

数字化背景下单元详细规划辅助决策应用技术研究 ——以路网承载力评估为例

陈选格 金宏意 李锦霞

台州市城乡规划设计研究院有限公司 浙江 台州 318000

摘 要：针对城市国土空间详细规划中交通规划数据碎片化、决策支撑不足等问题，提出一种融合多源数据的数字化辅助决策平台框架。以浙江省台州市为例，构建包含时空基础数据库、交通专题数据库的四层架构平台，集成路网承载力评估、公共交通可达性分析等核心模型。通过路网承载力评估案例验证，平台实现了交通生成—分布—分配全流程自动化分析，支持规划方案动态校核，辅助用地开发强度调整决策，推动交通与土地利用协同优化。

关键词：数字化；交通规划；路网承载力；辅助决策

引言

交通规划是国土空间单元详细规划的核心环节，科学协调土地利用与交通系统的关系至关重要^[1]。当前，数字化技术为交通规划带来新的机遇与挑战，国内先进城市已积极推动交通规划数字化转型。上海通过一体化交通规划大数据平台，促进多专业协同与数据高效利用^[2]；广州构建决策支持平台，提升规划编制、实施与评估的科学性^[3]；珠海则整合多源数据与模型技术，建立覆盖规划全流程的技术平台^[4]。数字化平台能有效弥合专业认知差异，强化决策支持能力。

本文在此背景下，提出一种融合多源数据的数字化辅助决策平台框架。该平台通过集成海量交通数据，构建路网承载力评估、公共交通可达性分析等核心模型，系统揭示交通运行规律与发展趋势，为国土空间单元详细规划提供精准、动态的技术支撑。

1 单元详细规划中交通规划辅助决策内容

1.1 需辅助决策的内容分析

在城镇单元详细规划中，交通规划需严格依据国土空间详细规划确定的人口、用地及建筑规模，科学核算交通设施规模，并结合用地布局与规范要求，明确交通设施布局方案，并反馈至单元规划。本阶段交通设施评价聚焦三大核心内容：城市路网、公共交通及停车设施。

城市路网规划：定量方面分析路网承载能力，明确路网布局、节点方案和断面形式；定性方面根据规范要求和现状道路条件等确定路网密度。

公共交通规划：定量方面通过公共交通可达性分析对轨道站点、公交枢纽提出布局优化方案；定

性方面结合规范要求，明确公交枢纽站规模。

停车设施规划：定量方面结合人口规模、用地规模、服务半径等明确单元停车需求和布局；定性方面结合规范要求，优化停车布局。

1.2 现有规划研究方法存在的问题与挑战

城市单元详细规划面临系统性数据整合困境。多源数据分散于不同部门，形成“数据孤岛”，难以构建完整数据集。同时，技术生态碎片化问题突出：各类交通系统测算平台互不兼容，因技术架构、数据标准差异导致协同效率低下，决策者需跨平台人工验证，增加误判风险。科学决策支撑不足：规划依赖经验或简单指标，缺乏对交通承载力、环境影响的量化分析，制约规划合理性。

2 数字化辅助决策平台设计

2.1 系统框架设计

在架构设计时，充分考虑维护和升级方式以及使用的便捷性，采用B/S架构对平台进行总体设计，总体架构按照浙江电子政务的标准架构体系采用“四横四纵”体系架构。

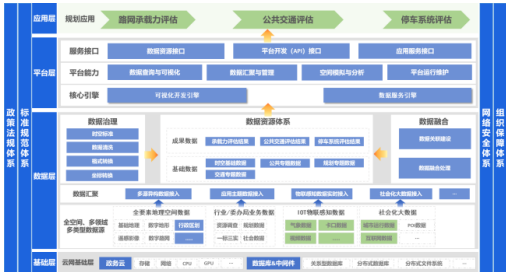


图 1 系统框架图

2.2 核心数据库建设

平台包含时空基础数据库（行政区数据、POI 数据、测绘遥感数据、数字地形数据、数字路网数据）、公共专题数据库（经济数据、人口数据、工作岗位、机动车拥有率）、规划专题数据库（重点控制六线、总体规划、国土空间规划、控制性详细规划等）和交通专题数据库（现状土地利用、路网及流量、土地规划、路网规划、人均出行次数、出行方式结构、车辆换算系数等数据）。平台汇聚的数据存在格式多样、精度不一、跨度大等问题，需建立通用空间数据标准和存储标准，在既有时空框架基础上扩展，统一空间定位与编码，实现多源数据融合与准确集成。

2.3 平台核心引擎建设

（1）可视化开发引擎

可视化开发引擎基于 WebGL 渲染技术封装而成，提供简单易用的接口，降低了 WebGL 技术的使用门槛。开发人员通过调用其 API 接口，可快速实现地图/场景操作、矢量数据显示、矢量描绘、空间量算分析、查询统计等功能。

（2）数据服务引擎

数据服务引擎提供海量多源异构的城市数据的加载、处理和渲染发布工作。支持加载地形数据、影像数据、矢量数据等数据内容；提供 LOD 动态加载、图像渲染、视点切换与漫游功能；支持对数据目录进行按需进行组织，灵活应对大量图层的管理，支持数据的标注与管理。

（3）数据汇聚与管理

根据平台数据资源、地图资源等各类资源的接入情况，按照资源类别、层次和关系进行资源目录组织，从而形成分类有序、结构清晰的资源目录清单，便于业务管理用户对平台资源进行统一规范管理。管理不同用户对基础数据资源上传、查询、下载、删除、发布、查看详情等操作权限。

3 数字化辅助决策平台应用研究

3.1 路网承载力评估模型

路网承载力旨在评估在既定路网设施供给下，土地开发所能达到的合理强度，弥补传统规划方法的不足。本文采用交通规划四阶段法作为路网承载力分析核心算法，包括交通出行预测、交通方式划分、交通分布预测以及交通分配预测四大主要步骤。

3.2 路网承载力评估功能实现

（1）交通小区划分

小区划分方式：可利用平台内置可视化引擎的编辑工具直接绘制小区，或从 ArcGIS 或 CAD 外部导入，也

可基于平台时空基础数据库中的标准化数据（天然屏障矢量/DEM、路网拓扑、土地单元边界及用地性质）自动创建小区。小区生成后利用平台自动检查工具进行边界校验。

（2）路网模型构建

路网模型的创建依据研究单元范围内规划道路相关参数，包含了道路的长度、方向、通行能力、车道数、道路宽度、通行时间等数据信息。

用户可通过在平台中自主绘制路网或从外部软件导入交通路网，也可以利用平台中自动生成路网。根据提供的范围边界从数据库中提取道路中心线，并形成 road_network 表，确保每条数据包含几何字段和关键属性。

使用 GIS 引擎中的拓扑检查自动处理移除重复线段、修复几何错误。创建节点和边，最后保存为 shape 文件存储在数据库中。

路网生成后接着进行路网的连通性检查，平台会将不连通的节点突出显示，提示用户进行路网的连通修改；用户可以直接在平台中用编辑工具进行修改，也可以在外部工具中修改后再导入。

路网拓扑建模完成后，对路网和节点进行编号以及路网属性字段的选择和编辑，道路路段的属性如下表所示。

表 1 路段属性

序号	字段名称	字段释义	字段类型
1	ID	路段编号	整形
2	NAME	路段名称	字符串
3	Link type	路段类型	字符串
4	A	路段起点编号	整形
5	B	路段终点编号	整形
6	SHAPE_LENG	路段长度	双精度
7	DISTANCE	实际距离	双精度
8	capacity_ab	正向通行能力	整形
9	capacity_ba	反向通行能力	整形
10	speed_ab	正向设计速度	整形
11	speed_ba	反向设计速度	整形
12	time_ab	正向行驶时间	双精度
13	time_ba	反向行驶时间	双精度
14	volume_ab	正向车流量	整形
15	volume_ba	正向车流量	整形
16	vc_ab	反向饱和度	双精度
17	vc_ba	反向饱和度	双精度
18	DIRECTION	路段方向	整形

平台同时支持自动生成所研究区域的路网，同时包含上述表格属性，用户需要对自动生成的路网进行检查

和修改。

在计算时还需要考虑质心连杆的作用,将交通小区与交通网络建立连接,通过唯一节点编号将交通小区与交通网络连接。在可视化开发引擎中可以通过客户端 OpenLayers 开发库中的 getFeature 方法获取拓扑建模后的交通网络信息,实现交通小区与交通网络连接。

(3) 交通生成预测

出行生成包括出行产生和出行吸引:

① 交通发生量模型

$$P_i = \alpha_i \times R_i \quad (1)$$

其中, P_i 为 i 小区的出行产生总量; α_i 为出行产生率; R_i 为 i 小区的人口数。

② 交通吸引量模型 $A_i = \sum_j M_{ij} \times \beta_j$ 其中, A_i 为 i 小区的理论吸引量; M_{ij} 为 i 小区 j 类土地利用类型的工作岗位; β_j 为 j 类土地利用类型工作岗位的吸引率。

如果缺乏相关的工作岗位数量和出行吸引率数据,可以参考相近城市工作岗位和吸引率计算不同小区的交通发生。

(4) 交通出行方式预测

平台可利用历史和现状出行方式的调查数据按照趋势外推法对规划年出行方式的进行预测,或参考类似城市的交通出行结构,借鉴其分担率变化情况,并根据交通专项规划中对出行结构的规划结果,结合交通政策、经济发展水平和交通设施的供给水平进行调整。

(5) 交通分布预测

采用无约束重力模型实现 OD 的分布。模型需要输入上一步中分方式计算的小区生成量和时间阻抗矩阵。

阻抗矩阵计算的是小区与小区之间路段行驶时间的最短值,本文采用 Floyd 算法进行计算。用户在平台中先根据 Floyd 算法生成阻抗矩阵,阻抗矩阵生成后储存在数据库中。点击“OD 分布矩阵计算”,后台直接调用上一步中分方式计算的小区生成量和阻抗矩阵进行计算,计算后可以将结果进行 OD 期望线的可视化呈现。

(6) 交通分配预测

交通分配主要是输入未来年的 OD 分布矩阵和路网数

据得到。在交通分配算法程序中,OD 出行数据通过调用数据库中生成的 OD 分布矩阵。

然后对用户平衡分配方法中迭代精度和迭代次数两个参数进行设置,再对分配结果进行可视化分析。平台可实现不同 VC 饱和度的带宽、颜色、透明度等分析。

在完成交通分配的同时,应当将分配结果数据更新至 PostgreSQL 空间数据库中,保存分配结果。使用 Ajax 技术,将起点编号 A、终点编号 B、正向通行流量 volume_ab、反向通行流量 volume_ba、正向行程时间 time_ab、反向行程时间 time_ba、正向饱和度 vc_ab 和反向饱和度 vc_ba 传入后台文件中,在该后台文件中与 PostgreSQL 数据库通信,更新数据库内容。

将路网进行流量分配以后,进行土地开发强度与路网承载力的校核分析。通常用饱和度 (V/C),即道路上实际交通流量与其通行能力的比值来衡量道路承载强度及服务水平是否合理。

4 研究结论

单元详细规划中可用于交通规划辅助决策的关键内容,重点围绕路网承载力、公共交通与停车系统三大核心板块,本文提出了交通规划与数字化技术深度融合的路径,并设计出一套完整的数字化辅助决策平台建设方案,为规划方法的创新与升级提供了切实可行的技术框架,以路网承载力评估为例,开发了功能模块并实现研究区域内路网承载力的预测分析。平台可直观揭示路网承载力与不同类型土地利用规划及开发强度之间的关联,有助于规划人员对控制性详细规划方案进行科学调整与优化改进。

参考文献

- [1] 马安佳. 数智化背景下城市交通规划研究 [J]. 办公自动化, 2024, 29(10):8-10.
- [2] 张天然, 朱春节, 王波, 等. 上海市交通规划大数据平台建设和应用 [J]. 城市交通, 2023, 21(01):9-16.
- [3] 甘勇华, 欧阳剑, 景国胜. 广州市交通规划决策支持平台构建实践 [J]. 城市交通, 2023, 21(01):17-25.
- [4] 张福勇, 樊嘉聪, 俞斌. 珠海市交通基础数据平台建设实践 [J]. 城市交通, 2023, 21(01):26-32.