

云南省锗产业发展研究

雷 霆¹,王少龙²

(1.云南冶金集团总公司,昆明 650011; 2.昆明理工大学,昆明 650093)

[摘要] 锗是典型的分散元素,是除硅以外最重要的半导体材料,在红外光学、光纤通信、化学催化剂、太阳能电池、生物医学、电子器件等各领域都有广泛的应用。地球上锗资源较贫乏,我国的锗储量居世界第一位。云南省锗储量占全国储量的40%左右,并拥有红外光学技术研发的基础,对我国锗产业具有十分重要的意义。文章具体分析了云南省锗产业发展的外部和内部环境,提出了云南省2006~2020年锗产业发展的方向和总体目标,探讨了锗产业链、产品定位、产业布局、重点发展的项目和支撑体系。

[关键词] 锗资源;锗产业;可持续发展;云南

[中图分类号] TD8 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2007)11-0103-07

1 前言

锗是典型的分散元素,其丰度从原始地幔($1.13 \times 10^{-6} \sim 1.31 \times 10^{-6}$)→大洋地壳($1.4 \times 10^{-6} \sim 1.5 \times 10^{-6}$)→大陆地壳($1.4 \times 10^{-6} \sim 1.6 \times 10^{-6}$),几乎没有明显的变化^[1,2]。目前,锗广泛应用于电子工业、红外光学器件、光导纤维、医学、冶金、能源等领域^[3~6]。为应对大规模战争和突发事件,美国早在1984年便宣布将锗列为国防储备(national defense stockpile, NDS)资源,储备目标为30 t 锗单晶。到2004年,美国国内的锗库存(未纳入国防储备的),已达540 t之多(源自美国国防部给国会的战略与关键物资报告)。同样,其他西方发达国家也在积极进行锗的战略储备。由此可见,在发达国家中,锗已经成为一种极为重要的战略资源。

云南省锗资源极为丰富,锗产业技术科研人才比较集中,拥有较好的技术优势和产业基础。积极发展锗产业,是培育云南省高新技术产业的一个突破口,对增强我国光电子产业整体竞争能力具有十分重要的意义。发展云南锗产业有利于与北京、南京等锗产业基地形成各具特色、互为补充、互为依托、有序竞争的产业格局,进而形成全国锗产业的合理布局,从整体上推动锗产业的发展,增强锗产业的

整体竞争能力。

2 云南省锗产业发展的环境分析

2.1 我国锗的分布、生产和消费状况

2.1.1 分布状况 锗资源有限,分布相对分散,世界可开采的锗资源比较缺乏。我国锗的储量居世界首位,总量约4 000~6 000 t,分布在全国12个省(区),其中云南、内蒙古、广东、山西、四川、广西和贵州的储量较多。我国含锗工业矿床的分布及品位如表1所示。

表1 我国含锗工业矿床的分布及品位

Table 1 The distribution and grade of germanium-bearing deposit in China

矿物类型	矿产品锗的品位/%	矿产地	利用状况
含锗煤矿	0.017 6	云南临沧	开采
硫化铅锌矿	0.007	云南会泽	开采
氧化铅锌矿	0.006	贵州赫章	开采
硫化铜矿	0.004	湖北吉龙山	开采
硫化铅锌矿	0.003 3	广东凡口	开采
含锗煤矿	0.002 4	内蒙古锡林郭勒	开采

从表1可知,锗品位最高的是云南临沧的含锗褐煤,为0.017 6%;其次是云南会泽县的硫化铅锌

[收稿日期] 2006-06-22

[作者简介] 雷 霆(1964-),男,云南石屏县人,博士,云南冶金集团总公司教授级高级工程师,博士生导师

矿为 0.007 %，云南省锗资源优势明显。

2.1.2 生产现状 我国锗资源的开发利用，基本上停留在初级原材料水平(GeCl_4 和 GeO_2)，精、深加工水平较低。虽然从初级原材料到锗单晶到红外光学组部件，附加值可以提高几十倍甚至上百倍，但材料越向精细加工方向发展，所需要的技术和设备投资也就相应提高，风险较大，因此大多数企业只能止步于粗放式的初级生产。我国主要锗生产企业的产品及产量见表 2。

表 2 我国主要锗生产企业的产品及产量

Table 2 The products and fields of main manufacturers of germanium in China

企业名称	锗产品	产能/产量 /t·a ⁻¹
云南驰宏锌锗股份有限公司	高纯 GeO_2 、还原锗、高纯锗、锗珠、锗粉	20/10
隆泰公司(外购原料)	高纯 GeO_2 、还原锗、高纯锗	5~6
上海冶炼厂	GeO_2 、还原锗、高纯锗	12/3
南京锗厂(外购原料)	高纯 GeO_2 、单晶锗、单晶锗片、还原锗、高纯锗、红外光学级锗	10/6
国晶辉公司(外购原料)	高纯 GeCl_4 、锗单晶、还原锗、高纯锗、探测器级锗单晶、红外光学级锗晶体	10/5
韶关冶炼厂	GeO_2	10/4
云南鑫园锗业股份有限公司	GeO_2	10/10
株洲冶炼厂	粗锗	1~3
内蒙古通力锗业公司	GeO_2	2/2
昆明冶研新材料公司	锗单晶	0.5/0.3
昆明北方红外集团	锗单晶、红外光学组部件	2.5/2.5

2.1.3 消费状况 我国是世界上最大的锗生产国和出口国。每年锗的总产量大约在 40~50 t，其中约 1/3 为国内消耗，2/3 以上出口。出口的锗产品中，大部分是较低附加值的初级原材料产品(如粗 GeCl_4 或粗 GeO_2)，这些锗粗级产品成为其他国家的战略储备资源或精、深产品加工的原料。目前，国内消费的锗主要用于光纤、红外光学和科学研究，还有相当部分是根据国外订单加工成的锗产品。

1) 光纤用 GeCl_4 。光纤通信在世界和中国都处于快速发展的阶段，占全部通讯信息量的 80 % 以上，在国民经济中占有重要位置。2005 年光纤产量达到 2×10^7 km，但光纤所需高纯 GeCl_4 ，90 % 以上依靠进口，国产 GeCl_4 只能用于生产低品质光纤。

2) 制备红外光学组部件。目前，锗在红外光学方面的应用约占锗总用量的 20 %~30 %。随着红外军用及民用技术的发展，未来对锗的需求还将迅速增长。尽管我国锗在这一领域的应用起步较晚，但在军用方面的比重已经逐步增加。随着红外探测器技术的日益成熟，对锗的需求量今后将会大幅度上升。

3) PET 树脂催化剂。我国在 PET 树脂催化剂用锗方面的应用几乎是空白，随着科技实力的提高，该领域必将有较大的发展。

4) 制备有机锗用于药品、保健品和化妆品。国内在这一领域仍处于研发阶段，市场空间巨大，具有发展潜力。

2.2 云南省锗资源现状及特点

云南省锗资源非常丰富，锗金属主要伴生在有色金属矿物和褐煤中，总量约为 2 500~3 000 t，云南省主要的锗资源量和分布情况如表 3 所示^[7]。其中，在有色金属矿中的储量约为 600 t，在煤矿中的储量为 1 960 t，其他储量约为 560 t。

表 3 云南省主要的锗资源量和分布情况

Table 3 The germanium reserves and distribution status in Yunnan Province

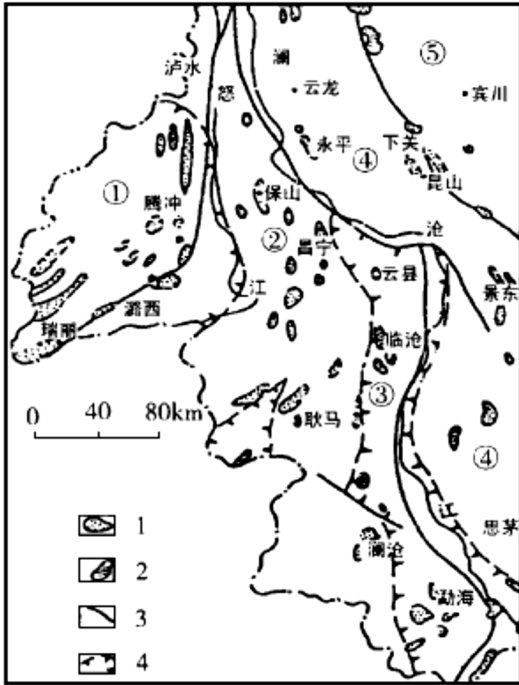
单位(地区)	锗的载体	品位/(g·t ⁻¹)	储量/t
云南驰宏锌锗股份有限公司(会泽矿区)	铅锌矿	30~50	600
临沧市帮卖区大寨矿	褐煤	78~1 860	860
临沧市帮卖区中寨矿	褐煤	28~2 520	760
临沧市临翔区 302 矿(包括 306)	褐煤	180~800	320
临沧市临翔区户有村、大田河村矿	褐煤	340	120
共计			2 560

云南省澜沧江以西，晚第三系褐煤盆地具有良好的锗富集成矿条件，在临沧—勐海和腾冲—瑞丽两个条带上分布的近 40 个盆地中(见图 1)，被确认具有工业回收锗价值的有 4 处(帮买、腊东、芒回和等嘎)，锗资源量 1 056 t；另发现 9 处煤中锗含量大于 20 g/t 的矿点，有待进一步的验证，其潜在的锗资源量估计在 2 000~3 000 t^[8]。此外，曲靖市的罗平县、文山州等地也发现煤中伴生锗资源。

在有色金属矿物中，锗的主要载体为闪锌矿。闪锌矿中锗的含量一般在 0.004 5 %~0.028 % 之间。近年来，云南省的会泽县、昭通市已探明的铅锌矿床金属储量近 600×10^4 t，伴生在其中的稀散金属

锗含量超过 600 t。根据有关资料显示,该地区的铅锌远景储量超过 $1\ 000\times 10^4$ t,由此可见,伴生其中的锗金属资源量前景很可观。

云南堪称为“锗的王国”,锗资源是云南得天独厚的优势资源。赋存在褐煤中的锗金属,平均含量为 728 g/t,部分褐煤含锗量甚至高达 3 000 g/t,属世界罕见的锗独立矿床。



①高黎贡山隆起带;②保山拗陷;③临沧隆起带;④兰坪—思茅拗陷;⑤苍山隆起带;1. 第三系含煤盆地;2. 发现锗矿煤盆地;3. 断层;4. 锗矿预测远景区(花岗岩、混合岩区)

图 1 滇西第三系盆地富锗区远景示意图

Fig.1 The sketch map of rich-germanium in tertiary basins in western part of Yunnan Province

2.3 云南省锗及锗产品的生产现状

云南省每年的锗产量占全国锗产量 40 t 的一半以上,且国内其他的锗生产企业也主要是从云南省获得粗加工原料。云南省还拥有我国从事高附加值的锗单晶材料、锗材料下游精、深产品加工和应用的主要企业。

云南省在锗工业加工链中,无论是上游产品、中游产品,还是下游产品,在全国都居于首位。经过多年的发展,云南锗产为已初具规模,基本形成了锗加工产业链,具备了进一步发展的产业优势。主要生产公司如下:

1)云南驰宏锌锗股份有限公司。驰宏公司是云南冶金集团总公司控股、会泽铅锌矿作为主发起人

的上市公司,已形成 10 000 kg/a 锗金属的生产规模,并生产出高纯 GeO_2 、精 GeCl_4 、还原锗、区熔锗、锗珠、锗粉、单晶锗、有机锗等锗系列产品,目前正致力于光纤用 GeCl_4 的研究开发。

2)临沧市锗生产企业。临沧市褐煤含锗十分丰富,目前有 3 家具有一定开采和生产能力的锗企业,分别是云南临沧鑫园锗业股份有限公司、临翔区韭菜坝锗业有限公司、临翔区 302 煤矿有限公司。3 家企业年生产锗金属量超过 20 t,占临沧市锗金属生产总量的 95 % 以上;此外,还有 2 家小型锗烟尘生产企业。

3)昆明冶研新材料股份有限公司。昆明冶研新材料股份有限公司可成功拉制 $\Phi 176\sim 210$ mm 单晶。2003 年,该公司攻克了直径 10 英寸锗单晶生长技术难关,研制成功稳定生长的直径为 10 英寸(1 英寸=2.54 cm)的红外光学锗单晶体工艺技术,并生长出 $\Phi 310$ mm 的大直径红外光学用锗单晶体。

4)昆明北方红外科技集团(含昆明物理研究所)。昆明北方红外科技集团的核心企业——昆明物理研究所,生产军用红外热像仪。目前已建成煤灰 $\rightarrow\text{GeCl}_4\rightarrow\text{GeO}_2\rightarrow$ 区熔锗 5 t 生产线,2 500 kg 区熔锗制备单晶锗完整生产线,年产 1 000 套的红外光学镜片(以 100 mm 焦距计)的国际先进生产线,年产 2 000 套红外光学镜头装配线(以 100 mm 焦距计),并计划建成年产 10 t 单晶锗和年产 3 000 套红外光学组部件的世界一流生产线。

2.4 研发能力

从科研和人才队伍看,云南大学、昆明理工大学、云南冶金集团总公司、昆明物理研究所、昆明冶金研究院等高等院校、科研院所和大型企业,长期以来承担了一大批国家、省部级关于锗的重点科技攻关课题,成果显著,在该领域的科技水平较高,拥有院士、教授、研究员、中青年学术和技术带头人等高水平的学科带头人,实力较强,具备锗产业链建设所需的研发实力和人才队伍。

2.5 相关产业发展现状

锗资源的采选提炼需要大量的电力供给,锗材料的深、精加工和在像红外热像仪这样的高技术产品方面的应用和推广需要有强大的技术基础和广大的产业群体的共同支持和努力。

电力是云南省的优势资源,也是云南省重点培植和发展的五大支柱产业之一。加快电力建设,将为锗产业的发展提供强有力的保障。

目前,云南省内的材料、机械、化工、电子、能源、包装以及传媒、旅游、交通运输等产业群正处于快速发展时期,这些产业群的发展,为锗产业链的形成壮大提供了极大的支撑。二者互为补充,共同快速发展。

2.6 发展锗产业存在的主要问题

虽然云南省发展锗产业具备资源优势,但在对锗资源的开发利用上还存在一些亟待解决的问题。

1)对锗作为一种战略资源的认识不足。随着我国信息化高技术产业的发展以及军事装备水平的不断进步,国家对锗材料的需求必然日趋增长。相对于美日等国对锗资源进行战略储备,我国既没有将锗列为国防储备资源,也没有对锗资源的开发进行必要的规范。每年我国锗产品的80%以上都是以 GeCl_4 和 GeO_2 等粗原材料的形式低价出口到国外。假若锗资源无序开发廉价出口的状况持续下去,我们将会面临因锗资源匮乏而不得不以高价回购的局面。

2)整体技术落后。整体技术落后突出反映在以下几个方面:**a.**应用技术落后;**b.**提炼加工技术落后;**c.**掌握锗材料深精加工和高层次应用技术的企业数量太少且规模小,无法拉动和提高整个行业的技术水平。

3)产品附加值低。总体来说,云南省锗生产企业还都属于粗放型的企业,产出初级 GeO_2 被省外、国外其他厂家收购,造成云南省有价金属资源流失,影响和制约着地方经济的发展。

4)资源浪费。提炼赋存在褐煤中的锗,会造成燃烧热量的极大浪费。如按每年生产锗金属37 t,开采回收率为90%,冶炼综合回收率为80%,褐煤含锗300 g/t计算,每年将消耗褐煤172 000 t,加上开采损失,每年消耗的煤至少在 20×10^4 t以上。煤矿周围提锗的火法冶炼厂或土炉子,就地焚烧使锗挥发富集,回收到含锗烟尘,总回收率在50%左右,资源综合利用程度太低。同时在煤矸石和碳质砂岩中的锗无法回收,初步估算,每从褐煤中提取1 t锗,就有800 kg左右的锗遗留在煤矸石和碳质砂岩中。

3 锗产业发展思路及发展目标

3.1 发展思路

加强锗矿资源的保护、回收,注重循环经济,以锗材料为重点,以技术创新为支撑,延伸产业链,优化锗产业。以市场为导向,整合全省锗资源、技术优

势和现有产业优势,并充分利用省外资源,实行产学研联合,开展省部合作、省院校合作,积极引进战略合作伙伴。加快锗产业核心区的建设,促进锗产业原料区、粗、精产品区、精深加工区的形成,培育和完善的锗优势产业链,构建产业发展支撑服务体系,实现云南省锗产业持续、健康、跨越式发展。

3.2 发展目标

以锗产业的精、深产品加工为核心,调动各方面的资源和力量,同心协力,实施“三步走”战略步骤,实现云南省锗产业“联合重组—加速发展—持续发展”的目标,使锗产业成为云南省独特、重要的产业之一。

依托现有基础,积极创造条件,加快培育具有竞争力的大型企业集团,打造不同层次的区域品牌和知名品牌。在大学、科研院所和企业中,建立专门的研发机构或在国家级、省部级研发中心和重点实验室中,搭建从基础研究、应用研究到工程化研究和产业化的知识创新和技术创新体系,全面提高云南省锗产业的竞争力和发展后劲。

4 锗产业链构成及布局

4.1 产业链构成及产品定位

锗产业链构成:粗 GeO_2 、还原锗及区熔锗等上游产品;锗单晶等中游产品;光纤用 GeCl_4 、锗器件、其他精深产品下游产品。

产品定位:以锗单晶、锗元器件等深加工产品为龙头,以锗红外热成像系统、红外光学锗单晶系统、光纤用 GeCl_4 产品等为重点,积极开发有机锗、锗系合金产品和其他新型锗产品。

4.1.1 优先发展及见效快的品种

1)锗单晶及光学组部件。发挥好昆明冶研新材料股份有限公司、昆明英富莱科技有限公司及云南光学仪器厂生产红外光学锗单晶的能力,完善切片、粗磨外圆、粗磨平面、铣磨粗球面、精磨、抛光、镀膜等工序的设备。进一步开展对大直径锗单晶的制备和后续加工的研发工作,配置先进设备,加快我国红外热成像向大口径、高清晰度方向发展。

加紧建设昆明北方红外科技集团锗单晶生产及深、精加工生产线。依托省部合作,力争尽快完成红外光学用锗单晶材料生产及深、精加工生产线建设,同时完成我国对锗资源的战略储备。

2)光纤用 GeCl_4 。目前,云南冶金集团总公司在光纤用 GeCl_4 的研究和开发方面已开展了大量的前

期工作,中试线已在云南驰宏锌锗股份有限公司会泽锗厂建设完成,正在进行试验研究工作。

4.1.2 未来开发的品种

1)锗催化剂品种。 GeO_2 作为催化剂,应用于化工行业生产 PET(聚脂纤维),BGO(锗酸铋)闪烁晶体,还作为冶金添加剂用于冶金行业。PET 生产中的锗系催化剂在国内目前用量较少,目前美国、日本等发达国家在 PET 生产中大量应用锗系催化剂,其消费量逐年增加;而我国在这方面的应用研究几乎是空白,因此,云南省可以积极发展锗催化剂。

2)有机锗。有机锗活性强、毒性低,广泛用于制药。有机锗的产业化在我国处于起步阶段,市场空间巨大,具有发展潜力。

3)锗系合金产品。 SiGe 是微电子工业最重要的材料之一。应加强与世界一些著名大公司和国内高校、院所的合作,早日开发出锗系合金材料。

4.2 产业布局

根据现有的市场情况,按照统筹规划、统一布局的原则,分工合作,不宜再新建生产厂家,而是应整合省内现有基础,把有限的资金和技术力量集中起来,突出优势。

以昆明为锗单晶、红外锗器件等的精、深产品加工基地和锗产业的研发基地,以曲靖为光纤用 GeCl_4 生产基地,以东川、曲靖、临沧为 GeO_2 、还原锗、区熔锗等初级产品的供应基地,以会泽、临沧为锗原料基地,注重资源利用、环境保护、工艺研究和高新产品开发,形成以我为主、追踪世界前沿的格局。

4.3 市场准入条件

为促进产业结构升级、规范行业发展、维护市场竞争秩序,在开发时要制订明确的准入制度,编制锗行业准入条件,对达不到准入条件的单位和个人,严禁其从事锗的勘查、开采、冶炼、加工、销售和出口等活动。同时,应根据国土资源部、发改委的有关规定,尽快制订锗勘查开采领域的准入条件、锗生产经营领域的准入条件。提出资金、技术、装备、规模以及能耗、资源综合利用、环境保护和安全生产等方面的要求。

4.4 重点项目和攻关项目

2006~2010 年预发展的重点项目:1)含锗褐煤资源地质调查和勘探;2)含锗褐煤资源开采;3)含锗褐煤提锗及煤资源综合利用;4)含锗铅锌资源地质调查和勘探;5)含锗铅锌资源提锗新工艺研究;6)光纤用 GeCl_4 产品开发;7)大直径锗单晶的制备和加

工;8)红外光学锗器件制备;9)BGO 新产品开发。

2011~2020 年预发展的重大项目和攻关项目:1)锗催化剂产品研发和应用;2)有机锗产品开发和应用;3)锗系合金产品研发和应用;4)其他锗产品开发和工艺研究和应用;5)锗系列产品及开发的新产品在其他领域的应用。

5 支撑体系

5.1 技术创新体系

目前,云南省从事锗产业的企业、科研院所和高等院校,已具备一定的锗产业的技术。要继续完善以企业为主体的技术创新体系,紧紧围绕促进企业的技术创新而积极开展工作,加大对研究开发活动的投入,大力开发具有自主知识产权的关键技术,形成自己的核心技术和专有技术,打造知名品牌。坚持先进技术引进和消化、吸收、创新相结合,实现市场开拓、技术创新和生产经营一体化。支持将锗生产企业技术创新列为国家和省中长期科技规划的一项重点任务,引导企业加强同科研院所和高等院校研究机构的联系与合作,切实增强自主创新的能力。

5.2 人才保障体系

培养造就一大批锗产业科研、生产、管理等人才是发展锗产业最迫切的任务之一。要坚持人才培养和引进相结合,鼓励和引导国内外各类锗产业专业技术人才到云南创业和发展,力争引进国内一流专家、学术带头人和科技创新人才,为锗产业人才脱颖而出创造更大的空间和机会,以促进全省锗竞争能力的提高。要发挥现有各类院校、科研院所及企业的作用,增设硕士点、博士点、博士后流动站,工程中心和重点实验室,扩大高级管理人才培养数量。调整高等院校的专业和课程设置,培养锗产业发展所需的技术人才。认真发展职业技术教育,培养锗产业技师和熟练的技术工人。积极创造继续教育、专业培训、技能培训的条件,着力扶植、培养优秀青年科技人员。

5.3 政策支撑

应充分发挥政府作用,各部门协同配合,在产业政策、财税政策、技术法规及基础设施建设等方面予以支持。

1)对产业发展、产业基地建设以及产、学、研的合作方面,应建立、健全完善的政策法规体系。吸收各地锗产业发展的经验,从实际出发,用好、用活、用

足相关优惠政策并加速政策由地区优惠向产业优惠转移,制订与完善相关的措施,大力扶持和推动锗产业的发展。对于出现的新情况、新问题,应实时地制订相应的配套政策。

2)制订关于锗产业发展资金、锗产业科技成果入股、锗产业科技成果奖励、出国留学人员来滇创业等的管理措施,鼓励外贸出口。

3)已认定的云南省锗生产、加工企业,享受现有云南省高新技术企业以及软件企业的优惠政策。加强对锗产业基地建设的领导和扶持力度,将核心区作为重点工业园区,给予重点支持。

5.4 加快资源与行业整合

为保护云南省不可再生的锗资源,实现锗产业的快速发展和可持续发展,使锗资源优势最大程度地转变为经济优势,就必须对云南省的锗资源进行整合。要以产权为纽带,以技术为支撑,以资源为依托,充分尊重历史、照顾现实,进行锗生产企业的联合重组,按照云南省锗产业布局的总体要求,提高企业的主动性,充分发挥各企业的现有技术设备、人才、科研、经济管理的优势,分工合作,协调配合,共谋发展,实现国家、集体、企业、投资者各方利益的最大化,加快全省锗工业的协调发展。

5.5 其他建议

1)对锗进行战略储备

积极争取国家将锗资源列为重大战略资源进行战略保护及储备,以保证我国国防装备之用,落实储备资金和储备计划。由省政府出台锗资源保护政策,包括进行保护性开采,限制锗粗级原材料的出口,鼓励技术进步、制定相关的税收政策,有计划地合理利用云南省的锗资源。

2)建立锗资源和产业的复合调控机制

a. 建立有效的价格调控机制,促进资源节约和提高开采效率。锗资源总体开采利用必然考虑世界的总储量、开采能力和替代产品的开发等,随着资源日渐消耗,其数量减少必然要带来价格上升,从而不利于社会经济的可持续发展。在企业层面加强信息的沟通和价格的协调,在政府层面利用储备进行市场干预,维持较高的资源和产品价格,有利于维护资源相关产业长期稳定发展,从而有利于我国社会经济的可持续发展。

b. 制订经济、安全、协调发展的政策和规划。锗产业为国家军事的发展提供装备产品,同时也关系到安全、就业、环境等社会问题,因此,还必须制订

经济、安全、协调发展的政策和规划。

首先,应在锗矿产资源中,区分不同的可开采能力、重要程度和可替代程度,分类制订指导政策。其次,应建立短期应急的战略储备制度和相机开采的中长期规划。再次,制订强制性的锗矿开采后环境恢复制度,恢复准备金收取办法、矿区人员就业安排等。还有,要保证安全生产许可证政策的落实到位和企业准入的严格审查,加强日常突击检查,加大责任惩罚力度,让希望“节约安全生产成本”的企业承担更大的经济损失,以促进企业有效提高安全生产水平。最后,应利用高新技术的发展,加强废旧物资的再次利用,这对企业节约资源也是非常必要的。

3)组建云南省锗产业发展推进小组

建议由云南省政府牵头,组织昆明理工大学、云南大学、云南冶金集团、昆明物理研究所、昆明冶金研究院、云南驰宏锌锗股份有限公司以及云南临沧鑫园锗业股份有限公司等相关单位,共同组建云南省锗产业发展推进小组,对云南省锗产业发展开展以下几个方面的工作:a. 搜集国内外锗产业发展及相关的信息情报,并及时将这些信息情报传达给云南省锗产业的所有相关部门,共同对今后锗产业的发展制订出相应的措施。b. 组建锗产业研发中心,形成从锗原材料到高端产品产业链的研发实体。为云南省锗产业发展提供技术支持,并做好相应的技术储备。c. 完成推进云南省锗产业发展的相关工作。

6 结论

随着云南省对锗资源的重视,云南省的锗产业必将加速发展。云南省应建设成为我国重要的锗工业基地,锗产业应成为云南省新的经济增长点和重要的独特产业。

参考文献

- [1] 涂光焯.分散元素地球化学及成矿机制[M].北京:地质出版社,2004
- [2] Bernstein L R. Germanium geochemistry and mineralogy: Geochimical [J]. *Cosmochimica Acta*, 1985, 49: 2409~2422
- [3] 冯桂林,何嵩平.有色金属矿产资源的开发及加工技术(提取冶金部分)[M].昆明:云南科技出版社,2000
- [4] Sangsingkeow Pat, Berry K D, Dumas E J. Advances in germanium detector technology [J]. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, 2003, 505(1~2): 183~186
- [5] Das N C, Monroy C, Jhabvala M. Germanium junction field effect

transistor for cryogenic applications [J]. *Solid-State Electronics*, 2000, 44(6): 937~940

[6] Meyer D J, Webb D A, Ward M G. Applications and processing of SiGe and SiGe: C for high-speed HBT devices [J]. *Materials Science in Semiconductor Processing*, 2001, 4(6): 529~533

[7] 涂光炽. 分散元素地球化学及成矿机制[M]. 北京: 地质出版社, 2004

[8] 邓明国, 秦德先, 雷 振, 等. 滇西褐煤中锗富集规律及远景评价[J]. *昆明理工大学学报(理工版)*, 2003, 28(1): 1~3, 7

Study on the Development of Germanium Industry in Yunnan Province

Lei Ting¹, Wang Shaolong²

(1. *Yunnan Metallurgy Group Co. Ltd, Kunming 650031, China*;

2. *Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China*)

[**Abstract**] Germanium is a typical dispersed element, it is the most important semiconductor material except for silicon. Today, Germanium is used principally in the field of infrared optical, telecommunication fiber optics, a polymerization catalyst for polyethylene terephthalate (PET), a kind of commercially important plastic in solar cell and in biomedicine, and as a semiconductor and substrate in electronics circuitry. Germanium resource is scarce in the earth. The reserve of germanium in China ranks first in the world. Yunnan Province owns about 40 percent of germanium reserve of China and owns the basis of research and development in the field of infrared optical, so it is very significant to develop germanium industry in Yunnan. This paper analyzes the exterior and interior circumstances for the industrial development of germanium in Yunnan, brings forward the orientation of development and the total target of Yunnan germanium industry from 2006 to 2020, and discusses the industrial chains of germanium, product position, industrial layout, the supporting system and the key projects.

[**Key words**] germanium resources; industrial development of germanium; sustainable development; Yunnan