世界级铀矿深部找矿的进展与启示
——加拿大不整合面关联型铀矿的深部找矿进展

郑大瑜　彭新建

(中广核铀业发展有限公司,北京 100081)

1　不整合面关联型铀矿概况

(1)不整合面关联型铀矿的含义

不整合面关联型铀矿，专指与元古宙盆地河流相石英碎屑岩和变质基底之间的不整合面有关的透镜状铀矿和脉状铀矿。

(2)不整合面关联型铀矿的资源地位

不同类型世界级铀矿当前的品级(图 1)、规模和经济价值(图 2)所反映的资源地位,其中居于最高品级、最大规模和最佳经济效益的都是不整合面关联型铀矿。

由此看出,品位高、规模大、经济效益好的不整合面关联型铀矿是世界级铀资源的第一类型，也是全球性铀矿勘查的第一目标类型。

迄今为止,尽管人们为此作出了巨大的努力,不整合面关联型铀矿集中分布于加、澳两国局部地区的基本格局还是没有改变，除了中国的辽东地区和俄罗斯的波罗的海地区略有进展之外，其余地区均无发现。

加拿大阿萨巴斯卡盆地的不整合面关联型矿床是全世界高品位铀资源最重要的产地，其铀产量约占目前世界总产量的 30%。阿萨巴斯卡盆地中已发现的 30 个不整合面关联型铀矿的平均品位高达 1.97% U,相当于澳大利亚同类型铀矿平均品位(0.44 % U)的 4.5 倍,较之其他类型铀矿的平均品位要高出 1~2 个数量级。其中,雪茄湖铀矿平均品位高达 15%U、储量规模达到 13.14 万 t 金属,麦克阿瑟河铀矿更是平均品位高达 22.28%U、储量规模达到 19.21 万 t 金属之巨,雄居世界级铀矿之首位。

加拿大的阿萨巴斯卡盆地已经成为全球铀矿勘查活动的首选目标区，一百多家大小勘查公司云集在此，近十万平方千米的盆地及其周边地区勘查登记的区块密密麻麻,其攻深找盲的找矿思路、勘查技术和经验教训,确实值得高度的重视与格外的关注。

(3)产出环境分类及其主要地质特征

已发现的不整合面关联型铀矿，除个别矿床因剥蚀而出露地表之外，大多埋藏于 200~500 m 深部，且有中元古代砂岩盖层和第四纪冰碛层的双重覆盖,属于攻深找盲难度较大的隐伏矿,按其产出环境划分为以下 3 个亚型(图 3)：

①泥化蚀变亚型：主要产在紧邻不整合面的盖层内,围岩蚀变以伊利石化、高岭石化、绿泥石化等强烈的泥化为特征,铀矿物有沥青铀矿和硅铀矿,往往伴生可供综合利用的 Co、Ni、As 矿物，矿石属铀含量 2%~13%的中—高级别。例如西加尔湖、中西湖等铀矿矿床。

②硅化蚀变亚型：矿体沿逆冲断层展布，在盖层、不整合面附近和基底岩石内均有产出,多以上盘砂岩为主。围岩蚀变以砂岩的硅化为特征,泥化十分微弱。铀矿物仅见沥青铀矿,属单铀类型,无重要的伴生元素,矿石属铀含量 > 10% 的高品位级别。主要矿床有麦克阿瑟河铀矿、凯湖等铀矿。

③ 断裂控制亚型:矿体主要产在不整合面下方的蚀变基底岩石,沿断裂、剪切带、裂隙带展布。蚀变为长石的绿泥石、伊利石化和镁铁质矿物的赤铁矿化、泥化。铀矿物以沥青铀矿为主,属单铀建造,矿石

收稿日期:2007-08-17;**改回日期**:2007-08-20

作者简介:郑大瑜,男,1941 年生,研究员级高级工程师,主要从事铀矿地质勘查与研究,E-mail:dawoozheng@163.com。

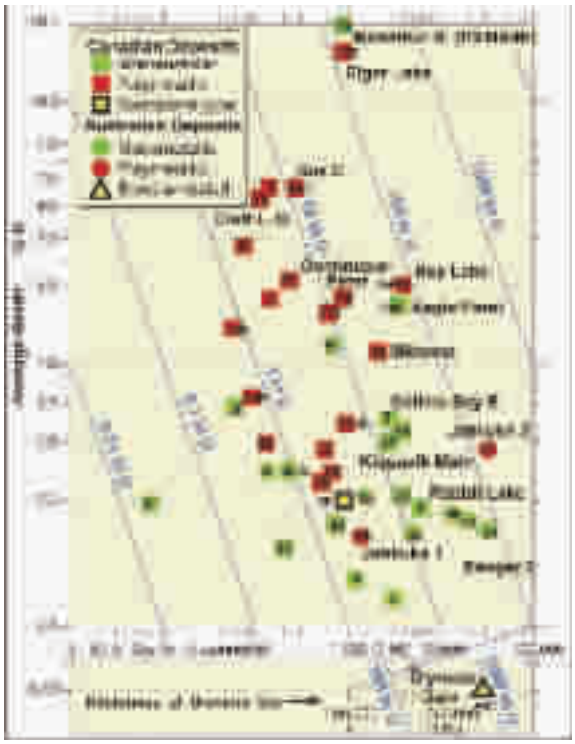


图 1 加拿大和澳大利亚不整合面关联型铀矿与其他世界级铀矿的品位/吨位对数坐标图

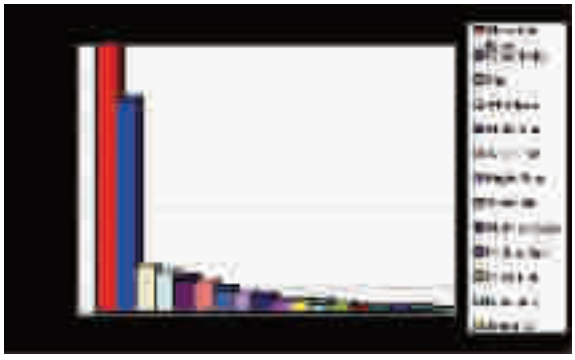


图 2 加拿大与澳大利亚世界级铀矿的平均吨矿经济价值对比

铀含量 0.2%~2%为 U 的中、低品位级别。矿床实例如拉比特湖、伊格尔·波因特和新发现的米勒纽(千禧年)铀矿。

(4)不整合面关联型铀矿的分布

阿萨巴斯卡盆地的面积约 8.5 km^2,与不整合面关联的铀资源目前有 96%集中分布盆地东部不到 20%的边缘地带。

2 不整合面关联型铀矿深部找矿技术

阿萨巴斯卡盆地几乎所有的不整合面关联型铀矿床都是依据特定的勘查模式和勘查程序, 综合运用地质方法、地球物理方法和地球化学方法,从大范围的选区开始,逐步缩小勘查范围,重点查明和筛选出有可能成矿的低阻导体带(石墨剪切带)作为钻探靶区,实施钻探验证,几经曲折甚至反复,而后发现和突破的。

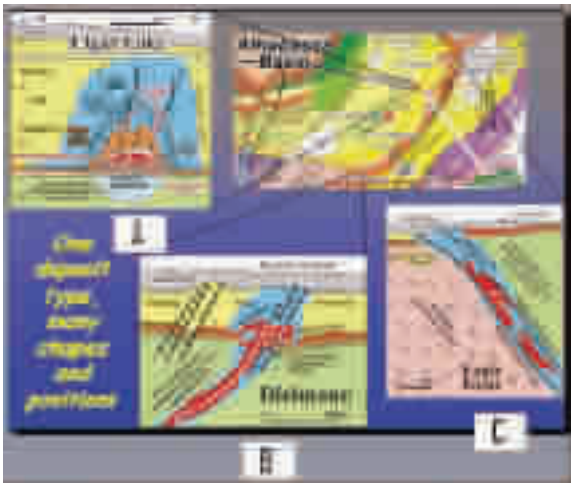


图 3 加拿大阿萨巴斯卡盆地不整合面关联型铀矿床的 3 个亚类

阿萨巴斯卡盆地不整合面关联型铀矿深部找矿所应用的勘查方法,不仅种类繁多,而且成套组合、综合应用。一般的应用范围是:运用重力测量查明圈定太古代地块、花岗岩穹隆与大型基底断裂构造的分布;用底沉积和冰川漂砾测量、圈定地球化学异常和围岩蚀变的分布范围; 运用电测深方法确定不整合面的埋深;运用甚低频测量(VLF)查明断裂的延伸和蚀变带;运用电磁测量(EM)探寻基底低阻导体带,这种导体带可以是含石墨的变质泥岩,也可以是基底花岗岩穹隆边缘的含水或含矿断裂构造; 然后把甚低频异常、电磁测量异常和化探异常的重叠地段作为深部找矿的钻探靶区,布孔施钻探、寻深部矿化; 钻探工作在靶区一直要进行到异常得到满意的解释或者矿床被发现为止。

富大铀矿的诱人前景和深部找矿的迫切需求,有力地推动了勘查技术的进步, 其尤以航空 EM 方法的发展最为突出, 其有效探测深度由 1975 年的 50m 迅速增长为 1990 年的 100 m 、1999 年的 300 m、2001 年的 500 m、到 2004 年已经达到了 1000m,并且连同较大比例尺的地面 EM 测量, 已经成为该区普遍应用、不可或缺的关键性勘查技术,发挥了重要的作用。

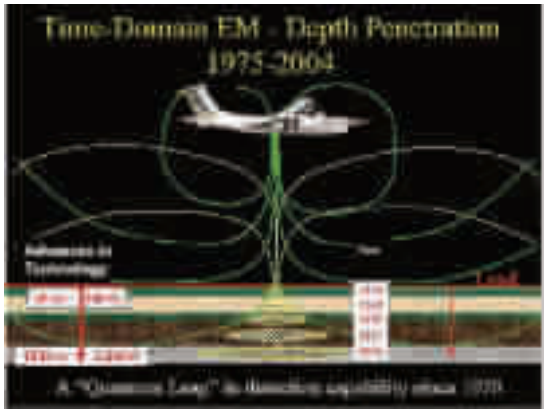


图 4　1975—2004 年加拿大航空 EM 方法探测深度的增长

3　不整合面关联型铀矿深部找矿进展

(1)第二台阶的重大发现

阿萨巴斯卡盆地早期发现的不整合面关联型铀矿大多分布于不整合面埋深 200m 以浅的东部盆缘;20 世纪 80 年代以来,西加湖铀矿和麦克阿瑟河铀矿等超大型富矿的重大发现是在不整合面埋深 300~500m 的第二台阶,不仅极大地激发了人们在盆内深部找矿的积极性,也有力地推动一系列深探测技术的长足进步,掀起了探寻不整合面关联型铀矿的全球热潮。

(2)盆地西部的新突破

近年来,Maybelle 矿床和 Shea Creek 矿床的新进展,打破了阿萨巴斯卡盆地不整合关联型铀矿的分布仅限于盆地东部沃拉斯顿地块含石墨岩系的空间格局和主岩专属性,大大拓展了深部找矿思路和勘查范围,不少勘查公司开始积极探索非石墨岩系的深部找铀新途径。

(3)不整合面之下的新天地

新世纪初,发现米连纽矿床的意义不仅为盆地内部不整合面以下拓展了近 300 m 的深部找矿空间,而且诱发了盆地东部外围地区圈地的新热潮,那些盆地之外,过去无人问津的地区,只要推测基底剥蚀程度较浅、具有发现米连尼纽式铀矿的可能而趋之若鹜,很快就被一抢而空。

4　不整合面关联型铀矿深部找矿启示

(1)思路决定出路

勘查人员是深部找矿的主力军,要调整思路、依靠科技进步。尽量采用快速、高效、大测深的物探和化探手段、指导鱼叉式钻探的精确打击,逐步取代过分依赖钻探网度、逐步加密的找矿模式。

(2)成因模式与勘查模式的关系

加拿大不整合面关联型铀矿如此丰富,发表的文章难以胜数,可是对其成因模式的探讨并不多见,同行们更为关注的是勘查模式,这与国内的行情有所不同,更加务实或者务实者更多、更受欢迎。在资源还不够丰富的阶段,相对于“为什么成矿?如何成矿?”而言,还是“怎么找?、如何才能更多、更快、更好、更省地找到矿?”也更重要。

(3)风险投资机制与体制的培育

过去,地质找矿属于高风险的“事业”,在国家承担全部风险的情况下,尚且以成败和成果论英雄、行赏罚;现在,市场经济条件下的地质勘查更是一项高风险投资的经济与经营活动,还要讲究效率和效益。深部找矿难度更大、风险更高,不解决风险投资机制与体制问题,又如何得以有效推进深部找矿工作?又有多少地勘单位能够独立承担全部风险呢?

矿山企业是风险勘查的投资主体,也是勘查成果的最大受益者,深部找矿“就近筹粮”最解矿山“无米之炊”、“等米下锅”之困,矿山理应承担深部找矿的大部分投资风险。管理部门也是有所作为的。加拿大的对策十分有效并且相当成功:一是政府制定抵扣和减免税收的政策,鼓励矿业公司风险投资、自主勘查、自行解决可持续发展问题;二是健全市场化的矿产勘查与矿业开发的风险投资机制,让社会和股民来共同分享矿业投资的回报和风险。

(4)资料共享的重要性

阿萨巴斯卡盆地不整合面关联型铀矿的深部找矿纯属商业性地质工作的范畴,然而所有的勘查公司和个人全都可以充分地享用联邦和省政府两级公益性地质工作所提供的大量基础地质成果以及其他勘查公司按规定提交之后按规定解密的全部勘查资料。作为矿集区的阿萨巴斯卡盆地扫面性的航磁、航重、航放资料、地质图、矿产图、勘查区块登记范围分布图、盆地基底等高线图以及各种比例尺的标准图幅资料应有尽有、提前预告、定期公布,加之省厅组织的一年一度的开放式行业交流会议,这一系列管理措施全都有效地促进了商业性地质工作的持续发展,也有效地促成了阿萨巴斯卡盆地所在的萨斯喀彻温省稳坐全球天然铀产量第一的优势地位。

中国铁矿深部资源潜力及找矿战略

骆华宝

(中国冶金地质总局,北京 100025)

提　要:中国冶金地质总局于 2005 年、2006 年和 2007 年,先后 3 次对全国 84 个大中型铁矿矿山资源潜力进行了调查和评估,并以此为依据对中国铁矿深部资源潜力进行了分析研究和初步总结,认为中国铁矿深部资源潜力巨大,有必要加大铁矿勘查的力度,查明铁矿资源储量,以确保中国铁矿资源的安全。

关键词:铁矿;资源潜力;找矿战略;中国

1　中国大、中型铁矿危机矿山的基本情况

中国 84 个大中型危机铁矿山,按规模划分为大型铁矿山 36 处,中型矿山 38 处,小型铁矿山 10 处。按地区统计分布在 22 个省(市、区),基本覆盖了中国铁矿矿产资源所在的主要省(市、区)。

按矿床成因类型统计, ①沉积变质型铁矿矿山 31 处(占总数的 36.9%),矿山数最多。以成矿时代为太古代的沉积变质铁矿——鞍山式铁矿为主, 还包括成矿时代为元古宙的良山铁矿、石碌铁矿、镜铁山矿铁矿等 3 个铁矿。②接触交代型铁矿矿山 25 处(占总数的 29.8%),位于第二。以与燕山期侵入岩体有关为主,还包括少量与元古宙(晋宁期)(2 个)和海西期(1 个)侵入的岩体有关的铁矿矿山。③岩浆晚期型铁矿矿山 7 处(占总数的 8.3%),以海西期岩浆岩为主(5 处矿山),还有晋宁期(1 处)和燕山期(1 处)。④玢岩型铁矿矿山 10 处(占总数的 11.9%),均与燕山期火山活动有关。⑤海相火山-侵入型铁矿矿山 4 处 (占总数的 4.8%), 与元古宙火山活动有关。⑥沉积型铁矿 6 处(占总数的 7.1%),与古生代沉积岩有关。⑦火山沉积变质型铁矿矿山 1 处(占总数的 1.2%),与古生代泥盆世火山岩有关。

在提交的 84 个铁矿山调查报告中,有危机矿山 50 个(其中严重危机 19 个,中度危机 20 个,轻度危机 11 个),不危机 34 个。

2　铁矿危机程度分析

统计铁矿调查报告矿山共计 84 个,累计探明铁矿 C+D 储量 112 亿 t,到 2003 年保有储量 89 亿 t。其中 44 个危机矿山统计, 累计探明铁矿资源储量 31 亿 t,到 2003 年底保有资源储量 18 亿 t。危机矿山铁矿保有资源储量情况严重减少。

1)产生危机的重要因素与矿种和矿床成因类型有密切关系。

沉积变质型铁矿山 31 个,不危机矿山 19 个(占 61%), 总体看沉积变质铁矿山有较大的保有资源储量。接触交代型铁矿山 25 个,不危机矿山 4 个(16%),接触交代型铁矿山规模以中型为主,资源储量一般相对于沉积变质铁矿矿山要少, 因而其矿山寿命要短,危机比例相对要大。其他矿床类型矿山居中。

2)铁矿山的矿山投产期与矿山的危机程度总体看关系不大。

(1)超期服务矿山不属危机矿山。如:鞍山矿业公司眼前山铁矿设计生产年限 21 年,实际生产年限 39 年,尚可服务年限 16 年;类似的矿山还有:通化钢铁集团板石矿业有限责任公司、辽宁鞍山钢铁集团公司齐大山铁矿、福建龙岩市马坑铁矿、四川省盐

收稿日期:2007-08-20;**改回日期**:2007-08-22

作者简介:骆华宝,男,1956 年生,博士,教授级高级工程师,现从事地质勘查管理工作;E-mail:dkb@vip.163.com 。

表 1　中国部分危机矿山预期提交资源量统计

序号	矿山名称	（332+333）类资源量/万 t
	第一批	
1	河北迁安大石河铁矿（杏山采区）	40000
2	辽宁鞍山大孤山铁矿	30000
3	甘肃酒泉镜铁山铁矿	26000
4	海南昌江石碌铁矿	10000
5	河北迁安大石河铁矿（二马采区）	8000
6	江西新余良山铁矿	8000
7	河北迁安大石河铁矿（大石河采区）	2000
8	江苏镇江韦岗铁矿	2000
9	江苏南京冶山铁矿	1500
10	江苏徐州利国铁矿	1400
11	安徽马鞍山东山铁矿	1300
12	山东济南张马屯铁矿	1200
13	四川南江竹坝铁矿	800
14	山西临汾二峰山铁矿	800
15	浙江漓渚铁矿东西矿	800
16	云南禄丰鹅头厂铁矿	700
17	陕西略阳阁老岭铁矿	700
	第二批	
1	河北宽城满族自治县大庙沟铁矿	10000
2	江苏(上海)梅山矿业有限公司	5000
3	湖北武汉钢铁集团程潮铁矿	4000
4	山东省莱芜市小官庄铁矿	3000
5	山东金岭铁矿召口矿区	2000
6	四川省泸沽铁矿	1500
7	四川省盐源县平川铁矿	1000～3000
8	河北省承德钢铁集团黑山铁矿	1300
9	湖北武汉钢铁集团大冶灵乡铁矿	1000
10	邯郸冶金矿山管理局西石门铁矿	1000
11	安徽马钢(集团)桃冲铁矿	1000
12	湖北武汉钢铁集团金山店铁矿	500～1000
	第三批	
1	新疆富蕴县蒙库铁矿	3000
2	安徽马鞍山市黄梅山铁矿	1500
3	新疆哈密市雅满苏铁矿	500
		171500～174000

源县平川铁矿等。

(2)服务年限接近设计生产年限的矿山,但不危机。如:首钢矿业公司水厂铁矿,设计生产年限 44 年,实际生产年限 33 年,但不危机;类似的矿山还有首钢矿业公司大石河铁矿杏山采区、河南安钢集团舞阳矿业有限责任公司、福建德化县阳山铁矿东矿段、重庆钢铁集团矿业有限公司太和铁矿、北京首钢铁矿、北京威克直接还原材料厂等。

3)对矿山的危机程度与相关社会经济环境有较大的关系,由于当前中国铁矿为紧缺矿种,市场对资源的需求大幅度攀升。1996 年,钢产量超过了 1 亿 t,到 2006 年底,猛增到 4.2 亿 t,同时,按照现代企业制度的要求,加快矿业企业的重组和改造,积极推进矿业企业结构的调整。加快了钢铁企业的技术改造,提升了矿山和钢铁企业的生产能力,矿山的危机程度势必加速。

4)中国当前中型矿山资源短缺程度最为严重的现实。而一般大型矿山,深部有较为可观的资源量,是今后地质勘查的重点。

3 中国铁矿危机矿山预期提交的资源储量

经过专家核实确认,Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ类部分危机铁矿山接替资源勘查将取得 (332+333) 资源潜力 17.1500~17.4000 亿 t(表 1)。

4 对铁矿矿产资源潜力的综合分析

1)中国现有铁矿区有巨大的铁矿资源潜力。仅就评估的 84 个铁矿危机矿山统计结果,预测有 30.1965 亿 t 的铁矿(332+333)资源量。《中国铁矿志》统计中国有 1971 个铁矿床,其中大中型铁矿有 608 处。按此比例预测,中国大中型铁矿山矿区内尚有资源潜力 210 亿 t,铁矿资源潜力巨大。

2)中国铁矿山资源潜力大小的关键因素是矿床的成因类型。中国现有铁矿矿区资源潜力与铁矿床的成因类型有密切的关系。依据铁矿形成的主要控制因素,将中国铁矿床成因类型归纳为 7 个主要类型,即:沉积变质型、接触交代型、岩浆晚期型、玢岩型、沉积型、海相火山-侵入型、火山沉积变质型。统计结果显示,沉积变质型铁矿的资源潜力最大,调查矿山 30 个矿床预期可获资源量 16.7630 亿 t。接触交代型铁矿参加统计的铁矿床 24 个,资源量 2.5015 亿 t;玢岩型铁矿 9 个,资源量 1.8000 亿 t;岩浆型铁矿 6 个,资源量 3.3700 亿 t;沉积型铁矿 7 个,资源量 1.3120 亿 t;火山沉积变质铁矿 43 个,资源量 0.3700 亿 t;与海相火山-侵入活动有关的铁矿山 4 个,资源量 0.0800 亿 t;超贫磁铁矿 2 个,资源潜力 4.0000 亿 t。已有矿区深部和外围具有巨大的资源潜力。86 个铁矿山统计结果,预测铁矿(332+333)资源量 30.1965 亿 t,且预测的数据均有一定的前期工作基础和较充分的预测依据,表明老矿区具有极大的找矿潜力。

3)中国超贫磁铁矿具有巨大的资源潜力,本次仅提交 2 个矿山的调查报告,合计资源潜力 4 亿 t,预示着超贫磁铁矿有巨大的找矿潜力。

4)预测铁矿资源潜力大于 1 亿 t 的省(市、区)有:辽宁、河北、安徽、河南、四川、内蒙、甘肃、重庆等 8 个省(区);小于 1 亿 t 大于 0.5 亿 t 的省(市、区)有:江苏、山东、江西、湖北、新疆 5 个。

5 找矿勘查工作战略部署建议

1)立足全国,突出工业基地,整体考虑危机程度(不拘泥于特定的矿山)。中国铁、锰、铬矿资源危机,每年需要进口大量的矿石,因此接替资源勘查要坚持立足全国,突出重要的工业基地的勘查工作,不必以某个矿山危机与否部署工作,要按成矿区带总体考虑和安排,按钢铁工业发展的需求,依据成矿条件,全面部署接替资源勘查工作。对重点成矿带中全部大中型矿床的资源潜力评估,如各主要类型铁矿区带内的全部铁矿山进行摸底,对矿区深部和外围的成矿条件进行资源量预测,择优安排勘查工作。避免就某一个矿山来评价危机与否,进而确定对其是否勘查。

2)重点对鞍山—本溪、冀东—密云、攀枝花—西昌、五台—吕梁、宁芜—庐枞、包头—白云鄂博、鲁中、鄂东、邯郸—邢台、海南等重要成矿带中的矿山进行资源潜力调查,兼顾其他铁矿成矿带。

3)技术优先,采用先进而有效的方法、技术,提高铁矿产勘查效果,降低勘查风险。坚持依据不同的矿床成因类型,部署相应的勘查工作技术手段,确保勘查技术的可靠性。

4)东西部兼顾,既要在东部寻找新的铁锰矿产接替资源,又要为西部大开发寻找铁锰矿储备资源。

5)适度超前。对超贫磁铁矿进行摸底;依据未来国民经济发展的需求和采选冶技术水平的提高,适度加强低品位矿和暂不能利用矿的预查和普查工作。

6)注重综合评价。加强铁矿床共生、伴生有益组分的评价,提高资源利用的能力和效果。加强保护环境,降低环境污染,保护生态环境。

中国铁矿资源现状与对策

靳淑韵　刘　军

(中国地质大学地球科学与资源学院,北京 100083)

提　要:中国铁矿资源具有分布广泛但又相对集中、矿床类型齐全、贫矿多富矿少、矿石类型复杂、伴(共)生有益组分多和综合利用难度大等特点。近几年,中国铁矿资源储量整体呈下降趋势。2004 年中国铁矿石消费 4.6 亿 t,进口 2.08 亿 t,对外依存度为 45%。而从战略的角度看,铁矿石的供应不能主要依靠进口,为此,必须制定相应的对策和采取相应的措施,如加强地质勘查投入,在矿山深部和外围寻找接替资源;注重应用找矿新技术和新方法;加强中国西部及边远地区铁矿资源的勘查工作等,从而保证铁矿资源的安全供给。

关键词:中国;铁矿;资源现状

1　世界铁矿生产状况

按矿石量计,中国在 2004 年仍然是世界主要铁矿石生产国,产量为 2.80 亿 t。其次为巴西 2.2 亿 t,澳大利亚 2.2 亿 t、印度 1.1 亿 t、俄罗斯 0.95 亿 t、乌克兰 0.66 亿 t、美国 0.54 亿 t。

而如果按含铁量计,巴西则为世界第一大铁矿石生产国,其次是澳大利亚,中国产量排在巴西和澳大利亚之后,主要是由于其铁矿石平均品位较低,为 33%,而巴西和澳大利亚生产的铁矿石,一般为平均品位达 60%左右的富铁矿石[1]。

2　中国铁矿资源特点❶

2.1　铁矿分布广泛,但又相对集中

目前已查明铁矿产地分布遍及全国 29 个省(市、自治区)的 660 多个县(旗),但又成群、成带产出,显示相对集中分布的特点。如:辽宁鞍山—本溪、四川攀枝花—西昌、冀东—北京、山西五台—岚县、宁(南京)芜(湖)—庐(江)枞(阳)、内蒙古包头—白云鄂博、云南惠民、皖西霍丘、鲁中等 9 个地区就占全国保有铁矿石储量的 68%。

2.2　矿床类型齐全

地质勘查和矿床研究结果表明,中国铁矿床类型齐全。其中以沉积变质型为主,储量占 57.7%,居各类型铁矿床之首,其次是岩浆型(占 11.6%)、接触交代型(占 10.4%)。与世界不同之处在于中国接触交代-热液型和岩浆型储量占的比例较高(表 1)。

2.3　贫矿多富矿少,矿石类型复杂

全国铁矿石保有储量中贫铁矿石储量为 452.00 亿 t,占全国储量的 97.5%;而含铁平均品位在 55%左右能直接入炉的富铁矿储量只有 11.74 亿 t,占全国储量的 2.5%。

中国铁矿石自然类型复杂,有磁铁矿石、钒钛磁铁矿石、赤铁矿石、菱铁矿石、褐铁矿石、镜铁矿石及混合矿石。在铁矿石保有储量中,以磁铁矿石为最多(占 55.5%),是目前开采的主要矿石类型,钒钛磁铁矿石也是目前开采的主要矿石类型,而其他类型因选别性能差,其贫矿多数尚未利用。

2.4　伴(共)生有益组分多,综合利用难度大

中国具伴(共)生有益组分的铁矿石储量,约占全国储量的 1/3,涉及一批大、中型铁矿区,如攀枝花、白马、大庙、大冶、金岭、大宝山、马鞍山、龙岩和

收稿日期:2007-08-17;**改回日期**:2007-08-22

基金项目:全国危机矿山接替资源找矿项目(200521036)资助。

作者简介:靳淑韵,女,1979 年生,硕士生,现主要从事矿产资源经济评价工作;E-mail:ljtony_2001@163.com。

❶见中国矿业网站。

表 1 国内外各类型铁矿床所占的资源储量[2]

序号	矿床类型	中国(%)	世界(%)
1	沉积变质型	57.7	60
2	岩浆型	11.6	7
3	火山岩型	5.2	
4	沉积型	6.9	18
5	接触交代型	10.4	2
6	热液型	3.3	2
7	风化淋滤型	1.2	
8	其他及未划分	3.7	11
合计		100	100

海南石碌等铁矿区。伴(共)生有益组分有:钒、钛、铜、铅、锌、锡、钨、钼、钴、镍、锑、金等 30 余种。这是中国铁矿资源的主要特点,因而矿石的综合利用是一个必须解决的问题。

3 中国铁矿生产状况及保证程度

近几年, 中国铁矿资源储量整体呈下降趋势。2004 年中国铁矿石消费 4.6 亿 t, 进口 2.08 亿 t,对外依存度为 45%。中国铁矿石进口主要来自澳大利亚、巴西、印度、南非、秘鲁等国,其中澳大利亚、印

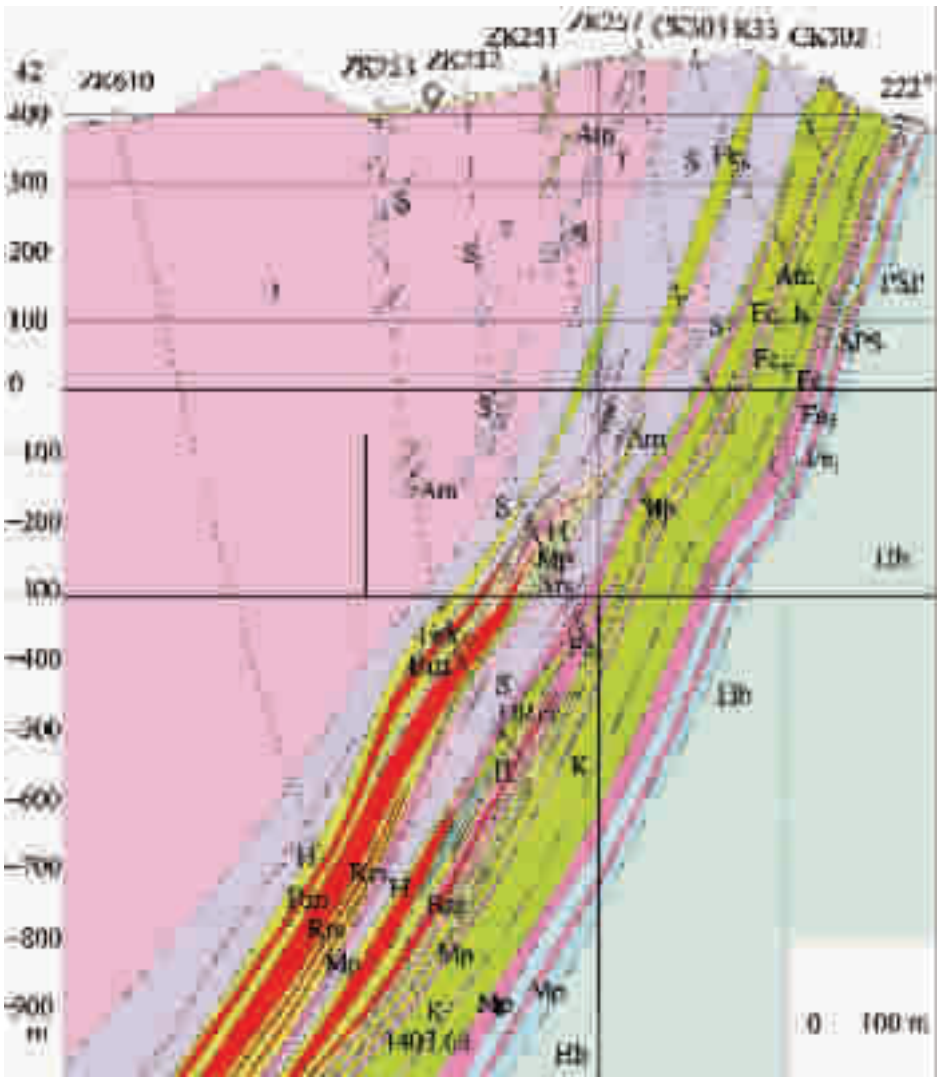


图 1 辽宁弓长岭铁矿床二矿区 25 线剖面❶

Q—第四系;γ —混合花岗岩;Rm—磁铁平炉富矿;S—石英片岩;HRm—赤铁平炉富矿;H—蚀变岩;Mp—磁铁矿;Am—角闪岩;K—变粒岩;Hb—钠长角闪片岩;PSP—绿泥云母片岩;SPS—钠长角闪片岩;Fe1—第一层铁;Fe2—第二层铁;Fe3—第三层铁;Fe4—第四层铁;Fe5—第五层铁;Fe6—第六层铁

❶辽宁弓长岭铁矿接替资源勘查项目资料改编,2007.

度和巴西 3 国占进口总量的 86%,进口集中度很高[1]。而从战略的角度看, 铁矿石的供应不能主要依靠进口,为此,必须制定相应的对策和采取相应的措施。

4 主要对策

4.1 加强地质勘查投入,在矿山深部和外围寻找新的接替资源

全国危机矿山接替资源找矿项目就是国家组织开展的政策性扶持的商业性地质工作, 主要目标是在有资源潜力和市场需求的老矿山周边或深部,新发现并查明一批资源储量, 延长矿山服务年限。从 2004 年开始实施以来,找矿成果十分显著。其中辽宁弓长岭铁矿找矿项目,目前取得重大进展。在弓长岭二矿区深部已经施工的 10 个钻孔,均见矿,而且多个钻孔发现厚层磁铁富矿。如 25 线的 ZK610 孔,终孔孔深 1403.60 m, 共见到 10 层铁矿, 总厚度为 124.25 m (图 1)。其中磁铁富矿 6 层, 总厚度为 96.85 m,目估品位 62%,矿石为中粒—细粒致密块状磁铁富矿;条带状磁铁贫矿共 3 层,总厚度 25.5 m,目估品位 30%; 条带状假象赤铁石英岩 1 层, 厚度 1.90 m,目估品位约 30%。

4.2 注重应用找矿新技术和新方法

磁法是铁矿勘查最重要手段之一。据统计,在全国主要铁矿区(带)中,共发现航磁异常 6607 处,其中已知矿致异常 543 处,有望异常 1176 处,性质不明异常 1755 处,非矿异常 3132 处。这些异常多成片成带分布在主要铁矿区带及矿带延伸之隐伏区,半数以上有望异常未经检查验证,根据地质、物探资料综合分析,上述主要物探磁异常分布区找矿潜力巨大[3]。

井中三分量磁测方法可以及时指导钻探工程施工。如河北杏山铁矿,C22 线 XZK0618 孔于 760.43~762.81m 见矿 2.38 m(非主矿体)。当施工到 946 m 时进行了井中三分量磁测井工作, 测井曲线 ΔZ 出矿后呈负值喇叭口,利用比值法计算在 998 m 处应该见矿,但到 989.45 m 开始见到主矿层,说明井中磁测起到了及时指导钻探工程的作用 (据齐文秀, 2007)。

很好地利用新技术和新方法, 可以及时指导钻探工程的施工,提高钻孔的见矿率,扩大矿山的资源储量。

4.3 加强中国西部及边远地区铁矿资源的勘查工作

中国铁矿资源分布不均,中、东部多、西部少。西部地区现已探明的铁矿储量仅占全国铁矿总量的 4.2%。但西部各省的地质研究程度较差,有些地区成矿地质条件还是较好的,只要适当投入,深入工作就可能会在富铁矿找矿方面有较大突破[4]。1999 年以来,中国地质调查局对青藏高原空白区进行 1:25 万区域地质调查就新发现了 3 个富铁矿点, 每个矿点的潜在资源量都超过了 5000 万 t, 都达到了中型矿的规模,其中一个矿点的潜在资源量甚至超过 1 亿t,属于罕见的大型富铁矿。这充分说明了在西部和边远地区开展勘查工作的必要性和有效性❶。

参考文献:

[1] 牛建英. 铁矿资源安全分析[J]. 中国矿业, 2007, 16(1):17-19.

[2] 沈保丰, 翟安民, 苗培森, 等. 华北陆块铁矿床地质特征和资源潜力展望[J]. 地质调查与研究, 2006, 29(4):244-252.

[3] 侯宗林. 中国铁矿资源现状与潜力 [J]. 地质找矿论丛, 2005, 20(4):242-247.

[4] 赵一鸣.中国铁矿资源现状、保证程度和对策[J].地质论评, 2004, 4:416-417.

❶中国地质调查局网站.

实施危机矿山接替资源勘查找矿工作的战略意义
——以阜新煤矿为例

张　智　王启文

(阜矿集团地质测量处,辽宁 阜新 123000)

提　要:阜新矿区是一个具有百年开采历史的老矿区,由于煤炭资源枯竭,矿区 42 万职工和家属的生活将受到影响,几十亿的国有资产闲置。2004 年将辽宁省阜新八道壕煤矿深部及外围资源接替找矿列为全国危机矿山资源接替找矿九项试点项目之一。其成果将为阜新矿区煤业经济乃至城市经济健康持续的发展将起到重要作用,具有经济与社会双重意义。

关键词:阜新矿区;危机矿山;接替资源;找矿

一次特别的找矿计划引发了人们对中国危机矿山深部及外围找矿前景的关注,2004 年 9 月 13 日温家宝总理主持召开的国务院第 63 次常务会议审议通过了《全国危机矿山接替资源找矿规划纲要》。决定在有资源潜力和市场需求的老矿山的深部及外围开展找矿工作,以延长矿山服务年限,这是国家组织的带有政策扶持性的商业性地质工作,具有经济和社会的双重效益。

此前,阜矿集团受国土资源部、中国煤炭地质总局的聘请, 笔者作为全国 400 多个煤炭企业的基层单位代表参加了《全国危机矿山接替资源找矿规划纲要》(2004—2010)的专家论证会议。在会议上反映了当前煤炭企业的困难和问题,特别是资源型城市老矿区的接替资源严重不足的问题。得到了与会专家的高度重视,为阜矿集团相关项目的争取,提供了机遇和可能。并将辽宁省阜新八道壕煤矿深部接替资源勘查工作列为全国首批九项试点项目之一。

1　阜新矿区基本情况

1.1　基本概况

原阜新矿务局成立于 1949 年 1 月,2002 年 6 月转制为阜新矿业(集团)有限责任公司。具有百年的开采历史,解放后经过 58 年的发展,现已成为以煤为主,多种经营的综合性、特大型综合实体,共有资产 59 亿元。阜新矿区累计生产煤炭 5.68 亿 t,累计创工业总产值 304.3 亿元, 上交税金 20 亿元。2006 年实现商品煤产量 1035 万 t,实现企业总收入 35 亿元,其中,煤类收入 24 亿元,非煤类收入 11 亿元。全年上缴税费 2.5 亿元。其中井工矿总产量是建局以来的最好水平。

阜矿集团公司现有 8 个生产煤矿, 尚有地质勘探、设计、建设、机修、火工、林业、医疗、物业等 20 多个厂、部、处级辅助的生产生活单位,是一个年生产原煤千万吨以上, 辅助设施齐全的大型国有重点煤炭企业。其行政区划大部分为阜新市的新邱区、海州区、太平区、细河区、清河门区、和阜新县蒙古族自治县所辖, 仅有少部分为锦州市的义县、黑山县的地域。阜矿集团所在地位于阜新市的海州区,其地理位置东经 121°38′10",北纬 42°00′40"。

阜新煤田位于辽宁省西部。其范围: 东北至沙拉,西南至李金;西北自煤层露头,东南(深部)至-1100 m。走向长 75 km,平均宽 8 km,面积 600 km^2。

收稿日期:2007-08-20;**改回日期**:2007-08-22

作者简介:张智,男,1954 年生, 高级工程师,从事生产、技术、安全和项目管理工作;E-mail:dcczz1398@yahoo.com.cn。

表 1　矿区煤层特征

含煤地层	煤层名称	煤层厚度/m	层间间距/m	煤层结构	稳定性	分布范围	煤质类别
1	2	3	4	5	6	7	8
阜新组	水泉层	0.8~14.20	15~100	复合煤层	不稳	局部	长焰煤
	孙家湾层	0.8~26.4	10~100	复合煤层	较稳	全区	长焰煤
	中间层	0.8~7.29	0~140	复合煤层	不稳	局部	长焰煤
	太上层	0.8~55.00	0~70	复合煤层	较稳	全区	长焰煤
	太下层	0.8~41.48	6~120	复合煤层	较稳	全区	长焰煤
	高德层	0.8~20.00		复合煤层	不稳	局部	气煤
沙海组	六煤组	0.8~1.10	100~165	复合煤层	不稳	局部	长焰煤
	五煤组	8.0~2.30	12~40	复合煤层	较稳	全区	长焰煤
	四煤组	0.8~20.30	30~50	复合煤层	较稳	全区	长焰煤
	三煤组	0.8~3.64	52~62	复合煤层	不稳	局部	长焰煤
	二煤组	0.8~2.0	50~60	复合煤层	不稳	局部	长焰煤
	一煤组	0.8~1.39		复合煤层	不稳	局部	长焰煤

(据有关专家认为,煤田西南边界应延至锦州,走向长为 130 km,宽 8~12 km(平均 10 km)煤田面积应为 2000~3000 km^2。

矿区位于天山—阴山纬向构造带之赤峰—铁岭断隆带与新华夏系第二沉降带之北票—建昌段隆带交错复合部位。矿区内褶皱构造比较发育,由东北向西南依次有新邱背斜,清河门背斜和李金背斜等。这些背斜又为 NW 及 NNW 向正断层切割,将整个矿区分割成多个块段矿区煤层特征(表 1)。这些正断层延续不远,落差不大(个别达 200 m),是井田划分的自然边界。区内有新近纪和古近纪辉绿岩侵入,岩墙、岩床都有存在。

矿区的可采煤层都分布在沙海组和阜新组之内,共分为 12 个煤层群,阜新组和沙海组各有 6 个煤层群,阜新组的煤层储量为矿区总储量的 75%,沙海组的煤层储量占矿区总储量的 25%左右, 义县组中偶见簿煤层,煤质差,范围不大。

矿区的煤层绝大部分属缓倾斜煤层, 煤层倾角为 4~22°, 但在高德、新邱的背斜轴部附近也见有 35~40°的现象,但范围不大。

矿区的煤层以长焰煤为主,深部有少量的气煤。由于火成岩影响使其周围煤层局部变为天然焦。

1.2　开发简史

阜新煤田发现于 1897 年,1940 年日伪统治时期大规模掠夺性开采, 其 14 年中采出煤炭 2619.17 万 t。1946 年国民党统治时期的 3 年间共采出煤炭 202.11 万 t。解放前的 52 年间阜新矿区先后在新邱、城南、高德、太平、五龙以及清河门河西、乌龙坝地区共采出煤炭 2848.1 万 t, 最高年产量 427 万 t(1944 年)。1949 年成立了阜新矿务局,对新邱、高德、太平、孙家湾、海州、平安地区的矿井露天进行了全面的恢复。到 1949 年末矿区已恢复矿井 28 对,露天 2 座,总设计能力 424 万 t/年。1949 年末矿区保有储量 7192.9 万 t,1964 年底, 先后有海州露天 (能力 300 万 t/年)、新邱露天(能力 60 万 t/年)、清河门立井(能力 60 万 t/年)、高德一号井(能力 30 万 t/年)建成投产,加上原来的新邱、高德、平安一些老斜井,已形成有新邱矿、兴隆矿、五龙矿、平安矿、清河门矿、新邱露天矿、海州露天矿 8 个生产煤矿,号称“八大煤矿”年产千万吨以上的大型现代化的煤矿企业。1964 年后,解放前建设的老井和解放初建设的一批小型斜井相继报废。又查明了艾友、东梁两个矿区。由阜新矿务局自行勘探、设计施工, 建成设计能力 45 万 t/年的艾友矿区、设计能力 102 万 t/年的东梁矿区。1987 年自行建成投产王营煤矿设计能力 120 万 t/年。1980 年矿区核定能力 1025 万 t/年。1986—2001 年, 先后报废了一批矿井, 矿区设计能力 900 万 t/年,核定能力 965 万 t/年。

据初步统计,解放初恢复老矿井 29 个;解放后新建矿井 41 个;解放后至今,报废矿井 57 个。累计生产煤炭 5.68 亿 t。现有生产矿井 8 个,包括:五龙矿、王营矿、艾友矿、清河门矿、乌龙矿、伊马矿、八道壕矿、海州立井。矿区现核定能力 1083 万 t/年。

表 2 阜矿集团公司 2006 年 1 月 1 日煤炭储量

序号	矿井名称	能力	全井工业储量(111b) /万 t				可采储量(111) /万 t	剩余服务年限	备注
			A+B+C	A+B	C	A+B/+C%			
1	集团公司计	1083	49693.5	15346.2	34347.3	30.88	27834.7	25.7	
			23114.5	5891.8	1722.7		13108.4	59.58	
2	五龙矿	220	6009.9	941.9	5068.0	15.67	4187.9		
			17104.6	4949.9	12154.7	28.94	8920.5		B_3 以南
3	清河门矿	170	6636.0	2197.7	4438.3	33.12	3832.4	22.54	
4	艾友矿	195	6010.4	1752.8	4257.6	29.16	4432.2	22.72	
5	海州立井	150	4586.3	835.3	3751.0	18.21	2714.6	18.1	
6	伊马矿	76	926.8	254.5	672.3	27.46	450.5	5.93	
7	乌龙矿	32	361.1	186.4	174.7	51.62	210.7	6.58	
8	恒大煤业	90	6202.2	4107.4	2094.8	66.22	1786.5	19.85	
9	八道壕矿	150	1780.3	44.4	1735.9	2.49	1238.3	8.26	
10	海州露天矿		75.9	75.9		100	61.1		

1.3 资源开发及危机程度

阜新矿区位于阜新煤田的东北,东北起沙拉,西南至清河门,走向长约 50 km,浅部(西北)自煤层露头线,倾斜宽 3~8 km,矿区范围为 349.334 km^2,开采范围 213.22 km^2。据统计现已采空最大面积为 101 km^2。据历史资料记载:煤田范围内共施工钻孔 10000 余个,累计进米 100 万余米,提交资源勘查储量报告 50 余份,煤田累计探明资源储量 20 亿 t。累计生产煤炭 5.68 亿 t。

阜矿集团截至 2006 年 1 月 1 日煤炭资源储量(表 2)为 7.2 亿 t,其中:正规采区的工业储量 4.9 亿t,可采储量 2.7 亿 t。且资源储量分布不均衡,地质控制程度较低。以此估算, 平均服务年限 15 年左右。2005 年 2 月提交国土资源部审定的《辽宁省阜新市煤炭资源潜力调查报告》提出:根据资源危机程度评价,阜新矿区中的 9 个矿井,严重危机(服务年限小于 10 年)矿井 4 个(伊吗矿、乌龙矿、八道壕矿、海州矿)、中度危机(服务年限 10~25 年)矿井 4 个(清河门矿、艾友矿、海州立井、王营矿),无危机(服务年限大于 25 年)矿井 1 个(五龙矿)。

由于矿区地质构造复杂,多为复合煤层,煤层结构复杂。开采技术条件、地质条件差,加上地质勘探程度不足和开采深度的增加而导致的地质灾害等多种因素。致使实际资源严重危机矿井 5 个(伊马矿、乌龙矿、八道壕矿、海州立井、王营矿),资源中度危机矿井 2 个(清河门矿、艾友矿)资源无危机矿井 1 个(五龙矿)。因此,矿区有 88%的矿井属于资源危机矿井。原规划可供建井的矿产地仅有一处东梁沙海组,可供勘探区块一处伊马图区。

多年煤炭生产实践, 阜矿集团目前所面临的困难主要有以下几个方面:

(1)开采强度大,后备煤炭资源储量严重不足,其采勘之间的矛盾十分突出。从矿井大接续上看发展规划区少(仅东梁沙海组一处),生产后劲不足。目前将还有些矿井将进入破产的行列,特别是过去耳熟能详的海州露天煤矿已经进入破产程序,生产能力占集团公司生产能力的 50%以上,大接续十分紧张。

(2)矿井地质构造复杂,火成岩侵入对煤层的破坏较为严重,多为复合煤层,煤层结构复杂,储量分布不均衡。导致有的矿井采区布局不合理。

(3)开采深度大,井巷关系复杂。矿井提升、通风、排水、运输、地温、冲击地压等因素都加大了开采难度,个别矿井地压大、巷道底鼓、瓦斯大、发火期短,造成生产成本高的自然灾害因素增多。

(4)20 世纪 90 年代以来,阜矿集团和全国煤炭企业一样经历了十几年经济上处于极度的困难时期,生产和安全投入严重不足。加之“有水快流”的冲击,企业生存难以为继。深部及外围资源地质勘探工作根本无从谈起。导致大接续的严重失调。

以上情况分析, 要保证阜矿集团煤业经济持续健康发展,必须着手解决好两个问题:一是要提高煤炭采区回采率, 二是要尽快解决后备煤炭资源不足的问题,以缓解大接续的紧张状况。

2 矿区深部及外围找矿实践

2004 年国土资源部成都会议确定,《辽宁省阜

新八道壕煤矿深部及外围接替资源勘查找矿》项目列入全国九项试点项目之一。国土资源部国土资发[2004]296 号《关于下达 2004 年度危机矿山接替资源勘查试点项目计划的通知》正式批准立项。2004 年 11 月 5 日,国土资源部地质勘查司司长钟伟志在辽宁省阜新市主持召开了阜新矿业集团八道壕煤矿深部及外围接替资源勘查项目协调会议。会议强调:阜矿集团八道壕煤矿深部及外围接替资源勘查项目是党中央国务院对振兴东北老工业基地、支持阜新资源枯竭型城市转型的重点项目,是党中央国务院解决危机矿山解困的首批试点项目之一,体现了党中央对东北老工业基地的关怀,我们深感责任重大,任务光荣而艰巨。各有关单位均表示要顾全大局、通力协作,努力把八道壕煤矿深部及外围接替资源勘查项目做好,向党中央国务院交出一份满意的答卷。至此,阜矿集团危机矿山接替资源勘查找矿工作在国土资源部等有关部门的关注下拉开了帷幕。

按照国土资源部“阜矿集团危机矿山接替资源找矿工作,在工作部署上,可在黑山盆地及下辽河一带开展区域地质勘查,争取 2~3 年内拿出预测意见、盆地分析、资源储量成果。”的意见,组织项目的协作单位东北煤田地质局一〇七队、物测队。依据危机矿山接替资源勘查找矿项目设计的编写要求,搜集了大量的地质资料,并对阜新矿区深部、周边及外围的煤炭资源赋存情况进行了详细的分析和研究。国土资源部[2004]006 号文件下达了《2004 年度危机矿山接替资源勘查试点项目任务书》(项目编号:200421006),批准匡算资金 2400 万元,工作时间为 2004—2007 年。

2.1 探矿权办理情况

《辽宁省阜新八道壕煤矿深部接替资源勘查找矿》项目批准以后,按照批准的各年度项目设计任务书的要求,积极努力办理探矿权手续,目前为止,共办理探矿权 1578 km^2 (已获得 888 km^2; 待批 690 km^2)。其中:八道壕煤矿深部 40 km^2;八道壕南部区 183 km^2; 半拉门区 335 km^2; 谢林台—雷家区 330 km^2(谢林台 150 km^2、雷家区 180 km^2);东旧门区 320 km^2(含大柳屯—双山子区)已经上报待批;阜新

表 3 危机矿山钻探验证钻孔完成情况

序号	年度	施工地点名称	设计钻孔	实际完成	备注
1	计		12/14550	7/7029.15	
2	2004	八道壕煤矿深部	2/3000	2/2458.96	
3	2005	八道壕矿深部及南部	4/4000	3/2871.44	
4	2006	谢林台-雷家区	3/3600	2/1610	1 号 910 m、2 号 700 m
5	2006	东旧门(大柳屯)	1/1200	待施工	
6	2006	宋家区	1/1200	待施工	
7	2006	韭菜台区	1/1200	待施工	

表 4 危机矿山二维地震工程量完成情况

年度	地区	设计点	完成点	甲级	甲级率/%	乙级	乙级率/%
2004	八道壕深部区	5955	5730	3647	63.6	2083	36.4
	八道壕南部区	3207	3065	2033	66.3	1032	33.7
	半拉门区	2185	2386	1476	61.9	910	38.1
	小计	11347	11181	7156	64.0	4025	36.0
2005	八道壕南部区	4506	4278	2447	57.2	1818	42.5
	雷家—谢林台区	5702	5813	3207	65.2	2606	44.8
	小计	10208	10078	5654	56.1	4424	43.9
2006	雷家—谢林台区	4162	4252	2756	64.8	1496	35.2
	东旧门区	7838	7670	5372	70.0	2298	30.0
	小计	1200	11922	8128	68.2	3794	31.8
	总计	33555	33181	20938	63.1	12243	36.9

盆地沙海组矿产资源预测 370 km²，国土资源部已经同意上报，待批。

目前，正在着手筹备下辽河区的宋家区块；辽河盆地东部凹陷韭菜台区块立项及申办探矿权问题（该 2 块不在 1578 km² 面积之内）。

2.2 工程量完成情况

目前，危机矿接替资源勘查找矿项目，共计完成钻探验证孔 7 个，总工程量 7029.15 m（含雷家区正在施工 1、2 号孔孔深分别为 910 m 和 700 m）；二维地震已经完成地震物理点 33181 个。工程量分区情况分别见表 3-4。

2.3 勘探工程效果

（1）八道壕煤矿深部 40 km² 地震概查工作已经完成，与钻探验证孔吻合，煤层可采范围已经初步控制，经精查勘探完毕后，获得煤炭资源量 7100 万 t，国家矿产储量评估中心已经审查通过。

（2）八道壕南部区 183 km² 二维地震工作已经完成，正安堡区控制了盆地范围，经钻探验证，结论无煤层发育。

（3）半拉门区块 335 km² 已经完成了二维地震概查工作，显示煤层埋藏深度在 2000 m 深度以下；但是，经专家分析认为，该区块的西北部位可划出一定范围较浅区块。有待下一步进行钻探验证。

（4）谢林台—雷家区 330 km² 二维地震工作已经完成，其中：雷家区块二维地震成果显示了良好的前景，预计含煤盆地面积 75 km²。目前，两个钻探验证孔正在施工，LJ-1 号孔施工深度 910 m，LJ-2 号孔施工深度 700 m。预计 1 号孔在 1000 m 深度到达预计见煤深度。期待找煤成果。

（5）东旧门（含东旧门、大柳屯、双山子区）经二维地震概查工作，大柳屯区块显示略好，确定钻探验证孔 1 个。其他两区块显示不好。

（6）科研工作：阜新盆地沙海组找煤科研报告、黑山盆地及下辽河地区找煤科研报告的进展基本结束，待 2007 年 9 月末汇交国土资源部审查。地震工作基本结束，沙海组找煤验证钻孔尚未确定。

2.4 勘查工作下一步安排

2007 年 3 月全国危机矿山项目管理办公室组织有关专家在北京召开了《辽西地区危机矿山接替资源战略选区会议》要求：

（1）2005—2006 年度批准的工作任务 2007 年 9 月份必须全部完成。

（2）2005—2006 年度阜新盆地大比例尺成矿预测项目于 2007 年 10 月要求结束，争取为阜新集团公司找矿项目提供有利含煤工作区块，即阜新沙海组、雷家—谢林台、下辽河区块列入 2007 年接替资源勘查找矿项目，并尽快办理探矿权。

（3）将下辽河区的宋家区块、东部凹陷的韭菜台区块拟列入项目的下一步工作的首选勘查找矿区域，资源潜力较大。2007 年 7 月 2—3 日全国危机矿山项目管理办公室再次组织专家在阜新召开专题研讨会，初步部署了下一步的找煤方向。并调整了 2 个钻孔的施工孔位，要求钻孔施工于年底前结束，中国矿业大学负责辽河盆地成煤预测项目列入 2006 年续作项目于 10 月份结束。

2.5 资金使用情况

整个项目共分 3 个年度进行，共批准预算资金 3140 万元，其中：2004 年度 770 万元（中央财政预算内 470 万元，地方财政 100 万元，企业自筹 200 万元）；2005 年度 1270 万元（中央财政预算内 550 万元，企业自筹 720 万元），2006 年度 1100 万元（中央财政预算内 550 万元，地方财政 180 万元，企业自筹 370 万元）；资金到位及使用情况（表 5）。

3 矿区规划地质勘查范围及资源储量预测

按照国家发展改革委员会发改能源[2004]891 号《国家发展改革委员会关于规范煤炭矿区总体规划审批管理工作的通知》要求，辽宁省发展改革委员会 2005 年 10 月已经委托中煤国际工程集团沈阳设

表 5 危机矿山项目批准资金预算及到位使用情况（万元）

年度	预算计	中央财政	地方财政	集团自筹	备注
2004	770	470	100	200	已经完成
2005	1270	550		720	集团欠拨 720
2006	1100	550	180	370	集团欠拨 370
合计	3140	1570	280	1290	集团总欠 1090

计研究院编制完成《辽宁省阜新矿区总体规划》规划了阜新矿业(集团)有限责任公司开发建设的辽宁省阜新矿区是由阜新煤田、黑山煤田和辽河盆地等勘查区域组成。并提出为保证矿区稳定生产,延长矿区服务年限,应加快公益性地质勘查进度和资金投入,采用先进的勘查技术方法和手段缩短地质勘查周期,尽快拿出地质勘查和科研成果,为阜新矿区总体规划提供可靠的地质依据。

阜新矿区规划勘查面积:为 12860 km^2,其中阜新煤田 2000 km^2、黑山煤田 5000 km^2、辽河盆地 5860 km^2(其中东部凹陷 3300 km^2、西部凹陷 2560 km^2)。矿区已形成矿权面积为 1248.1 km^2(阜新煤田面积 350.0 km^2,指 1985 年采矿登记黑山煤田 568.1 km^2,含八道壕煤矿现生产区 10.1 km^2、彰武勘查区面积 330.0 km^2)。矿区截止到 2005 年底相应矿区规划勘查面积预测的煤炭资源储量 145.56 亿 t。其中:阜新煤田面积 350.0 km^2 内:12.87 亿 t(矿区保有 9.1 亿 t、阜新煤田东部沙海组 3 亿 t、伊玛图 0.5 亿 t、高台子 0.27 亿 t)、黑山煤田 2 亿 t、彰武勘查区 0.5 亿 t、辽河盆地勘查区资源储量 132.69 亿 t,其中东部凹陷资源储量 111.86 亿 t;西部凹陷资源储量 20.83 亿 t (含已有地质资料的下辽河西部斜坡带埋深 1200 m 以上 300 km2 的 4.5 亿 t 资源储量)。相应矿区已形成矿权面积煤炭资源储量 15.17 亿 t。

矿区实际保有煤炭资源储量 7.96 亿 t (不含表外部分),其中:基础储量 4.97 亿 t(111b)。核算可采储量 2.78 亿 t(111)。以上规划勘查范围及储量预测未含白音华矿区 42 km^2 的 20 亿 t 资源储量。

3.1 黑山盆地

位于辽宁省中部,行政区划为北宁市、黑山县、新民市、阜新县及法库县所辖。盆地范围:北以彰武为界,西南至沈山铁路,西北至医巫闾山。南北走向长约 140 km,东西平均宽 36 km,面积约 5000 km^2。黑山煤田位于天山—阴山纬向构造带与新华夏系构造体系第二沉降带的交接复合部位。在闾山隆起的东翼,并依高山子—正安堡—北镇隆起为界,以北属彰武—黑山盆地,以南是下辽河断陷西部斜坡带。其地理坐标为东经:121°52′14~122°35′30,北纬:41°36′38~41°58′36。

八道壕断陷属黑山盆地,黑山盆地的主体构造方向基本上为北北东向,呈隆坳相间的构造格局。由西向东依次为彰武—兴隆山隆起。立新—黑山隆起,闾荒山—兴隆山隆起,新民—大虎山隆起。于隆起之间形成 18 个凹陷及断陷,由南向北分别为:曹屯凹陷、青堆子凹陷、八道壕断陷、太和凹陷、半拉门断陷、孟屯断陷、罗屯断陷、双山子断陷、大四台子凹陷、马德凹陷、白山土凹陷、野马套海凹陷、东旧门断陷、三家子凹陷、大柳屯断陷、雷家凹陷、丰田断陷、谢林台凹陷。经筛选设计了 6 个区,分别是八道壕深部钻探、地震详查区、八道壕南部地震概查区、半拉门地震概查区、彰武谢林台概查区、雷家概查区,东旧门概查区。

3.2 辽河盆地

辽河盆地勘查区,跨锦州、盘锦、沈阳等市,位于新民市、凌海市、黑山县等行政区域,地理坐标:213°80′00~215°80′00,北纬:45°00′00~46°60′00 之间。辽河盆地勘查区:规划勘查面积为 5860 km^2。

辽河盆地地质情况,为上叠于太古宇、中上元古界、古生界基底之上的新生代断陷盆地。由上自下为:

(1)新近系:馆陶组地层厚度 150~304 m;

(2)古近系:①东营组:东一段、东二段、东三段。地层厚度 1820 m;②沙河街组:一段—二段。地层厚度 0~1325 m,三段上、三段中、三段下。地层厚度 0~1954 m 四段上。地层厚度 0~1217.5 m;③房身泡组:地层厚度 0~1510 m;

(3)中生界白垩系:①孙家湾组:地层厚度 0~700 m;②阜新组:地层厚度 0~300 m;③沙海组:地层厚度 0~1331.5 m;④义县组:地层厚度 300 m;

(4)古生界的奥陶—寒武系:地层厚度 0~731 m;

(5)元古界的清白苏县长城系;

(6)太古界

辽河盆地勘查区位于新华夏构造体系的第一构造沉降带。称辽河盆地,为上叠于太古界、古生界之上的新生代断陷盆地。由西北向东南区域发育有,西部凸起、西部凹陷、中央凸起、东部凹陷、东部凸起。其总体延展方向为 NNE 向。区内有较大断层 30 余条, 少数为逆断层, 多数为正断层。断层走向多为 NNE 向,倾向 ES13 条,NW17 条,落差 50~200 m。

经过几十年的油气勘探, 辽河油田对全区已经完成二维、三维地震资料覆盖全区,并拥有 600 多口含煤井的钻井地质资料, 基本控制了辽河油田区的含煤面积及储量, 并对这些煤炭资源进行了大量的分析、统计、化验及评价。

①东部凹陷

辽河盆地东部凹陷勘探区面积约 3300 km^2,已

钻遇煤层面积约 284 km²，钻遇煤层油井 146 口，煤炭储量达到 111.86 亿 t，煤层埋藏深度 1151.6~2970 m，其中最浅的为小 31 井，井段 1151.6~1409.8 m，煤层总厚度为 164.6 m。小 M1 钻孔深度在 1354.60~1589.5 m，可采煤层 27 层，总厚度 56.4 m(最大单层厚度 12.30 m)。小 M2 钻孔，深度在 1144.40~1381.20 m，可采煤层 17 层，煤层总厚度 27.35 m(最大单层厚度 27.35 m)。煤质主要以长焰煤、褐煤为主，有部分气煤。东部凹陷煤层主要分布在沙三上段，所以将沙三上段称为东部凹陷煤系地层，厚度大，分布范围广，煤层发育是沙三上段的主要地质特征。东部凹陷煤层分布约 284 km²，据现有资料显示，煤炭资源量埋深 1000~1500 m 以浅的资源储量 9.27 亿 t，其中：韭菜台区块面积 22.7 km²；资源储量 6.01 亿 t；前述的小 31、小 M1、小 M2 3 个钻孔在此区块。三界泡区块区面积 14.3 km²，资源储量 3.26 亿 t。

②西部凹陷

辽河盆地西部凹陷勘探面积约 2560 km²。西部凹陷已钻遇的煤层分布面积约 188 km²，单井煤层平均厚度为 10.6 m，已知储量约为 29.83 亿 t。根据完钻井资料及西部凹陷的地层发育情况，钻穿煤层后预计西部凹陷煤炭储量能达到 51 亿 t。

辽河盆地西部边缘的西部凸起范围，即煤田勘查称为下辽河西部斜坡地带，煤田预测 300 km²，煤炭资源埋深在 1200 m 以浅，预测煤炭资源量 4.5 亿 t。

关于辽河盆地煤炭资源勘查问题，对于规划阜新矿区乃至于规划蒙东基地(东北)具有重大意义。建议在辽河盆地范围，进一步收集资料，进行综合分析研究，有针对性地进行煤田地质勘查，辽河盆地范围二维、三维地震覆盖面积较广，构造已基本清楚，探寻埋深 1200~1500 m 的煤炭资源储量，并与油气工作区统一规划。在互不干扰的情况下进行协调发展。目前，阜矿集团已经与辽河油田签署协议合作开发阜新煤田煤层气项目。因此，应实现资源优势互补将辽河盆地可利用的煤炭资源列入阜矿集团规划范围。以提高石油、煤层气、煤炭等资源的合理开发和利用。

3.3 阜新盆地沙海组

根据前人地质工作实践，阜新煤田内的阜新组煤炭资源已经基本查清，潜力不大。沙海组的煤炭资源现正在开采的有清河门煤矿、已经报废的清河门煤矿三、四井(已报废)、艾友煤矿、东梁沙海组。其他区域由于研究程度不够或控制深度不够，没有确切的评价。主要指高台子、伊马图、王营、平安、五龙、海州、新邱等区块。为达到“攻深找盲”之目的，在详细分析研究的基础上，规划了阜新煤田深部沙海组勘查的 5 个区块：由西至东依次是高台子、伊马图、王营—五龙、城南—新邱。

在研究清河门、艾友、东梁等沙海组煤系地层规律的同时，认为两组含煤地层同受一个构造体系所控制，沙海组聚煤中心与阜新组的聚煤中心在空间展布尚有一定的对称性，是两个煤组在平面上向东南方向有侧向迁移现象，认为处于同样地质条件控制下的新邱、王营子、伊马图等区块的 1500 m 以浅就可能是新的煤田预测区。

(1)东梁沙海组勘探区

1995 年 8 月东煤 107 队提交了《阜新煤田东梁区沙海组详查勘探报告》地质储量 7043 万 t，根据该区煤层由浅向深部有增厚的趋势。即-1000 m 以下仍然可采，2004 年东煤 107 队施工了两口煤层气井，结果分别在 938.85 m 和 1022.65 m 见到了 5.45 m、5.00 m 的可采煤层。因此，推断在 1500 m 以浅预测增加 7000 万 t 煤炭资源储量。

(2)伊马图区

伊马图预测区位于艾友煤矿与东梁沙海组之间，区块面积 35 km²。区内的 1106、1103、1101 号钻孔分别在 1186.83 m、1213.90 m、1208.67 m 深度见到 2.09 m、0.79 m、4.07 m 厚的煤层。预计沙海组煤炭资源埋深-800~1400 m，预测资源储量 5000 万 t。

(3)王营子—五龙沙海组预测区

位于王营矿之下，据区内南部的 X23 号孔，孔深 803.69 m，终孔沙海组一段，证实了地层有抬起的迹象，预计 1350 m 可以了解到沙海组含煤情况，面积 66 km²。预测资源量 1.5 亿 t。

(4)城南—新邱沙海组预测区

位于阜新煤田东北部，东北界为桃花营子，西南界为海州露天煤矿。面积 60 km²，预计煤层埋深-600~1300 m，预测资源量 1.5 亿 t。

(5)高台子预测区

位于清河门煤矿与李金区块之间，预测资源量 0.27 亿 t。

阜矿集团资源接替找矿工作正在紧张有序地进行，煤业经济发展的前景是美好的，随着国务院《全

国危机矿山接替资源找矿规划纲要》(2004-2010年)和《国务院关于加强地质工作的决定》的深入贯彻,在国家有关部门的大力支持下,阜矿集团危机矿山接替资源勘查找矿工作必将取得成功。加强地质勘探工作,力争实现找矿有新的突破。就目前来讲,已经获得的煤炭资源储量有八道壕煤矿深部 0.7 亿 t;正在找矿争取实现实现谢林台—雷家 0.5 亿 t;精查勘探东梁沙海组 1 亿 t;《辽宁省西部战略选取会议》确定的辽河盆地东部凹陷韭菜台区块努力实现 9 亿 t,下辽河西部斜坡带 4.5 亿 t;内蒙古白音华 10.4 亿 t,合计为 26 亿 t。加上阜新矿区保有 7.2 亿 t,总的煤炭资源储量在 30 亿 t 以上。因此,阜矿集团实现煤业经济的持续发展是大有希望的。阜矿集团接替资源紧张状况将从根本上得到解决,为振兴东北老工业基地奠定良好的基础,特别是对辽宁省煤炭工业的发展将做出重大贡献。

4　对接替资源找矿工作的认识

阜矿集团危机矿山接替资源勘查找矿工作,按照国土资源部"三步走"的总体部署,正在分阶段地紧张进行。2006 年 5 月 25 日国土资源部《国土资源要情》第七期提到:"辽宁阜新煤矿、湖北大冶铁矿、辽宁红透山铜矿等危机矿山接替资源勘查取得重大突破"已报告党中央国务院。2007 年 3 月国土资源部海口会议阜新的项目再一次引起与会专家的高度重视,2007 年 4 月 12 日全国危机矿山项目办公室于北京专门召开了《辽宁西部地区危机矿山项目战略选区会议》。对此,阜矿集团高度重视,矿区 40 万职工家属备受鼓舞。因此,能否寻找到新的煤炭资源接续区,为矿区企业经济转型赢得更多的时间是非常重要的。

(1)老矿区开展接替资源勘查工作具有重要的战略意义。阜新矿业集团公司已有百年开采历史,曾经为国家的经济建设做出过巨大的贡献。由于煤炭资源储量趋于枯竭,特别是过去耳熟能详的曾是亚洲最大的海州露天煤矿,由于资源枯竭已经破产,造成大批人员失业,几万人的生活受到影响,几十亿的国有资产闲置。已经对阜矿集团公司企业经济的发展和矿区的稳定带来了极大的压力,甚至对城市的经济发展和区域经济的发展产生极大的影响。因此,开展接替资源找矿工作,寻找新的接替资源迫在眉睫。对矿区煤业经济发展和维护社会稳定具有极其重要的战略意义。

(2)老矿区具有广阔的找矿空间。从阜新矿区开采历史沿革的发展趋势看,即:煤矿的兴衰是从东北向西南,由浅部至深部的发展趋势。据统计矿区采空面积为 101 km^2,占矿区开采面积 213.22 km^2 的 47.3%;占煤田面积 600 km^2 的 16.8%。其矿区西南和深部以及周边和外围的黑山盆地、辽河盆地等区域,寻找新的煤田预测区可能性是很大的。

(3)老矿山找矿突破具有极大的现实意义。生产矿井的浅部要破产深部找到资源,可以说是雪中送炭。危机矿山接替资源勘查找矿试点工作是成功的,其成功之处在于不到两年时间就完成了八道壕煤矿深部 40 km^2 找矿工作并取得成功。"攻深找盲"需要新思维、新实践。当代矿产勘查有两种重要的勘查思路:就矿找矿和按成矿区带找矿,就矿找矿是不可忽视的。国外的矿业实践表明,以开发的矿山深部和外围是发现新矿床扩大资源储量的重要途径。老矿山具有多年生产实践、地质资料丰富的特点。所以就矿找矿与老矿山深部及外围为特征的危机矿山接替资源找矿工作是切合实际的,是正确的战略选择。

(4)充分发挥了科技创新在危机矿山接替资源找矿中的重要作用。整个项目的实施过程和工作顺序都是由国土资源部进行周密安排,以科技为先导。委托中国地质大学(北京)牵头,东煤地质局 107 队、阜矿集团参与。开展《黑山—彰武盆地及下辽河盆地西部找煤综合研究报告》、《辽宁省阜新盆地深部沙海组煤矿矿产预测》项目的研究工作。开展沙海组覆盖 500 km^2 的 1:50000 地形地质图修测和二维地震工作,重点研究沙海组控煤构造和聚煤规律,圈定沙海组煤层赋存范围;预测阜新盆地 1500 m 以浅沙海组煤炭资源量;选择 1500 m 以浅有利地区进行钻探验证,为下一步在该地区开展煤炭资源勘查提供地质依据和勘查方案。

矿产勘查是具有风险的事业。特别是老矿区就找矿成功率而言,目前是比较低的,阜新项目已经证实,这是矿产勘查工作本身的特点,也是工作难做的一个方面。阜矿集团在开展危机矿山接替资源工作以来,已经遇到这类问题。为了避免此类问题出现过多影响企业找矿积极性,积极努力收集外围信息特别是收集油气工作区地质资料,并及时报全国危机矿山项目管理办公室及勘查单位并形成共识及时修正施工设计,同时在危矿办的部署下围绕潜力评价,

接替资源勘查、找矿关键技术推广应用等任务部署工作,以降低风险。在项目论证时组织一些知名专家到现场调查,多元思路。对地质依据充分,但勘查设计依据不充分的项目则作为矿产成矿预测项目。比如,《辽宁省阜新盆地深部沙海组煤矿矿产预测》项目,经过积极努力工作,预测成果明显,将转为地质勘查项目。否则将做出结论。

为解决煤矿企业发展后劲问题,加大了资源勘查的力度,引进先进的科技工作方法、手段、尽最大努力缩短煤田地质勘探周期,如本次采用二位地震的效果非常有效对于控制煤层范围基本准确可为布置钻孔提供依据。更好地为煤炭企业持续发展服务。

(5)危机矿山找矿项目体现了依靠科技进步促进找矿突破的尝试。比如,试点过程中建立了监审专家制度,在项目立项论证、设计审查时依靠专家,聘请了中国地质科学院院士、知名地质学家,发挥其专长。在项目的执行过程中,邀请专家监督工作质量、进度、指导找矿,聘请了已经退休的具有丰富找矿经验的老工程技术人员参加,发挥了积极作用。依靠科技进步谋求找矿突破的空间是宽广的,经过有效组织,积极推进。为提高地质科技水平做出突破贡献,并通过项目的实施,培养、锻炼了一大批地质人才。

(6)危机矿山接替资源找矿工作促进了企业自主找矿的积极性。全国危机矿山接替资源找矿工作是贯彻落实《国务院关于加强地质工作的决定》的重要措施。危机矿山接替资源找矿工作是提高资源保障能力的重要途径,是培育矿产勘查市场的主体的重要手段。要以决定的精神指导危机矿山接替资源勘查找矿工作,通过危机矿山接替资源找矿项目的实施,促进了企业与科研单位和地质勘查单位合作新体制、新机制的形成。通过项目的实施,调动了企业的找矿积极性,改变了"只开矿,不找矿"传统做法,使其发展成为勘查市场主体。通过项目的实施,促进了矿山企业重视并加强矿山地质工作,指导科学开采,保护和合理利用矿产资源。

(7)矿山企业与地勘单位通力协作是找矿成功的重要途径。科学组织矿山企业与地勘单位互相学习。探采分离是过去地勘业、矿业的体制弊端,受此影响,矿山企业不找矿。开展危机矿山接替资源找矿,是一次以矿山企业为主体,推进勘查与开采结合的尝试,矿山企业表现出了主动找矿,学会找矿的积极性。

危机矿山接替资源找矿难度和风险大。这一点,无论是危机找矿工作的实施者,还是组织者,都有清醒的认识。危机矿山找矿不同于以往的地质工作,有很大的难度。一是找矿难度大,在老矿区"攻深找盲"要冒的地质勘查风险大,找矿所适用的技术方法受到的干扰大。二是技术管理难,参加这项工作的地勘队伍来源于多家单位,其技术方法,工作习惯不同。三是协调关系难,矿山企业希望获得资源,地勘单位要获得利益。否则,危机矿山接替资源勘查找矿工作将会受到影响,甚至丢掉机遇。

5 建设意见

(1)认真学习国家关于矿业开发方面的相关政策和法律、法规,了解国家矿业发展的动态。特别是要学习研究矿业权方面的知识,依法探矿,依法采矿。同时,要学习和贯彻相关的技术规程、规范。

(2)国家行政主管部门应加大危机矿山接替资源勘查找矿工作的领导力度和工作的协调力度,对国家批准的大型煤炭基地范围内和探矿权设置方案规划一个主体的前提下不应影响危机矿山接替资源项目的正常进行。在国家政策允许的情况下,对我们的工作给予最大的支持。

(3)在国家实行矿业秩序整顿的形势下,在保证国有企业经济利益不受损失的情况下,实行区域性的全面矿业行业资源整合已是大势所趋。实现矿产资源的全面整合,是保证煤矿安全生产,资源合理开发利用以及保持生态环境的必然选择。要在适当时机整合地方煤矿占有的 1 亿 t 煤炭资源。

(4)加强与地勘单位的协作关系,危机矿山资源接替工作要实现找矿突破,地勘单位将起到重要作用。合理进行工程预算,根据工程进度、工程质量结算,调动地勘单位的积极性。

(5)协调好阜矿与辽河油田的关系,在不影响辽河油田利益的前提下,将辽河盆地油气工作区埋深在 1500 m 以浅的煤炭资源划拨阜矿集团。

(6)协调当地县、乡镇、农村的关系。我们在开展危机矿山接替资源勘查找矿项目工作中,遇到最大的问题就是临时用地的问题,如果解决得不好,对钻探工程进度影响很大。应加大力度解决好这方面问题,以提高钻探施工进度和效率。

(7)结合矿区及外围各区域含煤地层分布的特点,实行综合勘探,对其他有益矿产伴生资源,如石油、油母页岩、煤层气、煤出气、深层地下水、地热、丢

弃残煤以及有色、非金属矿产资源等可利用资源进行综合研究,提高资源的利用率,扩大阜矿集团经济增长点,为企业提供物质技术基础依据。

(8)建设集团公司勘探队伍。国家已经明确鼓励企业即要开矿又要找矿。建议集团公司加快自己地勘队伍的建设。一是培养人才,引进人才。地质勘探工作是一项专业性、技术性比较强的工作,因此,人才是非常重要的。二是根据需要配备先进的技术装备及配套设备。三是要保证工程资金的拨付,保证勘探工程正常进行。

以上是笔者在危机矿山接替资源勘查找矿工作中的一点体会, 总的来讲整个项目的进展是比较顺利的。取得了一点成绩,也遇到了一些困难。2007 年我们将加大工作力度,争取实现找矿的新突破,为实现集团公司提出的工作目标做出贡献。

老挝万象钾盐勘查及创新成果

朱延浙　吴　军　黄晓林　崔子良

(云南省地质矿产勘查开发局,云南 昆明 650051)

提　要:老挝钾盐矿床勘查评价项目是国家立项,利用境外矿产解决中国钾资源紧缺的勘查——开发项目,是中国第一个固体矿产"走出去"的项目。通过近 3 年跨阶段(预查—勘探)勘查工作,采用物探、钻探、水工环地质调查、综合地质研究、矿石加工试验等综合方法,发现并评价出超大型钾镁盐矿,实践了矿产资源"走出去"的战略,创新地提出钾盐成矿理论,优化了勘查技术方案。该项目的成功,为在万象建立年产 100 万 t 或更大规模氯化钾生产企业提供了充足的资源保障,对合作开发周边国家的矿产资源,提高中国矿产资源的战略储备,确保国家资源安全,起到了明显的示范和重要的指导作用。

关键词:老挝;万象盆地;钾盐勘查;创新成果

1　项目背景

钾盐资源是中国长期紧缺的矿种。由于成矿地质条件限制,虽经过多年地质工作,探明的氯化钾储量约 7 亿 t(含罗布泊 2.5 亿 t)。中国每年能生产氯化钾近 100 万 t。作为一个农业大国,年标准氯化钾的需求量为 600 万 t,且每年递增 10%左右。以钾肥为主的化肥进口已成为仅次于钢铁、石油的第三进口用汇大户,使中国的农业及相关产业的发展受到很大制约,一定程度影响到国家经济安全。

利用国外矿产资源解决中国钾盐资源短缺问题,对落实江泽民同志提出的"走出去"的开发政策,从国内国际"两种资源、两个市场"的战略高度,加大利用国外矿产资源的力度,对重要战略矿产资源实施国家战略储备,确保国家经济安全具有重要的战略意义。

云南省地矿局为推进该项目作了大量前期工作。从 1996 年开始,在分析研究、对比老挝、泰国成钾地质条件的基础上,提出了勘查、开发老挝万象钾盐矿的建议方案。并向原国家计委报送风险勘查立项申请,国家计委批复同意立项。

2　矿区概况

矿区位于老挝人民民主共和国首都万象城区以北,行政区划包括万象市、万象省、波里坎赛省和赛宋奔特区部分辖区。地理座标:东经 102°12′~103°20′,北纬 17°51′~18°40′,南以湄公河为界,与泰国隔江相望,面积约 5452 km^2(图 1)。

区内地质工作程度较低,老挝国家地矿局没有能独立开展野外地质工作的队伍,尚缺乏开展野外地质工作的能力。所获取的地质资料,主要是法国、英国、美国、越南等国家的地质工作者在此工作的结果。

万象盆地在区域上属呵叻盆地 (52600 km^2)的一部分,北沿与云南兰坪—思茅盆地相连,南接泰国沙空那空盆地(17600 km^2),同属古亚洲构造域西缘的印支板块,中新生代于晚华力西期褶皱隆起后,有着相近的地质发展史。在万象盆地乃至于整个呵叻盆地形成了纯度极高的钾镁盐矿矿床。

区内出露地层为侏罗系、白垩系、古近系、新近系、第四系。区内构造简单,盐系地层内尚未发现较大断裂和褶皱, 构造主体仍保持着原始盆地沉积的初貌。

收稿日期:2007-08-20;**改回日期**:2007-08-22

基金项目:原国家计划委员会"老挝万象平原钾盐矿勘查"项目(计外资[1999]2298 号)资助。

作者简介:朱延浙,男,1958 年生,高级工程师,长期从事地质矿产勘查与技术管理工作;E-mail:zhuyanzhe96@sohu.com。

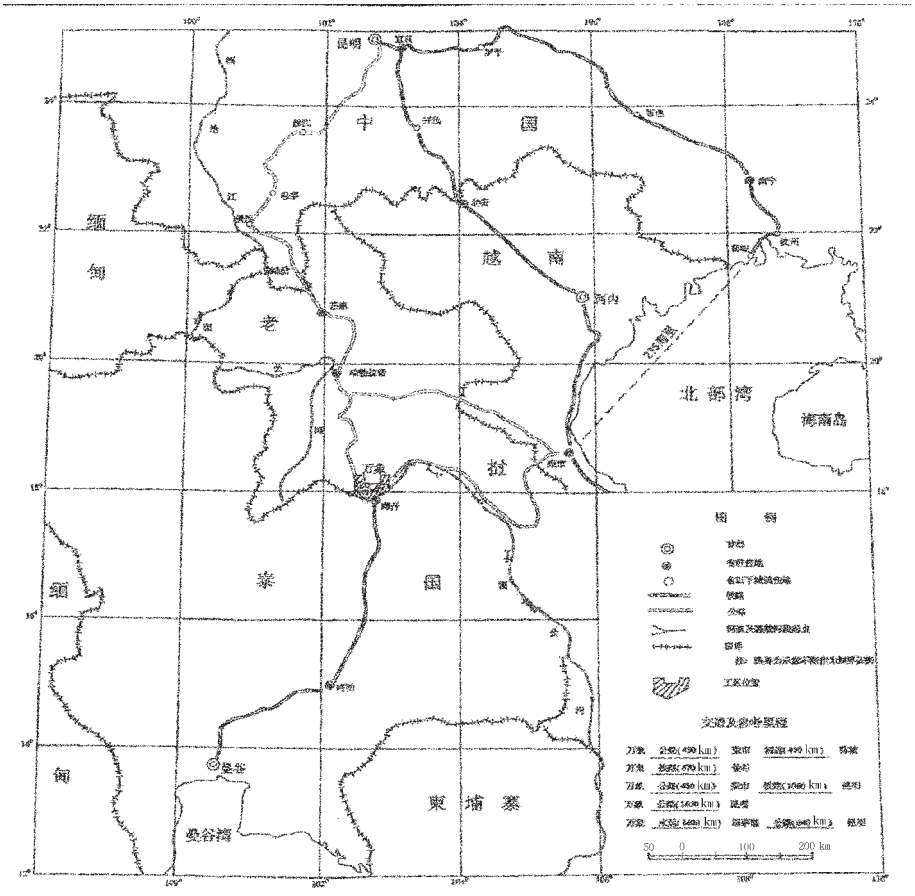


图 1　交通位置图

3　矿床地质特征

钾镁盐矿严格受中新生代陆缘前陆盐盆形态及盐构造控矿,含矿岩系为塔贡组,由乳白、白、灰、淡红色膏盐与棕红、紫红色中—厚层状粉砂质泥岩、泥质粉砂岩组成 3 个沉积旋回(3 个岩性段)。每个旋回均由盐岩及碎屑岩组成。沉积组合特征:厚度由下往上逐渐减小, 第一旋回最大 473 m, 盐岩层也最厚,往上依次为 144 m、109 m;每个旋回碎屑岩底部均出现灰色泥质岩层与下伏的盐岩层直接接触,构成盐岩层见矿标志; 盐岩层的泥质含量向上逐渐增加, 石膏薄层或纹层出现频率也呈现向上增加的趋向。展现了盐湖从稳定向不稳定,直到消亡的过程。成盐韵律石膏—石盐—钾镁盐—石盐十分清晰,单一韵律层岩性变化小, 包括盐层和钾镁盐矿物成分和化学成分变化亦比较稳定。盐系顶板为上班塔博组和第四系,底板为下白垩统班塔拉组。

矿区共分 3 个矿段,即:

农刀矿段钾镁盐矿体:位于矿区北东农刀村,南北 5.3 km、东西宽 3.8 km,面积 15.12 km^2,占矿区面积的 4% 。矿体呈似穹状,轴向北西,向北西、南东倾伏,北东翼陡约 19°,南西翼缓 1°30′~12° 。矿体埋深 189~528 m,平均 398 m,底板形态与顶板相近,十分平缓。矿体厚 4.28~238 m, 平均 87 m, 变化系数 94%。品位(KCl)为 12.48%~30.76%,平均 16.04% ,变化系数 38% 。次要矿体、表外矿体均呈透镜状产出。

通芒矿段钾镁盐矿体:位于矿区北部通芒村,东西 7.5 km、南北 5.5 km,面积 20.73 km^2,占矿区面积的 5%。矿体呈宽缓盐背斜,轴向东西,向东西倾伏,东陡西缓,北翼 1°50′~6°30′,南翼 14°30′;底板形态与顶板基本一致但平缓。矿体埋深 174~437 m,平均 304 m。矿体厚 18~111 m,平均 57 m,中部厚、向四周逐渐变薄,变化系数 61%。品位(KCl)为 11.65%~16.99%,平均 14.48%,变化系数 13.60%。

塔贡矿段钾镁盐矿体: 位于矿区西南塔贡村及以南地区,东西宽 9.9 km、南北 10.4 km,面积 39.13

km^2，为矿区面积的 9%。矿体分布于轴向北西的背斜—向斜—背斜宽缓复式褶皱中。矿体底板与顶板大同小异。矿体埋深 78~347 m,平均 212 m;矿体厚 5.40~42.10 m,平均 26.72 m,中、南部较北部厚,变化系数 44%。品位（KCl）为 9.70%~22.41%，平均 15.40%,变化系数 28.78% 。

3 个矿段矿体含夹石率为 0.9%~5.0%。

矿石以光卤石型($KCl_2MgCl_2.6H_2O$)为主,次为水氯镁石光卤石型、溢晶石光卤石型及钾石盐,矿石呈白、灰白、棕红、桔红、桔黄、褐黄、褐灰等杂色。具全晶质、半—自形粒状、不等粒结构;块状构造。

4 勘查工作总体思路

根据国家计委对老挝万象钾盐项目明确的工作内容，以保障年产 100 万 t 优质氯化钾所需资源开展勘查工作,按照“总体部署、分项设计、分步实施”的总原则,编制预查—详查地质设计并开展工作。

具体工作遵循:区域展开、面中求点、点中求储量、循序渐进、逐步深化、总体部署、分项设计、分步实施的原则。优先开展 1:10 万区域重力测量,圈定盐岩异常;以电测深圈定盐岩分布范围及埋深;用钻探进行异常查证并类比评价区域资源；择优加密钻孔控制工业储量;在工业储量区按近、富、易、荒的原则选择并加密钻孔探求首采区储量。

同时,开展区域地质、岩相古地理研究、水工环地质调查,首采区及工业储量区 1:5 万地质、水文、工程、环境地质调查,进行矿床开采技术工艺及矿石加工试验和综合研究等工作。初步查明钾镁盐矿成矿地质条件,矿床空间分布规律与产出形态,开采技术条件等。认真总结和分析地质、物探等资源评价方法和手段,通过重力和电法及 GIS 新技术的应用,与地质研究结合,建立找矿模型,指导矿床勘查和工程布置、定位、设计孔深。借以总结北延国内的兰坪—思茅盆地“成钾(盐)”理论、成矿地质条件、成矿规律,建立找矿标志、找矿模型,以及为中国矿产勘查工作与周边国家进行矿产资源对比研究，为兰坪—思茅中新生代含盐盆地寻找钾盐起到示范作用。

5 勘查技术方案选择与实施

(1)钾镁盐矿资源勘查与评价理论体系构建

在老挝钾镁盐矿勘查中，根据东印支地块的构造古地理特征，通过 1:10 万~1:20 万重力测量、1:10 万地质调查及岩相古地理专题研究等认为：万象平原钾镁盐矿是“海水参与,陆相成钾”,即“海源陆相蒸发沉积”，含钾卤水主要来自南部的呵叻盆地,钾镁盐矿通过海水的持续补给、经自身浓缩形成;在时间上，含盐地层可划分为 3 个由膏盐层—碎屑岩层组成的沉积旋回,钾镁盐主要产于第一旋回上部,即古近系塔贡组(E_1tg)中、下段;在空间上,钾镁盐受中新生代陆缘前盐盆地形态及盐构造控矿；钾镁盐呈层状产出的隐伏矿床等成矿理论。勘查中找准钾镁盐产出以膏盐→石盐→钾镁盐(光卤石)→石盐的析出顺序,以及矿体连续性、埋深和厚度变化等疑难问题,配合 GIS 新技术,建立了成矿模型、找矿标志,指导工程布置、施工等矿床勘查工作。将地质找矿和勘查工作升华为理论,并具体指导实践。

(2)勘查技术方案的最佳组合

工作中十分重视勘查技术方法，由于项目资金紧,工作周期短,勘查工作实行跨阶段(预查—勘探)实施,2001 年 3 月开始野外地质工作,2003 年 11 月提交勘查报告。因此,十分重视万象钾镁盐矿勘查技术方案组合。在资金预算的范围内,积极探索各种方法手段的有效性、工作顺序及其组合。第一阶段——区域评价：进行 1:10 万区域地质调查、1:10 万~1:20 万重力测量，以圈定盐岩异常、分析和查明盆地特征、矿床空间分布规律、建立找矿标志、发现矿化露头和预测远景区，通过分析对比优选确定工业储量区及范围;第二阶段——工业储量区工作:进行电测深、普查钻孔施工,在远景区中选择靶区,进行异常验证,概算区域钾镁盐矿资源量,优选确定首采区及范围;第三阶段——首采区工作:进行矿区钾镁盐矿首采区钻孔加密勘探、1:5 万地质,水文、工程、环境地质调查,计算首采区储量,研究开采技术工艺及矿石加工试验工艺等工作。各种地质勘查方法手段选用合理、开展适时,衔接有序、管理严密,优质、高效、低耗地完成了万象平原钾镁盐矿勘查，获得了成熟成功的经验,创新了盐类矿床的勘查方法,在行业中具有先进性和示范性,属研究成果的创新点之一,对矿产资源勘查评价提高找矿效果、加快评价速度和降低勘查风险发挥了重要作用。

(3)1:10 万地质测量及岩相古地理研究

准确建立了区内可靠的地层层序、划分出 11 个地层单元，查明了矿床空间分布和呈层状产出规律及盆地范围、边界、中心、基底起伏、次级盆(凹陷)

地。对含盐岩系塔贡组的时代归属有了新的认识,为古近纪,由乳白、白、灰、淡红色等膏盐层与棕红、紫红色中—厚层状粉砂质泥岩、泥质粉砂岩组成 3 个沉积旋回。钾镁盐矿主要赋存在下部旋回上—顶部;第二旋回膏盐中仅在农刀、通芒矿段、塔贡远景区局部见次要矿体,第三旋回未发现钾镁盐矿。

(4)重力测量

以含盐体为明显重力低的特征,在盐系地层及部分底板地层范围内北起南俄湖、南到万象市,西自 13 号公路,东至班塔博村,面积 3680 km^2。按重点区、一般区、外围区,分别采用 1:10 万、1:10 万~1:20 万、1:20 万重力测量,配合重力剖面测量 263 km 。反映盆地基底西缓东陡。划分出 2 个重力低、2 个重力高和 1 个复杂重力高低异常区(带)。局部重力高反应盐体顶界面下凹,厚度变小;低则是盐体顶界上隆,厚度膨大。配合电测深方法,较为清楚地反映盐岩体赋存部位、产状和厚度变化等特征。成为运用物探重力和电法有效地指导工程布置、定位及终孔的典范。

(5)钻探工程

设计—施工—验收均在野外现场进行,从异常孔查证—首采区勘探,共施工钻孔 19 个,其中见矿 18 个,见矿率 95 % 。累计完成钻探工作量 9582.00 m,每米钻探求获 7.5 万 t 氯化钾(121b +333)储量。施工中由于采用先进绳索取心工具和饱和石盐水、柴油作冲洗液,保证了 19 个钻孔的取心质量,岩层采取率为 89.93% ,矿心采取率为 96.97 % 。钻孔施工中除 ZK1、ZK3 验证孔揭穿盐系地层外,其他钻孔合理设计孔深,达到控制目的就终孔,既节省了工作量又赢得了时间,缩短了勘查周期。

(6)勘查(预查—勘探)跨阶段实施,经济快速评价了超大型钾镁盐矿床

根据万象平原钾镁盐矿地质背景,钾镁盐矿勘查工作在时间短、费用紧、跨度大 (工作程度由预查—勘探)、任务重 (必须完成规定的资源/储量目标)的情况下,各阶段采用有效的勘查技术方法组合进行设计并开展工作。对勘查工作部署进行了及时、合理、有效的调整,保证了整个勘查工作顺利进行,达到了预期的目标。历时两年多时间,提交了一个超大型钾镁盐矿床,控制氯化钾首采储量(121b):1.0323 亿 t、工业储量:6.1480 亿 t(其中 122b:2.9155 亿 t、333:3.2325 亿 t)、远景储量(334):133.6196 亿 t,矿区矿石平均品位(KCl)14.87 % ;共生矿产氯化镁($MgCl_2$):206.8569 亿 t;伴生矿产氯化钠(NaCl):322.5066 亿 t;伴生矿产溴(Br):1.9493 亿 t。勘查成本(储量 121b+122b)0.06 元/t 氯化钾。

6　主要创新成果

(1)实践“走出去”战略,实现了通过风险勘查开发利用境外矿产资源的创新。 老挝钾盐项目是中国第一个固体矿产资源“走出去”的境外资源勘查与开发相结合的项目。从国内国际“两种资源、两个市场”的战略高度,开发利用老挝钾盐资源,落实江泽民同志提出的“走出去”开发政策,加大利用国外矿产资源的力度,对重要战略矿产资源实施国家战略储备,确保国家经济安全。项目取得了地质勘查的良好成果和成功的管理经验,被称为“钾盐模式”,已作为老挝矿产资源投资项目的示范工程。现已列入中老两国合作开发的重大项目。

(2)提出“海源陆相”成钾理论,指导发现评价超大型固体钾镁盐矿,实现了理论指导找矿的创新。根据东印支地块的构造古地理、含钾地层及其上覆、下伏地层的岩相古地理、钾镁盐矿体的时空分布特点、矿石的地球化学特征,将老挝万象平原钾镁盐矿床的成因类型总结为“海源陆相”。并认为含钾卤水主要来自南部的呵叻盆地,钾镁盐矿通过海水的持续补给、浓缩,为超大型钾镁盐矿的形成提供了充足的物质来源,陆相沉积作用为之提供了优良的成矿环境。这一成钾理论的创新,对在东南亚及我国滇西等成矿条件相似地区寻找钾盐矿,具有重大的指导作用。

(3)采用合理、有效的技术方法组合进行矿床勘查评价,实现了境外预查—勘探快速评价的创新。根据万象平原钾镁盐矿地质背景,采用合理、有效的基础地质、重力、电测深、钻探新工艺、样品采集加工测试等技术方法组合,经济快速开展工作,缩短了矿床勘查周期,突破勘查阶段的一般程序,用近 3 年时间完成百余亿 t 超大型钾镁盐矿预查——勘探快速评价,创新了盐类矿床的勘查方法。为超大型隐伏矿床的勘查提供了可靠的技术保障。

(4)总结了老挝万象钾镁盐矿的时空分布规律,实现了优选找矿靶区的创新。在时间上,含盐地层可划分为 3 个由膏盐层—碎屑岩层组成的沉积旋回,钾镁盐主要产于第一旋回上部。在空间上,万象钾镁盐矿分布面积大于 2000 km^2,经岩相古地理环境分

析研究，推断厚大钾镁盐层主要分布于万象平原东部的班通芒—班农刀、东南部的班海及西南部的塔贡等地区近 400 km^2 范围。这一总结，对优选找矿靶区，指导勘查评价提供了理论依据，也为盐类矿床勘查提供了典型的实例。

(5)提出“钻孔选择性溶浸—多元组合结晶法制优质氯化钾”工艺，实现了开采加工技术工艺的创新。针对老挝万象钾镁盐矿开采技术条件及加工配套环境，专家对传统工艺及“老挝钾盐矿选择性溶浸—多元组合结晶法制取优质氯化钾中间试验”、“老挝万象钾盐溶矿蒸发结晶制取氯化钾工艺实验室试验”成果鉴定及比选，推荐“钻孔选择性溶浸—多元组合结晶法制优质氯化钾”工艺，为老挝万象钾盐开发的主体工艺。

参考文献：

[1] 郭远生, 吴军, 朱延浙, 等. 老挝万象钾盐地质[M]. 昆明：云南科技出版社, 2005.

[2] 严城民, 朱延浙, 吴军, 等. 老挝万象地区基础地质调研的主要进展[J]. 地球学报, 2006, 27(1)：81-84.

[3] 任纪舜, 王作勋, 陈炳蔚, 等. 从全球看中国大地构造 [M]. 北京：地质出版社, 1999.

[3] 云南省地质矿产局. 云南省岩石地层[M]. 武汉：中国地质大学出版社, 1996.

[4] 曲一华, 袁品泉, 帅开业, 等. 兰坪-思茅盆地钾盐成矿规律及预测[M]. 北京：地质出版社, 1998.

[5] 袁见齐, 朱上庆, 翟裕生. 矿床学[M]. 北京：地质出版社, 1980.