

模块 1

BIM 基础 认知

第1章 BIM 概述



知识目标

1. 了解 BIM 的概念。
2. 掌握 BIM 技术特性。
3. 了解 BIM 技术给建筑业带来的影响。
4. 了解 BIM 的发展历程。



教学视频：
BIM 概述



能力目标

1. 能够了解 BIM 技术在项目全生命周期的应用价值。
2. 能够掌握 BIM 应用思路和方法。



素养目标

1. 了解 BIM 技术给建筑业带来的影响，树立正确的世界观、人生观、价值观，增强民族自豪感和使命感。
2. 认识课程的重要性，树立学好课程的决心，培养行业认同感和专业自信心。
3. 认识建筑可持续发展的重要性。

1.1 BIM 的概念及发展历程

1.1.1 BIM 的概念

建筑信息模型（Building Information Modeling, BIM）是一个完备的信息模型，能够将工程项目在全生命周期中各个不同阶段的工程信息、过程和资源集成在一个模型中，方便被工程各参与方使用。《建筑信息模型统一应用标准》（GB/T 51212—2016）对 BIM 的定义为：在建设工程及设施全生命期内，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。BIM 技术通过三维数字技术模拟建筑物所具有的真实信息，为工程项目设计、施工和运营提供相互协调、内部一致的信息模型，使该模型达到设计—施工—运营一体化，各专业协同工作，从而降低工程生产成本，保障工程按时按质完成，为工程项目的运营维护提供数据支持。

在理解 BIM 概念时，需要明确以下几个观点。

(1) BIM 不等同于三维模型,也不是三维模型和建筑信息的简单叠加。虽然我们常说 BIM 是建筑信息模型,但 BIM 实质上关注的并不只是模型,还包括添加到模型中的建筑信息,以及项目各阶段参建方如何应用这些建筑信息为决策提供可靠依据,从而实现智能建造。

(2) BIM 不是某一款具体的软件,而是一种技术和流程。BIM 的实现需要依赖多款软件产品的相互协作。有些软件适用于创建 BIM 模型(如 Revit、Bentley、Civil3D 等),有些软件适用于做建筑性能分析(如 STAAD、PKPM、绿建斯维尔等),有些软件适合做施工模拟(如 Navisworks、Fuzor、Synchro4D 等),有些软件适合做基于 BIM 模型的造价算量(如晨曦、广联达、鲁班),还有一些软件可在有标准化模型的基础上做项目管理和运维管理。任何一款软件都不可能独立完成所有的工作,关键在于所有的软件都应该基于 BIM 的理念进行数据交流,以支持 BIM 流程的实现。

(3) BIM 不仅是一种设计工具,更是一种先进的项目管理流程和先进项目管理理念。BIM 的目标是在整个建筑项目全生命周期内,将工程建设过程(包括规划、设计、招投标、施工、竣工验收及物业管理等)作为一个整体,形成衔接各个环节的综合管理平台,通过相应的信息平台创建、管理及共享同一个完整的工程信息,从而减少工程建设各阶段衔接及各参建方之间的信息丢失,实现项目精细化管理,最终实现建筑业提质、增效,减少资源浪费。

1.1.2 BIM 在国外的发展与现状

BIM 的理念最早由查克·伊斯曼(Chuck Eastman)教授在 1975 年提出。2002 年美国 Autodesk 公司正式发布《BIM 白皮书》,对 BIM 的内涵和外延进行界定,并逐渐得到全球建筑行业的普遍接受。与此同时,英国、日本和新加坡等国逐渐开始使用 BIM 技术进行建筑设计和管理。

美国 BIM 发展是以市场为依托,政府部门示范引导与业界自身发展需求相结合的普及推广模式。虽然美国政府官方较少出台针对 BIM 技术的强制性法规,但由于巨大的市场和领先的软件公司的推动,BIM 技术在美国具有相对较高的成熟度。截至 2022 年,BIM 在全美设计行业的整体采用率接近 80%,超过 98% 的大型建筑公司采用了 BIM,超过 30% 的小型公司将其用于一些建模和文件编制。

英国是目前全球 BIM 技术应用增长最快、成效显著的国家之一,也是全球 BIM 技术标准体系最健全,且实施推广力度最大的国家之一。英国政府自 2011 年先后发布了《政府建设战略》《英国数字建设战略》和《转变基础设施绩效:到 2030 年的路线图》等文件,旨在将数字技术引入建筑全生命周期管理,探索如何利用数字技术改善建筑及人居环境。英国 BIM 应用率已从 2011 年的 13% 提高至 2021 年的 71%,英国政府将 BIM 框架视作达成英国信息管理战略的关键过程。

德国在 BIM 技术的全面应用比较缓慢。2015 年,德国联邦交通和数字基础设施部为逐步引入 BIM 方法制定了全面的路线图,开展一系列精心规划的试点项目,并制定详细的指导方针和政策立场。2020 年德国政府推出了首个要求在联邦基础设施项目中实施 BIM 技术的政策。目前,德国正在抓紧制定 BIM 的统一国家标准,研究更广泛的 BIM 技术应用行政命令,预计将于 2025 年推出。

日本 BIM 的开发过程起步较早,最初是由政府制定和宣布的相关应用指南决定的,

应用状况则相对落后。十多年来，日本政府一直在努力将 BIM 列入建筑行业的议程，发布了各种路线图和指导方针。早在 2010 年，日本国土交通省就宣布开始在公共建筑工程中使用 BIM 的试点项目。日本建筑师协会制定了 BIM 在设计中的使用指南，日本建筑学会提供了 BIM 项目的流程图，日本建筑承包商联合会致力于为建筑承包商提供实施 BIM 的技能。但由于日本独特的建筑业商业习惯和运作方式，BIM 的使用从来都不是强制性的，各地根据当地情况进行定制，没有统一稳定的实施路线，目前的落地实施比较缓慢。

新加坡政府通过制定适当的标准和发展战略来促进本国的 BIM 技术的发展。新加坡是最早应用 BIM 处理与自动审查建筑物全生命期项目文件的国家之一。2010 年新加坡公共工程全面要求设计施工导入 BIM，2015 年开始要求以 BIM 兴建所有公私建筑工程。2017 年提出集成数字交付（IDD）战略，鼓励更多的建筑环境行业公司实现数字化。2019 年推出了智能设施管理指南，为其整个建筑运营阶段提供保障。新加坡在 2022 年已经通过 BIM、GIS 等手段完成构建了全球首个国家级数字孪生。

经过二十多年的发展，BIM 技术已经在全球范围内得到业界的广泛认可，被誉为建筑业变革的革命性力量。由于使用 BIM 的信息管理正在改变建筑、工程和施工行业过程，加上政府要求行业实施 BIM 技术，预计到 2030 年，全球 BIM 技术市场规模将超过 1500 亿元人民币。

1.1.3 BIM 在我国的发展与现状

在 21 世纪初，BIM 理念及相关技术传入我国，并逐渐获得了建筑行业的认可，政府也在采取各种措施积极推广 BIM 技术发展。目前，我国已经成为全球最大的 BIM 服务市场和全球 BIM 技术发展最快的国家之一。

2003 年颁布的《2003—2008 年全国建筑业信息化发展规划纲要》提出要“运用信息技术全面提升建筑业管理水平和核心竞争能力，实现建筑业跨越式发展”。与此同时，BIM 技术作为新一代信息技术手段开始在我国建筑业中探索应用。2011 年颁布《2011—2015 年建筑业信息化发展纲要》，首次提出把 BIM 技术作为“支撑行业产业升级的核心技术”。2016 年颁布的《2016—2020 年建筑业信息化发展纲要》则着重强调了 BIM 集成应用并提出了向“智慧建造”的方向发展。到 2020 年末，我国新立项项目勘察设计、施工、运营维护中，集成应用 BIM 技术的项目比例达到 90%。

2021 年，根据我国 BIM 技术发展现状和进程，国家从战略高度出台了完善的建筑信息模型标准，要求推动数字化建设全业务链的深度融合、加快智慧城市建设和推动 BIM 人才培养等相关政策和标准。各省（区、市）密集出台了相关 BIM 技术发展规划、支持政策和具体措施，进一步发挥了政府的主导和引领作用。同时，公路、铁路、轨道交通、装配式建筑等专业工程的 BIM 技术应用标准也不断出台和完善。

党的二十大报告中提出，要推进工业、建筑、交通等领域清洁低碳转型。我国 BIM 的发展随着建筑业的转型升级正在经历转变。2022 年印发的《“十四五”建筑业发展规划》明确提出了到 2025 年基本形成 BIM 技术框架和标准体系的具体要求，也明确提出要以场景应用为依托，充分运用 5G、BIM、物联网、人工智能、大数据、云计算等技术，开展运行监测预警技术产品研发和迭代升级，提升管理效率和监测预警防控能力。

我国 BIM 技术的发展已经从前十年主要关注单一模型的建立和模型应用，到如今逐

步融合绿色低碳理念，并与新一代信息技术如互联网、云计算、大数据和人工智能相结合，BIM 正不断助力我国建筑业的数字化转型，并深刻影响着建筑业从供应链管理到数字化建造、智慧化营运的全过程。我国建筑业推进 BIM 技术应用具有如下特点：首先，普及范围广泛，尽管建筑企业对技术的应用深度和广度存在差异，但它们在某种程度上都使用了这些技术；其次，注重 BIM 价值挖掘，从简单的“错漏碰缺”发现、投标标书应用，到专项价值创造，持续寻求价值创造的场景和维度；最后，从 BIM 专业技术人员应用向工程项目在岗人员必备技能的方向转变，逐渐在工程项目的各个管理岗位普及。

目前，BIM 技术已成为我国工程项目常态化应用之一，从招投标到设计、施工、运维都有了更为成熟和深入的应用。以 BIM 为核心基础的“泛 BIM”应用日益增加，BIM 技术和云计算、大数据、物联网、5G、人工智能等新技术的结合应用也在各阶段、各建筑业态上多有成效。随着数字经济的迅猛发展，BIM 技术在未来将会有更广阔的应用前景。

1.2 BIM 的应用价值及特性

1.2.1 BIM 的应用价值

当前，利用数字化手段实现建筑业的转型升级已经成为行业共识，其中 BIM 是推动建筑业转型的关键技术与重要手段。对于项目或企业而言，要把 BIM 价值发挥得淋漓尽致，关键在于模型数据结构信息标准化、集成应用流程化、项目参建方信息共享无损化。同时要做到这三点的前提在于 BIM 基础模型标准化。

BIM 标准化的落地实施手段和体系化的战略规划，将为项目和企业 BIM 成功应用保驾护航。统一 BIM 模型创建标准及信息管理标准，将实现 BIM 模型在建筑规划、设计、施工和运维全生命周期的应用价值最大化。BIM 体系化应用就是综合考虑 BIM 技术在规划设计、施工以及运营维护阶段的全过程应用。包括设计阶段在模型上开展的各类分析计算，模型中附带的信息如何指导构件生产；施工阶段如何应用模型信息进行施工的进度、安全、成本、质量的四控管理，建材厂商及产品构件库的大数据应用；竣工模型传递到建筑物后期运营维护阶段的各种数据信息的分析应用等。模型及信息的合理创建与有效传递是 BIM 体系化应用的关键。BIM 体系化的应用才能真正实现 BIM 技术在全行业的落地应用，这个是 BIM 应用的战略性问题。

在工程建设中，BIM 技术的综合应用是分阶段进行的，同时，参与方不同，其应用点与价值也会有不同的侧重。BIM 在工程项目的不同阶段发挥着不同的应用价值，如图 1-1 所示。

BIM 的提出和发展，对传统建筑业的转型升级产生了重大影响，我们可以从项目阶段、项目参与方和 BIM 应用层次三个维度来建立对 BIM 的认识。应用 BIM 技术，可大幅度提高建筑工程的集成化程度，促进建筑业生产方式的转变，提高工程全生命期投资、设计、施工、运维的质量和效率，提升科学决策和精细化项目管理水平。对于投资，有助于业主提升对整个项目的掌控能力和科学管理水平，能够提高效率、缩短工期、降低投资风险；对于设计，支撑绿色建筑设计、强化设计协调、减少因“错漏碰缺”导致的设计变更，促进设计效率和设计质量的提升；对于施工，支撑工业化建造和绿色施工、优化施工方案，促进工程项目实现精细化管理、提高工程质量、降低成本和安全风险；对于运维，有助于提高资产管理和应急管理水平和有效节约国家资源。

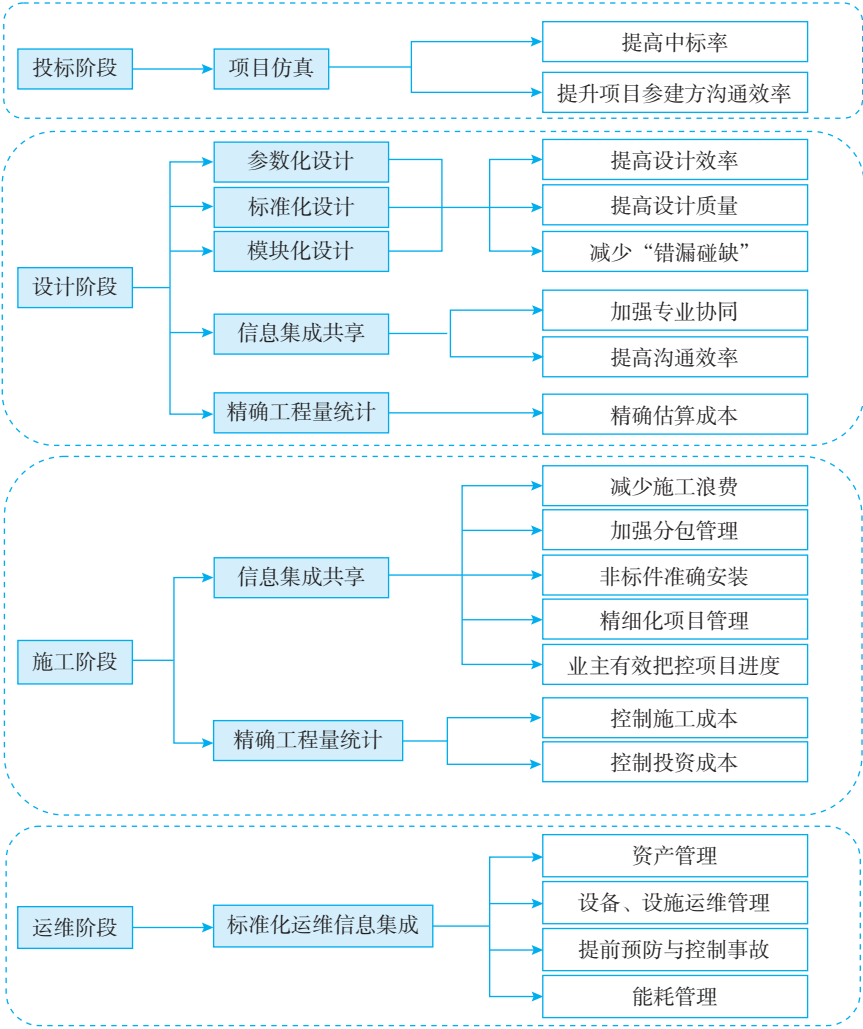


图 1-1 BIM 在工程项目各阶段的应用价值

1.2.2 BIM 的特性

BIM 利用三维数字模型将建筑工程中的信息不断集成，在应用过程中具有以下几个特性。

1. 可视化（visualization）

BIM 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，不仅可以用三维方式来展示效果图及智能化生成报表，更重要的是项目规划、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. 模拟性（simulation）

模拟性并不是只能模拟设计出的建筑物模型，还可以模拟无法在真实世界中进行操作的工作。设计阶段进行 3D 建筑性能模拟，绿建分析等；招投标阶段和施工阶段进行 4D 模拟，根据施工的组织设计模拟实际施工，从而确定合理的施工方案来指导施工；还可以进行基于 3D 模型的造价控制，从而实现成本控制；后期运营维护阶段可以模拟日常紧急情况的处理方式的模拟，地震人员逃生模拟及消防人员疏散模拟等。

3. 协调性 (coordination)

协调是工程建设工作的重要内容，也是难点问题。无论是施工单位还是业主以及设计单位，无不在做着协调及相互配合的工作。一旦项目的实施过程中遇到了问题，就要将项目相关人员组织起来召开协调会，找出问题的原因及解决办法，然后出变更，采取相应补救措施解决问题。BIM 的协调性不仅包括各参与方之间的协调、参与方内部的协调，还包括数据标准的协调和专业之间的协调。在同一个数据源（模型）上开展相应的工作，可以大大减少矛盾和冲突的产生，这是 BIM 最重要的特点，也是其在实践中发挥广泛作用的价值体现。

4. 优化性 (optimization)

优化受三个要素的制约：信息、复杂程度和时间。BIM 模型可以提供建筑物的静态信息，包括几何信息、物理信息、规则信息，还可以提供建筑物动态变化过程信息。利用这些信息可以实现自动关联、智能运算等功能，可以最大限度地缩短优化过程，有利于快速、准确、及时地提出合理的优化方案。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；使业主对设计方案的选择不局限在形状的评价上，而更多的可以使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：裙楼、幕墙、屋顶、大空间等异型设计，占整个建筑的比例不大，但工作量和难度以及投资往往要更多，对这些内容的设计和施工方案进行优化，可以带来显著的工期和投资改进。

5. 可出图性 (portability)

由于 BIM 模型具有完备的 3D 几何信息和拓扑关系，不仅能够进行建筑平、立、剖及大样详图的输出，还可以在碰撞报告的基础上，输出经过优化的综合管线图、综合结构预留洞口图（预埋套管图）、构件加工图等。同时，通过 BIM 模型对建筑构件的信息化表达，还可以指导构件生产，实现预制构件的数字化制造。

6. 参数化 (parameterization)

参数化建模是指通过参数而不是数字建立和分析模型，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，参数承载了图元作为数字化建筑构件的所有信息。通过修改参数，可以在构件自动关联的部分反映出来，大大提高模型的生成和修改速度。

1.3 BIM 技术给建筑业带来的影响

建筑业作为我国国民经济支柱产业，近几年总体规模一直保持了持续扩大的增长态势，工程建造能力不断增强，吸纳了大量农村转移劳动力，带动了大量关联产业，对我国经济社会发展、城乡建设和民生改善做出了重要贡献。BIM 的应用发展对建筑业提质增效产生了积极的影响，已经成为建筑企业实现生产方式转变和管理模式变革的有效手段。

首先，BIM 让建筑全生命周期的价值最大化。目前，BIM 技术已经从最初在深化设计阶段的单场景应用，发展到设计、招投标、施工、运维等各阶段的全面应用。在设

计阶段，已经从“二维”向“三维”转变，并逐步向“三维正向设计”拓展，BIM 为空间设计提供了强有力的技术支持；参数化建模、结构化设计不仅仅能够在设计阶段对建筑结构的各个专业进行更好地整合和校正，更为后期的算量、造价、施工等提供了基础性的参考数据。在施工阶段，以 BIM 作为数据载体，参建各方实时共享项目数据，进而更有效地实现生产要素和生产过程的精细化管理，有效提升施工效率，降低施工安全风险。在运维阶段，以 BIM 为基础，融合 GIS、大数据、IoT、AI 和云计算等技术，整合建筑运维各个子系统信息数据，实现人、建筑 and 设备的互联互通，提升建筑及设备的运维效率。

其次，BIM 对建筑项目各个参与方组织模式产生影响。近年来，国家大力推行促进建筑业持续健康发展的工程组织模式改革，出现了工程总承包（EPC）、全过程工程咨询等模式。BIM 的应用打破了建筑业原有的工作模式、管理方式、团队结构、协作形式、交付方式等传统架构，以三维虚拟模型作为集成全生命周期建筑数据、项目业务流程数据的关键载体，重塑了各个参与方的组织模式。

BIM 通过建立虚拟的三维模型，利用数字化技术提供完整的建筑工程信息库，使建筑工程的信息集成化程度大大提高，从而为建筑工程项目的相关方提供了一个工程信息交换和共享的平台。设计人员可以通过此平台协同展开设计工作，显著提升建筑设计质量及效率；施工人员通过平台数据模拟，制订更周密的施工计划，做到各工序衔接紧密，消除窝工，减少返工，从而保证建筑工程的质量、缩短工期。

最后，BIM 已成为全球建筑业提升生产力的主要导向。从各国政府发展经济战略的层面来说，BIM 已经成为提升建筑业生产力的主要导向，是开创建筑业持续发展新里程的理论与技术。各国政府正因势利导，陆续颁布各种政府文件，制定相关的 BIM 标准来推动 BIM 在各国建筑业中的应用发展，提升建筑业发展水平。BIM 通过信息模型为数据载体，强化信息的交流与共享，消除信息孤岛，通过对信息的综合应用做出正确的决策，有效提高建筑企业信息应用水平和经营水平。

习近平总书记指出：“我们要把握数字化、网络化、智能化融合发展的契机，以信息化、智能化为杠杆培育新动能。”当前，建筑业全面迈向高质量发展阶段，利用数字化手段实现建筑业的转型升级已经成为行业共识，其中 BIM 是推动建筑业转型的关键技术，已经成为实现贯穿建筑全寿命周期的信息集成、展现和协同的重要支撑。当前，BIM 与新技术的集成应用，打造了面向全寿命周期、多方主体协同管理平台，实现了以新设计、新建造、新运维为代表的产业升级，进而实现从传统建造向智慧建造、从建造大国向建造强国转变。

思政元素 爱国情怀——制度自信、民族自豪

BIM 技术在北京大兴国际机场的应用

北京大兴国际机场（图 1-2）是一座超大型国际航空综合交通枢纽，也是全球最大枢纽机场。BIM 技术在北京大兴国际机场的应用与管理主要有以下几点。



图 1-2 北京大兴国际机场

(1) 利用 BIM 的多专业协同设计, 进行各专业深化设计建模。形成全专业的深化设计 BIM 模型, 并进行全专业综合协调检查, 提高深化设计工作的质量和效率, 减少设计问题对施工的影响。

(2) 利用 BIM 技术进行仿真模拟, 对复杂施工技术方案、各专业施工复杂节点、复杂施工工序、机电方案进行模拟。进行可视化交底, 确保复杂部位施工, 提高施工技术、安全、质量、进度等管理能力。

(3) 利用 BIM 的管理平台, 收集整理项目动态管理和信息。

(4) 利用 BIM 技术的配合提高项目商务运行能力。将 BIM 模型与施工现场管理紧密结合, 实现基于 BIM 的进度、成本、竣工交付等现场管理工作, 提高对各专业分包及独立承包的管理水平和现场协调管理能力。

思考: BIM 技术为北京大兴国际机场的建设带来了哪些优势?



课后练习

1. 总结归纳 BIM 的概念。
2. 查阅相关资料, 举例说明 BIM 的特性在实际项目中是如何应用的。
3. 查阅相关资料, 总结 BIM 在项目全生命周期各阶段的应用价值。

第2章 BIM 建模流程及思路

知识目标

1. 掌握 BIM 应用流程（模型应用阶段、模型拆分和整合、模型应用规划）等建模前需要做好的准备工作。
2. 掌握 BIM 规划思路（模型精度、BIM 资源准备、项目样板制定）等 BIM 应用标准和关键资源。
3. 了解项目样板和族样板的概念。
4. 了解 BIM 的协同设计。



教学视频：
BIM 建模流
程及思路

能力目标

1. 能够熟悉 BIM 模型建模的思路以及流程。
2. 能根据具体项目情况选择合适的 BIM 模型建模方案。
3. 能够选择合适的样板创建项目文件。

素养目标

1. 培养一丝不苟、严谨求实、精益求精的工匠精神。
2. 了解到集中力量办大事的好处，激发学生爱国、爱党的热情，树立制度自信、民族自豪感。
3. 具有良好的语言、文字表达能力以及团队沟通合作能力。

2.1 明确 BIM 模型搭建阶段

在进行 BIM 模型搭建前需要认识清楚搭建模型的用途，再根据相关 BIM 模型搭建标准进行模型搭建。BIM 模型搭建思路和搭建流程具体可分为以下几个方面（图 2-1）。

2.1.1 方案设计阶段

方案设计阶段的 BIM 应用主要是利用 BIM 技术对项目的设计方案进行数字化仿真模拟表达以及对可行性进行验证，对下一步深化工作进行推导和方案细化。利用 BIM 软件对建筑项目所处的场地环境进行必要的分析，如坡度、坡向、高程、纵横断面、填挖量、等高线、流域等，作为方案设计的依据。利用 BIM 软件建立建筑模型，输入场地环境相