

化学矿地质信息

2022年第2期（总第140期）

主办：中化地质矿山总局地质研究院
中国化学矿业协会

2022年2月16日
会员资料 注意保存

目次

• 政策导航 •

《全国地质调查『十四五』规划》出炉	2
自然资源部、国家林草局：共同做好森林草原湿地调查监测	2

• 地质视野 •

2021年度地质调查十大进展	3
2021年度地质科技十大进展	6
海岸带保护修复工程系列标准发布	8
全国地下水储量评价首次完成	9
自然资源要素综合观测工程取得重要进展	9
中国地质调查局新发布五大权威地质信息服务产品	10
新一轮矿产节约和综合利用先进适用技术目录更新启动	10
深海富稀土沉积物地球化学标准物质研制成功	11

• 行业动态 •

磷石膏库渗滤液处理技术进展	11
金正大磷石膏综合利用技术取得重大突破	13
二水半水法湿法磷酸工艺亮点	14
磷石膏防水取得重大进展	14
中化地研院获一项实用新型专利	15
中化山东院老挝治水项目荣获优质施工奖	15
中化河南集团（局）勘测公司“开门红”	15
中化浙江院连中“双元”	15
中化云南院喜迎“开门红”	15
中化湖南院新签深部铋矿详查项目	16

• 市场信息 •

国内磷矿石市场持稳运行	16
国内硫磺行情偏强整理	16

政策导航

《全国地质调查“十四五”规划》出炉

近日，中国地质调查局印发《全国地质调查“十四五”规划》（以下简称《规划》），明确了“十四五”时期我国地质调查的主要目标和任务。

《规划》指出，要以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，坚持“国家需求导向、基础性公益性战略性工作定位、创新驱动发展、统筹协调推进、国际开放合作”的原则，大力推进地质调查服务方向、指导理论和发展动力三大战略性转变，加快提升地质调查科技创新能力和现代化水平，着力解决制约我国经济社会高质量发展的重大资源、环境、生态、灾害问题和地球系统科学问题，不断增强对国家能源资源安全保障、生态文明建设、国家重大战略的服务能力，推进地质科技创新、信息化和人才队伍建设，促进地质事业转型发展和矿业高质量发展，为全面建设社会主义现代化国家提供坚实的地质工作保障。

《规划》明确了 11 项主要任务。一是持续加强基础地质调查与地球系统科学研究，不断提升对地球系统和资源国情的认识水平。二是加强清洁能源和战略性矿产资源调查评价，全力实施新一轮找矿突破战略行动。三是加快推进海洋地质调查与天然气水合物勘查试采，主动服务海洋强国战略。四是开展水资源调查监测评价，支撑水资源优化配置、有效保护和合理开发利用。五是开展国土空间生态地质调查与保护修复，为大江大河生态保护修复和水土流失、荒漠化、石漠化等重大生态问题综合治理提供系统解决方案。六是开展自然资源调查监测评价，支撑服务自然资源的科学保护和合理开发利用。七是聚焦关键需求，发挥地质科技优势，全力支撑服务国家重大战略实施与重大工程建设。八是加强地质灾害调查评价与监测预警，为地灾防治提供更加有力的科技支撑。九是深化国际地质调查与科技合作，提升服务国际矿业合作的能力和水平。十是瞄准打造国家战略科技力量，大力提升地质科技创新能力和现代化水平。十一是加大地质信息化建设力度，加快推动地质调查管理服务数字化转型。

自然资源部、国家林草局：共同做好森林草原湿地调查监测

为做好自然资源调查监测工作协调配合，减少工作重复浪费，充分发挥现有机构队伍的调查监测能力，近日，自然资源部、国家林业和草原局联合印发相关意见，提出共同做好森林、草原、湿地等自然资源调查监测工作，统一调查监测制度，每年开展一次，并以第三次全国国土调查及上年度国土变更调查形成的地类图斑为工作范围。

意见提出，一要统一工作部署。自然资源部与国家林草局每年 3 月份部署开展此项工作，明确任务和工作要求。省级、市县级自然资源与林草主管部门共同推动、密切配合，协同做好本行政辖区森林、草原、湿地调查监测工作。二要统一分类标准。林地、草地、湿地指标可以根据需要在二级地类基础上细化。森林面积、覆盖率、蓄积量指标，草原面积、综合植被盖度应覆盖并仅限于“三调”及其国土变更调查的全部林地及草地范围。需要调整分类指标的，自然资源部会同国家林草局修订分类标准。林草业务管理需要的其他专项监测指标由国家林草局确定。三要统一调查底图。森林、草原、湿地调查监测以上一年度国土变更调查成果为底图，保持相关数据基础的一致性。自然资源部提供年度国土变更调查成果，国家林草局统一制作调查底图下发地方林草主管部门使用。各级自然资源和林草主管部门共享卫星遥感影像数据和相关基础地理信息数据。四要统一成果发布。森林、草原、湿地调查监测成果由自然资源和林草主管部门共同审核。森林覆盖率、森林蓄积量、草原综合植被盖度及其他成果由林草主管部门发布。

意见明确了任务与分工。自然资源部和国家林草局共同组建工作专班，起草部署文件，审核调

查监测工作方案，协调基础图件，解决调查监测中的重大问题，审核调查监测成果。国家林草局负责组织实施森林、草原、湿地调查监测工作。地方参照以上模式，组建工作专班开展调查监测工作。同时要求各相关部门高度重视统一开展森林、草原、湿地调查监测工作，要协同推进相关工作，严格质量管控，加强成果共享应用，加强创新技术研究。

(以上来源：自然资源部网)

地质视野

2021 年度地质调查十大进展

一、青海共和盆地干热岩勘查试采取得突破性进展

该成果由青海共和盆地干热岩勘查与试采科技攻坚战指挥部、中国地质调查局水文地质环境地质调查中心牵头，中国地质科学院水文地质环境地质研究所、中国地质科学院地球深部探测中心、中国地质科学院地质力学研究所等单位参加完成。其主要进展及创新：

1. 突破循环连通采热、储层监测评价、高效发电等关键技术，完成青海共和干热岩试采井组三井连通试验。2. 建立地面换热系统和发电工程，初步建成青海共和干热岩勘查试采示范基地。3. 形成基于实时监测与动态风险评价的以控制井口压力、控制累计液量为核心的诱发地震双重控制技术，建成我国首套基于工程开发的诱发地震实时监测预报平台系统。4. 干热岩勘查试采技术科技成果转化初见成效，有力支撑青海、江苏等地国家清洁能源产业高地建设。5. 建成一支以中青年科技人员为骨干的涵盖资源调查评价、钻探、热储建造、监测、试验模拟、开发环境影响评价等的干热岩勘查开发研究团队。

二、基本建立地质调查支撑服务新时代经济社会发展和生态文明建设工作体系并完成山水林田湖草年度调查评价

该成果由中国地质环境监测院、中国自然资源航空物探遥感中心、中国地质调查局自然资源综合调查指挥中心牵头，中国地质调查局水文地质环境地质调查中心、中国地质科学院水文地质环境地质研究所等单位参加完成。其主要进展及创新：

1. 编制完成地质调查支撑服务自然资源综合调查、水资源管理、国土空间用途管制、国土空间生态保护修复、自然资源督察和执法等 5 个总体设计，基本构建起地质调查支撑服务自然资源管理中心工作的“四体系一机制”，擘画引领了地质调查转型发展。2. 统筹设计了调查、监测、评价、区划全流程业务工作，精准对接需求，扎实开展工作，高质量完成了全国森林资源调查、草原资源调查等工作。3. 科学厘定了地质调查支撑服务生态文明建设和自然资源管理中心工作涉及的主要科学与管理名词术语 100 余条，界定了各项工作的边界范围。4. 构建了与地质调查规划相匹配的技术标准体系，涵盖了 12 大业务领域标准 1221 项，初步形成了标准化工作体系。研制发布实施《地质调查预算标准（2021 年试用）》。

三、论证编制完成新一轮找矿突破战略行动纲要并获国务院批准实施

该成果由中国地质调查局发展研究中心、中国地质调查局油气资源调查中心牵头，中国地质调查局天津地质调查中心、中国地质调查局沈阳地质调查中心等单位参加完成。其主要进展及创新：

1. 通过形势分析、增储上产、规划部署、综合利用、科技创新等专题研究，科学研判了矿产资源形势与需求，明确了新一轮找矿突破战略行动的指导思想。2. 厘定了找矿突破战略行动主攻矿种、总体目标及阶段目标，提出了突出紧缺战略性矿产、强化基础地质工作等 5 项基本原则。3. 明确了强化矿产基础地质工作、加强战略性矿产勘查、提高矿产资源节约与综合利用效率、加强地质找矿科技创新支撑作用等 4 项工作任务及推进措施，保障找矿目标实现。4. 以地球系统科学为指导，统筹矿产勘查与生态保护，优选基础调查区 42 片、重点调查区 328 片、重点勘查区 456 片、重要矿山 253 座，为“十四五”找矿目标实现提供重要抓手。

四、地质安全风险评价支撑国家重大工程规划和建设取得重要进展

该成果由国家重大工程地质安全风险评价指挥部、中国地质科学院地质力学研究所牵头，中国地质调查局成都地质调查中心、中国地质环境监测院、中国自然资源航空物探遥感中心、中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所、中国地质调查局地球物理调查中心、中国地质科学院水文地质环境地质研究所、中国地质科学院探矿工艺研究所等单位共同参加完成。其主要进展及创新：

1. 完成了国家重大工程重要区段航空物探，系统获取了重大工程区地球物理重、磁、电数据，初步厘定了重大工程重要区段深部构造特征。2. 完成了国家重大工程重要区段 1:5 万专题地质调查填图工作，基本摸清了区内不良地质体的规模、分布范围及展布规律，分析了其对工程的潜在危害。3. 创新高位链式地质灾害风险识别技术，识别 2094 处具高位冰崩、冰川、崩塌、滑坡灾害隐患信息，初步完成了区内流域性特大地质灾害链对重大工程的风险评估。4. 研制了强构造活动高山峡谷区水压致裂地应力测量方法与仪器设备，实现 1000 米以上干孔水压致裂地应力测量，成功获取了国家重大工程重要区段超高地应力大小和方向。

五、首次完成并发布全球锂钴镍锡钾盐矿产资源储量评估报告和中国矿业 50 指数研究报告

该成果由中国地质调查局全球矿产资源战略研究中心、中国地质调查局国际矿业研究中心牵头，中国地质调查局成都地质调查中心、中国地质调查局天津地质调查中心、中国地质调查局西安地质调查中心、中国地质调查局南京地质调查中心、中国地质调查局武汉地质调查中心、中国地质调查局沈阳地质调查中心、中国地质调查局发展研究中心、中国地质科学院矿产资源研究所、中国地质调查局文献中心、中国矿业报社等单位参加完成。其主要进展及创新：

1. 提出新时期资源安全新理念、全球配置总目标、战略布局新思路，形成战略性矿产全球布局系列报告，全程支撑编制国家有关国际合作规划。2. 首次建立我国自主的全球矿产资源储量评估技术方法体系，完成并发布《全球锂、钴、镍、锡、钾盐矿产资源储量评估报告（2021）》。3. 首次构建符合我国国情和产业转型方向的“中国矿业金融 50 指数”，召开中国矿业金融高层研讨会，发布《中国矿业 50 指数研究报告》，为促进矿业投资、引导矿业转型发展、提升我国矿业全球竞争力，提出了金融解决方案。4. 国际合作平台建设取得明显成效，“三服务一促进”能力显著增强。整合境外地质调查形成“7+6”工作机制，发布全球矿业发展报告，促进中非地学合作中心、地学大数据平台建设纳入国家视野。5. 精准服务中资企业“走出去”，在优选区块、找矿增储、项目评价、战略规划等方面为企业提供技术和信息服务，签订合作协议 15 项，形成一批企业有投资意向的矿业项目。

六、黔西南石炭系页岩气调查首获工业气流

该成果由中国地质调查局油气资源调查中心牵头，湖南省煤炭地质勘查院、辽宁省地矿集团能源地质有限责任公司、江苏华东八一四地球物理勘查有限公司（江苏省有色金属华东地质勘查局八一四队）、中国矿业大学等单位共同参加完成。其主要进展及创新：

1. 创新采用非震技术解决垭紫罗裂陷槽构造形态与页岩沉积等关键问题，建立非对称式台盆沉积模式，揭示低硅高钙、灰泥互层新类型页岩气，集成勘查工程技术系列，黔水地 1 井直井压裂首次在南方石炭系首获日产 1.1 万立方米工业气流；创建评价参数体系，开展“三位一体”资源评价，黔西南石炭系有利区地质资源量为 2.02 万亿立方米。2. 针对多薄煤层煤层气产量低等难题，选择鸡西盆地煤系地层，开展煤矿原位区、采动区、采空区煤系气资源综合评价与试采攻关，形成煤矿“三区”“三气”综合勘查开采地质理论与技术体系，在煤系气领域取得重大战略性突破。评价鸡西盆地城子河组煤系气资源量 2048 亿立方米，黑鸡地 1 井日产气 5666 立方米，开辟了深部煤系气新领域。

七、《中国矿产地质志》省级志书编撰全面完成

该成果由中国地质科学院矿产资源研究所牵头，江西省地质矿产勘查开发局、新疆维吾尔自治区地质调查院、云南省地质调查局等 33 家单位共同参加完成。其主要进展及创新：

1. 对我国百余年来矿产勘查、科研成果资料进行了系统梳理，制定了《中国矿产地质志·省级

矿产地质志研编技术要求》，得到广泛应用，实现了全国矿产资源领域专业志书标准化研编。2. 完成了全国 32 个省区市（含上海市、台湾省）矿产地质志书研编，系统梳理核实出已发现 6.48 万余处矿产地，基本摸清了我国矿产资源分布情况，多层次多维度总结了矿产资源时空分布规律，显著提升了省级成矿规律研究水平。3. 构建了标准化矿产地质志成果数据（库）集，实现各行业部门百余年矿产勘查和科研资料的统一数字化集成，促进了信息资料共享服务，为信息化时代矿产地质工作奠定了大数据基础。4. 创新发展了我国“成矿系列”理论，构建了多尺度区域成矿谱系，完善了中国成矿体系框架，提升了我国矿床学研究的整体水平和创新能力。5. 积极推动了成果应用服务，指导实现一批找矿新突破，为老矿业基地增储稳产和战略性新兴产业发展提供资源支撑。

八、地球科学大数据共享服务平台——“地质云 3.0”上线服务

该成果由中国地质调查局发展研究中心牵头，中国地质调查局成都地质调查中心、中国地质科学院地球物理化学勘查研究所、中国地质环境监测院等单位共同参加完成。其主要进展及创新：

1. 基本建成多专业、多要素、多尺度的地球科学“一张图”大数据体系，实现全国地球化学调查点、地质钻孔、灾害隐患点等重要原始数据与国产遥感卫星、地下水监测等动态监测数据实时上云共享，提供地质调查原始点位数据和要素数据可计算数据服务，地球科学数据服务范围和成效显著提升。2. 初步建成地质调查“在线化”工作体系，实现地质调查主流程信息化再造，工作效能显著提升。3. 在智能调查、智慧编图、智能搜索、智能识别、智能管理等领域实现示范应用，取得良好效果。4. 开发八大系列权威地质信息产品，上线健康地质、数字塔里木盆地等一批专题服务，提升对国家重大战略和重大社会需求的精准服务水平。5. 行业覆盖和辐射能力显著提升，地质云平台生态初步建成，集成和开发一批重要专业应用系统，实现全局 43 家单位节点全覆盖。

九、首次认定并发布全国 26 个地质文化村与 30 处天然富硒土地有力支撑服务乡村振兴

该成果由中国地质环境监测院、中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所、中国地质学会牵头，中国地质调查局南京地质调查中心、中国地质调查局沈阳地质调查中心等单位共同参加完成。其主要进展及创新：

1. 首次创立地质文化村（镇）和天然富硒土地品牌，提出了地质与文化、产业融合利用的新理念，累计圈定天然富硒土地 29.8 万平方千米，为地方特色农旅产业发展奠定了重要基础。2. 推动了 20 个地质文化村的示范建设，指导了 25 个省 78 个村（镇）的选点、建设和申报，指导了全国 48 个县 50 处天然富硒地块的申报，完成了首批 26 个地质文化村（镇）和首批 30 处、50 余万亩天然富硒地块的规范化评定，助推建设富硒示范园区 300 余处，开创了地质工作服务乡村振兴新模式。3. 研制并发布《地质文化村（镇）建设工作指南（试行）》等 3 个地质文化村（镇）建设标准和《天然富硒土地划定与标识》行业标准，研发了地质文化村展示系统，规范了地质文化村（镇）建设和成果集成，为科学评选认定天然富硒土地提供了根本的技术遵循。

十、初步建立国家地质灾害智能化监测预警网络

该成果由中国地质环境监测院牵头，中国地质科学院探矿工艺研究所、中国地质调查局水文地质环境地质调查中心等单位共同参加完成。其主要创新点：

1. 第一代监测预警系统规模化推广。经过两年多的研发攻关与产业化应用，监测设备集成度、智能化与工业化水平不断提高，运行功耗和设备成本持续降低，已带动全国 96 家企业遵标生产安装 10 万套以上；智能预警系统实现与 17 个省级系统秒级联动和全流程在线管理。2. 非接触式监测技术取得积极进展。雷达感测、智能视频、无人机巡测等非接触式监测技术取得积极进展，2021 年在 7 省 114 处典型隐患点开展试用。3. 信息化高效支撑汛期防御响应效果突出。通过“掌上地灾”App 发布风险预警信息并提供数据共享服务，汛期地质灾害风险预警时效性与防御科技支撑能力不断提高。4. 有效支撑全国地质灾害监测网构建与重大工程建设。2021 年，17 省 22609 处监测点遵标建设运行，覆盖周边 300 余处地质灾害隐患，为重大工程建设提供支撑服务。

2021 年度地质科技十大进展

一、嫦娥五号月球样品研究获得最年轻火山活动年龄刷新月球演化认知

该成果由中国地质科学院地质研究所牵头，澳大利亚科廷大学、山东省地质科学研究所、澳大利亚国立大学等单位共同参加完成。其主要进展及创新：

1. 填补了月球演化历史中 30-20 亿年间岩浆活动记录的空白，证明了月球在 19.6 亿年前仍存在岩浆活动。嫦娥五号返回月球样品年代学研究获取的迄今为止最年轻岩浆活动年龄，为完善月球岩浆演化历史提供了关键科学证据。2. 确认了嫦娥五号玄武岩起源自月球深部。通过系统的岩石、地球化学分析，发现了相比此前所有月球样品具有极高的铁镁比的新类型玄武岩，通过铀/钍/铅元素的精确计算，表明导致嫦娥玄武岩岩浆发生熔融的热源应该在月球深部，而非浅层放射性热源，刷新了月球岩浆活动机制的认知。3. 修正了国际通用的太阳系岩石质天体表面研究的“遥感陨石坑统计定年曲线”。为仅在 30 亿年前和 10 亿年后有数据约束的定年曲线提供了 20 亿年位置上的重要锚点，大幅提高遥感陨石定年方法的可信度，将为月球、火星、小行星表面年代的研究奠定研究基础。

二、我国首套大深度固定翼时间域航空电磁勘查系统成功研发并应用

该成果由中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所牵头，哈尔滨飞机工业集团有限责任公司、吉林大学共同参加完成。其主要进展及创新：

1. 突破千安级航空电磁多波脉冲发射，超低噪声三分量接收传感器，海量数据全波形同步采集，复杂构型专用飞行平台改装与试飞等关键创新技术，成功研制大磁矩实用化固定翼时间域航空电磁系统，探测深度、噪声水平等关键性能指标超过国外同类型系统，核心部件全部实现自主设计和国产化。2. 攻克了多源噪声压制、背景场去除、姿态校正等技术难题 20 余个，突破大数据存储、处理、显示的瓶颈，创新研发了时间域航空电磁数据处理平台，开发了实用化航空电磁三维反演技术。数据处理和三维正反演技术达到国际先进水平。3. 项目成果成功应用于松嫩平原水文地质、基础地质调查工作。新圈定了富水有利区域，解译了 800 米以浅白垩纪地层电性结构及活动断裂空间展布，填补了该区域深部水文地质资料的空白。

三、深海探测技术获重大突破

该成果由广州海洋地质调查局、中国自然资源航空物探遥感中心牵头，青岛海洋地质研究所、中国地质大学（北京）、中国海洋大学等单位共同参加完成。该成果实现了深海探测技术装备研发和应用创新，授权发明专利 140 余项，发表 SCI/EI 论文 310 余篇，获批国家、行业和省部级人才 20 余人次。其主要进展及创新：

1. 研发了深海高精度探测关键技术。近海底地震、重磁等探测技术取得“零”的突破，自主创新形成了深水双船拖曳式海洋电磁探测技术，填补了国内外空白，高分辨率三维地震探测技术突破国外技术封锁。2. 突破了“深潜、深钻和深海长期观测”关键技术。自主研发的海底大孔深保压钻机，刷新了海底钻机钻探深度的世界纪录。3. 构建了自主研发的“三位一体”深海立体探测体系和深海公共试验平台体系。4. 成功研发我国首套具有自主知识产权的船载重力梯度测量系统(ZT-1D)，先后攻克了高分辨率石英挠性加速度计研制、高精度惯性稳定平台控制、微弱重力梯度信号精密提取等一系列核心技术。

四、地球物质铅同位素组成新认识推动铅原子量修订并获国际专业机构采纳

该成果由中国地质科学院地质研究所牵头，美国地质调查局雷斯顿稳定同位素实验室参加完成。其主要进展及创新：

1. 系统检索上世纪五十年代以来海量文献，严格评估有关地球样品铅同位素组成的数据质量，筛选出了 8000 余件符合精度要求的样品。2. 在样品分类基础上，对每类样品铅同位素数据进行了统计分析，厘定了每类样品的铅同位素组成的变化范围。3. 计算了每件样品的铅元素原子量，厘定了每类样品的铅原子量的变化范围；通过计算分析，确定了铅原子量的最小值是 206.1462 ± 0.0028 ，

铅原子量的最大值为 207.9351 ± 0.0005 。4. 首次明确提出铅原子量不是常数，厘定了普通地球样品铅原子量的变化区间。5. 依据该研究成果，国际同位素丰度与原子量委员会发布公告，宣布铅原子量修改为区间值[206.14, 207.94]。

五、深部矿产资源智能预测理论方法创新与找矿重大突破

该成果由中国地质科学院矿产资源研究所牵头，中国地质调查局发展研究中心、中南大学、中国地质大学（北京）、中国地质大学（武汉）等单位共同参加完成。其主要进展及创新：

1. 首次提出了找矿模型-三维建模-定量预测等“三元”大数据深部矿产资源预测理论方法体系，自主创新研制了一套具有完全自主知识产权的深部综合信息预测评价平台系统，为我国深部找矿预测提供了重要的理论和技术支撑。2. 创新提出“五个一定”三维地质找矿模型及深部成矿构造重建理论与方法，研发了深部地球物理、地球化学结构分析等深层次异常信息提取新技术，解决了矿集区深部成矿空间三维结构重建、成矿地质异常空间重构以及矿化空间定位等技术难题，实现了3000米以浅深部地物化多源深层次成矿信息融合及透明化、智能化，推动了我国在找矿模型、三维预测领域的技术进步。3. 成果应用于不同矿种与类型的国家重点整装勘查区，为国家深部“第二成矿空间”找矿突破提供了指导思路和技术支撑。

六、5000米智能地质钻探关键技术装备研发成功并应用

该成果由中国地质科学院勘探技术研究所牵头，中国地质装备集团有限公司、中国地质大学（北京）、中国地质大学（武汉）等单位共同参加完成。在小直径绳索取心钻进口径系列、钻柱方案、套管程序等方面初步形成了我国较为完整的、以绳索取心工艺为主体的5000米特深孔地质岩心钻探技术体系。其主要进展及创新：

1. 建立特深孔钻探工程设计准则。2. 确定5000米钻孔所用钻杆结构和套管程序。3. 多工艺交流变频电传动顶驱系统、井口自动化作业系统、智能排绳取心绞车、全场设备及全程作业集成控制系统、钻机智能控制系统实现多项创新。4. 国内首次研制出5000米地质岩心钻探用大“长径比”绳索取心钻杆。5. 创造了P规格绳索取心钻进应用深度、下入 $\Phi 146$ 毫米地质套管深度两项亚洲纪录。

七、岩心多参数数字化技术设备研发成功

该成果由中国地质调查局南京地质调查中心牵头，自然资源实物地质资料中心、中国地质调查局天津地质调查中心共同参加完成。在岩心图像光谱扫描仪、成像光谱仪、X荧光元素扫描仪、综合物性参数采集仪和便携式近红外矿物光谱仪、便携式岩心图像快速采集仪等系列仪器的自主研发方面进展显著，成功打破澳大利亚岩心光谱扫描仪垄断，大幅度降低岩心数字化成本。其主要进展及创新：

1. 首次实现快速岩心图像、矿物和元素全孔在线检测，为岩心数字化和地质研究提供了多参数数据支撑。2. 岩心预处理实现了全自动深度数据校正、图像拼接和数据格式转化，无需人为操作。3. 引入深度学习算法，光谱处理速度比传统方法提高10倍以上。4. 完成岩心光谱扫描仪、成像光谱仪、X荧光元素扫描仪、综合物性参数采集仪和便携式近红外矿物光谱仪产品化。

八、滇黔相邻区沉积型稀土综合利用技术攻关取得重要进展

该成果由中国地质科学院矿产综合利用研究所牵头，贵州省地质矿产勘查开发局共同参加完成。其主要进展及创新：

1. 综合利用技术的重要进展和突破，使滇黔相邻区二叠系宣威组底部“沉积型稀土”成为我国继离子吸附型稀土之后，新发现并定义的又一个新类型稀土矿床。2. 首次查明沉积型稀土主要以纳米矿物的形式被“囚禁”于黏土矿物层间，针对性研究形成了“焙烧-选择性浸出”“无焙烧液相复分解-选择性浸出”“无焙烧的硫酸浸出-分离提取”“低温硫酸化焙烧-硫酸浸出-分离提取”4项综合利用技术。3. 打通了沉积型稀土实验室小试、实验室连续扩大试验全流程关键技术，建立了“纳米晶型转变-稀土靶向分离”冶金一体化技术并圆满完成扩大试验，确定了沉积型稀土盈亏平衡品位为0.29%。4. 发现沉积化石等关键证据，建立了沉积成矿窗口期“切片式”瞬时岩相古地理格架，形

成了“ELIP（峨眉山大火成岩省）岩石系统控源、古地貌古环境控相、黏土矿物重结晶捕集纳米级稀土矿物成矿”的沉积成矿模式。

九、西北地区构造-古地理重建取得重大进展

该成果由中国地质调查局西安地质调查中心牵头，西北大学共同参加完成。其主要进展及创新：

1. 构建了埃迪卡拉纪疑难化石 *Shaanxilithes* 与最早矿化骨骼生物 *Cloudina* 之间的亲缘演化关系。依据东坡组中新发现的 *Shaanxilithes* 化石，将罗圈冰碛岩时代限定为埃迪卡拉纪，提出华北克拉通与全吉地块在埃迪卡拉纪-寒武纪具有相似的构造-沉积演化史新认识。2. 研究识别出北山地区石炭-二叠系 27 个微相和 14 个相组合，建立了该阶段沉积岩的源-汇模型。提出古亚洲洋西段于晚石炭世之前闭合新认识，并对生物地理演化产生了重大影响。3. 重建了西北地区南华纪-二叠纪的构造-古地理格局与演化史，探索了以陆（地）块为核+侧向/垂向不规则增生的造山带构造单元划分的新理念，提出古亚洲主洋盆残迹位于北天山-康古尔塔格-红石山一带的新观点和秦-祁-昆早古生代弧-盆系属于特提斯构造域的新认识。

十、深部热能原位开采与储层强化增产技术研发成功并应用

该成果由中国地质科学院水文地质环境地质研究所牵头完成。其主要进展及创新：

1. 创新深部热能开采方式，在雄安新区建成 4200 米超长重力热管采热试验系统，首次使用氨工质进行重力热管循环采热，实现了碳酸盐岩热储深部热能的“取热不取水”“无泵式”开采。2. 创新碳酸盐岩热储增产改造技术，实现深部低渗透性碳酸盐岩热储产能大幅提升。攻克了深部碳酸盐岩热储水力喷射诱导压裂工艺，配置了适用于深部碳酸盐岩热储的清洁压裂液。3. 提高了全国地热背景研究程度，新增实测大地热流数据 260 组，填补了我国西南、西北、东北等地区大片大地热流测点空白区。完成多处地热资源靶区优选；在井冈山地区成功探获一眼水量大、水质好的温热水地热井，为京津冀地区冬季清洁供暖以及革命老区旅游产业升级提供了支撑。

海岸带保护修复工程系列标准发布

近日，自然资源部发布海岸带保护修复工程系列标准，旨在为各地实施海岸带保护修复工程提供科学指导，推动基于自然的、更有韧性的海岸带生态与减灾协同增效的综合防护体系建设，并为实现碳达峰、碳中和目标，做好蓝碳生态系统增汇提供技术支撑。

此前，自然资源部会同有关部门全面实施了海岸带保护修复工程有关工作，推动海岸带生态与减灾协同增效、协同发展，开创了提升台风、风暴潮等海洋灾害防治能力的新理念、新途径。为指导和规范相关工程项目建设，自然资源部组织近百位专业技术人员和有关领域专家学者，围绕海岸带生态系统现状调查与评估、海岸带生态减灾修复，用时 1 年多编制了海岸带保护修复工程系列标准。

该系列标准突破现有海堤生态化、海岸带典型生态系统防潮御浪减灾功能评估等技术空白，规范了红树林、盐沼、珊瑚礁、海草床、牡蛎礁、砂质海岸等海岸带生态系统现状调查与评估，注重各类生态系统自身的减灾和恢复能力，强化修复效果跟踪监测与评估，初步形成了类型齐全、内容完整、技术相对完善的海岸带生态保护修复技术标准体系。以此为基础，2020 年自然资源部首次组织开展了全国滨海盐沼、海草床生态系统调查，摸清了这 2 类生态系统的分布格局、生态现状及面临的主要威胁，为科学优化修复布局、采取针对性修复措施及管控政策等提供了依据。

同时，为促进中国技术走出去、中国标准国际化，自然资源部组织将海岸带保护修复系列标准进行英文编译，发布了海岸带保护修复工程系列团体标准英文版。2021 年 12 月，世界自然保护联盟官网报道和推广了海岸带保护修复工程系列标准，并谋求其应用于海洋防灾减灾工作。

目前，自然资源部已与世界自然保护联盟等机构启动合作，将联合开展海岸带生态与减灾协同增效国际案例征集与评估、举办成果推广活动，分享中国经验，增强中国海洋生态保护修复的国际影响力，推进基于自然的解决方案的广泛应用，为国际社会解决生物多样性丧失、气候变化脆弱性和灾害影响及应对提供借鉴。

全国地下水储量评价首次完成

2021年，中国地质调查局基于近70年水文地质调查成果、国家地下水监测工程和全国地下水位统一测量工作，组织25家水资源调查专业单位和31个省级地质环境监测机构，首次完成全国地下水储量评价，查明全国地下水总储量约为52.1万亿立方米。该成果可为水资源确权登记、地表水—地下水优化调度、水资源战略储备等提供基础依据。

评价结果显示，我国北方地下淡水总储量约为35.5万亿立方米，占全国的95%，主要分布于鄂尔多斯盆地、东北平原、河西走廊、华北平原等地区，可为保障北方水安全提供战略储备。南方地下淡水总储量约为1.9万亿立方米，仅占全国的5%，主要分布于江汉洞庭平原、长江三角洲、成都平原等地区。此外，全国还有约14.7万亿立方米的地下咸水储量，主要分布在塔里木盆地、准噶尔盆地、柴达木盆地等地区。

调查评价发现，2021年与上一年度相比，浅层地下水储量净增357亿立方米、深层地下水储量净增6亿立方米；17个主要平原盆地中，地下水储量净增的有16个。松嫩平原、塔里木盆地、黄淮平原、辽河平原、准噶尔盆地等地区地下水储量净增明显，分别增加97.8亿立方米、62.5亿立方米、57.1亿立方米、51.3亿立方米和30.9亿立方米，江汉洞庭湖平原地下水储量减少18.8亿立方米。因2021年汛期的强降水过程和地下水超采综合治理，华北平原地下水储量净增17.1亿立方米，其中浅层地下水增加32.4亿立方米，但深层地下水减少15.3亿立方米。

目前全国地下水监测站网建设进一步完善，在国家地下水监测工程20469个站点基础上，2021年全国地下水测点数增至7.6万个，监测面积拓展到740万平方千米，监测范围涵盖了全国主要平原盆地以及长江源区、黄河源区、羌塘内流河湖区、塔克拉玛干沙漠等生态脆弱区和水源涵养区，保障了地下水储量计算的精度。

自然资源要素综合观测工程取得重要进展

近两年来，中国地质调查局自然资源综合调查指挥中心启动自然资源要素综合观测工程，在技术创新、数据收集、资源-环境综合研究等方面取得重要进展和认识，探索建立了全国自然资源要素综合观测体系，为自然资源管理、区域高质量发展等提供了数据和科技支撑。

一是探索建立全国自然资源要素综合观测体系。创新自然资源动态区划技术，将全国划为12个一级、100个二级和800个三级区域，并在此基础上构建了三级站网架构。建立了包括四大类、十四小类、三十四模块的自然资源-生态-环境系统统一观测指标体系，形成了空-天-地-网立体协同观测技术方法和观测-模拟-预测技术体系，在青藏高原、黄河流域、塔里木河流域等区域通过融合共建和空白添建方式，构建起覆盖全国11个典型自然资源区的30余个观测站。

二是高质量观测数据助力资源环境问题研究。构建了全国自然资源要素综合观测一体化平台，实现了自然资源要素数据在线采集、存储、传输，现已汇聚形成5TB观测数据。开展了一系列资源-环境综合研究，初步摸清了长江源沱沱河地区冰川冻土资源家底，研究了格拉丹东大陆型冰川演变变化及其在2018~2020年期间年均消融产生的水资源量，计算了黄河三角洲单季水稻、黑麦草、苜蓿等作物全生育期单位面积耗水量。

三是典型示范成果带动科技发展与多方资金投入。以观测站网建设和综合研究典型示范成果为依托，成功申报获批自然资源部自然资源要素耦合过程与效应重点实验室；召开“变化环境下的自然资源与观测预测”第706次香山科学会议，举办2期自然资源要素综合观测大型研讨会；在黄河流域、云贵高原等地获得地方政府批准长久观测用地5处800余亩，带动相关高校和企业投入资金500余万元；向自然资源部、西藏自然资源厅等提供咨询建议报告4份。

“十四五”期间，将继续扎实推进观测体系建设，力争到2025年形成覆盖全国的全天候、全时段、全要素空-天-地立体观测能力，形成不同区域、不同尺度下自然资源系统演化规律和生态环境退化机理等科学认知，助力自然资源“两统一”管理、生态文明建设及区域高质量发展。

中国地质调查局新发布五大权威地质信息服务产品

自然资源部中国地质调查局面向国家能源资源安全保障、生态文明建设、重大区域发展战略、重大工程建设、地质灾害防治等重大需求和广泛社会需求，按照科学权威、全面系统、方便利用原则，组织开发了五大地质信息公共服务产品，现公开提供社会使用。

此次公开的地质信息公共服务产品主要包括：

一是全国 1:5 万区域地质图 750 幅、中国 1:150 万地质图数据产品，实现 1:5 万大比例尺地质图社会化服务突破，提高了服务数据精度。并提供全国 1:20 万、1:50 万、1:100 万、1:150 万、1:250 万系列地质图数据标准化接口服务，为行业应用提供了权威在线地质底图，丰富了服务方式。

二是地质调查观测监测探测数据产品，包括全国陆域航空磁法测量、区域地球化学测量网格数据，全国 10171 个地下水监测井近 15 日水位、水温等动态监测数据，78 万景国产卫星遥感影像数据，5 万口重要地质钻孔数据，累计在线钻孔数量达 115 万口，80 万延米重要岩心数字化产品，为自然资源管理和生态保护提供基础信息支撑。

三是四川盆地、塔里木盆地、银额盆地、江汉盆地、羌塘盆地等地区重要含油气层系岩相古地理、储层厚度、关键大剖面、柱状图、构造建造等地质图件 347 件，以及全国矿产志矿产地信息，为能源资源找矿提供基础信息服务。

四是漓江流域全域岩溶、地质遗迹、地下水、生态地质等数据产品，基于 33.2 万余处全国地质灾害隐患点、2.3 万余处地质灾害隐患点监测预警实验点数据形成的全国地质灾害潜在风险信息互联网接口服务，基于土地质量地球化学调查的全国土壤氮、磷、硒、有机碳等养分评价数据，首批天然富硒土地分布数据，为土地资源高效利用和乡村振兴提供基础数据支撑。

五是 326 件地球科普产品，累计 1776 件权威地球科普产品公开服务，为社会公众了解地球结构、物质组成和演变历史等提供了权威信息服务。

该批数据产品均可通过登陆国家地球科学大数据共享服务平台—地质云门户网站访问使用。

新一轮矿产节约和综合利用先进适用技术目录更新启动

从 1 月 18 日召开的矿产资源节约和综合利用先进适用技术目录更新工作部署会上获悉，自然资源部启动新一轮先进适用技术目录更新工作。

为深入贯彻落实党中央、国务院关于加快推进生态文明建设的战略决策部署，切实发挥技术政策的引导作用，自然资源部建立了先进适用技术目录推广制度，持续开展矿产资源节约和综合利用先进技术推广，得到行业普遍认可，形成了“政府发布—平台推广—企业应用”的模式，在带动提高企业技术创新与研发水平、提高资源利用效率、降低生产成本等方面取得积极成效。

根据当前技术工艺装备加速迭代的特点，新一轮先进适用技术目录更新工作聚焦矿产资源勘查、采选环节，拟将符合国家产业发展方向和高效、绿色、低碳、智能勘查开发要求，能够提高矿产资源节约和综合利用效率、推进节能减排、提高矿山管理效率、促进资源合理利用、有效推动矿业高质量发展的新技术新工艺新装备，纳入新一轮先进适用技术目录范围。

会议强调，推广先进适用技术应用是增强矿业自主创新能力、实现绿色低碳发展和节约保护矿产资源的关键环节和重要抓手，是推动矿业产业发展贯通融合的有效举措，是推动实现碳达峰、碳中和目标的重要任务，也是促进矿业数字化绿色化转型升级的必然要求。

会议要求，各省、自治区、直辖市自然资源主管部门，有关中央企业、行业协会等相关单位，要加强组织领导，严把组织、申报、遴选等环节质量关，确保信息真实可靠，推荐一批先进、成熟、行业内共认的先进技术，形成高质量的先进技术目录，引导技术创新和发展方向，为促进我国矿业绿色低碳转型、提高矿产资源利用效率、保障资源安全发挥好基础性作用。

深海富稀土沉积物地球化学标准物质研制成功

近日，自然资源部第一海洋研究所研究员石学法带领深海稀土研发团队研制的深海富稀土沉积物地球化学标样，通过了多轮专家评审，被定级为国家一级标准物质，成为国际上首次成功研制的深海富稀土沉积物标准物质，填补了该领域空白。

鉴定专家组认为，该标准物质具有定值元素种类多、稀土元素含量较高且梯度明显等特点，定值项目、定值方法、稳定性等主要技术特性达到标准物质研制的国际先进水平。

稀土元素属于关键金属，在现代高科技等领域具有广泛用途。富稀土沉积（以下简称深海稀土）是近 10 年来发现的一种富集中一重稀土的新型海洋矿产资源，其资源量远超陆地稀土，具有重要的潜在应用价值。目前，深海稀土调查研究缺少合适的地球化学标准物质，现有的海洋沉积物标准物质中稀土元素含量，远低于富稀土深海沉积物中的稀土元素含量，难以满足深海富稀土沉积研究要求。

该深海富稀土沉积物标准物质系列的研制，丰富了我国海洋沉积物标准物质构成，填补了国内外深海富稀土地球化学类标准物质的空白，可为深海富稀土沉积物调查、深海稀土矿产评价和开发、海洋环境评价中样品测试和相关实验室质量管理提供有力支撑。

（以上来源：自然资源部网）

行业动态

磷石膏库渗滤液处理技术进展

一、磷石膏库渗滤液特点

磷石膏是湿法磷酸生产过程的副产物，目前尚没有循环利用的较好技术路径，业内主要采用就地堆存的方式处置。由于绝大部分企业生产过程中未做到各工艺节点废水分开处理，因此在磷复肥企业中氨氮这一污染因子也进入了磷石膏库，并随渗滤液渗出。表 1 为长江上游某典型磷石膏库渗滤液的成分分析数据。

表 1 某磷石膏库渗滤液成分分析数据 mg/L

$\rho(\text{P}_{\text{总}})$	$\rho(\text{N-NH}_3)$	$\rho(\text{F})$	COD 值	$\rho(\text{Fe})$	$\rho(\text{Al})$	$\rho(\text{Ca})$	$\rho(\text{Mg})$
3 383	420	450	75.2	39	196	2 200	1 350

注：pH 为 2.64。

该磷石膏库渗滤液属于高磷、高氟和中氮的酸性废水，基本代表了我国湿法磷酸企业的磷石膏库渗滤液情况。在生产过程中各企业均可以做到磷石膏库渗滤液回用，但是随着磷石膏库的闭场整治以及运行环保监管日益严格等，必须考虑磷石膏库渗滤液的处理及达标排放问题。

二、磷石膏库渗滤液污染因子的处理方法

根据磷石膏库渗滤液的特征因子，行业通常将其处理过程分为除磷、除氟和除氨氮 3 个步骤。

1. 磷石膏库渗滤液中磷的去除

污水中磷酸根的去除主要有生物法和化学法。生物法一般用于城市生活污水的除磷处理，适用于低浓度含磷废水。一般磷酸根浓度小于 5 mg/L 且废水具有可生化性时采用生物法，磷酸根浓度高的废水除磷基本采用化学法。磷石膏渗滤液中总磷以磷酸根的形式存在，含量很高，除磷工艺一般选择化学法。

化学除磷法是利用钙、镁离子与磷酸根形成不溶物，通过沉淀将废水中磷酸根除去。其处理效果受生成物质溶解度和沉淀效果影响。仅仅依靠钙镁化学除磷很难达到排放标准的要求，实际工程项目中，还需要加入其他化学药剂进行除磷反应，才能保证总磷达到出水水质指标。

磷石膏渗滤液中含有一定浓度的氨氮，通常采用磷酸铵镁沉淀法进行处理。由于废水中磷含量非常高，仅从除磷的角度考虑，采用磷酸铵镁沉淀法会造成后续处理困难，而且成本高。

2. 磷石膏库渗滤液中氟的去除

氟化物的去除工艺与磷酸根相差不大，对于高浓度含氟废水均采取化学沉淀工艺，通常采用投加钙离子将氟沉淀除去。对于出水水质要求严格的废水处理还需要增加吸附工艺方可满足排放标准。

根据磷石膏库渗滤液特点，结合国内相关磷石膏库渗滤液处理的实际运行经验，在废水中投加石灰，即利用 Ca 与 F 反应生成 CaF_2 沉淀，可达到除氟的目的。Ca 与 F 反应生成 CaF_2 沉淀除氟的极限取决于 CaF_2 的溶解度，理论上 18 °C 时 CaF_2 的溶解度为 15.6 mg/L，折合成氟为 6.93 mg/L。即常用的中和沉淀法处理含氟废水出水中氟的极限值为 6.93 mg/L。但污水中氟浓度高，还含有颗粒极细的硅胶附着在氟、磷的难溶性盐类物质上不容易下沉，固液分离效果较差，且当水中含有氯化钠、硫酸钠等盐类时，由于盐效应还会增加氟化钙的溶解度。因此，投加石灰除磷，当 pH 调整到 9.5 以上时，可同时将废水中的氟化物沉淀下来，达到除磷同时去除氟化物的协同效应。

3. 磷石膏库渗滤液中氨氮的去除

废水除氨通常选择物理法、化学法及生物处理法等。物理法有反渗透、蒸馏（即蒸汽汽提）、氨吹脱、土壤灌溉；化学法有离子交换、折点加氯、含氨副产品生产、焚烧、催化裂解、电渗析、电化学处理等；生物法有藻类养殖、生物消化等。虽然许多方法从理论上都能有效地去除氨氮，但仅有几种方法能在工程上真正用于含氨氮废水的处理。

磷酸铵镁沉淀法应用于氨氮废水处理始于 20 世纪 70 年代，该法是向氨氮废水中添加 Mg^{2+} 和 PO_4^{3-} ，使之与 NH_4^+ 反应生成难溶复盐磷酸铵镁 ($\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 结晶，再通过重力沉降从废水中分离。

磷酸铵镁的 pK_{sp} 为 12.6 (25 °C)，理论上生成磷酸铵镁的反应比较完全，且反应速度快，该反应可行。在实际操作中，反应最终按哪种形式进行，受 pH 值影响很大。从溶度积常数看，溶液的 pH 值较低时，磷酸根以酸式盐的形式存在，此时得到的产品主要是 $\text{Mg}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ；若溶液的 pH 值适中，则会产生 $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ；但 pH 值过高时，则会产生更难溶于水的 $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ 和 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀。通过这种方法，控制化学沉淀反应 pH 值适宜范围为 8~9，可以将 NH_4^+ 质量浓度降低到 30 mg/L 以下。pH>9 时，不利于 $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 沉淀生成，而主要生成更难溶于水的 $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ 沉淀，不利于废水中氨的沉淀。随着对化学沉淀法的不断研究，发现化学沉淀药剂最好使用 H_3PO_4 和 MgO ，适宜的药剂投加比 $m(\text{H}_3\text{PO}_4) : m(\text{Mg}(\text{OH})_2)$ 为 1.5:3.5， $n(\text{Mg}) : n(\text{N})$ 为 1:1，废水中氨氮质量浓度最好小于 900 mg/L。此方法还可以避免往废水中带入其他有害离子，而且 MgO 还起到了一定程度的中和 H^+ 的作用，节约了碱用量。化学沉淀生成的产物磷酸铵镁为圆柱形晶体，无吸湿性，在空气中很快干燥，沉淀过程中很少吸收有毒物质，不吸收重金属和有机物。另外，磷酸铵镁溶解度随着 pH 的升高和温度的降低而降低。因此，结合磷石膏库渗滤液的特点，氨氮的去除很适合该方法。长江上游某磷石膏库渗滤液处理站采用此方法，能稳定将氨氮浓度控制在 30 mg/L 以下。研究发现单独采用磷酸铵镁沉淀法不能使废水中氨氮质量浓度达到排放要求，后续需结合其他工艺。

4. 磷石膏库渗滤液中 COD 的去除

磷石膏库渗滤液 COD 在 100 mg/L 以下，属于不可生化的工业废水，无法采用生物处理法对有机物进行处理。相应的有机物去除方法包括沉淀、过滤、膜分离、活性炭吸附和化学氧化法等。沉淀、过滤能够去除水中不溶性有机物，对水中有机物的去除率可以达到 50% 以上。活性炭具有强烈的物理吸附和化学吸附作用，可将某些有机化合物吸附而达到去除效果，利用这个原理，能够有效地去除水中的有机物，使水质达到排放要求。

5. 磷石膏库渗滤液污泥的处理

磷石膏库渗滤液的处理方法主要采用化学沉淀法，会产生大量污泥。在副产污泥中添加特有的固化/稳定化药剂对污泥进行改性，使污泥的物理性质、化学性质趋于稳定。固化剂主要作用是提高

污泥强度，增强透水性。污泥加药改性后，以污泥浆的形式灌入袋脱水，脱水固化后污泥呈现管袋包裹的胶囊态，该状态下污泥不会重新流态化，可从根本上解决污泥的填埋堆存问题。渗滤的废水再用泵送回渗滤液收集池。

另一方面，除磷、除氟过程中产生的磷酸钙和磷酸氨镁污泥，可以作为一种缓释肥产品提供农用或者作为其他工业产品出售。

三、磷石膏库渗滤液处理工艺研究现状

目前，绝大部分磷石膏库渗滤液排放要求参照《磷肥工业水污染物排放标准》执行，通过简单石灰中和即可满足要求。但是随着环境指标要求的提升，逐渐有地方已经按《污水综合排放标准》来执行，因此需要研究改进处理工艺，才能满足排放要求。各生产企业及环境保护类企业均开展了大量的研究工作，特别是在多种污染因子协同处理方面做了很多探索性研究和实践。

1. 化学沉淀+中和+氨吹脱工艺

安徽司尔特肥业股份有限公司和中化重庆涪陵化工有限公司等用磷酸铵镁沉淀法向渗滤液中添加一部分的氧化镁和氢氧化钠控制 pH 在 7.5~8.5，可以去除绝大部分磷、氟和氨氮，使氨氮浓度降至 30 mg/L 以下，磷浓度维持 500 mg/L 左右，氟浓度维持 100 mg/L 左右；之后清液用氧化钙和氯化铁进一步去除磷和氟，控制 pH 在 11 左右，使氟和磷达到排放要求；清液再提高 pH 值，用吹脱法去除剩余氨氮。最后经 pH 调节池、生物池、吸附池等使得渗滤液中 COD 和固形物满足排放要求即可。

2. 化学沉淀+氨吹脱膜工艺

中化国际（控股）股份有限公司采用氧化钙二级沉淀法使磷和氟达到排放要求，之后清液采用一种中空纤维气敏膜加压使氨以游离形态进入纤维膜丝内的硫酸吸收液中，氨氮质量浓度可以降至 1 mg/L，所得硫酸铵吸收液可用 MVR（蒸汽机械再压缩技术）浓缩得到硫酸铵产品。

3. 化学沉淀工艺+膜分离

贵州开磷集团股份有限公司、瓮福（集团）有限责任公司和中车环保科技有限公司联合开发，采用石灰中和法去除绝大部分磷和氟，然后再用反渗透特种膜技术对清液进行分离，得到的清液可以达标排放。中和过程可以分两步进行，一级中和控制 pH 在 3 左右去除绝大部分氟，二级中和控制 pH 在 6 左右可以得到 w (P₂O₅) 约 30% 的污泥，作为磷矿原料直接返回萃取槽使用。

4. 膜分离+化学沉淀工艺

中化重庆涪陵化工有限公司与广州鑫丰科创科技有限公司联合开发，采用微滤+反渗透过滤技术对磷石膏库渗滤液进行分析，得到的清液磷和氨氮能达到排放要求，进一步加石灰中和去除残余的氟，pH 回调即可达标排放。而膜过滤得到 w (P₂O₅) 约 5% 的浓液可返回磷酸生产系统回收磷资源。

四、存在的问题

目前，磷石膏库渗滤液实现工业化的处理方法有化学沉淀+吹脱法、化学沉淀+膜分离法，这些工艺存在着几个共同的问题。

1. 产生大量污泥：酸性废水需要用石灰或片碱中和使 pH 达 12 以上，产生大量的污泥渣（年处理量 100 万 m³ 的污水站可产生干基渣 4 万 t 左右），渣的处理又成了一个新问题。

2. 处理成本高：吨水处理成本 30~40 元，年处理量 100 万 m³ 的污水站年需投入资金 3 000~5 000 万元，这样高昂的费用已经成为湿法磷酸企业的沉重负担。

金正大磷石膏综合利用技术取得重大突破

作为磷复肥的副产物，巨量堆放的磷石膏已成企业之患。面对这一世界性难题，2021 年初，金正大集团在磷石膏综合利用技术上取得重大突破。

磷复肥行业探索磷石膏综合利用由来已久，但进展缓慢。金正大独创的 α-石膏法磷酸工艺，打通了下游产业化应用的最大瓶颈，在破解磷石膏“围城”困境上迈出了关键一步。

要想把磷石膏用好，首先要把品质做好，只有高品质的磷石膏，才能为产业化、规模化应用打开通道。遵循这一思路，金正大进行了大胆改造，成功探索出独创的 α -石膏法磷酸工艺。这一工艺最大的亮点在于：一是不改变现有主流工艺，不增加任何生产成本；二是实现磷石膏性能质的飞跃，而且改变了磷石膏晶体结构，为制造高强度石膏建材铺平道路。

金正大独创的磷石膏资源化利用技术，由此将磷石膏资源化利用拓展到了四大方向：一是副产磷石膏在线应用，免烘干，直接生产石膏精密砌块、无纸面石膏板等；二是生产 α -高强石膏粉，扩大了销售半径，解决了磷石膏产地集中在西南、销地集中在东部沿海的问题；三是生产无水二型填料；四是开展技术输出，目前已经在其他公司成功落地。

目前，金正大已建成年产 30 万 t/a α -石膏法磷酸装置，并获得 7 项国家发明专利，得到美国、俄罗斯、比利时等 6 项国际专利授权。

二水半水法湿法磷酸工艺亮点

二水法、半水法、半水二水法、二水半水法是湿法磷酸的四种生产工艺，我国湿法磷酸生产工艺大多为二水法。初步统计，全国年产生磷石膏约 7000 万 t，除去综合利用消耗的磷石膏，每年仍以 5000 万 t 速度堆存，在当今“以销定产”的环保政策下，大大制约了湿法磷酸的生产与发展。

金正大公司所独创的二水半水法湿法磷酸生产工艺可使磷石膏产生量大幅减少，是对磷石膏资源综合利用的重大贡献。这一工艺最大的亮点在于：

第一，可以减少磷石膏产生量。二水半水法磷石膏含水 20%~25%，二水法磷石膏含水 40%~45%，两相比较，前者减少含水量 20%。理论上二水半水法磷石膏比二水法磷石膏结晶水少了 18.6%，实际应为 16% 左右。两项合计，二水半水法减少磷石膏产生量 36%。如果湿法磷酸工艺均采用二水半水法，全国年产生磷石膏将由 7000 万 t 减少至 4500 万 t，这是一个惊人的数字。

第二，提高了磷石膏品质。二水法湿法磷酸产生的二水磷石膏为 β 晶形，二水半水法湿法磷酸产生的半水石膏其晶形为 α 形，由于其品质大大提高，应用面也大大扩展。金正大将磷石膏烘干后直接用于自流坪、粉刷石膏等，由于强度高，市场反映良好。

第三，节能效果显著。二水法湿法磷酸产生的磷石膏应用于建材（含粉刷、自流坪）需要煅烧去除一个半结晶水加自由水，需脱水 56%~61%，而二水半水法湿法磷酸产生的石膏只需脱水 36%，两相比较，减少脱水量 20%~35%，节能可观。

第四，降低生产成本。二水半水法磷石膏生产成本远低于二水法石膏，利润空间巨大。二水法磷酸工艺改为二水半水法，一次性设备投资约 4000~5000 万元，所产磷石膏可以直接使用。二水法制建筑石膏粉，需除去石膏制品中的水分，而建石膏粉烘干线等附属设施约 1500 万元。投资比二水半水法少 2500~3500 万元。以年产 30 万 t 建筑石膏计，生产过程中烘干需耗煤 1.31 万 t/a，每年比二水半水法多支出约 1000 万元。以 10 年计，二水半水法石膏粉比二水法节省 6000~7500 万元。如果全国湿法磷酸全改为二水半水法，不但可以使磷酸品位提高 4%~5%，还能大大减少磷石膏产生量，经济效益极为可观。

磷石膏防水取得重大进展

中国磷石膏在建材领域利用率较低，主要是以下三方面约束：一、成分复杂，由于生产工艺、原料不同造成磷石膏的成分不同、杂质不同，加工处理成本高、难度大；二、杂质难以去除，磷石膏杂质常常含有对人体有害的放射性物质，与脱硫石膏相比预处理过程更加复杂；三、运输成本高，磷石膏主要分布在偏远地区，远离市场，运输半径长。

面对客户提出的防水需求，瑞江集团的技术部门对磷石膏防水展开了一场全方位的“战争”。通过不懈努力，他们研发出了两种磷石膏防水剂，使原本吸水率高达 25% 的磷石膏降到了 0.98%，

远低于行业标准（合格品的含水量 $\leq 10\%$ ）。这两种磷石膏防水剂，皆为固液双组份形式，磷石膏内掺后实现了极强的防水性能，磷石膏制品不再会被浸润，实现了优异的拒水效果，提高了磷石膏制品性能并延长了磷石膏产品的有效使用寿命。能够满足绝大部分磷石膏制品的耐水、防水需求，在磷石膏板、石膏砂浆、抹灰石膏中都起到相当优异的效果。

中化地研院获一项实用新型专利

近日，由中化地研院自主研发的《卤水矿床抽水试验流程测量装置》技术成果通过国家知识产权局审查，获得实用新型专利授权。

该专利主要是针对以卤水为试验介质的抽水试验堰箱的技术创新。堰箱法测量卤水介质流量时存在气泡外溢、液面不稳等，技术人员对此进行了改良，有效减小了因卤水介质特性造成的测量误差，同时提高了装置的便捷性。该专利的发明对提高盐湖地区储卤层水文地质参数的精度具有重要意义。

中化山东院老挝治水项目荣获优质施工奖

近日，中农国际钾盐开发有限公司为中化山东院老挝治水项目组颁发了优质施工奖及感谢信，充分肯定了该院提供的技术服务。

老挝甘蒙省东泰矿区地下水治理项目是该院与中农钾肥有限公司签订的长期服务协议项目，主要根据井下实际情况，提供切实可行的防治水方案，并进行防治水施工。其中，2021年老挝治水项目组完成了斜坡道+12m~-28m底板注浆加固施工、皮带斜井平距0~65m注浆施工、风井底部溶蚀治理施工和斜坡道4#调车硐室-6#调车硐室底板溶蚀治理施工、南翼进风井地面预注浆、西南翼回风井地面预注浆、东北翼回风井地面预注浆等多项工作。通过治理施工，消除了井下溶蚀空洞造成的隐患，为巷道的行车和行人安全提供保障，尤其风井底部溶蚀施工治理，获得甲方的一致好评，完全消除了风井底部再次溶蚀的危险，也为未来的风井建设创造了良好的排水条件。

中化河南集团（局）勘测公司“开门红”

为深入贯彻落实党中央关于“乡村振兴”战略的总要求，近日，中化河南集团（局）勘测公司全体职工齐心协力，扎实做好“多规合一”的实用性村庄规划编制工作，成功中标“漯河市郾城区龙城镇人民政府龙城镇国土空间规划及‘多规合一’实用性村庄规划”项目，中标金额274.2万元，实现2022年“开门红”。

中化浙江院连中“双元”

新年伊始，中化浙江院连中“双元”，相继中标“2022~2024年度建德市矿山储量动态监测”和“2022~2024年度建德市无证采矿（非矿山）测量和储量估算”两个项目，实现2022年开门红。

中化云南院喜迎“开门红”

新年伊始，中化云南院中标“西藏巨龙铜业有限公司驱龙铜矿矿山道路K20段道路边坡治理工程”项目，喜迎“开门红”。

该项目位于拉萨市墨竹工卡县甲玛乡境内，距县城南部21km。因矿区早期公路修建对山体进行开挖，形成人工边坡，K20段坡体目前存在大面积裸露区域，且坡体碎石散落，坡体节理裂隙发育，形成危岩体，对坡体下方车辆行人生命财产安全造成严重威胁。本次主要对矿区K20段道路边坡进行地灾治理工作。

中化湖南院新签深部铋矿详查项目

近日，中化湖南院与湖南省新宁县龙口矿业开发责任公司签订“湖南省新宁县龙口矿区龙口铋矿边深部铋矿详查（探矿权）”合同，合同额 1344 万元。

近年来，湖南院先后承担了“湖南省新宁县龙口矿区龙口铋矿边深部铋矿普查（探矿权）”和“新宁县龙口矿业开发有限责任公司龙口铋矿深部铋矿普查（采矿权）”两个项目，并取得了优异的找矿成果。施工的 25 个钻孔均见铋矿体，且单样铋最高品位 65%。

本次详查合同的签订，标志着湖南院在战略性矿产资源铋矿找矿上实现了重大突破。

市场信息

国内磷矿石市场持稳运行

据生意社实时监测，农历新年后，国内磷矿石市场行情整体持稳运行，国内 30% 品位磷矿石市场均价参考 700 元/t，价格与前一工作日相比，基本持平。2 月 14 日，国内磷矿石市场行情稳中整理运行，下游需求陆续展开，场内行情变动有限。国内贵州地区 30% 品位磷矿石货厂报价参考 660~680 元/t 附近，28% 品位磷矿石货厂价格参考 580~630 元/t 附近，广西地区 30% 品位磷矿石货厂报价参考 630~680 元/t 附近，28% 品位磷矿石货厂价格参考 570~630 元/t 附近。

国内硫磺行情偏强整理

生意社 02 月 15 日讯，生意社价格监测显示，本周华东地区硫磺（颗粒硫磺）价格走势稳中上行，2 月 11 日硫磺报价在 2170 元/t，与周初价格 2150 元/t 相比，周内涨幅 0.93%，环比上月涨幅 3.50%。

国内硫磺行情延续上行，下游硫酸行情持续向好及磷肥进展平稳，硫磺企业出货顺畅，业者心态积极，周内各地区炼厂根据其出货及库存情况上调报价，固硫价格华北地区涨幅较大外，华东、山东地区同步上调 20 元/t；液硫价格波动明显，山东、华东地区涨幅 130~150 元/t，华北地区涨幅较大，上调 300~330 元/t。

下游磷肥市场整理运行，本周一铵行情走势平稳，场内气氛观望为主，企业待发量充足，后市厂家有抬价意向；二铵周内行情小幅上涨，储肥行情向好，市场需求增加，东北地区买气良好，但由于前期订单较多，部分企业暂停接单。从供需表现来看，磷铵行情稳中向好。

生意社硫磺分析师认为，国内港口到货流量少，场内持货商挺价意向浓厚，加上下游行情利好支撑，国内硫磺炼厂库存无压力，企业出货顺畅，预计后市硫磺行情延续高位运行，关注市场跟进情况。

（以上来源：生意社）

中国化学矿业协会

地址：北京市朝阳区小营北路 29 号院 2 号楼 2 单元 901-902 室

邮编：100101

电话(传真):(010)82032852 网址: <http://www.ccmassociation.cn>

E-mail: dongzq816@sina.com

中化地质矿山总局地质研究院（信息数据中心）

地址：河北省涿州市范阳西路 122 号

邮编：072754

网址: <http://www.hgdyy.com.cn>

传真:(0312)3682242

E-mail: postmaster@hgdyy.com.cn

主编：刘力生 编辑：董志强 赵其仁 编辑部地址：河北省涿州市范阳西路 122 号