

国土空间规划背景下综合交通运输规划的数字化转型

顾明臣^{1,2}, 蹇峰^{1,2*}, 石媛媛^{1,2}, 郑学文^{1,2}, 刘增军^{1,2}

1. 交通运输部规划研究院, 北京 100028

2. 综合交通规划数字化实验室, 北京 100028

摘要 在数字化技术浪潮推动和国土空间规划改革的双重影响下, 综合交通运输规划必然面临思维、技术等方面转型升级的挑战。为将综合交通运输规划全过程、全方位融入国土空间规划, 梳理了国土空间规划体系下综合交通运输规划数字化转型面临的挑战和要求, 研究了综合交通运输规划数字化技术框架, 从加快转变综合交通运输规划数字化思维、探索形成转型发展模式、搭建综合交通运输规划时空数据资源中心、形成综合交通运输规划电子“一张图”和健全一体化共建共享机制等方面, 对综合交通运输规划如何数字化转型进行了思考。

关键词 国土空间规划; 综合交通运输规划; 数字化转型

新一轮科技革命和数字化变革趋势明显, 国土空间规划改革和规划治理思路转变逐步推进, 综合交通运输规划数字化转型是顺应趋势和响应要求的必要手段, 也是实现交通运输空间规划技术跃迁的重要路径。

2019年5月,《中共中央、国务院关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见》提出要完善国土空间基础信息平台, 以自然资源调查监测数据

为基础, 整合各类空间关联数据, 建立全国统一的国土空间基础信息平台^[1]; 实现“多规合一”, 强化国土空间规划对各专项规划的指导约束作用。2021年2月,《国家综合立体交通网规划纲要》提出“强化国土空间规划对交通基础设施规划建设的指导约束作用, 加强与相关规划的衔接协调, 加强实施管理, 加强规划纲要实施动态监测与评估等。”^[2]国土空间规划是综合交通运输规划的刚性约束, 交通

收稿日期: 2022-08-19; 修回日期: 2023-02-01

基金项目: 国家重点研发计划项目(2021YFB2600300)

作者简介: 顾明臣, 高级工程师, 研究方向为交通信息化咨询与大数据技术, 电子邮箱: gmcits@163.com; 蹇峰(通信作者), 高级工程师, 研究方向为交通信息化规划与数据治理, 电子邮箱: 179887187@qq.com

引用格式: 顾明臣, 蹇峰, 石媛媛, 等. 国土空间规划背景下综合交通运输规划的数字化转型[J]. 科技导报, 2023, 41(9): 83-88; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2023.09.010

运输网络是国土空间规划的重要组成部分,国土空间规划与综合交通运输规划两者相互影响、相互反馈^[3-5]。交通运输领域数字化转型快速发展,各级交通运输主管部门在数字经济发展顶层设计中纷纷制定了交通运输数字化发展的战略目标和实施路径^[6-9]。《“十四五”现代综合交通运输体系发展规划》指出推动互联网、大数据、人工智能、区块链等新技术与交通行业深度融合,构建泛在互联、柔性协同、具有全球竞争力的智能交通系统,增强综合交通运输发展新动能^[10]。交通运输部《数字交通“十四五”发展规划》提出数字化、网络化、智能化已经成为推进交通运输行业提效能、扩功能、增动能的重要手段^[11]。国土空间规划改革的重大影响、交通运输自身的数字化转型,都决定了综合交通运输规划要立足于自身业务特征加快数字化转型,依靠高质量数据要素提升规划结果的精准性和科学性,解决新时期综合交通运输规划技术的难点和痛点。

综合交通运输规划的规划范围包括铁路、公路、水运、民航等基础设施网络和综合交通枢纽以及运输服务、智能技术、绿色低碳、安全应急等内容,与国土空间规划相衔接,由交通运输部门组织编制。目前,部分城市综合交通规划和交通运输规划研究机构已经展开数字化转型的探索和尝试。深圳市城市交通规划设计研究中心探索研发TransPaaS,自主开发面向城市交通治理的大数据计算平台,推进面向公司业务技术支撑和面向市场服务产品快速迭代的双循环式发展。交通运输部规划研究院积极研发TranSPAD,逐步开展综合交通运输规划及空间分析数字化平台建设。广东省、浙江省、安徽省等多个省级综合交通运输规划研究机构也在根据自身特征积极推进数字化转型。在新的国土空间规划体系下,综合交通运输规划数字化转型的重点是转变数据思维,构建规划时空数据资源中心,研发综合交通运输空间规划技术支撑平台,形成综合交通运输规划电子“一张图”,探索自身转型发展模式,营造数字化发展氛围等,其最终目的是提升基础创新能力、拓展规划技术融合应用、提高规划决策水平,是传统交通运输规划转型的有力支撑。

1 新时期综合交通运输规划数字化转型面临的挑战

1.1 国土空间规划约束管制更加复杂

国土空间规划是国家空间发展的纲要,是综合交通运输规划的基本依据,具有较强的指导约束和刚性管控作用^[12]。国土空间规划的数字化转型是必然趋势,国土空间规划及其监督实施是以国土空间规划“一张图”实时监督信息系统为底座,形成了国土空间规划体系统一的编制审批体系、实施监督体系、技术标准体系和法规政策体系^[13-14],对综合交通运输专项规划要求的精细化程度和规范化程度提出了更高的要求。综合交通运输规划方案既要精准规范还要全过程全周期跟踪评估评价,以往项目式、清单式的规划成果已不能满足全国国土空间开发保护“一张图”的要求。综合交通运输规划“一张图”要能够与全国统一、“多规合一”的国土空间规划“一张图”高效对接,规划成果形式要具备与“三区三线”“全国国土调查”等国土空间元素数据对接的技术能力。综合交通运输规划电子“底图”要确保各交通基础设施要素符合国土空间规划中图斑级别的各项约束性指标和管控边界,并逐级落实到具体基础设施工程项目的详细设计和实施阶段。

1.2 交通运输规划技术要求更加丰富

“十三五”以来,党中央、国务院高度重视数字化转型,数字交通逐步成为综合交通运输高质量发展的重要特征^[15]。传统综合交通运输规划思维方法难以适应数字化技术浪潮和国土空间规划变革,精准技术手段和数字化工具已经成为综合交通运输规划的刚性需求。综合交通运输规划要以系统化方法引领业务转型,以智能模型工具提升规划精度,以数字化“一张图”底座推动综合交通运输规划技术的数字化、网络化、可视化、空间化。数字技术挑战的影响已经得到行业共识。初步统计,在部省级交通运输规划技术研究和咨询机构及规模企业中,基本设置了专门负责数字化转型机构并列支专项费用,启动或开展数字化转型工作及相关建设的达到89%,初步建立满足自身需求的交通运输规划自主平台类产品的约22%,这些成果逐渐推进综合交通运输规划技术进步。

1.3 数据资源要素整合范围更加广泛

综合交通运输规划本身涉及多种运输方式基础设施的数据资源整合,同时需要叠加相应的国土空间数据资源,数据粒度和更新频次要满足规划分析要求而且与国土空间规划的基础信息资源保持一致,否则难以满足国土空间规划“一张图”实施监督系统的评估要求。目前,公路、铁路等单一运输方式领域的规划“一张图”资源相对完整,但是综合交通运输规划中不同方式基础设施空间资源共用率不高、数据资源衔接效率偏低,综合交通运输规划“一张图”还有差距,不能完全与国土空间基础信息平台进行有效技术对接。与国土空间规划“一张图”实施监督系统的要求相比,综合交通运输基础设施空间资源的利用合理性评估、量化调整优化、基础设施项目数据共享等方面尚难以匹配。通过数据资源要素的广泛整合,建立综合交通运输规划数字化平台,能够提高规划编制、实施监督水平,并与国土空间基础信息平台对接,统一基础坐标标准、空间比例和通用数据指标,实现国土空间属性要素、限制性条件指标、约束区域边界等数据深度融合,实现国土空间规划改革条件下的综合交通运输规划科学决策评估。

2 综合交通运输规划数字化总体技术框架

2.1 技术设计思路

综合交通运输规划数字化是利用智能计算、空间分析、仿真评价等技术手段,依托交通运输业务数据、基础设施空间数据、交通动态运行数据、社会经济等外部多源数据,融合国土空间规划约束要素数据,创新研发规划需求预测、规划评估评价、规划资源配置空间的优化比选等交通运输规划数字化模型、工具和系统平台的一系列过程。

综合交通运输规划数字化的技术框架设计应紧紧围绕国土空间规划改革和国家数字化转型战略双重发展要求,以交通强国和综合立体交通网建设为契机,以“挖潜规划数据资源价值、提升规划业务技术水平”为导向,按照“统筹设计、因地制宜、资源共享、边建边用”的原则分期实施、有序推进。充

分考虑交通运输规划具有较强的空间尺度和时序单元特征,搭建集“数据分析、平台支撑、模型应用”三位一体的综合交通运输空间规划技术支撑平台,通过搭建一个数据中心、一套支撑平台、一张交通空间规划地图,实现基础规划业务平台化、共性评价模型工具化、交通空间要素集合化、规划方案成果可视化,全力加速综合交通运输规划数字化转型升级进程。

2.2 总体技术框架

本研究基于国土空间规划背景下综合交通运输规划数字化技术框架设计思路与原则,设计了综合交通运输规划数字化总体技术框架,将其自下而上分为基础设施层、数据资源层、应用支撑层、基础应用层和业务应用层5个层级,标准规范体系、安全与运维体系贯穿各层级,保障技术框架的高效、规范、安全、长效运行,具体设计如图1所示。

1) 基础设施层。基础设施层提供数字转型、智能升级、融合创新等服务的信息基础设施。主要包括基于新一代信息技术演化生成的基础设施,包括以5G、物联网、工业互联网、卫星互联网为代表的通信网络基础设施;以人工智能、云计算、区块链等为代表的新技术基础设施;以数据中心、智能计算中心为代表的算力基础设施等。

2) 数据资源层。数据资源层将来源于各种采集方式、分布于各系统的数据资源进行分类、汇总,以注重数据来源的原始性和唯一性为原则,建设统一的数据资源中心,具体包括基础库、应用库、专题特征库和缓冲库及标准化数据交换接口。规划类数据项主要包括国土空间数据、遥感影像数据、各类统计数据、相关行业数据等。

3) 应用支撑层。应用支撑层用于有效连接数据层和应用层,对下形成高效可靠的数据访问交互能力,对上则提供一系列数据访问、数据比对、数据服务、数据运算、请求响应等基础服务。综合交通运输规划场景下的应用支撑主要包括多源数据融合治理、交通运输规划基础模型计算工具、空间数据分析和可视化展示、空间数据符号配置等系列支撑工具或中间件。

4) 基础应用层。基础应用层是业务应用的技术中台。以地理信息和数据管理为核心,为综合交

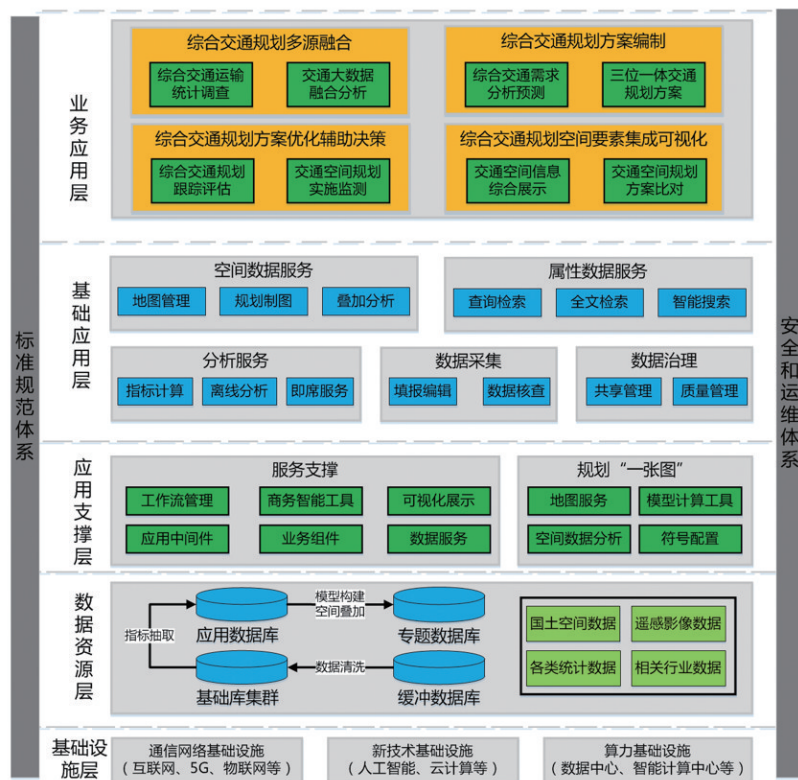


图1 综合交通运输规划数字化总体技术框架

通运输规划的新型业务应用提供数据沉淀,形成以空间数据为主的数据技术支持、数据治理手段和数据运营使用。

5) 业务应用层。业务应用层为平台用户提供与应用的对话界面,包括综合交通运输规划的编制、实施、监测和评估等周期阶段。为了便于各类用户直观地进行操作,需要优化图形用户接口,实现操作简单、易学易用。

6) 标准规范体系。标准规范体系包括国家与行业相关电子信息和交通数据标准、国土空间规划和综合交通运输规划业务规范等,与国家有关标准规范保持动态更新,统筹考虑。

7) 安全和运维体系。安全和运维体系指采用相应技术和管理手段,充分保证网络安全和数据安全,建立科学合理的建设管理体系和长效运营机制,规范数字化路径的建设管理、长效运行、持续深化。

3 综合交通运输规划数字化转型策略

本研究在借鉴综合交通运输规划行业数字化转型经验,在交通运输部规划研究院数字化转型摸

索过程的基础上,提出综合交通运输规划数字化转型策略。

3.1 以人为本,转变规划思维

数字化思维的形成是综合交通运输规划转型的关键,构建数字化应用环境是根本。从国土空间规划体系构建到“多规合一”,从“互联网+”到数字化引擎,都标志着综合交通运输规划技术已经进入全新“转型期”。综合交通运输规划的制定者和参与者要充分认识到数字化转型是规划技术发展阶段的必然产物,逐步建立数字思维、营造数字文化。

1) 规划制定者要主动转变思维,深刻理解数字化技术是催生规划理念创新的工具和手段,积极推进数字化技术与规划业务领域融合创新,形成创新驱动的综合交通运输规划新方法、新模式,逐渐形成数字化条件下综合交通运输规划的编制理念、规划体系、评估工具、法规标准等。

2) 规划制定者要适应交通运输参与者对数字化运输服务体验的全新要求,更加关注综合客运换乘、多式联运中转的时空界限变迁,更加关注出行顺畅性、预知性和体验性的新理念。形成服务体验、规划编制和跟踪评估相协调的数字化规划思维

观念。

3) 规划的制定者要从深度和广度不断深入思考,认识到综合交通运输规划数字化转型的艰巨性、长期性和系统性,从规划流程再造、业务创新探索、要素组织变革、管理决策模式等方面推进转型创新,实现数字化规划,做到过程数据化、结果数图化、评估精准化。

3.2 全面推进,探索转型模式

按照驱动要素,数字化转型分为降本增效、流程透明、业务转型、产业转型、服务质量、安全提效等类型。综合交通运输规划的数字化转型基本属于业务转型和产业转型的混合驱动,一方面规划业务将向集约化、精准化、人文化方向转变,另一方面规划内容为满足国土空间资源的硬管控制约而转变。综合交通运输规划数字转型应牢固树立数据思维和全程“一盘棋”思想,做好顶层设计,明确转型方向,找准突破点,从数据应用创新、规划技术研发、技术标准制定、资金持续保障、人才塑造培养、文化氛围营造等方面,全面构建全链条数字化转型发展模式。

1) 完善综合交通运输规划数字转型顶层设计,在现有规划信息化条件基础上明晰总体技术框架,做到规划数据源头唯一、技术环境条件统一、支撑工具灵活、业务应用分级分序,按照规划场景应用需求的成熟度进行排序,优先研发基础性、共性规划技术工具,做到边建边用,不断迭代升级。

2) 规划编制者要建立数据创新意识,通过治理和挖潜规划数据要素提高规划技能,以知识创造的理念重构规划方法,构建数字孪生和数字引擎驱动的自主规划模型。

3) 规划业务流程要形成有效分析平台和技术标准,针对规划编制过程中的数据治理、需求预测、方案优化、跟踪评估、资源标准目录等核心业务流程进行集成研发,形成数据中台、微服务引擎、模型工具和系统平台等方式的系列数字化工具集。

4) 要确保稳定资金基础支撑,充分应对数字化产品无盈利的时间窗口期,逐步通过提高规划生产效率和规划成果质量带动社会效益和经济效益的提升。

5) 加强数字化人才培养,尤其是大数据、软件

开发等数字技术和规划业务的复合型人才,有力支撑综合交通运输规划智力决策和技术服务。

3.3 重点建设,夯实数据资源

数据是综合交通运输规划数字化转型的最关键要素。综合交通运输规划涉及数据资源庞大,尤其涉及复杂的空间数据,包含不同尺度、不同时序、不同属性、不同样本等,规划成果的表达形式与空间数据也紧密相关,特别是面对国土空间规划“一张图”的叠加要求,空间数据资源是综合交通运输规划数字化转型必不可少的基础条件。

1) 充分整合铁路、公路、水运、民航等基础设施空间数据要素,进行标准化叠加和属性抽取,并融合互联网、自媒体等交通出行数据,科学表征交通运输空间位移特征信息要素,搭建全要素、全周期的综合交通运输规划时空数据资源中心,在此基础上,持续构建多方式客货运输需求预测、评估评价、对比分析等系列规划特征专题数据库。

2) 搭建形成综合交通运输规划电子“一张图”,集成规划全要素空间数据资源,同时匹配国土空间基础信息平台的空间数据接口和标准要求,以国土空间规划基础底图和相关要素数据为基础,精准叠加分析综合交通运输规划方案。

3) 优先选择开源地理信息系统(GIS)架构作为综合交通运输规划空间技术底座,可采用前端开源技术框架和后台成熟商业产品相组合,也可采用全部开源技术框架,满足数据来源繁杂、规划场景多变、决策因素较多、用户访问并发等实际需要。

3.4 健全机制,统筹应用治理

为了确保综合交通运输规划数据资源建设应用的长期持续,需要建立成套的基础数据治理标准、数据更新维护机制、数据要素共享共用考评管理办法等机制保障,将数据资源的业务应用和数据治理有机结合。

1) 丰富完善融合国土空间规划数据、互联网数据等资源的有关分类分级标准,健全基础数据的采集和入库标准,实现规划数据资源的规范建设管理。

2) 建立健全综合交通运输规划数字化转型制度体系,制定规划数据资源采集与更新管理办法,明确数据采集和更新维护机制,针对不同数据来源

确定具体更新策略。

3) 制定交通运输规划数据共享共用考评办法,完善按数据要素贡献程度参与分配的数据共建共享激励机制,不断形成体现“数据是新型生产要素”的配套政策和考核评价措施。

4 结论

综合交通运输规划数字化转型是促进交通强国建设的重要环节,是顺应国土空间规划改革的必然要求。其发展关键是主动树立数字化创新思维模式,做好总体技术框架设计,制定清晰的转型策略,探索实施适于自身发展的转型模式,建立综合交通运输规划数字化应用和治理一体化共建共享机制,形成综合交通运输规划电子“一张图”底座,并在实践中不断迭代优化和完善升级。

参考文献(References)

- [1] 中共中央、国务院关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见[Z]. 北京: 人民出版社, 2019.
- [2] 国家综合立体交通网规划纲要[Z]. 北京: 人民交通出版社, 2021.
- [3] 李潭峰, 郝媛, 姚伟奇. 国土空间规划背景下我国交通规划转型思考[J]. 交通运输研究, 2019(3): 50-60.
- [4] 杨涛. 新时代跨区域综合交通运输规划的思考[J]. 城市规划, 2021, 45(3): 21-23.
- [5] 杨东援, 郭继孚, 顾煜, 等. 城市综合交通规划的数字化转型——中国城市交通发展论坛第28次研讨会[J]. 城市轨道交通, 2021, 19(6): 107-124.
- [6] 胡庆勇, 李淦山, 裴钟哲. 大数据在交通强国建设中的应用[J]. 科技导报, 2020, 38(9): 39-46.
- [7] 杨琪, 刘冬梅. 交通运输大数据应用进展[J]. 科技导报, 2019, 37(6): 66-72.
- [8] 陈楠梓. 钟南: 综合交通运输“数据大脑”怎么建? [J]. 交通建设与管理, 2022(1): 40-43.
- [9] 王建伟, 高超, 董是, 等. 道路基础设施数字化研究进展与展望[J]. 中国公路学报, 2020, 33(11): 101-124.
- [10] “十四五”现代综合交通运输体系发展规划[EB/OL]. (2021-12-09)[2022-12-30]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2022-01/18/content_5669049.htm.
- [11] 数字交通“十四五”发展规划[EB/OL]. (2022-01-12)[2022-11-02]. https://www.mot.gov.cn/zhuantishi/wuj-tysfzgh/202201/t20220112_3636131.html.
- [12] 张乔, 黄建中, 马煜箫. 国土空间规划体系下的综合交通规划转型思考[J]. 华中建筑, 2020, 38(1): 87-91.
- [13] 罗亚, 余铁桥, 程洋. 新时期国土空间规划的数字化转型思考[J]. 城乡规划, 2020(1): 79-82.
- [14] 中共中央国务院关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见[Z]. 北京: 人民出版社, 2019.
- [15] 翟云, 蒋敏娟, 王伟玲. 中国数字化转型的理论阐释与运行机制[J]. 电子政务, 2021(6): 67-84.

Digital transformation of comprehensive transportation planning under the background of national space planning

GU Mingchen^{1,2}, JIAN Feng^{1,2*}, SHI Yuanyuan^{1,2}, ZHENG Xuewen^{1,2}, LIU Zengjun^{1,2}

1. Transport Planning and Research Institute, Ministry of Transport, Beijing 100028, China
2. Laboratory for Traffic & Transport Planning Digitalization, Beijing 100028, China

Abstract Under the double influence of the digital technology wave and the territorial space planning reform, comprehensive transportation planning is facing the challenge of transformation and upgradation of thought and technology. To fully integrate the whole process of comprehensive transportation planning into national space planning, this paper reviews the challenges and requirements of the digital transformation of comprehensive transportation planning under the national space planning system, and proposes a digital technical framework for comprehensive transportation planning. The paper thinks and explores how to make a digital transformation of comprehensive transportation planning from the aspects of accelerating the transformation of digital thinking of comprehensive transport planning, exploring the formation of transformation development mode, building the spatio-temporal data resource center, forming the electronic "one map" of comprehensive transport planning, and improving integrated co-construction and sharing mechanism, so as to provide strong support for the high-quality development of comprehensive transport.

Keywords national space planning; comprehensive transportation planning; digital transformation ●



(责任编辑 王志敏)