

重庆市工程勘察信息模型 实施指南

重庆市城乡建设委员会
2017 年 12 月

重庆市城乡建设委员会

渝建〔2017〕752 号

关于发布《重庆市工程勘察信息模型 实施指南》等三项技术文件的通知

各区县(自治县)城乡建委,两江新区、经开区、高新区、万盛经开区、双桥经开区建管局,各建设、勘察、设计、施工、物业管理单位,各有关单位:

为推动建筑信息模型(BIM)技术在工程中的应用,进一步提高重庆市BIM技术应用水平,根据重庆市城乡建设委员会《关于下达重庆市建筑信息模型(BIM)应用技术体系建设任务的通知》(渝建〔2016〕284 号文)的工作要求,结合工作实际,我委委托重庆市勘察设计协会组织中煤科工集团重庆设计研究院有限公司、中机中联工程有限公司和重庆市勘测院等单位编制了《重庆市工程勘察信息模型实施指南》、《重庆市建筑工程信息模型实施指南》和《重庆市市政工程信息模型实施指南》(以下统称《实施指南》),作为指导相关企业开展建筑信息模型技术推广应用的参考。经公开征求意见、专家审查通过,现批准发布,自 2018 年 1 月 1 日起施行。

《实施指南》由重庆市城乡建设委员会负责管理,由主编单位负责具体技术内容解释。

- 附件:1.《重庆市工程勘察信息模型实施指南》
2.《重庆市建筑工程信息模型实施指南》
3.《重庆市市政工程信息模型实施指南》

重庆市城乡建设委员会

2017 年 12 月 28 日

前 言

为贯彻住房城乡建设部《关于推进建筑业发展和改革的若干意见》(建市〔2014〕92号)、《关于推进建筑信息模型应用的指导意见》(建质函〔2015〕159号)以及重庆市城乡建设委员会《关于加快推进建筑信息模型(BIM)技术应用的意见》(渝建发〔2016〕28号文),推动建筑信息模型(Building Information Modeling,简称“BIM”)技术在工程中的应用,进一步提高重庆市 BIM 技术应用水平,根据重庆市城乡建设委员会《关于下达重庆市建筑信息模型(BIM)应用技术体系建设任务的通知》(渝建〔2016〕284号文)的工作要求,在参考国内外相关技术标准的基础上,结合我市实际,由重庆市勘察设计协会组织重庆市都安工程勘察技术咨询有限公司、中煤科工集团重庆设计研究院有限公司、重庆市勘测院、重庆南江地质工程勘察设计院、重庆川东南地质工程勘察设计院等有关单位编制了本实施指南。

本实施指南共分5章,第一章介绍了编制目的及适用范围、适用工程阶段;第二章介绍了 BIM 技术的实施背景、实施目标、实施形式及问题与挑战;第三章介绍了实施 BIM 技术的准备工作;第四章介绍了工程勘察信息模型;第五章介绍了工程勘察信息模型的交付要求。

本实施指南由重庆市城乡建设委员会负责管理,由重庆市都安工程勘察技术咨询有限公司负责具体技术内容的解释。在本实施指南执行过程中,请各单位注意收集资料,总结经验,并将有关意见和建议反馈给重庆市都安工程勘察技术咨询有限公司(地址:重庆市江北区五里店南方上格林北苑9号16楼,邮编:400023,电话:023-67986616)。

主 编 单 位:重庆市勘察设计协会

重庆市都安工程勘察技术咨询有限公司

参 编 单 位:中煤科工集团重庆设计研究院有限公司

重庆市勘测院

重庆南江地质工程勘察设计院

重庆川东南地质工程勘察设计院

主要起草人:游正焜 董孟能 田 玲 何 平 唐耿琛 冯永能
李长雄 唐晓智 戴学忠 李杨秋 李安兴 邓瑛鹏
廖 可 明 镜 黄 勋 徐 刚 吴叔刚 王 智
郭 微 邓晓丹 马 骁 陶海波 李志阳 范 立
谢红明 唐 颖 赵 敏 朱永珠 蒋 煜 蒋艳锋
张小洪 杨福荣 汪 宏 姜 涵 李清疆 王 聪
李怀玉 崔 鸚 袁泉水

审 查 专 家:陈志平 张顺斌 廖怀军 徐占华 许志军

目 录

第一章 总则	1
第一节 编制目的	1
第二节 适用范围	1
第三节 适用的工程阶段	1
第二章 概述	3
第一节 实施背景	3
第二节 实施目标	4
第三节 实施形式	4
第四节 问题与挑战	5
第三章 实施前准备	7
第一节 资源配置	7
第二节 作业标准	10
第四章 建立工程勘察信息模型	12
第一节 概述	12
第二节 数据准备及预处理	15
第三节 建立地表信息模型	21
第四节 建立工程地质信息模型	27
第五节 建立岩土工程设计信息模型	34
第五章 交付工程勘察信息模型	40
第一节 基本要求	40
第二节 模型交付深度等级	41
第三节 交付内容	42
附录 1:常用工程勘察信息模型软件及工程勘察信息模型解决方案介绍 ...	46
附录 2:重庆市城乡建设委员会《关于加快推进建筑信息模型(BIM)技术应用的 的意见》.....	49

第一章 总则

第一节 编制目的

为落实重庆市勘察行业发展规划,推广勘察行业信息模型技术应用,提高勘察行业信息化水平,按照重庆市城乡建设委员会《关于加快推进建筑信息模型(BIM)技术应用的意见》(渝建发(2016)28号文)《关于下达重庆市建筑信息模型(BIM)应用技术体系建设任务的通知》(渝建(2016)284号)要求,编制《重庆市工程勘察信息模型实施指南》。

本指南主要针对重庆市建设工程全生命期中,工程勘察信息模型技术的基本应用,阐明应用的目的意义,描述数据准备、建模流程、模型成果以及交付模型等内容。

本指南主要侧重工程勘察信息模型技术的实际应用,同时考虑与国家、地方已发布或在编标准的衔接。

工程勘察信息模型包含地表信息模型、工程地质信息模型、岩土工程设计信息模型,可根据项目需要和建设方要求,制作交付其中的一种模型或者全部模型。

第二节 适用范围

本指南适用于重庆市范围内需要开展工程勘察信息模型工作的工程建设项目,并可供工程建设项目参建各方以及相关管理部门参考。

本实施指南指导本市勘察单位在工程勘察工作中应用信息模型技术,实现工程勘察信息模型标准的统一,作为工程勘察信息模型在建设工程全生命期中实际应用的参考依据。

第三节 适用的工程阶段

工程勘察信息模型适用于建设工程中勘察、设计、施工与运营(含改造、拆

除)全阶段,以满足建设方深度要求的数据,建立交付工程勘察信息模型,工程勘察信息模型的建立与交付应符合建设方提出的深度要求,满足建设方的实际应用。

第二章 概述

第一节 实施背景

建筑信息模型发源于上世纪 70 年代美国,并于 2002 年由欧特克公司正式提出,2009 年香港成立香港 BIM 学会,2011 年 5 月,住建部发布《2011~2015 建筑业信息化发展纲要》明确指出:在施工阶段开展 BIM 技术的研究与应用,推进 BIM 技术从设计阶段向施工阶段的应用延伸。建筑信息模型目前已在全球范围内得到业界的广泛认可,被誉为工程建设行业实现可持续设计的标杆。是引领建筑业信息技术走向更高层次的一种新技术。

建筑信息模型的全面应用,已是建筑业发展的必然趋势,建筑信息模型完善了整个建筑行业从上游到下游的各个企业间的沟通 and 交流环节,实现了建设工程全寿命周期的信息化管理。大大提高了建设工程的集成化程度。应用建筑信息模型能提前发现设计失误,避免施工中变更,节约工程成本。

工程勘察信息模型:Geotechnical engineering information model,即 GIM,是基于勘察工作,将反映场地工程地质和岩土工程的相关信息数据集合起来构成的三维数字化模型,具备数据共享、传递和协同功能。工程勘察作为建筑业中的一环,应积极应用信息模型技术,将勘察成果三维可视化,实现上部建筑与其地下空间工程地质信息的三维融合,实现建筑信息模型在工程勘察领域的应用。工程勘察信息模型在建设工程中实际应用,有助于提高工程勘察在建设工程全生命期间的展现力,辅助解决实际建设工程中工程地质相关问题。

目前国内不少省市已经出台具有实质意义的鼓励措施、强制政策以及可遵循的标准。重庆市城乡建设委员会于 2016 年出台了《关于加快推进建筑信息模型(BIM)技术应用的意见》(渝建发[2016]28 号)对重庆市推进 BIM 技术的发展进行了总体规划、指导,并于 2017 年底发布了《重庆市建设工程建筑信息模型审查要点》(以下简称《审查要点》)、《重庆市建设工程信息模型技术深度规定》(以下简称《深度规定》)、《重庆市建筑工程信息模型设计标准》、《重庆市建筑工程信息模型交付技术导则》、《重庆市市政工程信息模型设计标准》、《重庆市市政工程信息模型交付标准》、《重庆市市政工程信息模型实施指南》、

《重庆市工程勘察信息模型设计标准》、《重庆市建设工程勘察信息模型交付标准》、《重庆市工程勘察信息模型实施指南》。其中：

1.《审查要点》提出了重庆市建设工程(建筑工程、市政工程)初步设计和施工图设计文件行政和技术审查的要点,是城乡建设主管部门和施工图审查机构分别开展初步设计和施工图审查的技术依据。

2.《深度规定》对工程项目全生命周期的信息模型交付深度进行规定。

3.建筑工程、市政工程、工程勘察的设计标准主要对设计阶段的模型的空间定位、拆分原则、颜色设置,模型元素类别、模型精细度,对象及参数命名等进行约定;交付标准(技术导则)主要对实施 BIM 技术的项目交付的成果从模型深度、命名,成果交付内容、形式,成果的维护与管理等进行约定。

4.实施指南主要对建筑工程、市政工程、工程勘察的 BIM 技术总体实施背景、准备工作,具体应用的实施方法、相应的交付物等进行介绍。

第二节 实施目标

一、建立工程勘察信息模型

研究构建支持多种数据表达格式与信息传输的工程勘察数据库,研发和采用工程勘察信息模型的应用软件与建模技术,建立可视化的工程勘察信息模型,实现建筑与其地下工程地质信息的三维融合。在三维环境下可以对工程勘察信息模型进行各种操作,从不同角度和方位观察模型,对工程勘察信息模型进行任意切割分析。

二、实现项目各阶段各参与方数据信息共享

建立工程勘察信息模型可为建设工程全生命期内提供数据支撑,开发岩土工程各种相关结构构件族库,按照一致数据格式标准和数据交换标准,合理实现项目的各参与方之间信息的有效传递和有效共享。

三、模拟与分析

利用工程勘察信息模型进行岩土工程数值模拟和岩土工程专业设计,为建设工程设计调整和科学决策提供依据,辅助用户进行科学决策和规避风险。

第三节 实施形式

一、从项目型实践到行业整体实施的方式—自下而上

项目型 BIM 应用是指针对企业承担的特定 BIM 项目,以单一项目数据源的组织为核心,运用与特定项目相关的企业局部资源和技术,完成合同或协议所规定的项目交付物的过程。实施前期主要以满足甲方需求为目的,基本围绕项目运行。积累了一定项目经验的基础上,制定初步适合企业自身发展的 BIM 整体规划和实施方案,逐步扩展到企业级实施。

二、从企业级规划到项目全面实施的方式—自上而下

先建立企业整体 BIM 的战略规划和组织规划,通过试点项目验证企业级整体规划的合理性,并不断完善更新,然后在企业内全面推广。整体上可以分为前期筹备、中期启动、全面普及三个时期。企业级 BIM 实施是指围绕企业发展战略,将 BIM 技术与方法应用到企业所有业务活动中,它涉及的范围广、部门多,不仅涉及 BIM 相关技术,而且涉及与企业 BIM 实施相关的资源管理、业务组织、流程再造等。其目的是构建企业的信息共享、业务协同平台,实现企业的知识管理和系统优化,提升企业的核心竞争力。

三、自上而下和自下而上相结合的方式

在启动阶段,应借助第三方专业服务机构对企业自身进行诊断,提出企业级 BIM 实施规划,包括 BIM 实施的基本方针和技术路线、重点内容及阶段划分、资金投入和财务安排等要素。在局部实践的基础上,制定建立企业 BIM 实施标准和细则,进行推广、普及和应用。

从应用阶段看,项目型 BIM 应用是企业级 BIM 实施的子集和细化;而企业级 BIM 实施往往要建立在一定数量的 BIM 项目实践和总结基础之上,结合企业的整体规划,扩展到企业整体的资源管理、业务组织和流程再造的全过程中。

从实施方法看,项目型 BIM 应用与企业级 BIM 实施在实施目标、管理范围、交付标准和分配机制等方面有着明显的不同。

第四节 问题与挑战

一、软件技术的问题

目前为止,现有工程勘察信息模型软件尚不完善,不能完全满足工程勘察建模需求。因此如何开发或利用现有的工程勘察信息模型软件技术在工程勘察中的应用,将上部结构建模与地下工程地质信息充分结合,实现不同专业基于工程勘察信息模型的协作,解决目前软件对地质体建模与可视化分析的针

对性不强的问题,完善地质空间的建模理论与技术方法,解决空间地质状况复杂性和不确定性带来的困难,满足工程施工与研究的专业功能需要,以辅助解决实际建设工程中工程地质相关问题。

二、模型精度问题

由于构成拟建场地的工程地质环境复杂,地层数量繁多,且在平面上、空间上的分布极不均匀,因此,建模难度巨大。要准确、逼真的反映拟建场地工程地质环境,需要大量的工程地质数据,这也意味着较高的建模费用。限于有限的工程地质数据,应根据工程类型和用途,参照重庆市工程建设标准《工程勘察信息模型设计标准》中工程勘察信息模型深度等级规定,合理选择模型深度,采用合适深度建模。

第三章 实施前准备

第一节 资源配置

根据工程勘察项目的特征,合理组建信息模型实施团队,最优配置信息模型实施环境。

根据项目需求方对信息模型所要求的实施内容及交付成果设置相应的信息模型应用流程。

一、人力资源配置

(一)信息模型经理

参与信息模型项目决策,制定项目实施计划,建立并管理项目实施团队,确定各角色人员职责和权限,并定期进行考核、评价和奖惩,负责设计环境的保障监督,监督并协调 IT 服务人员完成项目软、硬件及网络环境的建立,确定项目中的信息模型使用的标准及规范,建模原则、协同模式等,负责对信息模型工作进度的管理与监控,组织、协调人员进行模型搭建、地层分析、二维出图等工作,负责信息模型交付成果的质量管理,包括阶段性检查及交付检查等,组织解决存在的问题,负责对外数据接收或交付,配合业主及其他相关合作方检验,并完成数据和文件接收或交付。

(二)信息模型工程师

负责创建信息模型、基于模型创建二维视图、添加指定的信息数据配合项目需求,负责模型的可持续性。

(三)信息模型建模员

协助信息模型经理、信息模型工程师完成建模及绘图工作。

(四)信息模型技术研究人员

负责收集并了解现有和新兴的相关的软、硬件前沿技术,完成应用价值及优劣势分析,为企业整体信息化发展决策提供依据;根据企业信息化决策及实际业务需求,提供可采用的技术方案;对拟采用的技术方案及软、硬件环境进行技术测试与评估;组织并协助业务部门对拟采用软、硬件系统进行应用测试。

(五)信息模型应用开发人员

负责针对企业实际业务需求的定制开发工作,现阶段重点开发方向为针对信息模型应用软件的效率提升、功能增强、本地化程度提高等方面。其主要工作内容包括:需求调研、可行性评估、应用开发、测试、客户培训、技术支持、后续维护等。

(六)信息模型技术支持人员

负责新员工对信息模型的应用流程、制度及规范等培训;负责相关软件使用的初级、中级培训;负责解决使用时出现的问题及故障。

(七)信息模型系统管理员

负责信息模型应用系统、数据协同及存储系统、数据库管理系统的日常维护、备份等工作;负责各系统的人员及权限的设置与维护;负责各项目环境资源的准备及维护。

(八)信息模型数据维护员

负责收集、整理勘察数据及模型、图纸、文档等项目交付数据;负责对勘察数据及项目交付数据进行整理和标准化审核,并提交审核情况报告;负责对勘察数据的一致性、时效性进行维护,保证数据资源的可用性;负责对数据信息的汇总、提取,供其他系统及应用使用。

二、软件、硬件及网络

(一)软件选择

国外近年来地质信息可视化模型和分析的系统研究发展得较快,已形成相当的规模,并在市场上得到开发应用。地质工程计算机化要求的日益提高和勘探技术的迅猛发展,为三维地质模拟的研究和软件开发提高了新的动力。西方发达国家早在 20 世纪 70 年代初就将 CAD 技术应用于地质和矿业领域。自 1988 年法国 Nancy 大学的 Mallet J L 教授提出地质目标的计算机辅助设计(GOCAD)以来,地质建模技术首先在油气田开发和地球物理行业得到发展和推广应用。我国对三维地质学可视化起步比较晚,虽然也有一系列三维建模软件,但受到硬件以及人才培养等客观因素的限制,地质工程师现阶段大多通过二维制图软件从二维角度对地质体进行分析与研究,对三维地质模型和可视化软件的开发、应用滞后于国外水平,也滞后于国内建筑、市政专业水准,目前,国内外常用的勘察建模软件参见附录。

工程勘察信息模型的实现需要依赖于多种软件产品的相互协作,有些软件适用于工程地质模型的建立,也有一些软件适用于岩土工程设计模型的分析计算,因此不能期望一种软件能完成所有的工作,关键是软件之间能够进行

数据传递和交流,以实现工程勘察信息模型的建立流程。因此,在软件的选用过程中,应采取相应的方法和程序,以保证正确选用符合企业需要的软件。一般需要经历以下四个阶段: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:

(1)调研及初步筛选:全面考察和调研市场上现有的国内外软件及应用状况。结合本企业的业务需求、企业规模,从中筛选出可能适用的软件工具集。筛选条件可包括:软件功能、本地化程度、市场占有率、数据交换能力、二次开发扩展能力、软件性价比及技术支持能力等。

(2)分析及评估:对初选每个软件进行分析和评估。分析评估考虑的主要因素包括:是否符合企业的整体发展战略规划,可为企业业务带来的收益;软件部署实施的成本和投资回报率估算,工程人员接受的意愿和学习难度等。

(3)测试及试点应用:抽调部分相关专业人员,对选定的部分软件进行试用测试,测试的内容包括:在适合企业自身业务需求的情况下,与现有资源的兼容情况;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;软件系统的性能及所需硬件资源;是否易于维护和故障分析,配置变更是否方便等可维护性;本地技术服务质量和能力;支持二次开发的可扩展性。如条件允许,建议在试点工程中全面测试,使测试工作更加完整和可靠。

(4)审核批准及正式应用:基于软件调研、分析和测试,形成备选软件方案,由企业决策部门审核批准最终软件方案,并全面部署。

(二)硬件及网络

工程勘察信息模型基于三维的工作方式,对硬件的计算能力和图形处理能力提出了很高的要求。关于各个软件对硬件的要求,软件厂商都会有推荐的硬件配置要求,但从项目应用信息模型的角度出发,需要考虑的不仅仅是单个软件产品的配置要求,还需要考虑项目的大小,复杂程度,信息模型的应用目标,团队应用程度,工作方式等。

对于一个项目团队,可以根据每个成员的工作内容,配备不同的硬件,形成阶梯式配置。比如,简单地层,涉及到的钻孔数量较少,勘察数据量不多可以考虑较低的配置,而对于复杂地层,涉及到的钻孔数量多,勘察数据量多需要较高的配置,某些大数据量的岩土设计模拟分析可能所需要的配置就会更高。若采用网络协同工作模式,则还需设置中央储运处服务器。

在一些大型或复杂的项目中,当信息模型数据呈数量级增加时,计算机的反应速度在数量级的下降,导致用户对信息模型产生怀疑。其实要用好信息

模型,除了前期对硬件的合理规划外,之后的合理使用也很重要:

- (1)明确信息模型的应用目标,设置合理的期望值;
- (2)合理划分信息模型文件的结构,建立多文件协同方式;
- (3)建立良好的操作习惯,减少人为因素影响;
- (4)必要时向有 BIM 项目经验的专业人士咨询,减少走弯路的时间;

第二节 作业标准

一、建模标准

在满足国家、地方政府标准的前提下,工程勘察信息模型建立方还需要根据项目类型以及所使用的软件的特点制定更为详细的建模标准,以保证模型的规范性,方便后续的应用。

工程勘察信息模型设计应按照重庆市工程建设标准《工程勘察信息模型设计标准》执行,主要包含以下几个方面的内容:

(1)建模总则:应包含文件名命名规则、模型元素命名规则、模型单位和空间基准、颜色及纹理设置等。其中模型元素包含地质模型元素和岩土工程结构构件模型元素;

(2)勘察信息模型包含地表信息模型、工程地质信息模型和岩土工程设计信息模型三个部分,各个部分有相对应的元素和信息;

(3)地表信息模型的数据来源、范围、内容、精度要求;

(4)工程地质信息模型的数据来源、范围、内容、精度要求;

(5)岩土工程设计信息模型的数据来源、范围、内容、精度要求;

(6)工程勘察信息模型深度应综合考虑工程性质、规模、特征以及场地复杂程度、勘察工作完成情况及建模信息的充分度等因素,根据工程需求确定。深度等级分为 CL100、CL200、CL300 和 CL400 四个等级,每个深度等级由几何和非几何两个信息维度组成。其中 CL100 对应的工程用途为满足可行性研究或方案设计,CL200 对应的工程用途为满足初步设计,CL300 对应的工程用途为满足施工图设计,CL400 对应的工程用途为满足施工及竣工要求。

二、成果交付标准

工程勘察信息模型在实施过程中,应根据交付的目的和交付物的用途,来确定成果交付标准。一般来说成果交付应符合重庆市工程建设标准《工程勘察信息模型交付标准》,包含以下几个方面的内容:

(一)交付内容

应根据不同的阶段来设定模型的具体交付内容,各阶段包含内容应有:原始模型、轻量化浏览模型、由模型生成的二维图纸、基于模型的分析报告、基于模型的工程量清单等。

(二)交付深度

不同交付深度的工程勘察信息模型应满足相应的工程用途。根据工程勘察的工作特点,对工程勘察信息模型交付的要求,细分为地表信息模型、工程地质信息模型和岩土工程设计信息模型三个板块。交付深度等级定义为CL100、CL200、CL300、CL400 四个等级。

(三)工程地质勘察信息模型的交付物

工程勘察信息模型、交付说明书(包括项目信息,软硬件工作环境及使用要求,模型坐标系统,深度等级,数据来源,交付内容以及其他说明)、附图(典型二维剖面图、三维展示图)。交付应保证成果的完整性、准确性和时效性。

(四)交付成果格式

主要包含所采用的数据库格式,模型格式以及相关技术文档、图片、影像的格式等。宜采用通用格式,满足各专业的沟通和使用需求,避免在使用过程中造成数据错误或丢失。同一项目数据格式应保证各专业间的统一协调和可交换。

第四章 建立工程勘察信息模型

第一节 概述

工程勘察信息模型包含地表信息模型、工程地质信息模型、岩土工程设计信息模型,其组成分别见表 4-1-1、表 4-1-2、表 4-1-3。建立工程勘察信息模型需要根据重庆市工程建设标准《工程勘察信息模型设计标准》中对模型深度的规定,在不同的应用条件下从表 4-1-1、表 4-1-2、表 4-1-3 中选择建模元素,对于《工程勘察信息模型设计标准》未包括的特殊类型地质信息模型可以参照标准进行扩展,但必须提供完善的元数据。

表 4-1-1 地表信息模型组成元素表

类型	元素	说明
地表信息模型	地表面	地表面为以数字高程形成空间面,同时赋以行政区划等地理信息
	地表水体	地表水体是水位面与水下地表面组合形成的体
	地面建(构)筑物	主要以外轮廓来表达与拟建工程相关的地面建筑物与构筑物

表 4-1-2 工程地质信息模型组成元素表

类型	元素	说明
地质信息模型	地质点	地质点以点表达,附着在地表面,主要是表达地质测绘成果。可以结合行业规范及标准,根据实际使用需求来确定地质点类型
	地质界线	以线表达,附着在地表面,由地质测绘成果整理而来
	地质剖面	以线表达,附着在地表面。以勘察成果剖面图或地质测绘实测剖面为基础数据
	地质界面	以面表达,由勘探工程(钻孔、槽探等)、地质测绘、地质剖面综合整理归纳而来
	地质体	以体表达,可以由边界、地质界面拓扑形成,也可以由各类地质数据直接分析形成体数据集
	地质构造	地质构造主要通过线表达褶皱轴线,通过面表达断层,对于断距较大的断层用体表达。基础数据来源于区域地质资料

类型	元素	说明
地质信息模型	地下水	用面表达地下水位面。通过勘探工程水位记录及地面测绘水点资料整理而来
	不良地质体	根据不良地质体的具体类型、规模,分别用点、面、体来表达不良地质体
勘探信息模型	钻探	以体来表达,在实际应用时,可以用夸大岩柱的方式来表达钻孔及地层,以提升可视化效果
	井探、槽探、坑探	以面来表达井探、槽探、坑探
	物探	根据物探类型以点、线、面来表达物探
原位测试信息模型	静载、直剪、波速测试、动探、静探、标贯、抽水试验、渗透试验	原位测试类型较多,以点的方式表达原位测试,通过点来链接原位测试的属性数据
拟建工程信息模型	拟建物	用体表达拟建物外轮廓
	环境边坡	用面表达拟建工程环境边坡
	基坑边坡	用面表达基坑边坡,此处的边坡模型区别于“岩土工程设计信息模型”,是指由拟建工程建设形成的边坡,用于表达场地地形条件
相邻建构筑物信息模型	相邻建(构)筑物基础	用体表达基础
	地下洞室	用体表达洞室
	地下管网	用线或体表达地下管网

表 4-1-3 岩土工程设计信息模型元素表

类型	元素	说明
边坡(基坑)工程信息模型	边坡(基坑)体	用体表达
	支挡结构构件(挡墙、支护桩、面板、肋柱、压顶梁、承台)	用体表达
	其他支护构件(锚杆、锚索、土钉)	用体表达
	支挡结构基础	用体表达
	截(排)水沟	用体表达
	荷载(荷载组合)	用体表达

类型	元素	说明
地基处理工程 信息模型	换填垫层体、夯实压实体、复合地基增强体、注浆加固体	根据荷载类型表达属性数据
	换填开挖面、分层强夯面、土工材料铺设面、地基处理影响深度面、地基处理完成面	用体表达
	基础	用体表达
	渗水盲沟	用体表达
	地基处理材料(垫层材料、土工合成材料、强夯置换材料、复合地基桩体材料、注浆材料)	用体表达
	荷载(荷载组合)	根据荷载类型表达属性数据

要建立工程勘察信息模型主要有以下几个步骤,其主要流程如下图所示。

- (1)数据准备及预处理;
- (2)地表信息模型建立;
- (3)工程地质信息模型建立;
- (4)岩土工程设计信息模型建立;

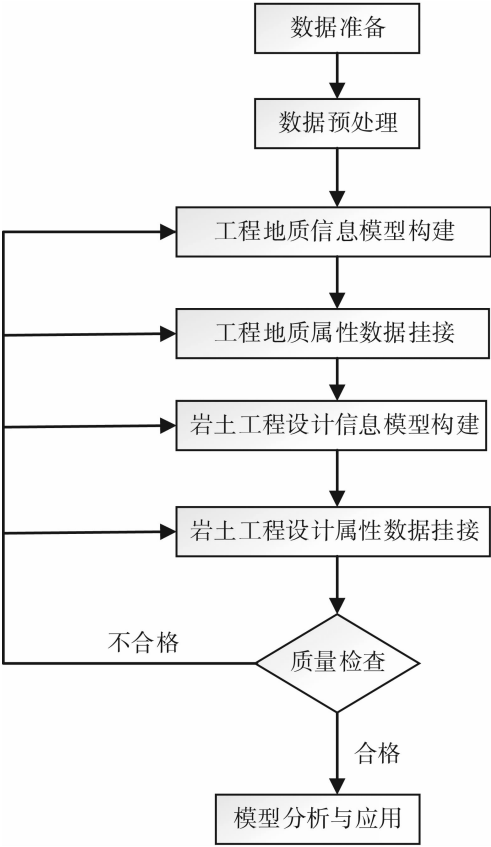


图 4-1-1 工程勘察信息模型流程

第二节 数据准备及预处理

一、数据准备

数据准备是根据工程勘察信息模型的应用要求来准备建立模型的基础数据。对模型的精度要求越高,应用要求越复杂,数据准备的要求越高。为保证工程勘察信息模型的应用要求,需要分别按数据来源和数据形式准备数据。

(一)按数据来源准备

为了建立工程勘察信息模型,需要准备不同数据来源的基础地质资料。这些资料可以是纸质资料,也可以是电子格式的资料。为了保证资料的可靠性,最好采用经过相应审查的资料。对于这些来源的资料见下表:

表 4-2-1-1 数据来源一览表

数据来源	引用资料	用途
拟建物资料	总平面	获得拟建物模型、红线数据
	基础结构设计	获得基础模型数据
	底层平面图	获得基坑建模数据
	文字说明	获得拟建物特性
工程地质 勘察资料	文字报告	获得基础地质环境、项目属性数据、 地层层序定义、整理拟建物数据
	平面图	获得建模范围、准备拟建物数据、了解各种 模型要素大概的空间拓扑关系
	实际材料图	获得地层界面露头,获得地层分布、地质 构造数据、不良地质数据
	钻孔柱状图	获得钻孔模型的几何数据及属性数据
	剖面图	获得地层层序及分布
	室内试验成果	获得岩土属性数据
	原位测试成果	获得岩土属性数据
	物探数据	获得地质界面、水位面、岩溶及其它物探 可解译的地质信息
区域地质 资料	区域地质图及说明	获得区域地层数据
	区域构造图及说明	获得构造数据、断层数据
	区域工程地质平面图及 说明	获得区域工程地质条件数据
	其它区域地质专题图	获得专题图件对应的相关数据
	水文地质平面图	获得区域水文地质数据

数据来源	引用资料	用途
地形资料	地形图	用于采集地面模型数据的基础数据
	点云数据	准备地面模型基础数据
管网资料	管网平面图	准备环境模型管网数据
人防工程资料	人防工程平面图	准备环境模型数据
周边场地参考地质资料	临近场地的工程勘察资料	通过大量的钻孔数据来提高建模精度及深度
	临近场地地质灾害调查资料	获取不良地质现象数据
	周边场地矿产地质调查资料	校核地层数据

(二)按数据形式准备

按数据形式准备是指按特定的数据规格来准备建模数据。具体的数据可见表 4-2-1-2、表 4-2-1-3、表 4-2-1-4。上述表对工程勘察信息模型的主要内容进行了规定,在建立工程勘察信息模型时,可根据上述表细化几何数据及非几何数据。

几何数据必须根据建模的具体要求(精度、范围、规模、深度等)准备适合建模软件适用的数据,具体的数据要求可参见相关软件操作手册。

非几何数据则应根据建型的具体应用要求来细化,按非几何数据的数据字段、数据规格、链接关系进行整理。

表 4-2-1-2 地表信息模型数据要求表

类型	元素	数据要求
地表信息模型	地表面	地表空间数据集、行政边界空间数据、地名、地形地貌、特殊地表(现状边坡)
	地表水体	名称、类型、水面标高、河流水文特征
	地面建(构)筑物	名称、高度、层数、轮廓尺寸

表 4-2-1-3 工程地质信息模型数据要求表

类型	元素	数据要求
地质信息模型	地质点	名称、类型、位置(坐标、高程)、描述
	地质界线	名称、类型、位置(坐标、高程)、范围、描述
	地质剖面	编号、位置(坐标、高程)、剖面方向、分层特征、风化特征、水位线
	地质界面	名称、类型、位置(坐标、高程)、范围、描述
	地质体	地质名称、分类、描述、物理力学指标、承载力、腐蚀性特征

类型	元素	数据要求
地质信息模型	地质构造	名称、类型、位置(坐标、高程)、产状、描述
	地下水	名称、类型、水位面位置、范围、描述、腐蚀性特征、水文地质测试信息
	不良地质体	名称、类型、位置(坐标、高程)、范围、基本特征描述
勘探	钻孔	编号、类型、位置(坐标、高程)、深度、孔径、分层数据、风化特征、水位标高、取样信息、钻探时间、人员
	探井、探槽、探坑	名称、编号、位置、尺寸、分层数据、风化特征、取样位置、样品信息、开挖时间
	物探	类型、编号、点线位置、方向、长度、描述、探测时间
测试	静载、直剪、波速测试、动探、静探、标贯、抽水试验、渗透试验	名称、类型、位置、深度、描述、测试时间
拟建工程	拟建物	名称、层数、结构形式、安全等级、轮廓尺寸(长宽高)、设计标高(正负零标高、环境标高、地下车库标高)、拟采用基础型式、建筑红线范围
	环境边坡	名称、编号、位置、标高(坡顶、坡脚)、几何尺寸、安全等级、边坡特征
	基坑边坡	名称、编号、位置、标高(坡顶、坡脚)、几何尺寸、安全等级、边坡特征
相邻建构筑物	相邻建(构)筑物基础	基础形式、基础埋深
	地下洞室	名称、位置、断面尺寸、衬砌(材料、厚度)、修建时间、围岩类别、使用情况
	地下管网	名称、类型、位置、埋深、管径、长度、使用情况

表 4-2-1-4 岩土工程设计信息模型数据要求表

类型	元素	数据要求
边坡(基坑)工程	边坡(基坑)体	边坡体空间信息、治理面积、几何尺寸、边坡地质特征信息、坡面分段线信息、监测点信息
	支挡结构构件(挡墙、支护桩、面板、肋柱、压顶梁、承台)	名称、几何信息(如长、宽、高、截面、间距)、定位(坐标、标高)、材料(重度、强度)、钢筋信息、工程量(如体积、重量)、结构分析信息(如约束条件、边界条件等)

类型	元素	数据要求
边坡(基坑)工程	其他支护构件 (锚杆、锚索、土钉)	名称、几何信息(如锚固长度、截面、孔径、倾角、间距)、定位(坐标、标高)、材料(钢材型号、等级)、工程量(如长度、体积、重量)、关联构件、结构分析信息(如约束条件、边界条件、预应力值等)
	支挡结构基础	名称、几何信息(如长、宽、高、截面)、定位(坐标、标高)、工程量(如体积)、材料力学性能(如弹性模量、泊松比、型号等)、结构分析信息(如约束条件、边界条件等)
	截(排)水沟	名称、几何信息(如长、宽、高、截面)、定位(坐标、标高)、材料、工程量(如长度、体积)
	荷载(荷载组合)	名称、荷载类型、大小、加载位置、组合系数
地基处理工程	换填垫层体、夯实压实体、复合地基增强体、注浆加固体	名称、处理体积、几何尺寸、工程量、地质特征信息、载荷试验信息、结构分析信息(如约束条件、边界条件等)
	换填开挖面、分层强夯面、土工材料铺设面、地基处理影响深度面、地基处理完成面	名称、几何信息、定位(坐标、标高)、处理面积、工程量
	基础	名称、几何信息(如长、宽、高、截面)、定位(坐标、标高)、工程量(如体积)、材料力学性能(如弹性模量、泊松比、型号等)、结构分析信息(如约束条件、边界条件等)
	地基处理材料(垫层材料、土工合成材料、强夯置换材料、复合地基桩体材料、注浆材料)	名称、描述、材料力学性能、工程量(如面积、体积)
	渗水盲沟	名称、描述、材料力学性能、工程量(如面积、体积)
	荷载(荷载组合)	名称、荷载类型、大小、加载位置、组合系数

二、数据预处理

(一)建立统一的空间坐标系

工程勘察信息模型建模的数据来源较多,需要把不同来源的不同空间坐

标系的数据都转换到统一坐标系中,同时也要对单位进行统一。

(二)数据分类处理

地层数据预处理是根据勘探工程、地质测绘(地面露头处理、产状)信息,建立标准地层,定义层序,整理接触关系。

1. 定义标准地层

标准地层要对勘察资料揭露的所有地层,结合模型的应用精度进行归纳,得到标志性地层。标准地层的定义不能重复,但在地层模型中可以多次引用。标准地层定义了项目中可能出现的所有的地层,标准地层通常要定义:名称、地层时代或成因、岩性。

2. 定义层序

地层层序可以用主编号及亚层编号来表达。层序按以下规律定义,要保证地层的新老顺序与正确,同时要定义层与层的挡触关系。重庆的地层以沉积地层为主,可按沉积原理进行岩层的推测内插,对于岩浆岩及变质岩则应按其相应的成岩规律来划定层序。

(1)层序规律:地层按地质时代呈现出一种随时间而连续的规律。通常为深度越大,地层越老。同一时代的地层具体基本相同的属性。当然结合地质构造,也有缺失和倒转的情况,针对缺失这种情况按不整合接触面考虑,倒转需要特殊处理;

(2)沉积原理:重庆的地层以沉积地层为主,针对基岩本指南均按沉积岩构造原理来进行地层的趋势推测、内插,也就是说用岩层产状、构造数据进行地层的插值。针对阶地及漫滩堆积地层,则按水平沉积原理来进行地层的趋势推测、内插。根据沉积原理要考虑尖来灭、侵入、透镜体的特殊地层形态。同时可能存在岩性相变的可能。残坡积地层则可以考虑地形的影响,沿地形推测地层界;

(3)大地层不相嵌:基于地质沉积年代考虑,大地层之间有排斥性,土层只能以新老关系排列,大地层的岩层不能互层;

3. 概化处理

通过钻孔获得的分层数据一般较细。为了合理表达地层三维模型,应对地层进行概化处理。概化处理是依据地质技术人员的专业背景,对地层进行归纳,把一些次级分层整理到主分层中。根据重庆的地质特点分层层级可以控制到二级,即:主层、亚层。为了简化地层,通常认为同一地层的地质属性是相同的。

4. 构造数据预处理

通过构造数据的预处理,建立了地质体的部分边界约束关系,可以保证模型的正确性,构造数据的预处理主要有以下几方面内容:

(1)分析区域地质资料,确定场地所处的构造部位,按空间位置整理与产状数据;

(2)分析区域地质资料,整理是否有断裂或断层,并定义其位置空间数据;

(3)校核“勘察资料”中的产状、构造、断层信息,确保工程勘察信息模型与区域构造不冲突;

5. 拟建物数据整理

一般项目的数据整理主要是获得标高数据及建筑轮廓数据,标高数据需要从总平面图及文字说明确定环境地坪标高及范围、底层地下室地坪标高及范围、正负零标高及范围,除标高数据外,还要确定建筑轮廓数据。因为在本阶段对建筑轮廓要求并不高,所以建筑轮廓数据一般是根据建筑平面图上外轮廓线进行概化处理,得到轮廓的转折点及空间分布数据。

线路项目相对复杂,需要定义线路轴线以及纵横模断面信息,线路项目的预处理需要根据路基、路堑、桥梁、隧道考虑(管线项目可参照道路),数据处理需要根据建模精度对各类纵横断面信息进行必要的分段及简化。

6. 环境数据预处理

环境数据主要指拟建场地影响范围内的相邻建构筑物、管线等,环境数据的预处理需要根据收集的资料,整理出管网的节点、埋深、类别等信息和人防的空间轴线、横断面信息等数据。

7. 岩土工程构件数据预处理主要包含以下几个方面:

(1)构件类型的分类与统计;

(2)构件的命名与编号;

(3)确定各类构件在模型体中的位置;

(4)收集、整理各类构件的几何信息和属性信息;

构件命名应符合重庆市工程建设标准《工程勘察信息模型设计标准》的要求做到规范、合理、简洁,具备可扩展性和通用性。宜按“元素类别_编号_扩展说明”规则进行,以便建模和后续的查询和统计。

例如:支护桩桩_1_C30、桩长 15m;

锚杆_2_孔径 110,锚固长度 5m;

重力式挡墙_3_C20,挡墙高度 6m;

土工格栅_4_3 层,层间距 0.5m;

第三节 建立地表信息模型

一、地表信息模型的基本要求

(一)地表信息模型的选择原则

建立工程勘察信息模型中的地表信息模型可以采用数字高程模型(DEM, digital elevation model)或数字地面模型(DTM, digital terrain model)。

数字高程模型(DEM)是用数字方式对地形表面用数字化方式表达的一种数字模型,通过 DEM 可以进行坡度坡向分析、高程内插、土方计算、地形结构识别、面积体积分析也可以通过等高线、渲染图、线框图等进行可视化操作。

数字地面模型(DTM)除了表达数字高程模型(DEM)的信息之外,还要表达地表的各类地形信息要素,如河流、道路、境界线、地表建(构)筑物等要素。还可以其它非地形要素(如自然资源与环境信息、社会与经济信息等)通过数字化并赋予不同的编码,叠加到 DTM 上,形成的内容更丰富的数字模型。通过 DTM 可以更精确的进行土木工程设计与施工的应用分析。

数字地面模型(DTM)与数字高程模型(DEM)都可以根据需求来确定模型精度。在建立工程勘察信息模型时,可以根据工程勘察信息模型的应用方向和应用深度选择建立那一种地表信息模型。由于 DTM 比 DEM 包含更丰富非地形内容,通过 DTM 获取更多的非地形信息(如河流、地形坡度、植被、人口、经济、行政区划等),便于分析建设工程的影响因素。

(二)地表信息模型的表达要求

为工程勘察信息模型建立地表信息模型,主要有以下要求:

1. 建模范围应满足设计的使用

地表信息模型的建模范围确定原则是要满足设计的使用。应根据拟建物范围、用地红线、周边环境综合确定。建议应遵循如下表规则:

表 4-3-1-2-1 地形建模范围确定规则表

		CL100—CL200	CL300—CL400
1	拟建物为线路工程	拟建轴线两侧 100m	拟建物红线外延 20m
2	拟建物与河流有接触关系 (非穿越关系)	延伸到河流对岸的 岸坡	红线范围
3	拟建物与河流岸坡有接触关系	延伸到河流中心线	红线范围

		CL100—CL200	CL300—CL400
4	拟建物与不良地质体有接触关系	包含不良地质体并外延 50m	包含不良地质体
5	拟建物位于隧道、桥梁、轨道等市政实施保护范围内	包含市政实施保护对象	包含市政实施保护对象,保护范围线一般规定为 50m 范围

2. 建立与模型深度要求适应的地表信息模型

地表信息模型的建立是为设计工作服务,因此其精度也应与设计阶段相配合。地表模型的精度主要表现采样精度、内插精度。精度应满足重庆市工程建设标准《工程勘察信息模型交付标准》要求。

3. 建立与地形相匹配的数据模型

由于重庆的山地地貌,适合建立数字高程模型的数据模型为:不规则镶嵌数据模型和特征嵌入式数据模型。

不规则镶嵌数据模型是指用来构建表面的小面块具有不规则的形状和边界。小面块宜采用基于三角形的不规则镶嵌模型(不规则三角网,TIN,triangulated irregular network)。由于 TIN 模型根据区域有限个点集将区域划分成相连接在一起的三角形网格,区域中任意点可能落在三角形的顶点、边或三角形内。如果点落在三角形顶点上,该点的值为三角形顶点的值;如果点落在三角形的边上,可通过三角形边的两个端点按比例进行内插;如果点在三角形内,内插函数为过三角形三顶点的线性平面。TIN 可以保持整个区域连续。

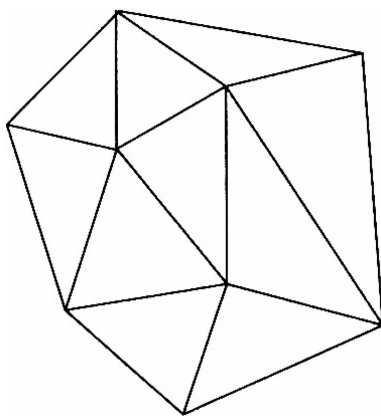


图 4-3-1-2-1 不规则镶嵌数据模型

特征嵌入式数据模型就是将特征要素嵌入到规则或不规则镶嵌数据模型中。由于重庆特殊的山城地貌,可以用具有重要意义的点、线、面(PLA, Points、Line、Areas)定义数据嵌入网格 DEM 数据中,通过对 PLA 的类 DEM

网格化分割处理,完成数据模型的一体化组织,实现全局高效、特征精细的高保真数字地面模型的构建。

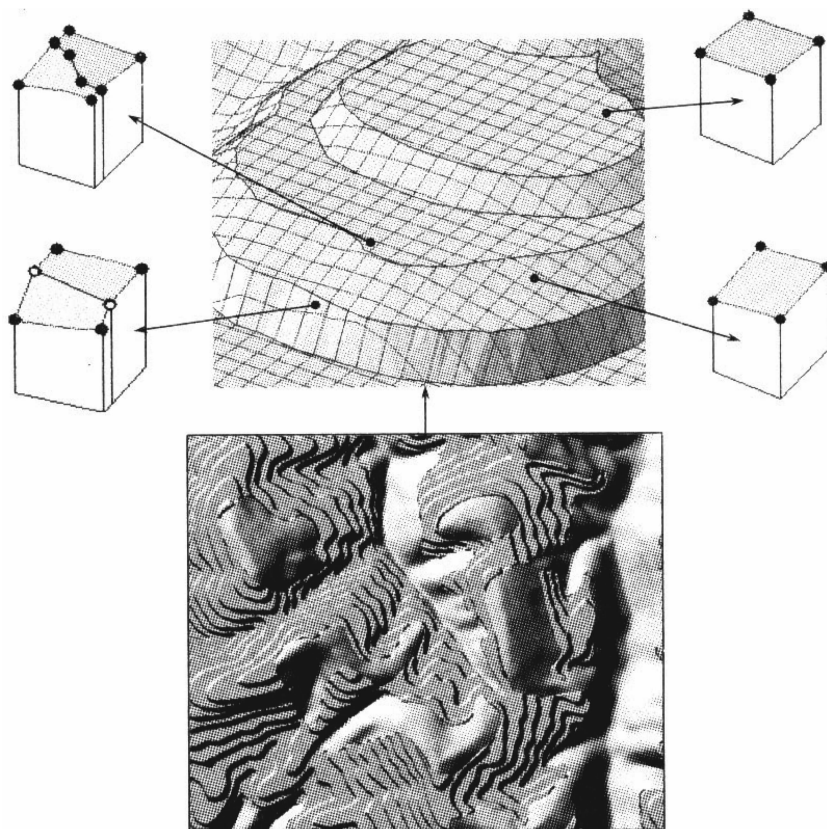


图 4-3-1-2-2 特征嵌入式数据模型

当场地内存在边坡、陡崖、堡坎等地形时,应采用特征嵌入式数据模型。

重庆河谷地形较为普遍,在建立地表信息模型时,应注意河流与地形模型的接触面、边界。尤其是涉及滑坡或不稳定斜坡的场地,河流会影响场地稳定性分析的工况。

二、地表信息模型的建立流程

(一)用地形图建立地表信息模型

从地形图获取地表信息模型是最基本的一种方法。这种方法的数据来源非常容易,采用普通的地形图就可以方便的获取。

从地形图获取地形数据主要就是对等高线和其它的地形图要素进行数字化处理,然后再建立地表信息模型。处理方法半自动或全自动化扫描数字化。生成 DEM 可以由等高线直接生成,也可以由等高线生成 TIN 再内插生成 DEM。通常来说先生成 TIN 再内插格网生成 DEM 的精度和效率最好。

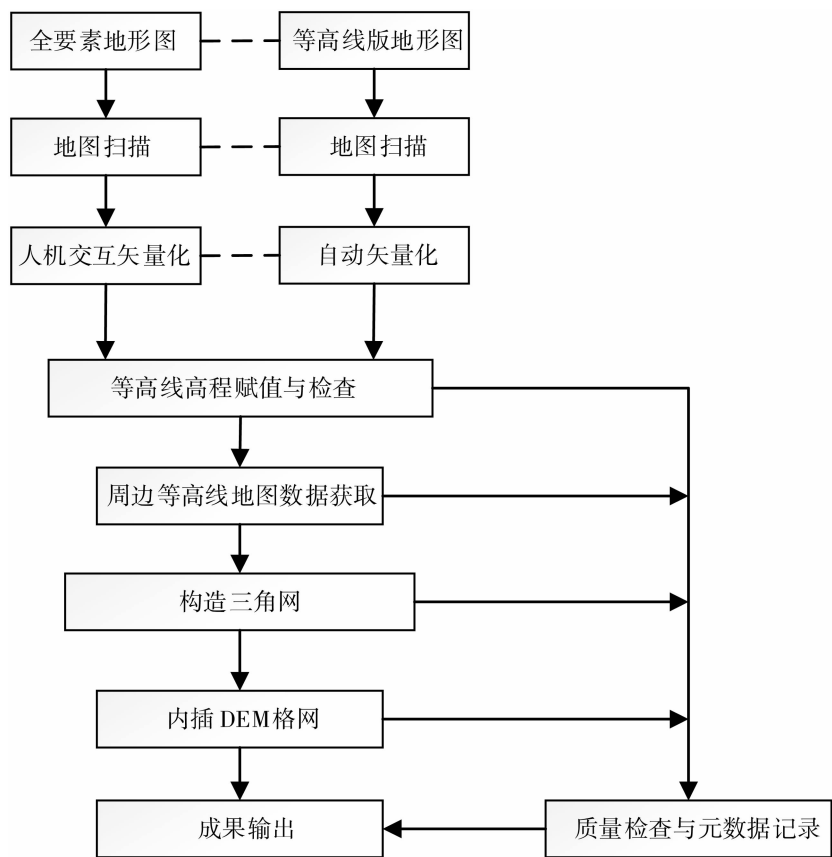


图 4-3-2-1-1 由等高线地形图生成格网 DEM 的作业流程图

用地形图建立地表信息模型的精度与地形图的比例尺有直接关系。选用的地形图应与勘察采用的地形图比例尺一致。

表 4-3-2-1-1 地形图比例尺选用原则表

建模深度	比例尺
CL100	1:2000~1:10000
CL200	1:500~1:2000
CL300	1:500~1:1000
CL400	1:500~1:1000

(二)用摄影测量数据建立地表信息模型

摄影测量的基本原理是:用立体像对来恢复三维物体的原始形态即形成所谓的立体模型,然后在立体模型上量测物体的三维空间坐标以代替野外的量测。

摄影测量经历了模拟摄影测量、数值摄影测量、解析摄影测量、数字摄影

测量几个阶段,摄影测量技术已经经历了长足的发展。目前主要采用数字摄影测量来建立地表信息模型。总的来说数字摄影测量是地形信息较为有效的手段,效率高、劳动强度低、精度满足勘察信息模型应用。

数字摄影测量分为两类方法:全自动摄影测量和交互式数字摄影测量,两类方法都可以用于勘察信息模型中的地表信息模型建立。

全自动摄影测量的效率非常高,精度也比较高,但是对于一些特殊地物的处理效果不好。

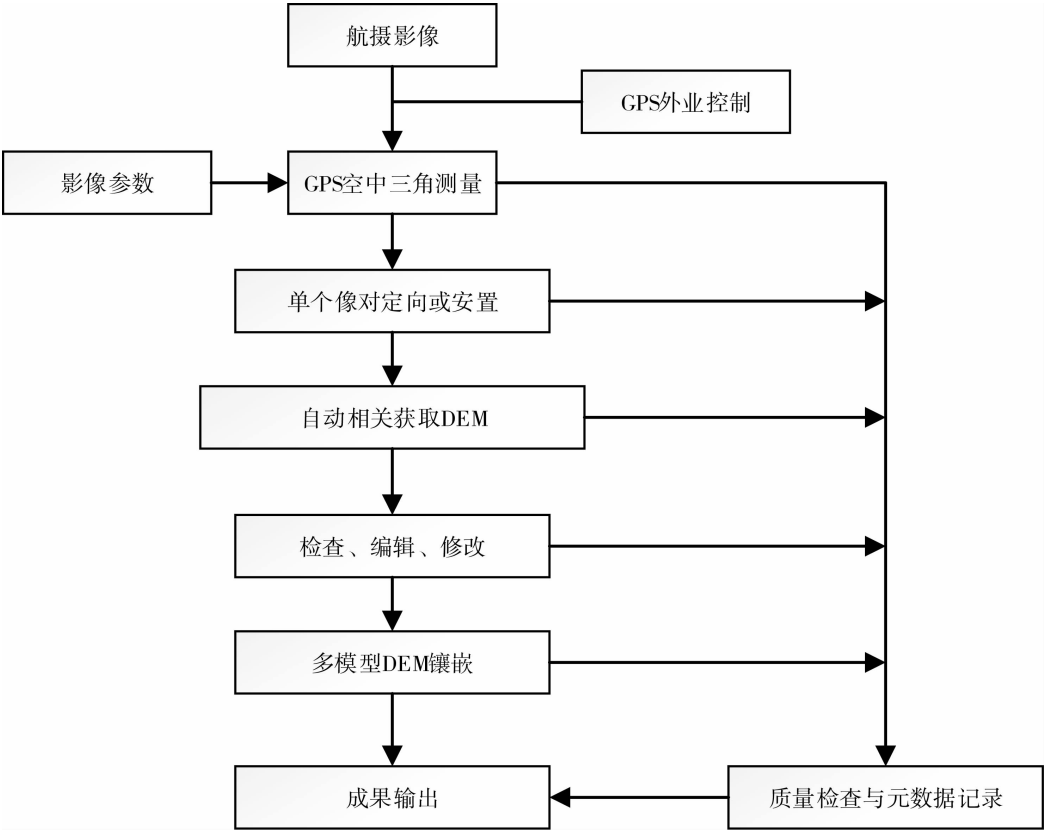


图 4-3-2-2-1 全自动数字摄影测量建立地表信息模型的方法

交互式数字摄影测量的效率相对较慢,但是获取的地表信息模型比较可靠、精度高。在实际工作中可以采用全自动数字摄影测量与交互式数字摄影测量混合采样的方法,以全自动为基础,对于特殊地区采用交互式。

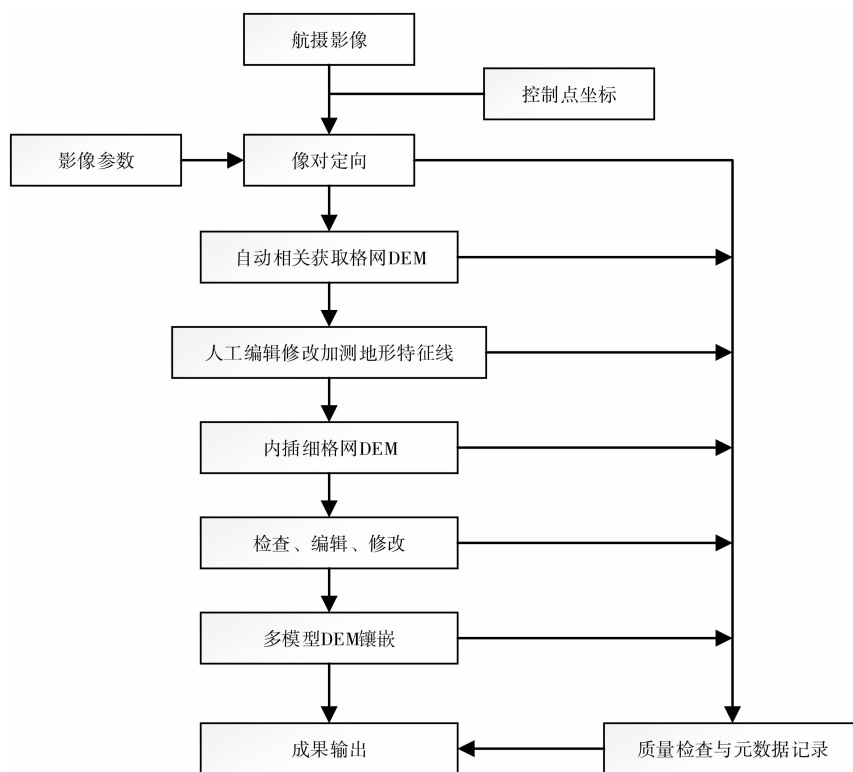


图 4-3-2-2-2 交互式数字摄影测量建立地表信息模型的方法

(三)由激光扫描数据建立地表信息模型

激光三维扫描是最近十年来快速发展起来的主动遥感系统。随着硬件技术和软件技术的不断成熟,已研制出车载、机载、便携式性的三维激光扫描系统。这项技术具有以下优点:

- (1)高精度;
- (2)可快速完成大范围区域作业;
- (3)与摄影测量相比自动化程度更高,劳动强度更低;
- (4)可采集陡崖等特殊地形;

三、地表信息模型的质量检查

(一)检查内容

对地表信息模型的质量检查与采用何种方法建立是密切相关的,主要包括以下内容:

- (1)检查地表信息模型的数学模型;
- (2)检查地表信息模型的起止坐标正确性;
- (3)检查地表信息模型的高程范围区间是否正确;
- (4)检查地表信息模型的原始数据质量;
- (5)检查地表信息模型的内插质量;

(6)检查地表信息模型中的特殊地形的质量;

(二)检查方法

1. 目视检查:主要以可视化表达建成的信息模型,由人工判断与检查。借助可视化功能可以通过目视检查是否有高程突变、地貌形态不符等问题。

2. 自动或半自动检查:主要指基于趋势面与三维可视化,以及基于等高线拓扑关系的检查方法。在数字摄影测量或三维激光扫描处理软件中,可以借助软件提供的工具进行数据质量的交互检查。

3. 影像分析检查:用灰度或彩色影像栅格数据来表达高程组,采用色彩或灰度对照表建立各个高程值之间的对应关系,对局部进行详细检查,计算出局部区域的误差,从而分析其数据质量。

第四节 建立工程地质信息模型

一、工程地质信息模型基本要求

工程地质信息模型主要包含地层岩性、地质构造、水文地质条件、不良地质现象、建构筑物主要设计数据以及相邻建构筑物、地下管网位置及范围。

建立的模型可以分为两种表达形式。一是按实体、二是挂接实体。在实际建模过程中可以用点、线、面、体来表达的就直接采用实体的方式建模并录入相关非几何信息,从而形成信息模型。对于无法用空间形态来表达的模型,可以抽象为点、线或面,把相关非几何信息挂接在对应的点、线、面上,形成完整的信息模型。可以根据不同的实际地质条件、建模要求来选择模型的表达形式,如表 4-4-1。

表 4-4-1 典型工程地质信息模型建立要求表

元素	表达形式	建模实体	建模要求
拟建物模型	实体	体、面	工民建表达拟建物几何尺寸,可以不用太精细,道路可按面来表达,桥、隧用体表达
钻孔		体	以夸大岩柱的方式表达钻孔及地层分层信息
探井	实体	面	表达探槽的空间形态及揭露的地层信息
探槽	实体	面	表达探井的空间形态及揭露的地层信息
物探	挂接点或线	点、线	根据物探类型建立线,挂接成果数据
地质界线	实体	线	表达地面出露的地层露头的空间形态及层序
地质点	挂接点	面	以地表模型为基础,拓朴分析地层露头线与地面组成的面,在表达时应注意应与地面(去掉地面附着物)完全重合

元素	表达形式	建模实体	建模要求
地层界面	实体	面	关键层面(表达基岩面、地质年代分界面)精确到统一层面
地层体	实体	体	表达不同时代或不同岩性构成的地质体
断层	实体	面、体	根据断层的特性,以面或体表达断面的空间形态
水位面	实体	面	表达连续的地下水位面,不考虑上层滞水
管线	实体	线、体	表达管线的空间形态及属性
人防硐室	实体	体	表达硐室(洞室、轨道交通等地下建构筑物)的空间形态、围衬类型
地下硐室	实体	体	表达硐室(洞室、轨道交通等地下建构筑物)的空间形态、围衬类型
原位测试	挂接点	点	表达为点,主要是挂接相关属性

通过三维的地层信息模型对实际的地质勘察工作与设计工作非常有用,三维地层模型可以准确表达复杂的地质现象,如果辅以空间分析工具可以灵活自然地表现三维地质实体,最大限度的增强地质分析的直观性和准确性。

工程地质信息模型的表达要依赖计算机软硬件系统来实现。流行的底层三维显示底层技术 OpenGL 和 Direct3D 可以较好的用于三维图形渲染引擎,可以有效的支持三维地质模型的可视化。目前主流的建模软件平台都能够实现场景渲染、自由视图、纹理、材质、光源等功能,但是对于工程地质信息模型的表达除了完成以上基础表达要求外,还需要做到以下功能:

(1)钻孔三维显示:由于钻孔实际直径很小,如按真实尺寸显示立体模型效果较差。所以钻孔应以夸张岩柱来显示,并跟随显示比例放大缩小。在实际应用中,还应该支持钻孔独立显示与漫游。在视图中能地支持钻孔地层及相关附属模型的属性查询;

(2)地层显示:主要包括层面显示、地质体显示、剖切显示。通过以上显示模式,可以便于地质技术人员迅速查询地层分布、地层特性;

(3)集成显示:集成显示是指根据分析需要,将不同的模型组件有层次的显示在一个视图中,可以完成筛选、过滤等显示功能;

(4)飞行模拟:对于大场景,需要设置线路,进行飞行模拟,以求快速了解或展示地质条件。飞行模拟需要在地表以下,观察地质条件,也可以在地表模型上方完成对地表地质件条件的观察;

(5)输出:为了更好的完成地质分析工作,需要将模型输出为:二维图件、视频、分解模型等;

二、工程地质信息模型建立流程

(一)基于地质测绘数据建模流程

以基于地质测绘数据的建模,是以地面的地质测绘信息为基础数据。进行地质面或地质体建模。基于地质测绘信息主要指利用地质填图产生的地质界线来建模。这种建模精度较差,适用于建设工程项目的规划与可研阶段。

可用于建模的基础数据主要为:

- (1)地层分界线及地层属性;
- (2)断层露头;
- (3)实测地质断面;

基于地质测绘数据建模流程见图 4-4-2-1,其中比较关键的流程是:提取平面地质数据和高程与地质界线的交互处理。地质测绘通常是表现在平面图上,需要将有用的地质信息数字化提取出来,并进行投影变换,赋予坐标及高程信息。同时要地形模型校核,确保其正确的空间特性。

在建立地层层面时,必须根据地表产状信息和区域地质构造褶皱断层的分布来确定地层面趋势。在构建地质体和地质界面模型时应注意底面边界的设置。底面边界要做到既满足工程建设要求又不过深。

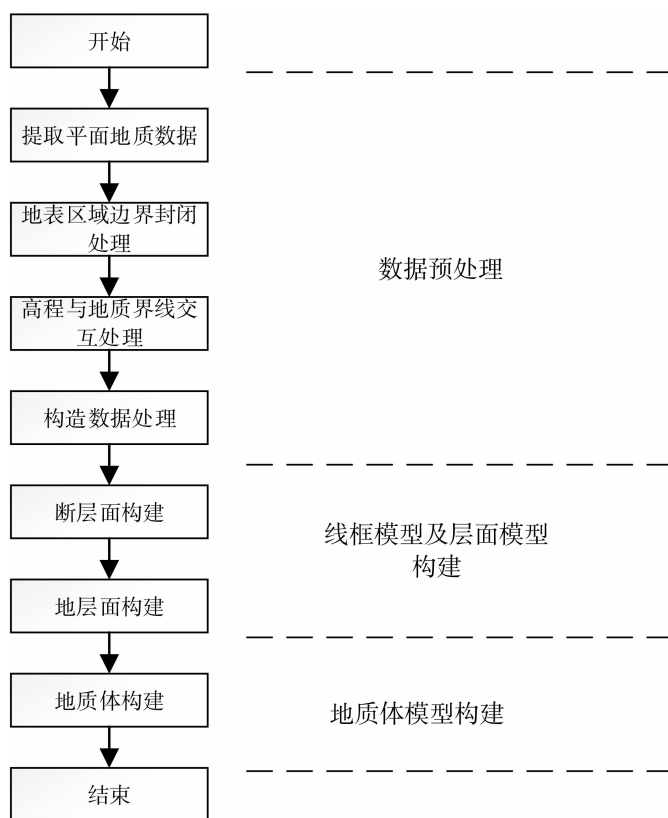


图 4-4-2-1 基于地质测绘数据建模流程

(二) 基于钻孔建模流程

基于钻孔建模是以钻孔、探槽、探井为主导建模数据,辅助地质测绘信息进行建模。

- (1) 对勘探工程,尤其是钻孔的数量及质量要求较高;
- (2) 建模过程较繁琐,需要大量不必要的人工控制;
- (3) 在建模时,以钻孔地层深度为插值依据,不易考虑构造(断层、褶皱)的影响;

基于钻孔建模时,通过地层层面形成地层层面网格时,应尽量结合专业知识背景及经验,构建合理层面模型。其主要流程如下图所示:

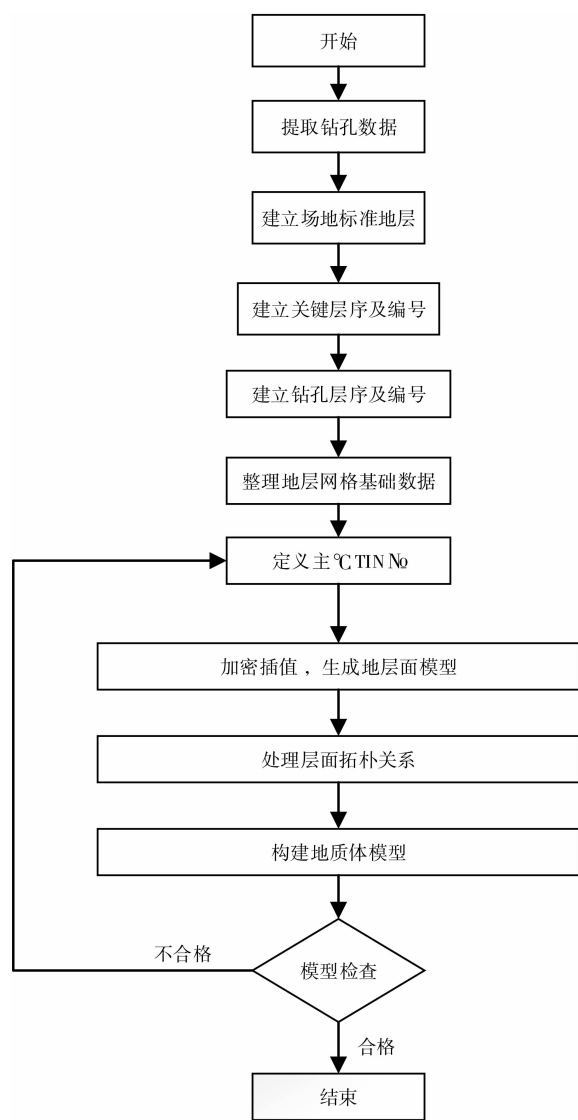


图 4-4-2-2 基于钻孔建模流程

主要步骤说明如下：

(1)提取钻孔数据:对于特定区域的建模,需要大量的钻孔及其它勘探数据,这些勘探数据提供了位置、分层深度、地质描述等基础信息。这部分信息通常比较规范,可以用格式化表格或数据库来存储,为建立层面模型提供基础数据;

(2)建立场地标准地层:在生成层面网格之前,场地内分布的所有地层进行统计,把主要的地层定义为标准地层。完成标准地层定义后,可以做到所有的地层都能对应到标准地层上,此时不定义层序,只考虑分布的地层;

(3)建立关键层及钻孔层序及编号:在建立标准地层之后,就需要按新老关系、构造、空间分布等建立地层层序。地层层序可以用编号顺序来表达。定义层序对模型的正确性及可靠性有非常大的影响,因此重要性不言而喻。同时,建立层序是建模工作中人工工作量及难度都较大的一部分。编号可采用主层编号及亚层编号来定义,编号规则是“从新到老,逐层递增”。关键层主要是指岩土分界面、年代分界面(组)、风化分界面、水位界面等;

(4)整理地层网格基础数据:在进行前面三步工作后,已得到规格化的建模基础数据。此时需要将这些建模基础数据进一步整理成生成三角网所需要的数据格式,即钻孔层面分界点的“X,Y,Z”数据;

(5)定义主“TIN”:定义主 TIN,就是指以钻孔孔口坐标为基准,结合建模区域边界条件,采用标准的三角网加密算法形成受钻孔分层面控制的三角网。主 TIN 需要定义待构建三维地层模型的外边界,还需要表达建模区域各个地层层面的拓扑关系。建立了主 TIN,需要用主 TIN 来控制整个模型。主 TIN 可以简化后续建模难度,并增强后续插值算法的准确性;

(6)加密插值生成层面模型:在主 TIN 的控制下,利用地层基础数据及层序数据,进行加密插值,得到初步的地层层面模型。在求解没有控制数据处的层面空间数据时,需要考虑沉积原理及构造(断层),确保地层层面的合理性;

(7)处理层面拓扑关系:在生成层面模型后,可能会出现较多的问题。主要问题有地层相交或悬挂,因此必须通过人工交互来处理层面间的拓扑关系。同时要注意特殊地层的拓扑关系。特殊地层主要是指透镜体、尖灭。为了下一步构建地质体的顺利,需要消除错误的拓扑关系;

(8)构建地质体:在前面过程已完成的前提下,已用三角网构成了各个地层面,而且通过拓扑关系处理好了层面之前的接触关系。接下来构建地质体就是用层面相互拓扑形成地层体。形成的地质体如果不能达到要求,可以重复(5)、(6)、(7)步骤,直到生成的地质体模型达到要求;

(三)基于剖面建模流程

基于剖面建模是指以绘制好的剖面图作为建模基础数据来建立模型,由于在绘制剖面图时,已经有具备专业背景的技术人员通过自己的经验及认识,对剖面的地层分界线进行了人工控制,所以建模的合理性得到一定的保证,另一方面对建模的数据需求相对低一些。基于剖面建模特别适合构建地质体模型,容易控制尖灭、透镜体等特殊地质体。

基于剖面建模流程与基于钻孔建模的区别在于构建三角网的基础数据是从剖面上的分界线解析得到,而基于钻孔是直接利用钻孔位置及分层深度得到。因此基于剖面建模流程后半部分的流程与钻孔建模一样。其主要流程如下图所示:

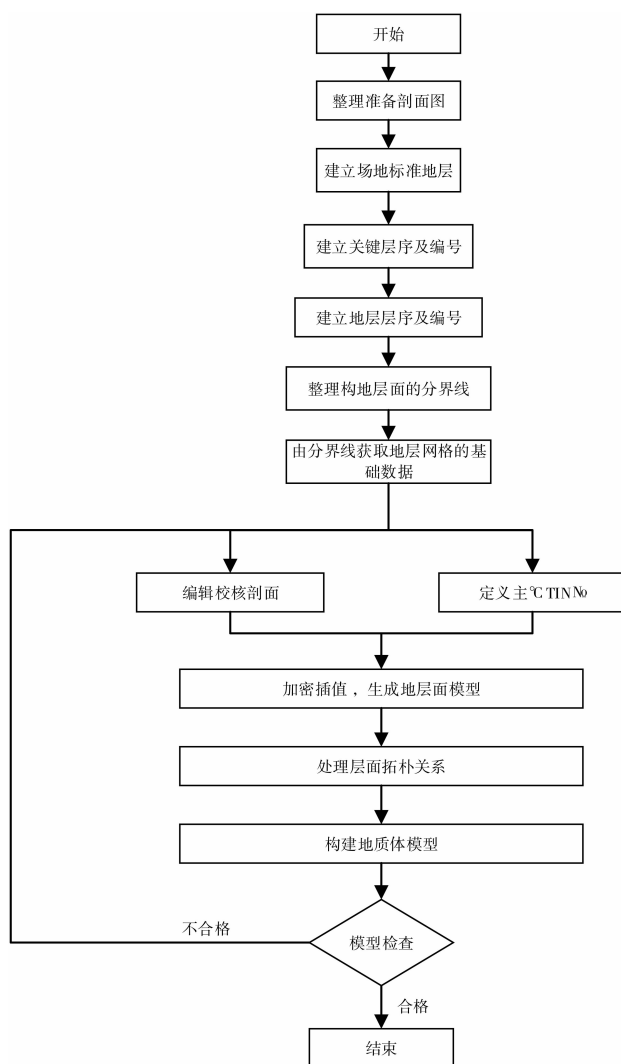


图 4-4-2-3 基于剖面建模流程

(四)综合法建模流程

在实际建模的过程中,很少单独用上述三种方法来建模。很多是结合不同来源的资料综合运用三种方法来建立工程地质信息模型。通过三种方法的综合运用可以比较好的保证模型的可靠度与合理性。

综合法建模的流程如下图所示。通过图示可以看出,在准备建模数据及预处理阶段,就把剖面的分层空间数据引入建模基础数据,此时已将专业人员的对场地的认识叠加到模型上。然后在生成加密三角网之前,又用剖面及地面填图的信息来影响三角网成网格质量。同时在模型检查过程中又反复用剖面 and 地质填图信息来校核层面模型及地质体模型。因此通过综合法可以得到高质量的工程勘察信息模型。其缺点是需要使用较多来源的地质数据,另一方面建模过程比较繁琐,且建模周期较长。

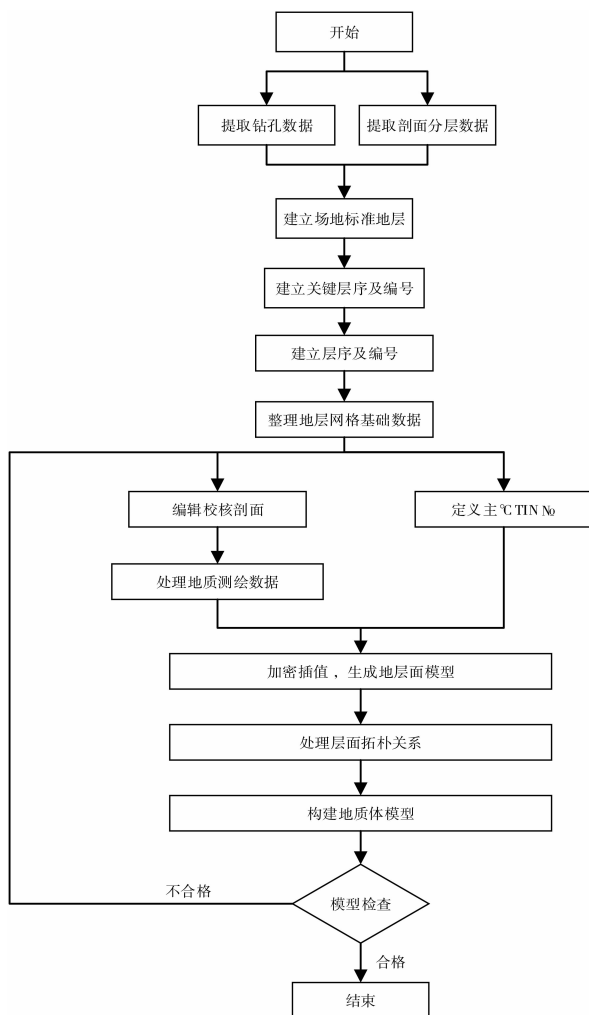


图 4-4-2-4 综合法建模流程

三、工程地质信息模型质量检查

工程地质信息模型质量检查的重点在：地层拓扑关系、层面异常与合理性、地质体异常与合理、属性质量等。主要的检查方法说明如下：

(1)常规目视检查：目视检查可以把主要的模型组件分立出来，通过目视及专业人员技术经验进行检查，目视检查可以对粗略拓扑关系、地质合理性进行一个初步的判断；

(2)虚拟钻孔检查：虚拟钻孔检查是指在任意地表，设置一个虚拟钻孔，把虚拟钻孔穿越的层面、地质体及其属性表达出来，再通过技术人员的专业经验进行合理性判断。虚拟钻孔可以灵活设置，可以均匀分布，也可以重点抽查一些地质件条较复杂的地段；

(3)剖切检查：剖切检查原理与虚拟钻孔类似，也是设置一条剖面线，对三维模型进行剖切，自动根据穿越模型形成一条剖面，然后技术人员的专业经验进行合理性判断。由于剖面图内容比钻孔丰富，因此剖切检查的效率比虚拟钻孔高；

(4)自动化拓扑检查：自动化拓扑检查主要是每个模型迭代分析与周边模型的拓扑关系，得到不正常的相交、悬挂等信息；

(5)数据统计：数据统计是把模型中某一类空间数据（如标高）提取出来，用统计学理论来分析，找出异常值；

(6)属性统计检查：数据统计是把模型中的属性数据中的同类数据提取出来，用统计学理论来分析，找出异常值；

第五节 建立岩土工程设计信息模型

一、岩土工程设计信息模型基本要求

1. 岩土工程设计信息模型：主要指在已有地表信息模型和工程地质信息模型之上建立岩土工程结构构件，能实现边坡、基坑、地基处理等相关设计和计算的信息模型。

2. 岩土工程设计信息模型的数据来源：主要包括边坡、基坑支护结构及地基处理方案等资料，以及与岩土工程设计项目有关的其他工程资料。

3. 岩土工程设计信息模型的平面及空间范围：应包含边坡（基坑）影响区域及其受影响保护对象，并满足岩土工程设计及相邻建（构）筑物安全评估需要，且应符合相关规范要求。

4. 目前岩土工程设计阶段分为方案设计和施工图设计两阶段：岩土工程设计信息模型在建模初期就需要明确设计阶段，以便获取相对应的数据信息开展建模工作。在不同的岩土工程设计阶段，应提供不同深度的模型数据信息，分为几何信息和非几何信息两大类。

5. 岩土工程设计信息模型主要有边坡支护信息模型、基坑支护信息模型和地基处理信息模型。其中边坡和基坑支护模型主要包括边坡（基坑）体、挡墙、支护桩、面板、肋柱、压顶梁、承台、锚杆、锚索、土钉等元素；地基处理信息模型主要包含换填垫层体、夯实压实体、复合地基增强体、注浆加固体、基础、换填开挖面、分层强夯面、土工材料铺设面、地基处理影响深度面、地基处理完成面等元素。

6. 模型中各类构件元素建立方式及需包含的信息如下表 4-5-1：

表 4-5-1 岩土工程设计信息模型构件元素建立方式及相关信息表

元素类型	建立方式	几何信息	非几何信息
边坡（基坑）体	体	截面形状、截面尺寸、位置	面积、体积、地质特征信息、坡面分段线信息、监测信息、荷载信息
重力式挡墙	体	截面形状、截面尺寸、位置	密度、弹性模量、变形模量、泊松比、摩擦系数、抗压强度、荷载信息
锚杆	体	截面形状、截面尺寸、间距、位置	密度、弹性模量、变形模量、泊松比、摩擦系数、法向刚度模量、切向刚度模量、抗拉强度、抗压强度、预应力、粘结强度
锚索	体	截面形状、截面尺寸、间距、位置	密度、弹性模量、变形模量、泊松比、摩擦系数、法向刚度模量、切向刚度模量、水泥砂浆的刚度、抗拉强度、抗压强度、预应力、粘结强度
支护桩	体	截面形状、截面尺寸、间距、位置	密度、弹性模量、变形模量、泊松比、摩擦系数、抗拉强度、抗压强度、约束条件、荷载信息
肋柱	体	截面形状、截面尺寸、间距、位置	密度、弹性模量、变形模量、泊松比、摩擦系数、抗拉强度、抗压强度、约束条件、荷载信息

元素类型	建立方式	几何信息	非几何信息
面板	面、体	截面形状、截面尺寸、位置	密度、弹性模量、变形模量、泊松比、摩擦系数、抗拉强度、抗压强度、荷载信息
梁	体	截面形状、截面尺寸、位置	密度、弹性模量、变形模量、泊松比、抗拉强度、抗压强度、约束条件、荷载信息
截(排)水沟	面、体	截面形状、截面尺寸、位置	密度、弹性模量、变形模量、泊松比、抗拉强度、抗压强度、
土工格栅	面	形状、尺寸、位置	密度、弹性模量、变形模量、泊松比、摩擦系数、剪切模量、正交各项异性参数、抗拉强度、抗压强度、膨胀系数
换填垫层体、夯实压实体、复合地基增强体、注浆加固体	体	形状、尺寸、位置	地质特征信息、载荷试验信息、约束条件、边界条件、荷载信息
换填开挖面、分层强夯面、土工材料铺设面、地基处理影响深度面、地基处理完成面	面	形状、尺寸、位置	地质特征信息、载荷试验信息、约束条件、边界条件

7. 岩土工程设计信息模型中需要输入的荷载信息主要包括以下几类：

(1) 主动土(岩)压力、静止土(岩)压力、渗水压力、滑坡推力、岩土体自重等；

(2) 坡顶超载、基础荷载、锚索(杆)预应力等；

(3) 荷载施加位置；

(4) 荷载组合系数；

二、岩土工程设计信息模型建立流程

岩土工程设计信息模型需将岩土工程构件与工程地质模型进行有效的结合,实现计算、分析以及展示等相关功能,其主要建模步骤说明如下：

(1) 根据模型类型选择合适的岩土工程构件,检查相应的工程地质模型是否满足设计需要；

(2) 参照表 4-5-1 输入相关几何信息,建立岩土工程构件,根据构件在工程

地质模型模型中的相对位置,对两者进行组合;

(3)根据设计需要选择合适的计算模式,设置合理的边界条件和约束条件,赋予岩土工程构件非几何信息;

(4)计算;

(5)对计算结果进行整理和分析,判断其是否合理和满足设计需要;

(6)读取结果,按照工程要求进行计算书、图件等结果输出;

具体建模流程可按下图进行操作:

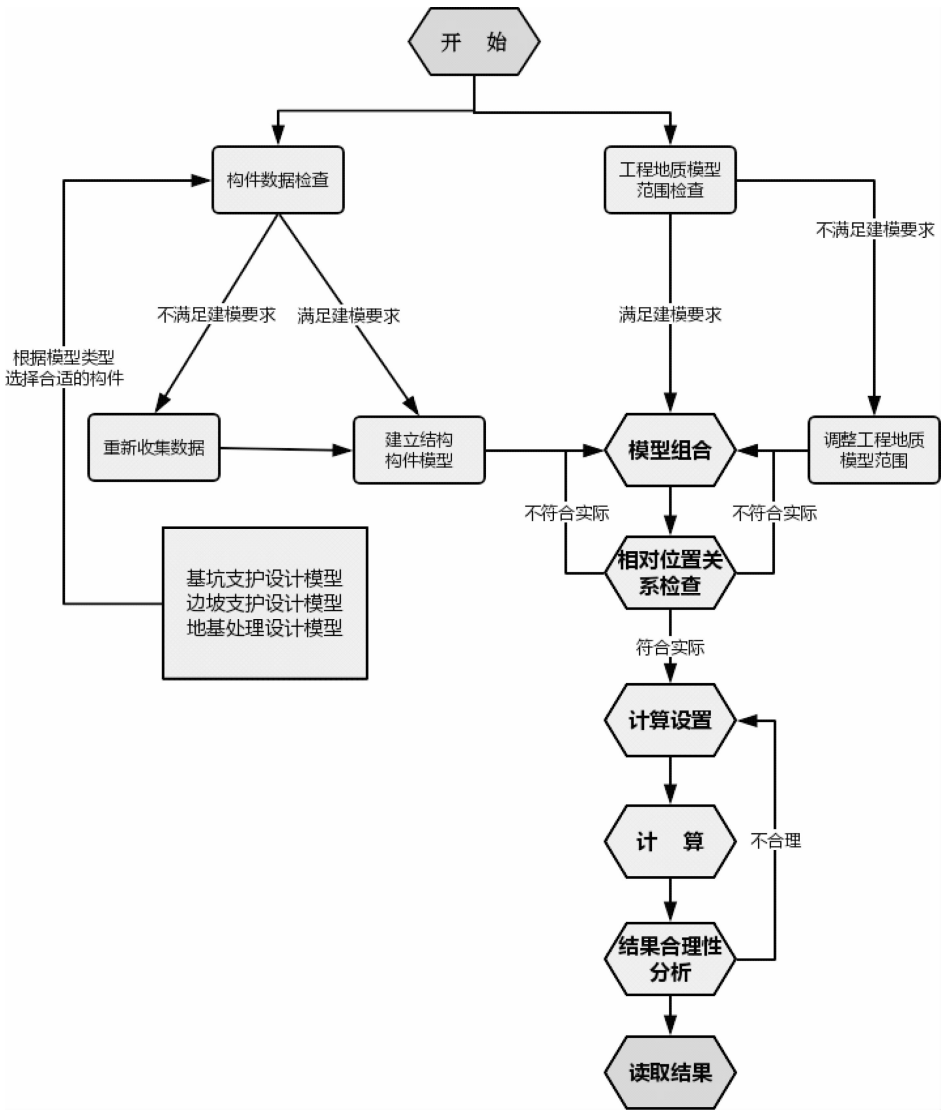


图 4-5-1 岩土工程设计信息模型建模流程图

三、岩土工程设计信息模型质量检查

在岩土工程设计信息模型中,应利用岩土信息模型的可视化、信息化特

点,对设计阶段的支护设计模型进行质量检查。同时,由于岩土工程设计信息模型是工程生命周期中各相关方共享的工程信息资源,也是各相关方在不同阶段制定决策的重要依据。采用信息模型技术后,模型所承载的信息量更丰富,逻辑性与关联性更强。因此,除了设计层面的校核以外,对模型也应考虑进行检查校核。

质量检查工作主要方法如下:

1. 收集数据,并保证数据的可靠性,如有必要,对模型进行整合。

2. 模型完整性校核:岩土工程设计信息模型中所应包含的模型、构件等内容是否完整,岩土工程设计信息模型所包含的内容及深度是否符合交付等级要求。

3. 建模规范性校核:岩土工程设计信息模型是否符合建模规范,如建模方法是否合理,模型构件及参数间的关联性是否正确,模型构件间的空间关系是否正确,语义属性信息是否完整,交付格式及版本是否正确等。

4. 设计指标、规范校核:岩土工程设计信息模型中的具体设计内容,结合国家和行业主管部门有关设计规范及合同要求、同时利用三维可视化、信息化优势,对模型进行校核,以保证设计的规范性合理性、模型的规范性与可交付性。

5. 校核内容包括但不限于以下几点:

(1)设计参数校核,包含岩土物理力学参数及结构构件材料力学参数的校核检查;

(2)模型及构件的几何信息与非几何信息校核,如模型及构件的几何尺寸、空间位置、类型规格等是否符合合同及规范要求;

(3)碰撞检查,应用三维模型,可以检查支护元素与周边构筑物及其它专业元素(如管网等)间的碰撞,检查类型分为硬碰撞与间隙碰撞,硬碰撞是对于检测两个几何图形间的实际交叉碰撞,而间隙碰撞用于检测制定的几何图形需与另一几何图形具有特定距离,如净距、净空等。通过碰撞检查,可减少了返工和重建,并最大程度减少工程量,更加经济和高效。碰撞检查是一个反复的过程,需要不断检查校核→调整→检查,直到最后满足设计与施工要求;

(4)支护体系平面、立面、剖面检查,对整合后的模型进行,产生平面、立面、剖面视图,并检查三者的关系是否统一,修正相应模型的错误,直到三者的关系统一准确。设计、规范方面的校核较为繁杂,设计人员应在熟悉规范的基础上,充分利用岩土工程设计信息模型的优势,对设计模型进行校核,以减少

返工与重建,保证岩土设计的科学合理性;

(5)模型协调性校核,指模型及构件是否具有良好的协调关系,如专业内部及专业间模型是否存在直接的冲突,安全空间、操作空间是否合理等。这需要与其它专业协同合作,以避免冲突;

(6)按照统一的命名规则命名文件,保存修改后的整合模型文件与各类构件;

第五章 交付工程勘察信息模型

第一节 基本要求

工程勘察信息模型的交付是将符合要求的基于工程勘察信息模型的勘察设计成果,即模型交付物,包括工程勘察信息模型本身,以及基于信息模型所形成的各类视图、分析表格和说明文档等,按协议或约定交付业主或委托方。

一、交付的目的意义

工程勘察信息模型的交付,其目的是使重庆市内各工程勘察设计单位在同一标准体系之下工作与交流,并实施广泛的数据交换和共享。可用于建设工程的规划、设计、建造和运维过程中,基于工程勘察信息模型数据成果的建立、传递和交付,代表相应工程勘察信息模型数据的成熟度。

对交付物和交付过程进行标准化,可以落实和普及重庆市建设工程领域工程勘察信息模型的技术应用,提高工程勘察信息化水平,使工程勘察信息模型的交付行为具有可操作性的和强兼容性。

二、数据来源的要求

输入工程勘察信息模型的相关信息应对其源头的准确性进行确认,在信息的传递和提取过程中应保证数据链条的完整性。模型制作方在建模前,需要对模型信息进行检验和甄别,避免使用错误信息;在模型交付时,需要注意信息的转换格式和传递途径,避免数据损坏和丢失。

三、成果维护和管理

模型成果的提供方和使用方均可对工程勘察信息模型成果进行维护和管理,但是模型成果的修改与更新工作,原则上应由模型制作方完成,使用方应提供更新所需的资料。

为保证数据的安全性,模型成果数据可采用冗余阵列、异地备份等方式进行备份,并安装专业的安全软件。入库数据在完成兼容性和完整性检查后,采用统一的数据库进行集中管理,并可通过元数据对数据库进行扩充。为记录和追溯各方对信息模型的更改历史,信息模型采用版本控制进行管理。

第二节 模型交付深度等级

模型交付深度等级是指工程勘察信息模型交付时所能达到的精细程度,一般取决于所能获得的反映场地地表、工程地质及岩土工程条件信息的充分程度。

工程勘察信息模型所包括的信息以及交付物应该与工程项目各阶段的使用需求相匹配,而具体工程项目的使用需求则与工程性质、阶段、目的有关,如可行性研究、初步设计、施工图设计、施工过程及竣工。模型制作方在开始建模之前,应首先对模型信息进行检验和甄别,避免将错误信息引入模型;同时在模型正式交付时,还应对信息的转换格式进行约定和说明,并选择安全的传递途径,避免数据的损坏和丢失。

一、交付内容的分类

工程勘察信息模型交付的内容按类型可分为几何信息和非几何信息两类,其中,几何信息主要用以表示工程勘察对象的空间位置及自身形态(如长、宽、高等)的参数,它体现在工程勘察信息模型本身上;非几何信息是指用以表达工程勘察对象及拟建物,除几何信息以外的其它信息,用以描述工程勘察各类信息的本质特征,如岩性属性、岩土参数、原位测试及其他各种参数信息,集中体现在信息模型背后的岩土工程数据库上。

根据岩土工程勘察的工作特点,以及对工程勘察信息模型设计的要求,其中,地表信息应包括空间基准、地表面、地表水体、地面建(构)筑物等信息;工程地质信息应包括工程地质条件、勘探、测试、拟建工程、相邻建(构)筑物等地下综合信息;岩土工程设计信息应包括基坑、边坡支护工程地下空间与地下工程、地基基础及地基处理工程等方面的设计与施工信息。

二、交付深度等级

工程勘察信息模型交付深度等级是指工程勘察信息模型交付时所能达到的精细程度,一般取决于所能获得的反映场地地表、工程地质及岩土工程条件信息的充分程度。模型交付深度应综合考虑工程性质、规模、特征、场地复杂程度、工作细致程度及建模信息的充分度等因素,根据工程实际需求确定。工程勘察信息模型交付深度等级的选择,应在勘察实物工作基础上,结合场地及工程实际情况,综合考虑多方面因素而确定。而且,工程勘察信息模型的深度

等级与传统的勘察工作阶段划分并无必然对应关系,如 CL200 交付深度的模型并不一定代表是初步勘察阶段的成果。

工程勘察信息模型交付深度应分为几何和非几何两个信息维度,每个信息维度分为 4 个等级区间,分别为 CL100、CL200、CL300 和 CL400,不同交付深度的工程勘察信息模型满足不同的工程用途:

(1)CL100 深度等级应初步反映建设场地及其周边的地形地物与基本工程地质信息,并可满足可行性研究或方案设计的需要;

(2)CL200 深度等级应准确表达建设场地及其周边地表信息,初步反映场地内地质条件和岩土参数,为工程设计提供初步建议,并可满足初步设计的需要;

(3)CL300 深度等级应准确表达建设场地及其周边环境的地上和地下综合信息,查明场地岩土条件,为工程设计、施工和不良地质作用的防治等提供建议,并可满足施工图设计的需要;

(4)CL400 深度等级应全面反映建设场地及其周边环境的地上和地下综合信息,以及相应的施工过程信息,为工程项目施工及竣工提供基础资料支撑,并可满足施工及竣工的需要;

工程勘察信息模型的交付应符合重庆市工程建设标准《工程勘察信息模型交付标准》的相应规定。工程勘察信息模型交付深度等级反映了重庆地区工程勘察工作的特殊性,与建筑、市政专业的相应规范标准的模型交付深度等级划分无严格的对应关系。CL400 为工程勘察信息模型的最高交付等级,从工程勘察的角度来说,此等级模型应包含施工阶段的勘察内容,保证工程勘察信息模型的精度;从岩土工程设计的角度来说,还应包含岩土工程的施工与竣工信息,可用于工程后续的运营与维护。

第三节 交付内容

一、基本要求

工程勘察信息模型的成果表达应符合相关专业技术标准要求,保证成果的完整性、准确性、可交换性和可维护性。工程勘察信息模型的交付成果在委托范围内应保证完整性和准确性是基本要求,可交换性主要是指模型的文件格式应采用主流格式,易于转换并能够被主流软件所识别和导入。当模型数据信息发生变化和更新,需要对工程勘察信息模型进行调整时,应能够对模型

进行维护。

工程勘察信息模型中反映的内容与时间相关,或具有特定使用前提的部分,应在模型中进行明确,避免引起误读误用。

二、交付物

交付物的核心是工程勘察信息模型,同时应提交交付说明书,以及典型二维图件、三维展示图等配合使用,提高模型使用的便利和效率。交付说明书主要包括下列内容:项目概述,信息模型深度说明,工作环境(软、硬件及网络环境),模型构成及文件列表、成果交付标准及交付格式。鉴于地质环境的复杂性和不确定性,仅根据有限的勘探数据建立的模型难免存在与实际情况有出入的地方,因此,有必要提交根据所建模型剖切出的典型的二维剖面图,来反映建模人员对于场地的总体认识,以及场地内特殊地段的工程地质条件等。三维展示图是指打印出来反映所建模型整体效果的图件,同时对于特殊地段也可以增加场地局部的三维展示图。二维剖面图、三维展示图的图件数量应根据场地的复杂程度确定,以满足表达需求为原则。

三、几何信息交付内容

工程勘察信息模型的几何信息交付内容可包含以下内容:

1. CL100 深度等级的模型几何信息可包括:

- (1)地表信息:地表面、地面建(构)筑物等信息;
- (2)工程地质信息:地质点、地质界线、不良地质体、等信息;
- (3)不涉及岩土工程设计信息;

2. CL200 深度等级的模型几何信息可包括:

- (1)地表信息:地表面、地表水体、地面建(构)筑物等信息;
- (2)工程地质信息:地质点、地质界线、地质剖面、地质界面、地质体、不良地质体、物探、原位测试、室内试验、拟建物、环境边坡、基坑边坡、相邻建(构)筑物基础、地下洞室等信息;

(3)岩土工程设计信息:边坡(基坑)工程和地基处理工程信息;

3. CL300 深度等级的模型几何信息可包括:

- (1)地表信息:地表面、地表水体、地面建(构)筑物信息;
- (2)工程地质信息:地质点、地质界线、地质剖面、地质界面、地质体、地下水、不良地质体、钻孔、探槽、探井及探坑、物探、原位测试、室内试验、拟建物、环境边坡、基坑边坡、相邻建(构)筑物基础、地下洞室、地下管网等信息;

(3)岩土工程设计信息:边坡(基坑)工程和地基处理工程信息;

4. CL400 深度等级的工程地质信息模型的几何信息应与 CL300 深度等级的规定保持一致,但是 CL300 的岩土工程设计模型可以用简单几何形体表达,建模几何精度为 0.05m,而 CL400 要求以精确几何形体表达,对应精度为 0.01m。

四、非几何信息交付内容

工程勘察信息模型的非几何信息交付内容可包含以下内容:

1. CL100 深度等级的模型非几何信息可包括:

- (1)地表信息:地表面、地表水体、地面建(构)筑物等信息;
- (2)工程地质信息:地质点、地质界线、不良地质体等信息;
- (3)不涉及岩土工程设计信息;

2. CL200 深度等级的模型非几何信息可包括:

- (1)地表信息:地表面、地表水体、地面建(构)筑物等信息;
- (2)工程地质信息:地质点、地质界线、地质剖面、地质界面、地质体、不良地质体、钻孔、物探、原位测试、室内试验、拟建物概况、环境边坡、基坑边坡、相邻建(构)筑物、地下洞室等信息;
- (3)边坡(基坑)工程、地基处理工程的主体和附属工程属性信息;

3. CL300 深度等级的模型非几何信息可包括:

- (1)地表信息:地表面、地表水体、地面建(构)筑物等信息;
- (2)工程地质信息:地质调查点、地质界线、地质剖面、地质界面、地质体、地下水、不良地质体、钻孔、探槽、探井及探坑、物探、原位测试、室内试验、拟建物概况、环境边坡、基坑边坡、相邻建(构)筑物、地下洞室、地下管网等信息;
- (3)边坡(基坑)工程、地基处理工程的主体和附属工程属性信息;

4. CL400 深度等级的模型非几何信息除应包括 CL300 等级的所有信息外,还应包括施工过程的相关信息,如施工时间、单位、施工变更内容、监测要求等。

五、模型文件的命名原则

工程勘察信息模型文件的命名应遵循以下几个原则:

- (1)规范性,为便于识别,工程勘察信息模型文件的命名应基本与现行标准规范的对象名称统一;
- (2)合理性,命名的结构应能够合理表达文件或地质要素、构件的基本属性;
- (3)简洁性,避免冗余名称关键词,以便减少命名工作量和计算机检索时

的运算量；

(4)可扩展性,以便满足后续可能出现的其它需求；

(5)通用性,在一定的范围内能够被普遍适用；

模型文件命名采用分类编码的方式,用 3 字段来表示,字段之间用“—”隔离,每个字段不限长度,具体表示为,项目代码—模型深度—拆分编号。其中,项目代码应与项目勘察报告项目编号保持一致;模型深度分为 CL100~CL400,根据项目需要选取;拆分编号可用 0 或者 m—n 表示($n \leq m$);0 代表模型未进行拆分;m 代表模型被拆分的数量,n 代表拆分模型编号。

除以上原则和规定以外,工程勘察信息模型的文件命名的其他原则可参考重庆市工程建设标准《工程勘察信息模型设计标准》的相应规定。

附录 1:常用工程勘察信息模型软件及工程勘察信息 模型解决方案介绍

序号	软件名称	研发厂商	主要技术特色与应用领域
1	Creatar	北京超维创想信息技术有限公司, 北京大学(地质信息系统实验室)	主要面向岩土工程勘察、矿产资源储量评价与城市三维地下管理
2	Earth Volumetric Studio	美国 C Tech 公司	Earth Volumetric Studio 包含了 C Tech 公司 EVS Pro (Environmental Visualization System Pro) 软件和 MVS (Mining Visualization System) 软件的所有功能,同时还增加了高级网格模块、建模工具、输出选项、地质统计分析、动画分析、GIS 功能等
3	Earth Vision	美国 DGI (Dana-mic Graphic) 公司	面向三维地质建模、分析及可视化的软件系统,可用于快速建立复杂三维模型、储层特征描述、储量分析、模型校验等,其构造建模、复杂断块处理技术是世界一流的,广泛应用于油田地质研究中
4	GeoMo3D	东北大学测绘遥感与数字矿山研究所, 中国矿业大学	面向城市规划、采矿、地质、矿山设计与规划、资源勘察与评估、水利工程建设、岩土工程等领域
5	GoCAD	美国 PST 油藏技术公司	基于法国 Nance 大学的 Mallet 教授提出的离散光滑插值理论 (DSI), 该项目得到国际地球物理勘探学会和欧洲地球物理勘探学会以及全球的几十家大公司和大学的支持,是世界公认的最好的三维地质建模软件
6	ItasCAD	依泰斯卡(武汉)咨询有限公司	定位于水利水电、土建、国土资源行业地质勘察与岩土资料采集与管理、地质三维建模、岩土工程分析和设计全工作流程的三维集成化计算机工作平台,提供与 Autodesk 产品、Catia、MicroStation 等结构三维设计软件之间的图形数据交换接口,适应中国市场 BIM 建设过程中地质与岩土工程专业的需要

序号	软件名称	研发厂商	主要技术特色与应用领域
7	理正软件	北京理正软件设计研究院有限公司	北京理正一直专注于勘察设计行业的信息化建设和应用软件产品的研发。CAD 辅助设计软件、设计院管理信息系统、协同设计软件等三大系列产品,几乎覆盖了整个勘察设计领域
8	MapGIS K9	武汉中地数码集团,中国地质大学(信息工程学院)	MapGIS 在国内地矿系统的二维应用中占据统治地位,最近推出的 K9 具有很强的三维地质建模能力
9	Midas -Gts	韩国 MIDAS IT 公司	midas GTS 是岩土和隧道有限元分析软件,适用于岩土工程、桩基工程、地下工程、水利工程、矿山工程等领域,可便捷实现复杂模型在静动(地震、爆破、移动荷载)荷载作用下的响应分析,具体包括施工阶段、渗流、动态边坡稳定、固结、动力分析等功能。此外软件也提供了建模助手(隧道、锚杆、施工阶段)、土体/岩石破坏区输出、结合隧道规范设计等实用性功能
10	Petrel	美国 Schlumberger 公司	面向油气勘探的以三维地质建模为中心的一体化油藏描述软件
11	Plaxis	荷兰 PLAXIS B. V. 公司	PLAXIS 2D/3D 程序是一系列功能强大的通用岩土有限元计算软件,现在已广泛应用于各种复杂岩土工程项目的有限元分析中如:大型基坑与周边环境相互影响、盾构隧道施工与周边既有建筑物相互作用、大型桩筏基础(桥桩基础)与邻近基坑的相互影响、板桩码头应力变形分析、库水位骤升骤降对坝体稳定性的影响、软土地基固结排水分析、基坑降水渗流分析及完全流固耦合分析、建筑物自由振动及地震荷载作用下的动力分析、边坡开挖及加固后稳定性分析等等
12	Rock-Works	欧洲 Fine 公司	RockWorks 是一款对空间数据、地下数据进行可视化及地质建模的综合性商业软件,可应用于石油、环境、岩土和采矿等多个行业。RockWorks 为地下数据提供了多种分析和显示方法,并支持多种不同的数据类型,具有强大的计算和建模能力,软件可以输出高质量数据图表(如地图、测井图、剖面图、栅栏图及实体模型等等)和动画

序号	软件名称	研发厂商	主要技术特色与应用领域
13	iS3 平台	同济大学	同济大学发布全球第一个自主研发的开源基础设施全寿命信息集成共享平台(即 iS3 平台),联盟成员可免费使用,并基于这一公共平台独立、委托或合作开发工具、产品,丰富数据标准体系,编制接口,共享数据和成果。该平台如同基础设施的“网上超市”,能够实时、高效、完整地整合工程中的信息流,基于统一数据标准,融合图形数据和工程数据,并借助先进、高效、准确的数据采集技术和强大、快速、稳定的数据处理核心,实现工程管理上的分析、应用和决策一体化功能,进而推进工程大数据的共享和挖掘,最终确保工程信息流全寿命周期下的完整畅通。联盟负责其基础开发平台和应用模块共享平台的维护与更新,为联盟成员提供相应的技术支持与培训
14	CityMaker	北京伟景行数字城市科技有限公司	依靠院校强大的科研能力和跨学科的学术背景,经过自 2002 年成立以来多年的研究和开发,City-Maker? 已成为目前行业内技术最成熟和应用最为广泛的三维数字城市可视化技术平台,为国内外诸多城市级的数字化城市建设提供完整的三维数字城市解决方案,并在国家重大城市规划建设项目中获得广泛应用
15	超图软件	北京超图软件股份有限公司	超图软件包括 GIS 基础软件、GIS 应用软件、GIS 云与大数据及国际化四大业务线,是国际知名的 GIS 软件与服务提供商

附录 2:重庆市城乡建设委员会 《关于加快推进建筑信息模型(BIM)技术应用的意见》

各区县(自治县)城乡建委,两江新区、高新区、经开区、万盛经开区、双桥经开区建设局,各勘察设计单位,施工图审查机构,有关单位:

为贯彻住房城乡建设部《关于推进建筑业发展和改革的若干意见》(建市〔2014〕92号)、《关于推进建筑信息模型应用的指导意见》(建质函〔2015〕159号),现就加快推进我市建筑信息模型(Building Information Modeling,以下简称 BIM)技术应用提出如下意见:

一、BIM 技术在建筑领域应用的重要意义

BIM 是指创建并利用数字化模型对建设工程项目的设计、建造和运行维护全过程进行管理和优化的过程、方法和技术。

基于 BIM 技术的三维数字仿真模型,可以实现建筑工程的虚拟化设计、可视化决策、协同化建造、透明化管理,将极大地提升工程决策、规划、勘察、设计、施工和运营管理的水平,减少失误,缩短工期,提高工程质量和投资效益。推广 BIM 技术,将显著提高建筑产业信息化水平,促进绿色建筑发展,推进智慧城市建设,实现建筑业转型升级。

二、指导思想、发展目标

(一)指导思想

落实创新驱动发展战略,以市场为导向、企业为主体,通过政策和技术标准引领,在建筑领域普及和深化 BIM 技术应用,提高工程项目全生命周期各参与方的工作质量和效率,实现建筑业向信息化、工业化转型升级。

(二)发展目标

到 2017 年末,建立我市勘察设计行业 BIM 技术应用的技术标准,明确主要的应用软件,本市部分骨干勘察、设计、施工单位和施工图审查机构具备 BIM 技术应用能力。

到 2020 年末,形成我市建筑工程 BIM 技术应用的政策和技术体系,在本市承接工程的工程设计综合甲级,工程勘察甲级,建筑工程设计甲级,市政行业道路、桥梁、城市隧道工程设计甲级企业,施工图审查机构,特级、一级房屋建筑工程施工企业,特级、一级市政公用工程施工总承包企业掌握 BIM 技术,

并实现与企业管理系统和其他信息技术的一体化集成应用。

三、重点工作

根据住房城乡建设部有关要求,结合我市实际,分阶段、有步骤地推进我市 BIM 技术应用工作。

(一)开展工程试点示范和应用

今年具备建筑工程甲级设计资质的本地企业应向我委申报 1~2 个 BIM 设计试点工程。试点工程可以是已完成设计或正在进行设计的项目。在钢结构推广和建筑产业现代化推进过程中,其工程设计应采用 BIM 技术。鼓励政府投资的工程项目率先采用 BIM 技术进行勘察、设计和施工。

2017 年起,本市建筑面积 3 万 m² 以上的单体公共建筑(或包含以上规模公共建筑面积的综合体)在设计阶段必须采用 BIM 技术。主城各区、城市发展新区各区、万州区、黔江区、开县、云阳县建设行政主管部门应分别启动实施 1~2 个 BIM 设计示范工程。示范工程应是当年完成初步设计审批的项目。2017 年起,对纳入示范或规定必须采用 BIM 技术的工程,建设单位在申请初步设计审批时应提交 BIM 技术文件,施工图审查机构应采用 BIM 技术对施工图设计文件进行审查。

2018 年起,大型道路、桥梁、隧道工程,三层及以上的立交工程,在勘察、设计阶段必须采用 BIM 技术;于当年完成勘察设计工作(以施工图审查备案时间为准),拟申请金级、铂金级绿色建筑标识的建筑项目和绿色生态住宅小区以及拟申报市级优秀勘察设计奖项的工程,在勘察、设计阶段应采用 BIM 技术。

2019 年起,轨道交通站点工程在勘察、设计阶段应采用 BIM 技术。

2020 年起,以国有投资为主的大型房屋建筑工程,轨道交通工程,大型道路、桥梁、隧道工程,三层及以上的立交工程,全市所有公共建筑,申报金级、铂金级绿色建筑标识的居住建筑和绿色生态住宅小区,申报市级优秀勘察设计、工程质量奖项的工程,在勘察、设计、施工阶段应采用 BIM 技术。

(二)推进应用技术体系创新

建立应用技术标准体系,结合国际和国家相关标准,加快出台《重庆市工程勘察 BIM 实施指南》、《重庆市建筑工程 BIM 实施指南》、《重庆市市政工程 BIM 实施指南》、《重庆市建筑信息模型设计标准》、《重庆市建筑信息模型设计交付标准》和《重庆市建设工程 BIM 建模深度标准》等技术规定或地方标准。开展 BIM 应用技术研究,明确主要的应用软件,并鼓励本地企业在消化吸收的基础上合作开发具有自主知识产权的技术应用软件。建立全市统一的建筑信

息模型构件资源库,加快 BIM 技术普及。建设全市 BIM 技术应用的数据中心,打造高效快捷、互通互联的数据共享平台,实现行业资源的有效整合和充分共享。开展 BIM 技术竞赛活动,促进我市勘察设计企业的内部交流,进一步提高全行业推动 BIM 技术应用的积极性。

(三)加强 BIM 技术应用能力建设

市城乡建委成立 BIM 技术应用专家委员会,负责技术政策研究、标准编制、宣贯培训、技术能力认定和咨询服务等工作。将政府技术管理人员和勘察设计从业人员作为重点,加强全行业的人才培养培训,在注册执业资格人员的继续教育必修课中增加有关 BIM 技术的内容。支持企业 and 大专院校建立市场化的 BIM 技术培训教育体系,开展多层次的 BIM 技术应用教育培训,提高专业人才数量和技术应用能力。

充分发挥市勘察设计协会 BIM 分会的作用,由其牵头组织建设开发、勘察、设计、施工图审查、施工、监理、造价、物业管理、设备材料生产等企业和相关教育科研机构成立 BIM 产业联盟,提升工程建设全过程 BIM 技术应用能力。

(四)完善政府监管方式

建立基于 BIM 技术的工程项目招投标、初步设计审批、施工图审查、施工许可、质量监督、工程验收、档案归档等环节的监管方式和工作制度,为 BIM 技术全面推广应用奠定基础,提高工程质量和行政效率。

四、保障措施

(一)加强组织保障

市城乡建委承担全市建设工程 BIM 技术推广的牵头工作,制订全市 BIM 技术推广计划,负责对 BIM 技术应用情况进行跟踪指导,及时研究解决 BIM 技术应用过程中出现的问题,组织开展技术服务,制定满足 BIM 技术应用的招投标和合同示范文本,对承担 BIM 技术试点示范工程的勘察设计企业进行 BIM 技术能力考核,开展企业 BIM 应用能力认定,定期公布 BIM 咨询服务企业名录。

各区县(自治县)特别是已纳入试点示范的区县建设行政主管部门,要高度重视,按照我委制订的工作计划,明确专人切实做好辖区内的 BIM 技术推广工作。相关工作落实情况将适时纳入对区县建设行政主管部门的年度考核范畴。

市勘察设计协会 BIM 分会应成立 BIM 技术应用课题组,系统深入开展

BIM 技术应用的相关研究,组织会员单位大力推进技术创新和工程应用,加强行业自律,出台建设行业 BIM 技术应用服务和收费参考标准。

各开发建设企业要顺应工程建设信息化发展趋势,主动支持 BIM 技术的推广应用工作,为工程项目有关参建单位创造有利的工作条件。通过 BIM 技术运用,提升工程设计建造和运营管理水平,逐步实现与企业管理系统和其他信息技术的一体化集成应用。

各勘察设计企业特别是甲级企业要加大对 BIM 技术应用的投入力度,结合企业发展实际制订相关工作实施方案,推动相关从业人员掌握 BIM 应用技能,全面提升 BIM 应用能力。

(二)完善激励政策

完善本市建设工程评奖管理办法。2016~2018 年,申报市级优秀工程勘察设计奖项的工程,采用 BIM 技术的给予加分,并对推动 BIM 技术应用的相关开发建设、勘察、设计等企业和相关人员在诚信评价中给予加分。

(三)加强技术交流和宣传

以试点示范工程为引导,建立 BIM 技术应用示范经验交流平台和机制,举办 BIM 技术应用现场会,邀请市内外专家结合工程案例进行授课培训,组织各区县(自治县)建设行政主管部门、房地产开发、政府投资工程项目业主、规划、勘察、设计、施工、造价、物业管理等单位参加。通过各类媒体和相关行业协会,普及 BIM 技术知识,宣传 BIM 技术有关政策、标准和应用情况,不断提高社会认知度。

重庆市城乡建设委员会

2016 年 4 月 14 日