

中国地质环境监测院青年理论学习小组在中央和国家机关工委“关键小事”调研攻关活动中获奖

近日，中央和国家机关工委宣传部公布了 2024 年中央和国家机关青年理论学习小组“关键小事”调研攻关活动平选结果。中国地质环境监测院青年理论学习小组参与的《学习运用习近平生态文明思想“厦门实践”经验，以高水平保护修复支撑高质量发展》荣获三等奖。

近年来，中国地质环境监测院青年理论学习小组以习近平生态文明思想为指引，以工作实际和决策需求为导向，以“根在基层，情系民生”志愿服务项目品牌为依托，抓住“4.22 地球日”、“5.12 防灾减灾日”以及科技活动周等重要时间节点，充分发挥该院技术资源优势，先后深入云南、四川、江西、陕西、湖北、河北、黑龙江等地质灾害多发区、生态环境脆弱区开展志愿服务和基层调研活动，取得了良好的社会成效和一批优秀的调研成果。

下一步，中国地质环境监测院青年理论学习小组将继续在该院党委带领下，进一步学习贯彻习近平总书记关于年轻干部修好基层这门课的重要指示批示精神，当好践行“两个维护”第一方阵青年排头兵，自觉加强理论武装，真学活用成长“三门课”，持续推动实践成果落地生根，为奋力谱写地质环境监测事业高质量发展新篇章挺膺担当。

江西省地环所节后复工 筑牢安全护航

新春开新局，万事干为先。为深入贯彻落实习近平总书记关于地质灾害防治工作的重要指示精神，江西省地质调查勘查院地质环境监测所迅速收心归位，以“开局即冲刺”的姿态跑好复工复产“第一棒”，围绕地质灾害防治工作全面发力。

南昌站组织技术人员积极协助当地自然资源部门对辖区内地质灾害隐患点进行全方位汛前巡查工作，确保每一处潜在风险都能得到及时有效的监测与防控。同时，对当地居民进行地灾防范科普宣传工作，提高当地居民对地质灾害的认识和防范意识，保障人民群众的生命财产安全。



春节过后，宜春站充分发挥地质灾害防治技术支撑单位的专业服务，陪同当地主管部门对宜春市四方井水利枢纽工程下坝安置点进行地质灾害隐患巡查，相关防治建议得到采纳。同时，受宜春市自然资源局、应急局邀请，为宜春市武警支队就宜春市地质灾害防治特征和应急救援工作中相关技术要点进行讲解交流。

随着复工复产的全面推进，江西省地环所以高度的责任感和使命感，科学统筹新一年的工作，充分发挥专业技术优势，为江西省地质灾害防治和经济社会发展提供坚实保障。

（黄亚雄 李邦民）

（上接第 3 版）

术的引入，提升地质灾害研究从经验驱动向数据－机理双驱动转型，提高灾害隐患识别、风险评估和监测预警的精准度。

2. 突破多模态数据融合与智能建模的技术瓶颈：利用 LLMs 的跨模态数据对齐和知识嵌入能力，解决地质灾害研究中的数据异构性、样本有限性和复杂非线性建模问题，提高灾害演化过程的智能推理能力。

3. 构建 AI+ 地质灾害研究的新范式：提出基于“知识－数据－模型”协同融合的研究框架，强化领域知识的嵌入，提高智能模型的可解释性和迁移能力，为地质灾害防治提供新思路。

4. 提升地质灾害预警与决策支持的智能化水平：通过 AI 技术优化灾害监测数据的解析能力，实现隐患点的精准识别、风险预测及防灾策略的智能化推荐，提高地质灾害应急响应的效率和科学性。

5. 促进地质灾害防治工作的精准化与高效化：借助 AI 技术改进数据采集、建模与分析流程，提高灾害致灾范围计算的精度，优化灾害防治资源的配置，推动防灾减灾向更加高效、智能的方向发展。

（中国地质灾害与防治学报）



（宁迪）

贵州以县域为单位开展地灾隐患排查

近期，针对冬春交替期间强降雨多发以及土壤解冻易引发滑坡和崩塌等风险，贵州省各有关部门以县域为单位，组织自然资源、能源、住房和城乡建设、水利、农业农村、应急等部门，对地灾易发区、高风险区等重点区域开展动态排查巡查，持续做好地灾防治各项工作。

根据贵州省地灾防治指挥部的要求，首先，对于难以判定的重大隐患，要及时组织专业技术队伍科学研判论证。采取专业手段深入勘查，对已查明的隐患点和划定的风险区，把防范责任压实到人；对群众报灾、巡查排查等发现的变形迹象和次险情前兆信息，及时进行核查，并针对性落实防范管控措施；对已完成工程治理的隐患点，及时移交提醒、落实主体责任和管护措施。

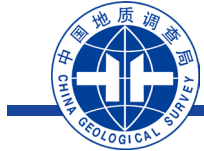
其次，要强化风险会商及联防联控机制，加强信息沟通和数据共享。密切关注雨情和气温变化，特别关注、及时研判气温交替变化幅度较大地区地灾风险。建立直达基层责任人、群测群防员、险村险户的临灾“叫醒”“叫应”机制，确保预警信息能够及时有效传递，做到“有预警就有响应”，严防撤离人员擅自回流造成伤亡。结合实际修订避险预案，更新警示标牌、撤离路线、防灾避灾明白卡等，让群众知晓转移路线、方向、安全区域。

另外，加大对工程建设项目，尤其是矿区的风险隐患排查整治力度。加强问题项目专项整治，严格执行地质灾害危险性评估制度和地质灾害防治工程“三同时”制度。在项目立项时，督促项目业主做好建设项目地质灾害危险性评估，明确项目建设过程中的防治要求。在项目建设中，综合运用提醒、约谈、告诫等手段，督促建设单位加强地质灾害隐患排查、巡查，制止违规或不作为行为，确保施工安全。对工程活动诱发地质灾害险情的，要立即停止生产、施工活动，快速撤离在场人员，及时采取排除危险措施。对隐患风险研判不清、把握不准的，采取主动避让措施，适当扩大撤离范围，确保在场人员和周边群众的生命安全。

（央视网）



★ 2025 年 2 月 28 日
★ 星期五
★ 第 96 期
★ 本期 4 版



中国地质调查局地质环境监测院主办
中国地质环境信息网 <http://www.cigem.cn/>

中国地质调查局召开党组会议
传达学习习近平总书记对四川宜宾市筠连县山体滑坡作出的重要指示精神

2 月 10 日上午，自然资源部中国地质调查局召开党组会议，传达学习习近平总书记对四川宜宾市筠连县山体滑坡作出的重要指示精神，传达学习国务院领导同志批示精神以及自然资源部领导指示要求，研究贯彻落实措施。

会议指出，习近平总书记第一时间就四川省宜宾市筠连县山体滑坡作出重要指示，强调要千方百计搜救失联人员，最大限度减少人员伤亡，要加强监测预警，防止发生次生灾害，切实保障人民群众生命财产安全，充分体现了以习近平同志为核心的党中央坚持以人民为中心的发展思想，为做好地质灾害防治工作提供了根本遵循。全局上下要深刻领会习近平总书记重要指示精神和国务院领导同志批示要求，切实统一思想、统一行动，坚决扛起防范化解重大地质灾害风险的政治责任，按照自然资源部党组统一部署，为灾区提供技术支撑服务。

会议对当前灾害应急处置及灾后风险防控支撑工作进行了部署。一是继续提供好当前抢险救援技术支撑，做好安置点灾害排查工作。二是支撑筠连县政府做好周边地区地质灾害排查和监测预警，研究分析此次山体滑坡的成灾原因。三是支撑四川省开展地质灾害隐患排查工作，举一反三做好全国重点地区地质灾害隐患排查，切实保障人民群众生命财产安全。四是要认真履行好地调局职责使命，加强地质灾害成灾机理研究，加快试点示范与应用推广，有效提升地质灾害防治规律认识。五是发挥局属单位专业优势，进一步支撑做好地质灾害防治和监测预警体系建设。六是加强救援一线人员安全防护，完善人员应急装备配备，避免灾区次生灾害伤害，确保自身安全。

（吴世龙）

中国地质调查局专家组赴四川宜宾
开展应急处置工作

2 月 8 日 11 时 50 分许，四川省宜宾市筠连县沐爱镇金坪村发生一起山体滑坡，据初步核查，灾害共造成 10 户民房被掩埋。

灾害发生后，中国地质调查局坚决贯彻落实习近平总书记对四川宜宾市筠连县山体滑坡作出的重要指示精神，按照自然资源部工作安排，组织局水环部、中国地质环境监测院、成都地质调查中心等单位共 12 名专家，分批赶赴现场，提供前方应急救援技术支撑，目前第一批专家已抵达。

同时，各局属单位积极响应党中央要求部署，第一时间为抢险救灾各项工作提供支撑。中国地质环境监测院在加派驻部值守与应急信息速报技术力量基础上，加强了自动化监测数据分析和地质灾害气象预警等支撑服务；中国自然资源航空物探遥感中心启动遥感应急技术支撑，提供灾害前后卫星影像，开展重大灾害风险隐患综合遥感识别技术支持。

为进一步提升基层地质灾害防御能力，我国将推进地质灾害防治宣传培训演练“一项行动”，实施隐患点和风险区更新调查、监测预警和综合治理能力提升“两项工程”。

这是新华社记者 25 日从全国地质灾害防治宣传培训演练行动启动仪式及演练现场会上了解到的。当日，在四川雅安举行了全国地质灾害防治宣传培训演练行动启动仪式，中国工程院院士殷跃平以“极端气候变化下地质灾害与防灾减灾对策研究”为题，讲授了“行动第一课”。

面对极端天气情况，基层防御能力方面还存在问题和不足。根据“一项行动”“两项工程”部署，各地将谋划实施本地区 2025 年度地质灾害防治工作方案，分解落实年度地质灾害防治责任和各项目标任务，全力做好汛期地质灾害风险防御，持续推进重大基础工作，提升基层地质灾害防御能力和工程标准，严防“群死群伤”事件发生，最大程度保障人民群众生命和社会大局和谐稳定。

据记者了解，自然资源部高度重视地质灾害防治宣传培训演练等工作，先后印发多项文件进行部署安排。当日，与会代表共同观摩了四川省 2025 年突发地质灾害防范应对专项演练，模拟了突发强降雨诱发山体滑坡、泥石流等灾害场景。演练涵盖气象预报、会商调度、监测预警、隐患排查、叫醒叫应、避险转移等 10 余个应对环节。

（谢俊）

我国部署推进地质灾害防治宣传培训演练

国家防灾减灾救灾委员会办公室、应急管理部发布 2024 年全国十大自然灾害

2024 年，我国自然灾害形势复杂严峻，年初低温雨雪冰冻天气过程影响中东部地区，入汛后南北方多地持续出现强降雨、局地极端性突出，秋台风严重影响华南华东地区，给部分地区造成严重损失。国家防灾减灾救灾委员会有关成员单位综合考虑自然灾害造成的人员伤亡、直接经济损失和灾害影响等因素，确定 2024 年全国十大自然灾害如下（按灾害发生时间排序）：

一、1 月 22 日云南镇雄山体滑坡灾害

1 月 22 日，云南省昭通市镇雄县房塘镇凉水村发生山体滑坡，造成 1300 余人不同程度受灾，死亡 44 人，倒塌房屋 300 余间，直接经济损失 1.5 亿元。

二、2 月份中东部地区低温雨雪冰冻灾害

2 月份，我国中东部地区出现两轮大范围低温雨雪冰冻天气过程，影响范围和强度为 2009 年以来最强，同时与春运叠加，对道路保畅、电力保供和群众生产生活等带来严重影响，造成湖北、湖南、安徽、江西等 10 省 630.7 万人不同程度受灾，死亡 12 人，需紧急生活救助 46.7 万人；倒塌房屋 300 余间，损坏房屋 2.7 万间；农作物受灾面积 734.6 千公顷；直接经济损失 223.8 亿元。

三、4 月中下旬至 5 月初广东严重暴雨洪涝和地质灾害

4 月中下旬至 5 月初，受南下冷空气和暖湿气流共同影响，广东出现持续强降雨和强对流天气，韶关、肇庆、梅州等多地发生严重暴雨洪涝和地质灾害，造成 68.1 万人不同程度受灾，死亡失踪 74 人，紧急转移安置 10 万人；倒塌房屋 500 余间，损坏房屋 3300 余间；农作物受灾面积 69.9 千公顷；直接经济损失 55.4 亿元。

四、6 月中旬华南地区暴雨洪涝和地质灾害

6 月中旬，华南地区福建、广东、广西遭受大范围强降雨袭击，引发严重洪涝和地质灾害，造成 3 省（区）280 万人不同程度受灾，死亡失踪 91 人，紧急转移安置 26.8 万人；倒塌房屋 1.8 万间，损坏房屋 2 万间；农作物受灾面积 119 千公顷；直接经济损失 321.3 亿元。

五、6 月中下旬至 7 月初湖南严重暴雨洪涝和地质灾害

6 月中下旬至 7 月初，湖南遭遇持续强降雨天气，河湖水位上涨迅猛，洞庭湖团洲垸堤防发生决口险情，部分城镇内涝严重，局地山洪、滑坡、泥石流等灾害多发，造成岳阳、怀化、常德等地 388 万人不同程度受灾，死亡失踪 20 人，紧急转移安

置 45.8 万人，需紧急生活救助 16.3 万人；倒塌房屋 1500 间，损坏房屋 1.2 万间；农作物受灾面积 568.8 千公顷；直接经济损失 229.9 亿元。

六、7 月中下旬陕西严重暴雨洪涝灾害

7 月中下旬，陕西出现持续强降雨过程，关中和陕南地区降雨量较往年显著偏多，引发严重暴雨洪涝灾害，造成商洛、宝鸡等地 56.7 万人不同程度受灾，死亡失踪 95 人，紧急转移安置 14.1 万人；倒塌房屋 3300 余间，损坏房屋 2.5 万间；农作物受灾面积 21.5 千公顷；直接经济损失 164.1 亿元。

七、7 月 20 日四川汉源山洪泥石流灾害

7 月 20 日，四川雅安汉源县突发山洪泥石流灾害，造成汉源县 6.2 万人不同程度受灾，死亡失踪 41 人；倒塌房屋 400 余间，损坏房屋 1600 间；直接经济损失 10 亿元。

八、7 月下旬湖南严重暴雨洪涝和地质灾害

7 月下旬，台风“格美”残余环流深入内陆，给湖南等地带来极端强降雨，引发严重洪涝和地质灾害，造成郴州、衡阳、湘潭等地 149.9 万人不同程度受灾，死亡失踪 94 人，紧急转移安置 11.7 万人；倒塌房屋 1.3 万间，损坏房屋 1.9 万间；农作物受灾面积 228.9 千公顷；直接经济损失 241.3 亿元。

九、8 月下旬辽宁严重暴雨洪涝灾害

8 月下旬，受东北冷涡、副热带高压和台风“云雀”共同影响，辽宁西部、中北部和东南部出现持续强降雨，局地降雨量突破历史极值，引发严重暴雨洪涝灾害，造成葫芦岛、大连等地 92.4 万人不同程度受灾，死亡失踪 27 人，紧急转移安置 6.2 万人；倒塌房屋 1300 余间，损坏房屋 5.1 万间；农作物受灾面积 163.5 千公顷；直接经济损失 154.7 亿元。

十、2411 号“摩羯”台风灾害

9 月上旬，超强台风“摩羯”先后在海南昌昌和广东徐闻沿海登陆，最大风力达 17 级以上，是有气象记录以来秋季登陆我国的最强台风，也是近 10 年登陆我国的最强台风，破坏力极强，造成海南、广东、广西、云南 4 省（区）741.5 万人不同程度受灾，死亡 4 人，紧急转移安置 51 万人；倒塌房屋 2900 余间，损坏房屋 1.9 万间；农作物受灾面积 522.3 千公顷；直接经济损失 720.3 亿元。

（应急管理部）

中国地质调查局举办 2025 年地质灾害风险防御专家技术培训

2 月 18 日－19 日，中国地质调查局 2025 年地质灾害风险防御专家技术培训在北京成功举办。会议深入学习贯彻习近平总书记关于防灾减灾救灾工作的重要指示批示精神，认真落实国务院领导同志关于加强地质灾害防治技术队伍培训的具体要求，根据自然资源部党组统一部署，聚力提升地质灾害风险防御支撑水平。会议强调，党中央高度重视地质灾害防治工作，习近平总书记多次作出重要指示批示，为我们做好地质灾害风险防御工作提供了根本遵循。全局地质安全领域干部职工要认真学习领会，以此次培训为契机，提升自身专业能力与管理能力，聚焦国家地质灾害风险区划体系构建、建立完善国家地质灾害自动化监测预警网络、建设高水平现代化地质安全风险防御国家队等工作重点，进一

北京山区地质灾害隐患底数摸清 为监测预警、搬迁避让及工程治理提供了基础依据

近日，北京市地质矿产勘查开发集团有限公司承担的北京市地质灾害隐患调查勘查项目通过专家评审。该项目通过开展全市山区（延庆区除外）地质灾害 1：1 万比例尺精细化调查，进一步摸清了山区地质灾害风险底数，可为灾后重建规划、灾害预防、监测预警、搬迁避让以及地质灾害治理工程等工作提供基础依据。据介绍，该项目调查面积 8257.83 平方千米，涉及北京房山、门头沟、昌平、平谷、密云等 9 个行政区。为确保调查成果数据的规范性、统一性，项目组多措并举，投入研发了适合地质灾害野外调查作业的先进技术装备，极大提高了野外调查工作及质量检查效率，并邀请专家在标准制定、野外调查、成果验收等全过程给予标准培训及技术指导。项目综合采用遥感解译、LiDAR 测量及解译、地面调查、勘查等手段，以斜坡为基本单元，调查孕灾地地质环境条件，识别地质灾害危险源，总结地质灾害发育分布规律，分析地质灾害形成机理和成灾模式，开展地质灾害

步提升地质安全“调查－监测－评价－区划”全链条业务体系建设水平。

本次培训内容丰富、生动详实。中国工程院院士、中国地质环境监测院首席科学家殷跃平围绕复杂山体地质灾害失稳机理与科学防范讲授了开班第一课，有关专家学者分别就地质灾害隐患点和风险区更新调查、地质灾害隐患综合遥感识别、地质灾害防御响应技术支持、法律法规和政策解读等 10 个专题进行授课。

培训采用线上、线下相结合形式，在北京设主会场，全局 27 家相关单位设分会场，局系统共计 600 余人参加。

（贺凯）

殷跃平院士团队：地质灾害人工智能大语言模型研究展望

（佟彬 殷跃平 李勇 唐继婷 杨旭东 徐子恒）

摘要：该文章主要探讨了大语言模型（LLMs）在地质灾害防治领域的应用前景。文章首先回顾了 LLMs 的技术演进及其在多个领域的应用情况，强调其在数据分析、复杂建模及知识融合方面的突破。随后，文章分析了 LLMs 在地质灾害智慧防治中的关键技术，包括小样本学习、多模态数据融合、模型轻量化、知识嵌入及人机协同等，并提出了一种“AI+ 地质灾害”研究范式。该范式整合了数据、模型和知识，旨在提升地质灾害隐患识别、风险评估和预警能力，实现从“经验驱动”向“数据-机理双驱动”的转型。最后，文章展望了 LLMs 在地质灾害研究中的，以及专家知识难以有效嵌入智能模型中等问题。传统的数据驱动方法在应对高维、多尺度和复杂地质环境方面存在局限性，而 LLMs 的快速发展为解决这些问题提供了可能。通过数据-模型-知识的协同融合，AI 技术可以更精准地刻画地质灾害孕灾特征和成灾机理，提升对地质灾害隐患的智能识别能力，并推动地质灾害防治从经验依赖向智能化、数据驱动的方向发展。

大语言模型（LLMs）技术技术近年来发展迅速，全球范围内涌现了多个技术流派，如 OpenAI 的 GPT 系列、Google 的 PaLM、Meta 的 LLaMA 等，而国内也推出了百度的文心一言、阿里巴巴的通义千问、DeepSeek 等模型。这些模型在架构优化、数据高效利用、模型轻量化及迁移学习等方面取得了重要突破。例如，采用混合专家模型（MoE）、多模态数据对齐、低秩自适应微调（LoRA）等技术，使得模型在计算效率、推理能力和适应不同场景的能力上显著提升。此外，LLMs 的发展趋势正在从“规模驱动”向“价值驱动”转变，强调模型的可解释性、知识嵌入能力以及人机协同机制，使其更好地服务于专业领域。在多个行业领域，LLMs 已经展现出强大的应用潜力。金融领域利用 LLMs 整合企业财报、供应链信息及遥感数据，实现动态信用评估；医疗行业结合多模态数据分析，提高复杂临床诊断的准确率；气象预报、工程设计、材料科学等学科也在借助 AI 进行数据驱动的优化和预测。在地球科学研究中，LLMs 可以增强地学数据的采集、处理和分析能力，尤其是在多尺度、非线性复杂关系建模方面提供新的解决方案。这些技术的不断完善，使得 LLMs 能够在科学研究和工程实践中发挥越来越重要的作用。

在地质灾害防治领域，LLMs 的引入可以有效解决灾害隐患识别、风险评估和监测预警等核心问题。通过融合遥感影像、地质文本、传感器时序数据等多模态信息，LLMs 能够实现跨数据类型的语义对齐，提升隐患识别的精准度。同时，借助专家知识嵌入与人机协同机制，LLMs 可以增强对灾害孕灾环境和诱发机制的推理能力，提高模型的可解释性。此外，LLMs 在智能决策支持方面也具有重要应用价值，例如在地质灾害预警系统中，自动解析历史灾情数据和监测信息，提供针对性的防灾减灾策略，推动地质灾害防治向更精准、更智能的方向发展。

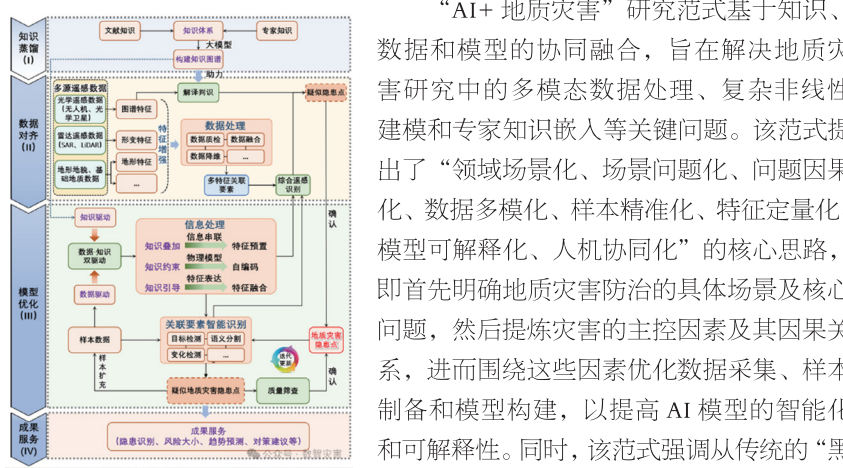
大语言模型（LLMs）在地质灾害智慧识别中的应用主要围绕数据、模型和知识的协同融合展开，以提升灾害隐患的智能识别能力。首先，在知识层面，LLMs 可以构建涵盖时空属性的知识图谱，通过语义理解技术挖掘灾害孕灾环境、诱发机制和演化路径的潜在关联，为模型提供理论支持。同时，利用知识蒸馏技术，将已有隐患识别模型的关键参数和算法特征提炼，以降低训练数据成本并提高模型推理效率。此外，通过自监督学习持续优化模型，使其

思路	策略	主要技术
数据 高效 利用	强化数据制备与噪声清洗	利用Attention-Driven Temporal Filtering、Self-Supervised Denoising、Multimodal Joint Denoising、生成对抗网络(generative adversarial network, GAN)及其变种(如CycleGAN)等技术，对视频帧、音频信号、时序数据等多模态数据进行噪声清洗
	强化对多模态数据的融合对齐与集成训练	采用数据特征级对齐、语义级对齐、模态映射和联合学习的策略，利用CLIP-SiLe等技术，将不同模态的数据映射到统一一步空间内；通过对比学习、掩码预测等多模态自监督学习方法提升融合效果
	强化文本生成与特征增强	利用物理驱动的合成数据生成方法，减少对真实数据的依赖；应用Conditional GAN生成特定条件下的数据，扩展训练样本的覆盖面
模型 轻量化 减少 体积	减少模型参数	利用PEFT、Adapters和Prefix Tuning等方法，在保持模型性能的同时减少需要训练的参数
	优化任务分配	基于MoE、Sparse Sparse MoE等模型架构，通过动态路由机制将任务分配给特定专家模块
	加速模型推理	利用Flash Attention优化技术或线性注意力机制(如Performer、Linformer)等技术，提升注意力机制效率
	缩小模型体积	利用INT8量化技术、模型剪枝和知识蒸馏，在精度损失可接受范围内压缩模型参数长度
人机 协同 融合	强化模型迁移	利用低秩自适应(low-rank adaptation, LoRA)、元学习等技术，利用跨领域小样本特征对模型参数进行微调，适应新任务
	知识蒸馏技术	利用机器学习技术，将体积庞大、结构复杂、具有庞大参数的模型知识迁移到轻量化模型中，在保持较高性能的同时，显著降低模型的计算复杂度和存储需求
人机 协同 融合	强化专家知识嵌入	利用RLHF或交互式机器学习(Interactive machine learning, IML)方法，整合专家经验，嵌入模型推理计算，优化模型决策逻辑
	构建人机协同决策体系	利用众包理念吸纳专家参与制备高质量标注数据，实现“专家知识+AI推理决策”；数智灾害通过协同过滤和集体智慧等理念提升决策准确性

（中国矿业报）

能够更准确地识别和提取灾害隐患特征。

在数据和模型层面，LLMs 技术可有效应对多模态数据融合与对齐的问题，集成遥感影像、无人机航测、地表监测数据等异构信息，并利用跨模态数据对齐技术实现语义级映射，提升隐患特征表达的完整性。同时，LLMs 采用机理－数据双驱动建模策略，将物理约束规则和专家知识嵌入模型中，以提升其科学性和泛化能力。在决策支持方面，LLMs 结合自然语言理解和语义推理技术，能够从灾害报告、监测数据等信息源中提取关键信息，并通过 CoT（Chain of Thought）推理生成全面的风险评估和应急对策建议，从而增强地质灾害防治工作的智能化水平。



箱预测”向“白箱推理”转变，通过专家知识的嵌入和人机协同机制，使 AI 在灾害防治中的决策更加透明和可信。

在技术路径上，该研究范式围绕“知识－数据－模型”展开，通过数据清洗、数据融合、知识对齐、特征提取、模型微调和自学习优化等关键环节，增强 AI 在地质灾害防治中的适应能力。例如，在地质灾害隐患识别方面，LLMs 可以利用自然语言理解技术构建动态知识图谱，自动提取孕灾环境、诱发因素和灾害演化路径的关键信息，同时结合多模态数据（如遥感影像、地面传感器数据等）进行语义级对齐，提高隐患识别的精度。在灾害预警方面，AI 可以借助因果推理技术，对历史灾害事件进行分析，提炼灾害影响因素，并结合实时监测数据，预测潜在的滑坡、崩塌或泥石流风险，为精准预警提供智能支撑。

该研究范式的典型应用场景包括区域尺度崩塌碎屑灾害的致灾范围计算。通过知识层面分析孕灾机理，数据层面精准采集灾害特征，模型层面结合机器学习与深度学习技术优化灾害轨迹计算，最终实现对灾害致灾范围的智能预测。例如，在乌蒙山区，中小型高位崩塌灾害频发，AI 技术可以利用遥感影像、地质调查数据和数值模拟结果，优化灾害运移轨迹计算，提高风险评估的精细化程度。该研究范式的提出，不仅推动 AI 技术更深入地融入地质灾害防治工作，也为构建智能化、精准化的灾害防治体系提供了新的研究方向。

1. 推动地质灾害研究范式的智能化转型：通过大语言模型（LLMs）等 AI 技

（下转第 4 版）

