

# 铀矿勘查和地质科技 进展与态势

——全国铀矿成矿理论与勘查技术方法学术研讨会论文集

主编 张金带 李子颖

# 铀矿勘查和地质科技 进展与态势

——全国铀矿成矿理论与勘查技术  
方法学术研讨会论文集

主 编 张金带 李子颖  
副主编 简晓飞 秦明宽 王志明 张书成

原子能出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

铀矿勘查和地质科技进展与态势:全国铀矿成矿理论与勘查技术方法学术研讨会论文集 / 张金带,李子颖主编. —北京:原子能出版社,2010.11  
ISBN 978-7-5022-5109-3

I. ①铀… II. ①张…②李… III. ①铀矿—矿床成因论—学术会议—文集②铀矿—地质勘探—学术会议—文集 IV. ①P619.14—53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 216386 号

**铀矿勘查和地质科技进展与态势**

---

出版发行 原子能出版社(北京市海淀区阜成路 43 号 100048)  
责任编辑 张琳 肖萍  
技术编辑 丁怀兰  
责任印制 潘玉玲  
印刷 中画美凯印刷有限公司  
经销 全国新华书店  
开本 880mm×1230mm 1/16  
印张 40.625 字数 1312 千字  
版次 2010 年 11 月第 1 版 2010 年 11 月第 1 次印刷  
书号 ISBN 978-7-5022-5109-3 定价 185.00 元

---

网址:<http://www.aep.com.cn>  
发行电话:010-68452845

E-mail:[atomep123@126.com](mailto:atomep123@126.com)  
版权所有 侵权必究

# 前 言

为了总结和交流我国近期在铀矿成矿理论和铀矿找矿方法技术等方面取得的新成果,促进铀矿地质科技进步,推动铀矿地质事业的发展,中国核学会铀矿地质分会与核工业北京地质研究院于2010年12月8~12日在福州市共同举办“全国铀矿成矿理论与勘查技术方法学术研讨会”。

研讨会得到了广大铀矿地质科技工作者的积极响应和大力支持,共收到论文143篇,内容主要包括:铀矿成矿理论,铀矿找矿方法技术,铀矿资源预测评价以及部分铍、金、铜矿床地质找矿研究和国外铀矿勘查开发状况等。为了更好地提供给同行参考与交流,核工业北京地质研究院决定编辑出版会议论文集,并得到了中国核工业地质局的大力支持和帮助。

参加会议论文集审稿和编辑出版的还有核工业北京地质研究院的何奕强、樊艾、曾菱、李珍媛、潘燕、宁怀玉等同志。由于时间紧,编审工作量大,论文集中错误在所难免,敬请读者多多指正。在此,也谨向所有论文作者和为论文集出版作出贡献的单位和个人表示诚挚地谢意!

编 者

2010年9月 于北京

# 目 录

“十一五”铀矿勘查和地质科技进展及“十二五”总体思路…………… 张金带,简晓飞,李友良,等 (1)

## 矿床地质

鄂尔多斯盆地东北部砂岩型铀矿成矿机制和模式……………	李子颖,陈安平,方锡珩,等 (9)
亚洲铀成矿规律……………	赵凤民 (13)
我国热液铀矿成矿理论体系……………	杜乐天 (16)
中国东部火山岩型铀矿床成矿规律与资源量增长点……………	黄净白 (19)
中国砂岩型铀矿容矿层位、矿化类型和矿化年龄的区域分布规律……………	陈祖伊,陈戴生,古抗衡,等 (22)
构造活动与砂岩盆地铀成矿关系的探讨……………	黄世杰 (25)
中国碱交代型铀矿床研究进展与目标类型选择……………	仇宝聚 (29)
北祁连山中段北坡铀矿化成因类型、成矿条件及找矿远景……………	安国堡 (34)
浅析松辽盆地宝龙山地区断陷盆地边缘姚家组下伏地层与铀矿化的关系 ……………	蔡建芳,宁 君,李 强,等 (38)
安徽省区域铀成矿规律探讨……………	曹达旺,陈永明,肖金根 (43)
粤北诸广岩体南部牛岱辉绿岩的地球化学特征及其成因研究……………	曹豪杰,邓 平,沈渭洲,等 (48)
诸广南部富矿成矿条件探讨……………	陈伯超 (59)
粤北 201 矿床赋矿花岗岩体地球化学特征及其成因初探……………	陈金声,吴现兴 (63)
江西修水渣津铀矿集区成矿地质条件及找矿方向……………	陈荣清,韩 琦,叶诗龙 (67)
华南印支期产铀和非产铀花岗岩的地球化学特征对比研究……………	陈卫锋,陈培荣 (72)
成矿系统探讨……………	陈文军 (74)
西藏南木林盆地铀地球化学特征与找矿方向……………	陈玉梁,赵宝光,刘志鹏,等 (79)
新疆地区中生代盆地构造演化与砂岩型铀成矿作用……………	董文明,刘章月,刘红旭 (83)
广西苗儿山中段花岗岩型隐盲铀矿综合定位预测与远景预测……………	范立亭 (88)
川北砂岩型铀矿田主矿段物质成分特征和富集因素探讨……………	冯永来 (94)
柴达木盆地北缘盆山构造演化特征及砂岩型铀成矿远景分析……………	傅成铭 (98)
因格井盆地塔木素地段水文地质条件与铀成矿关系的研究……………	高俊义 (102)
酒东盆地红山地区构造对铀成矿的控制……………	耿海军,李万华,郭长林 (106)
鄂尔多斯盆地西缘白吐井-大水坑地区中侏罗统层序地层研究……………	郭庆银,李友良,于金水 (109)
我国西北地区典型盐湖铀资源调查……………	韩 军,王志明,郝伟林,等 (115)
桃山大布铀矿床原地破碎浸出采铀技术经济评价……………	何观生 (118)
诸广山岩体南部铀矿找矿地球化学特征……………	胡守玉 (121)
棉花坑矿床深部赋矿岩体的形成时代及地球化学特征……………	黄国龙,沈渭洲 (124)
湖南金鸡岭岩体内带铀成矿前景分析……………	黄宏业 (132)
大官厂铀钼矿床地质特征及成因分析……………	姜 山,段 力,刘开龙,等 (137)
二连盆地额仁淖尔地区上白垩统二连组沉积特征及同沉积型铀成矿规律 ……………	旷文战,康世虎,门 宏 (142)



内蒙古满洲里地区铀及多金属控矿因素及找矿方向 .....	李长华,杨志亮,王之晟	(148)
多伦盆地火山岩型铀成矿条件分析 .....	李洪军,杨振军,胡 鉴,等	(152)
吐哈盆地砂岩型铀矿成矿条件分析 .....	李继安	(156)
贵东-诸广山产铀岩体成岩成矿模式及资源预测 .....	李建红,夏宗强	(159)
地热场与深部铀矿的关系研究及应用 .....	李庆阳,蔡惠蓉,陈 彦	(165)
酒东盆地红山铀矿床成矿控制因素及成矿模式探讨 .....	李万华,耿海军,郭长林	(170)
中国西北部中生代盆地后期改造与砂岩型铀成矿关系分析 .....	李卫红,徐高中,权建平,等	(173)
向阳坪地区成矿构造体系与铀成矿 .....	李妩巍	(176)
燕辽带铀成矿环境分析及找矿方向 .....	李月湘,夏毓亮,李林强	(178)
斜州地区 301 地段地质构造特征及铀成矿分析 .....	李奕旺	(180)
广西全州铀矿田含矿层地层归属、沉积特征及沉积环境分析 .....	黎建南	(185)
青海省铀成矿带划分及远景区预测 .....	黎存林,赵双喜,李为民	(191)
安远热点作用区地质特征与铀成矿 .....	林锦荣,李子颖,庞雅庆,等	(198)
花岗岩型热液铀矿床矿-岩时差的根源:氧化还原条件再思考 .....	凌洪飞	(201)
百顺矿田富铀矿成矿地质条件浅析 .....	刘 军,胡智英	(204)
柴达木盆地北缘砂岩型铀矿类型与铀成矿问题的讨论 .....	刘 林,宋宪生,冯 伟	(207)
大兴安岭中南段地区铀及多金属成矿地质特征及找矿前景分析 .....	刘 庆,李占春	(210)
从水文地质方面论铀矿成矿模式 .....	刘光文	(214)
百顺矿田铀富集的物理化学因素探讨 .....	刘汉灵	(216)
铀水异常在珠坑地区找矿中的应用 .....	刘禾根	(220)
内蒙古东胜地区孙家梁地段与沙沙圪台地段铀矿成因对比分析 .....	刘正邦,焦养泉,苗爱生,等	(223)
八仙口地区层间氧化带特征及影响因素分析 .....	刘治国	(229)
铀矿山新一轮找矿思路与方法 .....	陆玉德	(234)
连山关 256 地区围岩蚀变特征 .....	罗 敏	(237)
乌恰县西部地区下白垩统克孜勒苏群铀成矿条件分析 .....	罗星刚	(241)
华南花岗岩型铀矿找矿方向 .....	马朝清	(246)
二连盆地巴彦乌拉地区砂岩型铀矿成矿作用探讨 .....	聂逢君,陈安平,严兆彬,等	(248)
煎茶岭金矿床控矿构造特征及其控矿作用 .....	聂江涛,秀月湘	(257)
十红滩铀矿床成矿流体地球化学特征 .....	乔海明,商高峰,宋 哲	(260)
中国非常规铀资源预测评价现状与展望 .....	秦明宽,王志明,岳淑娟,等	(264)
吐哈盆地西南缘十红滩铀矿床矿化特征研究及其找矿远景预测 .....	权建平	(269)
中国西北地区砂岩型铀矿含矿建造及基本特征 .....	权志高	(273)
诸广岩体南部 201 和 361 铀矿床主要围岩 $\gamma_5^{1-2}$ 特征及差异分析 .....	山春兰	(276)
华南热液铀矿床大气降水进入成矿溶液的运动形式探讨 .....	邵 飞,朱永刚	(282)
巴扬山盆地断裂构造与铀-多金属矿化的关系 .....	宋 鹏	(287)
粤东北地区桃源铀矿床控矿因素及找矿方向 .....	宋仕珠,陈祝海	(290)
粤北宝林山岩体 LA-LCPMS 锆石 U-Pb 定年、地球化学特征及其成因研究 .....	孙 涛,沈渭洲,王凯兴,等	(295)
粤北灵溪花岗岩体年代学、地球化学特征及岩石成因 .....	孙立强,凌洪飞,沈渭洲,等	(302)
非洲铀矿产出特征及生产、勘查、开发境况 .....	谈成龙	(306)
浅谈澜河工作区铀矿地质特征及成矿规律 .....	唐 迪	(313)
浅谈成矿预测理论发展 .....	唐 凯	(317)
376 矿床铀矿化特征与找矿潜力分析 .....	唐纯勇	(319)
新疆雪米斯坦火山岩带白杨河铀矿床地质特征 .....	王 谋,李晓峰,王 果,等	(323)

东达山花岗岩基稀土元素地球化学特征及其在找铀方面的意义	王勤,赵宝光	(331)
铀矿地质工作助手软件的开发与应用	王殿学,于振清	(336)
钻孔水化学找矿方法在铀矿地质中的应用问题	王方里	(340)
塔木素地区沉积相特征及铀成矿模式探讨	王俊林	(343)
湖南桃江岩体的 U-Pb 同位素年代学及岩石成因研究	王凯兴,陈卫锋,陈培荣,等	(347)
下庄地区航空放射性钾增高场的地质成因	王如意,王正其,陈国胜,等	(352)
浅析地质成矿系统	王申波	(358)
藏东左贡-类乌齐地区花岗岩型铀矿成矿条件分析	王四利,孙悦,杜小林	(360)
下庄铀矿田蚀变场地质地球化学特征及其地质意义	王正其,陈国胜,吴列勤,等	(370)
南岭铀成矿带深源高温成矿系统的几个问题讨论	巫建华,刘晓东,祝明强,等	(376)
沽源-红山地区中生代火山作用与铀成矿关系研究	吴仁贵,于振清,申科峰,等	(382)
松辽盆地白兴吐铀矿床的热液蚀变及物质组成研究	吴仁贵,蔡建芳,于振清,等	(388)
平庄盆地黑水地区上白垩统孙家湾组上段沉积相及其演化	席海银	(394)
诸广岩体南部区域成矿作用背景及铀成矿规律	谢小占,张雪平,张宝武	(398)
湖南大湾矿田成因初探	向庭富,赵葵东,陈卫锋,等	(402)
浅谈诸广南部铀分散矿化与矿床的定位关系	许展	(406)
鄂尔多斯盆地西缘逆冲断褶带式砂岩型铀矿成矿环境、矿化特征及成矿模式		
	徐高中,李卫红,李保侠,等	(410)
水文地球化学找矿	杨欣	(413)
秦岭造山带花岗岩型铀矿类型的分类及找矿模式	杨福新,鲁宝龙,冯伟,等	(416)
地球化学障对铀矿成矿的作用	姚东红	(418)
氧化带型和含有机质的细碎屑岩型铀矿床水文地质、水化学特征对比研究	岳淑娟,秦明宽	(420)
桃山铀矿田成矿系统及矿化网络	曾文乐,郭湖生	(427)
粤北南雄盆地红层与铀矿的关系	张玉	(433)
内蒙古扎兰屯地区火山岩型铀成矿地质条件及找矿前景	张学元,宋鹏	(436)
伊犁盆地南缘“十一五”铀矿找矿勘查成果认识及找矿方向浅析	张占峰,王果	(439)
华南代表性花岗岩型铀矿床绿泥石特征及形成环境探讨	张展适,赵勇	(449)
白杨河矿床断裂构造特征	张忠平	(452)
西藏南木林地区铀成矿作用的构造条件	赵宝光,王勤,刘志鹏,等	(457)
甘肃喜集水盆地铀成矿特征及成因探讨	赵如意,李亚锋,苟学明	(462)
江西省寻乌县横迳地区铀找矿潜力及找矿方向	周庭华,韩利民,张小平,等	(466)
秘鲁阿雷基帕省 David-2006 铜矿区找矿潜力分析	周庭华,温圣奇,肖鹏程	(470)
红山子火山盆地矿体空间产出特征分析	祝洪涛,于世吉	(474)

## 技术方法

951 铀矿点地质特征及物化探异常特点	段力,高井明,姜山	(481)
热液铀矿床深部勘查地球化学异常评价新指标及其应用研究	方适宜,陶志军,韩祺明	(487)
浅析遥感在澜河地区铀矿找矿中的应用	费才林,朱桂平	(489)
勘查隐伏铀矿的分量化探新技术	葛祥坤,尹金双,张剑锋,等	(493)
航空伽马能谱低能铀窗测量方法理论探讨	韩长青,李兵海,陈国胜,等	(496)
放射性测量中的重复性和再现性分析	韩利民,周庭华,肖鹏程	(500)
铀矿蚀变带诊断性光谱特征遮盖规律的发现与实验模拟研究	何建国,傅检生,李斌志,等	(505)
深部铀矿勘查的技术方法探讨	胡智英,刘军	(510)

TOPO 萃取 $\alpha$ 计数法现场测定铀矿石中的铀含量	黄秋红, 刘立坤, 郭冬发, 等	(514)
中村西铀矿床放射性平衡特征探讨	黄展裕	(517)
固体镭源现场检定装置研制与检定方法	江民忠, 周宗杰, 韩长青, 等	(521)
CSAMT 法在松辽盆地南部砂岩型铀矿勘查中的应用	李 茂, 伍显红, 乔 勇, 等	(527)
高精度综合物化探方法在孟公界铀矿区的应用	李大雁, 成剑文, 张 文	(535)
二连盆地赛汉高毕地区地面放射性场晕特征与深部铀成矿的关系探讨	李荣林	(541)
澜河地区物化探晕形成机制及找矿前景	李毓成, 谢小占	(545)
采用多道 $\gamma$ 能谱仪测量地质体中天然放射性核素 ( $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{232}\text{Th}$ 、 $^{40}\text{K}$ ) 比活度的研究	李志明, 杨颖琪, 韩利民	(548)
MT/AMT 勘探的数据处理软件开发	刘 祜, 程纪星, 赵 丹	(551)
铀矿勘查遥感信息的综合研究与深化应用	刘德长, 赵英俊, 董秀珍	(557)
发光二极管分光光度法野外现场快速测定砂岩铀矿样品中的铀含量	刘立坤, 黄秋红, 郭冬发, 等	(562)
EH4 电磁测深在矿产普查中的应用	梁文轩	(565)
澜河-百顺地区矿产资源遥感预测方法设想	梁艳丽, 孙煜哲	(568)
反褶积法在花岗岩型铀矿床 $\gamma$ 测井资料解释中的适应性	马战军, 王小冬	(571)
放射性物探方法在黄沙地区铀矿找矿中的应用	孙煜哲	(578)
有机气体测量法在粤北找铀的初步设想	王丙华	(582)
电磁法测量地形影响及校正方法研究	王志宏, 山科社	(584)
有机烃、汞气测量在铀矿勘查中的初探	韦文定	(591)
测井曲线分形技术在松辽盆地东南部岩性识别中的运用	吴大坤	(594)
基于 MORPAS 空间分析分模块的铀矿找矿有利度分析		
——以百顺地区为例	吴现兴	(598)
新疆萨拉姆布拉克铀成矿带蚀变特征及其高分辨率遥感地质研究	叶发旺, 刘德长, 高仇生	(603)
化探方法在二连盆地 WNT 地区铀矿勘查中的应用	叶庆森, 肖 砾, 王长根, 等	(607)
航空高光谱遥感在铀资源勘查中的应用分析	赵英俊, 秦 凯, 杨燕杰	(610)

## 资源评价

全国铀矿资源潜力评价新进展	张金带, 李子颖, 蔡煜琦, 等	(617)
新疆天山地区热液铀矿资源预测评价	蔡根庆	(623)
全国铀矿资源潜力评价技术路线与工作流程	蔡煜琦, 郭庆银, 朱鹏飞	(627)
基于 SDSS 技术的硬岩型铀矿潜力靶区预测		
——以苗儿山地区花岗岩型铀矿为例	李德平, 范少云, 范立亭, 等	(632)
全国铀矿资源潜力评价图件信息管理及质量控制	张文明, 蔡煜琦, 赵永安	(638)



# “十一五”铀矿勘查和地质科技进展 及“十二五”总体思路

张金带,简晓飞,李友良,杜建农,郭庆银,张秋营

(中国核工业地质局,北京 100013)

**[摘要]** “十一五”以来,我国铀矿勘查明显复苏,新探明了一定规模的铀资源储量,有近 100 万 km<sup>2</sup> 的面积提高了铀矿地质调查程度,大型铀矿资源基地、老的铀矿田和重点远景区勘查都取得重要进展,新探明了数个中大型至特大型铀矿床,首次提交了超大型铀矿床。铀矿勘查能力和科技研发平台建设得到加强,实施了一批重点科研项目,全国铀矿资源潜力评价、“四大类型”铀矿研究、铀矿基地扩大研究、铀矿地质基础应用研究、勘查方法技术研究等取得了丰硕成果,科技创新能力明显提高。“十二五”提出了“立足国内、开拓国外”的基本方针,以及“基础先行、着力基地、系统勘查、整体评价”的铀矿找矿思路和建设铀矿大基地的战略,并提出实施铀矿大基地勘查、铀矿大普查、铀资源潜力区域评价和铀矿地质科技创新等四项地质找矿工程(计划),坚持树立“大铀矿体系”和“大联合”的理念,与属地地勘队伍和国内高校等地质科研机构密切合作,共同为提高我国铀资源保障能力作出应有的贡献。

**[关键词]** 铀矿;勘查;进展;总体思路

铀矿资源是国防建设和核能发展的重要战略资源。“十一五”初期,国家发布了《核电中长期发展规划(2005—2020年)》,标志着中国核能发展进入了新的阶段。由此,我国铀资源也就备受关注。“十一五”期间,在国家有关部门和中核集团的充分重视及社会各方的支持下,我国铀矿地质勘查取得了重要进展,成果令人瞩目。同时,展望“十二五”,更感到任务十分艰巨,面临重大挑战。

## 1 “十一五”铀矿勘查和地质科技进展

### 1.1 概述

进入“十一五”以来,我国铀矿勘查明显复苏,能力建设得到加强,初步走出了长达 15 年之久的铀矿地质勘查历史低谷,“十五”期间钻探工作量平均每年只有 16 万 m,到“十一五”回升至每年 52 万 m。新探明了一定规模的铀资源量,在北方有近 100 万 km<sup>2</sup>,提高了铀矿地质调查程度,形成了数个超万吨级的大型铀矿资源基地,新探明了数个中大型至特大型铀矿床,首次提交了一个超大型铀矿床;南方也有 10 多个铀矿田和部分远景区恢复了铀矿勘查,并取得重要进展。具备了相当规模的钻探能力,具有国内先进水平的重点实验室等科技研发平台也基本形成。完成了新一轮全国铀矿资源潜力评价等一批重要科研项目,获得多项国家级科技进步奖,科技创新能力明显提高。通过“十一五”的工作,还深化了对我国铀资源潜力的认识,完全可以认为我国是铀资源较丰富的国家之一,随着我国铀矿勘查力度的不断加大,一定能探明更大规模的铀资源储量。

### 1.2 北方重点地区铀矿勘查保持良好的发展态势

在“十五”勘查成果的基础上,伊犁盆地南缘、吐哈盆地西南缘、鄂尔多斯盆地东北部、二连盆地中东

部等已发展成为万吨至数万吨级铀资源勘查基地,其中有的矿床达到了特大型或超大型规模。有的地区向深部发展,如伊犁盆地南缘新发现和探明大型、中型地浸砂岩型铀矿床各一个,找矿空间已由原来400 m以浅延伸到700多米的深度,而且多个地段和层位出现较以往更富的矿体,“深、富、变、多”的现象成为新的重要找矿关注点(“变”主要指深部变形构造及其对成矿作用的影响,“多”包括中、下侏罗统Ⅷ旋回、上三叠统等多层位);有的地区浅部赋存超大型规模的铀矿床,如二连盆地中东部地区,形成于以泥岩为主、泥-砂沉积交替频繁的滨浅湖或前三角洲的环境,埋深不足百米的单个巨型板状铀矿体达到了数万吨的资源量,成为我国首个超大型铀矿床,表明北方沉积盆地的多类型铀矿找矿已显得非常重要。吐哈盆地向西部有新的发展,鄂尔多斯盆地东北部发现第二条新的大型铀矿带。鄂尔多斯盆地西北缘也发现产于断褶带背景下的砂岩型铀矿带。松辽盆地通辽地区、巴音戈壁盆地西南部取得突破性进展,有望成为新的重点勘查基地。通过对新探明的多种典型的砂岩型铀矿成矿特征的研究和总结,提出了新认识,拓宽了北方沉积盆地的找矿领域。其中“伊犁式”、“吐哈式”都是典型的层间氧化-还原作用成矿,但前者以在单斜整体抬升和差异升降构造活动背景下的不断叠加富集为重要特征,后者则在斜坡带隆升加断层及小型背斜构造活动的背景下在断裂构造两侧分带成矿;“东胜式”主要受古层间氧化带控制并接受后期还原改造再富集;二连盆地“乌兰察布式”最新研究认为是重要的沉积成岩型铀矿,与湖泛事件演变密切相关;二连盆地“马尼特式”是潜水氧化-还原作用与层间氧化-还原作用交替转化形成的古河谷型铀矿床;“通辽式”是“构造(背斜轴部)剥蚀天窗+断裂活动+深部还原物质”控矿,也可能还与深部基性岩脉(热源)有关。特别值得指出的是,上述每一种“式”都不是一个矿床,而是已探明一组矿床和预期会探明更多的矿床,其中有大中型规模,也有特大型、超大型规模;有适合地浸方式开采的矿床,也有适合常规方式开采的矿床。

### 1.3 一批重点铀矿田恢复了勘查工作

全国大部分热液型铀矿的勘查工作几乎停顿了10多年,“十一五”重新纳入了勘查规划,并于2006年启动,既有中央地勘项目,也有危机矿山接替资源勘查项目和中央地勘基金项目,2010年还首次启动中核集团出资勘查的一批项目;部分由中国核工业地质局所属队伍承担,更多是由属地地勘队伍承担。5年来,江西相山、桃山,浙江大桥坞,广东下庄、诸广南部,湖南鹿井、大湾,广西苗儿山,四川若尔盖,河北青龙、沽源,辽宁连山关,内蒙古红山子,陕西蓝田、丹凤等地区都取得不同程度的进展,探深扩围,增加了一批铀资源储量。其中相山居隆庵、横涧矿床,大桥坞矿床,苗儿山沙子江、向阳坪矿床,诸广南部棉花坑矿床等取得新的突破,成果十分显著。

### 1.4 开辟新区取得重要进展

“十一五”重点开辟了柴达木盆地北缘、塔里木盆地西北缘、巴丹吉林盆地南缘、北天山和雪米斯坦山古生代火山岩带、满洲里中生代火山岩带、广西摩天岭岩体、西藏冈底斯构造带等地区。经区域调查、重点查证和局部普查,已发现一批新的异常带、矿化区和矿产地,其中巴丹吉林盆地南缘、柴达木盆地北缘相继新探明了一处铀矿床;雪米斯坦山新探明了一处2万吨级的铀矿床,并与一定的铀共生,这是在我国古生代火山岩综合找矿的一个重大突破,对研究古生代铀-多金属成矿作用,开辟找矿新领域具有重要意义。

### 1.5 区域评价不断推进

国土资源大调查铀矿项目发挥了重要作用。核工业航测遥感中心大力加强地球物理勘查能力建设,航空物探测量继续向重点铀成矿区带覆盖,“十一五”重点实施了大兴安岭、小兴安岭、柴达木北缘、雪米斯坦山、阴山中段、扎兰屯等地区的测量,完成60万测线千米,36万 $\text{km}^2$ 。中核地质各大队、院、所继续推进准噶尔、柴达木、塔里木、吐哈、巴丹吉林、酒泉、巴音戈壁、二连、松辽等重点沉积盆地和赣杭、武夷山、诸广山、大兴安岭西坡、燕辽、北天山、康滇地轴等重点构造区带不同比例尺的铀矿区域评价,采用了大量地面物化探测量、车载 $\gamma$ 能谱测量、放射性水文地质调查、遥感地质调查和钻探工程等方法手段,砂岩型

铀矿采用借鉴国外、结合国内建立起来的预测评价系统,进行多层次预测;热液型铀矿强调运用构造(尤其是成矿构造及交结部位)、地质体结构机构、岩石蚀变、放射性异常场、热液(尤其是来自深源的热液)活动中心“五大要素”的综合勘查评价模式,部分地区特别强调了“构造+小岩体(尤其是次火山岩体)”复合对铀成矿作用的研究和评价。以上成效明显,圈定了一批新的找矿远景区,提高了重点区域铀资源潜力的调查程度,为“十二五”部署提供了重要的地质依据。

## 1.6 铀矿地质科技取得丰硕成果

“十一五”期间,中国核工业地质局制定了《铀矿地质科技创新指导意见》,提出了新时期铀矿地质科技创新的任务和要求。铀矿地质科研究充分发挥了核工业北京地质研究院等科研机构的核心能力作用,推进大项目运作机制,坚持“管、产、学、研”相结合,积极与东华理工大学、南京大学、成都理工大学、中国地质大学、吉林大学及国际原子能机构(IAEA)等开展项目合作和技术交流,实施了一批重点科研项目,在基础地质应用研究、“四大类型”铀矿成矿规律总结及新的找矿方向研究、全国铀矿资源潜力评价和区域性铀资源潜力评价、基地扩大的预测评价、勘查方法技术研究等方面都取得了重要进展,完成了基于GIS技术的铀矿田预测评价系统的构建,非常规铀资源和钍资源的研究评价也开始实施。2010年中核集团又首次出资启动了铀矿重大科技专项。“十一五”期间获得国家科技进步一等奖、二等奖各一项,国防科技奖27项,中核集团科技奖和找矿奖40项。中国地质学会自2007年开始评选全国年度“十大地质科技进展和十大找矿成果”以来,中核地质已有5项成果入选。核工业216大队伊犁盆地南缘地浸型铀资源评价研究和核工业北京地质研究院鄂尔多斯盆地北部铀矿时空定位和成矿机理研究先后入选“全国十大地质科技进展”,核工业208大队东胜、二连盆地中东部铀矿找矿突破和核工业216大队新疆510铀矿床深部找矿突破先后入选“全国十大找矿成果”。

中国“四大类型”铀矿的系统研究得到全面深化。“十一五”期间,中国核工业地质局组织实施了《中国铀矿床研究评价》项目,核工业北京地质研究院以铀矿地质资深专家为主体的研究团队完成了这一重大研究工程,并形成了共400多万字的5部专著。其中花岗岩型铀矿研究,提出了寻找新类型铀矿——绢英岩化高温蚀变破碎带型铀矿,花岗岩岩体热隆抽拉构造成矿,成矿期构造应改视为走滑花状断裂系,铀矿成矿热液形成于每次区域性玄武岩事件之后,华南花岗岩体沿暗色岩墙找矿会有许多新成果等观点;火山岩型铀矿研究,提出了产铀火山岩带集中分布在英安质-流纹质、安山质-英安质-流纹质、玄武质-流纹质、粗玄质-粗安质-粗面质4种组合,中国东部产铀火山盆地中,含铀流纹岩和产铀花岗岩区复式岩体是同源岩浆作用的产物,火山盆地底部是过去一个疏漏的重要盲区,与古陆壳上的含铀层或含铀体密切耦合才能产生产铀火山盆地,成矿溶液是火山盆地以下壳幔活动含铀深成岩浆岩与幔源热流体相互作用产物,部分地区存在火山盆地、含煤盆地、富铀基底构成的“三层楼”成矿模式等观点;砂岩型铀矿研究,提出了砂岩铀成矿省经历了容矿主岩沉积期的弱伸展和容矿主岩成矿期的弱挤压地质构造体制,砂岩型铀矿的空间分布受成熟古陆块的控制,我国中小型山间盆地中的砂岩型铀矿的形成除容矿主岩(砂体)本身的铀源外还必须由外部铀源补充,使铀在层间水中还原并发生沉淀富集的有着多种成因来源的还原性气体,我国北方砂岩型铀矿在容矿层位、成矿作用和矿化类型上呈现由西向东的变化规律等观点;碳硅泥岩型铀矿研究,提出了我国赋矿碳硅泥岩地层的新划分方案,提出海相富铀碳硅泥岩层的形成是地壳和大气圈演化特定阶段的产物,热改造型实际上就是热液型,铀在变质作用过程中难以发生变质铀成矿作用,沉积成岩型与外生后成渗入型是多种成矿因素耦合的结果,沉积成岩型产于稳定的陆块区被动陆缘斜坡带的小洼地内,热液型主要产于构造岩浆活化区,外生后成渗入型产于富铀地层(体)发育区内弱到中等构造活化区等观点。这些研究成果对确定新的找矿方向和中长期铀矿勘查部署具有重要意义。

《全国铀矿资源潜力评价》项目即将顺利完成。在国土资源部、中国地质调查局的统一部署和要求下,“十一五”中国核工业地质局组织实施了该大型项目,并已取得一系列成果,为国家制定铀矿地质勘查规划及铀资源的相关政策提供了依据。项目首次系统完成铀矿典型矿床建模,并确定出50多个铀矿床的矿床式,建立了110多个典型铀矿床成矿模式和预测评价模型;根据全国大地构造和区域成矿规律研究最新进展,完成了新一轮铀成矿区带划分,厘定4个铀成矿域、11个铀成矿省和47个铀成矿区带(较上

一轮新增了 20 多个);在全国范围内圈出各类铀矿预测区 140 多个,并定量预测了潜在铀资源量,表明我国具有巨大的铀矿找矿潜力;区域铀成矿规律研究也取得重要进展,编制了全国 1:250 万前寒武纪古陆块分布图、全国航空放射性系列图、全国富铀花岗岩、富铀火山岩、富铀碳硅泥岩建造、产铀(砂岩)盆地等系列分布图、全国铀成矿规律图、重点铀成矿区带成矿规律图、全国各类铀矿预测区分布图等。

铀矿地质基础应用研究取得重要的新认识和新成果。“我国中新生代铀成矿作用研究”课题,基本完成了第一阶段的研究任务。研究认为,燕山早期(205~165 Ma)和燕山晚期(125~65 Ma)两期岩石圈伸展减薄作用,是我国东部热液型铀矿形成的主要动力学背景;华南大致以 100 Ma 为界,可划分为早期的深成高温铀成矿作用和晚期的浅成低温铀成矿作用;燕山早期和燕山晚期两期伸展构造产生的两次盆地反转构造事件形成了对我国东部砂岩型铀矿床成矿和储矿都较为有利的沉积建造,还普遍存在铀与煤、石油、天然气的共存建造;铀源与还原剂源的双开放特征出现了渗入型与渗出型两种砂岩型铀矿的成矿作用形式。“华南印支期花岗岩与铀成矿关系研究”课题,通过对华南地区 35 个岩体进行单颗粒锆石 U-Pb 同位素定年,进一步甄别出了一批印支期花岗岩;并通过对 28 个岩体进行岩石地球化学以及 Sr、Nd 和 Hf 同位素地球化学研究,初步构建了产铀和非产铀岩体地球化学判别标志;通过开展主要产铀岩体的精细矿物学研究,发现了原生晶质铀矿、蚀变成因的铀钍石,以及绿泥石化过程中含铀副矿物锆石、独居石等结构铀的释放特征,初步构建了产铀和非产铀花岗岩的矿物学标志。“西南地区重大地质事件与铀成矿响应”研究项目,提出西南地区与铀成矿有关的重大地质事件主要表现为:新元古诺丁尼亚大陆裂解形成的富铀黑色岩系是西南黑色岩系铀矿成矿的前奏;燕山-喜山期构造-岩浆-流体活动对黑色岩系的改造或叠加成矿作用是形成大型富铀矿的必要条件;川西地区白垩纪后形成的碰撞型花岗岩区有较大的铀成矿潜力。“鄂尔多斯盆地铀储层预测评价研究”基本完成,课题精细解剖了盆地主要找矿目的层的物源-沉积体系,揭示了盆地铀储层空间分布规律,并初步建立了铀储层评价的指标体系,对北方沉积盆地的铀储层研究具有示范意义。“满洲里-额尔古纳地区铀及多金属成矿区域地质环境研究”课题取得阶段性成果,重新厘定了该地区火山岩和花岗岩的形成时代,详细研究了各期次花岗岩和中生代火山岩的岩石学和地球化学特征,初步厘定了岩石系列和岩石成因演化过程,探讨了中生代铀及多金属成矿的岩浆岩和构造条件,认为 NE 向断裂及其与 NW 向断裂的交汇部位控制了铀及多金属成矿带。

铀矿勘查技术研究开发取得重要成果。新研制了航空  $\gamma$  能谱自动稳谱和数字收录系统,试制了固体镭源现场校准装置,研究开发了天然核素和核试验人工核素的测量方法、刻度技术,研制了轻型高精度数字综合测井仪,研究了电磁测量抗现场高压电干扰的技术等。放射性元素分析测试正在向“精细精确、省量省时”的方向发展,开展了微粒铀矿物同位素和核素分析技术的研究,建立了 TIMS 和 HR-ICP-MS 技术测定铀矿物中  $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 、 $^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ 、 $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$  同位素组成的方法,研究和建立了 HR-ICP-MS 与 TIMS 相结合的颗粒级的沥青铀矿 U-Pb 定年方法和采用微钻技术、原位钻取沥青铀矿石的沥青铀矿 U-Pb 定年方法等。

铀矿地质技术标准研制取得新的进展。“十一五”新制定发布行业标准 3 项,报批 15 项,正在制定、修订 3 项,共 21 项。截至目前,批准颁布执行的铀矿地质勘查技术标准达到 64 项,铀矿分析测试等相关标准 64 项,共 128 项。常规型和地浸砂岩型两个系列铀矿勘查技术标准日臻完善,为勘查工作技术质量提供了有效保障。

## 2 “十二五”总体思路

### 2.1 基本思路

贯彻“立足国内、开拓国外”的基本方针,坚持“基础先行、着力基地、系统勘查、整体评价”的铀矿找矿思路,实施铀矿大基地战略。加快区域性铀资源潜力评价,积极开辟找矿新区,尽快探明一批新的大中型铀矿产地,尽快摸清资源家底;加大重点地区勘查力度,充分挖掘老矿田(区)铀资源潜力,扎扎实实落实铀资源基地,切实提高铀资源保障能力。



## 2.2 部署原则

一是坚持“立足普查,远近兼顾”原则。依托国家基础地质成果,立足铀矿普查和新增资源储量,加强铀矿区域性研究和预测,加快远景预测区的铀资源潜力评价,按需要开展详查和勘探。

二是坚持“突出重点,优化布局”的原则。突出重点成矿区带,实施大基地战略,按铀成矿单元部署,按预测工作区布局,按成矿区块整体勘查和评价;重点突破新的大中型和特大型矿床,加强勘查“集群型”矿床,超前评价非常规型铀资源潜力和钍资源潜力。找矿领域“突出中新生代、加强古生代、探索元古代”。

三是坚持“整装勘查,综合评价”的原则。争取设立一批国家铀矿规划区,对重点区块实行整装勘查。北方系统勘查沉积盆地中的多种类型铀矿,加强重点成矿区带火山岩型铀矿的资源潜力评价和勘查;南方重点扩大落实老矿田、老矿床的资源储量,加强深部找矿,加强重点成矿区带各远景区花岗岩型、火山岩型铀矿的资源潜力评价和勘查;南北方都要兼顾碳硅泥岩型铀矿资源潜力评价和勘查,兼顾综合找矿。

四是坚持“依靠科技,创新机制”的原则。积极支持原始创新,加大力度推进集成创新,深化拓展消化吸收再创新,继续实施一批影响铀矿勘查长远发展的大型科研项目,提升铀矿地质理论和勘查技术水平。大力推进科技创新的队伍体系和科研平台的建设,坚持“管、产、学、研”相结合,完善项目运作机制和激励机制,加强科研与勘查的融合,加快科技成果的转化和推广应用,提高找矿效果和勘查效率。

## 2.3 重点任务

争取条件,组织实施以下重点工作:

### (1) 实施铀资源潜力区域评价工程

部署航空 $\gamma$ 能谱、航磁综合测量120万测线公里。对塔里木盆地南北缘等10个大成矿区带(盆地)开展1:25万至1:10万铀资源区域评价,对赣杭等22个重点铀成矿区带开展1:5万铀资源区域评价,开展大面积的地面物化探测量、铀矿水文地质调查和部分钻探工程查证,查明铀成矿地质环境和成矿条件,预测、评价区域性铀资源潜力,圈出有远景的找矿靶区和发现新的铀矿产地,为开展铀矿预查、普查提供了依据。

### (2) 实施铀矿大普查工程

每年选择一大批远景区,开展铀矿普查,同时加大深部勘查找矿力度,着力发现一批大中型铀矿产地,新增一批铀资源量。

### (3) 实施铀矿大基地勘查工程

部署勘查一批铀资源基地(矿田或矿化集中区),为提高天然铀产能提供资源保障。其中:一类基地争取每个基地累计探明铀资源储量达到近3万t或超过3万t;二类基地争取每个基地累计探明铀资源储量达到1万~2万t;三类基地争取每个基地累计探明铀资源储量达到0.5万~1万t。

### (4) 实施铀矿地质科技创新工程

继续实施一批重点科研课题,为铀矿勘查提供理论和技术支撑。系统开展铀成矿理论、成矿规律、基地扩大的预测评价及勘查技术研究,建立、完善全国铀矿床的矿床式和勘查模式,形成较完整的铀资源攻深找盲技术体系,综合探测深度达到1000~1500m;进一步拓宽找矿领域,在新地区、新类型、新层位找矿方面实现新的突破;分批开展全国40多个铀成矿区带资源潜力定量预测,建立全国铀资源潜力动态预测评价技术系统;对全国非常规铀资源、钍资源的类型、时空分布规律及资源潜力作出初步评价。

“十二五”的铀矿地质工作任务十分繁重,中国核工业地质局将继续发挥铀矿勘查的主力军作用,大力加强自身能力建设。将进一步加强科研手段和装备能力建设,提高铀矿地质勘查技术水平和科研能力,以满足承担重大任务的需求。将努力补充建设钻探综合能力,加快推进现有生产科研基地及仪器设备的更新改造,加强中核地质勘查评价技术重点实验室、铀资源勘查物化探技术重点实验室、遥感地质重点实验室、核地质仪器计量站等科技研发平台的建设,加强核地质信息化能力建设。同时,一定要树立



“大铀矿体系”的理念,坚持与属地地勘单位的“大联合”,坚持与国内外高校和地质科研机构的密切合作与交流,共同为提高我国铀资源保障能力作出应有的贡献。

#### 参 考 文 献

(略)

# 矿床地质



# 鄂尔多斯盆地东北部砂岩型铀矿成矿机制和模式

李子颖<sup>1</sup>,陈安平<sup>2</sup>,方锡珩<sup>1</sup>,欧光习<sup>1</sup>,夏毓亮<sup>1</sup>,孙 晔<sup>1</sup>,  
陈法正<sup>2</sup>,周文斌<sup>3</sup>,李满根<sup>3</sup>,刘忠厚<sup>2</sup>,吴仁贵<sup>3</sup>

(1. 核工业北京地质研究院,北京 100029;2. 核工业 208 大队,内蒙古 包头 014010;  
3. 东华理工大学,江西 抚州 344000)

鄂尔多斯盆地东北部砂岩型铀矿床是近年铀矿勘查工作在鄂尔多斯盆地北部直罗组中发现的特大型铀矿床。它的发现使鄂尔多斯盆地作为重要能源资源盆地又增加了一种重要的核能源矿产。铀矿化产于侏罗纪直罗组灰绿色砂岩与灰色砂岩之间的过渡带中,矿化目标层砂岩颜色均呈还原色调,该区铀矿化的这一独特特征不同于一般的砂岩型铀矿床。因此,阐明该砂岩型铀矿的成矿机制和模式,不仅对拓宽找矿思路、指导砂岩型铀矿勘查工作具有重要的实际意义,而且对丰富砂岩型铀矿的成矿理论具有重要的理论意义。

## 1 铀源研究

鄂尔多斯盆地东北部砂岩型铀矿化铀源具有来自于蚀源区岩石、中生代地层及部分油气水带入的多源特征。

### 1.1 蚀源区铀源

鄂尔多斯盆地东北部沉积物源主要来自于盆地的北西部、北部蚀源区,盆地北西部、北部大面积分布的太古代、早元古代结晶岩系和不同时代的花岗岩类岩体铀含量一般较高,不仅是研究区侏罗系直罗组和延安组的物源和铀初始富集的铀源,同时也为后期成矿提供一定的铀源。华力西中期的各类岩体铀含量相对较低,一般为  $3 \times 10^{-6} \sim 4 \times 10^{-6}$ ;华力西中期-燕山早期各类岩体铀含量较高,一般为  $4 \times 10^{-6} \sim 8 \times 10^{-6}$ ,其中印支期花岗岩( $\gamma_5^1$ )铀含量高达  $12.0 \times 10^{-6}$ 。鄂尔多斯盆地东北部蚀源区岩石总体具有较高的铀含量,可为研究区砂岩型铀矿的形成提供较丰富的铀源。

### 1.2 中生代地层铀源

延安组和直罗组及华池-环河组形成于温暖潮湿气候条件,富含大量的腐殖质、炭质和煤层,具有较强的铀吸附还原能力,使地层本身在沉积过程中富集了大量的铀,延安组、直罗组和华池-环河组砂岩的铀含量均较高。

根据航放资料的分析,鄂尔多斯盆地东北部存在大面积的铀高场区,这些高场区的分布与三叠系、侏罗系地表露头区相吻合,且在研究区的侏罗系延安组露头附近见大量的航放异常点,铀含量达  $11 \times 10^{-6}$ ,说明侏罗系、三叠系铀丰度值高,作为成矿目标层位及直接基底可为铀成矿提供丰富的铀源;而西部铀含量低,可能为其上覆厚层白垩系沉积物的缘故。

鄂尔多斯盆地东北部直罗组砂体测铀含量为  $2.40 \times 10^{-6} \sim 9.61 \times 10^{-6}$ ,平均值为  $4.35 \times 10^{-6}$ ;据 U-Pb 同位素原始铀含量  $U_0$  平均值高达  $21.95 \times 10^{-6}$ ,说明直罗组沉积时富铀,但不均一,具有典型的富铀砂体特点。U-Pb 同位素研究还表明,直罗组氧化带岩石丢失了大量铀,也应是铀矿化重要铀来源