

# 在我国危机矿山接替资源勘查工作中 探矿工程新技术的应用

耿瑞伦<sup>1</sup>, 方啸虎<sup>2</sup>

( 1. 中国地质调查局 发展研究中心 北京 100037 ; 2. 安徽宏星新材料有限公司 安徽 和县 238231 )

**摘要** 概述我国危机矿山历史、现状,从 2004~2010 年国家实施《全国危机矿山接替资源找矿规划纲要(简称纲要)》的紧迫性,论述在危机矿山接替资源勘查过程中充分利用包括钻探、坑探在内的综合地质勘查技术,指出努力提高金刚石钻探技术水平将能提高找矿效果、降低勘查费用,为挖掘危机矿山潜力起到重要作用。

**关键词** 危机矿山 接替资源 深部 外围 探矿工程 金刚石钻探技术

中图分类号 P634 P633 文献标识码 C 文章编号 1672-7428(2005)S1-0005-06

**Application and Improvement of Diamond Drilling Technology in Replacement Resources Exploration of Crisis Mines/GENG Rui-lun<sup>1</sup>, FANG Xiao-hu<sup>2</sup>**( 1. Development and Research Center of China Geological Survey, Beijing 100037, China ; 2. Anhui Hongxing New Material Co., Lmted, Hexian Anhui 238231, China )

**Abstract** The history and present situation of domestic crisis mines were outlined. Full use of comprehensive geological exploration technology, including drilling and tunneling, during the exploration of crisis mines for replacement resources, were described based on the urgency to implement Outline of Mine-seeking Planning for Replacement Resources out of Domestic Crisis Mines( 2004 - 2010 ). It was indicated that increase of mine-seeking efficiency and decrease of exploration costs will be achieved through efforts to improve diamond drilling technology. That will show importance in terms of digging potentials from crisis mines.

**Key words** : crisis mines ; replacement resources ; deep part ; periphery ; exploration engineering ; diamond drilling technology

## 1 中国矿业和矿山

### 1.1 中国古代矿冶业

中国是世界文明古国,也是矿冶业古国。商、周已是青铜器鼎盛时代。春秋战国进入铁器时代,冶铁业兴盛,制作农具、工具,兵器则铜、铁兼有。河北邯郸与山东临淄铁矿、湖北铜绿山铜矿、金沙江砂金已经开采。秦始皇统一中国后在产铁地区设铁官。及到汉武帝(公元前 119 年)在 49 个产铁区设置铁官。战国、南北朝期间全国已有铁、铜、锡、汞、铅、银、砂金等矿产出现和矿冶作坊兴起。隋朝大力发展铜矿,国家设铸钱币炉 25 座。唐代矿业出现空前繁荣,有铁矿 104 处、铜矿 62 处,锡、银开采亦盛。北宋初矿业继续兴盛,全国有矿冶 271 处。主要矿产为铁、铜、锡、银、金、汞、盐等。元、明、清我国矿冶业不断发现新的产地,除官办亦有民营。

鸦片战争后,随着帝国主义入侵,洋务运动和买办企业兴起,旧中国逐步形成带有半封建、半殖民地性质的近代矿业。及到新中国成立前,全国除古老

矿山外亦曾由地质工作者发现有不少矿产地,矿产品种有煤、铁、铜、锡、铅、锌、钨、汞、锑、金、铝、钼、石盐、石油和油页岩等,但都因长期处于无序开采,包括掠夺性开采,矿山千疮百孔,危机重重,停产和破产者多有之,更谈何矿业大国和接替资源。

### 1.2 中国矿业的复兴

新中国成立以来,经过多年努力,我国矿业长足发展,为提高人民生活 and 综合国力做出了重要贡献。到 2002 年底已发现有探明储量矿产 157 种,开发矿山 1 万多个。矿产资源开发利用为国民经济建设提供了大量能源、原材料和财政收入来源,解决了大量社会劳动力就业,推动了区域经济包括边远少数民族地区经济发展,形成一大批矿业城镇。所形成的矿业(含相关产业)兴而国家兴的基础产业作用,对人口众多的中国来说何等重要。

现全国有煤矿 2.8 万处,其中大中型煤矿 459 处。25 种主要金属矿有矿山 10618 个,其中大中型矿山 415 个。20 世纪 80 年代中期以来多种经济成

收稿日期 2005-06-30

作者简介 耿瑞伦(1928-)男(汉族),江苏江阴人,中国地质调查局教授级高级工程师,《探矿工程(岩土钻掘工程)》杂志顾问,北京市阜外大街。

万方数据

分矿山企业迅速发展。目前非国有矿山企业达 14 万个,含港澳台商投资的 132 个,外商投资的 160 个。中国矿业的复兴,确实经历了漫长艰巨的道路,而且今后更加任重道远,要战胜的困难多多,特别是危机矿山接替资源成为我国地质找矿和矿业界的迫不及待的首要难题与任务。

## 2 危机矿山形势

### 2.1 资源是矿山的生命线

一片荒无人烟的山地,当发现了有价值的矿产,则可以很快成为新兴的矿业城镇;一个甚至靠游牧为生“骑在马背上的”民族,一旦发现了丰富的矿产资源,甚至可以跨越时空一跃成为富裕之帮。这样的实例亘古以来古今中外实例多多。同样,一座原本生机勃勃、兴盛一时的矿山,由于资源枯竭直到真正耗尽,或某种原因无法继续生产时,就会形成危机矿山,直到被迫闭坑。这应是客观规律。常见到有一座座矿山被削平;一个个露天矿变成人工湖;一批批矿坑成为仓库和垃圾掩埋体;还有若干古矿山被后人建为采矿博物馆;而注重生态环境的国家则要求矿业主土地复原,循环生态。所以说资源是矿山存在之生命线。要尽可能勘寻出原本可以利用的所有资源,科学开发、科学利用。珍惜自然赋予的不可再生的一切矿产资源。

### 2.2 中国危机矿山形势

中国自古以来长期开矿消耗矿产资源,加上人口众多,消耗总量超过探明资源增量,人均拥有资源量仅为世界人均拥有的 1/7。原有矿山危机感日益严峻。表现在如下诸方面:

(1)大批大中型矿山保有储量趋于枯竭。25 种主要金属 415 个大中型矿山中已关闭 38 个;严重危机矿山 54 个;中度危机矿山 35 个;潜在危机矿山 82 个。另外尚有 80 余座矿山情况待查。到 2004 年已批准关闭的煤、铀、有色金属矿山项目 122 个。

(2)危机矿山主要集中在老工业基地。重要资源生产基地兴衰决定着所在城市的兴衰,对区域和全国经济发展都有影响。全国有近 50 个矿业城市经济社会的持续发展受到影响。

(3)主要矿产已不能满足国民经济持续发展,供需缺口不断扩大,要等米下锅、找米和买米下锅。若干重要矿产包括以往曾经是优势矿产如今已要依赖进口,如石油、铁、锰、铜、铬、铝、铅、锌、钨、锡、钾和磷肥等。依赖进口资源都具有风险性。

(4)数百座危机矿山面临探明储量不足,直接涉及

矿工及其家属工作生活逾 1300 万人,影响社会安定和谐。

### 2.3 危机矿山由来

现在称作危机矿山(现尚未判处闭坑的矿山)说明尚对其抱有缓解希望。目前,不少危机矿山形势严峻,主要原因有:

(1)相当数量的老矿山,经几十年至上百年的开采,可采储量趋于枯竭。而且已回生无望。

(2)相当数量的矿山限于开采技术,加上投资不足,只开采目前能达到的深度。

(3)相当数量的矿山以往吃富弃贫,采易避难,忽略伴生共生矿产。

(4)相当数量矿山只按早期勘查储量设计开采,只吃不探,或探的不够,只好坐吃山空。

(5)相当数量矿山一度或长期无序开采,回收率低或极低,浪费加破坏,加剧了矿山危机。

(6)相当数量矿山(国营)组织管理不严不善,铺摊过大,开支过大,大锅饭,入不敷出。

(7)相当数量矿山采了就卖矿石,单打一,粗放经营,开始就未考虑从事矿产品深加工、联合开发和多种经营。

(8)长期(近 3 个 5 年)以来,国家和地方地勘部门为找矿产可采资源储量投入不足甚至太少。在决策思想上似乎只重公益性地质工作和只着眼不计储量的所谓资源量。提倡重视经济地质学不足,延误了大好时光,亦是失策的后果。国内外石油天然气勘探地质、物化探选定靶区外,主要是钻井工程定乾坤。所有矿产亦然。

(9)大量危机矿山早期找矿理论和技术方法的局限性,对矿床生成分布规律认识尚浅,急功近利,该做未做,该详未详,新发现少,多有遗漏,甚至误下结论,无疑难保矿山应有产能与服务年限。

## 3 危机矿山再找生机

### 3.1 老矿新发现的启示

20 世纪 50 年代初期,笔者在中国地质工作计划指导委员会(成立于 1950 年 8 月,主任委员李四光、副主任委员尹赞勳、谢家荣,计划处长孙殿卿、副处长张澜庆,办公地点在西四南粉子胡同一幢三进深四合院内)工作期间,当时部署的地质找矿项目绝大多数都是在旧中国已有的乃至以前已废弃的老矿区进行的。嗣后成立中央人民政府地质部(1952 年 8 月),头若干年,地质找矿工作依然大多在老矿山深部和周边区带进行。特别是受苏联影响采用大

量钻探、坑探、井槽探工程。结果捷报频传,找矿效果显著,促进一批矿山新生、扩建乃至新建。当时称“老矿新发现”或称“旧矿山焕发青春”。意思是危机矿山找到了生机。这批矿山很多,如个旧锡矿、大同煤矿、大冶铁矿、白银厂铜矿、锡矿山锑矿、石碌铁矿、胶东金矿、新汶煤田、万山贡矿、庞家堡铁矿、抚顺煤矿、西华山钨矿、萍乡煤田、铜官山铜矿等。玉门、延长的石油和四川的天然气也是在老油气田扩大和发现的。

### 3.2 缓解危机矿山的途径

2004~2010 年国家实施的《全国危机矿山接替资源找矿规划纲要》(简称《纲要》)明确指出:“危机矿山接替资源找矿工作的主要目标是在有资源潜力和市场需求的国有大中型老矿山周边和深部再发现并查明一批资源储量,延长矿山服务年限”,这类危机矿山在现有开采技术与能力条件下按危机程度分为严重危机、中度危机和轻度危机 3 类,其保有可采储量已分别不足 5 年、10 年和 15 年。十分明显,当前危机矿山接替资源找矿工作是很紧迫而艰巨的,势在必行,亦势在必得。造就矿山循环经济。其途径是:

(1) 周边找矿:即在老矿山外围开展探边拓展勘查工作,特别是以往未做或做的不深不细的区带,有希望找到新的矿体、矿脉。湖南水口山和柿竹园在外围的新发现即为典型事例。

(2) 深部找矿:即在老矿山深部攻深找盲,早期采矿很多受技术与装备限制,深度大多在 500 m 以浅。但很多矿藏会延深到千米乃至数千米。国内煤矿、铜矿与铁矿采深已有越过千米者。金川镍矿探深已由初期 400 m 发展到 900 m 乃至 1200 m。

(3) 综合地质勘查技术:对地质条件有利、找矿潜力大、国内短缺重要原材料和固体能源大中型矿山,优先部署接替资源勘查工作过程中,必须充分利用综合地质勘查技术,即地质调查、地球物理、地球化学、遥感、钻探、坑探、槽井探、测试(分析与选冶)工作等必须密切有机结合,发挥所长。

(4) 地质找矿开拓创新:应用科学发展观,建立新思路,探索新矿种、新类型,树立新理论,采用新技术,取得新进展、新突破。近年来在油气勘探与生产井方面采用新技术,创造了陆地和海洋生产井深记录。当今国外有称新技术将保证一个世纪的油源供应。那么新技术亦有可能保证一个世纪的矿产资源供应。评估危机矿山的未来,亦要将新技术因素考虑在内。万方数据

### 4 充发利用探矿工程新技术

《纲要》指出,在危机矿山接替资源勘查过程中要充分利用包括钻探、坑探等关键技术。国内外经验表明,在地质测量、物化探圈定矿床勘查有希望的靶区后,最关键的技术就是用钻探、坑探(含勘探坑道、井探与槽探)取出实物样,经观察、研究、分析、计算后才能确定其产状、成分、品位、储量、埋藏空间、开采条件等技术经济数据,做出开采利用的正确评价。国际上矿业界曾有用勘探工程量换取矿量一说,也就是说矿产储量最后必须用钻探、坑探工程量所换取。此言符合一般找矿规律。

据统计我国各主要地质勘探部门不同时期完成的地质岩心钻探工作量见表 1、表 2。

表 1 不同年代全国地质岩心钻探工作量

年 代	完成钻探工作量/万 m
50	1488
60	1452
70	4505
80	2396
90*	390(1991~1995)

\* 90 年代后期无确切统计数字。

表 2 不同年份全国地质岩心钻探工作量举例

年份	开动岩心 钻机/台	完成钻探工作量/万 m	
		全国主要地勘部门	其中地矿部门
1950	139	6.11	0.79
1955	1647	173.65	46.23
1960	4735	1085.29	468.15
1965	2127	469.56	112.53
1970	3712	870.10	291.29
1975	4664	1326.19	453.36
1980	4854	1255.29	371.76
1985	4214	1128.23	342.57
1990	2979	690.80	176.90

注:1990 年以后,钻探工作量迅速下降,统计数字不详。

从表 1、表 2 可以看出,20 世纪 80 年代以前全国地质找矿兴盛时期,投入的岩心钻探工作量较多,无疑找矿效果相应良好。但从 90 年代起,为勘探矿产储量而投入的岩心钻探工作量每况愈下,地矿部门 90 年代后期,每年十几万米左右。和以往相比真是相差太大了,而且是极不正常现象。也是许多矿产后备资源不见增长的主要原因。表 3 举出若干个矿产地若干年内投入的钻探、坑探和槽井探工作量。雄辩地说明了要找到矿产储量,要找到接替资源,岩心钻探必不可少。不少矿山在采矿过程中边采矿、边钻探,结果接替资源亦随之增加,明显延长了矿山寿命,缓解了矿山危机。最明显的例子是个旧马拉格锡矿,1952~1965 年曾出现 3 次资源危机,仿效

东川铜矿在坑道内打排钻和扇形钻,均找到了新矿体(群)而危机得到了缓解。表3同样说明了一个较普遍的事实,从勘探周期来看,要查明一处矿山的资源和能提供矿山开采设计的储量,都要经历相当长时期,少则几年,多则十几年。许多矿山在开采过程中边采边探,则矿山地质探矿工作无疑将贯彻矿

山始终。这应该是正常的、科学的。我国相当数量矿山在设计采矿周期内,有的只顾采矿,没有或很少得到足够重视,等到资源临近枯竭,为时已晚。究其原因已如前述,或因指导思想失误,或因矿山技术力量与条件受限,或因矿山资金投入不足,无力顾及接替资源勘查。

表3 若干重要矿产地投入的钻、坑探工作量

矿产地	投入钻、坑探工作量/m					施工年限
	岩心钻探	坑探	竖井	浅井	槽探	
白云鄂博稀土、铁矿	219440	889	-	1051	176700	1951~1988
云南个旧锡多金属矿	260000	580000	45000	砂钻 181000	1050000	1953~1991
青海锡铁山铅锌矿	55514	9653	117	2278	30511	1956~1990
云南姚安兰石棉矿	49107	6457	66	3931	39370	1961~1983
甘肃金川铜镍矿	184077	535	-	354	6240	1964~1974
内蒙巴音诺尔铅锌矿	92720	888	2983	-	16300	1979~1989
西藏曲松罗布莎铬铁矿	68500	779	-	3900	-	1968~1985
新疆黄山铜镍矿	218300	-	-	-	-	1978~1989
四川攀枝花钒钛磁铁矿	65000	277	-	-	-	1956~1958
青海大紫旦硼盐类矿	28958	-	-	1109	7409	1956~1964
贵州万山汞矿	600000	74900	-	-	-	1956~1982
广西桂平木圭锰矿	28835	517	3363	12791	12858	1956~1969
广东仁化铀矿	750000	-	-	-	-	1966~1987
福建紫金山多金属矿	91300	-	-	-	-	1986~1995
江西德兴铜矿	128300	-	-	-	-	1956~1977
河南平顶山煤矿	47900	-	-	-	-	1953~1955
湖南宜章瑶岗仙钨矿	14023*	38100	-	-	-	1954~1989
湖南资兴煤矿	67508	-	-	10	10504	1972~1973
海南石碌铁矿	31222	-	-	10272	62948	1956~1957
辽宁阜新煤矿	951400	-	-	-	-	1949~1989
山西中条山铜矿	50500	-	-	-	-	1954~1957
河南桐柏山银矿	93700	-	-	-	-	1975~1983

注:-表示数字不详,\*主要是坑道水平钻。

《纲要》在提到深部找矿钻探技术时指出,要发展的探矿工程技术有:金刚石绳索取心钻进技术、坑内钻探技术、定向钻进技术、反循环取样技术、空气泡沫钻进技术,以及全液压岩心钻机和坑道内钻探装备等。值得一提的新技术还有在中国大陆科学钻探工程中成功采用的孔底动力(螺杆马达+液动锤)冲击回转金刚石取心钻进技术,对地质找矿钻探亦有现实意义。

#### 4.1 金刚石绳索取心钻进

常规金刚石钻进采用提钻取心,而在较深钻孔和地层较复杂条件下应用绳索取心钻进技术可以显著节省为取心而升降钻杆柱时间,并有助于钻孔安全和提高岩矿心采取率。在我国煤田钻探和金属矿、非金属矿产勘探都有成功先例。在危机矿山找矿钻探中宜重视此项技术应用。

#### 4.2 坑道内钻探技术

除常规用于指导采矿、超前勘查险情和释放瓦

斯外,不少老矿山常在坑道内设钻打全方位孔,勘查隐伏矿体,尤其是深部延伸的矿体。对危机矿山找矿来说很值得因地制宜采用,国内外成功事例很多。

#### 4.3 定向钻探技术

凡是产状不规则和陡斜的矿体,宜设计定向孔,既可节省钻探工作量,而且不易打丢矿体。在地形复杂矿区还可设计多孔底定向钻孔,或一个钻场打多个钻孔。此项技术在国际上广泛采用。在国内技术亦已成熟,包括用连续造斜器,特别是用螺杆马达打定向孔,在铜矿勘查和盐矿打对接孔均获成功。

#### 4.4 反循环取样技术

在无需柱状岩心条件下,采用双壁钻杆空气反循环连续取样钻进方法,可以快速根据返回岩矿样及时判明地(矿)层情况。钻进速度可以大幅度提高。国外在铁矿、金矿、铀矿、铅土矿等矿种特别是地层破碎、取心困难的岩矿层采用,而且可以在干旱缺水地区应用。国内以往已用此方法钻进了上万米

工作量,技术经济效果显著。

#### 4.5 空气泡沫钻进技术

用于干旱缺水或忌用液体循环条件下地质矿产(水文水井、震源孔、锚固孔等)勘查。当用空气潜孔锤钻进时可成倍提高钻进速度。而采用贯通式潜孔锤则可以实现反循环连续取心。“八五”期间含空气泡沫钻进的多工艺空气钻进技术被列为国家科委科技成果重点推广计划项目,并取得巨大技术经济效益与社会效益。

#### 4.6 冲击回转(液动锤)钻进

利用常规泥浆泵驱动液动冲击器形成液动锤在回转钻进的同时对孔底岩层实行动载碎岩作用。这种钻进方法利于硬~坚硬岩层的钻进,能显著提高钻速与回次进尺长度,并利于提高岩心采取率,保持钻孔平直度。我国此项钻进技术居世界领先水平,在中国大陆科学钻探施工井深达 5000 m。以往地质矿产勘探中利用液动锤钻进工作量逾百万米。

#### 4.7 全液压岩心钻机和坑内钻机

全世界地表或坑道内岩心钻机已绝大多数采用自动化程度较高的液压驱动的全液压钻机,便于操作自动化和机械化,包括拧卸钻杆、给进、调整钻压与转速、升降钻具等。利于减少事故,提高时间利用率,减轻体力劳动。这两年进口钻机比较多,我国钻机制造在这方面迄今处于落后状态,应该急起直追,形成国产全液压钻机(含地质岩心钻机、坑内钻机和水井钻机、工程勘察钻机、锚杆钻机等)系列。我国全液压非开挖铺管钻机已生产近千台即为一例。

### 5 应用与提高金刚石钻进技术

上述钻进技术工艺或方法进行岩心钻探时都要采用碎岩和取心(样)工具,特别是碎岩用钻头,除软岩层可用硬质合金钻头外主要采用金刚石钻头。因此,应用与提高金刚石钻进技术,在解决危机矿山接替资源勘探中至关重要。

#### 5.1 我国金刚石钻进技术发展历程

(1)1949 年新中国成立前曾采用过手镶金刚石钻头(黑色金刚石)和进口的天然金刚石表镶钻头。

(2)20 世纪 50 年代末开始研制天然金刚石表镶钻头,90 年代中期开始大批量推广应用。1979 年地矿部门采用天然金刚石钻头达 10352 个,以后使用量逐年下降。

(3)1969 年开始试用人造金刚石钻头。70 年代中期开始推广。1979 年地矿部门采用人造金刚石钻头 8513 个。以后使用量逐年增加,1984~1990

年每年使用人造金刚石钻头超过 20000 个。人造金刚石钻头包括单晶、聚晶(PCD)、热稳定聚晶(TSP)及复合片(PDC)钻头。

(4)1981 年金刚石钻进工作量在岩心钻探中占的比例为 1/3,1985 年为 1/2,1990 年为 4/5。同年金刚石绳索取心钻进在金刚石钻进中所占比例则分别为 6.2%、16.5% 和 25%。

(5)金刚石钻头除用于常规岩心钻探外,同样广泛用于绳索取心钻进、定向钻进、坑内水平孔和全方位钻进、反循环中心取样钻进、干旱缺水地区多工艺空气泡沫钻进,特别是液动锤(液动冲击回转)钻进能大幅度提高硬岩钻进效率,在江苏省东海县境内实施的中国大陆科学钻探“科钻一井”成功钻进了 5158.2 m 孔深,保证了工程按时竣工。

(6)金刚石钻头制造技术日趋完善。已研发并大批量生产的工艺有热压烧结法、浸渍法、低温电镀法、真空烧结法、钎焊法和金刚石均布法(专利)等。钻头可供国内需要,并向国外出口。目前,全国制造金刚石钻头的厂商有数十家(含研究单位、院校)。产品应用领域有石油天然气井、地质矿产勘探、水文水井、工程地质勘探、爆破孔、锚固孔、石材开采、地质灾害防治与监测、地下管线铺设等。武汉地大长江钻头和煤炭科学研究总院西安分院的金金刚石钻头通过了 ISO9001 质量管理体系认证。

#### 5.2 我国人造金刚石发展现状及其前景

(1)目前制造人造金刚石开动的大小压机达 5600 台以上。其中 2000 台以上属大型压机。另外国内已有约 50 台 3000~3500 t(30000~35000 kN)的两面顶压机顺利投产。这为我国研制生产高品质金刚石(如获 ISO9000 质量体系认证的 DE BEERS SDA<sup>+</sup> 系列和 SDB1000 系列)打下良好基础。

(2)目前由于金刚石压机吨位的增加,腔体不断扩大,时间不断延长,合成压力与温度的相应降低,粉末触媒合成金刚石工艺不断完善,自动控制很快得到提高。我国已不仅是人造金刚石生产大国,而且在向强国迈进。表现在:

——规模化生产。产量主要集中在若干家大型和特大型企业,利于提高质量与效益和竞争力。

——到 2004 年,我国金刚石年产量能力达 40~50 亿 ct(1 ct=0.2 g,下同),而实际产量已达 35 亿 ct 左右。20 世纪 90 年代中期我国就成为世界金刚石生产大国。目前年产量居世界之首。

——生产金刚石粒度按网目度有 30/35、35/40、40/45、45/50、50/60 等,均能批量供应。包括微

粉在内,已向国际市场供应,并具有价格优势。

——在品质方面,上述粒度金刚石品质可以达到国际 SDA 系列水平和接近 SDB 系列水平。只是和顶级品质相比,尚有一定差距。

——在品种方面,除上述粒度单晶体金刚石大量用于切割锯片、各种磨削工具、切削刀具、模具和钻头外,还有微粉、聚晶体和复合体,应用广泛。

(3)我国人造金刚石工业的发展是以国内外市场需求为背景,全行业科研、制造及生产应用部门的共同努力才有了今日的强大基础。着眼未来值得关注的是:

①力争人造金刚石(立方氮化硼等)品质在短期内跻身于世界一流水平。

②大力研发金刚石制品并向国外出口,改变目前大量原料出口的局面,增加产值与利润率。

③提高研制与创新能力。创造软硬条件,培养、鼓励并重用有创造发明的科技人才与革新能手。重视科学发展观与循环经济观。

(4)有关研制与制造厂商都要具备 ISO9000 质量体系认证。产品(磨料与制品)标准与国际通用标准接轨。

(5)重视及时吸取世界先进技术经验。包括引进、合作与技术交流。

(6)提升产、供、销经营管理水平,调整与革新机制,节约能源与原材料消耗,降低成本。着眼企业与国家双赢,杜绝无序竞争甚至有损国家利益。

## 6 结论

(1)危机矿山现象和矿山开尽闭坑是客观自然规律。中国现今关注的危机矿山包括真正即将采尽,而且证明已无潜力的矿山,尚有较大潜力但尚未作详尽勘查的矿山。后者是当前地质找矿和探矿工程主战场,举国关注,势在必行,亦势在必得。

(2)缓解有较大潜力的危机矿山的接替资源途径是在边采过程中下大功夫在深度与广度方面进行认真的勘查找矿工作。特别是应用综合找矿技术,多兵种密切配合,要投入必要的钻探、坑探、槽井探工作量。《纲要》中提到的各种地质钻探技术工艺方法,都宜在危机矿山接替资源找矿工作中因地制宜地应用,相应的钻探设备如全液压岩心钻机和全液压坑内钻机、高强度钻杆和优质取心工具要实现国产化。

宜地应用,相应的钻探设备如全液压岩心钻机和全液压坑内钻机、高强度钻杆和优质取心工具要实现国产化。

(3)人造金刚石规格、品种是保证金刚石钻头质量的基础材料。国内有条件在已有技术基础上进一步提高,争取世界一流。并且产品达到和超过世界先进标准,可以既保证国内应用效果,并可为国争光创汇。

(4)危机矿山接替资源勘查,涉及相关众多领导部门、矿山企业、地勘单位与科研院校,必须大力协同,发挥所长,力争在《纲要》贯彻期间做出应有的贡献。

(5)《纲要》中国家投资经费预算巨大,2004~2010年共计40亿人民币。由中央和地方财政加企业和社会出资人共同解决。其中有关探矿工程占资金的76%。其中钻探18亿、坑探9.5亿、槽探2亿、浅井0.9亿元人民币。若大的钻探资金预计可钻进若干百万米工作量。如果一座危机矿山投入3~5万m钻探工作量,则可供数以百计的矿山使用。

(6)巨大的危机矿山接替资源勘查所采用的钻探工作量主要靠金刚石钻探技术来完成,按估计将需要数以十万计的金钢钻钻头。努力提高人造金刚石品质(含晶形、粒度、强度、热稳定性)和钻头性能,无疑将产生巨大的技术经济效果。

## 参考文献:

- [1] 方啸虎,等.超硬材料科学与技术(上、下卷)[M].北京:中国建材工业出版社,1998.
- [2] 耿瑞伦.论钻探应用领域新格局及技术装备的开发引进[A].探矿工程论文集[C].河北廊坊:中国地质学会探矿工程专业委员会,1997.
- [3] 方啸虎.中国超硬材料新技术与进展[M].合肥:中国科学技术大学出版社,2004.
- [4] 耿瑞伦.地质钻探技术的历史回顾与展望.探矿工程,1999,(增刊).
- [5] 耿瑞伦.科学钻探绳索取心和金刚石钻头(内部资料)[Z].2000.
- [6] 耿瑞伦,等.21世纪岩土钻探工程主战场[J].探矿工程,2001,(3).
- [7] 钱大都,等.中国矿床发现史[M].北京:地质出版社,1996.
- [8] 翟裕生.中国矿床学研究的回顾与展望[A].王鸿祯,等.中国地质科学五十年[C].武汉:中国地质大学出版社,1999.