

青海省新型功能材料研究和产业的分析

贾永忠^{1*}, 韩金铎¹, 景 燕¹, 金 山¹, 祁太元^{1,2}, 封凌平², 景满德²

(1. 中国科学院青海盐湖研究所, 青海 西宁 810008;

2. 青海电研科技研究所, 青海 西宁 810008)

摘 要:介绍了部分新型功能材料的前沿领域发展情况;通过对青海省在能源、矿产资源方面的优势及青海省可持续发展能力的分析,对我省目前及未来可以发展的新型功能材料产业提出了意见和建议。

关键词:新型功能材料;资源;能源;可持续发展;建议

中图分类号:TB329 **文献标识码:**A **文章编号:**1008-858X(2004)03-0062-11

0 前 言

材料,即直接能做成物件服务于人类的物质,它是人类社会赖以生存和进步的物质基础。材料的使用和发展是标志人类进步的重要里程碑,材料的发展导致时代的变迁,推进人类的物质文明和社会进步。在21世纪,人类进入知识经济信息时代的今天,材料与能源、信息并列为现代科学技术的三大支柱,其作用和意义不言而喻。

具有优异、特殊性能的新型功能材料对高新技术的发展和新产业的形成具有决定意义。它们的不断涌现赋予高新技术以新的内涵,促进了高新技术的发展和应用。它们的优越性能及其广泛的用途使其成为世界瞩目的焦点。假如没有半导体材料的发现和发展,便不可能有今天的微电子工业。正因为有了低损耗的半导体纤维,当今世界蓬勃发展的光纤通讯才得以实现。美国《高技术》杂志在评价高新技术在21世纪的作用时指出:超导将产生巨大的经济效益,光电子技术变革信息社会,人体科学向未来提出挑战。而新型功能材料的出现和发展往

往给科学技术的进步,乃至整个社会和经济的发 展产生重大的影响,把人类支配自然的能力提高到一个新的水平。新型功能材料:智能材料、形状记忆材料、储氢材料、功能陶瓷材料、超导材料、磁性材料、信息材料、光学功能材料、功能复合材料、生物医用材料、分离材料和高分子吸水材料等都是当前人们最为关注的领域。贡长生、张克立曾对新型功能材料进行了详细的介绍。

1 新型功能材料的分类及其在经济发展中的地位

1.1 功能材料的分类

功能材料是指具有优良的电学、磁学,光学、热学、声学、力学、化学和生物学功能及其相互转化功能,被用于非结构目的的高新技术材料。功能材料种类繁多,涉及面广,它可以按照材料的物质性、功能性、应用性进行分类。

(i)按照材料的物质性可将功能材料分为:金属功能材料、无机非金属功能材料、有机功能材料、复合功能材料。

收稿日期:2004-02-25

作者简介:贾永忠(1968-),男,研究员,主要从事无机功能材料研究。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

(ii)按照材料的物理化学性能即功能性可将功能材料分为: 电学功能材料、磁学功能材料、光学功能材料、声学功能材料、力学功能材料、热学功能材料、化学功能材料、生物医学功能材料、核功能材料。

(iii)按照材料的应用性进行分类可分为: 信息材料、电子材料、电工材料、电讯材料、计算机材料、传感材料、仪器仪表材料、能源材料、航空航天材料、生物医用材料。

虽然“功能材料”这一名词还是在 1965 年由美国贝尔研究所 J·A·Morton 博士提出后才开始使用的,但正是在此以后不到 40 年的时间里功能材料经历了一段发展相当迅速的时期。尤其是由于近年来高新技术发展的需要,强烈刺激现代材料向功能材料方向发展,使得新型功能材料突起,促进了各种高新技术的发展和应用。

1.2 部分前沿领域功能材料简介

1.2.1 光电子功能材料

光电子材料是指光电子技术中所需要的材料,它对于满足计算机、通讯、国防、航天工业等领域的应用至关重要。光电子技术是现代信息科学技术的重要组成部分,它所需要的光电子器件材料多种多样,从无机物到有机物,从单晶到非晶,从半导体到绝缘体,达几十种之多。光电子信息功能材料的发展将有利的推动现代科学技术的发展,为我国在国防、通讯、航天事业的发展起到积极作用。

1.2.2 功能陶瓷材料

功能陶瓷材料的开发和应用使人类正在踏入第二个“石器时代”。尤其是在航天高技术领域中功能陶瓷材料的应用使人类征服太空的梦想成为现实,大大加速了功能陶瓷材料的发展。功能陶瓷材料品种多,用途广。目前研究的热点主要有:高介电常数、低损耗、低温度特性、大容量、超薄性、片式、多层陶瓷电容器材料及其制备技术;用于微机械的高性能压电陶瓷和驱动陶瓷;移动通讯用的超高频、超低损耗、高频质因数的微波介质陶瓷材料与器件;固体氧化物燃料电池(SOFC)用陶瓷材料;环境保护用的光催化二氧化钛陶瓷材料及功能陶瓷膜的制备

技术等。功能陶瓷材料的发展方向是高可靠性、多功能、微型化、集成化和智能化。

1.2.3 生物医用材料

生物医用材料是指可作为生物体部分功能或形态修复的材料,简称生物材料。生物医用材料对于挽救生命、救治伤残、提高人类的生活质量具有重要的意义和巨大的社会效益。随着生物科学技术的发展、人类物质文明的提高及人类社会老龄化的来临,人们对生物材料的需求逐年增加,生物医用材料已进入到一个快速发展的新阶段。

1.2.4 能源材料

能源是人类社会生存与发展的重要物质基础,是现代文明的三大支柱之一。能源材料是指那些正在发展的,可能支撑新能源体系的建立,满足各种新能源及各种新技术要求的一类材料。按照使用目的可分为:新能源材料、节能材料和储能材料。由于我国将长期面临能源问题,因而在我国大力发展新能源以及能源综合利用技术所需要的材料,对于促进我国的现代化建设,增强综合国力,具有重要的现实意义。

1.2.5 生态环境材料

随着现代社会和工业的快速发展,资源与能源的消耗急剧增加,大量废弃物及有害物的排出,使人类生活的周围环境和地球环境日益恶化。21 世纪,环境问题成为人类面临的最大危机和最严峻的挑战。所以大力发展生态环境材料,开展材料的环境协调性评估,发展零排放和零废弃的新材料技术,实现材料的综合利用,已成为各国关注与研究的焦点。我国是一个资源大国,能源大国,同时是一个环境问题十分严重的国家,加强生态环境材料的研究,开发和应用那些具有极好的使用性能,又有最低的环境负担的新材料,对于促进我国社会和经济的可持续发展具有重要的战略意义。

1.2.6 智能材料

智能材料(IM)是能够感知环境变化并通过自我判断得出结论执行相应指令的材料。它是继天然材料、合成高分子材料、人工设计材料之后的第 4 代材料,是现代高技术新材料发展的重要方向之一,将支撑未来高新技术的发展,实现材料结构功能化,功能多样化。目前研究

开发的智能材料主要有形状记忆材料、压电材料(含压电陶瓷、压电聚合物)、电(磁)致伸缩材料、光纤和电流变体、磁流变体等。智能材料的研究和开发极大的促进了材料科学技术和信息科学技术、生物工程技术等的交叉渗透和融合,在国民经济各部门特别是高技术领域中具有重要的作用。科学家们预言:智能材料的研制成功和大规模应用将导致材料科学发展的又一次重大革命。

1.2.7 梯度功能材料

梯度功能材料(FGM)就是在材料的制备过程中,选择几种不同性质的材料,连续的控制材料的微观要素(包括组成、结构和空隙在内的形态与结合方式等),使界面的成分和组成呈连续性变化,使其可在高温环境下应用的新型耐火材料。它是应现代航天航空工业等高新技术领域的需要,为满足在极限环境下能反复的正常工作而发展起来的一种新型功能材料。近年来随着梯度功能材料的研究和发展,其应用已不再局限于宇航工业,已扩展到核能源、电子材料、光学工程、化学工业、生物医学工程等领域。梯度功能材料被认为是 21 世纪材料科学的一个重要发展方向。

1.2.8 超导材料

超导材料是指在超低温下,具有失去电阻性质的物质。超导材料可以在国防、交通、电工、地质探索和科学研究中得到很多应用。例如,超导材料可用于负载能力强、速度快的超导悬浮列车和超导船;可以制造世界上最灵敏的电磁信号的探测元件和用于高速运行的计算机元件等等。当然,目前由于一些材料和技术上的一些问题还没解决,超导材料的实际应用还没有最终实现,但随着高温超导体的发现,超导材料的实际应用将离我们不再遥远。

1.2.9 磁性材料

磁性材料应用十分广泛,它已经从传统的技术领域发展到高新技术领域,从社会生产扩展到百姓家庭,从单纯磁学范围扩展到与磁学相关的交叉学科领域。它不仅在家用电器、自动控制、仪器仪表、通讯、电力、信息、能源、生物工程、空间技术、海洋研究、军事等方面有广泛应用,而且在与磁性材料相关的学科如生物磁

学、地磁学、天体磁学、原子核磁学、基本粒子磁学乃至微波磁学、磁流体学、磁勘探磁化学等学科领域得到了更广泛的应用。

1.2.10 功能复合材料

功能复合材料是指将两种或两种以上的材料复合起来,通过改变复合材料的复合度、联结型和对称性等复合参数,大幅度地、定向地改变复合材料的物性张量组元的数值,从而可对每一种用途按照不同的优值组合方式实现最佳的配合,获得最高的优值的材料。50 年来,功能复合材料发展速度相当快,而且用途也在不断扩大,但是,由于生产成本低、产量低、质量差等原因,其应用受到一定限制。在未来的工作中,科学工作者们将尽量降低生产成本、增加产量、提高质量以满足更多尖端技术和民用工业的需要。

总之,上世纪末由欧美及日本等国兴起并迅速波及到世界各国的一场以高技术为中心的新技术革命对世界各国及地区的科技、经济、军事、政治乃至整个社会都产生了深刻的影响。作为世界上最大的发展中国家,我们应该紧紧抓住这一机遇,把握世界脉搏,积极跟踪世界高新技术革命的进程,大力发展我国的高新技术,加速新材料研究成果向现实生产力转化的步伐,使我国在新型功能材料的研究、产业化道路上走在世界的前列,为我国国民经济的增长、科学技术的进步做出积极的、重要的贡献。就我省而言,在青海 $72\times 10^4\text{km}^2$ 的广袤土地上蕴藏着丰富的矿产资源,加之我省地处三江源头,水力、电力、风能、石油天然气等能源也是极其丰厚,在我省就近发展新型功能材料工业,将会使我省科研实力大大加强,为我省国民经济的发展做出一定贡献。

2 依托我省资源及矿产优势大力发展新型功能材料工业

我省位于青藏高原东北部,地处三江源头,幅员辽阔,占地面积 $72\times 10^4\text{km}^2$,有着丰富的矿产资源及电力、水力、风能、光能、石油天然气资源,开发前景广阔,潜力巨大。根据《青海省矿产资源年报》,截至 1998 年底,青海省累计发现

各类矿产 125 种, 占全国已发现矿产 171 种的 73.1%; 探明有储量的矿产 105 种, 占全国已探明储量矿产 153 种的 68.6%。青海省已上储量表的 64 种矿产资源(不含石油、天然气、水气矿产、水晶等 12 种矿产), 累计探明 $A+B+C+D$ 纵储量的潜在价值(1990 年不变价) $173\ 319 \times 10^8$ 元, 占全国矿产资源潜在总价值的 17.78%, 居全国第 1 位; 全省保有储量潜在价值人均 358.78×10^4 元, 约为全国人均价值的 48 倍, 居全国第 1 位。青海省上储量表的矿产有 50 种居全国前 10 位。在 45 种主要矿产中, 青海省有 20 种矿产居全国前 10 位, 其中盐矿、钾盐、芒硝、石棉和玻璃用石英岩 5 种矿产居全国第 1 位; 硼矿居全国第 2 位; 天然碱、石膏和伴生硫 3 种矿产居全国第 3 位; 滑石居全国第 4 位; 天然气、铬矿、汞矿和稀土矿 4 种矿产居全国第 6 位; 镍矿和锡矿居全国第 8 位; 铂族金属、磷矿和菱镁矿 3 种矿产居全国第 9 位; 铅矿居全国第 10 位。尤其是柴达木盆地具有得天独厚的盐湖资源, 丰富的石油、天然气资源和有色金属资源, 储量大、品位高、类型多、易开采、地域组合好, 有利于盐湖化工、油气化工、有色金属工业和新型材料工业进行产业融合, 发挥集聚优势, 容易形成规模效益。我省地处三江源头, 水利、电力资源更是得天独厚; 人均资源占有量居全国首位。然而, 由于我省基础发展落后, 人均 GDP 仅居全国中下游之列, 因此我们必须利用好我省资源及能源优势, 资源兴省, 将我省的资源优势真正转化为现实的生产力; 科技强省, 提高我省科研能力, 加快我省资源优势向现实生产力优势的转化。

2.1 我省的优势金属资源

2.1.1 锑资源

(1)资源概况

锑矿属我省一优势矿种, 近年来, 在我省大风山、尖顶山一带勘探证明锑矿(天青石)均具特大型矿床规模, 是国内已知主要锑矿产地之一。我省锑矿探明储量 1591.7×10^4 t, 潜在经济价值 79.66×10^8 元, 居全国第一位。

(2)用途、开发意义和现状

锑用途较广, 不仅可以做耐久的原子电池,

用来改进生铁的性质, 作难溶金属的还原剂及特种合金。还可用于制造焰火, 电光弹、信号弹以及制糖、玻璃、陶瓷、医药等工业。由于全世界锑资源少, 地壳中含量仅为 0.02%~0.03%, 锑盐产品价格昂贵。因而如何开发我省锑资源, 实现锑盐产品的综合开发与应用应予以考虑。“十五”期间我省将锑资源的综合开发利用列为一项重大课题进行攻关。

2.1.2 镁资源

(1)资源概况

镁盐是镁的主要矿物之一, 与钾盐密切共生。青海已探明上表储量的矿区 14 处, 其中共生氯化镁 13 处。大浪滩、大柴旦湖等 7 个矿区(段)还同时共生硫酸镁。探明氯化镁和硫酸镁储量合计为 49×10^8 t, 潜在经济价值 8000×10^8 元, 保有储量名列全国第一位。察尔汗(钾)镁盐矿为具有工业意义的固体矿钾镁盐, 全区累计探明储量 16.5×10^8 t, 为一大型钾镁为主的综合性矿床。

(2)用途、开发意义和现状

镁盐主要用来制取各种镁的化合物、金属镁及防火材料等。金属镁和镁基合金是当今世界新材料的发展方向, 誉为“21 世纪的朝阳产业”。目前在汽车、电子、航空、军事等领域有广泛应用。汽车、手机、笔记本电脑等产品已经开始大量使用镁合金。由于镁的化工用品达 60 种之多, 应用广泛, 因而开发利用好我省资源, 实现产品的就地升值, 对我省经济建设具有重要意义。我省对镁基材料的开发已经开展, 2003 年 12 月, 青海民镁科技股份有限公司即利用国内领先水平的生产工艺技术生产出高附加值的镁合金新材料。

2.1.3 金资源

(1)资源概况

青海省内砂金、岩金皆有广泛分布, 已知矿区、矿(化)点 130 余处。其中, 探明储量的矿区(点)12 处, 占探明储量的 74%。保有储量在全国名列第 10 位。砂金在省内外内流、外流水系域均有不同程度分布, 在黄河源头和长江流域探明一批金矿床, 在已知 70 处矿区(点)中, 探有 E 级储量的 31 处, 至 1989 年底, 上储量表的矿区有 7 处, 祁连县天蓬河(中型)和酸刺沟、洪

水梁(小型)矿床,乐都县的高庙(中型),班玛县的多卡、曲麻莱县的大场(中型)及称多县的赛柴沟(中型)矿床。合计探明储量占全省上表总储量的 20.32%。

(2)用途

可广泛应用到最重要的现代高新技术产业中去,如电子技术、通讯技术、宇航技术、化工技术、医疗技术等。

2.1.4 铅、锌资源

(1)资源概况

铅、锌矿多为相互共生构成主矿或与铜矿组合形成多金属矿床,或在铁矿床等中呈共生矿床,也有少数铅或锌矿单独成矿。在青海境内已发现 110 处产地中,探有 E 级及其 E 级以上储量级别者 35 处,其中,以铅锌矿为主 13 处(含单独铅矿 4 处,锌矿 1 处);与铜矿共生多金属矿 13 处,共生在铁矿床中的铅或锌矿 8 处;共生在砷矿床中 1 处。至 1989 年底上表储量矿区 23 处,探明保有储量铅 $167.7 \times 10^4 \text{t}$, 锌 $220.45 \times 10^4 \text{t}$, 分别列全国第 7 位和第 9 位。据省地质研究所预测,全省的铅、锌资源总量分别为 $666 \times 10^4 \text{t}$ 和 $754 \times 10^4 \text{t}$ 。

(2)用途、开发意义和现状

铅有很好的光学性能可以制造各种光学仪器。锌则主要用于制备化合物半导体,汽车工业中的精密铸件及各种高纯金属盐和高纯金属有机化合物等。铅、锌资源的开发利用有利于将我省的资源优势转化为产业优势,实现铅、锌资源的就地升值,有利于我省光电子材料业的发展。目前,我省铅、锌资源尚处于初级开发阶段,没有实现在功能材料等高新技术领域的应用。

2.1.5 钾资源

(1)资源概况

钾盐主要为氯化钾(KCl),是农作物不可缺少的养分之一,也是重要化工原料。青海钾盐产地在素有“聚宝盆”之称的柴达木盆地,探明储量矿区 21 处(含共生矿区 6 处),储量 $5.9 \times 10^8 \text{t}$, 占全国总储量的 96.78%, 居全国第一位。目前,经进一步详查已证实察尔汗(含别勒滩、达布逊)、昆特依、大浪滩、马海钾盐矿田等均达大型规模,其中昆特依可成为柴达木盆地仅次于

察尔汗的第二大矿田,除察尔汗矿区(段)早被地方小规模开采,1983 年国家在此投建青海钾肥厂,一期工程 1989 年投产,年产 $20 \times 10^4 \text{t}$ 钾肥。现正在投建青钾二期工程,其余基本尚未正式开发利用。察尔汗盐湖钾(镁)盐矿位于柴达木盆地中部,南至格尔木市 65km,敦格公路和青藏铁路横空矿区,交通便利。探明储量 $1.54 \times 10^8 \text{t}$, 矿床保有储量潜在经济价值 10 377 亿元,为一大型钾镁盐为主的综合性矿床。

(2)用途

钾的化合物最大量、最重要的用途是作肥料,氯化钾、硫酸钾、硝酸钾、碳酸钾都是钾肥。硝酸钾很久以前就是制火药的重要原料。硫酸钾用于制造光学玻璃。氢氧化钾用于制钾的化合物。钾对于人体也有重要作用。

2.1.6 铟矿

(1)资源概况

赛什塘铜矿,伴生有铟元素,品位 0.0016%。德尔尼铜镍矿、锡铁山铅锌矿、铜峪沟铜矿和什多龙铅锌等都伴生有铟,探有一定储量。青海探明铟矿保有储量 1 013t, 居全国第五位。

(2)用途、开发意义和现状

铟是半导体、无线电工业的重要材料。铟基材料的开发有利于推动半导体工业、无线电工业的发展,对我省经济建设有一定意义。但目前在我省铟矿尚未开发。

2.1.7 银矿

(1)资源概况

银矿成矿地质条件及分布同岩金基本一致,已知伴生银矿 26 处。至 1989 年底,青海上表储量矿区 8 处,保有储量居全国第 10 位。其中,有德尔尼、锡铁山、赛什塘 3 处大型伴生银矿,红沟、夺确壳 2 处中、小型伴生银矿等。最近勘查有色金属矿区中又新探明千余吨伴生银的储量,并在囊谦县的二叠系含铜(多金属)砂岩中和五道梁地区,又初步探明 2 处以银为主的多金属矿床。

(2)用途

银在工业和人们日常生活中有着非常广泛的用途。它与行业关联性很大,既是一种高技术用金属,也是一种军、民两用金属。它既可以

作为感光材料、装饰材料、接触材料、复合材料、合金焊料、也可以在医药中作为银系列抗菌材料。

2.1.8 铜 矿

(1)资源概况

在青海省内铜矿分布较广,多数成矿带中均有分布。发现矿区、矿(化)点 377 处(含伴生矿区 24 处)。其中,探明有 E 级及其以上级别储量的产地 49 处。1989 年底上表储量 17 处,Cu 储量达 $220\times 10^4\text{t}$,名列全国第 11 位。在区域上,主要分布在东昆仑鄂拉山、积石山和北祁连成矿带。青海南山和三江玉树等成矿带也有分布。其中,上储量表矿区中,门源县的浪力克矿区为中型矿床,兴海县的铜峪沟小型矿床为大型矿床。该两矿区新增储量相当 1985 年底全省上表储量总储量的 $\frac{1}{3}$ 以上。目前,除门源县的红沟铜矿区早已开采利用外,其余均未开采利用。

(2)用途、开发意义和现状

铜是重要的工业生产原料,属世界性大宗商品,用途广泛。在能源技术器材器件中都占有重要地位,在半导体技术应用方面也取得了最新突破。由于我国相对铜精矿较少,目前我国铜基材料多依赖于进口,因而在我省开展铜基功能材料工业,对我省乃至全国的经济建设都很有意义。目前我省对铜资源仍处于采矿等低附加值、高耗能的基础工业开发阶段。

2.1.9 铷 矿

(1)资源概况

青海铷矿产于别勒滩钾镁盐矿区段,伴生在晶间卤水中,探明氧化铷矿为大型矿床,品位符合工业要求。全省探明铷矿储量 $4\times 10^4\text{t}$,居全国第 3 位。

(2)用途、开发意义和现状

铷具有很高的光电效应特性,是制造光电管和真空管的重要材料。铷基材料的开发可填补我省新型功能材料的又一项空白。

2.1.10 镍、钴矿

(1)资源概况

青海已知矿区、矿(化)点 23 处,探明储量的矿区(点)8 处,主要分布在中祁连日月山——化隆成矿带中,其余在与铜、铬有关矿区中

也有共(伴)生。至 1989 年底,上储量表的矿区 5 处,累计保有镍、钴储量分别为全国第 8 位和第 3 位。其中,有平安县的元石山铁镍(钴)矿区中型镍、钴矿,化隆县的拉水峡镍矿区小型镍矿,共和县的倒淌河裕龙沟小型镍矿,玛沁县的德尔尼大型铜(钴)矿。

(2)用途、开发意义和现状

镍、钴化学稳定性高,主要用于生产合金,并广泛应用于国防工业,还能用于原子能反应堆中。镍、钴在化学工业中的应用将大大推进我省形状记忆材料、磁性材料等高新技术产业的发展。

2.1.11 汞 矿

(1)资源概况

汞又名水银,是常温下液态金属。青海共发现矿区(点)28 处,主要分布在同仁—河南、巴颜喀拉山、北祁连等成矿带中,成矿类型以中低温热液(充填)型、层控型为主。青海已探明储量的汞矿区 4 处,其中有同德县的穆黑、沙尔诺 2 处中型矿床,河南蒙古族自治县的赫格楞小型汞矿床,玛多县的苦海大型矿床。探明保有储量 $4\ 206\text{t}$,居全国第 4 位。

(2)用途、开发意义和现状

广泛用于电气和仪器、冶金、化学工业以及农业、医药上;还可用作铀原子反应堆的冷却剂等。汞基材料的开发将推动我省化学化工、冶金、农业、医药等行业的发展。截至目前,除穆黑汞矿于 1973 年至 1985 年曾由同德县土法开采 181t 外,其余均未开发利用。

2.1.12 铬 矿

(1)资源概况

青海铬矿均产在超基性岩体中,在区划的 8 条超基性岩带内,发现含铬矿(化)岩体 64 个,探明储量者 10 个,上表储量 6 处,探明储量 $55.20\times 10^4\text{t}$,保有储量位居全国第 6 位。

(2)用途

铬铁用作冶炼特种钢的添加料。并广泛用于国防和机械制造工业。

2.1.13 镉 矿

(1)资源概况

青海探明镉的保有储量为 $12\ 922\text{t}$,居全国第 8 位。镉矿呈伴生有益元素赋存在硫化铜、

铅锌或多种金属矿床中。赛什塘铜矿,矿石中伴生镉元素,探明储量 Cd 为 974t,品位 0.0013%;玉树县的赵卡隆铁多金属矿,伴生有镉元素,平均品位 0.005%,探明 Cd 储量为 197t。此外,还有格尔木市的肯德可克铁矿,伴生有镉的元素,品位达 0.028%,祁连县的郭密寺多金属矿、锡铁山大型铅锌矿、铜峪沟大型铜矿、德尔尼大型铜钴矿等,均伴生有镉的元素,探明有一定的储量。

(2)用途、开发意义和现状

镉可用来制备 II—VI 族化合物半导体材料,制造轴承合金以及光电管、晶体光学材料等。镉资源的开发有利于新型功能材料半导体工业的发展。

2.1.14 铂族矿

(1)资源概况

青海境内铂族金属均有发现并探有储量已知 11 处(含砂铂矿 8 处,原生铂族矿 3 处)。至 1985 年底,上储量表矿区 3 处,探明铂族储量(保有)居全国第 9 位。其中,有酸刺沟、洪水梁 2 处小型砂铂矿,裕龙沟铜镍矿区伴生小型铂族矿(除铂、钯外,铑、钌、铱、钇因探明储量少未上表)。其中,祁连县的玉石沟铬矿区(V 矿群)伴生铂族矿,品位达 0.26g/t;祁连县的酸刺沟砂铂金矿,Au 品位 0.237g/m³,Pt 为 0.016g/m³;祁连县的洪水梁砂铂金矿,Au 品位 0.25g/m³,Pt 品位 0.033g/m³;共和县的裕龙沟铜镍矿伴生铂族矿,Pt 品位 0.9g/t,Pd 品位 0.35g/t。

(2)用途、开发意义和现状

铂族包括有:铂、钯、铑、钌、铱、钇 6 个亚种,在性质上有很多共同点,且常赋存在一起,故化学上统称为铂族金属。铂族金属具有优良的催化活性,较高的选择性、较长的使用寿命和可回收再生等优点,是国防、化工、石油精炼、电子工业、生物医学、信息及激光技术、能源技术及新材料的发展中不可缺少的重要原料。铂族元素材料的开发将调动一大批工业,如:生物医学材料、信息技术材料、能源材料、化学化工材料等的发展。

2.2 非金属资源

2.2.1 硒矿

(1)资源概况

青海探明硒矿保有储量 1519t,居全国第二位。硒矿伴生在铜或多种金属矿床中,德尔尼大型铜钴矿,伴生的硒矿具有大型规模,品位 0.0016%;红沟铜矿,伴生有硒元素,品位 0.00059%~0.017%,经选矿试验,铜精矿中含硒达 0.015%;郭密寺多金属矿,伴生有硒元素,铜峪沟铜矿、什多龙铅锌矿等均伴生硒矿,并探有一定储量。

(2)用途、开发意义和现状

硒主要用于制造光电材料,半导体基础材料,静电摄影和其他光学仪器材料。硒资源的开发利用有利于光电子材料、半导体材料工业及生物制药的发展。

2.2.2 硅石(SiO₂)

(1)资源概况

青海的硅石,含冶金用石英岩和玻璃用石英岩两种,其储量均居全国第一位。冶金用石英岩,按用途统称“硅石”矿中一种。在青海中、北祁连成矿带分布最广,已有 12 处矿区(点)中,探明储量的有大通县斜沟(大型)、互助县的扎坂山(大型)、乐都县的李家昂(中型)、化隆县的尕磨滩(中型)4 处矿区,合计储量 16×10⁸t。从成矿地质条件看,全省石英岩分布广泛,特别是海东地区蕴藏丰富。

(2)用途

硅石又称矽石。在工业上把二氧化硅及杂质含量等符合要求的石英岩、石英砂岩、脉石英称为硅石。在冶金工业中用作冶炼各种金属的熔剂,制酸性耐火砖(硅砖)和冶炼硅铁。在建材工业中可作玻璃原料、陶瓷原料和硅酸盐水泥原料。

2.2.3 化工石灰岩(CaCO₃)

(1)资源概况

青海化工石灰岩储量居全国之首。已探明矿区(点)16 处,有电石用 12 处,制碱用 4 处。目前仅勘查 3 处矿区储量就显示出优越地位,其中,有天峻县的天青山特大型电石用石灰岩探明 D 级储量 12.94×10⁸t 和 E 级储量百亿吨矿床;互助的柏木峡光山大型电石用石灰岩矿床储量 0.67×10⁸t,德令哈的柏树山制碱用石

灰岩储量 $1.8\times10^8\text{t}$ 。

(2)用途

化工石灰岩的矿物成份主要是方解石, 化学成份是碳酸钙。化工石灰岩是纯度比较高的石灰岩, 要求碳酸钙的含量在 97% 以上。化工石灰岩主要用于制造磷酸肥料、氮肥、碱、电石及制糖业中。

2.2.4 硫 矿

(1)资源概况

青海的硫矿主要分布在北祁连、柴北缘、拉脊山、玉树等地区。自然硫, 已知主要分布在天峻县和祁连县的疏勒南山、托勒南山地区, 属在第四纪后升华成矿。现有硫储量 $47.8\times10^4\text{t}$, 90% 以上的品位在 20%~45%, 潜在经济价值 2.4×10^8 元。

(2)用途

硫有自然硫和硫铁矿(含伴生硫铁矿)两种。主要用来制化肥, 是化工、农药、医药、炸药、冶金、造纸、石油等工业的重要原料。

2.2.5 泥 炭

(1)资源概况

青海省境内黄河、长江流域部分地区勘查, 圈定泥炭矿区(田)和矿点 14 处, 均属沟谷型中值级泥炭。其中, 河南蒙古族自治县李卡如山北侧和久治县的年保滩 2 处中型矿床区(田)储量 $0.22\times10^8\text{t}$ 。其余矿点 E 级储量 $0.2\times10^8\text{t}$ 。储量居全国第 4 位。预测资源总量为亿吨以上, 跨世纪后, 一定会发挥优势作用。目前尚未开发利用。

(2)用途

泥炭作为一种低值的潜在能源材料, 以及化工、土壤改良和饲料原料等正被日益重视。

2.2.6 蛇纹岩(主要成分为 $\text{Mg}_6[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$)

(1)资源概况

青海省内有 8 条超基性岩带, 数千个大小蛇纹石化超基性岩体, 一般都符合工业要求。其中, 经勘查评价矿区有祁连县的玉石沟、小八宝、黑刺沟和茫崖石棉矿区西段, 其探明上储量表的蛇纹岩储量 $76.6\times10^8\text{t}$, 为青海优势矿产之一, 居全国第一位。

(2)用途

主要用于制作钙、镁、磷肥, 还可作为提取镁化合物和泻利盐的原料, 在冶金工业上用来冶炼金属镁和作冶金助熔剂, 亦可用作耐火材料, 用途十分广泛。

2.2.7 石膏(CaSO_4)

(1)资源概况

石膏按其成份分为石膏和硬石膏两种, 石膏属青海优势矿产, 省内广泛分布。

(2)用途

在水泥工业和建筑、造纸、油漆工艺、医疗、农业等方面用途很广泛。

2.2.8 石棉(主要成分为 $\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$)

(1)资源概况

石棉是青海的优势矿产之一, 已知矿区(点)³² 处, 主要分布在阿尔金山、北祁连超基性岩带中, 属蛇纹石型石棉(又称温石棉)。已探明茫崖镇茫崖矿区特大型矿床和祁连黑刺沟、小八宝、双岔沟等几处大、中、小型矿床, 共探明储量为 $5\,761\times10^4\text{t}$, 为全国总储量的 40.95%, 在国内占优势地位, 居全国之首。其潜在储量石棉达 $1.11\times10^8\text{t}$ 。青海省生产的石棉已属主要出口产品之一。茫崖石棉是国家级重点矿山之一, 矿石构造主要为块状、角砾状; 纤维长度大都在 2.5mm 以内。全矿区累计探明石棉量 B+C+D 级 $4\,910\times10^4\text{t}$, 平均含棉率 4.69%, 为特大型石棉矿床, 其保有储量潜在经济价值 547×10^8 元。上级别储量 $470\times10^8\text{t}$ 。居全国第 3 位。

(2)用途、开发意义和现状

在工业上应用广泛, 在国防工业中石棉也有许多新的用途。我国石棉供给不足, 需要大量从俄罗斯、加拿大等国进口, 因而我省石棉矿床的开发利用对我省乃至全国的经济建设都有一定意义。

2.2.9 水晶(SiO_2)

(1)资源概况

水晶是透明的石英晶体。水晶是青海的优势矿产之一, 全省已发现矿区(点)³⁴ 处, 主要分布在唐古拉山区, 以印支—燕山期矽卡岩型成矿为主。其中, 详查评价有吴曼通洞大型压电水晶矿床 1 处, 探明保有 D 级储量压电水晶

29.7. 熔炼水晶³⁵⁷

(2)用途、开发意义和现状

按其特性和工业用途分为压电水晶、光学水晶、熔炼水晶和工艺水晶 4 种。特别是压电水晶在现代国防、电子工业中用途极其重要。水晶资源的开发应用将有力的推动我省电子工业的发展,提高我省资源开发利用中的科技含量。

2.2.10 玄武岩 ($51.7\%SiO_2 + 17.9\%Al_2O_3 + 7.2\%Fe_2O_3 + 1.0\%FeO + 2.8\%MgO + 6.9\%CaO + 4.2\%Na_2O + 1.6\%K_2O + 1.2\%H_2O$)

(1)资源概况

在青海省内以早古生代为主的火山岩地层中有广泛发育,现详细勘查评价上储量表的玄武岩铸石用和岩棉用 2 种。其中,铸石用玄武岩,有大通县的水泉湾(大型)和黑沟屏(小型)2 处矿床,探明储量 $2\,000 \times 10^4 t$,居全国第二位。石棉用玄武岩,有化隆县的庄子湾小型矿床 1 处。

(2)用途、开发意义和现状

玄武岩是一种用途十分广泛的新型增强材料。同时,由于玄武岩连续纤维还具有弹性模量高、绝缘性能好的特点,在航天航空领域、军事科学、建筑建材、增强复合材料、石油化工等领域都有广阔的用途和美好的应用前景。目前均未开发利用。

2.2.11 云母($KAl_2[AlSi_3O_{10}][OH]_2$)

(1)资源概况

青海的云母矿,主要分布在阿尔金山、中祁连、柴北缘等成矿带中,以花岗伟晶岩型为主。发现矿区(点)29 处,经勘探上储量表的冷湖镇的多罗尔什六五沟大型白云母矿床 1 处,属工业原料云母,探明储量 1 053t,保有储量名列全国第五位。

(2)用途

云母具有高度电绝缘性与耐热性,有抗酸、抗碱、抗压能力,能分塑成有弹性的透明薄片。主要用作电气设备和电工器材的绝缘材料,也可用在冶金和机械工业方面。

2.2.12 长石(钾长石: $KAlSi_3O_8$;钠长石: $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$)

(1)资源概况

青海省有长石矿区(点)6 处,均属伟晶岩型。上储量表的矿区有乌兰县的沙柳泉大型矿床 1 处,探明储量 $5\,632 \times 10^4 t$,居全国第二位。

(2)用途、开发意义和现状

长石可用于玻璃、陶瓷原料,也可作釉料的磨料;钾长石还是制钾肥的原料。尚未开采利用。

2.3 盐湖资源

2.3.1 盐 矿

(1)资源概况

盐类矿产是青海的优势矿产。青海柴达木素有“盐的世界”之称,石盐是柴达木盆地分布最广和资源巨大的一种矿产。主要产地有:茶卡盐池、柯柯盐池、达布逊盐池、赛什克盐池、哈姜盐池等。现已上储量 $3\,262.6 \times 10^8 t$,占全国总量的 81.08%,名列全国第一位。

(2)用途

用于化工、纺织、造纸、肥皂、染料、冶金、陶瓷、玻璃、医药等部门。在不久的将来以盐作为新能源的“盐坡太阳池”将会遍地开花。随着科学技术的飞速发展,盐的应用范围愈来愈广,新的用途将不断出现。

2.3.2 溴 矿

(1)资源概况

青海溴的储量居全国第二位,主要储于柴达木盆地的一些盐湖之中。探明储量 $18.94 \times 10^4 t$,大型溴矿 2 处,中型溴矿 1 处。

(2)用途、开发意义和现状

溴化合物在照相中有广泛用途,在医药上也经常用到。溴甲烷可用作杀虫剂、致冷剂。溴也是目前人工降雨剂的原料。目前,溴矿在我省尚未开发利用。

2.3.3 天然碱

(1)资源概况

青海的天然碱主要有都兰县柴达木河北岸、宗家一巴隆、哈鲁乌苏河 3 处小型矿床。探明储量 $47.5 \times 10^4 t$,居全国第三位,为西北五省独有。

(2)开发意义和现状

现天然碱被地方以土法开采利用。

2.3.4 硼 矿

(1)资源概况

柴达木盆地硼砂(B_2O_3)资源丰富,是青海的优势矿产之一。勘查的 12 处矿区中,以硼矿为主者 6 处,其余为共产矿床。其中以大、小柴旦湖硼矿区和东、西台吉乃尔湖、察尔汗等为主共探明储量(B_2O_3) $1\,175\times 10^4t$,居全国第二位。

(2)用途、开发意义和现状

硼矿广泛用于冶金、医药、玻璃、陶瓷、肥料、纺织、制革、油漆颜料等工业部门,特别在现代新技术中硼的用途更为重要,可以用来制作硼酸盐晶须材料等。硼矿的综合利用开发对发展新型材料有积极意义。目前青海海兴科技公司正在从事这方面的工作,并获得一定成果。

2.3.5 芒硝(Na_2SO_4)

(1)资源概况

青海的芒硝矿主要分布于柴达木盆地的察汗斯拉图、大浪滩等地区,少量分布于西宁盆地。探明储量 231.47×10^8t ,居全国第一位。除西宁盆地探明 4 处大、中型芒硝矿床储量(硫酸钠) 20.2×10^8t 外,柴达木盆地经近几年综合勘查,已在 7 处矿床区探明芒硝储量 64×10^8t 以上,其中茫崖镇察汗斯拉图特大型芒硝矿床,矿层裸露地表,以富矿为主,已被地方和一些单位较大规模开采,该处矿床因不经选矿达到元明粉工业要求而畅销国内外市场。察汗斯拉图芒硝矿位于冷湖镇西南 $80km$ 处。 Na_2SO_4 品位 $51\%\sim 90\%$,探明 Na_2SO_4C+D 级储量 8.98×10^8t , $NaClD$ 级储量 31.6×10^8t ,为一特大型芒硝矿床,潜在经济价值 $2\,059\times 10^8$ 元。

(2)用途

芒硝在化工上用来制取硫酸钠、硫酸铵、元明粉、硫酸及硫化碱等重要化工原料。芒硝是轻工、化工工业原料。它们广泛地被应用于化工、轻工、纺织、建材、医药等 20 多个行业。在中国,目前芒硝主要用于洗涤剂 and 硫化碱工业,其次是用于纸浆、人造纤维、玻璃工业。

2.3.6 锂 矿

(1)资源概况

锂矿在卤水中成氯化锂矿物赋存。已勘查以钾镁盐、硼矿为主或以锂为主的 9 个矿区(段)中,探明和上储量表保有储量 $1\,891.5\times$

10^4t ,潜在经济价值 $3\,478.8\times 10^8$ 元,居全国首位,是国内优势矿种之一。上储量表 9 个矿区(段)中,有大型矿床 6 处,其中,以锂为主矿床 3 处,占总储量的 99.31% ;其余 3 处均为小型矿床。按勘查程度分:勘探矿区 7 处,占总储量 95.92% ;详查 2 处,占储量 4.08% 。青海锂矿产地主要在柴达木一里坪和东、西台吉乃尔湖地区。一里坪锂矿位于柴达木盆地中西部,属茫崖镇所辖。为一大型以锂为主的综合性矿床,尚未开采利用。

(2)用途、开发意义和现状

锂是最轻的金属,是氢弹、火箭、核潜艇和新型喷气飞机的重要燃料。在原子能技术、燃料电池、锂离子电池及冶金等方面也都有广泛的用途。目前,对丰富的锂矿资源尚未综合利用,中科院青海盐湖研究所、中信集团、青海钾肥集团等都正在积极的开展该方面的工作。

2.4 能 源

能源是现代文明的柱石之一。经济越发达,人民生活水平越高,对能源的需求量也越大。我省有丰富的能源储量,这将为我省未来经济的高速发展提供有力的“能源”保障。

2.4.1 水力资源

水是国民经济发展中不可或缺的一部分,水不仅可以满足人们衣、食、住、行的要求,还可以用来发展水电等在国民经济发展中占有重要地位的工业。青海地处青藏高原东北部,地势高峻、河流狭窄、水头集中、落差可观,蕴藏着极为丰富的水电资源。长江、黄河从这里发源,众多的河流穿行于高山峡谷之间。据勘查,全省可发电在 $10\,000kW$ 以上的河流就有 108 条,分布于黄河、长江、澜沧江、内陆河 4 大流域。境内水电理论蕴藏量有 $2\,100\times 10^4kW$,可建装机容量 $500kW$ 以上的水电站 170 多处,总装机容量 $1\,800\times 10^4kW$,年平均发电量可达 $772\times 10^8kW/h$ 。长江流域的水电理论蕴藏量占全省的 20% ,可供开发的有 180×10^4kW ,年发电量 $100\times 10^8kW/h$ 。澜沧江流域水电理论蕴藏量占全省的 9% ,可供开发的近 110×10^4kW ,年发电量 $56\times 10^8kW/h$ 。内陆河流域主要分布在青海北部和西部,水电理论蕴藏量占全省的 7.6% ,

可供开发的近 $50 \times 10^4 \text{ kW}$, 年发电量 $26 \times 10^8 \text{ kW/h}$ 。龙羊峡一地处海南藏族自治州共和县和贵南县交界处, 距西宁市 150km, 峡长 40km, 水面宽 40~60m, 而谷深达 200~600 多米, 两岸危岩陡壁, 几乎垂直对峙。已建成发电的龙羊峡水电站位于龙羊峡入口, 是黄河上游龙羊峡到青铜峡段水电开发规划的 15 级电站中的第一级。主坝长 396m, 最大坝高 178m, 坝顶高度海拔 2 610m, 装机容量 $128 \times 10^4 \text{ kW}$, 年发电量 $60 \times 10^8 \text{ kW/h}$ 。李家峡目前装机 $200 \times 10^4 \text{ kW}$ 的水电站正在抓紧建设。青海计划开工建设装机 $150 \times 10^4 \text{ kW}$ 的公伯峡水电站、装机 $372 \times 10^4 \text{ kW}$ 的拉西瓦水电站和尼那、康扬等一批中型电站, 使青海成为西北地区乃至全国重要的水电基地。目前青海省境内的水电开发量近占全省可供开发水电蕴藏量的 70%。青海水电资源潜力巨大, 有着广阔的开发前景。

2.4.2 石油天然气

石油天然气工业是国民经济发展的支柱产业。青海省的石油、天然气主要分布在柴达木盆地。以冷湖油田、尕斯库勒油田、花土沟油田和狮子沟油田为主。含油面积达 147 km^2 , 有三个时代的生油层, 已发现地面构造 140 个, 潜伏构造 42 个。经钻井检验的 90 个构造中 22 个确定为工业油气田, 7 个见工业油气流, 37 个见油气显示。探明油田 17 个, 原油保有储量近 $2 \times 10^8 \text{ t}$, 居全国第十位; 天然气, 现已探明马海、东台吉乃尔、驼峰山等 6 个气田, 天然气保有储量 $472.1 \times 10^8 \text{ m}^3$, 保有储量潜在经济价值为 70.82×10^8 元, 居全国第六位。柴达木盆地计生油量为 $195.7 \times 10^8 \text{ t}$ 。1998 年预测石油资源量为 $17 \times 10^8 \text{ t}$; 天然气预测资源量为 $3\ 000 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。预测说明青海的油气开发潜力甚大。近年来, 青海油气储量都有所突破, 仅 1997 年探明石油地质储量 $7\ 500 \times 10^8 \text{ t}$, 成为全国陆上油气大户。1989 年建成花土沟至格尔木市 430km 的输油管道, 1990 年建成 $120 \times 10^4 \text{ t}$ 原油生产能力, 1991 年在格尔木市建成 $100 \times 10^4 \text{ t}$ 炼油厂, 年产各种汽油 $39 \times 10^4 \text{ t}$ 、各种油 $40 \times 10^4 \text{ t}$ 、丙稀 $1.38 \times 10^4 \text{ t}$ 、石油液化气 $4.5 \times 10^4 \text{ t}$ 、燃料油 $3.7 \times 10^4 \text{ t}$ 、燃料气 $1 \times 10^4 \text{ t}$ 。

2.4.3 光能(太阳能)

太阳能被认为是未来社会能源的希望所在, 是全球发展最快的能源之一。太阳能不仅可以直接应用于热发电和建筑用能, 还可以用制造高效晶体硅电池、加氢非晶硅等太阳能电池。青海省年总辐射量普遍较高, $580 \sim 740 \text{ kJ/cm}^2$ 之间, 是全国辐射量最丰富的地区之一。如此丰富的太阳能资源为我省未来的经济发展提供了能源保障。

2.4.4 风能

风能是一种绿色能源, 风能的利用将大大降低发电的成本。青海风能储量最大的地区在柴达木盆地, 青南高原西部和青海湖周围地区。柴达木盆地西部和青南高原的唐古拉山区可用风能的年储量十分之高, 其中五道梁每平方米为 159.04 kW/h , 是全省可利用风能年储量最多的地方。

3 青海省可持续发展能力及加快发展青海省新型功能材料的建议

3.1 青海省可持续发展能力

下面是“2002 年中国可持续发展战略报告”中对青海省可持续发展能力的分析。

可持续发展能力是指一个特定系统在规定目标和预设阶段内, 可以成功的将其发展度、协调度、持续度稳定的约束在可持续发展阈值内的概率, 及一个特定的系统成功地延伸至可持续发展目标的能力。其中, 发展度以社会财富的增长、理性需求的满足、生活质量的提高为其基本识别; 协调度以环境和发展之间的平衡、效率与公平之间的平衡、物质与精神之间的平衡为基本识别; 持续度以人均财富的世代非减、投资边际效益的世代非减、生态服务价值的世代非减为其基本识别。发展度构成了可持续能力的“动力表征”, 是可持续能力不断提高的发动机; 协调度构成了可持续发展能力的“公正表征”, 是可持续能力不断优化的调节者; 持续度构成了可持续能力的“稳定表征”, 是可持续能力不断维系的促进剂。

(未完待续)