

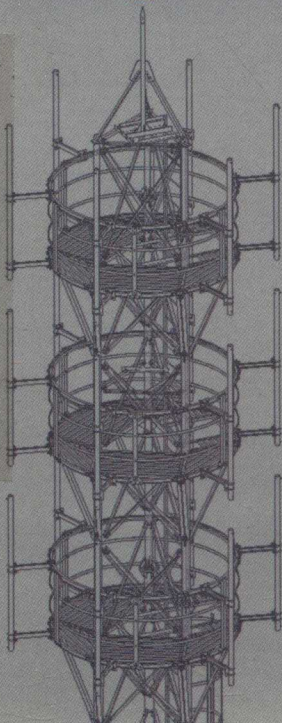
BIM^在

通信基站工程中的应用

姚云龙 秦 阔 胡桂彬 黄 兴 编著
陆 曠 章跃军 主审



中国建筑工业出版社



BIM 在通信基站工程中的应用

姚云龙 秦 阔 胡桂彬 黄 兴 编著
陆 皞 章跃军 主审



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

BIM 在通信基站工程中的应用/姚云龙等编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2018. 10
ISBN 978-7-112-22537-8

I. ①B… II. ①姚… III. ①通信工程-工程设计-计算机辅助设计-应用软件 IV. ①TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 181021 号

责任编辑: 王 梅 武晓涛

责任设计: 李志立

责任校对: 焦 乐

BIM 在通信基站工程中的应用

姚云龙 秦 阔 胡桂彬 黄 兴 编著
陆 皞 章跃军 主审

*

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

北京科地亚盟排版公司制版

北京富生印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 15 $\frac{3}{4}$ 字数: 387 千字

2018 年 11 月第一版 2018 年 11 月第一次印刷

定价: 52.00 元 (含增值服务)

ISBN 978-7-112-22537-8

(32611)

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 在建筑工程领域中的运用已逐步成熟，但在通信基站工程中的运用却还处于探索阶段，如何在通信基站工程中使用 BIM 提升工作效率，提高工作成果急需深入探究。通信基站工程与其他工业与民用建筑工程相比，具有体量小、功能单一、数量多、覆盖广的特点。其全生命周期各阶段工作内容甚至比普通建筑工程复杂，因而在研究 BIM 在通信基站工程中的应用同时，应研究该领域相关软件及思路在通信基站工程全生命周期中的应用。

本书通过探讨 BIM 技术和通信基站工程特点，结合建筑工程领域国家标准、数据中心应用成果，制定 BIM 在通信基站工程中的应用思路和应用标准。对通信基站工程常用建设类型（单管塔、三管塔、塔房一体化、土建机房、设备等）建立了建筑信息模型，并详细讲述了建模方法。在建立建筑信息模型的基础上探讨通信基站工程设计、施工、运维阶段如何运用建筑信息模型，进而探讨在通信基站工程中如何实现 BIM 全生命周期应用。

本书采用 Autodesk Revit 软件平台，结合建筑、结构、水暖电多专业全方位的 BIM 工具，实现通信基站工程的建筑、结构、暖通、电气、消防、电源、通信、监控报警等三维信息模型建立。结合基于 Autodesk Revit 软件平台进行二次开发的工程管理软件、Autodesk 公司其他工程软件以及地理信息系统软件等，在通信基站工程建筑信息模型的基础上，创建施工信息模型、竣工信息模型以及运维信息模型等，用于通信基站工程全生命周期各阶段。

本书提出在通信基站工程全生命周期管理，结合统计、分析、模拟、监测、监控、物联网、云计算、智能设备、人工智能等，对通信基站工程进行深入型数字信息化。采用地理信息系统辅助基站选址、分析、展示、管理等；采用施工信息模型进行工程量计算、进度跟踪、造价控制、复杂工艺施工过程模拟、工程质量控制等；采用传感器和无线射频识别技术结合运维信息模型对基站设备进行全方位管理，采用云计算响应基站海量数据储存要求和计算分析要求等。提出通信基站工程全面实现信息化，将通信基站工程推进到全生命周期管理阶段。

全书共分为 12 章，其中第 1 章～第 4 章分析了通信基站工程产品、创建信息模型软件、施工建造流程以及运维管理标准等，对通信基站工程按专业和产品类型进行划分，详细剖析了通信基站工程建筑信息模型使用的软件类型、应用思路等，并制定了相关标准；第 5 章～第 10 章详细阐述通信基站工程中单管塔、三管塔、塔房一体化、土建机房、铁塔基础以及设备的模型制作方法和建筑信息模型组装过程；第 11 章讲述通信基站工程模型总装配，以实际工程项目展示完整通信基站工程的模型装配过程；第 12 章对通信基站工程全生命周期应用进行了分析，给出了先进的运维管理理念，并对其中部分应用给出了相应的实践方法，该章对 BIM 在通信基站工程的全生命周期各阶段应用进行的探讨，有助于促进通信基站工程在全生命周期实现数字信息化。

本书由姚云龙统稿，并负责第 1 章、第 2 章、第 3 章、第 4 章、第 8 章、第 10 章、第

11 章、第 12 章的编写，秦阔负责第 5 章、第 9 章的编写，黄兴负责第 6 章的编写，胡桂彬负责第 7 章的编写，毕昱负责全书文稿校对，全书由陆皞、章跃军主审。

本书编写过程中得到中国铁塔股份有限公司、中国通信服务股份有限公司、华信咨询设计研究院有限公司领导和同事的支持和帮助，特别感谢余征然、朱东照、汤静波、陆皞、章跃军、夏春华、胡征宇、孙洪法、田大年、章坚洋、宋冰、江彩云、张帆、孙天兵、王欣朋、陈维健、池远东、竹影、阎勇琦、朱国泉、张佚伦、沈忠明、周燕青、张珩、周静蕴、陈栋、何颖、尹炳承、屈海宁、罗春来、任高杰、李爱通、韦安逢等给予的帮助。感谢家人给予的鼓励和支持。

虽然本书凝聚了对 BIM 和通信基站工程实践的总结，以及对全生命周期理论与实践的思考，但由于时间比较仓促，以及限于作者的理论水平和实践经验有限等原因，难免有错误出现，期待读者和专家提出宝贵的意见和建议，并通过电子邮件反馈给作者(83278864@qq.com)，不胜感激。也希望就 BIM 在通信基站中的应用以及在通信建筑中的应用和广大读者继续探讨。

2018 年 5 月于西子湖畔

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 建筑信息模型定义	1
1.2 建筑信息化发展历程	2
1.3 通信建筑工程信息化应用	4
1.4 通信基站工程信息化应用	7
1.5 信息模型特点	9
1.6 信息化展望	10
第 2 章 BIM 软件	12
2.1 Autodesk 平台	13
2.1.1 Autodesk Revit	13
2.1.2 Autodesk Navisworks	14
2.1.3 BIM 360 Glue	15
2.2 结构分析软件	16
2.2.1 3D3S	16
2.2.2 YJK	16
2.2.3 MIDAS	17
2.3 绿色分析软件	17
2.4 深化设计软件	18
2.5 其他软件	18
2.6 数据互导	19
第 3 章 应用思路	21
3.1 应用思路概述	21
3.2 产品分析	23
3.2.1 铁塔类型	23
3.2.2 机房类型	25
3.2.3 基础类型	26
3.2.4 设备类型	28
3.3 产品组成单元	28
3.3.1 铁塔单元	28
3.3.2 机房单元	30
3.3.3 基础单元	31
3.3.4 设备单元	31
3.4 产品组装	32

3.5 全流程应用	32
3.5.1 设计阶段	32
3.5.2 施工阶段	33
3.5.3 运维阶段	34
第4章 标准制定	35
4.1 模型单元标准	36
4.1.1 命名编码	36
4.1.2 属性定义	40
4.1.3 颜色表示	40
4.1.4 深度与精度	41
4.2 族标准	44
4.2.1 族文件命名	45
4.2.2 族样板分类	46
4.2.3 族样板特征	48
4.2.4 创建族样板	49
4.3 项目样板标准	50
4.3.1 项目样板文件创建	50
4.3.2 项目样板文件定义	51
4.3.3 通信基站工程项目样板文件特点	52
4.4 施工标准	53
4.5 运维标准	53
第5章 单管塔	54
5.1 参数分析	54
5.2 族建立	57
5.2.1 塔身	57
5.2.2 天线支架	59
5.2.3 槽钢圈	60
5.2.4 休息平台	62
5.2.5 避雷针	65
5.2.6 地脚锚栓	66
5.2.7 检修孔与馈线孔	68
5.3 产品组装	69
第6章 三管塔	78
6.1 参数分析	78
6.2 族建立	83
6.2.1 塔身	83
6.2.2 检修平台	87
6.2.3 法兰	90
6.2.4 避雷针	93

6.2.5	爬梯	95
6.2.6	角钢开孔	97
6.2.7	节点板	97
6.2.8	U形螺栓	98
6.3	产品组装	100
第7章	塔房一体化	106
7.1	参数分析	106
7.2	族建立	110
7.2.1	混凝土配重梁	110
7.2.2	底座钢梁	112
7.2.3	标准塔段	114
7.2.4	斜节点	116
7.2.5	彩钢夹芯板	117
7.2.6	防静电地板	119
7.2.7	防盗门	120
7.2.8	铁甲片	122
7.3	产品组装	123
7.3.1	预制基础	123
7.3.2	塔体	128
7.3.3	活动板房	131
第8章	机房	134
8.1	参数分析	134
8.1.1	土建机房	134
8.1.2	活动板房	136
8.2	族建立	137
8.2.1	墙	137
8.2.2	地砖嵌板	139
8.2.3	构造柱	140
8.2.4	散水坡道	142
8.2.5	馈线窗防盗网	142
8.2.6	空调室外机防盗笼	144
8.3	产品组装	146
8.3.1	土建机房	146
8.3.2	活动板房	160
第9章	铁塔基础	162
9.1	参数分析	162
9.2	族建立	164
9.2.1	独立基础	164
9.2.2	单桩基础	165

9.2.3	多桩基础	166
9.2.4	筏板基础	167
9.3	钢筋配置	168
9.3.1	马凳筋	168
9.3.2	多桩基础配筋	169
9.3.3	局部加强配筋	172
第 10 章	设备	174
10.1	设备分析	174
10.2	电气设备	175
10.2.1	电气设备分类	175
10.2.2	电气设备布置	175
10.3	消防设备	179
10.3.1	消防设备分类	179
10.3.2	消防设备布置	179
10.4	暖通设备	180
10.4.1	暖通设备分类	180
10.4.2	暖通设备布置	180
10.5	通信设备	180
10.5.1	通信设备分类	180
10.5.2	通信设备布置	180
10.6	监控报警设备	182
10.6.1	监控报警设备分类	182
10.6.2	监控报警设备布置	183
10.7	铁塔挂载设备	183
10.7.1	铁塔挂载设备分类	183
10.7.2	铁塔挂载设备布置	183
10.8	辅助设施	186
10.8.1	辅助设施分类	186
10.8.2	辅助设施布置	186
第 11 章	模型总装配	188
11.1	模型协同	188
11.1.1	链接	188
11.1.2	工作集	189
11.1.3	项目基点和测量点	189
11.1.4	共享坐标	190
11.2	场地模型	191
11.2.1	基坑开挖	191
11.2.2	基坑支护	192
11.2.3	开挖与回填土体	194

11.3	模型总装配	196
11.3.1	文件生成	197
11.3.2	文件读取	198
11.3.3	图元编辑	199
11.3.4	模型总装配	201
第 12 章	全生命周期管理	202
12.1	设计阶段	202
12.1.1	规划管理	202
12.1.2	碰撞检测管理	207
12.1.3	工程量统计	212
12.2	施工阶段	213
12.2.1	施工过程模拟	213
12.2.2	施工管理	216
12.3	运维阶段	220
12.3.1	数据标准	220
12.3.2	数据监测	222
12.3.3	应用平台	225
12.4	云计算	226
附录 A	228
A.1	槽钢数据文件	228
A.2	角钢数据文件	229
A.3	螺栓数据文件	231
参考文献	236

第 1 章 绪 论

BIM (Building Information Modeling, 建筑信息模型) 可应用于通信基站工程全生命周期, 支持项目信息跨阶段应用和实时更新, 有效提高设计、施工、运维及管理工作效率; 可采用工程预拼装、施工过程模拟等技术检测冲突, 降低错误率, 显著降低成本; 可结合地理信息系统、智慧云平台、全方位运行监管等方式实现通信基站工程全生命周期信息化。BIM 的出现是一次工程建设行业产业革命。

我国 BIM 发展迅速, 无论从政府层面还是企业层面, 均大力推广在工程中使用 BIM。近几年 BIM 在各项工程中深入使用, 其逐渐由“高大上”的技术新贵演变为“低调奢华内涵”的实用方法, 并已逐渐嵌入工程施工过程和运维管理的流程中。当今时代是“大数据”时代, BIM 数据中的“I”(Information, 信息) 在通信基站工程全生命周期过程中将无限增加和扩展。随着采用 BIM 的企业增多, 诸多产业链上将采用 BIM 作为沟通工具, 促使 BIM 向更深层次发展, 逐渐实现通信基站工程全生命周期信息化。本书通过编制应用思路、制定标准、创建通信基站工程族库, 为 BIM 在通信基站工程中应用奠定坚实基础, 便于结合通信基站工程领域和 BIM 领域开展全生命周期应用。

1.1 建筑信息模型定义

BIM 是以计算机三维数字技术为基础, 集成各种相关信息的工程数据模型。以通信基站工程的各项相关信息数据作为基础, 建立三维建筑模型, 通过数字信息仿真模拟建筑物真实信息, 通过运算为设计、施工、运维管理提供协同功能。麦格劳·希尔建筑信息公司将建筑信息模型定义为创建并利用数字模型对项目进行设计、建造及运营管理, 即利用计算机三维软件创建完整的建筑工程数字信息模型, 模型中包含详细工程信息, 且将数字模型和工程信息应用于建筑工程的设计、施工、运维等建筑全生命周期过程。

国家规范《建筑信息模型应用统一标准》GB/T 51212—2016 对 BIM 的定义如下: BIM 是指在建设工程及设施全生命周期内, 对其物理和功能特性进行数字化表达, 并依此设计、施工、运营的过程和结果的总称。

美国国家 BIM 标准 (NBIMS) 对 BIM 的定义由三部分组成:

- 1) BIM 是一个设施 (建设项目) 物理和功能特性的数字表达;
- 2) BIM 是一个共享的知识资源, 是一个分享有关设施的信息, 为该设施从建设到拆除的全生命周期中的所有决策提供可靠依据的过程;
- 3) 在项目的不同阶段, 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。

综合以上定义可知, 采用 BIM 体系可将建设单位、设计单位、施工单位、监理单位、勘察单位等项目各参与方集中在同一平台上, 共享同一个建筑信息模型。该模型不是简单

地将数字信息进行集成，而是一种数字信息在设计、施工、运维各阶段中的应用，其有利于项目可视化、精细化建造。BIM 支持通信基站工程集成管理环境，可以使通信基站工程在其整个进程中显著提高效率、大量减少工程流程中的各类风险。BIM 适用于通信基站工程全生命周期各阶段建筑信息模型的创建、使用和管理。

1.2 建筑信息化发展历程

在全球信息化的环境下，经济社会的发展进入以信息技术为主要驱动力的新经济阶段，信息技术的创新能力、普及广度和应用深度已经影响到企业综合实力和发展潜力，企业如果跟不上信息技术的发展，容易与外部环境脱节，最终影响到企业的兴衰。

建筑行业在 20 世纪通过计算机代替手工绘制图纸实现了从传统手工绘图提升到现代化、高效率、高精度的 CAD 制图方式，此外，CAE 的应用充分提升了工程行业的分析效率和计算精度。尽管分析计算、设计绘制均实现了数字信息化，但仅采用 CAD、CAE 实现的数字信息化仍处于起步阶段，属于基础性应用，不具备将信息数据传递到下一个工作环节的能力。随着数字信息化的进一步发展，在工程全生命周期采用数字信息技术进行全过程管理可有效提高企业的管理效率，采用数字信息化提升管理水平已成为企业参与国内外市场竞争的前提。逐渐形成了以 CAD、CAE 为主体，以计算文件、工程图纸为核心的设计模式，采用数字信息化技术的工程管理模式，但该模式存在信息模型不共享、不能传递到各参建单位的缺陷，该缺陷会导致工程中增加人力耗费以及增大工程差错等情况出现。

伴随复杂建筑工程出现，以及建设各方对工程建设过程合理性及工程造价准确控制性的要求，传统设计模式和工程管理模式的缺点逐渐暴露。伴随计算机硬件和软件水平的发展、操作技术人员的普及，数字信息化进入深层次应用阶段，以工程数字信息模型为核心的全新设计、施工、运维管理模式成为行业数字信息技术发展的必然方向。采用工程数字信息模型可以协同整条产业链，进行上下游行业间的信息集成、传递、共享、交互等，企业信息化也将变成多业务集成应用，实现信息技术在建筑行业的全面渗透、综合集成和深度融合，促进创新发展、绿色发展和智能发展，提高建筑行业的集约化水平。建筑行业作为国民经济的重要支柱产业以及基础产业，采用 BIM 将有助于实现建筑行业上下游各产业协同，促使节约成本、提高效率、改善管理，并提高整个行业竞争力。因而，建筑数字化是建筑行业发展中非常重要的阶段。

发达国家的建筑信息化建设起步较早，从 1975 年“BIM 之父”——佐治亚理工大学的 Chuck Eastman 教授提出了 BIM 理念，到如今 BIM 在建筑行业广泛应用，BIM 的研究经历了三大阶段：萌芽阶段、产生阶段和发展阶段。受到 1973 年全球石油危机的影响，美国全行业需要提高行业效益。在此环境下，1975 年，Chuck Eastman 教授在其研究的课题“Building Description System”中提出“a computer-based description of a building”，阐述建筑工程的可视化和量化分析，有助于提高工程建设效率。随着研究深入，美国在 20 世纪末期提出虚拟建设概念，2006 年，美国国家标准与技术研究院基于 IFC (Industry Foundation Classes) 标准开始制定美国国家 BIM 标准，初步形成了美国 BIM 标准体系。此外，加拿大、欧洲、新加坡、中国香港等地也在进行 BIM 相关研究。

中国经过“十五”、“十一五”期间的努力，建筑数字化技术得到了长足的进步，

特别是“十一五”期间开展了 BIM 相关研究,如“建筑业信息化标准体系及关键标准研究”、“基于 BIM 技术的下一代建筑工程应用研究”等课题。2007 年,中国勘察设计协会主办了“全国勘察行业信息化发展技术交流论坛”,首次在全国性行业会议上讨论 BIM 在建筑设计中的革新及应用;2008 年,中国建筑学会举办了建筑信息模型主题研讨会,探讨如何在国内工程建设行业中推广 BIM;2010 年,中国勘察设计协会举办了 BIM 应用大赛;2010 年,中国工程图学学会在北京主办了“BIM 技术在设计、施工和房地产企业协同工作中的应用”国际技术交流会;2010 年,中国勘察设计协会在台湾举办了“2010 海峡两岸工程建设行业 BIM 高峰交流会”;2011 年,住房和城乡建设部颁布了《2011—2015 年建筑业信息化发展纲要》,明确将“加快建筑信息模型(BIM)、基于网络的协同工作等新技术在工程中的应用,推动信息化标准建设,促进具有自主知识产权软件的产业化,一批信息技术应用达到国际先进水平的建筑企业”列入总体目标。在“十二五”、“十三五”期间,我国建筑开始大量采用建筑信息化技术,各省市相关部门,各研究单位针对 BIM 发布相关研究成果。

根据国家提出建筑业信息化的要求,清华大学 BIM 课题组开展了研究工作,得出多项研究成果:《设计企业 BIM 实施标准指南》《中国建筑信息模型标准框架研究》等。住房和城乡建设部组织开展 BIM 标准规范制定工作,已颁布《建筑信息模型应用统一标准》等规范标准,正在制定《建筑工程设计信息模型制图标准》、《建筑工程施工信息模型应用标准》等规范标准。

此外,部分省市也提出了相应省级规范标准。如由北京市规划委员会管理,北京市勘察设计和测绘地理信息管理办公室、北京工程勘察设计行业协会、清华大学等单位经广泛调查研究,以《中国建筑信息化技术发展战略研究》和《中国建筑信息模型标准框架研究(CBIMS)》为理论基础,制定了北京市地方标准《民用建筑信息模型设计标准》。上海市提出《上海市推进建筑信息模型技术应用三年行动计划(2015—2017)》,2015—2017 年,分阶段、分步骤推进建筑信息模型技术应用,建立符合上海市实际的 BIM 应用配套政策、标准规范和应用环境,构建基于 BIM 的政府监管模式,到 2017 年在一定规模的工程建设中全面应用 BIM。由上海市住房和城乡建设管理委员会管理,华东建筑设计研究院有限公司和上海建科工程咨询有限公司会同相关单位编制了上海市工程建设规范《建筑信息模型应用标准》。浙江省在贯彻落实《住房和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)和《浙江省绿色建筑条例》的基础上,总结浙江省 BIM 应用现状、并广泛征求意见的基础上,由浙江省住房和城乡建设厅管理,浙江大学建筑设计研究院有限公司、浙江省建工集团有限责任公司和浙江省建筑设计研究院等,编制了浙江省地方标准《浙江省建筑信息模型(BIM)技术应用导则》,该导则推动 BIM 在浙江省建设工程中的应用,要求全面提高浙江省建设、设计、施工、业主、物业和咨询服务等单位的 BIM 应用能力,规范 BIM 应用环境,从 BIM 实施的组织管理和各技术应用点详细进行了阐述。其他省市也在陆续制定 BIM 规范标准。

在 BIM 发展过程中,计算机软件的贡献必不可少。北美、欧洲多家公司提供的软件推动了 BIM 发展。其中建筑行业较为常用的 BIM 软件平台主要有 Autodesk、Bentley、Dassault Systems 和 Graphisoft 四个平台,其占据了目前 BIM 软件市场的绝大多数份额。我国企业根据工程特点以及自身习惯选择 Autodesk 平台较多,部分企业选择 Bentley 平

台。此外，在中国各省市将 BIM 提上日程的同时，国内基于 BIM 各软件平台开发的二次软件也在不断发展与完善，如鸿业 BIM 软件、探索者 BIM 软件、天正 BIM 软件、广联达 BIM 软件、智慧云平台等。同时，多种计算分析软件与 BIM 软件正在达成数据格式的互导互换，建筑信息模型为工程各阶段的信息转换提供了便利，减少工程各参建方投入建立数字信息模型的工作时间，提高工作效率。采用符合数据互换格式的 BIM 文件可使得参与工程建设的各方在使用 BIM 中获得更大的经济效益、社会效益以及生态效益。

1.3 通信建筑工程信息化应用

在规范标准制定以及软件开发使用的基础上，采用 BIM 建设的工程项目越来越多，其中重要复杂项目往往全流程采用 BIM。上海世博会世博演艺中心、德国馆、上海馆、国家电力馆等多个项目采用 BIM 设计、施工及运维管理。上海中心大厦复杂扭转的建筑外表皮几乎无法用 2D 图纸来表达，Gensler 项目团队通过可视化的 BIM 来完成建筑表达，在“共同数据环境”中共享建筑信息模型，使各参建方都能在虚拟条件下进行有效沟通交流。工程管控力的加强与重复性工作的减少使得上海中心大厦施工单位花费 73 个月完成 57.6 万 m² 的楼面空间建设，对比类似项目建设速度加快了 30%，充分展现了 BIM 具有整合式工作管理与促进合作的核心优势。北京凤凰国际传媒中心建筑型体为非线性，项目团队在设计时需要寻求全新的工作方法以及更详细的 3D 模型，以便为后续施工阶段服务，项目在实施过程中采用 BIM 整合各类非图形信息，并将其分享在同一个“共同数据环境”中，降低工程中存在的设计和施工风险，节约时间的同时提高工程质量，创建了可以在运维管理中进行调度与分析的建筑信息模型，楼宇安保控制、能耗等数据要素均被整合进建筑信息模型，在该项目的全生命周期中得以应用。除以上建筑外，很多近年建设的复杂建筑采用了 BIM 技术，BIM 已经深入工程应用，尤其在大型项目的冲突检查、施工模拟等方面，BIM 凸显其重要性。

随着 BIM 在建筑行业的兴起，其优势越来越被其他行业所关注，许多与基础建设相关的行业开始引入 BIM。除在复杂外观类建筑中广泛应用 BIM 外，在“共同数据环境”中共享信息模型也被成功使用在工业建筑中，BIM 使得各参建方能在虚拟条件下进行有效沟通，常被用于解决设计阶段复杂管线及生产设备的冲突碰撞问题。该问题在考虑不周到时容易导致施工及安装两个阶段存在问题，可能引发严重后果。传统设计中，通过多专业反复核对沟通降低出错概率，经常需要耗费大量时间，沟通效率低下，且沟通质量较低。在采用 BIM 软件建立建筑信息模型的基础上，可以采用软件冲突检查工具完成管线与结构之间、管线与管线之间、结构与建筑之间等多专业间的碰撞冲突检查，在项目实施前就可以发现工程中可能存在的问题，通过模拟施工过程能找到合理的施工顺序、优化现场布置等，从而节约工程投资、确保工程进度、提高工程质量。

通信建筑工程与普通建筑工程相比，其涉及专业繁多，根据使用类别可分为数据中心、办公建筑、汇聚机房、节点机房、基站工程等。目前通信领域主要在数据中心采用 BIM，汇聚机房、节点机房与数据中心机房类似，但涉及专业管线较为简单，目前不采用 BIM，以后随着 BIM 在全生命周期应用中的发展可逐步推广使用，办公建筑与普通建筑工程类似。通信建筑工程中除办公建筑外，其他建筑功能类似，本节以数据中心为例，总结如下：

数据中心涉及专业十余种，其以建筑为数据中心的基础载体，除普通建筑信息数据外还应包含生产配套数据、工艺配套数据，以上数据均包含构件和设备等信息数据。具体包含总平、建筑、结构、电气、暖通、给水排水、消防、通信、电源、动环等相关专业信息数据，各专业又包含多项子项工程信息数据，详见表 1.3-1~表 1.3-3。

不同建筑类型其载体数据不同，不同建筑研究的信息数据也存在差异。对于大型数据中心不仅需要研究建筑构件的可视化，更需要研究生产配套设备、工艺配套设备的可视化，且需要根据数据中心特点分析合适的参数化指标，在精确参数化的基础上将数据中心的构件及设备等信息模型。

数据中心建筑信息模型

表 1.3-1

专业	内容
总平	场地建筑物、道路、综合管线、绿化等
建筑	建筑构件、构造件、孔洞、设备、防火分区等
结构	基础、柱、梁、板、墙、支撑、楼梯、特种结构等

数据中心生产配套信息模型

表 1.3-2

专业	内容
电气	配电箱、灯具、开关、插座、线路、防雷接地等
消防	火灾自动报警、监控、气体灭火系统等
给水排水	泵房、水处理房、管道、阀门、管网、设备等
暖通	锅炉房、散热器、管道、通风道、空调、制冷设备、防排烟、管道、阀门等

数据中心工艺设备信息模型

表 1.3-3

专业	内容
通信	机柜、设备、底座、走线架、尾纤槽等
电源	变电站、发电机、开关箱、控制柜、高低压供配电、母线、桥架、地沟等
动环	监控、传感设备、线路桥架、记录输出、报警等
暖通	空调末端配套子系统等

数据中心从项目立项阶段正式启用全流程信息技术建设理念，采用 BIM 结合精确参数化技术建立建筑信息模型、生产配套信息模型、工艺配套信息模型，实现设计、施工、运维管理全面信息化。采用参数化建立构件和设备信息模型，包括坐标参数化、物理参数化、功能参数化、时间参数化、名称参数化等。建设信息管理团队管理数字信息模型，项目各参建方均需建立熟知并可以操作信息系统的信息团队，在统一的信息平台上完成各自的工作内容，实现多专业各参建方同步沟通。运维阶段可通过信息平台对构件和设备的维护、拆除、更新、再投入等进行实时监控，并能结合物理参数及功能参数对数据中心进行多种分析得出最优化运行方案。结合数据中心通信技术，通过智慧云平台对各类信息模型进行整理、储存、交换、更新，可为整个项目全生命周期各阶段提供全方位信息支持。创建的信息模型可在项目的全生命周期内为各参建方提供及时、准确的可视化信息，促使产业全流程生产力水平不断提高。

近年使用 BIM 建设的数据中心如雨后春笋般在全国各地展开。中国电信云计算贵州信息

园是中国电信集团两大云计算数据中心之一，项目总投资 70 亿元，总建筑面积 34 万 m^2 ，包含 29 座数据楼、5 万机架、80 万台服务器，建成后将成为国家级数据中心和国家级战略性新兴产业发展示范基地。现阶段实施项目建筑面积约 5 万 m^2 ，在设计阶段就引入了 BIM，通过建立完备信息的建筑信息数据、生产配套数据、工艺设备配套数据，使得工程在设计阶段很好地解决了以往构件容易发生碰撞的难题，在实际施工中无碰撞问题出现，有效提高工程效率，并加快工程进度。中国电信云计算贵州信息园鸟瞰图如图 1.3-1 所示，建筑信息模型如图 1.3-2 所示。

BIM 在通信建筑工程中的应用不断深入，解决了通信建筑工程碰到的各种难题。目前，BIM 已从最基本的碰撞检查阶段，升级为产业链协同工作阶段。2016 年，中国电信浙江创新园就是按照产业链协同方式开展工作。设计单位直接采用 BIM 进行设计，利用 BIM 的碰撞检查功能确保工程设计质量，采用导出的工程量清单编制概算；施工单位在管理系统中导入 BIM 信息模型及工程量清单，结合施工进度得出各阶段资金预算，并根据资金及资源配置情况合理安排园区施工顺序；建设单位能够完整了解和模拟工程实际情况，参与施工进度和工程质量管理；运维单位在项目运营时进行跟踪管理，时刻跟进工程中的设备、管线等变化。中国电信浙江创新园鸟瞰图如图 1.3-3 所示，信息体验中心建筑信息模型如图 1.3-4 所示，生产配套信息模型如图 1.3-5 所示，数据中心工艺设备信息模型如图 1.3-6 所示。

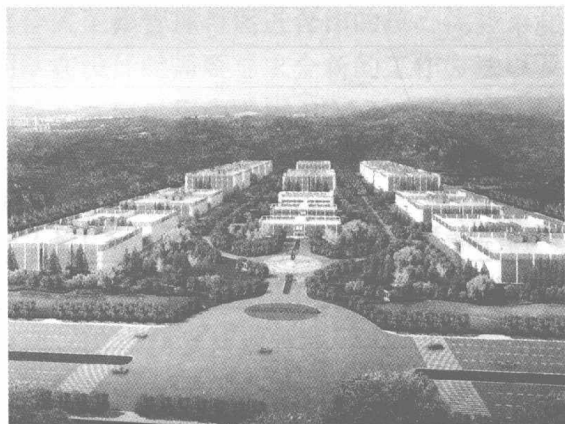


图 1.3-1 中国电信云计算贵州信息园鸟瞰图

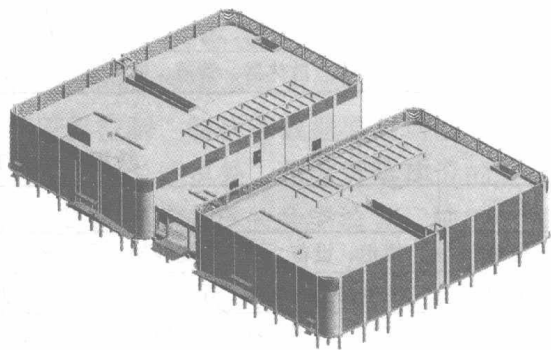


图 1.3-2 中国电信云计算贵州信息园建筑信息模型

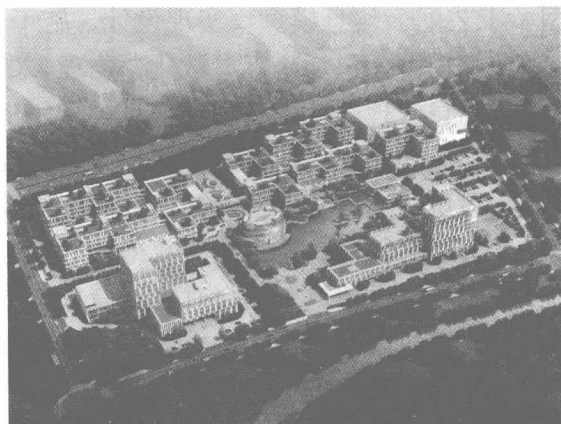


图 1.3-3 中国电信浙江创新园鸟瞰图

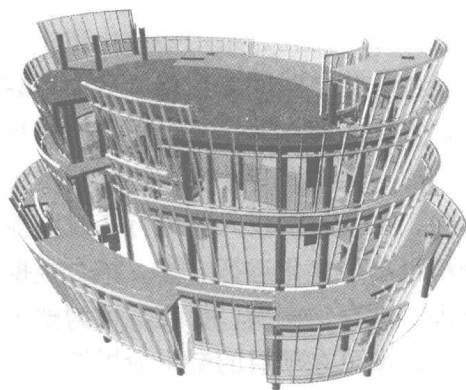


图 1.3-4 信息体验中心建筑信息模型

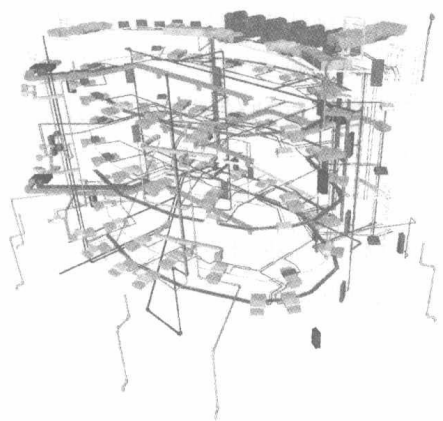


图 1.3-5 生产配套信息模型

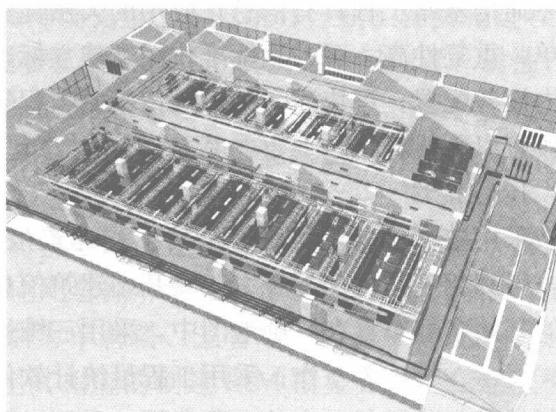


图 1.3-6 数据中心工艺设备信息模型

BIM 可以在新建项目中使用,也可以在改造项目中使用。在建筑的使用过程中,当发生使用功能改变时必须对既有建筑重新进行功能分析,并根据改造后的使用功能对原建筑进行改造。传统改造流程首先收集原建筑二维图纸,在原图纸的基础上重新绘制二维图纸,根据新绘制的二维图纸进行施工。然而既有建筑通常布置有繁杂多样的管道和设备,许多信息不能准确反映到二维图纸中,当改造后新建筑功能布置较为复杂时,往往由于既有建筑改造阶段的土建相关人员对原建筑及改造建筑缺乏整体性观念,交流不到位等其他因素,导致工程效率较低,各专业对原建筑认识不足致使新增设备与既有设备存在冲突风险。BIM 在建筑中的使用可以有效解决既有建筑改造实施过程中存在的此类问题。

某数据中心机房原设计使用功能为茶叶生产厂房,在后期使用时建筑功能修改为数据中心,两种建筑类型在功能要求上存在较大差异。缺乏对两种建筑整体认识,则会影响工程进度和工程质量。为有效解决改造过程中存在的问题,在项目设计阶段引入 BIM,用于分析既有建筑改造中存在的各种难题。该工程实现了 BIM 在既有建筑改造设计及施工中应用,并得出在既有建筑改造中使用 BIM 的相关成果:既有建筑改造涉及专业较多,对原建筑进行详细分析建立建筑信息模型,有利于各参建单位对建筑内部空间和全貌有一个充分的认识;既有建筑 BIM 模型可将既有建筑构件、拆除建筑构件、新增建筑构件进行区分定义,既有利于不同阶段效果展示,又可以对不同阶段设备位置进行校核,还可通过整理构件表得到需要拆除及新增的建筑构件类型和数量,有利于统计工程量;充分考虑既有建筑涉及专业及改造后涉及专业,并根据与原有建筑是否相关划分为两大类,分别建立不同的信息模型,最后对两个信息模型进行链接形成整体模型,采用 BIM 进行碰撞检查,消除各专业冲突;通过 BIM 协同实现各阶段信息化,给使用方提交的可以是整个 BIM 模型以及采用该模型生成的图纸,有利于指导工程实施。

1.4 通信基站工程信息化应用

目前,通信基站工程领域,能够采用 BIM 进行通信基站设计的单位屈指可数。随着大型通信行业设计单位在数据中心中使用 BIM 技术,其相应的 BIM 团队逐步建立,部分单位开始研究 BIM 在通信基站工程中的应用。