

三维地质建模 工具集

广州南方智能技术有限公司

江苏省地理信息产业研究院

虚拟地理环境教育部重点实验室(南京师范大学)

前言

PREFACE

近年来，随着新型智慧城市建设步伐的推进，城市地质工作越发受到国家的重视。对于城市地质工作与地质信息化的要求已从提供统一的基础地质数据支撑上升至要建立部门联动、开放共享、智慧监管、智能决策的地质信息平台。为了让地质大数据“活起来”，充分挖掘地质大数据的价值，首先需要对数据采集处理这一环节形成的资料进行数字化、规范化处理；但目前地质数据纷繁复杂，数据的来源、数据的结构以及数据的标准多种多样，无法统一，给地质数据的管理维护及分析评价、可视化等都带来了极大的挑战。

为解决城市地质数据在生产和利用过程中的诸多问题，广州南方智能技术有限公司与南京师范大学虚拟地理环境教育部重点实验室联合开发了三维地质建模工具集，贯通城市地质建模全流程，着力解决地质数据存在的“信息孤岛”等问题；提供地质专业工具与交互式地质分析工具，挖掘地质数据知识规律，为“数字城市”的构建提供多层次、多角度、多专题的地质服务与应用。

前言	
1 总体设计	1
1.1 概述	1
1.2 总体框架	1
2 三维地质建模工具集	2
2.1 地质钻孔数据标准化录入工具	2
2.2 地质钻孔卡片扫描数字化工具	2
2.3 区域钻孔标准化分层工具	3
2.4 钻孔柱状图生成工具	4
2.5 钻孔对比剖面生成工具	4
2.6 地上下三维模型一体化融合工具	5
2.7 地质体三维建模工具	6
2.7.1 松散层三维建模	7
2.7.2 基岩地质体三维建模	8
2.8 地下水数值模拟工具	9
3 特色优势	11
3.1 高效智能、贯穿城市地质数字化全生命周期	11
3.2 多源异构地质分析模型集成与整合	11
3.3 多层次地质资料解译和应用	12
3.4 自主知识产权的地质图例库	12

1. 总体设计

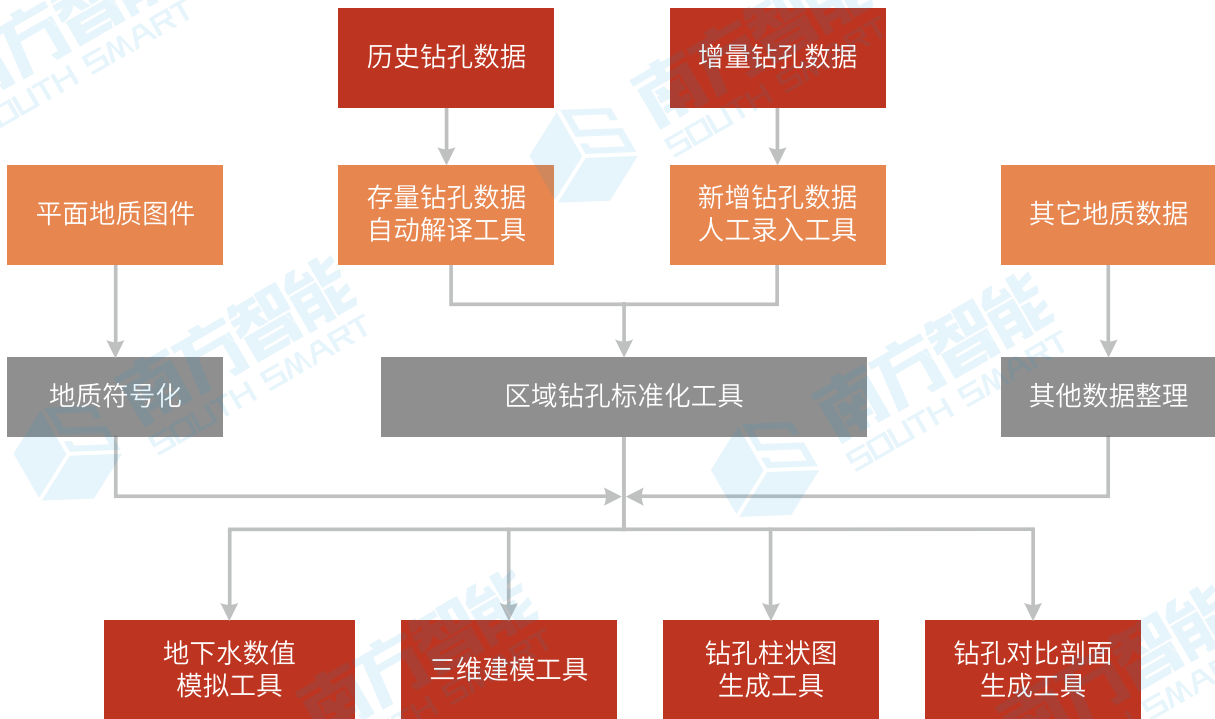
1.1 概述

城市地质工作的目标是查明城市地质资源、地质环境情况，综合评价城市发展的资源环境承载力，建立三维可视化城市地质信息管理和服系统。当今城市发展的日新月异使得城市地质信息化建设迫在眉睫。而为了开展城市地质信息化建设，首先需要地质数据进行统一的录入、检查、管理。

为了解决城市地质信息化工作中地质数据录入及地质建模等问题，广州南方智能技术有限公司和南京师范大学虚拟地理环境教育部重点实验室联合开发了三维地质建模工具集。该工具集可以进行多源数据的整合，支持新增地质数据、历史地质数据的标准化录入，可实现地质数据的标准化处理、清洗，满足各专业领域对任意区域大小、任意网格规模、任意精细程度的剖分；该工具集的融合工具可实现不同地质体的无缝拼接，支持相关地质图件的生成，具有独创性。此外，该工具集也可构建地下水流数值仿真模型，对地下水流系统的变化特征进行分析。

1.2 总体框架

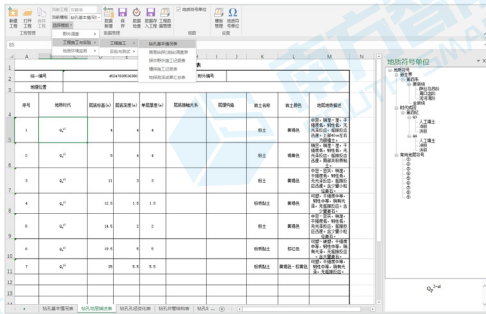
三维地质建模工具集包括以下模块：存量钻孔数据录入工具、新增钻孔数据解译工具、区域钻孔标准化工具、三维地质建模工具、地下水数值模拟工具、地图符号设计工具。



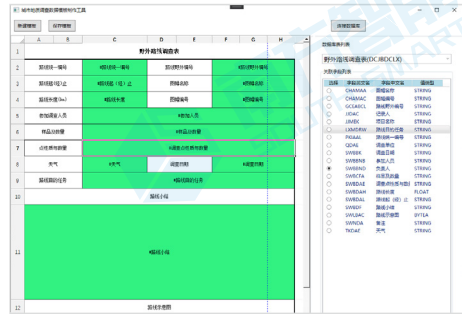
2. 三维地质建模工具集

2.1 地质钻孔数据标准化录入工具

以中国地质调查局发布的“城市地质调查数据结构规范”为基准开发了基于 Excel 表格的增量地质钻孔数据录入工具，将城市地质数据标准化工作前置于工程报建、档案入库。



钻孔录入界面



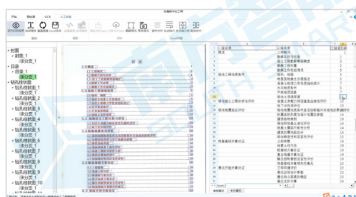
模板定制

工具特色：

- ◆ 通用化：支持多类型钻孔数据的录入，可基于不同类型钻孔模板配置
- ◆ 易上手：基于 EXCEL 表进行二次开发，可实现增量数据的批量录入
- ◆ 高效率：依据地质数据内在联系，可实现钻孔信息的智能化录入
- ◆ 高质量：支持基于地质知识规则的数据质量检查
- ◆ 高可维护性：基于模板和建库标准的录入模块快速定制

2.2 地质钻孔卡片扫描数字化工具

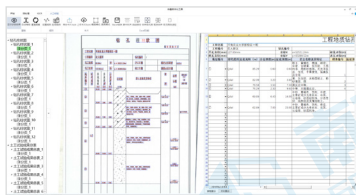
针对海量地质存档数据利用率低的问题，基于机器学习和自然语言处理技术（NLP），并结合地质专业知识规则，研发了钻孔自动解译工具，实现了钻孔数据的结构化。



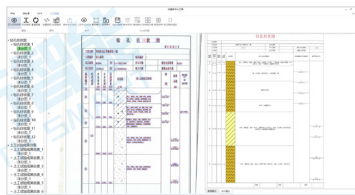
文档目录数字化



表格数字化



钻孔数字化 (表格显示)



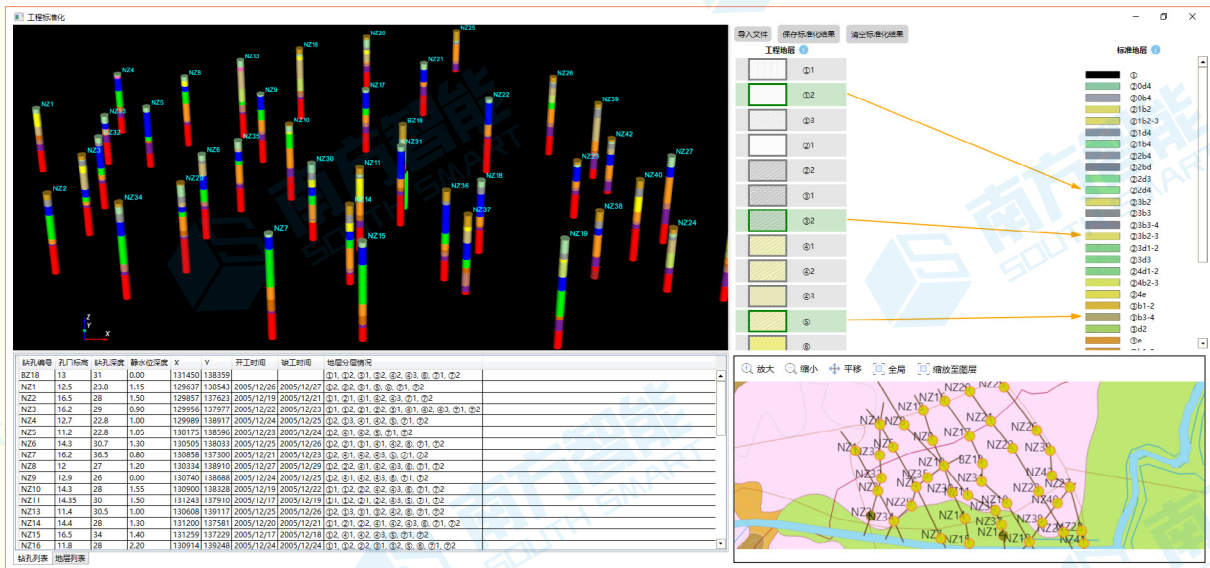
钻孔数字化 (钻孔卡片复原)

工具特色：

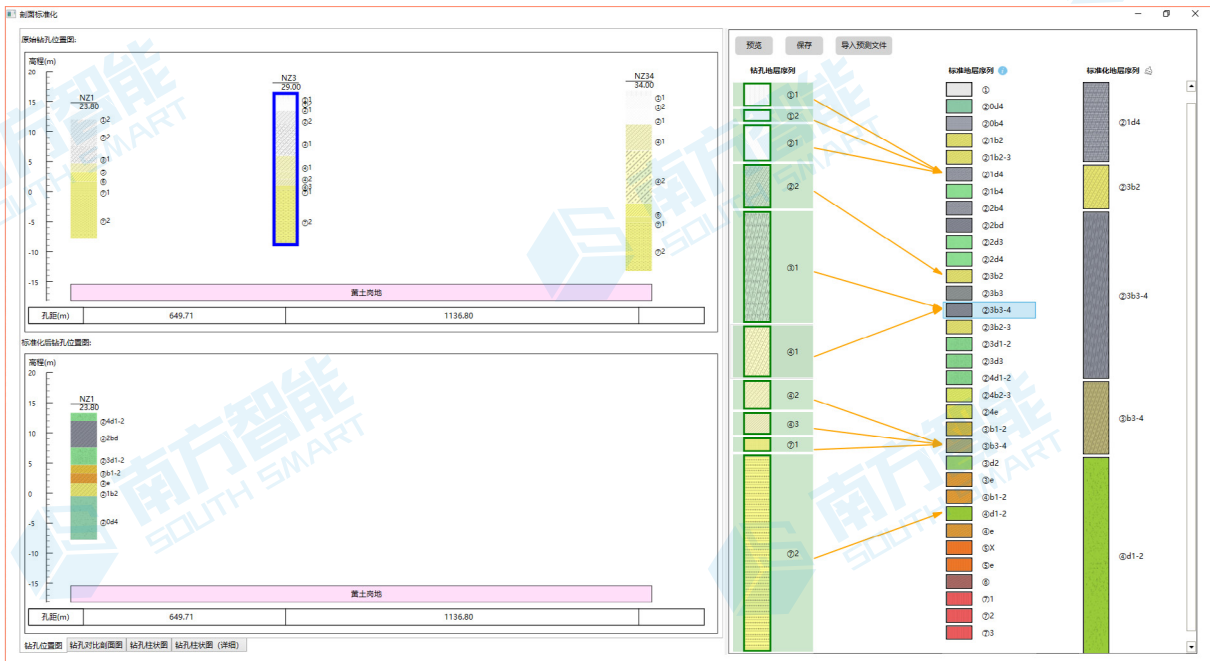
- ◆ 数据原样复原展示
- ◆ 智能高效的 OCR 识别技术
- ◆ 对复杂地质数据的高效结构化录入
- ◆ 灵活、可视化的自动校核方式

2.3 区域钻孔标准化分层工具

为解决历史钻孔数据地层划分标准与当前地层划分标准不一致问题，自主研发标准化工具，提供标准地层管理、工程钻孔标准化和剖面标准化等功能。



工程标准化



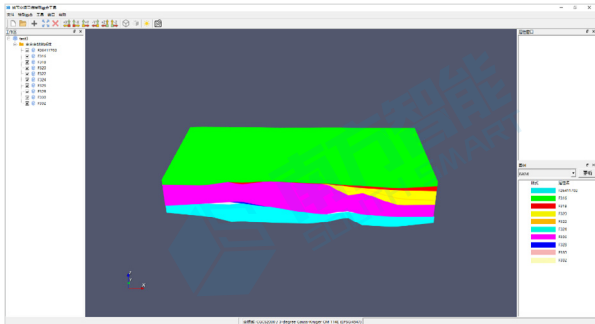
剖面标准化

工具特色：

- ◆ 科学的分层标准化原则
- ◆ 自主研发的轻量地图
- ◆ 高效的钻孔标准化方法
- ◆ 可视化的地层处理方式

2.6 地上下三维模型一体化融合工具

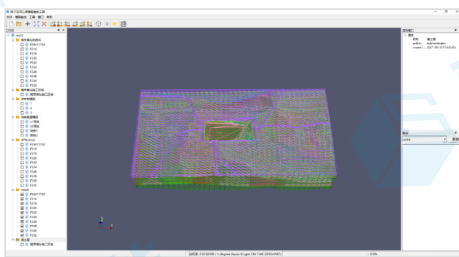
融合工具旨在从几何层面构建出地上地下一体化复杂场景，该工具能够完美解决在同一地理空间位置多模型叠加时出现的遮挡、压盖和接触面不完整等问题，此外还支持实体模型间、网格模型间以及实体模型与网格模型间的融合。



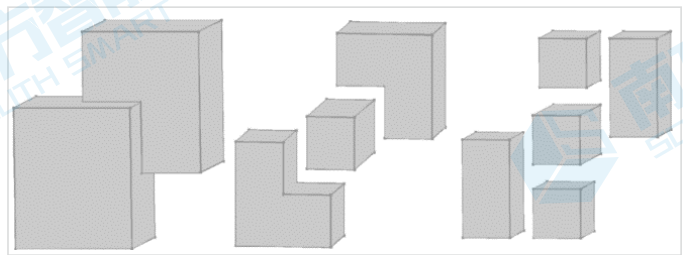
操作界面

工具特色：

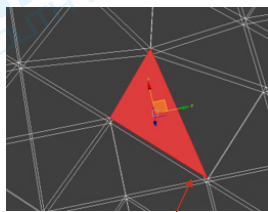
- ◆ 图形化、可视化的操作界面，所见即所得
- ◆ 支持多类型实体模型、任意网格模型的融合
- ◆ 丰富的文件读写格式
- ◆ 提供多应用的相关插件
- ◆ 专业化模型质检与修复



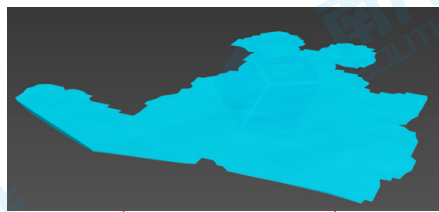
某高铁站融合渲染效果



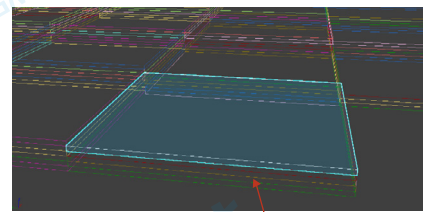
网格模型间的融合



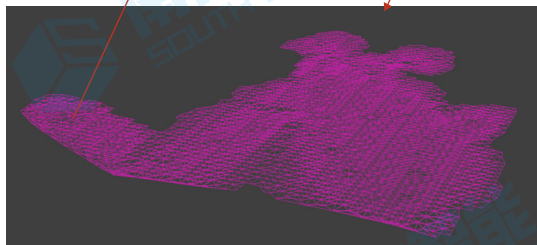
基础图元：三角形



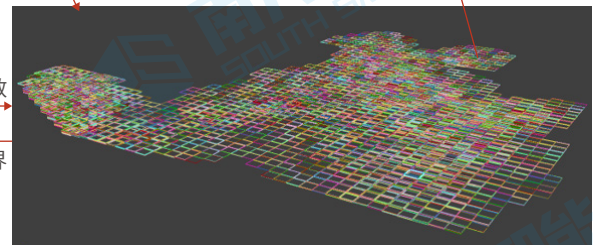
一个地层



基础图元：体元（长方体）



实体模型（边界表示法）



网格模型（离散表示）

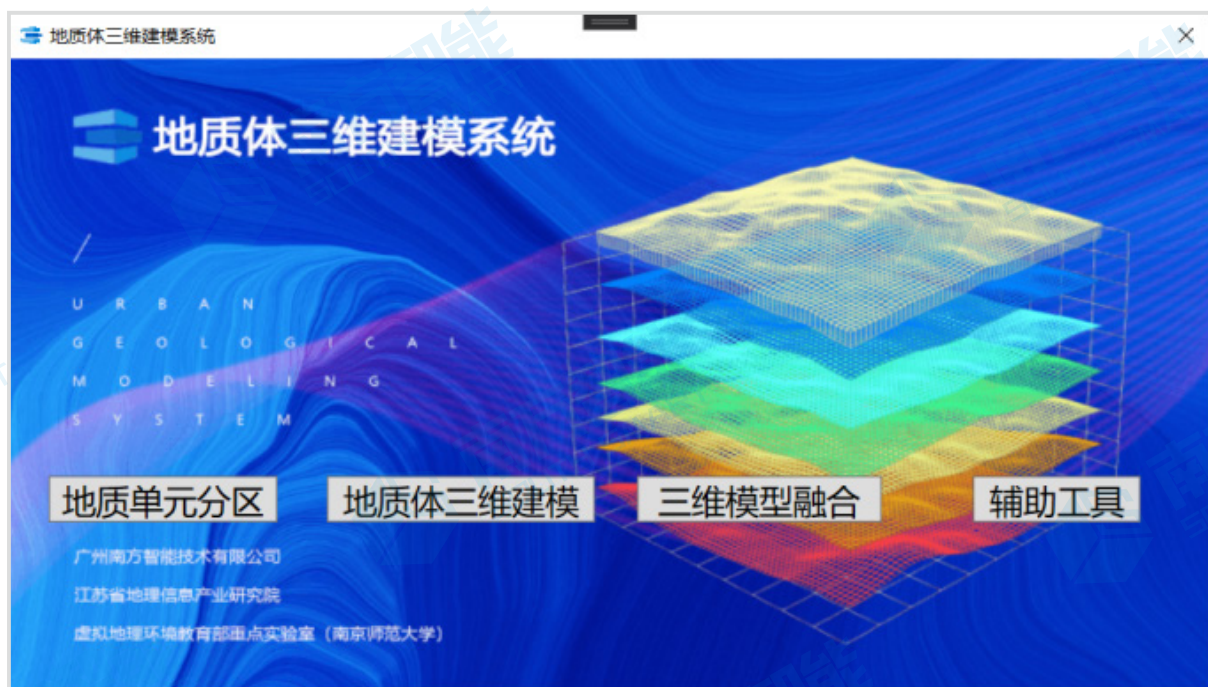
网络离散
提取边界

网络离散与提取网格模型的边界

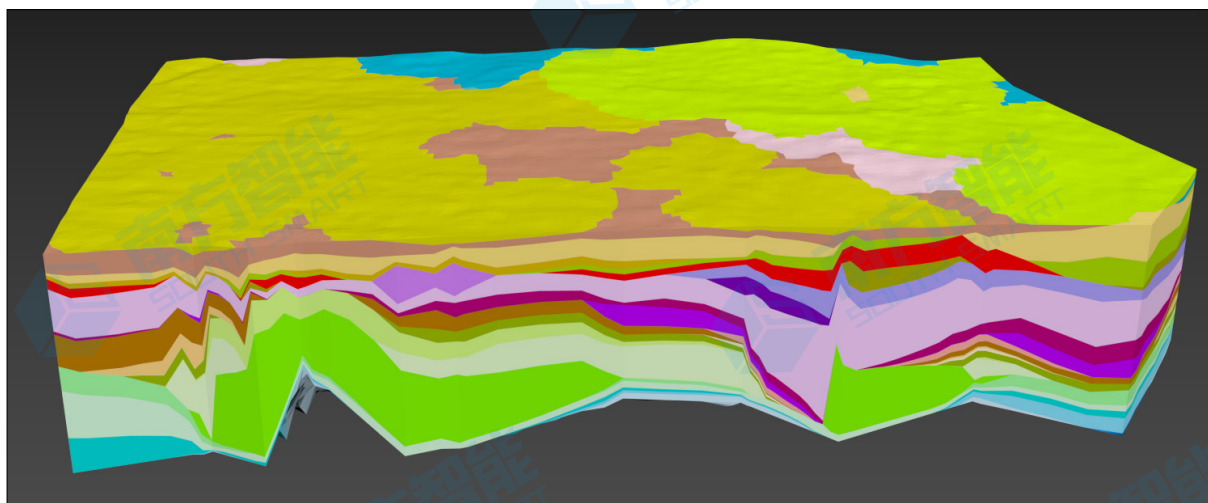
模型融合工具

2.7 地质体三维建模工具

三维地质模型是用来描述地质体的几何形状及其内部各种物理化学参数的分布情况的计算机模型，本工具使用了松散层三维建模和基岩层三维建模两种方法，支持松散层、基岩地质体、工程地质体、水文地质体、第四系地质体、属性地质体等多种三维地质模型的大范围、高精度构建。



建模工具界面

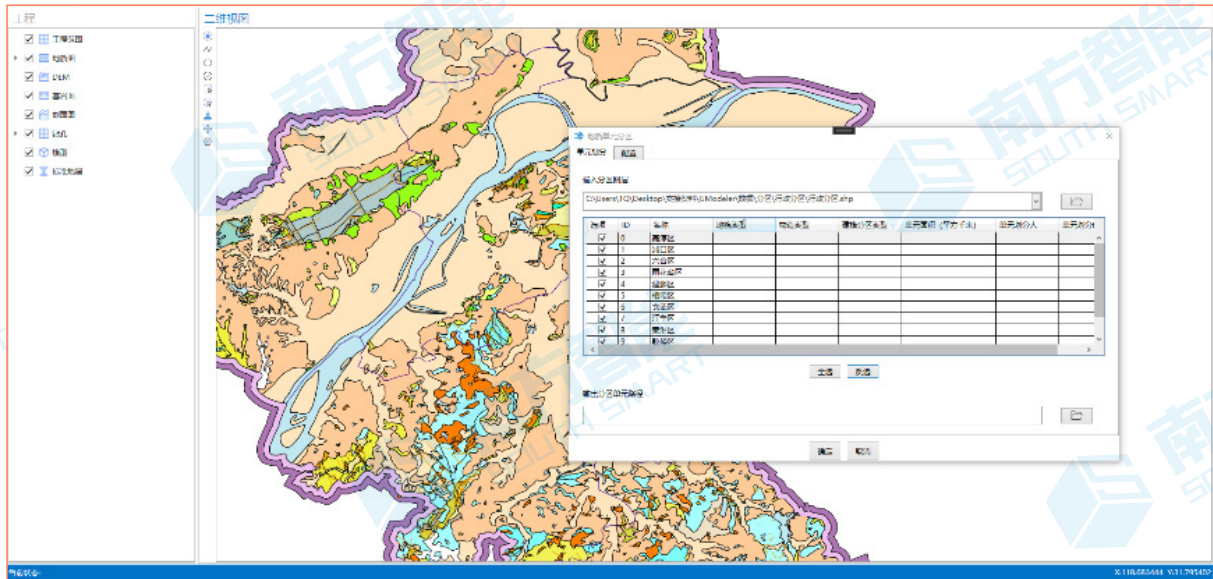


三维地质模型

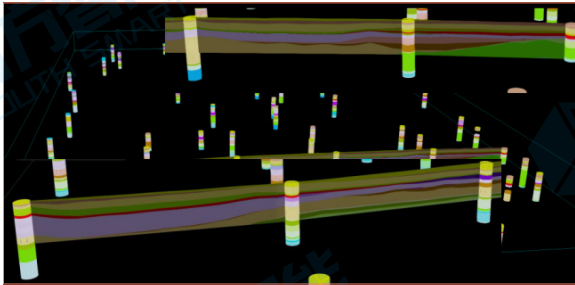
地质三维建模

2.7.1 松散层三维建模

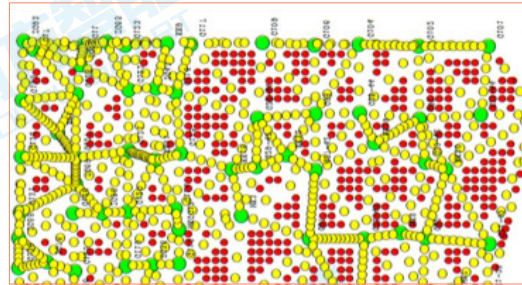
- ◆ 面向地质分区的建模单元划分与模型组织
- ◆ 基岩约束的大范围松散层三维建模
- ◆ 基于多类型虚拟钻孔约束的松散层高精度三维建模
- ◆ 面向沉积地层发育规律的松散层三维建模，有效实现地层连续缺失、间断缺失、多层层逐渐尖灭等多种不同地层空间分布模式的三维模型



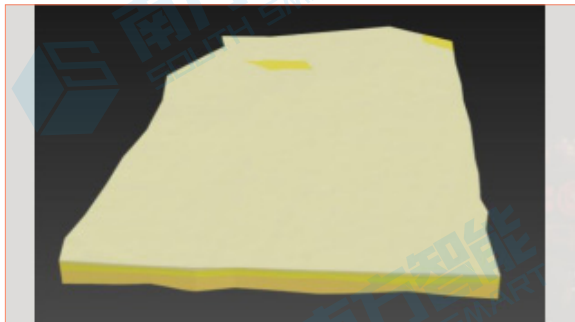
建模分区



多地层尖灭



虚拟钻孔



第四系地层



工程地质层

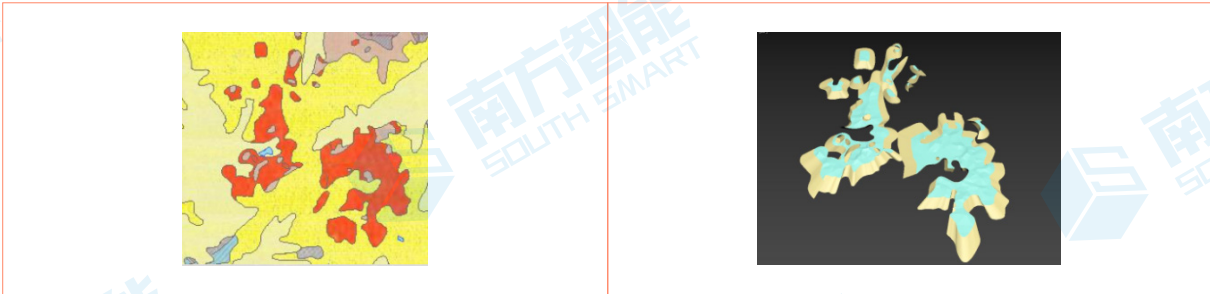
松散层三维建模

2.7.2 基岩地质体三维建模

- ◆ 知识驱动下的大范围基岩地质体三维建模
- ◆ 基于地形地质图的基岩地质体高精度三维建模
- ◆ 支持多种构造建模方式
- ◆ 基于序列剖面的地质构造三维建模
- ◆ 支持地质构造自动识别和复杂图切割面生成
- ◆ 多语义粒度的语义地质体模型组织与索引



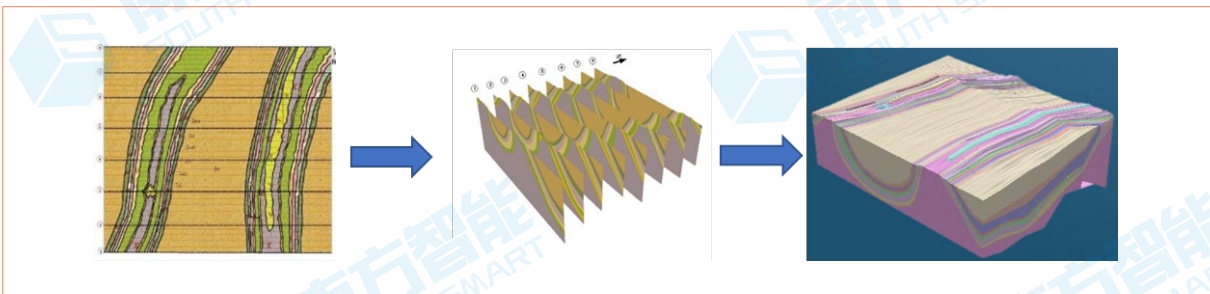
高精度基岩地质体三维模型



岩浆岩体三维构造建模



断层构造建模

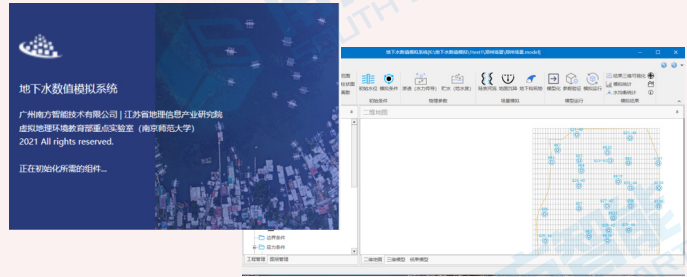


基于剖面的地质构造建模

基岩地质体三维建模

2.8 地下水数值模拟工具

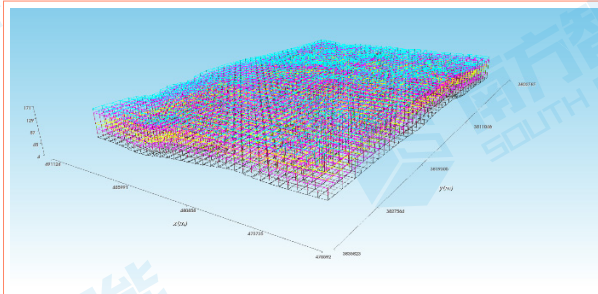
地下水数值模拟工具（WModeler）基于地质钻孔数据录入工具、钻孔地层标准化工具和地质体三维建模工具研发，主要用于松散岩类孔隙含水层与具有统一地下水面的岩溶裂隙含水层的建模模拟研究。



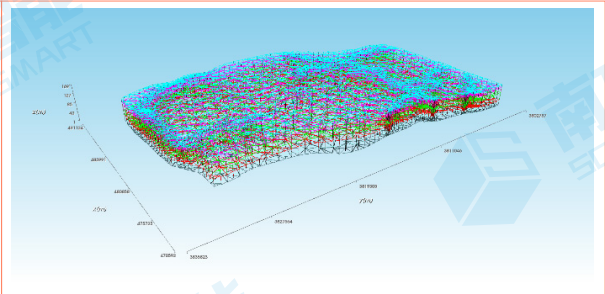
起始界面与主界面

工具特色：

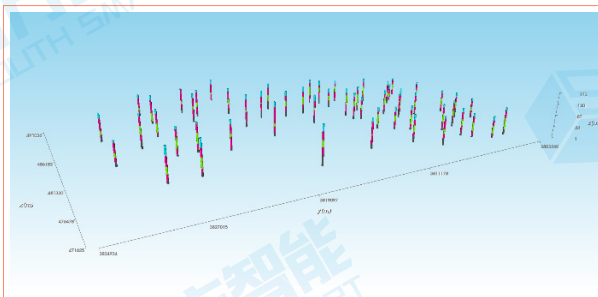
- ◆ 自定义数值计算方法
- ◆ 聚合性参数分区赋值
- ◆ 一体化水文地质体建模
- ◆ 多维度水文数据可视化



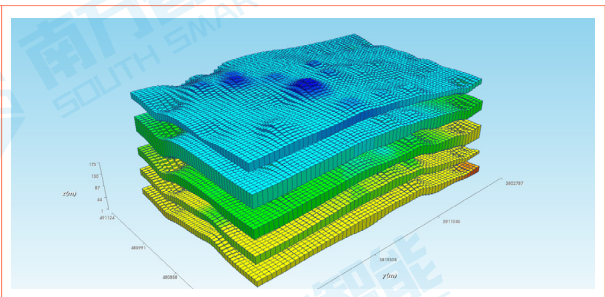
有限差分剖分



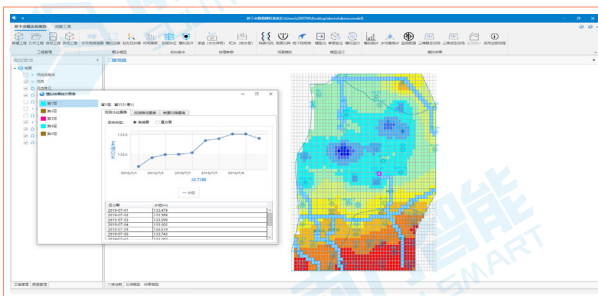
有效体积剖分



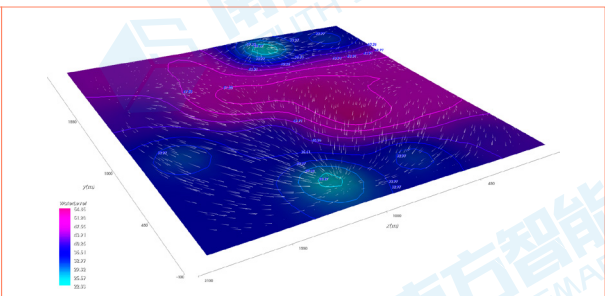
水文地质分层



水文地质三维建模



模拟结果可视化



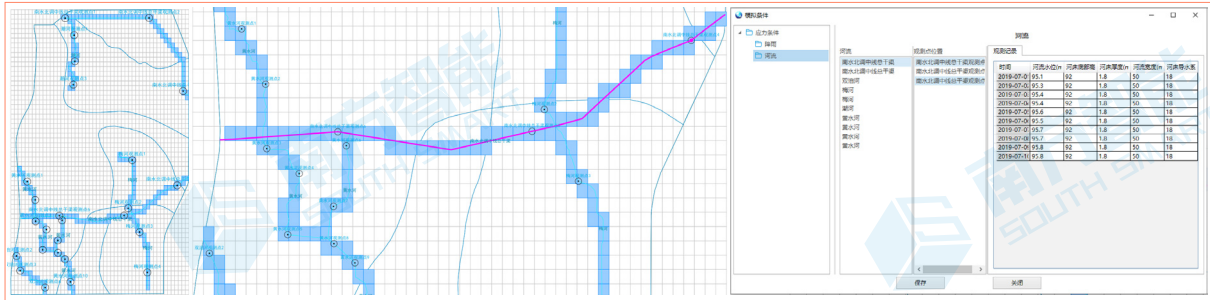
动态流场

水文地质建模

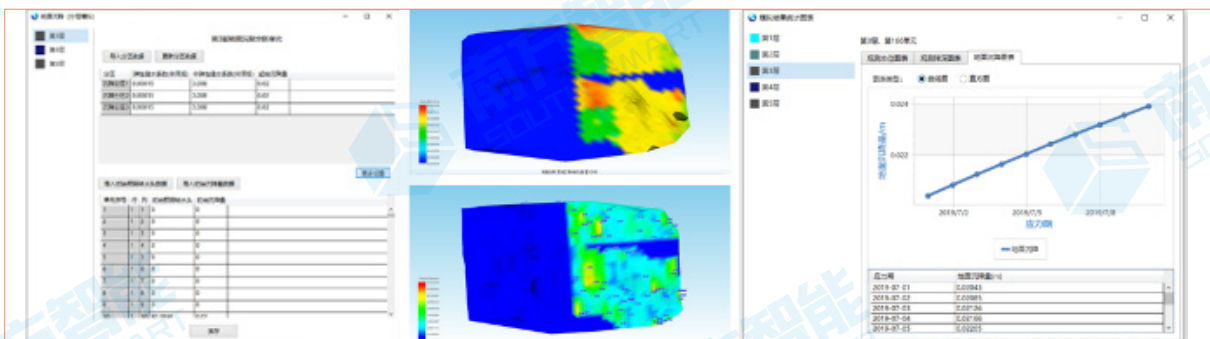
该工具除了对常规地下水水流进行数值模拟、计算区域水量之外，还可以对具体场景进行模拟分析。

应用场景：

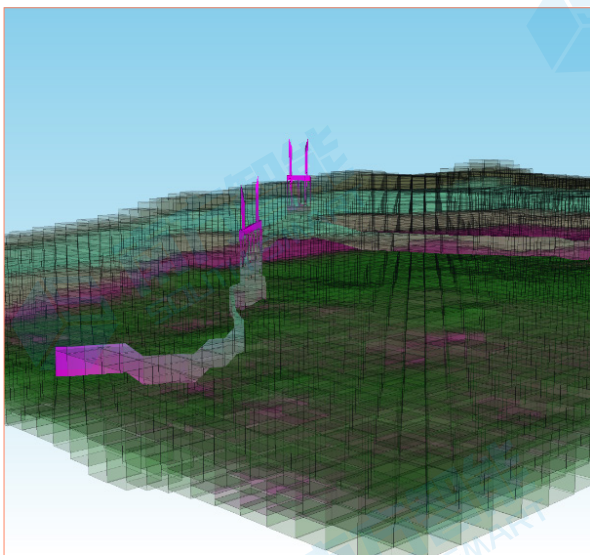
- ◆ 陆表河流场景
- ◆ 地面沉降场景
- ◆ 地下构筑物场景
- ◆ 虚拟开挖场景



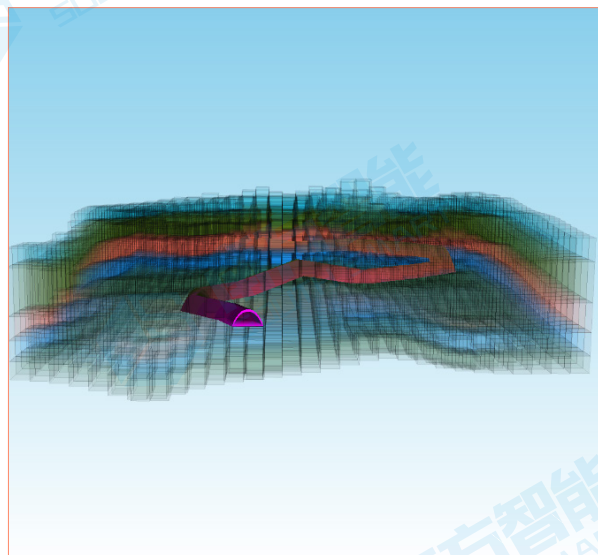
陆表河流



地面沉降



地下构筑物

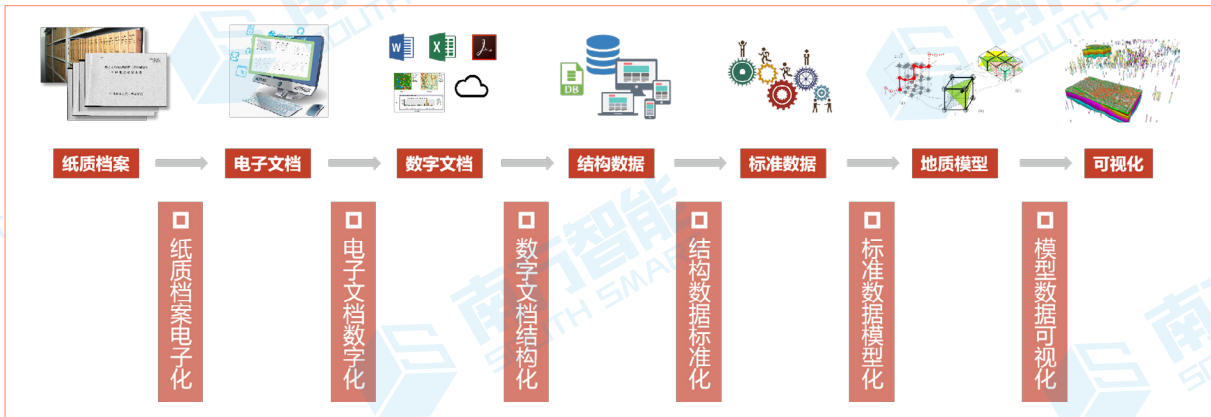


虚拟开挖

场景配置

3.3 多层次地质资料解译和应用

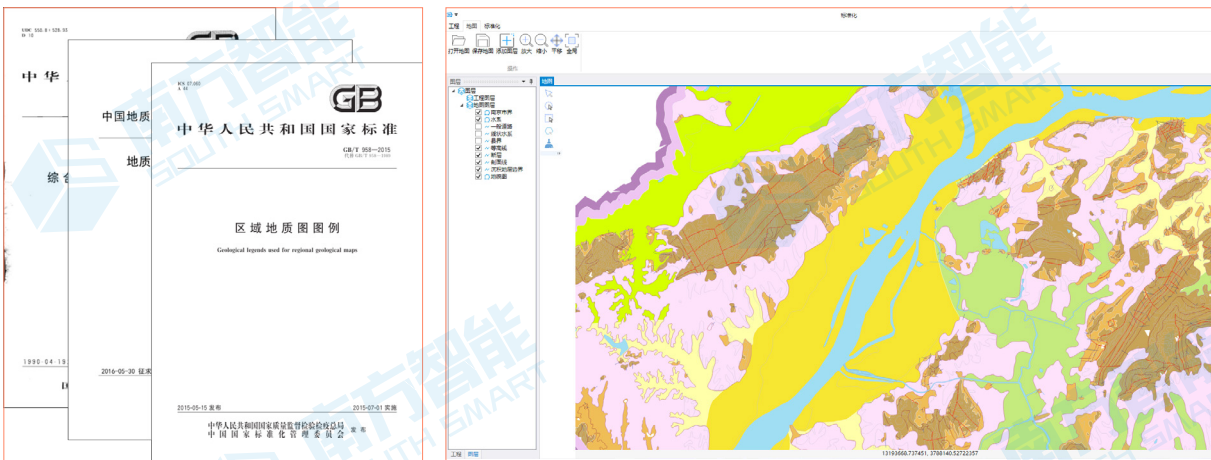
三维地质建模工具链依据标准规范和专家经验，结合机器学习和自然语言处理等技术，实现对钻孔柱状图、钻孔对比剖面图等专业文件的解译，实现纸质档案电子化、电子文档数字化、数字化文档结构化、结构数据标准化、标准数据模型化、模型数据可视化等功能。



三维地质建模流程

3.4 自主知识产权的地质图例库

满足地质图件制作与可视化需求，依据国家和地方地质行业标准，在工具中提供区域图地质图例、灾害地质图例、水文地质图例等众多地质领域的专业图例库；拥有地质图例自主产权，为地质图可视化打下坚实基础。



地质图例



广州南方智能技术有限公司

地址:广州市天河区思成路39号南方测绘地理信息产业园一楼

电话:020-23380888-6137

全国统一热线:400-7000-700