

目 录



第一章 BIM技术概述	1
第一节 BIM技术的基本概念及由来	1
第二节 BIM技术软件简介	11
第二章 应用型人才培养模式	35
第一节 人才培养模式概述	35
第二节 人才培养模式的含义与分类	40
第三节 应用型人才培养模式构建	50
第四节 人才培养模式改革创新理论分析	57
第三章 BIM技术应用现状	68
第一节 国外BIM技术应用现状	68
第二节 国内BIM技术应用现状	74
第三节 BIM相关标准、学术与辅助工具研究现状	80
第四节 BIM在我国的推广应用与发展阻碍	83
第四章 BIM应用人才的素质要求与职业发展	89
第一节 BIM应用人才的定义	89
第二节 BIM应用人才职业素质与能力要求	102
第三节 BIM应用人才职业发展	111
第五章 BIM应用型人才培养策略	117
第一节 BIM应用型人才培养现状	117
第二节 构建BIM专业工作室教学模式	120

第三节	建立校企合作的BIM人才培养模式	132
第四节	建立可持续发展的BIM教学体系	140
第六章	BIM应用型人才培养的工匠精神	149
第一节	工匠精神概述	149
第二节	BIM工匠精神培养的重要性	161
第三节	BIM工匠精神培养的现状和制约因素	165
第四节	BIM工匠精神的培养途径	172
参考文献		184

BIM 技术概述

BIM 技术是近年来在原有 CAD 技术的基础上发展起来的一种多维模型信息集成技术，可以使所有建筑施工项目的参与方都能在模型中对信息进行操作，从而实现提高建筑工作效率和质量，降低风险和失误的目的。下面将从基本概念、相关软件以及技术体系和评价体系等方面对 BIM 技术进行分析。

第一节 BIM 技术的基本概念及由来

BIM 技术在工程建设行业的信息化技术中并不是孤立的存在，大家耳熟能详的就有 CAD、可视化、CAE、GIS 等，而当 BIM 作为一个专有名词进入工程建设行业后很快便引起了大家的关注，其知名度正在呈现爆炸式的扩大，但对什么是 BIM 技术的认识却也是林林总总，五花八门。在众多对 BIM 技术的认识中，有两个极端尤为引人注目。其一，是把 BIM 等同于某一个软件产品，例如 BIM 就是 Revit 或者 ArchiCAD；其二，是认为 BIM 应该包括跟建设项目有关的所有信息，包括合同、人事、财务信息等。

一、BIM 技术的基本概念

BIM 以三维数字技术为基础，集成了建筑工程项目各种相关信息的工程数据模型。它提供的全新建筑设计过程概念——参数化变更技术将帮助建筑设计师更有效的缩短设计时间，提高设计质量，提高对客户和合作者的响应能力。并可以在任何时刻、任何位置、进行任何想要的修改，设计和图纸绘制始终保持协调、一致和完整。

BIM 不仅是强大设计平台，更重要的是，BIM 的创新应用一体化设计与协同工作方式的结合，将对传统设计管理流程和设计院技术人员结构产生变革性的影响。高成本、



高专业水平技术人员将从繁重的制图工作中解脱出来而专注于专业技术本身，而较低人力成本的、高软件操作水平的制图员、建模师、初级设计助理将担当起大量的制图建模工作，这为社会提供了一个庞大的就业机会：制图员（模型师）群体；同时为大专院校的毕业生就业展现了新的前景。

（一）BIM 技术的定义

通常建筑业与其他标准化制造企业相比效率低下，其中一个主要原因就是标准化、信息化、工业化程度低。而建筑信息模型的理论基础是基于 CAD（计算机辅助设计）、CAM（计算机辅助管理）技术的传统制造业的计算机集成生产系统 CIMS（Computer Integrated Manufacturing System）理念和以产品数据管理 PDM 与 STEP 工艺流程为标准的产品信息模型。近十年来，BIM 技术正以传统二维 CAD 模型应用为基础快速成长成为一种多维（3D 空间、4D 进度、5D 成本）模型信息整合技术，它能够使工程的每个参与者从最初的项目方案设计一直到项目的使用年限终止期间都可以通过项目模型使用信息或利用信息使用模型。这就从本质上转变了工程管理者仅仅依据单一的符号文字和抽象的二维图纸进行工程项目管理的低效管理方法，大大提高了管理人员在工程的整个寿命周期的管理效率和效益。

所谓 BIM 技术，即指基于最先进的三维数字设计和工程软件所构建的“可视化”的数字建筑模型，为设计师、建筑师、水电暖铺设工程师、开发商乃至最终用户等各环节人员提供“模拟和分析”的科学协作平台，帮助他们利用三维数字模型对项目进行设计、建造及运营管理，最终使整个工程项目在设计、施工和使用等各个阶段都能够有效地实现节省能源、节约成本、降低污染和提高效率。

BIM 是一种技术、一种方法、一种过程，它不仅包含了工程项目全寿命周期内的信息模型，而且还包含作业人员的具体管理行为模型，通过 BIM 技术管理平台将两者的模型进行整合，从而实现工程项目的集成管理应用。BIM 技术的出现将引发整个 AE/C（Architecture/Engineering/Construction）领域的二次革命，它给建筑业带来了巨大的变化。2002 年，Autodesk 收购三维建模软件公司 Revit Technology，首次将 Building Information 土木工程施工与项目管理分析 Modeling 的首字母连起来使用，成为如今广为人知的“BIM”，BIM 技术也开始在建设项目管理中得到了普遍的、深度的应用。值得一提的是，类似于 BIM 的理念同期在制造业也被提出，并在 20 世纪 90 年代也已实现应用，推动了制造业的科技进步和生产力的提高，塑造了制造业强有力的竞争力。一般认为，BIM 技术的定义包含了以下四个方面的内容。

第一，BIM 是一个建筑设施物理属性和功能属性的数字化描述，是工程项目设施实体和功能属性的完整描述。它基于三维几何数据模型，集成了建筑设施其他相关物理信息、功能要求和性能要求等参数化信息，并通过开放式标准实现信息互用。

第二，BIM 是一个共享的数据库，实现建筑全生命周期的信息共享。基于这个共享的数字模型，工程的规划、设计、施工、运行维护各个阶段的相关人员都能从中获取他们所需要的数据。这些数据是连续、即时、可靠一致的，为该建筑从概念设计到拆除的全生命周期中所有工作和决策提供可靠依据。

第三，BIM 技术提供了一种应用于规划设计、智能建造、运营维护的参数化管理方法和协同工作过程。而且这种管理方法能够实现建筑工程不同专业之间的集成化管理，还能够使工程项目在其建设的每个阶段都能大大提高管理效率和最大程度减少损失。

第四，BIM 也是一种信息化技术，它的应用需要信息化软件。在项目的不同阶段，不同利益相关方通过 BIM 软件在 BIM 模型中提取、应用、更新相关信息，并将修改后的信息赋予 BIM 模型，支持和反映各自职责的协同作业，以提高设计、建造和运行的效率和水平。

（二）BIM 技术的特点

BIM 技术是以建筑工程项目的各项相关信息数据作为基础，建立起三维的建筑模型，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、可出图性、一体化性、参数化性和信息完备性八大特点。

1. 可视化（Visualization）

可视化即“所见所得”的形式，对于建筑行业来说，可视化的真正运用在建筑业的作用是非常大的，例如经常拿到的施工图纸，只是各个构件的信息在图纸上的采用线条绘制表达，但是其真正的构造形式就需要建筑业参与人员去自行想象了。对于一般简单的东西来说，这种想象也未尝不可，但是近几年建筑业的建筑形式各异，复杂造型在不断地推出，那么这种光靠人脑去想象的东西就未免有点不太现实了。所以 BIM 提供了可视化的思路，让人们将以往的线条式的构件形成一种三维的立体实物图形展示在人们的面前；建筑业也有设计方面出效果图的事情，但是这种效果图是分包给专业的效果图制作团队进行识读设计制作出的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同构件之间形成互动性和反馈性的可视，在 BIM 建筑信息模型中，由于整个过程都是可视化的，所以可视化的



结果不仅可以用来效果图的展示及报表的生成，更重要的是，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 (Coordination)

这个方面是建筑业中的重点内容，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配合的工作。一旦项目的实施过程中遇到了问题，就要将各有关人士组织起来开协调会，找出施工问题发生的原因，及解决办法，然后出变更，做相应补救措施等进行问题的解决。那么这个问题的协调真的就只能出现问题后再进行协调吗？在设计时，往往由于各专业设计师之间的沟通不到位，而出现各种专业之间的碰撞问题，例如暖通等专业中的管道在进行布置时，由于施工图纸是各自绘制在各自的施工图纸上的，真正施工过程中，可能在布置管线时正好在此处有结构设计的梁等构件在此妨碍着管线的布置，这种就是施工中常遇到的碰撞问题，像这样的碰撞问题的协调解决就只能在问题出现之后再进行解决吗？BIM 的协调性服务就可以帮助处理这种问题，也就是说 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，生成协调数据，提供出来。当然 BIM 的协调作用也并不是只能解决各专业间的碰撞问题，它还可以解决例如：电梯井布置与其他设计布置及净空要求之协调，防火分区与其他设计布置之协调，地下排水布置与其他设计布置之协调等。

3. 模拟性 (Simulation)

模拟性并不是只能模拟设计出的建筑物模型，还可以模拟不能够在真实世界中进行操作的事物。在设计阶段，BIM 可以对设计上需要进行模拟的一些东西进行模拟实验，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可以进行 4D 模拟（三维模型加项目的发展时间），也就是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来指导施工。同时还可以进行 5D 模拟（基于 3D 模型的造价控制），从而来实现成本控制；后期运营阶段可以模拟日常紧急情况的处理方式的模拟，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 的基础上可以做更好的优化、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实际存在。复杂程度高到一定程度，参与人员本身的能力无法掌握所

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 及与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 的优化可以做下面的工作：

（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，而更多的可以使得业主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：例如裙楼、幕墙、屋顶、大空间到处可以看到异型设计，这些内容看起来占整个建筑的比例不大，但是占投资和工作量的比例和前者相比却往往要大得多，而且通常也是施工难度比较大和施工问题比较多的地方，对这些内容的设计施工方案进行优化，可以带来显著的工期和造价改进。

5. 可出图性

BIM 并不是为了出大家日常多见的建筑设计院所出的建筑设计图纸，及一些构件加工的图纸。而是通过对建筑物进行了可视化展示、协调、模拟、优化以后，可以帮助业主出如下图纸：

- （1）综合管线图（经过碰撞检查和设计修改，消除了相应错误以后）；
- （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 的相关内容。BIM 在世界很多国家已经有比较成熟的 BIM 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，才能够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。

6. 一体化性

基于 BIM 技术可进行从设计到施工再到运营贯穿了工程项目的全生命周期的一体化管理。BIM 的技术核心是一个由计算机三维模型所形成的数据库，不仅包含了建筑的设计信息，而且可以容纳从设计到建成使用，甚至是使用周期终结的全过程信息。

7. 参数化性

参数化建模指的是通过参数而不是数字建立和分析模型，简单地改变模型中的参数值就能建立和分析新的模型；BIM 中图元是以构件的形式出现，这些构件之间的不同，是通过参数的调整反映出来的，参数保存了图元作为数字化建筑构件的所有信息。



8. 信息完备性

信息完备性体现在 BIM 技术可对工程对象进行 3D 几何信息和拓扑关系的描述以及完整的工程信息描述。

二、BIM 技术出现的必然性

（一）BIM 技术的市场驱动力

恩格斯曾经说过这样一句被后人广为引用的话，“社会一旦有技术上的需要，则这种需要就会比十所大学更能把科学推向前进”，作为正在快速发展和普及应用的 BIM 也不例外。

全球发达国家或高速发展中国家都把 GDP 的相当大比例投资到基本建设上，包括规划、设计、施工、运营、维护、更新、拆除等，这是一个巨大的投入，根据统计资料，2020 年全球建筑业的规模为 12.6 亿美元；中国建筑业协会的资料表明，2020 年中国建筑业产值约为 26.4 亿人民币。

在过去的几十年当中，航空、航天、汽车、电子产品等其他行业的生产效率通过使用新的生产流程和技术有了巨大提高，市场对全球工程建设行业改进工作效率和质量的压力日益加大。20 世纪 90 年代以来，美国和欧洲进行了一系列旨在发现问题、解决问题、提高工作效率和质量的研究。

导致工程建设行业效率不高的原因是多方面的，但是如果研究已经取得生产效率大幅提高的零售、汽车、电子产品和航空等领域，我们发现行业整体水平的提高和产业的升级只能来自于先进生产流程和技术的应用。

BIM 正是这样一种技术、方法、机制和机会，通过集成项目信息的收集、管理、交换、更新、存储过程和项目业务流程，为建设项目生命周期中的不同阶段、不同参与方提供及时、准确、足够的信息，支持不同项目阶段之间、不同项目参与方之间以及不同应用软件之间的信息交流和共享，以实现项目设计、施工、运营、维护效率和质量提高，以及工程建设行业持续不断的行业生产力水平提升。

（二）BIM 技术在工程建设行业的位置

现代化、工业化、信息化是我国建筑业发展的三个方向，建筑业信息化可以划分为技术信息化和管理信息化两大部分，技术信息化的核心内容是建设项目的生命周期管

理（BIM-Building Lifecycle Management），企业管理信息化的核心内容则是企业资源计划（ERP-Enterprise Resource Planning）。

不管是技术信息化还是管理信息化，建筑业的工作主体是建设项目本身，因此，没有项目信息的有效集成，管理信息化的效益也很难实现。BIM 通过其承载的工程项目信息把其他技术信息化方法（如 CAD/CAE 等）集成了起来，从而成为技术信息化的核心、技术信息化横向打通的桥梁，以及技术信息化和管理信息化横向打通的桥梁。

据麦格劳希尔最新一项调查结果显示，目前北美的建筑行业有一半的机构在使用 BIM 技术，或与 BIM 相关的工具——这一使用率在过去两年里增加了 75%。近期，清华大学软件学院 BIM 标准研究课题组在欧特克中国研究院（ACRD）的支持下积极推进中国 BIM 发展及标准研究，并邀请行业专家再次召开研讨会，就 BIM 在美国应用的现状、中美 BIM 标准研究的比较以及 BIM 在绿色建筑中的应用等内容进行分享与讨论，从而为推动构建中国建筑信息模型标准（即 CBIMS, China Building Information Modeling Standard）带来借鉴与启迪，加速实现中国工程建设行业的高效、协作和可持续发展。清华大学软件学院副院长顾明、欧特克中国研究院院长高级顾问梁进、欧特克公司工程建设行业经理 ErinRaeHoffer、CCDI 集团营销副总经理弋洪涛、国家住宅与居住环境工程技术研究中心研发部主任何剑清等一线行业专家参加了此次研讨会。

清华大学软件学院 BIM 标准研究课题组在欧特克中国研究院（ACRD）的支持下于 2009 年 3 月正式启动，将历时两年时间完成中国建筑信息模型标准（CBIMS）的研究，国家住宅工程中心、CCDI 集团等专业设计单位和业内专家积极参与其中。目前第一阶段理论研究已经完成。

BIM 是在项目的全生命周期中都可以进行应用的，从项目的概念设计、施工、运营，甚至后期的翻修或拆除，所有环节都可以提供相关的服务。BIM 不但可以进行单栋建筑设计，还包括一些大型的基础设施项目，包括交通运输项目、土地规划、环境规划、水利资源规划等项目。在美国，BIM 的普及率与应用程度较高，政府或业主会主动要求项目运用统一的 BIM 标准，甚至有的州已经立法，强制要求州内的所有大型公共建筑项目必须使用 BIM。目前，美国所使用的 BIM 标准包括 NBIMS（美国 BIM 标准，United States National Building Information Modeling Standard）、COBIE（Construction Operations Building Information Exchange）标准、IFC（Industry Foundation Class）标准等，不同的州政府或项目业主会选用不同的标准，但是他们的使用前提都是要求通过统一标准为相关利益方带来最大的价值。欧特克公司创建了一个指导 BIM 实施的工具——“BIM Deployment Plan”，以

帮助业主、建筑师、工程师和承包商实施 BIM。这个工具可以为各个公司提供管理沟通的模型标准，对 BIM 使用环境中各方担任的角色和责任提出建议，并提供最佳的业务和技术惯例，目前英文版已经供下载使用，中文版也将在不久后推出。

BIM 方法与理念可以帮助包括设计师、施工方等各相关利益方更好地理解可持续性以及它的四个重要的因素：能源、水资源、建筑材料和土地。Erin 向大家介绍了欧特克工程建设行业总部大楼的案例。该项目就是运用 BIM 理念进行设计、施工的，获得了绿色建筑白金认证。大楼建筑面积超过 5000 平方米，从概念设计到入驻仅用了 8 个月时间，成本节省明显，节省 37% 的能源成本，并真正实现零事故零索赔。欧特克作为业主成为最大的受益方，通过运用 BIM 实现可持续发展的模式，节约了大量可能被耗费的资源和成本。

随着行业的发展以及需求的突显，中国企业已经形成共识：BIM 将成为中国工程建设行业未来的发展趋势。相对于欧美、日本等发达国家，中国的 BIM 应用与发展比较滞后，BIM 标准的研究还处于起步阶段。因此，在中国已有规范与标准保持一致的基础上，构建 BIM 的中国标准成为紧迫与重要的工作。同时，中国的 BIM 标准如何与国际的使用标准（如美国的 NBIMS）有效对接、政府与企业如何推动中国 BIM 标准的应用都将成为今后工作的挑战。我们需要积极推动 BIM 标准的建立，为行业可持续发展奠定基础。

毋庸置疑，BIM 是引领工程建设行业未来发展的利器，我们需要积极推广 BIM 在中国的应用，以帮助设计师、建筑师、开发商以及业主运用三维模型进行设计、建造和管理，不断推动中国工程建设行业的可持续发展。

（三）行业赋予 BIM 技术的使命

一个工程项目的建设、运营涉及业主、用户、规划、政府主管部门、建筑师、工程师、承建商、项目管理、产品供货商、测量师、消防、卫生、环保、金融、保险、法务、租售、运营、维护等几十类、成百上千家参与方和利益相关方。一个工程项目的典型生命周期包括规划和设计策划、设计、施工、项目交付和试运行、运营维护、拆除等阶段，时间跨度为几十年到一百年，甚至更长。把这些不同项目参与方和项目阶段联系起来的是基于建筑业法律法规和合同体系建立起来的业务流程，支持完成业务流程或业务活动的是各类专业应用软件，而连接不同业务流程之间和一个业务流程内不同任务或活动之间的纽带则是信息。

一个工程项目的信息数量巨大、信息种类繁多，但是基本上可以分为以下两种形式：

(1) 结构化形式：机器能够自动理解的，例如 EXCEL、BIM 文件。

(2) 非结构化形式：机器不能自动理解的，需要人工进行解释和翻译，例如 Word、CAIX 目前工程建设行业的做法是，各个参与方在项目不同阶段用自己的应用软件去完成相应的任务，输入应用软件需要的信息，把合同规定的工作成果交付给接收方，如果关系好，也可以把该软件的输出信息交给接收方做参考。下游（信息接收方）将重复上面描述的这个做法。

由于当前合同规定的交付成果以纸质成果为主，在这个过程中项目信息被不断地重复输入、处理、输出成合同规定的纸质成果，下一个参与方再接着输入他的软件需要的信息。据美国建筑科学研究院的研究报告统计，每个数据在项目生命周期中被平均输入七次。

事实上，在一个建设项目的生命周期内，我们不缺信息，也不缺数字形式的信息，我们真正缺少的是对信息的结构化组织管理（机器可以自动处理）和信息交换（不用重复输入）。由于技术、经济 and 法律的诸多原因，这些信息在被不同的参与方以数字形式输入处理以后又被降级成纸质文件交付给下一个参与方了，或者即使上游参与方愿意将数字化成果交付给下游参与方，也因为不同的软件之间信息不能互用而束手无策。

这就是行业赋予 BIM 的使命：解决项目不同阶段、不同参与方、不同应用软件之间的信息结构化组织管理和信息交换共享，使得合适的人在合适的时候得到合适的信息，这个信息要求准确、及时、够用。

BIM 的定义或解释有多种版本，McGraw.Hill（麦克格劳·希尔）在 2009 年名为“ThebusinessValueofBIM”（BIM 的商业价值）的市场调研报告中对 BIM 的定义比较简练，认为“BIM 是利用数字模型对项目进行设计、施工和运营的过程”。

相比较，美国国家 BIM 标准对 BIM 的定义比较完整：“BIM 是一个设施（建设项目）物理和功能特性的数字表达；BIM 是一个共享的知识资源，是一个分享有关这个设施的信息，为该设施从概念到拆除的全生命周期中的所有决策提供可靠依据的过程；在项目不同阶段，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。”

美国国家 BIM 标准由此提出 BIM 和 BIM 交互的需求都应该基于：

(1) 一个共享的数字表达。

(2) 包含的信息具有协调性、一致性和可计算性，是可以由计算机自动处理的结构化信息。

- (3) 基于开放标准的信息互用。
- (4) 能以合同语言定义信息互用的需求。

在实际应用的层面，从不同的角度，对 BIM 会有不同的解读：

- (1) 应用到一个项目中，BIM 代表着信息的管理，信息被项目所有参与方提供和共享，确保正确的人在正确的时间得到正确的信息。
- (2) 对于项目参与方，BIM 代表着一种项目交付的协同过程，定义各个团队如何工作，多少团队需要一块工作，如何共同去设计、建造和运营项目。
- (3) 对于设计方，BIM 代表着集成化设计，鼓励创新，优化技术方案，提供更多的反馈，提高团队水平。

美国 building SMART 联盟主席 DanaK.Smith 先生在其 BIM 专著中提出了一种对 BIM 的通俗解释，他将“数据(Data)—信息(Information)—知识(Knowledge)—智慧(Wisdom)”放在一个链条上，认为 BIM 本质上就是这样一个机制：把数据转化成信息，从而获得知识，让我们智慧地行动。理解这个链条是理解 BIM 价值以及有效使用建筑信息的基础。

在 BIM 的动态发展链条上，业务需求（不管是主动的需求还是被动的需求）引发 BIM 应用，BIM 应用需要 BIM 工具和 BIM 标准，业务人员（专业人员）使用 BIM 工具和标准生产 BIM 模型及信息，BIM 模型和信息支持业务需求的高效优质实现。BIM 的世界就此而得以诞生和发展（图 1-2）。

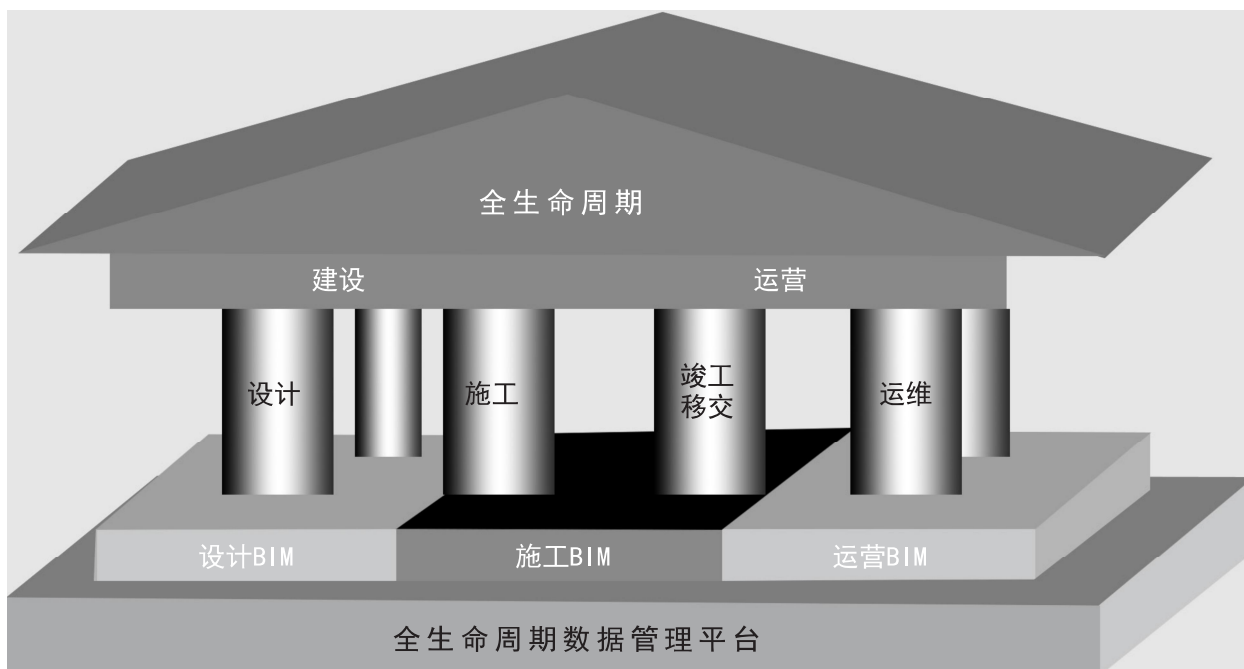


图 1-2 全生命周期 BIM

第二节 BIM 技术软件简介

一、BIM 软件的分类

美国 Building SMART 联盟主席 Dana K.Smith 先生在其出版的 BIM 专著 Building Information Modeling-A Strategic Implementation Guide for Architects, Engineers Constructors and Real Estate Asset Managers 中下了这样一个论断：“依靠一个软件解决所有问题的时代已经一去不复返了”。

BIM 有一个特点——BIM 不是一个软件的事，其实 BIM 不止不是一个软件的事，准确一点应该说 BIM 不是一类软件的事，而且每一类软件的选择也不只是一个产品，这样一来要充分发挥 BIM 价值为项目创造效益涉及常用的 BIM 软件数量就有十几个到几十个之多了。

谈 BIM、用 BIM 都离不开 BIM 软件，本章节试图通过对目前在全球具有一定市场影响或占有率，并且对国内市场具有一定认识和应用的 BIM 软件（包括能发挥 BIM 价值的软件）进行梳理和分类，希望能够给想对 BIM 软件有个总体了解的同行提供一个参考。

BIM 建模类软件可细分为 BIM 方案设计软件、与 BIM 接口的几何造型软件、可持续分析软件等 12 类软件。接下来我们分别对属于这些类型的软件按功能简单分成建模类软件、模拟类软件以及可视化类软件。

（一）BIM 建模类软件

这类软件英文通常叫“BIM Authoring Sof-ware”，是 BIM 之所以成为 BIM 的基础。换句话说，正是因为有了这些软件才有了 BIM，也是从事 BIM 的同行要碰到的第一类 BIM 软件，因此我们称它们为“BIM 核心建模软件”，简称“BIM 建模软件”。

常用的 BIM 建模软件主要有以下四个门派。

（1）Autodesk 公司的 Revit 建筑、结构和机电系列，在民用建筑市场借助了 AutoCAD 的天然优势，有相当不错的市场表现。

（2）Bentley 建筑、结构和设备系列，Bentley 产品在工厂设计（石油、化工、电力、医药等）和基础设施（道路、桥梁、市政、水利等）领域有无可争辩的优势。



(3) 2007 年 Nemetschek 收购 Graphisoft 以后, ArchiCAD/AIPLAN/Vectorworks 三个产品就被归到同一个门派里面了, 其中国内同行最熟悉的是 ArchiCAD, 属于一个面向全球市场的产品, 应该可以说是最早的一个具有市场影响力的 BIM 核心建模软件, 但是在中国由于其专业配套的功能(仅限于建筑专业)与多专业一体的设计院体制不匹配, 很难实现业务突破。Nemetschek 的另外两个产品, AIPLAN 主要市场在德语区, Vectorworks 则是其在美国市场使用的产品名称。

(4) Dassault 公司的 CATIA 是全球最高端的机械设计制造软件, 在航空、航天、汽车等领域具有接近垄断的市场地位, 应用到工程建设行业无论是对复杂形体还是超大规模建筑其建模能力、表现能力和信息管理能力都比传统的建筑类软件有明显优势, 而与工程建设行业的项目特点和人员特点的对接问题则是其不足之处。Digital Project 是 Gery Technology 公司在 CATIA 基础上开发的一个面向工程建设行业的应用软件(二次开发软件), 其本质还是 CATIA, 就跟天正的本质是 AutoCAD 一样。

因此, 对于一个项目或企业 BIM 核心建模软件技术路线的确定, 可以考虑如下基本原则: 民用建筑用 Autodesk Revit; 工厂设计和基础设施用 Bentley; 单专业建筑事务所选择 ArchiCAD.Revit、Bentley 都有可能成功; 项目完全异形、预算比较充裕的可以选择 Digital Project 或 CATIA。

当然, 除了上面介绍的情况以外, 业主和其他项目成员的要求也是在确定 BIM 技术路线时需要考虑的重要因素。

BIM 核心建模软件的具体介绍如下。

首先我们来对 Revit 软件进行一个简单的了解。Revit 系列软件在 BIM 模型构建过程中的主要优势体现在三个方面: 具备智能设计优势, 设计过程实现参数化管理, 为项目各参与方提供了全新的沟通平台。

1. Autodesk Revit Architecture

Autodesk Revit Architecture 建筑设计软件可以按照建筑师和设计师的思考方式进行设计, 因此, 可以开发更高质量、更加精确的建筑设计。专为建筑信息模型而设计的 Autodesk Revit Architecture, 能够帮助捕捉和分析早期设计构思, 并能够从设计、文档到施工的整个流程中更精确地保持设计理念。利用包括丰富信息的模型来支持可持续性设计、施工规划与构造设计, 能做出更加明智的决策。Autodesk Revit Architecture 有以下 13 个特点。

(1) 完整的项目, 单一的环境。

Autodesk Revit Architecture 中的概念设计功能提供了易于使用的自由形状建模和参数

化设计工具，并且还支持在开发阶段及早对设计进行分析。可以自由绘制草图，快速创建三维形状，交互式地处理各种形状。可以利用内置的工具构思并表现复杂的形状，准备用于预制和施工环节的模型。随着设计的推进 Autodesk Revit Architecture 能够围绕各种形状自动构建参数化框架，提高创意控制能力、精确性和灵活性。从概念模型直至施工文档，所有设计工作都在同一个直观的环境中完成。

（2）更迅速地制定权威决策。

Autodesk Revit Architecture 软件支持在设计前期对建筑形状进行分析，以便尽早做出更明智的决策。借助这一功能，可以明确建筑的面积和体积，进行日照和能耗分析，深入了解建造可行性，初步提取施工材料用量。

（3）功能形状。

Autodesk Revit Architecture 中的 Building Maker 功能可以帮助将概念形状转换成全功能建筑设计。可以选择并添加面，由此设计墙、屋顶、楼层和幕墙系统。可以提取重要的建筑信息，包括每个楼层的总面积。可以将来自 AutoCAD 软件和 Autodesk Maya 软件，以及其他一些应用的概念性体量转化为 Autodesk Revit Architecture 中的体量对象，然后进行方案设计。

（4）一致、精确的设计信息。

开发 Autodesk Revit Architecture 软件的目的是按照建筑师与设计师的建筑理念工作。能够从单一基础数据库提供所有明细表、图纸、二维视图与三维视图，并能够随着项目的推进自动保持设计变更的一致。

（5）双向关联。

任何一处变更，所有相关位置随之变更。在 Autodesk Revit Architecture 中，所有模型信息存储在一个协同数据库中。对信息的修订与更改会自动反映到整个模型中，从而极大减少错误与疏漏。

（6）明细表。

明细表是整个 Autodesk Revit Architecture 模型的另一个视图。对于明细表视图进行的任何变更都会自动反映到其他所有视图中。明细表的功能包括关联式分割及通过明细表视图、公式和过滤功能选择设计元素。

（7）详图设计。

Autodesk Revit Architecture 附带丰富的详图库和详图设计工具，能够进行广泛的预分类（presorting），并且可轻松兼容 CSI 格式。可以根据企业的标准创建、共享和定制详图库。



(8) 参数化构件。

参数化构件亦称族，是在 Autodesk Revit Architecture 中设计所有建筑构件的基础。这些构件提供了一个开放的图形系统，能够自由地构思设计、创建形状，并且还能就设计意图的细节进行调整和表达。可以使用参数化构件设计精细的装配（例如细木家具和设备），以及最基础的建筑构件，例如墙和柱，无须编程语言或代码。

(9) 材料算量功能。

利用材料算量功能计算详细的材料数量。材料算量功能非常适合用于计算可持续设计项目中的材料数量和估算成本，显著优化材料数量跟踪流程。

(10) 冲突检测。

使用冲突检测来扫描模型，查找构件间的冲突。

(11) 基于任务的用户界面。

Autodesk Revit Architecture 用户界面提供了整齐有序的桌面和宽大的绘图窗口，可以帮助迅速找到所需工具和命令。按照设计 workflows 中的创建、注释或协作等环节，各种工具被分门别类地放到了一系列选项卡和面板中。

(12) 设计可视化。

创建并获得如照片般真实的建筑设计创意和周围环境效果图，在实际动工前体验设计创意。集成的 mental ray 渲染软件易于使用、能够在更短时间内生成高质量渲染效果图。协作工作共享工具可支持应用视图过滤器和标签元素，以及控制关联文件夹中工作集的可见性，以便在包含许多关联文件夹的项目中改进协作工作。

(13) 可持续发展设计。

软件可以将材质和房间容积等建筑信息导出为绿色建筑扩展性标志语言（gbXML）。用户可以使用 Autodesk Green Building Studio Web 服务进行更深入的能源分析，或使用 Autodesk Ecotect Analysis 软件研究建筑性能。此外，Autodesk 3ds Max Design 软件还能根据 LEED8.1 认证标准开展室内光照分析。

2. Autodesk Revit Structure

Autodesk Revit Structure 软件改善了结构工程师和绘图人员的工作方式，可以从最大程度上减少重复性的建模和绘图工作，以及结构工程师、建筑师和绘图人员之间的手动协调所导致的错误。该软件有助于减少创建最终施工图所需的时间，同时提高文档的精确度，全面改善交付给客户的项目质量。

(1) 顺畅的协调。

Autodesk Revit Structure 采用建筑信息模型（BIM）技术，因此每个视图、每张图纸

和每个明细表都是同一基础数据库的直接表现。当建筑团队成员处理同一项目时，不可避免地要对建筑结构做出一些变更，这时，Autodesk Revit Structure 中的参数化变更技术可以自动将变更反映到所有的其他项目视图中——模型视图、图纸、明细表、剖面图、平面图和详图，从而确保设计和文档保持协调、一致和完整。

（2）双向关联。

建筑模型及其所有视图均是同一信息系统的组成部分。这意味着用户只需对结构任何部分做一次变更，就可以保证整个文档集的一致性。例如，如果图纸比例发生变化，软件就会自动调整标注和图形的大小。如果结构构件发生变化，该软件将自动协调和更新所有显示该构件的视图，包括名称标记以及其他构件属性标签。

（3）与建筑师进行协作。

与使用 Autodesk Revit Architecture 软件的建筑师合作的工程师可以充分体验 BIM 的优势，并共享相同的基础建筑数据库。集成的 Autodesk Revit 平台工具可以帮助用户更快地创建结构模型。通过对结构和建筑对象之间进行干涉检查，工程师们可以在将工程图送往施工现场之前更快地检测协调问题。

（4）与水暖电工程师进行协作。

与使用 Auto CAD MEP 软件的水暖电工程师进行合作的结构设计师可以显著改善设计的协调性。Autodesk Revit Structure 用户可以将其结构模型导入 Auto CAD MEP，这样，水暖电工程师就可以检查管道和结构构件之间的冲突。Autodesk Revit Structure 还可以通过 ACIS 实体将 Auto CAD MEP 中的三维风管及管道导入结构模型，并以可视化方式检测冲突。此外，与使用 Autodesk Revit MEP 软件的水暖电工程师进行协作的结构工程师可以充分利用建筑信息模型的优势。

（5）增强结构建模和分析功能。

在单一应用程序中创建物理模型和分析结构模型有助于节省时间。Autodesk Revit Structure 软件的标准建模对象包括墙、梁系统、柱、板和地基等，不论工程师需要设计钢、现浇混凝土、预制混凝土、砖石还是木结构，都能轻松应对。其他结构对象可被创建为参数化构件。

（6）参数化构件。

工程师可以使用 Autodesk Revit Structure 创建各种结构组件，例如托梁系统、梁、空腹托梁、桁架和智能墙族，无须编程语言即可使用参数化构件（亦称族）。族编辑器包含所有数据，能以二维和三维图形、基于不同细节水平表示一个组件。

（7）多用户协作。

Autodesk Revit Structure 支持相同网络中的多个成员共享同一模型，而且确保所有人



都能有条不紊地开展各自的工作。一整套协作模式可以灵活满足项目团队的工作流程需求——从即时同步访问共享模型，到分成几个共享单元，再到分成单人操作的链接模型。

（8）备选设计方案。

借助 Autodesk Revit Structure，工程师可以专心于结构设计，可探索设计变更，开发和研究多个设计方案，为制定关键的设计决策提供支持，并能够轻松地向客户展示多套设计方案。每个方案均可在模型中进行可视化和工程量计算，帮助团队成员和客户做出明智决策。

（9）领先一步，分析与设计相集成。

使用 Autodesk Revit Structure 创建的分析模型包含荷载、荷载组合、构件尺寸和约束条件等信息。分析模型可以是整个建筑模型、建筑物的一个附楼，甚至一个结构框架。用户可以使用带结构边界条件的选择过滤器，将子结构（例如框架、楼板或附楼）发送给它们的分析软件，而无须发送整个模型。分析模型使用工程准则创建而成，旨在生成一致的物理结构分析图像。工程师可以在连接结构分析程序之前替换原来的分析设置，并编辑分析模型。

Autodesk Revit Structure 可为结构工程师提供更出色的工程洞察力。它们可以利用用户定义的规则，将分析模型调整到相接或相邻结构构件分析投影面的位置。工程师还可以在对模型进行结构分析之前，自动检查缺少支撑、全局不稳定性和框架异常等分析冲突。分析程序会返回设计信息，并动态更新物理模型和工程图，从而尽量减少烦琐的重复性任务，例如在不同应用程序中构建框架和壳体模型。

（10）创建全面的施工文档。

使用一整套专用工具，可创建精确的结构图纸，并有助于减少由于手动协调设计变更导致的错误。材料特定的工具有助于施工文档符合行业和办公标准。对于钢结构，软件提供了梁处理和自动梁缩进等特性，以及丰富的详图构件库。对于混凝土结构，在显示选项中可控制混凝土构件的可见性。软件还为柱、梁、墙和基础等混凝土构件提供了钢筋选项。

（11）自动创建剖面图和立面图。

与传统方法相比，在 Autodesk Revit Structure 中创建剖面图和立面图更为简单。视图只是整个建筑模型的不同表示，因此用户可以在一个结构中快速打开一个视图，并且可以随时切换到最合适的视图。在打印施工文档时，视图中没有放置在任何图纸上的剖面标签和立面符号将自动隐藏。

（12）自动参考图纸。

这一功能有助于确保不会有剖面图、立面图或详图索引参考了错误的图纸或图表，并且图纸集中的所有数据和图形、详图、明细表和图表都是最新和协调一致的。

（13）详图。

Autodesk Revit Structure 支持用户为典型详图及特定详图创建详图索引。用户可以使用 Autodesk Revit Structure 中的传统二维绘图工具创建整套全新典型详图。设计师可以从 Auto CAD 软件中导出 DWG 详图，并将其链接至 Autodesk Revit Structure，还可以使用项目浏览器对其加以管理。特定的详图直接来自模型视图。这些基于模型的详图是用二维参数化对象（金属面板、混凝土空心砖、基础上的地脚锚栓、紧固件、焊接符号、钢节点板、混凝土钢筋等）和注释（例如文本和标注）创建而成的。对于复杂的几何图形，Autodesk Revit Structure 提供了基于三维模型的详图，例如建筑物伸缩缝、钢结构连接、混凝土构件中的钢筋和更多其他的三维表现。

（14）明细表。

按需创建明细表可以显著节约时间，而且用户在明细表中进行变更后，模型和视图将自动更新。明细表特性包括排序、过滤、编组以及用户定义式。工程师和项目经理可以通过定制明细表检查总体结构设计。例如，在将模型与分析软件集成之前，统计并检查结构荷载。如需变更荷载值可以在明细表中进行修改，并自动反映到整个模型中。

3. Autodesk Revit MEP

Autodesk Revit MEP 建筑信息模型（BIM）软件专门面向水暖电（MEP）设计师与工程师。集成的设计、分析与文档编制工具，支持在从概念到施工的整个过程中，更加精确、高效地设计建筑系统。关键功能支持：水暖电系统建模，系统设计分析来帮助提高效率，更加精确的施工文档，更轻松地导出设计模型用于跨领域协作。

Autodesk Revit MEP 软件专为建筑信息模型而构建（BIM）。BIM 是以协调、可靠的信息为基础的集成流程，涵盖项目的设计、施工和运营阶段。通过采用 BIM，机电管道公司可以在整个流程中使用一致的信息来设计和绘制创新项目，并且还可以通过精确外观可视化来支持更顺畅的沟通，模拟真实的机电管道系统性能以便让项目各方了解成本、工期与环境影响。

借助对真实世界进行准确建模的软件，实现智能、直观的设计流程。Revit MEP 采用整体设计理念，从整座建筑物的角度来处理信息，将给排水、暖通和电气系统与建筑模型关联起来。借助它，工程师可以优化建筑设备及管道系统的设计，进行更好的建筑性能分析，充分发挥 BIM 的竞争优势。同时，利用 Autodesk Revit 与建筑师和其他工程师协同，



还可即时获得来自建筑信息模型的设计反馈，实现数据驱动设计所带来的巨大优势，轻松跟踪项目的范围、明细表和预算。Autodesk Revit MEP 软件帮助机械、电气和给排水工程公司应对全球市场日益苛刻的挑战。Autodesk Revit MEP 通过单一、完全一致的参数化模型加强了各团队之间的协作，让用户能够避开基于图纸的技术中固有的问题，提供集成的解决方案。

（1）面向机电管道工程师的建筑信息模型（BIM）。

Autodesk Revit MEP 软件是面向机电管道（MEP）工程师的建筑信息模型（BIM）解决方案，具有专门用于建筑系统设计和分析的工具。借助 Revit MEP，工程师在设计的前期阶段就能做出明智的决策，因为他们可以在建筑施工前精确可视化建筑系统。软件内置的分析功能可帮助用户创建持续性强的设计内容并通过多种合作伙伴应用共享这些内容，从而优化建筑效能和效率。使用建筑信息模型有利于保持设计数据协调统一，最大限度地减少错误，并能增强工程师团队与建筑师团队之间的协作性。

（2）建筑系统建模和布局。

Revit MEP 软件中的建模和布局工具支持工程师更加轻松地创建精确的机电管道系统。自动布线解决方案可让用户建立管网、管道和给排水系统的模型，或手动布置照明与电力系统。Revit MEP 软件参数变更技术意味着用户对机电管道模型的任何变更都会自动应用到整个模型中。保持单一、一致的建筑模型有助于协调绘图，进而减少错误。

（3）分析建筑性能，实现可持续设计。

Revit MEP 可生成包含丰富信息的建筑信息模型，呈现实时、逼真的设计场景，帮助用户在设计过程中及早做出更为明智的决定。借助内置的集成分析工具，项目团队成员可更好地满足可持续发展的目标和措施，进行能耗分析、评估系统负载，并生成采暖和冷却负载报告。Revit MEP 还支持导出为绿色建筑扩展标记语言（gbXML）文件，以便应用于 Autodesk Ecotect Analysis 软件和 Autodesk Green Building Studio 基于网络的服务，或第三方可持续设计和分析应用。

（4）提高工程设计水平，完善建筑物使用功能。

当今，复杂的建筑物要求进行一流的系统设计，以便从效率和用途两方面优化建筑物的使用功能。随着项目变得越来越复杂，确保机械、电气和给排水工程师与其扩展团队之间在设计和设计变更过程中清晰、顺畅地沟通至关重要。Revit MEP 软件专用于系统分析和优化的工具让团队成员实时获得有关机电管道设计内容的反馈，这样，设计早期阶段也能实现性能优异的设计方案。

（5）风道及管道系统建模。

直观的布局设计工具可轻松修改模型。Revit MEP 自动更新模型视图和明细表，确保

文档和项目保持一致。工程师可创建具有机械功能的 HVAC 系统，并为通风管网和管道布设提供三维建模，还可通过拖动屏幕上任何视图中的设计元素来修改模型。还可在剖面图和正视图中完成建模过程。在任何位置做出修改时，所有的模型视图及图纸都能自动协调变更，因此能够提供更为准确一致的设计及文档。

（6）风道及管道尺寸确定 / 压力计算。

借助 Autodesk Revit MEP 软件中内置的计算器，工程设计人员可根据工业标准和规范 [包括美国采暖、制冷和空调工程师协会 (ASHRAE) 提供的管件损失数据库] 进行尺寸确定和压力损失计算。系统定尺寸工具可即时更新风道及管道构件的尺寸和设计参数，无须交换文件或第三方应用软件。使用风道和管道定尺寸工具在设计图中为管网和管道系统选定一种动态的定尺寸方法，包括适用于确定风道尺寸的摩擦法、速度法、静压复得法和等摩擦法，以及适用于确定管道尺寸的速度法或摩擦法。

（7）HVAC 和电力系统设计。

借助房间着色平面图可直观地沟通设计意图。通过色彩方案，团队成员无须再花时间解读复杂的电子表格，也无需用彩笔在打印设计图上标画。对着色平面图进行的所有修改将自动更新到整个模型中。创建任意数量的示意图，并在项目周期内保持良好的一致性。管网和管道的三维模型可让用户创建 HVAC 系统，用户还可通过色彩方案清晰显示出该系统中的设计气流、实际气流、机械区等重要内容，为电力负载、分地区照明等创建电子色彩方案。

（8）线管和电缆槽建模。

Revit MEP 包含功能强大的布局工具，可让电力线槽、数据线槽和穿线管的建模工作更加轻松。借助真实环境下的穿线管和电缆槽组合布局，协调性更为出色，并能创建精确的建筑施工图。新的明细表类型可报告电缆槽和穿线管的布设总长度，以确定所需材料的用量。

（9）自动生成施工文档视图。

自动生成可精确反映设计信息的平面图、横断面图、立面图、详图和明细表视图。通用数据库提供的同步模型视图令变更管理更趋一致、协调。所有电子、给排水及机械设计团队都受益于建筑信息模型所提供的更为准确、协调一致的建筑文档。

（10）Auto CAD 提供无与伦比的设计支持。

全球有数百万经过专业培训的 Auto CAD 用户，因此用户可以更迅速地共享并完成机电管道项目。Revit MEP 为 Auto CAD 软件中的 DWG 文件格式提供无缝支持，让用户放心保存并共享文件。来自 Autodesk 的 DWG 技术提供了真实、精确、可靠的数据存储和共享方式。



4. Bentley

Bentley 的核心产品是 Micro Station 与 Project Wise。Micro Station 是 Bentley 的旗舰产品，主要用于全球基础设施的设计、建造与实施。Project Wise 是一组集成的协作服务器产品，它可以帮助 AEC 项目团队利用相关信息和工具，开展一体化的工作。Project Wise 能够提供可管理的环境，在该环境中，人们能够安全地共享、同步与保护信息。同时，Micro Station 和 Project Wise 是面向包含 Bentley 全面的软件应用产品组合的强大平台。企业使用这些产品，在全球重要的基础设施工程中执行关键任务。

（1）建筑业：面向建筑与设施的解决方案。

Bentley 的建筑解决方案为全球的商业与公共建筑物的设计、建造与营运提供强大动力。Bentley 是全球领先的多行业集成的全信息模型（BIM）解决方案厂商，产品主要面向全球领先的建筑设计与建造企业。

Bentley 建筑产品使得项目参与者和业主运营商能够跨越不同行业与机构，一体化地开展工作。对所有专业人员来说，跨行业的专业应用软件可以同时工作并实现信息同步。在项目的每个阶段做出明智决策能够极大地节省时间与成本，提高工作质量，同时显著提升项目收益、增强竞争力。

（2）工厂：面向工业与加工工厂的解决方案。

Bentley 为设计、建造、营运加工工厂提供工厂软件，包括发电厂、水处理工厂、矿厂以及石油、天然气与化学产品加工工厂。在该领域，所面临的挑战是如何使工程、采购与建造承包商（EPC）与业主运营商及其他单位实现一体化协同工作。

Bentley 的 Digital Plant 解决方案能够满足工厂的一系列生命周期需求，从概念设计到详细的工程、分析、建造、营运、维护等方面一应俱全。Digital Plant 产品包括多种包含在 Plant Space 之中的工厂设计应用软件，以及基于 Micro Station 和 Auto CAD 的 Auto Plant 产品。

（3）地理信息：面向通信、政府与公共设施的解决方案。

Bentley 的地理信息产品主要面向全球公共设施、政府机构、通信供应商、地图测绘机构与咨询工程公司。他们利用这些产品对基础设施开展地理方面的规划、绘制、设计与营运。在服务器级别，Bentley 地理信息产品结合了规划与设计数据库。这种统一的方法能够有效简化和统一原来存在于分散的地理信息系统（GIS）与工程环境中的零散的工作流程，企业能够从有效的地理信息管理获益匪浅。

（4）公共设施：面向公路、铁路与场地工程基础设施的解决方案。

Bentley 公共设施工程产品在全球范围内被广泛地用于道路、桥梁、场地工程开发、

中转与铁路、城市设计与规划、机场与港口及给排水工程。GDL 语言能独立地对模型内各构件的二维信息进行描述，将二维信息转换成三维数据模型，并能在生成的二维图纸上使用平面符号标志出相应的构件位置。Bentley 有多种建模方式，能够满足设计人员对各种建模方式的要求。Bentley 软件是一款基于 Micro Station 图形平台进行三维模型构建的软件。基于 Micro Station 图形平台 Bentley 软件可以进行实体、网格面、B-Spline 曲线曲面、特征参数化、拓扑等多种建模方式。另外，软件还带有两款非常实用的建模插件：Parametric CellStudio 与 Generative Components。在建模插件的辅助下，软件可以使设计人员完成任意自由曲面和不规则几何造型的设计。在软件建模过程中，凭借软件参数化的设计理念，可以控制几何图形进行任意形态的变化。软件可以通过控制组成空间实体模型的几何元素的空间参数，对三维实体模型进行适当的拓展变形。设计人员通过 Bentley 软件对模型进行拓展，从产生的多种多样的形体变化中可以找到设计的灵感和思路。

Bentley 系统软件的建模工作需与多种第三方软件进行配合，因此建模过程中设计人员会接触到多种操作界面，使其可操作性受到影响。Bentley 软件有多种建模方式，但是不同的建模方式构建出的功能模型有着各不相同的特征行为。设计人员要完全掌握这些建模方式需要花费相当的人力与时间。软件的互用性较差，很多功能性操作只能在不同的功能系统中单独应用，对协同设计工作的完成会有一定的影响。

5.Graphisoft/Nemetschek AG-ArchiCAD 软件

20 世纪 80 年代初，Graphisoft 公司开发了 ArchiCAD 软件，2007 年 Graphisoft 公司被 Nemetschek 公司收购以后，新发布了 11.0 版本的 ArchiCAD 软件，该软件可以在目前广泛应用的 Windows 操作平台上操作，也可以在 Mac 操作平台上应用，适用性较强。ArchiCAD 软件是基于 GDL（Geometric Description Language）语言的三维仿真软件。ArchiCAD 软件含有多重三维设计工具，可以为各专业设计人员提供技术支持。同时软件还有丰富的参数化图库部件，可以完成多种构件的绘制。GDL 是 1982 年开发出的一种参数化程序设计语言。作为驱动 ArchiCAD 软件进行智能化参数设计的基础，GDL 的出现使得 ArchiCAD 进行信息化构件设计成为可能。与 BASIC 相似，GDL 是参数化程序设计语言，它是运用程序绘制门窗、小型的组件，必须单独进行处理，从而使设计工作变得更加烦琐。

ArchiCAD 还包含了供用户广泛使用的对象库（object libraries）。ArchiCAD 作为最早开发的基于 BIM 技术的软件，在众多软件中具有较多优势，同时随着相关专业技术的发展，其发展潜力逐渐得到开发。ArchiCAD 软件的主要特点如下。



(1) 运行速度快。

ArchiCAD 在性能和速度方面拥有较大优势,这就决定了用户可以在设计大体量模型的同时将模型做得非常详细,真正起到补助设计和施工的作用。对硬件配置的要求远远低于其他 BIM 软件,普通用户不需要花费大量资金进行硬件升级,即可快速开展 BIM 工作。

(2) 施工图方面优势明显。

使用 ArchiCAD 建立的三维立体模型本身就是一个中央数据库,模型内所有构件的设计信息都储存在这个数据库中,施工所需的任意平面图、剖面图和详图等图纸都可以在这个数据库的基础上进行生成。软件中模型的所有视图之间存在逻辑关联,只要在任意视图里对图纸进行修改,修改信息会自动同步到所有的视图中,避免了平面设计软件容易出现的平面图与剖面、立面图纸内容不对应的情况。

(3) 可实现专业间协同设计。

ArchiCAD 具有非常良好的兼容性,能够实现数据在各设计方之间的准确交换和共享。软件可以对已有的二维设计图纸中的设计内容进行转换,通过软件内置的 DWG 转换器,将二维图纸中的设计内容完美地转换成三维实体。软件不仅可以进行建筑模型的创建,还能为给排水、暖通、电力等设备专业提供管道系统的绘制工具。利用 ArchiCAD 软件中的 MEP 插件,各配套设备专业的设计人员可以在建筑模型基础上对本专业的管道系统进行建模设计。软件还可以在可视化的条件下对管道系统进行碰撞检验,查找管线综合布设问题,优化管线系统的布设。然而,ArchiCAD 软件也有不小的局限性,造成这种局限性的最主要原因是软件采用的全局更新参数规则(parametric rules)。ArchiCAD 软件采用的是内存记忆系统,当软件对大型项目进行处理时,系统就会遇到缩放问题,使软件的运行速率受到极大影响。要解决这个问题,必须将项目整个设计管理工作分割成众多设计等多个方面。软件依靠其强大的建模功能能够完成建筑模型的绘制、机电和设备的布设以及多种不规则设计。

6.CATIA

CATIA 是英文 Computer Aided Tri-dimensional Interface Application 的缩写,是法国 Dassault Systemes 公司的 CAD/CAM/CAE/PDM 一体化软件。在 20 世纪 70 年代 Dassault Aviation 成了第一个用户,CATIA 也应运而生。从 1982 年到 1988 年,CATIA 相继发布了 1、2、3 版本,并于 1993 年发布了功能强大的 4 版本,现在的 CATIA 软件分为 V4 版本和 V5 版本两个系列。V4 版本应用于 UNIX 平台,V5 版本应用于 UNIX 和 Windows 两种平台。新的 V5 版本界面更加友好,功能也日趋强大,并且开创了 C.AD/CAE/C.AM 软件的一种全新风格。最新的 V5R14 版本已经投放市场。CATIA 源于航空航天业,但其强大

的功能已得到各行业的认可，在欧洲汽车行业，已成为事实上的标准。其著名用户包括波音、克莱斯勒、宝马、奔驰等一大批知名企业，用户群体在世界制造业中具有举足轻重的地位。波音飞机公司使用 CATIA 完成了整个波音 777 的电子装配，创造了业界的一个奇迹，从而也确定了 CATIA 在 CAD/CAE/CAM 行业内的领先地位。CATIA 重新构造的新一代体系结构，不仅具有与 NT 和 UNIX 硬件平台的独立性，能给现存客户平稳升级，而且还具有以下特点。

(1) CATIA 采用特征造型和参数化造型技术，允许自动指定或由用户指定参数化设计、几何或功能化约束的变量式设计。根据其提供的 3D 框架，用户可以精确地建立、修改与分析 3D 几何模型。

(2) 具有超强的曲面造型功能，其曲面造型功能包含了高级曲面设计和自由外形设计，用于处理复杂的曲线和曲面定义，并有许多自动化功能，包括分析工具，加速了曲面设计过程。

(3) 提供的装配设计模块可以建立并管理基于三维的零件和约束的机械装配件，自动地对零件间的连接进行定义，便于对运动机构进行早期分析，大大加速了装配件的设计，后续应用则可利用此模型进行进一步的设计、分析和制造，能与产品生命周期管理 (Product Lifecycle Management, PLM) 相关软件进行集成。

(二) BIM 模拟类软件

模拟类软件即为可视化软件，有了 BIM 模型以后，对可视化软件的使用至少有如下好处：可视化建模的工作量减少了；模型的精度和与设计（实物）的吻合度提高了；可以在项目的不同阶段以及各种变化情况下快速产生可视化效果。常用的可视化软件包括 3ds Max、Artlantis、AccuRender 和 Lightscape 等。

预测居民、访客或邻居对建筑的反应以及与建筑的相互影响是设计流程中的主要工作。“这栋建筑的阴影会投射到附近的公园内吗？”“这种砖外墙与周围的建筑协调吗？”“大厅会不会太拥挤？”“这种光线监控器能够为下面的走廊提供充足的日光吗？”只有“看到”设计，即在建成前体验设计才能圆满地回答这些常见问题。可计算的建筑信息模型平台，如 Revit 平台，可以在动工前预测建筑的性能。建筑的性能中，人对于建筑的体验是其中一个方面。准确实现设计的可视化对于预测建筑未来的效果非常重要。

建筑设计的可视化通常需要根据平面图、小型的物理模型、艺术家的素描或水彩画展开丰富的想象。观众理解二维图纸的能力、呆板的媒介、制作模型的成本或艺术家渲染画作的成本，都会影响这些可视化方式的效果。CAD 和三维建模技术的出现实现了基于