



建筑工程 BIM建模设计

冯为民 肖燕武 徐凯燕 编著

广州秉木建筑科技有限公司 编

JIANZHU GONGCHENG BIM JIANMO SHEJI



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

建筑工程 BIM 建模设计

冯为民 肖燕武 徐凯燕 编著
广州秉木建筑科技有限公司 编



华中科技大学出版社

中国·武汉

内 容 简 介

本书是由各高校老师、企业 BIM 工程师组成编委会组织编写的 BIM 技术系列教材之一。共有九个章节,内容包括 BIM 技术概述、BIM 应用策划及建模标准、BIM 软件介绍、BIM 建筑模型创建、BIM 结构模型创建、BIM 机电模型创建、BIM 装饰模型创建、族创建、体量创建。均取材于某项目的 BIM 应用,为读者清楚地介绍了应用 BIM 设计流程、建模的全过程和方法。

本书可作为高校建筑类专业的教学用书,也可作为工程技术人员的自学用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑工程 BIM 建模设计/冯为民,肖燕武,徐凯燕编著. —武汉:华中科技大学出版社,2017.8
ISBN 978-7-5680-3291-9

I. ①建… II. ①冯… ②肖… ③徐… 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 191991 号

建筑工程 BIM 建模设计

冯为民 肖燕武 徐凯燕 编著

Jianzhu Gongcheng BIM Jianmo Sheji

策划编辑:金 紫

责任编辑:叶向荣

封面设计:原色设计

责任校对:刘 竣

责任监印:朱 玢

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)
武汉市东湖新技术开发区华工科技园

电话:(027) 81321913
邮编:430223

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:武汉华工鑫宏印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:11.25

字 数:284 千字

版 次:2017 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:35.00 元

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

华中出版

《建筑工程 BIM 建模设计》

编委会名单

主编:

冯为民 (广东工业大学)

肖燕武 (广州城市职业学院)

徐凯燕 (广东交通职业技术学院)

主审: 陈军谋

顾问: 黄军

副主编:

李胜强 (广东石油化工学院)

卢集富 (广东工业大学华立学院)

侯庆华 (广东技术师范学院天河学院)

祝军权 (广东环境保护工程职业学院)

郑玉婷 (广州秉木建筑科技有限公司)

参编:

吴运江 (华南农业大学)

祁大泉 (惠州经济职业技术学院)

余景良 (广州航海学院)

黄 雷 (南宁职业技术学院)

刘长华 (广东海洋大学)

速云中 (广东工贸职业技术学院)

林 敏 (广东工贸职业技术学院)

魏文馨 (广州航海学院)

马少华 (广州大学市政技术学院)

蔡雪菲 (广州华商职业学院)

罗远畅 (广州秉木建筑科技有限公司)

翁家豪 (广州秉木建筑科技有限公司)

刘 军 (广东互建科技有限公司)

黄志东 (广州秉木建筑科技有限公司)

蔡启奇 (广州秉木建筑科技有限公司)

刘 伟 (广东交通职业技术学院)

李闯辉 (中铁广州工程局)

路耀邦 (中铁隧道集团有限公司)

袁龙如 (广州南华工商职业学院)

刘 坤 (广东南方职业学院)

刘永宾 (广东省华立技师学院)

刘 飞 (广东省华侨职业技术学校)

马金胥 (广东业城建筑工程有限公司)

王咸锋 (广东建设职业技术学院)

前 言

为认真贯彻落实党的十八大关于“信息化和工业化深度融合”、“促进工业化、信息化、城镇化、农业现代化同步发展”的精神，加快转变建筑业发展方式，增强建筑企业核心竞争力，构建现代建筑业产业发展新体系，根据住房和城乡建设部发布的《关于印发推进建筑信息模型应用指导意见的通知》及交通运输部发布的《关于推进公路水运工程应用 BIM 技术的指导意见》等相关推广 BIM 应用的指导文件精神，参照国家高等学校土建类专业指导委员会对相关课程体系以及 BIM 技术教学的要求，帮助广大师生和 BIM 学习者能够循序渐进地掌握以数字化手段进行建筑设计与模型综合应用的基本技能和方法，我们特组织编写系列 BIM 学习教材。

本书是根据广州秉木建筑科技有限公司在“医院食堂”工程项目上的 BIM 实际应用案例而组织编写的系列教材之一。本书吸收国内外同类教程和专业规范核心内容，从基本原理、软件应用与设计方法等方面进行编写，充分考虑了相关知识的系统性和合理性。在编写过程中还特别注重设计方法与软件应用的综合分析，并配有许多教学案例和软件资源，素材丰富，可方便教师根据不同层面的学生和教学目的，灵活选取教学内容，提高教材的实用性。

本书由广东工业大学土木与交通工程学院工程管理系冯为民、广州城市职业学院城市建设工程系肖燕武、广东交通职业技术学院土木工程学院徐凯燕三位老师共同主编。由冯为民负责组织教材编写工作并统稿，邀请广东省内知名高校学者、工程行业专家、BIM 技术公司和软件企业的技术人员共同编写，力求科学性和实用性的统一。本书在编写过程中，得到欧特克软件代理商、BIM 技术总监黄军同志的大力支持，在此表示感谢！

由于作者水平有限，书中难免有疏漏和不妥之处，望各位专家及读者朋友们指正！

编 者

2017 年 6 月

目 录

第 1 章	BIM 技术概述.....	1
1.1	BIM 的概念及工程应用现状	1
1.1.1	BIM 的概念	1
1.1.2	BIM 的来源	1
1.1.3	BIM 的特点及应用现状	1
1.1.4	BIM 价值	3
1.1.5	BIM 技术国内应用案例	4
第 2 章	BIM 应用策划及建模标准.....	6
2.1	BIM 应用策划	6
2.2	建模标准.....	6
第 3 章	Revit 软件介绍.....	8
3.1	关于 Revit	8
3.2	关于参数化.....	8
3.3	基本术语.....	8
3.3.1	项目	8
3.3.2	图元.....	9
3.3.3	图元属性.....	10
3.4	创建项目.....	10
3.5	打开文件.....	11
3.6	保存文件.....	11
第 4 章	BIM 建筑模型创建.....	13
4.1	概述.....	13
4.1.1	设计要求.....	13
4.1.2	设计内容.....	13
4.2	场地绘制.....	14
4.2.1	体量与场地.....	14
4.2.2	建筑地坪创建.....	14
4.2.3	创建子面域.....	15
4.2.4	拆分表面.....	15
4.2.5	合并表面.....	16
4.2.6	构件的放置.....	16
4.3	Revit Architecture 操作界面的介绍.....	16
4.3.1	应用程序菜单.....	17

4.3.2	快速访问工具栏	17
4.3.3	功能区	18
4.3.4	项目浏览器	18
4.3.5	属性选项板	19
4.3.6	视图控制栏	20
4.4	标高和轴网	20
4.4.1	标高	20
4.4.2	轴网	23
4.4.3	标高与轴网的联系	25
4.5	墙体和幕墙	26
4.5.1	墙体的编辑和绘制	26
4.5.2	幕墙	28
4.6	门和窗	31
4.6.1	载入族	31
4.6.2	插入门、窗	32
4.7	房间	33
4.8	天花板和屋顶	33
4.8.1	天花板	33
4.8.2	屋顶	34
4.9	洞口	35
4.9.1	在墙上剪切矩形洞口	36
4.9.2	在楼板、屋顶或天花板中剪切洞口	36
4.9.3	剪切竖井洞口	36
4.9.4	在屋顶创建老虎窗洞口	37
4.10	明细表和出图	38
4.10.1	明细表	38
4.10.2	出图	40
4.11	相机、渲染和漫游	42
4.11.1	相机	42
4.11.2	渲染	42
4.11.3	漫游	43
第 5 章	BIM 结构模型创建	45
5.1	新建项目	45
5.2	创建标高、轴网	45
5.3	创建基础	46
5.3.1	创建桩基	46
5.3.2	创建基础筏板	49
5.4	创建梁	54
5.4.1	编辑梁	54
5.4.2	绘制梁	56

5.5	创建楼板	57
5.5.1	编辑楼板	57
5.5.2	绘制楼板	58
5.5.3	绘制倾斜楼板	59
5.5.4	添加楼板边缘	59
5.6	创建墙	59
5.7	创建柱	60
5.7.1	编辑柱	60
5.7.2	绘制柱子	62
5.8	创建楼梯	63
5.8.1	编辑楼梯	63
5.8.2	绘制楼梯	64
5.9	添加钢筋	65
5.9.1	设置钢筋混凝土保护层	65
5.9.2	在剖面图中添加钢筋	66
5.10	创建图纸	70
第6章	BIM 机电模型创建	71
6.1	工作界面介绍与基本工具应用	71
6.1.1	新建 MEP 项目	71
6.1.2	系统功能区界面介绍	72
6.2	暖通功能及案例讲解	74
6.2.1	新建项目	74
6.2.2	导入 CAD 模型	74
6.2.3	创建标高、轴网	75
6.3	风系统模型的绘制	76
6.3.1	绘制风管	76
6.3.2	添加并连接主要设备	80
6.3.3	风管颜色的设置	83
6.4	案例简介及管道系统创建	86
6.4.1	新建项目文件	86
6.4.2	链接模型	87
6.4.3	复制标高及创建平面视图	88
6.5	管道系统的绘制	91
6.5.1	管道参数设置	91
6.5.2	管道绘制	93
6.5.3	添加并连接主要管道附件和设备	98
6.5.4	管道图例及标注	104
6.6	电气系统的绘制	106
6.6.1	新建项目文件	107
6.6.2	链接模型	107

6.6.3	复制标高及创建平面视图	107
6.6.4	电缆桥架的设置	107
6.6.5	绘制电缆桥架	107
6.6.6	绘制线管	107
6.6.7	自动生成电线	109
6.7	碰撞检查	110
6.7.1	运行碰撞检测	110
6.7.2	检测冲突报告	111
第 7 章	BIM 装饰模型创建	112
7.1	材质的创建	112
7.2	墙体不同区域材质	114
7.3	地面创建	117
7.4	地脚线制作	119
7.5	天花板制作	123
7.6	家具摆放	126
7.7	渲染图片	128
第 8 章	族创建	130
8.1	族概述	130
8.2	族类别	130
8.2.1	系统族	130
8.2.2	可载入族	130
8.2.3	内建族	130
8.3	族编辑器界面	130
8.4	三维模型的创建	131
8.4.1	拉伸	131
8.4.2	融合	133
8.4.3	旋转	134
8.4.4	放样	135
8.4.5	放样融合	137
8.4.6	空心模型	139
8.5	示例: 创建族	139
8.5.1	创建目标	139
8.5.2	创建流程	139
8.5.3	创建步骤	140
第 9 章	体量创建	148
9.1	体量术语	148
9.1.1	体量族	148
9.1.2	体量示例或体量	148
9.1.3	概念设计环境	148
9.1.4	体量形状	148

9.1.5 体量研究	148
9.1.6 体量面	148
9.1.7 体量楼层	148
9.1.8 建筑图元	148
9.1.9 分区外围	148
9.2 创建体量	149
9.2.1 创建实心形状	149
9.2.2 创建空心形状	150
9.2.3 创建表面形状	150
9.2.4 创建旋转形状	151
9.2.5 创建同一标高同一轮廓的放样形状	151
9.2.6 创建放样融合形状	153
9.2.7 创建不同标高不同轮廓的放样形状	154
9.3 几何图形分割	155
9.4 关于 UV 网格	157
9.5 填充图案构件族	158
9.6 示例: 创建体量大厦	161
参考文献	168

第 1 章 · BIM 技术概述

1.1 BIM 的概念及工程应用现状

1.1.1 BIM 的概念

建筑信息模型(building information modeling)是以建筑工程项目的各项相关信息数据作为模型的基础,进行建筑模型的建立,通过数字信息仿真模拟建筑物所具有的真实信息。它具有可视化、协调性、模拟性、优化性和可出图性五大特点。

建筑信息模型不仅是简单的数字信息的集成,还是一种数字信息的应用,可以用于设计、建造、管理的数字化方法,这种方法支持建筑工程的集成管理环境,可以提高整个项目进程的效率,大大减少风险。

美国国家 BIM 标准(NBIMS-US)对 BIM 的定义: BIM 是设施的物理特征和功能特征的数字化表示。因此, BIM 可以用作设施信息的共享知识资源,成为设施全生命周期决策的可靠基础。

1.1.2 BIM 的来源

1975 年,“BIM 之父”——乔治亚理工大学的 Chunk Eastman 教授创建了 BIM 理念,至今, BIM 技术的研究经历了三大阶段:萌芽阶段、产生阶段和发展阶段。BIM 理念的启蒙,受到了 1973 年全球石油危机的影响,当时的美国各行业需要考虑提高行业效益的问题。1975 年, Eastman 教授在其研究的课题“建筑描述系统(building description system)”中提到“建筑物计算机模拟系统(a computer-based description of a building)”,以便于实现建筑工程的可视化和量化分析,提高工程建设效率。

1.1.3 BIM 的特点及应用现状

BIM 具有以下五个特点。

1. 可视化

可视化即“所见所得”的形式。对于建筑行业来说,可视化的真正运用对建筑业的作用是非常大的,例如施工图纸,只是各个构件的信息在图纸上的线条表达,但是其真正的构造形式就需要建筑业从业人员去自行想象了。对于简单的建筑来说,这种想象也未尝不可,但是近几年,随着建筑业的发展,建筑形式各异,复杂造型不断推出,光靠人脑去想象各个构件的信息,就未免不太现实。所以, BIM 提供了可视化的思路,将以往的线条式的构件形成一种三维的立体实物图形并展示在人们的面前。建筑业中的建筑物也可通过设计效果图来展示,但是这种效果图一般是由专业的效果图制作团队根据线条式信息制作出来的,并不是通过构件的信息自动生成的,缺少了同构件之间的互动性和反馈性。然而 BIM

提到的可视化是一种能够在同构件之间形成互动性和反馈性的可视化。在 BIM 建筑信息模型中,由于整个过程都是可视的,所以可视化的结果不仅可以用来展示效果图及生成报表,更重要的是,使项目设计、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

协调性是建筑业关注的重点内容,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遇到问题,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,然后采取相应补救措施。例如暖通设计中的管道布置可能会遇到结构设计中梁等构件的妨碍,这种就是施工中常遇到的碰撞问题。当然,此类问题的协调不一定只能在出现问题后才进行。

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并提供协调数据。BIM 的协调作用还可以解决其他问题。例如,电梯井布置与其他设计布置及净空要求的协调,防火分区与其他设计布置的协调,地下排水布置与其他设计布置的协调等。

3. 模拟性

模拟性并不仅仅指对建筑物模型的模拟,还可以指对虚拟操作进行的模拟。

在设计阶段,BIM 可以根据设计需要进行模拟实验,例如节能模拟、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,BIM 可以进行 4D 模拟(三维模型加项目的发展时间),根据施工的组织设计模拟实际施工,从而来确定合理的施工方案。BIM 同时还可以进行 5D 模拟(基于 3D 模型的造价控制),从而实现成本控制,后期运营阶段可以进行日常紧急情况处理方式的模拟,例如地震人员逃生模拟及消防人员疏散模拟等。

4. 优化性

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 也不存在实质性的必然联系,但在 BIM 的基础上可以更好地做优化。优化受三样东西的制约: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 模型提供了建筑物的实际存在的信息,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的预测信息。复杂程度很高时,参与人员本身已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。基于 BIM 的优化工作如下。

(1) 项目方案优化。把项目设计和投资回报分析结合起来,设计变化对投资回报的影响可以实时计算出来,这样业主对设计方案的选择就不会主要停留在对形状的评价上,而更多地可以知道哪种项目设计方案更有利于自身的需求。

(2) 特殊项目的设计优化。裙楼、幕墙、屋顶、大空间等处可以看到异型设计,这些异型结构看起来占整个建筑的比例不大,但需要耗费大量投资和工作量,特别是施工难度比较大和问题比较多的地方,利用 BIM 对这些异型结构的施工方案进行优化,可以适当控制工期和造价。

5. 可出图性

采用 BIM 并不是为了绘制出人们日常多见的建筑设计院所出的建筑设计图纸,以及一些构件加工的图纸,而是利用 BIM 对建筑物进行可视化展示、协调、模拟、优化以后,可以帮助业主做出如下图纸。

(1) 综合管线图(经过碰撞检查 and 设计修改,消除相应错误以后的图纸)。

- (2) 综合结构留洞图(预埋套管图)。
- (3) 碰撞检查侦错报告和建议改进方案。

由上述内容,我们可以大体了解 BIM 的相关特点。BIM 在世界很多国家已经有比较成熟的标准或者制度。BIM 在中国建筑市场内要顺利发展,必须将 BIM 和国内的建筑市场特色相结合,满足国内建筑市场的特色需求,同时 BIM 将会给国内建筑业带来一次巨大变革。

BIM 工程应用现状如下。

美国、英国、新加坡、韩国等国都制定了 BIM 的发展路线图,美国、英国明确提出发展目标,即在 2016 年前,所有政府项目都必须使用 BIM 技术。2013 年 9 月,住房和城乡建设部发布《关于推进 BIM 技术在建筑领域内应用的指导意见》(征求意见稿),其中也明确指出“2016 年,所有政府投资的 20000 m² 以上的建筑的设计、施工必须使用 BIM 技术”。

目前,我国运用 BIM 虚拟仿真技术建造的工程项目有上海中心、广州东塔、SOHO 房地产等。

1.1.4 BIM 价值

建立以 BIM 应用为载体的项目管理信息化,提升项目生产效率、提高建筑质量、缩短工期、降低建造成本,具体体现如下。

(1) 三维渲染,宣传展示。

三维渲染动画,给人以真实感和直接的视觉冲击。建好的 BIM 模型可以作为二次渲染开发的模型基础,大大提高了三维渲染效果的精度与效率,给业主更为直观的宣传介绍,提升中标概率。

(2) 快速算量,精度提升。

BIM 通过建立 5D 关联数据库,可以准确、快速地计算工程量,提升施工预算的精度与效率。由于 BIM 数据库的数据粒度达到构件级,可以快速提供支撑项目各条线管理所需的数据信息,有效提升施工管理效率。BIM 技术能自动计算工程实物量,这个属于较传统的算量软件的功能,在国内此项应用的案例非常多。

(3) 精确计划,减少浪费。

施工企业的精细化管理很难实现的根本原因在于,无法快速、准确地获取海量的工程数据以支持资源计划,致使经验主义盛行。而 BIM 的出现可以让相关管理条线快速、准确地获得工程基础数据,为施工企业制定精确施工计划提供有效支撑,大大减少资源、物流和仓储环节的浪费,为实现限额领料、消耗控制提供技术支撑。

(4) 多算对比,有效管控。

管理的支撑是数据,项目管理的基础就是工程基础数据的管理,及时、准确地获取相关工程数据就是项目的核心竞争力。BIM 数据库可以实现任意时点上工程基础信息的快速获取,通过合同、计划与实际施工的消耗量、分项单价、分项合价等数据的多算对比,可以有效了解项目运营是盈是亏,消耗量有无超标,进货分包单价有无失控等问题,实现对项目成本风险的有效管控。

(5) 虚拟施工,有效协同。

三维可视化功能再加上时间维度,可以进行虚拟施工。这一功能可以随时随地且直观、

快速地将施工计划与实际进展进行对比, 同时进行有效协同, 施工方、监理方、甚至非工程行业出身的业主领导都对工程项目的各种问题和情况了如指掌。通过 BIM 技术结合施工方案、施工模拟和现场视频监控, 大大减少建筑质量问题、安全问题, 减少返工和整改。

(6) 碰撞检查, 减少返工。

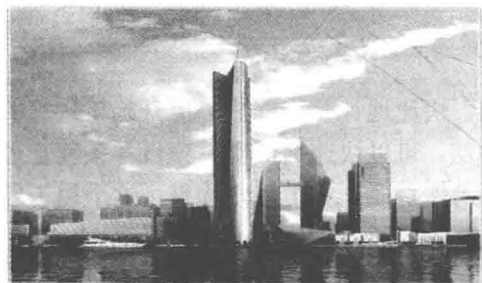
BIM 最直观的特点在于三维可视化, 利用 BIM 的三维技术在前期可以进行碰撞检查, 优化工程设计, 减少在建筑施工阶段可能存在的错误损失和返工的可能性, 而且优化净空, 优化管线排布方案。最后施工人员可以利用碰撞优化后的三维管线方案进行施工交底, 提高施工质量, 同时也提高了与业主沟通的能力。

(7) 冲突调用, 决策支持。

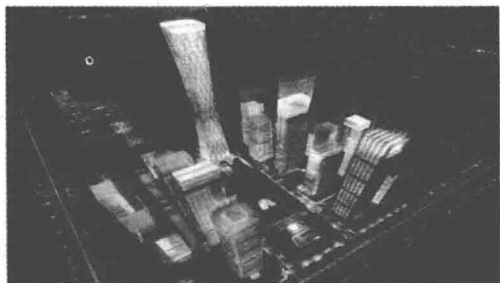
BIM 数据库中的数据具有可计量(computable)的特点, 大量工程相关的信息可以为工程数据后台提供巨大支撑。BIM 中的项目基础数据可以在各管理部门进行协同和共享, 工程量信息可以根据时空维度、构件类型等进行汇总、拆分、对比分析, 保证工程基础数据及时、准确地提供, 为决策者制定工程造价项目群管理、进度款管理等方面的决策提供依据。

1.1.5 BIM 技术国内应用案例

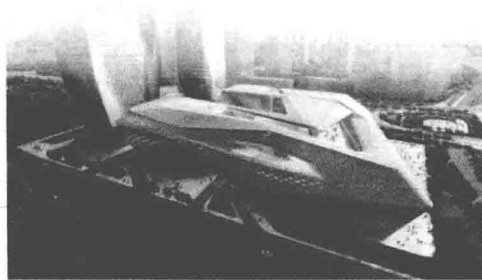
目前, 我国已有不少工程项目采用 BIM 技术进行建造。如武汉中心、中国尊、南京青奥会议中心、国家体育馆等(图 1-1)。



武汉中心



中国尊



南京青奥会议中心



国家体育馆

图 1-1



北京英特宜家购物中心



昆明新机场



深圳平安金融中心



广州东塔

续图 1-1

第2章 BIM应用策划及建模标准

2.1 BIM应用策划

- (1) 明确 BIM 应用为项目带来的价值以及 BIM 应用的范围；
- (2) 以 BIM 应用流程图形式表述 BIM 应用过程；
- (3) 定义 BIM 应用过程中的信息交换需求；
- (4) 明确 BIM 应用的基础条件，包括合同条款、沟通途径以及技术和质量保障措施等。

2.2 建模标准

模型的细致程度 LOD 标准，英文称作“level of details”，也称作“level of development”，描述了一个 BIM 模型构件单元从最低级的近似概念化的程度发展到最高级的演示级精度的步骤(见图 2-1)。

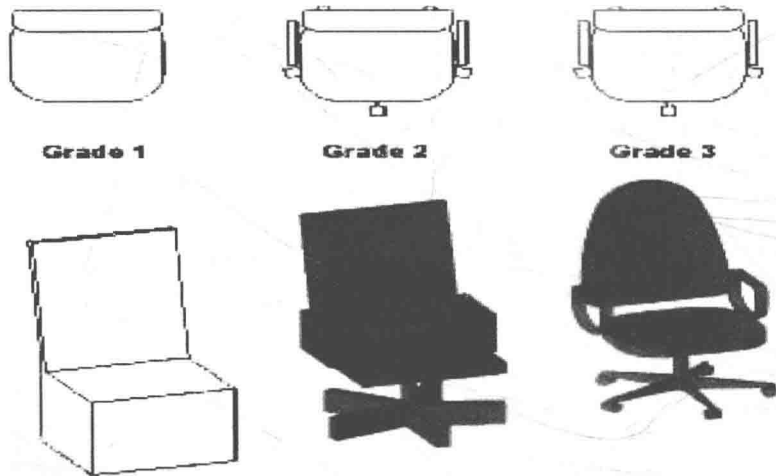


图 2-1

(1) LOD 100。等同于概念设计。此阶段的模型通常表现建筑整体类型分析的建筑体量，包括体积，建筑朝向，每平方米造价等等。

(2) LOD 200。等同于方案设计或扩初设计。此阶段的模型表现建筑普遍性系统，包括大致的数量、大小、形状、位置以及方向。LOD 200 模型通常用于系统分析以及一般性表现。

(3) LOD 300。等同于传统施工图和深化施工图设计。此阶段的模型已经能很好地用于成本估算、施工协调(包括碰撞检查)、施工进度计划编制以及可视化。LOD 300 模型应当

包括业主在提交的 BIM 标准里规定的构件属性和参数等信息。

(4) LOD 400。此阶段的模型可以用于模型单元的加工和安装。LOD 400 模型更多地被专门的承包商和制造商用于加工和制造项目的构件，如水电暖系统的构件。

(5) LOD 500。此模型为最终阶段的模型，表现项目竣工的情形，将作为中心数据库整合到建筑运营和维护系统中去。LOD 500 模型应当包括业主在提交的 BIM 说明里规定的完整的构件参数和属性。