

中国科学家在世界上首次发现自然界中存在金属铀,引发国内外广泛关注。10月14日,中核集团在核工业北京地质研究院举行发现金属铀媒体见面会,由项目负责人李子颖研究员和他的团队,向公众介绍了金属铀的发现及其背后的故事。请看

# 自然界金属铀是如何被发现的

本报记者 于德福  
通讯员 单广宁

在媒体见面会上,媒体记者们见到了这个三代同堂的研究团队。随后,年近80岁的黄志章研究员、李秀珍高工,60年代出生已经成长为博导、铀矿地质首席专家的李子颖,以及刚进入团队才两年的80后郭建与大家分享了他们发现自然界金属铀的心路历程。

排除万难深入研究,创新方法终得正果

谈到这一成果,78岁的研究员黄志章坦言,是核工业北京地质研究院三代人持续20多年研究的结果。

据他介绍,作为国内铀地质基础研究的重要基地,长期以来,核工业北京地质研究院一直致力于国内铀矿床成因等基础性研究,并取得了诸多成果。其中花岗岩铀矿理论,还打破了国际铀地质界花岗岩内不能成矿的认识。

秉承创新这一传统,从上世纪90年代始,核工业北京地质研究院在国家国防科工局、中核集团等的资助下,对我国探明矿床数量第一、研究程度相对较高的花岗岩型铀矿的成因,开展了深入研究,以求通过进一步的理论创新,发掘这类已知矿床类型的资源潜力,为国家核能发展提供充足的资源保障。

对热液型铀矿床的成因,传统认识是铀以六价形式迁移被还原成矿的。以这一认识为指导,该团队以我国南方研究程度相对较高的贵东、诸广花岗岩型铀矿床为对象,在矿床成因上进行了深入研究。但研究越深入,他们的疑惑就越大:深部出现低价铀,而且成矿实验也表明,四价铀也是可以流体中迁移的,而这与传统认识是有矛盾的。

1997年,在德国取得博士学位的

李子颖,回到核工业北京地质研究院加入团队,并从1998年开始领导这一方向的研究工作。虽然在德国取得学位,但博士论文做的是埃及的项目,为开阔思路打开了眼界。李子颖说,国外学习的经历,让他有机会了解并实地考察了许多国际上知名的铀矿床,其中就包括铀品位平均达到20%、富矿段甚至达到80%的加拿大McArthur铀矿床。在自然条件下达到如此高的品位,显然不是简单氧化还原过程能形成的。

于是一个新的推测在李子颖心中慢慢形成,并提出了热液铀矿热点成矿作用认识:热液铀矿的来源可能在地球深部,铀是在岩浆-热液体演化过程中在晚期的流体中富集,成矿流体具还原性,铀是成矿流体进入近地表时,由于物理化学条件的改变而沉淀富集成矿的。

而要验证这一点,就必须进行铀元素价态和各价态所占比例的精细分析。

于是,自2011年开始,该研究团队开始通过各种方式,并主要采用了地学界尚不多用的光电子能谱分析技术,开展了铀元素成分和价态的研究。

尽管我是李子颖院长的学生,但一开始我对这一方法是抵触的。进入这个团队刚两年的郭建说,因为此前他的所有学习经历告诉他,光电子能谱方法一般被人们用于材料研究上,矿产特别是矿床成因研究,人们一般采用的是电子探针、扫描电镜等方法。但随着研究的深入,我越来越发现这一方法是一大创新,工作也由被动应付逐渐转变为主动参与。

同是78岁的李秀珍高级工程师的介绍,从另一个侧面显示了这一研究的艰难程度。一是铀元素极易氧化,因此样品必须新鲜,且不能氧化。这就意味着他们无法利用现成样品,必须到现场亲自采集并进行严格的技术处理。二是自己无光电子能谱分析手段,必须与人合作。但一听说要进行铀元素的分析,北京几家有此装备的

单位都一口回绝,毫无商量的余地,最后团队还是通过关系找到了湖北一家合作单位。三是要确保结果的代表性,就必须分析不同地域、不同成因、不同化合物甚至人工合成金属铀的价态形式,并进行比对。

到去年底,经过反复分析比对,对结果反复检验,团队最终认定自然界确实存在零价态的铀,即金属铀。尽管这次测定零价态金属铀的原子含量不足百分之一,但它毕竟存在,往深部可能更多。李子颖说。

打破科学界200多年形成的惯常认识

自1789年德国化学家发现铀元素以来,人们发现铀虽然广泛分布于地球中,但由于它的不稳定性和变价性,铀总是以化合物状态存在。李子颖说,此前,人们在自然界中还从未发现有自然金属铀,全世界的科学家也形成了自然界中没有金属铀的惯常认识。

以这一研究成果为主体,李子颖为首的研究团队写成了《自然界天然铀的发现及其意义》一文,被最新出版的《地质通报》(英文版)选为封面文章发表。以此为标志,一个已在国际科学界延续200多年的惯常认识被终结。

此外,这一原创性成果还具有多方面的意义。李子颖说,这些意义可以从以下几方面来理解:

一是矿产成因研究方法的借鉴意义。金属铀在地表或富含氧的环境中极易氧化,形成有价态的化合物,由于铀的这一特性,用常规的化学价态分析方法是很难分析发现零价态金属铀的。此次研究过程中,该研究团队采用的是光电子能谱方法,该方法是一种重要的表面分析技术,可以微区原位探测物质表面的化学元素组成、元素的化学价态和含量。此外,自然界形成的沥青铀矿,如果暴露地表或在含氧较多的环境中也

很容易氧化,也就是说其中的金属态铀也可能被完全氧化,这也是分析发现自然界中存在金属铀的难点之一。

光电子能谱的方法,不仅解决了铀分析的难点,也可用于其他金属矿产的分析。李子颖说。

二是对研究地球热的产生具有积极意义。铀裂变会产生热,有科学家认为铀裂变热或天然核反应产生的热,是地球热动力作用的重要热源。事实上,上世纪70年代法国科学家在非洲加蓬发现了发生在地球早期约20亿年前的天然核反应堆,美国科学家基于火山作用中检测到核裂变产物,认为地核可能存在核反应,是地球热的重要来源。

三是对追溯地质作用过程和地球演化也具有重要意义。人们认为,铀元素是66亿年前形成的。地球在形成时,铀的分布可能是不均匀的,这也可能是今天铀矿床分布不均匀或集中在某一区域的原因。由于铀在自然界中是一种非常活泼的元素,也是一种放射性衰变元素,对不同地质作用过程是敏感的且具有时间追溯性。

四是对找矿具有实际指导意义。这一发现还为揭示热液铀成矿作用本质机理和控矿要素提供了关键性依据,对研究铀的来源、地球热的形成和演化均具有重大意义。对铀矿找矿突破,也具有重要的指导意义。根据该项研究成果,热液型铀矿床中的铀,应来自地球深部,由于地球内部的还原环境,铀在地球内部以金属态或低价态形式存在。当成矿流体将铀带至近地表时,由于氧逸度不断提高,其中大部分铀与氧结合成四价或六价化合物,只有少部分铀仍然保持金属态。通过研究零价、四价或六价铀在热液铀矿床矿石中所占的比例,可以反映矿形成的深度,从而为铀成矿深度的定量预测和找矿突破提供依据。

这一成果表明,在已发现热液型铀矿床3公里以内范围内都还有找铀的前景。李子颖说。

科研中应给科学家一定的自由度

就在媒体见面会之前,国际原子能机构核燃料循环与核废物技术官员、铀矿地质专家哈里克里斯南·图赛德斯给团队首席科学家李子颖发来了贺信:在自然界发现零价金属铀是一项非常重要和激动人心的发现,对此表示祝贺!这项发现为铀在还原环境下沉淀成矿提供了充分的思想食粮。我认为,X光电子能谱方法也是一项非常重要的铀矿勘查工具,并对参与这项研究的核地研院同行表示问候!

这表明,以李子颖为首的科研团队的这一成果已得到国际同仁的高度认可。但在谈及这成果的形成时,团队代表们表示,这一重大发现并未专门立项。基于此,他们都表达了一个愿望:国家应在科研体制改革中,在科研项目形成给科学家预留自由发挥空间的机制。

建议在科研体制改革中对科研项目的预算进行改革,留出一部分经费允许科学家进行自由发挥研究之用。李子颖说,这对基础研究尤其重要,基础研究许多都是未知方向的课题。未知的除无法进行经费预算外,还存在失败的可能。

要允许科学家失败!李子颖此话一出,立即引起团队成员的共鸣,他们建议国家在强化应用科学研究的同时,要高度重视基础科学的研究。基础科学研究成果许多都是原创性成果,而原创性成果在科学技术进步中的拉动作用是无法估量的,往往发挥原动力作用。而且,缺失了这类原创性成果的支撑,应用研究也会成为无本之木。

结合找矿突破,李子颖建议,应进一步加大铀矿深部找矿工作,开拓第二甚至第三找矿空间,为我国未来核能发展准备好坚实的资源基础。

## 众筹有助于矿业解决投融资难

本报讯 矿业投融资难、通道窄,如何解决?在10月25日举行的2015世界众筹大会暨矿业掘金暨朋友圈专场上,北京国际矿业城矿业金融研究院秘书长吴汉生提出,众筹是解决这个问题的最佳选择。

吴汉生在谈及矿业项目的路演中指出,当前,中国经济步入新常态,经济增速由高速向中高速转变,产业结构正经历着新一轮调整与优化升级,中国对众多矿产需求明显下滑。受此影响,全球矿业需求市场已经连续四年呈现下行态势。目前,矿业价值被严重低估,是投资抄底的最佳时机。

吴汉生说,目前,矿业资本市场尚处于初期,地勘经济乃至整个矿业发展期待资本市场拉动。而矿业资本市场发展离不开第三方服务机构的参与,需要大量的矿业投融资服务,特别是创新的金融服务,众筹无疑是解决矿业投融资难、通道窄等复杂问题的最佳选择。他举例,仅2014年,海外能源矿产投资金融中介服务市场规模就达到7.33亿美元,潜在市场规模达到11.17亿美元。将来,矿业股权众筹交易服务、矿业产品消费服务、众筹风险检测服务、帮助矿业企业新开业以及海外上市、矿业投资移民服务等,都可以通过互联网和众筹实现长足发展。(王勋)

## 主要矿产品价格

(2015年10月26日)

| 品种           | 价格(元/吨)       | 产地/编号    |
|--------------|---------------|----------|
| 1#铜          | 39150-39170   | 旺旺上冶江铜   |
| A00铝         | 10270-10310   | 阳新兆丰青铜峡  |
| 1#铅          | 13350-13450   | 久隆白银株冶   |
| 1#锌          | 14190-14250   | 四川甘肃陕西   |
| 1#锡          | 95500-97500   | 云山云锡     |
| 1#镍          | 78000-78400   | 进口四川尼科金川 |
| 1#铍          | 38500-39500   | 云南广西     |
| 1#钴          | 210000-220000 | 金川赞比亚    |
| 1#电解锰        | 9950-11450    | 重庆四川湖南   |
| 磷铜合金         | 41200-41700   | 山东江苏     |
| 钨(pd>99.95%) | 164-166克/元    | 上海泽源     |
| 铟            | 13550-13650   | 河南山西     |
| 1#白银         | 3390-3410克千/元 | 国产       |
| 金属锆          | 61000-65000   | 进口锦州     |

## 应对黄金产品价格断崖式下跌

# 中国黄金如何苦练内功?

本报记者 于德福

面对断崖式价格下跌,黄金企业该如何应对?10月22日上午,在2015中国国际矿业大会矿业发展高层论坛上,中国黄金集团公司总经理、党委书记宋鑫,在演讲中讲述了该公司苦练内功应对矿业寒冬的秘笈。

宋鑫在演讲中指出,2014年以来,中国黄金集团公司通过推进优化五率(采矿损失率、矿石贫化率、选矿回收率、设备运转率、劳动生产率)累计实现增效4.4亿元,今年前9个月,通过降低五费(工程费用、采掘<剥>费用、采购费用、制造费用、管理费用)累计实现增效2.12亿元,通过实施大宗物资集中采购,节约费用约8573万元。可以说,优化五率、降低五费、降本增效,为企业打造了又一座金山。

中国黄金集团在项目建设和技改工程中,倡导设计上的节约是最大的节约,设计上的浪费是最大的浪费,和建设不完、优化不止的项目投资理念,2014年以来,在建及可研的项目合计减少投资46.8亿元。

此外,黄金集团面对不利的市场环境和资金成本压力,实施资源开发和探矿增储并重,确保地探投入不减少,确保企业在生产矿产的同时,保有资源储量仍持续上升。他们坚持不懈地加强产学研结合,提升科技创新对效益的支撑能力。2014年

投入1.38亿元,开展重大科技项目7个。参加了国家安监总局四个一批项目中深井课题的研究,针对滑坡、岩爆、深井开采等技术难题,积极开展技术攻关。连年组织召开了专家、院士座谈会,为集团公司十三五科技发展把脉问诊。

宋鑫说,在练好内功的同时,中国黄金集团公司还积极履行了央企社会责任,始终把安全环保作为第一责任、第一使命来抓。截至2014年底,集团共有30家矿山成为国家级绿色矿山试点单位,占全国黄金行业绿色矿山总数的45%。自2011年以来,连续发布社会责任报告,其中2013年、2014年连续两年荣获五星评价。

在国家一带一路战略机遇实施后,集团在公司在联手俄罗斯最大的黄金生产企业极地黄金公司后,还密切跟踪了一批一带一路沿线项目,并在项目总承包、设备进出口、合金铜物料进出口、国际物流贸易、设计承揽、科技研发等业务上寻找合作机会,开启了中国黄金在国家一带一路战略下的走出去新征程。

宋鑫说,正是因为练好了内功,使中国黄金集团公司在金价断崖式下跌中,仍收获到黄金资源储量、矿产产量、精炼金产量、黄金投资产品市场占有率、黄金选冶技术水平、上海黄金交易所综合类会员实物黄金交易量六项指标,连续5年位列国内行业第一好成绩。

去的发展战略。第二,采取根据地式的发展模式。根据海外矿业会的发展特点,在在项目所在地建立子公司,建立根据地。目前中矿资源已经在赞比亚、津巴布韦、刚果(金)、印度尼西亚、马来西亚、加拿大、阿尔巴尼亚等7个国家建立了自己的根据地。第三,恰当处理社区关系,做好项目管理的本地化。第四,借助上市企业资本市场的广阔平台,积极寻找并购项目,扩大企业规模。(张津伟)



2015年中国国际矿业大会期间,山东省地矿局纪委书记卢士斌(左一)专门来到该局展台,指导展台布置和展会宣传交流工作。图为卢士斌在该局探矿厂钻机展位,听取工作人员情况汇报。赵祥兵 报道

# 负起社会责任 打破资源诅咒

国际矿业大会论坛关注矿业企业社会责任

本报记者 程秀娟

矿业的可持续发展至关重要。我们需要探讨良好的公共治理、企业社会责任,让矿业企业更积极地发挥作用,促进当地经济发展。在2015中国国际矿业大会以公共部门治理和企业的社会责任为主题的分论坛上,世界银行集团全球能源和采掘业行动高级总监安妮塔·乔治女士,表达了她对矿业企业如何助力可持续发展的重点关切。

来自加拿大勘探开发者协会的丹尼斯·乔恩,也与大家分享了他的感受。他说:我参与矿业已经有40多年历史,早期不知道企业社会责任这个词,只知道做技术,不关心社会和环境问题,而这些问题实际上都是非常重要的,是矿业企业成功的关键。他说他非常高兴地看到,在中国国际矿业大会上,这个话题被重视、被关注。中国是一个很有影响力的国家,中国在这方面的重视,必将为矿业发展带来良好的影响。

谈及矿企社会责任的问题,中国

五矿化工进出口商会外联处的孙立会处长抛出了问题。国际上一些资源丰富的地方,并没有因为资源的开发给本国人民带来幸福,而是形成了资源诅咒,资源越丰富的地区,也是冲突越严重的地方。

孙立会认为,企业越不在社会责任方面投入,出现问题的几率就越大。短期看,社会责任方面的投入不会带来利润,但从中长期看,如果不投入,则会带来风险。企业走出去,往往只注重政策许可,而忽视了社会许可。很多出现问题的薄弱环节,恰是因为忽视了社会许可。

分析负责任商业行为遇到的困难和挑战,孙立会认为主要有四方面:一是相关社会责任要求尚未同有关政策措施联动,约束机制和激励不匹配;二是缺乏熟悉负责任工商业行为的专业化、国际化人才;三是国内资本大多热衷慈善和公益,鲜有政府、行业、基金和企业提供专项资金支持社会责任公共服务项目;四是国内企业社会责任意识和能力仍然较弱,雷声大雨点小。

来自中国银行业的一名金融人士

表示,中国公司要扩大全球业务,不仅中国政府会要求企业担负起社会责任,金融市场也会有这样的要求。这是一个趋势。他以国内一家矿企为例。这家矿企在香港融资时,因为被曝出在国内采矿时造成了下游污染,结果,该矿企股票立即暴跌。

可喜的是,越来越多的公司已开始注重履行社会责任。

中国黄金集团副总经理刘冰,介绍了中国黄金集团在履行社会责任方面的做法。他得出的结论是,通过履行社会责任,能提高企业的竞争力和影响力,切实关注相关利益方,能帮助企业识别经营中可能面临的各种风险。

安徽外经建公司副总裁宋晓梅分享了他们公司在非洲的成功经验。一是在实施项目过程中,诚信经营、品牌至上,积极做好当地所在国的公共关系的维护,与当地政府和社区广泛交流。二是组织力量对当地的政治经济形势、投资环境、自然环境等进行摸底。三是在国外实施属地化管理,通过项目的实施,培养本公司经营管理人才,在锻炼队伍的同时雇佣培养当

地有熟练技术的员工。四是重视企业社会责任,积极参与所在国公益事业,为解决当地的劳动就业,促进所在国经济发展,为中非经贸往来作出贡献。

据介绍,外经建公司与同仁医院、海航合作在非洲组织了多次光明行,海航飞机把非洲白内障病人运到中国来治疗白内障,同仁医院的专家组飞到非洲给当地眼疾患者治病,所有的费用都出自这个公司。非洲民众交口相传,中国矿区非常安定。

中国交建海外事业部副总经理张保中,将公司在非洲肯尼亚的做法概括为融合、参与、分享。在当地,该公司捐助学校,培训并雇佣当地民众,和当地社会、公司、百姓共享项目发展带来的优势,获得好评。

来自澳大利亚矿业社会责任中心的Vlado Vivoda,盛赞中国五矿在澳大利亚所作的努力。中国五矿澳洲分公司在关停一个矿山时做了各种准备工作,为闭矿做好准备,为复垦做好准备,为当地人带来好处。他认为,中国五矿在企业社会责任践行方面,做得非常好。

中矿地质勘查协会  
内蒙古有色地勘局

云南省地矿局  
新疆地矿局

内蒙古地矿局  
河南省地矿局

福建省地矿局  
山西省地矿局

辽宁省地矿局  
安徽省地矿局

山东省地矿局  
浙江省地勘局

江苏省地矿局  
四川省地矿局

(排名不分先后)