

警惕踩踏矿产资源供应安全红线

■ 翟明国

矿产资源是人类经济社会发展的物质基础,是工业、农业、国防等行业的“粮食”和主要动力来源。预计未来数十年,全球对矿产资源的需求将高速增长。如何应对和满足可持续发展的重大资源需求,一直是全球关注的焦点之一。

中国对矿产资源的需求居高不下,显示出小(人均矿产占有量小)、大(需求和消费量大)、高(对外依存度和安全风险相对较高)和降(国内资源供应能力和资源保障均有所下降)的特点。

当前,中国多种大宗矿产资源现有探明储量面临开发殆尽的局面,新兴关键矿产家底不清,开采和选冶技术亟须提高。因此,客观分析国内矿产资源供应能力和国家资源安全状况,正确判断国际资源态势,对矿业相关政策法规提出建设性意见是当务之急,也是有关领域科学家的责任。

扭转被动局面刻不容缓

已有资料表明,中国矿产资源供需形势严峻。我国人均占有资源量低于世界平均水平,矿产资源供不应求的态势在短期内很难改变。截至2018年,43种主要矿产中有32种消费量居世界第一,24种消费量占比超过全球的40%,18种大宗和关键矿产对外依存度(40%~99%)居高不下,直接威胁国家经济安全。

对中国而言,大宗战略矿产是缩小东西部和城乡差异、基本实现社会主义现代化物质基础。在较长时间内(至少到2035年)中国矿产的第一阶段,矿产资源需求仍将保持高位,而中国未来矿产资源储量总体增量不足、供需矛盾突出、长期大量依赖进口的局面难以得到根本改善。

目前,我国铁、铜、铝、锌、铅、镍、钾盐等大宗矿产对外依存度多接近或超过50%的警戒线。此外,国内大宗矿产分布非常不均衡,东西部差异明显,西部资源分布高度集中,但产业集中度低,开发利用条件差。

关键矿产或战略性关键金属是国际上新提出的资源概念,是指现今社会必需、安全供应存在高风险的一类金属元素及其矿床的总称。关键金属具有极度耐热、难熔、耐腐蚀、优良光电磁等独特的材料性能,广泛应用于新能源、高新技术和国防军工。

据预测,随着科技和新兴产业的发展,未来几十年全球对关键金属的需求



翟明国

“目前,我国铁、铜、铅、锌、铝、锰、镍、钾盐等大宗矿产对外依存度多接近或超过50%的警戒线。”

将迅猛增长,供需矛盾将更加突出。但是,这些金属在自然界的储量相对较少且分布高度不均,存在很大供应风险。因此,关键金属毫无疑问是重要战略资源。

目前,以美国为代表的西方发达国家针对高新技术产业发展的急需,纷纷提出了新的发展战略和计划。可以说,未来国际矿产资源和科技的竞争在很大程度上将集中于对关键矿产资源的博弈。

然而,目前我国关键矿产家底不清、政策不明,开发利用和统筹规划还存在诸多不足,缺乏有效的发展战略。扭转这一被动局面已刻不容缓。

建议重新制定矿产资源战略规划

在对新的国际政治经济形势及中国目前经济发展瓶颈进行客观准确分析后,我国需要重新对矿产资源作短、中、长期战略性评估并制定发展战略。

我国大宗矿产资源(如铁、铜、铝、金、铀、钾盐等)多为紧缺矿产,探明储量有限,对外依存度高。而我国关键矿产资源可分为3类:一是资源短缺型矿产,如钴、镍、钨族元素等;二是技术制

约型矿产,如铍、铀、镓、铈等;三是能够调控国际市场的优势矿产,如稀土元素、钨、锑等。

因此,亟须制定与各自相对应的发展战略,开展勘查、评价和评估,确保资源安全,为中国经济可持续发展提供资源保障;构筑中国战略性矿产资源安全大数据信息情报中枢系统,集成综合研究、战略推演与会商平台,形成常态化预警机制,提升危机应对协同能力。

我国还应设立摸清关键矿产家底和需求的国家专项计划,为产业升级提供资源保障,提升中国对全球关键矿产的影响力。应将研究新兴关键矿产形成规律和超常富集机理、研发针对性的分析与勘查技术、寻找更多新兴关键矿产资源、增加战略储备、拓展关键矿产应用技术等作为重大国家任务。

此外,我国还需建立国家层面统一的矿产资源勘查开发和商业行为的运行机构(类似中国海油、中国石油、中国石化三大国有石油公司),迅速改变金属矿产的不合理管理和无序竞争。同时要加快修订《中华人民共和国矿产资源法》等相关法律法规,建立矿产资源环境保护的统一法规体系,约束各级管理机构和国内外企业的行为。

根据中国矿产资源东西部分布差异,有必要强化“西部大开发战略”。建议优先依托新疆丰富的资源优势,如近年来新发现的火烧云超大型铝锌矿、玛尔坎苏超大型富锰矿、大红柳滩大型超大型铍锂矿等,建成南疆大型金属矿产基地,形成特色的矿产开采与精深加工产业链。同时大力发展高端锰铁合金、特种钢、锂电池等高附加值产品,形成南疆脱贫攻坚的重要经济增长点,以及可持续发展的新兴工业化体系。

在当今复杂的国际地缘政治尤其是全球新冠病毒疫情引发的新国际生态格局下,对资源主导权的争夺日趋激烈,“立足国内、利用境外”仍将是保障我国资源安全的基本战略。要通过科技创新和国际合作,加强重要成矿区带国际对比研究,为合理利用境外资源提供科技支撑,大幅提高对全球资源的掌控能力和资源开发与生态环境协调发展能力。

深入开展关键矿产基础研究

关键金属元素有3个共性特征,可归纳为“稀、细、伴”。传统大宗金属(如

铁、铝等)地壳丰度较高,正常富集几倍到几十倍即可成矿。而大多数关键金属元素的地壳丰度很低(一般为 10^{-6} 级以下),需要富集百倍甚至千倍才能形成可供开采的矿床。显而易见,关键金属成矿这一过程是“超常富集”。

那么,到底是什么地质过程驱动和地球化学机制导致这些元素的超常富集?关键金属元素在地幔和地壳中的含量差异很大,其成矿作用与多圈层物质循环过程有何关系?目前,对关键金属元素的地球化学性质及行为研究还较薄弱,成矿过程与机理争议极大。

对此,我国亟须深入开展关键矿产资源的基础研究。首先要理清关键金属矿床的成矿背景与元素行为。查清关键金属矿床形成的地壳构造背景以及成矿元素在壳幔相互作用过程中的富集机理,这是理解关键金属成矿过程及成矿规律的基础。

其次要研究关键金属矿床的成矿过程和富集机制。低丰度关键金属元素富集成矿需要非常苛刻的地质条件,通常是元素性状、源区演化、成矿驱动力、元素迁移沉淀条件、围岩性质与环境等要素最佳配合的结果。

同时还要研究关键金属重要成矿区带和矿床时空分布规律。厘定不同类型关键金属成矿区及成矿带尺度的时空分布,是查明区域成矿规律的关键。

另外要探明关键金属元素赋存状态和共生分异机制。关键金属元素的赋存状态是矿床成矿机制和矿床有效利用的基础,需从不同尺度加强成矿过程中稀有、稀土、稀散和稀贵金属元素赋存状态的精细研究。

最后应加强关键金属选冶基础理论研究。在关键金属矿物成相条件、元素赋存形态、矿物性质与元素分离关联性分析的基础上,开展基于元素赋存状态和矿物学的强化分离机理及调控机制研究,这是实现关键金属复杂矿产资源高效清洁利用的基础与关键。

未来,相关基础研究要在成矿理论、有效指导找矿实践、资源高效利用方面实现若干突破。在此基础上,提出中国优势和劣势关键矿产清单;在关键金属矿床新类型和关键金属元素强化分离理论瓶颈方面做出若干创新成果;为建立若干关键金属资源基地提供理论支撑;并形成相关学科具有国际竞争力的人才队伍。

(作者系中国科学院院士)

“破烂儿”废纸迎“酶”好市场

■ 本报见习记者 田瑞颖

今年以来,国内造纸原材料价格大幅上涨,与造纸配套的化工物料成本甚至翻了一番。而废纸作为一种长期被忽视的资源,如何高效利用以创造更大价值,成为亟待解决的社会问题。

近日,中国科学院近代物理研究所研究员王曙阳团队经过十余年攻关,在利用废纸发酵生产纤维素酶研究方面取得新进展。相关成果发表于《清洁生产杂志》。

“废纸具有价格低廉、产生量大、来源广泛、易获取的优点,用废纸做碳源的成本只有微晶纤维素碳源的1/10左右,不仅可以有效降低纤维素酶发酵成本,还能实现废纸资源的高值化利用。”王曙阳在接受《中国科学报》采访时说。

亟待寻找廉价碳源

纤维素酶是继淀粉酶和蛋白酶之后的全球第三大工业用酶制剂,在生物能源、食品、造纸、纺织洗涤、医药等领域有广泛应用。然而,高昂的发酵成本成为其产业化道路上的“拦路虎”。

同样,纤维素酶发酵成本高昂的问题也存在于青贮饲料的生产过程中。

2008年,王曙阳团队在研究甜高粱青贮剂时发现,甜高粱秆草中性洗涤纤维含量比较高,这影响了甜高粱青贮饲料的适口性和营养成分的消化吸收。该团队发现,如果加入一定比例的高活性纤维素酶,就可以在青贮过程中降低甜高粱青贮饲料中不易消化吸收的纤维含量。

纤维素酶系是一种底物诱导性酶类,需要在纤维素酶发酵培养中加入纤维素类碳源,才能诱导纤维素酶蛋白的大量合成分泌。目前,发酵生产纤维素酶所用碳源一般为微晶纤维素或农作物秸秆等商品。

起初,该团队使用的诱导性纤维素类碳源是购买的商品试剂微晶纤维素,但实验发现,虽然其诱导发酵产酶效果较好,但发酵生产成本相对较高。

随后,他们又选用了研究较多的农作物秸秆废弃物,包括玉米秸秆、玉米

芯、甜高粱秸秆和甜高粱榨汁后的渣等,但发酵产酶效果均不理想。为此,他们又将碱处理后的秸秆作为碳源进行发酵产酶,虽然发酵效果有了一定好转,但碱处理过程繁琐、成本高,反而增加了纤维素酶的生产成本。

通过前期的研究,王曙阳发现,不管使用商品微晶纤维素还是农作物秸秆作为发酵碳源,纤维素酶的发酵生产成本都比较高,“必须寻找新的最适宜且廉价的碳源种类”。

随着环境污染和生态问题日益凸显,王曙阳开始思考,废纸不仅价格低廉,还有含量较高的纤维素成分,也许可以用作发酵碳源诱导纤维素酶的合成分泌。

带着这样的灵感,她带领团队一头钻进了“废纸”里。

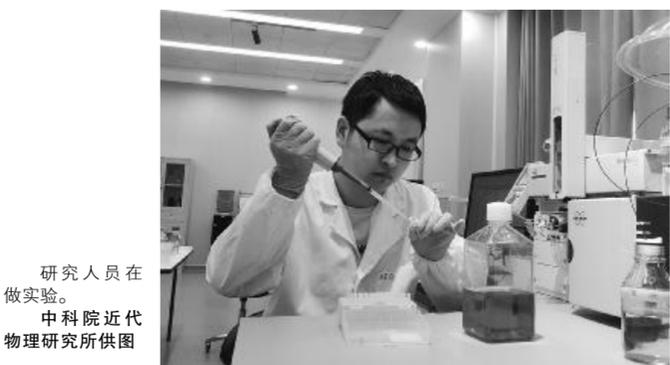
“破烂儿”废纸成“主角”

废纸有很多种类,研究人员首先要做的是从众多废纸种类中找到发酵效果最好的。他们先后选取了办公废纸、餐巾废纸、杂志纸和硬纸板纸4类,结果发现,硬纸板纸在4种废纸碳源发酵中产酶效果最好。

“通过4种废纸的结构表征,我们发现硬纸板纸表面纤维束松散开裂且粗糙,并且X衍射分析中只有硬纸板纸检测到碳酸钙成分。因此,我们推测硬纸板纸的这种成分组成和结构特性较其他类型废纸更适合发酵产酶。”在接受《中国科学报》采访时,中国科学院近代物理研究所特聘研究助理董妙音说。

为了进一步提高产酶效果,研究人员又有了新的想法——麸皮作为农业加工副产物,含有一定量可溶性纤维寡糖,这种成分能够有效诱导纤维素酶和半纤维素酶的分泌,如果与硬纸板纸一起作为混合碳源,也许能提高发酵产酶水平。

实验证明他们的设想是对的。当把硬纸板纸与麸皮作为混合碳源混合发酵后, β -葡萄糖苷酶活最高可达0.80 IU/mL,比硬纸板纸单一碳源酶活提高了



研究人员在做实验。
中科院近代物理研究所供图

56.86%;外切葡聚糖酶活、滤纸酶活和木聚糖酶活(Xyl)也有了一定的提高,其中Xyl达到399.74 IU/mL,较微晶纤维素碳源发酵酶活提高了16.51%。

使用废纸作为碳源进行纤维素酶生产,除了能获得优异的发酵效率,生产成本也只有微晶纤维素碳源的1/10左右。不仅如此,整个过程无预处理副产物产生,操作简单,绿色无污染。

“如果以农作物秸秆作为发酵碳源,一般需要一定的预处理,这个过程中使用的强酸强碱不仅腐蚀设备,还污染环境。此外,预处理过程还会产生糠醛、乙酸及酚类化合物等抑制微生物发酵的副产物,对纤维素酶生产菌株生长和产酶过程产生不利影响。”董妙音告诉记者。

特色研究助一臂之力

在王曙阳看来,整个研究工作能取得令人惊喜的发酵效果,缘于中国科学院近代物理研究所有着近40年历史的特色研究方向——重离子束辐照诱变育种。

此项研究中使用的长枝木霉LC-M4产酶菌株,正是经过重离子束诱变选育的高产纤维素酶突变菌株,具有能够同时表达分泌纤维素酶和半纤

维素酶的优良性状,可在纤维素类碳源诱导下同时进行纤维素酶和半纤维素酶的发酵生产。

“由于纤维素酶合成分泌具有多组分协同表达及复杂的代谢调控网络特性,产酶丝状菌遗传背景不清楚,使得重离子束辐照诱变在产酶菌株的育种工作中具有明显的优越性。”王曙阳告诉记者。

实际上,在这项漫长的研究过程中,除了需要攻克技术难题,还需要克服人员紧缺和经费紧张等困难。

“循环经济的投资很大,与企业对接转化也需要很多资金投入,在最困难的时候,我们曾犹豫是否应该换个方向,但想到这项研究对整个生态环境和循环经济具有重要意义,还是顶住压力坚持下来了。”王曙阳回忆时感慨道。

接下来,该团队将进一步驯化发酵生产菌株,提高其在废纸碳源发酵中的生产效率和水平,进一步优化发酵体系和条件。此外还将与纤维素酶生产企业及废纸回收企业进行深入交流与合作,充分了解企业目前的需求和困难,进行现有废纸产纤维素酶工艺优化,尽快促进研究成果的转化与应用。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127287>

视点

“科技创新与能源革命的两翼齐飞,正在成为加速第五次工业革命进程的引擎,而树立‘碳中和’坚定目标的中国,有望成为这场变革的‘领头羊’。”

近日,中国发展战略学研究会副理事长王元丰在接受《中国科学报》专访时指出,从新能源汽车的加速普及,到风光发电的平价上网,再到智慧电网及智能建筑的应用,与“碳中和”相关的科技创新速度越来越快,正在孕育新一轮绿色低碳的第五次工业革命。

“第五次工业革命不是自然形成,而是人为推动的,中国已经拥有较为成熟的技术基础和制度优势,如果能够抢占先机,就有望从‘跟跑’‘并行’向‘引领’的角色转变。”王元丰说。

抢占绿色工业革命先机

当前,中国距离实现“碳达峰”目标已不足10年,从“碳达峰”到实现“碳中和”目标也仅有30年,与发达国家相比,时间更紧、困难更多、任务更重。但这一似乎难以完成的目标,在王元丰看来,更是中国难得的机遇。

这一机遇,就是第五次工业革命。本轮革命也是一次实现绿色低碳发展的革命,其中的新科技及商业和治理模式,将为实现“碳中和”目标提供强有力的武器,不仅使人类生产和生活方式向绿色、低碳转变,也将使中国有机会处于全球引领地位。

实际上,每一次工业革命的背后都是一轮能源与科技的变革。王元丰表示,以“蒸汽时代”为首的第一次工业革命,背后是蒸汽机技术对煤炭的利用。而在发电机和汽车等技术的推动下,第二次工业革命又迎来以电力和石油使用为特征的“电气时代”。

之后,随着科技进步,以“信息时代”为标签的第三次工业革命,以及以“智能时代”为特征的第四次工业革命,都让人们的生产和生活更加便捷高效,但人类使用的能源还是以化石能源为主。而在未来30至40年,人类还将经历前所未有的能源变革,迎来第五次工业革命。

王元丰表示,前两次工业革命中国并未参与,第三次工业革命虽有参与但仅是跟随,第四次工业革命,中国不仅处于有利地位,还将成为“领导者”。

做出上述论断的背后,正是中国强有力的政策支持以及绿色低碳技术的快速发展。王元丰表示,我国绿色低碳技术的成熟度已经足以支撑其走向市场,成为一种全球竞争力。

首先,在交通行业,我国新能源汽车已经进入加速发展新阶段,到2025年,新能源汽车新车销量占比将达到25%左右,到2035年,纯电动汽车将成为主流,燃料电池汽车实现商业化应用。

其次,我国可再生能源发电成本已降至与传统化石能源相当的水平,大部分可以实现平价上网。不仅如此,我国可再生能源制造能力及应用市场也处于全球领先水平。

此外,对于排放大户的建筑业,“光储直柔”系统等技术的应用,将助其实现“电从远方来”到“电从身边取”的转变。

“可以看出能源行业正在发生一场技术革命,而且正在经历一个临界点,进入加速变革期,也就是第五次工业革命。”王元丰说,“第五次工业革命就是要在全球实现碳中和,为此更加需要通过政策、市场等手段发展绿色低碳技术,重塑人和自然的关系。”

资讯

光纤光栅技术首次应用于特高压杆塔应变测试

本报讯 近日,一种新型光纤传感器首次在中国电力科学研究院有限公司荆州特高压杆塔试验基地进行应变测试应用。

此次测试的光纤传感器采用光纤光栅技术,该应变传感器通过特殊的内部封装机制消除了温度场的影响,无需额外的温度补偿。此外,还将与纤维素酶生产企业及废纸回收企业进行深入交流与合作,充分了解企业目前的需求和困难,进行现有废纸产纤维素酶工艺优化,尽快促进研究成果的转化与应用。

抓住先机引领第五次工业革命

■ 本报记者 李惠钰

碳中和是科技创新的动力

当前,从中央到地方,“碳中和”作为一项重大战略导向和政策行动,已经渗入各行各业,涉及技术创新、产业升级、制度创新等多个方面。

但在王元丰看来,我们不能仅把“碳中和”作为一项政治任务来执行,而更应该将其作为科技发展的原动力,引发以去碳化为标志的科技革命。

王元丰表示,目前,我国能源、工业、交通、建筑、钢铁等行业,资源消耗依然较高,亟须通过一系列技术措施实现节能降耗。

那么,实现“碳中和”目标,需突破哪些技术瓶颈?

在王元丰看来,在能源领域,要突破智能电力系统关键技术,支撑构建清洁低碳安全高效的能源体系,未来“分布式智能网络”将成为电网主体。在交通领域,碳排放涉及公路、铁路、航空、海运等多个部门,要加快发展锂电池及氢燃料电池动力技术,并与无人驾驶等新一代智能技术耦合,形成绿色低碳运输方式,让汽车不仅是一种交通工具,还能成为智能移动空间。

在建筑领域,不仅要向绿色、低碳甚至零碳方向转变,其设计、建造、使用乃至拆除的理念也要发生改变。王元丰表示,未来的建筑会是“一座发电厂”,光伏发电板、风机、地源热泵产生的电力供应建筑自身,多余的电输出到电网。此外,建筑上大量使用物联网、人工智能和大数据等技术,使其成为一个大的“数据终端”。

王元丰强调,在推进“碳中和”过程中,更多要依靠市场机制、行政措施,从高质量发展的角度,提前做好谋划,加强科技创新布局。此外,还应加大基础研究投入,同时加强人才培养,依靠年轻人支撑新技术的应用实践。

“中国已经基本完成工业化进程,未来要更多依靠科技创新,使经济发展与资源能源高消耗脱钩,抓住人类向绿色、低碳和零碳转型的机遇,建设现代化的生态文明国家和社会。”王元丰说。

“中国已经基本完成工业化进程,未来要更多依靠科技创新,使经济发展与资源能源高消耗脱钩,抓住人类向绿色、低碳和零碳转型的机遇,建设现代化的生态文明国家和社会。”王元丰说。

“中国已经基本完成工业化进程,未来要更多依靠科技创新,使经济发展与资源能源高消耗脱钩,抓住人类向绿色、低碳和零碳转型的机遇,建设现代化的生态文明国家和社会。”王元丰说。

“中国已经基本完成工业化进程,未来要更多依靠科技创新,使经济发展与资源能源高消耗脱钩,抓住人类向绿色、低碳和零碳转型的机遇,建设现代化的生态文明国家和社会。”王元丰说。

“中国已经基本完成工业化进程,未来要更多依靠科技创新,使经济发展与资源能源高消耗脱钩,抓住人类向绿色、低碳和零碳转型的机遇,建设现代化的生态文明国家和社会。”王元丰说。