好地项目管理和工程应用, 如何运用 BIM 技术协调业主、设计和施工各方, 如何基于 BIM 技术提高项目管理水平和劳动生产率, 是目前国内建筑行业亟须、并亟待完善的关键技术和研究内容。

作者在多年工作和科研基础上, 编写了本书。该书系统介绍了 BIM 技术发展应用状况、BIM 技术与项目管理、基于 BIM 技术的项目管理体系、BIM 项目管理与应用、施工项目管理 BIM 技术和 BIM 应用工程实例, 目的是使读者了解 BIM 技术以及 BIM 技术在施工项目管理中的应用内容及方法。

在本书的编写过程中, 北京市建筑工程研究院 BIM 中心的徐瑞龙、马锦姝、卫启星、王杨、张桐睿和李斌等同事也付出了辛勤的劳动。本书也得到了北京市建筑工程研究院张然院长和李晨光总工等领导的大力支持和帮助, 北京建工集团冯越总工和曲大为副总工也为本书的编写提出了宝贵的指导意见。在此, 作者向所有参与和关心本书出版的领导、老师、亲人和朋友致以诚挚的谢意!

本书在编写过程中参考了大量宝贵的文献, 吸取了行业专家的经验, 参考和借鉴了有关专业书籍的内容, 特别是清华大学张建平教授的相关论著, 以及筑龙 BIM 网、中国 BIM 门户、BIM 中国网等论坛上相关网友的 BIM 心得体会。在此, 向这部分文献的作者表示衷心的感谢!

由于作者水平有限, 加之时间仓促, 书中难免有疏漏之处, 恳请读者批评指正。读者在应用本书过程中, 如遇到相关问题, 欢迎与我们交流, 我们的邮箱是 lzs4216@163.com。

编著者

2015 年 3 月 16 日

目 录

序一

序二

前言

1 BIM 技术简介	1
1.1 BIM 技术概述	1
1.1.1 BIM 的由来	1
1.1.2 BIM 的概念	2
1.1.3 BIM 的特点	3
1.1.4 BIM 的优势	4
1.2 BIM 技术应用现状	5
1.2.1 BIM 技术国外应用现状	5
1.2.2 BIM 技术国内应用现状	9
1.2.3 BIM 相关标准、学术与辅助工具研究现状	14
1.2.4 BIM 在我国的推广应用与发展阻碍	16
1.3 BIM 技术应用价值	19
1.4 BIM 应用软件	21
1.4.1 BIM 软件应用背景	21
1.4.2 美国 AGC 的 BIM 软件分类	23
1.4.3 BIM 软件中国战略目标	26
1.4.4 部分软件简介	28
1.5 BIM 人员分类	30
2 BIM 技术与项目管理	34
2.1 项目管理	34
2.2 项目管理存在难点及不足	35
2.2.1 项目管理存在难点	35
2.2.2 项目管理存在不足	36
2.3 基于 BIM 技术的项目管理	36
2.4 BIM 在项目管理中的应用内容	38
2.5 企业级 BIM 技术管理应用	41
3 基于 BIM 技术的项目管理体系	43
3.1 BIM 实施总体目标	43
3.2 BIM 组织机构	43
3.3 BIM 实施标准及流程	46



3.3.1	BIM 建模要求及建议	49
3.3.2	工作集拆分原则	50
3.3.3	模型命名标准	54
3.3.4	模型 LOD 标准	55
3.3.5	建模范围制定	55
3.3.6	BIM 模型审查及优化标准	56
3.3.7	模型检查机制	60
3.3.8	模型调整原则	61
3.4	项目 BIM 技术资源配置	62
3.4.1	软件配置计划	62
3.4.2	硬件配置计划	63
3.4.3	应用计划	65
3.5	BIM 实施保障措施	66
3.5.1	建立系统运行保障体系	66
3.5.2	编制 BIM 系统运行工作计划	67
3.5.3	建立系统运行例会制度	67
3.5.4	建立系统运行检查机制	67
3.5.5	模型维护与应用机制	67
3.5.6	BIM 模型的应用计划	68
3.5.7	实施全过程规划	68
3.5.8	协同平台准备	68
4	建设工程 BIM 项目管理与应用	71
4.1	业主方 BIM 项目管理与应用	71
4.2	设计方 BIM 项目管理与应用	74
4.3	施工方 BIM 项目管理与应用	79
4.4	基于 BIM 技术的项目信息管理平台	82
4.4.1	项目信息管理平台概述	83
4.4.2	项目信息管理平台框架	88
4.4.3	平台的开发	89
5	施工项目管理 BIM 技术	97
5.1	BIM 应用清单	98
5.2	BIM 模型建立及维护	99
5.3	深化设计	100
5.3.1	深化设计主体职责	101
5.3.2	深化设计组织协调	102
5.3.3	深化设计流程	103
5.3.4	深化设计示例	105
5.4	预制加工管理	108
5.5	虚拟施工管理	111



5.5.1	场地布置方案	112
5.5.2	专项施工方案	113
5.5.3	关键工艺展示	113
5.5.4	土建主体结构施工模拟	115
5.5.5	钢结构部分施工模拟	116
5.5.6	装修效果模拟	118
5.6	进度管理	119
5.6.1	进度管理的定义	119
5.6.2	进度管理的重要性	119
5.6.3	影响进度管理的因素	119
5.6.4	传统进度管理的缺陷	120
5.6.5	BIM 技术进度管理优势	120
5.6.6	BIM 技术在进度管理中的具体应用	122
5.7	质量管理	127
5.7.1	质量管理的定义	127
5.7.2	影响质量管理的因素	127
5.7.3	传统质量管理的缺陷	128
5.7.4	BIM 技术质量管理优势	129
5.7.5	BIM 技术在质量管理中的具体应用	129
5.8	安全管理	135
5.8.1	安全管理的定义	135
5.8.2	安全管理的重要性	135
5.8.3	传统安全管理的难点与缺陷	136
5.8.4	BIM 技术安全管理优势	136
5.8.5	BIM 技术在安全管理中的具体应用	137
5.9	成本管理	144
5.9.1	成本管理的定义	144
5.9.2	成本管理的重要性	144
5.9.3	成本管理的难点	144
5.9.4	BIM 技术成本管理优势	145
5.9.5	BIM 技术在成本管理中的具体应用	145
5.10	物料管理	149
5.10.1	安装材料 BIM 模型数据库	150
5.10.2	安装材料分类控制	150
5.10.3	用料交底	151
5.10.4	物资材料管理	152
5.10.5	材料变更清单	152
5.11	绿色施工管理	153
5.11.1	节地与室外环境	154



5.11.2	节水与水资源利用	156
5.11.3	节材与材料资源利用	156
5.11.4	节能与能源利用	160
5.11.5	减排措施	161
5.12	工程变更管理	161
5.12.1	工程变更概述	161
5.12.2	影响工程变更的因素	162
5.12.3	工程变更原则	162
5.12.4	基于 BIM 的工程变更管理	163
5.13	协同工作	163
5.13.1	协同工作平台	164
5.13.2	协同设计	166
5.13.3	进度和工程资料变更的动态管理	167
5.13.4	总包各专业工作面动态管理	167
5.14	竣工交付	168
6	工程实例	172
6.1	北京市政务服务中心	172
6.1.1	工程概况	172
6.1.2	BIM 应用标准	172
6.1.3	BIM 应用计划	173
6.1.4	BIM 应用流程	174
6.1.5	BIM 模型建立及维护	174
6.1.6	深化设计	174
6.1.7	施工方案规划	175
6.1.8	4D 施工动态模拟	176
6.1.9	施工管理平台开发	176
6.1.10	总承包施工项目管理	178
6.1.11	施工风险预控	178
6.1.12	小结	178
6.2	盘锦体育场	179
6.2.1	工程概况	179
6.2.2	索膜结构找形	179
6.2.3	参数化建模	182
6.2.4	节点计算	185
6.2.5	图纸可施工性与模型试验	185
6.2.6	方案比选与预演	185
6.2.7	施工动态模拟	186
6.3	徐州奥体中心体育场	191
6.3.1	工程概况	191

6.3.2	BIM 技术应用的必要性	191
6.3.3	BIM 族库开发	192
6.3.4	BIM 三维模型建立	193
6.3.5	施工场地布置	195
6.3.6	施工深化设计	195
6.3.7	施工动态模拟	196
6.3.8	安装质量管控	198
6.3.9	施工进度控制	199
6.3.10	施工安全控制	199
6.3.11	小结	200
6.4	多哈大桥	201
6.4.1	工程概况及模型搭建	201
6.4.2	基于 BIM 技术的施工工艺的模拟	202
6.4.3	基于 BIM 技术的专项施工管理平台开发	205
6.4.4	结论	207
6.5	预制装配式住宅信息管理平台	207
6.5.1	基于 BIM 技术的建筑信息管理平台介绍	207
6.5.2	基于 BIM 技术的建筑信息管理平台功能简介	209
6.5.3	结论	213
6.6	幕墙设计	214
6.6.1	基于 BIM 技术的结构参数化设计方法	214
6.6.2	工程概况	214
6.6.3	初始化设计参数	215
6.6.4	参数化 BIM 模型的建立	216
6.6.5	玻璃分格方案比选	217
6.6.6	结构有限元分析	217
6.6.7	BIM 模型与结构分析结果的融合	218
6.6.8	小结	218
附录 A	BIM 模型 LOD 标准	220
参考文献		226

由此可见，BIM 带来的不仅是激动人心的技术冲击，而更加值得注意的是，协同技术与协同设计技术将成为互相依赖、密不可分的部分。协同是 BIM 的核心概念，同一构件元素，不管输入哪个专业，设计师即可共享该元素数据，并基于不同的专业需求操作该构件元素。从这个意义上讲，协同已远不再是简单的文件参照，可以说协同技术将为未来协同设计提供底层支撑，大幅提升协同设计的技术含量，它带来的不仅是技术，也将是新的工作流程及新的行业惯例。

1 BIM 技术简介

1.1 BIM 技术概述

1.1.1 BIM 的由来

建筑信息模型 (Building Information Modeling, 以下简称 BIM) 的理论基础主要源于制造行业集 CAD、CAM 于一体的计算机集成制造系统 CIMS (Computer Integrated Manufacturing System) 理念和基于产品数据管理 PDM 与 STEP 标准的产品信息模型。BIM 是近十年在原有 CAD 技术基础上发展起来的一种多维 (三维空间、四维时间、五维成本、 N 维更多应用) 模型信息集成技术, 可以使建设项目的所有参与方 (包括政府主管部门、业主、设计、施工、监理、造价、运营管理、项目用户等) 在项目从概念产生到完全拆除的整个生命周期内都能够在模型中操作信息和在信息中操作模型, 从而从根本上改变了从业人员依靠符号文字、形式图纸进行项目建设和运营管理的工作方式, 实现了在建设项目全生命周期内提高工作效率和质量以及减少错误和降低风险的目标。

CAD 技术将建筑师、工程师们从手工绘图推向计算机辅助制图, 实现了工程设计领域的第一次信息革命。但是此信息技术对产业链的支撑作用是断点的, 各个领域和环节之间没有关联, 从整个产业整体来看, 信息化的综合应用明显不足。BIM 是一种技术、一种方法、一种过程, 它既包括建筑物全生命周期的信息模型, 同时又包括建筑工程管理行为的模型, 它将两者进行完美的结合来实现集成管理, 它的出现将引发整个 A/E/C (Architecture/Engineering/Construction) 领域的第二次革命: BIM 从二维 (以下简称 2D) 设计转向三维 (以下简称 3D) 设计; 从线条绘图转向构件布置; 从单纯几何表现转向全信息模型集成; 从各工种单独完成项目转向各工种协同完成项目; 从离散的分步设计转向基于同一模型的全过程整体设计; 从单一设计交付转向建筑全生命周期支持。BIM 给建筑工程带来的转变如图 1-1 所示。

由此可见, BIM 带来的不仅是激动人心的技术冲击, 而更加值得注意的是, BIM 技术与协同设计技术将成为互相依赖、密不可分整体。协同是 BIM 的核心概念, 同一构件元素, 只需输入一次, 各工种即可共享该元素数据, 并于不同的专业角度操作该构件元素。从这个意义上说, 协同已经不再是简单的文件参照。可以说 BIM 技术将为未来协同设计提供底层支撑, 大幅提升协同设计的技术含量, 它带来的不仅是技术, 也将是新的 workflow 及新的行业惯例。

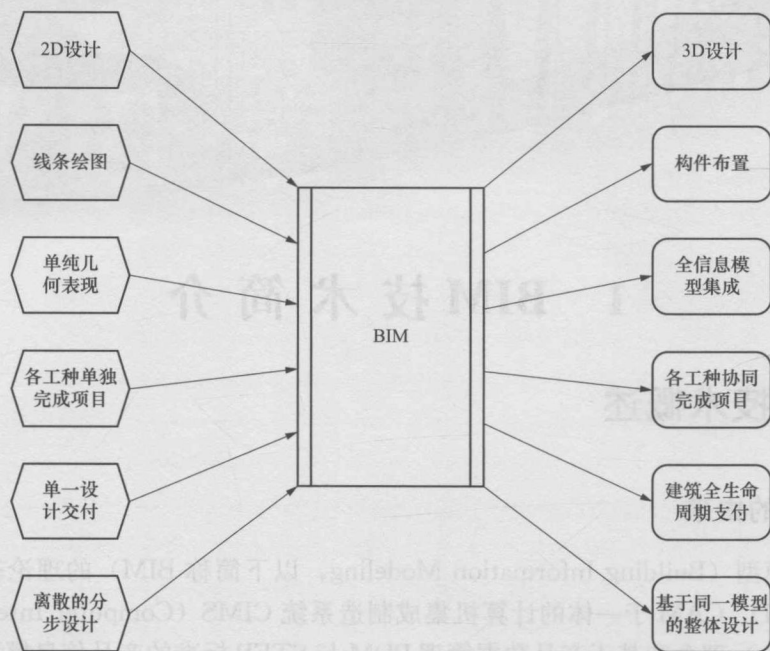


图 1-1 BIM 给建筑工程带来的转变

1.1.2 BIM 的概念

目前，国内外关于 BIM 的定义或解释有多种版本，现介绍几种常用的 BIM 定义。

1. McGraw Hill 集团的定义

McGraw Hill（麦克格劳·希尔）集团在 2009 年的一份 BIM 市场报告中将 BIM 定义为：“BIM 是利用数字模型对项目进行设计、施工和运营的过程。”

2. 美国国家 BIM 标准的定义

美国国家 BIM 标准（NBIMS）对 BIM 的含义进行了 4 个层面的解释：“BIM 是一个设施（建设项目）物理和功能特性的数字表达；一个共享的知识资源；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。”

3. 国际标准组织设施信息委员会的定义

国际标准组织设施信息委员会（Facilities Information Council）将 BIM 定义为：“BIM 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生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。”在其补充说明中强调，BIM 将所有的相关方面集成在一个连贯有序的数据组织中，相关的应用软件在被许可的情况下可以获取、修改或增加数据。

根据以上 3 种对 BIM 的定义、相关文献及资料，可将 BIM 的含义总结为：

（1）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，是对工程项目设施实体与功能特性的数字化表达。

（2）BIM 是一个完善的信息模型，能够连接建筑项目生命期不同阶段的数据、过程和资源，是对工程对象的完整描述，提供可自动计算、查询、组合拆分的实时工程数据，可被



建设项目各参与方普遍使用。

(3) BIM具有单一工程数据源,可解决分布式、异构工程数据之间的一致性和全局共享问题,支持建设项目生命期中动态的工程信息创建、管理和共享,是项目实时的共享数据平台。

1.1.3 BIM 的特点

1. 信息完备性

除了对工程对象进行3D几何信息和拓扑关系的描述,还包括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。

2. 信息关联性

信息模型中的对象是可识别且相互关联的,系统能够对模型的信息进行统计和分析,并生成相应的图形和文档。如果模型中的某个对象发生变化,与之关联的所有对象都会随之更新,以保持模型的完整性。

3. 信息一致性

在建筑生命期的不同阶段模型信息是一致的,同一信息无需重复输入,而且信息模型能够自动演化,模型对象在不同阶段可以简单地进行修改和扩展而无需重新创建,避免了信息不一致的错误。

4. 可视化

BIM提供了可视化的思路,让以往在图纸上线条式的构件变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的可视,可以用来展示效果图及生成报表。更具应用价值的是,在项目设计、建造、运营过程中,各过程的沟通、讨论、决策都能在可视化的状态下进行。

5. 协调性

在设计时,由于各专业设计师之间的沟通不到位,往往会出现施工中各种专业之间的碰撞问题,例如结构设计的梁等构件在施工中妨碍暖通等专业中的管道布置等。BIM建筑信息模型可在建筑物建造前期将各专业模型汇集在一个整体中,进行碰撞检查,并生成碰撞检测报告及协调数据。

6. 模拟性

BIM不仅可以模拟设计出的建筑物模型,还可以模拟难以在真实世界中进行操作的事物,具体表现如下:

(1) 在设计阶段,可以对设计上所需数据进行模拟试验,例如节能模拟、日照模拟、热能传导模拟等。

(2) 在招投标及施工阶段,可以进行4D模拟(3D模型中加入项目的发展时间),根据施工的组织设计来模拟实际施工,从而确定合理的施工方案;还可以进行5D模拟(4D模型中加入造价控制),从而实现成本控制。

(3) 后期运营阶段,可以对突发紧急情况的处理方式进行模拟,例如模拟地震中人员逃生及火灾现场人员疏散等。

7. 优化性

整个设计、施工、运营的过程,其实就是一个不断优化过程,没有准确的信息是做不



出合理优化结果的。BIM 模型提供了建筑物存在的实际信息，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的实际存在。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：把项目设计和投资回报分析结合起来，计算出设计变化对投资回报的影响，使得业主明确哪种项目设计方案更有利于自身的需求；对设计施工方案进行优化，可以显著地缩短工期和降低造价。

8. 可出图性

BIM 可以自动生成常用的建筑设计图纸及构件加工图纸。通过对建筑物进行可视化展示、协调、模拟及优化，可以帮助业主生成消除了碰撞点、优化后的综合管线图，生成综合结构预留洞图、碰撞检查侦错报告及改进方案等。

1.1.4 BIM 的优势

BIM 是继 CAD 之后的新技术，BIM 在 CAD 的基础上扩展更多的软件程序，如工程造价、进度安排等。此外 BIM 还蕴藏着服务于设备管理等方面的潜能。BIM 技术较二维 CAD 技术的优势见表 1-1。

表 1-1 BIM 技术较二维 CAD 技术的优势

类别 面向对象	CAD 技术	BIM 技术
基本元素	基本元素为点、线、面，无专业意义	基本元素如墙、窗、门等，不但具有几何特性，同时还具有建筑物理特征和功能特征
修改图元位置或大小	需要再次画图，或者通过拉伸命令调整大小	所有图元均为附有建筑属性的参数化建筑构件；更改属性即可调节构件的尺寸、样式、材质、颜色等
各建筑元素间的关联性	各建筑元素间没有相关性	各个构件相互关联，如删除一面墙，墙上的窗和门将自动删除；删除一扇窗，墙上将会自动恢复为完整的墙
建筑物整体修改	需要对建筑物各投影面依次进行人工修改	只需进行一次修改，则与之相关的平面、立面、剖面、三维视图、明细表等均自动修改
建筑信息的表达	纸质图纸电子化提供的建筑信息非常有限	包含了建筑的全部信息，不仅提供形象可视的二维和三维图纸，而且提供工程量清单、施工管理、虚拟建造、造价估算等更加丰富的信息

鉴于 BIM 技术较 CAD 技术具有如上表所示的种种优势，无疑给工程建设各方带来巨大的益处，具体见表 1-2。

表 1-2 BIM 技术提供给建设各方的益处

应用方	BIM 技术好处
业主	实现规划方案预演、场地分析、建筑性能预测和成本估算
设计单位	实现可视化设计、协同设计、性能化设计、工程量统计和管线综合
施工单位	实现施工进度模拟、数字化建造、物料跟踪、可视化管理和施工配合
运营维护单位	实现虚拟现实和漫游、资产、空间等管理、建筑系统分析和灾害应急模拟
软件商	软件的用户数量和销售价格迅速增长
	为满足项目各方提出的各种需求，不断开发、完善软件的功能
	能从软件后续升级和技术支持中获得收益



1.2 BIM 技术应用现状

1.2.1 BIM 技术国外应用现状

1. BIM 在美国应用现状

BIM 技术起源于美国 Chuck Eastman 博士于 20 世纪末提出的建筑计算机模拟系统 (Building Description System)。根据 Chuck Eastman 博士的观点, BIM 是在建筑生命周期对相关数据和信息进行制作和管理的流程。从这个意义上讲, BIM 可称为对象化开发或 CAD 的深层次开发, 亦或为参数化的 CAD 设计, 即对二维 CAD 时代产生的信息孤岛进行再组织基础上的应用。

随着信息的不断扩展, BIM 模型也在不断地发展成熟。在不同阶段, 参与者对 BIM 的需求关注度也不一样, 而且数据库中的信息字段也可以不断扩展。因此, BIM 模型并非一成不变, 从最开始的概念模型、设计模型到施工模型再到设施运维模型, 一直不断成长。

美国是较早启动建筑业信息化研究的国家。发展至今, 其在 BIM 技术研究和应用方面都处于世界领先地位。目前, 美国大多建筑项目已经开始应用 BIM, BIM 的应用点也种类繁多, 并且创建了各种 BIM 协会, 出台了 NBIM 标准。根据 McGraw Hill 的调研, 2012 年美国工程建设行业采用 BIM 的比例从 2007 年的 28%, 增长至 2009 年的 49%, 直至 2012 年的 71%, 如图 1-2 所示。其中有 74% 的承包商, 70% 的建筑师及 67% 的机电工程师已经在实施 BIM。

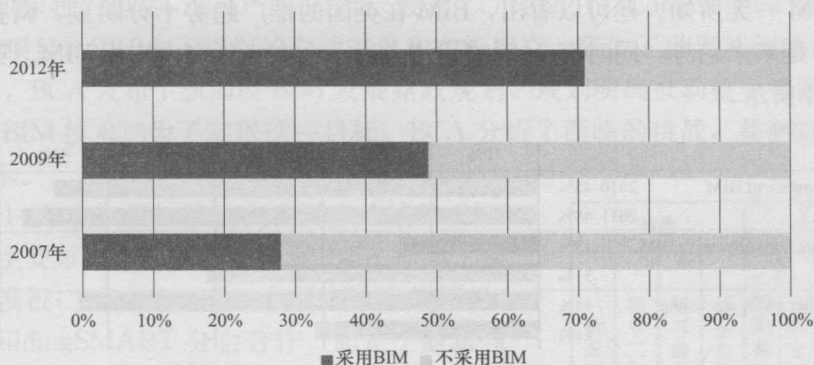


图 1-2 McGraw Hill 工程建设行业采用 BIM 比例调研

在美国, 首先是建筑师引领了早期的 BIM 实践, 随后是拥有大量资金以及风险意识的施工企业。当前, 美国建筑设计企业与施工企业在 BIM 技术的应用方面旗鼓相当且相对比较成熟, 而在其他工程领域的发展却比较缓慢。在美国, Chuck 认可的施工方面 BIM 技术应用包括: ①使用 BIM 进行成本估算; ②基于 4D 的计划与最佳实践; ③碰撞检查中的创新方法; ④使用手持设备进行设计审查和获取问题; ⑤计划和任务分配中的新方法; ⑥现场机器人的应用; ⑦异地构件预制。

美国某研究调研中得出 2014 年度 BIM 应用与效益数据, 如图 1-3 所示。从图中可以看出 BIM 技术在美国不同应用点上的常用程度与最佳使用程度对比。针对 BIM 的不同应用



点,一些应用点 BIM 使用率完美,如 3D 协调、设计方案论证、设计审查;有些则与最佳使用率差距较大,如子计划(4D 建模)、数字施工等。

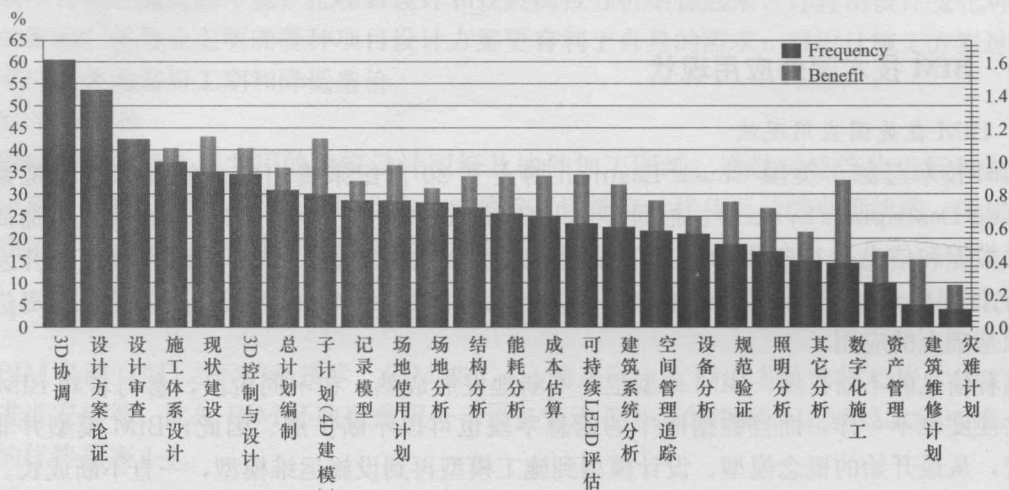


图 1-3 美国研究对 BIM 应用与效益的比较分析

2. BIM 在英国应用现状

2010 年、2011 年英国 NBS 组织了全英的 BIM 调研,从网上 1000 份调研问卷中最终统计出英国的 BIM 应用状况。从统计结果可以发现:2010 年,仅有 13% 的人在使用 BIM,而 43% 的人从未听说过 BIM;2011 年,有 31% 的人在使用 BIM,48% 的人听说过 BIM,而 21% 的人对 BIM 一无所知。还可以看出,BIM 在英国的推广趋势十分明显,调查中有 78% 的人同意 BIM 是未来趋势,同时有 94% 的受访人表示会在 5 年之内应用 BIM。英国 BIM 使用情况如图 1-4 所示。

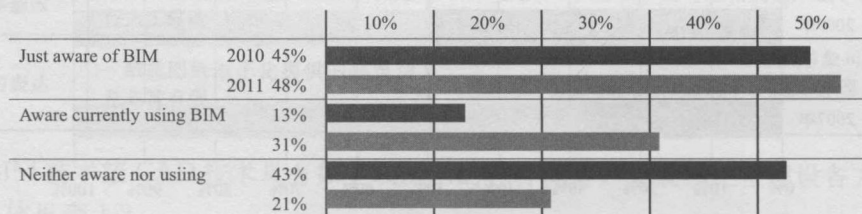


图 1-4 英国 BIM 使用情况

与大多数国家相比,英国政府要求强制使用 BIM。2011 年 5 月,英国内阁办公室发布了“政府建设战略”文件,其中关于建筑信息模型的章节中明确要求:到 2016 年,政府要求全面协同的 3D·BIM,并将全部的文件以信息化管理。为了实现这一目标,文件制定了明确的阶段性目标,如 2011 年 7 月发布 BIM 实施计划;2012 年 4 月,为政府项目设计一套强制性的 BIM 标准;2012 年夏季,BIM 中的设计、施工信息与运营阶段的资产管理信息实现结合;2012 年夏天起,分阶段为政府所有项目推行 BIM 计划;至 2012 年 7 月,在多个部门确立试点项目,运用 3D、BIM 技术来协同交付项目。文件也承认由于缺少兼容性的系统、标准和协议,以及客户和主导设计师的要求存在区别,大大限制了 BIM 的应用。因此,