

BIM原理与实践丛书

BIM

原理总论

Summary of BIM Theory and Practice

周志 赵雪锋 丛书主编
周志 赵雪锋 吴玉怀 主 编

中国建筑工业出版社

BIM原理与实践丛书

BIM

原理总论

Summary of BIM Theory and Practice

周 志 赵雪锋 丛书主编
周 志 赵雪锋 吴玉怀 主 编



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

BIM 原理总论/周志等主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2017. 11

(BIM 原理与实践丛书)

ISBN 978-7-112-21251-4

I. ①B… II. ①周… 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 (2017) 第 233061 号

本书是《BIM 原理与实践丛书》中的一本, 全书共 8 章, 包括: 绪论, 建筑信息模型, 产品对象数据库, BIM 建模方法, 建筑信息建模过程与工程, 建筑信息管管理, BIM 的理想与现实——革命性与局限性, BIM 价值与技术经济可行性分析简述。本书从一个全新的视角, 站在工程师的角度, 在本质上对 BIM 现有技术的探讨, 而不是对 BIM 理论与发展趋势的研究, 进而对实际工程进行指导, 为工程师在实际工程中遇到的问题提供解决思路。本书知识性、可读性强, 可供工程建设管理人员及技术人员参考使用, 也可供高校师生学习参考。

责任编辑: 王砾瑶 牛 松

书籍设计: 韩蒙恩

责任校对: 李欣慰 张 颖

BIM 原理与实践丛书

BIM 原理总论

周 志 赵雪锋 丛书主编

周 志 赵雪锋 吴玉怀 主 编

*

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

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京建筑工业印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 11 字数: 256 千字

2017 年 10 月第一版——2017 年 10 月第一次印刷

定价: 30.00 元

ISBN 978-7-112-21251-4

(30893)

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)

序

本丛书基于作者对 BIM 技术的研究与实践，从产品、过程与系统三个层次较为全面地介绍了 BIM 技术的内涵与原理，是目前我国最为系统的 BIM 理论出版物之一。

日益发展的软件技术进步带来的个体工作效率提升并不是 BIM 的价值与目标，BIM 的价值在于信息共享与互用，这是历年来国内外 BIM 研究的最大难题。中国 BIM 不仅需要有一批研究者超越个体商业利益，站在社会价值最大化的角度研究 BIM 理论与技术，按照中国工程建设流程所决定的信息共享与互用特点，研究制订出符合中国建筑业特点的落地信息交换标准；更需要越来越多软件开发人员学习 BIM 理论，按照这些信息交换标准开发出具有中国自主知识产权的 BIM 软件，才能实现中国建筑业的系统集成及应用，由此我们将看到 BIM 给中国建筑业所带来的巨大变化。

BIM 在中国的推广需要学习欧美国家的经验与教训，但不是简单照搬欧美国家的成功经验或尚未成功的方法。本书不仅详细介绍了 BIM 建模软件的特性与工作原理，而且充分描述了欧美国家在 BIM 研究与实践的真实情况，分析了 IFC-BIM 体系理论及在实践中遇到的困境，对于正确学习借鉴欧美国家的先进经验有重要意义。

原中国建筑科学研究院副院长
中国 BIM 发展联盟理事长
黄强

2017 年 8 月 2 日星期三

丛书前言

在我开始学习 BIM 的时候，市面上关于 BIM 的书籍资料还非常少，我的学习过程走了很多弯路。十年之后，市场上虽然有了很多关于 BIM 的书，但相当一部分都在畅想 BIM 前景和介绍软件操作方法，重复度比较高，读者的选择面仍然很有限。2011 年，几位师长与领导建议我写一套书，系统的介绍 BIM 相关的理论与方法，增加读者的选择空间，帮助建筑人员更快地了解 BIM，少走或者不走我曾经走过的弯路。为此，我们确定了写书的四个基本原则：

第一，这必须是一套有“料”的书。应该详细阐述 BIM 的工具、流程与方法的构成要素、要素的作用与相互关系，不是某个 BIM 软件的操作说明书。它应该真正介绍 BIM 理论技术的内在逻辑与工作原理，能够帮助工程人员了解 BIM，让读者得到一些自己想要的东西。

第二，这必须是一套有“用”的书。不仅要介绍 BIM 价值与特点，而且要说明其原理、实现方法以及当前实际发展水平、障碍与解决办法，对 BIM 实施有一定的参考作用。

第三，这必须是一套“无害”的书。它必须是用心研究的成果，对书中每一个观点进行过认真的推敲查证，不能有“BIM 技术在欧美已经普及”或者“Autodesk 公司提出了 BIM 理念与名称”之类的低级错误，虽然不可能没有错误，必须尽量减少对读者的误导。

第四，这必须是套“易懂”的书。它应该站在建筑工程师的角度编写，立足于工程实施认识 BIM，用建筑语言解读 BIM，书中的每个字都能被建筑工程师看懂，全书不能出现任何一行软件代码。

这套书远比想象中难写，虽然笔者向来以博而不精著称，在建筑工程、软件与机械设计三个方面都有一定的技术基础，仍然未能兼顾 BIM 所涉及的理论与技术。为了能写出一套有用的书，笔者辞去工作，先用两年时间考查调研，了解各企业 BIM 实践的真实情况，然后再苦读三年理论，才开始动笔，又用了两年时间才写完第一本书。幸而有北京工业大学赵雪峰博士合作，又有吴玉环总经理、宋杰博士等有丰富的工程信息化经验的朋友帮忙，笔者有决心再用五到七年完成这套丛书，为 BIM 在中国的落地推广做点力所能及的事。

这套书来自工程师，也是为工程师而写，试图站在工程师的立场解读 BIM 及其相关技术，试图避开关于什么是 BIM 的理论争议，仅立足于当前技术水平下解释各主流 BIM 工具、方法与体系的架构、原理、应用以及来龙去脉，以当前技术水平下的最高应用水平为目标，以笔者已经掌握的知识与经验为原则解读与介绍 BIM。笔者只想与读者分享经验与心得，与读者共同成长，而不想做 BIM 的先知或权威。

例如《BIM 设计》一书只介绍怎样用 BIM 建模软件高效的设计，如何提升设计质量与降低设计成本，回避了协同设计与并行工程等 BIM 理论的核心内容。因为笔者尚不具备协同并行设计的能力（Revit 的链接与工作集或者 Bentley 的 ProjectWise 的功能

显然距离协同设计还非常遥远)；同时增加了从二维图纸翻三维模型的内容，计划用较大的篇幅介绍如何快速高效而又准确翻模才能建立一个可以有效便捷的提取数据的数据库，虽然这不符合任何 BIM 的定义，但笔者尊重当前二维翻三维的市场现状。笔者甚至计划回避设计信息如何从方案阶段逐步传递到深化设计，因为当前软件技术还不支持约束接口级别的数据传递，全世界也还没有相应的成功案例。

因而本丛书是对 BIM 现有技术的探讨，偏重应用技术而不是对 BIM 理论与发展趋势。对 BIM 相关理论用三个原则处理：简单介绍基本理论，详细介绍一些与当前 BIM 价值上限相关的理论，重点介绍参数化建模等有助于工程师理解技术原理的理论。

以笔者个人的能力，是不可能只用五年就完成《BIM 原理总论》的初稿的，有幸用这么短的时间完成这一稿，是因为笔者得到了很多师长与朋友们的帮助。

首先要感谢同济大学刘国彬教授与中国 BIM 发展联盟黄强理事长的教导。恩师刘国彬教授不仅手把手地向我传授各种理论与研究方法，还用自己的言行向我展示了优秀学者立足于工程实践的精神与解决工程问题的能力，消除了我对理论研究的歧视与偏见，开始走上了理论与实践结合的道路，没有他，我不可能写出任何有质量的书。而黄强理事长把我从民间发掘出来，让我参与国家 BIM 标准的研究，不仅提供了大量宝贵的资料，还指点我学习与思考各种 BIM 理论，用自己不断追求真理的行动为我确立了一个标杆，感染与激励我在 BIM 的研究上不断前行。知遇之恩，当衔环以报。

然后要感谢长江水利委员会的王仲何大哥和桂树强兄弟。感谢他们给我机会从战略到战术、从管理到技术全方位探索 BIM，让我有了写本书的可能性。同时也要感谢长江水利委员会的帅小根博士、卞小草博士、周实、朱聘婷等小兄弟。他们一次次用刁钻的问题把我问的张口结舌、恼羞成怒，迫使我不断深挖 BIM 技术的深层内涵，是他们的好学精神推动了我们共同进步。而他们在软件工程知识方面的缺乏，让我在一次次对牛弹琴的郁闷中琢磨用工程语言表达软件思想的方法，才有了这本不那么难懂的书。

当然，我还必须感谢我的妻子唐慧和儿子周青松，他们的支持与陪伴是我工作学习中最大的动力。

此外还有给我各种指导和帮助的人，包括并不仅仅有中国建筑股份集团李云贵研究员、广州优比公司 CEO 何关培先生、深圳蓝波绿建集团总裁徐宁先生、北京工业大学刘占省博士、上海申通咨询有限公司蒋勇先生等，这里一并表示感谢。

最后祝愿越来越多的人投身于 BIM 大潮，不断提升 BIM 实施的性价比，推动 BIM 技术成为中国建筑信息化的核心技术，迎接一个新时代的到来。

周志

2017 年 7 月 15 日星期六于上海美兰湖

前 言

在筹备《BIM 原理与实践丛书》的过程中，笔者一度想过不写总论，因为其他人写的 BIM 导论或概论大多没有得到读者的认可，受到了很多批评。批评他们只介绍 BIM 的概念、价值和发展前景，价值有限。作为一个著书人，笔者很理解同行们这么写导论或概论的原因，因为 BIM 相关理论与技术尚不成熟，全世界都还不知道 BIM 的构成要素的答案，就连美国 BIM 标准委员会对 Model、Modeling 与 Management 的定义也存在根本性的逻辑缺陷，被迫在 NBIMS 第三版中做了重大调整和修正。而知名的欧美 BIM 专家也只写一些标准、导则和手册，解读用 BIM 建模软件实现建筑各阶段应用与方法，不算导论或概论。由于缺少可借鉴的资料，笔者只好结合目前实际情况，自创一个 BIM 理论与技术的逻辑架构。这是一个极为艰苦的过程，耗费三年才建立了一个可行的逻辑体系，写作过程中又屡易其稿，最后又用了两年时间（包括闭关五个月）才写出初稿，然后花三个月检查修正各种错误，终于把文稿交出版社。尽管付出这么多努力，笔者仍然屡屡有废掉书稿重写的冲动。限于笔者对 BIM 的有限认识和有限的抽象归纳通力，始终写不出理想的体系架构。

在这个情况下，笔者对《BIM 原理总论》一书的定位是丛书的技术基础，而不是 BIM 理论的大纲。按模型、过程与系统三个层次逐步介绍 BIM 理论与技术，其中模型是总论一书的核心内容，用四章篇幅从软件技术层面上描述了 BIM 模型与建模软件，而对建模与信息管理的介绍非常简略，只概述了构成要素。对于要素间的相互关系及与外部环境间的相互作用与约束等更复杂的问题，将在笔者的研究更加深入之后再行探讨。

鉴于丛书以指导工程实践为目标的定位和不可能在短期完成的现状，为了更早的帮助实践者，特意增写了一章“BIM 价值与技术经济可行性分析”，供 BIM 实施者借鉴。

限于笔者的水平，只能尽力介绍与软件技术直接相关的比较确定的理论与技术，无法向读者介绍 BIM 全貌，希望能得到读者的理解。对于书中的错误、缺陷与争议，非常欢迎发邮件到 zhouzhiok@163.com 批评、指正与探讨。

目 录

第1章 绪论 1

1.1 信息、数据与工程师 2

1.1.1 工程师与科学家对信息与数据的不同视角 2

1.1.2 信息与数据 2

1.1.3 工程师与科学家 4

1.1.4 信息的特征 5

1.1.5 信息的地位和作用 7

1.2 本书对 BIM 的解读视角 7

1.2.1 基于工程师角度看问题 7

1.2.2 本丛书的写作原则 8

第2章 建筑信息模型（Building Information Model） 9

2.1 模型技术在建筑业的应用与发展 10

2.1.1 模型技术产生的背景 10

2.1.2 建筑模型的作用 10

2.1.3 建筑模型分类 11

2.1.4 建筑模型的数字化 12

2.1.5 建筑信息模型的产生背景 13

2.1.6 BIM 名称的发展与形成 13

2.2 BIM 的定义 14

2.2.1 CAD 定义的形成过程中的经验 14

2.2.2 当前主要的 BIM 定义 15

2.2.3 美国 BIM 标准与国际智慧建造联盟的定义 17

2.2.4 认识论角度的 BIM 18

2.2.5 工程应用角度的 BIM 定义 20

2.3 BIM 建模软件的形成与发展 23

2.3.1 BIM 建模软件的形成历史 23

2.3.2 二维 CAD 的发展与形成 24

2.3.3 曲面造型与三维实体造型时代 25

2.3.4 参数化几何建模时代 26

2.3.5 特征建模时代 27

2.3.6 BIM 建模软件时代 29

第3章 产品对象数据库 31

- 3.1 数据管理与数据库 32
 - 3.1.1 人工管理阶段 32
 - 3.1.2 文件管理系统阶段 33
 - 3.1.3 数据库系统管理数据方式 34
 - 3.1.4 文件管理与数据库管理方式的优势对比 34
- 3.2 数据逻辑模型 35
 - 3.2.1 数据库系统的构成 35
 - 3.2.2 层次模型 36
 - 3.2.3 网络模型 37
 - 3.2.4 关系模型 38
 - 3.2.5 面向对象模型 38
 - 3.2.6 逻辑模型的三要素 40
- 3.3 BIM数据库的体系结构 41
 - 3.3.1 数据模式 41
 - 3.3.2 工程数据结构的多样性 42
 - 3.3.3 数据库的三级体系结构 43
 - 3.3.4 三级结构的分工与合作 44
 - 3.3.5 三级结构的两层映像 45
 - 3.3.6 三级模式结构的特点与局限性 46
 - 3.3.7 三级模式结构的缺陷 47
- 3.4 NBIMS 与 IFC 的本质 47
 - 3.4.1 IFC 的发展历程 47
 - 3.4.2 IFC 的架构 47
 - 3.4.3 IFC 工作原理示例 49

第4章 BIM 建模方法 53

- 4.1 BIM 模型的基本结构 54
 - 4.1.1 建筑产品模型的定义 54
 - 4.1.2 建筑信息模型的构成 54
- 4.2 参数化建模方法 55
 - 4.2.1 参数化技术的历史 55
 - 4.2.2 参数化设计的定义 56
 - 4.2.3 参数化设计的价值 57
 - 4.2.4 参数化造型设计原理 57
 - 4.2.5 变量化造型设计简介 58

第 5 章 建筑信息建模过程与工程（Building Information Modeling） 59

- 5.1 建筑信息建模的定义 60
 - 5.1.1 美国 BIM 标准的定义 60
 - 5.1.2 软件供应商的解读 61
- 5.2 BIM 发展早期的困境 61
 - 5.2.1 早期美国 BIM 实践普遍存在的问题 61
 - 5.2.2 美国 CIFE 对 BIM 危机的研究 61
 - 5.2.3 BIM 在我国的发展历程 63
 - 5.2.4 国内 BIM 应用现状 63
 - 5.2.5 我国 BIM 困境的成因 64
 - 5.2.6 美国 BIM 标准在我国并不具备可实施性 67
 - 5.2.7 当代美国对 BIM 的基本共识 71
- 5.3 建筑信息建模过程 74
 - 5.3.1 工具与环境 74
 - 5.3.2 技术与方法 75
 - 5.3.3 标准与规范 77
 - 5.3.4 组织与管理 77
 - 5.3.5 架构与接口 78
 - 5.3.6 其他建筑信息建模工程理论框架 79

第 6 章 建筑信息管理（Building Information Management）
与建筑信息化系统 81

- 6.1 信息系统概述 83
 - 6.1.1 系统 83
 - 6.1.2 信息系统 83
 - 6.1.3 信息系统的分类 84
 - 6.1.4 建筑信息管理系统与建筑系统的关系 86
- 6.2 基于模型的信息系统组成与环境 87
 - 6.2.1 基于模型的建筑信息系统的探索与实践 87
 - 6.2.2 基于产品模型的建筑信息系统构成 88
- 6.3 建模信息系统的硬件与软件 89
 - 6.3.1 计算机系统 89
 - 6.3.2 BIM 建模软件的计算机硬件环境 90
 - 6.3.3 计算机软件 92

第7章 BIM的理想与现实——革命性与局限性 95

- 7.1 从现实建筑世界到数据世界的路径与障碍 96
 - 7.1.1 认识论角度的建筑信息活动 96
 - 7.1.2 从现实世界到数据世界的抽象过程 97
- 7.2 BIM是描述方法学的飞跃 101
 - 7.2.1 人类与计算机描述建筑产品对象的鸿沟 101
 - 7.2.2 工程语言与自然语言之间的鸿沟 102
 - 7.2.3 信息的集成性与计算机信息处理分散性的鸿沟 103
 - 7.2.4 不同建筑模型之间信息互用障碍 105
- 7.3 BIM技术的革命性 106
 - 7.3.1 BIM是建筑领域计算机语言的革命 106
 - 7.3.2 BIM技术解决了建模产品信息载体的唯一性问题 106
 - 7.3.3 BIM是一种计算机可自动识别的工程信息 107
 - 7.3.4 BIM将导致建筑业人与计算机的重新分工 108
 - 7.3.5 BIM将从根本上提高建筑业的图元复用性 111
 - 7.3.6 BIM与二维CAD的对比 113
- 7.4 BIM的局限性 113
 - 7.4.1 BIM的支撑理论与技术自身的缺陷 114
 - 7.4.2 当前BIM理论发展水平的不足 116
 - 7.4.3 当前BIM建模软件工具的缺陷 117

第8章 BIM价值与技术经济可行性分析简述 119

- 8.1 美国对BIM价值探索的经验与教训 120
 - 8.1.1 BIM的价值实现现状 120
 - 8.1.2 智慧建造联盟(BSA)的BIM推广经验 120
 - 8.1.3 美国陆军工程兵团的BIM应用 122
 - 8.1.4 早期BIM实施标准与导则中存在的问题 125
- 8.2 BIM价值实现路径 131
 - 8.2.1 BIM的运行环境与系统 131
 - 8.2.2 BIM价值与技术路径的发展历史 132
 - 8.2.3 工程师主导的BIM应用 136
- 8.3 BIM的价值链 138
 - 8.3.1 BIM的价值 138
 - 8.3.2 BIM实施成本 140
 - 8.3.3 BIM对建筑业的影响方式与范围 143
- 8.4 工程可行性评估的主要工作范围 144

8.4.1	技术可行性评估指标	145
8.4.2	经济可行性评价结果	146
8.4.3	建筑企业实施 BIM 的受益方式	146
8.5	BIM 应用的技术经济可行性评估	147
8.5.1	建筑信息模型	147
8.5.2	建筑信息建模	153
8.5.3	建筑信息管理	158

参考文献	162
------------	-----

第1章

绪 论

一、信息、数据与工程师

二、本书对BIM的解读视角

1.1 信息、数据与工程师

1.1.1 工程师与科学家对信息与数据的不同视角

BIM 是建筑业引进制造业 CAD 技术后按建筑业的特点改造而来的一种思想、工具、技术与方法。有趣的是,早期制造业的产品信息模型在发展成熟后,其名称并非 PIM (产品信息建模,即 Product Information Modeling),而是 PDM (产品数据管理,即 Product Data Management),未成熟的部分演变为 CIMS (计算机集成制造系统,即 Computer Integrated Manufacturing Systems) 继续发展。一种技术在未成熟时叫信息,成熟后改称数据并不是 PDM 独有,在很多信息领域都有这个现象出现。

出现这个现象的原因很多,其中一个重要原因是主角从学者转换为工程师时,术语发生了变化。新技术发展初期往往是一种学者主导的科学活动,科学是一种探索事物存在及变化的状态、原因和规律的实践活动,其任务是发现事物规律与追求真理。事物规律与真理相对比较抽象,覆盖范围很广,更接近信息的范畴。

随着技术的成熟,工程师逐渐成为新技术的主导。工程是一种将基础科学的知识 and 研究成果应用于实践,创造出具有使用价值的人工产品或技术的活动。工程师的工作支撑不是广阔的真理与客观规律,而是已有的知识与成果中被工程师所掌握的部分,一些理论上正确、符合客观规律却没有可用技术支撑的方法又或者目前没有使用价值的东西并不在工程师的工作范围。日常工程实践非常具象,专业化程度很高,工作任务与内容十分明确,基于这个立场,工程师往往是在生产与利用数据,只能利用一部分已知规律与真理生产产品与提供服务。

由于这个立场和角度差异,学者与工程师的日常用语有很大不同。工程师往往认为自己从事数据库开发而极少有人认为自己是在开发信息库,学者一般认为自己在从事信息管理或知识管理的研究而不是数据管理。对于科学家与学者而言,BIM 可以是包含工程项目全生命期所有信息或者建筑业信息的无损传递,而工程师则把精力放在如何经济高效的生产和利用数据去完成自己的本职工作上。这是因为在信息科学领域,数据与信息是两个不同的概念,学者、科学家更关心抽象的信息,而工程师则专心处理具象的数据。

1.1.2 信息与数据

1. 信息

信息是指现实世界在人们头脑中的反映,是用符号、语言、图形等介质或载体,表示事物、现象等的内 容、数量或特征。其本质是人类在感受与适应客观世界过程中所形成的主观认识。这种认识本身与其介质、表示形式无关,比如某人看到现实世界中的一栋红色的房子,无论他说一句话、用键盘打一行字或者画一张画都不改变他的“红色房子”这个认识本身。但当他向别人或者将来的自己传递自己的认识时就受到介

质与表示方式的影响，这种基于介质或载体的表示就是数据。

2. 数据

数据是客观事物的属性、数量、位置及相互关系的表示，以符号、图像等形式被存储和处理，具有逻辑与物理两层内涵。

在逻辑上数据是一种抽象表示，是人类认识的客观表达，其核心是数据项、数据结构与数据内容的理解方式。逻辑内涵是数据的核心，大多数时候数据专指其逻辑内涵而非其物理形式，一般特指那些输入到计算机并能被计算机进行处理的文字、图像等符号，是机器世界中对数据的逻辑描述，其表现形式往往是一堆字段、记录、文件以及关键码等。数据本身并没有意义，数据的格式往往与具体的计算机系统和应用需求有关。例如，在计算机系统、数据格式不确定的条件下，图 1-1 的二维表没有任何含义。

	P1	P2	P3	P4
P1	—	1	1	1
P2	1	—	1	0
P3	1	1	—	0
P4	1	0	0	—

图 1-1 数据格式不确定

但在确定的系统（某地理信息系统）里它准确的描述了某四个面的邻接关系，系统可以用这种抽象表达来描述四个面的邻接关系，其原因是人们把 P1、P2、P3、P4 定义为四个面，用 1 表达邻接、0 表示无邻接。没有这些预先定义的表达形式，这个表没有任何意义，而如果把 P1、P2、P3、P4 定义为四个人，用 1 表达认识、0 表示不认识，同一个二维表表达的却是四个人之间的人脉关系，完全是另一种含义。

如果不对各数据项做出任何定义与解释，数据本身是无意义的，只有表达者与接受者用同样的方式理解数据，数据才能有效地传递信息，例如“NO ZUO NO DIE”这句中国网络流行词并不能被美国人理解。

数据在物理上可以是纸张上用墨水写就的文字图形，也可以是磁盘上的电磁信号。没有读取设备支持的物理数据也没有任何意义，没有播放设备支持的光盘只是一块塑料上刻了一堆肉眼看不见的小坑，数据的格式往往与具体人、设备以及计算机的能力与需求有关。

随着信息技术的发展与应用，计算机与一些具备部分计算机功能的设备（智能手机等）成为主要的数据加工处理工具。数据已经特指计算机数据、而计算机数据又特指其逻辑内涵，除了计算机硬件专业相关的人员与少数操作系统开发等与数据库直接相关的人员，一般人对数据的理解不再涉及其物理存储与介质。在没有特别说明的情况下，数据已经等同于计算机数据的逻辑内涵。

3. 数据与信息的关系

在信息世界里，信息和数据是密不可分的，数据是信息的载体，是创建、发送、传播、接受、理解与管理信息的工具，而信息则是数据的核心与内涵，是数据存在的原因、目标和意义。人们对信息的获取只能通过对数据背景和规则的解读，背景是接

收者针对特定数据的信息准备,而规则是加工、处理与解读数据的方法。因而数据与信息的关系可以用如下公式表示:

数据+背景+规则=信息。

很多学者试图研究一个包含所有建筑业数据、规则与背景的信息库,BIM被认为是可以用所有规则与背景解读的信息库(即一种支持建筑全生命期所有应用的建筑信息模型),而工程师的工作目标却是用性价比最高的方式建立一个符合更多规则与背景的数据库,因为工程实践与理想总是会有一定的差距。

尽管信息与数据之间有一定的差异,但在大多数时候它们被当成可互换的代名词,这是因为:

对于数据的创建者而言,创建数据是为了发送传播信息,他尽可能地选择更有效的数据形式表达传递信息或者用更少的数据传递更多信息。对于数据的接受者而言,信息来源于数据,只有理解了数据的含义,对数据做出解释,才能提取数据中所包含的信息,理想 BIM 所追求的全信息模型在本质上是更具柔性、扩展性与兼容性的数据结构。因为信息处理的实质是对数据进行处理,在这个意义上,信息处理和数据处理是可以不加区分的。

1.1.3 工程师与科学家

工程师的工作目标是经济地获得可靠、有效的满足用户需求的有形或无形产品,其工作属性与科学家相关又有很大不同。

1. 工程师与科学的相关性

工程师的工作必须注重科学性,遵照科学规律开展工程实践,消除违背科学规律的幻想。这是因为:

任何违背科学规律的做法都是徒劳的,比如“永动机”是永远做不成的。

科学规律指出了理论上的限度和工程活动可能追求得到的目标,不能幻想达到违背科学规律的目标。凡是理论上不可行的一定在工程实践上不可行。

所有高新技术都是在科学的基础上发展的,大部分新技术都是在理论上取得突破之后才在技术上实现的。没有法拉第的电磁理论研究,爱迪生与特斯拉很难发明电动机。

工程实践与科学研究关系非常密切,原则上讲,不以工程实践为目标的科学是伪科学,而不学习研究科学理论的工程实践是“傻”技术。优秀的科学家都很熟悉工程实践而出色的工程师大多有扎实的理论基础。因为工程理论本就是从工程实践总结、提炼和抽象而来。国内 BIM 推广的一个很大问题是很多 BIM 研究者热衷于研读国内外未经验证的理论文献,缺少工程与 BIM 实践,未能有效指导 BIM 实践。

优秀工程师都应具备一定的理论基础,能说、会做与识高低等工程师的三大基本能力中的能说与识高低离不开扎实的理论基础支持,没有出色的理论基础,就难以表达自己工作的逻辑与原理,也不能通过其他工程师的表达与工作方法判断其他工程师及其工程方案的水平高低。

2. 工程师工作的独立性

在科学规律作用下进行工程实践的工程师又有自己的独立性。

工程师的工作不仅依靠理论支持,也需要经验的支撑。这些经验中所蕴含的科学规律有时还没有被科学家发现。在科学家发现空气之前,两千年前的工程师也已经利用风箱鼓风提高火焰温度生产铁器;在人类尚不知道金属的原子与分子结构的时代,工程师也依靠经验把铜、铅和锡等金属混合在一起制作了很多优美的青铜器。因为科学规律是一种客观存在,与科学家是否已发现无关,也可能被工程师有意或无意中应用于工程实践。

不同于科学家对未知世界的不断探索与学术界对各种概念总是充满争议,工程师总是尽力应用已有技术,对各种名词都有狭义明确的理解,即使有分歧也不会把精力用于概念的澄清。例如 CAD 在学术界会有计算机辅助设计、辅助开发与辅助制图等争议,但在工程界,在建筑业特指计算机二维制图,而在制造业专指用 CATIA 或 PRO/E 等参数化三维特征建模软件,在沟通与实践中基本不会有异议。

工程实践是社会经济活动的一部分,成本与效益是工程师所有工作的基本衡量标准,理论上可行但在经济上不合算的技术往往不会被工程师所采纳,一种新技术被广泛应用于实践的第一指标是性价比而不是其技术先进性或理论完美性。

受制于经济约束,所有的工程活动都是不完美的,虽然当代工程师有能力把房子造到拥有千年使用寿命,但工程师一般不会建造这样的房子,因为这样的房子的成本与销售价格高出了用户的承受能力。

1.1.4 信息的特征

当代“信息”的概念,已经与计算机技术、网络技术等含义紧密地联系在一起,是一个复杂而又尚未形成统一认识的概念。一般认为,信息是对客观世界中各种事物的变化和特征的反映。具有以下基本特征:

1. 客观性

从理论上讲信息来源于人类对客观世界的认识,带有源于客观世界的客观性,人类创建信息的目的本就是反映客观事物的特征。只有真实、准确的信息才能如实地反映客观实际,成为人类解决工程的有效手段。

就工程实践而言,由于人不可能完全了解客观世界,所以信息的客观性永远是相对和有限的。每次人类对客观世界的认识、描述方法或处理技术等方面出现革命性的进步,都会大大提升信息的客观性。建筑信息模型技术带来了建筑物描述方法的革命与处理技术的巨大进步,但在提升人类对客观世界认识方面的作用还相当有限。

所以建筑信息模型中的数据是相对客观的,具有巨大价值,又不可能完全客观,有其价值极限,所以不存在万能信息技术, BIM 也不例外。

2. 主观性

理论上信息是人类对世界的主观认识,也必然带有人性固有的主观性,任何对于信息和信息处理的任何研究与讨论,都离不开主体的目标(即人们的目的或需求)。建筑信息模型的创建是人的主观行为,创建者与建筑业相关各方是不同的利益主体,不可避免地具有各类目标冲突。

如何让信息满足整个项目管理的需求是一个非常复杂的问题,核心是建立一个控制协调各主体的主观欲望(隐藏其下是利益)的机制。BIM 的应用不仅是个技术实践