https://doi.org/10.3799/dqkx.2022.870



优化生态环境保障人民健康

李廷栋1,2,刘 勇1

- 1. 中国地质科学院地质研究所,北京100037
- 2. 河北地质大学,河北石家庄 050031

摘 要:中国疆域辽阔,地质结构构造复杂,中国特殊的地质、自然地理格局和生物界的演化造就了中国特殊的生态环境.地质工作通过非化石能源矿产勘查,发展绿色矿业,开展农业地质、医学地质、灾害地质和古环境古气候的调查研究,在提供清洁能源、提高农产品质量、地方病防治、地质灾害评估预报、应对全球变化挑战、优化生态环境、保障人民生命安全和身体健康等方面,是大有可为的.

关键词:应对全球变化挑战;优化生态环境;保障人民健康;环境地质学.

中图分类号: P66 文章编号: 1000-2383(2022)10-3477-14

收稿日期:2022-09-02

Optimize Ecological Environment and Ensure People's Health

Li Tingdong^{1,2}, Liu Yong¹

- 1. Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China
- 2. Hebei GEO University, Shijiazhuang 050031, China

Abstract: China has a vast territory and complex geological structure, China's special geological, natural geographical pattern and biological evolution have created China's special ecological environment. Through the exploration of non-fossil energy minerals, the development of green mining, the investigation and research of agricultural geology, medical geology, disaster geology and paleoenvironment and paleoclimate, geological work can play an active role in providing clean energy and improving the quality of agricultural products. it can play an active role in dealing with the challenges of global change, optimizing the ecological environment, and ensuring people's life safety and health.

Key words: meeting challenge of global change; optimizing ecological environment; ensuring people's health; environmental geology.

0 引言

今年, 欣逢母校——中国地质大学建校 70 周年, 可喜可贺. 往事钩沉, 记忆犹新, 1952年11月7日, 本文第一作者作为学校学生会副主席, 有幸参加了母校的成立大会, 并代表高年级学生在大会作

了发言.70年来,中国地质大学在新中国百废待兴、 急需地质人才的呼唤中诞生,在风雨飘荡、艰苦创业中成长.春华秋实,如今已经迈入全国百名名校、 国际著名高等学府的行列.值此母校70华诞之际, 特以此文恭贺母校70年来在教书育人、科研工作等 方面取得的辉煌成就,在助推地质事业和国家经济

基金项目:中国地质调查局项目(Nos.DD20221645, DD20221648);内蒙古自治区地质勘查基金项目(No. 2020-YS01). 作者简介:李廷栋(1930-),男,中国科学院院士,研究员,长期从事区域地质研究及地质编图. E-mail:litdong@163.com

引用格式: 李廷栋, 刘勇, 2022. 优化生态环境保障人民健康. 地球科学, 47(10): 3477-3490.

Citation: Li Tingdong, Liu Yong, 2022. Optimize Ecological Environment and Ensure People's Health. Earth Science, 47(10): 3477 - 3490.

社会发展做出的卓越贡献.

地质学是一门基础性、探索性很强的科学,上 天、人地、下海,研究探索地球和生命起源,研究地球各圈层乃至行星系统的演化过程及它们之间的相互作用,提高对地球的认知程度,明悉地球过去、现代和未来的行为,创新地质科学理论.地质学又是一门实践性很强、服务面很广的科学,它既要精细地开展地质矿产调查研究,为国家提供矿产资源和地质资料;又要从"大地质"的理念出发,协调人与自然的关系,拓宽服务领域,推动工程地质、农业地质、城市地质、军事地质、医学地质、旅游地质等的发展,使地质工作从地质矿产时代走向资源环境时代.

1 中国地质地貌格局与生态环境

地球表层是一个由岩石圈、水圈、土壤圈、生物圈、大气圈等组成的统一系统,它们之间的互动和互馈构成了地球的生态系统(侯增谦,2018).地质作用和地质地貌格局是制约生态环境的重要因素之一.自然环境又与生命进化密切相关,生态系统的演变是生命与环境协同演化的过程(周忠和,2019).

1.1 中国大陆与海疆

中国位于亚欧大陆东南部,地质结构复杂,地理格局特殊,陆地面积960万km²,海域面积约300万km²,陆地边界长度约22000km,海岸线长度18400km,海岛11000多个,其中有淡水岛屿665个,有居民海岛452个,岛屿海岸线长度14000km(赵济,2015;乔思伟,2018).

中国疆域辽阔,从北部黑龙江省漠河(北纬53°

31')到南海曾母暗沙(北纬3°52'),跨纬度50°,约 5 500 km:从西部帕米尔高原(东经73°40′)到东部黑 龙江省黑瞎子岛(东经134°46′), 跨经度61°,约 4700 km. 地势西高东低,南高北低,从西向东形成 四级阶梯状下降地势,构成中国地貌的一个突出特 点.西部青藏高原为第一级阶梯,分布一系列近东 西向和北西-南东向山脉,平均海拔4500m左右, 号称"世界屋脊".青藏高原以东到大兴安岭一太行 山一武陵山为第二级阶梯,分布着内蒙古高原、鄂 尔多斯高原、黄土高原、四川盆地和云贵高原, 海拔1000~2000 m. 大兴安岭-太行山-武陵山 以东为第三级阶梯,以平原、丘陵、低山为主,包括 东北平原、华北平原、长江中下游平原以及平原以 东一些海拔 500~1 500 m 山脉.海岸线以东的大陆 架为第四级阶梯,大陆架宽度400~600 km,水深 $100\sim200 \text{ m}(图 1)(赵济,2015).$

1.2 中国大陆的形成

中国位居古亚洲、特提斯和环太平洋3大全球性构造域交汇部位,是由3个克拉通、若干小陆块和几条大型造山系镶嵌组合而成的复合大陆,经过40亿年的海陆变迁,形成现代的地质构造格局:华北、扬子、塔里木3个克拉通和环绕3个克拉通的几个大的造山系、构造一岩浆岩带、断裂体系、高压一超高压变质带等.

中国大陆的形成归功于板块运动的力量.中国大陆经历了不同地质历史时期超大陆板块多次的裂解、漂移与汇聚,于中晚侏罗世由于印度板块、西伯利亚板块和古太平洋板块多向汇聚形成了中国大陆的雏形(董树文等,2019)(图2).这一多向汇聚的行为一直持续到近代,正是由于北冰洋、印度洋、

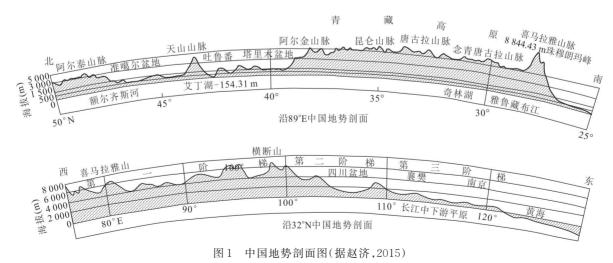


Fig.1 Topography section map of China (after Zhao, 2015)

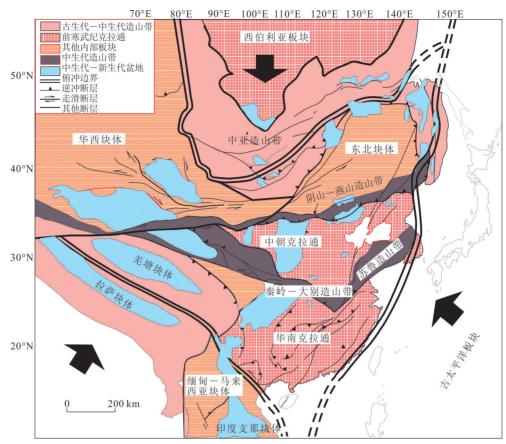


图 2 东亚中晚侏罗世板块多向汇聚作用与变形型式(据董树文等,2019)

Fig.2 Multiple convergences and deformation patterns of Middle-Late Jurassic plates in East Asia (after Dong et al., 2019)

太平洋洋中脊的不断扩张,推动西伯利亚板块、印度板块和太平洋板块持续向中东亚地区俯冲推挤,形成了中国现代的地质构造格架和地貌景观.特别值得指出的是,大约在5000万年前后(始新世初),由于印度板块与欧亚板块的碰撞和尔后印度板块不断向北的推挤,形成了世界最高的山脉——喜马拉雅山和世界最高的高原——青藏高原,并塑造了中国现代的自然地理格局和地貌景观.

1.3 中国生态环境

中国特殊的地质、自然地理格局和生物界的演化造就了中国特殊的生态环境.东西走向的天山一阴山一燕山山系、昆仑山一秦岭一大别山山系、南岭山系,南北走向的贺兰山一六盘山一龙门山山系,北北东向的大兴安岭一太行山一武陵山山系、完达山一长白山一武夷山山系、台湾中央山脉等,特别是青藏高原的隆起,对中国自然地理分区和生态环境形成和特点起着决定性的控制作用.大致以昆仑山一秦岭一大别山山系和贺兰山一六盘山一龙门山山系为界,可以把中国陆域分为4个大的自然地理区,各区都有各自的地貌景观和生态特点

(李四光,1953;傅爱民和刘卫东,1989;邓乃恭, 2012;赵济,2015;杜秀荣和唐建军,2017;陈发虎 等,2020).

(1) 西北干旱荒漠区位于昆仑山以北、贺兰山一六盘山以西.由于印度板块与欧亚板块碰撞的远程效应,形成本区阿尔泰山、天山、昆仑山、阿尔金山、祁连山和塔里木盆地、准噶尔盆地、柴达木盆地、吐哈盆地等"五山四盆"的西北高山一盆地区地理格局.由于地处亚欧大陆腹地,远离大洋水汽源地,又受青藏高原对西南暖湿气流水汽和冬季风的阻挡,形成大陆内部盆地典型的温带干旱荒漠区.高山多冰川积雪,盆地多沙漠戈壁.山地气候与植物垂直分带明显,生长着不同的森林、草原植被带,山麓分布有多个"绿洲".

(2)北方温带季风区位于贺兰山一六盘山以东、秦岭一大别山以北,包括大兴安岭—太行山、长白山一胶东山地两列北北东向的山系及夹持它们之间的内蒙古高原、黄土高原和东北平原与华北平原,为我国东部季风区温带、暖温带森林草原区.内蒙古高原与黄土高原为东部季风边缘区,干旱、半

干旱、半湿润气候,水土流失严重,为典型的原生荒漠和沙漠化地区.

(3)青藏高原高寒区位于昆仑山以南,龙门山一雅砻江以西.平均海拔为4500m,号称"世界屋脊"、"亚洲水塔".为全球同一纬度带最寒冷地区,故又被誉为"世界第三极".北部为高平原,南部、东部多高山深谷.区内湖泊星罗棋布,冰川冻土满山遍野,空气稀薄,日照时间长,高山区气候、植被垂直分带十分明显,植被以高原森林一草原和高原草甸草原为主.高原东南隅林芝地区为热带雨林区.

(4)南方亚热带季风区位于秦岭一大别山以南、龙门山一雅砻江以东,包括四川盆地、长江中下游平原、云贵高原和东南低山丘陵区以及台湾岛、海南岛等沿海岛屿.本区雨量充沛,河渠、湖泊密布,为我国植被覆盖率最高地区,大部分地区属亚热带长绿阔叶林区,大陆及台湾岛南缘和海南岛为热带雨林长绿阔叶林带.云贵高原为世界最大喀斯特连续带,气候温暖湿润,雨量充沛,但水土流失严重,形成石漠化地貌景观.

2 优化生态环境中地质工作的职责 和担当

改革开放新时代特别是党的十八大以来,地矿行业特别加强了环境地质、生态地质、农业地质、医学地质的调查研究,在生态环境保护、治理和保障人民生命安全和身体健康方面,开展了多方面的调查研究工作,取得了良好的社会效益和生态效益.

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》提出:"坚持绿水青山就是金山银山理念""坚持山水林田湖草系统治理""坚持生态优先、绿色发展·····推进经济高质量发展和生态环境高水平保护""提高矿产资源开发保护水平,发展绿色矿业,建设绿色矿山","推动煤炭等化石能源清洁高效利用"(http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm). 地质工作在这些方面是有很大作为的.本文仅就在保护和优化地质生态环境、保障人民安全和身体健康方面,谈一些地质工作的职责和担当的意见和思考.

2.1 加强非化石能源矿产勘查和开发利用,为国家 提供清洁能源

据报道,2019年全球 CO_2 排放量为401亿吨,86%来自化石能源(煤炭、石油、天然气等)的利用

(李胜涛等,2021).因此,从长远考虑,实现CO₂减排的关键是加强非化石能源的勘查开发利用.地矿行业主要应该加强3方面的工作.

第一,加强铀矿的勘查研究,为核电站的建设提供铀矿资源.我国铀矿找矿潜力很大,除南方以相山为代表的火山岩型铀矿外,近年来,在北方伊犁盆地、准噶尔盆地、鄂尔多斯盆地、松辽盆地等中新生代盆地发现并探明一系列大型、超大型地浸型砂岩型铀矿床,并总结了砂岩型铀矿的成矿规律和成矿机制.经过进一步的勘查研究,一定可以发现和探明更多铀矿床,为核工业发展和清洁能源利用做出贡献(赵凤民等,2016).

第二,加强地热资源的勘查和开发利用.地热能约为全球煤热能的1.7亿倍,是当前全球一次性能源年度消费总量的200万倍以上(李胜涛等,2021).可谓是取之不尽、用之不竭的清洁能源.我国已发现温泉2230个(私人交流),在滨太平洋地热带的天津、河北、北京、湖北等地区,都进行了地热资源的勘查开发,在西藏拉萨羊八井建立了地热发电站(王贵玲等,2019).继北京之后,全国各省(市、区)陆续开展了浅层地温能的勘查评价(卫万顺等,2010).据李胜涛等(2021)报道,我国336个地级以上城市浅层地热能可采量折合标准煤7亿吨;水热型地热年可采量相当于标准煤18.84亿吨,全国干热岩远景资源量折合标准煤856亿吨,是最具开发潜力的战略性接替能源,并已在青海共和盆地发现干热岩.

第三,推动煤炭等化石能源清洁高效利用.中 国煤炭资源十分丰富,在未来相当长时期内,煤炭 仍将是我国能源的主要来源,关键是进行科学技术 创新,一方面节约使用,另一方面大力推动煤炭等 化石能源清洁高效利用.

2.2 发展绿色矿山,保护和优化生态环境

我国是矿业大国,是世界上最大的矿产品生产国、消费国和贸易国.截至2016年,全国共有大小矿山10万余座,其中以小型矿山居多.由于长期粗放式开采,加以中小型矿山技术落后,导致环境破坏污染严重,生态系统退化.以牺牲环境换得经济高速度发展的路子已经难以为继,必须予以变革.

党的十八大以来,"两山"的绿色发展理念深入 人心,许多矿山企业把绿色发展和生态保护贯穿于 地质勘查和矿业开发的全过程,使传统的探矿、采 矿方式向绿色化、智能化、数字化转型,矿产绿色勘 查、绿色矿山建设、矿山生态修复取得明显成效(图3).目前,已有1254家矿山企业进入国家级绿色矿山企业目录,使许多矿山"残山废水变成青山绿水,穷乡僻壤变成金山银山",实现了经济效益、环境效益、社会效益的统一(张继勇,2021;李胜涛等,2021;赵腊平,2021),随着人们生态环境意识的增强和科学技术的进步,完全可以做到矿产资源勘查开发和生态环境保护优化取得双赢.

2.3 开展农业地质调查,提高农产品质量

土壤中含有各种有益和有害的化学元素,查明 土壤中化学元素种类及其含量对于评价土地质量、 提高农产品的品质十分重要.例如,硒是人和动物 必须的营养微量元素,硒缺乏或硒过剩都会给人类 健康带来危害.硒具有抵御疾病、延缓衰老、增强免 疫力等功能.低硒、缺硒会引起克山病、大骨节病、 心脏病、高血压及癌症等.因此,硒、锌被科学家誉 为"生命之火"和"抗癌之王",从而引起人们的普遍 重视,掀起了补硒的热潮.

近年来,地矿部门进行了农业地质和生态系统地球化学调查研究和填图,截至2018年,完成1:25万和1:5万比例尺土地质量调查面积分别达255万km²和27.8万km²,发现富硒土地超过

20万 km²,公布了第一批全国30个富硒地块,助推建设了300多处富硒特色农业产业园(龙天祥等,2021;私人交流)(表1).重庆武隆白马山、山东沂南等地,还圈出富硒、富锌、富锗的"三富"土壤;许多地区建立了富硒特色农产品种植示范基地,生产了富硒水稻、富硒大豆等农产品(李平,2021).为了贯彻"乡村振兴"战略,适应农业结构调整,地矿部门应继续开展土地调查,为优化种植业结构提供科学依据.

2.4 加强医学地质研究,保障人民身体健康

医学地质是研究地质环境、地质过程与人体(及动物)健康关系的学科,是地质学与医学交叉的边缘学科.岩石和矿石是各种化学元素的来源物.化学元素可以经过岩石、矿石风化进入土壤,也可以通过火山喷发、岩浆作用和断裂活动把地球深部元素带到地表.这些元素通过土壤进入农作物,再通过食物和饮水进入人体(表2).有益元素促进人体健康,有害元素则导致人体疾病:硒缺乏引起克山病、大骨节病、癌症等,碘缺乏引起甲状腺肿大,硅酸盐物质微尘引发矽肺病,煤灰微尘则导致肺尘病,汞、镉、砷、铅、铬"五毒元素"及铀等放射性元素是强致癌元素.过去30年中,由于人类行为和环境



图 3 南京栖霞区青龙山露天矿山修复前后对比(据陈雁和高恒燕,2021)

Fig.3 Comparison before and after the restoration of Qinglongshan open-pit deposit in Qixia district, Nanjing (after Chen and Gao, 2021)

表 1 中国天然富硒土地分布(据高梦瑶和张丽华,2021)

Table 1 Distribution of natural selenium-rich in China(after Gao and Zhang, 2021)

| 序号 | 地块名称 | 地块行政位置 | 申报 | 面积(666.67 n | n ²) | · ④ 申报单位 | | 推荐单位 |
|-------|---------------------------------------|--|-----------|-------------|------------------|----------|--------------------|------------------------------|
| 71, 2 | 地灰石你 | 地坎门以世直 | 1 | 2 3 | | 4) | 中拟半型 | 14. 任 半 12. |
| 1 | 河北省顺平县金线河现 代农业园区天然富硒 地块 | 河北省顺平县高于铺镇王各庄、西 阎庄、东阎庄村及蒲阳镇董家庄、东 下叔村 | 8 388 | 82 | | 0.35 | 顺平县人 民政府 | 河北省地质 学会 |
| 2 | 黑龙江省海伦市王大骡 子一沿江地一富兴村东 | 黑龙江省海伦市长发镇长华村 | 15 869 | | | 0.40 | 海伦市人 民政府 | 黑龙江省自 然资源厅 |
| - | 天然富硒地块 | 黑龙江省海伦市东林乡富兴村 | 3 288 | | | 0.40 | 海伦市人 民政府 | 黑龙江省自 然资源厅 |
| 3 | 江苏省宜兴市太华镇天 然富硒地块 | 江苏省宜兴市太华镇 | 66 837.34 | 15 535.52 | | 0.73 | 宜兴市人 民政府 | 江苏省地质 学会 |
| 4 | 浙江省海盐县澉铺镇茶 院村天然富硒地块 | 浙江省海盐县澉浦镇茶院村 | | 663.37 | | 0.40 | 海盐县人 民政府 | 浙江省地质 学会;江省自 然资源厅 |
| 5 | 浙江龙游县横山镇志棠 村一腰塘边村天然富硒 地块 | 浙江省龙游县横山镇志棠村、腰塘边村 | 307 | 770 | | 0.67 | 龙游县人 民政府 | 浙江省地质 学会;江省自 然资源厅 |
| 6 | 浙江省绍兴市越城区富 盛镇青马村-凤旺村- 义锋村天然富硒地块 | 浙江省绍兴市越城区富盛镇青马村、凤旺村、义峰村 | | 4 739.7 | | 0.477 | 绍兴市越 城区人民 政府 | 浙江省地质 学会;江省自 然资源厅 |
| 7 | 安徽省庐江县矾山镇天然富硒地块 | 安徽省庐江县矾山镇 | 28 890 | 3 930 | | 0.75 | 庐江县人 民政府 | 安徽省地质 学会; 安徽省自然 资源厅 |
| 8 | 福建省寿宁县大安乡亭 溪村天然富硒地块 | 福建省寿宁县大安乡亭溪村 | 391.8 | | | 0.435 | 寿宁县人 民政府 | 福建省地质 学会 |
| 9 | 江西省芦溪县银河镇一 宣凤镇天然富硒地块 | 江西省芦溪县宣凤镇茶垣村、栗湾村、吐下村、竹垣村;芦溪县银河镇 陇田村,乌石村和紫溪村 | 13 221.07 | 2 143.88 | | 0.61 | 芦溪县人 民政府 | 江西省自然 资源厅 |
| 10 | 江西省于都县梓山镇天 然富硒地块 | 江西省于都县梓山镇潭头村、下潭村、岗脑村、排脑村、中心村 | 2 499.96 | 1 677.26 | | 0.32 | 于都县人 民政府 | 江西省自然 资源厅 |
| 11 | 江西省丰城市董家镇天 然富硒地块 | 江西省丰城市董家镇孙家村、密塘村、金塘村、兰塘村、泉溪村、东坑村 | | 14 472.14 | | 0.53 | 丰城市人 民政府 | 江西省地质 学会 |
| 12 | 山东省淄博市淄川区寨 里镇莪庄村西天然富硒 地块 | 山东省淄博市淄川区寨里镇莪庄村 | 712 | | | 0.65 | 淄博市淄 川区人民 政府 | 山东省地质 学会 |
| 13 | 山东省淄博市淄川区罗 村镇河东村东天然富硒 地块 | 山东省淄博市淄川区罗村镇河东村 | 1 600 | | | 0.46 | 淄博市淄 川区人民 政府 | 山东省自然 资源厅 |
| 14 | 河南省水城市十八里镇 天然富硒地块 | 河南省水城市十八里镇彭楼村、七里店村、三座楼村、十八里村 | | 3 965 | | 0.37 | 水城市人 民政府 | 河南省地质 学会 |
| 15 | 湖北省恩施市新塘乡横栏村天然富硒地块 | 湖北省恩施市新塘乡横栏村 | 1 697 | | | 0.54 | 恩施州人 民政府 | 湖北省地质 学会; 湖北省自然 资源厅 |
| 16 | 湖南省临澧县新安镇古 城村天然富硒地块 | 湖南省临澧县新安镇古城村 | 3 000 | 1 485 | | 1.8 | 临澧县人 民政府 | 湖南省自然 资源厅 |

| | | | 申报证 | 面积(666.67 | 7 m ²) | | 申报单位 | |
|----|------------------------------------|-----------------------|----------|-----------|--------------------|-------|---------------------------|------------------------|
| 序号 | 地块名称 | 地块行政位置 | ① | 2 | 3 | 4 | | 推荐单位 |
| 17 | 湖南省新田县新圩镇天然富硒地块 | 湖南省新田县新圩镇 | 36 500 | | | 0.5 | 新田县人 民政府 | 湖南省自然 资源厅 |
| 18 | 广东省阳西县塘口镇下 垌村天然富硒地块 | 广东省阳江市阳西县塘口镇下垌村 | | | 1 530 | 0.77 | 阳西县人 民政府 | 广东省自然 资源厅 |
| 19 | 广西壮族自治区玉林市 福绵区樟木镇天然富硒 地块 | 广西壮族自治区玉林市福绵区樟 木镇 | 4 603.55 | 469.17 | 1 462.91 | 0.504 | 玉林市福 绵区人民 政府 | 广西地质学 会;广西自然 资源厅 |
| 20 | 海南省琼中黎族苗族自 然县湾岭镇天然富硒 地块 | 海南省琼中黎族苗族自治县湾岭镇 | 35 500 | 4 805 | 3 315 | 0.54 | 琼中黎族 苗族自治 县人民 政府 | 海南省自然 资源和 规划厅 |
| 21 | 重庆市荣昌区安富街道 垭口村一通安村天然富 硒地块 | 重庆市荣昌区安富街道垭口村、通 安村 | | 1 410 | | 0.58 | 重庆市荣 昌区人民 政府 | 重庆市规划 和自然 资源局 |
| 22 | 重庆市南川区国家现代 农业示范区(兴隆镇金花村)天然富硒地块 | 重庆市南川区兴降镇金花村 | 5 245.23 | | | 0.44 | 重庆市南 川区人民 政府 | 重庆市规划 和自然资 源局 |
| 23 | 四川省屏山县龙华镇中 埂村一翻身村一鱼孔村 天然富硒地块 | 四川省宜宾市屏山县龙华镇中 | 7 533 | | | 0.53 | 屏山县人 民政府 | 四川省地质学会 |
| 24 | 云南省新平县庆丰一大 海赖天然富硒地块 | 云南省新平县者竜乡庆丰村 | 2 733 | | | 0.49 | 新平彝族 傣族自治 县人民 政府 | 云南省地质学会 |
| 25 | 云南省威信县三桃乡斑 竹村天然富硒地块 | 云南省威信县三桃乡斑竹村 | 177 | 357 | | 0.47 | 威信县人 民政府 | 云南省地质 学会 |
| 26 | 青海省海东市平安区三 合镇天然富硒地块 | 青海省海东市平安区三合镇 | 60 693 | | | 0.30 | 海东市平 安区人民 政府 | 青海省地质 学会 |
| 27 | 青海省海东市平安区洪 水泉乡天然富硒地块 | 青海省海东市平安区洪水泉乡 | 43 591 | | | 0.30 | 海东市平 安区人民 政府 | 青海省地质 学会 |
| 28 | 宁夏平罗县宝丰镇吴家 湾村天然富硒地块 | 宁夏平罗县宝丰镇吴家湾村 | 500 | 500 | 578 | 0.329 | 平罗县人 民政府 | 宁夏地质 学会 |
| 29 | 宁夏石嘴山市惠农区简 泉村天然富硒地块 | 宁夏石嘴山市惠农区燕子墩乡 简泉村 | 4 052 | | | 0.619 | 石嘴山市 惠农区人 民政府 | 宁夏地质 学会 |
| 30 | 新疆焉耆县五号渠乡头 号渠村天然富硒地块 | 新疆焉耆县五号渠乡头号渠村 | 5 729 | 1 278 | | 0.41 | 焉耆回族 自治县人 民政府 | 新疆地质学会 |

注:①绿色富硒土地(亩);②无公害富硒土地(亩);③一般富硒土地(亩);④硒平均含量($\mu g/g$).

表 2 冀西北地区不同类型岩(矿)石的微量元素含量(10-6)(据李红阳和牛树银,2001)

Table 2 Contents of trace elements in different types of rocks (ores) in Northwest Hebei (10^{-6}) (according to Li and Niu, 2001)

| | 岩类品数) | 地壳克 拉克值 | 砂页岩 碳酸盐 岩类(72) | 深变质 岩类 (398) | 火山岩 类(215) | 花岗岩 类(167) | 碱性杂 岩类 (156) | 金矿石 (38) | 铅锌银多金 属矿石(24) | 冀西北地 区岩石平 均值(地 壳丰度) | 冀西北 地区浓 度克拉 克值 | 序号 |
|-----|-------|------------|----------------------|--------------------|---------------|---------------|--------------------|-------------|------------------|------------------------------|-------------------------|---------|
| DI | 平均值 | 12.5 | 36.07 | 43.54 | 21.83 | 32.99 | 21.4 | 431 | 6 734.5 | 31.17 | 0.5 | |
| Pb | 浓度值 | | 2.9 | 3.5 | 1.7 | 2.6 | 1.7 | 34.5 | 539 | | 2.5 | 1 |
| 7 | 平均值 | 70 | 85.74 | 84.45 | 75.56 | 85.50 | 46.0 | 95 | 5 984.6 | 74.85 | 1.1 | |
| Zn | 浓度值 | | 1.2 | 1.2 | 1.1 | 1.2 | 0.6 | 1.4 | 85 | | | 2 |
| Cu | 平均值 | 55 | 7.60 | 56.69 | 30.87 | 17.68 | 12.0 | 294.5 | 550.2 | 24.97 | 0.5 | 3 |
| | 浓度值 | | 0.1 | 1.0 | 0.5 | 0.3 | 0.2 | 5.4 | 10.0 | | 0.5 | |
| As | 平均值 | 1.8 | 5.36 | 7.76 | 7.13 | 6.43 | 1.05 | 8.66 | 1 254.5 | 5.55 | হ 1 | 4 |
| As | 浓度值 | | 2.9 | 4.3 | 3.9 | 3.6 | 0.6 | 4.8 | 697 | | 3.1 | - |
| Cd | 平均值 | 0.2 | 0.06 | 1.95 | 0.30 | 0.29 | 5.0 | 3.23 | 273.5 | 1.52 | 7.6 | 5 |
| | 浓度值 | | 0.3 | 9.75 | 1.5 | 1.4 | 25 | 16 | 1 367 | | | |
| 2.4 | 平均值 | 1.5 | 0.8 | 3.26 | 6.70 | 2.06 | 0.8 | 13.51 | 45.0 | 2.72 | 1.8 | 6 |
| Мо | 浓度值 | | 0.5 | 2.2 | 4.5 | 1.4 | 0.5 | 9 | 30 | | | |
| Au | 平均值 | 4 | 2.16 | 4.14 | 5.12 | 5.61 | 6.61 | 10 760 | 720.0 | 4.73 | 1.2 | 7 |
| | 浓度值 | | 0.5 | 1.0 | 1.3 | 1.4 | 1.6 | 2 690 | 180 | | 1.2 | |
| Ag | 平均值 | 0.07 | 0.43 | 0.22 | 0.23 | 0.31 | 0.25 | 12.15 | 365.3 | 0.29 | 4.1 | 8 |
| | 浓度值 | | 6.1 | 3.1 | 3.3 | 4.4 | 3.6 | 174 | 5 218 | | 4.1 | |
| Sb | 平均值 | 0.2 | _ | 1.01 | 0.9 | 1.39 | 1.87 | 2.34 | 148 | 1.29 | 6.5 | 9 |
| | 浓度值 | | | 5.1 | 4.5 | 6.9 | 9.3 | 11.7 | 740 | | 0.5 | <i></i> |
| | 平均值 | 425 | | 779 | 705.5 | 1 010 | 1 426.8 | 378.8 | 395.1 | 980.33 | 2.3 | 10 |
| Ва | 浓度值 | | | 1.8 | 1.6 | 2.4 | 3.4 | 0.9 | 0.9 | | ۷.۵ | 10 |
| C- | 平均值 | 25 | | 17.25 | 6.0 | 3.89 | 2.75 | 26.28 | 22.0 | 7.47 | 0.2 | 11 |
| Со | 浓度值 | | | 0.7 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 1.1 | 0.9 | | 0.3 | 11 |

| /.士 | = | • |
|-----|----------------|---|
| ZIL | - - | • |

| | 岩类 | 地壳克 拉克值 | 砂页岩 碳酸盐 岩类(72) | 深变质 岩类 (398) | 火山岩 类(215) | 花岗岩 类(167) | 碱性杂 岩类 (156) | 金矿石 (38) | 铅锌银多金 属矿石(24) | 冀西北地 区岩石平 均值(地 売丰度) | 冀西北 地区浓 度克拉 克值 | 序 号 |
|-------|-----|------------|----------------------|--------------------|---------------|---------------|--------------------|-------------|------------------|------------------------------|-------------------------|--------|
| Ni | 平均值 | 75 | _ | 41.5 | 14.0 | 5.28 | 3.40 | 33.95 | 14.0 | 16.05 | 0.2 | 12 |
| | 浓度值 | | | 0.5 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.2 | | | |
| Cr | 平均值 | 100 | _ | 86.75 | 39.0 | 12.5 | 6.40 | | 21.0 | 36.16 | 0.4 | 13 |
| Ci | 浓度值 | | | 0.9 | 0.4 | 0.1 | 0.1 | | 0.2 | O | 0.4 | 10 |
| Mn | 平均值 | 950 | _ | 785.75 | 340.5 | 390.0 | 572 | 5 700 | 12 950 | 522.06 | 0.5 | 14 |
| 14111 | 浓度值 | | | 0.8 | 0.4 | 0.4 | 0.6 | 6 | 13.6 | | 0.0 | 11 |
| Ві | 平均值 | 0.17 | _ | 1.28 | _ | 0.01 | 0.17 | _ | 100.0 | 0.49 | 2.9 | 15 |
| | 浓度值 | | | 7.5 | | 0.1 | 1 | | 588 | | 2.0 | 10 |
| Ca | 平均值 | 15 | _ | _ | _ | 12.80 | _ | 10.12 | 7.75 | _ | | 16 |
| | 浓度值 | | | | | 0.8 | | 0.7 | 0.5 | | | |
| Se | 平均值 | 0.05 | _ | _ | _ | _ | _ | 0.1 | 0.07 | _ | | 17 |
| | 浓度值 | | | | | | | 2.0 | 1.4 | _ | | 1. |
| Те | 平均值 | 0.001 | _ | _ | _ | | _ | 2.5 | 0.11 | | | 18 |
| 10 | 浓度值 | | | | | | | 2 500 | 110 | | | 10 |
| In | 平均值 | 0.1 | _ | _ | _ | _ | _ | _ | 10.15 | _ | | 19 |
| | 浓度值 | | | | | | | | 101 | | | ±J |
| | 平均值 | 2.7 | _ | 5.12 | 14.1 | _ | _ | _ | | _ | | 20 |
| U | 浓度值 | | | 1.9 | 5.2 | | | | | | | 20 |

变化导致 30 多种新型传染病出现(唐跃刚和郑宝山,2003; Selinus,2007; 李宏博和吕林素,2009; 王焰新,2020).

地质工作者可以通过对岩石、矿石、矿物、土壤、水体(特别是地下水)、空气、植物等样品分析测试,查明有益及有害物质丰度、来源、迁移路径和分布规律及其对人类健康的影响.还可以通过地质、地球物理探测,获悉地下水(含地下热水)、岩浆流

体与断层活动信息,对火山喷发及断裂活动进行 预测.

2.5 总结发病及分布规律,为地方病防治提供科学 依据

近年来,环境地质、环境地球化学和医学地质研究表明,地方病、职业病的发病及时空分布是有规律可循的.一些科学家总结了我国地方病的发病规律和特点.

李宏博和吕林素(2009)提出医学地质遗迹概念,并在黑龙江克山县硒缺乏区(克山病),四川阿坝州壤塘硒缺乏区(大骨节病),山西阳高县地方性氟中毒区,新疆阿克苏碘缺乏(甲状腺肿大)区,湖北恩施硒中毒区,内蒙古河套地区砷致癌区等6个医学地质遗迹试点区基础上,对生态地质环境与地方病发病率及分布进行了规律性总结,其要点如图4所示.

- (1)大小兴安岭一黄土高原一秦巴山地一四川盆地一云贵高原(即我国地势上的第二阶梯)北北东向地带,是我国各种地方病集中流行的地带,该带西界正好是我国东部季风带与人口密集带的西部边界,原因有待进一步研究.
- (2)地形地貌对地方病的控制作用.山脉分水岭、岗地高地等地势高峻地带,有利于元素淋滤,往往形成氟、碘、硒、钙、铁等的负异常带,易产生克山病、大骨节病等碘缺乏症;而平原、盆地、谷地等地势低洼地区,有利于上述一些元素的富集和腐殖质堆积,易发生氟中毒、硒中毒等疾病.
 - (3)土壤类型对地方病的控制作用.土壤中地

球化学元素的种类和含量影响农作物中化学元素种类和含量,其中的有害元素必然会对地方病的发生产生影响.土壤中的有害元素还可以经淋滤渗入地下水,通过饮用进入人体,有的有害元素如氡气可以直接释放进入大气,再通过呼吸进入人体,都会导致疾病的发生.同时经过调查发现,一些地方病与土壤类型有关,例如克山病较集中分布于富含腐殖质呈还原环境的山地棕灰壤带、灰色森林土带、草甸黑土带、沼泽土带与黑土带.

- (4)成土母质岩石对地方病的控制作用.土壤中的地球化学元素是当地岩石、矿石风化淋滤的产物,因此,成土母质岩石中有害元素或某些元素缺乏或过于富集,都会导致地方病发生.例如,陕西省大骨节病重病区多位于低硒岩石区(硒含量低于0.1 mg/kg).
- (5)地下水对地方病的控制作用.作为饮用水源地下水中某些元素的余缺会引起地方病发生,饮水中某些元素(如F、I、Se、Cu、Zn、Sr、Fe、Mn、Ca、Mg等)含量异常时,会导致饮水型地方病发生.如硒缺乏病(克山病、大骨节病)、碘缺乏病和氟中毒

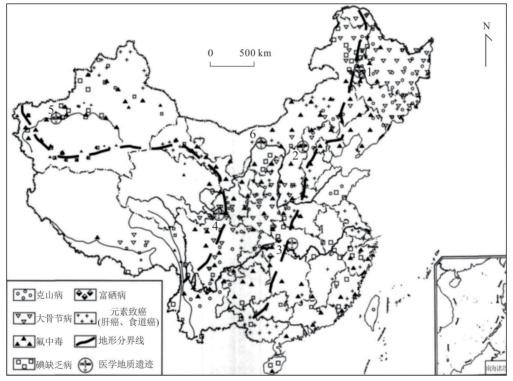


图 4 中国医学地质遗迹及主要地方病分布规律图(李宏博和吕林素,2009)

Fig.4 Distribution of medical geoheritages and main endemic diseases in China (after Li and Lü, 2009)

1. 黑龙江克山县硒缺乏(克山病)医学地质遗迹; 2. 山西阳高县地方性氟中毒医学地质遗迹; 3. 湖北恩施硒中毒医学地质遗迹; 4. 四川阿坝州壤塘硒缺乏(大骨节病)医学地质遗迹; 5. 新疆阿克苏碘缺乏(甲状腺肿)医学地质遗迹; 6. 内蒙古河套地区砷致癌医学地质遗迹; 底图来源于自然资源部标准地图网,审图号为GS(2020)4630号

等疾病多分布在水文地质地球化学元素异常带内.

李红阳和牛树银(2001)报道了1990年代我国开展的癌症与生命元素关系研究所取得的初步认识:(1)Pb、K、As、Cr、Ca等元素与肿瘤病死亡率呈正相关,与Fe、Cu、Co、Se、Mo、Mn等呈负相关;(2)肺癌、淋巴癌与Pb、K含量呈正相关,与Se、Fe含量呈负相关,胃癌,食道癌与K呈正相关,鼻咽癌与As、Ba呈正相关;(3)Se不足与胃癌等多种癌症有关,Se、Zn、Cu、Mo、Mn有一定抗癌作用.

2.6 加强基础地质调查研究,防治地质灾害

由于西伯利亚板块、印度板块和太平洋板块向中东亚地区的俯冲推挤,导致中国大陆复杂的地壳、岩石圈结构构造和独特的地貌景观:地壳和岩石圈厚度变化大、破裂程度高,地壳稳定程度低,活动断裂发育,山沟纵横、多高山峡谷.由于这些天然的地质、地貌特点和人为的影响,使得我国成为世界上地震和其他地质灾害最严重、受威胁人口最多的国家之一,而且灾害种类多、分布广、强度大,隐



图 5 中国泥石流、滑坡灾害分布(据杜秀荣和唐建军,2017)

Fig. 5 Distribution of debris flow and landslide disasters in China (after Du and Tang, 2017) 底图来源于自然资源部标准地图网,审图号为GS(2020)4306号

蔽性、突发性和破坏性强,灾害重,防范难度大.

我国地震灾害尤为严重,除特提斯和环太平洋两个洲际性地震带地震频发以外,大陆内部天山南北、河西走廊、贺兰山一六盘山、汾渭地堑等地,也多次发生强烈地震,中国Ⅲ度以上地震高烈度区300余万km²,约占全国陆域面积的30%,1920年至今的100多年来,因地震死亡人数70万余,占全球地震死亡人数的50%.近年来,又出现了水库及油气等矿产开发诱发的地震.中国活火山主要为五大连池、长白山与云南腾冲(杜秀荣和唐建军,2017).

滑坡、泥石流主要分布于黄土高原东南部一川 滇西部山地和秦岭一大巴山一武陵山地区,其次见 于天山南北麓、河西走廊、燕山一辽南山地、西藏东 南部和华南低山一丘陵区(图5).汾渭地堑、太行山 东麓、大别山等地,出现地裂缝灾害.华北平原,长 江下游长江三角洲地带,由于超采地下水,产生地 面沉降.土地沙漠化、水土流失、海水入侵、水土污 染也相当严重.

近年来,地震、地矿等部门以及科研单位、地质 院校加强了地震地质、灾害地质的调查研究和监 测、预报工作,对全国50多条活动断裂进行了大比 例尺调查和详细研究;对北京、上海等一些大中城 市开展了城市地质、活动断裂、地裂缝、地面沉降等 的调查研究,增设了更多的地震、地质灾害监测台 站.与气象部门联合在每天的新闻联播中播报了泥 石流、滑坡等地质灾害信息,出版了一系列有关地 震、地质灾害科普读物,普及了地质灾害知识,增强 了人们对地质灾害的防控意识.地矿部门需要进一 步加强有关基础地质及技术方法研究,对京津冀、 郯庐断裂带、贺兰山一六盘山一龙门山南北构造 带、汾渭地堑等人口稠密、经济发达、有重大工程设 施地区的活动断裂以及泥石流、滑坡频发地区,开 展地质、地球物理、地球化学、遥感地质相结合的精 细调查研究,为地质灾害监测、预防、预报提供依据.

2.7 开展古气候、古环境研究,应对全球变化的挑战

第四纪时期地球曾经历了冰期、间冰期的冷暖交替过程.由于自然环境和人类活动的共同作用,使全球气候逐渐变暖,将导致地球生态环境的巨大变化.有关专家预测,如果按现代冰雪消融速度计算,到本世纪末北极冰雪将消融殆尽;如果全球冰盖、冰川全部消融,全球海平面将上升80 m,这将严重影响人类社会的可持续发展.因此,引起各国政府、有关国际组织和科学家的高度重视,并制定了

《联合国气候变化框架公约》及《巴黎协定》.

地质工作者可以通过陆地、湖泊、海洋岩芯、极地与高原高山冰芯、岩溶洞穴中的石笋和树木(古树)年轮取样,进行分析测试,获得地质历史时期特别是第四纪和晚近时代古气候、古环境信息,解析其变化过程和规律,为未来气候变迁和环境变化提供科学依据.

3 结语

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》要求完善生态安全屏障体系,积极应对气候变化,"推动能源清洁低碳安全高效利用""加大甲烷、氢氟碳化物、全氟化碳等其他温室气体控制力度,提升生态系统碳汇能力,锚定努力争取2060年前实现碳中和""加强全球气候变暖对我国承受力脆弱地区影响的观测和评估,提升城乡建设、农业生产、基础设施适应气候变化能力".应对全球气候变暖的威胁,优化农业生态环境,保障人民健康,是一项浩大的民生工程.地质工作者面临的任务很重、要求很高,我们已经做的工作只不过是万里长征迈出了第一步,任重而道远,我们要不忘初心、砥砺前行,为优化生态环境,保证人民健康做出更大贡献!

致谢:今年是母校——中国地质大学建校70周年,特以此文祝贺母校70年来在教书育人、科学研究、学科建设等方面取得的光辉成就和对地质事业与国家经济社会发展作出的卓越贡献.

References

Chen, F.H., Wu, S.H., Cui, P., et al., 2020. Progress of Applied Research of Physical Geography and Living Environment in China from 1949 to 2019. *Acta Geographica Sinica*, 75(9): 1799—1830(in Chinese with English abstract).

Chen, Y., Gao, H. Y., 2021. Make the Mountain Green Again—Side Notes on the Restoration of Longshan Abandoned Open-Pit Mine, China Coal Hydrogeological Bureau. China Mining News, September 21th, 2021(in Chinese).

Deng, N. G., 2012. Geomorphological Geomechanics and Its Latest Progress. *Scientific Chinese*, (19): 10—15 (in Chinese).

Dong, S.W., Zhang, Y.Q., Li, H.L., et al., 2019. Yanshan

- Movement and Late Mesozoic Multi-Plate Convergence Structure in East Asia—Commemorating the 90th Anniversary of Yanshan Movement. *Scientia Sinica* (*Terrae*), 49(6): 913—938 (in Chinese).
- Du, X.R., Tang, J.J., 2017. Atlas of the People's Republic of China. Sinomaps Press, Beijing, 14—27(in Chinese).
- Fu, A.M., Liu, W.D., 1989. Li Siguang and His Natural Regionalism of China. *Journal of Central China Normal University (Natural Sciences)*, 23(3): 423-426(in Chinese with English abstract).
- Hou, Z.Q., 2018. Based on Earth System Science, Support the Unified Management of Natural Resources and System Restoration. China News of Natural Resources, June 12th, 2018(in Chinese).
- Li, H.B., Lü, L.S., 2009. The Establishment of the Concept and Assessment System of Medical Geoheritage. *Acta-Petrologica et Mineralogica*, 28(6): 680—690(in Chinese with English abstract)
- Li, H.Y., Niu, S.Y., 2001. Environmental Background Values and Ecological Effects in Northwest Hebei. *Beijing Geology*, (1): 31–39(in Chinese with English abstract).
- Li, P., 2021. Abundant Zine, Selenium and Germanium Soils Found in Wuling District, Chongqing. China Mining News, August 9th, 2021(in Chinese).
- Li, S.G., 1953. The Geology of China (Translated by Zhang). Zhengfeng Publishing House, Shanghai (in Chinese).
- Li, S. T., Wang, J. Z., Zhang, Q. X., et al., 2021. The Dark Horse of Clean Energy. China Mining News, August 10th, 2021(in Chinese).
- Long, T.X., Li, W.H., Yang, A.P., et al., 2021. The Development Process and Progress of Soil Geochemical Survey.

 Yunnan Geology, 40(1): 104—110(in Chinese with English abstract).
- Qiao, S.W., 2018. More than 11 000 Islands in Our Country have Established 194 Island-Related Protected Areas, According to the 2017 Island Survey Bulletin. China News of Natural Resources, July 30th, 2018(in Chinese).
- Selinus, O., 2007. Medical Geology: An Opportunity for the Future. *Ambio*, 36(1): 114-116.
- Tang, Y.G., Zheng, B.S., 2003. Medical Geology and Its Development Prospects. *Bulletin of National Science Foundation of China*, 17(5): 270–272(in Chinese with English abstract).
- Wang, G.L., Zhang, W., Liang, J.Y., et al., 2017. Evaluation of Geothermal Resources Potential in China. *Acta*

- *Geoscientica Sinica*, 38(4): 449-450, 134, 451(in Chinese with English abstract).
- Wang, Y.X., 2020. Innovative Development of Medical Geology: A One Health Perspective. *Earth Science*, 45(4): 1093—1102(in Chinese with English abstract).
- Wei, W.S., Zheng, G.S., Ran, W.Y., et al., 2010. Evaluation of Shallow Geothermal Energy Resources. China Land Press, Beijing(in Chinese).
- Zhang, J.Y., 2021. To Make Green Full Mine. China Mining News, April 22th, 2021(in Chinese).
- Zhao, F. M., et al., 2016. Chapter Five. Uranium Geology—60 Years of Work on Uranium Geology in China. In: Li, J. F., ed., The History and Main Experience of Chinese Geological Work. Geological Publishing House, Beijing, 181—230(in Chinese).
- Zhao, J., 2015. New Chinese Physical Geography. Higher Education Press, Beijing(in Chinese).
- Zhao, L. P., 2021. Mining Culture is Enlivened by Chinese Practices. China Mining News, September 30th, 2021(in Chinese).
- Zhou, Z.H., 2019. Random Thoughts on Nature and Evolution. *Discovery of Nature*, (3): 38-43(in Chinese).

附中文参考文献

- 陈发虎,吴绍洪,崔鹏,等,2020.1949—2019年中国自然地理 学与生存环境应用研究进展. 地理学报,75(9):1799— 1830.
- 陈雁,高恒燕,2021.还青山以青——中煤水文地质局龙山废 弃露天矿山修复侧记.中国矿业报,2021.09.27.
- 邓乃恭, 2012. 地貌地质力学及其最新进展. 科学中国人, (19): 10-15.
- 董树文,张岳桥,李海龙,等,2019."燕山运动"与东亚大陆晚中生代多板块汇聚构造:纪念"燕山运动"90周年.中国科学:地球科学,49(6):913-938.
- 杜秀荣, 唐建军, 2017. 中国地图集. 北京: 中国地图出版社, 14-27.
- 傅爱民,刘卫东,1989.李四光与中国自然区划.华中师范大学学报(自然科学版),23(3):423-426.
- 侯增谦,2018.立足地球系统科学,支撑自然资源统一管理和系统修复.中国自然资源报,2018.06.12.
- 李宏博, 吕林素, 2009. 医学地质遗迹概念和评价体系的建立. 岩石矿物学杂志, 28(6): 680-690.
- 李红阳, 牛树银, 2001. 冀西北地区环境背景与生态效应. 北京地质, (1): 31-39.
- 李平,2021.重庆武陵发现大量富锌硒锗土壤.中国矿业报,

2021.08.09.

- 李胜涛,王君照,张秋霞,等,2021.清洁能源中的"黑马".中国矿业报,2021.08.10.
- 李四光,1953.中国地质学(张文佑编译).上海:正风出版社.
- 龙天祥,李文辉,杨爱平,等,2021. 土壤地球化学测量发展历程与进展. 云南地质,40(1):104-110.
- 乔思伟,2018.2017年海岛统计调查公报显示:我国海岛逾 1.1万个已建成涉岛保护区194个.中国自然资源报, 2018.07.30.
- 唐跃刚,郑宝山,2003. 医学地质学及其发展前景. 中国科学基金,17(5):270-272.
- 王贵玲, 张薇, 梁继运, 等, 2017. 中国地热资源潜力评价. 地球学报, 38(4): 449-450, 134, 451.

- 王焰新,2020. "同一健康"视角下医学地质学的创新发展. 地球科学,45(4):1093-1102.
- 卫万顺,郑桂森,冉伟彦,等,2010.浅层地温能资源评价.北京:中国大地出版社.
- 张继勇,2021.要让绿色满矿山.中国矿业报,2021.04.22.
- 赵凤民,等,2016.第五篇.铀矿地质——中国铀矿地质工作60年.李金发主编:中国地质工作发展历史及主要经验. 北京:地质出版社,181-230.
- 赵济,2015. 新编中国自然地理. 北京: 高等教育出版社.
- 赵腊平,2021.矿业文化因中国实践而精彩纷呈.中国矿业报,2021.09.30.
- 周忠和,2019. 自然与进化随想录. 大自然探索,(3): 38-43.