



全国 **BIM**
应用技能考试培训教材

综合BIM应用

中国建设教育协会 组织编写

中国建筑工业出版社

全国 BIM



综合 BIM 应用

中国建设教育协会 组织编写

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

综合 BIM 应用/中国建设教育协会组织编写. —北京: 中国建筑工业出版社, 2016. 12
全国 BIM 应用技能考试培训教材
ISBN 978-7-112-19920-4

I. ①综… II. ①中… 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 (2016) 第 230959 号

本书为全国 BIM 应用技能考评指定考试用书, 依据《全国 BIM 应用技能考评大纲》编写。全书共分为 7 章, 主要内容有概述、BIM 实施规划与控制、BIM 模型的质量管理与控制、BIM 模型的多专业综合、BIM 的协同应用管理、BIM 的扩展综合应用及试题样例。

本书可作为参加全国 BIM 应用技能考试综合 BIM 应用人员的培训用书, 也可作为大专院校建筑工程、建筑设计、工程管理及相近专业学生和工程技术人员学习 BIM 的参考用书。

责任编辑: 朱首明 李 明 李 阳 尤凯曦

责任设计: 李志立

责任校对: 李欣慰 关 健

全国 BIM 应用技能考试培训教材

综合 BIM 应用

中国建设教育协会 组织编写

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京市书林印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 11½ 字数: 277 千字

2016 年 12 月第一版 2016 年 12 月第一次印刷

定价: 30.00 元

ISBN 978-7-112-19920-4

(29385)

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)

全国 BIM 应用技能考试培训教材 编审委员会

主 任：朱 光 王广斌 马智亮

副主任：胡晓光 王 静 张 雷 张德海 赵 冬 赵 研

委 员：张志远 王廷魁 高承勇 梁亚平 曹 乐 张洪军

孟凡贵 陈 勇 黄立新 张 俊 王全杰 王君峰

董建峰 肖奕莹 姚金杰

本书编委会

主 编：王广斌 张 雷

编 委（以姓氏笔画为序）

王广斌 王廷魁 王全杰 叶 雯 乔丽艳 孙建峰

应宇垦 张 雷 张洪军 张晓菲 张积慧 陆浩东

邵续栋 林 敏 孟凡贵 谢嘉波 谭 丹

出版说明

建筑信息模型（Building Information Modeling，简称 BIM）作为引领建筑产业现代化的重要技术之一，受到工程建设领域的广泛关注，《住房城乡建设部关于印发推进建筑信息模型应用指导意见的通知》（建质函〔2015〕159号）中指出：“BIM 应用作为建筑业信息化的重要组成部分，必将极大地促进建筑领域生产方式的变革。”

本套《考试培训教材》由中国建设教育协会组织编写，是全国 BIM 应用技能考试的指定考试用书。《考试培训教材》按照《全国 BIM 应用技能考评大纲》要求编写，紧紧围绕实际工程的需要，本着理论和实践相结合的原则，构建提高 BIM 应用技能所需的知识体系，并辅以实际工程项目的典型样例，深入浅出地对 BIM 建模、专业 BIM 应用和综合 BIM 应用三级考评的知识要点进行了阐述，对致力于提高 BIM 应用技能水平的学习者有着系统的指导意义，对参加全国 BIM 应用技能考试的人员来说，更是不可或缺的指导用书。

《考试培训教材》全套共七本，包括《BIM 建模》、《建筑设计 BIM 应用》、《结构工程 BIM 应用》、《设备工程 BIM 应用》、《工程管理 BIM 应用（土建类）》、《工程管理 BIM 应用（安装类）》和《综合 BIM 应用》。

《考试培训教材》各分册的主编均为建筑信息领域的高水平专家学者，融合了业界先进的经验与范例，经过反复的推敲与审定，最终形成了本套集技术先进性、内容通俗性与应用可操作性于一体的培训教材。由于编写时间有限，而 BIM 技术的发展日新月异，不足之处还请广大读者和同行多加指正。

前 言

BIM 技术正在推动着建筑工程设计、建造、运维管理等多方面的变革。BIM 技术作为一种新的技能，有着越来越大的社会需求，正在成为我国应用型人才储备及培训计划的重要内容。在此背景下，为了更好地服务行业、服务发展，中国建设教育协会适时开展全国 BIM 应用技能培训与考评工作，组织国内权威专家，制定了《全国 BIM 应用技能考评大纲》，并组织编写了配套《考试用书》，本书为其中之一。在编撰过程中，编写人员始终遵循《全国 BIM 应用技能考评大纲》中“与我国 BIM 应用的实践相结合，与法律法规、标准规范相结合，与用人单位的实际需求相结合”的编制原则，力求在基本素质测试的基础上，结合工程项目的实践，重点测试应试者对 BIM 知识与技术实际应用的能力。

本教材编撰者来自大专院校、行业协会、设计与施工单位、软件开发商、工程咨询公司等相关单位，均为各领域的管理专家学者。在编写过程中，组织召开了多次会议，确定了该书的体系、结构及内容，并组织编委内部与外部专家对书稿进行了审阅。本书由王广斌和张雷担任主编，全书由王广斌先生统稿。其中，第 1 章由王广斌、张雷和谭丹编写，第 2 章由孟凡贵和张雷编写，第 3 章由张雷、张洪军、张晓菲和谢嘉波编写，第 4 章由应宇垦、张洪军编写，第 5 章由谭丹、张洪军、张晓菲、王全杰、林敏、张积慧、叶雯、陆浩东编写，第 6 章由王廷魁、张雷、乔丽艳、邵续栋和孙建锋编写，第 7 章由王广斌、张雷、谭丹和应宇垦负责编写。

本教材为《全国 BIM 应用技能考评大纲》（中国建设教育协会组织编写）配套考试用书，适于全国 BIM 应用技能考评应用。本教材可用作大专院校建筑工程、建筑设计、工程管理及相近专业学生和社会人员参加建筑设计 BIM 应用技能考评的参考用书。

在《综合 BIM 应用》编写过程中，虽然反复推敲核证，仍难免存在不妥乃至疏漏之处，恳请广大读者提出宝贵意见。

目 录

1 概述	1
1.1 综合 BIM 应用的内容与原则	1
1.1.1 综合 BIM 应用的内容	1
1.1.2 综合 BIM 应用的原则	3
1.2 BIM 与协同管理	6
1.2.1 BIM 的跨组织特征	6
1.2.2 基于 BIM 协同管理的内涵	9
1.2.3 基于 BIM 协同管理的意义	11
1.3 BIM 与 IPD	12
1.3.1 IPD 的涵义与特征	12
1.3.2 BIM 与 IPD 的关系	15
1.3.3 IPD 实施合同条件	15
2 BIM 实施规划与控制	22
2.1 BIM 实施规划概述	22
2.1.1 BIM 实施规划的意义	22
2.1.2 BIM 实施规划类型与要素	22
2.1.3 BIM 实施标准的制定与策划	27
2.2 BIM 实施规划的内容	31
2.2.1 BIM 技术应用的组织流程设计	31
2.2.2 BIM 模型的资源管理	35
2.2.3 建设项目各阶段 BIM 交付物与深度	42
2.2.4 BIM 模型的创建、管理与共享	50
2.2.5 BIM 应用的软硬件系统方案设计	53
2.3 BIM 实施规划的控制	59
2.3.1 BIM 应用参与各方任务分工与职责划分	59
2.3.2 BIM 实施规划的控制原则与方法	60
2.3.3 BIM 模型协调会议的计划与组织	62
2.3.4 BIM 技术应用的合同设计	64
3 BIM 模型的质量管理与控制	67
3.1 BIM 模型的质量管理体系	67
3.1.1 BIM 模型质量管理体系的基本内容、方法与流程	67
3.1.2 BIM 模型参与各方的质量管理	74
3.1.3 BIM 模型质量管理的方法	77
3.2 BIM 模型的审阅与批注	80
3.2.1 BIM 模型质量审阅的组织模式及审阅职责	80

3.2.2	BIM 模型审阅与批注的方法	82
3.2.3	BIM 模型构建的常用软件	85
3.3	BIM 模型的版本管理与迭代	87
3.3.1	版本管理的基本工具与方法	87
3.3.2	模型版本的属性与迭代方法	88
4	BIM 模型的多专业综合	90
4.1	设计阶段 BIM 模型的多专业综合	90
4.1.1	多专业间 BIM 模型综合管理的原则与方法	90
4.1.2	多专业 BIM 模型碰撞检测的标准管理	90
4.1.3	多专业 BIM 模型的整合与分解	94
4.2	施工阶段 BIM 模型的多专业综合	96
4.2.1	施工 BIM 模型间综合管理的原则与方法	96
4.2.2	施工 BIM 模型间碰撞检测的标准管理	97
4.2.3	BIM 技术进行施工方案模拟与优化的应用管理	99
4.2.4	BIM 模型与工程施工的协同管理与控制	100
5	BIM 的协同应用管理	102
5.1	设计阶段 BIM 模型协同工作	102
5.1.1	设计阶段 BIM 模型协同管理的原理与方法	102
5.1.2	设计阶段 BIM 模型协同管理的组织与流程设计	107
5.1.3	设计单位企业级 BIM 模型协同平台的构建	113
5.1.4	设计阶段基于 BIM 协同平台与软件的基本类型	120
5.2	施工阶段 BIM 模型协同工作	122
5.2.1	施工阶段 BIM 模型协同管理的原理与方法	122
5.2.2	施工阶段 BIM 模型协同管理的组织与流程设计	127
5.2.3	施工单位企业级 BIM 模型协同平台的构建	130
5.2.4	施工阶段基于 BIM 协同平台与软件的基本类型	134
5.3	业主方 BIM 协同管理工作	136
5.3.1	业主方 BIM 应用的组织模式	136
5.3.2	业主方 BIM 模型协同管理的原理与方法	140
5.3.3	业主方 BIM 模型协同管理的组织与流程设计	143
5.3.4	业主方基于 BIM 协同平台与软件的基本类型	146
第 6 章	BIM 的扩展综合应用	152
6.1	软件集成开发管理	152
6.1.1	软件开发的一般程序和步骤	152
6.1.2	BIM 应用开发需求分析的方法	153
6.1.3	软件系统架构设计	154
6.2	BIM 与其他 ICT 的应用整合	155
6.2.1	云计算与大数据的 BIM 应用背景	155
6.2.2	BIM 云平台的概念与基本原理	156
6.2.3	BIM 与 RFID 的应用整合	156
6.2.4	BIM 与物联网的应用整合	157
6.2.5	BIM 与 ERP 的应用整合	158

6.2.6 BIM 与 GIS 的应用整合	159
6.2.7 BIM 与移动设备的应用整合	160
6.3 BIM 与绿色建筑的应用结合	161
6.4 BIM 与建筑产业现代化的结合	162
6.4.1 建筑产业现代化的内涵与政策背景	162
6.4.2 建筑信息化与工业化的融合	165
6.4.3 BIM 技术在建筑产业现代化中的应用	167
第 7 章 试题样例	170
参考文献	173

1 概 述

1.1 综合 BIM 应用的内容与原则

1.1.1 综合 BIM 应用的内容

建筑生产过程的本质是面向物质和信息的协作过程,项目组织的决策和实施过程的质量直接依赖于项目信息的可用性、可访问性及可靠性。以 BIM 为代表的信息技术的不断发展,对工程项目的管理产生巨大影响,为工程项目管理提供了强大的管理工具和手段,可以极大地提高工程项目的管理效率,提升工程项目管理的水平。近年来,BIM 无论是作为一种新的技术,还是作为一种新的生产方式都得到了广泛的关注。

(1) 综合 BIM 应用的核心内容

随着 BIM 应用范围的日益广泛和应用层次的逐渐深入,BIM 的内涵也在不断地发生变化,越来越体现综合 BIM 应用的价值所在。Autodesk 公司(2002 年)在其《BIM 白皮书》中指出,BIM 不仅仅指一种建筑软件的应用,它更代表了一种新的思维方式和工作方式,它的应用是对传统的以图纸为信息交流媒介的生产范式的颠覆。Finith(2008 年)在其著作《广义 BIM 与狭义 BIM》中指出,BIM 的内涵具有狭义和广义之分,狭义的 BIM 主要指对 BIM 软件的应用,广义的 BIM 考虑了组织与环境的复杂性及关联性对项目管理的影响,目的是为了帮助项目在适当的时间、地点获取必要的信息。麦格劳-希尔建筑信息公司(2008 年)在其出版的 BIM 专著《建筑信息模型-利用 4D CAD 和模拟来规划和管理项目》中对 BIM 的内涵做了这样界定:BIM 不仅仅是一种工具,而且也是通过建立模型来加强交流的过程。作为一种工具,它可以使项目各参与方共同创建、分析、共享和集成模型;作为一个过程,它加强了项目组织之间的协作,并使他们从模型的应用中受益。美国建筑科学研究院(2007 年)在《国家建筑信息模型标准 NBIMS》中对广义 BIM 的含义作了阐释:BIM 包含了三层含义,第一层是作为产品的 BIM,即指设施的数字化表示,第二层是作为协同过程的 BIM,第三层是作为设施全寿命周期管理方式的 BIM。BIM 的外延聚焦于一系列与 BIM 应用相关的软件,如 ArchiCAD、Bently、Revit 等。

1) 从 BIM 的内涵看,Eastman(2008 年)提出 BIM 的核心技术是参数化建模技术,这不仅是对建筑设施的数字化、智能化表示,更是对建设项目的绩效、规划、施工和运营等一系列活动进行分析管理的动态过程。它不能简单地被理解为一种工具,它体现了建筑业广泛变革的人类活动,这种变革既包括了工具的变革,也包含了生产过程及组织的变革。Hardin(2009 年)基于 Eastman 的观点认为 BIM 不仅仅意味着 3D 建模软件的应用,还是在使用一种新的思维方式。Succar(2009 年)提出 BIM 是在政策、流程和技术的一

系列相互作用下,用于建设项目全生命周期的项目数据的数字化管理方法。Howard (2008 年) 的研究报告指出 BIM 是工程建设过程中通过应用多学科、多专业和集成化的信息模型,准确反映和控制项目建设的过程,使项目建设目标能最好地实现。

2) 从 BIM 的外延看, BIM 软件供应商基于产品的视角对 BIM 也有着各自的定义。Autodesk 认为 BIM 是一种用于设计、施工、管理的方法,运用这种方法可以及时并持久地获得质量高、可靠性好、集成度高、协作充分的项目信息。Graphisoft 认为 BIM 是建设过程中唯一的知识库,它所包含的信息包括图形信息、非图形信息、标准、进度及其他信息,用以实现减少差错、缩短工期的目标。Bentley 也认为 BIM 是一个在集成数据管理系统下应用于设施全寿命周期的数字化模型,它包含的信息可以是图形信息也可以是非图形信息。

可以预见,随着 BIM 技术应用的不断深入, BIM 将逐渐超越最初的产品模型或生产技术的界限,引致一系列全新的建设项目生产思想及方法的产生,这些新的思想和方法将引发建设项目生产过程及组织关系的重大变革。被誉为“BIM 之父”的 Chuck Eastman 教授等也在《BIM 手册》中指出, BIM 并不能简单地被理解为一种工具,它体现了建筑业广泛变革的人类活动,这种变革既包括了工具的变革,也包含了生产过程及组织的变革。由此可见,随着 BIM 理论不断发展,广义的 BIM 已经超越了最初的产品模型的界限,正被认同是一种应用模型来进行建设和管理的思想和方法,这也正是综合 BIM 应用的本质所在,这种新的思想和方法将引发整个建筑生产过程的变革。

(2) 综合 BIM 应用的基本内容

建设工程所涉及的项目参与方众多,包含人员、机械、材料以及设备等多方面的管理。虽然 BIM 应用能够促进项目各参与方间的协调与沟通,使项目各参与方朝着跨组织关系协同的方向靠拢,但是,由于建筑业固有的文化和惯例,仅凭 BIM 本身是无法实现这一根本改变的。作为临时的跨组织系统,各参与方之间的合作与协调在很大程度上取决于各方的关系管理。而 Rowlinson 曾对香港两个 BIM 应用案例的比较研究结果也表明,需要通过社会基础结构 (Social Infrastructure) 和关系管理来支持 BIM 应用。因此,综合 BIM 应用的内容主要体现规划性、协同性及控制性。

1) BIM 实施规划与控制。BIM 应用的首要条件是做好 BIM 的实施规划编制, BIM 实施规划是依据现行的国家规范与标准,由企业管理层在 BIM 具体应用之前所编制的,旨在明确 BIM 应用的指导性方针、原则与方法,以满足招标文件要求及签订 BIM 合同要求的文件,指导 BIM 在实践项目中的具体应用。

该部分内容主要包括:企业级和项目级两个层次的 BIM 应用规划的基本内容和组织方法, BIM 技术应用实施的标准、流程及资源管理,建设项目各阶段 BIM 交付物的内容及深度要求, BIM 应用软硬件系统方案,实施规划编制的控制原则与方法, BIM 应用各参与方的任务分工与职责,计划与组织 BIM 模型协调会议, BIM 合同相应条款的编制等。

2) BIM 模型的质量管理与控制。现代质量管理的核心是面向过程,追求顾客满意。BIM 模型的质量是指 BIM 的可交付成果能够满足客户需求的程度。而 BIM 模型的质量管理是为了保证项目的可交付成果能够满足客户的需求,围绕 BIM 的质量而进行的计划、协调、控制等活动。

该部分内容主要包括:“面向过程”的 BIM 模型的质量管理制度、责任体系及控制的

基本方法, BIM 模型的审阅与批准, 其中涵盖 BIM 模型文件的浏览、场景漫游、构件选择、信息读取、记录和批注的方法及常用软件的选择, 此外, 还包括 BIM 模型的版本管理与迭代方法。

3) BIM 模型多专业综合应用。在建筑项目不同阶段的设计过程中, BIM 模型的创建是建筑、结构、给水排水、暖通及电气等多专业的综合, 将不同专业的建筑信息模型链接, 在设计成果方面不仅有利于建筑空间的利用, 也可以优化管网的布置, 给项目的施工、设备的安装乃至日后的维修业带来方便, 节约材料, 降低造价。BIM 技术的应用, 将会改变目前协同设计与施工线型的工作模式, 取而代之的将是扩展到全生命周期的设计、施工、管理、运营、管理等各方面全面参与的, 各个专业可以快速、准确地协调和解决矛盾的高效的工作模式。由于设计、施工阶段对模型的交付目标和交付要求不同, BIM 模型应用的工作模式应依据 BIM 模型多专业综合应用的实际交付要求而定。

该部分内容主要包括: 在建设项目设计阶段, 多专业间的模型和数据共享、集成和协同管理, 多专业碰撞检测制定、管理与控制, 以及多专业 BIM 模型整合或分解的原则与方法等; 在建设项目施工阶段, BIM 模型间的共享、合成和协同管理, 软硬碰撞规则, 应用 BIM 技术进行施工方案模拟与优化分析、根据 4D 和 5D 模拟结果调整施工方案的方法, BIM 模型与工程实际施工情况协同管理和控制的原则和方法。

4) BIM 的协同应用管理。BIM 正在改变建筑业内部和外部团队合作的方式, 为了实现 BIM 的最大价值, 需要重新思考工程项目管理团队成员的职责与工作流程, 基于 BIM 的工作方式打破了原来不同公司和数据使用者之间的固有界限, 通过协同工作实现信息资源的共享。BIM 技术的应用, 能带来生产力和企业效能的提升, 但在短期内也有可能因为对新技术的消化不够, 而引起工作流程的干扰、旧有业务的失衡乃至项目风险。

该部分内容主要包括: 设计与施工阶段的 BIM 模型协同原理和方法、组织与流程设计方法, 设计单位或施工单位企业级协同管理平台的建立原则与方法, 常用的设计单位、施工单位和业主方基于 BIM 应用的协同管理平台 and 软件。此外, 还包括业主方 BIM 技术应用和实施的组织模式类型与选择, 业主方 BIM 模型协同管理的原则与方法、组织与流程。

5) BIM 的扩展应用。随着云计算、物联网、4G 网络等信息技术的兴起和普及, 以及以微信、Twitter、Facebook 等为代表的虚拟社交网络在移动互联网上的广泛运用, 大数据时代的到来深刻影响着社会和建筑行业的升级和变革。截至目前, 国内外建设工程界已在建筑设计、三维可视化、成本预测、节能设计、施工管理及优化、性能测试与评估、信息资源利用等方面的 BIM 应用领域都取得了一定的成果, 鉴于 BIM 的潜在应用价值, 业内普遍认为在当前大数据和云计算的时代背景下, BIM 可与建筑工业化、物联网、数字城市、绿色建筑等紧密结合, 不断深化 BIM 应用的深度和广度。

该部分内容主要包括: 在大数据与云计算对建筑行业的影响下, BIM 与 ICT 的结合(移动设备、RFID、企业 ERP、GIS 等)、BIM 软件的集成开发管理、BIM 与绿色建筑的结合、BIM 与建筑产业现代化的结合等。

1.1.2 综合 BIM 应用的原则

BIM 能够应用于工程项目规划、勘察、设计、施工、运营维护等各阶段, 实现建筑

全生命期各参与方在同一多维建筑信息模型基础上的数据共享，为产业链贯通、工业化建造和繁荣建筑创作提供技术保障；支持对工程环境、能耗、经济、质量、安全等方面的分析、检查和模拟，为项目全过程的方案优化和科学决策提供依据；支持各专业协同工作、项目的虚拟建造和精细化管理，为建筑业的提质增效、节能环保创造条件。综合 BIM 应用的原则如下：

(1) 业主主导原则

业主是建设工程项目生产过程的总集成者，同样，业主也是 BIM 在建设项目中综合应用的总组织者。尽管设计方、施工方等不同参与方根据 BIM 使用的深度和广度而获取相关利益，但业主方在工程建设中处于主导地位，是联系所有工程建设参与单位的中心。因此，要推动 BIM 技术应用，提高建设行业整体效率，需要从业主角度着手完善工程建设组织机制，特别是探索有效的业主驱动下的 BIM 实施模式。从目前国内业主驱动的 BIM 组织实施模式来看，大致可归纳为三类：即设计主导模式、咨询辅助模式和业主自主模式。业主方所主导的 BIM 项目实施框架如图 1.1-1 所示。一是在全面分析项目概况的基础上，根据建设项目具体内容与特点确定 BIM 应用目标，制定 BIM 总体目标及各阶段具体目标；二是根据已确定的 BIM 应用目标编制 BIM 实施规划，确定技术规格、组织计划及保障措施等；三是具体实施应用与评估，及时检查、监督实施效果，修正实施计划、目标。

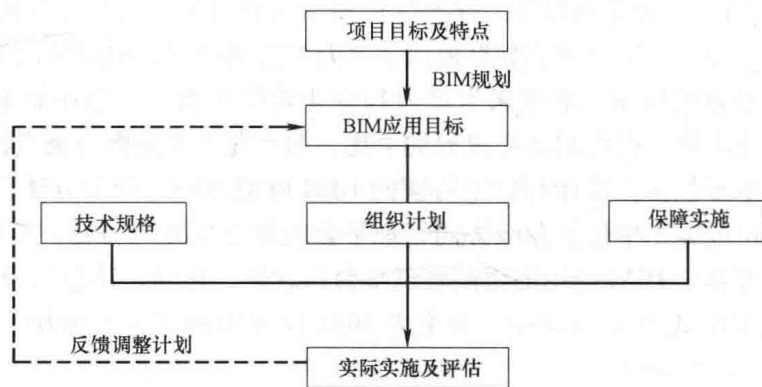


图 1.1-1 业主方 BIM 项目实施框架

(2) 标准化原则

建设工程的 BIM 技术是否能在全寿命周期中发挥最大的效能，关键在于建模技术的互操作性。互操作性是指不同的系统和组织共同工作（互操作）的能力。美国 80% 的 BIM 软件工具使用者认为，要想实现 BIM 的全部潜力，软件应用程序之间缺乏互操作性成为主要的限制因素，解决“互操作性”的根本途径是信息化标准，BIM 标准主要包括 STEP (Standard for the Exchange of Product Model Data)、IFC (Industry Foundation Classes)、IFD (International Framework for Dictionaries)、IDM (Information Delivery Manual) 及 MVD (Model View Definition) 等相关标准，它们之间的关系如图 1.1-2 所示。此外，在 BIM 软件数据交换及插件开发中，对已有 BIM 软件二次开发的研究侧重于实现已有的非 BIM 软件与 BIM 软件之间的数据交换，以及开发 BIM 软件插件来实现软件功能的扩展。

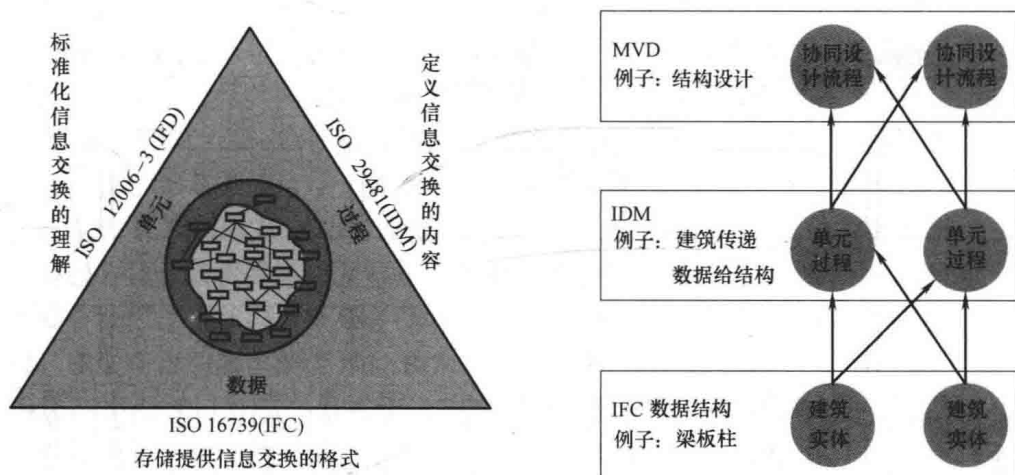


图 1.1-2 IFC、IFD、IDM 与 MVD 之间的关系

(3) 过程性原则

BIM 的本质是建筑信息的管理与共享，必须建立在建设项目全寿命周期过程的基础上。BIM 模型随着建筑生命周期的不断发展而逐步演进，模型中包含了从初步方案到详细设计、从施工图绘制到建设和运营维护等阶段的详细信息，可以说 BIM 模型是实际建筑物在虚拟网络中的数字化记录。BIM 技术通过建模的过程来支持管理者的信息管理，即通过建模的过程，把管理者所要的产品信息进行累计。因此，BIM 不仅仅是设计的过程，更应该是管理的过程。BIM 技术用于项目管理时应该注重的是一个过程，要包含一个实施计划，应从建模开始。但是重点不是建了很多 BIM 模型，也不是做了各种分析（结构分析、外围分析、地下分析），而是在这过程中发现并分类了所关注的问题。其中，设计、施工运营的递进即为不断优化过程，与 BIM 虽非必然联系，但基于 BIM 技术可提供更高效、合理的优化的过程，主要表现在数据信息、复杂程度和时间控制方面。针对项目复杂程度超乎设计者能力而难掌握所有信息的情况，由于 BIM 基于建成物存在，它能承载准确的几何、物理、规则信息等，实时反映建筑动态，为设计者提供整体优化的技术保障。

BIM 在建设项目全生命周期的应用主要体现在：在规划阶段，运用 BIM 技术可以实现场地分析、建筑策划等；在设计阶段，使用 BIM 软件进行建筑、结构、水、暖、电等专业三维建模，各专业设计之间共享三维设计模型数据，加强了设计人员之间的沟通，将各专业之间可能产生的冲突提前把控，利用三维模型进行日照分析、性能化分析等保证决策的正确性，使 BIM 模型起到强化设计的作用；同时利用 BIM 技术快速计算工程量并进一步估算投资，从根本上降低投资、提高质量、缩短工期。在施工阶段，利用三维设计模型数据，进行数字化建造，对施工进度和施工组织进行模拟，提前预知在施工过程中可能出现的问题，及时改进，防患于未然。另外，BIM 技术可以为进度计划的制定、施工方案的选择、质量控制（质量薄弱点的预警）等提供一定的技术支持。同时由于 BIM 技术可视化、模拟性、协调性、优化性的特点，可以加快组织内部审核的速度，从而更好地推进项目。在项目运营阶段，BIM 技术可以进行资产及空间管理，进行系统分析和灾难模拟等，从而提高运营管理的效率，如图 1.1-3 所示。

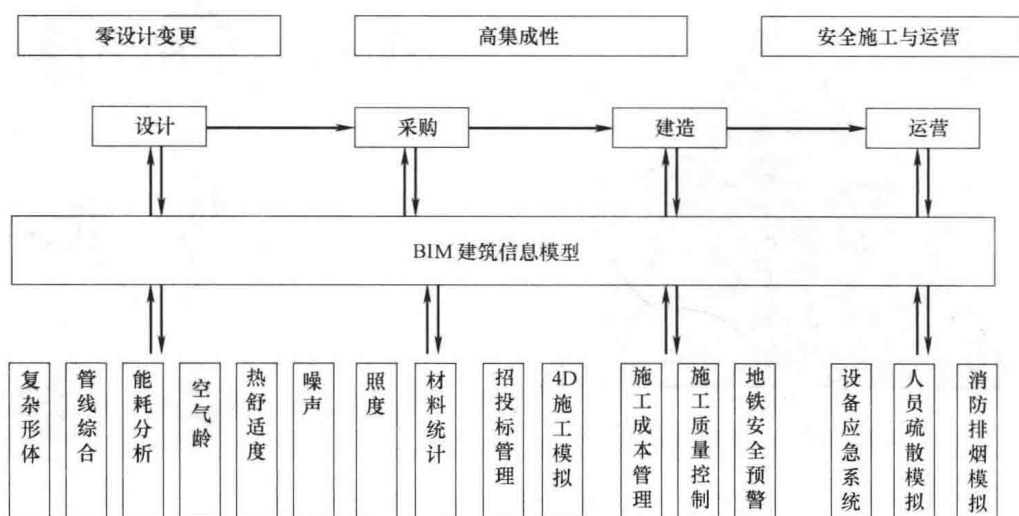


图 1.1-3 BIM 技术在全寿命周期中的应用

(4) 跨组织协同原则

建筑业作为一个松散耦合的行业，跨组织关系通过项目这一载体继承并延续了建筑业的固有特征，包括割裂性、临时性和对立性。而 BIM 的核心价值在于信息，以及信息的流转和传递，即数据共享和协同工作。多专业的跨组织协同则包括阶段性和实时性协同，传统设计中多专业配合为阶段性协同，即通过特定时间的“对图”描述和解决设计冲突。而基于 BIM 的三维协同则侧重于解决二维技术难以解决的设计进度、技术和局部的协调性问题，实现精细设计、采购和管理。通过综合 BIM 应用，使得建设项目各个参与方基于 BIM 模型进行项目信息共享和协作，且不同组织、不同专业及不同阶段均使用兼容度高的 BIM 软件，例如：设计方的交付物由 BIM 模型代替 2D 图纸，总承包方接收设计方的 BIM 模型进行施工安排和指导，并在设计模型的基础上进行信息的维护与更新，最终模型可用于竣工阶段，各参与方均使用互操作性较强的 BIM 软件，从而保证 BIM 模型完全共享。

1.2 BIM 与协同管理

1.2.1 BIM 的跨组织特征

(1) 建设项目应用 BIM 的跨组织关系

跨组织关系，是相关的组织之间由于长期的相互联系和相互作用而形成的一种相对比较稳定的合作结构形态。随着 BIM 在全球的广泛扩散和应用，BIM 的应用对建筑业产生了一系列的影响，如基于 BIM 的跨组织跨专业集成设计、基于 BIM 的跨组织信息沟通、基于 BIM 的跨组织项目管理、基于 BIM 的生产组织及生产方式、基于 BIM 的项目交付、基于 BIM 的全生命周期管理等。相比 2D CAD 技术，这一系列的影响均具有跨组织特性。BIM 的成功应用需要打破项目各参与方（业主、设计方、总承包方、供货方及构配件制

造方等)原有的组织边界,有效集成各参与方的工作信息。Taylor 和 Levitt 认为,BIM 情境下,设计方、总承包方、供货方、构配件制造方及相关建筑业企业间相互依存形成的项目网络可以通过合作共同创建虚拟的项目信息模型。而建模技术作为 BIM 的基本内涵,具有参数化、多维性、一致性和可协作性等技术特征,因此,BIM 能将异构的、没有联结的建设项目各参与方通过一个共享的数字化基础平台联结在一个协作环境中。Harty 通过实证研究表明 BIM 应用在明显改变单个组织活动方式的同时,也会给项目其他参与方之间的沟通方式、权责关系以及整个行业的市场结构带来巨大变革,且 BIM 的成功应用往往需要企业内部各部门、项目各个参与方乃至全行业各类从业人员的共同努力。

(2) 建设项目的跨组织关系对 BIM 的影响

随着 BIM 技术在建设项目应用过程中暴露出的组织问题日显,近年来亦有越来越多的研究开始关注于建设项目跨组织特征对 BIM 技术应用的影响作用。Taylor & Bernstein 对 26 个具有 BIM 技术应用经历的公司进行的调查分析发现,理解并变革建设项目组织中的跨组织工作流程对 BIM 的成功应用具有极大的影响。Taylor 和 Levitt 对不同 BIM 相关软件应用情况的比较分析亦表明,BIM 技术与现有项目组织分工结构的匹配程度、成员间关系的稳定程度、项目成员对项目整体利益的尊重程度以及项目组织结构调整驱动者的存在等因素均会显著影响到 BIM 这一跨组织性技术的应用效果。Dossick & Neff 对两个商业建筑项目的 BIM 应用进行了案例研究,并对 65 位行业参与者进行了调查研究。结果表明,单纯的 BIM 应用尽管能够使各项目参与方在技术上联系更加紧密,但即使引入了 BIM,项目参与方之间的组织分割问题并没有得到解决,这极大地限制了 BIM 的有效应用。Howard 和 Björk 就 BIM 技术的应用问题对行业专家进行的问卷调查表明,BIM 应用绩效的取得在较大程度上会依赖于建筑业交易方式,且建设项目团队中需要有专门的角色来进行信息管理,当前 BIM 应用仍然存在诸多问题,业主方被视为解决上述部分问题的关键。Hartmann & Levitt 则采用人种志的研究方法对纽约市某大型建设项目的 BIM 应用情况进行了为期一年的考察,研究表明,现有的战略层面自上而下的建筑业创新模式理论需要加入项目操作层面自下而上的创新实施模式。Arayici 等的研究支持了 Hartmann & Levitt 的观点,并进一步指出,BIM 技术的有效应用需要进行相关项目的示范并对现有项目组织进行合理再造。Adriaanse 等通过调查研究分析了 BIM 等跨组织性信息技术应用的主要障碍并提出了相应的解决方案:增进个人使用信息技术的动机,增强使用信息技术的外部动力等。他还构建了影响建设项目跨组织信息技术应用的概念模型,研究表明,项目参与成员的分散性、项目的临时性、项目参与成员之间各自不同的工作方式及目标等因素会显著影响到项目成员对 BIM 等跨组织信息技术的应用。Jacobsson 和 Linderöth 将环境、项目参与者以及技术本身之间的交互作用引入了建设项目信息技术采纳及应用过程的分析之中,对 BIM 技术在瑞典某大型建筑承包商中的应用进行了分析,研究表明,建设项目的临时性组织特性与 BIM 技术所协调的变更流程具有高度不确定性这一特性存在着根本性冲突,从而严重阻碍了 BIM 的有效应用。相关行业研究报告亦强调了现有建设项目组织因素对 BIM 应用的阻碍作用。2007 年,斯坦福大学设施集成化工程中心(CIFE)、美国钢结构协会(AISC)及美国建筑业律师协会(ACCL)联合主办了 BIM 应用研讨会并发布了相关研究报告,指出传统的建设项目组织模式对 BIM 应用造成了很大阻碍,包括对 BIM 应用缺乏激励措施、不能有效促进模型在建设项目组织间的信息共享

等；2008年，CIFE在对全球34个应用3D/4D项目的调研报告中再次强调，传统的建设项目组织结构和分工体系导致的建设项目组织间较低的协同程度是阻碍BIM应用的重要原因；2008年，美国McGraw-Hill公司发布的年度BIM调查报告亦指出，僵化的建设项目组织流程和建设项目组织间缺乏必要的激励措施已成为BIM应用过程中的主要障碍之一。亦有部分学者开始强调BIM对建设项目组织的影响作用，进而试图描述BIM技术与建设项目组织之间的互动关系。Boland等认为BIM的应用环境是建设项目这样一个异质化、分散化的技术社会系统，技术变革必会导致技术、流程、结构、战略等诸多方面的复杂类型创新。以此为视角，作者研究了行业内BIM技术应用典范Frank Gehry设计公司对BIM技术的采纳过程。研究表明，Gehry的BIM技术应用破坏了原有的建设项目组织交互生态并激发了众多建设项目中各类不同企业的许多其他类型创新，每一个创新均产生了一条创新轨迹，这些创新轨迹共同构成了一幅具有众多未知起伏的复杂创新蓝图，作者由此而形成结论，在建设项目这一分散化系统功能构建过程中，处于中心地位的BIM技术能够在建设项目组织各参与方之间促进众多技术、工作流程及知识方面的创新，且这些创新各自遵循着自身特定的节拍及轨迹。Taylor对13家设计企业及13个施工企业就BIM技术的应用问题进行了调查分析，结果表明，BIM这一跨组织性技术会对原有的设计-施工组织模式产生较大影响，其成功采纳和实施需要妥善处理好项目组织中相关界面的技术、任务分工及组织问题。

(3) 社会学角度的BIM跨组织特征

更多的学者则借助于社会学的相关理论及概念来分析建设项目BIM技术与组织之间的互动关系。Linderoth借鉴行动者网络理论的相关思想，将BIM的采纳及应用视作行动者相互关联以形成建设项目的过程，并揭示了BIM采纳及应用过程中驱动及阻碍行动者网络形成的机制，其通过对瑞士某大型建筑企业的案例分析表明BIM软件的渐进性使用与建设项目组织环境的相关特征是协同的，但环境也会限制其使用过程；然而，考虑到建设项目的分散性特征，维持及重构BIM应用的环境会遇到许多问题，当业主方和政策制定者意识到BIM使用的优势之后，由于行业特征导致的上述障碍会得到缓解。Fox分析了批评现实主义在分析建设项目BIM技术应用过程中组织与技术间互动关系的潜在及实际应用，表明了相关应用的可行性。Harty通过对希斯罗机场T5航站楼的BIM技术应用的案例研究，证明System Building及Heterogeneous Engineering这两个技术社会学概念在分析BIM技术与组织间互动关系方面是有效的，并表明BIM的应用不仅包括流程及组织系统的转变，也包括技术本身的潜在转变。随后，Harty又尝试运用相对边界及行动者网络理论等概念及方法来分析BIM技术应用项目中技术与组织之间的交互关系。应当注意到，由于BIM在行业内得到成熟应用的时间仍相对较短，相关研究仍处于起步阶段，在分析BIM技术对建设项目组织的影响方面，绝大多数研究仅停留在分析单个项目建设期内组织与BIM技术间的渐变性互动，尽管相关调查研究表明学术界及实践界已普遍意识到BIM技术的应用需要集成化的建设项目组织环境，并会引致建设项目组织的集成化（包括企业纵向一体化及集成化项目交易模式等）发展趋势，但目前尚鲜见研究探讨BIM技术影响建设项目组织集成化发展的具体机制。

总之，纵观几乎所有产业的特点，信息技术和组织的业务流程可以理解为存在一种共生的关系，通过它们共同发展，影响彼此（图1.2-1）。在过去的十年中，通过组件化和