

DeepSeek 在工程水文领域的应用探索与展望

高子轩, 宋昕熠

(长沙理工大学 水利与海洋工程学院, 长沙 410114)

摘 要: DeepSeek 作为先进的人工智能技术平台, 给水利领域带来新的变革。基于工程水文的专业特点, 分析了 DeepSeek 模型与工程水文分析计算的适配性, 并选择水位频率分析作为评估 DeepSeek 在工程水文中的应用前景的案例。结果表明通过采用结构化提问、合理拆分任务等技巧, DeepSeek 能够准确地识别用户需求, 其代码生成、解释、纠错、调优、改写功能极大地提升了工作效率, 减小了学习成本, 具有变革性潜力, 未来结合洪水预测、水资源优化调度等相关专业技术将进一步拓展 DeepSeek 的应用场景与应用深度。

关键词: DeepSeek; 人工智能; 大语言模型; 工程水文; 水文分析计算; 工作效率; 应用场景

中图分类号: TV12

文献标志码: A

文章编号: 1001-5485(2025)08-0179-09

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Exploration and Prospects of DeepSeek Applications in Engineering Hydrology

GAO Zi-xuan, SONG Xin-yi

(School of Hydraulic and Ocean Engineering, Changsha University of Science and Technology, Changsha 410114, China)

Abstract: [Objectives] This study aims to explore the feasibility of employing DeepSeek, a large language model, to promote intelligent hydrological analysis through its natural language interaction and code generation functions. This research innovatively applies DeepSeek to engineering hydrological analysis, promoting intelligent development in the field of engineering hydrology. [Methods] First, based on the core concepts and characteristics of engineering hydrology discipline, it was concluded that DeepSeek's application scenarios such as code generation, code re-writing, and code explanation were highly suitable for engineering hydrology, a field heavily dependent on data. Focusing on the typical task of frequency analysis of hydrological data, this study used a case-driven method and designed a two-stage experiment. During the data cleaning phase, daily water level data incorporating compound water level recording methods were fed into the system, and MATLAB cleaning code was iteratively generated using structured prompts. In the data analysis phase, the annual maximum water levels, 3-day and 5-day moving average maximum sequences during the flood season were generated, and the Pearson Type III (P-III) distribution was used to calculate key frequency design values such as 1% and 5%. Finally, a quantitative comparison was conducted between DeepSeek's calculated results and conventional eye-fitting curve outcomes to evaluate the accuracy of the results. [Results] In terms of efficiency, the processing time for multiple prompts ranged from 33 to 109 seconds. Standardized tasks (such as moving average calculations) achieved "prompt as code", substantially reducing programming time and significantly enhancing workflow efficiency. Additionally, the automated optimization of existing inefficient code notably improved efficiency. Regarding accuracy, DeepSeek could accurately identify user requirements and precisely interpret professional concepts. It achieved a 100% accuracy rate in the first attempt when interpreting key concepts such as the P-III distribution and flood season averages. However, for low-frequency terms

收稿日期: 2025-05-20; 修回日期: 2025-06-19

作者简介: 高子轩(2004-), 女, 湖北武汉人, 主要从事人工智能、工程水文方面的研究。E-mail: 2183380657@qq.com

通信作者: 宋昕熠(1990-), 男, 湖南娄底人, 讲师, 博士, 主要从事流域水文、优化调度、深度学习、水文统计方面的研究。E-mail: songxy@csust.edu.cn

(e.g., compound recording method), 2–3 rounds of prompt iteration were required. Additionally, DeepSeek's calculated average and C_v parameters were consistent with those obtained using conventional methods, further demonstrating its high precision. [Conclusions] DeepSeek significantly lowers the technical barriers to engineering hydrological analysis. Its natural language interaction capability serves as an “intelligent bridge” between professional requirements and code implementation, while its automated data processing and model calculation alleviate practitioners' workload, promoting the integration of AI technology from academic research into engineering practice. In the future, with in-depth research and expanded applications, DeepSeek is expected to evolve from an auxiliary tool into a core engine driving the transformation of engineering hydrology from “experience-based decision-making” to “knowledge-data collaborative decision-making,” thereby providing foundational support for intelligent water conservancy.

Key words: DeepSeek; artificial intelligence; large language model; engineering hydrology; hydrological analysis and calculation; work efficiency; application scenarios

0 引言

人工智能 (Artificial Intelligence, AI) 技术的发展深刻影响了水文、水利领域的研究范式与实践模式。通过机器学习、深度学习、强化学习等技术与遥感、物联网 (Internet of Things, IoT)、云计算的融合,为实时洪水预测、水资源优化调度、水质监测与污染溯源、水利工程运维等传统方法难以解决的复杂问题提供了创新性的思路^[1-5]。近年来,随着 AI 技术尤其是大模型技术的成熟,其在水利行业的应用取得了极大的突破^[6-8],水利部也将推进智慧水利建设作为推动新阶段水利高质量发展的 6 条实施路径之一,实施了数字孪生汉江流域、数字孪生丹江口工程、数字孪生三峡工程等先行先试工作。在 2025 年全国水利工作会议上,水利部部长李国英在完善数字孪生水利体系的相关部署中,明确实施“人工智能+水利”行动。然而现有 AI 技术较多地侧重于学术领域探索以及部分水利管理系统试点,由于技术门槛较高,需要掌握数学知识、编程技巧和一定的专业知识,远未达到一定规模和较大范围的普及程度。

随着 ChatGPT (Chat Generative Pre-trained Transformer)、DeepSeek、Gemini、Grok 等大语言模型 (Larger Language Model, LLM) 出现, AI 技术的使用门槛显著降低,推动了 AI 技术从“专家专用”向“普惠化”转型。作为 AI 中国式创新的典范, DeepSeek 凭借其技术创新、场景适配能力和生态策略, 2025 年 1 月 20 日发布后立即震惊了世界,迅速在全社会多个领域掀起研究应用热潮^[9-12]。相对于 ChatGPT 等国外大模型, DeepSeek 在中文自然语言处理领域展现出显著的技术优势与本土化适应性,此外其开源、访问无障碍的特点使得 DeepSeek 在国内更加具有推广应用前景。

本文基于工程水文学科特点,研究 DeepSeek 在工程水文领域的应用效果和潜力,为工程水文领域应用 DeepSeek 大模型提供参考。

1 工程水文与 DeepSeek 的适配性分析

1.1 DeepSeek 简介

DeepSeek 是由杭州深度求索 AI 基础技术研究有限公司开发的系列化 AI 模型,包括 DeepSeek Coder、DeepSeek LLM、DeepSeek V2、DeepSeek V3 和 DeepSeek R1 等近 10 款模型,详见表 1。模型功能覆盖代码生成、数学推理、通用对话等多个领域,其中最受关注的模型是 V 系列 V3 对话模型和 R 系列 R1 推理模型,分别于 2024 年 12 月 26 日和 2025 年 1 月 20 日发布。

DeepSeek 系列模型融合并创新多项前沿技术,包括但不限于以下几点:

(1) 数据蒸馏与知识蒸馏的深度融合。DeepSeek V3 通过结合数据蒸馏和知识蒸馏技术,利用已有的高质量模型生成精炼数据,并结合监督微调 (Supervise fine-tuning, SFT) 与强化学习 (Reinforcement Learning, RL) 优化训练流程,显著提升模型效率。

(2) 混合专家 (Mixture-of-Experts, MoE) 模型优化。将模型划分为多个专家模块,通过动态稀疏激活专家模块,在保持千亿级参数规模的同时,显著提升推理效率,降低计算成本。相比传统密集模型如 LLaMA-70B,相同算力下吞吐量提升 30%~50%。

(3) 多头潜在注意力机制 (Multi-Head Latent Attention, MLA)。MLA 架构通过动态分配注意力资源,减少冗余计算,显著降低推理成本。结合 MoE,进一步优化了模型的计算效率,使其在本地部署和边缘设备上更具可行性。

表 1 DeepSeek 模型矩阵
Table 1 DeepSeek model matrix

类别	模型名称	定位	核心能力	参数规模	上下文长度	典型场景
通用大模型 (General LLM)	DeepSeek LLM	基础通用模型	多轮对话、文本生成、知识问答	7 B/13 B/67 B	(4~32) K	客服、内容创作、企业知识库
	DeepSeek V2	LLM 升级版	长文本理解、逻辑推理	13 B/67 B	32 K	长文档分析、复杂指令执行
	DeepSeek V3	V2 迭代版本	强化推理与多语言支持	67 B	64 K	多语言客服、跨领域知识问答
代码模型 (Code-Centric)	DeepSeek Coder V2	基础代码生成	代码生成/补全 (16K 上下文)	1 B/7 B/33 B	16 K	函数级代码开发、IDE 补全
	DeepSeek Coder V2	高级代码生成	多语言+超长上下文支持	7 B/33 B	128 K	项目级开发、跨文件代码重构
数学与逻辑模型 (Math & Reasoning)	DeepSeek Math	数学推理与解题	数学问题分步求解	7 B/67 B	8 K	公式推导
多模态模型 (Vision-Language)	DeepSeek VL	视觉-语言多模态交互	图像理解+跨模态生成	未公开	未公开	图像描述、视觉问答、UI 转代码
	DeepSeek R1	机器人交互	具身智能控制	未公开	多模态输入	机器人规划、多传感器融合

通过多项技术创新, DeepSeek V3 在有限硬件资源下实现了高效的大规模训练与推理, 显著降低训练成本, 在多个基准测试上, 超越了其他开源模型, 在数学推理、代码生成、知识问答等任务上表现出色, 接近甚至超过了一些闭源模型^[13-15]。此外, DeepSeek 优化了中文场景深度, 填补了国际模型的中文短板, 再加之开源和用户友好的特点, 成为中文大模型领域的标杆。

1.2 DeepSeek 与工程水文领域的适配性

工程水文是水文学的一个重要分支, 主要研究水文学原理在工程规划、设计、施工及运营管理中的应用, 旨在解决工程建设和管理中与水文相关的实际问题。工程水文的主要任务是研究河流水情, 分析河流未来长时期内水文规律, 为工程规模的确定、指导施工以及工程运行管理提供科学依据。核心工作内容包括: 气象水文资料分析与处理、水文模型构建与模拟、基于概率论和数理统计分析径流和洪水等水文要素的频率和分布规律、泥沙特性分析、水位流量关系拟定、江河水位分析等。

工程水文核心分析计算工作基本遵循“数据诊断-模型优化-精度验证”的技术路线, 数据诊断的主要任务是对收集到的数据进行质量检查和预处理, 对资料的可靠性、一致性和代表性进行检查, 确保数据能够满足后续分析的需求。模型优化主要任务是基于选定的分析模型, 进行参数调整和优化, 定量揭示水文现象的变化趋势和规律, 为工程的设计、运维提供依据, 如在防洪工程设计中提供确定工程规模所需的设计洪水流量和过程、设计水位等基本参数。精度验证是最后一步, 通过对模型输出的结果与实际观测数据或者已有的成果进行对比, 评估

计算成果的精度与合理性。

工程水文专业的内涵与研究方法决定了工程水文专业的工作具有鲜明的数据驱动特征。数据诊断阶段, 要处理庞大的多源异构数据, 往往要收集处理 30 a 以上的水位、流量、降雨量等多维度数据。模型优化阶段要根据计算边界、应用场景、区域特点, 进行大量重复性计算。模型验证阶段需要基于已有的成果对计算的结果进行深入的分析, 在这个阶段较大地依赖于个人经验。

这种依赖大量观测数据与重复数理分析计算工作的特点, 使得从业人员往往采用编写自动化处理的脚本辅助人工交互调整来提高工作效率。但由于编程语言、书写风格往往因人而异, 导致成果可移植性差, 初学者的学习成本较高。DeepSeek 代码生成能力在多次迭代中实现了显著突破, 尤其在自然语言到代码转换、复杂业务逻辑处理、开发效率提升等方面展现出强大的竞争力, 且支持超过 300 种编程语言, 包括 Python、Java、C++ 等。因此 DeepSeek 的代码生成、代码改写、代码解释等应用场景与工程水文工作适配性较高。此外, DeepSeek 擅长海量数据分析与复杂文本的检索也十分适配工程水文专业。

2 案例研究

2.1 案例设计

工程水文最为普遍的任务是对工程区域的长系列降雨、流量、水位等要素进行分析, 计算要素特征值供工程设计所用。各种水文要素特征值的计算原理、计算步骤大同小异。拟选择水位频率分析作为评估 DeepSeek 在工程水文中的应用案例, 设计任务

如下:利用某水文站的长系列水位观测数据为工程设计提供不同条件(包括年最大、汛期平均、汛期3日滑动平均最大、汛期5日滑动平均最大等系列)、不同频率的水位,收集的水位数据为经过规范整编的逐日平均水位表,数字化处理为 Excel 表格,每个 sheet 代表一年的数据。

按照《水文年鉴汇编刊印规范》(SL/T 460—2020)要求,水位数据主要分为4部分,如表2所示^[16]。第1部分为表格名称和包括年份、测站编码、表内水位、基准基面等的基本信息;第2部分横向是月份,纵向是日期;第3部分是第2部分横向和纵向对应的逐日平均水位;第4部分为月统计、年统计中的统计值及附注。

2.2 数据清洗

数据清洗的核心工作是对水文资料进行可靠性、一致性和代表性的检查。其中可靠性检查工作包括对水位进行补全、消除特殊字符、格式转换,特殊情况下还需进行异常值剔除等操作。对于数据量小的任务可通过人工的方式逐年提取,比如提取年最高水位,但提取汛期3日滑动平均最大系列首先需要提取整个汛期逐日水位,人工提取的任务繁重,需要编写自动化处理的脚本以提高效率。这种应用场景特别契合 DeepSeek 的技术特点。

选择杭州深度求索 AI 基础技术研究有限公司提供的网页版模型(<https://www.deepseek.com/>)进

行研究,该版本采用的是 DeepSeek V3 和 R1 模型,以下均简称 DeepSeek。

在确保数据安全与隐私保护的情况下,上传数据文件,输入以下提示词<写出使用 MATLAB 代码读取逐日水位的脚本代码>并运行,思考 94 s 后,DeepSeek 在对话框中按照思考过程、核心代码、代码说明、注意事项的顺序展示运行过程及结果,如图1所示。

将 DeepSeek 给出的代码复制到 MATLAB 软件环境中运行后,代码运行成功,读取了 10 a 的数据,结果按照结构体方式分年存储,仔细比对一年的数据,发现代码只是去除了“X”等特殊字符,如图2所示。DeepSeek 没有识别表格中的水位采用了复式水位记录法,造成读取的水位数据未通过可靠性检查。此外,月水位数据提取范围错误,DeepSeek 提取表格 B7:M37 单元格作为月水位,但实际应为 C6:N36,这个错误只需微调一行代码即可轻易修正。

分析代码失效的主要原因是 DeepSeek 没有工程水文从业人员对于水位特殊整编方式的经验,无法智能地根据表格数据分析出规律。在这种情况下,需要改进输入提示词为:<写出使用 MATLAB 代码读取逐日水位的脚本代码,注意水位采用复式水位记录法>,思考 33 s 后 DeepSeek 生成了新的代码,并在关键改进说明中简要描述了代码改进部分的逻辑,如图3(a)和图3(b)所示。

表2 水位数据结构示意表^[16]

Table 2 Water level data structure^[16]

年份: XX	测站编码:XX	表内水位 (冻结基面以上米数): - 1.958										$m=85$ 基准基面以上米数	
日期	月份												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	15.56	16.20X	16.73	15.9	16.54X	17.27	17.41	17.90X	17.99X	17.83X	17.56X	14.33	
2	67	47X	15.59	96	68	24	3	89X	96X	80X	58X	29	
⋮							⋮						
13	10	71X	71	58X	28X	29	17	72X	74X	85	68X	82X	
14	14.97	80X	69	60X	32X	21	34	71X	78X	98	53	80X	
15	92	86X	65	47	75	13	13	71X	79X	17.61X	14	80X	
⋮							⋮						
31	84X		76		26		89X	02X		56X		92X	
月统计	平均	15.39											
	最高	16.91											
	日期	16					...						
	最低	14.02											
日期	26												
年统计		最高水位:18.24(8月26日), 最低水位:14.02(1月26日)...											
附注		1.1月23日—3月20日、4月5—26日、12月28—31日采用人工观测资料整编,其他时间采用自记资料整编; 2.逐日平均、月统计、年统计水位的单位为“m”; 3.部分水位值后面的整编标识符“X”代表水流流向符号,表示水流全日停滞不流动的意思; 4.水位采用复式水位记录法,即同一栏连续各行的水位的整数部分相同时,整数部分和小数点只在第一行全部填写,以下各行整数部分略去,只写小数点以后各位数字。如1月1日水位记录值为15.56,1月2日水位为15.67,1月2日水位的整数与前一日相同,因此记录略去整数部位和小数点,只记录小数点以后数字67。这种记录方法也使得水位数据整理工作相对流量、降雨等其他要素的数据整理工作难度增加。											

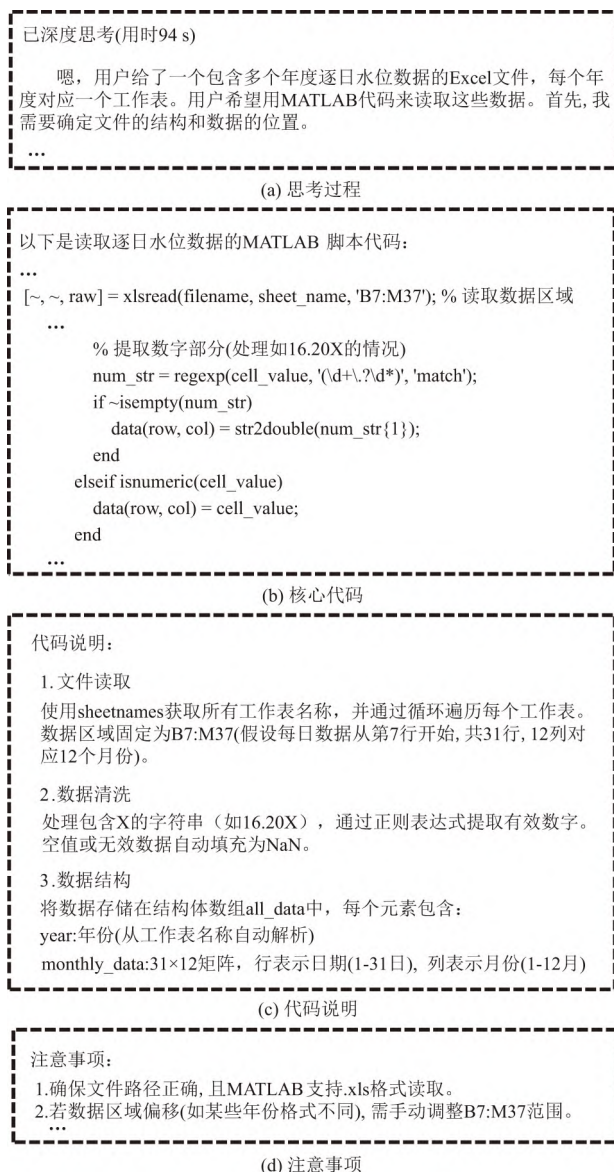


图 1 DeepSeek 数据清洗结果节选

Fig.1 Selected results of DeepSeek data cleaning

2	NaN	67	...	80
3	NaN	71	...	82
4	NaN	72	...	80
5	NaN	70	...	79
6	NaN	66	...	79
7	NaN	60	...	79
8	NaN	53	...	80
9	NaN	49	...	66
10	NaN	43	...	33
11	NaN	32	...	11
12	NaN	22	...	16.97
13	NaN	10	...	85
14	NaN	14.97	...	98
15	NaN	92	...	17.61
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
31	NaN	84	...	56
32	NaN	15.39	...	17.57

图 2 DeepSeek 生成数据清洗代码运行结果

Fig.2 Execution results of DeepSeek-generated data cleaning code

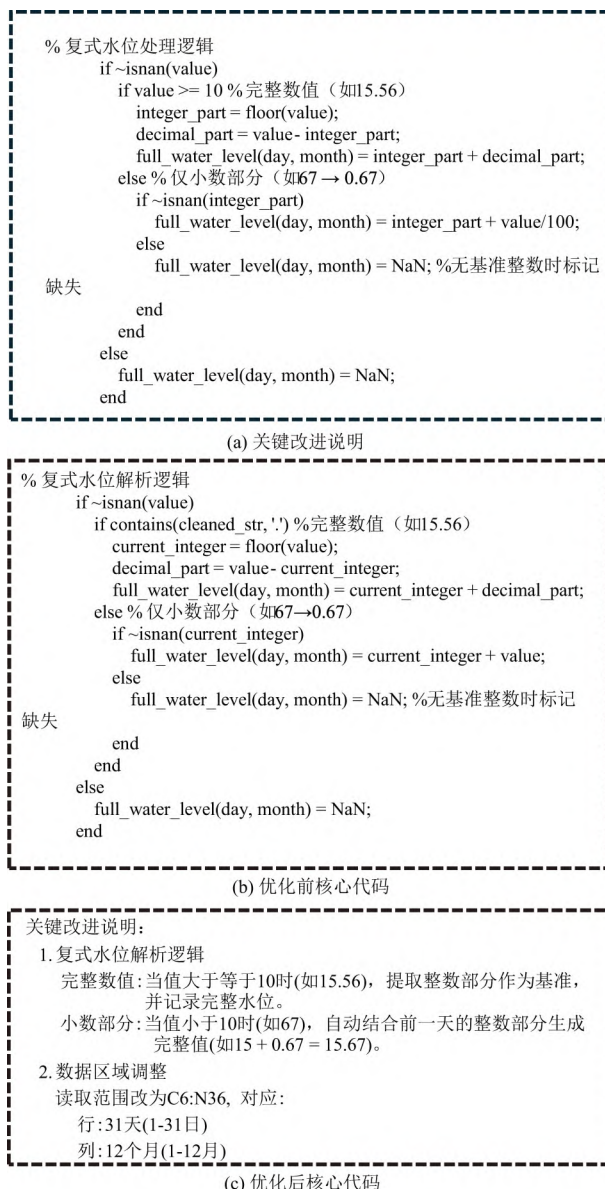


图 3 优化数据清洗指令结果

Fig.3 Optimized data cleaning prompt results

阅读关键改进说明(如图3(a)所示), 不难发现关于小数部分的处理逻辑是错误的, 因此需要进行第3次提示词输入(如图3(b)所示): <这个程序有误, 复式水位解析逻辑中小数部分的逻辑错误, 67是大于10的, 应先将67转换为小数0.67>。思考109 s后, DeepSeek生成了修改后的代码, 如图3(c)所示, 对比前后的关键代码可以发现 DeepSeek 正确理解了指令。将修改后的代码输入 MATLAB 环境运行后获得了预期的结果。

2.3 数据分析

根据设计任务要求, 计算年最大、汛期平均、汛期3日滑动平均最大、汛期5日滑动平均最大系列不同频率的水位, 水文常采用P-III分布曲线来拟合数据系列, 进而计算不同频率对应的理论值, 结合前述经验, 设计提示词如下:

<根据逐日水位数据,提取年最大、年汛期(5—10月份)平均、年汛期3日滑动平均最大、年汛期5日滑动平均最大水位系列,然后采用P-Ⅲ型频率曲线计算各个系列对应不同频率(1%、2%、5%、10%)设计值>思考53s后,DeepSeek给出了思考过程和结果。DeepSeek对这一条稍显复杂的指令理解精准,能够自动联系上下文,无缝对接数据清洗提示词,水位数据变量的命名与数据清洗阶段一致。在思考过程中,还考虑到了在数据边缘处数据不足窗口长度的特殊处理方式,P-Ⅲ曲线有不同的参数估计方法等潜在问题,提醒用户需要进一步明确,如图4所示。

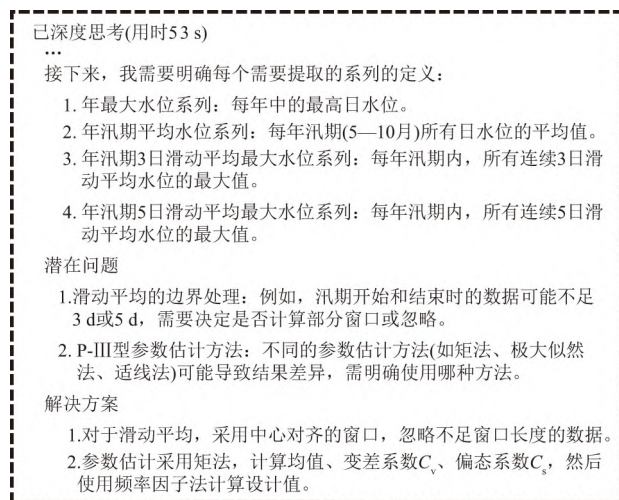


图4 数据分析关键思考过程

Fig.4 Key thought process in data analysis

将代码拷贝至MATLAB环境运行取得了预期的结果。表3给出了DeepSeek计算的成果及其与现有成果的对比。现有成果采用矩法估计均值和 C_v ,取固定的 C_s/C_v 比值,通过目估适线法微调 C_v 得到。从两者对比可以看出,DeepSeek计算的均值与现有成果一致, C_v 值与现有成果差异不大;因此,总体而言,DeepSeek的计算结果是合理的。

表3 DeepSeek计算结果与现有成果对比

Table 3 Comparison between DeepSeek computation results and existing outcomes

计算方式	项目	水位均值/m	C_v	C_s	备注
DeepSeek	年最高水位	18.94	0.15	3.80	
	汛期(5—10月份)平均	17.89	0.10	2.37	
	汛期3日滑动平均	18.89	0.15	3.68	
	汛期5日滑动平均	18.86	0.15	3.66	
现有成果	年最高水位	18.94	0.17	0.43	
	汛期(5—10月份)平均	17.89	0.11	0.25	$2.5C_v$
	汛期3日滑动平均	18.89	0.16	0.43	
	汛期5日滑动平均	18.86	0.16	0.43	

需要注意的是,传统P-Ⅲ曲线目估适线过程是十分依赖人工经验的,如 C_s 取 C_v 值的倍数、理论曲线是照顾特大值还是中小值等,不同人计算的结果

往往有一定的差异,因此如何减少这种人为误差是工程水文的难点。在本案例中DeepSeek在最后针对性的给出了适线法优化建议,即使用优化算法调整参数,使理论频率曲线与经验点据最佳拟合,也凸显了DeepSeek在解决这一问题的实用潜力。此外,受资料以及篇幅限制,在进行频率分析前,未对各极值系列的代表性和一致性进行分析,但初步在DeepSeek中对相关方法的提问检索,DeepSeek也给出了较为全面的检查方法,也表明了DeepSeek在这类工作中的适用性。

2.4 讨论

在设计的案例试验中,主要利用了DeepSeek自然语言处理能力以及代码生成功能实现了工程水文领域常见任务的自动化处理。DeepSeek生成的代码层级结构分明、变量命名规范、注释清晰、计算高效,可维护性和可移植性较优,运行速度也提高约40%。DeepSeek能诊断优化前期输入的原代码,并能准确识别代码的计算功能,指出多处代码书写不规范、计算效率低、弃用函数等问题,如图5所示,最终生成了规范的代码。将代码输入MATLAB环境后得到了与原代码一致的结果。这体现了DeepSeek在代码解释、纠错、调优、改写等方面具有强大能力,可用来帮助工程水文从业人员快速地理解学习,并转换为自己熟悉的编程语言,从而提高工作效率。

在设计案例的试验中,将任务分成了数据清洗和数据分析2个阶段。在数据分析阶段,DeepSeek精准地理解了滑动平均、最大值序列、P-Ⅲ型频率曲线等专业知识,首轮命令交互DeepSeek就生成了正确的代码;而在数据清洗阶段,DeepSeek对于复式水位记录法需要多次纠正交互才能正确理解。造成2个阶段差异的主要原因是:作为一个通用性语言大模型,在开发训练阶段能够很好地掌握使用频率高的通用型知识(如滑动平均、最大值序列、P-Ⅲ型频率曲线等),不能很好地掌握复式水位记录法这种低频知识。因此对于小众的专业名词,建议在指令设计中予以详细的说明,可采用结构化提问法:领域背景(如在工程水文领域)+定义术语和样例(如对复式水位记录法进行描述)+期望的响应形式。这种表达方式能帮助DeepSeek准确激活相关参数模块,匹配最接近的计算范式。此外,也建议将复杂的任务拆分成多个简单任务,通过多轮次的微调,最终获得预期成果。

总体而言,DeepSeek在设计的案例试验中表现优异,生成的代码合理,计算结果准确,十分显著地减小了工作量,可以让工程水文从业人员更加专注

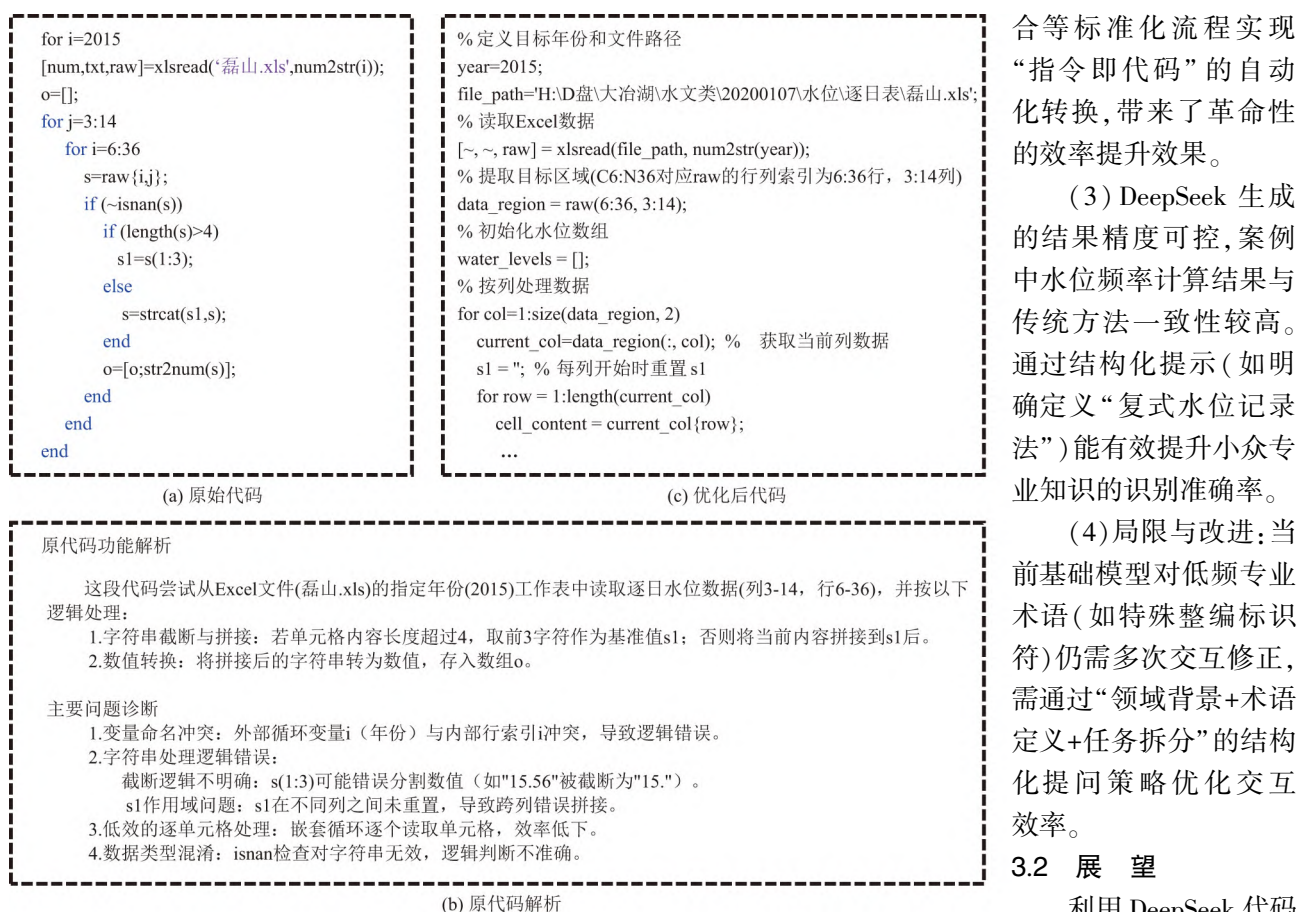


图5 DeepSeek 代码分析优化结果

Fig.5 DeepSeek code analysis and optimization results

于技术路线、分析框架的设计,避免在编程上花费大量时间。由于使用的是基础版本的 DeepSeek,故仍然需要从业人员基于专业知识对生成的结果进行检验校正,尚未实现完全的智能化,未来还需进一步加强研究。

3 结论与展望

3.1 结论

DeepSeek 实现了自然语言处理、深度学习和大规模训练模型等多项创新,在处理复杂任务时表现出色,为水利行业带来了机遇。本文从工程水文专业数据分析工作与 DeepSeek 代码相关功能结合度高的特点出发,基于设计案例重点探讨了 DeepSeek 在工程水文专业领域中的应用潜力。结果表明:

(1) DeepSeek 作为通用大语言模型,通过自然语言交互、代码生成与优化等核心能力,显著降低了工程水文数据分析的技术门槛。

(2) 在数据清洗、频率分析等重复性任务中, DeepSeek 的代码生成与纠错功能可节省从业人员手动编程时间,尤其对滑动平均计算、P-III 分布拟

合等标准化流程实现“指令即代码”的自动化转换,带来了革命性的效率提升效果。

(3) DeepSeek 生成的结果精度可控,案例中水位频率计算结果与传统方法一致性较高。通过结构化提示(如明确定义“复式水位记录法”)能有效提升小众专业知识的识别准确率。

(4) 局限与改进:当前基础模型对低频专业术语(如特殊整编标识符)仍需多次交互修正,需通过“领域背景+术语定义+任务拆分”的结构化提问策略优化交互效率。

3.2 展望

利用 DeepSeek 代码相关功能提高工程水文从业人员的工作效率只

是 DeepSeek 最为直接简便的使用方式。受资料的限制以及篇幅的限制,本文重点分析了 DeepSeek 在数据清洗与数据整理的应用效果,今后可紧密围绕工程水文核心业务的智能化升级,开展进一步的系统性技术应用框架研究,实现“数据诊断-模型优化-精度验证”的全链条智能化,重点研究以下几个方面:

(1) 构建标准化多源异构数据处理流程。集成 DeepSeek 实现数据插补、一致性检验、异常诊断的自动化,构建标准化数据预处理流程。

(2) 设计流程智能化。在径流和洪水频率计算、洪水地区组成、水位流量关系率定、水资源模拟评价等关键环节,开发基于深度学习的智能设计模块,实现工程水文计算的参数优化与方案比选自动化,提升设计值计算客观性。

(3) 成果校验体系化。建立包含设计成果合理性分析、风险评估的智能校验系统,通过历史案例库训练提升模型泛化能力,形成全流程质量控制体系。

作为先进的通用大模型,DeepSeek 在工程水文领域还具有十分广阔的应用场景。结合当前的研究进展与工程水文的学科特点,未来行业领域可从以下几个方面进行深化突破。

一是本地化部署,构建专业知识库,解决通用模型专业知识深度不足、非公开数据的缺失、知识库的滞后等问题。目前在水利领域已有不少成功的本地化部署案例,如长江水利委员会、黄河水利委员会、广东省水利厅等单位通过 DeepSeek 本地化部署实现了知识的高效智能检索和有关专业知识大模型。中国水利部国际合作与科技司主办,中国水利水电科学研究院自主研发的“水利标准 AI 大模型”集成了 1 800 余项水利水电标准、500 余项相关法律法规和政策文件、“十三五”“十四五”水利科研成果、《水利学报》《水科学进展》等核心期刊论文,以及 28 万项专利和近 10 a 的水利先进实用技术与科技成果推广目录,实现了查重比对准确率>96.7%,标准检索的准确率达到99.5%以上。未来通过构建工程水文领域的知识图谱,整合更新行业标准规范、科研工作成果和技术经验,工程水文从业者可以更高效地获取专业知识,提升工作效率。

二是充分利用 DeepSeek 生成自然语言文本或理解语言文本含义的优势,结合定制化训练、专业数据库、结构化模版等技术,打造专业文本生成和智能审查系统,如贵州省水利厅开发了水资源论证报告智能审查系统,实现 20 min 内完成 38 项主要指标审查,综合准确率>90%。长江设计集团有限公司基于 DeepSeek 研发的千手大模型,将安全评估报告生成时间从几天降至分钟级,准确率高达99.8%。未来可通过构建深度融合的专业知识图谱与规则约束,嵌入专业模型与动态审查规则,实现从数据推理到逻辑验证的智能升级,将报告生成效率和准确率进一步提高。

三是利用 DeepSeek 强大的数据分析与推理能力,耦合专业模型,完成专业任务,如北京慧图科技(集团)股份有限公司大禹慧图团队利用 DeepSeek 对新安江 30 a 洪水数据进行训练和蒸馏,预测结果与传统新安江模型相比,准确度更高。未来需要提高 DeepSeek 与多样、跨学科专业模型的融合深度,构建物理-数据混合驱动模型,提高模型的反映物理规律的能力。

总体而言,目前,DeepSeek 在工程水文领域的应用尚处于初步阶段,但已展现出了变革性的能力。未来通过与洪水预测、水资源优化调度、水质监测与污染溯源、水利工程运维等相关技术的紧密耦合与集成,将进一步拓展其在行业的应用场景与应用深度,推动水文分析从经验驱动向数据+知识智能驱动转型,助力构建智慧水利管理的实现。

参考文献(References):

- [1] 杨 晶,路恒通,金 鑫,等.机器学习赋能智慧水利的现实基础、应用现状及发展前景[J].水利水电技术(中英文),2024,55(10):137-147.(YANG Jing, LU Heng-tong, JIN Xin, *et al.* The Practical Foundation, Current Application Status, and Future Prospects for the Integration of Machine Learning in Empowering Intelligent Water Conservancy[J]. Water Resources and Hydropower Engineering, 2024, 55(10): 137-147. (in Chinese))
- [2] 汪 涛,徐 杨,曹 辉,等.基于 LSTM 的三峡—葛洲坝梯级电站超短期水位预测[J].长江科学院院报,2025,42(4):80-86.(WANG Tao, XU Yang, CAO Hui, *et al.* LSTM-based Prediction of Short-term Water Level for Three Gorges and Gezhouba Cascade Powerplants[J]. Journal of Changjiang River Scientific Research Institute, 2025, 42(4): 80-86. (in Chinese))
- [3] 王永强,张 森,谢 帅,等.基于深度学习的三峡电站未来坝前最大最小水位预测[J].长江科学院院报,2024,41(12):9-14.(WANG Yong-qiang, ZHANG Sen, XIE Shuai, *et al.* Predicting Maximum and Minimum Future Water Levels in Front of Three Gorges Dam Using Deep Learning[J]. Journal of Changjiang River Scientific Research Institute, 2024, 41(12): 9-14. (in Chinese))
- [4] ADIKARI K E, SHRESTHA S, RATNAYAKE D T, *et al.* Evaluation of Artificial Intelligence Models for Flood and Drought Forecasting in Arid and Tropical Regions[J]. Environmental Modelling & Software, 2021, 144: 105136.
- [5] XIANG X, LI Q, KHAN S, *et al.* Urban Water Resource Management for Sustainable Environment Planning Using Artificial Intelligence Techniques[J]. Environmental Impact Assessment Review, 2021, 86: 106515.
- [6] 赵科锋,曹慧群,林 莉,等.人工智能视频识别在水利数字孪生中的典型应用[J].长江科学院院报,2023,40(3):186-190.(ZHAO Ke-feng, CAO Hui-qun, LIN Li, *et al.* Typical Applications of Artificial Intelligence Video Recognition in Water Conservancy Digital Twin[J]. Journal of Changjiang River Scientific Research Institute, 2023, 40(3): 186-190. (in Chinese))
- [7] 冶运涛,蒋云钟,曹 引,等.以数字孪生水利为核心的智慧水利标准体系研究[J].华北水利水电大学学报(自然科学版),2023,44(4):1-16.(YE Yun-tao, JIANG Yun-zhong, CAO Yin, *et al.* Research on Standard System of Smart Water Conservancy with Digital Twin Water Conservancy as the Core[J]. Journal of North China University of Water Resources and Electric Power (Natural Science Edition), 2023, 44(4): 1-16. (in Chinese))
- [8] 陈 述,纪 勤,陈 云,等.基于知识图谱的智慧

- 水利研究进展[J]. 河海大学学报(自然科学版), 2023, 51(3): 143–153. (CHEN Shu, JI Qin, CHEN Yun, *et al.* Research Progress of Smart Water Conservancy Based on Knowledge Graph[J]. Journal of Hohai University (Natural Sciences), 2023, 51(3): 143–153. (in Chinese))
- [9] 令小雄. DeepSeek 开启后 ChatGPT 时代: 基于数字范式革新及其运演哲思[J]. 西北工业大学学报(社会科学版), 2025, 45(2): 59–67. (LING Xiao-xiong. DeepSeek Ushers in the Post-ChatGPT Era: On Digital Paradigm Innovation and Its Operational Philosophy[J]. Journal of Northwestern Polytechnical University (Social Sciences), 2025, 45(2): 59–67. (in Chinese))
- [10] 闵 斌,林立芳,吴 健,等. DeepSeek 在航天科研生产中的应用研究[J]. 上海航天(中英文),2025,42(2):1–8,18. (MIN Bin,LIN Li-fang,WU Jian,*et al.*Research on the Application of DeepSeek in Aerospace Scientific Research and Production[J]. Aerospace Shanghai (Chinese & English), 2025,42(2):1–8,18. (in Chinese))
- [11] 高宇辰,李蔚林,陈 翔,等.DeepSeek 在储能研究中的应用前景展望[J]. 储能科学与技术,2025,14(2):467–478. (GAO Yu-chen,LI Wei-lin,CHEN Xiang,*et al.* A Perspective on DeepSeek Application in Energy Storage Research[J]. Energy Storage Science and Technology, 2025, 14(2): 467–478. (in Chinese))
- [12] YAN J. DeepSeek Empowering Traditional Chinese Medicine: Driving the Intelligent Innovation of Traditional Medicine[J]. Digital Chinese Medicine, 2025, 8(1): 46–48.
- [13] CHATTHA H A. Old Myth, New Legend DeepSeek's AI Model, Rivaling ChatGPT at Lower Cost and Speed, Highlights Chinese Innovation and Empowers the Global South [J]. China Report ASEAN, 2025, 10(2): 78–78.
- [14] GREEN N, CARLSSON K, NAZAROVAS A. DeepSeek AI-Reaction and Comment: A Signal of the Shifting Global Balance of Power in Frontier Technologies. [J]. Database and Network Journal. 2025, 55(1): 4.
- [15] YANG M F, SANG X M. From Deep-Learning to DeepSeek: Challenges, Transformations, and Emerging Ecosystems in the Restructuring of Functional Paradigms of Universities Empowered by AI [J]. Modern Educational Technology, 2025, 35(4): 5–13.
- [16] SL/T 460—2020, 水文年鉴汇编刊印规范[S]. 北京: 中国水利水电出版社, 2021. (SL/T 460—2020, Specification for Compilation and Publication of Hydrological Yearbooks[S]. Beijing: China Water & Power Press, 2021. (in Chinese))

(编辑: 刘运飞)

(上接第 161 页)

- [23] NB/T 35092—2017, 混凝土坝温度控制设计规范[S]. 北京: 中国电力出版社, 2017. (NB/T 35092—2017, Design Code for Temperature Control of Concrete Dam[S]. Beijing: China Electric Power Press, 2017. (in Chinese))
- [24] 吴中如. 水工建筑物安全监控理论及其应用[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003. (WU Zhong-ru. Safety Monitoring Theory & Its Application of Hydraulic Structures[M]. Beijing: Higher Education Press, 2003. (in Chinese))
- [25] 庄 维. LHG 船闸不同施工间歇期上下层温差反馈分析[D]. 宜昌: 三峡大学, 2024. (ZHUANG Wei. Feedback Analysis of Temperature Difference Between Upper and Lower Layers of LHG Ship Lock During Different Construction Intervals[D]. Yichang: China Three Gorges University, 2024. (in Chinese))
- [26] 湛东升, 黄耀英, 周宜红, 等. 基于组合指数式绝热温升的泄洪洞衬砌混凝土温度场仿真分析[J]. 中国农村水利水电, 2013(6): 124–127. (SHEN Dong-sheng, HUANG Yao-ying, ZHOU Yi-hong, *et al.* An Emulation Analysis of Temperature Field for Lining Concrete of Spillway Tunnels Based on the Compound Exponential Formula[J]. China Rural Water and Hydropower, 2013(6): 124–127. (in Chinese))
- [27] 黄耀英, 周宜红, 周建兵. 水管冷却热传导计算模型能量分析[J]. 水利水运工程学报, 2012(1): 78–82. (HUANG Yao-ying, ZHOU Yi-hong, ZHOU Jian-bing. Energy Analysis of a Pipe Cooling Thermal Conduction Calculation Model[J]. Hydro-Science and Engineering, 2012(1): 78–82. (in Chinese))

(编辑: 王 慰)