

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2026.03.012

欢迎按以下格式引用:田健,曾穗平.数智赋能国土空间总体规划教学“多阶段+多模块”路径探索[J].高等建筑教育,2026,35(3):95-104.

数智赋能国土空间总体规划教学 “多阶段+多模块”路径探索

田健¹,曾穗平²

(1.天津大学建筑学院,天津 300072;2.天津城建大学建筑学院,天津 300384)

摘要:国土空间规划体系的建立对高校总体规划教学提出了新要求,“全域、全要素、全过程”的教学内容和目标需要更智慧的技术方法予以支撑。针对国土空间总体规划各教学阶段的任务与特征,提出适配“多阶段+多模块”教学的数智技术类型与应用路径:在调研教学阶段,将多源智慧数据技术融入自然生态、历史人文和景观风貌等教学模块,使学生获取更全面更精细的数据;在方案教学阶段,根据不同专题方案需求,设置数字模型、空间模型和人工智能等分析教学模块,支持学生设计更科学更有效的规划方案;在成果教学阶段,将数智平台技术融入成果表达展示、质量检查和模拟测评等教学模块,使学生掌握更丰富更规范的成果编制方法。研究结合教学实例进行应用探索,为数智技术支持下的新时期国土空间总体规划教学内容改革提供借鉴与参考。

关键词:国土空间规划;总体规划教学;数智赋能;教学阶段;教学模块

中图分类号:TU984.11-4;G642.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2026)03-0095-10

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》明确提出,要“建立全国统一、责权明确、科学高效的国土空间规划体系”,由此拉开了我国空间规划领域深度改革的序幕。2020年8月,教育部高教司在《关于启动国土空间规划相关领域教学资源建设工作的通知》中要求各高校“全面启动国土空间规划相关领域教学资源建设工作”,自此,围绕国土空间规划教学的改革探索蓬勃开展^[1]。由于国土空间规划涵盖知识领域广、涉及学科种类多,传统的总体规划教学方法和内容难以适应国土空间规划“全域、全要素、全过程”的新特征^[2]。数智技术的快速发展,为总体规划教学创新变革提供了契机,高等教育司在2024年工作要点中进一步指出,要“深入

修回日期:2025-02-02

基金项目:中国建设教育协会教学科研课题(2025038);教育部供需对接就业育人项目(2024082628505、2024122036733);天津市普通高等学校本科教学质量与教学改革研究计划重点项目(A251079201);天津市教委社会科学重大项目(2025JWZD-GJ25);天津大学研究生导师发展专题研究项目(DSFZ2025021)

作者简介:田健,副教授,主要从事城乡规划研究;(通信作者)曾穗平,教授,主要从事城乡规划研究。

实施数字化战略行动”,结合数智时代新技术应用,开展国土空间总体规划教学的创新探索势在必行。

当前已有相关高校开展国土空间规划教学的数智技术应用研究,如基于智慧平台探索国土空间规划项目驱动的教学模式^[3],有效提升数据整合及成果表达;基于地理信息平台构建智慧国土空间规划框架^[4],探索县级国土空间总体规划中的空间数字模型应用。但更多的研究还是侧重于国土空间体系变革下总体规划课程体系应变^[5]、教学方法和教学模式的创新探索^[6]等,对数智技术在总体规划教学中的具体创新研究相对缺乏,许多数字化教学内容停留于城乡总体规划课程^[7-8],不适应国土空间规划时代的教学需求。针对国土空间总体规划教学多阶段、多模块特征^[9],亟须系统梳理不同教学阶段各教学模块的教学需求和数智技术应用路径,为数智时代下提升国土空间总体规划教学质量与效率、培养高素质国土空间规划人才提供实践框架和案例参考。

一、基于国土空间总体规划编制特点的教学需求变化

(一) 国土空间规划体系变革对总体规划教学提出新要求

与以往城乡总体规划相比,国土空间总体规划强调全域、全要素、全过程,这对总体规划教学工作提出了更高的要求和挑战^[9]。在数据获取方面,国土空间总体规划空间范围广、要素类型多,沿用传统的实地调查方式会导致工作量过大使得学生难以承受,数据也难以做到全面、准确。在方案研究方面,国土空间规划要求开展涵盖多学科的专题分析,传统的规划分析方法无法满足学生对空间规划海量数据处理和多样化专题研究的需求。在成果编制与展示方面,国土空间规划对数字化成果质量要求更高,成果应可供数字平台查询、分析、评估及应用,传统技术方法亟待拓展和升级。国土空间规划编制内容的大幅度拓展,要求总体规划教学内容同步革新,引导学生解决空间规划编制出现的新问题,适应国土空间规划体系变革对人才的新要求。

(二) 国土空间总体规划教学“多阶段+多模块”的数智赋能需求

国土空间总体规划教学分为调查研究、方案分析、成果编制三个阶段,每个阶段包含多个教学模块^[10]。在国土空间总体规划的语境下,数智技术赋予了每个阶段全新的内涵。传统的“调查研究”已演进为对全域全要素的“精准认知与动态感知”,要求规划人员能够处理多源异构数据以精准把脉国土空间本底;传统的“方案分析”已升级为“多情景模拟与智能辅助推演”,需借助模型算法对规划方案进行未来影响评估;传统的“成果编制”也转变为生成“衔接全过程治理的智慧成果”,强调对规划实施效果的动态监测与评估。因此,课程的改革并非简单套用传统阶段,而是针对国土空间规划的特定需求,对每一阶段进行数智化的重塑与深化。

在调查研究教学阶段,学生需要对自然资源与生态环境、历史人文与社会经济、景观格局与空间风貌等系统要素开展调研,获取基础数据,引入多源智慧数据技术,可以使学生更高效地获取全域全要素数据,提高调查研究的全面性与准确性。在方案分析教学阶段,学生面临数字信息、空间信息、复杂网络信息等海量数据的分析任务,需要指导学生针对不同信息数据特征,采用数字模型、空间模型、人工智能模型等多种数智技术进行分析,提高对国土空间现状本底、关键问题、时空演化规律和发展趋势判断的精准度,为空间规划方案设计提供科学支撑。在成果编制教学阶段,需要引导学生探索更丰富的成果表达形式,适应空间规划更严谨的成果质检要求,以及学习响应规划全过程属性的成果实施评估方法,引入数智平台技术,帮助学生更好地与空间规划实践接轨,掌握数字化技术在空间规划成果编制中的应用,实现高质量成果编制的教学目标(图1)。

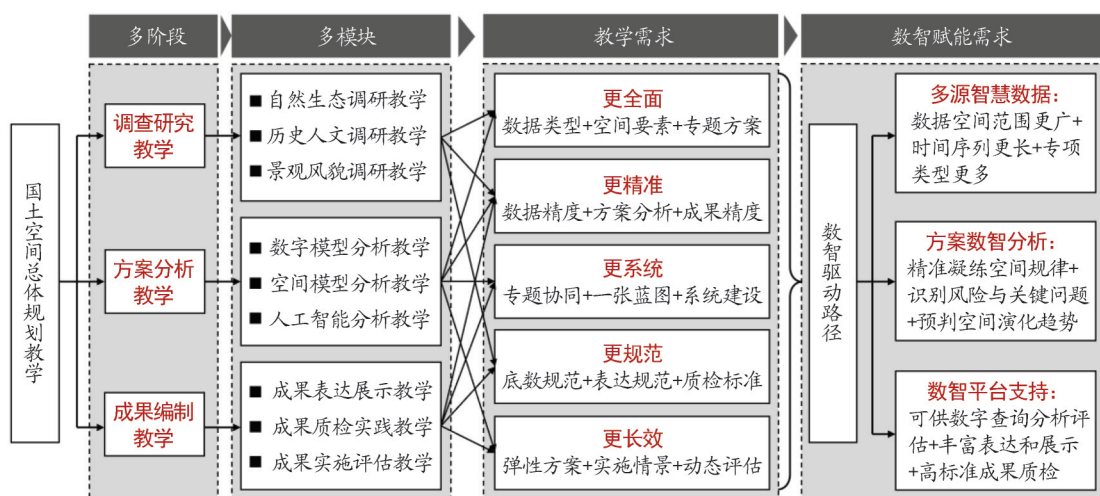


图1 国土空间总体规划教学“多阶段+多模块”的数智赋能需求

总之,需要在国土空间总体规划教学的各阶段、各模块中引入相匹配的数智方法教学内容,以适应国土空间规划对调查研究、方案分析、成果编制的新需求,提高学生在国土空间总体规划编制方面的综合能力。

二、全域全要素感知阶段:多源智慧数据技术赋能更全面更精细的调研教学

调研教学阶段是国土空间总体规划教学的关键环节,基础调研数据准确、翔实,对空间规划设计方案的科学性与合理性有重要影响^[11]。国土空间规划体系要求基础数据获取的空间范围更广、时间序列更长、专项类型更多,因此在总体规划调研教学中,需要根据自然资源与生态环境、历史人文与社会经济、景观格局与空间风貌等差异化要素特征,在对应的教学模块中引入恰当的多源智慧数据技术,引导学生提升国土空间调研的全面性和准确性。

(一) 自然生态要素调研教学模块

自然生态要素调研教学模块中,国土空间规划各专题教学涉及气候、植被、土壤、水文、地形地貌、自然资源(如土地资源、矿产资源、水资源)等自然生态要素,传统调研使用文献查阅和实地踏勘等方法,难以覆盖全部要素,且因部分资料涉密,难以在教学过程中获取;因此,在调研教学过程中需指导学生使用多源智慧数据技术,扩展基础数据来源,提升调研效率。结合学习小组分工,指导学生针对自己需要的数据类型,在开源数据库查询、下载数据。例如,基于地理空间数据云获取高程、坡度等地形数据和遥感影像数据;运用谷歌地球引擎获取植被覆盖数据(NDVI);通过地方水资源公报获取水资源数据;基于国家青藏高原科学数据中心获取降雨数据;利用HWSD世界土壤数据库获取土壤数据等。上述多元数据获取途径丰富了国土空间总体规划调研的数据类型,为学生后续开展国土空间“双评价”、自然灾害风险研究、生态保护红线划定与安全格局构建等学习实践任务提供了坚实的数据保障(图2)。

(二) 历史人文要素调研教学模块

历史人文要素调研教学模块中,国土空间规划教学涉及的数据类型同样繁多,如历史遗存、公共服务设施、基础设施、人口、产业、建筑等,尤其是与空间匹配的社会经济数据较难获取。传统的统计年鉴等数据,通常以县市为统计单元,部分数据精度可到街镇,但不包含更细化的数据^[12]。因此,需要在调研教学过程中指导学生使用多源智慧数据技术,充分利用开源数据库,拓展多个尺度

的基础数据来源:在宏观尺度,指导学生从CNKI数据库下载区域内相关市县(区)统计年鉴数据,加强对历史文献、政府公报等数据的挖掘;在中观尺度,基于互联网获取《中国县域统计年鉴(乡镇卷)》等数据;在微观尺度,获取精细化空间单元数据,如基于世界人口数据库(World pop)获取人口密度数据,从中国科学院资源环境科学数据中心获取匹配精细空间单元的GDP数据,利用高德地图POI开放数据获得医疗、教育、文化、体育、社会福利、消防、商业等设施数据,基于中国建筑屋顶区域数据集获取建筑密度数据,运用开放街区地图工具(Open Street Map)获取道路网数据等(图3)。

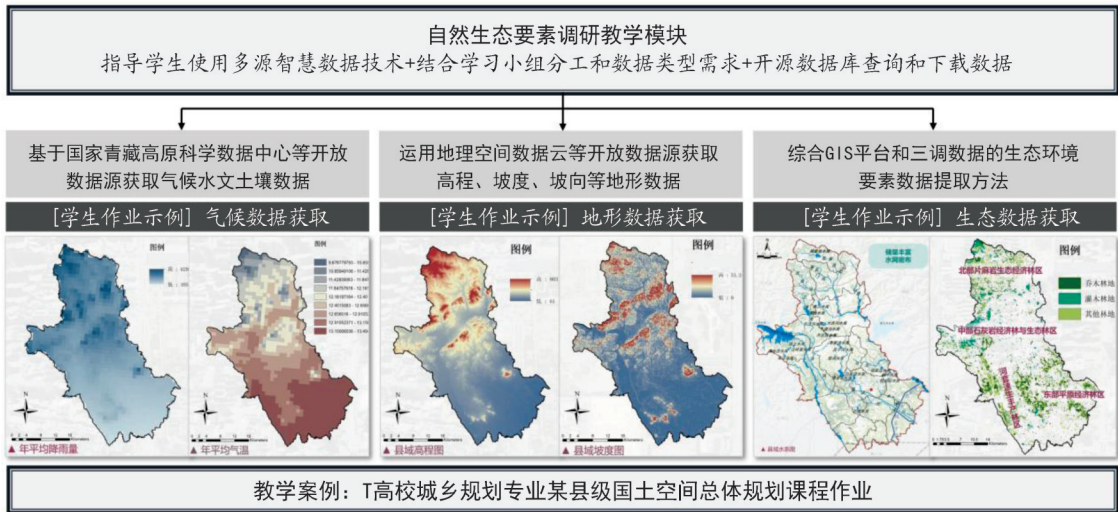


图2 自然生态要素调研教学模块实践案例

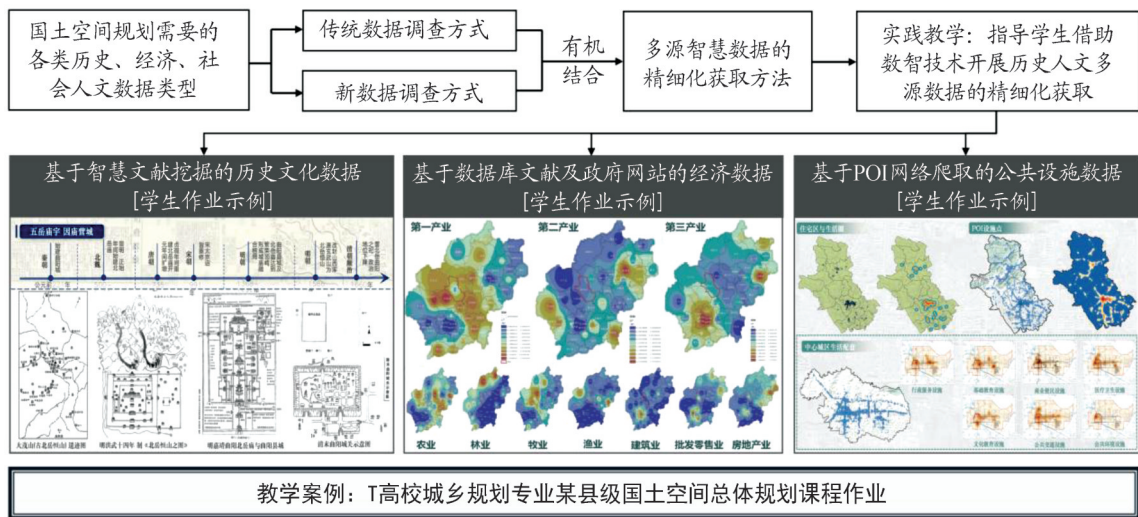


图3 历史人文要素调研教学模块实践案例

基于POI等数据来源异构、坐标系不同、属性定义不一、存在大量重复和矛盾记录等问题,在课程中引导学生基于Python语言,首先运用机器学习等智慧方法计算文本语义相似度,对数据进行融合;然后应用空间聚类及异常值分析技术,对数据进行清洗;最后运用K-Means等聚类算法智慧挖掘空间数据规律。通过数据融合、清洗和挖掘等数智技术,提升调研成果对方案设计的支撑能力。

(三) 景观风貌要素调研教学模块

景观风貌要素调研教学模块中,国土空间总体规划教学内容主要涉及总体城市设计专题和特

色景观风貌总体指引,需要学生对全域山川形胜、城乡空间景观有全面认知。因此,在传统的实地踏勘调研感知的基础上,还需要引导学生学习数字化、多元化、智慧化的数据获取方法。例如,运用无人机拍照、卫星定位技术对多年份影像资料进行比对,从多尺度、多视角感知关键节点空间,萃取景观特质、发现风貌问题、解析景观格局;运用机器学习技术挖掘史料,绘制历史景观地图;通过互联网街景图像爬取技术,补充城市建筑高度、风貌、街道景观等数据;采用线上网络问卷和现场问卷访谈相结合的方式,从居民视角感知景观问题与空间风貌设计需求,为总体城市设计和总体风貌指引专题教学提供支持。在景观风貌要素调研教学模块,指导学生将现场踏勘、测量、拍照、访谈等传统数据调查方式与遥感影像、POI数据、开放数据平台等新数据调查方式有机结合,学习掌握多源智慧的景观风貌数据获取方式(图4)。



图4 景观风貌要素调研教学模块实践案例

三、多情景方案推演阶段:数智分析技术驱动更科学更精准的方案设计教学

国土空间总体规划方案设计涉及生态、交通、公共服务、区域协同、乡村与农业空间、城镇化与城镇体系、总体城市设计等诸多专题方案研究,海量数据与复杂问题的分析成为关键环节,通过精准凝练空间发展规律、识别典型风险与关键问题、预判国土空间演化趋势,提出科学合理的空间规划方案。这就需要在教学中引导学生使用数字化、智能化分析技术,提升学生专题分析和方案设计的效率。根据数据和专题类型,可以分为数字模型分析、空间模型分析和人工智能分析等教学模块。

(一) 数字模型方案分析教学模块

针对表格数据、面板数据等基础数据特点和部分专题研究中的数学规律分析需求,可以指导学生使用学习引力模型、指数分析模型、回归模型等数字模型,用以定量化识别国土空间要素演化规律和问题,为空间布局调整和规划方案设计提供依据。例如,在交通调查数据分析中,基于已获取的客车班次、客流量等数据,指导学生引入修正后的引力模型,计算不同城市节点在区域中的交通优势,分析出区域交通中心、节点及区域联系较弱的交通洼地,为交通布局优化方案提供支持;在区域景观调查数据分析中,基于已获取的多年份长时间序列植被覆盖、土地利用等数据,应用景观格局指数分析模型,计算出最大斑块指数、斑块密度、连接度、景观分割指数、聚集指数、蔓延度等景观格局指数,以便量化描述区域景观格局的时空变化特征,为景观格局优化设计提供依据;在旅游服务设

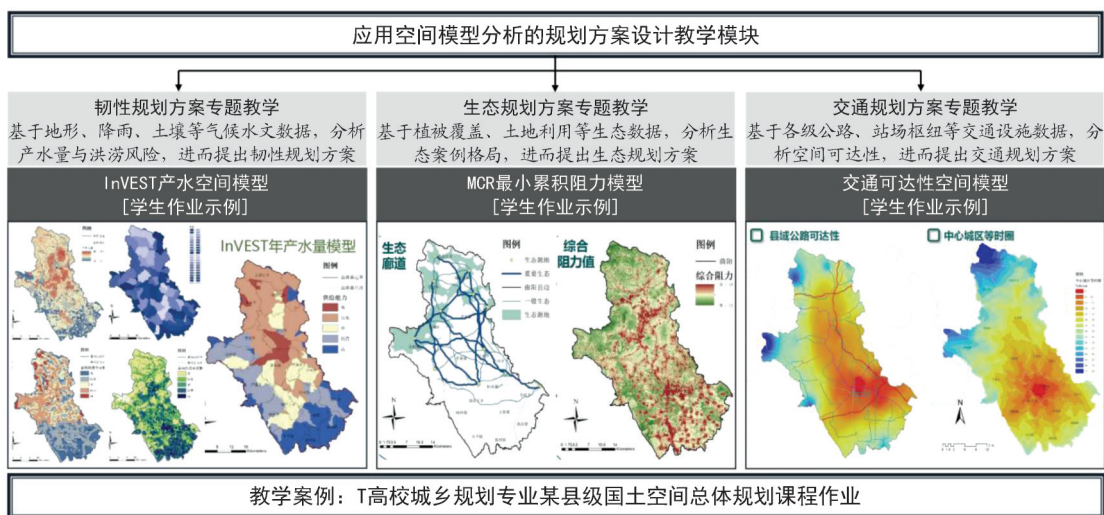


图6 应用空间模型分析的规划方案设计教学示例

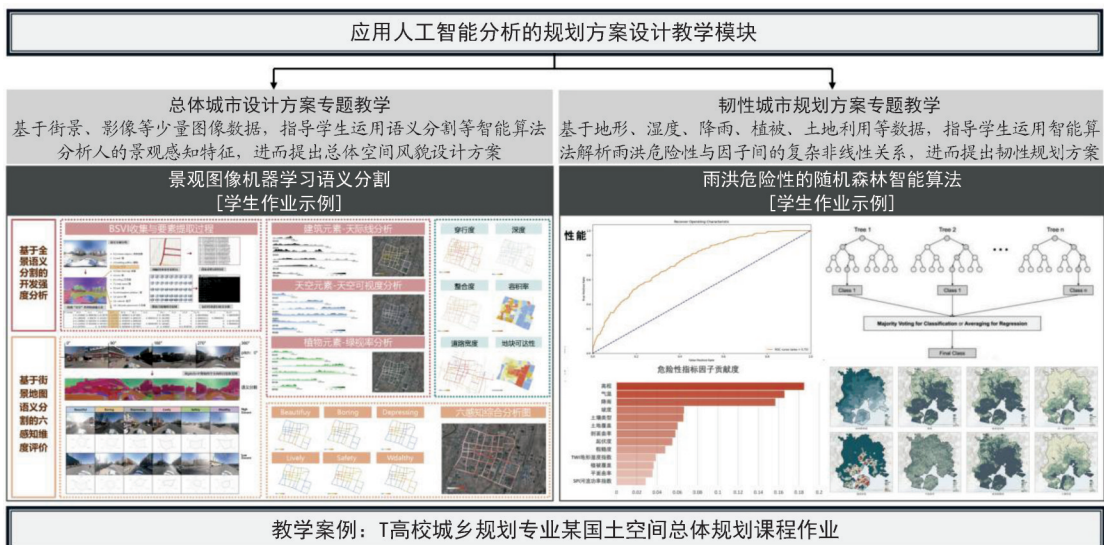


图7 应用人工智能分析的规划方案设计教学示例

四、全过程治理衔接阶段:数智平台技术赋能更丰富更规范的成果编制教学

在成果编制教学阶段,由于国土空间规划对数字化成果质量的要求更高,要求成果可供数字平台查询、分析、评估及应用,因此需要引入数智平台技术,引导学生运用丰富的形式表达与展示成果,以严谨的空间规划成果质检标准提升成果质量,掌握规划成果实施评估方法,帮助学生与国土空间规划实践接轨,通过数字化技术的应用,实现高质量的空间规划成果编制教学目标。

(一) 成果表达展示教学模块

提升学生的国土空间规划成果展示效果,是成果编制阶段的教学目标之一。数字化技术为总体规划成果表达提供了更多的可能性,可以帮助学生采用更丰富的形式展示成果。例如,地理信息系统(GIS)是国土空间总体规划成果的重要展示平台,指导学生集成空间规划图像和三维模型成果,并通过地图、图表等形式直观展示规划成果;在成果表达展示教学模块中引入虚拟现实(VR)和增强现实(AR)技术,指导学生将总体城市设计方案成果中的三维立体模型与虚拟环境相结合,为

国土空间规划成果查阅、评审和学习者提供沉浸式体验,通过更改建筑高度、调整道路走向等交互式操作感受方案的合理性与空间魅力;还可以利用多媒体工具,指导学生运用动画和视频演示技术,动态展现国土空间规划方案的生成过程、专题成果细节、成果实施及空间使用效果,提供时间上的纵深感,并融入音频解说和互动元素,多媒体全方位展示有助于学生的规划成果表达更加生动和易于理解(图8)。

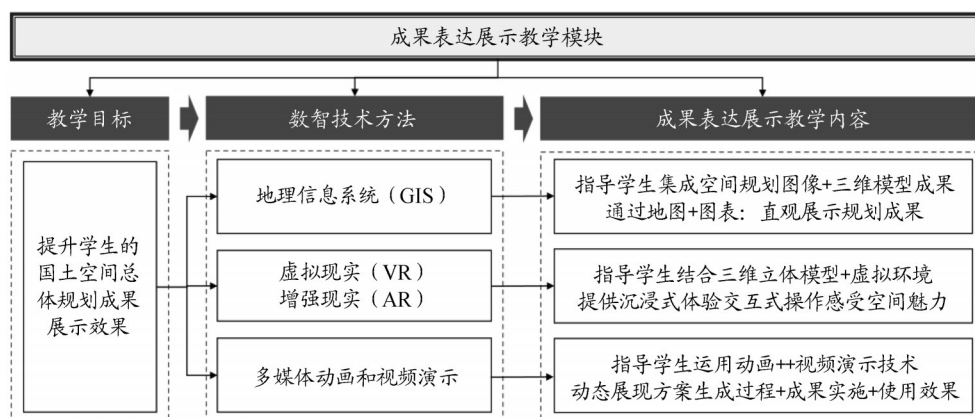


图8 成果表达展示教学模块中的数智化技术应用

(二) 成果质量检查教学模块

国土空间总体规划成果按照国家相关部门要求进行严格质检,尤其是对生态保护红线、永久基本农田保护线和城镇开发边界成果数据进行数据库自动比对检验,核查规划符合性、数据格式规范性等;因此,在成果编制教学阶段,为了提升学生对国土空间规划实践的理解水平,可以联合规划设计编制单位开展总体规划成果的质检模拟。在成果质检教学模块中,通过指导学生应用相关数智平台应用技术,提高规划成果的规范性,从而达到质检要求。例如,指导学生使用GIS平台进行空间数据的比对和验证,对规划成果的基础地理信息、土地利用、人口经济数据等进行校核,确保数据的准确性和一致性;通过引导学生学习城市仿真系统、交通仿真软件(VISSIM)等仿真模拟平台,模拟交通规划等专题成果的效果和影响,评估其合理性和可行性;基于智能决策支持系统(IDSS),指导学生应用人工智能和机器学习技术,支持规划成果的自动化评估和空间规划方案优化的智能决策;通过掌握云存储、在线协作平台等云端协作工具,实现学习小组的高效协作与成果数据共享,全面提升成果编制工作效率和整体质量(图9)。

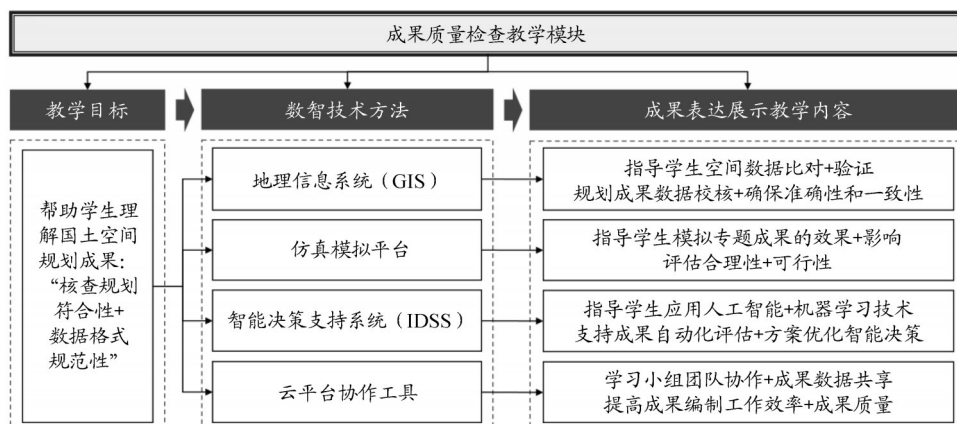


图9 成果质量检查教学模块中的数智化技术应用

(三) 实施模拟测评教学模块

国土空间规划具有全过程属性,因此长时间序列视角下总体规划成果的实施效果模拟测评是一个重要的教学模块^[13]。实施效果模拟测评涉及两个重要的教学内容:一是动态数据获取与分析,二是空间变化模拟与预测^[14]。在动态数据获取与分析教学中,指导学生应用地理空间数据云平台、物联网数据平台、POI数据平台等数字平台技术,关注长时间序列的动态数据调查,为持续的规划成果评估反馈提供依据。在空间变化模拟与预测教学中,指导学生应用多智能体系统(MAS)、元胞自动机、遗传算法模型等,模拟多情景下国土空间变化结果,并与国土空间规划成果比对分析,评估成果与空间客观演化趋势之间存在的差异。以生态专题的规划成果评估为例,指导学生基于数智平台获取气象、土壤、植被、土地利用、地形及水文等长时序动态数据;然后基于空间变化模拟与预测技术,模拟生态空间变化和生态安全格局演化,持续开展生态环境敏感性评价、生态系统服务功能重要性评价等,比较基于数智技术生成的未来生态安全格局与国土空间总体规划成果之间的差异性,检视目前成果在生态安全保障方面存在的不足,为成果进一步优化完善提供依据(图10)。

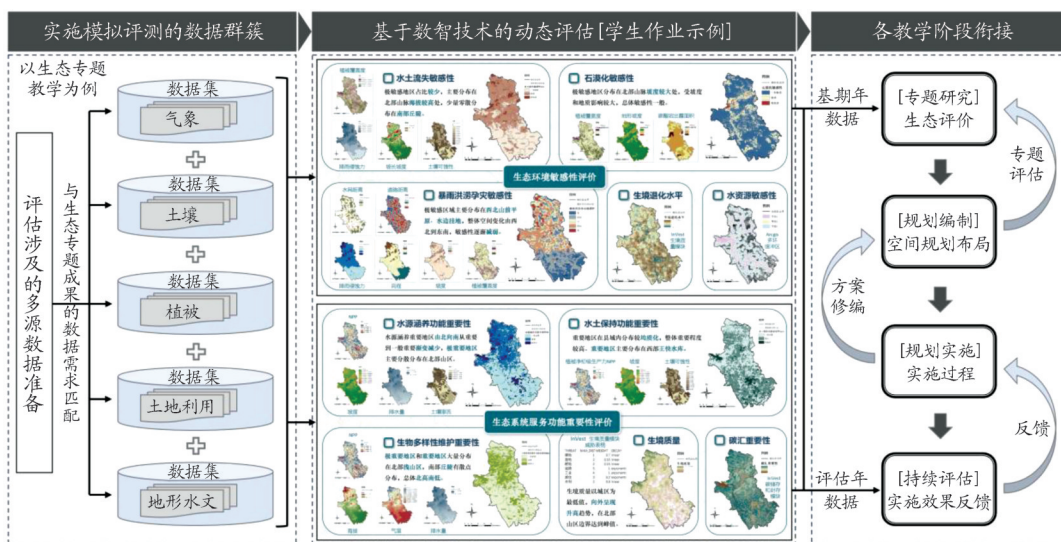


图10 实施模拟评测教学模块中的数智化技术应用(以生态专题为例)

五、结语

传统的总体规划技术方法难以适应国土空间规划“全域、全要素、全过程”特征,这对总体规划教学提出了新的要求和挑战。新时期数智技术的快速发展,为总体规划教学内容的创新改革提供了契机,通过在总体规划教学“多阶段+多模块”中引导学生学习应用数智技术,提高学生在国土空间总体规划编制方面的综合能力。一是调研教学阶段,在自然生态要素、历史人文要素、景观风貌要素等调研教学模块中,引导学生选择针对性的多源智慧数据技术,获取更全面、更精细化的数据;二是方案设计教学阶段,在数字模型分析、空间模型分析、人工智能分析等教学模块中,指导学生应用数智技术解析复杂规律、优选空间方案;三是成果编制教学阶段,在成果表达展示、成果质量检查、实施模拟评测等教学模块中,指导学生运用多种数字平台技术丰富成果表现形式、提高成果质量与合规性、实现动态实施评估目标。本研究探索旨在建立一个数智技术赋能国土空间总体规划教学内容的开放式框架,后续伴随着空间规划教学实践的不断深入和相关数智技术的持续发展,国土空间总体规划教学“多阶段+多模块”的数智技术应用范式与路径将会进一步完善。

参考文献:

- [1] 阎涵, 荣丽华, 王强. 国土空间规划背景下“多维融合”教学模式探索——以国土空间总体规划系列课程为例[J]. 教育教学论坛, 2024(12): 128-132.
- [2] 罗曦. 国土空间规划体系下城乡规划专业总体规划课程群教学改革探讨——以中南大学为例[J]. 华中建筑, 2024, 42(1): 144-148.
- [3] 梁春玲, 谷胜利, 张佳乐. 基于智慧平台的国土空间规划项目驱动制教学模式研究[J]. 安徽建筑, 2023, 30(10): 116-119.
- [4] 宋明洁, 卢新海, 潘方杰. 基于地理设计的智慧国土空间规划框架构建——以县级国土空间总体规划为例[J]. 自然资源学报, 2022, 37(11): 2990-3004.
- [5] 禹怀亮, 罗国娜, 魏玉静. 国土空间规划体系下的城乡总体规划课程教学探讨——以市级行政区为例[J]. 科教导刊, 2021(23): 136-138.
- [6] 朱查松, 王嫣然. 国土空间规划背景下总体规划教学改革探索[J]. 城市建筑, 2021, 18(16): 97-100.
- [7] 张振龙. 数字规划技术在城市总体规划设计中的应用[J]. 高等建筑教育, 2011, 20(5): 144-148.
- [8] 李哲, 成玉宁. 数字技术环境下景观规划设计教学改革与实践[J]. 风景园林, 2019, 26(S2): 67-71.
- [9] 田健, 曾穗平. 面向空间规划人才培养需求的总体规划教学改革实践[J]. 规划师, 2024, 40(12): 32-40.
- [10] 周敏, 王勇, 孙鸿鹄. 国土空间规划背景下城乡规划实践类课程教学改革探索——以城乡总体规划为例[J]. 科教导刊, 2023(26): 70-72.
- [11] 李西, 邓云叶. 国土空间规划背景下《城市总体规划调研实习》课程教学目标体系改革探讨[J]. 四川建筑, 2022, 42(5): 34-35.
- [12] 曾穗平, 彭震伟, 田健, 等. “时空融合+知行耦合”的城乡规划社会调研教学理论研究[J]. 规划师, 2019, 35(2): 86-90.
- [13] 程铭, 肖寒, 畅琪. 市县国土空间总体规划实施评估体系研究[J]. 规划师, 2020, 36(S1): 5-9.
- [14] 欧阳鹏, 刘希宇, 郑筱津. 整体性治理视角下市县国土空间总体规划实施机制研究[J]. 规划师, 2023, 39(9): 1-8.

Path exploration of multi-stage and multi-module teaching for territorial spatial master planning empowered by digital intelligence technology

TIAN Jian¹, ZENG Suiping²

(1.School of Architecture, Tianjin University, Tianjin 300072, P. R. China;

2.School of Architecture, Tianjin Chengjian University, Tianjin 300384, P. R. China)

Abstract: The establishment of the territorial spatial planning system has put forward new requirements for the teaching of overall planning in colleges and universities, and the teaching contents and objectives of whole-area, all-element and whole-process need to be supported by more intelligent technical methods. According to the tasks and characteristics of each teaching stage of territorial spatial master planning, the types and application paths of digital intelligence technology suitable for multi-stage and multi-module teaching are proposed. In the research teaching stage, multi-source intelligent data technology is integrated into the teaching modules of natural ecology, history and culture, and landscape style, so that students can obtain more comprehensive and detailed data. In the program teaching stage, according to the needs of different special programs, the analysis teaching modules such as digital models, spatial models and artificial intelligence are set up to support students to design more scientific and effective planning schemes. In the stage of results-based teaching, the digital intelligence platform technology is integrated into teaching modules such as result expression and display, quality inspection and implementation evaluation, so that students can master a richer and more standardized method of preparing results. The study is combined with teaching examples to explore the application, aiming to provide reference for the teaching content optimization of the overall territorial space planning in the new era with the support of intelligent technology.

Key words: territorial spatial planning; master planning teaching; digital intelligence empowerment; teaching stage; teaching module

(责任编辑 梁远华)