

安徽省建筑信息模型（BIM）技术应用指南

（2017 版）

安徽省住房和城乡建设厅
2017 年 12 月

目 录

综述篇

1	总 则	1
2	应用综述	2
2.1	BIM 应用阶段	2
2.2	BIM 应用点汇总	3
2.3	BIM 应用总体流程	4
2.4	BIM 项目管理与协同	5
3	应用资源	6
3.1	BIM 环境资源	6
3.2	BIM 人力资源	12
3.3	BIM 信息资源	14

设计篇

4	基于 BIM 的设计项目管理	19
4.1	概 述	19
4.2	制定项目 BIM 目标	20
4.3	组建项目团队	20
4.4	软硬件选择	23
4.5	进度控制	24
4.6	质量控制	25
4.7	协同管理	28
4.8	多方管理	30
4.9	成果整理	31
5	基于 BIM 的协同设计	32
5.1	概 述	32
5.2	中心文件协同方式	33
5.3	文件链接协同方式	36

5.4	文件集成协同方式.....	37
5.5	数据总线协同方式.....	39
5.6	其他协同平台方式.....	43
6	建筑专业 BIM 技术应用.....	44
6.1	概 述.....	44
6.2	方案阶段.....	45
6.3	初步设计阶段.....	50
6.4	施工图设计阶段.....	53
7	结构专业 BIM 技术应用.....	57
7.1	概 述.....	57
7.2	方案阶段.....	58
7.3	初步设计阶段.....	60
7.4	施工图设计阶段.....	70
8	机电专业 BIM 技术应用.....	79
8.1	概 述.....	79
8.2	方案设计阶段.....	82
8.3	初步设计阶段.....	83
8.4	施工图设计阶段.....	93
9	造价专业 BIM 技术应用.....	104
9.1	概 述.....	104
9.2	投资决策阶段.....	105
9.3	设计阶段.....	105
9.4	招投标阶段.....	107
9.5	施工实施阶段.....	108
9.6	竣工结算阶段.....	110

施工篇

10	施工 BIM 实施体系.....	112
10.1	概 述.....	112
10.2	BIM 应用目标.....	112

10.3	BIM 团队组织机构.....	113
10.4	BIM 应用方案内容.....	115
10.5	BIM 应用软硬件选择.....	115
10.6	BIM 基准模型约定.....	116
10.7	BIM 协同平台.....	118
11	施工 BIM 实施管理	120
11.1	概 述.....	120
11.2	模型深化与管理.....	120
11.3	施工组织管理.....	131
11.4	施工技术管理.....	135
11.5	施工进度管理.....	139
11.6	施工质量管理.....	141
11.7	施工安全管理.....	142
11.8	设备与材料管理.....	144
11.9	成本管理.....	145
11.10	构件预制加工管理.....	147
12	施工 BIM 竣工验收	150
12.1	概 述.....	150
12.2	数据信息管理.....	150
12.3	操作流程.....	151
12.4	应用成果.....	152

运维篇

13	运维管理	153
13.1	运维阶段 BIM 技术应用模块.....	153
13.2	基于 BIM 的运维管理平台建设.....	155
13.3	基于 BIM 的运维管理总体架构.....	155

展望篇

14	其他行业 BIM 技术应用	157
14.1	工业工程行业 BIM 应用.....	157

14.2	基础设施行业 BIM 应用.....	159
15	BIM 技术应用展望.....	162
15.1	管理应用展望.....	162
15.2	技术应用展望.....	163

综 述 篇

1 总 则

1.0.1 为指导和规范建筑工程全生命周期 BIM 技术应用，加快推进安徽省工程勘察设计和建筑施工企业 BIM 技术普及应用，推进建筑业信息化和建筑产业现代化，促进建筑业转型升级和持续健康发展，根据《国务院办公厅关于促进建筑业持续健康发展的意见》（国办发〔2017〕19 号）、《住房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）等文件要求，编制《安徽省建筑信息模型（BIM）技术应用指南》（以下简称《指南》）。

1.0.2 本指南适用于建筑工程在设计、施工和运维全过程的 BIM 技术应用，是建筑工程实施 BIM 技术的重要参考，在项目具体实施过程中，应结合实际采用。

1.0.3 本指南在使用过程中有关意见和建议，请及时反馈主编单位（地址：安徽省合肥市包河区九华山路 1 号世纪阳光大厦 1501 室，安徽省建筑设计研究院有限责任公司），以便今后继续修改完善。

2 应用综述

本指南在内容组织上，共分综述篇、设计篇、施工篇、运维篇、展望篇。

综述篇主要包括：总则、应用综述、应用资源章节。

设计篇中重点阐述了设计阶段的 BIM 项目管理与协同管理，并按设计专业建筑、结构、机电和造价分别详细阐述 BIM 技术应用，主要包括：基于 BIM 的设计项目管理、基于 BIM 的协同设计管理、建筑专业、结构专业、机电专业、造价专业 BIM 技术应用等章节。

施工篇按施工阶段的主要管理内容进行划分，主要包括：施工 BIM 实施体系、施工 BIM 实施管理、施工 BIM 竣工验收等章节。

运维篇对 BIM 运维应用的基本功能进行了描述，主要包括：运营维护管理章节。

展望篇主要包括：其他行业 BIM 技术应用、BIM 技术应用展望等章节。

2.1 BIM 应用阶段

建筑项目 BIM 应用适用于项目的全生命周期，主要划分为项目前期、设计阶段、施工阶段、运维阶段。

项目前期是在建设项目规划时使用 BIM 技术进行概念设计、规划设计，进行方案的场地分析与主要经济指标分析，并确定基本方案。

设计阶段使用 BIM 技术进行方案设计、初步设计、施工图设计，本阶段主要目的是为建筑设计提供依据和指导性文件，论证拟建项目的技术可行性和经济合理性，确定设计原则及标准，并交付完整的模型及图纸等设计成果。

施工阶段使用 BIM 技术建立施工 BIM 实施体系、管理施工 BIM 实施内容与过程、完成 BIM 竣工验收与交付，本阶段主要目的是为施工建立必需的技术和物质条件，进行施工方案深化，施工组织准备，施工全过程管控。

运维阶段使用 BIM 技术进行空间管理、设备管理、安防管理、应急管理、能耗管理等，本阶段主要目的是承担建筑产品的运营及维护的所有管理任务，为用户提供安全、便捷、环保、健康的建筑环境。

2.2 BIM 应用点汇总

表 2-1 遵循项目全生命周期各阶段，采用矩阵式架构对 BIM 技术应用要点进行描述，纵轴为建筑项目在项目前期、设计阶段与施工阶段的 BIM 技术应用内容，横轴为各阶段中的专业划分，项目前期和设计阶段按建筑、结构、机电、造价专业划分，施工阶段按土建、钢构、机电、造价专业划分。

表 2-1 基于全生命周期的主要专业 BIM 应用点汇总

序号	阶段	子阶段	应用点	建筑	结构	机电	造价
1	项目前期	项目前期	主要经济指标分析	●	●		
			场地分析	●			
			方案论证	●	●		
			可视化展示	●	●		
			数据准备	●	●	●	
2	设计阶段	方案设计	主要经济指标分析	●	●		●
			可视化展示	●			
			建筑性能分析	●	●		
			建筑方案模型	●	●		
		初步设计	主要技术经济指标分析	●	●	●	●
			初步设计模型	●	●	●	●
			建筑性能分析	●	●		
			可视化展示	●	●	●	
			概算工程量				●
		施工图设计	主要技术经济指标分析	●	●	●	
			施工图设计模型	●	●	●	
			工程量统计	●	●	●	●
			建筑性能分析	●			
			结构分析		●		
			空间检查	●	●	●	
			节点设计	●	●	●	
			碰撞检测	●	●	●	
			管线综合			●	
			可视化展示	●	●	●	
			二维制图表达	●	●	●	
			三维模型交付	●	●	●	●
3	施工阶段	施工准备	施工深化设计	●	●	●	
			施工平面布置模拟	●	●	●	
			施工进度模拟	●	●	●	
			重点施工方案模拟	●	●	●	

序号	阶段	子阶段	应用点	建筑	结构	机电	造价
		施工实施	施工技术管理—图纸会审	●	●	●	
			施工技术管理—设计变更	●	●	●	●
			施工技术管理—作业指导书	●	●	●	
			施工技术管理—施工测量	●	●	●	
			施工进度管理	●	●	●	
			施工质量管理	●	●	●	
			施工安全管理	●	●	●	
			设备与材料管理	●	●	●	
			施工成本管理	●	●	●	●
			构件预制加工	●	●	●	●
		施工验收	模型数据/信息管理	●	●	●	●
			竣工工程量统计	●	●	●	●
			竣工模型交付	●	●	●	●

注：表中“●”为应用点

2.3 BIM 应用总体流程

建筑项目全生命周期 BIM 应用总体流程如图 2-1 所示。

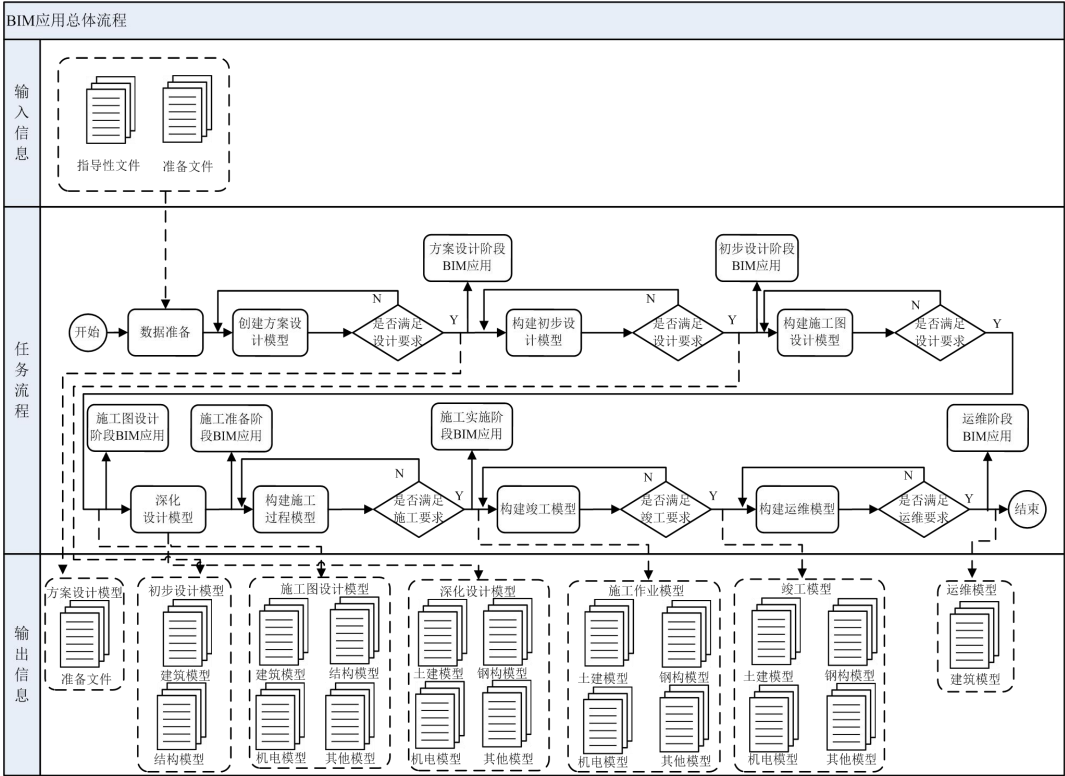


图 2-1 建筑项目全生命周期 BIM 应用总体流程

简要说明：

- 1) 设计各个阶段需分别创建方案设计、初步设计、施工图设计的建筑信息模型，在满足本阶段设计要求后，进行本阶段的 BIM 应用点应用，提交给设计下阶段使用；
- 2) 设计阶段完成后，建筑信息模型整理交付施工阶段使用；
- 3) 施工各阶段需分别创建深化设计、施工过程、施工竣工等信息模型，在满足本阶段施工要求后，进行本阶段的 BIM 应用点应用，提交给施工下阶段使用；
- 4) 施工阶段完成后，建筑信息模型整理交付运维阶段使用。

2.4 BIM 项目管理与协同

项目管理是在限定的工期、质量、费用目标内对项目进行综合管理以实现预定目标的管理工作，项目的核心内容是协同管理。

BIM 项目管理可划分为初级阶段与高级阶段，初级阶段采用传统的管理手段管理 BIM 项目，主要表现为 BIM 项目的行政组织管理过程，主要针对 BIM 项目中模型的管理和人工信息数据处理，本阶段价值体现在运用了 BIM 技术手段，实现了技术创新；而高级阶段的 BIM 项目管理是 BIM 与项目管理的集成应用，充分利用 BIM 的直观性、可分析性、可共享性及可管理性等特性，充分利用 BIM 信息，为项目管理提供可视化、参数化、标准化的管理手段，配合项目管理的流程、统计分析等管理手段，实现数据产生、数据使用、流程审批、动态统计、决策分析的完整管理闭环，建立 BIM 项目管理平台，实现 BIM 管理的信息化，提升项目综合管理能力和管理效率，本阶段价值体现在 BIM 思想的运用，实现了管理创新。

本指南根据 BIM 项目的应用发展趋势，新增基于 BIM 技术的设计项目管理章节。考虑到项目管理的实用性和易于推广，重点关注工程建设行业应用比较广泛的工程设计、施工总承包项目管理。

基于 BIM 的工程设计项目管理遵循以企业质量管理体系为框架，以工程设计产品实现过程为主线，适时逐步融入 BIM 技术应用。从任命 BIM 项目经理、组建 BIM 团队、进行 BIM 设计项目策划、BIM 设计项目实施、BIM 设计项目控制、BIM 设计项目总结等方面进行详细描述，逐步辅助设计团队实现 BIM 技术在工程设计项目中的应用价值。

基于 BIM 的施工总承包项目管理则融入到施工阶段 BIM 技术全过程应用，通过建立施工 BIM 实施体系、管理施工 BIM 实施内容与过程、完成 BIM 竣工验收与交付等章节进行描述，为基于 BIM 技术的施工项目管理的提升提供支持帮助。

设计阶段与施工阶段的 BIM 协同管理方式存在差异，设计阶段的 BIM 协同管理主要为基于数据的设计协同，而施工阶段的 BIM 协同管理主要为基于流程的管理协同。由于在项目管理全生命期中，设计阶段协同相对较为频繁，本指南在设计篇中着重讲述设计阶段的 BIM 协同设计管理方式，重点展开描述涉及基于数据层面的设计协同。在施工篇 BIM 实施体系中则重点描述了基于 BIM 的施工协同管理平台。

3 应用资源

BIM 技术提供的是一种数字化建筑信息模型的表达方式，它可以全面反映建筑全生命周期不同阶段的数据过程和这个过程中所需要的资源。

本章节主要从企业 BIM 应用角度阐述 BIM 应用资源的构成，项目级 BIM 资源组建可参考该章节内容。企业应用 BIM 过程中，为了实现信息资源的共享、复用和规模化生产，需要结合企业的产品定位及发展目标、BIM 实施的步骤和方法，搭建合理的 IT 资源环境，成立与 BIM 应用规划相配套的人员组织机构，积累以“BIM 模型”为核心的信息资源。

BIM 技术在项目全生命周期过程中的应用资源，一般包括三方面的内容：

- 1) BIM 环境资源：一般是指企业 BIM 应用所需的软硬件技术条件，如 BIM 应用所需的各类 BIM 软件工具、个人终端和服务端、网络环境及其配置等；
- 2) BIM 人力资源：一般是指企业中与 BIM 应用相关，以及受 BIM 应用影响的组织模式和人员配备；
- 3) BIM 信息资源：一般是指企业在 BIM 应用过程中，积累并经过标准化处理，形成的支持 BIM 应用并可重复利用的信息总称，BIM 信息资源不仅包括 BIM 模型库、BIM 构件库，同时也包括企业定制的 BIM 标准、相关规范等。

3.1 BIM 环境资源

企业应用实施 BIM 技术，需要投入相应的环境资源，其包括 BIM 软件和基于 BIM 应用的硬件两部分，这是 BIM 项目成功实施的基础保障条件。企业 BIM 实施战略定位既要结合应用现状，还需兼顾未来发展目标，搭建合理的 BIM 软硬件资源平台。

3.1.1 BIM 应用软件和硬件建设基本步骤

- 1) 前期准备阶段：企业在 BIM 实施前应安排专人或成立项目组，了解国内外 BIM 软件。
- 2) 初步规划：了解同行业或其他行业 BIM 实施的情况，并结合本企业的特点，明确 BIM 实施的需求和目标，形成 BIM 实施的初步规划。
- 3) 选型阶段：通过全面考察、重点评估、试用分析的方法选择适合企业自身业务需求的软件系统，并依此选择与之相适应的硬件及网络环境。
- 4) 分步部署阶段：在前期选型的基础上形成本企业 BIM 实施的总体规划，建立从近期到长期的分步部署计划。依据计划全面展开网络基础设施建设，包括桌面计算机和服务端部署，软件系统平台安装调试等，这些工作通常应由专业的 IT 工程师负责或委托专业机构完成。
- 5) 培训应用阶段：企业 BIM 实施中 BIM 软件和硬件设备的高效使用必须通过系统的培训来实现，培训对象主要包括专业设计人员和管理人员。为提高效率，培训和分步部署可采用并行方式开展，

即边部署边培训，共同完成后进入实际应用阶段。培训内容应该包括：基础使用培训、应用技术培训、高级定制培训等，为此企业须制定专门的培训计划和方案。培训工作应随着 BIM 应用的不断深化，长期进行。

6) 后期维护阶段：软硬件更新、网络维护和升级是企业 IT 资源建设的重要组成部分，也应引起足够的重视，为此企业应制定专门的维护方案。

3.1.2 BIM 软件资源

企业 BIM 软件资源的实施主要包括以下工作：BIM 软件平台的选用，BIM 软件平台的部署和培训，BIM 软件定制开发。

BIM 软件平台的选用是企业 BIM 实施的首要环节，一般包括调研及初步筛选、分析及评估、测试及评价、审核批准及正式应用四个步骤。其基本步骤和主要工作内容如下：

2 调研和初步筛选

全面考察和调研市场上现有的国内外 BIM 软件及应用状况。结合本项目的特点、规模，从中筛选出可能适用的 BIM 软件工具集。筛选条件可包括：BIM 软件功能、本地化程度、市场占有率、数据交换能力、软件性价比及技术支持服务能力等。如有必要，也可请相关的 BIM 软件服务商、专业咨询机构等提出建议。

3 分析及评估

对初选每个 BIM 软件进行分析和评估。分析评估应考虑的主要因素包括：是否符合企业的整体发展战略规划；是否可为业务带来收益；软件部署实施的成本和投资回收率；工程人员接受的意愿和学习难度等。

4 测试及试点应用

抽调部分工程人员，对选定的部分 BIM 软件进行试用测试，测试的内容包括软件系统的稳定性和成熟度；易于理解、易于学习、易于操作等易用性及所需硬件资源等。

5 审核批准及正式应用

基于 BIM 软件调研、分析和测试，形成备选软件方案，由相应负责人审核批准最终 BIM 软件方案，并全面部署。

BIM 软件平台的部署、培训和 BIM 软件定制开发一般可通过委托专业的服务机构完成。目前，市场上主流的 BIM 软件平台厂商主要有：欧特克（Autodesk）、奔特力（Bentley）、图软（Graphisoft）等软件公司的 BIM 软件平台及其企业解决方案。常用 BIM 应用软件，如表 3-1 所示。

表 3-1 常用 BIM 软件在建筑全生命周期中的应用

软件工具		设计阶段			施工阶段				运维阶段		
公司	软件	方案设计	初步设计	施工图设计	施工投标	施工组织	深化设计	施工管理	设施维护	空间管理	设备应急
Trimble	SketchUp	●	●								
	Tekla Structure		●	●	●	●	●				
Robert McNeel	Rhino	●	●				○				
Autodesk	Revit	●	●	●	●	●	●				
	NavisWorks		●	●	●	●	●	●	○	○	○
	Ecotect Analysis		●								
	Robot Structural		●	●							
	Advance Steel		●	●	●	●	●				
	Inventor						●				
	InfraWorks	●	●								
	Civil 3D		●	●	●	●					
Graphisoft	ArchiCAD	●	●	●	●	●	●				
广联达	MagiCAD		●	●	●	●	●				
	BIM5D				●	●	●	●			
Bentley	AECOSim Building	●	●	●	●	●	●				
	AECOSim Energy		●	●							
	Hevacomp		●	●							
	STAAD. Pro		●	●							
	ProSteel			●							
	Navigator		●	●	●	●	●	●			
	ConstructSim				●	●					
	Facility Manager								●	●	
FORUM 8	UC-Win/Road	●	●		●	●			●		●
ArchiBus	ArchiBus								●	●	●
鲁班	鲁班 BIM 系统				●	●	●	●			
RIB 集团	iTWO				●	●	○	●			
建研科技	PKPM		●	●							

软件工具		设计阶段			施工阶段				运维阶段		
公司	软件	方案设计	初步设计	施工图设计	施工投标	施工组织	深化设计	施工管理	设施维护	空间管理	设备应急
盈建科	YJK		●	●							
探索者	探索者系列		●	●							
鸿业科技	BIMSpace		●	●							
迈达斯	Midas		●	●							
飞时达	FastTFT							●			

注：表中“●”为主要或直接应用，“○”为次要应用或需要定制、二次开发。

表 3-2 常用 BIM 分析软件

软件工具			设计阶段			施工阶段			
公司	软件	专业功能	方案设计	初步设计	施工图	施工投标	施工组织	深化设计	项目管理
Autodesk	Ecotect Analysis	性能	●	●					
	Robot Structural	结构	●	●	●		●	●	
CSI	ETABS	结构	●	●	●		●	●	
	SAP2000	结构							
MIDASIT	MIDAS	结构	●	●	●				
Bentley	AECOsims								
	Hevacomp	水力	●	●	●				
		风力	●	●	●				
		光学	●	●	●				
	STAAD.Pro	结构	●	●	●				
ANSYS	Fluent	风力	●	●	●				
Mentor	FloVENT	风力	●	●	●				
Brueel & kjr	Odeon	声学	●	●	●				
AFMG	EASE	声学	●	●	●				
LBNL	Radiance	光学	●	●	●				
IES	ApacheLoads	冷热	●	●	●				
	ApacheHVAC	暖通	●	●	●				
	ApacheSim	能耗	●	●	●				
	SunCast	日照	●	●	●				
	RadianceIES	照明	●	●	●				
	MacroFlo	通风	●	●	●				

注：表中“●”为主要或直接应用，“○”为次要应用或需要定制、二次开发。

3.1.3 BIM 硬件环境

BIM 硬件环境包括客户端（台式计算机、笔记本等个人计算机、手持移动终端等）、服务器、网络及存储设备等，它在企业 BIM 实施初期的资金投入相对集中，对后期的整体实施影响较大。企业应当根据整体信息化发展规划及 BIM 技术对硬件资源的要求进行整体考虑。在确定所选用的 BIM 软件系统以后，重新检查现有的硬件资源配置及其组织架构，整体规划并建立适应 BIM 技术需要的 IT 基础架构，实现对企业硬件资源的合理配置。

从现有成熟的 BIM 硬件环境出发，并结合未来 IT 领域的发展方向，企业 BIM 实施中可参考以下三种企业 BIM 硬件环境类型：

6 采用个人计算机

BIM 应用最基本的要求是建模应用，对个人计算机运行要求性能较高，包括：数据运算能力、图形显示能力、信息处理能力等各方面。如有渲染、高性能计算等特殊需求，可考虑选用图形工作站。以下为示例：

运行要求		低配	中配	高配
BIM 应用		1. 局部设计建模 2. 模型构建建模 3. 专业内冲突检查	1. 多专业协调 2. 专业间冲突检查 3. 常规建筑性能分析 4. 精细渲染	1. 高端建筑性能分析 2. 超大规模集中渲染
配置需求	操作系统	Microsoft Windows 7 64 位	Microsoft Windows 7 64 位	Microsoft Windows 7 64 位
	CPU	单核或多核 Intel-Pentium、Xeon 或 i-Series 处理器或性能相当的 AMD SSE2 处理器	多核 Intel Xeon 或 i-Series 处理器或性能相当的 AMD SSE2 处理器	多核 Intel Xeon 或 i-Series 处理器或性能相当的 AMD SSE2 处理器
	内存	8GB RAM	16GB RAM	32GB RAM
	显卡	1GB 显存，支持 DirectX 10 及 Shader Model3 显卡	4GB 显存，支持 DirectX 10 及 Shader Model3 显卡	4GB 显存，支持 DirectX 10 及 Shader Model3 显卡

注：鉴于个人计算机硬件配置升级更新较快，此表配置仅供参考。

- 1) 应用思路：在个人计算机终端中直接运行 BIM 软件，以完成 BIM 的建模计算工作；通过网络，将 BIM 模型集中存储在企业数据服务器中，实现基于 BIM 模型的数据共享与协同工作。
- 2) 应用优点：技术相对成熟、可控性较强，在企业现有的硬件资源组织及管理方式基础上部署，实现方式相对简单，可迅速进入 BIM 实施过程，是目前企业 BIM 实施过程中主流采用的模式。
- 3) 应用缺点：该模式对硬件资源的分配相对固定，不便实现企业硬件资源的充分利用，存在资源浪费的突出现象。

7 采用集中数据服务器

集中数据服务器用于实现企业 BIM 资源的集中存储与共享。以下为示例：

配置	低配	中配	高配
操作系统	Microsoft Windows Server 2012 R2 64 位	Microsoft Windows Server 2012 64 位，Microsoft Windows Server 2012 R2 64 位	Microsoft Windows Server 2012 64 位，Microsoft Windows Server 2012 R2 64 位
WEB 服务器	Microsoft Internet Information Server 7.0 或更高版本	Microsoft Internet Information Server 7.0 或更高版本	Microsoft Internet Information Server 7.0 或更高版本

配置	低配	中配	高配
CPU	6 核及以上, 2.6GHZ 及以上	6 核及以上, 3.0GHZ 及以上	双 CPU
内存	4GB RAM	16GB RAM	32GB RAM
硬盘	10000+RPM	15000+RPM	高速 RAID 磁盘阵列

注：鉴于服务器硬件配置升级更新较快，此表配置仅供参考。

- 1) 应用思路：通过虚拟化产品在各种硬件上的部署，使应用程序能够在集中数据服务器上运行，脱离对硬件的直接依赖，从而实现硬件资源的重新分配与整合，以便更好、更高效地利用硬件资源，最终达到简化管理，优化资源的目标。
- 2) 应用优点：相对于个人计算机的资源分配固定、浪费严重的问题，采用“集中数据服务器”模式的集中管理、按需分配、分时复用，使资源得到更高效、充分的利用。
- 3) 应用缺点：由于 BIM 软件系统对图形显示、系统性能、网络环境的要求较高，在实施过程中，虚拟化系统的设置、资源管理的优化相对复杂，需要专业人员设计建设，对后期维护人员的技术水平也要求更高。

8 采用“云技术”

对于考虑实施或开展使用虚拟化及云计算的大中型企业，可考虑先期开展基于虚拟化技术的 IT 基础架构，逐步推向基于云技术的 IT 基础架构，来实现 BIM 技术的全员高效应用。

- 1) 应用思路：应用程序通过网络从云端按需获取所要的计算资源及服务。“云技术”是一个整体的 IT 解决方案，也是企业未来 IT 基础架构的发展方向。
- 2) 应用优点：云技术能够充分整合原有的计算资源，降低企业新的硬件资源投入，节约资金、减少浪费。
- 3) 应用缺点：基于企业私有云技术的 IT 基础架构建设是个复杂的系统工程，企业需要大量的资金投入和技术支持。

3.1.4 典型方案

图 3-1 和图 3-2 分别为项目网络硬件配置和公司网络硬件配置的典型方案，供参考。

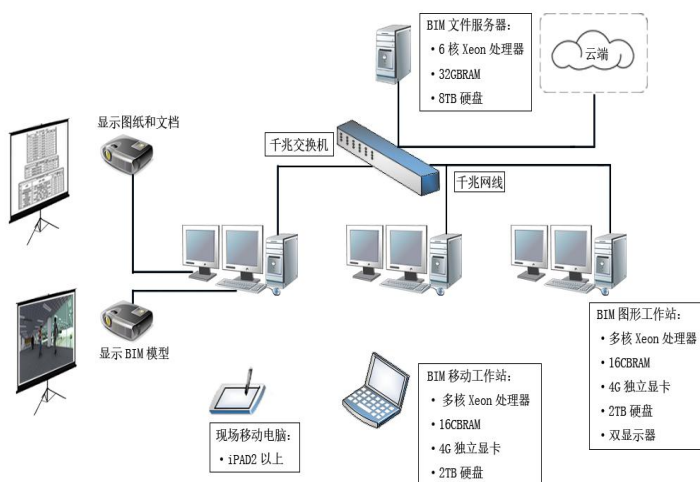


图 3-1 项目网络配置建议

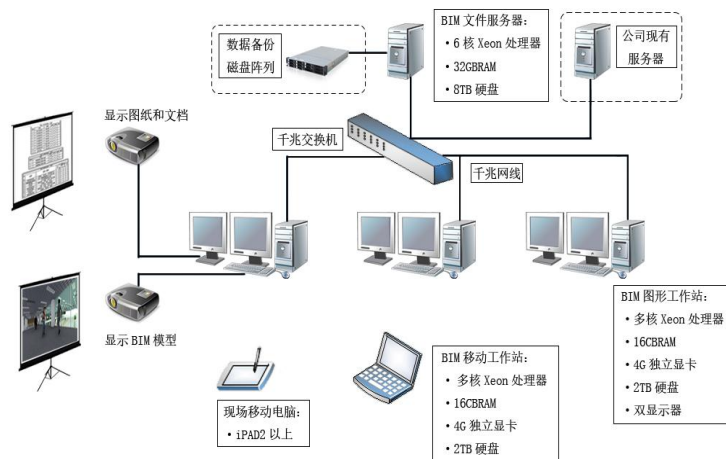


图 3-2 公司网络配置建议

3.2 BIM 人力资源

相较于传统二维设计模式，BIM 应用过程中必然会改变企业现有的人员组织模式。BIM 应用人员的组织和管理，需要基于企业的发展战略，也应结合各自企业自身不同的业务特点。选择适合企业自身特点的 BIM 团队管理模式，是企业 BIM 成功应用的重要条件。企业的 BIM 团队人力资源建设，要循序渐进地进行，同时应处理好与传统工作模式的衔接和融合。

3.2.1 BIM 人力资源组织结构

在企业开展 BIM 应用工作初期，较为常见的 BIM 应用模式及相应的 BIM 人力资源组织结构有以下三种：

- 4) 企业组建 BIM 专业团队的应用模式及相应人力资源组织结构；
- 5) 企业全专业、全人员、全流程的 BIM 应用模式及相应人力资源组织结构；
- 6) 企业 BIM 服务外包的应用模式及相应人力资源组织结构。

3.2.2 企业组建 BIM 专业团队的应用模式

企业组建 BIM 专业团队的应用模式是指企业在内部设立专门的 BIM 研究部门或 BIM 工作室，以协助企业内部各部门或项目团队进行与 BIM 应用相关的工作，探索 BIM 应用特点，服务特定项目的 BIM 应用需求，同时也为企业建立 BIM 应用的品牌效益和竞争力打下基础。

组建 BIM 专业团队的特点是相对稳健，能够避免由于 BIM 初步应用给企业带来的工作效率降低、短期组织结构混乱等风险，也不会给企业已有业务带来直接冲击和影响。随着 BIM 应用的深入，集中管理模式应该逐步过渡到全员普及模式。

但是这种应用模式也存在企业整体 BIM 实施周期相对较长，BIM 专业支持团队人员或角色难以长期定位，内部分配不平衡等问题。

随着“BIM 团队”的建立，企业内部其他部门、岗位也应有相应的变化和调整，如：分管企业信息化

的领导可兼任 BIM 主管领导;企业信息化部门的负责人可兼任 BIM 的部门主管;以及技术质量部门设立 BIM 标准管理人员的岗位。

3.2.3 企业全专业、全人员、全流程的 BIM 应用模式

企业全专业、全人员、全流程的 BIM 应用模式是指企业依据发展战略制定,整体推动 BIM 应用普及。它要求在一定时限内实现企业内部全专业、全人员、全流程的 BIM 应用,以 BIM 技术为核心制定全专业的业务流程。全员式是 BIM 应用的理想模式,也是未来的发展方向。

这种方式的优点是全面动员,易形成对 BIM 的统一认识,加快 BIM 全专业的实施进程,企业能迅速地形成以 BIM 技术为核心的生产力和竞争力。

另一方面,这种方式的实施也存在一定的风险,不仅要求企业须有充分的资金投入,而且初期还存在生产力水平降低、工作强度增大、项目周期难控制、成果交付不稳定等问题。

全专业 BIM 应用模式最大的人事变化是在企业各业务部门内增设了 BIM 项目经理、BIM 制图员等专业岗位。由于 BIM 设计师或 BIM 工程师的岗位与原有各专业的设计师、工程师岗位重合,企业不再有 BIM 设计师或 BIM 工程师的专职岗位,与 BIM 相关的其他部门的岗位及职能相应变化不大。

3.2.4 企业 BIM 服务外包的应用模式

BIM 人力资源服务外包的应用模式是指,在 BIM 实施过程中,一些企业尚不具备成立 BIM 团队的能力,当遇到项目有明确 BIM 需求时,企业一般可采用 BIM 人力资源外包的应用模式来实施 BIM。一般分为 BIM 项目工作外包和 BIM 人力资源外包两种方式。

这种模式的特点是投资小、管理成本低,不会给现有业务带来影响。

但这种模式严格意义上讲不算企业 BIM 实施工作的开展,随着 BIM 技术在行业内的普及,今后仍需完整的 BIM 实施过程。

3.2.5 应用模式的组合

针对以上三种模式的特点及要求,企业可以根据自身情况,结合项目对 BIM 技术应用要求,选择适合自己的模式结构,也可以考虑多种模式的组合应用,一般建议如下:

- 1) 对于小型设计企业:初期选择第三种 BIM 服务外包模式来应对当前 BIM 业务需求,当 BIM 大环境具备普及推广条件后,可逐步转向全专业、全人员、全流程的应用模式。
- 2) 对于中型设计企业:初期可选组建 BIM 专业团队的模式来应对当前 BIM 业务的需求,随着自身 BIM 经验和资源的积累,逐步向全专业、全人员、全流程的应用模式推进。
- 3) 对于大型设计企业:可直接选择全专业、全人员、全流程的应用模式。
- 4) 对于大中型设计企业:当企业遇到自身团队无法胜任的超高复杂的项目时,亦可考虑部分或整体 BIM 外包模式实施,待自身团队具备此类项目的 BIM 能力后,再回归自身团队实施。
- 5) 对于施工企业:可先期选择 BIM 服务外包模式来应对当前 BIM 业务需求,推荐成立“BIM 中心”形式的专职部门,为施工项目的工程构件的标准化研发与定制、项目运作的精细化管理提供平台和

基础，从而提高施工企业的管理水平和经济效益。

3.2.6 企业 BIM 岗位的设置

在企业 BIM 的不同发展阶段，企业应根据自身业务的特点及发展规划，制定合理的 BIM 人力资源培养、发展、定岗等计划，企业在执行过程中可参见《安徽省勘察设计企业 BIM 建设指南》第五章，合理配置人力资源。

3.3 BIM 信息资源

BIM 信息资源是指企业在 BIM 实施过程中开发、积累并经过加工处理，形成可重复利用的 BIM 模型、构件及其信息的总称。对 BIM 信息资源的有效开发利用将大大降低企业 BIM 实施的成本，促进资源共享和数据重用，也是实施 BIM 技术的优势之一。在企业实施 BIM 过程中，BIM 信息资源一般以库、标准、知识等形式体现，如：BIM 模型库、BIM 构件库、标准规范等，我们将其统称为 BIM 信息资源库，它是企业 BIM 信息资源的核心组成部分。企业 BIM 信息资源的创建工作主要包括以下三个方面：BIM 构件库的创建及管理，BIM 模型库的创建及管理，企业 BIM 标准的制定。

3.3.1 企业 BIM 构件库

BIM 构件库包括样板文件、构件、零件等。在建筑信息模型搭建中，BIM 构件有着举足轻重的地位。BIM 模型是由各式各样的构件所组成。BIM 构件分为常规构件和特定构件。在一个项目模型中，常规构件可以通过设定现有的参数进行控制，从而实现在项目中的独特性与适用性。项目中无法通过常规构件进行搭建时就必须定制特定构件，即企业在 BIM 应用中要建立适合企业需要的 BIM 构件库，并做好 BIM 构件库的管理与维护工作。

企业可以通过一些由第三方开发的 BIM 模型构件库管理软件工具，进行日常 BIM 构件库的管理与维护工作，主要工作包括构件库的分类存储及查询、构件库内容的修改与更新、定制视图、构件及模型的建模标准、构件的命名规则等。

3.3.2 企业 BIM 模型库

企业在 BIM 应用过程中，会形成很多 BIM 模型，但能作为企业级的 BIM 模型资源，是指企业根据项目需要，对常用的 BIM 模型进行拆分、整理，将 BIM 模型的部分构件组合在一起，构成通用性较强的 BIM 模型单元。

企业要实现已有 BIM 模型资源的有效利用，必须对这些 BIM 模型资源建立集中的 BIM 模型资源库，并进行统一、规范的管理及维护。建立 BIM 模型资源库，不仅可以提高设计效率，缩短设计周期；同时能提升设计标准化程度，从而避免错误的发生。

企业 BIM 模型资源的管理方式一般有以下两种：一是基于操作系统提供的文档存储方式配合其自身的权限体系进行管理，这种管理方式投资少、实施简单。但不便于模型文件的检索、管理及数据维护；二是

采用专业的数据管理系统进行维护管理，这种管理方式更有利于数据的检索、提高模型资源的利用率、但需要企业设立专门的岗位及人员对 BIM 模型资源进行管理及维护。

企业 BIM 模型资源管理不是对企业 BIM 模型资源的简单集中存储与堆砌，而是一个经过企业整体规划，完成对 BIM 模型资源的通用化、系列化、模块化整合后，进行统一的系统管理、并保持持续性维护的过程。其管理的核心目标主要有以下三点：

- 1) 设计信息的完整性与准确性控制；
- 2) 检索信息的全面性与规范性控制；
- 3) 模型对象的可重用性与可扩充性控制。

3.3.3 企业 BIM 标准

企业宜根据自身的规模、发展特点及 BIM 应用水平不同阶段，结合国家标准和地方标准，制定本企业 BIM 技术标准。通常，针对管理方式和人员岗位职责的改变，企业应制定《BIM 技术应用管理办法》和《BIM 专业技术岗位说明书》，针对业务流程的改变，企业应制定《BIM 技术应用统一规定》、《BIM 构件库及模型库管理规范》、《BIM 项目实施指南》等企业级的标准和规范。对具备 BIM 技术研发能力的企业，还应制定《BIM 技术研发管理规定》、《BIM 软件开发代码标准》、《BIM 资源信息分类与编码》等相关标准和规范。

企业针对 BIM 项目实施过程中一些共性的技术规定，可以先制订《BIM 技术应用统一规定》，其内容可以包括 BIM 模型深度规定、构件命名规定、模型拆分原则、文件目录结构规定、模型色彩规定等；为了有效管理、利用构件库或模型库和不断积累资源，建议尽早制订《构件库及模型库管理规定》等。通过制订一系列企业 BIM 标准来提高企业 BIM 技术应用执行力和实施效率。本指南就 BIM 实施过程中 2 个比较重要的技术规定，提供思路，供参考。

1 BIM 模型深度规定

住房和城乡建设部于 2008 年颁布了最新的《建筑工程设计文件编制深度规定》。该规定按照方案设计、初步设计和施工图设计三个阶段，详尽描述了建筑、结构、电气、给水排水、暖通等专业的交付内容及深度规定，这也是目前企业制定本企业 BIM 设计深度规定的基本依据。

依据 BIM 技术应用的特点，结合国内外 BIM 应用的成功经验，并参照《建筑工程设计文件编制深度规定》，以及工程深化设计、施工管理、竣工验收、运维管理等的需求，制订适合设计、施工和运维企业应用的 BIM 模型深度规定。具体工程项目合同中的 BIM 交付条款，也可参考本部分。工程招投标阶段的模型深度，可参考施工图设计阶段(或初步设计阶段)的模型深度规定，并为模型增加适合的商务信息。

BIM 模型深度规范应遵循“适度”的原则，包括三个方面内容：模型几何深度、模型信息深度和构件内容深度。同时，在能够满足 BIM 应用需求的基础上应尽量简化模型。适度创建模型非常重要，模型过于简单，将不能支持 BIM 的相关应用需求；模型创建得过于精细，超出应用需求，不仅带来无效劳动，还会出现因模型规模庞大而造成软件运行效率下降等问题。

从建筑项目全生命期 BIM 应用的角度，BIM 模型从项目策划、概念设计、方案设计、初步设计、到施

工图设计，再到后续的施工和运营维护，应是一个模型逐渐细化、信息不断丰富的发展过程。

本指南建议将 BIM 全生命期应用的模型几何深度划分为六个等级，采用即将发布的国标《建筑信息模型设计交付标准》中几何表达精度的等级，见表 3-3 所示。不同阶段模型信息深度建议划分为六个深度等级，也采用即将发布的国标《建筑信息模型设计交付标准》中信息深度等级划分，具体见表 3-4 所示。

表 3-3 模型几何深度等级表

代号	深度描述	应用场景	备注
G1	构件示意表达：仅二维表达，对象的占位符号，不设置比例。通常是电气符号、二维图元、CAD 样式等非三维对象。	二维表达环境：如方案草图、CAD 图、节点二维详图等。	
G2	构件概念表达：简单的三维占位图元，包含少量的细节，粗略的尺寸，使用统一的材质，仅供辨识。一般用基本几何体量组合来表达。	概念设计、方案设计阶段模型；工艺专用设备模型；机电专业初步设计模型等。	
G2.5	构件轮廓定义表达：建模细度能够辨别出元素的类型及组件材质。通常包含近似的基本尺寸、形状、方向和位置，能够反应物体本身大致的几何特性。该级元素应满足大多数项目设计表达要求。	各专业初步设计阶段模型；工艺专用设备模型；机电专业施工图设计模型；运维阶段设备初步模型等。	补充增加 1 级
G3	构件详细定义表达：建模详细度足以辨别出元素的类型及组件材质。通常包含三维模型细节，能满足施工建造或机械加工初步要求的模型精度。	施工图设计阶段模型；运维阶段设备模型；	
G3.5	构件制造工艺表达：建模详细度足以满足施工建造或机械加工要求的模型精度	预制加工阶段、施工深化设计、机械加工工艺设计等模型，数控模型，3D 打印模型等	补充增加 1 级
G4	构件最终产品表达：模型与实际产品完全对应，包括所有的细部构造。	竣工交付模型；影视动画精细模型等	

表 3-4 模型信息深度等级表

代号	深度描述	应用场景	备注
N0	表示无设计、施工、运维信息要求。	效果图、三维动画展示的模型。	增加此代号表示无信息要求
N1	包含概念设计、方案设计所需设计信息。具体见《建筑工程设计文件编制深度规定》要求。	概念设计、方案设计阶段	
N1.5	包含初步设计所需设计信息和技术要求。构件所包含的信息应包括安装尺寸、类型、规格及其他关键参数和信息等，具体见《建筑工程设计文件编制深度规定》要求。	各专业初步设计阶段设计信息	补充增加 1 级
N2	包含施工图设计所需设计信息和技术要求。构件应包含在项目后续阶段（如施工算量、材料统计、造价分析等应用）需要使用的详细信息，包括：构件的规格类型参数、主要技术指标、主要性能参数及技术要求等。具体见《建筑工程设计文件编制深度规定》要求。	施工图设计阶段设计信息	
N3	包含 N2 级信息深度，还应包含所需要的详细信息。构件应包含采购、加工、安装、施工临时设施、辅助结构、施工机械、进度、造价、质量安全、绿色环保等信息。	预制加工阶段、施工深化设计、施工建造过程、机械加工、数控、3D 打印等	
N4	模型应包含（或链接）相应分部、分项工程的竣工验收资料。针对运维管理需求，如：空间管理、设备管理、应急管理。用户或产品所需的其他要求信息。	竣工交付验收信息；运维管理所需信息；	

上述模型深度要求是工程企业的一般规定，具体项目的模型深度要求应当根据项目实施的实际要求而定。如：机电专用设备模型、工艺专用设备模型在施工图阶段，由于还没有采购，其设备模型只能是基本

外形，所以模型几何深度只能是 G2 级深度，但技术参数等信息是完备的，其模型信息深度应该是 N2 级深度，如果是 EPC 总承包项目，还需采购信息，其模型信息深度应该是 N3 级深度。建议用 G2/N2 或 G2/N3 来表达机电专业设备模型在施工图阶段模型深度。

2 构件库及模型库管理规范

1) 设计信息的完整性与准确性控制原则及方法

设计信息的完整性与准确性控制原则是要保证 BIM 模型入库前仔细的核对与检查，主要的控制方法如下：

- a) 规范 BIM 模型设计信息完整性与准确性的检查标准：主要应涵盖 BIM 模型及构件是否符合企业交付内容及深度要求，BIM 模型中所应包含的内容是否完整，关键几何尺寸及属性信息是否正确等方面内容。
- b) 制定 BIM 模型入库及更新的审核方法：对于任何 BIM 模型及构件的入库操作，都应经过仔细的审核方可进行。设计人员不能直接将 BIM 模型及构件导入到企业 BIM 模型库中。一般的审核方法为将需要入库的模型及构件先在本专业内部进行校核，再提交 BIM 数据管理员进行审查及规范化处理后，由 BIM 数据管理员进行专人入库。对于需要更新的 BIM 模型及构件，也应采用类似审核方式进行，或提出更新申请（附需更新内容），由 BIM 数据管理员进行更新。
- c) 定义严格的库中 BIM 模型创建及更新权限：作为企业正式的 BIM 模型库，一般设计人员应仅 d) 拥有读取的权限，不能擅自进行添加及更改。对于入库及更新操作，应由专人完成，可以根据企业的实际情况，考虑由企业的 BIM 数据管理员完成，或由各专业的 BIM 数据管理员负责维护企业 BIM 模型库中本专业的相关资源。
- e) 建立切实可行的 BIM 模型入库激励制度：在企业模型库的应用过程中，特别是在模型库建设的初期，企业应考虑建立一定的激励制度，原则是鼓励可用 BIM 模型及构件的提供，鼓励无错误提交，鼓励在库中发现已存在问题。这样才能提高设计人员的积极性，以达到企业 BIM 模型库的不断完善。

2) 检索信息的全面性与规范性控制原则及方法

检索信息的全面性与规范性控制主要是指，针对 BIM 模型及构件中可作为检索条件信息的规范定义及全面提取，包括分类信息、编码信息、关键属性、关键参数、检索关键字等。控制原则是要保证对于 BIM 模型及构件的检索可方便、快速定位，并且应尽量避免误检、漏检的现象。

对于企业 BIM 模型库的检索方式通常采用基于树状结构的分级检索方式、基于属性信息的模糊检索方式等，或是基于几种方式的组合检索，

无论使用哪种检索方式，检索信息的全面性与规范性都是至关重要的，对于检索信息的规划及控制方法如下：

- a) 确定 BIM 模型及构件检索信息的种类和规范：针对不同类型的模型及构件，应首先确定其应有多少种信息可用作查询条件，信息应涵盖尽量多的范围，以便于设计人员从不同角度检索到该对象。如对于门构件，可设定类别、名称、规格、编码、材料、等级、高度、宽度等。之后，应

确定每种用于检索属性的具体规范，包括属性名称（字段名）、字段类型、字段长度、单位等。如对于门构件的高度属性，可设定其属性名称为“高度”、字段类型为整数型、单位为毫米等；对于门构件的防火等级属性，可设定其属性名称为“防火等级”、字段类型为字符型、字段长度为10字节等。

b) 定义BIM模型及构件检索属性的填写规范：对于可用于检索的属性信息，企业应制定相关的填写规范，以保证不同人员对于同一类属性信息的具体内容的填写保持一致，避免误检、漏检的现象的发生。对于填写的规范可分为自由填写、规定范围、规定系列、规定编码规则、规定具体填写内容清单等几种方式。如对于门构件的防火等级属性，可规范为“甲级”、“乙级”、“丙级”的填写方式，而不使用“甲”、“乙”、“丙”；对于门构件的高度属性，可规范为“2100mm”、“2200mm”、“2300mm”等系列的填写方式。

3) BIM模型的可重用性与可扩充性控制原则及方法

BIM模型对象的可重用性与可扩充性控制主要是指BIM模型在设计过程中能够被直接、广泛使用，同时对于新的业务需要可以方便地进行更新与扩充。其主要控制原则包含两部分内容：一是从信息传递的层面可被BIM软件正常使用；二是从实际设计要求的层面能够完全或基本满足设计需要，并可方便地更新与扩充信息。

从信息传递的层面来看，企业应首先考虑BIM软件尽量使用相同的设计平台及相同的软件版本，这将会更有利于BIM模型及构件的重用。其次，企业应根据所选用的BIM软件及版本规范，BIM模型及构件的文件格式及版本，以保证BIM软件可以正常调用，避免BIM模型及构件在数据交换过程中不必要的信息丢失。

a) BIM模型的文件格式规范：BIM模型及其构件是企业数据信息的主要源头，它们是专业间、阶段间、软件系统间进行数据交换的核心载体，因此规范BIM模型资源库的文件存储格式是企业资源库建设的首要工作。其定义和规范应遵循以下原则：依据企业主流BIM建模软件所支持的文件格式，对每一个拟入库的BIM模型及其构件，应包括至少一种核心文件格式及一组辅助文件格式。核心文件格式是指BIM建模软件的专有数据格式（如Autodesk Revit的.rvt、.rfa，Bentley的.dgn，ArchiCAD的.pln）；辅助文件格式是指该BIM建模软件可直接或间接导出的不同用途的数据格式，包括：三维模型浏览格式（如Navisworks的.nwd、.nwc，以及Design Review的.dwf、.dwfx）、国际标准格式（如IFC）、绘图格式（如AutoCAD的.dwg，以及Design Review的.dwf、.dwfx）、效果图片格式（如.jpg）、图表说明格式（如Microsoft Excel的.xls、.xlsx）等。

b) BIM模型的文件版本规范：对于BIM模型的文件版本规范，一般可定义为企业使用最广泛的一种或几种BIM软件版本。在将BIM模型及构件入库时，也可考虑分别存入几种不同版本的文件，可供设计人员选择使用。

c) BIM模型的命名规则：在保证BIM模型及构件在设计、施工、运维全周期中有较好的传递性的前提下可尽量简化，具体命名规则可参照《安徽省民用建筑设计信息模型（D-BIM）交付标准》。

设计篇

4 基于 BIM 的设计项目管理

4.1 概 述

BIM 工程设计项目的项目管理是对使用 BIM 技术的设计项目全过程进行协同、进度和质量控制等全过程开展的目标管理。BIM 技术具有可视性、协调性、模拟性、优化性、可出图性等特性，因此，在工程设计项目管理中应用 BIM 技术可以显著提高沟通协调效率、提高设计质量、控制投资、管控设计进度。

4.1.1 基于 BIM 的设计项目管理特点

应用 BIM 技术的设计项目在管理中具有以下特点：

- 1) 选择更多：基于 BIM 的设计项目需要更多的选择（如：应用点、模型深度、表达方式等）；
- 2) 软件更丰富：基于 BIM 的设计项目需要协同平台、各专业设计软件等多种软件支撑；
- 3) 人员配置多元化：增加新的岗位，如 BIM 经理、协同管理、视觉表达等；
- 4) 进度变化：基于 BIM 的设计项目各阶段所需时间可能与传统设计不同，需考虑前期建模时间增加，后期变更时间相对减少的特点；
- 5) 质量管理难度增加：不仅有二维图纸，还有三维模型等；
- 6) 协同难度大：基于 BIM 的设计项目要求从项目开始全过程协同设计；
- 7) 成本增加：基于 BIM 的设计项目通常在投资、时间、人力、管理成本等方面都增加了；
- 8) 多方参与：基于 BIM 的设计项目更方便多方（甲方、业主、政府、施工单位等）参与设计。

因此，在应用 BIM 技术的设计项目中，需要在项目的各个阶段完成相应的工作。

4.1.2 项目前期

BIM 设计项目策划属设计项目初始阶段的工作，由 BIM 项目经理及各专业负责人和专业 BIM 工程师编制，经相关方评审或经业主方批准后方可实施。设计项目 BIM 策划的输出文件是《设计项目 BIM 实施方案》，内容主要包含以下两个方面：

项目策划表：编制人力资源配置表（团队组建、分工、责任）、工作进度表。工作内容和方法详见本章 4.2、4.4 节。

BIM 技术文件：在此文件中明确项目的目标、标准、深度；模型的深度、精度规定、命名规则；协同平台、基点、协同方式；各专业数据交换方法、格式、规定；优化设计原则；成果交付规定等一系列技术性规定。

4.1.3 项目中期

在项目进行过程中，对项目进度、质量、协同设计等工作的实施进行过程管理。工作内容详见本章相关章节。

4.1.4 项目后期

在项目结束后，需完成成果交付、项目整理、总结、标准提炼、数据库分类归档等工作。

4.2 制定项目 BIM 目标

BIM 设计项目管理是围绕一系列 BIM 目标开展的项目管理。BIM 设计项目在满足原有二维设计的基础上还需满足一系列 BIM 目标要求。项目 BIM 目标通常由项目负责人组织企业 BIM 专家、BIM 项目负责人、BIM 专业负责人共同制定。

4.2.1 制定项目的 BIM 目标要点

项目负责人在制定项目的 BIM 目标时，通常需要从以下几点出发：

- 1) 应用范围：设计全阶段或部分阶段
- 2) 参与专业：全专业或部分专业并考虑各专业应用深度。
- 3) 应用点选择：本项目中实施哪些应用点及其可实施性。
- 4) 成本控制：需充分考虑投入和产出的关系，目标过高会带来几何级数的成本增加。
- 5) 实施结果：正确预期 BIM 应用结果及最终效益评估。

影响 BIM 目标制定的因素主要有：合同约定、项目阶段、资金、人力、时间、BIM 软硬件限制等，因此建议由项目负责人组织 BIM 项目管理层共同制定 BIM 目标，避免出现现阶段无法实现的 BIM 目标。

4.2.2 本阶段工作成果

- 1) 策划成果：完成 BIM 项目技术文件中的项目概述、BIM 目标的编写。
- 2) 执行成果：在之后的项目执行中，围绕目标实施 BIM 应用和管理，项目结束时检查目标完成情况。

4.3 组建项目团队

组建项目团队的工作包含任命项目经理及配置各专业技术人员，以及选择团队的管理模式及 BIM 技术培训。

4.3.1 任命 BIM 项目经理

BIM 项目经理是负责 BIM 设计项目组织、计划及实施过程，处理有关内外关系，保证 BIM 设计项目目标实现的项目负责人，是项目的直接领导与组织者。因此，设计企业应在 BIM 设计项目合同生效后或企业自建 BIM 项目确定后，立即任命 BIM 项目经理。

1 BIM 项目经理应具备以下条件：

- 1) 具备工程建筑设计相关专业背景。
- 2) 具有丰富的建筑行业实际项目的设计与管理经验。
- 3) 具有独立管理大中型 BIM 建筑工程项目的经验。
- 4) 熟悉 BIM 建模及专业软件。
- 5) 具有良好的组织能力及沟通能力。

2 BIM 项目经理应履行下列职责：

- 1) 参与企业 BIM 项目决策，制定 BIM 实施计划。
- 2) 建立并管理项目 BIM 团队，确定各角色人员职责与权限，并定期进行考核、评价和奖惩。
- 3) 负责设计环境的保障监督，监督并协调 IT 服务人员完成项目 BIM 软硬件及网络环境的建立的工作。
- 4) 确定项目中的各类 BIM 标准及规范，如大项目切分原则、构件使用规范、建模原则、专业内协同设计模式、专业间协同设计模式等。
- 5) 负责对 BIM 项目进度的管理与监控。
- 6) 组织、协调人员进行各专业 BIM 模型的搭建、性能分析、二维出图等工作。
- 7) 负责各专业的综合协调工作（阶段性管线综合控制、专业协调等）。
- 8) 负责 BIM 交付成果的质量管理，包括阶段性检查及交付检查等，组织人员解决项目实施过程中 BIM 应用产生的问题。
- 9) 负责对外数据接收或交付，配合业主及其他相关合作方数据检验，并完成数据和文件的接收或交付工作。

4.3.2 组建 BIM 设计团队

项目 BIM 设计团队是为完成工程设计项目 BIM 技术应用而建立的临时性组织，BIM 项目经理在组建 BIM 设计团队时应包括下列主要内容：

- 1) 根据企业规定程序确定组织形式，组建团队；
- 2) 根据合同和企业有关管理规定，确定团队的管理范围和任务；
- 3) 确定团队的职能和岗位；
- 4) 确定团队的组成人员、职责、权限；

- 5) 由 BIM 项目经理与企业签订确认“项目管理目标责任书”，并进行目标分解；
- 6) 组织人员编制团队规章制度、目标责任制度和考核、奖惩制度。
- 7) 项目 BIM 设计团队人员可根据项目需求，设立 BIM 项目经理、BIM 专业负责人、BIM 专业工程师、BIM 建模员、BIM 技术管理员等岗位。一般中、小型民用建筑项目人员配置，可参考表 4-1。

表 4-1 一般中型民用建筑项目人员配置表

专业	人数	备注
BIM 项目经理	1	设计总师（设计经理）可以兼 BIM 项目经理
建筑	1~2	
结构	1~2	
给排水	2	若采用 BIM 建模员辅助专业设计工程师，因建模流程类似，中、小型 BIM 项目机电建模人员可合并，以节省人力资源。
暖通	1~2	
电气	1	
BIM 技术管理员	1	
合计	7~12	

4.3.3 管理模式

完成团队的组建后，项目经理需要根据团队的组成情况制定管理方式。一般来说，项目的管理方式有三种情况：

1 外包方式

BIM 团队太小时，可以选用外包项目的管理方式。

2 BIM 全专业设计团队方式

如企业 BIM 应用相对成熟，BIM 团队成员全部为 BIM 设计人员，则可采用 BIM 全专业设计团队方式，完成项目正向设计。

3 融合式管理方式

如项目较大或企业的 BIM 应用还在发展阶段，可能需要设计师和 BIM 专业工程师一起完成 BIM 设计项目，则宜采用融合式管理方式，使设计团队与 BIM 团队协同工作，共同完成 BIM 设计项目。本小节重点介绍融合式管理方式。

- 1) 融合式管理方式如图 4-1 所示。

- 2) 融合式管理是指设计团队与 BIM 团队既相对独立又互为指导，同时部分工作重叠，他们的工作目标是一致的，即设计经理从设计管理角度保证设计项目目标的实现；BIM 项目经理从 BIM 技术应用角度保证 BIM 技术应用落实，加快设计项目目标的实现。当以企业设计项目为主时，BIM 团队配合设计团队并对其进行指导、支持和实施 BIM 技术应用。当以 BIM 咨询项目为主时，设计团队合 BIM 团队并对其进行专业指导。
- 3) 项目设计经理与 BIM 项目经理可以是一个人兼职也可以是两个人专职，具体视项目性质、规模、复杂程度或其他因素决定，无论如何职责分工不变。服从关系视项目性质来决定，一般设计项目，BIM 项目经理服从设计经理；BIM 咨询项目，设计经理服从 BIM 项目经理。
- 4) 专业负责人与 BIM 专业负责人、设计师与 BIM 专业工程师、初级设计师与 BIM 建模员等，视个人能力、项目规模、复杂程度或其他因素决定是否兼职。
- 5) 设计团队与 BIM 团队融合式管理可以逐步形成全专业、全过程、全人员的 BIM 设计生产格局，即工程设计人员直接采用 BIM 技术完成设计出图、工程量统计等 BIM 技术全过程应用。

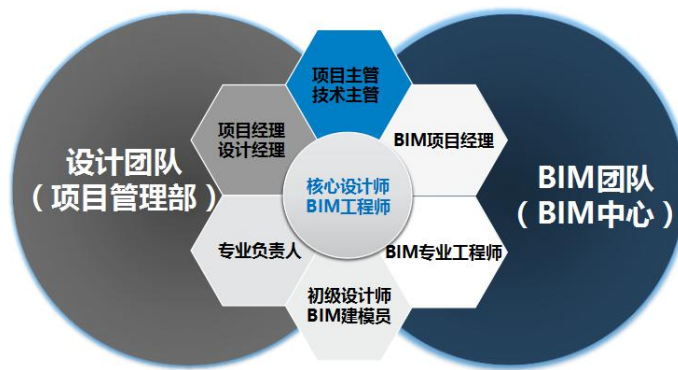


图 4-1 设计团队与 BIM 团队融合式管理模式

4.3.4 团队培训

为提高团队 BIM 应用水平，需对不同岗位人员开展相应的 BIM 技术培训，可以采用整体培训、单专业培训、个别指导等方式。

4.3.5 本阶段工作成果

- 1) 策划成果：编制项目组织机构图，完成所有专业岗位人员配置及技术培训计划。
- 2) 执行成果：确认团队人员到位，完成 BIM 技术培训。

4.4 软硬件选择

BIM 设计项目涉及到网络、硬件、协同平台、多种应用程序的联合应用。在项目策划时需要对软硬件进行选择。

4.4.1 软硬件选择要点

1 网络、硬件选择

充分考虑项目实施过程中所需要的网络及硬件的要求，完成网络及硬件的选择，具体详见应用资源章节。

2 协同平台选择

需从项目规模、协同方式、应用深度、参与人员、管理成本等几个方面综合考虑，选择合适的协同平台。协同平台的选择通常与协同方式紧密关联，可参考第五章关于协同方式的相应内容。

3 应用软件选择

BIM 软件众多，通常在同一个 BIM 设计项目中需要多个 BIM 软件，因此，围绕项目的 BIM 实施目标选择合理的软件配置需重点考虑一下几个方面：

- 1) 统一软件版本。BIM 软件中存在低版本打不开高版本文件的情况，因此，在项目开始时，必须与项目各方沟通，确定统一使用的软件版本。
- 2) 确定数据传递格式。在设计协同中，需充分考虑不同软件在数据传递时信息的保留与传递问题，同时需考虑数据转换的效率及文件大小问题。

4.4.2 本阶段工作成果

- 1) 策划成果：完成 BIM 项目技术文件中的软硬件部分内容的编写，明确以上内容。
- 2) 执行成果：完成软硬件到位、完成维护与支持。

4.5 进度控制

BIM 项目应充分考虑与传统设计项目在进度上的区别，尤其在 BIM 应用的初级阶段，应考虑新增加的 BIM 工作内容及团队人员应用软件的熟练程度。设计人员在设计协同管理平台或共享文件夹实时更新模型、整合模型，设计经理、专业负责人通过可视化、模拟模型装配过程掌握 BIM 设计进度情况。

BIM 项目经理应组织检查 BIM 实施计划的执行情况，分析进度偏差，制定有效措施。

4.5.1 BIM 设计进度的主要控制点

BIM 设计进度的主要控制点应包括：

- 1) 设计各专业间的条件关系及其进度。
- 2) BIM 模型单体完成和提交时间。

- 3) BIM 模型专业和整体整合完成时间。
- 4) BIM 模型之间碰撞检查、调整完成时间。
- 5) BIM 模型、出图、算量等工作结束时间。

4.5.2 不同项目阶段的进度控制

- 1) 项目策划进度安排：BIM 设计项目前期，项目策划需要的时间比传统设计项目更长，建议增加 2-5 个工作日。
- 2) 方案阶段进度安排：利用 BIM 技术优势可展示多个设计方案，应根据方案数量，考虑增加视觉表达工作的时间。
- 3) 初步设计阶段进度安排：应考虑多专业碰撞检查及修改的时间。
- 4) 施工图阶段进度安排：应考虑三维审核的工作时间。
- 5) 项目总结阶段进度安排：BIM 项目后期工作内容比传统设计要增加很多，需在制定计划时充分考虑合理的工作时间，以免项目不能闭合。

4.5.3 工作内容分解（WBS）

BIM 设计项目的工作内容相比传统设计项目增加了很多，主要包括以下四个方面：

- 1) 管理工作：包含项目管理、培训、软硬件技术支持等；
- 2) 设计工作：包含设计及设计服务，应详细分解到各专业设计内容拆分、设计人、审核人等；
- 3) 协同工作：包含平台管理、设计模型更新、整合、维护等；
- 4) 培训工作：包含整体培训、单专业培训、个别指导等；
- 5) 以上工作分解后应明确所有时间节点，责任到人、进度到人、质量到人。

4.5.4 本阶段工作成果

- 1) 策划成果：完成进度计划书的编写。
- 2) 执行成果：项目进度节点跟踪与调整。

4.6 质量控制

BIM 设计质量也应严格按企业质量管理体系要求进行控制。BIM 项目经理及 BIM 各级人员及时填写规定的质量记录，并向企业职能部门、设计团队及时反馈设计质量信息。

4.6.1 BIM 设计质量控制点

BIM 设计质量控制点主要包括：

- 1) BIM 设计要求的控制与评审。
- 2) BIM 策划的控制（组织、技术、条件接口）。
- 3) BIM 应用点实施方案的评审。
- 4) BIM 模型及其数据信息的校审。
- 5) BIM 交付文件的控制。
- 6) BIM 模型变更的控制。

4.6.2 设计要求

确定 BIM 项目组必须遵守的一系列要求，列出标准、规范清单。

4.6.3 模型质量控制

- 1) 建模标准：应明确规定各设计阶段、各专业、各软件的深度、精度、信息深度、坐标系统、基点等；
- 2) 模型规定：应明确规定各设计阶段、各专业的模型技术规定，例如：构件及系统的命名规则、颜色规定、链接关系、文件结构和操作权限等；
- 3) 模型审核方式：应明确规定各阶段、各专业的模型审核的内容及方式，重点审查模型与图纸的一致性；
- 4) 模型交付要求：应明确规定各专业需提交的多项 BIM 成果交付要求、文件格式等。
- 5) 模型变更：应明确规定当设计发生变更时，应先修改 BIM 模型，从模型中生成图纸，模型升版应与图纸版次相关联，或有相关记录说明。

4.6.4 设计控制

可利用 BIM 技术的可视性、协调性、模拟性等特征，帮助设计团队在设计过程中进行可视化设计评审、设计验证、设计会签、设计确认、设计变更，提高沟通效率，提升设计质量。

1 设计评审

BIM 设计评审步骤如下：

- 1) BIM 项目经理组织各专业 BIM 工程师，在协同平台上或 BIM 服务器上，将 BIM 模型进行整合和轻量化，并链接相关资料或图纸；
- 2) 截取或保存需要评审的视图或视点，做好 BIM 评审准备工作；
- 3) 设计评审中，按整体-专业-专业间交接处-关注点的顺序，浏览整合或单体模型（一般采用轻量化模型），根据需要，随时切换到相应的视图、图纸或模型；
- 4) 对关注问题进行批注、截图留下记录并整理，将可视化记录作为附件，随会议纪要分发。
- 5) 完成 BIM 设计修改。

2 设计验证

设计验证俗称“三级审核”，以保证设计满足规定的质量要求。采用 BIM 技术应用后，增加了校核工作量，校核人员必须对模型和图纸一致性进行充分的校核。而审核、审定的工作效率大大提高。BIM 技术应用后三级审核通常实施步骤如下：

- 1) 设计文件和模型文件必须自校，如果设计和建模不是一个人，设计人员必须对模型进行校核，重点审核模型是否满足设计要求；每个专业设计团队对各自专业的模型质量负责，在提交模型前检查模型和信息是否满足模型深度要求。

模型检查方法可以采用以下方法：

- a) 人工检查。通过浏览模型，确保模型中没有计划外的模型组件，并满足设计意图；
- b) 碰撞检查。通过碰撞检查软件，发现建筑构件之间的冲突问题；
- c) 标准检查。确保模型符合国家、行业、地方标准规范的要求，符合项目团队达成的要求；
- d) 单构件验证。确保模型数据中没有未定义或不正确信息定义。

目前，还缺少支持标准检查和单构件验证的软件。每次模型检查都要有确认文档，记录做过的检查项目，以及检查结果，这将作为 BIM 技术应用报告的一部分存档。

- 2) 校核人员应重点对模型与图纸一致性进行校核，然后按各专业校审细则进行校核；
- 3) 审核人员或审定人员先通过浏览模型进行审核，然后按各专业校审细则进行审核；发现问题可以通过截屏、文字描述、电子批注等各种方式进行记录。
- 4) BIM 项目经理对每一修正后再版模型质量负责。

3 设计会签

设计文件（含 BIM 模型）的会签是保证各专业设计互相配合和正确衔接的必要手段。通过会签，可以消除专业设计人员对设计条件或互相联系中的误解、错误或遗漏，是保证设计质量的重要环节。

在设计会签中利用 BIM 技术的五大特性，可以显著提高沟通效率和会签质量，特别是综合管线 BIM 技术应用最具特色，其操作流程参见 8 机电专业 BIM 技术应用。

采用 BIM 技术应用的设计会签基本流程：

- 1) BIM 项目经理配合设计经理检查设计图纸（BIM 模型）是否具备会审会签条件并组织会签；
- 2) 专业 BIM 工程师配合专业负责人按有关会签提纲对 BIM 模型进行浏览会审会签；
- 3) 通过批注、截屏、文字描述、碰撞检查软件等各种方式记录会审会签中的问题，形成会审会签问题报告；
- 4) BIM 项目经理组织各专业人员按会审会签问题报告修改 BIM 模型和图纸；

- 5) 设计经理组织各专业人员对照会审会签问题报告检查修改后的 BIM 模型和图纸;
- 6) 各专业设计人员确认会签并签署;
- 7) 设计经理组织各专业负责人对会审会签问题报告及会签过程中的记录进行整理归档, BIM 项目经理组织 BIM 团队人员对 BIM 模型按版次进行整理存档。

4 设计确认

按我国现行的工程建设体制, 工程设计的确认由顾客或政府主管部门分阶段实施, 确认活动包括:

- 1) 可行性研究报告的评估;
- 2) 方案设计的审查;
- 3) 初步设计的审批;
- 4) 施工图审查机构的审查。

上述确认过程一般将 BIM 模型制作成动画或轻量化模型进行漫游、浏览展示, 帮助顾客或政府主管部门更好、更快地理解设计产品。

5 设计变更

设计变更是在设计过程中或设计产品完成后, 由于用户变更和项目变更而导致设计更改, 这对设计进度、质量和费用产生直接的影响。因此, 设计企业应制定《设计和开发更改程序》, 一旦发生设计更改时, 应严格按照规定的程序执行。采用 BIM 技术后, 需要对程序做适当修改, 修改要点如下:

- 1) 当设计发生变更时, 应先修改 BIM 模型, 再通过浏览模型, 碰撞检查软件等手段, 审查是否引起其他模型变更, 这是 BIM 技术应用一个亮点;
- 2) 确认模型修改完毕后, 尽可能从模型中生成图纸;
- 3) 校审重点审查模型与图纸一致性, 以及引起的其他变更是否做了相应的处理;
- 4) 模型文件必须升版并与图纸版次相关联, 或有相关记录说明。

4.6.5 本阶段工作成果

- 1) 策划成果: 完成 BIM 项目技术文件中统一技术规定中关于模型质量控制及设计质量控制等内容的编写, 应明确上述各项内容。
- 2) 执行成果: 项目过程中持续对模型质量控制管理, 完成模型验收; 持续对 BIM 设计过程质量控制, 提高设计质量。

4.7 协同管理

基于 BIM 的设计不仅要求各专业之间配合好, 还要求精确、协调、同步。因为相比于传统的工作方式, 设计者们有更多的工作内容要表达, 有更多的技术问题要解决, 有更多管理问题要面对。所以需要重新定

义和规范新的设计流程和协作模式。本阶段工作内容要求项目经理与各专业负责人在项目前期商定专业间的协同方式，制定协同要求，编制适合本项目的协同流程，保证基于 BIM 的设计过程运转顺畅，从而提高设计工作效率，保证设计水平和产品质量，降低设计成本。协同管理通常由项目经理及协同管理员完成。

4.7.1 协同技术方案选择

目前协同设计软件较多，首先应选择协同设计软件及平台。主要考虑以下几个方面：

1 协同设计软件

应选择同系列、同版本设计软件便于开展各专业的并行设计，例如选择以 Revit、Bentley 为主的设计软件。各专业设计师可使用各自专业软件完成专业设计及计算，在与其他专业互提资料参与协同设计时，应通过格式转换满足在协同设计的格式要求。

2 协同管理软件

在并行设计的同时，管理的协同也可以使用其他的软件完成诸如碰撞检查、设计评审、会签、项目进度浏览等工作，这时可以选择轻量化协同管理软件，如 Autodesk NavisWorks、Bentley Navigator、Tekla BIMsight。

3 协同平台

项目经验应根据项目的要求选择合理的协同平台，各类协同平台的类型可参见第五章 BIM 协同设计。

4.7.2 协同流程编制

不同项目的 BIM 目标和要求，会产生不同的协同流程。项目经理应在项目开始前，编制适合本项目的协同流程，常用的各类协同流程可参见第五章 BIM 协同设计。

4.7.3 协同规定制定

1 确定项目基点

为保证项目的并行设计及协同要求，项目开始时，需明确项目基点。

2 确定拆分原则

- 1) 单个模型文件大小建议不要超过 300M;
- 2) 项目专业之间采用链接模型的方式进行协同设计;
- 3) 项目同专业采用工作集或链接的方式进行协同设计;
- 4) 建议不要在协同设计的过程中做机电的深化设计;
- 5) 项目模型的工作分配最好由一个人整体规划并进行拆分。

3 确定互提资料规定

需明确各专业在使用 BIM 模型提资和返资时的文件格式、模型等级、模型信息等一系列互提资料的规定。

4 设计模型更新频率

需明确模型同步、上传、更新的频率，提高协同设计效率。

5 确定关键进度节点协同会议时间及周期

定期召开协同工作会议，保留会议记录。

4.7.4 本阶段工作成果

- 1) 策划成果：完成 BIM 项目技术文件中的协同设计流程、各专业协同要求的编写。
- 2) 执行成果：保证协同设计的顺利进行，定期召开协同会议，解决协同中产生的问题。

4.8 多方管理

甲方、设计方、业主、政府等多方参与的 BIM 项目，需明确规定各方职责、权利、义务、工作内容等，及在协同平台及协同设计过程中对项目的管理、参与、干涉等操作权限。项目多方管理是对项目参与各方进行沟通与协作，以满足其需求及期望，解决实际出现的问题，促进各方合理参与项目活动，促使项目沿预期轨道行进，而不会因未解决的项目问题而脱轨。

4.8.1 多方管理要点

通常，由项目经理负责项目多方管理，应做到以下几点：

- 1) 工作分析。应分析项目各方的利益、需求及在项目中的影响力。
- 2) 明确责、权、利。需明确项目各方的职责、权利、义务及工作内容。
- 3) 沟通管理。指定各方沟通负责人及联系人，明确沟通方式，确定关键的协同会议日程和议程，组织沟通会议。
- 4) 权限分配。完成协同平台各位参与人员的权限分配，提交协同平台管理员完成设定。
- 5) 记录与反馈。每次重要沟通都应有沟通记录，通告相关各方，并对结果反馈。

4.8.2 本阶段工作成果

- 1) 策划成果：完成 BIM 项目技术文件中的多方干系人协同管理要求的编写。
- 2) 执行成果：沟通会议、沟通记录、问题处理反馈。

4.9 成果整理

BIM 设计项目完成后，BIM 项目经理应组织 BIM 团队人员对成果进行整理，对 BIM 设计进行总结与评价，确定是否达到预期目标，分析项目成败的原因，分析项目的经济效益以及顾客满意情况，分析项目管理方案、流程是否有效，本项目使用了哪些新技巧、新方法、新技术、新软件或新功能等，编制项目 BIM 技术应用总结报告。

4.9.1 BIM 技术应用总结工作要点

1 明确项目文件归档内容

- 1) 管理文件：主要包含企业质量管理体系要求的系列文件和记录
- 2) 模型文件：各专业、各软件在设计及协同中产生的模型文件
- 3) 交付文件：正式交付的各类模型、图纸、工程量清单、视频文件等各交付版本。

2 完成构件库整理

为提高复用率 and 设计效率，在 BIM 设计项目结束时，应整理项目样板文件、项目族库，提交企业构件库统一管理。

3 完成项目标准整理

为提高类似项目的设计效率，在 BIM 设计项目结束时，应组织人员从项目中总结归纳出项目标准，形成项目标准文件或企业标准文件。

4 完成总结及宣传整理

及时完成项目的各类总结、论文、宣传视频等。

4.9.2 本阶段工作成果

- 1) 策划成果：完成 BIM 项目技术文件中的成果整理要求的编写。
- 2) 执行成果：完成项目归档、企业构件库建设、项目标准建设、整理宣传资料等。

5 基于 BIM 的协同设计

5.1 概 述

BIM 协同设计，是基于网络的一种设计沟通交流手段以及设计流程的组织管理形式。通过可视化共享、网络数据共享、视频会议等手段，使设计团队成员之间可以跨越部门、地域甚至国界进行成果交流、开展方案评审或讨论设计变更；通过建立网络资源库，使设计者能够获得统一的设计标准；通过网络管理软件的辅助，使项目组成员以特定角色登录，可以保证成果的实时性及唯一性，并实现正确的设计流程管理；甚至开发出了各种不同的协同设计及管理平台。BIM 协同设计是规避设计冲突，全面提升设计质量及设计效率的先进设计手段。

5.1.1 BIM 协同设计的特点

- 1) 数据统一性保证了协同设计的质量；
- 2) 设计流程的变化使协同设计贯穿在整个设计过程中；
- 3) 可视化大幅度提升了沟通效率；
- 4) 多方通过网络参与协同合作；
- 5) 提前规避设计冲突，提升设计质量。

基于 BIM 的协同设计方式主要有四种，即中心文件方式、文件链接方式、文件集成方式和数据总线方式，每种协同方式即可单独使用，也可以组合使用。本章节重点讨论基于数据总线方式的组合应用。

因项目目标及协同方式的不同，每个 BIM 设计项目中协同设计的流程也是各不相同的，因此在编制协同设计流程时需符合协同设计的要求，同时兼顾传统设计流程的要求。

5.1.2 编制三维协同设计流程的工作要点：

- 1) 协同方式及平台的选择；
- 2) 各专业互提资料模型的时机及设计深度要求；
- 3) 并行设计时各专业模型的同步频次及更新要求；
- 4) 中间模型、评审模型、会审模型的设计深度要求；
- 5) 综合管线设计模型的会审和评审要求
- 6) 各专业设计模型的校对、审核和评审的时机及内容的要求。

本章将以不同的协同方式为主线，详细介绍各种不同的工作流程及协同设计的应用方法。

5.2 中心文件协同方式

5.2.1 协同方式描述

中心文件方式就是多人共用一个模型文件方式（也称工作共享），即在一个模型文件中，根据项目、专业和团队成员情况，划分成若干个工作集，每个团队成员被分配到工作集中各自独立完成 BIM 设计，并将成果适时同步至中心文件，同时在各团队成员处有一个中心文件的实时镜像，可查看同伴的设计进度。

这种方式对模型进行了集中储存，数据交换的及时性强，但对服务器配置要求较高。如 Autodesk Revit 的工作集和 ArchiCAD 的 Teamwork 功能提供的就是这种协同方式。

理论上讲“中心文件方式”是比较理想的协同工作方式，“中心文件方式”允许多人同时编辑相同模型，既解决了一个模型多人同时划分范围建模的问题，又解决了同一模型可被多人同时编辑的问题。由于“中心文件方式”在软件实现上比较复杂，对软硬件处理大数据量的性能表现要求很高，且仅适用于相关设计人员使用同一个软件进行 BIM 设计的情况，对团队的整体协同能力有较高要求，因此，在实施前需要详细的部署和规划，所以建议仅在同专业的团队内部采用。

5.2.2 协同平台搭建

中心文件协同平台搭建比较简单，通常只需要配置 1 台普通文件服务器、若干台用于 BIM 设计的计算机和百兆以上局域网即可。由于 BIM 模型文件比较大，对网络要求较高，一般建议至少百兆以上局域网环境，如图 5-1 所示。但软件配置必须是同一版本同一厂商的 BIM 软件。

对于需要借助互联网进行异地协同的情况，鉴于目前互联网的带宽所限，暂时还难以实现实时协同的操作，建议采用云计算技术解决方案，如图 5-2 所示。

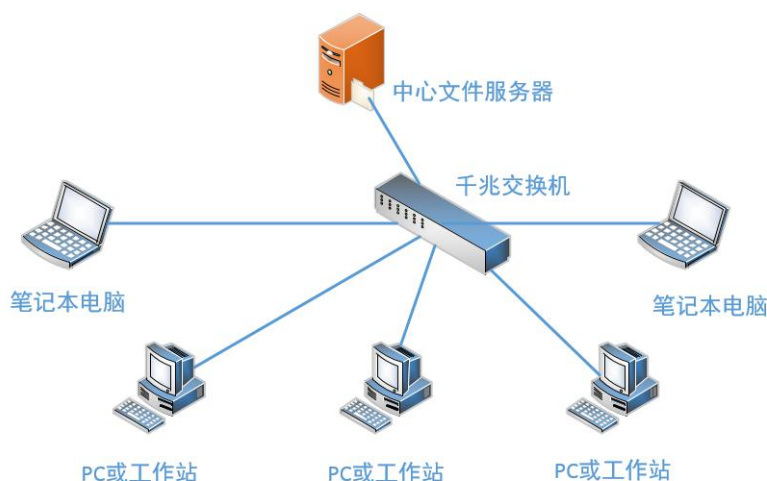


图 5-1 典型局域网 BIM 协同环境示意图

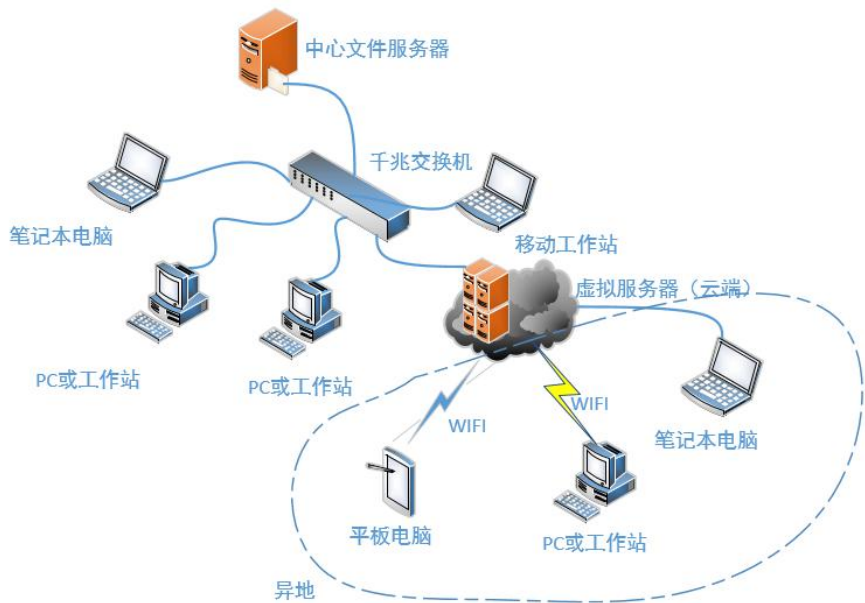


图 5-2 异地局域网+云 BIM 协同环境示意图

5.2.3 解决方案

中心文件协同设计是一种设计方法，此方法允许多名团队成员同时处理同一个项目模型。在许多项目中，会为团队成员分配一个让其负责的特定功能领域。可以将 BIM 项目细分为工作单元。通过启用工作共享创建一个中心模型，以便团队成员可以对中心模型的本地副本同时进行设计更改。为了便于描述，本节按 Autodesk Revit 软件为例，其他有中心文件协同方式的软件可以参照其思路实施，其实施流程如图 5-3 所示：

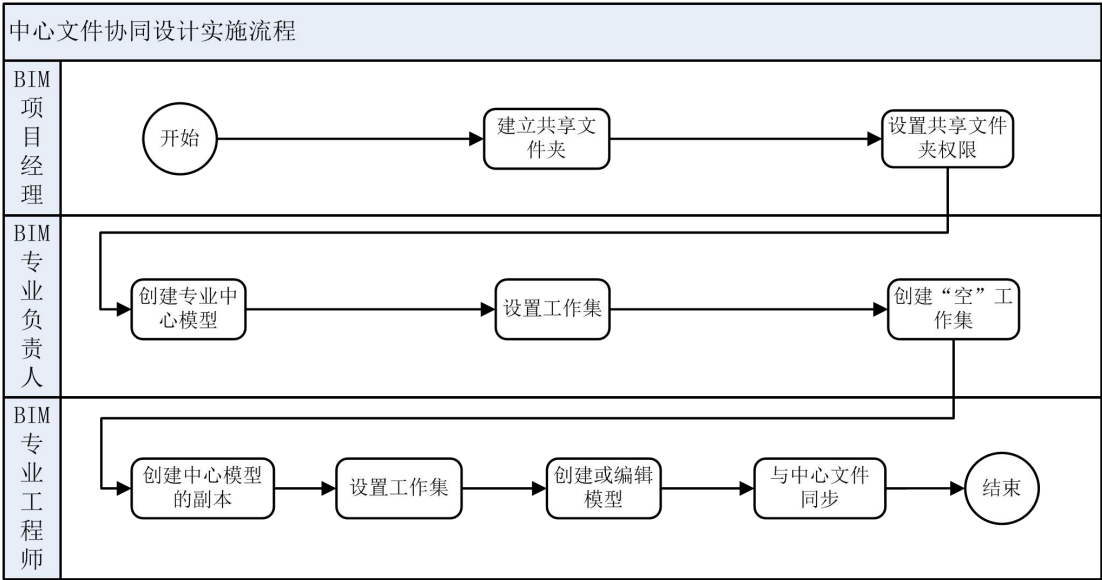


图 5-3 中心文件协同设计实施流程

5.2.4 操作步骤

- 1) 建立共享文件夹。由 BIM 项目经理在文件服务器上创建共享文件夹，文件夹命名一般与项目名称一致。
- 2) 设置共享文件夹权限。项目团队成员设置为完全访问权限，其他人员设置为只读或无访问权限。
- 3) 创建专业中心模型。建议仅在同专业的团队内部采用中心文件方式，因此，一般由 BIM 专业负责人创建本专业中心模型。启用工作共享时，BIM 软件会为项目创建中心模型。中心模型类似于项目数据库。它存储对项目所做的所有修改，并存储所有当前工作集和图元所有权信息。在创建中心模型后，建议在中心模型的本地副本中执行所有工作。所有用户都需要在本地网络或硬盘驱动器上保存中心模型的一个副本。所有修改都可以发布到中心模型中，所有用户都可以随时从中心模型载入其他用户所做的修改。
- 4) 设置工作集（可选）。工作集是工作共享项目中图元的集合。它们可以分布到不同的功能区域，也可以采用其他某种方式进行排列。BIM 专业负责人启用工作共享时，将创建几个默认的工作集（2 个默认的用户创建的工作集、项目中载入的族的工作集、项目标准工作集以及项目视图工作集）。
- 5) 创建“空”的工作集。BIM 专业负责人启用工作共享时，按照《BIM 项目实施方案》中模型拆分原则，将创建若干个“空”工作集，工作集命名按照模型拆分规则命名，并将可编辑性设置为“否”。
- 6) 创建中心模型的副本。每位 BIM 专业工程师从文件服务器上共享文件夹中打开中心文件，创建中心模型的本地副本，该副本就是您用来工作的文件，开始使用工作共享。通常情况下，建议每天创建中心模型的一个本地副本。
- 7) 设置工作集。
 - a) 打开工作集，使其在项目中可见。
 - b) 将工作集置为可编辑状态。
- 8) 创建或编辑工作集。在所选择的工作集中，创建模型或编辑修改模型。通过借用图元方式，修改其他人员负责的模型。
- 9) 与中心文件同步。当 BIM 专业工程师创建模型或编辑修改模型后，需要适时发布到中心模型，该过程称为与中心文件同步。当 BIM 专业工程师执行“与中心文件同步”时，本地的中心模型副本与其他团队成员保存到中心文件的模型同步更新。
- 10) 非现场或脱机工作。无需连接到网络也可进行修改，还可打开或编辑工作集。这对于非现场工作和远程访问中心模型的团队成员是非常有用的。
- 11) 协同设计。BIM 专业工程师每天从文件服务器上共享文件夹中打开中心文件创建中心模型的一个本地副本或从中心模型重新载入最新的更新，在所选择的工作集中，创建模型或编辑、浏览、修改模型或通过借用图元方式，修改其他人员负责的模型，最后适时“与中心文件同步”。
- 12) 协同管理。校审人员按需浏览中心模型文件，按校审大纲进行沟通、校审、批注，实现动态实时三级审核。项目经理、设计经理、专业负责人等管理人员按需通过浏览中心模型进行审批、设计

评审等，同时可根据装配模型完善度，可视化监控 BIM 设计进度。

5.2.5 应用成果

1) 中心模型文件。一般各专业形成一个本专业中心模型文件，文件命名一般以专业名称+中心文件方式命名，为了预防中心文件损坏，通常还需要定期保存中心文件备份文件。

5.3 文件链接协同方式

5.3.1 协同方式描述

文件链接协同方式也称为外部参照或代理文件，也是最常用的协同方式，相对简单、方便，使用者可以依据需要随时加载（参照）链接若干个外部模型文件，也可链接多种格式的数据文件，包括 DWG、DXF、DGN、SAT、SKP 等数据格式的文件，并可通过管理链接命令对这些格式的文件进行相关的操作。

各模型文件之间的修改相对独立，尤其是对于大型模型在协同工作时，性能表现较好，特别是在软件的操作响应上。但数据相对分散，工作的时效性稍差，链接的模型文件也只能“读”而不能改”，同一模型只能被一人打开并进行编辑，链接源文件修改时，链接文件可及时提示，保证协同最新设计成果。

该方式也仅适用于相关设计人员使用同一个软件和相同文件格式进行设计的情况。对于大型项目、不同专业间或设计人员使用不同软件进行设计时，需要完善不同软件间的数据转换接口，统一中间转换文件的格式，以满足不同软件之间的模型与信息传递。

5.3.2 协同平台搭建

文件链接协同方式与 5.2.2 类似。

5.3.3 解决方案

文件链接协同设计是一种通用的协同设计方法，此方法是将项目按 WBS（工作分解结构）或 PBS（产品分解结构）分解，然后按外部链接方式进行装配，其实施流程如图 5-4 所示。

5.3.4 操作步骤

- 1) 建立共享文件夹。由 BIM 项目经理在文件服务器上创建共享文件夹，文件夹命名一般与项目名称一致。
- 2) 设置共享文件夹权限。项目团队成员设置为完全访问权限，其他人员设置为只读或无访问权限。
- 3) 建立“空”模型文件。BIM 项目经理在文件服务器上共享文件夹内创建项目整合“空”模型文件、各专业整合“空”模型文件。
- 4) 专业模型拆分。由 BIM 专业负责人按 WBS 或 PBS 等方法或原则拆分模型。

- 5) 创建“空”模型文件。BIM 专业负责人以样板文件为模板按专业模型拆分原则，在文件服务器上共享文件夹内（或相应专业子文件夹内），创建一个最小单元“空”模型文件。文件命名根据 BIM 项目实施方案有关规定执行。
- 6) 模型装配。BIM 专业负责人通过链接方式将最小单元“空”模型文件链接到本专业整合“空”模型文件中，BIM 项目经理通过链接方式将各专业整合“空”模型文件链接到项目整合“空”模型文件中。
- 7) 协同设计。BIM 专业工程师从文件服务器上共享文件夹内（或本专业相应子文件夹中）下载分配给自己的“空”模型文件，在本地进行创建或修改模型。模型文件修改后，适时上传到文件服务器相应位置进行覆盖替换，实现“手动”同步更新操作。
- 8) 协同管理。校审人员按需浏览整合文件，按校审大纲进行沟通、校审、批注，实现动态实时三级审核。项目经理、设计经理、专业负责人等管理人员按需通过浏览整合模型进行审批、设计评审等，同时可根据装配模型完善度，可视化监控 BIM 设计进度。
- 9) 模型修改。如在校审、评审过程中发现设计问题，则需打开链接的原始文件进行修改，可按上述 7) 步骤执行。

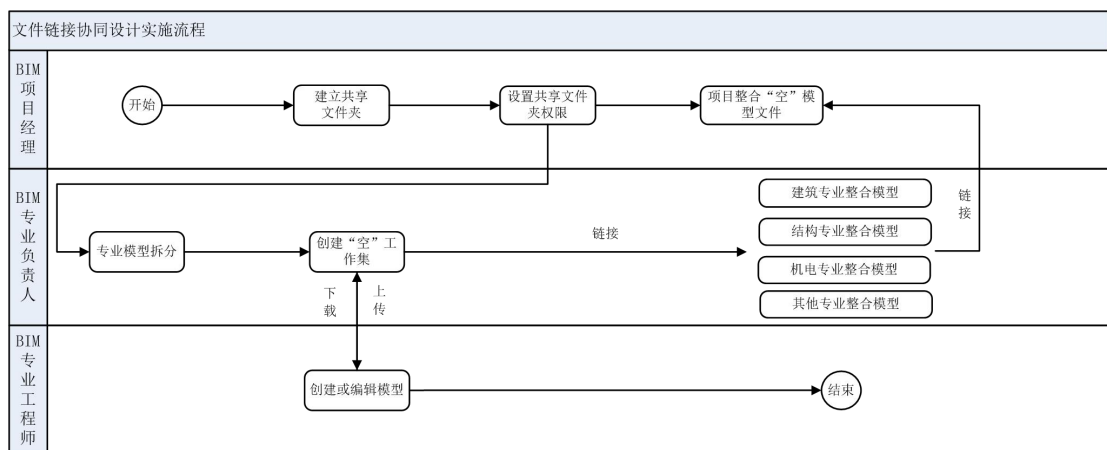


图 5-4 文件链接协同设计实施流程

5.3.5 应用成果

- 1) 项目整合模型文件。
- 2) 各专业整合模型文件。
- 3) 各单元模型文件。

5.4 文件集成协同方式

5.4.1 协同方式描述

文件集成协同方式通常也被认为是模型轻量化协同方式，是采用插件或集成工具软件或上传到“云端”，将不同的模型数据都转成轻量化文件格式，之后利用集成工具软件或“云端”平台进行模型整合。这种集成工具软件较多，比如 e 建筑、广联达的协筑、Autodesk NavisWorks、Bentley Navigator、Tekla BIMsight、鸿业的微模等，都可用于整合多种软件格式数据，形成统一集成的项目模型。

文件集成协同方式是在一些大型项目或是多种格式模型数据的整合上经常采用的方式，这种集成方式的好处在于数据轻量级，便于集成大数据，并且支持同时整合多种不同格式的模型数据，便于多种数据之间的检查，但一般的集成工具都不提供对模型数据的编辑功能，所有模型数据的修改都需要回到原始的模型文件中去进行。目前，“文件集成方式”仅为单向模型及信息传递，设计协同主要体现在模型综合检查和浏览，通常用于设计评审、模型浏览与审核、管线综合碰撞检查、施工交底与指导等。

5.4.2 协同平台搭建

文件集成协同方式与 5.2.2 类似，由于模型轻量化后，对网络要求较低，还可以采用“公有云”方式，进一步降低平台建设成本。

5.4.3 解决方案

文件集成协同设计是一种协同管理方法，因此，一般在模型完成后，通过插件或集成工具软件或上传到“云端”进行数据转换。其实施流程如图 5-5 所示：

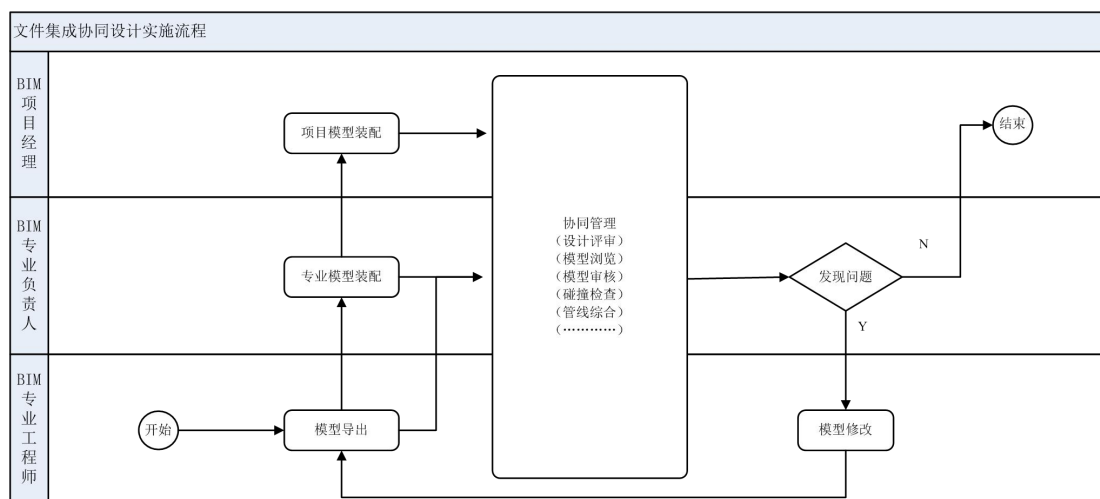


图 5-5 文件集成协同实施流程

5.4.4 操作步骤

- 1) 模型导出。将各个原始模型数据都转成集成工具的格式，如 fbx、nwc 等。
- 2) 模型装配。在集成工具中，通过附加或合并等方式将导出的模型数据进行整合装配。
- 3) 协同管理。校审人员按需浏览模型文件，按校审大纲进行沟通、校审、批注，实现动态实时三级审核。项目经理、设计经理、专业负责人等管理人员按需通过浏览模型进行审批、设计评审等，

同时可根据装配模型完善度，可视化监控 BIM 设计进度。

4) 模型修改。如在校审、评审过程中发现问题，则需回到原始模型中进行修改，修改后按 1)~3) 流程执行。

5.4.5 应用成果

- 1) 轻量化模型文件。
- 2) 轻量化整合模型文件。

5.5 数据总线协同方式

5.5.1 协同方式描述

数据总线方式是基于工程数据总线标准（ISO15926 ESB: Engineering Service Bus），在服务器中建立一个大数据中心，将各种文件、数据按需适时保存在服务器和数据库中。通过数据和管理软件来管理文件之间关系、文件版本、文件权限、文件属性以及各类信息数据；通过文件关联来启动相应的应用程序，并将加工处理后的信息数据及文件保存在服务器和数据库中，从而达到各相关方共享、协调数据和文件。目前比较流行的软件有 Bentley ProjectWise(简称 PW)、Autodesk Vault(简称 Vault)、Oracle Primavera Unifier 等。他们均提供了基于工程项目级的数据管理和协同设计服务，见图 5-6 所示。

数据总线协同设计方式是建立一个大数据中心或文件中心，将各种文件、数据保存在服务器上，通过数据库来管理文件之间关系、文件版本、文件权限、文件属性等，通过文件关联、数据同步等机制可以将中心文件方式、文件链接方式、文件集成方式有机地融合，通过云计算技术将 BIM 技术应用轻量化、虚拟化并延伸到前段各种终端，协同在“云端”，实现内网外网、内部外部全方位协同设计。因此，建议有条件的情况下，采用数据总线协同设计方式。

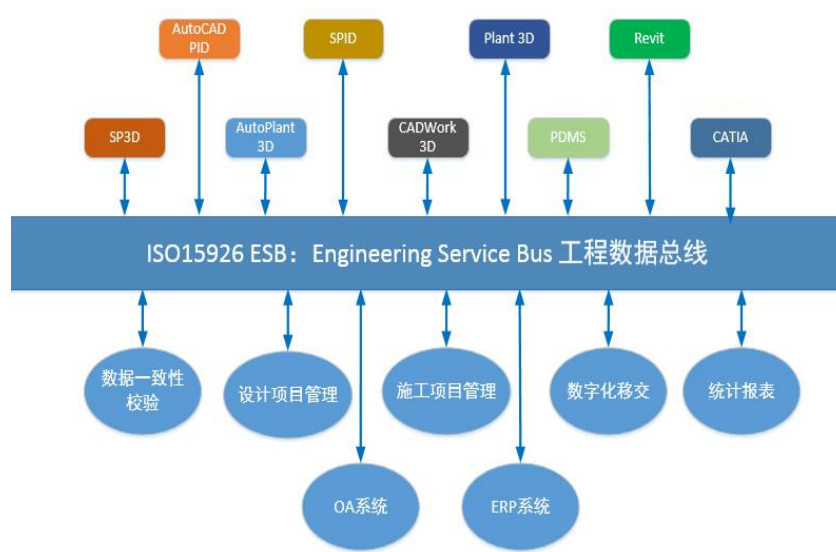


图 5-6 工程数据总线 BIM 协同方式

5.5.2 协同平台搭建

数据总线协同设计方式一般采用数据中心+局域网+云计算技术，数据中心由数据库服务器和文件服务器组成，云计算主机采用工作站作为虚拟化应用服务器，通过局域网与数据中心连接。各类终端设备通过局域网或云计算虚拟应用服务器直接访问数据中心的 BIM 数据，可实现个人、专业、部门、各相关方等各层次 BIM 协同，模块化应用服务器，可以随项目情况增加、拆分、组合资源，实现“小前端、大平台、富生态”的低价 BIM 协同网络环境，如图 5-7 所示。

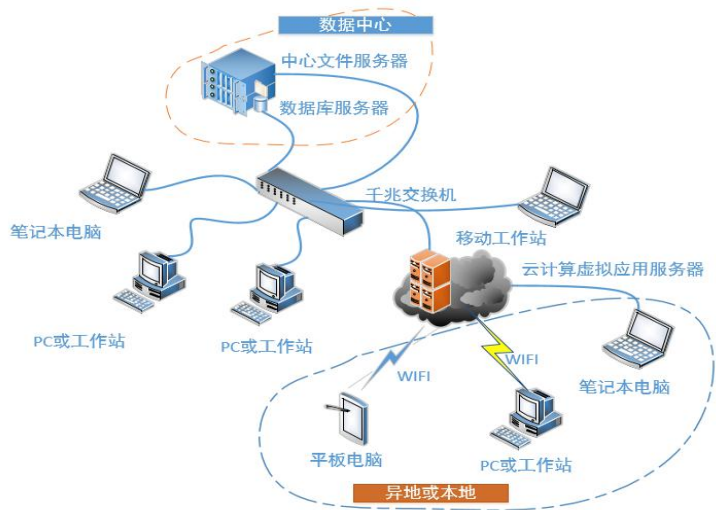


图 5-7 云计算技术 BIM 协同平台示意图

5.5.3 解决方案

数据总线协同设计方式集成了基于数据的协同和基于流程的管理协同两个层面，同时也有有机地融合了中心文件方式、文件链接方式、文件集成方式三种协同设计方式。因此，从 BIM 设计管理和质量管理体系入手，结合 BIM 技术应用将数据总线协同设计方式落地，其实施流程如图 5-8 所示：

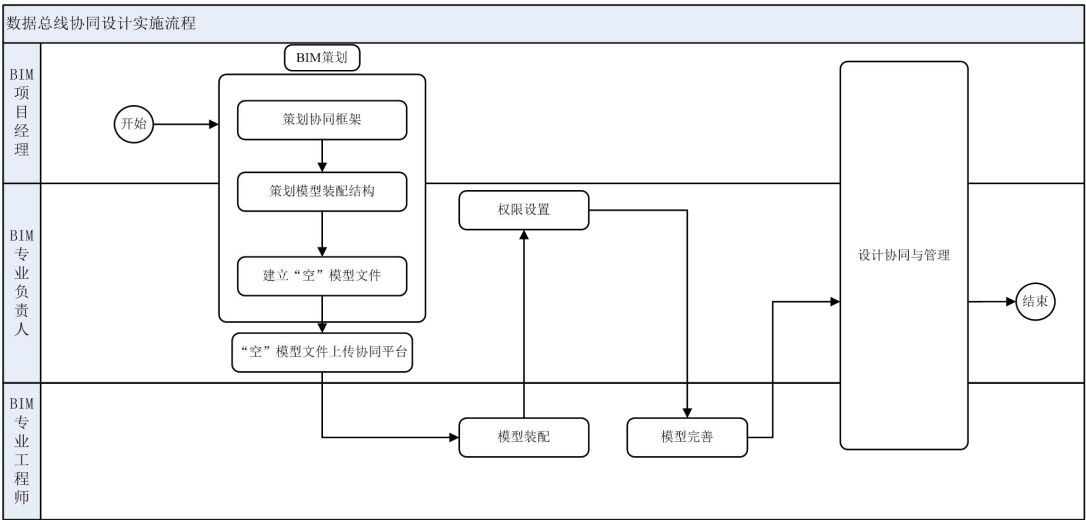


图 5-8 工程数据总线 BIM 协同设计实施流程

5.5.4 操作步骤

1) BIM 策划

a) 策划 BIM 协同框架。BIM 项目经理和 BIM 专业负责人按设计管理和质量管理体系，策划文件目录结构、模型装配关系结构等，如图 5-9、图 5-10 所示。

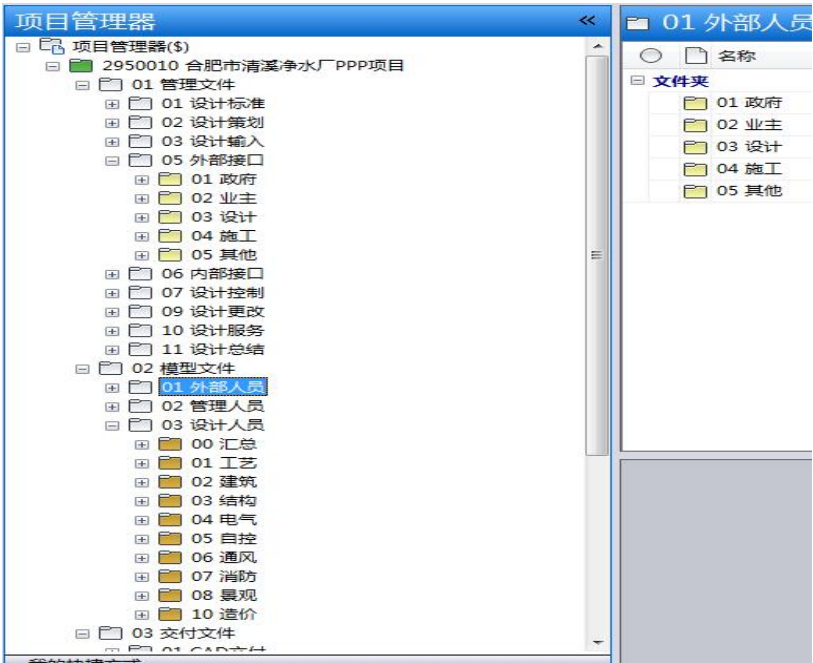


图 5-9 文件目录结构



图 5-10 模型装配关系

b) 建立“空”模型文件或数据。在现有设计策划基础上，BIM 专业负责人根据各专业特点进行模型拆分，不管采用何种协同方式，都是先有“空”模型概念，如：采用中心文件方式协同，先策划好工作集名称并创建本地中心模型文件的副本；采用链接文件方式协同，以样板文件为模板创建一个一个最小单元”空“模型文件。

c) BIM 专业负责人将“空”模型文件或数据上传到协同平台或服务器共享文件夹中。

2) 模型装配

根据模型装配结构，BIM 专业工程师将“空”模型文件之间建立装配关系。若是采用文件链接方式协同，宜采用建模软件的插件功能对“空”模型文件进行链接；若是采用中心文件方式协同，宜采用将中心文件夹映射到协同平台相对应是数据存储中，实现“协同前”装配。

3) 权限设置

BIM 项目经理会同 BIM 专业工程师根据岗位、角色、项目文件夹及其文件作用等设置相应权限。

4) 模型完善

BIM 专业工程师按 BIM 实施计划从协同平台或中心文件上获取自己的“空”模型文件，从零开始建模，不断丰富模型，适时上传或同步到平台上，必要时可转化成轻量化模型，上传或同步至管理人员存储区，协同平台软件将记录整个工作进程。

5) 协同设计与管理

a) 各类文档（标准、规范、质量管理文件、设计要求文件等）放到平台指定文件夹中，供各设计人员和 BIM 技术人员按需浏览、提取、审阅等。

b) 各专业需要提交的文件放到本专业指定文件夹中，通过平台或其他即时通软件通知相关人员按需提取或浏览、阅批。

c) 专业 BIM 工程师需要适时整合专业模型（或协同平台自动整合具体视协同平台功能而定），并放入指定文件夹中供大家使用。

d) 设计人员浏览上级（装配）文件，同步查看与相关专业的协同关系，直接在设计过程中进行沟通、调整、优化，提前规避碰撞，实现真正的协同和适时协同。

e) 校审人员按需浏览模型文件，按校审大纲进行沟通、校审、批注，通过文档全生命周期技术实现动态实时三级审核。

f) 项目经理、设计经理、专业负责人等管理人员按需通过浏览模型进行审批、设计评审等，同时可根据装配模型完善度，可视化监控 BIM 设计进度。

5.5.5 应用成果

1) 项目管理文档。包括项目实施过程记录、文件、接口资料、质量管理记录等。

2) 模型文件。包含项目整合模型文件、各专业整合模型文件、个人模型文件等所有模型文件。

3) BIM 数字化移交。可以将 BIM 数据及管理记录整体移交业主，实现 BIM 数字化移交。

4) 各类文档交付。如 CAD、PDF 图纸文档和 BIM 模型交付。

5.6 其他协同平台方式

除上述协同方式以外，企业还可购买其他协同平台进行协同设计。但 BIM 协同平台应具有良好的兼容性，能够实现数据和信息的有效共享。具体实现功能如下：

- 1) 与现有管理结合。宜与质量管理体系、设计管理流程、企业 MIS 系统相融合或结合；
- 2) 模型及文档管理。将利用 BIM 模型发现的问题进行分类、统计，并做出相关分析；支持模型上传下载功能，支持图纸的存放管理，支持文件更新改动自动通知及显示；
- 3) 各参与单位信息交互及权限管理。收集各参与单位资料信息，支持各参与单位访问权限设定；
- 4) 模型信息全面提取。集成 BIM 模型所包含的各项信息（BIM 软件包含的所有信息），包括修改记录、专项模型信息、分析报告、变更信息、模型信息可视化、模型信息可分类统计、模型信息可批量输出等；
- 5) BIM 模型操控。支持模型的创建、浏览、修改、链接、同步、装配、版本控制等；预留视点进行定点浏览模型等功能；支持轻量化模型（可在普通办公用的计算机上流畅运行）并对分专业模型进行管理；支持长度、面积、体积等测量，模型任意位置的剖切观察；
- 6) 平台接口统一完整。具有浏览器等软件完整接口；
- 7) BIM 成果应用。可对 BIM 成果进行浏览，输出批注、量度尺寸、构件的详细信息、工程量、漫游及模拟动画等 BIM 成果；
- 8) 配备手机、平板电脑客户端。可在手机、平板电脑等移动客户端实现上述查询功能。

6 建筑专业 BIM 技术应用

6.1 概 述

在引入 BIM 技术以后，相对于传统的设计流程，建筑专业主要有以下几个方面的变化：

6.1.1 使用软件的变化

使用 BIM 完成建筑设计时，需根据项目要求不同，选择不同的 BIM 软件。方案阶段软件选择相对自由，主要考虑满足方案造型、设计构思的要求。初步设计和施工图设计阶段应考虑各专业建模软件的兼容性，应满足专业间协同设计的效率以及信息传递的要求。

6.1.2 工作流程的变化

因协同设计的要求，建筑专业在项目中应优先完成需向其他专业提资部分，保证工作前置，如设备机房、管井、楼梯；更强调与其他专业的协调性核查工作；设计校审的过程和工作方式相应发生改变。

6.1.3 交付要求的变化

成果交付时，不仅需要提供符合现行规范的二维图纸表达，还需提供正确的三维模型，局部复杂重点区域辅助三维轴测图、透视图、动画进行表达。

6.1.4 构件库

三维设计时代，建筑专业需要大量构件的支持才能高效完成设计任务，构件库的建设、管理、调用，是做好 BIM 建筑设计的必要前提。构件库需在项目开始前准备项目样板文件、不同级别的构件等文件，这些构件的来源通常有软件自带、自建构件、厂家提供、购买族库等几种形式。

6.1.5 建筑 BIM 项目样板文件

建筑设计开始之前，需根据项目 BIM 应用目标编制项目样板文件，使各设计师统一设计标准，其中应当包含项目基点、构件名称、构件材质、过滤器等一系列具体要求，并在项目完成后完善已有项目样板库。

建筑设计 BIM 技术应用主要分三个阶段：方案设计、初步设计、施工图设计，每个阶段的工作内容及要求需根据项目的具体情况作出调整，各阶段模型数据应具有连续性，尽量在前一阶段的工作基础上进行深化。

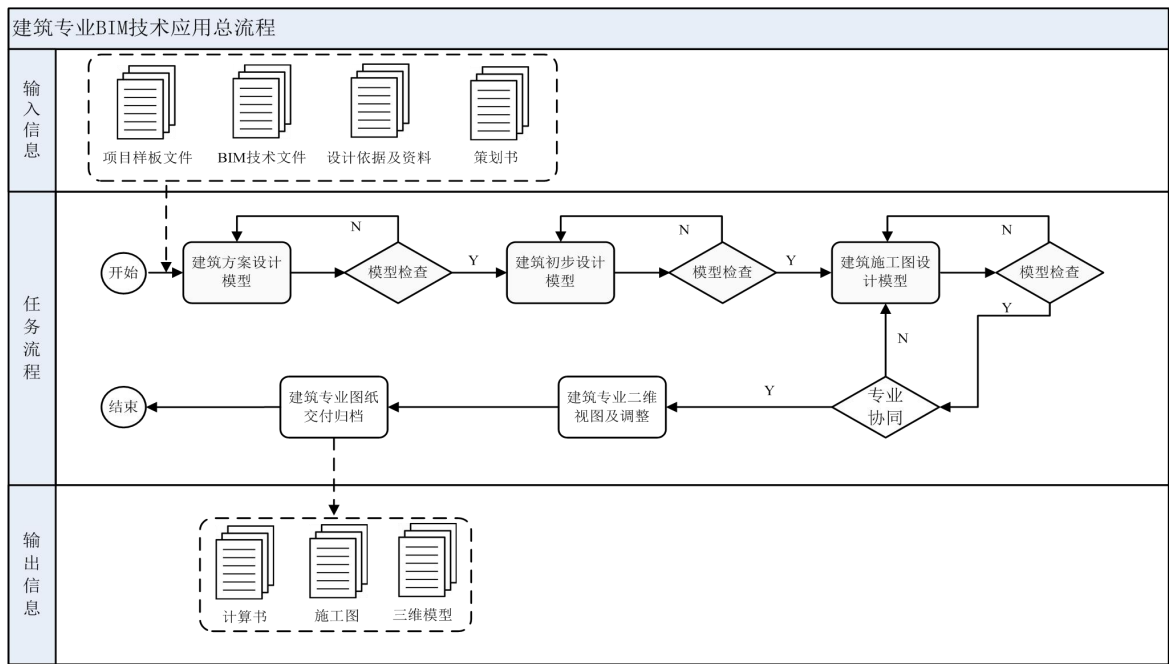


图 6-1 建筑专业 BIM 设计应用总流程

根据不同设计阶段的设计内容，对 BIM 交付成果的要求也是不同的，在满足项目总体要求的前提下，尽量满足下表中的模型深度等级。

表 6-1 建筑模型在不同设阶段的基本要求表

BIM 模型	方案设计	初步设计	施工图设计
模型内容	墙、柱、门窗、屋顶、楼地面、幕墙、楼梯、坡道、台阶、栏杆、雨蓬、停车位、场地铺装、植物等。	墙、柱、门窗、屋顶、楼地面、幕墙、楼梯、坡道、台阶、栏杆、雨蓬、停车位、场地铺装、植物等。	墙、柱、门窗、屋顶、楼地面、幕墙、楼梯、坡道、台阶、栏杆、檐口、雨蓬、停车位、场地铺装、植物、散水、檐口、天沟、变形缝等
模型几何深度	G2 级深度，参见表 3-3 描述	G2.5 级深度，参见表 3-3 描述。	G3 级深度，参见表 3-3 描述。
模型信息深度	N1 级深度，参见表 3-4 描述。	N1.5 级深度，参见表 3-4 描述。	N2 级深度，参见表 3-4 描述。
典型用途	建筑性能分析、虚拟漫游	净高检查	BIM 出图、模型检查

6.2 方案阶段

方案设计阶段的 BIM 应用主要是利用 BIM 模型对设计方案进行数字化、可视化的表达及验证，确保建筑功能、艺术、技术经济等指标有机统一。该阶段主要应用点有：主要技术经济指标统计、场地分析、可视化展示。

6.2.1 模型构建应用点

1 应用描述

模型构建是依据设计条件及资料，建立建筑单体及环境模型，为后续各阶段、各专业工作开展提供依据及指导文件。

鼓励使用插件提高模型创建和检查效率，同时，建议采用工作前置的实施模式，以充分发挥 BIM 技术应用优势。

2 解决思路

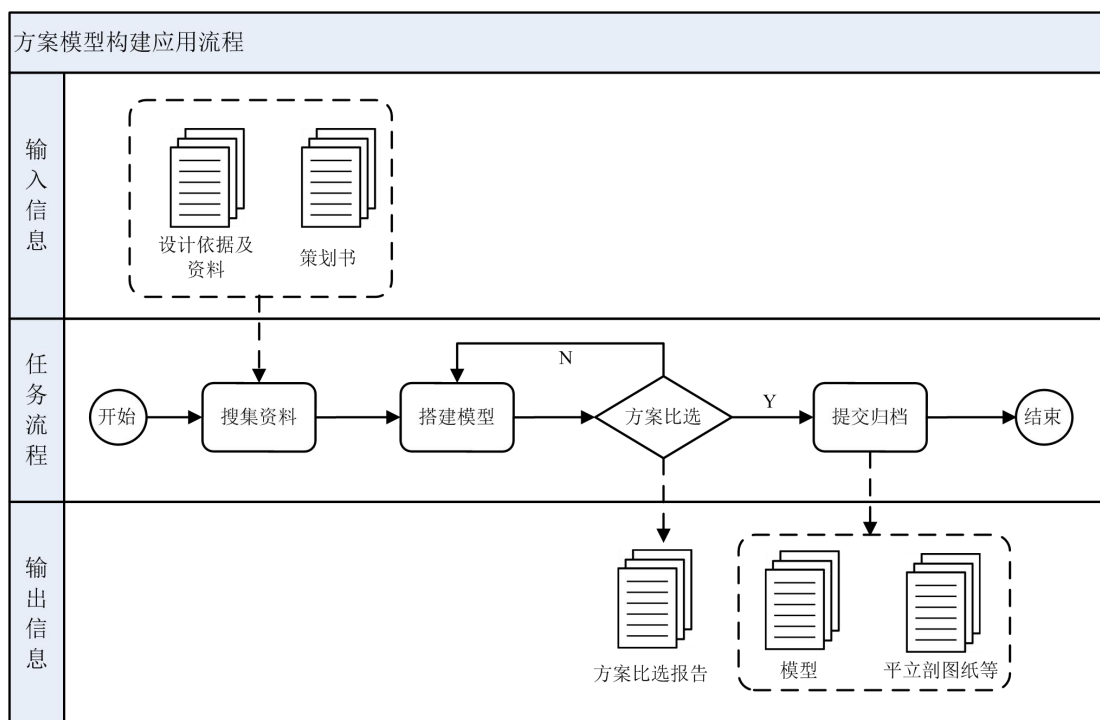


图 6-2 方案模型构建 BIM 技术应用流程图

3 操作流程

- 1) 收集资料。建筑专业负责人从 BIM 项目经理处接收项目资料，包括：项目设计任务书、协同方式、管理平台及协同平台等。
- 2) 应用成果选择软件。可根据建筑形式选择不同的软件，如 Revit、Rhino、SketchUp、ArchiCAD 等。
- 3) 搭建模型。模型应包括墙体、门窗、楼梯、坡道、栏杆等建筑主体构件，并应保证构件尺寸、材质等非几何信息的准确性；模型要求参见表 6-2。
- 4) 方案比选。通过软件的可视化功能对建筑空间、流线提出比选依据；通过软件的分析功能对建筑外部环境、内部空间的物理性能进行分析；通过软件的数字化功能实现相关技术经济指标的快速统计，以及立面曲率、成本的可量化分析。

5) 提交归档。将过程文件及最终方案提交管理平台、协同设计平台归档,并做好模型传递到初步设计的准备。

4 应用成果

- 1) 方案模型。模型包含主要的建筑构件,以及尺寸、材质、定位等信息。
- 2) 方案比选报告。报告应包含方案对比截图、动画以及相关数据等。
- 3) 平立剖图纸及相关明细表等。

表 6-2 建筑方案设计阶段 BIM 模型深度表

模型内容	模型几何深度	模型信息深度	典型用途
墙、柱、门窗、屋顶、楼地面、幕墙、楼梯、坡道、台阶、栏杆、雨蓬、停车位、场地铺装、植物等	G2 级深度, 参见表 3-3 描述	N1 级深度, 参见表 3-4 描述	建筑性能分析、虚拟漫游

6.2.2 建筑性能分析

1 应用描述

建筑性能分析主要是利用专业的模拟软件对于建筑采光、通风、能耗、应急疏散进行分析,以达到提高建筑舒适、安全、绿色的目标。

建筑性能分析应发挥 BIM 模型“一模多用”的特性,在设计过程中实现快速、准确的方案优化与对比。

2 解决思路

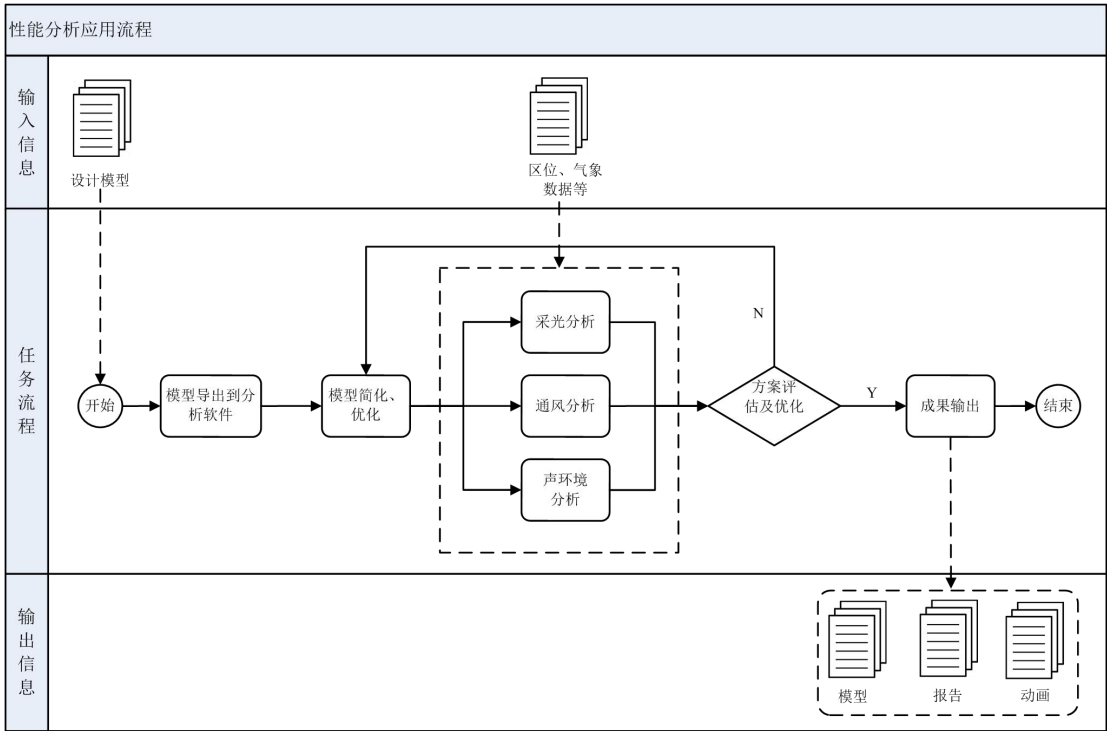


图 6-3 性能分析 BIM 技术应用流程

3 操作流程

- 1) 模型导出至分析软件中，需注意不同分析软件对导出数据格式的要求。
- 2) 模型简化及优化，需注意空间连通性要求以及构件类别属性划分。
- 3) 定义房间类型、门窗类型、人员密度、气象等参数。
- 4) 进行分析。包括采光分析、通风分析、声环境分析、应急疏散等，分析软件应考虑建模软件与分析软件的兼容性并尽量使用一个数据源进行分析，确保分析的效率及准确性。
- 5) 成果。包括性能化分析计算书以及各类分析模型。

4 应用成果

- 1) 分析模型。
- 2) 分析报告。

6.2.3 主要技术经济指标统计

1 应用描述

通过 BIM 模型快速、精确地统计总用地面积、总建筑面积及各分项建筑面积、容积率、建筑密度、绿地率、停车泊位数，以及主要建筑或核心建筑的层数、层高和总高度等项指标，提高项目决策效率。

2 解决思路

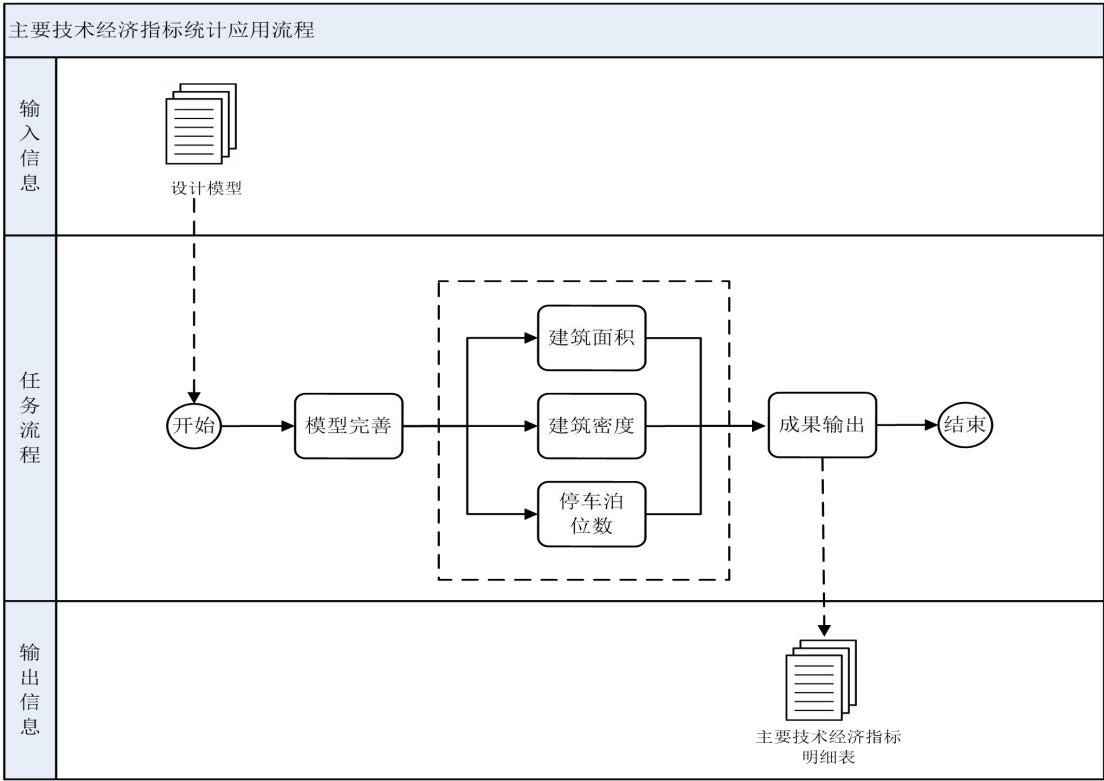


图 6-4 主要技术经济指标统计 BIM 技术应用流程

3 操作流程

- 1) 设计模型核查。
- 2) 补充完善与统计指标相关构件及边界条件，包括建筑房间边界、建筑外轮廓线等。
- 3) 统一技术经济指标样式：包括单位、名称等。建议将明细表样式提前预设设在模型环境中。
- 4) 成果输出。

4 应用成果

- 1) 技术经济指标明细表。

6.2.4 可视化展示

1 应用描述

可视化展示是利用 BIM 模型三维可视化的特征，提高项目决策效率，并对建筑方案的经济性、美观性、合理性进行分析和优化，保障项目建设工作的顺利开展。

2 解决思路

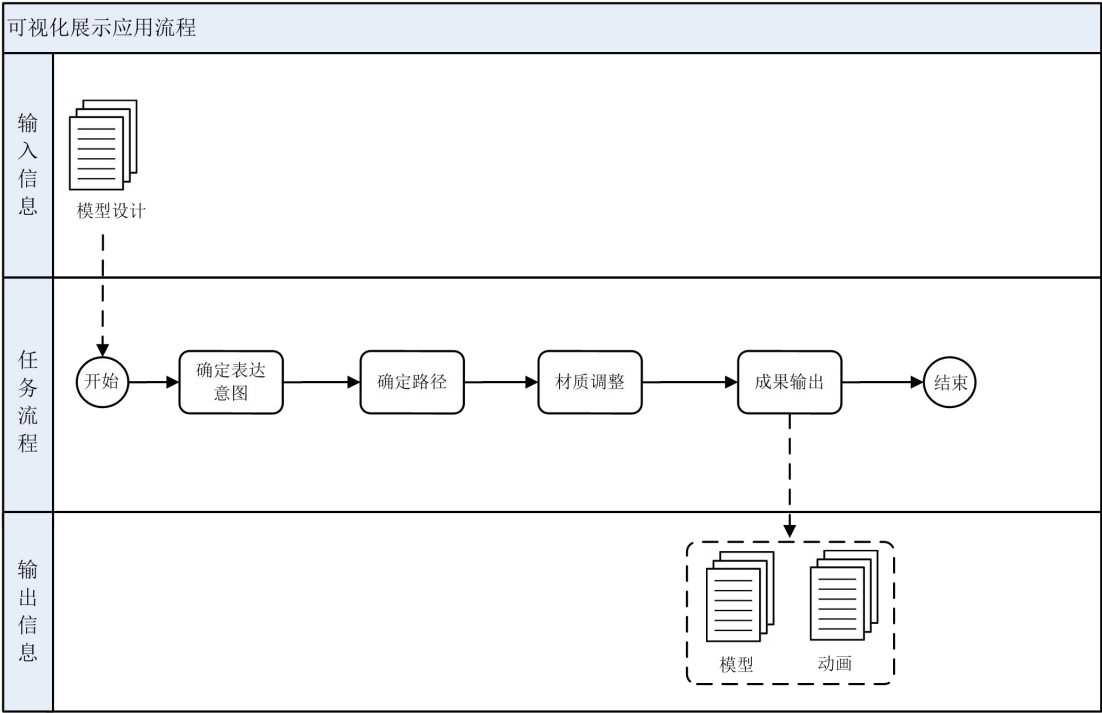


图 6-5 可视化展示 BIM 技术应用流程

3 操作流程

- 1) 设计模型核查及优化，并导入到相应的可视化软件中，需注意有无破面、材质丢失以及模型原点不统一等问题。

- 2) 确定表达意图。包括景观分析、视线分析、流线分析等。
- 3) 确定漫游路径。
- 4) 材质处理。
- 5) 成果导出。

4 应用成果

- 1) 动画视频文件。
- 2) 漫游模型。

6.3 初步设计阶段

初步设计阶段，深化建筑模型并分析核查，应用 BIM 软件，对专业间空间关系及可实施性进行检查，将修正后的模型进行剖切，生成初步设计阶段的建筑模型和二维设计图纸。初步设计阶段流程如下图：

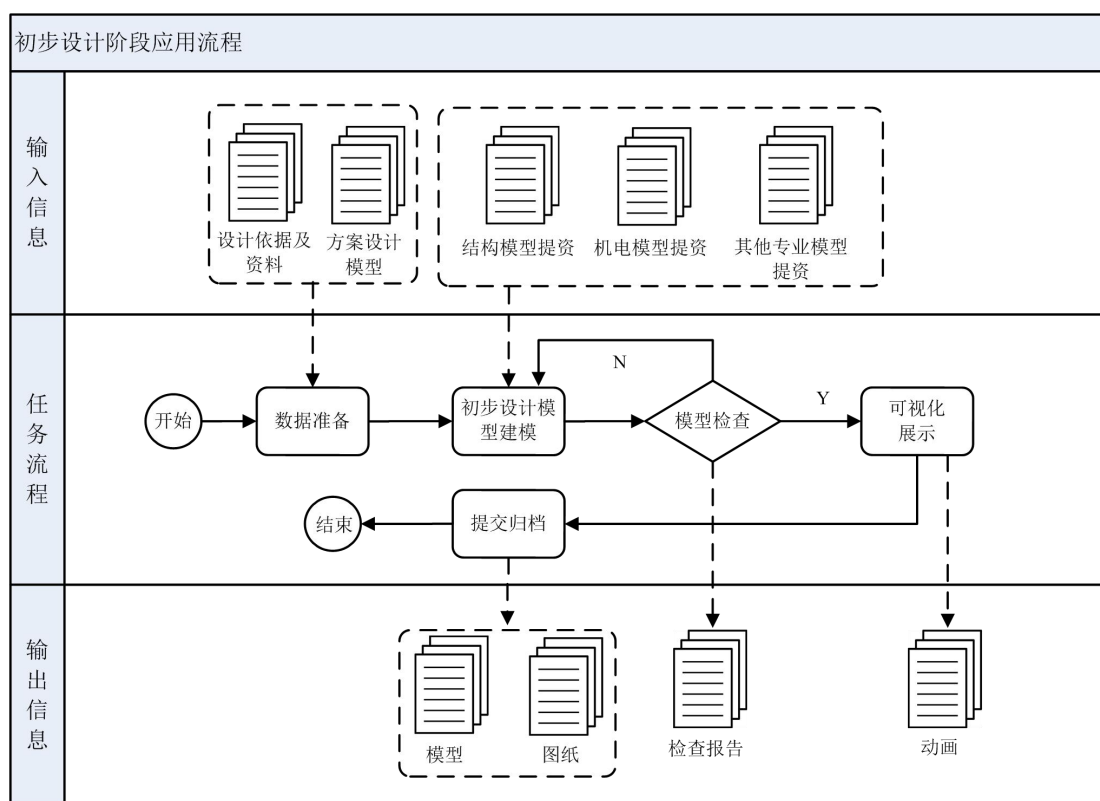


图 6-6 初步设计阶段 BIM 技术应用流程图

6.3.1 初步设计阶段工作流程

- 1) 收集资料。建筑专业负责人从 BIM 项目经理处接收项目资料，包括：现有模型文件、项目 BIM 技术文件、各项适用标准、项目基点、协同方式、管理平台及协同平台等。

- 2) 专业策划。沟通 BIM 项目经理，在满足项目总要求的前提下，制定建筑专业的 BIM 实施方案，内容包括软件选择、建筑专业模型标准、协同方式、人员及进度安排。
- 3) 模型拆分。根据项目人员安排以及项目规模，对项目文件进行拆分，通常采用分专业分层的方式进行拆分，如幕墙、楼梯等竖向构件可独立拆分。
- 4) 主体建模。搭建墙体、门窗、屋顶、楼地面、幕墙、楼梯、坡道、台阶、栏杆、檐口、雨篷、停车位、场地铺装、植物等建筑构件。
- 5) 专业提资。建筑模型上传协同平台，提资其他专业进行设计。同时，应当及时关注其他专业提资条件反馈，保证各专业模型及时同步更新。
- 6) 模型检查。
 - a) 完整性检查：检查模型构件有无缺失，房间是否闭合、完整。模型信息是否表达，如材质、尺寸定位等。
 - b) 规范性检查：检查模型是否满足规范要求，如楼梯净高、出入口设置、疏散宽度、降板区域的表达等。
 - c) 协调性检查：检查专业间主体模型构件有无碰撞问题、扣减关系以及主要空间是否满足各专业设计要求。

6.3.2 模型构建应用点

1 应用点描述

在方案设计模型的基础上，进一步深化，并完成各专业的初步协调工作。

2 解决思路

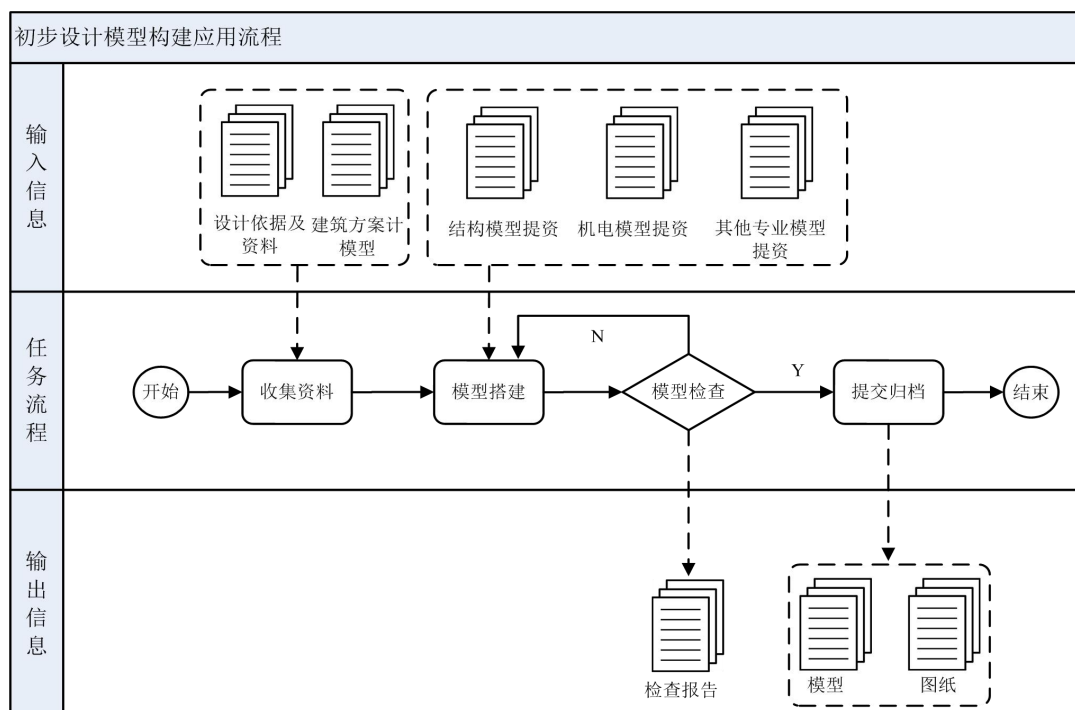


图 6-7 初步设计模型构建流程图

3 操作流程

- 1) 收集数据，保证数据的准确性，包括：方案设计模型、设计条件等。
- 2) 创建模型。完善、优化建筑主要构件，如墙体、门窗、楼梯等，其内容深度、模型深度和信息深度要求见表 7-4，绘制过程中注意统一命名格式及相关信息输入。
- 3) 检查建筑专业模型设计的完整性、规范性模型：创建过程中是否有主要构件丢失，检查主要构件尺寸是否正确、信息是否完整；检查专业间协调性：专业间模型是否有逻辑性错误、扣减关系错误、净高等问题。
- 4) 修正及优化。完成以上各项检查，调整优化建筑模型。

4 应用成果

- 1) 初步设计模型。
- 2) 初步设计图纸。
- 3) 检查报告。

表 6-3 建筑初步设计阶段 BIM 模型深度表

模型内容	模型几何深度	模型信息深度	典型用途
墙、柱、门窗、屋顶、楼地面、幕墙、楼梯、坡道、台阶、栏杆、雨蓬、停车位、场地铺装、植物等	G2.5 级深度，参见表 3-3 描述。	N1.5 级深度，参见表 3-4 描述。	净高检查

6.3.3 空间检查应用点

1 应用描述

通过剖切结构和机电专业整合模型，检查结构和机电的构件在平面、立面、剖面位置是否一致；消除设计中出现的建筑、结构不统一的错误，同时完成项目设计图纸范围内各种管线布设与建筑构件碰撞、满足净高要求等三维协同设计工作，尽可能减少碰撞，避免空间冲突，避免设计错误传递到施工图设计阶段。

2 解决思路

空间检查流程图参见图 6-8。

3 操作流程

- 1) 收集数据。通过协同平台，收集其他专业最新模型，内容包括：项目基点、结构、机电等各专业模型，确保数据完整准确。
- 2) 整合结构专业和机电专业模型。
- 3) 检查结构模型。通常建议在 Revit 中检查，剖切整合后的建筑结构模型，产生平面、立面、剖

- 4) 面视图, 并检查建筑、结构两个专业间设计内容是否统一、是否有缺漏, 检查空间合理性, 检查是否有构件冲突等内容。
- 5) 完成检查报告。并返资料给结构专业。
- 6) 修正模型。与结构专业协商, 修正各自专业模型的错误, 直到建筑与结构统一。
- 7) 检查与机电专业的碰撞。可在 Revit 中或 NavisWorks 等碰撞检查检查软件中, 分别与机电各专业模型整合, 检查产生碰撞构件, 导出碰撞检查报告。
- 8) 净高检查。整合所有专业, 通过软件的净高检查功能, 完成净高符合性检查。
- 9) 完成检查报告。分别导出建筑与各专业、各类型的碰撞检查报告。
- 10) 优化模型。与各专业完成协同设计后, 按需修改建筑专业构件尺寸。
- 11) 审核并上传协同平台。将优化后的模型及检查报告上传管理平台审核, 并上传协同平台。

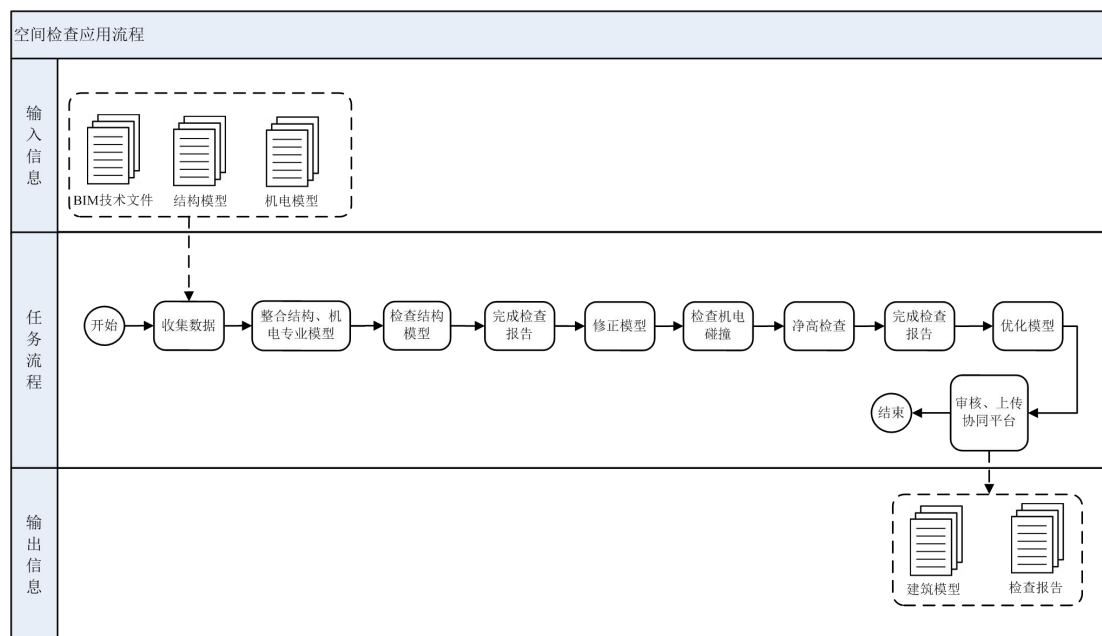


图 6-8 空间检查 BIM 技术应用流程

4 应用成果

- 1) 优化后的建筑专业模型。模型精细度和构件要求同初步设计阶段模型要求。
- 2) 检查报告。报告应各专业一份, 例“建筑与通风专业碰撞检查报告”, 可根据不同软件的应用情况给出二维或图表形式的检测报告。

6.4 施工图设计阶段

施工图设计是建筑设计的重要阶段, 本阶段主要通过施工图图纸及模型, 表达建筑设计意图和设计结果, 并作为项目现场施工的依据。

施工图设计阶段 BIM 技术应用操作流程如图 6-9:

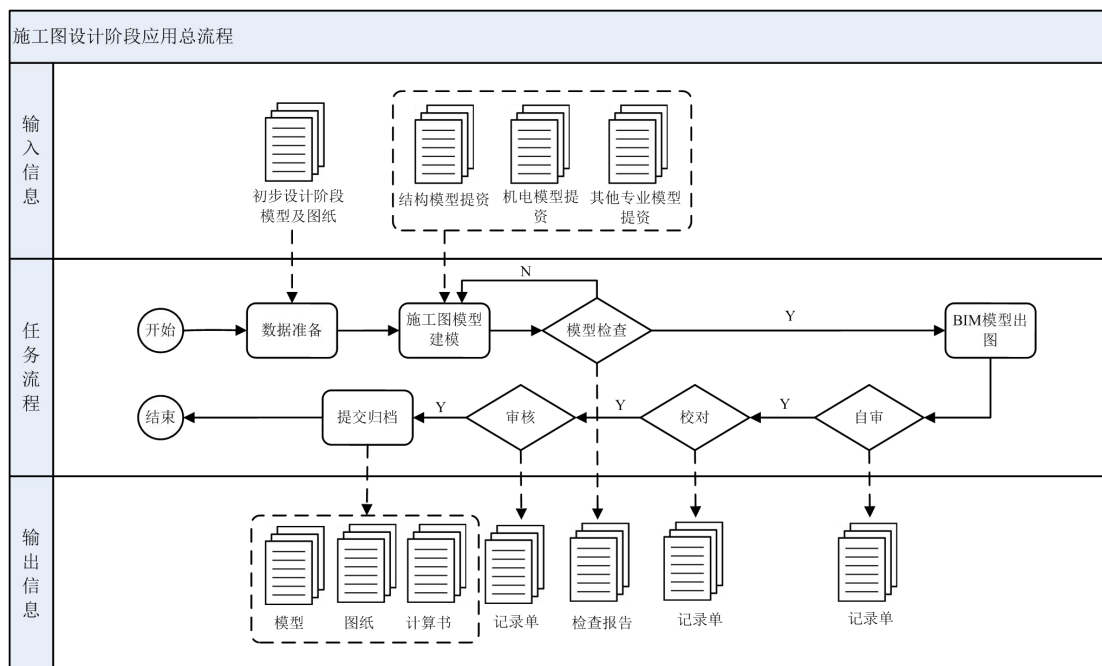


图 6-9 施工图设计阶段 BIM 技术应用操作总流程

6.4.1 施工图设计阶段工作流程

- 1) 收集资料。同初步设计。
- 2) 专业策划。同初步设计。
- 3) 模型拆分。同初步设计。
- 4) 主体建模。搭建墙体、门窗、屋顶、楼地面、幕墙、楼梯、坡道、台阶、栏杆、檐口、雨蓬、停车位、场地铺装、植物、散水、檐口、天沟、变形缝等建筑构件。
- 5) 专业提资。建筑模型上传协同平台，提资其他专业进行设计。同时，应当及时关注其他专业提资条件，保证各专业模型及时同步更新。
- 6) 模型检查。
- 7) 模型设计校对、审核。BIM 模型由专业负责人检查后提校对人对校，无重大问题时提交审核人审核。校审工作建议采用软件自带的云线批注、视图导出、备注等功能，并通过协同平台提交专业设计人员。
- 8) 设计出图。完成模型审核后，开始设计出图，图纸应符合现阶段有关图纸制图深度要求。考虑到现阶段 BIM 软件的限制，建议根据项目情况灵活选用出图方式，可以部分采用二维+三维相结合的出图方式，如墙身大样等。
- 9) 提交归档。将过程文件及最终设计模型、图纸、计算书等，提交管理平台、协同设计平台归档。
- 10) 项目总结。项目完成后对项目样板文件、构件族等整理，提高项目复用能力。

6.4.2 模型构建应用点

1 应用点描述

在初步设计模型的基础上，进一步深化，使其满足施工图设计阶段模型深度要求。

2 解决思路

同初步设计。

3 操作流程

- 1) 收集数据。保证数据的准确性，包括：各专业初步设计模型、建筑设计信息等。
- 2) 创建模型。完善、优化建筑主要构件，如墙体、门窗、楼梯等，其内容深度、模型深度和信息深度要求见表 6-4，绘制过程中注意统一命名格式及相关信息输入。
- 3) 模型检查。
- 4) 修正及优化。完成以上各项检查，调整优化建筑模型，为施工图出图做好准备。

4 应用成果

- 1) 建筑专业模型。

表 6-4 BIM 内容深度、模型深度、信息深度表

模型深度	模型几何深度	模型信息深度	典型用途
墙、柱、门窗、屋顶、楼地面、幕墙、楼梯、坡道、台阶、栏杆、檐口、雨篷、停车位、场地铺装、植物、散水、檐口、天沟、变形缝等	G3 级深度，参见表 3-3 描述	N2 级深度，参见表 3-4 描述	BIM 出图、模型检查

6.4.3 二维制图表达应用点

1 应用点描述

基于 BIM 三维设计模型生成二维图纸，制图应符合国家现有的二维设计制图标准或 BIM 出图的相关导则或标准。

2 解决思路

二维制图流程见图 6-10。

3 操作流程

- 1) 模型创建完成后，通过剖切、调整视图深度、隐藏构件等步骤，创建相关图纸，如平面图、立面图、剖面图、大样图等。
- 2) 添加文字注释、尺寸标注、图例、施工图设计说明等。对复杂空间宜增加三维透视图和轴测图进行表达。
- 3) 宜通过 BIM 模型提取相关构件信息形成统计表格，如门窗表等。

- 4) 建筑专业负责人组织完成施工图设计模型自审, 进一步解决本专业的技术问题, 协调专业间问题。质量审查合格后方可提交校对人对校。
- 5) 校对人对完成以上工作的校对工作, 提交记录单。建议采用 BIM 软件自带的云线标注、视图导图等功能完成校对记录, 并通过协同的方式提交相应设计人。
- 6) 提交审核人审核。

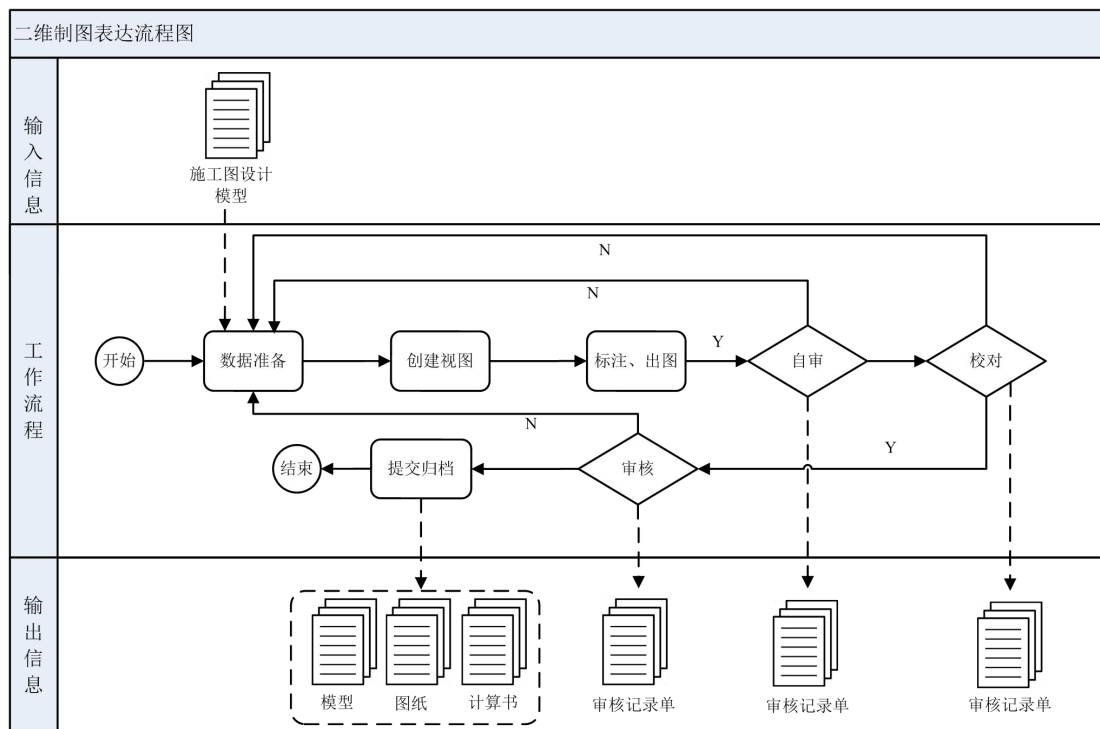


图 6-10 二维制图表达流程图

4 应用成果

- 1) 建筑专业施工图设计模型。
- 2) 建筑专业施工图图纸。图纸深度应当满足《建筑工程设计文件编制深度规定》中建筑专业施工图设计的要求。

7 结构专业 BIM 技术应用

7.1 概 述

在引入 BIM 技术以后，相对于传统的设计流程，主要有以下几个方面的变化：

7.1.1 使用软件的变化

使用 BIM 完成结构设计时，需根据项目要求不同，选择不同的 BIM 软件，混凝土结构及钢结构设计很可能使用不同软件，通常需要联合使用 2-5 种软件或插件，并在协同设计平台上完成整个设计流程。

7.1.2 workflows 的变化

因协同设计的要求，结构专业在项目中介入时间会相对提前；后续阶段的任务也会相应提前，使工作量前置；增加与其他专业碰撞检查的工作内容；设计校审的过程和工作方式相应发生改变；有可能会增加工作时长。

7.1.3 构件库

结构专业需要大量节点构件的支持才能高效完成设计任务，构件库的建设、管理、调用，是做好 BIM 结构设计的必要前提。在项目开始前需准备不同级别的结构构件，这些构件的来源通常有软件自带、自建构件、厂家提供、购买族库等几种形式。

7.1.4 结构样板文件

结构专业在设计开始之前，需根据结构专业在本项目中的工作流程编制结构样板文件，需重点考虑计算软件转化后的构件与自建构件在命名及工程量统计上的匹配等一系列要求，并在项目完成后建立并完善各结构类型样板库。

7.1.5 数据流转的变化

除传统的二维 CAD 格式外，BIM 结构设计中需在本专业及其他专业的协同设计中，在各软件中使用不同的文件格式相互转化，并提交各种不同的三维格式数据给其他专业用于协同设计，并在交付成果时，提供不同格式的二维及三维成果。

7.1.6 交付要求的变化

成果交付时，不仅需要提供符合现行规范的二维图纸表达及计算书，还需提供正确的三维模型，在项目要求时，提供工程量表及深化设计模型等。

结构专业 BIM 技术应用主要分三个阶段：方案设计、初步设计、施工图设计，每个阶段的工作内容及要求需根据项目的具体情况作出调整，各阶段模型数据应具有连续性，不宜独立建模，建议在前一阶段的工作基础上不断深化，并在各个设计阶段不断与其他专业配合，直到完成施工图设计。结构专业 BIM 技术应用总流程如图 7-1 所示：

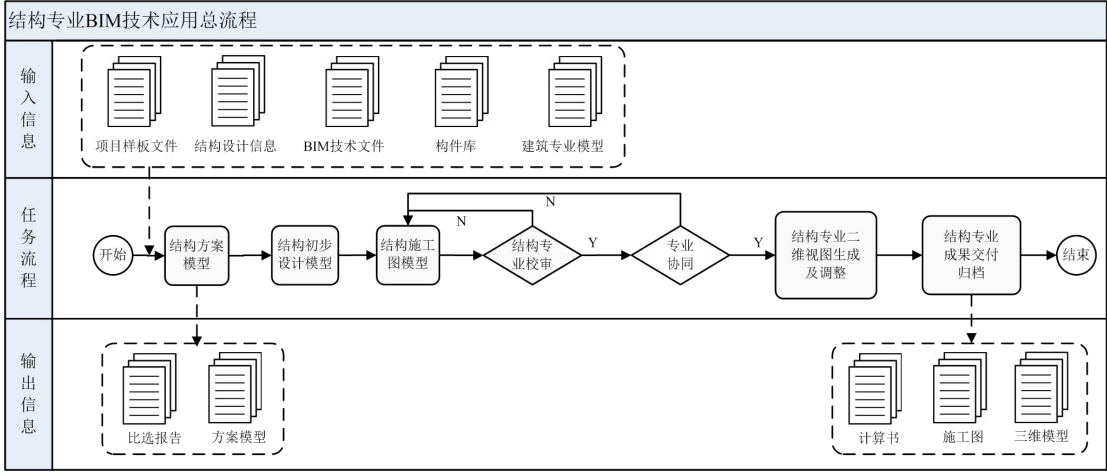


图 7-1 结构专业 BIM 技术应用总流程

根据不同设计阶段的设计内容，对 BIM 交付成果的要求也是不同的，在满足项目总体要求的前提下，BIM 模型尽量满足表 7-1 中的内容深度。

表 7-1 BIM 模型在不同设计阶段的内容深度表

BIM 模型	方案设计	初步设计	施工图设计
模型内容	混凝土结构：框架柱、框架梁、剪力墙、结构板 钢结构：主要柱、梁、板	基础：独立基础、桩基础等。 混凝土结构：柱、梁、剪力墙、结构板、圈梁、挑梁、结构楼梯、主要洞口等。 钢结构：柱、梁、板、檩条、支撑等。	基础：独立基础、桩基础等。 混凝土结构：柱、梁、剪力墙、结构板、圈梁、挑梁、基础、结构楼梯、全部洞口及坡道等。 钢结构：柱、梁、板、檩条、支撑、维护体系、节点等。
模型几何深度	G2.5 级深度，参见表 3-3 描述	G2.5 级深度，参见表 3-3 描述。	G3 级深度，参见表 3-3 描述。
模型信息深度	N1 级深度，参见表 3-4 描述。 如：材质信息、构件尺寸、定位信息等。	N1.5 级深度，参见表 3-4 描述。 如：材质信息、构件尺寸、定位信息、洞口定位与尺寸、荷载信息、配筋信息等。	N2 级深度，参见表 3-4 描述。 如：材质信息、构件尺寸、定位信息、荷载信息、配筋信息、节点信息等。
典型用途	方案比选	初步设计、冲突检测等。	施工图设计、深化设计、施工模拟、结构展示。

7.2 方案阶段

方案设计主要是从建筑项目的需求出发，根据建筑项目的设计条件，研究分析满足建筑功能和性能的结构总体方案，并对结构总体方案进行初步的评价、优化和确定。

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其可行性进行验证，对下一步深化工作进行推导和方案细化。方案阶段的 BIM 应用点主要为方案比选。

表 7-2 方案设计阶段结构专业 BIM 模型深度

模型内容	模型几何深度	模型信息深度	典型用途
混凝土结构：框架柱、框架梁、剪力墙、结构板。 钢结构：主要柱、梁、檩条、支撑等 空间结构：桁架、网架等。	G2.5 级深度，参见表 3-3 描述	N1 级深度，参见表 3-4 描述。如：混凝土强度、钢材强度等材质信息、构件的尺寸、定位信息等。	方案比选

7.2.1 方案比选应用点

1 应用点描述

利用 BIM 软件搭建或局部调整方式，形成多种结构方案，对结构形式、构件尺寸、工程量等进行必要的计算分析与模拟分析，并在三维可视化的仿真场景下，更直观、更有效的提供比选依据，协助选择最优的结构设计方案。

2 解决思路

方案阶段的 BIM 结构设计流程可参照以下思路：

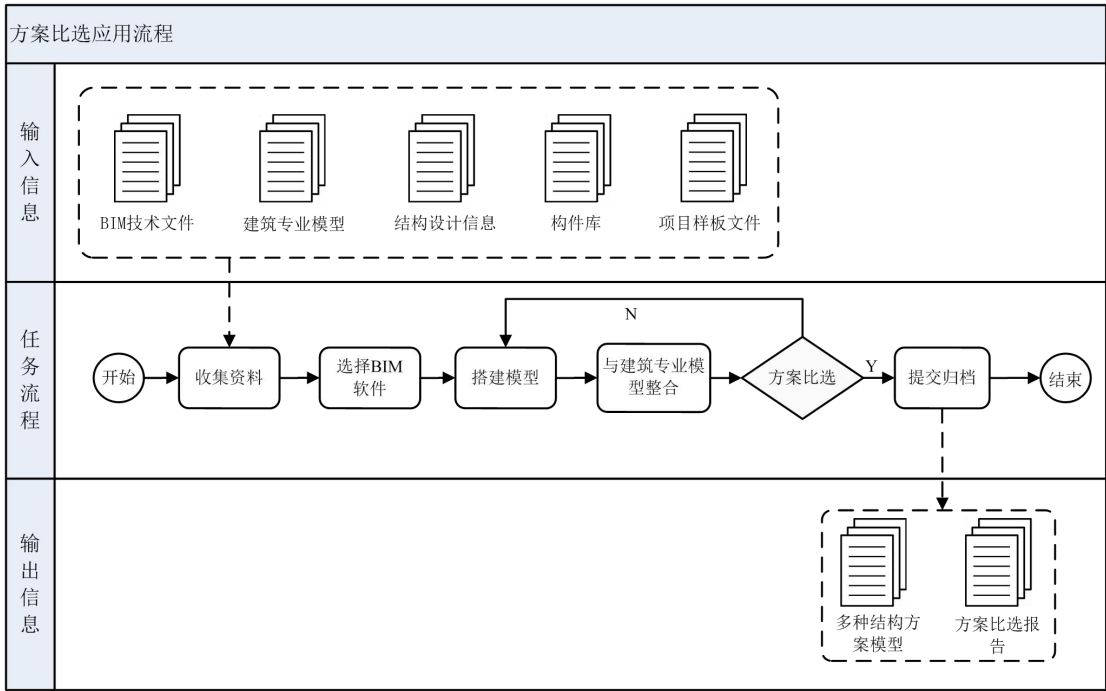


图 7-2 方案比选 BIM 技术应用流程

3 操作流程

- 1) 收集资料。结构专业负责人从 BIM 项目经理处接收项目资料，包括：项目方案阶段策划、建筑专业模型、结构设计信息、协同方式、管理平台及协同平台等。
- 2) 选择 BIM 软件。可根据混凝土或钢结构等不同结构形式选择不同的 BIM 软件，如 Revit、Advance Steel、PKPM、盈建科等。

- 3) 搭建模型。根据建筑专业模型、内部空间结构,搭建多种结构形式模型。模型要求参见表 7-2。
- 4) 与建筑专业模型整合。
- 5) 可视化比选。通过软件的可视化功能、渲染软件或 VR 等技术对结构形式、可行性、美观提出比选依据。
- 6) 工程量比选。通过软件统计工程量,提供比选依据。
- 7) 提交归档。将过程文件及最终方案提交管理平台、协同设计平台归档,并做好模型传递到初步设计的准备。

4 应用成果

- 1) 多种结构方案模型。模型包含主要的结构构件,及尺寸、定位等信息。
- 2) 方案比选报告。报告应包含模型截图、方案对比分析说明、工程量表等。

7.2.2 可视化展示应用点

1 应用点描述

利用可视化软件对多种结构方案做虚拟仿真漫游,对结构形式、构件尺寸在三维仿真场景下提供更直观、更有效的比选依据,对结构方案的美观性、合理性进行分析和优化,协助选择最优的结构设计方案。

2 解决思路

方案阶段的 BIM 结构可视化流程可参照建筑专业的可视化流程,建议与建筑专业同步开展应用工作。

3 操作流程

- 1) 设计模型核查及优化,并导入到相应的可视化软件中,需注意有无破面、材质丢失以及模型原点不统一等问题。
- 2) 确定表达意图,尤其是复杂的结构节点设计与美学、合理性相关的内容。
- 3) 确定漫游路径。
- 4) 材质处理。
- 5) 成果导出。

4 应用成果

- 1) 动画视频文件。
- 2) 漫游模型。

7.3 初步设计阶段

初步设计阶段是介于方案设计和施工图设计之间的过程,是对方案设计进行细化的阶段。在本阶段,深化结构建模设计和分析核查,推敲完善方案设计模型。应用 BIM 软件,对专业间空间位置进行一致性、合性检查,将修正后的模型进行剖切,生成平面、立面、剖面,形成初步设计阶段的结构模型和二维设计

图。在结构初步设计过程中，沟通、讨论、决策应当围绕方案设计模型进行，发挥模型可视化、专业协同的优势，并从项目开始及整个设计过程中，满足 BIM 项目管理和协同设计的需要。

结构专业初步设计阶段 BIM 技术应用总流程，如图 7-3 所示。

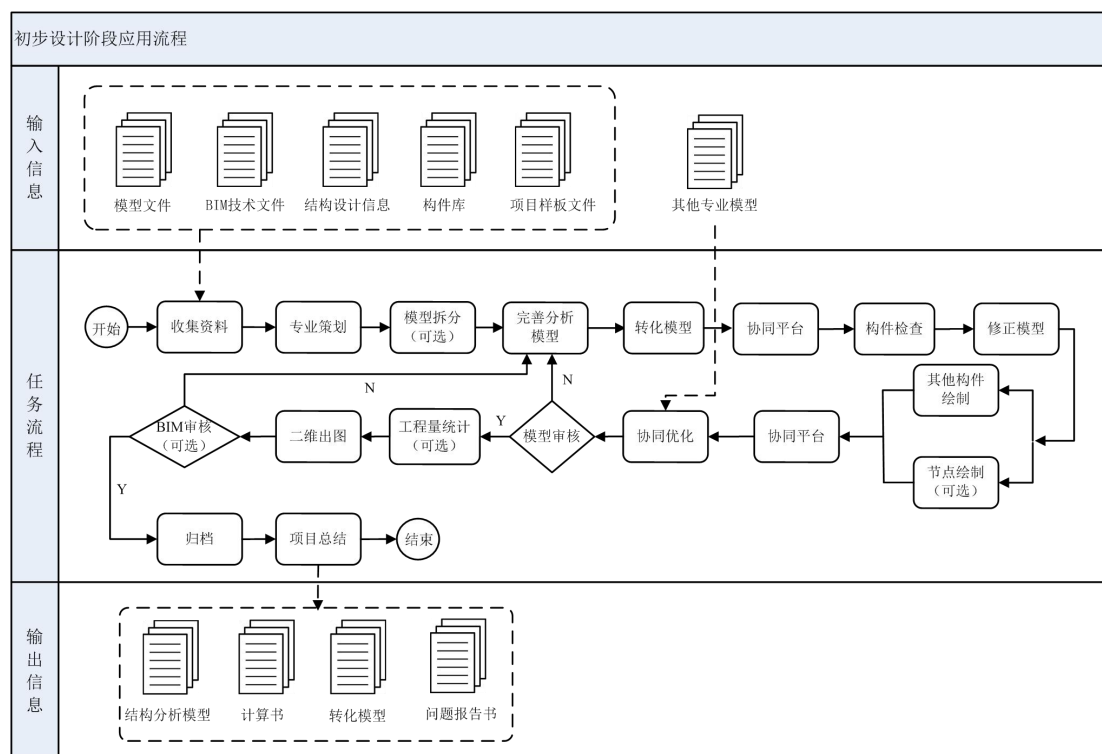


图 7-3 结构专业初步设计阶段 BIM 技术应用总流程

7.3.1 BIM 技术应用工作流程

- 1) 收集资料。结构专业负责人从 BIM 项目经理处接收项目资料，包括：现有模型文件、结构设计信息、项目 BIM 技术文件、各项适用标准、项目初步设计阶段策划、项目基点、协同方式、管理平台及协同平台等。
- 2) 专业策划。沟通 BIM 项目经理，在满足项目总要求的前提下，制定结构专业的 BIM 实施方案，内容包括软件选择、结构专业模型标准、协同方式、协同节点、人员及进度安排。
- 3) 模型拆分（可选）。根据项目工作量大小或结构形式等需求，对项目文件进行分割，方便不同设计人员参与，方便使用不同软件绘制。
- 4) 搭建分析模型。设计人员根据专业负责人提供的项目资料和信息，使用规定分析软件，利用方案模型或重新搭建，完成结构分析模型及计算。
- 5) 创建或转化模型。直接在软件中创建结构模型，或使用软件的格式转换功能或插件，把分析模型导入协同需要的软件，如把 PKPM 模型通过探索者插件导入 Revit。
- 6) 提交协同平台。尽早提交协同平台，方便其他专业参照模型设计。
- 7) 检查构件完整性。检查转化过程中是否有主要构件丢失，如梁、板、柱。
- 8) 检查构件正确性。检查转化过程中主要构件尺寸是否正确。

- 9) 检查信息完整性(可选)。检查导入后的构件是否完整带有分析模型信息。
- 10) 修正模型。对丢失、错误及分析计算中的简化模型构件重新绘制, 与实际情况匹配。
- 11) 其他构件绘制。基础、楼梯、洞口、次要梁柱等。
- 12) 节点绘制(可选)。钢结构设计时, 可根据需要完成节点绘制。
- 13) 提交协同平台。模型变更过程中需不断提交协同平台, 方便其他专业参照模型设计。
- 14) 协同设计。通过协同平台获取其他专业的设计模型, 使用碰撞检查软件如 NavisWorks 或设计软件如 Revit 完成空间分析、碰撞检查, 对发生问题处协商修改。
- 15) 提交模型审核。对完成协同设计的模型提交专业模型审核, 主要审核构件的材质信息、构件尺寸、定位信息、洞口定位与尺寸、荷载信息、配筋信息等。
- 16) 工程量统计(可选)。根据需要, 通过软件或插件完成主要材料的工程量理论值统计, 如混凝土量、钢筋量、钢材量等。
- 17) 初步设计出图(可选)。完成模型审核后, 开始初步设计出图。通过软件及插件完成初步设计出图绘制, 出图应符合初步设计二维图纸的要求。
- 18) 提交 BIM 审核(可选)。审核应符合现有初步设计三级审核的要求。
- 19) 提交归档。将过程文件及最终设计模型、图纸、工程量表等, 提交管理平台、协同设计平台归档, 并做好模型传递到施工图设计的准备。
- 20) 项目总结。项目完成后, 对项目样板文件、构件库等进行整理, 提高项目复用能力。

7.3.2 结构分析应用点

1 应用点描述

在结构计算软件中进行结构布局及受力分析; 将结构计算成果导入 BIM 软件, 为形成结构施工图提供计算依据。

2 解决思路

结构分析的 BIM 设计工作流程可参照图 7-4。

3 操作流程

- 1) 收集数据。包括: 建筑方案模型、结构设计信息等。
- 2) 创建模型。在结构分析软件中创建分析模型, 如梁、板、柱等。
- 3) 分析计算。在结构分析计算软件中进行相应的结构整体力学性能分析工作。
- 4) 完成结构专业校审。保存分析模型和计算书, 按传统审核方式完成该步骤审核。
- 5) 导出结构模型。按协同设计要求, 使用相应软件或插件导出符合协同设计格式要求的模型。
- 6) 检查模型完整性、正确性。检查模型转化过程中是否有主要构件丢失, 检查主要构件尺寸是否正确, 检查导入后的构件是否完整带有分析模型信息等。
- 7) 编写结构模型转化问题报告书。不同软件转化模型可能出现的问题不同, 为方便模型创建的需要, 必须对不能转化或转化错误的构件提前说明。

8) 提交协同平台。将分析模型、计算书、转化模型、问题报告书等提交协同平台，为下一步模型构件做好准备工作。

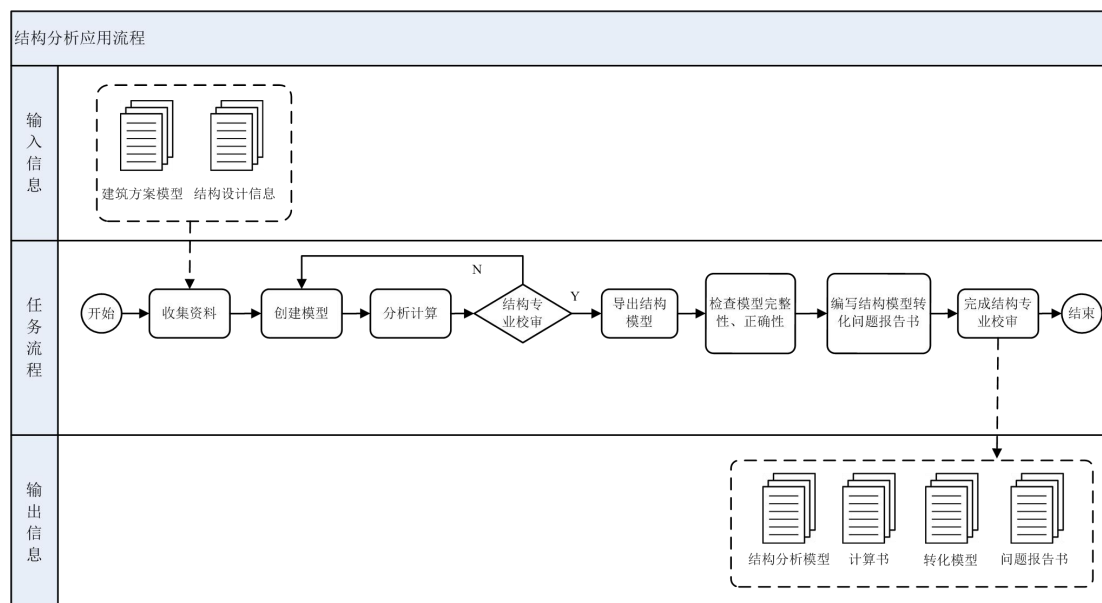


图 7-4 结构分析 BIM 技术应用流程图

4 应用成果

- 1) 结构分析模型。模型需符合结构分析软件的应用程度及数据信息。
- 2) 计算书。与传统计算书相同。
- 3) 转化模型。按协同设计要求，通过软件或插件从分析软件中直接转化的模型。
- 4) 问题报告书。内容包括因软件问题造成错误，如丢失的构件位置、尺寸；错误构件的尺寸和信息；简化模型的正确尺寸和信息等。

7.3.3 模型构建应用点

1 应用点描述

在方案设计模型的基础上，进一步深化，使其满足初步设计阶段模型深度要求；使得项目各专业的沟通、讨论、决策等协同工作在基于三维模型的可视化情境下进行，完成空间检查和管线综合，为施工图设计提供设计模型和依据。

2 解决思路

模型构建的工作流程可参照图 7-5。

3 操作流程

- 1) 收集数据。保证数据的准确性，包括：项目基点、建筑方案模型、结构方案模型、结构设计信息等。
- 2) 创建模型。可直接在软件中创建结构主要构件模型，如梁、板、柱等，绘制过程中注意统一命名格式及相关信息输入。

- 3) 转化模型。也可以通过插件将结构分析模型转化为 BIM 模型，如把 PKPM 模型通过探索者插件导入 Revit。
- 4) 检查结构专业模型设计的完整性、正确性。检查模型创建或转化过程中是否有主要构件丢失，检查主要构件尺寸是否正确，检查导入后的构件是否完整带有分析模型信息等。
- 5) 修正模型。对丢失、错误及分析计算中的简化模型构件重新绘制，与实际情况匹配。
- 6) 其他构件绘制。完成基础、楼梯、洞口、次要梁柱等的绘制。
- 7) 节点绘制（可选）。钢结构设计时，可根据需要完成节点绘制。
- 8) 优化设计。完成空间检查和管线综合后，需要进行结构专业模型调整。
- 9) 提交审核并用于协同设计。确认模型深度和构件属性信息深度达到初步设计图纸需求，并提交协同平台用于协同设计。

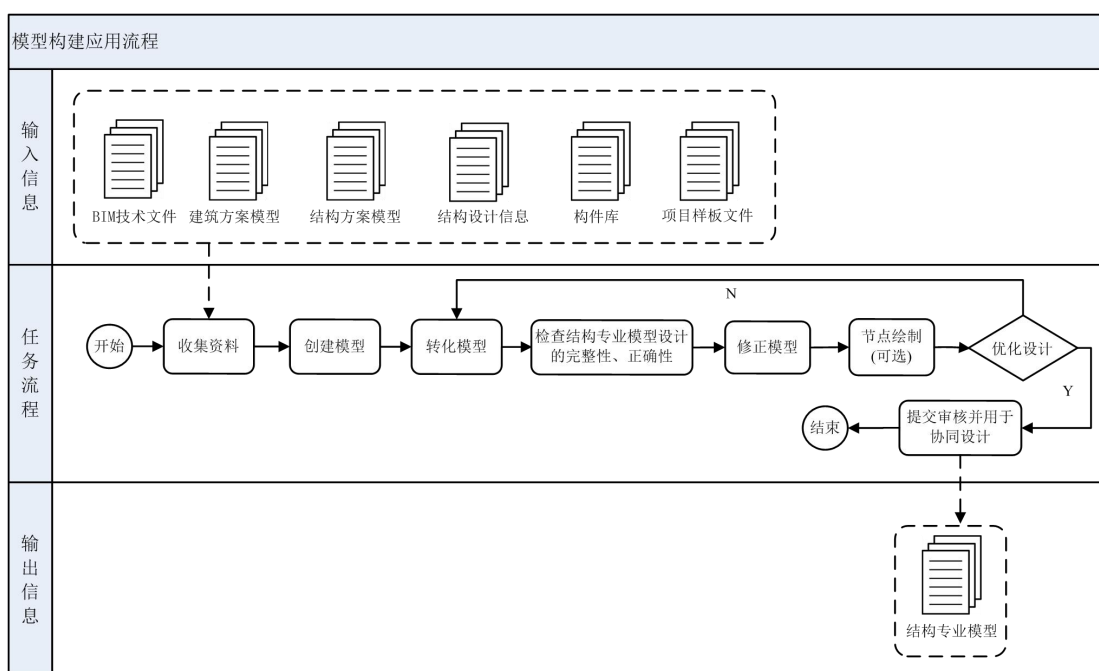


图 7-5 模型构建 BIM 技术应用流程图

4 应用成果

结构专业模型。模型需符合项目基点要求，基本要求如表 7-3 所示。

5 应用点描述

节点设计主要指钢结构节点设计。在初步设计阶段，对项目的主要节点通过各类 BIM 节点设计软件绘制真实节点的三维模型，确定合理的节点构造，并可以用于进一步施工图设计及深化设计。

表 7-3 初步设计阶段 BIM 模型深度表

内容深度	模型几何深度	模型信息深度	典型用途
初步设计、冲突检测	G2.5 级深度，参见表 3-3 描述。	N1.5 级深度，参见表 3-4 描述。如：混凝土强度等材质信息、构件的尺寸、定位信息、洞口的定位与尺寸、荷载信息、配筋信息等	

7.3.4 节点设计应用点

1 解决思路

节点设计的 BIM 工作思路可参照图 7-6。

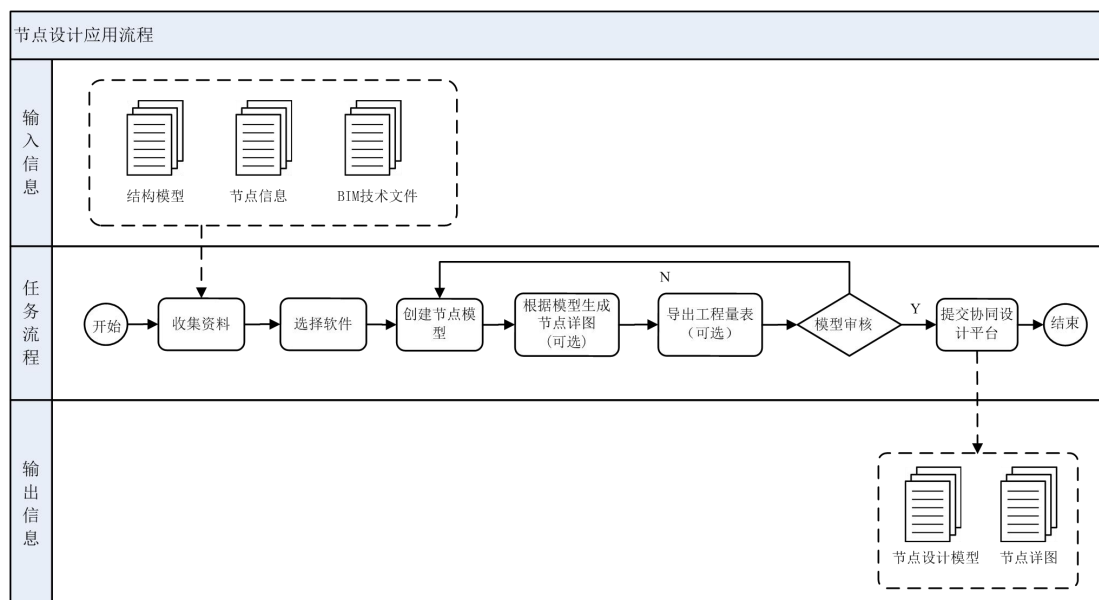


图 7-6 节点设计 BIM 技术应用流程图

2 操作流程

- 1) 收集数据。包括结构模型、节点信息等。
- 2) 选择软件。Revit、探索者等软件可绘制部分钢结构节点，或通过 Advanve Steel 等软件的节点构件库绘制钢结构节点。
- 3) 创建节点模型。在初步设计阶段要求的节点设计，生成真实节点模型。
- 4) 根据模型生成节点详图（可选）。按初步设计出图要求自动生成或完成节点详图的绘制。
- 5) 导出工程量表（可选）。探索者软件可根据需要导出钢筋量表。
- 6) 模型审核。
- 7) 提交协同设计平台。将完成节点设计的完整模型提交其他专业协同设计。

3 应用成果

- 1) 节点设计模型。包含完整节点设计的三维模型。
- 2) 节点详图（可选）。详图信息须与模型信息保持一致。

7.3.5 空间检查应用点

1 应用点描述

通过剖切建筑和结构专业整合模型，检查建筑和结构的构件在平面、立面、剖面位置是否一致；消除设计中出现的建筑、结构不统一的错误，同时完成项目设计图纸范围内各种管线布设与结构构件碰撞、

满足净高要求等三维协同设计工作，尽可能减少碰撞，避免空间冲突，避免设计错误传递到施工图设计阶段。

2 解决思路

空间检查的工作流程可参照图 7-7。

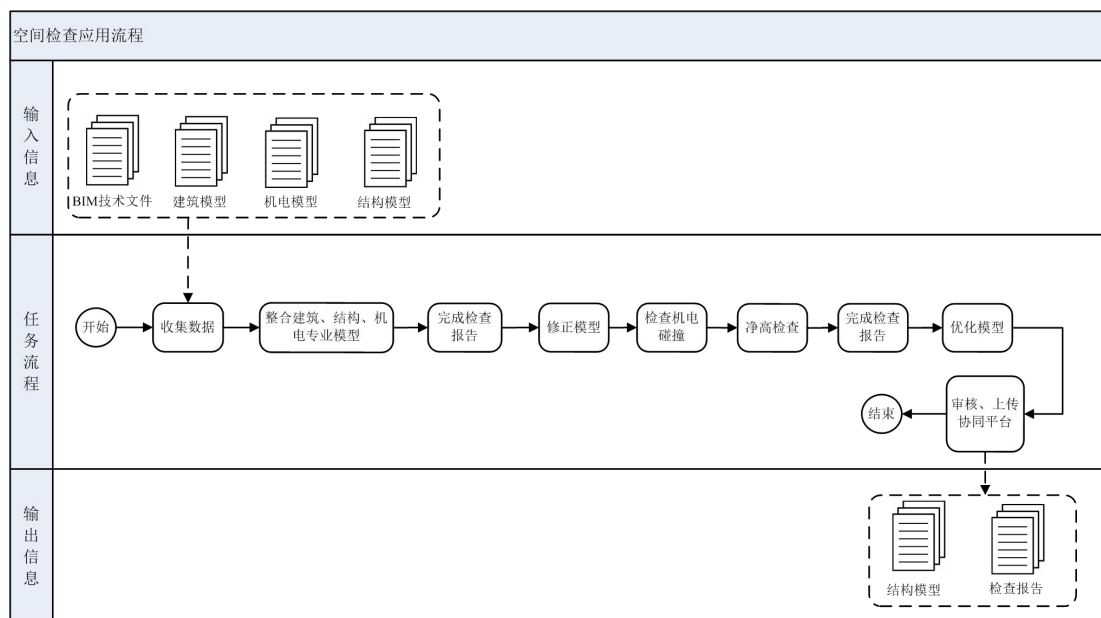


图 7-7 空间检查 BIM 技术应用流程图

3 操作流程

- 1) 收集数据。通过协同平台，收集其他专业最新模型，内容包括：项目基点、建筑、机电等各专业模型，确保数据完整准确。
- 2) 整合建筑专业和结构专业模型。
- 3) 检查建筑模型。通常建议在 Revit 中检查，剖切整合后的建筑结构模型，产生平面、立面、剖面视图，并检查建筑、结构两个专业间设计内容是否统一、是否有缺漏，检查空间合理性，检查是否有构件冲突等内容。
- 4) 完成检查报告。并返资料给建筑专业。
- 5) 修正模型。与建筑专业协商，修正各自专业模型的错误，直到建筑与结构统一。
- 6) 检查与机电专业的碰撞。可在 Revit 中或 NavisWorks 等碰撞检查检查软件中，分别与机电各专业模型整合，检查产生碰撞构件，导出碰撞检查报告。
- 7) 净高检查。整合所有专业，通过软件的净高检查功能，完成净高符合性检查。
- 8) 完成检查报告。分别导出结构与各专业、各类型的碰撞检查报告。
- 9) 优化模型。与各专业完成协同设计后，按需修改结构专业构件尺寸。
- 10) 审核并上传协同平台。将优化后的模型及检查报告上传管理平台审核，并上传协同平台。

4 应用成果

- 1) 优化后的结构专业模型。模型精细度和构件要求同初步设计阶段模型要求。
- 2) 检查报告。报告应各专业一份，例“结构与通风专业碰撞检查报告”，可根据不同软件的应用情况给出二维或图表形式的检测报告。

7.3.6 工程量统计应用点

1 应用点描述

利用结构模型，初步统计混凝土、钢材及钢筋工程量，以辅助进行技术指标测算，在结构模型修改过程中，发挥关联修改作用，实现精确快速统计。

2 解决思路

工程量统计的工作流程可参照图 7-8 的技术应用流程

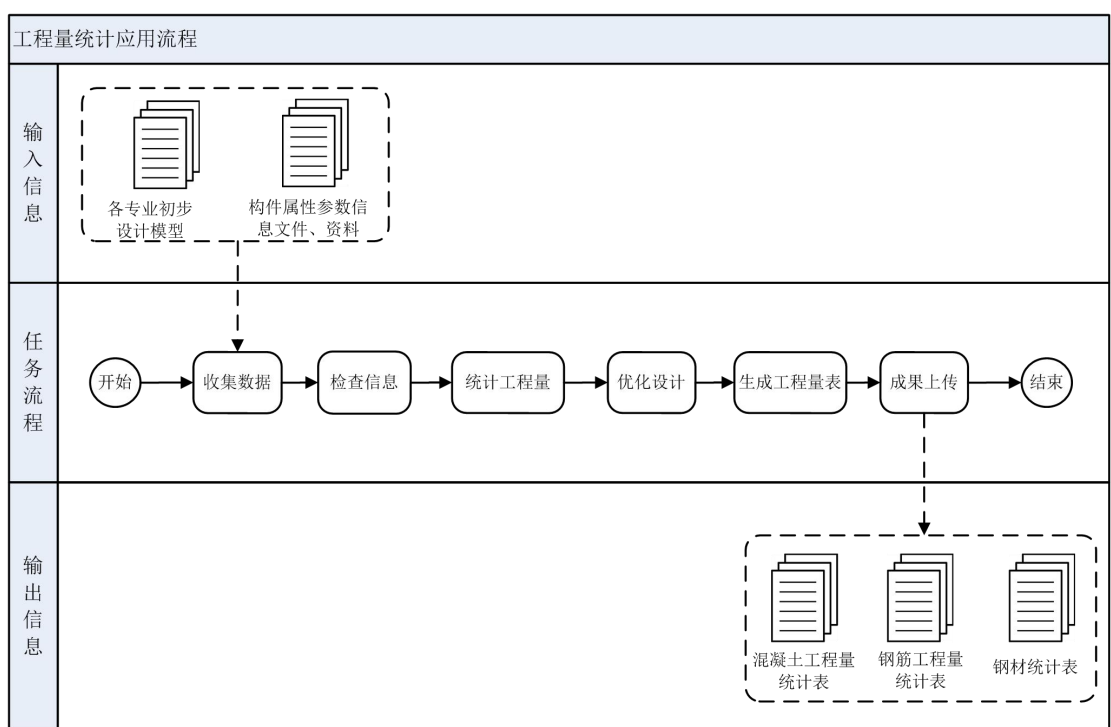


图 7-8 工程量统计 BIM 技术应用流程图

3 操作流程

- 1) 收集数据。内容包括：结构初步设计模型、构件属性参数信息文件、资料。
- 2) 检查信息。检查结构专业模型中的结构构件信息的准确性及钢筋信息的准确性。
- 3) 统计工程量。使用软件工程量统计功能，根据结构专业模型及钢筋信息生成混凝土及钢筋工程量、钢材工程量。
- 4) 优化设计。在进行限额设计时，可通过工程量表提前发现可调整项，进行优化设计。
- 5) 生成工程量表。结构专业模型、构件信息或钢筋信息进行修改后，需重新生成相应的工程量表。
- 6) 成果上传。将混凝土、钢筋等工程量统计表上传项目管理平台及协同设计平台。

4 应用成果

- 1) 混凝土、钢筋工程量统计表，按照项目管理要求，一般包括分层、分构件、按编号的工程量表及钢筋工程量详表等。
- 2) 钢材统计表。不同软件可产生不同详细程度的钢材统计表，应按软件实施情况调整。

7.3.7 二维制图表达应用点

1 应用点描述

以计算分析结果为依据，基于 BIM 三维设计模型生成二维制图表达，符合国家现有的二维设计制图标准或 BIM 出图的相关导则或标准。

2 解决思路

二维制图表达的 BIM 工作流程可参照图 7-9。

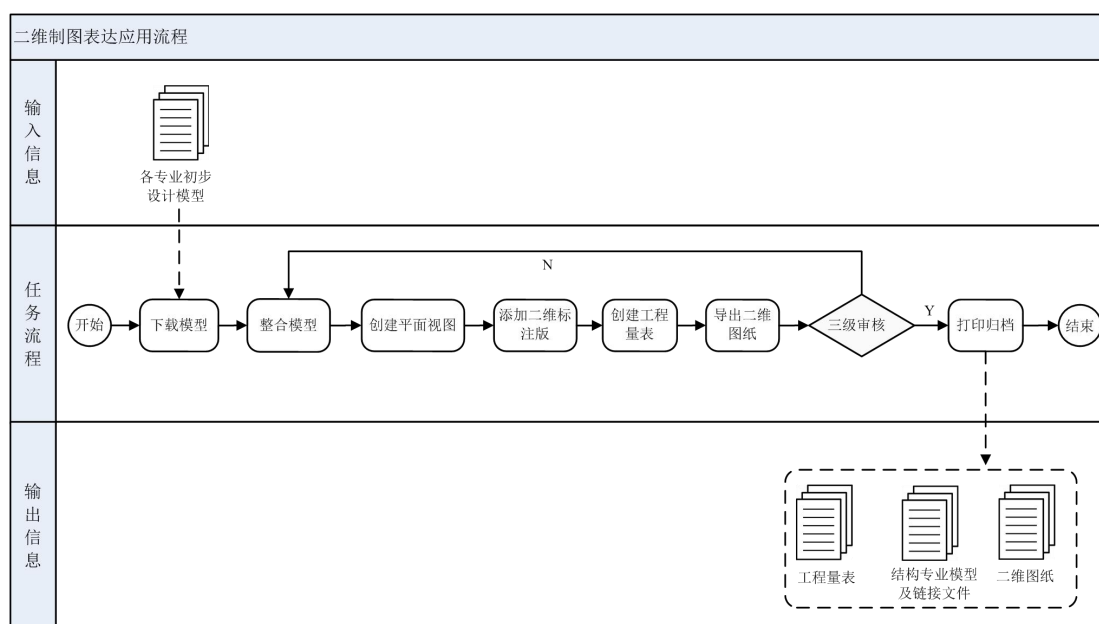


图 7-9 二维制图表达 BIM 技术应用流程图

3 操作流程

- 1) 下载模型。根据出图表达需要，通过协同平台下载审核通过的各专业初步设计模型，模型深度和构件属性信息深度应达到初步设计图纸需求。
- 2) 整合模型。整合出图需要的其他专业模型。
- 3) 创建平面视图。通过剖切、调整视图深度、隐藏无需表达的构件等步骤，创建相关图纸，如平面图、立面图、剖面图、节点详图等。
- 4) 添加二维标注。添加文字注释、尺寸标注、平法标注、图例、设计施工说明等信息。对复杂节点宜增加三维透视图和轴测图进行表达。
- 5) 创建工程量表。通过软件统计功能，按项目要求，提取相关构件信息形成统计表格，如混凝土工程量表、钢筋工程量表、钢材工程量表等。
- 6) 导出二维图纸。通过软件直接导出二维图纸，并上传模型文件到协同平台上。

- 7) 三级审核。完成二维图纸和三维模型的三级审核，保证模型信息与图纸表达信息一致。
- 8) 打印归档。

4 应用成果

- 1) 结构专业模型及链接文件。确保模型间相互链接路径准确。确保模型图纸视图与最终出图内容的一致性。
- 2) 二维图纸。图纸深度应当符合现阶段二维图纸表达的要求。
- 3) 工程量表。软件自动导出的工程量表即可，建议不要人为修改。

7.3.8 三维设计模型交付应用点

1 应用点描述

在结构设计完成时，将带有设计信息的结构模型根据实际情况进行修正，以保证模型信息与施工图二维表达的一致性，进而形成三维设计交付模型。

2 解决思路

三维设计模型交付的工作流程可参照图 7-10。

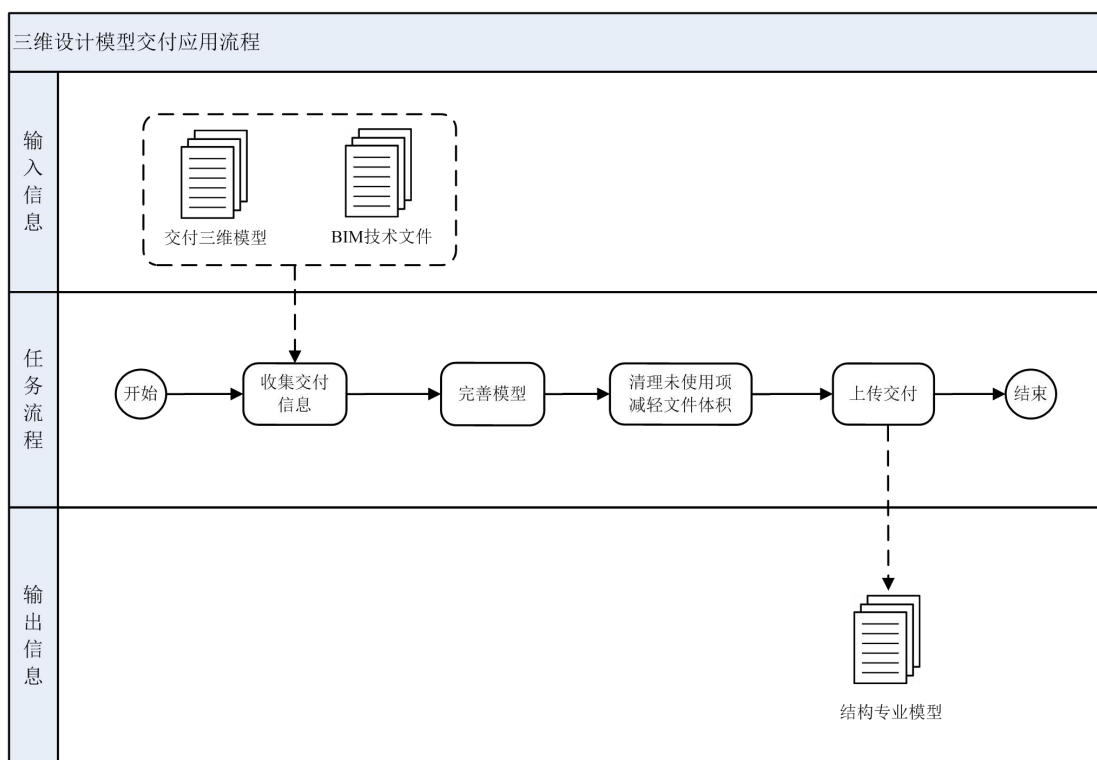


图 7-10 二维制图表达 BIM 技术应用流程图

3 操作流程

- 1) 收集交付信息。收集项目合同、BIM 设计项目计划等文件中相关 BIM 模型交付要求。
- 2) 完善模型。根据要求，在上个步骤完成的模型基础上，增加或删减结构模型的内容和信息，如配合三维展示、需增加相应的材质信息等，并做好材质分类。

- 3) 清理模型文件。清理未使用项和无用内容，减轻文件体积。
 - 4) 成果交付。 将结构专业模型上传到协同设计平台。
- 4 应用成果

结构专业模型。需符合项目合同中规定的三维模型交付要求。

7.4 施工图设计阶段

施工图设计是结构设计的重要阶段，是结构设计和施工的桥梁。本阶段主要通过施工图图纸及模型，表达结构设计意图和设计结果，并作为项目现场施工制作的依据。

施工图设计阶段的 BIM 应用是结构专业模型构建并进行优化设计的复杂过程。需与各专业信息模型包括建筑、给排水、暖通、电气等专业，在协同设计基础上，根据专业设计、施工等知识框架体系，进行碰撞检测、三维管线综合、竖向净空优化等基本应用，完成对施工图阶段设计的多次优化。针对某些会影响净高要求的重点部位，及产生重要影响的节点等，进行具体分析并讨论，适当开展节点三维深化设计，和工程量的理论值统计。

结构专业施工图设计阶段 BIM 技术应用总流程如图 7-11 所示。

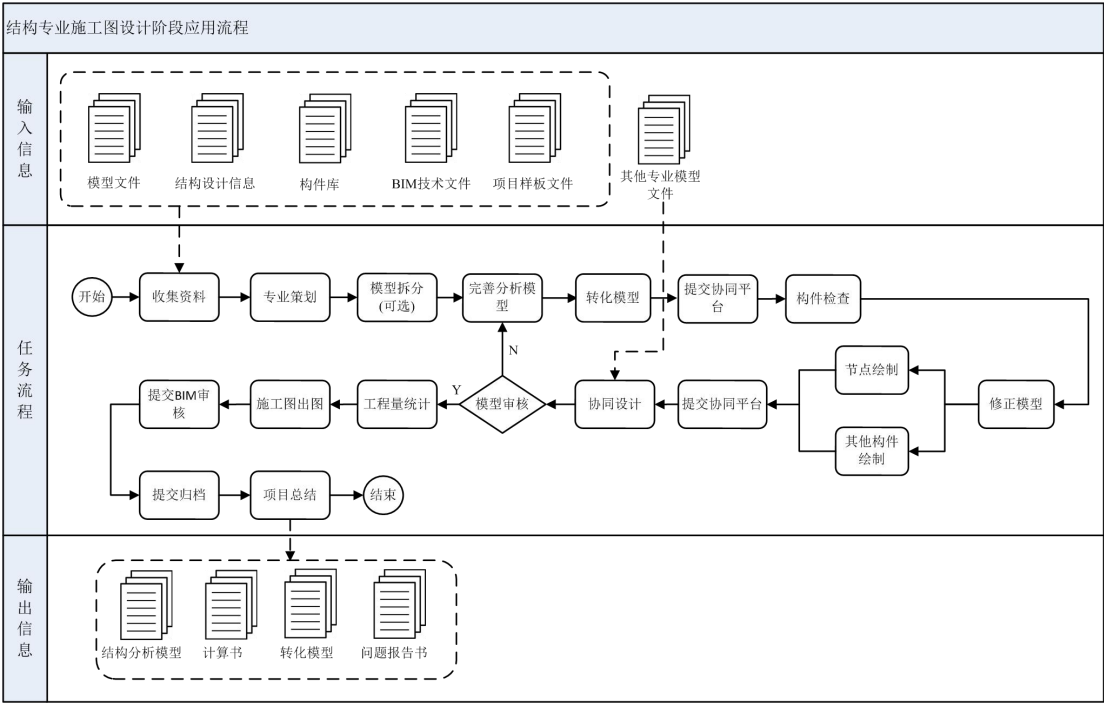


图 7-11 三维设计模型交付流程图

7.4.1 施工图设计阶段工作流程

- 1) 收集资料。结构专业负责人从 BIM 项目经理处接收项目资料，包括：现有各专业模型文件、项目 BIM 技术文件、各项适用标准、项目施工图设计阶段策划、项目基点、协同方式、管理平台及协

同平台等。

- 2) 专业策划。沟通 BIM 项目经理, 在满足项目总要求的前提下, 制定结构专业的 BIM 实施方案, 内容包括软件选择、结构专业模型交付标准、协同方式、协同节点、人员及进度安排等。
- 3) 模型拆分(可选)。通常沿用初步设计阶段的拆分规定, 也可根据实际情况对项目文件重新分割, 方便不同设计人员参与, 方便使用不同软件绘制。
- 4) 完善分析模型。根据需要, 在初步设计的模型基础上, 完善结构分析模型及计算。
- 5) 转化模型。使用软件的格式转换功能或插件, 把分析模型导入协同需要的软件, 如把 PKPM 模型通过探索者插件导入 Revit。
- 6) 提交协同平台。尽早提交协同平台, 即使更新模型, 方便其他专业参照模型设计。
- 7) 检查构件完整性。检查转化过程中是否有主要构件丢失, 如梁、板、柱。
- 8) 检查构件正确性。检查转化过程中主要构件尺寸是否正确。
- 9) 检查信息完整性(可选)。检查导入后的构件是否完整带有分析模型信息。
- 10) 修正模型。对丢失、错误及分析计算中的简化模型构件重新绘制, 与实际情况匹配。
- 11) 其他构件绘制。基础、楼梯、洞口、次要梁柱、所有洞口、坡道等。
- 12) 节点绘制(可选)。钢结构设计时, 可根据需要完成节点绘制。
- 13) 提交协同平台。模型变更过程中需不断提交协同平台, 方便其他专业参照模型设计。
- 14) 协同设计。通过协同平台获取其他专业的设计模型, 使用碰撞检查软件如 NavisWorks 或设计软件如 Revit 等完成空间分析、碰撞检查, 对发生问题处协商修改。
- 15) 提交模型审核。对完成协同设计的模型提交专业模型审核, 主要审核构件的材质信息、构件尺寸、定位信息、洞口定位与尺寸、荷载信息、配筋信息等。
- 16) 工程量统计(可选)。根据需要, 通过软件或插件完成主要材料的工程量理论值统计, 如混凝土量、钢筋量、钢材量等。
- 17) 施工图出图(可选)。完成模型审核后, 开始施工图出图。通过软件及插件完成施工图出图绘制, 出图要求应符合现阶段对施工图二维图纸的要求。
- 18) 提交 BIM 审核(可选)。审核应符合现有施工图三级审核的要求。
- 19) 提交归档。将过程文件及最终设计模型、图纸、工程量表等, 提交管理平台、协同设计平台归档, 并满足三维模型交付的要求。
- 20) 项目总结。项目完成后对项目样板文件、构件族等整理, 提高项目复用能力。

7.4.2 模型构建应用点

1 应用点描述

在初步设计模型的基础上, 进一步深化, 使其满足施工图设计阶段模型深度要求; 使得项目各专业的沟通、讨论、决策等协同工作在基于三维模型的可视化情境下进行, 为空间检查、三维管线综合及后续深化设计等提供基础模型。

2 解决思路

模型构建的工作流程可参照图 7-12 的技术应用流程。

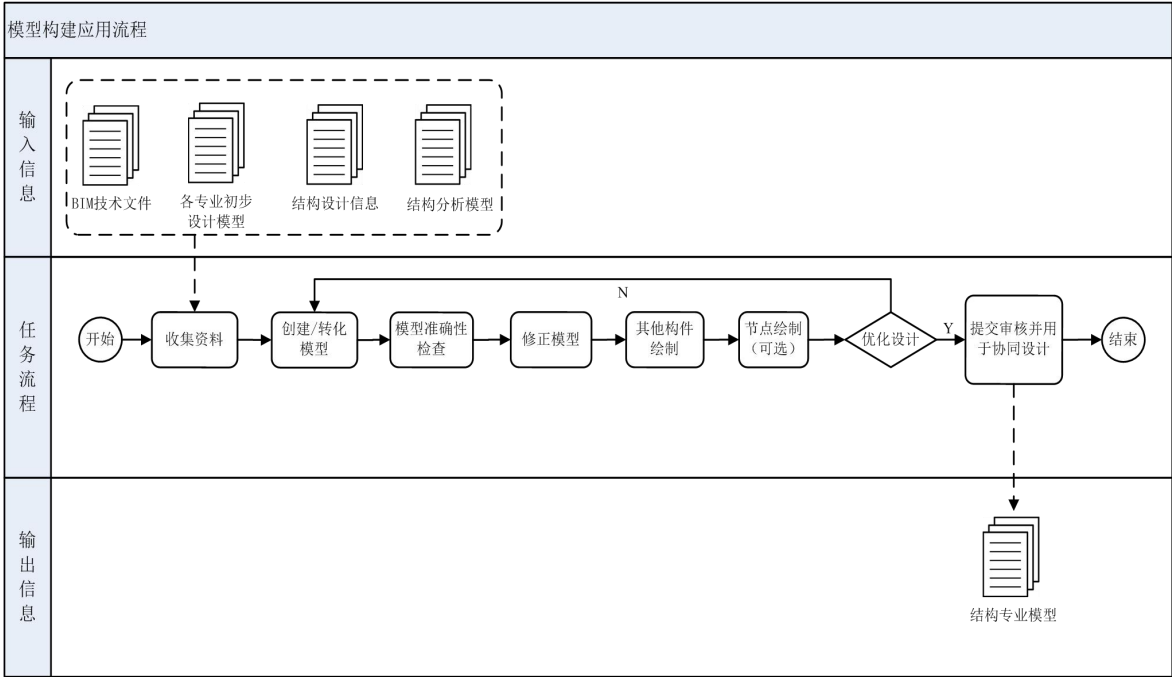


图 7-12 结构专业施工图设计阶段 BIM 技术应用总流程

3 操作流程

- 1) 收集数据。保证数据的准确性，包括：项目基点、各专业初步设计模型、结构设计信息、结构分析模型等。
- 2) 创建模型。可直接在软件中创建结构主要构件模型，如梁、板、柱等，绘制过程中注意统一命名格式及相关信息输入。
- 3) 转化模型。也可以通过插件将结构分析模型转化为 BIM 模型，如把 PKPM 模型通过探索者插件导入 Revit。
- 4) 检查结构专业模型设计的完整性、正确性。检查模型创建或转化过程中是否有主要构件丢失，检查主要构件尺寸是否正确，检查导入后的构件是否完整带有分析模型信息等。
- 5) 修正模型。对丢失、错误及分析计算中的简化模型构件重新绘制，与实际情况匹配。
- 6) 其他构件绘制。完成基础、楼梯、所有洞口、次要梁柱、坡道、维护体系等其他构件的绘制。
- 7) 节点绘制（可选）。可根据需要完成节点绘制，如钢结构节点设计。
- 8) 优化设计。完成空间检查和管线综合后，完成结构专业模型的调整。
- 9) 提交审核并用于协同设计。完成模型审核，提交协同平台用于协同设计，为出施工图做好准备。

4 应用成果

结构专业模型。模型符合项目基点要求，模型深度和构件要求，详见表 7-4 施工图设计阶段 BIM 模型深度表。

表 7-4 施工图设计阶段 BIM 模型深度表

模型内容	模型几何深度	模型信息深度	典型用途
基础：桩基础、独立基础、筏基础等 混凝土结构：框架柱、框架梁、剪力墙、结构板、圈梁、挑梁、结构楼梯、全部洞口及坡道、排水沟、集水坑等次要构件等。 钢结构：柱、梁、板、檩条、支撑、维护体系、节点深化等 空间结构：桁架、网架等	G3 级深度, 参见表 3-3 描述。	N2 级深度, 参见表 3-4 描述。如：混凝土强度、钢材强度等材质信息、构件的尺寸、定位信息、洞口的定位与尺寸、荷载信息、节点信息、配筋信息等。	施工图设计、深化设计、施工模拟、结构展示等。

7.4.3 节点设计应用点

1 应用点描述

节点设计主要指钢结构节点设计。通过各类 BIM 节点设计软件绘制真实节点的三维模型, 确定合理的节点构造, 统计精确的工程量, 并可以用于进一步深化设计及指导施工。

2 解决思路

节点设计的 BIM 工作流程可参照下图:

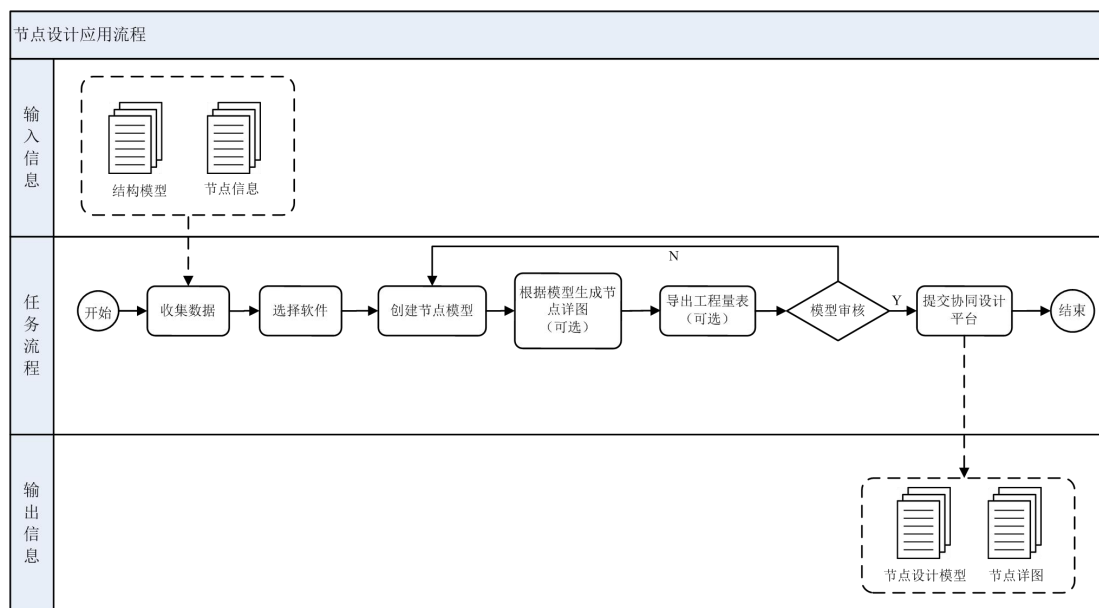


图 7-13 节点设计 BIM 技术应用流程图

3 操作流程

- 1) 收集数据。包括结构模型、节点信息等。
- 2) 选择软件。Revit、探索者等软件可绘制部分钢结构节点, 或通过 Advance Steel、Tekla Structure 等软件的节点构件库绘制钢结构节点。
- 3) 创建节点模型。按施工图设计阶段要求的节点设计, 创建真实节点模型。
- 4) 根据模型生成节点详图（可选）。按施工图设计出图要求自动生成或完成节点详图的绘制。

- 5) 导出工程量表（可选）。探索者软件可根据需要导出钢筋量表。
 - 6) 模型审核。
 - 7) 提交协同设计平台。将完成节点设计的完整模型提交其他专业协同设计。
- 4 应用成果

- 1) 节点设计模型。包含完整节点设计的三维模型。
- 2) 节点详图（可选）。详图信息须与模型信息保持一致。

7.4.4 空间检查应用点

1 应用点描述

通过剖切建筑和结构专业整合模型，检查建筑和结构的构件在平面、立面、剖面位置是否一致；消除设计中出现的建筑、结构不统一的错误，同时完成项目设计图纸范围内各种管线布设与结构构件碰撞、满足净高要求等三维协同设计工作，尽可能减少碰撞，避免空间冲突，避免设计错误传递到施工阶段。

2 解决思路

空间检查的工作流程可参照下图的技术应用流程。

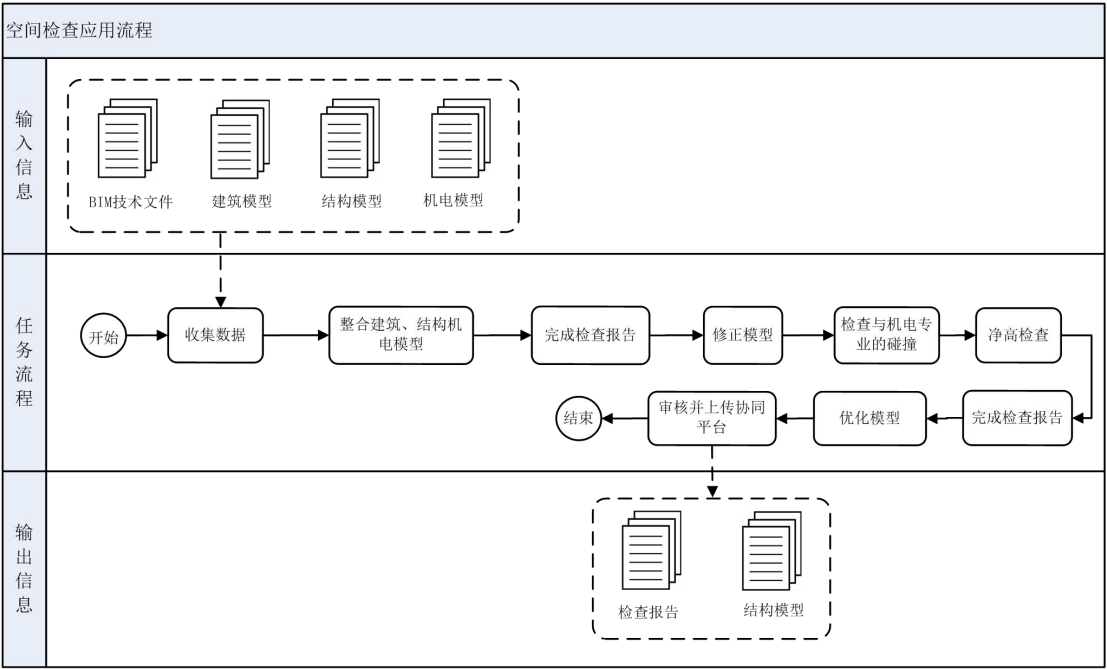


图 7-14 空间检查 BIM 技术应用流程图

3 操作流程

- 1) 收集数据。通过协同平台，收集其他专业最新模型，内容包括：项目基点、建筑、机电等各专业模型，确保数据完整准确。
- 2) 整合模型。整合建筑专业和结构专业模型。
- 3) 检查建筑模型。重点关注施工图阶段与初步设计阶段的建筑专业的变更，通过平面、立面、剖面视图，检查建筑、结构两个专业间设计内容是否统一、是否有缺漏，检查空间合理性，检查是否

有构件冲突等内容。

- 4) 形成检查报告。形成检查报告,并返给建筑专业。
- 5) 修正模型。与建筑专业协商,修正各自专业模型的错误,直到建筑与结构统一。
- 6) 检查与机电专业的碰撞。可使用 Revit 或 NavisWorks 等碰撞检查软件,分别与机电各专业模型整合,检查产生碰撞构件,导出碰撞检查报告。
- 7) 净高检查。整合所有专业,通过软件的净高检查功能,完成净高符合性检查。
- 8) 检查完成报告。分别导出结构与各专业、各类型的碰撞检查报告。
- 9) 优化模型。与各专业完成协同设计后,按需修改结构专业构件尺寸。
- 10) 审核并上传协同平台。将优化后的模型及检查报告上传到协同管理平台进行协同审核。

4 应用成果

- 1) 优化后的结构模型。模型精细度和构件要求同施工图设计阶段模型要求。
- 2) 检查报告。报告应各专业一份,例“结构与通风专业碰撞检查报告”,可根据不同软件的应用情况给出二维或图表形式的检测报告。

7.4.5 工程量统计应用点

1 应用点描述

根据表 7-4 施工图设计阶段 BIM 模型深度表的要求,建立结构模型,精确统计混凝土、钢材及钢筋工程量,以辅助进行技术指标测算,在结构模型修改过程中,发挥关联修改作用,实现精确快速统计。

2 解决思路

工程量统计的工作流程可参照图 7-15。

3 操作流程

- 1) 收集数据。内容包括:结构施工图设计模型、构件属性参数信息文件、资料。
- 2) 检查信息。检查结构专业模型中的结构构件信息的准确性及钢筋信息的准确性。
- 3) 统计工程量。使用软件工程量统计功能,根据结构专业模型及钢筋信息生成混凝土及钢筋工程量、钢材工程量。
- 4) 优化设计。在进行限额设计时,可通过工程量表提前发现可调整项,进行优化设计。
- 5) 生成工程量表。结构专业模型、构件信息或钢筋信息进行修改后,需重新生成相应的工程量表。
- 6) 成果上传。将混凝土、钢筋工程量统计表上传到项目管理平台及协同设计平台。

4 应用成果

- 1) 混凝土、钢筋工程量统计表。按照项目管理要求,一般包括分层、分构件、按编号的工程量表及钢筋工程量详表等。
- 2) 钢材统计表。由于不同软件生成的钢材统计表详细程度不同,因此需按软件实施具体情况调整。

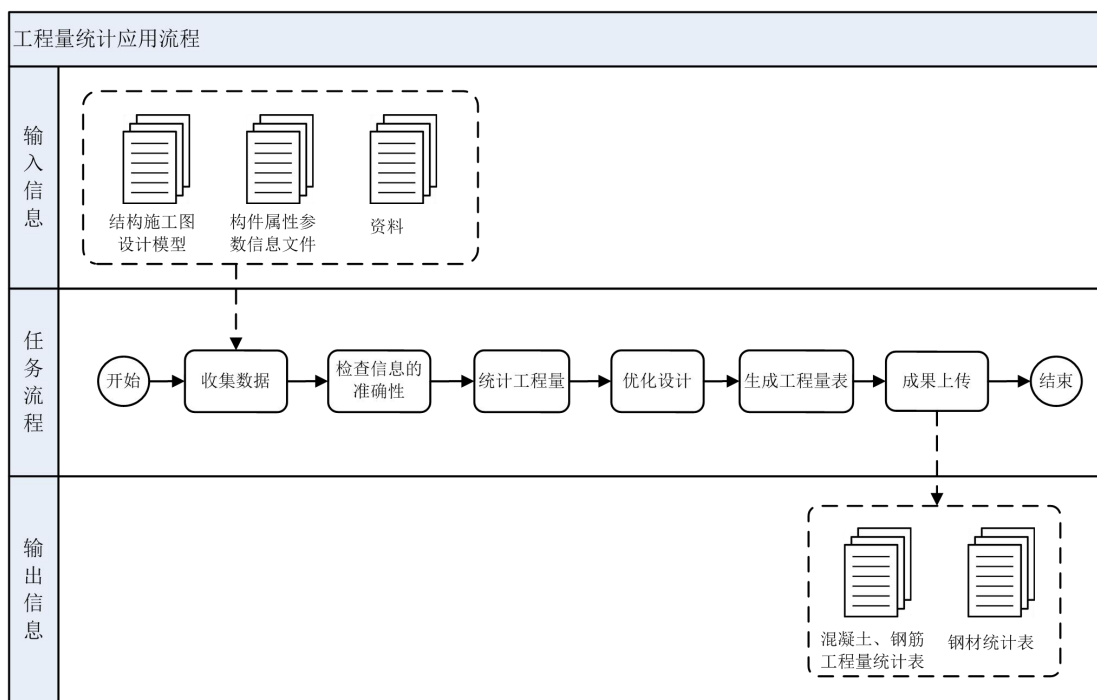


图 7-15 工程量统计 BIM 技术应用流程图

7.4.6 二维制图表达应用点

1 应用点描述

以计算分析结果为依据，基于 BIM 三维设计模型生成二维制图表达，符合国家现有的二维设计制图标准或 BIM 出图的相关导则或标准。

2 解决思路

二维制图表达的 BIM 工作流程可参照图 7-16。

3 操作流程

- 1) 下载模型。根据出图表达需要，通过协同平台下载审核通过的各专业施工图设计模型，模型深度和构件属性信息深度应达到施工图设计图纸需求。
- 2) 整合模型。整合出图需要的其他专业模型。
- 3) 创建平面视图。通过剖切、调整视图深度、隐藏无需表达的构件等步骤，创建相关图纸，如平面图、立面图、剖面图、节点详图等。
- 4) 添加二维标注。添加文字注释、尺寸标注、平法标注、图例、设计施工说明等信息。对复杂节点宜增加三维透视图和轴测图进行表达。
- 5) 创建工程量表。通过软件统计功能，按项目要求，提取相关构件信息形成统计表格，如混凝土工程量表、钢筋工程量表、钢材工程量表等。
- 6) 导出二维图纸。通过软件直接导出二维图纸，并上传模型文件。
- 7) 三级审核。完成二维图纸和三维模型的三级审核，保证模型信息与图纸表达信息一致。
- 8) 打印归档。

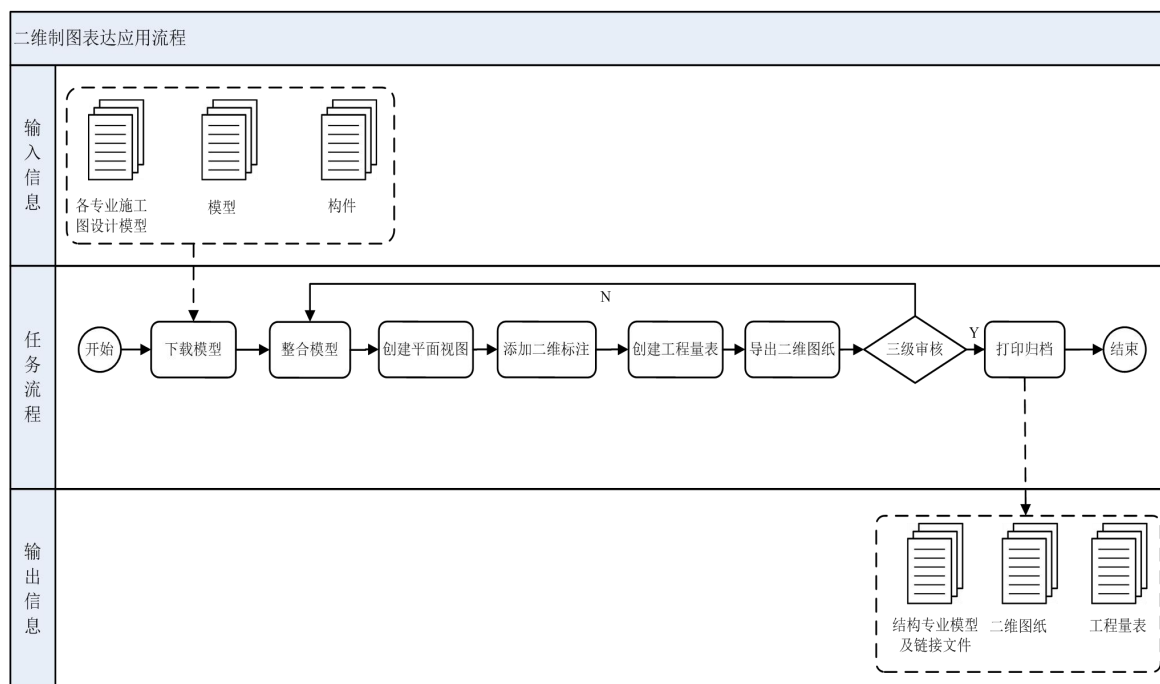


图 7-16 二维制图表达 BIM 技术应用流程图

4 应用成果

- 1) 结构专业模型及链接文件。确保模型间相互链接路径准确。确保模型图纸视图与最终出图内容的一致性。
- 2) 二维图纸。图纸深度应当符合现阶段二维图纸表达的要求。
- 3) 工程量表。软件自动导出的工程量表即可，建议不要人为修改。

7.4.7 三维设计模型交付应用点

1 应用点描述

在结构设计完成时，将带有设计信息的结构模型根据实际情况进行修正，以保证模型信息与施工图二维表达的一致性，进而形成三维设计交付模型。

2 解决思路

三维设计模型交付的工作流程可参照图 7-17。

3 操作流程

- 1) 收集交付信息。收集项目合同、BIM 设计项目计划等文件中相关 BIM 模型交付要求。
- 2) 完善模型。根据要求，在上个步骤完成的模型基础上，增加或删减结构模型的内容和信息，如配合三维展示，需增加相应的材质信息，并做好材质分类。
- 3) 清理模型文件。清理未使用项和无用内容，减轻文件体积。
- 4) 成果交付。将结构专业模型上传到协同设计平台。

4 应用成果

结构专业模型。需符合项目合同、项目要求中规定的三维模型交付要求。

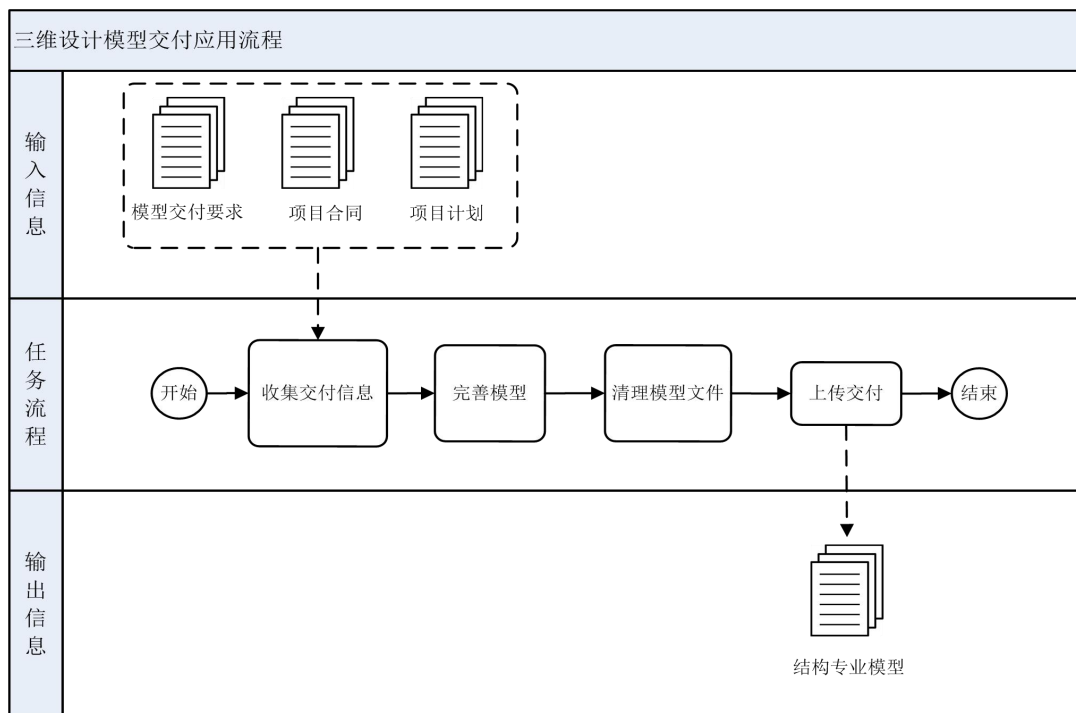


图 7-17 三维设计模型交付流程图

8 机电专业 BIM 技术应用

8.1 概述

机电专业的传统设计方法以二维图纸为基础完成设计，各专业信息相互孤立，没有直接信息关联，难以共享，易使机电各专业之间产生设计冲突、净高不满足等问题，导致设计质量下降。相比较于传统的机电专业设计流程，基于 BIM 的机电各专业在设计过程中通过实时协同，并行设计，共享三维模型及设计信息，直接在设计过程中解决可能产生的设计问题，并进一步优化设计，从而大幅度提高设计效率与质量。

基于 BIM 的机电设计，主要有以下几个方面的变化：

8.1.1 使用软件的变化

在二维时代，机电各专业仅使用 CAD 软件，在 BIM 设计时代，可用于机电设计的软件种类繁多，各有优势，软件选择和配套使用是关键问题。同时还需考虑与建筑、结构等其他专业的协同设计，在选择协同平台时，应充分考虑机电各专业的并行设计需求。

8.1.2 协同流程的变化

并行设计全面突破了二维时代的工作流程，机电各个专业通过协同平台共享 BIM 模型，相互之间循环参照，实时协同，在并行设计的过程中使碰撞问题无从产生，而将工作重点转移至优化设计，大幅度提升设计质量。协同流程的变化使会审、评审、审核的时间及评审方式等方面产生了很大变化，需根据项目 BIM 目标设计不同的协同流程，并将项目协同流程写入 BIM 实施计划中，并遵照执行。

8.1.3 设计内容的变化

传统的二维设计，机电各个专业通过图例、线条表达设计内容，满足各阶段出图要求。而使用 BIM 技术，机电各专业需要使用带有信息的模型表达设计内容，因各阶段 BIM 工作目标的不同，对各个设计阶段的设计内容产生了模型分级要求，对模型的内容、深度、信息等方面都会要求逐级替换以满足更高要求。如在初步设计阶段，需完成主要管线设计、忽略毛细、使用简化设备构件等手段提高设计效率，到施工图阶段继续完成管线细节、替换高深度构件、丰富设计信息、精确定位等设计内容。对设计内容的变化及要求应写入项目的 BIM 实施计划中，以免产生误解。

8.1.4 构件库

三维设计时代，机电专业需要大量构件的支持才能高效完成设计任务，构件库的建设、管理、调用，是做好 BIM 机电设计的必要前提。构件库需在项目开始前准备项目样板文件、不同级别的构件等文件，这些构件的来源通常有软件自带、自建构件、厂家提供、购买族库等几种形式。

8.1.5 机电样板文件

机电各个专业在设计开始之前，需根据项目 BIM 目标分别编制各专业样板文件，使各设计师统一设计标准，其中应当包含系统名称、管线定义、系统材质等一系列具体要求，并在项目完成后建立并完善各类型项目样板库。

8.1.6 数据流转的变化

机电各专业在 BIM 设计过程中使用不同的设计软件，产生不同格式的三维文件，在并行设计中实时交换模型信息，因此，在 BIM 技术文件中需明确规定机电各专业提供的三维数据格式以及应包含的设计信息，同时协同流程也要明确规定提交协同平台的数据格式，最终实现项目 BIM 设计目标，在交付设计成果时，提供满足需求的二维及三维成果。

8.1.7 交付成果

机电专业在成果交付时，不仅需要提供符合现行规范的二维图纸表达及相关计算书，还需提供正确的三维模型，并携带相应正确的设计信息，且各项成果的设计深度、模型深度需达到机电 BIM 技术文件中规定的模型标准，同时在项目要求时，提供工程量表及深化设计模型等。

机电各专业设计 BIM 技术应用主要分定两个阶段：初步设计、施工图设计，每个阶段的工作内容及要求需根据项目的具体情况作出调整。从初步设计阶段开始，机电各专业按协同流程的要求展开并行设计，考虑到并行设计过程中机电各个专业间的相互关系，在专业审查前需完成各项管线综合、设计优化等设计内容。在施工图阶段，机电各专业应在初步设计的基础上不断细化设计工作内容，继续并行设计并优化及直到完成施工图设计。机电 BIM 设计总流程，如图 8-1 所示：

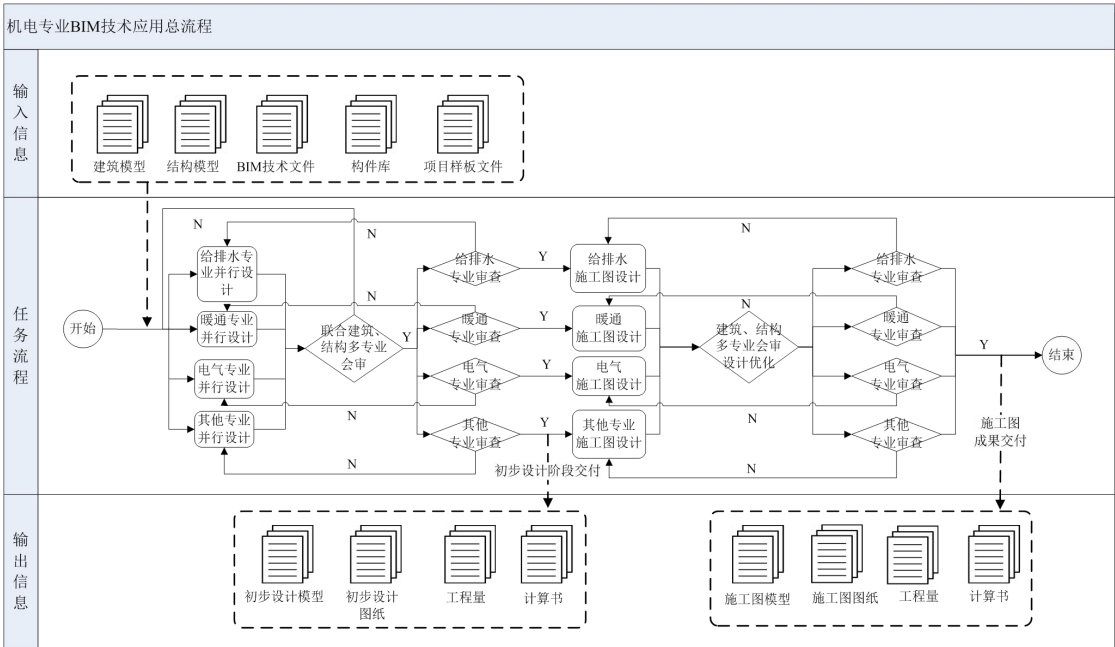


图 8-1 机电 BIM 设计总流程

机电专业 BIM 模型深度，见表 8-1、表 8-2、表 8-3 所示。

表 8-1 给排水 BIM 模型深度表

BIM 模型	方案设计	初步设计	施工图设计
模型内容	主要室外管网接入口、水泵房、水池、水箱、水井数量和位置等具体内容详见《建筑工程设计文件编制深度规定》。	主要管道、主要设备等。具体内容详见《建筑工程设计文件编制深度规定》。	主要管道、分支管道、全部设备、末端装置、管件、管路附件、软管等。具体内容详见《建筑工程设计文件编制深度规定》。
模型几何深度	G2 级深度，参见表 3-3 描述	G2.5 级深度，参见表 3-3 描述	G2.5 级深度，参见表 3-3 描述
模型信息深度	N1 级深度，参见表 3-4 描述	N1.5 级深度，参见表 3-4 描述	N2 级深度，参见表 3-4 描述
典型用途	方案比选	初步设计、优化设计	施工图设计、管线综合、净高优化

表 8-2 暖通空调设计深度表

BIM 模型	方案设计	初步设计	施工图设计
模型内容	室外管网接入口、空调站房、锅炉房空调机房、空调井、风井数量和位置等具体内容详见《建筑工程设计文件编制深度规定》。	主要风管、主要设备等。具体内容详见《建筑工程设计文件编制深度规定》。	主要风管、分支风管、全部设备、风管道件、风管附件、软风管、空调水管等。具体内容详见《建筑工程设计文件编制深度规定》。
模型几何深度	G2 级深度，参见表 3-3 描述	G2.5 级深度，参见表 3-3 描述	G2.5 级深度，参见表 3-3 描述
模型信息深度	N1 级深度，参见表 3-4 描述	N1.5 级深度，参见表 3-4 描述	N2 级深度，参见表 3-4 描述
典型用途	方案比选	初步设计、优化设计、确认初步设计方案、可视化展示	施工图设计、管线综合、净高优化

表 8-3 电气设计深度表

BIM 模型	方案设计	初步设计	施工图设计
模型内容	主要室外电网接入口；变、配、发电站、电井数量和位置等具体内容详见《建筑工程设计文件编制深度规定》。	主要电气设备、电缆桥架、智能化等。具体内容详见《建筑工程设计文件编制深度规定》。	电气设备、电缆桥架、配电箱、母线槽、导线、线管、灯具、开关插座、智能化等。具体内容详见《建筑工程设计文件编制深度规定》。
模型几何深度	G2 级深度，参见表 3-3 描述	G2.5 级深度，参见表 3-3 描述	G2.5 级深度，参见表 3-3 描述
模型信息深度	N1 级深度，参见表 3-4 描述	N1.5 级深度，参见表 3-4 描述	N2 级深度，参见表 3-4 描述
典型用途	方案比选	初步设计、优化设计、确认初步设计方案、可视化展示	施工图设计、管线综合、净高优化

8.2 方案设计阶段

方案设计主要是从机电专业的需求出发，结合建筑项目的设计条件及项目设计信息，研究分析满足建筑机电系统设计的总体方案，并对机电方案进行初步的评价、优化和确定。

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其可行性进行验证，对下一步深化工作进行推导和方案细化。方案阶段的 BIM 应用点主要为方案比选。

8.2.1 方案比选应用点

1 应用点描述

利用 BIM 软件在建筑模型中结合项目设计信息，形成机电室外管网方案。结合机电各专业需求，在建筑模型中确定设备用房数量及位置，并在三维可视化的仿真场景下，更直观、更有效的提供比选依据，协助选择最优的机电设计方案。

2 解决思路

方案阶段的 BIM 机电设计流程可参照图 8-2：

3 操作流程

- 1) 收集资料。机电专业负责人从 BIM 项目经理处接收项目资料，包括：项目方案阶段策划、建筑、结构专业模型、机电专业设计信息、协同方式、管理平台及协同平台等。
- 2) 选择 BIM 软件，如 Revit、鸿业 BIMSpace 等。
- 3) 搭建模型。根据建筑、结构专业模型、内部空间结构，明确市政条件，确立管网接入口，选择机电项目样本，确定设备用房、管井数量、尺寸、位置，搭建多个机电方案设计模型。模型要求参见表 8-4。

表 8-4 方案设计模型内容

模型内容	模型几何深度	模型信息	典型用途
给排水：主要室外管网接入口；水泵房、水池、水箱、水井数量和位置 暖通：室外管网接入口、空调站房、锅炉房空调机房、空调井、风井数量和位置 电气：室外电网接入口；变、配、发电站、电井数量和位置	G2 级。基本尺寸、形状和走向，能够反映大致的几何信息。	系统类型、管路接入地理信息、设备占位族及设备用房及管井（在建筑模型中体现）	配合建筑景观专业确立相关方案条件

- 4) 方案比选。通过软件的可视化功能、渲染软件或 VR 等技术对室外管网布置合理性、管道接入位置、设备用房管井位置、数量等多个方案比选。
- 5) 提交归档。将过程文件及最终方案提交管理平台、协同设计平台进行归档，并做好模型传递到初步设计的准备。

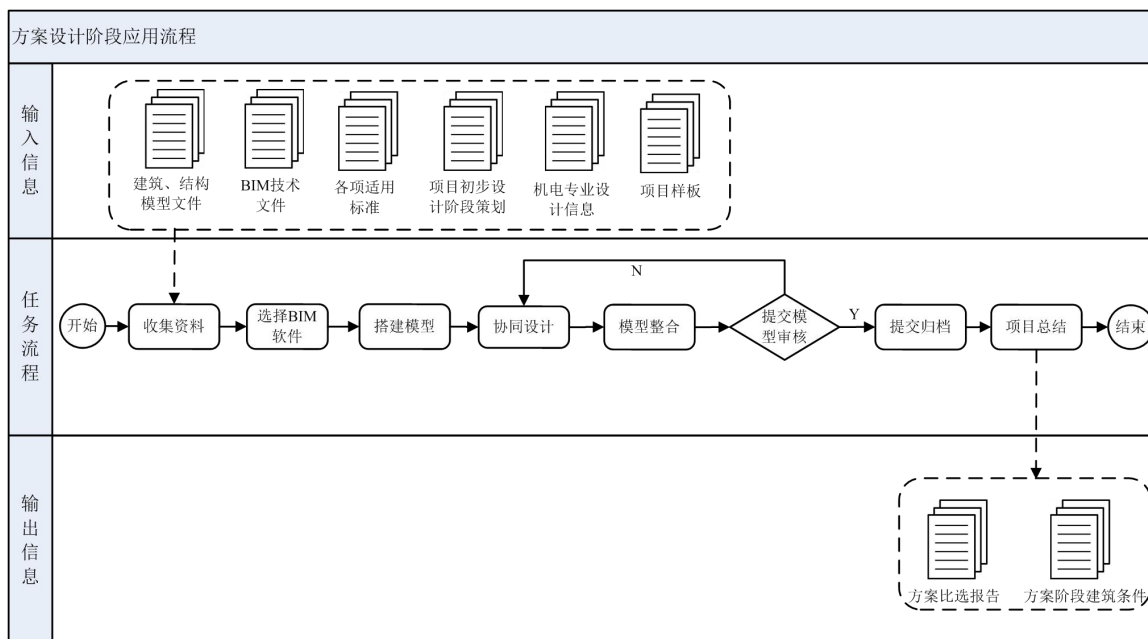


图 8-2 方案设计 BIM 技术应用流程图

4 应用成果

- 1) 机电方案模型。模型主要包含室外管线系统、标高、敷设方式，及设备用房内设备占位族。
- 2) 方案比选报告。报告应包含模型截图、方案对比分析说明等。

8.3 初步设计阶段

机电专业初步设计阶段是在施工图设计之前，是机电专业针对项目前期方案设计进行合理优化阶段。机电专业模型构建的主要目的是配合建筑、结构专业对各功能区域划分、重点区域进行优化工作。在本阶段，深化机电建模设计和分析核查，推敲完善方案设计模型。应用 BIM 软件，对专业间空间位置进行一致性、符合性检查，形成初步设计阶段的机电模型和二维设计图。通过构建机电专业主管线模型，进行净空优化，为施工图设计奠定合理基础。

在机电设计过程中，沟通、讨论、决策应当围绕机电专业间并行设计的原则进行，这些原则包括：机电管线排布原则、管道间距布置原则、机电管线调整避让原则、管线优化原则等。

在本阶段通过深化方案阶段机电模型，形成初步设计阶段的机电模型，为施工图设计奠定合理基础。

初步设计阶段的机电 BIM 设计流程可参照图 8-3。

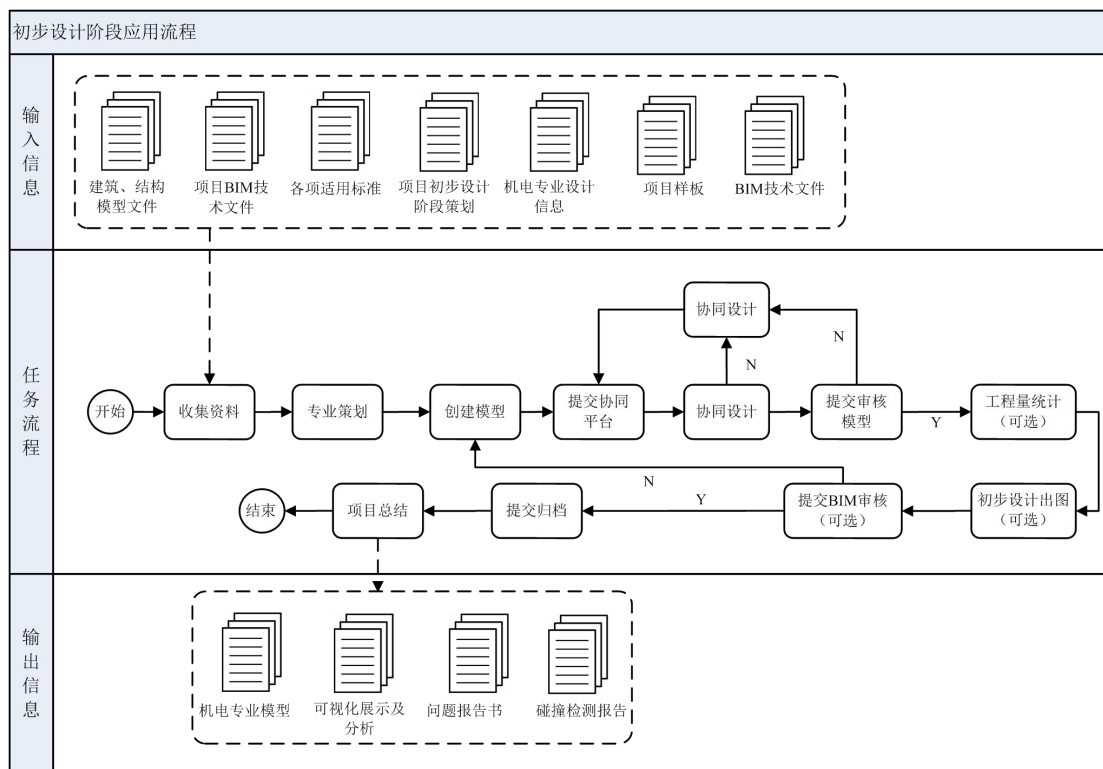


图 8-3 机电专业初步设计流程图

8.3.1 工作流程

- 1) 收集资料。机电专业负责人从 BIM 项目经理处接收项目资料，包括：建筑、结构初步设计阶段模型、项目各项适用标准、项目基点、协同方式、管理平台及协同平台等。
- 2) 专业策划。沟通 BIM 项目经理，制定机电专业初步设计阶段的项目 BIM 实施方案，内容包括软件选择、机电专业模型标准、管线避让原则、协同方式、协同节点、人员及进度安排等。
- 3) 完成项目样板文件的制作、构件库的准备。根据项目标准完成各机电专业项目样板文件的制作，包括系统配置、系统类型、过滤器设置、材质定义等工作；检查项目所需的构件，完成项目缺少的构件定制。
- 4) 完成“空”文件在协同平台上的链接。在正向 BIM 设计中，机电各专业设计师领取项目样板文件后，根据工作内容的拆分及链接的需求，另存为各自模型的“空”文件，并提交协同平台，由协同管理人员完成“空”文件链接。
- 5) 协同设计。设计人员打开协同平台上自己负责设计的“空”文件，通过协同平台获取建筑、结构、机电等需与自己协同设计的模型，链接至自己的“空”文件，开始设计。
- 6) 定期上传协同平台。按策划要求的频次，定期上传协同平台，定期更新其他专业的链接文件，保证协同设计的顺利进行。
- 7) 设计会审。定期召开多专业会审，通过协同软件如 NavisWorks 或设计软件如 Revit 完成空间分析、碰撞检查，与各专业协商修改。
- 8) 模型审核。按项目的模型要求对完成协同设计的模型进行专业模型审核，使之符合模型内容、

深度、信息等要求。

9) 工程量统计（可选）。根据需要，通过软件或插件完成主要材料的工程量理论值统计。

10) 初步设计出图（可选）。通过软件及插件对审核后的模型进行初步设计出图绘制，出图要求应符合现阶段对初步设计二维图纸的要求。

11) 提交 BIM 审核（可选）。审核应符合现有初步设计三级审核的要求。

12) 提交归档。按归档要求将过程文件及最终设计模型、图纸、工程量表等，提交管理平台、协同设计平台归档，并做好模型传递到施工图设计的准备，便于施工图深化设计。

13) 项目总结。项目完成后对项目样板文件、构件库进行等整理，提高项目复用能力。

表 8-5 初步设计模型内容

模型内容深度	模型几何深度	模型信息	典型用途
给排水： 主要机房的几何尺寸、定位信息； 风井、水井等几何信息、定位信息； 主要设备几何信息，定位信息； 所有干管几何尺寸、定位信息；主要支管几何信息，定位信息； 水泵、消火栓等几何尺寸、布置定位信息； 设备机房内设备布置定位布置信息和管线连接； 末端设备（喷头、烟感器等）布置定位和管线连接； 管道、管线装置（主要阀门、计量表、消声器、开关、传感器等）布置	设备、装置：G2 级，用基本几何体量表达基本尺寸、形状和定位，能够反映物体本身大致的几何特性。 管线、管件、附件：G2.5 级，表达管道基本尺寸、形状和定位。	给排水： 主要设备功率、性能数据、规格信息； 主要系统信息和数据 （说明建筑相关能源供给方式，如：市政水条件、冷热源条件）； 设备性能参数数据； 系统信息和数据； 水力计算的基础数据和系统逻辑信息	初步设计 碰撞检测 三维可视化展示
暖通： 采暖系统、采暖干管及其主要系统附件的体量模型及布置； 通风、空调及防烟排烟系统主要设备的体量模型及布置，主要管道、风井所在区域和楼层的布置； 冷热源机房主要设备、主要管道的体量模型及布置； 系统机房的体量模型及布置； 风道井、水管井及竖向风道、立管干管的布置。		暖通： 建筑空间参数：所有暖通设计范围内应具有空间参数，并经过相应计算； 选定设备规格及性能参数。	
电气： 供电系统的布置，主要干线敷设路线等； 照明系统的布置； 消防以及安全系统的布置。		电气： 设备信息：主要设备功率、性能数据、规格信息； 安装信息：材质、规格、技术指标。	

模型内容深度	模型几何深度	模型信息	典型用途
信息系统： 各弱电系统机房、弱电间、弱电竖井的位置、面积；各弱电机房内设备布置；主要干线敷设路劲等。			

8.3.2 模型构建应用点

1 应用点描述

在方案设计模型的基础上，进一步深化，使其满足初步设计阶段模型深度要求；使得项目各专业的沟通、讨论、决策等协同工作在基于三维模型的可视化情境下进行，完成空间检查和管线综合，为施工图设计提供设计模型和依据。机电各专业初步设计的目的是论证拟建工程项目的技术可行性和经济合理性。主要内容包括：拟定设计原则、设计标准、设计方案和重大技术问题，详细考虑和研究设计方案，协调专业间设计的技术矛盾，合理地确定技术经济指标。

2 解决思路

机电专业模型构建流程见图 8-4。

3 操作流程

- 1) 收集数据。保证数据的准确性，包括：获取机电项目样板文件、通过协同平台获取其他专业初步设计模型，完成协同设计链接。
- 2) 创建模型。按系统创建机电专业主要构件模型，绘制过程中注意统一命名格式及相关信息入。
- 3) 及时更新协同链接。及时上传设计文件，并及时更新其他专业链接文件，在设计中根据避让原则避免明显碰撞。
- 4) 多专业会审。通过会审与其他专业协商解决设计冲突，完成修改。
- 5) 优化设计。完成空间检查和管线综合后，需要进行机电专业模型调整。然后根据面积、使用人数等指标计算设计负荷。从建筑模型上直接获取计算需要的空间数据，建立基本的负荷计算空间单元，导出模型数据，进行初步分析，生成设计说明书以及计算书。
- 6) 检查机电专业模型设计的系统性、完整性、正确性。
- 7) 构件替换（可选）。对设计中使用的占位族、简易族完成高精度构件的替换，提高展示及出图质量。
- 8) 提交审核并用于协同设计。确认模型深度和构件属性信息深度达到初步设计图纸需求，并提交协同平台用于协同设计。

4 应用成果

- 1) 机电专业模型。模型精细度和构件要求详见初步设计阶段的机电模型内容及其基本信息要求。
- 2) 可视化展示及分析。

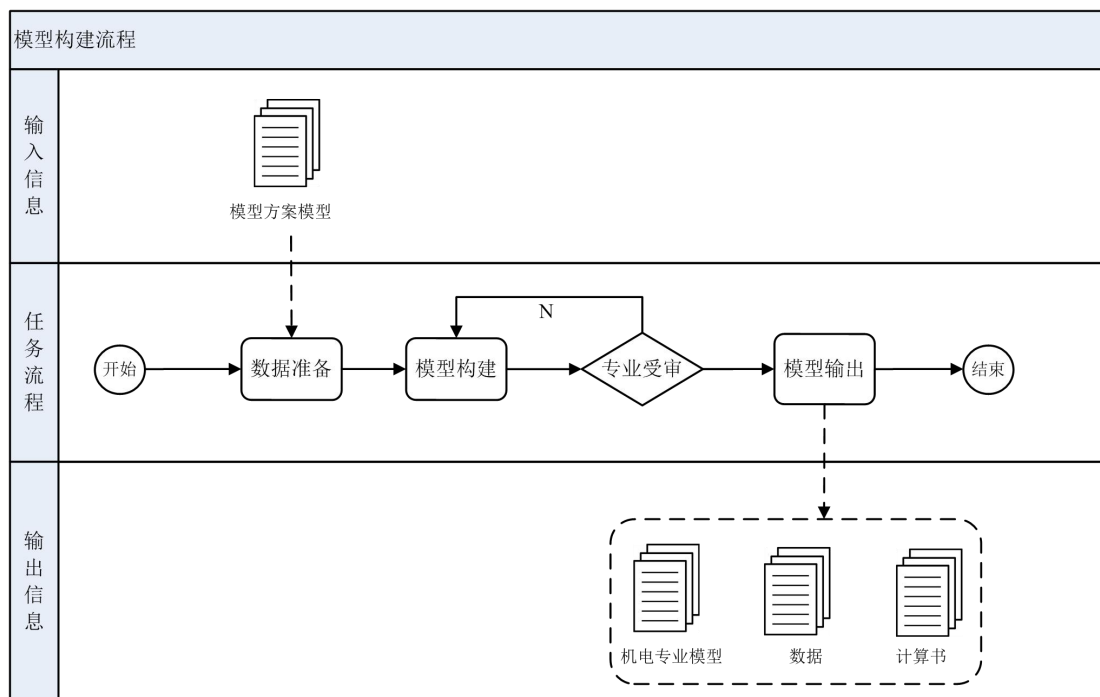


图 8-4 机电专业模型构建流程图

8.3.3 碰撞检查及三维管线综合应用点

1 应用点描述

碰撞检查及三维管线综合的主要目的是基于各专业模型，应用 BIM 三维可视化技术检查初步设计阶段的碰撞，完成建筑项目设计图纸范围内各种管线布设与建筑、结构平面布置和竖向高程相协调的三维协同设计工作，尽可能减少碰撞，避免空间冲突，避免设计错误传递到施工图阶段。同时应解决空间布局不合理的问题，如：重力管线延程的合理排布，以减少水头损失。

2 解决思路

各专业管道需要检查是否有交叉和碰撞情况，以及布置是否合理，尤其对以下部位进行重点检查：

1) 设备房内管线和设备

公共建筑工程中所包括的机房类型主要有给排水机房、空调机房、通行机房、变电室机房、热力交换房等。因机房内管道规格较其他位置较大，同时需要与 MEP 设备进行有效连通，在设计时，常常出现设计交叉碰撞现象，施工工作空间过小，安装、维修不到位，缺乏工作面等问题，针对此问题，查看各专业管线是否成排设计，管线设计走向是否合理，管道、管线在机房内以及机房预留洞口周边是否有交叉、重叠等现象。并在各专业管道集中的部位，通过合理安排制作联合的管道支撑架，减少空间资源、施工材料的浪费，节约建筑安装费用。

2) 管道竖井

管道比较集中的一个部位就是管道竖井内，在进行优化前应该重点检查。根据各机电设备装置的型号、实际尺寸，充分得当利用好管道竖井空间，使竖井内的各类导线、管道、箱体排列有序。对管道进行分析，确定管道在管井内是否处于正确的位置，表明不同类型管道标高、管径等。管井的要求布局科

学, 维修方便, 安全稳固, 连接正确。

3) 通道走廊

通道走廊一般为管线集中分布的部位, 这个位置管线布置繁多, 包含多个专业的管道、管线, 例如通风管道、冷凝管道、给水管道、消防管道、喷淋设备、电气桥架等, 非常容易出现各专业管道纠结在一起的现象。所以, 需要集中各相关专业的技术人员, 充分考虑各管线、管道走向情况及布置需求, 一起来检查和论证综合管线排布的合理性、科学性、经济性。

4) 管廊等管道集中部位

管廊即管道的走廊, 当管道比较集中时, 需要设置。这些部位管道相对较大且走向基本一致, 这些部位在进行设计时, 应综合各专业进行全局的考量, 采用管道、管线的联合支架设计方案, 这样与各专业管道单独制作支撑架相对比, 不仅节省机电安装材料, 同时也便于管道的统一布置, 使其外观整齐美观。

管线综合布置一般重点难点部位的解决思路, 见表 8-6; 碰撞检查和管线综合应用流程见图 8-5。

表 8-6 一般重点难点部位的解决思路

序号	部位(系统)	重点及难点	解决办法
1	管线密集的吊顶区域管线综合(如走廊区域等)	(1) 管线合理综合布置; (2) 无压管道(如冷水, 卫生排水管等)合理布置及坡度要求; (3) 灯具和设备支吊架位置; (4) 检修口设置; (5) 机电管线安装净空间须满足吊顶高度控制要求	(1) 根据管线综合的原则, BIM 的可视化效果, 合理布置各专业管线; (2) 优化无压管道的走向, 积极与装修单位的沟通, 有压管道避让无压管道; (3) 在 BIM 模型中合理设置灯具和设备的支吊架, 解决与其他管线的碰撞问题; (4) 合理设置检修口, 管线避让, 在满足检修口设备维修需要的前提下尽量满足装修要求; (5) 合理布置机电管线, 在 BIM 模型中模拟吊顶位置, 如不满足条件, 与设计协调部分管线穿梁或移至其他区域布置等, 满足吊顶标高控制要求
2	管线密集的非吊顶区域管线综合(如地下车库机房出口管线密集处)	(1) 管线合理综合布置; (2) 观感要求; (3) 长距离输送管线的变形控制; (4) 非吊顶区域净高控制要求	(1) 根据管线综合的原则, 借助 BIM 的可视化效果, 合理布置各专业管线; (2) 设置综合支吊架, 各专业管线集中布置, 在 BIM 模型中验证观感效果; (3) 与设计沟通, 通过校核计算合理设置膨胀节、固定支架等。 (4) 合理布置机电管线, 如不满足条件, 与设计协调部分管线修改路径, 满足净高控制要求
3	设备机房(如空调机房)	(1) 设备、管线综合布置; (2) 维修空间预留; (3) 噪声控制; (4) 设备运输路线规划 (5) 观感要求	(1) 向生产厂家了解各设备的维修所需空间位置及尺寸 (2) 委托专业厂家对设备机房要声控制方案进行深化设计; (3) 绘制设备运输路线图, 提出建筑、结构等专业配合要求; (4) 绘制三维效果展示图及安装大样图, 各专业管线进行统一规划
4	管井	(1) 空间狭小管线密集; (2) 设备、管线综合布置; (3) 支架设置; (4) 维修空间预留	(1) 通过 BIM 设计建模, 优化设备安装位置确定施工次序; (2) 合理布置; (3) 在 BIM 模型中设置管道支吊架, 验证合理性, 并对管井检修空间进行三维模拟验证

5	共同区域	管线综合布置与注意事项 (1) 要注意建筑标高及结构标高间的差别, 不同区域标高的差别, 混凝土结构梁的厚度, 柱子大小, 钢梁大小, 是否有斜支梁等; (2) 要注意保温层的厚度; 管线、梁、壁等相互间的安装要求; 还应考虑管道的坡度要求等, 不同专业管线间距离, 尽量满足施工规范要求 (3) 管线布置时, 在整个管线的布置过程中考虑到以后灯具、烟感探头、重酒头等的安装空间, 电气桥架放线的操作空间及以后设备阀门等维修空间, 电缆布置的弯曲半径的要求等
---	------	---

3 操作流程

- 1) 收集数据, 并确保数据的准确性。
- 2) 整合建筑、结构、给排水、暖通、电气等专业模型, 形成整合的建筑信息模型。
- 3) 设定碰撞检测及管线综合的基本原则, 使用 BIM 三维碰撞检测软件和可视化技术, 检查发现建筑信息模型中的冲突和碰撞, 并进行三维管线综合。编写碰撞检测报告及管线综合报告, 提交给建设单位确认后调整模型。其中, 一般性调整或节点的设计工作, 由设计单位修改解决; 较大变更或变更量较大时, 宜由建设单位协调后确定解决调整方案。对于二维施工图难以直观表达的造型、构件、系统等, 建议提供三维模型截图辅助表达。
- 4) 逐一调整模型, 确保各专业之间的碰撞问题得到解决。

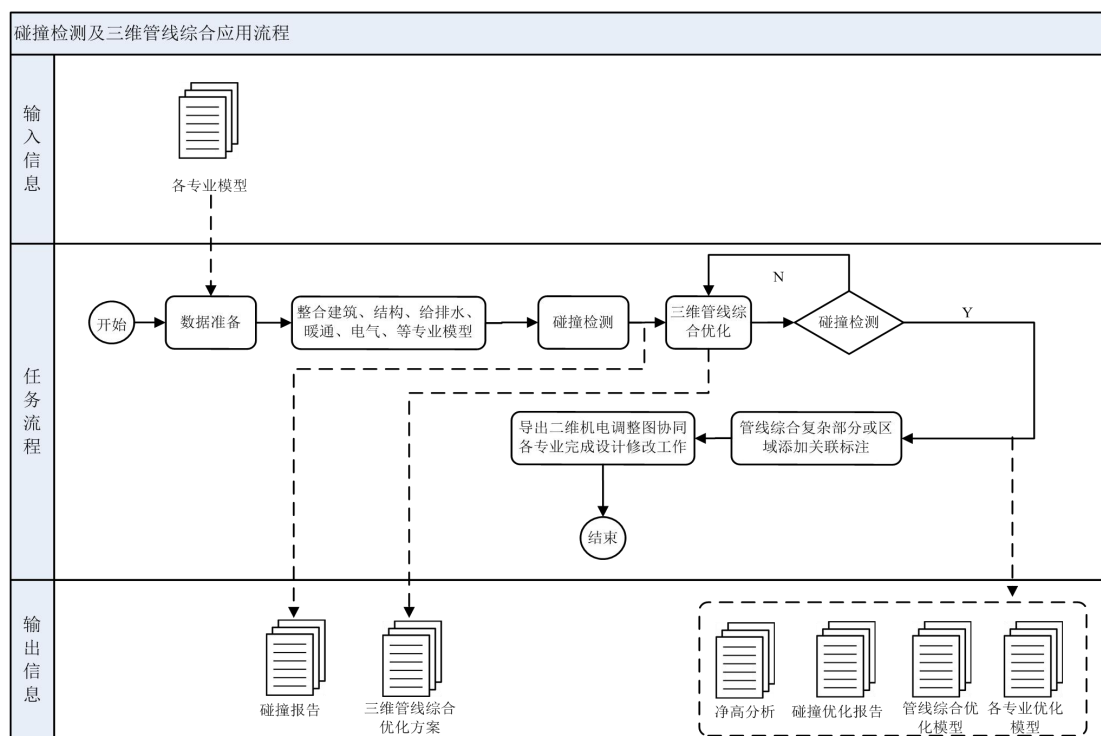


图 8-5 碰撞检查及管线综合 BIM 技术应用流程图

4 应用成果

- 1) 调整后的各专业模型。模型精细度和构件要求详见附录施工图设计阶段的各专业模型内容及其基本信息要求。

2) 碰撞检测报告。报告中应详细记录调整前各专业模型之间的碰撞，根据碰撞检测及管线综合的基本原则，及冲突和碰撞的解决方案，对空间冲突、管线综合优化前后进行对比说明。

8.3.4 空间检查应用点

1 应用点描述

通过软件检测功能，消除专业内部的设计冲突，检查机电专业与建筑、结构是否存在设计冲突；检查是否满足净高要求等三维协同设计工作，避免设计错误传递到施工图设计阶段。

2 解决思路

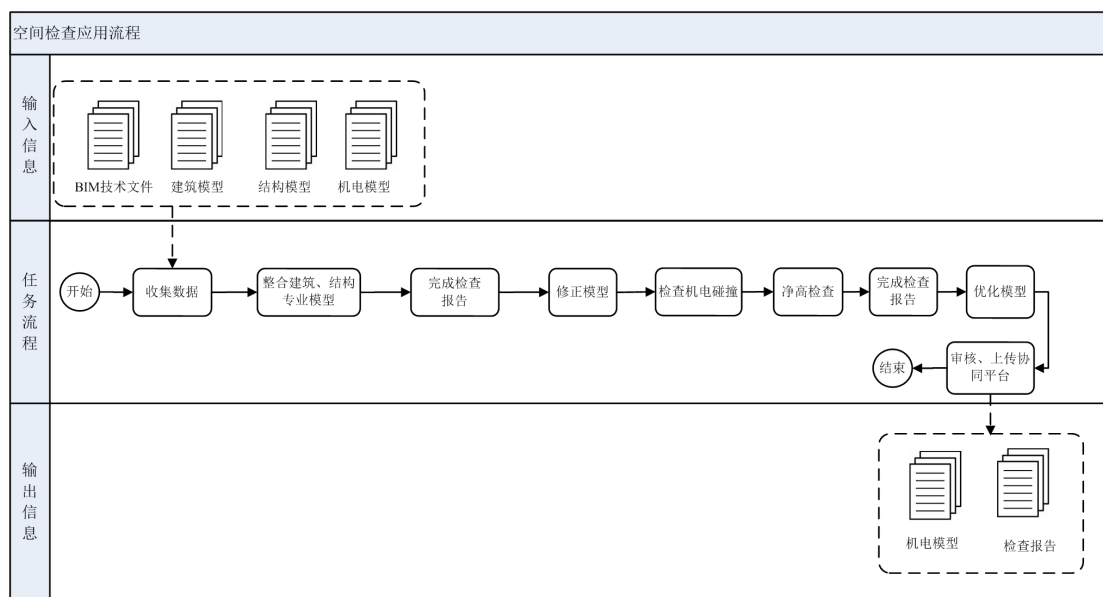


图 8-6 空间检查 BIM 技术应用流程图

3 操作流程

- 1) 更新协同模型。通过协同平台，更新其他专业最新模型，确保数据完整准确。
- 2) 专业自检。链接本专业所有模型，检查专业内部设计冲突并修改。
- 3) 多专业碰撞检测。链接所有相关模型，通过软件的碰撞检查功能检查设计冲突，专业间“一对一”或“一对多”的完成碰撞检查，注意同时关注软碰撞及硬碰撞。
- 4) 净高检查。通过软件功能完成净高符合性检查
- 5) 完成检查报告。分别导出机电与各专业、各类型的碰撞检查报告。
- 6) 优化模型。完成模型调整，避免冲突，满足净高要求。
- 7) 审核并上传协同平台。将优化后的模型及检查报告上传管理平台审核，并上传协同平台。

4 应用成果

- 1) 优化后的机电专业模型。模型精细度和构件要求同初步设计阶段模型要求。
- 2) 检查报告。报告应各专业一份，例“通风专业与结构专业碰撞检查报告”，可根据不同软件的应用情况给出二维或图表形式的检测报告。

8.3.5 工程量统计应用点

1 应用点描述

利用机电各模型，精确统计机电各专业构建的工程量，以辅助进行技术指标测算，在机电各专业模型修改过程中，发挥关联修改作用，实现精确快速统计。

2 解决思路

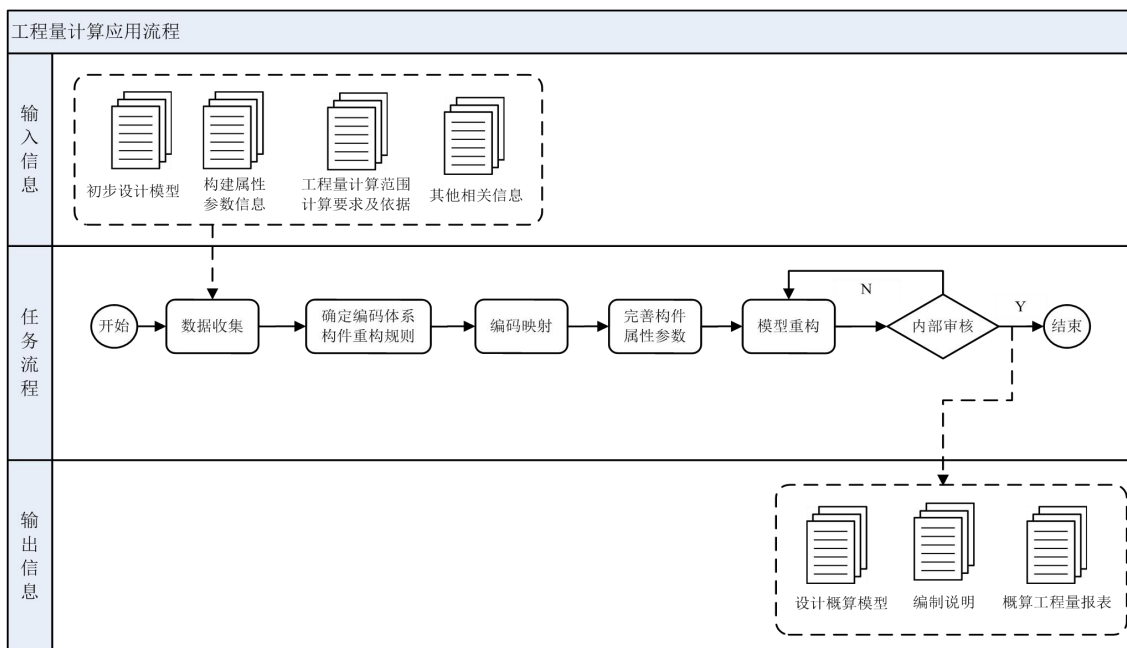


图 8-7 工程量统计流程图

3 操作流程

- 1) 收集数据。内容包括：机电各专业初步设计模型、构件属性参数信息文件、资料。
- 2) 检查机电各专业模型中的结构构件信息的准确性及钢筋信息的准确性。
- 3) 使用软件工程量统计功能，根据机电各专业模型生成机电各专业构件的工程量
- 4) 优化设计。在进行限额设计时，可通过工程量表提前发现可调整项，进行优化设计。
- 5) 机电各专业模型、构件信息进行修改后，需重新生成相应的工程量表。
- 6) 上传项目管理平台及协同设计平台。

4 应用成果

机电各专业构件统计表，按照项目管理要求，一般包括分层、分构件、按编号的工程量表详表等。

8.3.6 二维制图表达应用点

1 应用点描述

以计算分析结果为依据，基于 BIM 三维设计模型生成二维制图表达，符合国家现有的二维设计制图标准或 BIM 出图的相关导则或标准。

2 解决思路

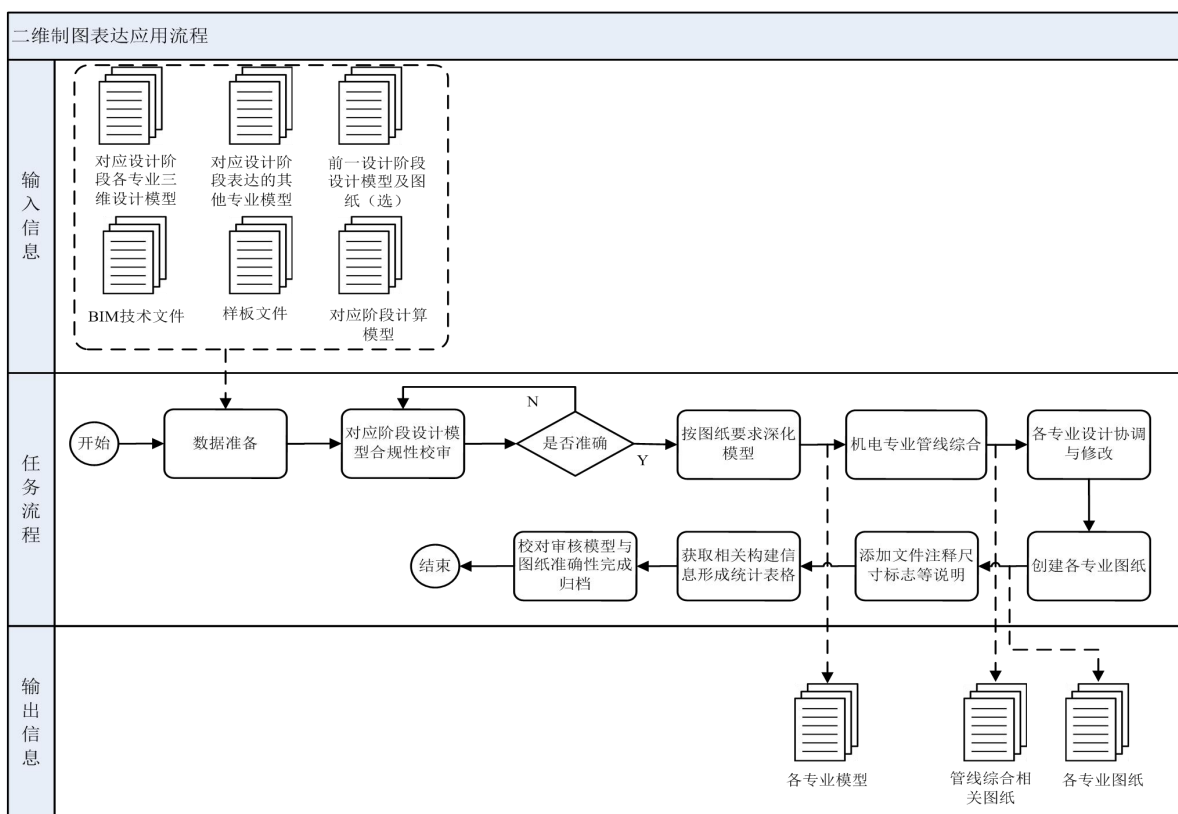


图 8-8 二维制图表达流程图

3 操作流程

- 1) 下载模型。根据出图表达需要，通过协同平台下载审核通过的各专业初步设计模型，模型深度和构件属性信息深度应达到初步设计图纸需求。
- 2) 整合模型。整合出图需要的其他专业模型。
- 3) 创建平面视图。通过剖切、调整视图深度、隐藏无需表达的构件等步骤，创建相关图纸，如平面图、立面图、剖面图、节点详图等。
- 4) 添加二维标注。添加文字注释、尺寸标注、平法标注、图例、设计施工说明等信息。对复杂节点宜增加三维透视图和轴测图进行表达。
- 5) 创建工程量表。通过软件统计功能，按项目要求，提取相关构件信息形成统计表格。
- 6) 导出二维图纸。通过软件直接导出二维图纸，并上传模型文件。
- 7) 三级审核。完成二维图纸和三维模型的三级审核，保证模型信息与图纸表达信息一致。
- 8) 打印归档。

4 应用成果

- 1) 机电各专业模型及链接文件。确保模型间相互链接路径准确。确保模型图纸视图与最终出图内容的一致性。
- 2) 二维图纸。图纸深度应当符合现阶段二维图纸表达的要求。

3) 工程量表。软件自动导出的工程量表即可，建议不要人为修改。

8.3.7 三维设计模型交付应用点

1 应用点描述

在机电各设计完成时，将带有设计信息的结构模型根据实际情况进行修正，以保证模型信息与施工图二维表达的一致性，进而形成三维设计交付模型。

2 解决思路

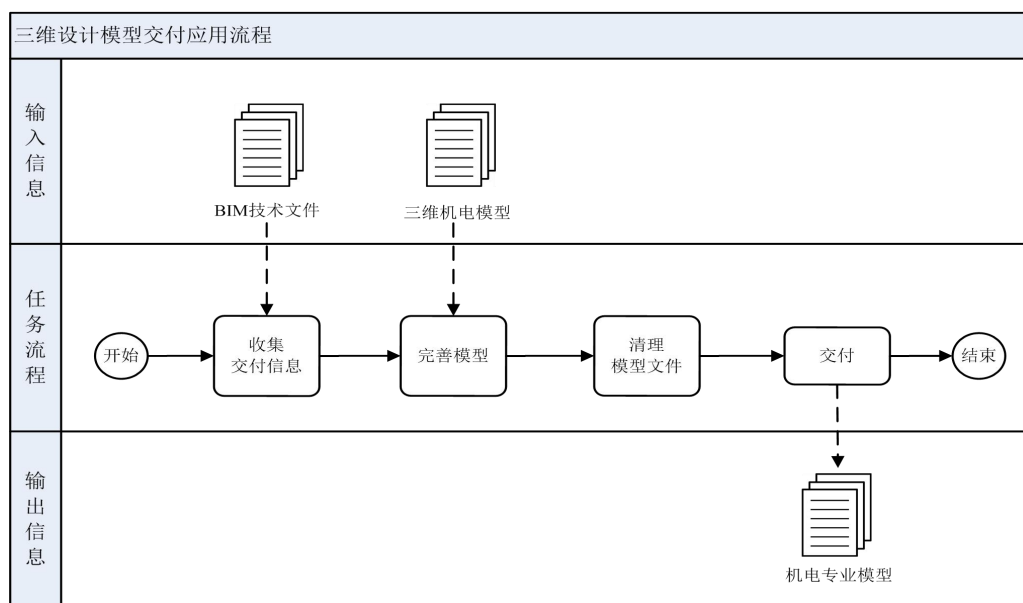


图 8-9 三维设计模型交付流程图

3 操作流程

- 1) 收集交付信息。项目合同、项目要求等文件中规定了交付三维模型，并规定了相关交付要求。
- 2) 完善模型。根据项目要求，在上个步骤完成的模型基础上，增加或删除机电各模型的内容和信息，如配合三维展示，需增加相应的材质信息，并做好材质分类。
- 3) 清理未使用项，减轻文件体积。
- 4) 传交付。

4 应用成果

机电各专业模型。需符合项目合同、项目要求中规定的三维模型交付要求。

8.4 施工图设计阶段

施工图设计是机电各专业设计的重要阶段，是设计和施工的桥梁。本阶段主要通过施工图图纸及模型，表达机电各专业设计意图和设计结果，并作为项目现场施工制作的依据。

施工图设计阶段的 BIM 应用是机电专业模型构建并进行优化设计的复杂过程。需与各专业信息模型包括建筑、结构等专业，在协同设计基础上，根据专业设计、施工等知识框架体系，进行碰撞检测、三维管线综合、竖向净空优化等基本应用，完成对施工图阶段设计的多次优化。针对某些会影响净高要求

的重点部位，及产生重要影响的节点等，进行具体分析并讨论，适当开展节点三维深化设计，优化机电系统空间走向排布和净空要求。

机电专业施工图设计阶段 BIM 应用操作流程如下图所示。

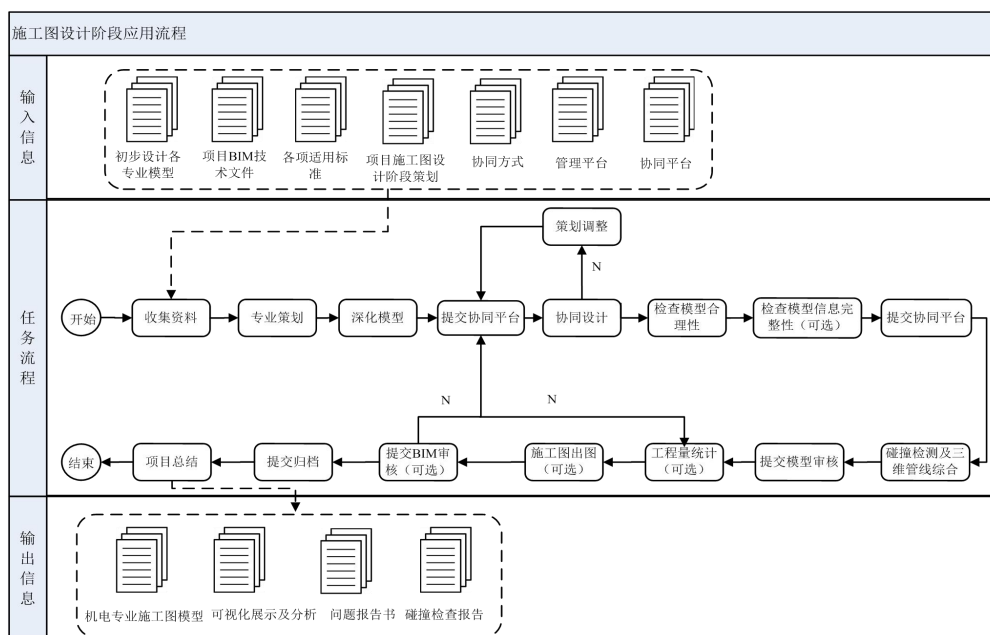


图 8-10 机电专业施工图设计 BIM 应用流程图

8.4.1 施工图设计阶段工作流程

- 1) 收集资料。机电专业负责人从 BIM 项目经理处接收项目资料，包括：建筑、结构、机电施工图设计阶段模型、项目各项适用标准、项目基点、协同方式、管理平台及协同平台等。
- 2) 专业策划。沟通 BIM 项目经理，制定机电专业施工图设计阶段的项目 BIM 实施方案，内容包括机电专业模型标准、管线优化原则、协同方式、协同节点、人员及进度安排等。
- 3) 深化模型。机电专业负责人根据各专业设计要求，在初步设计模型基础上深化、细化施工图模型。
- 4) 碰撞检查。对深化后的各机电专业模型碰撞检查，完成检测报告，修改设计直至符合质量要求。
- 5) 设计会审。定期召开多专业会审，通过协同软件，如 NavisWorks 或设计软件如 Revit 完成空间分析、碰撞检查，与各专业协商修改。
- 6) 优化设计。在避免碰撞的前提下优化机电管线综合，减少成本，提高设计质量。
- 7) 模型审核。按项目的模型要求对完成协同设计的模型进行专业模型审核，使之符合模型内容、深度、信息等要求，尤其关注设备族的精度、预留洞口定位信息与尺寸、设备定位信息、尺寸等。
- 8) 工程量统计（可选）。根据需要，通过软件或插件完成主要材料的工程量理论值统计。
- 9) 施工图出图（可选）。通过软件及插件对审核后的模型进行初步设计出图绘制，出图要求应符合现阶段对初步设计二维图纸的要求。

- 10) 提交 BIM 审核（可选）。审核应符合现有初步设计三级审核的要求。
- 11) 提交归档。按归档要求将过程文件及最终设计模型、图纸、工程量表等，提交管理平台、协同设计平台归档，并做好模型传递到施工方的准备，便于施工深化设计。
- 12) 项目总结。项目完成后对项目样板文件、构件库等进行整理，提高项目复用能力。

8.4.2 模型构建的应用点

1 应用点描述

施工图设计是机电设计的最后阶段，该阶段在初步模型的基础上，应进一步完善系统模型及相应文件，包括图纸目录、施工图设计说明、设计图纸、主要设备表、计算书等。要解决施工中的各机电系统的技术措施、做法要求等，解决与相关专业的技术接口要求，要为施工安装、工程预算、设备及配件的安放制作等提供完整的图纸依据。

在初步设计模型的基础上，进一步深化，使其满足施工图设计阶段模型深度要求；使得项目各专业的沟通、讨论、决策等协同工作在基于三维模型的可视化情境下进行，为空间检查、三维管线综合及后续深化设计等提供基础模型。

2 解决思路

机电专业模型构建流程见图 8-11。

3 操作流程

1) 基于 BIM 的给排水施工图设计流程

- a) 收集数据。通过协同平台获取其他专业施工图设计模型，完成协同设计链接，保证数据的准确性。
- b) 深化模型。结合初步设计文件，深化给排水施工图模型，深化管道、管件布置，明确系统及管道信息。依据交付要求细化设备、末端设备信息、尺寸及定位信息。
- c) 检查给排水专业模型设计的完整性、正确性。检查模型中系统是否遗漏，检查主要设备尺寸、定位信息是否正确，检查管道标高、定位信息是否正确，检查标注信息是否遗漏等。
- d) 修正模型。结合检查结果，修正模型中错误。
- e) 优化设计。完成同其他专业间协同设计及机电专业间管线综合后，完成给排水专业模型的调整。
- f) 提交于协同设计。完成模型审核，提交协同平台用于协同设计，为施工图出图做好准备。审核并用

施工图模型参考建筑、结构、机电等三维模型，增加管帽、接头、喷淋、阀门等设备，如果存在占位模型，则将其替换为实体模型，并与施工图内容相符。对系统进行一些初步检测，如检测给排水系统某管道是否开放。

2) 基于 BIM 的暖通施工图设计流程

- a) 收集数据。保证数据的准确性，包括：各专业初步设计模型、暖通设计信息等。

- b) 深化模型。结合初步设计文件，深化暖通施工图模型，深化管道、管件布置，明确系统及管道信息。依据交付要求细化设备、末端设备信息、尺寸及定位信息。
- c) 检查暖通专业模型设计的完整性、正确性。检查模型中系统是否遗漏，检查主要设备尺寸、定位信息是否正确，检查管道标高、定位信息是否正确，检查标注信息是否遗漏等。
- d) 修正模型。结合检查结果，修正模型中错误。
- e) 优化设计。完成同其他专业间协同设计及机电专业间管线综合后，完成暖通专业模型的调整。
- f) 机电专业模型分析。利用 BIM 软件及其他分析软件，结合机电模型对机电系统有效性、负荷特性、照明、节能等进行分析。
- g) 提交审核并用于协同设计。完成模型审核，提交协同平台用于协同设计，为施工图出图做好准备。

施工图模型参考建筑、结构、机电等三维模型，根据交付要求增加管帽、接头、风口、阀门等构件，如果存在占位模型，则将其替换为实体模型，并与施工图内容相符。对系统进行一些初步检测，如检测暖通系统某管道是否开放。

3) 基于 BIM 的电气施工图设计流程

- a) 收集数据。保证数据的准确性，包括：各专业初步设计模型、电气设计信息等。
- b) 深化模型。结合初步设计文件，深化电气施工图模型，深化桥架、电缆、线管布置，明确系统及管道信息。依据交付要求细化设备、末端设备信息、尺寸及定位信息。
- c) 检查电气专业模型设计的完整性、正确性。检查模型中系统是否遗漏，检查主要设备尺寸、定位信息是否正确，检查桥架、电缆标高、定位信息是否正确，检查标注信息是否遗漏等。
- d) 修正模型。结合检查结果，修正模型中错误。
- e) 优化设计。完成同其他专业间协同设计及机电专业间管线综合后，完成电气专业模型调整。
- f) 审核并用于协同设计。完成模型审核，提交协同平台用于协同设计，为施工图出图做准备。

施工图模型参考建筑、结构、机电等三维模型，根据交付要求增加灯具、烟感、温感等构件，如果存在占位模型，则将其替换为实体模型，并与施工图内容相符。

4 应用成果

- 1) 给排水专业模型。需符合项目合同中规定的三维模型交付要求。
- 2) 暖通专业模型。需符合项目合同中规定的三维模型交付要求。
- 3) 电气专业模型。需符合项目合同中规定的三维模型交付要求。

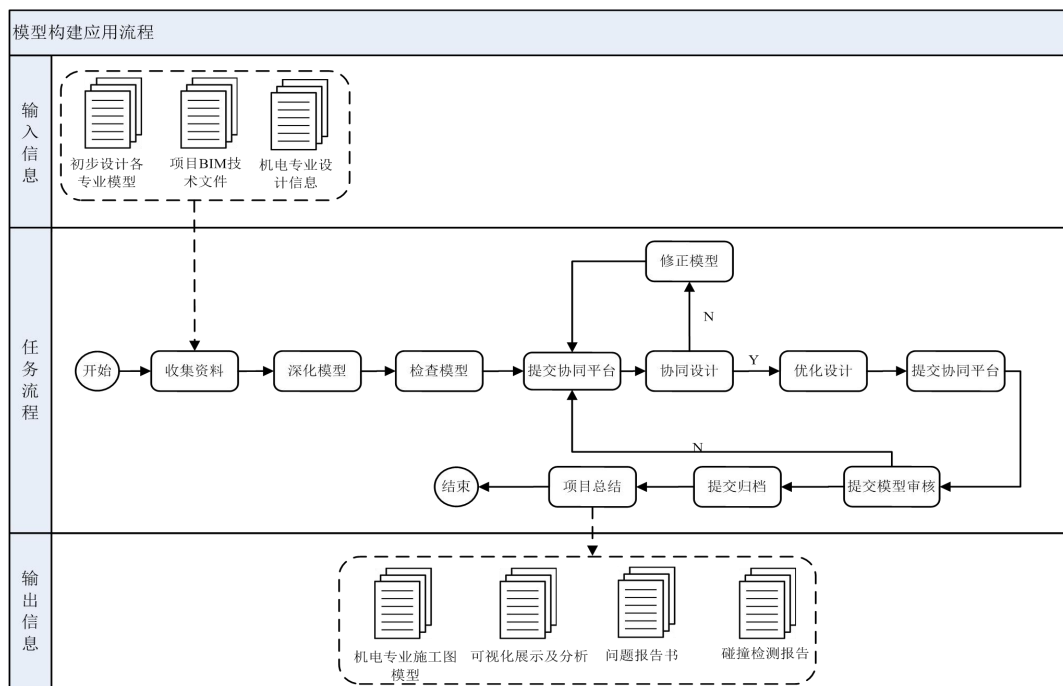


图 8-11 机电专业模型构建流程图

8.4.3 机电各专业的分析应用点

1 给排水分析

在 BIM 模型基础上，给水排水专业所实现的分析内容包括连通性与有效性分析，管道压力损失分析等，与传统二维设计图纸相比，BIM 模型承载信息更加丰富，所做的分析内容更加完善。

给排水分析的一般内容为：

1) 完整性分析

需要在三维模型基础上，根据设计要求逐项审查，利用 BIM 软件，来逐项进行连接操作，保持给排水管道的完整性。

2) 有效性分析

需要在三维模型基础上，根据设计要求逐项审查，利用 BIM 软件，对无效管道进行删除。

3) 开放性分析

需要在三维模型基础上，根据设计要求逐项审查，利用 BIM 软件，对断开管道进行相应处理。

4) 管道压力损失分析

在 BIM 软件中，选择测试管道类型、并设置报告内容，可以形成相应的管道压力测试报告。

2 暖通分析

暖通专业 BIM 模型分析和计算内容主要包括：负荷计算，风、水管道完整性分析，管道压力损失分析，管道尺寸计算等。

1) 负荷计算

负荷计算前需完成的建模工作包括：设置项目地理位置信息；设置建筑能量分析参数及空间类型参数；在完成建筑类型、空间和分区的设置后，可根据建筑模型进行冷热负荷计算。

2) 风水管道的完整性分析

在建模完成后，应用“检查风管系统、检查水管系统”功能，软件会自动检测管道系统中的管网连接是否正确及系统指定是否有效，以确保后续设计计算功能能够进行。

3) 管道压力损失分析

应用 BIM 软件“管道压力损失报告”功能，选择测试管道类型，并设置报告内容，可以形成风、水压力测试报告。

4) 管道尺寸计算

在建立完整的管道连接系统后，可通过软件所包含的管道计算功能自动调整管道尺寸。

3 电气分析

电气专业 BIM 模型分析主要是模型检查、电力分析和照明分析，以保证 BIM 模型数据的准确性。分析工具可以采用 BIM 建模软件，也可以选择其他的分析软件工具，同时需要考虑分析软件与 BIM 建模软件之间的信息的连通性，以及数据传递的可靠性。

分析过程根据具体分析内容和分析软件的要求确定。电气专业需从 BIM 模型中提取所需要的数据，再讲 BIM 模型中的信息提取、简化、整理后进行分析，分析得到的结果将作为设计进行修改、调整的依据。

电气分析的一般内容为：

- 1) 明确建筑物需要进行分析的对象和内容；
- 2) 对 BIM 模型进行必要的拆分和删减，根据分析对象和分析要求整理成特定的分析模型。
- 3) 根据分析工具的要求，从分析模型中导出所需的数据，并生成相应格式的数据文件。
- 4) 将生成的数据文件导入到分析工具软件中进行分析。
- 5) 对分析结果进行总结，生成分析报告，并作为优化设计方案的依据提供给设计人员。

8.4.4 碰撞检查及三维管线综合应用点

1 应用点描述

碰撞检查及三维管线综合的主要目的是基于各专业模型，应用 BIM 三维可视化技术检查施工图设计阶段的碰撞，完成建筑项目设计图纸范围内各种管线布设与建筑、结构平面布置和竖向高程相协调的三维协同设计工作，尽可能减少碰撞，避免空间冲突，避免设计错误传递到施工阶段。同时应解决空间布局不合理的问题，如：管线安装时，易出现因相互交叉、挤占空间而引起的质量缺陷、检修空间不足、降低楼层的净高等问题。

2 解决思路

碰撞检查 BIM 技术应用流程参见图 8-12。

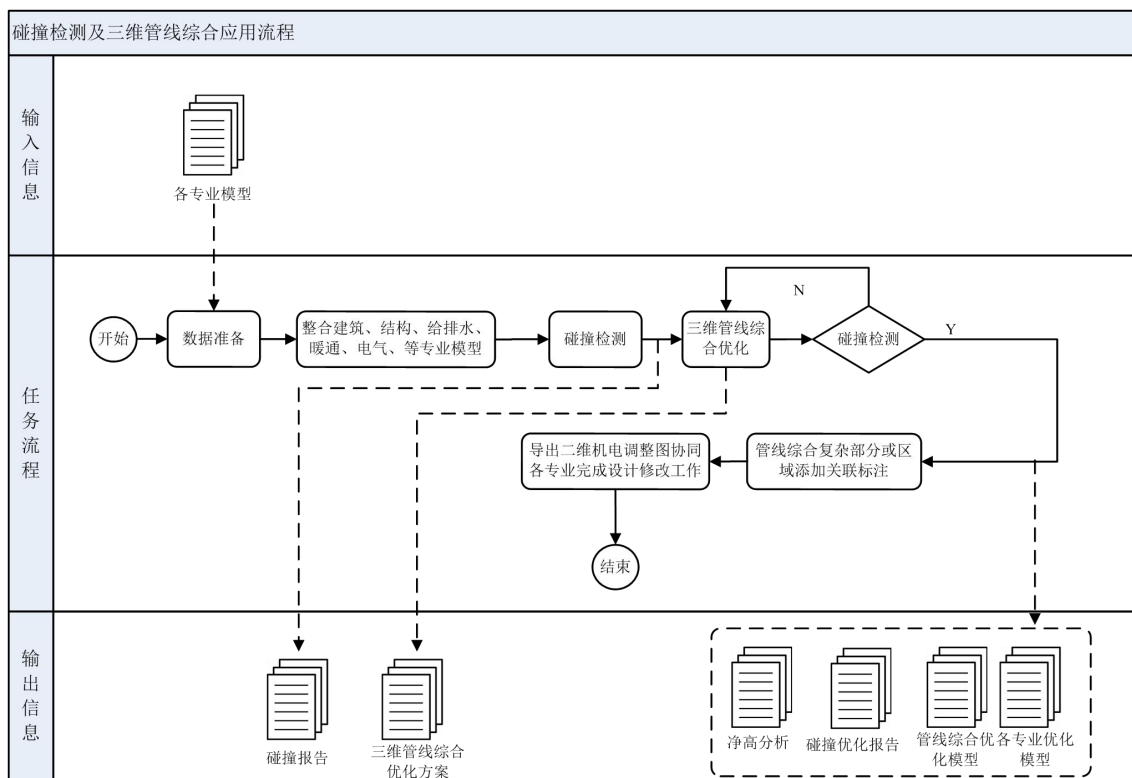


图 8-12 碰撞检查 BIM 技术应用流程图

3 操作流程

- 1) 收集数据，并确保数据的准确性。
- 2) 整合建筑、结构、给排水、暖通、电气等专业模型，形成整合的建筑信息模型。
- 3) 设定碰撞检测及管线综合的基本原则，使用 BIM 三维碰撞检测软件和可视化技术，检查发现建筑信息模型中的冲突和碰撞，并进行三维管线综合。编写碰撞检测报告及管线综合报告，提交给建设单位确认后调整模型。其中，一般性调整或节点的设计工作，由设计单位修改解决；较大变更或变更量较大时，宜由建设单位协调后确定解决调整方案。对于二维施工图难以直观表达的造型、构件、系统等，建议提供三维模型截图辅助表达。
- 4) 逐一调整模型，确保各专业之间的碰撞问题得到解决。

4 应用成果

- 1) 调整后的各专业模型。模型精细度和构件要求详见附录施工图设计阶段的各专业模型内容及其基本信息要求。
- 2) 检测报告。报告中应详细记录调整前各专业模型之间的碰撞，记录碰撞检测及管线综合的基本原则，及冲突和碰撞的解决方案，对空间冲突、管线综合优化前后进行对比说明。

8.4.5 空间优化应用点

1 应用点描述

空间优化的主要目的是基于各专业模型，优化机电管线排布方案，对建筑物最终的竖向设计空间进

行检测分析，并给出最优的净空高度。

2 解决思路

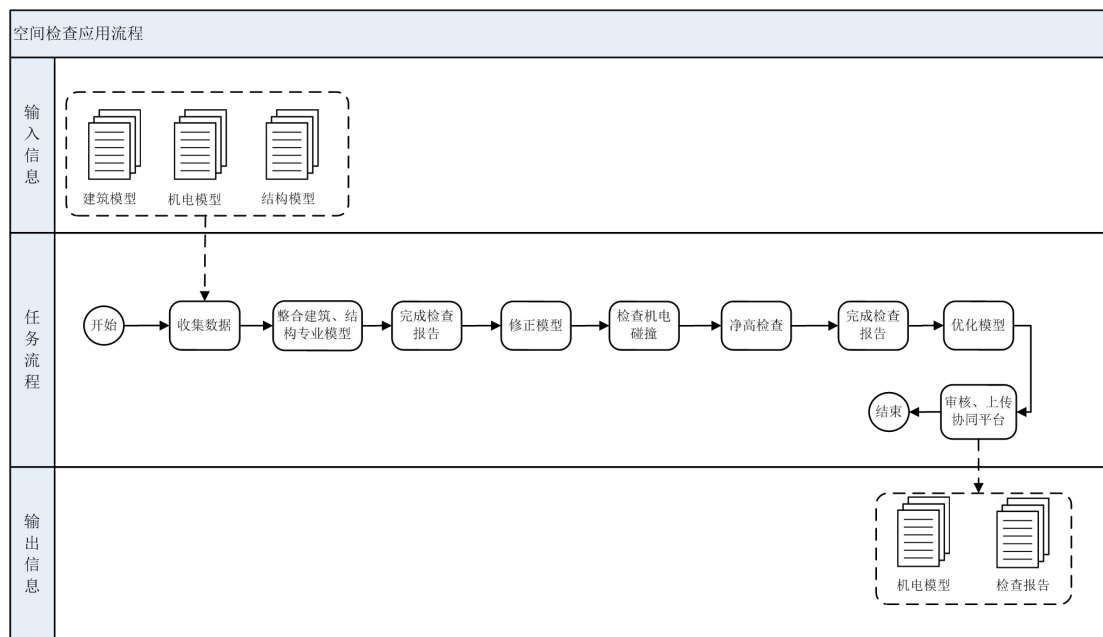


图 8-13 空间检查 BIM 技术应用流程图

3 操作流程

- 1) 收集数据。通过协同平台，收集其他专业最新模型，内容包括：项目基点、建筑、机电等各专业模型，确保数据完整准确。
- 2) 整合建筑专业、结构、机电各专业设计模型。
- 3) 检查建筑、结构模型。重点关注施工图阶段与初步设计阶段的建筑、结构专业的变更，通过平面、立面、剖面视图，检查建筑、结构、机电各专业间设计内容是否统一、是否有缺漏，检查空间合理性，检查是否有构件冲突等内容。
- 4) 完成检查报告。并返资料给建筑、结构专业。
- 5) 修正模型。与建筑、结构专业协商，修正各自专业模型的错误，直到建筑、结构、机电各专业统一。
- 6) 检查与建筑、结构专业的碰撞。可在 Revit 中或 Navisworks 等碰撞检查软件中，分别与机电各专业模型整合，检查产生碰撞构件，导出碰撞检查报告。
- 7) 净高检查。整合所有专业，通过软件的净高检查功能，完成净高符合性检查。
- 8) 完成检查报告。分别导出机电各专业与建筑、结构专业的碰撞检查报告。
- 9) 优化模型。与各专业完成协同设计后，按需修改机电各专业构件尺寸。
- 10) 审核并上传协同平台。将优化后的模型及检查报告上传管理平台审核，并上传协同平台。

4 应用成果

- 1) 优化后的机电各专业模型。模型精细度和构件要求同施工图设计阶段模型要求。

- 2) 优化报告。报告应遵循建筑竖向净空优化的基本原则，对管线排布优化前后进行对比说明。优化后的机电管线排布平面图和剖面图，宜反映精确竖向标高标注。
- 3) 净高优化分析。净高优化分析以平面或表格形式，标注不同区域此阶段管线优化后所能做到的净高。

8.4.6 工程量统计应用点

1 应用点描述

利用机电各模型，精确统计机电各专业构建的工程量，以辅助进行技术指标测算，在机电各专业模型修改过程中，发挥关联修改作用，实现精确快速统计

2 解决思路

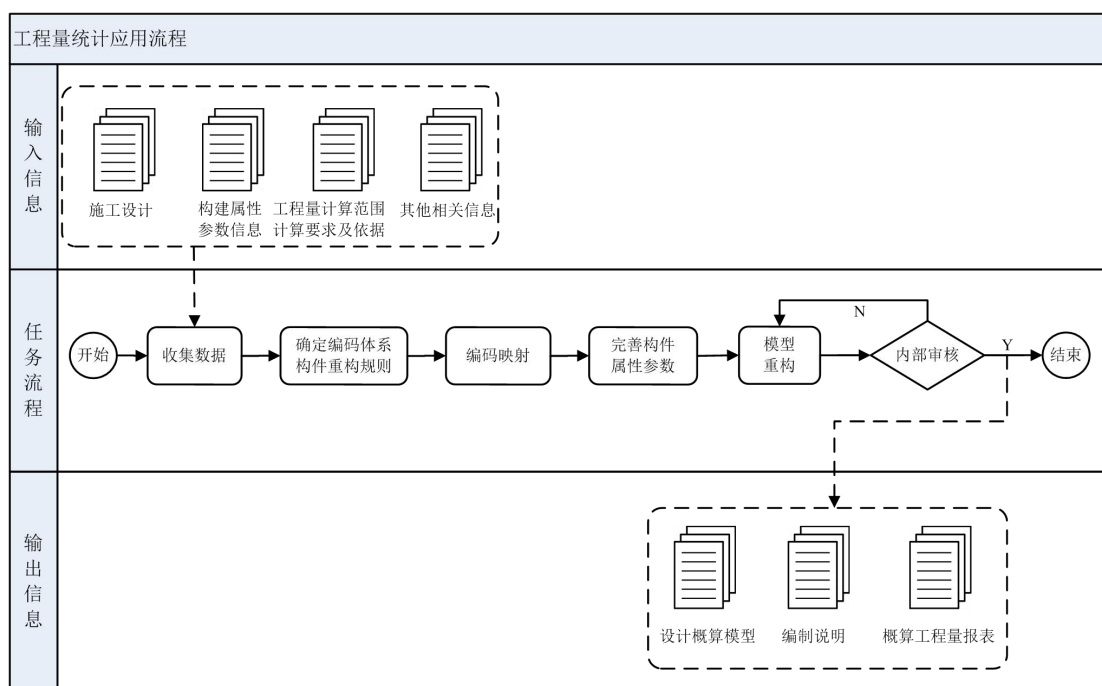


图 8-14 工程量统计流程图

3 操作流程

- 1) 收集数据。内容包括：机电各专业施工图设计模型、构件属性参数信息文件、资料。
- 2) 检查机电各专业模型中的结构构件信息的准确性及钢筋信息的准确性。
- 3) 使用软件工程量统计功能，根据机电各专业模型生成机电各专业构件的工程量
- 4) 优化设计。在进行限额设计时，可通过工程量表提前发现可调整项，进行优化设计。
- 5) 机电各专业模型、构件信息进行修改后，需重新生成相应的工程量表。
- 6) 上传项目管理平台及协同设计平台。

4 应用成果

机电各专业构件统计表，按照项目管理要求，一般包括分层、分构件、按编号的工程量表详表。

8.4.7 二维制图表达应用点

1 应用点描述

以计算分析结果为依据，基于 BIM 三维设计模型生成二维制图表达，符合国家现有的二维设计制图标准或 BIM 出图的相关导则或标准。

2 解决思路

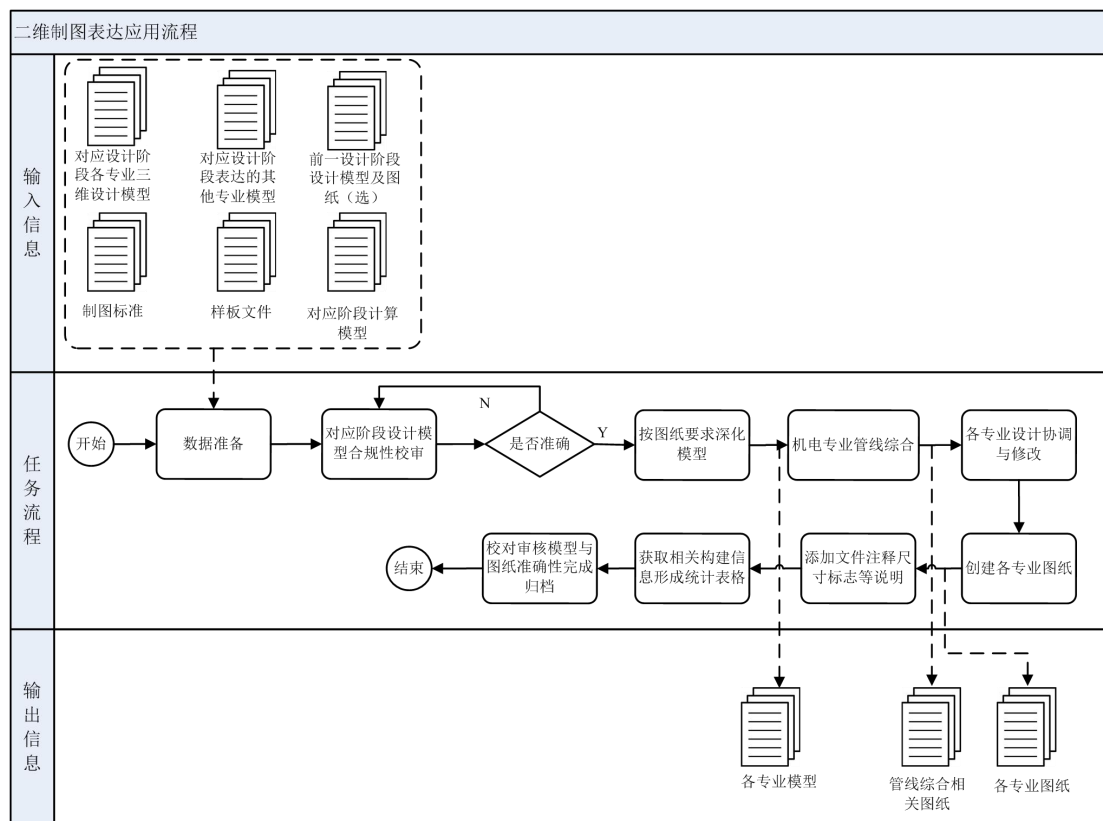


图 8-15 二维制图表达流程图

3 操作流程

- 1) 下载模型。根据出图表达需要，通过协同平台下载审核通过的各专业施工图设计模型，模型深度和构件属性信息深度应达到施工图设计图纸需求。
- 2) 整合模型。整合出图需要的其他专业模型。
- 3) 创建平面视图。通过剖切、调整视图深度、隐藏无需表达的构件等步骤，创建相关图纸，如平面图、立面图、剖面图、节点详图等。
- 4) 添加二维标注。添加文字注释、尺寸标注、平法标注、图例、设计施工说明等信息。对复杂节点宜增加三维透视图和轴测图进行表达。
- 5) 创建工程量表。通过软件统计功能，按项目要求，提取相关构件信息形成统计表格。
- 6) 导出二维图纸。通过软件直接导出二维图纸，并上传模型文件
- 7) 三级审核。完成二维图纸和三维模型的三级审核，保证模型信息与图纸表达信息一致。
- 8) 打印归档。

4 应用成果

- 1) 机电各专业模型及链接文件。确保模型间相互链接路径准确。确保模型图纸视图与最终出图内容的一致性。
- 2) 二维图纸。图纸深度应当符合现阶段二维图纸表达的要求。
- 3) 工程量表。软件自动导出的工程量表即可，建议不要人为修改。

8.4.8 三维设计模型交付应用点

1 应用点描述

在机电各设计完成时，将带有设计信息的结构模型根据实际情况进行修正，以保证模型信息与施工图二维表达的一致性，进而形成三维设计交付模型。

2 解决思路

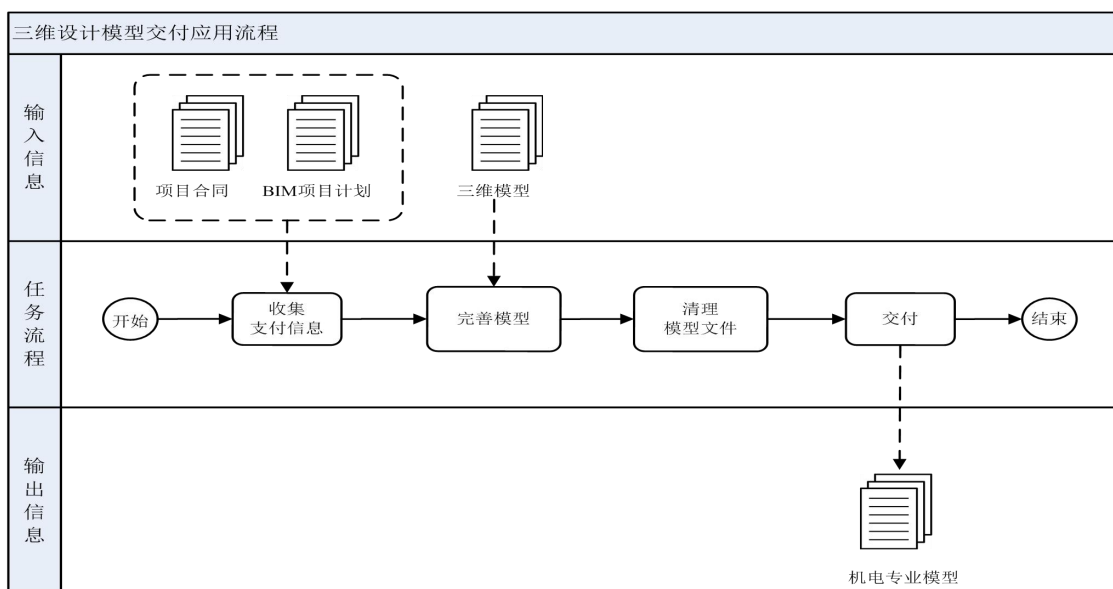


图 8-16 三维设计模型交付流程图

3 操作流程

- 1) 收集交付信息。项目合同、项目要求等文件中规定了交付三维模型，并规定了相关交付要求。
- 2) 完善模型。根据项目要求，在上个步骤完成的模型基础上，增加或删减机电各专业模型的内容和信息，如配合三维展示，需增加相应的材质信息，并做好材质分类。
- 3) 清理未使用项，减轻文件体积。
- 4) 上传交付。

4 应用成果

机电各专业模型。需符合项目合同、项目要求中规定的三维模型交付要求。

9 造价专业 BIM 技术应用

9.1 概 述

造价专业 BIM 技术应用的目标是在分阶段构建可视化的 BIM 数据模型基础上,运用 BIM 软件的统计和计算功能,自动处理与造价相关的信息,保证造价信息的实时性、准确性、完整性,有效的实现工程项目全生命期的造价管理。

造价管理主要包括工程量和造价信息管理,其中工程量计算是工程建设造价管理的重要基础性工作,贯穿项目全生命期,是工程计价、成本管控与资源调配的基础。传统的工程量计算从依据二维设计图纸和工具手工测量计算,到依据二维 CAD 图纸或三维模型与规则自动计算工程量,工程量计算效率和自动化程度不断提高。随着 BIM 技术应用推广,工程建设领域实施 BIM 应用逐步增多,造价专业的 BIM 技术应用目前主要集中和体现在工程量计算中,而在工程量计算中目前仍以传统的工程量计算为主,基于 BIM 的工程量计算只是作为参考。本章造价专业 BIM 技术应用主要描述如何实施基于 BIM 的工程量计算和工程造价相关应用,逐步在工程造价管理中发挥优势。

基于 BIM 的工程量计算是指在设计或施工完成的模型基础上,深化和补充相关几何属性数据信息,建立符合工程量计算要求的模型,利用配套软件进行工程量和工程造价的计算过程,关键实现模型、工程量、造价信息的无缝对接,智能化工程量计算,极大提高多阶段、多次性、多样性工程造价的效率与准确性。

基于 BIM 的工程量计算在不同阶段,存在不同应用内容。投资决策阶段由建设单位主导,主要为了利用 BIM 技术辅助投资估算和投资方案选择。设计阶段主要由设计单位主导,主要是在初步设计完成后由初步概算模型来确定概算工程量;招投标阶段主要由建设单位主导,侧重于完整的工程量计算模型的创建与工程量清单的形成。施工阶段除体现建设单位的施工过程造价动态成本与招采管理外,更侧重于施工单位内部施工过程造价动态工程量监控、维护和统计分析,强调施工单位自身合理有效的动态资源配置和管理。竣工结算阶段,由建设单位和施工单位依据竣工资料进行洽商,最终由竣工结算模型来确定项目最后的工程量数据。采用不同的计量、计价依据,并体现不同的造价管理与成本控制目标。造价专业在工程全生命期的 BIM 技术应用点及预期成果如表 9-1 所示。

表 9-1 造价专业在工程全生命期中 BIM 技术主要应用

序号	应用阶段	应用点	预期成果	目前主要应用软件
1	投资决策阶段	1) 基于 BIM 的投资造价估算 2) 基于 BIM 的投资方案选择	投资估算数据	Revit、Tekla、广联达、鲁班、品茗、斯维尔
2	设计阶段	设计概算工程量计算	1) 设计概算模型 2) 概算工程量报表	Revit、Tekla、广联达、鲁班、品茗、斯维尔

3	招投标阶段	施工图预算与招投标清单工程量计算	1) 施工图预算模型 2) 预算工程量报表 3) 招投标工程量清单	Revit、Tekla、广联达、鲁班、品茗、斯维尔
4	施工实施阶段	施工过程中工程量计算	1) 施工过程造价管理模型 2) 施工过程中工程量报表	Revit、Tekla、广联达、鲁班、品茗、斯维尔
5	竣工结算阶段	竣工结算工程量计算	1) 竣工结算模型 2) 结算工程量报表	Revit、Tekla、广联达、鲁班、品茗、斯维尔

9.2 投资决策阶段

投资决策阶段是控制造价的关键，各项技术及经济指标直接关系到工程造价的高低。在投资决策中使用 BIM 技术能够为投资决策提供准确依据。基于 BIM 的投资决策分析主要包含投资造价估算和投资方案选择。

9.2.1 基于 BIM 的投资造价估算

在使用 BIM 模型时，模型储存了大量的技术、经济和物料等方面的信息，并且具有很强的计算性，形成能够快速估算工程价格的历史指标，通过对 BIM 数据库的历史工程模型的调整来估算项目总投资。

9.2.2 基于 BIM 的投资方案选择

通过从数据库中抽调类似工程信息，修改后形成新的造价模型来得到不同方案的造价。这种方案便于进行调整，反复比选，大大提升了方案选择的效率。

9.3 设计阶段

造价专业在设计阶段的 BIM 技术应用主要是进行设计概算工程量计算。

1 应用点描述

设计概算工程量计算是在初步设计阶段由设计单位主导，构架整个项目的经济控制上限。做法是在初步设计模型的基础上，按照设计概算工程量计算规则进行模型的深化，从而形成可用于设计概算的模型，利用此模型完成设计概算工程量计算，辅以相应定额和费用要素价格自动计算建筑安装造价，以此提高工程量计算的效率和准确性。

2 解决思路

利用 BIM 技术进行设计概算工程量计算的解决思路可参照图 9-1 所示流程进行。

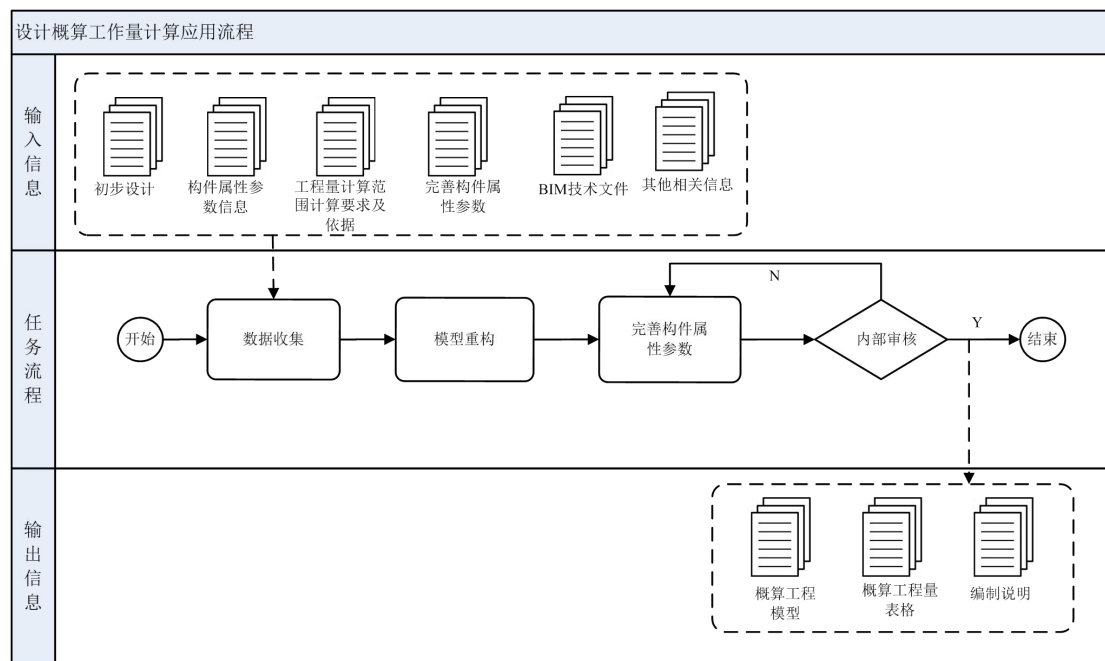


图 9-1 设计概算工程量计算 BIM 应用操作流程

3 操作流程

- 1) 收集数据。收集工程量计算需要的模型和资料数据，并确保数据的准确性。
- 2) 确定规则要求。根据设计概算工程量计算范围、计量要求及依据，确定概算工程量计算所需的构件编码体系、构件重构规则与计量要求。
- 3) 编码映射。在初步设计模型的基础上，确定符合工程量计算要求的构件与分部分项工程的对应关系，并进行编码映射，将构件与对应的编码进行匹配，完成模型中构件与工程量计算分类的对应关系。
- 4) 完善构件属性参数。完善概算模型中构件属性参数信息，如“尺寸”、“材质”、“规格”、“部位”、“概算规范约定”、“特殊说明”、“经验要素”等。
- 5) 形成设计概算模型。根据概算工程量计算的要求设定计算规则，利用软件工具在不改变原设计意图的条件下进行构件深化计算参数设置，以确保构件扣减关系的准确，最终生成满足概算工程量计算要求的设计概算模型。
- 6) 编制概算工程量表。按概算工程量计算要求进行“概算工程量报表”的编制，完成工程量的计算、分析、汇总，导出符合概算要求的工程量报表，并详述“编制说明”。

4 应用成果

- 1) 设计概算模型。模型应正确体现计量要求，可根据空间（楼层）、时间（进度）、区域（标段）、构件属性参数及时、准确的统计工程量数据；模型应准确表达概算工程量计算的结果与相关信息，可配合设计概算相关工作。

注：形成设计概算模型即工程量计算模型是目前 BIM 工程量计算一种做法，随着应用的成熟和规则

优化，可直接利用初步设计模型工程量计算。

2) 编制说明。说明应表述本次计量的范围、模型深化规则、要求、依据及其他内容。

3) 概算工程量报表。工程量报表应准确反映构件工程量净值（不含相应损耗），并符合行业规范与本次计量工作要求，作为设计概算重要依据。

9.4 招标投标阶段

造价专业在招投标阶段的 BIM 技术应用主要是进行施工图预算和招投标清单工程量计算。

1 应用点描述

施工图预算与招投标工程量清单计算是在工程施工图和招标阶段，在施工图设计模型基础上，依据招投标相关要求，附加招投标信息，按照招投标确定的工程量计算原则，深化施工图模型，形成施工图预算模型，利用模型编制施工图预算和招标工程量清单；同时再辅以相应预算定额、价格等，自动计算最高投标限价，实现“一键工程量计算”；提高施工图预算工程量计算和工程量清单编制的效率和准确性。

2 解决思路

利用 BIM 技术进行施工图预算和招投标清单工程量计算的解决思路可参照图 9-2 所示流程进行。

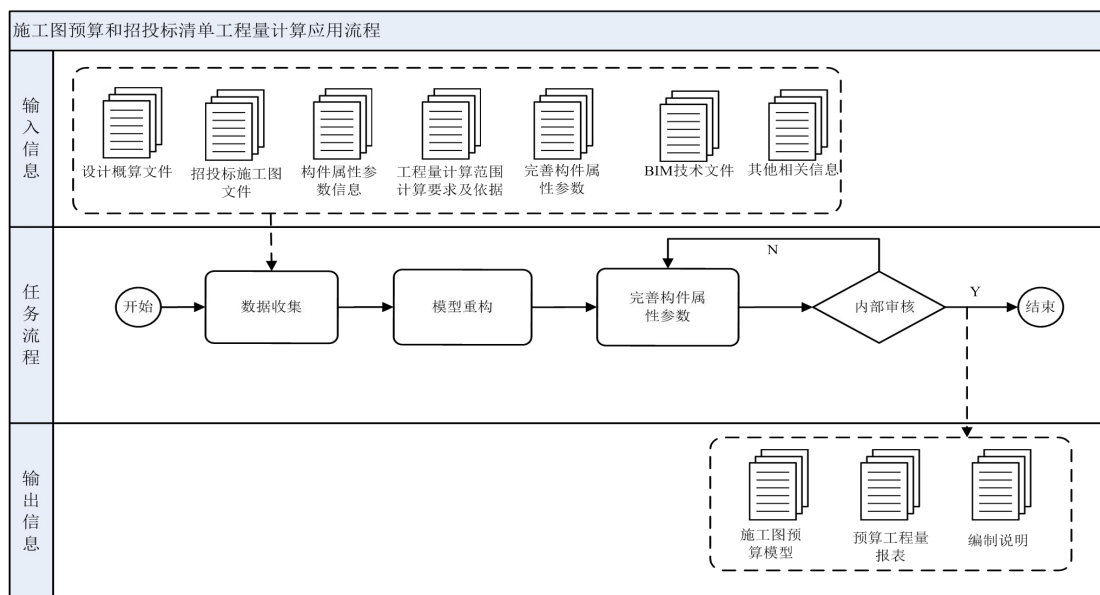


图 9-2 施工图预算和招投标清单工程量计算 BIM 应用操作流程图

3 操作流程

1) 收集数据。收集工程量计算和计价需要的模型和资料数据，并确保数据的准确性。

- 2) 确定规则要求。根据招投标阶段工程量计算范围、招投标工程量清单要求及依据,确定工程量清单所需的构件编码体系、构件重构规则与计量要求。
- 3) 编码映射。在用于招标的施工图设计模型基础上,确定符合工程量计算要求的构件与分部分项工程的对应关系,并进行工程量清单编码映射,将构件与对应的工程量清单编码进行匹配,完成模型中构件与工程量计算分类的对应关系。
- 4) 完善构件属性参数。完善预算模型中构件属性参数,如“尺寸”、“材质”、“规格”、“部位”、“工程量清单规范约定”、“特殊说明”、“经验要素”、“项目特征”、“工艺做法”等。
- 5) 形成施工图预算模型。根据工程量清单统计的要求设定工程量清单计算规则,在不改变原设计意图的条件下进行构件重构与计算参数设置,以确保构件扣减关系的准确,最终生成满足招投标阶段工程量清单编制要求的“施工图预算模型”。
- 6) 编制工程量清单。按招标工程量清单编制要求,进行工程量清单的编制,完成工程量的计算、分析、汇总,导出符合招投标要求的工程量清单表,并详述“编制说明”。可利用工程量清单、定额、材料价格等计算最高投标限价。
- 7) 施工图预算工程量计算和编制。施工单位在施工准备阶段,可深化施工图模型和预算模型,利用审核确认的模型编制更细化工程量清单和精确工程量,配合进行目标成本的编制、招采与资源计划的制定。

4 应用成果

- 1) 施工图预算模型。模型应正确体现计量要求,可根据空间(楼层)、时间(进度)、区域(标段)、构件属性参数及时、准确的统计工程量数据;模型应准确表达预算工程量计算的结果与相关信息,可配合招投标相关工作。
- 2) 注:形成施工图预算模型即工程量计算模型是目前 BIM 工程量计算一种做法,随着应用的成熟和规则优化,可直接利用施工图模型工程量计算。
- 3) 编制说明。说明应表述本次计量的范围、要求、依据以及其他内容。
- 4) 预算工程量报表。工程量报表应准确反映构件净的工程量(不含相应损耗),并符合行业规范与本次计量工作要求,作为招投标和目标成本编制的重要依据。

9.5 施工实施阶段

造价专业在施工实施阶段的 BIM 技术应用主要是进行施工过程工程量计算。

1 应用点描述

施工过程工程量计算是在施工图设计模型和施工图预算模型的基础上,按照合同规定深化设计和工程

量计算要求深化模型，同时依据设计变更、签证单、技术核定单、工程联系函等相关资料，及时调整模型，根据管理信息需要拆分模型，达到深化后的模型和构件满足工程量计算的需要，实现原施工图工程量和变更工程量快速计算，同时附加进度与造价管理相关信息，通过结合时间和成本信息实现施工过程造价动态成本的管理与应用、资源计划制定中相关量的精确定量、招采管理的材料与设备数量计算与统计应用、用料数量统计与管理应用，提高施工实施阶段工程量计算效率和准确性。

2 解决思路

利用 BIM 技术进行施工过程工程量计算的解决思路可参照图 9-3 所示流程进行。

3 操作流程

- 1) 收集数据。收集施工工程量计算需要的模型和资料数据，并确保数据的准确性。
- 2) 形成施工过程造价管理模型。在施工图设计模型和施工图预算模型的基础上，根据施工实施过程中的计划与实际情况，结合工程量的输出格式和内容要求，将模型和构件分解到相应的明细程度，同时在构件上附加“进度”和“成本”等相关属性信息，生成施工过程造价管理模型。
- 3) 变更设计模型。根据经确认的设计变更、签证、技术核定单、工作联系函、洽商纪要等过程资料，对施工过程造价管理应用的模型进行定期的调整与维护，确保施工过程造价管理模型符合应用要求。对于在施工过程中产生的新类型的分部分项工程按前述步骤完成工程量清单编码映射、完善构件属性参数信息、构件深化等相关工作，生成符合工程量计算要求的构件。
- 4) 施工过程造价管理工程量计算。利用施工造价管理模型，按“时间进度”、“形象进度”、“空间区域”实时获取工程量信息数据，并进行“工程量报表”的编制，完成工程量的计算、分析、汇总，导出符合施工过程管理要求的工程量报表和编制说明，实现施工实施过程中施工过程造价管理动态管理。
- 5) 施工过程造价动态管理。利用施工造价管控模型，进行资源计划的制定与执行，动态合理地配置项目所需资源；同时，在招采管理中高效获取精准的材料、设备等数量，与供应商洽谈并安排采购；最终，在施工过程中对用料领料进行精益管理，实现所需材料的精准调配与管理。

4 应用成果

- 1) 施工过程造价管理模型。模型应正确体现计量要求，可根据空间（楼层）、时间（进度）、区域（标段）、构件属性参数（尺寸、材质、规格、部位、特殊说明、经验要素、项目特征、工艺做法）及时、准确的统计工程量数据；模型应准确表达施工过程中工程量计算的结果与相关信息，可配合施工工程造价管理相关工作。注：形成施工过程造价管理模型即工程量计算模型是目前 BIM 工程量计算一种做法，随着应用的成熟和规则优化，可直接利用施工图深化模型工程量计算。
- 2) 编制说明。说明应表述过程中每次计量的范围、要求、依据以及其他内容。

3) 施工过程造价管理工程量报表。实施获取的工程量报表应准确反映构件工程量的净值(不含相应损耗), 并符合行业规范与本次计量工作要求, 作为施工过程动态管理重要依据。

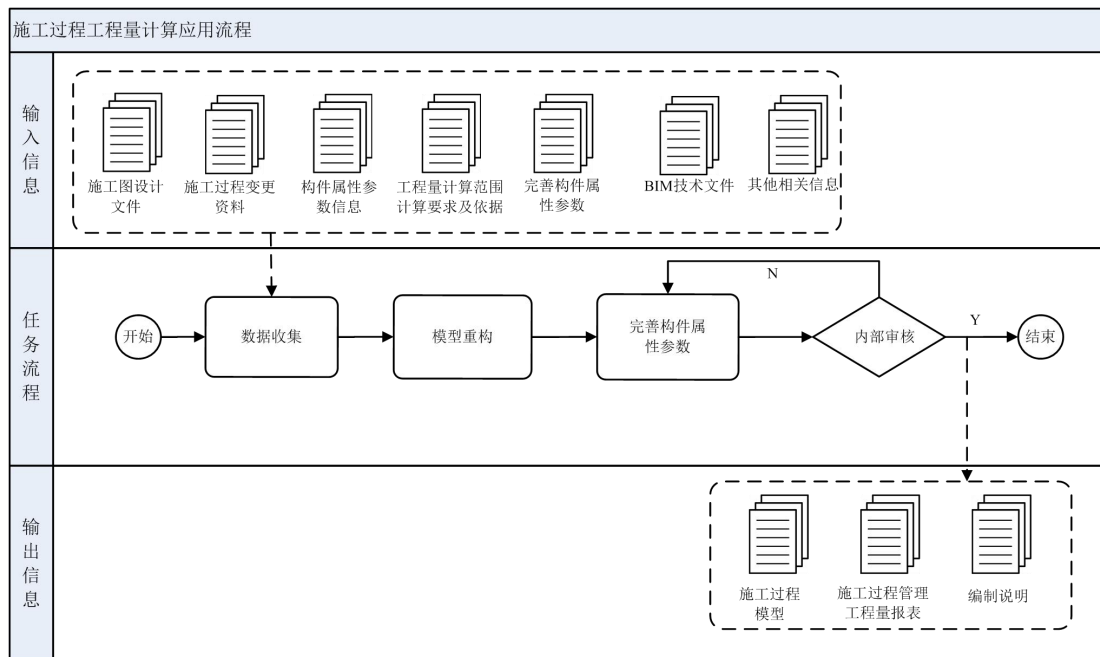


图 9-3 施工过程工程量计算 BIM 应用操作流程

9.6 竣工结算阶段

造价专业在竣工结算阶段的 BIM 技术应用主要是进行竣工结算工程量计算。

1 应用点描述

竣工结算工程量计算是在施工过程造价管理应用模型基础上, 依据变更和结算材料, 附加结算相关信息, 及时调整模型, 根据管理信息需要拆分模型, 达到深化后的模型和构件满足工程量计算的需要, 实现原施工图工程量和变更工程量快速计算, 按照结算需要的工程量计算规则进行模型的深化, 形成竣工结算模型并利用此模型完成竣工结算的工程量计算, 以此提高竣工结算阶段工程量计算效率和准确性。

2 解决思路

利用 BIM 技术进行竣工结算工程量计算的解决思路可参照图 9-4 所示流程进行。

3 操作流程

- 1) 收集数据。收集竣工结算需要模型和资料数据, 并确保数据的准确性。
- 2) 形成竣工结算模型。在最终版施工过程造价管理模型的基础上, 根据经确认的竣工资料与结算工作相关的各类合同、规范、双方约定等相关文件资料进行模型的调整, 生成竣工结算模型。

- 3) 审核模型信息。将最终版施工过程造价管理模型与竣工结算模型进行比对, 确保模型中反应的工程技术信息与商务经济信息相统一。
- 4) 编码映射和模型完善。对于在竣工结算阶段中产生的新类型的分部分项工程按前述步骤完成工程量清单编码映射、完善构件属性参数信息、构件深化等相关工作, 生成符合工程量计算要求的构件。
- 5) 形成结算工程量报表。利用经校验并多方确认的竣工结算模型, 进行“结算工程量报表”的编制, 完成工程量的计算、分析、汇总, 导出完整、全面的结算工程量报表, 并编制说明, 以满足结算工作的要求。

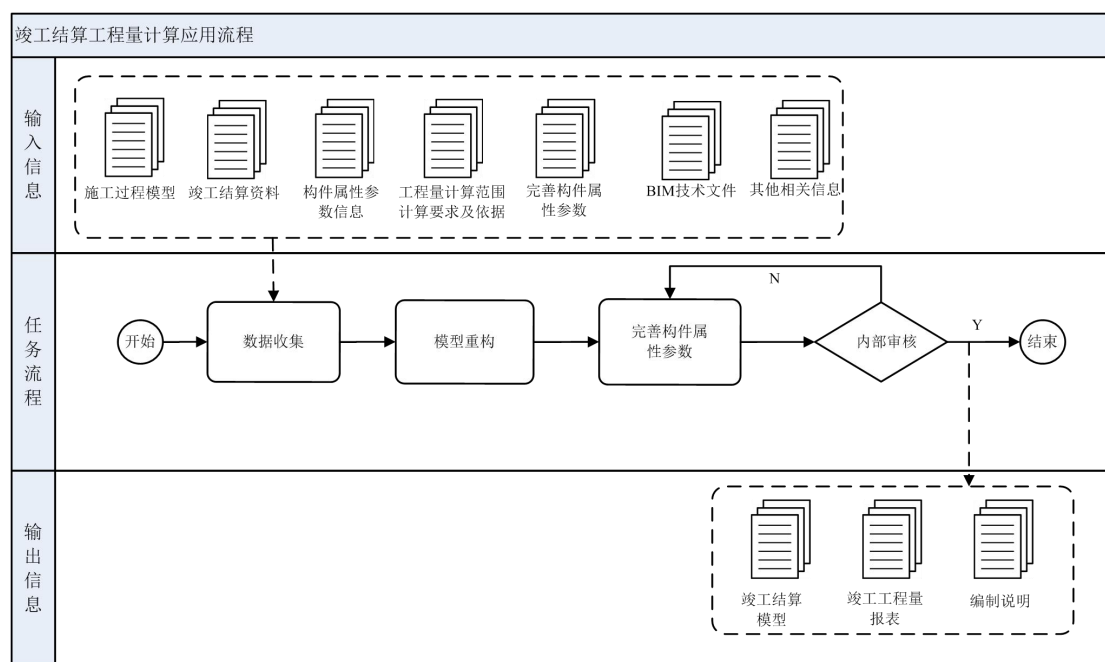


图 9-4 竣工结算工程量计算 BIM 应用操作流程

4 应用成果

- 1) 竣工结算模型。模型应正确体现计量要求, 可根据空间 (楼层)、时间 (进度)、区域 (标段)、构件属性参数及时、准确的统计工程量数据; 模型应准确表达结算工程量计算的结果与相关信息, 可配合施工工程造价管理相关工作。
- 2) 形成竣工结算模型即工程量计算模型是目前 BIM 工程量计算一种做法, 随着应用的成熟和规则优化, 可直接利用竣工模型进行工程量计算。
- 3) 编制说明。说明应表述本次计量的范围、要求、依据以及其他内容。
- 4) 结算工程量报表。工程量报表应准确反映构件净的工程量 (不含相应损耗), 并符合行业规范与本次计量工作要求, 并作为工程结算的重要依据。

施 工 篇

10 施工 BIM 实施体系

10.1 概 述

在项目中成功应用 BIM 技术，为项目带来实际效益，项目团队应该事先制定详细和全面的策划。像其他新技术一样，如果应用经验不足，或者应用策略和计划不完善，项目应用 BIM 技术可能带来一些额外的实施风险。实际工程项目中，确实存在因没有规划好 BIM 应用，导致增加建模投入、由于缺失信息而导致工程延误、BIM 应用效益不显著等问题。所以，成功应用 BIM 技术的前提条件是事先制定详细、全面的策划，策划要与实际业务紧密结合。

基于工程项目的个性化，并没有一个适用于所有项目的最优方法或计划。每个施工团队需根据项目需求，有针对性制定一个 BIM 策划。在项目全生命周期的各个阶段都可以应用 BIM 技术，但必须考虑 BIM 应用的范围和深度，特别是当前的 BIM 支持程度、施工团队自身的技能水平、相对于效益 BIM 应用的成本等，这些对 BIM 应用的影响因素都应该在 BIM 策划中充分考虑。

BIM 应用前期策划应该在施工过程的早期制定，并描述整个施工期间直至竣工的 BIM 应用整体构想。全面的 BIM 应用前期策划应该包括确定 BIM 应用目标、约定 BIM 模型标准、确定 BIM 应用范围、构建 BIM 组织架构，BIM 应用的详细流程、确定不同参与者之间的信息交互方式等内容。

10.2 BIM 应用目标

BIM 策划制定的第一步，也是最重要步骤，就是确定 BIM 应用的总体目标，这些 BIM 目标必须具体的，可衡量的，以及能够提升项目施工效益。

根据 BIM 应用目标，要明确项目实施的 BIM 应用点。例如：深化设计建模、4D 进度管理、5D 成本管理、专业协调等。

BIM 应用点确定可由各专业负责人在项目 BIM 经理的组织下完成，其一般过程如下：

1 明确备选 BIM 应用点

项目 BIM 团队应明确可能的 BIM 应用点，并将其罗列出来，备选 BIM 应用点可参考表 2-1《基于全生命周期的主要专业 BIM 应用点汇总》。

2 确定每项备选 BIM 应用点的责任方

为每项备选 BIM 应用点至少确定一个责任方，主要负责主体放在第一位，便于后期管控。

3 标示每项 BIM 应用点各责任方需具备的条件

确定责任方应用 BIM 所需的条件，一般的条件包括：人员、软件、软件培训、硬件等。如果已有条件

不足，需额外补充时，应详细说明，如：需购买软硬件。

确定责任方应用 BIM 所需的能力水平。项目 BIM 团队需知道 BIM 应用的细节，及其在特定项目中的实施方法。如果已有能力不足，需额外培训时，应详细说明。

4 标示每项 BIM 应用的额外应用点价值和风险

施工团队在清楚每项 BIM 应用点价值的同时，也要清楚可能产生的额外项目风险。

5 明确 BIM 应用范围

施工团队应该详细讨论每项 BIM 应用的可能性，确定某项 BIM 应用是否适合项目和团队的特点。在考虑所有因素之后，施工团队需做出是否应用各项备选 BIM 的决定。当项目 BIM 团队决定某项 BIM 应用点时，判断是否应用其他 BIM 就变得很简便。

BIM 应用目标与 BIM 应用之间没有严格的一一对应关系。在定义 BIM 应用目标的过程中可以用优先级表示某个 BIM 应用目标对施工的重要性。不同层次的 BIM 应用目标将直接影响 BIM 的策划和准备工作。

表 10-1 某项目施工 BIM 应用目标案例

优先级	BIM 应用目标	BIM 应用点
高	控制成本	5D 建模和分析、材料管理、工程结算
低	提升深化设计效率	深化设计、设计审核、管线综合
高	审核施工过程	施工模拟、施工场地规划
中	提高施工效率	施工进度管理、施工模拟、质量安全管理
中	消除专业冲突	专业协调、碰撞检测

10.3 BIM 团队组织机构

10.3.1 组织机构

项目 BIM 团队应根据合同规定或项目需求来确定，推荐设立 BIM 项目经理、BIM 专业负责人、各专业 BIM 工程师等岗位。项目 BIM 应用工作的开展应由项目经理统一协调管理，项目总工负责 BIM 应用的实施，其他部门应配合 BIM 团队开展工作，方便 BIM 团队为各职能部门提供技术支持，共同推进项目 BIM 技术应用的有序开展，见图 10-1。

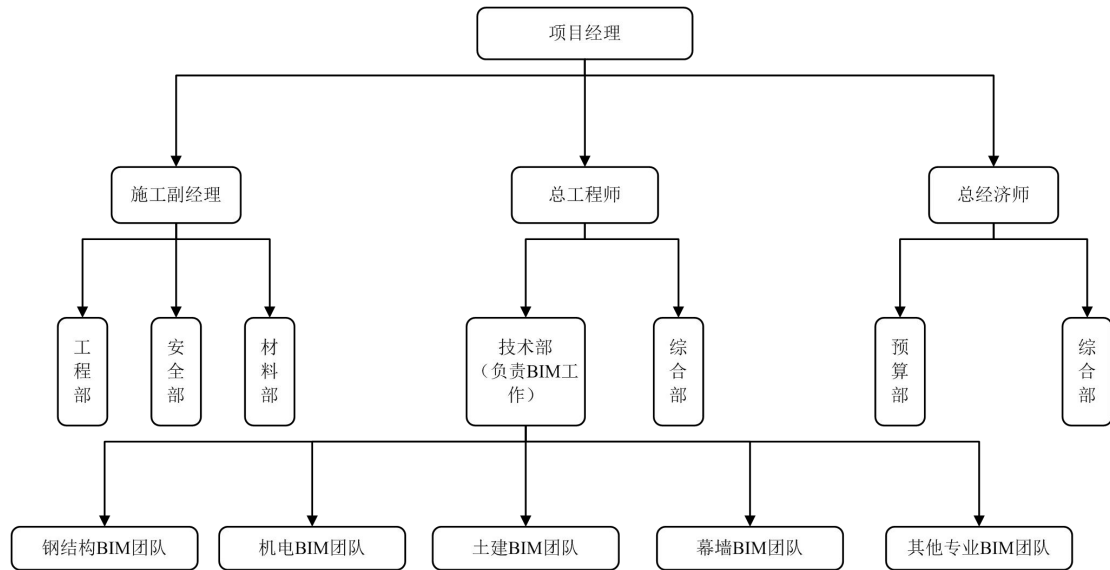


图 10-1 项目 BIM 团队组织机构图

10.3.2 团队职责

项目 BIM 主要部门及岗位的工作职责，见表 10-2。

表 10-2 项目 BIM 团队工作职责

岗位/部门	BIM 工作及责任
项目经理	BIM 应用监督、检查项目执行进展。
总工程师	总体负责项目 BIM 技术应用，对阶段性 BIM 成果、BIM 实施方案、实施计划等组织审核及验收，建议兼任 BIM 项目经理。
技术部（总包 BIM 团队）	BIM 模型创建、运用、维护、管理，各专业协调配合，基于模型输出深化设计图纸，利用模型优化施工方案，配合其他部门输出 BIM 成果。
工程部	配合 BIM 团队审核模型，反馈施工现场问题，利用深化图纸指导施工。
安全部	通过 BIM 可视化开展安全教育、危险源识别及预防防控，指定针对性应急措施。
材料部	利用 BIM 模型生成料单，审批、上报准备的材料计划。
质量部	通过 BIM 进行技术交底，优化检验批划分、验收。
预算部	确定预算 BIM 模型建立的标准，利用 BIM 模型实现对内、对外的商务管控和内部成本管控。
土建 BIM 团队	确定土建专业施工图设计模型。利用 BIM 解决可能存在的设计问题、碰撞、施工关键工艺问题等隐患，并进行校核和调整。在项目全生命期内配合总包 BIM 团队完成相关 BIM 工作。
机电安装 BIM 团队	确定机电专业施工图设计模型。基于施工图设计模型，向总包 BIM 团队提交相关碰撞检查报告、机电管线综合优化报告。结合项目需求，开展机电深化设计工作，并出具深化模型及深化图至总包 BIM 团队。在项目全生命期内配合总包 BIM 团队完成相关 BIM 工作。
钢结构 BIM 团队	确定钢结构专业施工图设计模型。结合项目需求，开展钢结构节点深化，并将成果文件提交至总包 BIM 团队。在项目全生命期内配合总包 BIM 团队完成相关 BIM 工作。
其他专业 BIM 团队	确定各自专业施工图设计模型，并在施工过程中及时更新，保持适用性。向总包 BIM 团队提交自身合约范围内的施工深化设计模型和施工过程模型。在项目全生命期内配合总包 BIM 团队完成相关 BIM 工作。

10.4 BIM 应用方案内容

一个详细全面的 BIM 应用方案，可使项目参与者清楚地认识到各自责任和义务。BIM 应用方案制定之后，项目 BIM 团队就能根据此方案将 BIM 融合到施工相关的工作流程中，并正确实施和监控，为工程施工带来效益。

此外业主和设计单位对 BIM 应用的支持非常重要，这是工程全生命周期延续和应用 BIM 效益的关键。因此如果由业主牵头并得到设计单位的支持，为整个工程项目制定一个全生命周期 BIM 应用方案，那么施工 BIM 团队可据此制定施工 BIM 应用方案，并与项目其他方（特别是分包、业主和设计）互相融合。

BIM 应用方案内容包括：

- 1) 项目 BIM 应用概述：阐述 BIM 应用方案制定的总体情况。
- 2) 项目信息：阐述项目关键信息如建筑面积、建筑高度等；项目位置、项目描述、特殊要求、关键的时间节点等；
- 3) BIM 应用目标：确定应用 BIM 到达的目标和效益；
- 4) 各参与方的 BIM 实施职责及团队配置要求。参见 10.3；
- 5) BIM 应用环境：确定拟使用的软件及其版本、硬件、协同平台、网络等基础条件要求。参见 10.5 及 10.7；
- 6) BIM 应用范围及应用流程：确定 BIM 应用范围、应用点、流程以及 BIM 的实施要点。以流程图的形式清晰展示 BIM 的整个应用过程；
- 7) 统一技术规定：详细描述 BIM 项目组遵守原则及标准规范，例如：命名规则、模型结构、坐标系、建模标准、文件结构和操作权限等，以及关键的协同会议日程和议程；
- 8) BIM 应用进度计划：确定 BIM 应用节点、控制内容，以进度安排方式有效控制 BIM 应用的节点及内容；
- 9) 质量保证程序和要求：详细描述为确保 BIM 技术应用需要达到的质量要求，以及对项目参与者的监控要求；
- 10) 成果交付：确定项目交付内容、深度以及格式；

10.5 BIM 应用软硬件选择

10.5.1 软件选择

选择 BIM 软件是 BIM 应用的重要环节。在实际操作中，则要根据项目的特点和 BIM 团队的实际能力，正确选择适合自己使用的 BIM 软件。在选择过程中，应采取相应的方法和程序，选出符合项目需要的 BIM 软件。基本步骤和主要工作内容详见第 3 章。

10.5.2 硬件选择

施工企业 BIM 硬件环境包括：客户端（台式计算机、笔记本等个人计算机，也包括平板电脑等移动终端）、服务器、网络及存储设备等。BIM 应用硬件在 BIM 应用初期的资金投入相对集中，对后期的整体应用效果影响较大。

在 BIM 硬件环境建设中，既要考虑 BIM 对硬件资源的要求，也要将项目未来发展与现实需求结合考虑，既不能盲目追求高配置，也不能过于保守，以避免资金投入过大带来的浪费或因资金投入不够带来的内部资源应用不平衡等问题。

BIM 应用对于个人计算机性能要求较高，主要包括：数据运算能力、图形显示能力、信息处理数量等几个方面。也可针对选定的 BIM 软件，结合工程人员的工作分工，配备不同的硬件资源，以达到基础架构投资的合理性价比。典型软件方案下推荐的硬件配置详见 3.1.3 章节。

10.6 BIM 基准模型约定

在 BIM 应用过程中，BIM 模型是最基础的技术资料，所有的操作和应用都是在模型基础上进行的。施工 BIM 前期策划的首要工作就是创建 BIM 施工模型。下面将具体介绍 BIM 施工模型的来源、模型划分及其要求和规范。

10.6.1 BIM 施工图设计模型的来源

BIM 施工模型一般由三个主要来源如图 10-2 所示

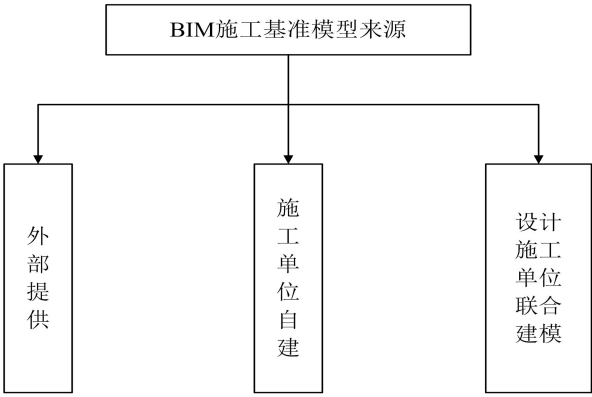


图 10-2 BIM 施工图设计模型的主要来源

1 外部提供

以业主提供的招标模型或由设计单位完成的施工图设计阶段模型为基础，施工企业结合现场状况对模型进行细化、完善，并根据施工要求对相应构件或构件组进行重构、调整等处理，使之成为可以现场实施的施工深化模型。施工单位在接收外部提供的 BIM 模型时，应按照一定的验收标准对模型进行验收。外部模型需完整、按结构分层，且设计模型必须考虑施工要求。

2 施工单位自建

施工单位根据设计施工图，组织人员自行创建 BIM 模型。建模优势是施工单位的建模人员更了解施工

需求，并对工程，特别是细部情况掌握得十分清楚，因而创建的 BIM 模型更容易满足施工应用的需求。

3 设计施工单位联合建模

施工单位在项目设计早期阶段就提前介入，根据施工需求对设计内容的表达方式和深度提出具体要求，并参与部分设计建模工作；或在施工图设计阶段的 BIM 模型创建完成后，紧接着完成深化设计建模。

采用这种方式应具备几个必要的前提条件：

- 1) 设计和施工双方应预先确定统一的建模要求，规定模型提交的深度和细度，并制定满足设计施工 BIM 集成应用的建模规程，包括创建模型应考虑施工分区及作业流水段划分。
- 2) 应明确模型构件之间的关系，使其符合施工作业的业务逻辑；
- 3) 应建立统一的模型构件库，保证构件的名称、表示及信息准确统一等。

模型的质量直接决定 BIM 应用的优劣，无论以上哪种渠道的模型，都需要在 BIM 建模规则和操作标准上事先达成统一的约定，以执行手册的形式确定下来，在建模过程中贯彻执行，建模完成后应严格审核。

10.6.2 施工图设计模型划分

对于 BIM 模型由设计单位进行构建的情况，施工阶段的施工图设计模型沿用设计模型的划分方式。对于施工单位自行建模的情况，施工单位应考虑不同的建模软硬件环境对于模型的处理能力会有不同，模型划分也没有硬性的标准和规则，需根据实际情况灵活处理。以下是实际项目操作中比较常用的模型划分。

模型划分的主要目的是协同工作，以及降低由于单个模型文件过大造成的工作效率降低。通过模型划分主要是实现多用户访问和多专业协作，提高大型项目的操作效率。

模型划分时采用的方法，应尽量考虑所有相关 BIM 团队（包括内部和外部的 BIM 团队）的需求。一般按建筑、结构、水暖电专业组织模型文件，建筑模型包含建筑相关信息（对于复杂幕墙建议单独建立幕墙模型），结构模型包含结构相关信息，水暖电专业要视使用的软件和协同工作模式而定，以 Revit 为例：

- 1) 运用工作集模式，则水暖电各专业都在同一模型文件里分别建模，以便于专业协调。
- 2) 运用链接模式，则水暖电各专业分别建立各自专业的模型文件，相互通过链接的方式进行专业协调。

典型超高层的模型划分方法见表 10-3。

表 10-3 模型划分实例

专业	区域拆分	模型界面划分
建筑	主楼、裙房、地下结构	按楼层划分；按建筑分区划分；按施工缝划分
结构	主楼、裙房、地下结构	按楼层划分，再按钢结构、混凝土结构、剪力墙划分
幕墙（如果是独立建模）	主楼、裙房	按建筑立面划分；按建筑分区划分
机电	主楼、裙房、地下、市政管线	按楼层划分；按建筑分区划分；按施工缝划分；按系统划分
总图	道路、室外总体、绿化	按区域划分；按系统划分

10.6.3 施工图设计模型要求

不同的 BIM 应用，相应 BIM 模型要求也不同。BIM 应用的模型需在施工图设计模型的基础上，根据施工阶段管理目标增加包括进度、成本、施工方案、质量、安全、资源等信息。施工图设计模型的模型深度宜不低于 G3，模型深度详见 3.3.3，并需遵循以下三个原则：

1 一致性原则

模型应包含 2D 图纸中的数据参数，模型中无多余、重复、冲突构件。在项目施工阶段，模型要根据深化设计及时更新。模型反映对象名称、材料、型号等关键信息。

2 合理性原则

模型应要符合实际情况，例如，施工阶段应用 BIM 时，模型需分层建立并加入楼层信息，不允许出现一根柱子从底层到顶层贯通等与实际情况不符的模型。

3 准确性原则

模型应保证准确性，例如梁、墙构件横向起止坐标必须按实际情况设定，避免出现梁、墙构件与柱重合情况。

10.7 BIM 协同平台

BIM 应用全过程实施宜在协同平台中进行，根据项目需要独立搭建平台，也可利用参与方已有的协同平台。BIM 实施应设定协同标准作为基本工作规则，规范生产活动。协同标准的内容宜包括：协同平台功能介绍、协同工作方法的具体要求、协同工作角色的职责与义务、相关辅助工具的使用说明。

BIM 项目协同平台应具有良好的兼容性，能够实现数据和信息的有效共享。具体实现功能如下：

- 1) 与现有管理结合：宜与质量管理体系、施工总承包管理流程、企业 MIS 系统相融合或结合；
- 2) 模型及文档管理：将利用 BIM 模型发现的问题进行分类、统计，并做出相关分析；支持模型上传下载功能，支持图纸的存放管理，支持文件更新改动自动通知及显示；按统一规则命名，可采用编码类、缩写类、注释类、时间类、序号类等命名元素命名或组合命名。
- 3) 权限管理：平台应规定 BIM 实施权限分级，各参与方应确定权限和明确工作范围；
- 4) 存储管理：平台架构应实现文件及数据的分类存储，区分阶段、参与方、用途等不同属性。
- 5) 模型信息全面提取：集成 BIM 模型所包含的各项信息（BIM 软件包含的所有信息），包括修改记录、专项模型信息、分析报告、变更信息、模型信息可视化、模型信息可分类统计、模型信息可批量输出等；
- 6) BIM 模型的轻量化：支持模型的创建、浏览、修改、链接、同步、装配、版本控制等；预留视点进行定点浏览模型等功能；支持轻量化模型（可在普通办公用的计算机上流畅运行）并对分专业模型进行管理；支持长度、面积、体积等测量，模型任意位置的剖切观察；
- 7) 协同平台具有可扩展功能：宜包括模型数据轻量化浏览、基于云技术的数据计算、大数据分析、

移动端互联等功能。

8) 移动端应用：可在手机、平板电脑等移动客户端实现上述查询功能。施工阶段 BIM 协同要求基本与设计阶段类似，重点是结合施工管理过程和施工特点，有所侧重。

9) 平台安全：协同平台应采取数据安全措施和制定安全协议，以满足各参与方的安全需求，并为各参与方访问信息提供安全保障。

11 施工 BIM 实施管理

11.1 概 述

基于 BIM 技术的施工过程管理，主要内容是运用 BIM 技术科学、有效的组织和管理现场施工，满足施工作业指导等需要。施工方在完成施工图设计模型的深化工作后，再详细的分类、梳理施工图深化设计模型，并与施工进度、质量、安全、成本等相关应用环节的信息关联，生成施工应用管理模型。采用工程项目适用的软件平台，提取施工应用管理模型中的几何信息与非几何信息，实现 BIM 技术在施工过程中的应用与管理。

本阶段的 BIM 技术应用主要包括：模型深化与管理、施工组织管理、施工技术管理、施工进度管理、施工质量与安全管理、现场设备与材料管理、工程成本管理、构件预制加工管理。

11.2 模型深化与管理

在施工过程管理中，主要的 BIM 模型分为施工图设计模型，施工图深化设计模型，施工管理应用模型。施工图设计模型主要分为上游设计院提供模型和基于施工图创建模型。施工图深化设计模型是以施工图设计模型为基础，在不改变原设计技术性能及使用功能的前提下，进行空间布局、优化协调、设计校核，并添加材料和设备技术参数、制作安装要求、施工规范、施工工艺等信息，形成施工图深化设计模型及图纸等成果文件。此成果文件应具备施工可行性及合理性，符合相关设计规范和施工规范，并满足相关的应用需求。施工管理应用模型是在施工图深化设计模型基础上为满足施工信息化管理目标的需要，继续补充施工进度、成本等详细的几何和非几何信息的模型。其中，施工图深化设计模型主要包括土建、机电、钢结构等专业。

11.2.1 土建施工深化设计

1 应用描述

基于 BIM 的土建深化设计主要目的是提升 BIM 模型深化设计的准确性、可校核性。将土建施工操作规范与施工工艺融入施工图设计模型，形成施工深化设计模型，并满足施工作业指导的要求，减少施工阶段存在的错误从而避免返工，加快施工进度、降低建造成本。

2 数据准备

1) 深化设计依据准备

- a) 工程设计文件；
- b) 合同文件中规定的与 BIM 建筑结构模型相关的技术要求；
- c) 施工组织设计及重大施工方案；

- d) 工程造价相关文件（项目工程量清单等）；
- e) 相关建筑施工规范等。

2) 模型准备

模型深度应根据项目性质和业主要求确定。模型单元命名规则及模型单元内容及信息要求详见表 11-1 及 11-2。

表 11-1 模型单元命名规则

类别	模型单元名称
支护	地下连续墙，锚杆，土钉，钢筋混凝土支撑，钢支撑等
基础	垫层，独立基础，桩承台基础，设备基础，条形基础，基础主梁，有梁式筏板，无梁式筏板，集水井，电梯井壁，电梯井底，圆桩，方桩等
梁	圈梁，过梁，矩形梁，有板梁，连梁，楼梯梁，异形梁，弧形梁等
板	悬挑板，有梁板，无梁板，拱形板，平板，阳台板，其他板，薄壳板等
柱	暗柱，构造柱，柱帽，框架柱，梯柱等
墙	填充墙，幕墙，直形墙，砌体墙，弧形墙，挡土墙，女儿墙等
门窗	门，门联窗，窗等
栏杆扶手	栏杆、扶手等
楼梯	梯段，楼梯等
后浇带	后浇带墙，后浇带梁，后浇带板，后浇带筏板，后浇带条基等
其他	栏板，压顶，砖砌台阶，砼台阶，坡道，散水，沟槽，雨篷板，挑檐/天沟，砖模，现浇混凝土其他构件等

表 11-2 土建模型单元内容及信息要求

类别	模型单元内容		模型单元信息
	一类	二类	
基础	垫层、带型基础、独立基础、满堂基础、桩承台基础、设备基础	包含所有现浇混凝土基础	构件名称、项目名称、几何尺寸、标高、材料信息、所属分区、所属楼层、所属专业，所属图纸
柱	矩形柱、构造柱、异形柱	包含所有现浇混凝土柱	
梁	基础梁、矩形梁、异形梁、弧形、拱形梁	圈梁、过梁	
墙	直形墙、弧形墙、短肢剪力墙、挡土墙	包含所有现浇混凝土墙	
板	包含所有现浇混凝土板	薄壳板、空心板	
楼梯	直行楼梯、弧形楼梯	包含所有现浇混凝土楼梯	
其他构件	散水、坡道、台阶、扶手、化粪池、检查井、其他构件	室外地坪、压顶	
后浇带	后浇带		构件名称、项目名称、几何尺寸、标高、材料信息、所属楼层、所属专业，所
砌筑	砌筑工程所包含的各类砖墙、砖柱、砖检查井、零星砌砖、砌块墙、砌块柱。	砖基础、砖砌挖孔桩护壁、砖散水、地坪、砖地沟、明沟、各类石砌体。	

金属结构	金属结构工程中所包含构件类别均为二类		属图纸
模架	脚手架工程、混凝土模板及支架均属二类		
门窗	门窗工程所包含的所有门窗	门窗套、窗台板	构件名称、项目名称、几何尺寸、标高、材料信息、所属楼层、所属专业（门可不添加项目名称），所属图纸

注：一类模型单元作为常规施工图深化设计模型必须包含内容，二类模型单元应根据项目深化设计要求选择添加。

3 操作流程

- 1) 收集数据，并确保数据的准确性。
- 2) 施工单位依据设计单位提供的施工图和施工图设计模型，以及自身施工图特点及现场情况，完善建立设计模型。该模型应该根据实际采用的材料设备、实际产品的基本信息构建模型和深化模型。
- 3) BIM 技术工程师结合自身专业经验或与施工技术人员配合，对建筑信息模型的施工合理性和可行性进行甄别和优化，同时实施碰撞检测。
- 4) 施工图深化设计模型通过建设方、设计方、相关顾问单位的审核确认，最终导出可指导施工的三维图形文件及二维深化施工图、节点图。

施工图深化设计 BIM 应用操作流程如图 11-1 所示

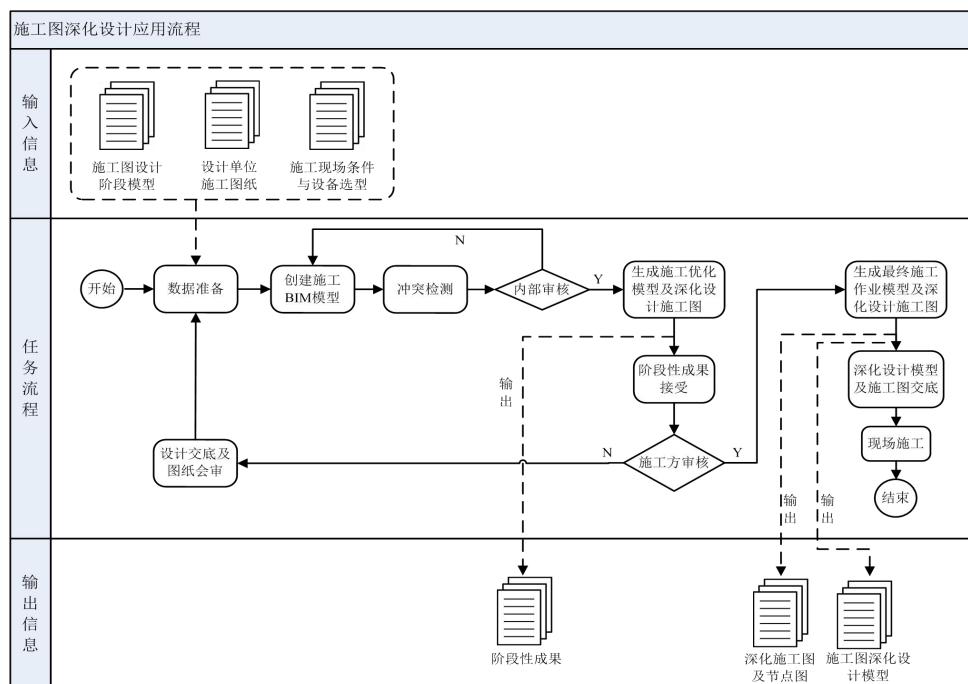


图 11-1 施工图深化设计 BIM 应用操作流程

4 应用成果

- 1) 施工图深化设计模型。模型应包含工程实体的基本信息，并清晰表达关键节点施工方法。
- 2) 深化设计图。施工图深化设计图宜由施工图深化设计模型输出，满足施工条件，并符合政府、行业规范及合同的要求。

11.2.2 钢结构深化设计

1 应用描述

钢结构深化设计也叫钢结构二次设计，是以设计院的施工图、计算机及其他相关资料（包括招标文件、答疑补充条件、技术要求、制造厂制造条件、运输条件、现场拼装与安装方案、设计分区及土建条件等）为依据，依托专业深化设计软件平台，建立三维实体模型，开展施工过程仿真分析，进行施工过程安全验算，计算节点坐标定位调整值，并生成结构安装布置图、零构件图、报表清单等的过程。

2 数据准备

1) 深化设计依据准备

- a) 钢结构深化设计应按下列技术文件进行模型创建和更新；
- b) 业主提供的最终版设计施工图及相关设计变更文件；
- c) 钢结构材料采购、加工制作及预拼装、现场安装和运输等工艺技术要求；
- d) 其他相关专业配合技术要求；
- e) 国家、地方现行相关规范、标准、图集等；

2) 数据编码准备

编制钢结构 BIM 模型的编码规则：根据每个工程的特点，制定专用编号规则。制定的原则是要区分构件、状态、区域等基本信息，以便于施工管理。每个工程的编号规则制定后应组织评审，且需安装施工方认可。深化设计建模时，根据编号规则将钢构件编码输入到构件属性信息中。

3) 软件应用及模型数据准备

当应用 BIM 软件深化设计时，对软件应用和模型数据有以下几点要求：

- a) 统一软件平台：同一工程的钢结构深化设计应该用统一的软件及版本号，设计过程中不得更改。同一工程宜在同一设计模型中完成，若模型过大需要进行模型分割，分割数量不宜过多，同时需注意模型分割面处的信息处理。模型分割面一般位于某轴线或某标高处，轴线、标高两侧的构件信息分别在两分割模型中建立，模型分割完成后，须仔细核查分割面处构件的定位信息，避免出现无法对接的情况。
- b) 人员协同管理：结构深化设计多人协同作业时，应明确职责分工，注意避免模型碰撞冲突，同时，需设置好稳定的软件联机网络环境，保证每个深化人员的深化设计软件运行顺畅。
- c) 软件基础数据设置：软件应用前需设置好基础数据，如：设定软件自动保存时间，以及统一的软件系统字体、字体转换文件、系统符号文件、报表和图纸模板等。
- d) 模型构件唯一性：在钢结构深化设计模型里，零构件号与零构件要一一对应。当零构件的尺寸、重量、材质、切割类型等发生变化时，需赋予零构件新的编号。以避免零构件的模型信息冲突报错。
- e) 零件的截面类型匹配：在 Tekla 中，深化设计模型中每一种截面的材料都会指定唯一的截面类型与之对应，保证材料在软件内名称的唯一性。例如一根高 500mm、宽 200mm 的 H 型钢，

它可以有多种命名方式；H500×200、HN500×200 等。在深化设计建模时，需对 Tekla 模型截面库进行更新、补充和完善。

对于钢结构工程而言，零件数量繁多，相应的截面信息匹配工作量也会非常繁重，为减少模型截面数据输入的工作量，需要制定统一的截面代码规则，使 Tekla 建模时选用的截面类型规范统一。参照《热轧 H 型钢和剖分 T 型钢》GB11263 等相关规范，建议模型截面编码按表 11-3 所示进行统一。不在此表范围内的截面，一般在深化设计前与业主、设计等单位沟通确定截面表示方式。

表 11-3 模型截面编码表

截面类型代码	截面类型名称	截面类型	模型截面型材示例
H	H 型钢	型材	H500×200×10×16
HW	宽翼缘 H 型钢	型材	HW300×300×10×15
HM	中翼缘 H 型钢	型材	HM340×250×9×14
HN	窄翼缘 H 型钢	型材	HN300×150×6.5×9
HT	薄壁 H 型钢	型材	HT120×59×4×5.5
I	工字钢	型材	I20A
T	T 型钢	型材	T100×100×5.5×8
TW	宽翼缘 T 型钢	型材	TW100×200×8×12
TM	中翼缘 T 型钢	型材	TM195×300×10×16
TN	窄翼缘 T 型钢	型材	TN125×125×6×9
L	等边角钢	型材	L175×6
L	不等边角钢	型材	L100×80×7
C	槽钢	型材	C16B
CC	冷弯薄壁 C 型钢	型材	CC100×50×20×2
Z	冷弯薄壁 Z 型钢	型材	Z160×60×20×2
SHS	方管	型材	SHS300×16
RHS	矩形管	型材	RHS300×200×10
PD	圆管	型材	PIP450×12
RS	方钢	型材	RS22.
D	圆钢	型材	D30
PB	光圆钢筋	型材	PB18
RB	带肋钢筋	型材	RB32
PL	钢板	型材	PL12
FLT	条板	型材	FLT12×25

PIP	板卷圆管	组立截面	PIP1800×30
BH	板拼 H 形钢	组立截面	BH600×300×12×20
BT	板拼 T 形钢	组立截面	BT200×100×8×12
BOX	板拼箱形柱	组立截面	B0×900×900×30×30

4) 模型材质匹配

深化设计模型中每一个零件都有其对应的材质，为保证模型数据的准确，应根据相关国家钢材标准指定统一的材质命名规则，可参考标准有：《碳素结构钢》GB/T700、《低合金高强度结构钢》GB/T1591、《高层建筑结构用钢板》YB4104、《建筑结构用钢板》GB/T19879、《厚度方向性能钢板》GB/T5313 等。深化设计人员在建模过程中需保证使用的钢材牌号与国家标准中的钢材牌号相同。对于特殊的钢材，应根据相应的设计说明或其他材料标准建立相应的材质库，标识相应的钢材牌号。

3 操作流程

- 1) 收集数据，并确保数据的准确性及完整性。
- 2) 施工方依据设计方提供的施工图或施工图设计模型，根据自身施工图特点、现场情况及钢结构制造厂家的审查意见，编制钢结构深化设计方案。
- 3) 创建深化设计模型。根据钢结构设计施工图进行放样，对模型中的杆件连接节点、构造、加工和安装工艺细节进行安装和处理，按照项目批次和工期要求开展深化设计工作。模型建立需要考虑每个节点如何装配，工厂制作条件、运输条件，现场拼装、安装方案及土建条件等情况。
- 4) 碰撞校核：由审核人员对模型进行整体校核、审查，检查出设计人员在建模过程中的误差，并以便设计人员去核实更正。通过多次校核流程的执行，从而减少钢结构详图设计的误差。同时，对优化后的模型与其他专业 BIM 模型进行协调并实施碰撞检测，并生成碰撞检测报告。
- 5) 基于模型开展指定区域的钢材工程量统计，并按照构件类别、材质、构件长度进行归并和排序，同时还输出构件数量、单重、总重及表面积等统计信息等。
- 6) 绘制深化施工详图：基于最终的施工图深化设计模型生成焊接通图、二维平立面布置图等深化图，并经建设方、设计方、相关顾问单位的审核确认后，交付于施工方，指导现场施工。

钢结构深化设计 BIM 应用操作流程如图 11-2 所示。

4 应用成果

- 1) 施工图深化设计模型。模型应包含工程实体的基本信息，并清晰表达关键节点施工方法。
- 2) 深化设计图。完成的钢结构深化图在理论上是没有误差的，可以保证钢构件精度达到理想状态。
- 3) 碰撞检测报告。
- 4) 钢结构工程量清单。

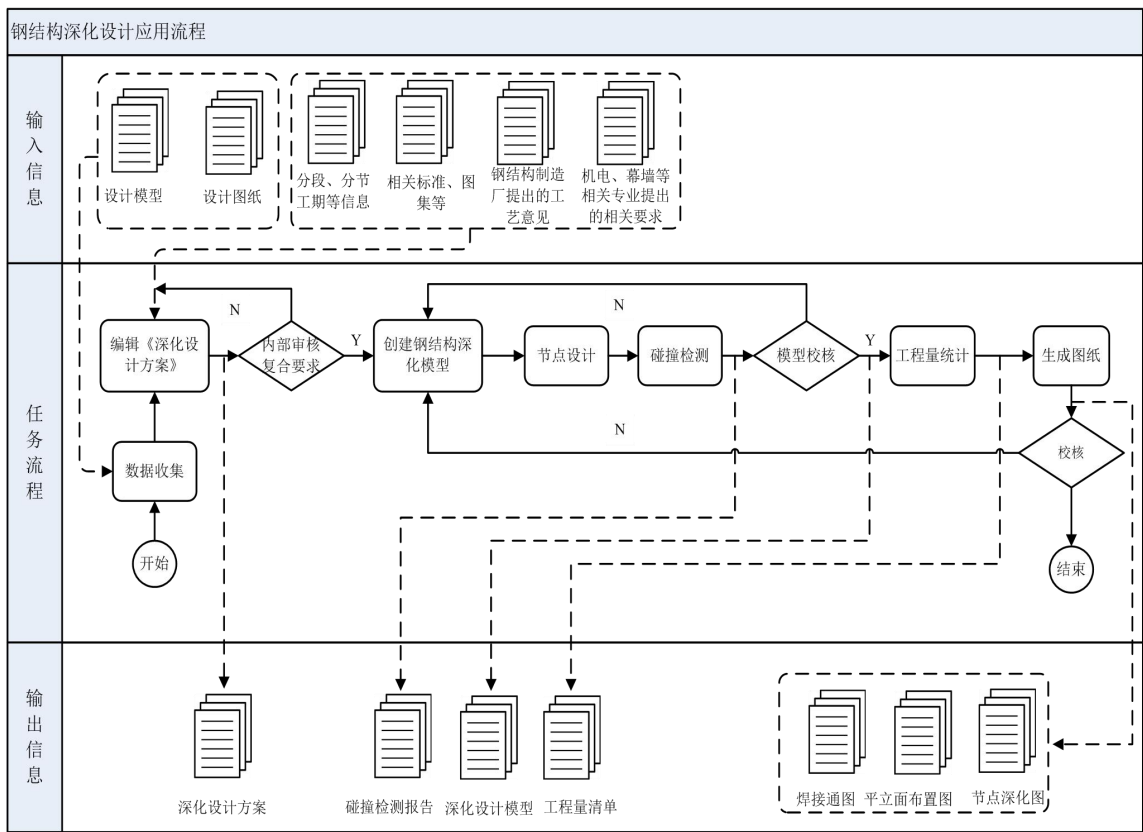


图 11-2 钢结构深化设计 BIM 应用操作流程

11.2.3 机电安装深化设计

1 应用描述

机电安装深化设计是指工程实施过程中以招标文件及设计图纸为基础，并结合机电设备选型、机电安装工序和施工现场状况进行细化、补充和完善，使之成为可现场实施的技术指导和依据。

2 数据准备

1) 机电深化设计依据准备

- a) 建筑国家、行业及地方相关设计标准、施工验收规范及制图标准；
- b) 工程施工合同和招投标文件；
- c) 工程设计文件（如施工设计图纸）；
- d) 业主或相关方对深化设计的进度、质量等要求。

2) 模型准备

机电模型可以分为暖通、给水排水、电气等专业模型，借助 BIM 协同作业的方式分配给不同的 BIM 专业工程师同步建造模型，BIM 专业工程师可以通过各项系统和建筑结构模型之间的参考链接方式进行模型问题检查。其中，模型深度应根据项目性质和业主要求确定。模型单元类型及模型单元信息要求详见表 11-4 及 11-5。

表 11-4 各专业模型单元分类表

专业	类型	模型单元内容
给水排水	一类	锅炉、冷冻机、换热设备、水箱水池等主要设备；消火栓、水泵接合器等次要设备；给排水管道、消防水管道等管路\管件；阀门、计量表、开关等主要附件。
	二类	除一类设备外的其它相关设备、套管、用水器具、喷头、仪表、支架等。
暖通	一类	冷水机组、新风机组、空调器、通风机、散热器、水箱等主要设备；伸缩器、减压装置、消声器等次要设备；暖通风管、暖通水管、风口等传输单元；阀门、计量表、开关、传感器等主要附件。
	二类	除一类设备外的其它相关设备、仪表、支架等
电气	一类	发电机、机柜、变压器、二级以上配电箱等主要设备；电缆桥架、母线槽、桥架配件等。
	二类	除一类设备外的其它相关设备、开关、插座、线管、灯具、仪表、支架、其它末端设备等。

注：一类单元作为常规深化设计模型必须包含的单元内容，二类单元应根据项目深化设计要求选择添加。

表 11-5 各专业模型信息

专业	模型单元	主要信息	附加信息
给水排水	设备	单元名称、位置（所属楼层等）、尺寸、标高、设备编号、型号。	技术要求、工作参数、使用说明、施工工艺或安装要求等。
	管道	单元名称、所属系统、位置（所属楼层等）、尺寸、坡度、标高、材质、保温隔热层尺寸、保温隔热层材质。	设计参数、接口形式、材质属性、敷设方式、施工工艺或安装要求等。
	管件	单元名称、所属系统、位置（所属楼层等）、尺寸、标高、材质、保温隔热层尺寸、保温隔热层材质。	连接形式、材质属性。
	附件	单元名称、所属系统、位置（所属楼层等）、尺寸、标高、型号、保温隔热层尺寸、保温隔热层材质。	设计参数、材质属性、连接形式、施工工艺或安装要求等。
	支架	单元名称、支架编号、位置（所属楼层等）、尺寸、标高、材质。	设计参数、材质属性、安装要求等。
暖通	设备	单元名称、位置（所属楼层等）、尺寸、标高、设备编号、型号。	技术要求、工作参数、使用说明、施工工艺或安装要求等。
	暖通风管	单元名称、所属系统、位置（所属楼层等）、尺寸、标高、材质、保温隔热防火层尺寸、保温隔热层材质。	设计参数、材质属性、敷设方式、施工工艺或安装要求等。
	暖通水管	单元名称、所属系统、位置（所属楼层等）、尺寸、坡度、标高、材质、保温隔热防火层尺寸、保温隔热层材质。	设计参数、材质属性、敷设方式、施工工艺或安装要求等。
	管件	单元名称、所属系统、位置（所属楼层等）、尺寸、标高、材质、保温隔热防火层尺寸、保温隔热层材质。	连接形式、材质属性。
	附件	单元名称、所属系统、位置（所属楼层等）、尺寸、标高、型号、保温隔热防火层尺寸、保温隔热层材质。	设计参数、材质属性、安装要求、连接形式等。
	风口	单元名称、所属系统、位置（所属楼层等）、尺寸、标高、型号。	设计参数、安装要求等。
	支架	单元名称、支架编号、位置（所属楼层等）、尺寸、标高、材质。	设计参数、材质属性、安装要求等。

专业	模型单元	主要信息	附加信息
电气	设备	单元名称、位置（所属楼层等）、尺寸、标高、设备编号、型号。	技术要求、工作参数、使用说明、施工工艺或安装要求等。
	电缆桥架	单元名称、位置（所属楼层等）、尺寸、标高、材质。	设计参数、材质属性、线路走向、回路编号、敷设方式、施工工艺或安装要求。
	桥架配件	单元名称、位置（所属楼层等）、尺寸、标高、材质。	设计参数、材质属性、连接形式、施工工艺或安装要求等。
	母线槽	单元名称、位置（所属楼层等）、尺寸、标高、型号。	设计参数、材质属性、线路走向、回路编号、敷设方式、施工工艺或安装要求。
	线管	单元名称、位置（所属楼层等）、尺寸、标高、材质。	设计参数、材质属性、安装要求、连接形式等。
	支架	单元名称、支架编号、位置（所属楼层等）、尺寸、标高、材质。	设计参数、材质属性、安装要求等。

注：主要信息作为常规深化设计模型必须包含的内容，附加信息应根据项目深化设计要求选择添加。

3) 施工现场条件及设备选型

- 收集各专业设备资料，明确安装方式、安装空间、维修空间、接口方式，进行分类整理，为施工图深化设计提供支持。
- 加强与精装修单位的协调，确定各区域的吊顶标高、吊顶布置及安装方法，为深化设计做好准备。
- 根据项目情况收集现场土建已施工状况资料，重点是土建预留预埋情况资料，以便综合深化设计的正确的布置，避免返工。

3 操作流程

- 施工方依据设计方提供的施工图或施工图设计模型，根据自身施工图特点、现场情况及钢结构制造厂家的审查意见，编制机电深化设计方案。
- 创建深化设计模型。根据施工图设计模型及工程设计文件，对模型中的设备信息、系统名称和安装工艺细节进行虚拟建造。深化设计模型应清楚反映所有安装部件的尺寸标高、定位及有关与结构及装饰的准确关系。
- 模型综合：利用 BIM 软件，结合各专业管线的布置原则及各技术规范要求，进行各专业机电管线综合深化设计。
- 碰撞检测：将各专业模型分别导出相应兼容格式文件，并将此叠加，结合现场测绘得出的数据比对分析进行碰撞检测，并生成碰撞检查分析报告
- 模型校审：由审核人员对模型进行整体校核、审查，以检查出各专业工程师在模型综合及碰撞检查过程中的误差，并以便各专业工程师去核实更正。通过多次校核流程的执行，最终消除机电深化设计过程中的误差。
- 基于模型开展指定区域的机电工程量统计，并按照构件类别、材质、构件长度进行归并和排序，同时还输出构件数量、表面积等统计信息等。

7) 综合图、机电专业施工深化图等各类深化图，并经建设方、设计方、相关顾问单位的审核确认后，交付于施工方，指导现场施工。

机电安装深化设计 BIM 应用操作流程如图 11-3 所示。

4 应用成果

- 1) 碰撞检查分析报告。
- 2) 施工图深化设计模型：模型应包含工程实体的基本信息，并清晰表达关键节点施工方法。
- 3) 工程量清单。
- 4) 深化设计图：施工图深化设计图宜由深化设计模型输出，满足施工条件，并符合政府、行业规范及合同的要求。

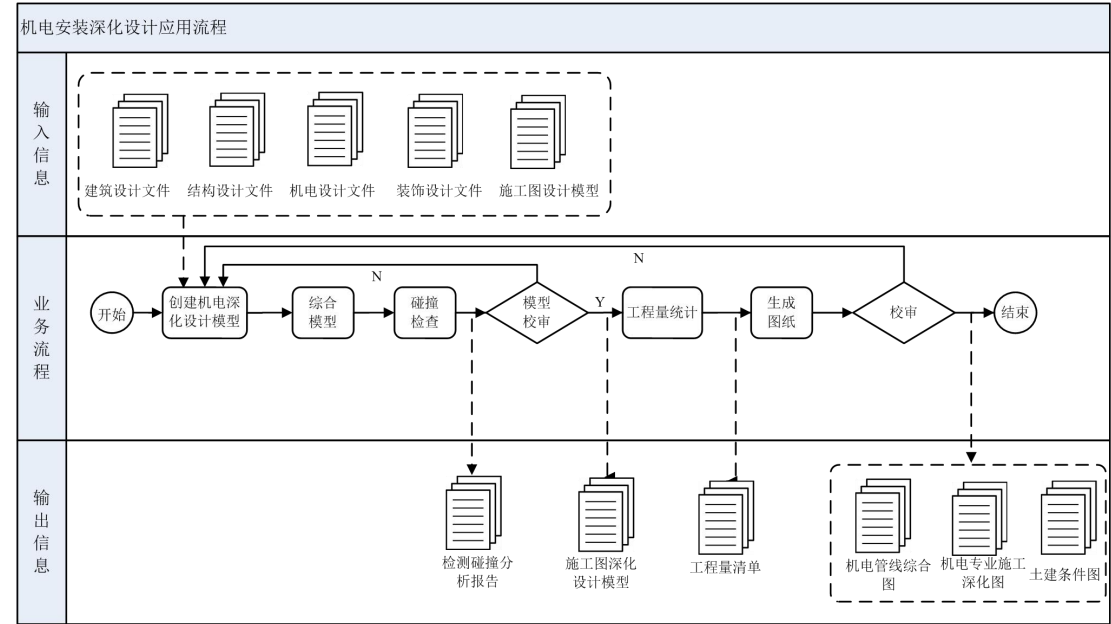


图 11-3 机电安装深化设计 BIM 应用操作流程

11.2.4 施工管理应用模型

1 应用描述

施工组织设计和施工方案确定后，为实现施工技术、工期、安全、质量、生产要素、成本等管理目标，需要进一步分析和优化施工模型和模型构件，采用专业适用软件，在施工模型和模型构件上加载并显示几何信息和非几何信息，包括各分项工程的参数、工艺要求、质量标准、安全防护设置、施工资源信息、成本费用指标等目标管理信息，生成施工管理应用模型。指导现场施工作业，协调各专业工序，减少施工作业面干扰，减少人、机闲置现象，防止各种危险发生，保障施工顺利。

模型构件的信息对应建筑实体的详细几何特征及精确尺寸，可表现细部特征和内部组成；模型构件的规格类型参数满足主要技术指标、主要性能参数和施工管理要求。

2 数据准备

- 1) 经过审定的施工组织设计和施工方案。
- 2) 施工前经过深化的施工图设计模型。
- 3) 施工图图纸（含建筑实体的详细几何特征及精确尺寸，可表现细部特征和内部组成）。
- 4) 含施工项目模型构件几何信息（几何尺寸、样式等形状信息，平面位置、标高等现场信息）。
- 5) 施工项目模型构件的非几何信息（规格型号、材料和材质、技术参数、施工组织区段、施工工法、施工工艺、连接方式、生产要素等与施工技术、工期、安全、质量、生产要素、成本等管理目标相关的信息）。
- 6) 施工现场条件等。

3 操作流程

- 1) 收集数据，并确保数据的准确性。
- 2) 施工方依据审定后的施工组织设计和施工方案，结合施工项目现场实际情况，继续完善深化施工模型和模型构件。
- 3) 依据专业经验，甄别建筑信息模型的施工合理性，调整并优化模型和构件，满足施工管理需要。
- 4) 应用专业适用软件或管理平台，生成指导施工生产的技术交底文件、构件加工数据、工程数量统计文档等。

施工图深化模型应用流程见图 11-4。

4 应用成果

- 1) 施工管理应用模型。
- 2) 构件的详图。

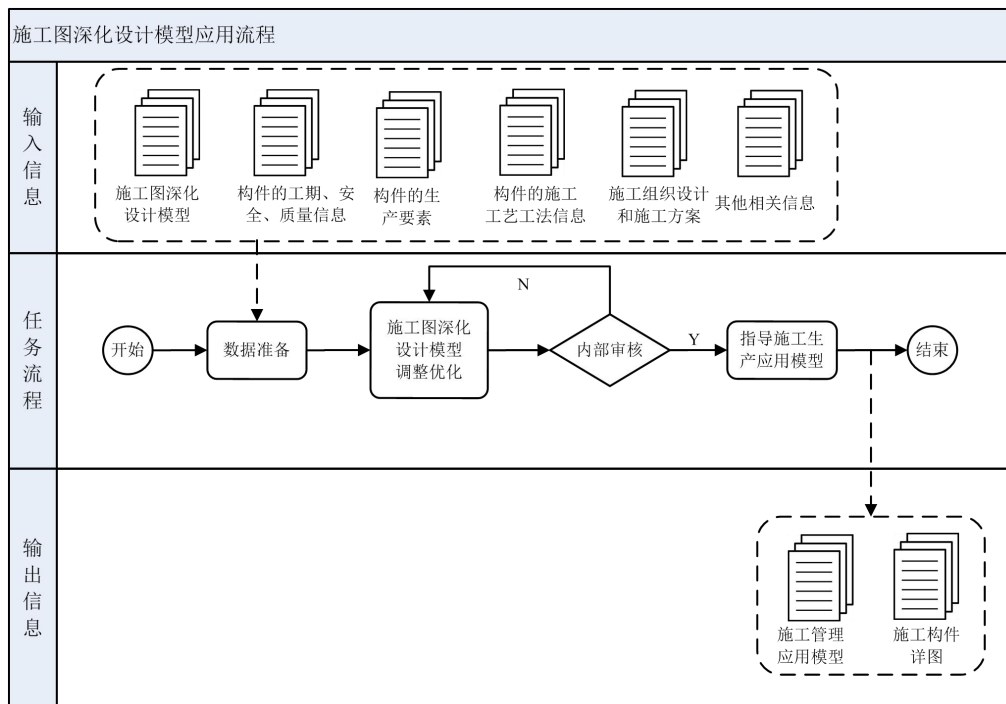


图 11-4 施工图深化模型应用操作流程如图

11.2.5 BIM 模型管理

在施工过程管理中，主要的 BIM 模型分为施工图设计模型，施工图深化设计模型，施工管理应用模型。

一般管理流程如下：

- 1) 收集各专业施工图设计模型
- 2) 各专业完成施工图深化设计模型的构建，并进行碰撞检查。
- 3) 监理方协调各专业深化设计模型的整合，再通过设计方和业主方的审核后，生成最终施工图深化设计模型。
- 4) 基于施工图深化设计模型，施工方组织实施施工平面、进度、方案模拟，并生成相关施工模拟文件。
- 5) 经过施工单位内部审核，生成施工管理应用模型。

BIM 模型管理流程见图 11-5。

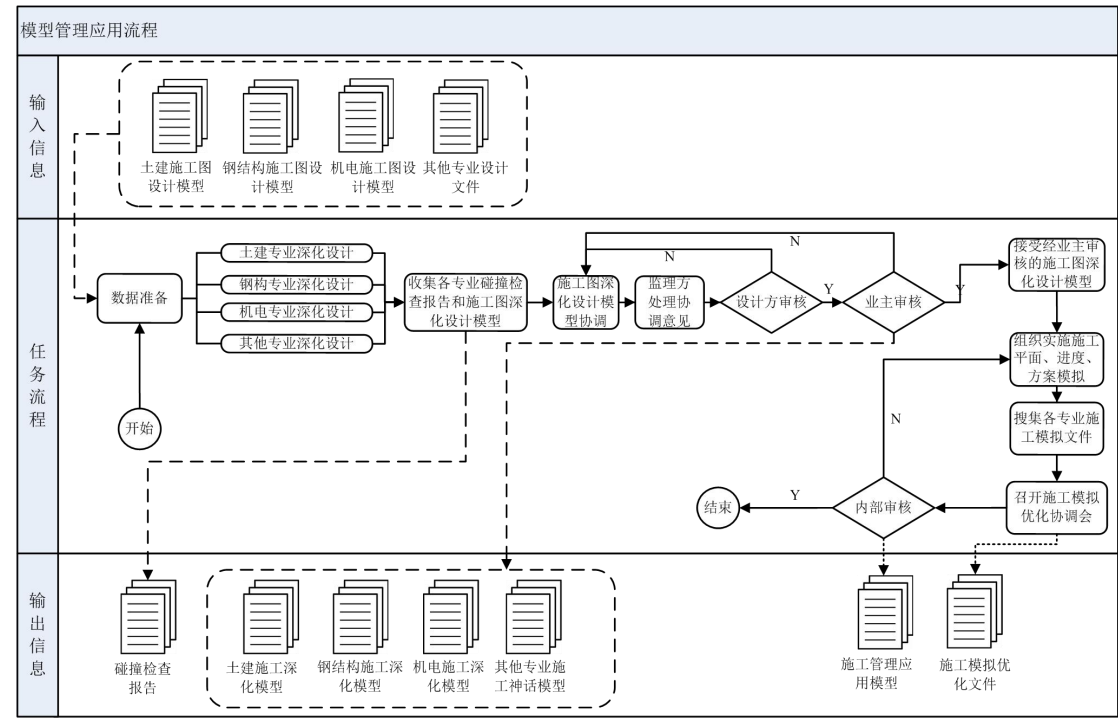


图 11-5 BIM 模型管理流程

11.3 施工组织管理

利用 BIM 技术对施工平面布置、施工进度计划、重点工程施工方案的三维模拟，可以直观的展示施工活动的实施过程。运用 BIM 模型信息与相关应用环节的信息关联，可生成人、材、机、资金的曲线，动态显示不同施工阶段的资源需求，为后期项目的技术、安全、质量、进度、成本等管理提供数字化的依据。

11.3.1 施工平面布置模拟与优化

1 应用描述

在工程项目开工前的准备阶段，施工平面布置作为施工组织设计的一个重要部分，对项目建设有着重要作用。施工平面布置模拟是对施工各阶段的场地地形、既有建筑设施、周边环境、施工区域、临时道路、加工区域、材料堆场、临水临电、施工机械、安全文明施工设施等临时设施进行模拟布置和优化，以实现施工平面的科学布置。

2 解决思路

依据施工组织设计或施工方案对施工总平面图的要求，建立并完善施工平面规划，实现施工设备及现场临时设施的精细化布置，以便于施工平面布置图的输出和施工材料或设备数据的提取。运用 BIM 技术模拟、比选多种施工平面布置模型，确定科学合理的施工平面布置计划，具体流程如图 11-6 所示。

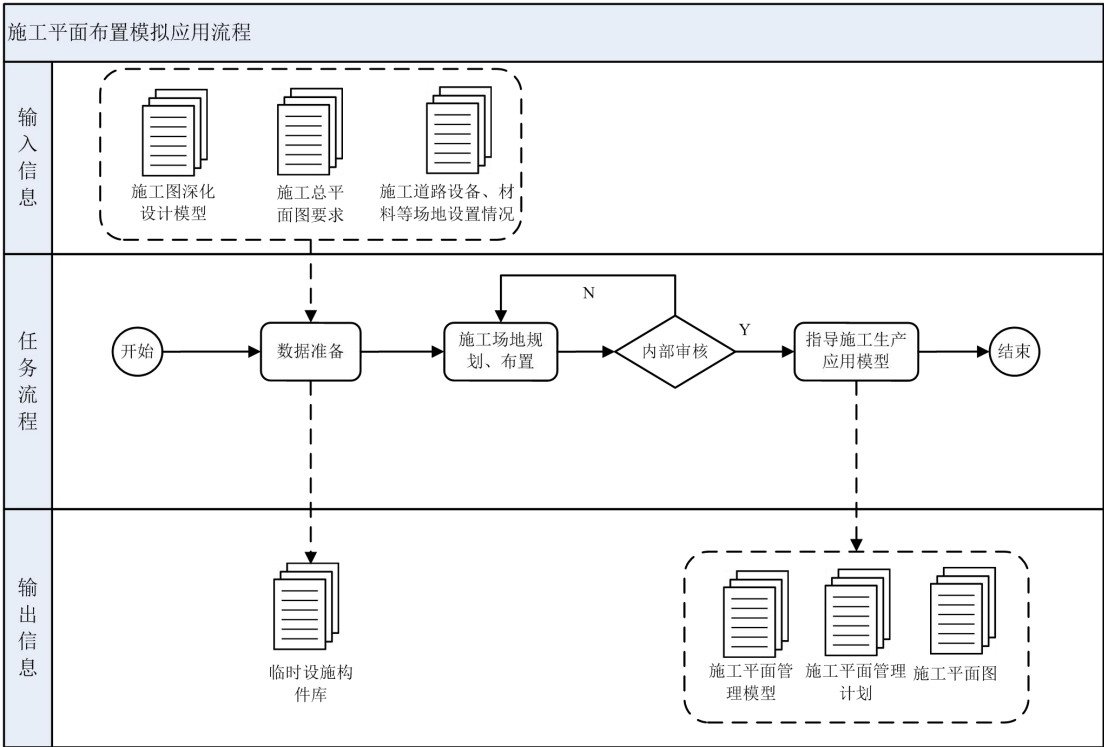


图 11-6 施工平面布置模拟 BIM 应用操作流程

3 操作流程

- 1) 前期准备。根据现场平面布置需要，完善预制构件厂、材料堆场、临时道路、安全文明设施、环水保等常用的施工设备及施工现场临时设施模型。
- 2) 场地建模。
 - a) 建立场地周边模型，包括周边道路、绿化、已有建筑、待拆建筑等。
 - b) 根据已完成的结构和建筑模型，绘制地坪模型，放置临时设施。
- 3) 平面布置计划。统计工程项目的钢筋用量、混凝土量、钢结构构件数量，考虑大宗物资、大型机械设备等平面占用或运输路线需求，编制现场施工材料堆场和运输道路的初步计划。

- 4) 施工临时道路设计。建立道路模型，对临时道路的转弯角度、坡度、整体路线等进行计划分析与设计。
 - 5) 现场供水设计。根据现场实际情况和原设计结构模型设计现场临时用水管道。
 - 6) 快速比对已计划的方案模型，选定较合理的施工平面布置方案。
 - 7) 出图并统计。根据施工总平面布置模型输出平面图，显示各临设的主要位置和尺寸参数。
- 4 应用成果

- 1) 建立临时设施模型库。包括详细布置围墙、大门、办公室、生活宿舍、材料堆场、材料加工场、塔吊、电梯、待建建筑、场地周边建筑、道路等相关临时设施模型。
- 2) 生成施工总平面布置 BIM 模型。模型可实现动画展示或虚拟现实场景，动态模拟施工过程中的场地地形、周边环境、既有构筑物、临时设施等。
- 3) 生成场地总平面布置图。通过效果图渲染，可用于安全文明施工宣传。
- 4) 施工总平面管理计划方案。计划方案满足经济技术分析、性能分析、安全及环保评估等需求。

11.3.2 施工进度模拟与优化

1 应用描述

项目开工前的准备阶段，基于 BIM 技术可虚拟不同施工方案的施工进度，通过不同施工方案的比对，找出差异，分析原因，优化施工进度方案，实现科学决策与控制。

2 解决思路

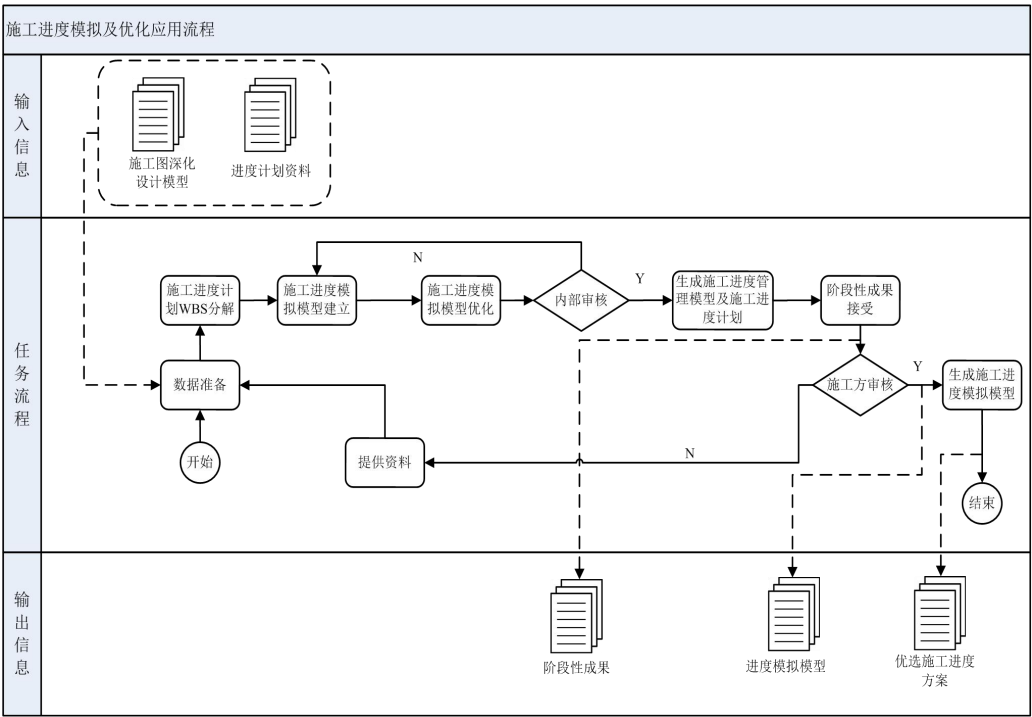


图 11-7 施工进度模拟 BIM 应用操作流程

3 操作流程

通过 BIM 技术的施工进度虚拟，分析多种施工方案在组织机构、资源配置、实施环境等条件影响下的模拟进度，科学合理的选择最优或适用的施工进度方案。

1) 数据准备

- a) 收集施工图深化设计模型。
- b) 编制施工进度计划的资料及依据，确保数据的准确性。

2) 将施工活动根据工作任务分解结构（WBS）要求，分别列出各进度计划的活动内容；根据施工方案确定各施工流程及逻辑关系，制定初步施工进度计划。

3) 将初步施工进度计划与施工图深化设计模型关联生成施工进度模拟模型。

4) 利用施工进度模拟模型进行可视化施工模拟，检查施工进度计划是否满足约束条件、是否达到最优状况。不满足则进行优化调整，优化后的进度计划可用于指导项目施工。

4 应用成果

- 1) 施工进度模拟模型。模型应准确表达构件几何信息、施工工序、施工工艺等信息。
- 2) 优选施工进度方案。

11.3.3 重点施工方案模拟与优化

1 应用描述

重难点及关键控制性工程的施工方案涉及大量施工资源的调用，直接影响工程项目管理效果。在施工图设计模型或施工图深化设计模型的基础上附加施工过程中的活动顺序、相互影响、紧前紧后关系、施工资源及措施等信息，可视化模拟施工过程，充分利用建筑信息模型对方案进行分析和优化，提高重点施工方案审核的准确性。

2 解决思路

施工方案模拟与优化 BIM 操作流程参见图 11-8。

3 操作流程

施工方案模拟主要是在施工图深化设计模型基础上附加建造过程、施工顺序等信息，可视化模拟施工过程，实现施工方案可视化交底和审核。

1) 数据准备

- a) 施工图深化设计模型。
- b) 收集并编制施工方案文件和资料，具体包括工程项目设计施工图纸、工程项目施工进度要求、可调配施工资源情况、施工现场自然条件和技术经济资料等。

2) 根据工程施工方案文件和资料，在技术、管理等方面定义施工过程附加信息并添加到施工图深化设计模型中，构建施工过程演示模型。该演示模型应当表示工程实体和现场施工环境、施工机械的运行方式、施工方法和顺序、所需临时及永久设施安装的位置等。

- 3) 结合工程项目施工工艺流程,对施工图深化设计模型进行施工模拟、优化,选择最优施工方案,生成模拟演示视频并提交施工部门审核。
- 4) 针对重点、难点施工方案模拟,生成施工方案模拟报告,并与相关参与方协调,优化施工方案。
- 4 应用成果

- 1) 施工模拟演示模型。
- 2) 施工方案可行性报告。

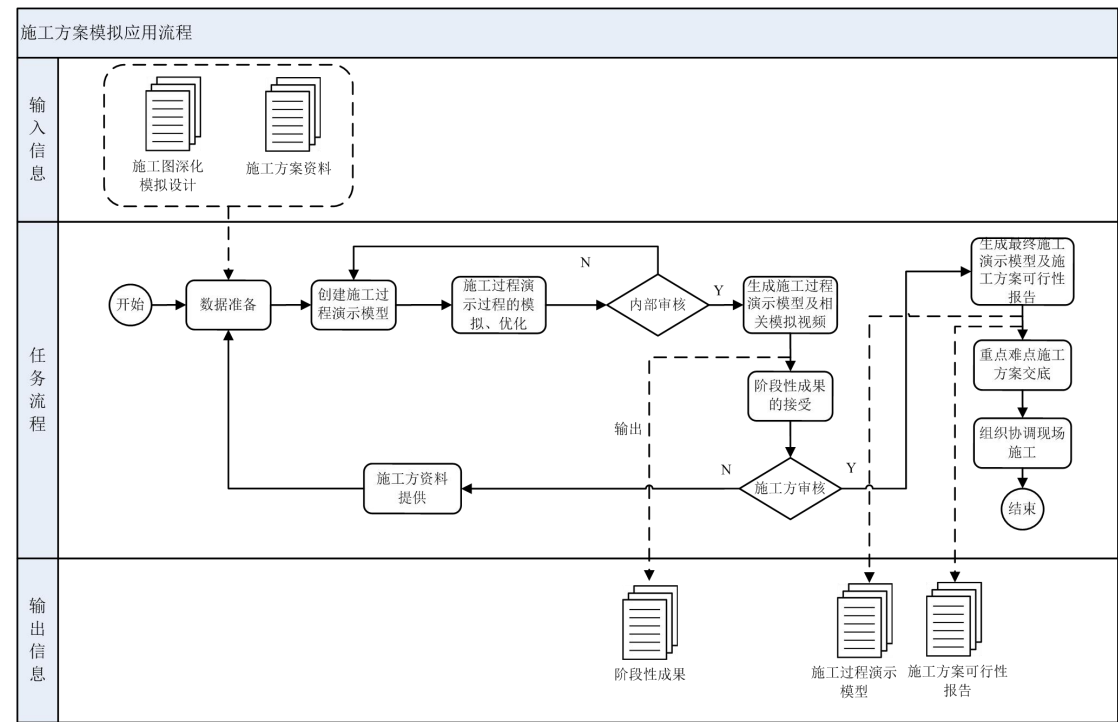


图 11-8 施工方案模拟 BIM 应用操作流程

11.4 施工技术管理

施工技术管理一般的 BIM 技术应用点有:

- 1) 图纸会审
- 2) 作业指导书(技术交底)
- 3) 施工测量
- 4) 设计变更

11.4.2 图纸会审

1 应用描述

传统的图纸会审主要依据各专业人员发现图纸中的问题,建设方汇总相关图纸问题,召集监理、设计、施工方对图纸进行审查,针对图纸中出现的问题进行商讨修改,形成会审纪要。应用 BIM 技术进行图

纸会审可提高审查的效率和准确性。

2 BIM 图纸会审实施要点

- 1) 依据施工图纸创建施工图设计模型，在创建模型的过程中，发现图纸中隐藏的问题，并将问题进行汇总，在完成模型创建之后通过软件的碰撞检查功能，进行专业内以及各专业间的碰撞检查，发现图纸设计中的问题，这项工作与深化设计工作可以合并进行。
- 2) 在多方会审过程中，将三维模型作为多方会审的沟通媒介，在多方会审前将图纸中出现的问题在三维模型中进行标记。在会审时，对问题进行逐个的评审并提出修改意见，可以提高沟通效率。
- 3) 在进行会审交底过程中，通过三维模型向各参与方展示图纸中某些问题的修改结果并进行技术交底。

11.4.3 设计变更

1 应用描述

传统的设计变更主要是由变更方提出设计变更报告，提交监理方审核，监理方提交建设方审核，建设方审核通过再由设计方开具变更单，完成设计变更工作。采用 BIM 模型进行变更管理，用 BIM 模型的数据化、可视化功能，直观、快速的体现变更内容，并通过 BIM 平台三方协同，快速完成设计变更。

基于 BIM 设计变更实施要点：

- 1) 基于 BIM 的设计变更，在审核设计变更时，依据变更内容，在模型上进行变更形成相应的变更模型，在变更审查时，为监理和业主方提供变更前后直观模型对比。
- 2) 基于 BIM 的设计变更，在进行设计变更完成之后，利用变更后 BIM 模型可自动生成并导出施工图纸，用于指导下一步的施工。
- 3) 基于 BIM 的设计变更，利用软件的工程量自动统计功能，可自动统计变更前和变更后以及不同的变更方案所产生的相关工程量的变化，为设计变更的审核提供参考。
- 4) 基于 BIM 的设计变更，提高设计变更的效率。比如通过在设计变更报告中插入 BIM 模型截图，表达变更意图及变更前后设计方案的差异，其直观性提高了沟通效率。

2 解决思路

设计变更操作流程参见图 11-9。

3 操作流程

- 1) 数据准备，收集施工图深化设计模型和变更设计方案。
- 2) 施工方依据审定后的变更设计方案，修改 BIM 模型中相关的构件和变更参数。储存变更模型以及变更信息。
- 3) 提取 BIM 模型信息对变更的方案进行评价分析，确定工程变更适用范围，确定工程变更方案的影响程度。
- 4) 按照变更后的模型和进度计划进行三维动态模拟。

5) 完成变更设计模型，导出施工图纸。

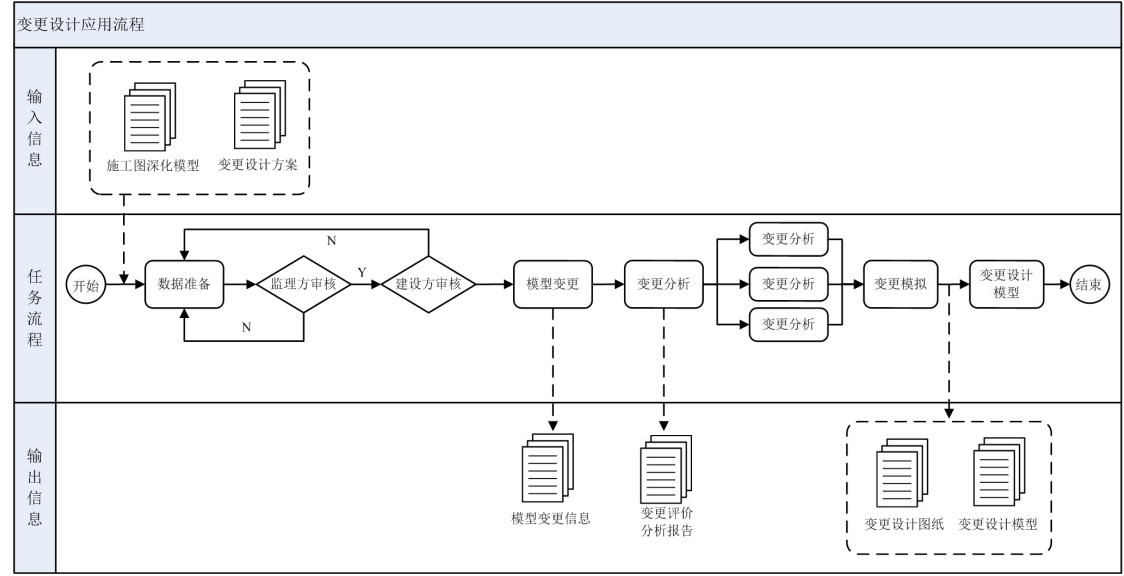


图 11-9 设计变更 BIM 技术应用流程图

4 应用成果

- 1) 变更设计模型。
- 2) 变更设计图纸。

11.4.4 作业指导书（技术交底）

1 应用描述

应用施工图深化设计模型，以施工工艺的技术指标、操作要点、资源配置、作业时长、质量控制为核心，以工艺流程为主线，施工方编制 3D 作业指导书。通过现场远程方式，采用 3D 可视化技术，结合二维码技术、虚拟现实等技术展示和技术交底，使施工相关参与方充分理解各项施工要求，达到可视化指导现场施工。3D 作业指导书易于学习掌握，方便现场作业人员使用，实现协同管理，保证施工成果符合管理目标要求。

2 解决思路

作业指导书 BIM 技术应用流程参见图 11-10。

3 操作流程

- 1) 施工图深化设计模型。
- 2) 依据作业指导书的内容选择相应的模型，利用系统提供的功能，导入 BIM 模型并对模型进行归类和提取，使文档和模型快速形成关联。
- 3) 3D 作业指导书审核和发布。在完成 3D 作业指导书的编制后，系统自动向复核人、审核人发送短信消息，提醒相关人员按照要求对 3D 作业指导书进行复核和审核，待审核通过后，系统管理员可对 3D 作业指导书进行发布。

4 应用成果

- 1) 3D 作业指导书模型。
- 2) 3D 作业指导书或技术交底。
- 3) 3D 作业指导书模拟动画。

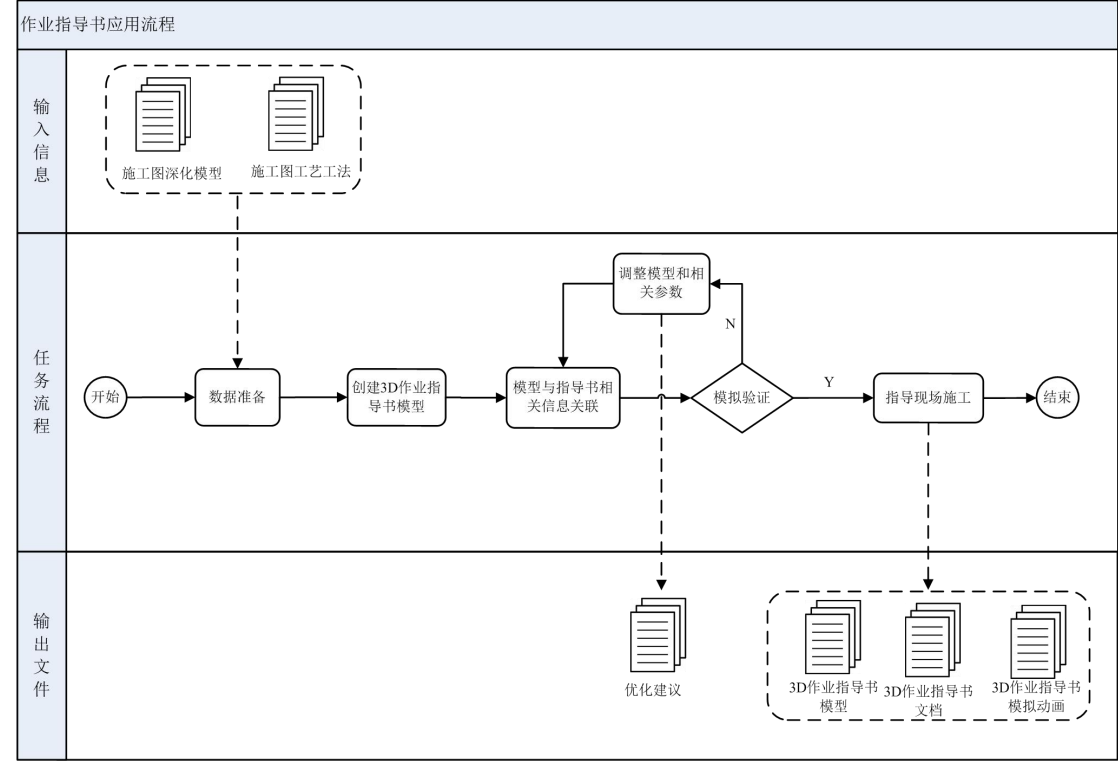


图 11-10 作业指导书 BIM 技术应用流程图

11.4.5 施工测量

1 应用描述

将准确的 BIM 模型数据导入 BIM 放线机器人中，直接在模型中进行三维数据的可视化放样，设站完毕后，仪器自动跟踪棱镜，无需人工照准对焦，快速高效的完成放测量放样作业，最终输出多种形式的测量报告，实现设计模型与现场施工无缝连接。采用 BIM 放线机器人放线，不仅提高放线效率，减少人工操作误差，还提高了测量精度，减少返工并缩短工期。

2 解决思路

施工测量放样 BIM 操作流程参见图 11-11。

3 操作流程

- 1) 收集准确的数据，包括施工图深化设计模型导出的放样数据及现场施工控制网规划。
- 2) 制作施工测量控制网。
- 3) 施工放样规划。规划放样仪器定位点和放样控制点之间的关系，编制放样点编号。
- 4) 依据控制网，根据放样数据进行现场精确放样。

4 应用成果

- 1) 现场测量报告。
- 2) 精确定位放样报告。

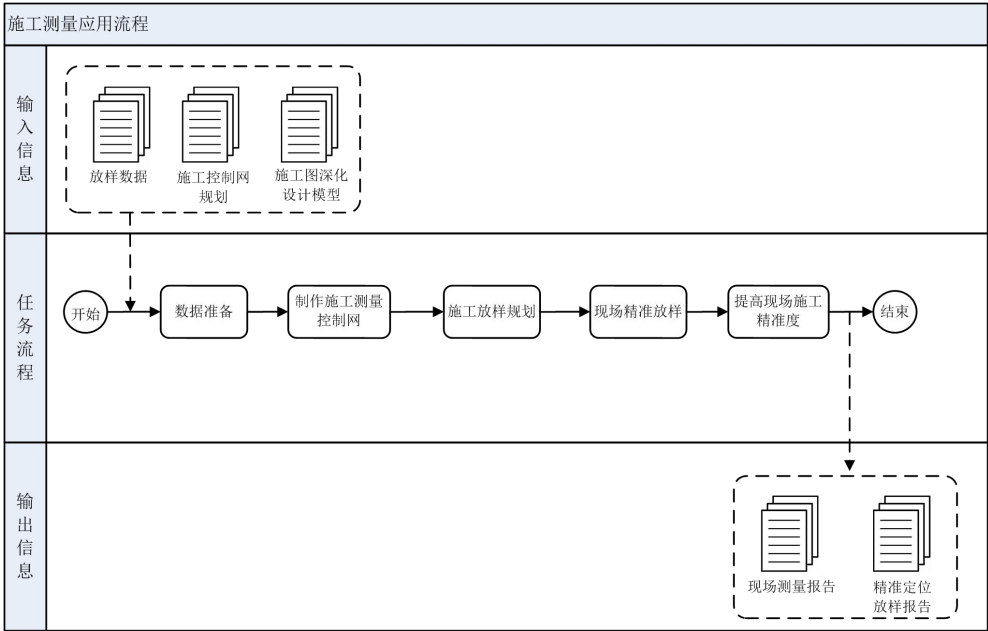


图 11-11 施工测量放样 BIM 技术应用流程图

11.5 施工进度管理

1 应用描述

工程项目开工实施阶段，运用施工进度模拟模型，结合施工现场实际情况，进一步附加建造过程、施工工法、构件参数等信息，应用 BIM 技术实现施工进度计划的动态调整和施工进度控制管理。

2 解决思路

施工进度管理 BIM 应用操作流程参见图 11-12。

3 操作流程

主要应用内容包括进度计划编制中的 WBS 完善、资源配置、实际进度与计划进度对比分析，进度的调整、进度计划审批等工作，实现施工进度的动态管理。

- 1) 数据准备，收集施工准备阶段的施工进度模拟模型和进度计划资料，确保数据的准确性。
- 2) 在选用的进度管理软件系统中输入实际进度信息，比较虚拟计划与实际进度，按照施工的关键线路与非关键线路发出不同的预警，发现偏差，分析原因。
- 3) 对进度偏差进行变更优化，更新进度计划。优化后的计划作为正式施工进度计划；
- 4) 变更施工计划经建设方和工程监理审批，生成进度控制报告，用于项目实施。

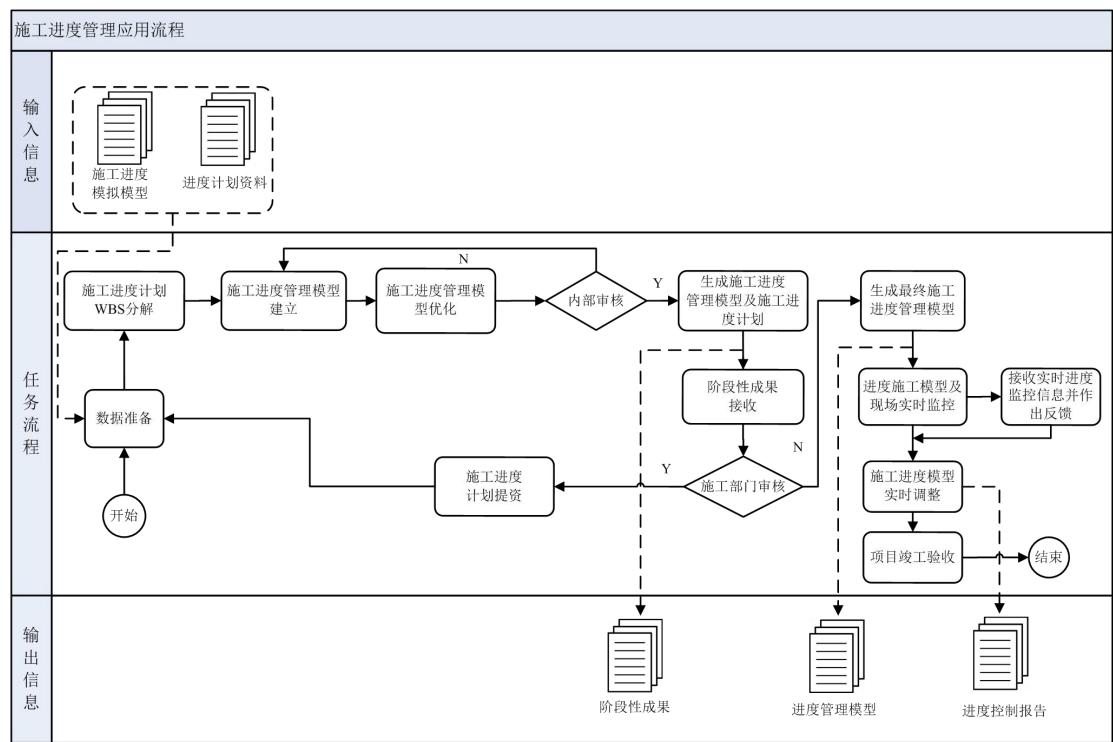


图 11-12 施工进度管理 BIM 应用操作流程

4 应用成果

- 1) 施工进度管理模型。模型应准确表达构件几何信息、施工工序、施工工艺及施工信息等。
- 2) 施工进度报告。

5 管理模型单元及信息

- 1) 进度计划编制模型几何深度及信息深度，见表 11-6。

表 11-6 进度计划编制模型几何深度及信息深度

模型内容	模型几何深度	模型信息深度
进度计划编制模型，具体内容见表 11-2、11-4 的模型单元内容及信息	G3.5 级	工作分解结构信息：模型单元之间应表达工作分解的层级结构、任务之间的序列关联。
		进度计划信息：单个任务模型单元的标识、创建日期、制定者、目的以及时间信息（最早开始时间、最迟开始时间、计划开始时间、最早完成时间、最迟完成时间、计划完成时间、任务完成所需时间、任务自由浮动的时间、允许浮动时间、是否关键、状态时间、开始时间浮动、完成时间浮动、完成的百分比）等。
		资源信息：资源信息模型单元的唯一标识、类别、消耗状态、数量、人力资源、材料供应商、材料使用比例、机械等。
		进度计划申请单模型单元的编号、提交的进度计划、进度编制成果以及负责人签名等信息；进度计划审批单模型单元的进度计划编号、审批号、审批结果、审批意见、审批人等信息。

2) 进度控制管理模型几何深度及信息深度，见表 11-7。

表 11-7 进度控制管理模型几何深度及信息深度

模型内容	模型几何深度	模型信息深度
进度管理模型，具体内容见表 11-2、11-4 的模型单元内容及信息	G3.5 级	进度计划编制中进度管理模型单元及信息。
		实际进度信息：实际开始时间、实际完成时间、实际需要时间、剩余时间、状态时间完成的百分比等。
		进度控制信息：进度预警信息包括：编号、日期、相关任务等信息。
		进度计划变更信息包括：编号、提交的进度计划、进度编制成果以及负责人签名等信息。
		进度计划变更审批信息包括：进度计划编号、审批号、审批结果、审批意见、审批人等信息。

11.6 施工质量管理

1 应用描述

基于 BIM 技术的施工质量管理，主要是依据施工流程、工序验收、工序流转、质量缺陷、证明文档等质量管理要求，结合现场施工情况与施工图深化模型比对，提前发现施工质量的问题或隐患，避免现场质量缺陷和返工，提高质量检查的效率与准确性，实现施工项目质量管理目标。

2 解决思路

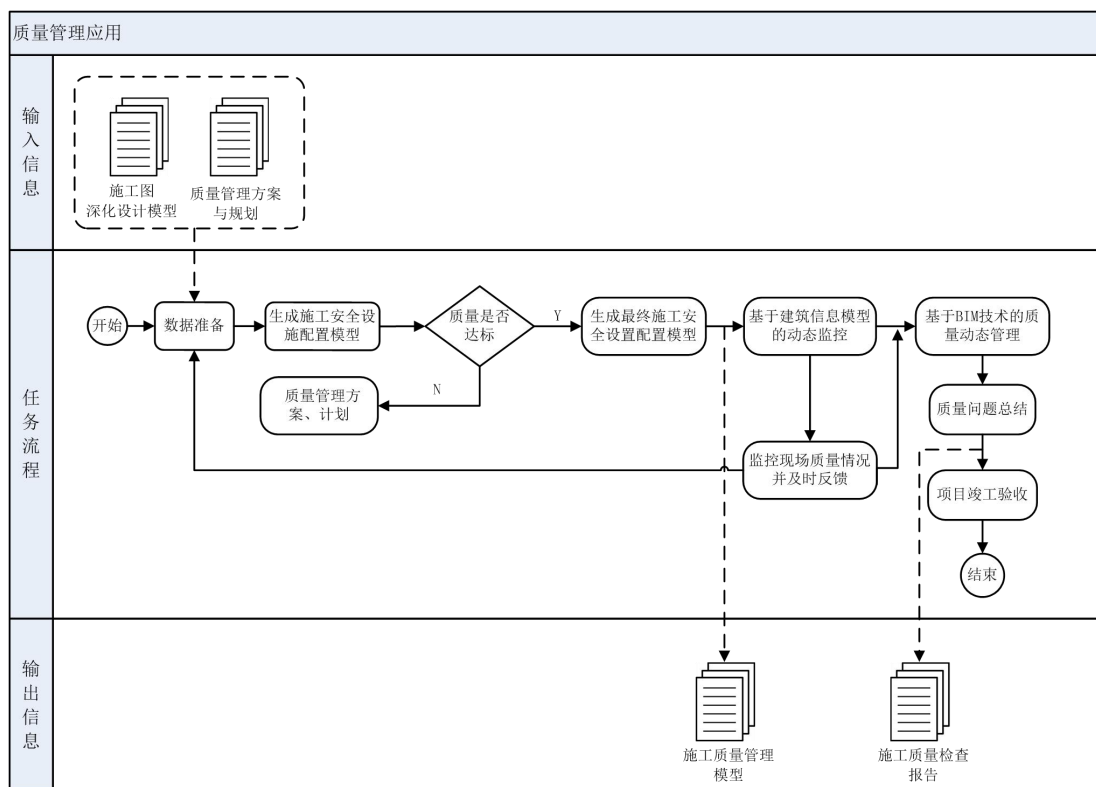


图 11-13 质量管理 BIM 应用操作流程

3 操作流程

- 1) 收集数据，并确保数据的准确性。
- 2) 在施工图深化设计模型的基础上，根据施工质量方案、质量验收标准、工艺标准，生成施工质量管理信息模型。
- 3) 利用施工质量管理信息模型的可视化功能准确、清晰地向施工人员展示及传递建筑设计意图。同时，通过可视化设备在交流屏幕上讲解 BIM 三维模型，帮助施工人员理解、熟悉施工工艺和流程，避免由于理解偏差造成施工质量问题。
- 4) 根据现场施工质量管理情况的变化，实时更新施工质量管理信息模型。通过现场图像、视频、音频等方式，把出现的质量问题关联到建筑信息模型相应的构件与设备上，记录问题出现的部位或工序，分析原因，进而制定并采取解决措施。累计在模型中的质量问题，经汇总收集后，总结对类似问题的预判和处理经验，形成施工安全分析报告及解决方案，为工程项目的事前、事中、事后控制提供依据。

4 应用成果

- 1) 施工质量管理模型。
 - 2) 施工质量检查报告。
- 5 施工质量管理模型几何深度及信息深度，见表 11-8。

表 11-8 施工质量管理模型几何深度及信息深度

模型内容	模型几何深度	模型信息深度
建筑工程分部分项质量管理信息模型：主要包括地基与基础、主体结构、建筑装饰装修、建筑屋面、建筑给水、排水及采暖、建筑电气、智能建筑、通风与空调、电梯等。	G3.5 级	建筑工程分部主要包括地基与基础、主体结构、建筑装饰装修、建筑屋面、建筑给水、排水及采暖、建筑电气、智能建筑、通风与空调、电梯等。非几何信息包括：质量控制资料，含有原材料合格证及进场检验试验报告、材料设备试验报告、隐蔽工程验收记录、施工记录以及试验记录；观感质量检查记录，各分项观感质量检查记录；质量验收记录，包括：检验批质量验收记录、分项工程质量验收记录、分部（子分部）工程质量验收记录等。

11.7 施工安全管理

1 应用描述

基于 BIM 技术，通过现场施工信息与模型信息比对，采用自动化、信息化、远程视频监控等技术，可以生成危险源清单，显著减少深基坑、高大支模、临边防护等危及安全现象，提高安全检查的效率与准确性，有效控制危险源，进而实现项目安全可控的目标。主要包括施工安全设施配置模型、危险源识别、安全交底、安全监测、施工安全分析报告及解决方案。

2 解决思路

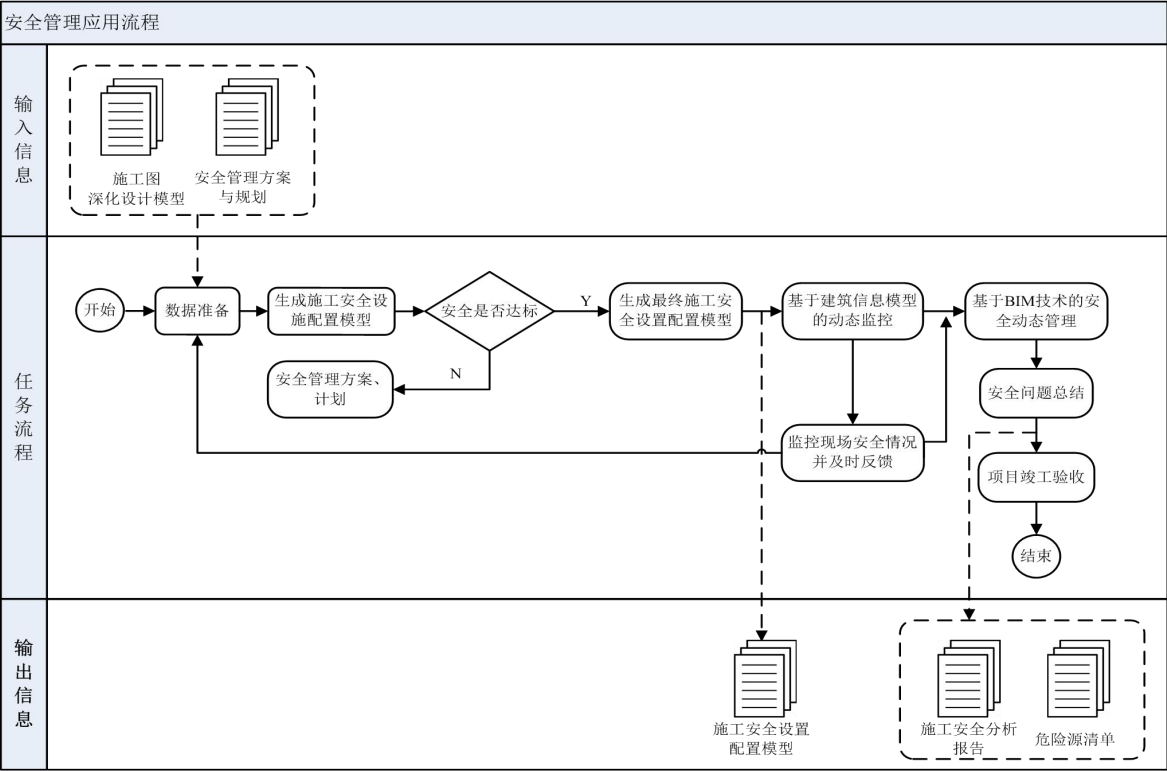


图 11-14 安全管理 BIM 应用操作流程

3 操作流程

- 1) 收集数据，并确保数据的准确性。
- 2) 建立危险源防护设施模型和典型危险源信息数据库。
- 3) 在施工图深化设计模型的基础上，在施工前对施工面的危险源进行判断，快速的在危险源附近进行防护设施模型布置，生成施工安全设施配置模型，直观的排查和处理安全死角，确保安全管理的目标。
- 4) 利用施工图深化设计模型的可视化功能准确、清晰地向施工人员展示及传递建筑设计意图。帮助施工人员理解、熟悉施工工艺和流程，实现可视化交底，提高施工项目安全管理效率。
- 5) 根据现场施工安全管理情况的变化，实时更新施工安全设施配置模型。通过现场图像、视频、音频等方式，把出现的安全问题关联到建筑信息模型相应的构件与设备上，记录问题出现的部位或工序，分析原因，进而制定并采取解决措施。累计在模型中的安全问题，经汇总收集后，总结对类似问题的预判和处理经验，形成施工安全分析报告及解决方案，为工程项目的事前、事中、事后控制提供依据。

4 应用成果

- 1) 施工安全设施配置模型。
- 2) 危险源清单。

- 3) 施工安全分析报告。
- 5 施工安全管理模型几何深度及信息深度，见表 11-9。

表 11-9 施工安全管理模型几何深度及信息深度

模型内容	模型几何深度	模型信息深度
职业健康安全生产与防护设施模型：脚手架、垂直运输设备、临边防护设施、洞口防护、临时用电、深基坑等。	G3.5 级	设备型号、生产能力、功率等
		安全检查信息：安全生产责任制、安全教育、专项施工方案、危险性较大的专项方案论证情况、机械设备维护保养、分部分项工程安全技术交底等。
		风险源信息：风险隐患信息、风险评价信息，风险对策信息等。
		事故信息：事故调查报告及处理决定等。

11.8 设备与材料管理

1 应用描述

设备与材料管理的 BIM 应用主要是设备、材料工程量的统计、复核，现场定位与信息输出，达到按施工作业面匹配设备与材料的目的，实现施工过程中设备、材料的有效控制，提高工作效率，减少不必要的材料浪费和设备闲置。

2 解决思路

设备与材料管理 BIM 应用流程见图 11-15。

3 操作流程

- 1) 数据准备。施工图深化设计模型和设备与材料信息。
- 2) 在施工图深化设计模型中添加构件信息、进度表等设备与材料信息。建立可以实现设备与材料管理和施工进度协同的建筑信息模型。
- 3) 按作业面划分，从模型输出相应设备、材料信息，通过内部审核后，提交给施工部门审核。
- 4) 根据工程进度实时输入变更信息，包括工程设计变更、施工进度变更等。输出所需设备与材料信息表，并按需要获取已完工程消耗的设备与材料信息和后续阶段工程施工所需设备与材料信息。
- 5) 利用适用软件进行构件的分析统计，根据优化的动态模型实时获取成本信息，动态合理地配置施工过程中所需构件、设备和材料。

4 应用成果

- 1) 设备与材料管理模型。
- 2) 施工设备与材料的物流信息。
- 3) 基于施工作业面的设备与材料表。建筑信息模型可按阶段性、区域性、专业类别等方面输出不同作业面的设备与材料表。

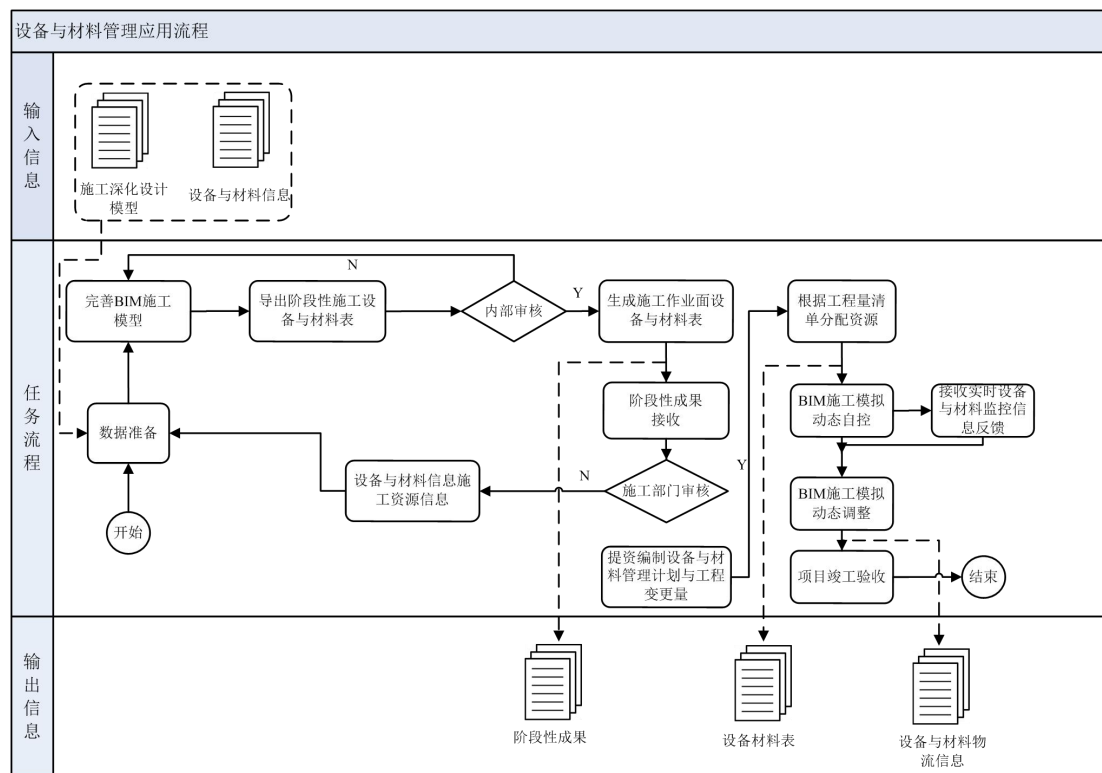


图 11-15 设备与材料管理 BIM 应用操作流程

5 设备与材料管理模型几何深度及信息深度，见表 11-10。

表 11-10 设备与材料管理模型几何深度及信息深度

模型内容	模型几何深度	模型信息深度
设备与材料管理模型，具体见表 11-2、11-4 的模型单元内容及信息	G3.5 级	施工准备阶段：工程项目拟定的工程项目的工点划分、主要工程量、构件数量、施工组织计划，主要工期要求，材料和设备配置情况、具体的材质、规格、设备生产厂家、进场复验情况等。
		施工实施阶段：工程项目实施的施工组织顺序，材料和设备计划、采购、进货、验收、库存管理，材料和设备质量、物流，现场变更调整，详细批次、工程量、构件数量等信息。

11.9 成本管理

1 应用描述

基于 BIM 的施工过程成本管理，是将施工图设计深化模型与工程成本信息相结合，运用专业适用软件，实现模型变化与工程量变化同步，充分利用模型进行施工成本管理。主要工作是工程量的管理。施工过程中，依据与施工成本有关的信息资料拆分模型或及时调整模型，实现原施工图工程量和变更工程量快速计

算；计算与统计招采管理的材料与设备数量，提供制定资源计划的精准数量；结合时间和成本信息，实现成本数据可视化分析、无纸化数据存储等，提高施工实施阶段工程量计算效率和准确性，实现施工过程动态成本管理与应用。

2 解决思路

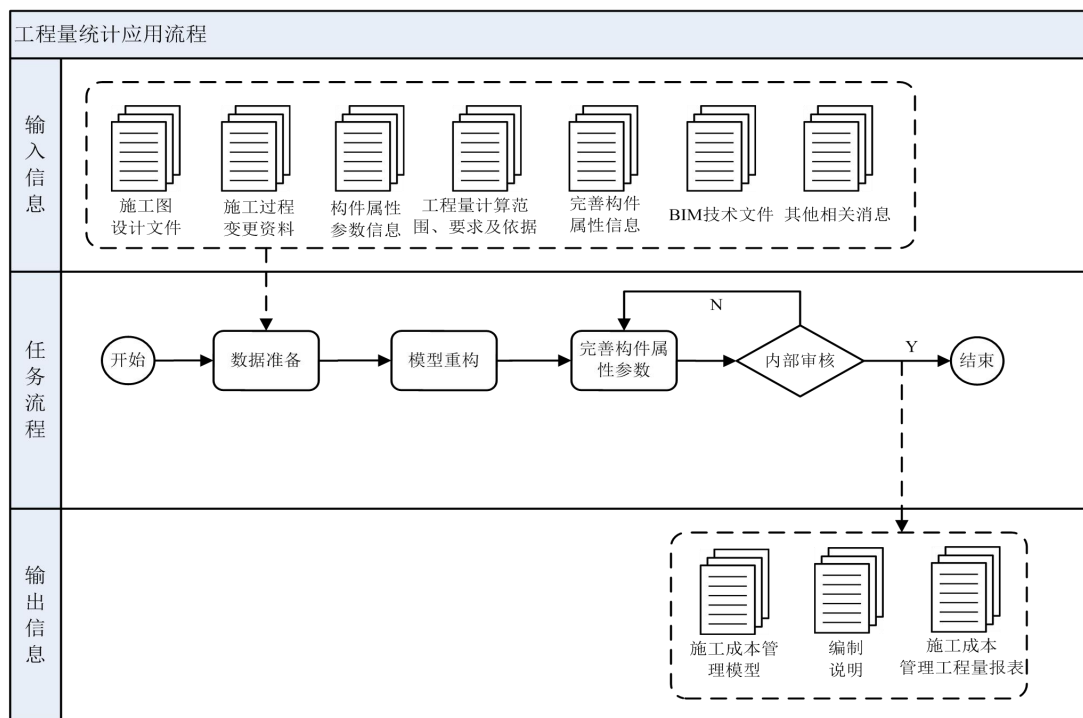


图 11-16 工程量统计 BIM 应用操作流程

3 操作流程

- 1) 收集数据。收集施工工程量计算需要的模型和资料数据，并确保数据的准确性。
- 2) 形成施工成本管理模型。在施工图设计深化模型基础上，根据施工实施过程中的计划与实际情况，结合工程量的输出格式和内容要求，将模型和构件分解到相应的明细程度，同时在构件上附加“成本”和“进度”等相关属性信息，生成施工成本管理模型。
- 3) 变更设计模型。根据经确认的设计变更、签证、技术核定单、工作联系函、洽商纪要等过程资料，对施工成本管理应用的模型进行定期的调整与维护，确保施工成本管理模型符合应用要求。对于在施工过程中产生的新类型的分部分项工程按前述步骤完成工程量清单编码映射、完善构件属性参数信息、构件深化等相关工作，生成符合工程量计算要求的构件。
- 4) 施工成本管理工程量计算。利用施工成本管理模型，按“时间进度”、“形象进度”、“空间区域”实时获取工程量信息数据，并进行“工程量报表”的编制，完成工程量的计算、分析、汇总，导出符合施工过程管理要求的工程量报表和编制说明。
- 5) 施工过程成本动态管理。利用施工成本管理模型，进行资源计划的制定与执行，动态合理地配置项目所需资源；同时，在招采管理中高效获取精准的材料设备等数量，与供应商洽谈并安排采购，实现所需材料的精准调配与管理。

4 应用成果

- 1) 施工成本管理模型。模型应正确体现计量要求，可根据空间（楼层）、时间（进度）、区域（标段）、构件属性参数（尺寸、材质、规格、部位、特殊说明、经验要素、项目特征、工艺做法），及时、准确的统计工程量数据；模型应准确表达施工过程中工程量计算的结果与相关信息，可配合施工工程成本管理相关工作。
- 2) 编制说明。说明应表述每次计量的范围、要求、依据以及相关内容。
- 3) 施工成本管理工程量报表。获取的工程量报表应准确反映构件工程量的净值（不含相应损耗），并符合行业规范与计量工作要求，作为施工过程动态管理重要依据。

5 施工成本管理模型单元及信息深度，见表 11-11。

表 11-11 施工成本管理模型单元及信息深度

模型内容	模型几何深度	模型信息深度
施工成本管理模型具体内容见表 11-2、11-4 的模型单元内容及信息	G3.5 级	施工图预算模型单元及信息。
		增加的信息包括：施工任务，工程项目分解信息、分部分项工程信息与模型单元的对应关系。
		具体到构件模型单元或构件模型单元组合，工程量清单明细项目、项目所需资源数量价格等信息。

11.10 构件预制加工管理

1 应用描述

预制构件加工是通过产品工序化管理，将图纸、模型信息、材料信息和进度信息转化为数字化加工信息，利用智能加工设备、物联网等先进技术，实现预制构件的数字化加工。

施工方将施工模型提供给加工厂，导入数控机床的专业适用软件中，采用数字化加工，可直接进行板材切割，减少人工排版不合理，降低下料时的材料消耗，提高构件加工精度和施工效率。

2 解决思路

构件预制加工应用流程见图 11-17。

3 操作流程

- 1) 收集数据。收集加工构件或零件的模型和资料数据，并确保数据的准确性。
- 2) 形成施工管理应用模型。在施工图设计模型和施工图深化设计模型的基础上，根据施工实施过程中的实际情况，结合构件或零件的加工要求，补充构件或零件的加工信息，生成施工管理应用模型。
- 3) 导入数控机床加工。将施工管理应用模型导入数控机床，完成放样、套料、生成数控程序，由各种数控切割机实现工程构件或零件的线切割作业等数控加工。

4) 数字化加工结果的反馈。根据实际使用的数控设备将数字化加工结果反馈到施工管理应用模型,进一步完善模型的施工信息。为构件施工的进度管理、质量管理、物料管理、成本管理完善信息,实现所需材料的精准调配与管理,同时生成数字化加工构件报表。

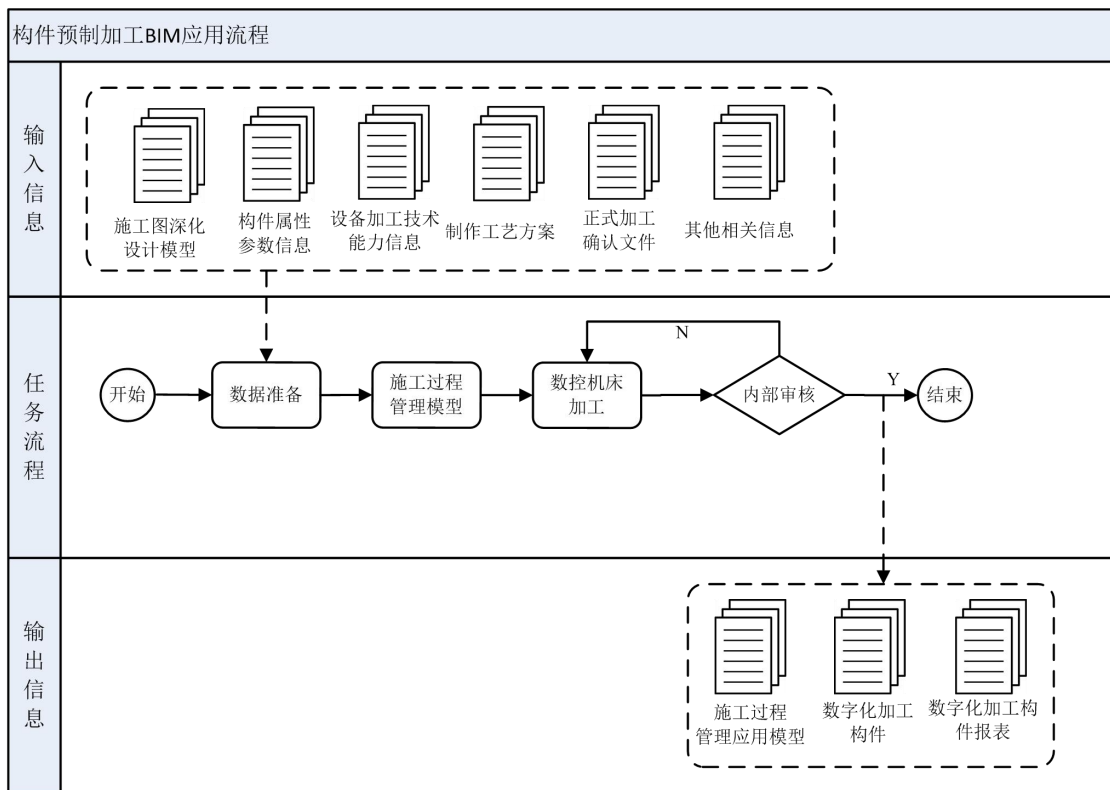


图 11-17 构件预制加工 BIM 应用操作流程

4 应用成果

1) 施工管理应用模型。模型应正确体现零件的相关信息,如长度、宽度等零件的结构信息;材质、截面类型、重量、零件号等零件的属性信息;符合加工精度要求的尺寸、开孔情况等零件可加工信息。注:根据加工厂产能、设备、管理模式等条件,施工管理应用模型的数据输入时需考虑数据编码与管理模式相适应;数据的采集符合施工工序管理的需要。

2) 数字化加工构件。加工精度满足工程实体构件的需求,符合工程建造和构件安装的要求。

3) 数字化加工构件报表。生成生产批次所有构件的详细清单报表,包括构件号、材质、数量、净重、图纸号、表面积等信息。

5 构件预制加工管理模型几何深度及信息深度,见表 11-12。

表 11-12 构件预制加工管理模型几何深度及信息深度

模型内容	模型几何深度	模型信息深度
施工管理应用模型，具体内容见表 11-2 的模型单元内容及信息	G3.5 级	材料信息：材质、规格、产品合格证明、生产厂家、进场复验情况等。
		生产信息：生产批次、工程量、构件数量、工期、任务划分信息等。
		构件属性信息：编码、材质、数量、图纸编号等信息。
		零构件图：零件图、构件图、布置图、说明性通图、排版图、大样图、工序卡等。
		工序工艺信息：下料、组立、焊接、外观处理等工序信息，数控文件、工序参数等工艺信息。
		工期成本信息：具体生产批次零构件工期、成本等。
		质量管理信息：生产批次零构件质检信息、生产责任人与责任单位信息，具体加工班组人员构成信息等。

12 施工 BIM 竣工验收

12.1 概 述

基于 BIM 的施工竣工验收管理，注重在施工过程中将工程信息实时录入协同管理平台，并关联 BIM 模型相关部位，根据项目实际情况进行修正，最终形成与实际工程一致、包含工程信息的竣工模型。采用全数字化表达方式进行竣工模型的信息录入、集成及提交，对工程进行详细的分类梳理，建立可视化、结构化、智能化、集成化的工程竣工信息资料，并按民用建筑工程建设产权移交的规定办理工程信息模型交验相关手续，保证信息安全。

12.2 数据信息管理

12.2.1 模型数据与资料分类

对于 BIM 竣工模型，其数据不仅包括建筑、结构、机电等各专业模型的基本几何信息，同时还应该包括与模型相关联的、在工程建造过程中产生的各种文件资料，其形式包括文档、表格、图片等。

通过将竣工资料整合到 BIM 模型中，形成整个工程完整的 BIM 竣工模型。BIM 竣工模型中的信息，应满足国家现行标准《建筑工程资料管理规程》JGJ/T 185 、《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 中要求的质量验收资料信息及业主运维管理所需的相关资料。

竣工验收阶段产生的所有信息应符合国家、行业、企业相关规范、标准要求，并按照合同约定的方式进行分类。竣工模型的信息管理与使用宜通过定制软件的方式实现，其信息格式宜采用通用且可交换的格式，包括文档、图表、表格、多媒体文件等。

竣工模型数据及资料包括但不限于：

- 1) 各专业施工过程 BIM 模型
- 2) 施工管理资料
- 3) 施工技术资料
- 4) 施工测量记录
- 5) 施工物资资料
- 6) 施工记录
- 7) 施工试验资料
- 8) 过程验收资料
- 9) 竣工质量验收资料

对竣工模型有运维需求的项目，还应包含设备材料信息、系统调试记录等。

12.2.2 模型信息验收、调用与维护

- 1) BIM 竣工模型中的信息，应满足国家、地方及行业现行标准中对质量验收资料的要求。如涉及运维部分，应满足业主运维管理所需资料及信息要求。
- 2) 模型资料交付前，必须进行内部审核，录入的资料、信息必须经过检验，并按接收方的需求进行过滤筛选，不宜包含冗余信息。
- 3) 模型及附属信息应标注信息的录入者、录入时间、应用软件及版本、编辑权限，针对不同的信息接收方进行权限分配，保证信息的安全性。
- 4) 相关任务方需设置专人对信息进行管理维护，保证信息的及时更新。
- 5) 相关管理系统信息数据宜采取数据库存储的方式与 BIM 信息模型关联，以便相关任务方直接调取。

12.3 操作流程

12.3.1 竣工验收 BIM 应用流程

竣工验收 BIM 应用流程，如图 12-1 所示。

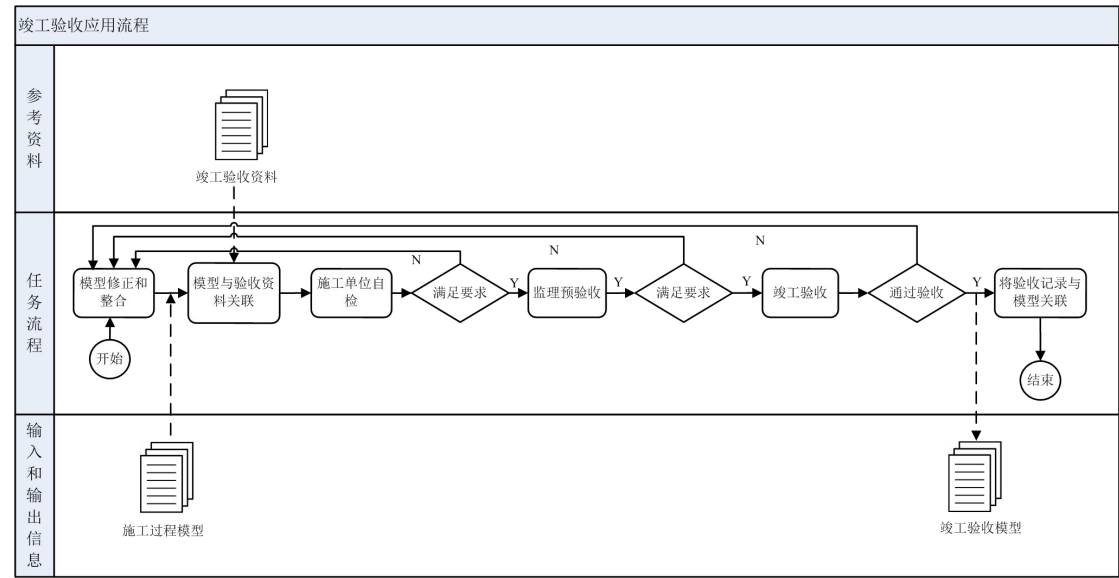


图 12-1 竣工验收 BIM 应用流程图

12.3.2 操作步骤

- 1) 施工单位在施工过程模型基础上进行模型补充和完善；
- 2) 预验收合格后，将工程预验收形成的验收资料与模型进行关联；

- 3) 竣工验收合格后,将竣工验收形成的验收资料与模型关联,形成竣工验收模型;
- 4) 将竣工验收相关信息和资料附加或关联到竣工验收模型,并与工程实测数据对比。

12.4 应用成果

- 1) 竣工模型。模型应当准确表达构件的外表几何信息、材质信息、厂家信息以及施工安装信息等。其中,对于不能指导施工、对运营无指导意义的内容,不宜过度建模。
- 2) 竣工验收资料。资料应当通过模型输出,包含必要的竣工信息,作为政府竣工资料的重要参考依据。

运 维 篇

13 运维管理

运维阶段是在建筑全生命期中时间最长、管理成本最高的重要阶段。BIM 技术在运维阶段应用的目的是提高管理效率、提升服务品质及降低管理成本，为设施的保值增值提供可持续的解决方案。基于 BIM 技术的运维管理将增加管理的直观性、空间性和集成度，结合自动化控制技术、物联网、智慧运营等技术，能够有效帮助建设和物业单位管理建筑设施和资产（建筑实体、空间、周围环境和设备等），进而降低运营成本，提高用户满意度。

由于 BIM 运维管理尚处于发展初期，功能需求处于探索使用阶段，本章仅对 BIM 运维的基本功能进行描述，意在为 BIM 运维发展起到引导作用。

本指南对于 BIM 运维阶段的讲述，目前仅限于建筑项目的运维管理，BIM 技术的应用是不断形成并完成建筑的数字化，未来将逐步延伸到市政公用设施的数字化，并最终形成城市信息模型（City Information Model, 简称 CIM）实现城市数字化。数字化的城市建立了大数据基础，将结合云计算、物联网、互联网、人工智能、空间地理信息等新一代集成信息技术，实现互联互动的智慧城市运维管理模式。

13.1 运维阶段 BIM 技术应用点

运维阶段 BIM 技术主要有以下功能应用模块，主要为构建运维 BIM 模型、空间管理、设备设施管理、资产管理、应急管理、能源管理与培训模拟等。见图 13-1。

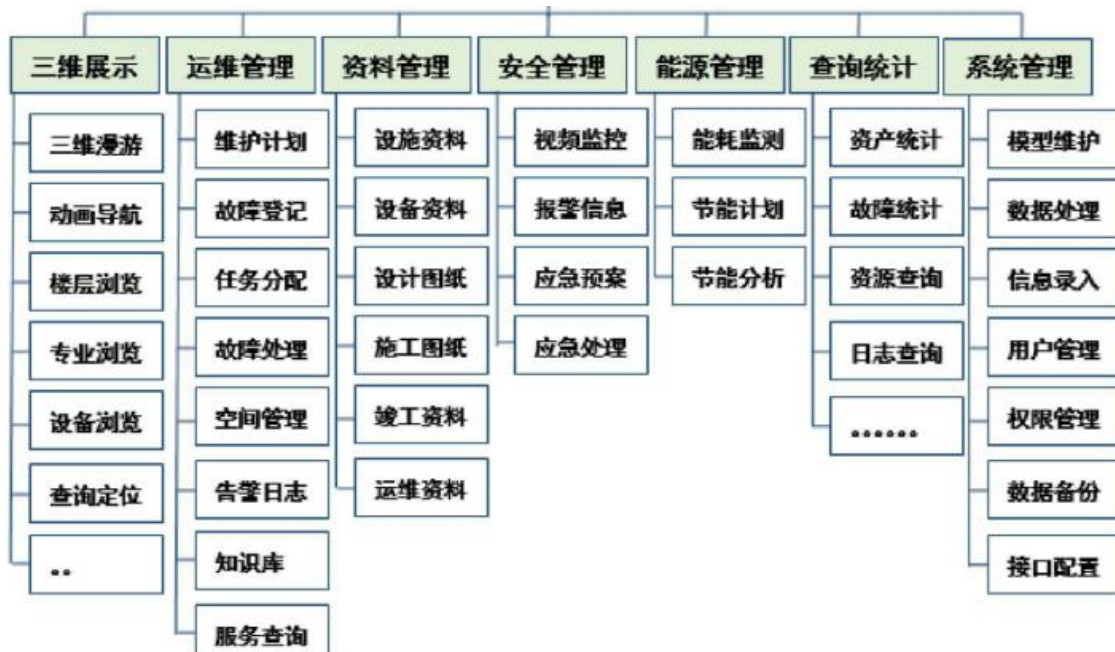


图 13-1 功能模块图

1 空间管理

为有效管理建筑空间，保证空间利用率，结合 BIM 模型进行建筑空间管理。主要包括以下功能：

- 1) 空间定位：建筑中包含建筑、结构、排水系统、照明系统、消防系统、空调系统、运营功能设施等。相关元件在 BIM 模型中以三维模型的形式表现，从中可以直观地查看其分布的位置，方便建筑使用者或业主对于这些设施设备的定位管理。
- 2) 空间分配：优化空间分配、分析空间利用率、分摊空间费用。
- 3) 空间规划：规划空间使用效率、规范空间分类、空间分析。
- 4) 租赁管理：根据业务发展合理配置不动产和办公空间。
- 5) 人流管理：人流检测和疏散可视化管理。
- 6) 统计分析：获取准确的面积使用情况，满足报表需求。

2 设施设备管理

将建筑的设备自控（BA）、消防（FA）、安防（SA）、智能化系统（IA）和 BIM 模型结合，建立基于 BIM 技术的建筑运行管理系统，对建筑项目进行信息化维护。主要包括以下功能：

- 1) 设备设施资料管理、日常巡检、编制维保计划、定期维修、故障定位、自动派单、维护数据更新。
- 2) 设备维护：BIM 模型的非几何信息在施工过程中不断得到补充，竣工后可导入运维系统的数据库中，相关信息如生产日期、生产厂商、可使用年限、维修保养手册等可直接查询到，不需要花额外的时间翻阅查找纸质文件或电子文档，依据 BIM 模型信息可自动生成设备维护方案，遇到故障时可快速定位或更换。
- 3) 地下及隐蔽管线与设施的综合管理维护。

3 资产管理

利用 BIM 模型进行信息化管理，辅助建设单位进行投资决策，评估、改造和更新资产费用，建立、维护和 BIM 模型关联的资产数据库。主要包括以下功能：

- 1) 形成资产管理信息源，实时产生资产报表。
- 2) 分析模拟资产更新和替代的成本预算。
- 3) 动态显示资产信息的更新、替换及维护过程。
- 4) 为财务部门提供资产分析报告。

4 应急管理

利用 BIM 模型，指定应急预案，开展模拟演练。在突发事件发生时，可以直观定位发生位置，显示相关建筑和设备信息，启动应急预案，减少经济损失，主要包括以下功能：

- 1) 模拟应急预案。
- 2) 应急事件的紧急处置。

5 能源管理

将建筑中各类传感器、探测器、仪表等测量信息与 BIM 模型构件相关联。可直观展示获取到的能耗数据（水、电、燃气等）及监控信息，依靠 BIM 模型可按照区域进行统计分析，更直观地发现能耗数据异常区域，管理人员有针对性地对异常区域进行检查，发现可能的事故隐患或者调整能源设备的运行参数，以达到排除故障、降低能耗维持建筑的业务正常运行的目的。主要包括以下功能：

- 1) 数据采集；
 - 2) 汇总分析；
 - 3) 智能调节；
 - 4) 报警管理；
 - 5) 能耗分析；
 - 6) 能耗预警。
- 6 模拟培训

利用 BIM 模型，结合运维管理系统平台，提供建筑设施的各项功能的模拟培训，并可结合 VR（AR）技术，提供安全操作、标准化操作模拟体验。

13.2 基于 BIM 的运维管理平台建设

运维阶段 BIM 应用是基于业主对设施运营的核心需求，基于从设计和施工阶段所建立的建筑整体 BIM 模型，创建全信息数据库，用于信息的综合存储与管理。在此基础上，搭建智能运维管理平台并付诸于具体实施。其目的方面是为了实现建设安装过程和运营阶段的信息共享，以及建设完成后将建筑实体和虚拟的 BIM 模型一起集成交付；另一方面是为了加强运营期建筑综合信息化管理，为保障所有设备系统的安全运行提供高效的手段和技术支持。

基于 BIM 模型的运维管理平台主要建设步骤：运维管理方案策划、运维管理系统搭建、运维模型构建、运维数据自动化集成、运维系统维护五个步骤组成。

13.3 基于 BIM 的运维管理总体架构

通过 BIM 轻量化图形引擎与平台整合 BIM 整体模型，通过数据库管理平台整合施工资料、设备信息、规范信息、运维信息等动态与静态信息数据，将 BIM 模型与数据库信息进行动态关联，实现基于 BIM 的三维可视化运维管理（FM）系统。

13.3.1 总体架构

系统总体架构包括应用层、平台层、数据层和设施层四个层次，形成一个有机的整体（参见图 13-2）。

- 1) 应用层：是系统直接面向客户的应用部分，系统的主要功能都集中在这一层。

- 2) 平台层：即整个系统应用的支撑平台，包含三维图形及 BIM 信息支撑平台、楼宇自控平台、安防视频监控平台等。
- 3) 数据层：是整个系统的数据来源基础，包括 BIM 模型数据、设备参数信息、设备运维信息、运维知识库等。视频监控、能耗监测及楼宇自控等数据是需要集成的数据，可调用设备商提供的数据库访问接口。
- 4) 设施层：基础软硬件支撑，是前面几层的基础，是系统 7×24 小时无故障运行的保证基础。

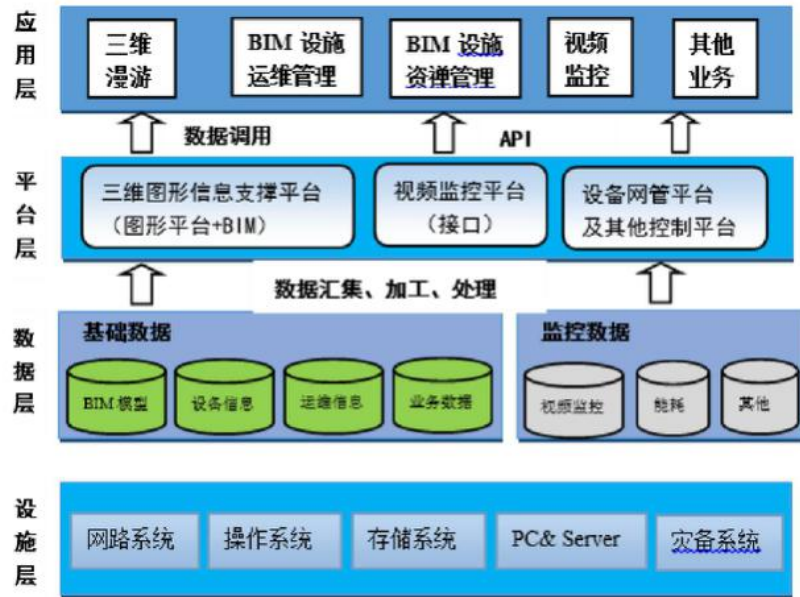


图 13-2 总体框架图

展 望 篇

14 其他行业 BIM 技术应用

目前，除建筑行业外，工业工程行业和基础设施行业也开展了大量的 BIM 技术应用。工业工程行业和基础设施行业均具有专业面广的特征，而且在设计、施工和运维阶段与建筑行业具有不同的特点，在 BIM 技术应用方面也就具有明显的差异性。以工艺流程为主的工业工程行业和以长线工程为主的基础设施行业，整体上 BIM 技术应用以单阶段或部分复杂工程应用为主，仍需结合行业特点发展全生命期 BIM 应用。

14.1 工业工程行业

工业工程行业涉及的专业面广，包括煤炭、化工石化医药、石油天然气（海洋石油）、电力、冶金、建材等工程行业，行业间的差异以及不同专业工作重点的不同，导致 BIM 在工业工程各行业间的推广应用也有所差别。

14.1.1 常用的应用软件

企业	国家	软件	功能简介
Intergraph	美国	Smartplant 3D	工厂设计及管理
		PDS	三维工厂设计
		CADWorx	基于 Autocad 平台的三维工厂设计软件
AVEVA	英国	Everything3D	多专业三维工厂设计
		PDMS	工厂三维布置设计管理系统
Bentley	美国	OpenPlant	三维厂房设计包括设备安装、材料报表、碰撞检查
Autodesk	美国	AutoCAD Plant 3D	管道设计、图纸生成、管道等轴测生成、协同工作
北京中科辅龙	中国	PDsoft	计算机辅助工厂协同设计系统、三维管道设计与管理 系统
长沙优易	中国	AutoPDMS	三维工厂设计管理系统

14.1.2 应用现状

工业工程各行业有别于传统的建筑行业，以流程为主的工厂，工艺、设备、管道等是其主体，项目规模体量大、多专业密集、流程复杂程度高。“数字化工厂”、“数字化电厂”、“数字化矿山”等概念已在行业中得到推广和应用，Pro/E、UG、Solidworks、Inventor 等三维设计软件已广泛应用于工业工程设计过程中，但尚未达到构建以 BIM 技术为支撑的信息化、精细化和协同化的现代管理模式，工程项目的数字化集成交付远未实现。目前，BIM 应用主要集中在设计阶段，在施工建造和投产运维阶段应用并不广泛。

设计阶段，三维工厂设计软件系统已能够很好地解决如碰撞检查、自动出图标注、材料统计汇总、协同设计项目管理等一系列问题。但是，由于行业标准缺乏、内部管理水平落后以及人员能力不足等问题，设计阶段 BIM 应用仍处在发展阶段。

施工阶段与建筑行业类似，应用 BIM 可以更方便地进行质量、安全、进度及协同管理等，目前主要在机电安装、特种设备安装等部分复杂分项工程中有所应用。

运维阶段，基于 BIM 的数字化集成交付，可实现基于位置和状态的工厂可视化运维保障系统，包括运行维护中设备智能互联、设备信息采集的智能感知，设备状态智能评价与分析等，从而进一步实现智慧型工厂的目的。此外，对于后期的改扩建以及功能变更等方面有着传统方式无法比拟的优势。但是，运维平台建设依赖于数字化集成交付平台、BIM 信息创建与管理平台、物联网技术、IT 技术等，在各行业中均处于探索阶段。

14.1.3 BIM 技术应用解决思路

BIM 技术应用虽然目前主要在建筑工程行业全面推广，工业工程行业可以借鉴建筑工程行业 BIM 技术应用成功的经验，其 BIM 技术应用点和实施操作流程基本类似，下面给出工业工程行业与建筑工程行业 BIM 技术应用比较，如表 14-1 所示，提供一种解决思路供参考。

表 14-1 工业工程行业与建筑工程行业 BIM 技术应用比较

BIM 全生命期	与建筑工程行业比较	解决思路
项目前期	主体专业不同	以工艺为龙头开展前期可行性研究
方案设计	主体专业不同，BIM 技术应用点类似。工业工程行业重点在工艺流程、设备、管线合理布置上。	工艺为龙头开展工艺方案比选。 外部设备或装置、厂房、构筑物等一般用体量表达，用于空间关系、工艺流程分析等； 主体厂房提交建筑设计，采用建筑工程行业 BIM 解决方案； 厂房内设备或装置采用体量模型进行工艺布置分析。
初步设计	主体专业不同，BIM 技术应用点类似。工艺专业需要将厂房、构筑物等设计要求提交建筑设计；增加了设备或装置设计；增加管线数量；结构专业非标设计比较多。	工艺 BIM 模型几何深度一般采用 A、B 级深度；建筑、结构、管线设计可参照建筑工程行业 BIM 解决方案； 设备或装置需要采用机械行业软件设计。
施工图设计	同初步设计	同初步设计
施工阶段	BIM 技术应用点和实施流程基本类似。但设备基础、钢结构类型、混凝土结构等比较复杂，BIM 构件标准化程度低、BIM 实施成本高。	针对行业特点定制开发插件或模块，来提高 BIM 技术应用效率。
运维阶段	BIM 技术应用点和实施流程基本类似，设备运维复杂度比较高。	基于已有的设施设备运维管理平台，针对工程行业特点开发基于 BIM 的设施设备运维管理平台；在基于 BIM 的运维管理平台基础上进行二次开发。

14.1.4 应用展望

目前,处于行业变革期的工业工程企业,引入并消化了 BIM 技术,并逐步应用在大型工程中,如装配式钢结构工业化预制与安装、多专业碰撞检查与干涉分析、全专业物资编码体系建立与采购管理,以及三维工厂设计与项目可视化计划管理等,但尚未达到以 BIM 技术为支撑的信息化、精细化和协同化的现代管理模式,工程项目的信息全专业、全过程集成和数字化交付正在努力实现。

未来,通过工业企业为主体的工程建设各参与方,可以有效地以 BIM 技术为载体,实现工程建设过程中的信息传递和共享,为广大工业企业向“两化融合”领域的客户管理系统(CRM)、供应链管理系统(SCM)、仓储管理系统(WMS)、制造执行系统(MES)、企业资源计划(ERP)等系统集成。

14.2 基础设施行业

基础设施行业主要包括市政基础设施工程、公路、铁路、水利等工程行业,对于 BIM 技术的需求的不同也导致 BIM 技术在基础设施工程中推广程度各不相同。

14.2.1 常用的应用软件

企业	国家	软件	功能简介
Bentley	美国	Bentley Bridge	三维参数化智能桥梁分析建模
		MicroStation	三维 CAD 设计软件,包括建筑、土木工程、交通运输、加工工厂、离散制造业、政府部门、公用事业和电讯网络等领域解决方案的基础平台
		projetWise	三维协同管理平台
Autodesk	美国	AutoCAD Civil 3D	为包括土地开发、交通运输与环境工程在内的土木工程提供了测量、设计、分析与文档处理解决方案
		AutoCAD Plant 3D	工厂三维布置设计管理系统
		Revit 系列	三维建筑设计分析软件
鸿业科技	中国	Roadleader	三维道路设计软件
西安经天交通工程技术研究所	中国	纬地系列	路线与互通式立交设计的专业 CAD 软件
上海同豪土木	中国	桥梁设计师	集结构分析、施工图绘制、工程量统计等为一体的大型桥梁结构软件

14.2.2 应用现状

基础设施行业通常具有跨度长、范围广、工点复杂多样等特点。目前，基础设施行业的 BIM 应用主要集中在设计和施工阶段，运维阶段的应用处于探索阶段。

勘察设计阶段，绝大部分设计人员仍习惯于二维设计，结合倾斜摄影、三维激光扫描、GIS 等技术，基于三维地形和地质模型已实现基于三维模型的路线选线、市政综合管线、综合管廊、桥梁以及隧道等三维设计，并取得了良好的应用效果，实现了设计的三维可视化、避免管线碰撞产生的连锁反应等应用。

施工阶段，主要在桥梁、隧道以及综合管廊等复杂工程中应用了 BIM 技术，除与建筑工程类似的施工阶段应用外，结合 BIM 模型的施工监测、预制梁场信息化管理等应用在部分项目中得到实现。

运维阶段，整体上仍处于探索阶段，主要应用仍集中于桥梁、隧道和综合管廊等复杂工程，通常结合已有的运维平台，将 BIM 模型与物联网技术进行集成，实现基于模型的数据可视化及自动预警等功能。

14.2.3 BIM 技术应用解决思路

与建筑工程相比，基础设施工程具有项目范围长，专业面广，工程量大等特点。项目通常跟地理信息、地形地貌密切相关，这决定了基础设施工程 BIM 技术的实现路径与建筑类工程是不同的，但基础设施工程在某些方面如复杂的钢结构桥梁，污水处理厂等项目中可以借鉴建筑工程行业 BIM 技术应用成功经验，下面给出基础设施工程行业与建筑工程行业 BIM 技术应用比较，如表 14-2 所示，提供一种解决思路供参考。

表 14-2 基础设施工程行业与建筑工程行业 BIM 技术应用比较

BIM 全生命期	与建筑工程行业比较	解决思路
项目前期	主体专业不同	以还原真实地形周边环境为主体开展前期可行性研究
方案设计	主体专业不同，BIM 技术应用点类似。只是基础设施工程重点在路线设计、横断面设计、场地布置上。	通过 GIS 与 BIM 结合的方式，实现地形的精准建模，模拟路线设计，以路线以设计为主体开展路线方案比选，通过无人机航拍技术精准还原现场环境，提高场地设计的准确性。
初步设计	主体专业不同，BIM 技术应用点类似。基础设施行业需要将站点、厂房，构筑物等设计要求提交建筑专业设计；基础设施行业构建标准化，差异性小。但钢结构类型、混凝土结构等比较复杂。	基础设施 BIM 模型几何深度一般采用 A、B 级深度；建筑、结构、管线设计可参照建筑工程行业 BIM 解决方案； 钢结构桥梁需要采用钢结构详图设计软件软件设计；管廊、污水专业参照建筑工程行业 BIM 解决方案。
施工图设计	主体专业不同，BIM 技术应用点类似。基础设施行业构建模块化，自动化出图程度高；	需要针对行业特点定制开发插件或模块，来提高 BIM 技术应用效率。
施工阶段	从 BIM 技术应用点和实施流程基本类似。但基础设施、钢结构类型、混凝土结构等比较复杂，BIM 构件标准化程度低、BIM 实施成本高。	需要针对行业特点定制开发插件或模块，并制作相应的临时构件和机械族库，来提高 BIM 技术应用效率。
运维阶段	从 BIM 技术应用点和实施流程基本类似，只是设备运维复杂度比较高。	基于已有的设施设备运维管理平台，开发基于 BIM 的设施设备运维管理平台；在基于 BIM 的运维管理平台基础上进行二次开发。

14.2.4 应用展望

基础设施工程的“线长、面广、量大”以及“不规则体”、“基础设计原理”等方面差异性，决定了基础设施工程 BIM 技术的实现路径，必然与建筑类工程是不同的。BIM 技术在基础设施工程数据协同和管理中展示的巨大优势，使 BIM 的广泛和深入的应用成为一种趋势。

在设计阶段，基于 BIM+GIS 平台建立隧道数据三维模型，解决了传统手段所难以实现的分析、评价问题，利用 GIS 平台提供的空间地理信息，BIM 信息模型可以实现在真实大场景中的地理定位和地理环境分析，而 BIM 模型自身包含了工程结构的几何和非几何信息，可以实现勘察、设计、施工、运营全过程的管理。

在施工阶段，传统的生产组织模式管理链条较长，决策响应时间相对滞后，组织的扁平化通常停留在纸面、口头，缺乏配套系统与工具的有效支撑。当前，将 BIM 与传统 EIP 业务管理系统结合，开发的工程项目信息管理系统将为扁平化管理落地实施保驾护航。并且将 BIM 技术引入数字化加工，实现设计建造一体化，为制造单位带来传统制造模式的改变，大大提高施工质量和施工速度。

在运维阶段，基于 BIM 的精细化管理应用改变目前施工现场粗放的管理方式，特别是安全管理将更加智能化。

随着 BIM 技术的迅猛发展，不仅为基础设施工程行业设计、建造、施工搭建了共同对话的平台，同时还通过 BIM 协同设计为设计单位带来传统生产模式的改变。这些改变不仅提高了生产效率，也必将带来基础设施工程生产模式的新变革。

15 BIM 技术应用展望

随着 IT 和硬件技术的发展，BIM 应用的广度和深度在不断拓展，BIM 作为技术和管理工具必将在工程建设行业发挥越来越重要的作用。以下分别从管理和技术两方面对 BIM 应用展望进行概述，其中在管理上包括项目管理、设施管理、协同管理、智慧建设与管理等方面的应用，在技术上包括与物联网和智能化仪器集成、数字化加工与制造、融合数字化现实捕捉技术的虚实结合等应用。

15.1 管理应用展望

15.1.1 BIM+项目管理（PM）

精细化、信息化和协同化是 PM 的发展趋势，以 BIM 为枢纽的中央数据库可有效满足项目各方对信息的需求，提供项目各方协同交流的平台，从而实现项目管理的精细化。BIM 与 PM 系统深度融合，可为 PM 的各项业务提供准确的基础数据及技术分析手段，实现数据产生与使用、流程审批、动态统计、决策分析的管理闭环；可有效解决项目管理中生产协同、数据协同的难题，为项目管理过程提供数据支持，可大幅提升工作效率和决策水平。

15.1.2 BIM+设施管理（FM）

FM 通常指设施管理，广义上还包括运维管理、物业管理和资产管理等。持续的信息流是高效管理的前提，基于 BIM 模型进行项目交付为 FM 提供了持续的信息流，便于高效率的设施管理。二者深度融合可以实现实时定位建筑资源、数字资产实时数据获取、空间管理、改造计划及可行性分析、能源分析与控制、安全与应急管理典型应用。

15.1.3 BIM+云平台

云平台借助云计算技术和其他相关技术，实现服务端和终端的互动应用。项目协同、数据共享和三维模型快速处理是 BIM 技术需解决的重要问题。利用云平台可将 BIM 应用中大量计算工作转移到云端，以提升计算效率；基于云平台的大规模数据存储能力，可将 BIM 模型及其相关的业务数据同步到云端，方便用户随时随地访问并与协作者共享，可更好地支持基于 BIM 模型的现场数据信息采集、模型高效存储分析、信息及时获取沟通传递等，BIM 应用也将转化为 BIM 云服务。

15.1.4 BIM+地理信息系统（GIS）

GIS 主要收集、存储、分析、管理和呈现与位置有关的数据。利用 GIS 宏观尺度上的功能，可解决区域性、长线或大规模工程的 BIM 应用，可实现宏观、中观和微观相结合的多层次管理。在城市规划、城市交通分析、城市微环境分析、市政管网管理、住宅小区规划、数字防灾、既有建筑改造等诸多领域均可有所应用。地理信息作为智慧城市重要的基础信息，结合 BIM 可构建最基础最重要的城市基础数据库。

15.2 技术应用展望

15.2.1 与物联网、智能化仪器集成

以互联网为基础的物联网或全联网等是 BIM 智慧应用的基础，BIM 技术具有上层信息集成、交互、展示和管理的作用，物联网或全联网技术具有底层信息感知、采集、传递和监控的功能，二者集成实现了虚拟信息化管理与环境硬件之间的融合，将在工程项目建造和运维阶段产生极大的价值，也是行业大数据形成的重要基础。例如，在施工阶段可实现施工质量、安全、物料的动态监管，提高施工管理水平；运维阶段可实现建筑资产、设备、设施管理、能耗分析和节能监控、结构健康监测等，提高设备维护维修工作效率，提升资产的监控水平，增强安全防护能力，并支持智能家居。

BIM 与智能仪器集成应用是通过对软件、硬件进行整合，将 BIM 模型带入工程项目现场，利用模型中的数据信息驱动智能仪器工作。例如，智能型全站仪可利用模型中的三维空间坐标数据驱动智能型全站仪进行测量实现自动精确放样，同时也可将现场测量数据与 BIM 模型进行对比，为深化设计和施工质量检查提供依据。

15.2.2 BIM 模型的数字化加工和制造

数字化加工与制造可显著提高生产效率和产品质量，是建筑业发展趋势。三维 BIM 模型可为数字化加工提供全面的数据支持。例如，将 BIM 模型中的数据转换成数字化加工所需的数字模型，制造设备根据该模型进行数字化加工，可应用在预制混凝土构件生产、管线预制加工和钢结构加工等方面。此外，以三维数字模型文件为基础的 3D 打印技术发展迅速，BIM 与 3D 打印的集成应用可实现基于 BIM 的整体建筑打印、打印制作复杂构件、打印施工方案实物模型展示等。

15.2.3 融合数字化现实捕捉技术的虚实结合

近些年快速发展的虚拟现实（VR）、增强现实（AR）和混合现实（MR）技术等为更真实感受三维环境提供了实现手段。BIM 与 VR、AR、MR 技术等融合可用于虚拟场景构建、施工进度模拟、复杂局部施工方案模拟、施工成本模拟、多维模型信息联合模拟以及交互式场景漫游等。将带来沟通方式的转变，从而可以提高模拟的真实性、有效支持项目成本管控、有效提升工程质量、提高模拟工作中的可交互性、更高效地交流和决策以及将信息交流转换成信息体验等。

3D 激光扫描技术和倾斜摄影测量技术作为数字化实景捕捉技术，近些年得到了广泛应用。BIM 技术与上述技术结合可实现大量虚实结合应用。3D 激光扫描技术可有效完整地记录工程现场复杂的情况，达到辅助工程质量检查、快速建模、减少返工的目的，可应用在施工质量检测、辅助实际工程量统计、钢结构预拼装、土方工程量测算等方面。基于倾斜摄影测量的实景建模技术，可实现将微观的 BIM 单栋模型置于具有地理信息的三维场景中，实现测量-建筑-地理空间的互通，将环境信息与建筑信息统一起来，形成从户外到室内，从地上到地下空间的一体化地理空间场景，可从传统的 BIM 应用扩展到 BIM 和 GIS 集成的深入应用。

15.2.4 促进设计全过程一体化和智能设计的实现

在设计、施工两大阶段 BIM 数据对接目前已经有很好的应用和经验积累，未来可实现设计、施工、运维乃至建筑拆除再利用阶段数据的打通，使得设计到拆除全过程各阶段的信息顺畅传递，大大提升建筑业的发展水平。依托建筑设计领域的信息建立和顺利传递，与之紧密关联的上下游设计环节，包括城市规划、景观设计、室内设计、幕墙设计、建筑照明、人防设计、消防设计、绿色建筑设计等领域，都可以往专业化的方向快速发展，最终形成全产业链的数据传递和共享。

BIM 技术的普及，使用 2D 文档作为介质来传达建设需求将会大量减少。随着越来越多的协作工具介入设计过程，设计过程将变得更为智能。通过将分析数据、设计规范、运算及优化方式、构件库等资料输入智能计算机等手段，实现用户向智能计算机输入具体的设计需求数据，便可直接输出详细的设计成果，大大推动建筑业的发展。

《安徽省建筑信息模型（BIM）技术应用指南》

编制单位及人员名单

主 编 单 位： 安徽省建筑设计研究院股份有限公司
安徽马钢工程技术集团有限公司
中铁四局集团有限公司

参 编 单 位： 上海宝冶集团有限公司
中冶华天工程技术有限公司
东华工程科技股份有限公司
安徽建筑大学土木工程学院
中铁时代建筑设计院有限公司
安徽省城建设计研究总院有限公司
安徽国华建设工程项目管理有限公司
安徽地平线建筑设计有限公司
合肥工业大学建筑设计研究院
合肥工业大学建筑与艺术学院
中国十七冶集团有限公司

主要编制人员： 左玉琅 尤嘉庆 支 帅 邱 红 何兰生 李 桦
向 华 段宗哲 马 巍 张公明 卢光天 郭堂瑞
黄安飞 王晓岷 王耀斌 刘长城 毛雨生 疏东东
陈 东 王 勇 曹建涛 施 萌 夏 磊 郑 玉
王东坡 王德才 张石磊 王旭良

主要审查专家： 魏 来 于 洁 过 俊 阮江平 张喜红