

我国铀资源勘查状况及发展前景

张金带, 李友良, 简晓飞

(中国核工业地质局, 北京 100013)

[摘要] 概略介绍了我国铀矿地质勘查简史及已探明的铀资源的总体状况, 分析了我国铀矿资源“矿床数量多、矿石性能好、产出较集中”的特征, 认为有自身的特点和优势, 并针对我国国土铀资源勘查程度较低的实际, 指出: 要提高国内天然铀的保障程度, 必须从现在开始加大勘查投入力度, 尽快发现和探明一批大中型铀矿产地, 阐述了我国 50 多年来在铀资源勘查中取得的主要科技成就; 根据我国铀矿勘查、科研能力和丰富的铀资源潜力, 提出了实施“立足国内”与“开拓国外”相结合的铀资源勘查战略, 以确保满足我国核工业对铀资源的需求。

[关键词] 铀资源; 勘查; 潜力; 前景

[中图分类号] P619.14 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2008)01-0054-07

1 我国铀资源勘查的总体状况

1.1 我国已探明的铀资源状况

1.1.1 勘查简史 我国铀矿地质勘查工作始于 1955 年, 通过半个世纪系统性的全国铀矿区域地质调查和重点地区的普查、详查、勘探工作, 找到了多种类型的铀矿床, 探明了数量可观的铀矿资源储量, 为新中国核军工和核电工业的发展提供了良好的铀资源保障条件。

我国铀矿地质勘查在 20 世纪 50 年代时还处于初始摸索阶段。这一阶段主要是借鉴前苏联的经验, 类比参照当时世界上已发现铀矿床的地质成矿条件, 在新疆和华南地区部署开展铀矿找矿工作, 发现了第一批含铀煤型(煤岩型)、砂岩型、花岗岩型等类型的铀矿床; 此外在湖南还发现了产于中生界硅岩破碎带中的铀矿床, 在西南、东北地区也发现了其他类型的铀矿, 初步展示出我国具有良好的铀矿找矿前景。同时, 地质工作者于 1957 年、1958 年勘探出蒲魁堂、达拉地、坑口、金银寨、汪家冲等第一批可供矿山开采的铀矿床。1958 年 5 月, 我国开始建设第一批铀矿山和第一个铀冶炼厂, 我国的核燃料工业从此诞生。

进入 20 世纪 60 年代, 国家在全国各大区部署开展大规模的铀矿找矿工作, 华南花岗岩型、碳硅泥岩型铀矿勘查工作取得了很大发展, 尤其是在花岗岩岩体内的硅化破碎带中找到了高品位铀矿体, 在岩体外带的含碳沉积变质岩中也取得了找矿突破; 在华东地区中生代中酸性火山岩中发现了较大规模的铀矿床; 在西北地区发现了花岗岩型铀矿床; 在滇西地区发现了新生界地层中的含铀煤型、砂岩型铀矿床。60 年代中后期铀矿找矿主战场转向南方。60 年代至 80 年代, 铀矿勘查成果得到全面大发展, 同时大大深化了对全国铀矿成矿地质条件和区域成矿规律的认识。花岗岩型铀矿的发现, 拓宽了现有的找矿领域, 除燕山期岩体外其他时代的花岗岩体也有新的发现。火山岩型铀矿勘查取得新的突破, 在江西、浙江、河北、内蒙古、福建等地的多种火山结构、岩石组合中发现了一批较大规模的铀矿床。碳硅泥岩型铀矿勘查也有了进一步的发展, 除寒武系、震旦系地层外, 在泥盆系、石炭系和志留系地层中也发现了铀矿床。探明了如相山、下庄、诸广、鹿井、青龙、苗儿山、大洲、盛源、白面石、河草坑、大湾、全州、若尔盖等一批著名的铀矿田和一批具有相当远景潜力的矿化集中区, 形成了 5 个铀

[收稿日期] 2007-08-18

[作者简介] 张金带(1950-), 男, 浙江永康市人, 研究员级高级工程师, 中国核工业地质局总工程师

成矿省和十几个初具规模的铀成矿带^[1]。

20世纪90年代,国家对地质勘探的投入锐减,地质勘探单位也不堪重负,铀矿地质勘查也随之调整了战略布局,收缩铀矿勘查战线,把重点调整为主攻北方中生代盆地地浸砂岩型铀矿,开辟了新疆伊犁盆地地浸砂岩型铀资源基地,同时发现了吐哈盆地南缘地浸砂岩型铀矿床具有较好的潜力。南方铀矿勘查则逐步趋于停顿,新探明的铀资源储量也十分有限。但尽管在此期间铀矿勘查处于历史低谷,成矿规律的研究和总结工作却取得前所未有的进展,完成了一系列区域性和全国性的铀矿地质编图工作和部分编著工作。

进入21世纪,地质勘查开始逐步复苏,随着“主攻北方地浸砂岩型铀矿”勘查战略的继续实施,系统推进中生代沉积盆地地浸砂岩型铀矿的调查评价和勘查,不仅使新疆伊犁、吐哈盆地地浸砂岩型铀矿得到了扩大和发展,成为超万吨级的铀资源基地,而且内蒙古鄂尔多斯盆地、二连盆地砂岩型铀矿找矿取得重大突破,其中在鄂尔多斯盆地东北部发现了一个特大型砂岩型铀矿床^[2]。从2006年开始,南方重点铀成矿带、矿田的勘查工作得到恢复,部分重点地区已初见成效,取得了较显著的找矿成果。随着我国核电发展对天然铀需求的不断增加,迫切需要发现一批新的铀矿产地以提高铀资源的储备,历史又为铀矿地质勘查提供了新的发展机遇,铀矿地质勘查跨入一个新的发展时期。

1.1.2 已探明铀资源储量的基本特点

1) 资源分布广。我国铀资源分布广泛,现已探明的近350个铀矿床分布于23个省(自治区),中东部、南部地区的赣、粤、湘、桂、浙、闽、皖、冀、豫、鄂、琼、苏等12个省(自治区)的铀资源占已查明的储量的68%;西部地区及东北地区的新、蒙、陕、辽、甘、滇、川、黔、青、黑、晋等11个省(自治区)占已查明的铀资源储量的32%。

2) 产出相对集中。我国已查明的铀矿资源主要集中于5个铀成矿省和3个铀成矿区*,即华南活动带铀成矿省、扬子陆块东南部铀成矿省、天山铀成矿省、祁连—秦岭铀成矿省、华北陆块北缘铀成矿省,以及鄂尔多斯盆地铀成矿区、二连—侧老庙盆地铀成矿区和滇西铀成矿区,全国69%的已查明的铀资源储量分布于3000t以上的矿田和单个产出

的矿床。此外,铀矿成矿时代多,但多数集中分布在中新生代,最老的有吕梁期的铀矿化,最新的一直延续到新第三纪和第四纪。

在行政区划地理分布上,全国76%的已查明的铀资源储量位于产于赣、粤、湘、新、桂、蒙等6个省(自治区)。

3) 矿床类型多。我国铀矿床按含矿主岩划分多达10个类型,其中以4大类型为主。花岗岩型铀矿资源储量所占比例为38.8%,火山岩型为26.9%,砂岩型为14.2%,碳硅泥岩型(含碳酸盐岩型)为13.4%,碱性岩型、伟晶岩型、煤岩型、磷块岩型等其他类型约占6.7%。

4) 单个矿床规模较小。我国已探明的铀矿床以中、小规模为主。全国已提交的3000t以上的大型矿床有20余个,其余为中小型矿床。

5) 矿床以中低品位为主,矿体厚度较小。矿床的矿石品位多数在0.1%~0.3%之间,占总资源储量的60%,而高于0.3%的富矿只占7%,低于0.1%的铀矿占33%。矿体厚度以1~5m为主,占总资源储量的73.6%。

6) 共生、伴生的矿产种类多。目前已经发现与铀伴生的有钍、钼、锆、钒、铀和稀土等元素,但综合利用程度较低。代表性矿床有云南省临沧大型锆-铀矿床,河北省沽源县张麻井大型铀-钼矿床等。

对比分析我国铀矿床与世界主要产铀国铀矿床的规模、分布等特点,可以看出,我国铀矿床也有自身的特点和优势。以往多将我国铀矿床与铀资源禀赋条件优越的澳、加等国的大型、超大型铀矿床相比进行评价,认为我国铀矿床产出具有“小、贫、散”的特点,这里有客观的一面;但类似澳、加等国的大矿、富矿在全球范围内毕竟是罕见的,是特定地质成矿条件下的产物。由于我国陆壳经受了多期次的地质构造运动,多旋回造山带、多旋回沉积盆地、多旋回构造—岩浆—成矿作用及晚期成矿对早期成矿进行叠加改造等都十分明显,具体分析我国铀矿床其实是“小而多、贫而可用、散而相对集中”,即具有明显的“矿床数量多、矿石性能好、产出较集中”的特征。“小而多”不仅是矿床数量多,而且铀矿类型多、成矿地质时代多、矿床成矿期次多、分布区域多等。“贫而可用”是指我国铀矿资源储量虽然以中低品位为主,高于0.3%的占93%,但矿石类型普遍较好,水冶加工性能良好,大多在

* 黄净白,黄世杰,张金带,等.中国铀成矿带概论[M].内部出版,2004

技术上可行,可以被经济利用。我国铀矿床的品位如果放到全球范围统计对比,也接近一般性的统计特征。据1995年对世界582个铀矿床统计(不含中国)^[3],平均品位高于0.3%的占11%,而低于0.3%的占89%。另外,长期不变的计划体制下的铀产品价格也是导致认为我国铀矿品位偏低的一个重要原因,如果按市场价格评价则必将是另一种结果。“散而相对集中”是指铀矿床的产出相对集中,普遍“扎堆”和“群居”,单个矿床的规模虽小,但主要集中在数量有限的矿田和矿化集中区,而一个矿田或矿化集中区的面积大多在200~400 km²范围,矿床开采时的矿石运输、水冶加工也是比较方便和经济的。

1.1.3 已探明铀资源储量对核电发展的保障程度 我国已提出了到2020年核电装机容量达到4×10³万kW的发展目标,根据这一目标进行测算,核电所需天然铀将由目前的每年约1×10³多t增加到7×10³多t,若全部由国内供应,相应的国内年消耗铀矿储量将由近2×10³t增加到9×10³多t。按一台百万kW核电机组60年全寿期运行需要消耗1×10⁴t天然铀计算,4×10³万kW核电机组全寿期运行需要消耗40×10⁴t天然铀,加上2020年在建的1.8×10³万kW装机容量,满足这些核电机组全寿期运行所需的天然铀需要消耗80多万t铀矿储量。综合分析我国现已探明的铀矿储量情况,近期内天然铀的供应能够得到保证,但与中长期的需求量之间差距较大,若按矿山保持稳定生产考虑,还应有适当的储采比作为保障。因此,中长期的天然铀供应保障程度还是较低的,而铀矿床从地质找矿、勘探到矿山建设一般需要10多年的时间,要提高国内天然铀的保障程度,必须从现在开始加大勘查投入力度,以尽快发现和探明一批大中型铀矿产地。

同时,应积极在可以较经济、安全可靠地获取国外铀资源的有利时期尽可能使用一部分国外开发的份额铀或进口铀。从长期的天然铀安全供应角度考虑,无论从弥补国内铀资源相对不足,还是从谋求全球视野的多元化供应来考虑,都应积极采取措施走“两种资源、两个市场”的道路,积极开拓并获取国外铀资源,以建立多元化、国际化的安全稳定的天然铀供应保障体系,从而确保我国核电中长期发展的天然铀供应的战略安全。

1.2 我国国土铀矿地质勘查程度

我国铀矿地质工作程度总体上还是比较低的。

我国专门针对铀矿进行勘查和区域评价的地区可分为4类:第一类是工作程度高的地区,一般已开展大于或等于1:5×10⁴比例尺的评价或经过普查、或详查、或勘探的地区,主要指现有的矿田及其外围、矿化集中区及其外围和单个矿床产出的地区及其外围等,总面积仅约10×10⁴ km²;第二类是工作程度较高的地区,一般做过1:5×10⁴~1:10×10⁴的区域评价,主要指现已划定的铀成矿区、带,仅约100×10⁴ km²;第三类是工作程度较低的地区,一般在硬岩型铀矿找矿地区做过1:20×10⁴的区域评价,在北方沉积盆地寻找地浸砂岩型铀矿的地区做过1:50×10⁴的区域评价,共计100多万 km²;第四类就是工作程度极低或空白的地区,所谓工作程度极低一般是指仅仅依据国家公益性地质调查资料只做过小于1:50×10⁴比例尺的编图预测。我国以上铀矿地质工作程度表现出2个问题:一是地区分布失衡,工作程度高或较高的地区主要分布在华东南地区和北方的部分地区,整个西北部、西南部和东北部的的工作程度普遍较低,甚至还有大面积的空白区;二是各阶段工作的比例失衡,铀矿地质工作分1:50×10⁴、1:25×10⁴、1:5×10⁴等比例尺的区域调查评价和普查、详查、勘探等勘查阶段,即以以往勘查工作过分集中在点上,面上的区域调查和评价工作较为薄弱。分析其原因有3个方面:一是国家总投入不足,用于铀矿地质区域调查和评价的前期基础工作的费用不多,历史上有“快找快交”的指导思想,即一旦发现矿,就要求加快勘探,尽快提交储量,经费较集中地用于点上勘查和浅部勘查;二是历史上受国家宏观政策影响,固体矿产勘查工作大起大落,铀矿勘查也不例外,20世纪90年代初以来跌入长达10多年的“历史低谷”,其中“八五”、“九五”10年间累计投入的钻探工作量不及历史上最高年份1年的工作量;三是体制机制问题,我国铀矿勘查的投入是中央财政单一计划投资、勘采分离的体制,2000年之前也是队伍庞大、地质勘探单位办社会、各种负担极其繁重的一种地质勘探运行机制。上述历史形成的问题直接导致的结果是:国土大面积的铀矿勘查程度偏低,使探明的资源储量的数量受限;1:25×10⁴~1:5×10⁴及1:2.5×10⁴的铀资源潜力评价工作、物化探测量工作等所占比例太低,铀矿找矿后劲不足,后备基地缺乏;同时也严重影响了铀矿勘查的进程,制约了对我国铀资源蕴藏潜力的分析和评价。

2 我国铀资源勘查的科技成就

从 20 世纪 50 年代后期至今,核地质系统逐步建立起以核工业北京地质研究院和全国 6 个地区性铀矿地质研究所及部分地质院校为支撑的独立而完整的铀矿地质科研体系,培养了一支机构健全、专业配套,并拥有一大批优秀学科带头人的科技攻关队伍。50 年多来,地质勘探单位本着“科技兴业”的方针,以科技创新为核心,坚持“产、学、研”相结合,积极开展对外交流,与美国、俄罗斯、加拿大、澳大利亚、法国、日本、哈萨克斯坦、乌兹别克斯坦等 30 多个国家以及国内相关院校和科研机构进行了广泛的科技交流与合作,承担并完成了铀矿地质科研课题近 4 000 项,其中包括大批核地质生产中科研、国防预研、核能开发、国防基础研究、国防技术基础研究、国防民用专项、核设施退役与放射性废物治理专项、国家“三〇五”和“九七三”及国家自然科学基金等重大科技攻关项目,在铀成矿理论、铀矿勘查方法与技术研究以及核地质技术标准体系的建立等方面取得了丰硕的成果。

1) 对我国花岗岩型、火山岩型、碳硅泥岩型和砂岩型等 4 大类型铀矿的地质特征和成矿规律进行了深入研究,建立了火山岩型铀矿双混合模式、花岗岩型铀矿双重成因模式等铀成矿模式,形成了具有中国特色的铀矿成矿理论和找矿理论。其中,花岗岩型铀矿和火山岩型铀矿的研究成果居世界先进水平,碳硅泥岩型、含铀煤型和碱交代型铀矿研究成果也受到国内外同行的重视。近 15 年来,又在引进和吸收前苏联“水成铀矿”外生铀成矿理论的基础上,通过在我国北方广泛的科研和生产实践,进一步丰富和发展了层间氧化带砂岩型铀矿成矿理论和找矿技术,建立了适合我国地质条件的成矿预测评价模式和砂岩型铀矿成矿模式,成功地指导了我国中新生代盆地地浸砂岩型铀矿的勘查工作,并在该领域取得重大突破^{[2][4]}。

2) 编著出版了《中国铀矿找矿指南》、《中国铀成矿带概论》、《华东铀矿地质志》、《华南铀矿地质志》、《中南铀矿地质志》、《西南铀矿地质志》、《东北铀矿地质志》、《中国北西部铀矿地质》、《花岗岩型铀矿论文集》、《碳硅泥岩型铀矿论文集》、《热液铀矿床蚀变场及蚀变类型》、《华东南中生代伸展构造与铀成矿作用》、《燕辽成矿带西段火山盆地铀成矿条件及远景评价》、《赛马碱性岩与成矿作用》、《汞法找矿》、《中国铀矿地质研究成果

荟萃》、《地幔流体与软流层(体)地球化学》、《中国铀矿构造与成矿演化》、《铀矿床储量计算》、《华北地台铀成矿条件和找矿远景》、《铀矿物探》、《中国铀矿物》、《中国热液铀矿基本成矿规律和一般热液成矿学》等 100 余部学术专著,从不同层面和角度反映了我国铀矿地质领域较高的理论水平和成熟的技术方法,并构建了一套完善的铀矿地质理论和找矿方法的体系。创办了全国中文核心期刊、中国科技核心期刊《铀矿地质》、《世界核地质科学》等多种学术期刊,从 20 世纪 60 年代初至今,《铀矿地质》出版发行 217 期,发表 3 000 余篇科技文章;《世界核地质科学》出版发行 150 期,发表 2 500 余篇科技文章,受到国内外地质界的重视。

3) 掌握并开发了多种综合找矿方法与技术,其中航空放射性测量技术、径迹、钋法、活性炭、氦管法等系列氦法测量技术,小口径人造金刚石钻探技术和地浸砂岩型铀矿钻探技术,核废物地质处置技术等居于国际、国内先进水平。同时,研制了各种放射性测量仪器,实现了主要找矿、测试仪器的国产化 and 系列化。

4) 新发现芙蓉铀矿、湘江铀矿、斜方钛铀矿、腾冲铀矿、盈江铀矿和单斜蓝硒铜矿等 6 种矿物,并获得国际矿物学家协会正式承认。

5) 较早地开展了同位素地质工作,特别是铀铅法的应用居于国内领先地位,不仅为认识铀矿成矿规律,也为我国基础地质研究提供了重要资料。在稳定同位素地质、成矿作用物理化学试验、气液包裹体、数学地质、遥感地质等方面也均取得了很好的研究成果。

6) 编制并发布核行业铀矿地质技术标准近 150 项,涵盖了与核地质有关的所有专业,建立了核地质标准化体系,保证了各技术领域规范化开展工作。

几十年来获省部级以上奖 1 091 项,其中:获国家科技大会奖 37 项,国家优秀产品奖 6 项,国家自然科学基金 1 项,国家发明奖 8 项,国家科技进步一等奖 3 项,国家科技进步二等奖 6 项,国家科技进步三等奖 4 项;获省部级一等奖 24 项,二等奖 133 项,三等奖 575 项,四等奖 282 项,其他奖 12 项;有 4 人获得李四光奖,1 人获得黄汲清奖,6 人获得中国地质科技青年奖。

3 我国铀资源潜力

全国铀资源潜力预测评价不及油、气、煤等矿

产做得及时,除了勘查投资体制不同的原因外,主要是因为铀矿地质前期预测评价工作投入太少,空白区、工作程度低的地区面积所占比例太大,给资源潜力分析带来难度。尽管这样,经过多方面的科学论证,认为我国铀成矿地质背景有2大 有利因素,一是我国东部是世界环太平洋铀成矿带的重要组成部分,北部又是欧亚大陆矩形纬向铀成矿带的重要组成部分,有关国家在这两大成矿区域已探明不少大型、特大型铀矿床,我国境内也探明了一大批铀矿床,因此,我国铀成矿地质构造背景十分有利;二是我国铀矿形成于多种地质构造环境,我国已发现的超大型铀矿床虽然少,但铀矿类型多,成矿期次多,跨越的地质时代多,这也是相对于其他一些国家的一个优势。我国铀资源潜力具体可以从以下5个方面来认识。

1) 矿点潜力大。1985年至1991年完成了第一轮总量预测,获得一批数据,其中各重点成矿区带的预测量就有当时已探明量的数倍,有许多远景区未曾进行详细评价和必要的勘查,有的刚刚有所发现或只见到星星(指矿点、矿化点、异常点)未见到月亮(大一点的矿床)的时候,勘查工作就因经费问题下马了,实际的潜力应是很大的。

2) 深部找矿潜力很大。过去主要局限于300~500 m深度之内找矿,现在对认为500~1 000 m深度有很大的潜力已经没有太多争论,国外有许多矿床提供了地质依据,国内在江西、广东等省也有4个铀矿床在500~1 000 m深度探明了一定的资源储量,如著名的邹家山铀矿床,至于1 000 m深度以下的铀资源潜力还有待进一步认识和探索。

3) 铀矿地质工作程度低的地区和空白区面积大。这些地区多金属矿产勘查和预测评价工作做得很广泛、很细致,从现已划分的多金属成矿区带来看,潜在资源十分巨大,根据地质成矿理论,铀与其他多金属元素成矿有很多成因联系,受很多共同的地质历史事件作用,可以认为铀资源也有其丰富的蕴藏潜力,目前正在组织实施第二轮全国铀资源潜力预测评价项目,到“十一五”后期就可获得新的数据。

4) 要以动态的观点看待矿产资源的经济可利用性。资源的经济利用有时空性,有些矿产在过去是不能经济利用的,但现在或今后会变成可经济利用的;同样质量的资源,在这个国家或地区可能是不能经济利用的,但到了另一个国家或地区又是可

经济利用的。按照目前和今后发展趋势,我国越来越多的铀资源将由过去不能经济利用变为可经济利用,这相当于增加了一定的资源储备。

5) 非常规铀资源的潜力较大。所谓“非常规铀资源”是指“那些品位很低的、目前尚不具经济意义或者其中的铀仅仅作为次要副产品回收的铀资源”(《地球科学大辞典》245页,2005)。我国“非常规铀资源”主要有以往提交的矿床中尚未估算的品位低于0.03%但高于0.01%的铀资源、产于磷酸盐岩中目前尚不能利用的铀资源、煤岩型铀矿床中的铀资源、北方沉积盆地中赋存于泥岩—泥砂岩等低渗透性地层中的铀资源、碳硅泥岩建造中的低品位铀资源、矿山生产结束后残存的铀资源及其他铀资源(如海水中的铀资源)等。其中有的分布较广,如碳硅泥岩建造中的低品位铀资源,需要做一些研究和探索,但笔者也不赞同以某个矿点的平均品位、平均矿化厚度和平均密度乘以出露地层的面积估算潜在的资源量,因为任何金属元素在某一地层中的矿化分布都是极不均衡和十分有限的。

4 我国铀资源勘查的发展战略及发展前景

4.1 发展战略

坚持利用“两种资源,两个市场”、“立足国内,开发国外”的原则,认真贯彻落实科学发展观,加大国内铀资源勘查力度,积极开辟潜在铀成矿区带、空白地区的后备铀资源基地,充分挖掘已知主要铀成矿带、矿田的资源潜力,大幅度增加铀资源储量储备;积极开展国外铀资源勘查,逐步构筑以国内供应为基础、国外供应为补充的全球铀资源配置体系,以提高铀资源对我国核工业可持续发展的保障能力。

4.1.1 国内勘查 加大铀成矿远景区、空白区的调查评价力度,尽快查清我国铀资源的总体潜力,为国家制定核电发展的更长远规划提供依据;北方主攻地浸砂岩型铀矿,南方扩大、落实硬岩型铀矿,突出重点,点面结合,着眼寻找和落实更多大中型铀矿床,为实施铀矿“大基地”战略扩大铀资源储量。

4.1.2 国外勘查 以世界上铀资源禀赋条件优越的国家为优先考虑对象,在综合评估投资对象国铀资源勘查开发风险的基础上,获取有利成矿远景区块的探矿权,采取独家风险勘探、合作风险勘探等多种方式,以发现和探明“整装”储量进行单独开发

或获取“份额”储量进行联合开发，为我国建立中长期国外天然铀的稳定供应渠道提供资源基础。

4.2 总体部署

4.2.1 国内勘查 实施“北方主攻地浸砂岩型铀矿，南方扩大、落实硬岩型铀矿”的勘查战略，坚持“合理部署，科学勘查；以人为本，不断创新；立足普查新增，择优详查勘探”的原则，开展铀成矿远景区和空白区的铀资源区域调查评价及重点铀成矿带、矿田的地质勘查，尽快探明一批大中型铀矿床，落实新的铀资源后备基地，提交一批可供矿山建设的资源储量。

1) 主攻中新世代沉积盆地地浸砂岩型铀矿。继续加强北方地区新疆、内蒙、甘肃、宁夏、陕西、辽宁、吉林和黑龙江等省（自治区）地浸砂岩型铀矿调查评价，完成主要中新世代盆地地浸砂岩型铀矿战略选区和大型矿集区的预测，查明铀资源的总体潜力，进一步在鄂尔多斯、伊犁、吐哈、二连、松辽、塔里木等重点盆地扩大、落实一批大中型铀矿床，为提高我国天然铀的产能提供资源储量。

2) 扩大、落实硬岩型重要铀矿田的资源储量。重点探明我国赣杭、桃山—诸广、武夷山、郴州—钦州、雪峰山—九万大山（中南段）、青龙—兴城、沽源—红山子、南秦岭等主要铀成矿带的铀资源储量，围绕铀矿“大基地”建设目标，在江西相山、浙江大桥坞、湖南鹿井、广东下庄、诸广南部、广西苗儿山、河北沽源等铀矿田，通过对矿床深部和外围的勘查，新落实一批大中型铀矿床，为矿田范围内铀资源的规模开发、合理利用增加经济可采的资源储量。同时要适时推进一批有远景的探索区的调查和评价，进一步查明硬岩型铀矿资源的总体潜力。

4.2.2 国外勘查 以铀资源较丰富的亚洲的哈萨克斯坦、乌兹别克斯坦、蒙古等周边国家，非洲的尼日尔、纳米比亚，大洋洲的澳大利亚及北美的加拿大等国为重点，远期可考虑南美的巴西、阿根廷等国，努力谋求获取世界上重要铀成矿聚集区的铀矿探矿权，开展铀资源区域评价和矿床勘查工作，为中期建立国外天然铀生产基地提供后备资源，同时为中长期不断拓展国外铀资源勘查开发奠定基础。

4.3 发展前景

世界上的2条跨洲际的巨型铀成矿带——近东

西向欧亚巨型铀成矿带以及环太平洋巨型铀成矿带——均横穿我国境内，在欧亚巨型铀成矿带东段主要产出分布于新疆、内蒙古等地砂岩中的铀矿床及甘肃、陕西等地中酸性侵入岩和火山岩中的铀矿床，在环太平洋巨型铀成矿带中主要产出分布于华南地区的江西、广东、湖南、广西和浙江及华北、东北地区的河北、内蒙古东部、辽宁等地中酸性侵入岩和火山岩中的铀矿床。我国的铀成矿地质背景总体上是有利的，我国是铀资源较丰富的国家之一，无论是已探明的资源储量还是潜在资源量都位于世界前列。我国铀矿勘查的状况是：勘查程度较低，探明有限；潜在总量较大，找矿前景广阔。只要国家加大勘查投入，加快国内铀矿勘查，尽快提高我国铀矿地质勘查程度，完全可以发现和探明一批新的大中型铀矿产地。

同时，我国自20世纪50年代开展铀矿勘查工作以来，已熟练掌握了铀矿成矿预测和勘查技术方法，具备“走出去”开展国外铀资源勘查的专业技术和基本管理条件，虽然国外铀资源勘查刚刚起步，但通过优选一批成矿远景区段并实施风险勘查项目，在发现了矿床并证实其具备较好的发展潜力之后加大勘查力度，有望在较短的时间内掌控部分国外铀资源储量，从而为建立国外天然铀供应基地提供资源基础。

总之，通过积极实施“立足国内”与“开拓国外”相结合的铀资源勘查战略，我国铀资源勘查一定能实现“内外突破”，并构建起我国自己的安全保障程度较高的天然铀供应体系，确保满足我国核工业对铀资源的需求。

参考文献

- [1] 刘兴忠，周维勋. 中国铀矿省及其分布格局[J]. 铀矿地质，1990，6(6): 326~337
- [2] 张金带，李友良，简晓飞，等. “十五”期间铀矿勘查主要成果及“十一五”的总体思路[J]. 铀矿地质，2007，23(1): 1~6
- [3] 周维勋，郭福生译. 世界铀矿床录——国际原子能机构世界铀矿床分布图阅读指南（IAEA，1996）[M]. 北京：原子能出版社，2000
- [4] 张金带，徐高中，陈安平，等. 我国可地浸砂岩型铀矿成矿模式初步探讨[J]. 铀矿地质，2005，21(3): 139~145

Situation and Development Prospect of Uranium Resources Exploration in China

Zhang Jindai, Li Youliang, Jian Xiaofei

(Bureau of Geology, CNNC, Beijing 100013, China)

[Abstract] History of uranium exploration and the general situation of identified uranium resources in China are introduced briefly in the paper, the feature of uranium resources is summarized as “big number of deposits, good ore processing properties and centralized occurrence”, which should be considered as the advantages. In accordance with the fact that the exploration level of uranium resources is quite low in China, it is pointed out that exploration investment must be intensified from now on to identify more uranium concentrated base which occurring of middle-large size uranium deposit in order to meet the demand of natural uranium from nuclear power sector. Besides, main scientific and technological achievements on uranium exploration during the past fifty years are elaborated in the paper. According to the exploration ability and uranium resources potential in China, it is believed that uranium exploration can realize the goal of “getting break through both in home and abroad” and guarantee to meet the requirement of nuclear industry to uranium resources in China by carrying out the uranium resources exploration strategy of “rooting domestic and open up abroad”.

[Key words] uranium resources; exploration; potentiality; prospect

(上接第 53 页)

Fast Z-Pinch—a New Approach for Promising Fusion Energy

Peng Xianjue, Hua Xinsheng

(China Academy of Engineering Physics, Mianyang, Sichuan 621900, China)

[Abstract] The basic concept of fast Z-Pinch, and late progress in fast Z-pinch plasma research as HEDP and ICF research, especially as an approach for low-cost fusion energy research, are summarized in this paper. The possible technical challenges of fast Z-Pinch driven ICF as fusion energy and the application prospect are discussed.

[Key words] fast Z-Pinch implosion; HEDP; ICF; fusion energy