

BIM 信息技术应用系列图书

BIM

BIM

工程施工技术

程国强 主编

「 」 扫书中二维码
「 」 看实际工程案例

- 内容新，依据国家行业BIM最新标准进行编写；
- 针对性强，分门别类详解BIM施工流程与操作实务；
- 注重应用，通过大量的实际工程案例，以图表的方式，详细讲解BIM施工现场情况；
- 附加内容丰富，给出多个典型BIM工程施工实际案例，读者可以自行扩展阅读。



化学工业出版社

BIM 信息技术应用系列图书

BIM

工程施工技术

程国强 主编

刘玉梅 李少葵 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书以现行行业 BIM 最新标准为依据, 针对工程施工技术的难点, 详细阐述了 BIM 在工程施工中的应用。本书主要包括 BIM 技术基本知识、BIM 设计深化与数字加工应用、BIM 施工模拟技术应用、BIM 施工场地布置、BIM 施工材料成本控制、BIM 施工进度控制、BIM 招投标管理应用、BIM 施工应用及模型导入、BIM 施工造价控制以及 BIM 施工案例等内容。本书在编写过程中, 采用图表结合的方式, 注重实际工程应用, 对 BIM 在工程项目分项工程施工的应用进行了详细的讲解, 体现细节化、可操作性强等特点。另外, 本书给出了多个典型 BIM 工程施工实际案例, 读者可通过扫描本书前言中的二维码下载查看。

本书适合 BIM 建筑工程施工技术人员及设计、管理等人员参考使用, 也适合 BIM 施工技术培训机构或相关院校师生作为教材学习。

图书在版编目 (CIP) 数据

BIM 工程施工技术/程国强主编. —北京: 化学工业出版社, 2019.1
(BIM 信息技术应用系列图书)
ISBN 978-7-122-33336-0

I. ①B… II. ①程… III. ①建筑施工-应用软件
IV. ①TU7-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 270362 号

责任编辑: 彭明兰
责任校对: 边涛

文字编辑: 吴开亮
装帧设计: 史利平

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 刷: 三河市延风印装有限公司
装 订: 三河市宇新装订厂
787mm×1092mm 1/16 印张 13 $\frac{1}{4}$ 字数 337 千字 2019 年 4 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 68.00 元

版权所有 违者必究

BIM的概念最先由欧特克(Autodesk)软件公司在2002年提出,其全称是Building Information Modeling,中文为“建筑信息模型”。BIM的核心是通过建立虚拟的建筑工程三维模型,利用数字化技术,为这个模型提供完整的、与实际情况一致的建筑工程信息库。BIM信息库不仅包含描述建筑物构件几何特征信息、专业属性及状态信息,还包含非构件对象(例如空间、运动行为)的状态信息;借助这个包含建筑信息的三维模型,提高了建筑工程信息集成化程度,为建筑工程的相关利益方提供了一个工程信息交换和共享的平台。BIM在施工过程中的应用主要有以下几方面。

1. 实现虚拟仿真施工

运用建筑信息模型(BIM)技术,建立用于进行虚拟施工和施工过程控制、成本控制的模型,模型能够将工艺参数与影响施工的属性联系起来,以反映施工模型与设计模型间的交互作用。通过BIM技术,实现3D+2D(三维+时间+费用)条件下的施工模型,保持了模型的一致性及模型的可持续性,实现虚拟施工过程各阶段和各方面的有效集成。

2. 实现了大型构件的虚拟拼装,节约了大量的施工成本

现代化的建筑具有高、大、重、奇的特征,建筑结构往往是以钢结构+钢筋混凝土结构组成为主,施工时通过三维激光测量技术,建立了制作好的每一个钢桁架的三维尺寸数据模型,在电脑上建立钢桁架模型,模拟了构件的预拼装,取消了桁架的工厂预拼装过程,节约了大量的人力和费用。

3. 实现各专业的碰撞检查,及时优化施工图

通过建立建筑、结构、设备、水电等各专业BIM模型,在施工前进行碰撞检查,及时优化了设备、管线位置,加快了施工进度,避免了施工中大量的返工。

通过引入BIM技术,建立施工阶段的设备、机电BIM模型。通过软件对综合管线进行碰撞检测,利用Autodesk Revit系列软件进行三维管线建模,快速查找模型中的所有碰撞点,并出具碰撞检测报告。同时配合设计单位对施工图进行深化设计,在深化设计过程中选用Autodesk Navisworks系列软件,实现管线碰撞检测,从而较好地解决传统二维设计下无法避免的错、漏、碰、撞等问题。

按照碰撞检查结果,对管线进行调整,从而满足符合设计施工规范、体现设计意图、符合业主要求、维护检修空间的要求,使得最终模型显示为零碰撞。同时,借助BIM技术的三维可视化功能,可以直接展现各专业的安装顺序、施工方案以及完成后的最终效果。

4. 实现建设业主及造价咨询公司的投资控制

项目业主或者造价咨询单位采用BIM技术可以有效地实现施工期间成本控制。在施工期间造价咨询单位通过导入BIM技术,可以快速准确地建立三维施工模型(3D),再加上时间、费用则形成了施工过程中的建筑项目的5D模型。实现了施工期间成本的动态管理,并且能够及时准确地划分施工完成工程量及产值,为进度款支付提供了及时准确的依据。

5. 实现可视化条件下的装饰方案优化

通过 BIM 技术下三维装饰深化设计, 可以建立一个完全虚拟真实建筑空间的模型。业主或者建筑师能够像在建好的房屋内的虚拟建筑空间内漫游。通过虚拟太阳的升起降下过程, 人员可以在虚拟建筑空间内感受到阳光从不同角度射入建筑内的光线变化, 而光线带给人们的感受在公共建筑中往往尤为重要。同时, 通过建筑材料的选择, 业主可以在虚拟空间内感受建筑内部或者外部采用不同材料的质感、装饰图案给人带来的视觉感受, 如同预先进入了装饰好的建筑内一样。可以变换各种位置或者角度进行观察装饰效果, 从而在电脑上实现装饰方案的选择和优化, 既使业主满意, 又节约了建造样板间的时间和费用。

6. 实现项目管理的优化

通过 BIM 技术建立施工阶段三维模型能够实现施工组织设计的优化。如可在三维建筑模型上布置塔吊、施工电梯、提升脚手架, 检查各种施工机械间的空间位置, 优化机械运转间的配合关系, 实现施工管理的优化。

在施工中, 可以根据建筑模型对异型模板进行建模, 准确获得异型模板的几何尺寸, 用于进行预加工, 减少了施工损耗。同样可以对设备管线进行建模, 获取管线的各段下料尺寸和管件规格、数量, 使得管线尺寸能够在加工厂预先加工, 实现了建筑生产的工厂化。

7. 实现项目成本的精细化管理和动态管理

通过算量软件运用 BIM 技术建立的施工阶段的 5D 模型, 能够实现项目成本的精细分析, 准确计算出每个工序、每个工区、每个时间节点段的工程量。同时根据施工进度进行及时统计分析, 实现了成本的动态管理, 避免了以前施工企业在项目完成后, 无法知道项目盈利和亏损的原因和部位。设计变更出来后, 对模型进行调整, 及时分析出设计变更前后造价变化额, 实现成本动态管理。

本书将项目施工过程中的 BIM 虚拟施工、成本管理及投资控制、预拼装、装饰优化、管理优化等技术方法及问题处理措施一一讲述, 并用案例辅助读者理解和掌握, 是 BIM 项目施工人员理想的工具书。本书具有以下特点:

1. 内容新, 依据现行国家行业 BIM 最新标准进行编写;
2. 针对性强, 分门别类详解 BIM 施工流程与操作实务;
3. 注重应用, 通过大量的实际工程案例, 以图表的方式, 详细讲解 BIM 施工现场情况;
4. 附加内容丰富, 给出多个典型 BIM 工程施工实际案例, 读者可以自行扩展阅读。

本书由程国强主编, 刘玉梅、李少葵副主编, 参与编写的有杨晓方、孙兴雷、刘彦林、孙丹、李志刚、徐树峰、刘义、杨杰、张计锋、梁大伟、贺太全、曾彦、张英、马富强、李志杰。

本书在编写过程中参考了众多专家学者资料或文献, 在此一并表示感谢!

限于时间和水平, 书中难免有瑕疵和疏漏, 敬请广大读者朋友批评指正, 我们将真诚接受并感谢!

编者

2018年10月



(扫描此二维码可查看 BIM 工程施工技术
常见问题处理及实际工程案例)

第一章

BIM技术基本知识

1

第一节 数字建造介绍	1
一、信息的特点	1
二、BIM 与工程建造过程	4
三、BIM 与工程实施多主体协同	8
四、BIM 在运营维护阶段的作用与价值	9
第二节 BIM 技术发展	9
一、BIM 的优势	9
二、BIM 技术给工程施工带来的变化	10
三、BIM 未来展望	11

第二章

BIM设计深化与数字加工应用

18

第一节 土建结构深化设计及数字加工	18
第二节 BIM 在混凝土结构工程中的深化设计及数字加工	20
一、BIM 钢筋混凝土深化设计	20
二、BIM 模板深化设计及数字化加工	22
第三节 混凝土预制构件	26
一、BIM 预制构件的数字化深化设计	26
二、BIM 预制构件信息模型建立	27
三、BIM 预制构件模具的数字化设计	28
四、BIM 预制构件的数字化加工	30
五、BIM 预制构件的模拟运输	31
第四节 BIM 钢结构工程深化设计及数字化加工	31
一、BIM 钢结构工程深化设计	31
二、BIM 钢结构工程数字化加工	35
第五节 BIM 在机电设备工程中的深化设计及数字化加工中的应用	37
一、BIM 机电设备安装深化设计	37
二、BIM 机电设备安装工程数字化加工	43
三、BIM 机电设备深化设计案例	48
四、BIM 某项目机电设备安装应用案例	52
五、BIM 某消防应用案例	53
第六节 管线综合深化设计及数字	59

一、管线综合平衡深化设计	60
二、综合支吊架设计	60
三、管线综合平衡效果图	61
四、利用 BIM 技术进行管线碰撞, 分析设计图纸存在的问题	61

第三章

BIM施工模拟技术应用

62

第一节 BIM 施工方案模拟简介	62
一、施工方案模拟流程	62
二、BIM 施工方案模拟技术应用	62
三、BIM 施工方案模拟应用案例	67
第二节 混凝土构件拼装虚拟	73
第三节 钢构件拼装虚拟	73

第四章

BIM施工场地布置

76

第一节 施工场地布置的重要性	76
一、促进安全文明施工	76
二、保障施工计划的执行	76
三、有效控制现场成本支出	76
第二节 基于 BIM 的施工场地布置应用	77
一、建立安全文明施工设施 BIM 构件库	77
二、现场机械设备管理	77
三、施工机械设备进场模拟	79
四、碰撞检测	80
五、现场人流管理	80
六、BIM 及 RFID 技术的物流管理	83
第三节 BIM 技术在施工场地布置中的应用案例分析	85
一、总平面布置	85
二、工程设施细部详图	86
三、碰撞检测	86
四、施工组织设计审查	86
五、施工场地布置工程量统计	87

第五章

BIM施工材料成本控制

89

第一节 BIM 施工材料控制	89
一、施工企业材料管理意义	89
二、建筑材料管理现状	90
三、BIM 技术材料管理应用	90
四、材料管理 BIM 模型创建	90
五、安装材料 BIM 模型数据库	92
第二节 BIM 施工成本控制	95
一、快速精确的成本核算	95
二、预算工程量动态查询与统计	95
三、限额领料与进度款支付管理	96

四、以施工预算控制人力资源和物质资源的消耗	97
五、设计优化与变更成本管理、造价信息实施追踪	97

第六章 BIM施工进度控制 98

第一节 BIM施工进度控制流程	98
第二节 BIM施工进度控制功能	98
第三节 BIM施工进度控制计划要求	99
一、进度计划编制要求	99
二、BIM施工进度控制模型要求	100
第四节 BIM的施工进度计划	102
一、BIM施工项目4D模型构建	102
二、BIM施工进度计划模拟	107
三、BIM施工进度跟踪分析	112

第七章 BIM招投标管理应用 118

第一节 BIM在招标控制中的应用	118
第二节 BIM在投标过程中的应用	119
第三节 机电设备工程拼装虚拟	119
第四节 幕墙工程拼装虚拟	121
一、幕墙单元板块拼装流程	121
二、模拟拼装	124

第八章 BIM施工应用及模型导入 125

第一节 BIM技术施工应用准备内容	125
一、实施总体安排	125
二、BIM技术实施目标确定	130
三、模型深度划分	132
四、BIM模型构建要求	136
五、模型更新	138
六、BIM模型交付形式	139
第二节 BIM施工数据准备	140
第三节 BIM模型导入、检查及优化	140
一、BIM模型导入检查流程及要求	140
二、BIM模型导入	143
三、BIM模型检查与优化	148

第九章 BIM施工造价控制 155

第一节 BIM施工造价控制的流程	155
第二节 BIM施工预算	156
第三节 BIM施工计价	159
第四节 BIM的计量支付	162
第五节 BIM造价优化	162
一、施工方案的造价分析及优化	162

二、优化资金使用计划	163
第六节 BIM 的变更管理	164
一、工程变更管理及其存在问题	164
二、基于 BIM 的变更管理内容	164
第七节 BIM 的结算管理	166

第十章

BIM 施工案例

167

案例一 某地区生活垃圾发电厂项目	167
案例二 某会展中心应用案例	168
案例三 某 EPC 总承包模式项目	169
案例四 某国际商业楼项目	182
案例五 某装配式建筑建设项目	188
案例六 某商业公寓项目	191
案例七 某工厂车间建设项目	196

参考文献

201

第一章

BIM技术基本知识

第一节 数字建造介绍

一、信息的特点

1. 状态

状态：定义提交信息的版本。随着信息在项目中流动，其状态通常是在一定的机制控制下变化的。例如同样一个图形，开始时的状态是“发布供审校用”，通过审校流程后，授权人士可以把该图形的状态修改为“发布供施工用”，最终项目结束以后将更新为“竣工图”。定义今后要使用的状态术语是标准化工作要做的第一步。对于每一组信息来说，界定其提交的状态是必须要做的事情，很多重要的信息在竣工状态都是需要的。另外一个应该决定的事情是该信息是否需要超过一个状态，例如“发布供施工用”和“竣工图”等。

2. 类型

类型：定义该信息提交后是否需要被修改。信息有静态和动态两种类型，静态信息代表项目过程中的某个时刻，而动态信息需要被不断更新以反映项目的各种变化。当静态信息创建完成以后就不会再变化了，这样的例子包括许可证、标准图、技术明细以及检查报告等，后续也许还会有新的检查报告，但不会是原来检查报告的修改版本。动态信息比静态信息需要更正式的信息管理，通常其访问频度也比较高，无论是行业规则还是质量系统都要求终端用户清楚地了解信息的最新版本，同时维护信息的版本历史也可能是必需的。动态信息的例子包括平面布置、工作流程图、设备数据表、回路图等。当然，根据定义，所有处于设计周期之内的信息都是动态信息。

信息主要可分为静态、动态不需要维护历史版本、动态需要维护历史版本、所有版本都需要维护、只维护特定数目的前期版本等五种类型。

3. 保持

保持：定义该信息必须保留的时间。所有被指定为需要提交的信息都应该有一个业务用途，当该信息缺失的时候，会对业务产生后果，这个后果的严重性和发生后果的经常性是衡量该信息的重要性以及确定应该投入多大努力及费用保证该信息可用的主要指标。从另一方面考虑，如果由于该信息不可用并没有产生什么后果的话，我们就得认真考虑为什么要把这个信息包括在提交要求里面了。当然法律法规可能会要求维护并不具有实际操作价值的信息。

信息保持最少需要建立下面几个等级。

(1) 基本信息 设施运营需要的信息,没有这些信息,运营和安全可能会存在难以承受的风险,这类信息必须在设施的整个生命周期中加以保留。

(2) 法律强制信息 运营阶段一般情况下不需要使用,但是当产生法律和合同责任时在一定周期内需要存档的信息,这类信息必须明确规定保存周期。

(3) 阶段特定信息 在设施生命周期的某个阶段建立,在后续某个阶段需要使用,但长期运营并不需要的信息,这类信息必须注明被使用的设施阶段。

(4) 临时信息 在后续生命周期阶段不需要使用的信息,这类信息不需要包括在信息提交要求中。

在决定每类信息的保持等级的时候,建议要同时定义信息的业务关键性等级,而不仅仅是给其一个“基础”的等级。

4. 项目全生命周期信息

工程项目信息使用的有关资料把项目的生命周期划分为如下6个阶段,见表1-1。

表 1-1 项目的生命周期

类别	内 容
规划和计划阶段	<p>规划和计划是由物业的最终用户发起的,这个最终用户未必一定是业主。这个阶段需要的信息是最终用户根据自身业务发展的需要,对现有设施的条件、容量、效率、运营成本和地理位置等要素进行评估,以决定是否购买新的物业或者改造已有物业。这个分析既包括财务方面的,也包括物业实际状态方面的。如果决定启动一个建设或者改造项目,下一步就是细化上述业务发展对物业的需求,这也是开始聘请专业咨询公司(建筑师、工程师等)的时间点,这个过程结束以后,设计阶段就开始了。</p>
设计阶段	<p>设计阶段是把规划和计划阶段的需求转化为对这个设施的物理描述。从初步设计、扩初设计到施工图的设计是一个变化的过程,是建设产品从粗糙到细致的过程,在这个进程中需要对设计进行必要的管理,从性能、质量、功能、成本到设计标准、规程,都需要去管控,设计阶段创建的大量信息,是物业生命周期所有后续阶段的基础。相当数量不同专业的专门人士在这个阶段介入设计过程,其中包括建筑师、土木工程师、结构工程师、机电工程师、室内设计师、预算造价师等,而且这些专业人士可能分属于不同的机构,因此他们之间的实时信息共享非常关键。</p> <p>传统情形下,影响设计的主要因素包括设施计划、建筑材料、建筑产品和建筑法规,其中建筑法规涉及土地使用、环境、设计规范、试验等方面。近年来,施工阶段的可建性和施工顺序问题、制造业的车间加工和现场安装方法,以及精益施工体系中的“零库存”设计方法被越来越多地引入到设计阶段。</p> <p>设计阶段的主要成果是施工图和明细表,典型的设计阶段通常在进行施工承包商招标的时候结束,但是对于 DB/EPC/IPD 等项目实施模式来说,设计和施工是两个连续进行的阶段。</p>
施工阶段	<p>施工阶段是让对设施的物理描述变成现实的阶段。施工阶段的基本信息是设计阶段创建的描述将要建造的那个设施的信息,传统上通过图纸和明细表进行传递。施工承包商在此基础上增加产品来源、深化设计、加工、安装过程、施工排序和施工计划等信息。设计图纸和明细表的完整性和准确性是施工能够按时、按造价完成的基本保证。大量的研究和实践表明,富含信息的三维数字模型可以改善设计交给施工的工程图纸文档的质量、完整性和协调性。而使用结构化信息形式和标准信息格式可以使得施工阶段的应用软件,例如数控加工、施工计划软件等,直接利用设计模型。</p>
项目交付和试运行阶段	<p>当项目基本完工,最终用户开始入住或使用设施的时候,交付就开始了,这是由施工向运营转换的一段相对短暂的时间,但是通常这也是从设计和施工团队获取设施信息的最后机会。正是由于这个原因,从施工到交付和试运行的这个转换点被认为是项目生命周期最关键的节点。</p> <p>(1)项目交付 项目交付即业主认可施工工作、交接必要的文档、执行培训、支付保留款、完成工程结算。主要的交付活动包括建筑和产品系统启动、发放入住授权、设施开始使用、业主给承包商准备竣工查核事项表、运营和维护培训完成、竣工计划提交、保用和保修条款开始生效、最终验收检查完成、最后的支付完成和最终成本报告和竣工时间表生成。</p> <p>虽然每个项目都要进行交付,但并不是每个项目都进行试运行。</p>

续表

类别	内容
项目交付和试运行阶段	<p>(2)项目试运行 试运行是一个确保和记录所有的系统和部件都能按照明细表和最终用户要求以及业主运营需要执行其相应功能的系统化过程。随着建筑系统越来越复杂,承包商趋于越来越专业化,传统的开启和验收方式已经被证明是不合适的了。</p> <p>使用项目试运行方法,信息需求来源于项目早期的各个阶段。最早的计划阶段定义了业主和设施用户的功能、环境和经济要求;设计阶段通过产品研究和选择、计算和分析、草稿和绘图、明细表以及其他描述形式将需求转化为物理现实,这个阶段产生了大量信息被传递到施工阶段。连续试运行概念要求从项目概要设计阶段就考虑试运行需要的信息要求,同时在项目发展的每个阶段随时收集这些信息</p>
项目运营和维护阶段	<p>运营和维护阶段的信息需求包括设施的法律、财务和物理等方面。物理信息来源于交付和试运行阶段:设备和系统的操作参数,质量保证书,检查和维护计划,维护和清洁用的产品、工具、备件。法律信息包括出租、区划和建筑编号、安全和环境法规等。财务信息包括出租和运营收入,折旧计划,运维成本。此外,运维阶段也产生自己的信息,这些信息可以用来改善设施性能,以及支持设施扩建或清理的决策。运维阶段产生的信息包括运行水平、满足程度、服务请求、维护计划、检验报告、工作清单、设备故障时间、运营成本、维护成本等。</p> <p>运营和维护阶段的信息的使用者包括业主、运营商(包括设施经理和物业经理)、住户、供应商和其他服务提供商等。</p> <p>另外还有一些在运营和维护阶段对设施造成影响的项目,例如住户增建、扩建、改建,系统或设备更新等,每一个这样的项目都有自己的生命周期、信息需求和信息源,实施这些项目最大的挑战就是根据项目变化来更新整个设施的信息库</p>
清理阶段	<p>设施的清理有资产转让和拆除两种方式。</p> <p>资产转让需要的关键信息包括财务和物理性能数据:设施容量、出租率、土地价值、建筑系统和设备的剩余寿命、环境整治需求等。</p> <p>拆除需要的信息包括材料的数量和种类、环境整治需求、设备和材料的废品价值、拆除结构所需要的条件等,这里的有些信息需求可以追溯到设计阶段的计算和分析工作</p>

5. 信息的传递与作用

美国标准和技术研究院(National Institute of Standards and Technology, NIST)在“信息互用问题给固定资产行业带来的额外成本增加”的研究中对信息互用定义如下:“协同企业之间或者一个企业内设计、施工、维护和业务流程系统之间管理和沟通电子版本的产品和项目数据的能力”称之为信息互用。

信息的传递方式主要有双向直接互用、单向直接互用、中间翻译互用和间接互用这四种方式,见表 1-2。

表 1-2 信息的传递方式

类别	内容
双向直接互用	<p>双向直接互用即两个软件之间的信息可相互转换及应用。这种信息互用方式效率高、可靠性强,但是实现起来也受到技术条件和水平的限制。</p> <p>BIM 建模软件和结构分析软件之间信息互用是双向直接互用的典型案例。在建模软件中可以把结构的几何、物理、荷载信息都建立起来,然后把所有信息都转换到结构分析软件中进行分析,结构分析软件会根据计算结果对构件尺寸或材料进行调整以满足结构安全需要,最后再把经过调整修改后的数据转换回原来的模型中去,合并以后形成更新以后的 BIM 模型。</p> <p>实际工作中在条件允许的情况下,应尽可能选择双向直接互用方式。双向直接互用举例如图 1-1 所示</p>

类别	内容
单向直接互用	<p>单向直接互用即数据可以从一个软件输出到另外一个软件,但是不能转换回来。典型的例子是 BIM 建模软件和可视化软件之间的信息互用,可视化软件利用 BIM 模型的信息做好效果图以后,不会把数据返回到原来的 BIM 模型中去。</p> <p>单向直接互用的数据可靠性强,但只能实现一个方向的数据转换,这也是实际工作中建议优先选择的信息互用方式。单向直接互用举例如图 1-2 所示</p>
中间翻译互用	<p>中间翻译互用即两个软件之间的信息互用需要依靠一个双方都能识别的中间文件来实现。这种信息互用方式容易发生信息丢失、改变等问题,因此在使用转换以后的信息以前,需要对信息进行校验。</p> <p>例如 DWG 是目前最常用的一种中间文件格式,典型的中间翻译互用方式是设计软件和工程算量软件之间的信息互用,算量软件利用设计软件产生的 DWG 文件中的几何和属性信息,进行算量模型的建立和工程量统计。其信息互用的方式举例如图 1-3 所示</p>
间接互用	<p>信息间接互用即通过人工方式把信息从一个软件转换到另外一个软件,有时需要人工重新输入数据,或者需要重建几何形状。</p> <p>根据碰撞检查结果对 BIM 模型的修改是一种典型的信息间接互用方式,目前大部分碰撞检查软件只能把有关碰撞的问题检查出来,而解决这些问题则需要专业人员根据碰撞检查报告在 BIM 建模软件里面进行人工调整,然后输出到碰撞检查软件里面重新检查,直到问题彻底更正,图 1-4 所示为间接互用方式举例</p>

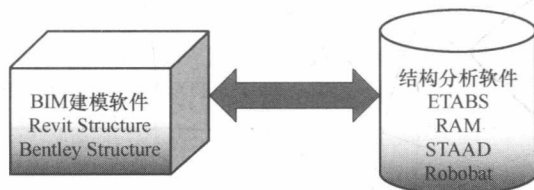


图 1-1 双向直接互用图

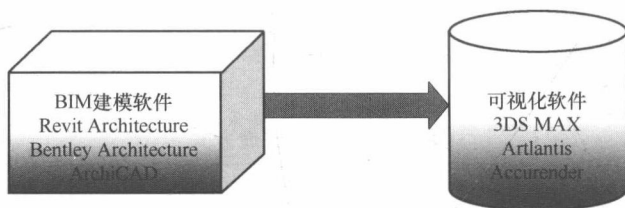


图 1-2 单向直接互用图

二、BIM 与工程建造过程

工程建造涉及从规划、设计、施工到交付使用全过程的各个阶段。BIM 技术对工程建

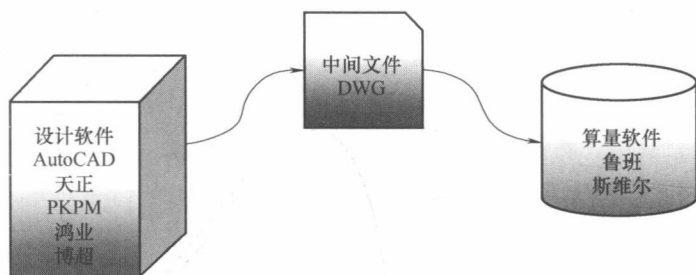


图 1-3 中间翻译互用图

造过程的支持主要体现为以下两个方面。

一方面，BIM 技术降低了工程建造各阶段的信息损失，成为解决信息孤岛问题的重要支撑。

K. Svensson 1998 年研究了工程各阶段信息损失问题，如图 1-5 所示，横轴代表建设阶段，纵轴代表信息以及信息蕴含的知识。一个原本应该平滑递增的信息曲线，因为信息在各阶段向下一阶段传递时的损失而变得曲折。

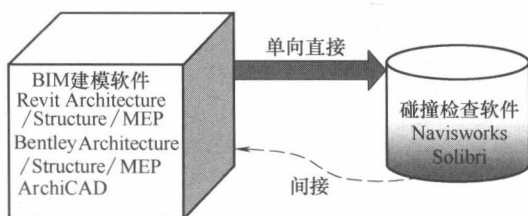


图 1-4 间接互用图

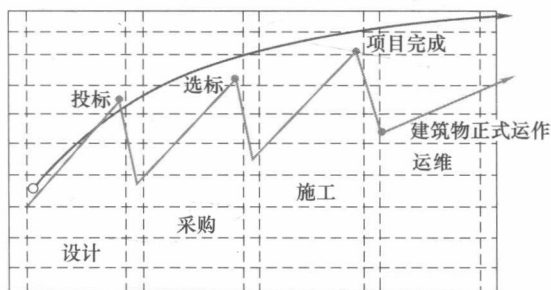


图 1-5 工程建设各阶段信息损失

尽管在设计阶段 CAD 等技术使得工程设计信息以数字化形式存在，如项目空间信息等，但当信息转变为纸介质形式时，信息就极大地损失掉了。在施工阶段，无法获取必要的设计信息，在项目交付时无法将工程施工信息交付给业主。在运营维护阶段，积累到的新信息又仅以纸质保存，难以和前一阶段的信息集成。因而造成信息的再利用性极差，同一个项目需要不断重复地创建信息。

BIM 遵循着“一次创建，多次使用”的原则，随着工程建造过程的推进，BIM 中的信息不断补充和完善，并形成最具时效性的、最为合理的虚拟建筑。

因此，基于 BIM 的数字建造，既包含着对前一阶段信息的无损利用，也包含着新信息的创建、补充和完善，这些过程体现为一个增值的过程。BIM 模型一经建立，将为建筑整个生命周期提供服务，并产生极大的价值，如：设计阶段的方案论证、业主决策、多专业协调、结构分析、造价估算、能量分析、光照分析等建筑物理分析和设计文档生成等；施工阶段的可施工性分析、施工深化设计、工程量计算、施工预算、进度分析和施工平面布置等；

运营阶段的设施管理、布局分析（产品、家具等）和用户管理等。

另一方面，BIM 技术成为支撑工程施工中的深化设计、预制加工、安装等主要环节的关键技术。

BIM 在工程建造过程中的应用领域非常广泛，如图 1-6 所示，BIM 支持从策划到运营的工程建造各阶段。其中，在施工阶段的应用主要有 3D 协调、场地使用规划、施工系统设计、数字化加工、3D 控制规划和记录模型等。

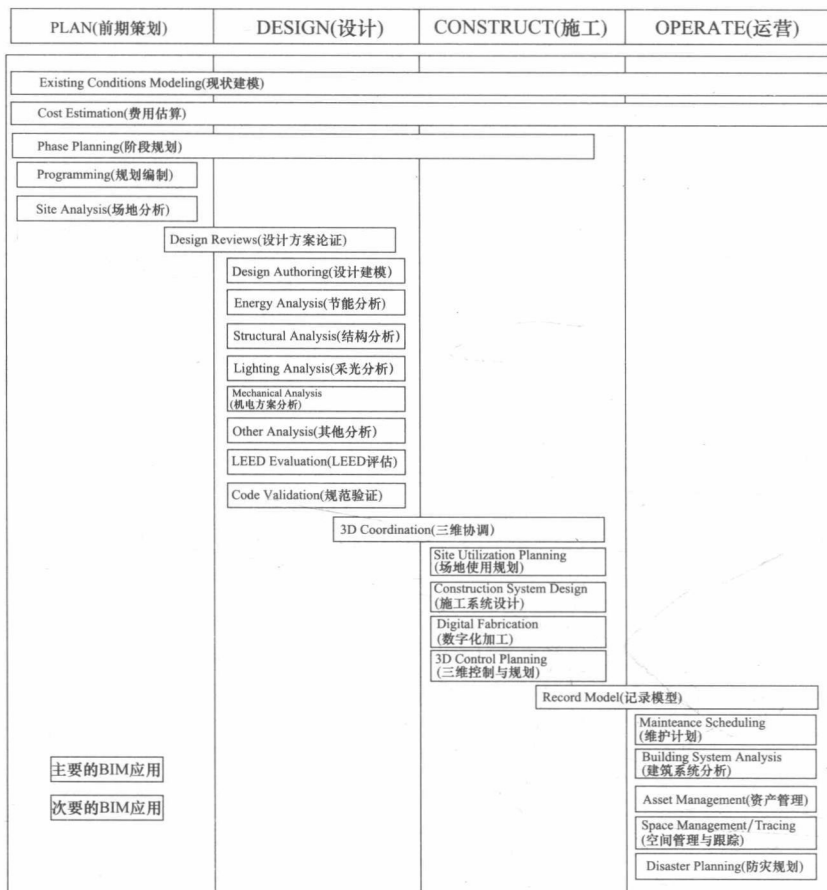


图 1-6 BIM 在工程建造过程中的应用领域

目前国内 BIM 技术在工程施工阶段的应用主要集中在施工前的 BIM 应用策划与准备，面向施工阶段的深化设计与数字化加工、虚拟施工，施工现场规划以及施工过程中进度、成本控制等方面。

基于 BIM 的建造过程包括的内容见表 1-3。

表 1-3 基于 BIM 的建造过程

类别	内容
BIM 应用的策划与准备	<p>在一项工程的施工阶段引入 BIM 应用，首先需要在应用前根据工程的特征和需求情况，进行 BIM 应用的策划和准备工作。BIM 应用的策划与准备工作包括 BIM 应用目标的确立、BIM 模型标准设置、BIM 应用范围界定、BIM 组织构架的搭建、信息交互方式的规定等内容。充分有效的策划与准备工作是施工阶段成功应用 BIM 技术的重要保障</p>

续表

类别	内容
基于 BIM 的深化设计与数字化加工	<p>深化设计在整个项目中处于衔接初步设计与现场施工的中间环节。专业性深化设计主要涵盖土建结构、钢结构、幕墙、机电各专业、精装修的深化设计等。项目深化设计可基于综合的 BIM 模型,对各个专业深化设计初步成果进行校核、集成、协调、修正及优化,并形成综合平面图、综合剖面图。基于 BIM 的深化设计在日益大型化、复杂化的工程中显露出相对于传统深化设计无可比拟的优越性。有别于传统的平面 2D 深化设计,基于 BIM 的深化设计更能提高施工图的深度、效率及准确性。</p> <p>通过 BIM 的精确设计后,可以大大减少专业间的交错碰撞,且各专业分包利用模型开展施工方案、施工顺序讨论,可以直观、清晰地发现施工中可能产生的问题,并一次性给予提前解决,大量减少了施工过程中的误会与纠纷,也为后阶段的数字化加工、建造打下坚实基础。</p> <p>基于 BIM 的数字化加工是一个颠覆性的突破,基于 BIM 的预制加工技术、现场测绘放样技术、数字物流等技术的综合应用为数字化加工打下了坚实基础。基于 BIM 实现数字化加工,可以自动完成建筑物构件的预制,降低建造误差,大幅度提高构件制造的生产率,从而提高整个建筑建造的生产率。</p> <p>基于 BIM 的数字化加工将包含在 BIM 模型里的构件信息准确地、不遗漏地传递给构件加工单位进行构件加工,这个信息传递方式可以是直接以 BIM 模型传递,也可以是 BIM 模型加上 2D 加工详图的方式,由于数据的准确性和完备性,BIM 模型的应用不仅解决了信息创建、管理与传递的问题,而且 BIM 模型、3D 图纸、装配模拟、加工制造、运输、存放、测绘、安装的全程跟踪等手段为数字化建造奠定了坚实的基础</p>
基于 BIM 的虚拟建造	<p>基于 BIM 的虚拟建造能够极大地克服工程实物建造的一次性过程所带来的困难。在施工阶段,基于 BIM 的虚拟建造对施工方案进行模拟,包括 4D 施工模拟和重点部位的可建性模拟等。能够以不消耗实物的形式,对施工过程进行仿真演练,做到多次虚拟建造优化和一次实物安装建造的结合。</p> <p>基于 BIM 的数字化建造按照施工方案模拟现实的建造过程,通过反复施工过程模拟,在虚拟的环境下发现施工过程中可能存在的问题和风险,并针对问题对模型和计划进行调整和修改,提前制订应对措施,进而优化施工方案和计划,再用来指导实际的项目施工,从而保证项目施工的顺利进行。</p> <p>把 BIM 模型和施工方案集成,可以在虚拟环境中对项目的重点或难点进行可建性模拟,譬如对场地、工序、安装模拟等,进而优化施工方案。通过模拟来实现虚拟的施工过程,在一个虚拟的施工过程中可以发现不同专业需要配合的地方,以便真正施工时及早做出相应的布置,避免等待其余相关专业或承包商进行现场协调,从而提高了工作效率</p>
基于 BIM 的施工现场临时设施规划	<p>施工现场规划能够减少作业空间的冲突,优化空间利用效益,包括施工机械设施规划、现场物流与人流规划等。将 BIM 技术应用到施工现场临时设施规划阶段,可更好地指导施工,为施工企业降低施工风险与成本运营。譬如在大型工程中大型施工机械必不可少,重型塔吊的运行范围和位置一直都是工程项目计划和场地布置的重要考虑因素之一,而 BIM 可以实现在模型上展现塔吊的外形和姿态,配合 BIM 应用的塔吊规划就显得更加贴近实际。</p> <p>将 BIM 技术与物联网等技术集成,可实现基于 BIM 施工现场实时物资需求驱动的物流规划和供应。以 BIM 空间载体,集成建筑物中的人流分布数据,可进行施工现场各个空间的人流模拟、检查碰撞、调整布局,并以 3D 模型进行表现</p>
基于 BIM 的施工进度管理	<p>进度计划与控制是施工组织设计的核心内容,它通过合理安排施工顺序,在劳动力、材料物资及资金消耗量最少的情况下,按规定工期完成拟建工程施工任务。目前建筑业中施工进度计划表达的传统方法,多采用横道图和网络图的形式。</p> <p>将 BIM 与进度集成,可形成基于 BIM 的 4D 施工。基于 BIM 的 4D 施工模拟可将建筑从业人员从复杂抽象的图形、表格和文字中解放出来,以形象的 3D 模型作为建设项目的信息载体,方便建设项目各阶段、各专业以及相关工作人员之间的沟通和交流,减少建设项目因为信息过载或者信息流失而带来的损失,从而提高从业者的工作效率以及整个建筑业的效率。</p> <p>BIM 技术可以支持工程进度管理相关信息在规划、设计、建造和运营维护全过程无损传递和充分共享。BIM 技术支持项目所有参建方在工程的全生命周期内以同一基准点进行协同工作,包括工程项目施工进度计划编制与控制。基于 BIM 的施工进度管理,支持管理者实现各工作阶段所需的人员、材料和机械用量的精确计算,从而提高工作时间估计的精确度,保障资源分配的合理化</p>

类别	内容
基于 BIM 的工程 造价管理	<p>工程造价控制是工程施工阶段的核心指标之一,其依托于工程量与工程计价两项基本工作。基于 BIM 的工程造价相比于传统的造价软件有根本性改变,它可实现从 2D 工程量计算向 3D 模型工程量计算转变,完成工程量统计的 BIM 化;由 BIM 4D(3D+时间/进度)建造模型进一步发展到 BIM 5D(3D+成本+进度)全过程造价管理,可实现工程建设全过程造价管理 BIM 化。</p> <p>工程管理人员通过 BIM 5D 模型在工程正式施工前即可确定不同时间节点的施工进度与施工成本,可以直观地查看形象进度,并得到各时间节点的造价数据,从而避免设计与造价控制脱节、设计与施工脱节、变更频繁等问题,使造价管理与控制更加有效。基于 BIM 与工程造价信息的关联,当发生设计变更时,修改模型,BIM 系统将自动检测哪些内容发生变更,并直观地显示变更结果,统计变更工程量,并将结果反馈给施工人员,使他们能清楚地了解设计图纸的变化对造价的影响</p>
基于 BIM 的工程 信息模型集成交付 及在设施管控中的 应用	<p>施工阶段及其前序阶段积累的 BIM 数据最终能够为建成的建(构)筑物及其设施增加附加价值,在交付后的运营阶段再现、再处理交付前的各种数据信息,从而更好地服务于运营阶段。基于 BIM 提供的 nD 数据,可实现建成设施的设施运营模拟、可视化维修与维护管理、设施灾害识别与应急管控等</p>

三、BIM 与工程实施多主体协同

基于 BIM 的工程项目管理,以 BIM 模型为基础,为建筑全生命周期过程中各参与方、各专业合作搭建了协同工作平台,改变了传统的组织结构及各参与方的合作关系,为项目业主和各参与方提供项目信息共享、信息交换及协同工作的环境,从而实现了真正意义上的协同工作。与传统的“金字塔式”组织结构不同,基于 BIM 的工程项目管理要求各参与方在设计阶段就全部介入工程项目,以此实现全生命周期各个参与方共同参与、协同工作的目标,具体内容见表 1-4。

表 1-4 BIM 与工程实施多主体协同

类别	内 容
设计—施工协同	<p>在设计—施工总承包模式下,施工单位在施工图设计阶段就可以介入项目,根据自己以往的施工经验,与设计单位共同商讨施工图是否符合施工工艺和施工流程的要求等问题,提出设计初步方案的变更建议,然后设计方做出变更以及进度、费用的影响报告,由业主审核批准后确定最终设计方案</p>
各专业设计协同 优化	<p>基于 BIM 的项目管理在设计过程中,各个专业如建筑、结构、设备(暖通、电、给排水)在同一个设计模型文件中进行,多个工种在同一个模型中工作,可以实时地进行不同专业之间以及各专业内部间的碰撞检测,及时纠正设计中的管线碰撞、几何冲突问题,从而优化设计。因此,施工阶段依据在 BIM 指导下的完整、统一的设计方案进行施工,就能够避免诸多工程接口冲突、施工变更、返工问题</p>
施工环节之间不 同工种的协同	<p>BIM 模型能够支持从深化设计到构件预制,再到现场安装的信息传递,将设计阶段产生的构件模型供生产阶段提取、深化和更新。如将 BIM 3D 设计模型导入到专业的构件分析软件如 Tekla 里,完成配筋等深化设计工作。同时,自动导出数控文件,完成模具设计自动化、生产计划管理自动化、构件生产自动下料工作,实现构件设计、深化设计、预制构件、加工、预安装一体化管理</p>