引文格式：任东宇,韦钰华,刘阳杰,等. 基于工具集增强的地图制图大模型构建方法研究[J]. 地理空间信息, 2025, 23(12):1-6. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2025.12.001

基于工具集增强的地图制图大模型构建方法研究

任东宇[1,2]，韦钰华[1,2]，刘阳杰[1,2]，王叶兰[1,2]，狄　威[1,2]
（1. 自然资源部第三地理信息制图院，四川 成都 610100；
2. 自然资源部数字制图与国土信息应用重点实验室，四川 成都 610100）

摘　要：围绕地图制图长期存在专业门槛高、自动化程度低的问题，基于工具增强的大语言模型、模型微调和Web地图制图等关键技术，研究了基于工具集增强的地图制图大模型构建方法，通过基于大模型的自动化工具集构建、微调样本生成及领域微调等环节，构建了地图制图领域的大语言模型原型系统，实验结果表明，该方法能够有效理解用户的自然语言指令，准确调用相应的制图工具，实现智能化地图生成。本研究为地图制图领域的智能化提供了新的技术路径，同时也为大语言模型在垂直专业领域的应用提供了新思路。

关键词：地图制图；大语言模型；工具增强；模型微调
中图分类号：P283.7　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2025）12-0001-06

Research on the Construction Method of Cartography Large Models Based on Tool-enhanced

REN Dongyu[1,2], WEI Yuhua[1,2], LIU Yangjie[1,2], WANG Yelan[1,2], DI Wei[1,2]
(1. The Third Geoinformation Mapping Institute of Ministry of Natural Resource, Chengdu 610100, China;
2. Key Laboratory of Digital Mapping and Land Information Application, Ministry of Natural Resources, Chengdu 610100, China)

Abstract: Cartography has long faced challenges such as high professional thresholds and low automation levels. We used the tool-enhanced large language model, model fine-tuning, and Web cartography technologies to explore a cartography large models construction method. Through the automated construction of tool sets based on large models, generation of fine-tuning samples, and domain-specific fine-tuning, we developed a prototype large language model system for cartography. Experimental results demonstrate that this method can effectively understand users' natural language instructions, accurately call upon relevant cartographic tools, and achieve intelligent map generation. This research provides a new technical approach for intelligent cartography and offers fresh insights into the application of large language models in specialized professional fields.

Key words: cartography, large language model, tool-enhanced, model fine-tuning

让制图系统全自动地完成地图设计与制作，一直是地图学界追求的目标，也是国际地图制图协会的前沿研究方向[1]。传统的地图制图需要专业人员运用ArcGIS、QGIS等专业制图软件，以及Adobe IIlustrator、CorelDraw等图形设计工具进行编绘[2]。信息化环境的发展催生了部分在线制图产品，简化了制图流程，让大众参与至地图制作的各个环节[3]，但地图制图仍具有较高的专业门槛，亟需利用人工智能技术，实现地图学与人工智能的交叉融合，从而提高地图设计、制图数据处理、制图综合等的智能化水平和地图生产的自动化程度[4]。

目前，已有部分研究评估了大语言模型在地图表达方面的能力[5-13]，也有研究将ChatGPT用作地图制图的助手[14]，还有研究探索了自主式地图制图框架[15]、利用自然语言进行GIS空间分析[16]、利用LLM处理矢量数据[17]，但总体而言，大语言模型在地图制图领域的研究仍然少，制图智能化与自动化的需求仍未得到满足。

因此，本文研究了基于工具集增强的地图制图大模型构建方法。该方法融合了工具调用增强的大语言模型和Web地图制图等关键技术，通过自动化工具集构建、微调样本生成及领域微调等方法，构建了地图制图大模型原型系统，并通过2个实验案例验证该方法的有效性。本研究不仅为地图制图领域的智能化提供了新颖的技术路径，也为基于工具集增强的专业领域大语言模型构建提供了可借鉴的解决方案。

1　制图大模型理论设计与技术选型

1.1　制图大模型理论设计

制图大模型的核心目标在于基于通用大语言模型，利用工具集增强的方式，实现对制图任务的自动

项目来源：四川省地理时空大数据中心建设关键技术研究项目。
第一作者简介：任东宇（1989—），研究生，高级工程师，从事地图制图与地理信息工程方向工作，E-mail：360079316@qq.com。

表1 制图大模型基础模型选型比较

模型名称	参数规模	开源状态	地图制图知识评分	制图代码生成能力	工具调用支持	推理速度	综合评估
GPT-4	未知	闭源	4.8/5	4.7/5	原生支持	中等	优秀但成本高
GPT-3.5	未知	闭源	4.2/5	3.9/5	原生支持	较快	良好但不可定制
LLaMA2-13B	13B	开源	4.1/5	3.7/5	可扩展	快	性能与开放性平衡
LLaMA2-7B	7B	开源	3.6/5	3.2/5	可扩展	很快	性能略弱
Mixtral-8x7B	45B	开源	4.3/5	4.0/5	可扩展	慢	性能强但资源需求高
Baichuan2-13B	13B	开源	3.9/5	3.5/5	可扩展	快	中文能力强

解析、规划，通过集成组合调用制图工具，实现地图的自动化与智能化生成。因此本研究提出了一种3层结构的地图制图大模型理论框架，如图1所示。该框架旨在解决地图制图领域中自然语言转化为专业地图的核心问题，包括语义理解层、工具调用层和地图实现层3个关键组成部分。

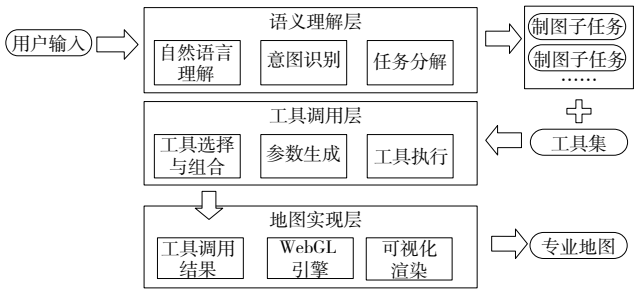


图1 制图大模型理论框架

1.2 制图大模型的技术选型

基于上述理论框架，本节对地图制图大模型实现的关键技术进行了系统分析与选型。

1.2.1 基础模型选型

制图大模型的基础选型将直接影响语义理解和工具调用等系统性能，本文通过多维度比较分析（表1），选定了LLaMA2-13B作为基础模型。

通过在地图制图知识评分、制图代码生成能力、推理速度等维度的测试，LLaMA系列模型在综合评估上有着较好的表现。尤其是LLaMA2-13B模型，在地图知识评分、制图代码生成能力方面表现良好，同时具备开源可定制性、推理速度快的优势，综合考虑后成为本研究的首选底座模型。

1.2.2 工具调用增强选型

工具调用是制图大模型的核心，为了保证工具选择与组合的精确性与参数生成的准确性，本文提出了基于大模型的自动化工具集构建方法，用于生成高质量的制图工具集，具体实现见2.1。

同时为了提高通用大语言模型专业制图能力，需要采用适当的模型增强方法提高模型工具调用能力。本研究对比分析了几种主流的工具调用增强方式在制图领域的适用性（表2）。

总体而言，QLoRA微调技术表现出最佳的综合性能。相比提示工程方法，QLoRA微调能更有效地学习地图专业知识和工具使用模式；相比全量微调，QLoRA显著降低了计算资源需求，同时保持了相当的性能水平；相比RAG增强方法，QLoRA在工具调用的精确性上具有明显优势。

表2 工具调用增强方法对比分析

增强方法	专业知识获取能力	工具使用精度	泛化能力	实施成本	维护难度
提示工程	低	中	低	低	低
RAG增强	中	低	中	中	中
全量微调	高	高	高	高	高
QLoRA微调	高	高	中	中	中

QLoRA技术通过在LLaMA2模型的每个注意力层引入秩为 r 的低秩矩阵进行参数高效微调[18]，特别适合地图制图这种工具调用精度要求高的场景。通过4-bit量化和低秩适配设计，QLoRA能以极低的参数开销获得接近全量微调的效果，实现了在地图制图这一专业垂直领域的高效适应。

1.2.3 地图实现

Web地图制图技术的快速发展为地图制图智能化提供了有力支撑。与传统的桌面制图方法相比，Web地图制图具有跨平台、易共享、易交互等优势，新兴的Web地图库如Leaflet、OpenLayers、MapLibre GL等进一步提供了灵活的开发框架，极大拓展了Web地图的应用空间。马炅妤[19]等在地图快速供图和在线制图[20]方面已有系列研究成果，形成了包括数据准备、配图设计和地图整饰等环节的Web制图工具链，为本研究奠定了坚实的基础。基于此，本研究采用自主研发的WebGL在线动态地图服务框架，实现制图大模型结果的动态可视化表达。

2 制图大模型实现

本文的总体实现流程：首先通过大语言模型实现工具文档的智能转换，充分利用现有地图制图工具形成相应的制图工具集；其次，利用领域划分模板设计和大模型思维链提示的训练样本自动生成方法，创建高质量的工具调用微调数据；最后，采用基于QLoRA的高效领域适应方法，实现模型在地图制图领域的精

确调优；在第3节，本文还通过2个实验案例验证该方法的有效性。

2.1　基于大模型的自动化工具集构建

工具集的准确性与详细性对于工具调用具有至关重要的影响，已有的研究[19-20]中已经形成了地图制图相关工具文档，然而已有的工具文档包括Swagger、APIFOX以及其他doc等文档在格式标准和内容上并不完全一致，采用人工标注的方式将这些工具文档转换为工具集时，需要投入较高的人力成本。针对这一问题，本节提出了基于大模型的自动化工具集构建方法，旨在以更加高效、自动化的方式利用已有的工具文档构建出高质量的工具集。

该方法主要分为4个步骤：文档预处理、工具描述生成、工具功能指南生成、OpenAPI规范生成，如图2所示。该方法主要依托高级大语言模型（GPT4）完成，仅需少量的人工监督介入，可有效的降低人力成本。

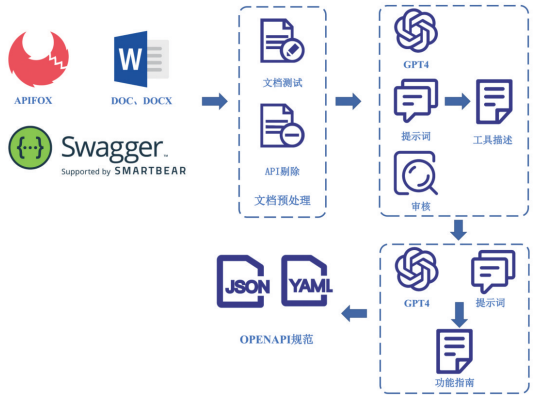


图2　基于大模型的自动化工具集构建流程图

文档预处理：首先需要对现有工具文档进行初步测试。此环节涉及从Swagger、APIFOX、doc等多种文档来源中剔除已弃用或过时的内容，并对文档中API的功能进行实测，确保API能够稳定运行。对于无法正常工作的API，以及响应时间过长的API，均予以剔除。通过这一系列初步测试，获得了构建工具集所需的基础文档素材。

工具描述生成：不同来源的工具文档在格式和内容上存在显著差异，且部分文档包含冗余信息，这对大模型准确理解工具用途构成了挑战。为解决该问题，本研究精心设计了提示词指令，引导GPT4利用其强大的语言理解能力，提炼出简洁而有效的工具名称和用途描述，这有助于大模型在适当任务场景下准确选择工具。对于生成的描述结果，通过实施人工审核以确保其准确性。对于描述效果不佳的工具，通过向提示词指令中添加优质示例，进一步增强GPT4对指令的遵循能力。

工具功能指南生成：通过工具描述可以帮助大模型正确选择需要使用的工具，但是在工具调用的过程中，大模型仍然面临着生成错误的参数名称、参数格式等问题，导致工具调用失败。针对这一问题，本研究设计了另外一条提示词指令，提示GPT4在工具描述的基础上，生成详细的功能指南，主要包括其输入的参数名称、参数类型，输出内容等，并要求其生成一个用法示例。

OpenAPI规范生成：OpenAPI规范作为一种标准的、与编程语言无关的接口描述方式，是工具集的标准表现形式。本研究采用JSON格式的OpenAPI规范，同时提供了清晰的规范键值结构示例，保证生成的规范准确可用。

通过上述方法，利用已有的接口文档和GPT4模型即可构建多样化、统一表示的工具集，为下一步的工具使用微调样本生成提供了坚实的基础。

2.2　微调样本生成

在自动生成工具集的基础上，本研究进一步利用工具集辅助训练样本的生成，生成路线如图3所示。针对不同类型的地图制图任务，设计标准化的自然语言指令与结构化分析脚本的配对模板，这些模板涵盖了多数常见地图制图场景，通过在占位符上填充不同的参数，可衍生出大量结构多样、内容丰富的配对样本。

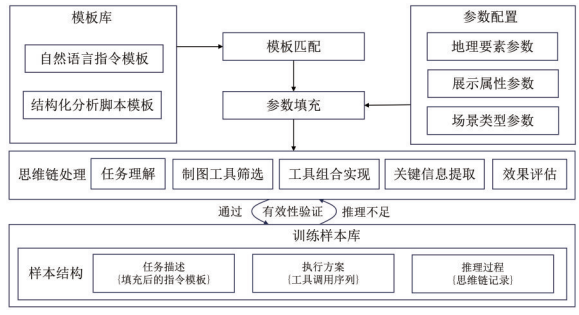


图3　基于模板和思维链的训练样本生成路线

为提示LLM生成高质量的领域特化样本，本文采用基于思维链（chain-of-thought，CoT）的提示工程方法，把每个种子样本视为一个“任务说明+任务执行步骤”的结构，通过设计包含中间推理步骤的CoT提示，引导LLM生成具有合理推理链的样本。以专题地图设计为例，CoT技术的引入带来了三方面的性能提升：①任务分解能力提升；②推理链完整性保障，通过显式的中间推理过程，减少了工具选择错误和参数生成偏差，工具调用准确率提升约15%；③样本质量显著改善，可控地生成结构统一、内容丰富的样本。

在大模型辅助下，本研究构建了一个多样化、高

质量的地图制图语料库，为后续模型微调提供了充足的训练数据。相比人工标注，该方法的效率和规模化优势十分显著；相比数据增强等方法，生成样本的多样性和领域针对性也更为突出。

2.3 领域微调

选择对话语言模型LLaMA2-13B作为预训练模型，LLaMA2在事实性、逻辑性方面优于同尺寸开源模型，是地理领域微调的理想底座[21]。基于QLoRA化的LLaMA2底座和自动生成的微调样本，本研究实施了完整的地图制图领域自适应训练。首先将生成样本输入地图制图工具进行有效性验证，对地图设计任务，检查生成的布局、图例和比例尺是否符合需求；对符号化任务，验证分类着色和标注是否正确；对数据可视化任务，测试动态标注和交互功能是否正常。剔除未通过验证的样本，保证训练数据的高质量。

在验证后的样本基础上，本研究进一步实施了系统的数据清洗与增强。使用正则表达式统一格式、修正错误，提高语料质量。随机扰动样本参数（如地图样式、颜色范围、分类字段），扩充语料的规模和多样性。微调阶段采用了8~16轮的训练，以文本-代码对作为输入，让模型学习自然语言指令到结构化分析脚本的映射。微调目标是最小化指令生成的负对数似然损失。得益于QLoRA的参数效率，微调过程快速收敛到较好的任务性能。

为评估模型的实际效果，本文设计了细致的评估方案，评估指标体系如图4所示。客观指标方面，从工具集语料中抽取10%作为测试集，考察模型生成脚本的正确率、充分率，以及执行脚本后地图结果的准确率、美观度等。主观评估方面，由地图领域专家对模型的可用性、可解释性、鲁棒性等多维度进行评分。微调后的模型展现了出色的制图技能迁移与泛化能力，能够处理多样化的自然语言制图指令并给出准确的工具调用组合。相比通用大模型，其在地图制图领域的专业性和针对性显著提升。

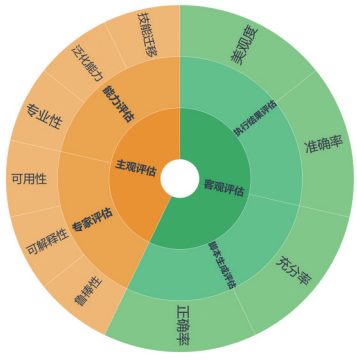


图4 评估指标体系示意图

3 应用实例

3.1 实验环境与系统架构

3.1.1 软件架构与技术框架

模型服务层：将微调后的地图制图大模型（基于LLaMA2-13B）采用VLLM 0.3.2框架部署，通过Flask 2.3.0封装为RESTful API服务，Redis 7.2.3用于请求队列和缓存管理。

后端服务层：采用Spring Boot 3.1.5框架开发核心业务逻辑，PostgreSQL 15.4数据库（PostGIS 3.3.3扩展）存储空间数据和用户会话信息，RabbitMQ 3.12.2消息队列实现模型服务与后端服务间的异步通信，Docker 24.0.5与Kubernetes 1.28管理服务部署和扩展。

前端展示层：基于Angular 16框架构建用户界面，采用TypeScript 5.1.6、RxJS 7.8.1实现响应式编程，地图渲染引擎采用自主研发的WebGL在线动态地图服务框架。

3.1.2 数据资源与工具集

系统所使用的地图数据资源包括多尺度的全国范围基础地理数据库资源、专题数据资源、开放平台提供的多种底图服务和专业地图符号库，包含行政区划、水系、交通、居民地、地貌、植被等要素。地图制图工具集主要包括：①地图初始化工具集，包含纸张大小工具、制图范围工具、地图底图工具。②地图要素工具集包含点线面要素绘制与删除、点要素符号与尺寸修改、线要素线宽颜色线型修改、面要素填充修改、要素标注、要素图层调整等工具。③地理分析工具集，包括地形工具、裁剪工具、坡度坡向分析工具、流域提取工具。④地图整饰工具集；包含蒙板工具、图名工具、比例尺工具、指北针工具、图例工具、落款工具。⑤地图保存工具集，包含地图保存工具、地图导出工具。总计5大类26种不同地图制图工具。

3.1.3 地图安全性与保密性保障措施

针对网络地图应用中的安全性和保密性问题，本系统采用了多层次的安全保障机制，在数据安全方面，所有底图数据均来源于经过审批的公开地理信息服务，确保符合《地图管理条例》等相关法规要求；在数据传输方面，采用SSL/TLS加密协议保障数据传输安全；在权限管理方面，建立多级权限体系，根据用户身份和使用场景限制可访问的地理数据精度和范围；在访问追踪方面，完整记录用户访问日志和地图生成记录，支持安全审计和问题追溯。

3.2　案例一

3.2.1　任务描述

在本案例中，用户提出以下制图需求："请绘制成都市的行政区划图，需要展现地貌、水系等基础地理信息"。该任务要求系统能够正确理解用户需求，调用适当的工具，在完成行政边界绘制的同时，合理选取和表达地形、河流等自然地理要素，最终输出一幅美观实用的行政区划图，生成结果如图5所示。

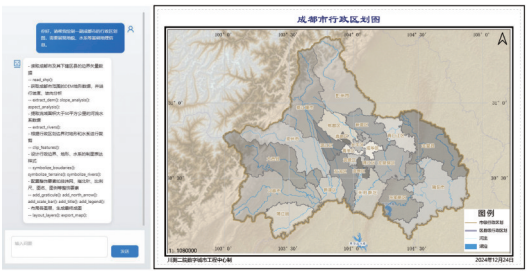


图5　给定制图任务的任务分解、工具调用、地图生成

审图号：川S(2025)00024号

3.2.2　实验结果

系统成功依据用户的制图需求生成了成都市行政区划图，在任务解析阶段准确识别出了关键信息，将其分解为5个核心任务：底图初始化、行政区划绘制、地貌信息表达、水系信息表达和地图整饰。整个流程共调用了14个制图工具，工具调用成功率达到96.2%，仅在坡度分析参数设置上出现一次细微偏差。生成的地图在专业质量评估中表现优异：行政边界准确，地形着色配色符合专业制图规范，图层组织结构合理（Z-order正确性100%），整饰要素完整度为95%（仅缺失了非必要的图廓参考坐标）。

3.3　案例二

3.3.1　任务描述

本案例基于案例一生成的成都市行政区划图，用户进一步提出："请读取都江堰市历史文化名城保护规划数据，用该数据制作都江堰灌区示意图"。该任务需要系统读取并解析专题数据，在保持原有地图样式的基础上，新增都江堰灌区空间分布的专题图层，考验系统集成新数据、修改已有地图和制作专题地图的能力，生成结果如图6所示。

3.3.2　实验结果

在成都市行政区划图的基础上，系统成功完成了都江堰灌区示意图的制作。在上下文理解与维持方面，准确地识别出用户需要在原有地图上新增都江堰灌区的专题内容，保留原有表现风格。模型正确保留了原地图的91.2%设置（仅调整了制图范围和部分比例关系），工具调用准确率为95.6%。数据处理效率方面，系统成功处理了都江堰灌区空间数据，属性数据解析准确率达到98.3%，空间数据与已有图层整合成功率为100%。专题表达方面，系统自动选择了分层设色法表达不同灌区。系统还根据专题数据特征，自动调整了制图范围从成都市扩大至都江堰灌区全貌，符合制图学科学原理。图例自动生成准确率为100%，标注位置合理性评分为4.32/5。

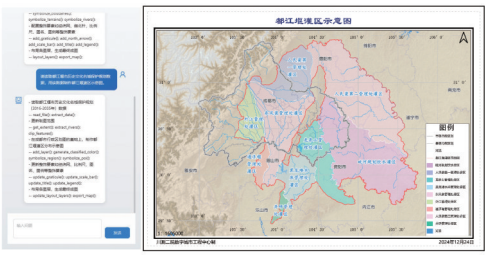


图6　对已经生成的地图进行修改的任务分解、工具调用、地图修改

审图号：川S(2025)00024号

3.3.3　与通用大模型对比分析

为了系统性的评估本研究方法，对比了本研究的微调模型与2种不同的模型在2个案例任务上的综合表现，如表3所示。

表3　3种模型在制图任务上的表现对比

模型类型	案例一				案例二			
	指令理解准确率/%	工具调用成功率/%	地图完成度/%	平均生成时间/s	上下文理解率/%	数据整合准确率/%	符号化合理性/%	平均执行时间/s
本研究模型	92.7	96.2	98.4	8.65	91.2	98.3	4.67/5	10.12
ChatGPT-3.5	86.8	78.9	89.6	11.56	76.8	82.9	4.12/5	15.34
LLaMA-2-13B	58.2	39.4	57.3	22.18	42.6	56.7	2.93/5	29.85

结果表明，本研究微调模型在多个评估维度上均明显优于其他2种方案。

3.3.4　与传统制图系统对比分析

为全面评估本方法的优势，对比分析了智能化制图与传统制图方法的关键差异：

操作复杂度对比：传统制图需要操作者熟练掌握ArcGIS、QGIS等专业软件，平均学习周期长达数月；本方法仅需自然语言描述，无专业门槛。

制图效率对比：传统方法完成一幅中等复杂度的专题地图需要2~4 h；本方法平均用时8~15 s，效率极大提升。

迭代修改便利性：传统方法的地图修改需要重新进入软件界面进行多步骤操作；本方法支持连续对话式修改，上下文保持率达到91.2%，极大提升了制图的交互体验。

自动化程度提升：传统制图流程需要人工完成数

据选择、符号化设计、图层组织、地图整饰等多个步骤，本系统能够自动完成95%以上的制图流程，仅需用户进行最终确认和微调。

总体而言，本研究构建的地图制图大模型系统能够高效理解并执行复杂的自然语言制图指令，能优秀地完成地图制图与地图动态修改任务。与传统制图方法相比，具有显著的操作简便性和效率优势。微调后的领域模型较通用模型在地图制图任务上的理解能力和执行精度均有大幅提升。系统在符号化、地图整饰等高频制图任务上表现尤为出色，在维持地图风格一致性、理解上下文关系和准确解析专题数据方面也具有显著优势。

4 结 语

本文提出了基于工具集增强的地图制图大模型构建方法，形成了面向地图制图领域的大语言模型原型系统。解决了大语言模型在地图制图领域能力不足的缺陷，满足了基于自然语言的地图制图智能化、自动化的需求。

然而，本研究目前仍然是初步的尝试，还存在一些局限，后续研究将进一步提高系统能力。

参考文献

[1] 李志林,徐柱,慎利,等. 自主式情境化地图表达:大模型时代的智能化地图制图理论探讨[J]. 测绘学报,2024,53(11):2 043-2 052

[2] 李桂娥,蔡忠亮,李伯钊,等. 新型专题地图制图自动化系统框架与关键技术[J]. 测绘科学,2024,49(1):181-189

[3] 郭仁忠,陈业滨,马丁,等. 论ICT时代的泛地图表达[J]. 测绘学报,2022,51(7):1 108-1 113

[4] 王家耀,武芳,闫浩文. 大变化时代的地图学[J]. 测绘学报,2022,51(6):829-842

[5] Li M, Zhao Y, Yu B, et al. API-bank: A Comprehensive Benchmark for Tool-augmented Llms[J]. arXiv Preprint arXiv:2 304.082 44

[6] Wei J, Wang X, Schuurmans D, et al. Chain-of-thought Prompting Elicit Reasoning in Large Language Models[J]. Advances in Neural Information Processing Systems, 2022,35:24 824-24 837

[7] Wei C, Zhang Y, Zhao X, et al. GeoTool-gPT: A Trainable Method for Facilitating Large Language Models to Master GIS Tools[J]. International Journal of Geographical Information Science,2025,39(4):707-731

[8] Tang Q, Deng Z, Lin H, et al. Toolalpaca: Generalized Tool Learning for Language Models with 3 000 Simulated Cases[J]. arXiv Preprint arXiv:2 306.05301

[9] Qin Y, Liang S, Ye Y, et al. Toolllm: Facilitating Large Language Models to Master 16 000+ Real-world Apis[J]. arXiv Preprint arXiv:2 307

[10] Zhang Y, Li J, Wang Z, et al. Geospatial Large Language Model Trained with a Simulated Environment for Generating Tool-use Chains Autonomously[J]. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2025,136:104 312

[11] Qiao S, Gui H, Lv C, et al. Making Language Models Better Tool Learners with Execution Feedback[J]. arXiv Preprint arXiv:2 305.13 068

[12] Bran A M, Cox S, Schilter O, et al. Augmenting Large Language Models with Chemistry Tools[J]. Nature Machine Intelligence,2024,6(5):525-535

[13] Yang R, Song L, Li Y, et al. GPT4Tools: Teaching Large Language Model to Use Tools Via Self-instruction[J]. arXiv Preprint arXiv:2 305.18 752

[14] 张岸,朱俊锴. 新一代人工智能驱动下地图学研究的机遇与挑战[J]. 地球信息科学学报,2024,26(1):35-45

[15] Zhang Y, He Z, Li J, et al. MapGPT: An Autonomous Framework for Mapping by Integrating Large Language Model and Cartographic Tools[J]. Cartography and Geographic Information Science,2024,51(6):717-743

[16] Akinboyewa T, Li Z, Ning H, et al. GIS Copilot: Towards an Autonomous GIS Agent for Spatial Analysis[J]. International Journal of Digital Earth,2025,18(1):2 497 489

[17] Lin Q, Hu R, Li H, et al. Shapefile GPT: A Multi-agent Large Language Model Framework for Automated Shapefile Processing[J]. arXiv Preprint arXiv:2 410.12 376

[18] Dettmers T, Pagnoni A, Holtzman A, et al. Qlora: Efficient Fnetuning of Auantized Llms[J]. Advances in Neural Information Processing Systems,2023,36:10 088-10 115

[19] 张颖,张宇,蔡凯伦,等. 城市大比例尺快速供图服务体系设计与实现[J]. 测绘,2023,46(6):243-248

[20] 马灵好,李平,周启,等. WebGL在线动态地图服务框架设计[J]. 测绘通报,2019(1):118-122

[21] Mansourian A, Oucheikh R. ChatGeoAI: Enabling Geospatial Analysis for Public Through Natural Language, with Large Language Models[J]. ISPRS International Journal of Geo-information,2024,13(10):348