

## 碲的应用及其资源分布\*

邢翔, 郭建秋

(昆明理工大学国土资源学院, 云南 昆明, 650093)

**摘要:**介绍了碲在各工业领域的应用及其碲资源在自然界储量与分布类型;提出了依靠科学技术进步提高碲资源的保护与合理利用水平、加强对外交流、参与全球资源开发的建议。

**关键词:**碲;应用;分布;资源

**中图分类号:**TD865;TQ125.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0076(2009)03-0019-04

### Application of Tellurium and its Resources Distribution

XING Xiang, GUO Jian-qiu

(Faculty of Land Resource Engineering Kunming University of Science and Technology, Kunming, 650093)

**Abstract:** The article introduced the application of tellurium in industrial fields and reserves and distribution types of tellurium resources in China. It also suggested dependence on science and technology advancement, enhancement of international exchange and participating in the whole world resources development for improving the level of protection and reasonable utilization of tellurium resources

**Key words:** tellurium; application; distribution; resources

碲(Te)的原子序数为52,它位于门捷列夫化学元素周期表第VI族的硒(Se)与钋(Po)之间,原子量127.60,它是暗灰色的晶体,熔点452℃,沸点1390℃<sup>[1]</sup>。碲最初于1782年由德国人缪勒从一种金矿中提取出来,但并没有引起重视。1798年复由M·H.克拉普罗兹从金矿中提炼出来,并取名为碲(Te),意为地球(tellus)<sup>[1]</sup>。

## 1 碲的应用

### 1.1 冶金工业

碲在冶金工业中的应用占了应用总量的78%。早期的碲应用比较局限。在二次世界大战期间,碲是作为硫化剂用于天然橡胶生产,直到20世纪50年代后期才成为一种具有工业实用价值的元素<sup>[2]</sup>。

碲可以增强钢的机械加工性能,提高不锈钢、低碳钢加工成品率。碲可以增强铁的耐热振、耐机械振动性能,改善其抗酸蚀和抗疲劳性能。这种经过碲处理过的钢铁已经用于矿山、自动化、铁路和其它设备。铅、锡中添加碲可以分别提高铅的耐腐蚀性和抗疲劳性能、改善锡合金的拉伸强度和降低加工硬化作用。添加了碲的铜也可以改善其机械加工性能,提高耐腐蚀性。在锡中添加0.05%的碲可以生产一种锡合金,在进行冷轧且减缩率均为50%的情况下,这种锡合金的拉伸强度是普通锡的两倍<sup>[3]</sup>。

### 1.2 石油化学工业

石油和化学工业占碲应用总量的12%左右。碲作为催化剂和硫化剂用于橡胶合成,可以提高橡胶生产的效率。碲可在镍的电解中起到重要的作

\* 收稿日期:2008-05-10;修回日期:2008-06-18

作者简介:邢翔(1985-),男,在读硕士研究生,研究方向为区域地质调查。

用,在电解液中添加  $\text{NaTeO}_3$  (75 ml/L) 就能生成一层过度镍层,后者能够最终形成抗腐蚀很强的电解镍层。碲催化剂在石油裂化、煤的氢化等方面得以应用。加碲还可以防止聚甲基硅氧化烷的氧化。在摄影、印刷业上用作调色剂和固体润滑剂等方面,碲也展现了良好的应用效果<sup>[4]</sup>。

### 1.3 电子和电气工业

碲在电子和电气工业上的用量超过了8%。它主要用于感光器。由于  $\text{SeTe}$  和  $\text{SeAs}$  合金在单位时间内的感光量较高,碲铬化合物是用于军事和航天系统红外探测器的主要光敏材料,碲化铬则以其良好的吸光特性而被应用于光电系统,美国在军事上使用的高纯度碲达99.99999%<sup>[4]</sup>。利用含碲化合物性能优良的光敏特性,在资源普查、卫星航测、激光制导等方面显示了突出的优势,并且在近代美国对伊拉克战争中得到淋漓尽致的表现。在太阳能电池、二极管、探测器、薄膜场效应器件、温差发电等方面,碲也有广泛的应用。在照相制版与激光打印及复印的感光元件中,碲是一个重要的光阻元件<sup>[2]</sup>。正是碲在光电子方面的上述性能,才在21世纪最具魅力产业中发挥着重要作用<sup>[5]</sup>。

此外,由于碲的化合物—碲化铋具有良好的制冷特性,还是人类制冷业(电冰箱、空调机等)原用的氟氯烃物质  $\text{CFC-11}$ 、 $\text{CFC-12}$  (简称氟里昂)的理想替代物质<sup>[4]</sup>。

### 1.4 玻璃陶瓷和医药

加入碲的氧化物 ( $\text{TeO}_2$ ) 可以制作某些特殊玻璃。与普通的硅酸盐玻璃相比较,碲玻璃具有折射率大、形变温度低、密度大以及红外透明等特点。含有一定量锗、硫和碲的玻璃在红外区域内具有良好的化学性能,较高的机械强度、较好的耐热性(软化点  $385^\circ\text{C}$ ) 和耐热冲击等特点。碲玻璃的红外透明性能有助于在红外光学方面的应用,如用作红外窗等。良好的光敏性,预示着可以用作光导摄像管的应用,软化温度低的特点,则可能制作真空密闭半导体元件材料<sup>[4]</sup>。

碲可以用作玻璃和陶瓷的着色剂,通过添加含碲的物质能生产出不同颜色的玻璃和陶瓷,还可以使银制器皿、铅和黄铜表面生成一层永久的精美黑色;加碲可使瓷釉呈粉红色。

在医药方面,碲也有独特的效果。碲的有机化

合物具有明显的抗肿瘤作用,还具有抑制白血病细胞增殖的效应<sup>[6,7]</sup>。此外,它可以用于杀虫剂、杀菌剂,用于生产放射性同位素,还可以用于治疗脱发、梅毒等疾病<sup>[2]</sup>。研究发现,碲及其化合物的毒性小于硒,水溶性的碲盐和亚碲酸盐毒性最高,元素碲的毒性最低。对于碲,联合国、美国、前苏联等其他国家和组织已提出了卫生标准的接触限值。美国:短时间接触限值(TLV-STEL)为  $0.1 \text{ mg/m}^3$ 。美国职业安全与卫生局(OSHA):建议接触限值(REL-TWA)为  $0.1 \text{ mg/m}^3$ 。国家职业安全卫生研究所(NIOSH):建议接触限值(REL-TWA)为  $0.1 \text{ mg/m}^3$ 。澳大利亚:时间加权平均浓度(TWA)为  $0.1 \text{ mg/m}^3$  (1990)。瑞士:TWA为  $0.1 \text{ mg/m}^3$  (1990)。联合国:TWA为  $0.1 \text{ mg/m}^3$  (1991)。前苏联:最高容许浓度(MAC)为  $0.01 \text{ mg/m}^3$ <sup>[8]</sup>。

## 2 碲资源的分布

### 2.1 碲资源的储量

由于在20世纪90年代前,人们普遍认为世界大部分可回收碲都伴生于铜矿床中,美国矿业局便以铜资源为基础,按每吨铜可回收  $0.065 \text{ kg}$  碲计算,推算出全球碲储量在22000 t左右,储量基础38000 t,主要分布在美国、加拿大、秘鲁、智利等国家和地区<sup>[9]</sup>。然而,近年来国内外一系列重要的碲化物型金银矿床的发现和地质勘查研究表明:分散元素碲的地球化学性状远比传统认识的要活跃得多,它可以大规模富集、矿化形成具有经济价值的独立矿床或工业矿体,如四川石棉大水沟碲铋金矿床<sup>[10]</sup>、山东归来庄碲金矿床<sup>[11]</sup>、河南北岭碲化物型金矿<sup>[12]</sup>等。这使得人类不得不对碲资源的分布有了重新认识。

我国现已探明伴生碲储量在世界处于第三位。伴生碲矿资源较为丰富,全国已发现伴生碲矿产地约30处,保有储量近14000 t,碲矿区散布于全国16个省(区),但储量主要集中于广东、江西、甘肃等省。我国的碲矿也主要伴生于铜、铅锌等金属矿产中,据主矿产储量推算,我国还有未计入储量的碲矿资源约10000 t<sup>[13]</sup>。这将改变碲资源的分布格局并有可能使我国成为一个碲矿资源大国。

### 2.2 碲资源的分布类型

### 2.2.1 伴生矿床

世界上所有国家获得的绝大多数纯碲,是从冶炼有色金属铜、铅、锌等过程中将碲作为伴生组分综合回收来的。按照矿种划分,作为伴生组分的碲,主要在下述类型矿床中提取<sup>[3]</sup>:(1)斑岩铜矿及铜—钼矿床(美国、秘鲁、智利等)和铜—镍硫化物矿床(美国、加拿大等);(2)含铜黄铁矿矿床(独联体国家、加拿大、日本、瑞典等);(3)层状砂岩铜矿床(扎伊尔、赞比亚等);(4)贵金属矿床(美国、日本、菲律宾等);(5)黄铁矿多金属矿床;(6)锡石—硫化物矿床;(7)热液铀矿床;(8)碳酸盐岩中的层控铅—锌矿床;(9)低温汞、锑矿床。

### 2.2.2 独立矿床

迄今为止,世界上只有一个碲独立矿床的报道,那就是位于我国四川省石棉县大水沟的独立碲矿床<sup>[14]</sup>。矿床位于扬子地台西缘,产出于中下三叠统变质岩系构成的穹隆体的东北端。主要容矿围岩为中下三叠统中部的一套片岩,而且碲矿脉也主要充填在这套片岩系的一组压扭性断裂中。

目前在矿区共发现碲矿体九个,各矿体的基本特征如不规则的扁平豆角状。矿体形态为透镜状、脉状等。在纵剖面上表现为倾向一致的透镜状,在横切面(平面)上,则显示出雁行脉状,这在1450 m中段上尤为明显。碲矿脉往往充填在含磁黄铁矿脉的裂隙中。围岩蚀变主要有白云石化、云英岩化、电气石化、绢云母化及硅化、黑云母化、绿泥石化等。矿石类型中的白云石—碲化物型矿石最多,即白云石为碲的重要载体矿物。组成矿石的矿物成分有:辉碲铋矿、磁黄铁矿、黄铁矿、白云石、石英、黄铜矿、叶碲铋矿、硫碲铋矿、方铅矿等32种,其中以前5种最多(85%以上)。矿区最重要的碲化物为辉碲铋矿(占全部碲化物的90%以上),电子探针分析结果表明其基本化学式为 $\text{Bi}_2\text{Te}_{1.97-2.05}\text{S}_{1.03-1.21}$ ,平均化学式为 $\text{Bi}_2\text{Te}_{2.02}\text{S}_{1.07}$ 。其次为叶碲铋矿,基本化学式为 $\text{BiTe}_{0.95-0.99}$ ,平均化学式为 $\text{BiTe}_{0.97}$ 。

据此推断:大水沟独立碲矿形成于低温、富As、弱碱性的介质环境,成矿物质主要源于沉积围岩,部分物质源于深部,成矿溶液应为地下卤水或大气降水,成矿时代为燕山期<sup>[15]</sup>。

马东研究认为:该碲矿床发育在板块拼接部位、深大断裂构造及构造—岩浆强烈活动地带,这种地

带不仅有丰富的成矿物质来源,而且有良好的赋矿空间及流体活动场所,从而有利于碲矿床的形成;矿床的形成与岩浆活动有密切的时空和成因关系,岩浆活动为成矿提供物质基础;含矿流体、碲和矿化剂来自深源岩浆热液;矿床属于中~高温岩浆热液矿床;成矿过程是一个随着温度、压力的不断降低, Eh 值增加,而 pH 值、氧逸度、硫逸度、碲逸度不断降低的地球化学过程;Te 在含矿流体中主要与 Cl、S 和 H 结合构成配合物,主要以氢碲酸  $\text{H}_2\text{Te}$ 、氢碲酸根  $\text{HTe}^-$  的形式进行迁移,其次以氯配合物及硫配合物形式进行迁移,并在含矿热液的物理化学条件发生改变,即温度、压力和 pH 值的降低和氧化还原电位的升高的情况下,发生解析作用,沉淀富集成矿<sup>[15]</sup>。骆耀南等研究认为:该成矿作用经历早期碲的富集,成矿流体与深成作用有关;晚期发生金矿化,受古大气降水影响;大水沟碲化物脉型矿床属于中深成、中高温岩浆热液充填型独立碲矿床<sup>[16]</sup>。

## 3 结语

碲的用途不断完善,我国作为一个碲资源丰富的国家,必须重视碲资源的开发和利用,要加强碲资源的保护和开发利用的管理和监督,要依靠科学技术进步,提高碲资源保护和合理利用水平。在参与全球资源开发的市场竞争中历练我们的队伍,增强我国在碲资源开发、生产利用上的科技、经济实力。

### 参考文献:

- [1] 刘英俊,等. 元素地球化学[M]. 北京:科学出版社, 1984. 407-414.
- [2] 刘晨,等. 碲的资源、应用与开发[J]. 稀有金属与硬质合金, 1996, (12): 54-59.
- [3] 银剑钊,等. 全球碲矿资源若干问题综述[J]. 河北地质学院学报, 1995, (4): 348-354.
- [4] 谢明辉,等. 碲的资源、用途与提取分离技术研究现状[J]. 2005, (1): 5-8.
- [5] 光电子:21世纪最具魅力朝阳产业[J]. 中国新技术产品, 2008, (2): 47-51.
- [6] Albeck M, Sredni B. Compounds for the induction of in vivo and in vitro production of cytokines [P]. Israel. Application number. 85402070. 8. 17. 09. 1986.
- [7] 郑景熙,等. 有机碲化合物(AS101)抑制白血病细胞增殖的效应[J]. 第一军医大学学报, 1993, (3): 268.
- [8] 胡莉萍,等. 碲及其化合物的毒性研究进展[J]. 卫生毒

- 理学杂志,2002,(2):120-123.
- [9] Bureau of Mines United States Department of the Interior, Mineral Commodity Summaries[R], Washington, 1990.
- [10] 银剑钊,等.世界首例独立碲矿床的矿物学研究[J].矿物岩石地球化学通讯,1994,(3):153-155.
- [11] 刘广哲.归来庄金矿床中金矿物与载金矿物的标型意义[J].山东地质,1994,(2):57-65.
- [12] 丁士应,任富根,李增慧,等.熊耳群碲化物型金矿碲铅同位素及其成矿作用探讨[J].河南地质,1995,13(4):241-247.
- [13] 中国地质矿产信息研究院.中国矿产[M].北京:中国建材工业出版社,1993.
- [14] 银剑钊,等.世界首例独立碲矿床:中国四川石棉县大水沟碲矿的矿床的地质特征[J].地学前缘,1994,(1):3-4.
- [15] 马东.四川石棉碲矿床成矿的地球化学机理[D].成都:成都理工大学,2007.
- [16] 骆耀南,等.石棉县大水沟脉型碲化物矿床地球化学—世界首例独立碲矿床成因.[J].四川地质学报,1996,(1):80-84.

### 打好地质灾害群测群防的“人民战争”

地质灾害防治工作是一项长期性、艰巨性的任务,面对性质迥异、危害程度不等的各类突发性地质灾害,必须制订出多套应急措施,全方位、多举措地应对地质灾害,从而有效保护人民群众生命财产安全,有力保障各项建设的顺利进行,促进经济社会的可持续发展,维护社会的稳定。

(1)抓地质灾害立法,构建防灾法律体系。我国关于地质灾害防治方面的权威性法律法规还不够完善,这就要求我们国家相关部门能够采取积极、有效措施建立健全地质灾害方面法律法规,使得地质灾害防治工作能够有法可依、有章可循,促使地质灾害防治工作能够顺利推行。

(2)抓群测群防,构建灾害监控体系。地质灾害发生的特点就是一个“急”字,为此要始终坚持靠前工作,早安排、早行动、早落实。一要加强组织领导,落实防灾责任制。地质灾害防治工作是一项社会性的公益工作和公共事务管理工作,要实行各级政府负责制。坚持做到主要领导对地质灾害防治工作负总责,亲自安排部署,督促检查;分管领导具体负责,一级抓一级,层层抓落实,使地质灾害防治工作取得明显实效。二要加大宣传力度,提高全民防灾抗灾意识。有些地质灾害点的农民,在实施异地搬迁时,有恋乡恋土情结,不愿搬迁,有的地方对整治工程投劳投资有模糊认识,有的地方麻痹大意不在乎,这就需要我们加强引导,宣传。为此,要把宣传重点放在农村,面向基层,普及地质灾害的基本知识,增强群众的地质灾害防治意识和自救、互救能力。要大力宣传国家防灾抗灾政策,提高群众的思想认识,充分发挥群众的主观能动性,把政府强制的被动抗灾转化为群众自觉的主动避灾。三要切实加强监测预报和督促检查工作。要建立地质灾害防治应急信息网络,利用天气预报、手机短信等形式提醒各职能部门及地质灾害区群众随时注意天气变化,加强

防范和监控。在各乡镇特别是地质灾害多发地区设立监测点,安排专人负责监测观察,初步建立起点、线、面相结合的地质灾害监测网络。同时,要对各监测点人员到位情况、履行职责情况进行督导,并研究解决相关问题,确保灾害防治工作万无一失。

(3)抓力量整合,构建应急救援体系。要统一组建地质灾害抢险救援队伍,要整合各部门现有的技术力量,挖掘境内的技术人才,建立自己的具有勘查、设计、施工等资质的专业队伍,这样不仅有利于提高防治效益,也有利于提高防治效率;要成立抢险应急小分队,配备必要的抢险救灾设备,加强平时演练,确保“召之即来,来之能战,战之必胜”,使灾害在第一时间得到有效控制。险情发生后,切实做到“三要”,即要迅速查明灾害范围、活动情况、发展趋势,并圈定危险地段;要迅速进入现场,奋力抢险救灾,抢救遇难人员,实施应急工程措施;要全力保障抢险救灾的后勤和通信需求,提供救援物资,疏通抢险道路,保证通讯畅通和电力供应等。只有这样才能将灾害造成的损失降到最低程度。

(4)抓资金投入,构建多元投入体系。建立稳定的地质灾害治理投入机制是有效防治灾害的重要手段,当务之急要落实地质灾害防治专项应急经费。必须将地质灾害防治纳入各级政府国民经济和社会发展规划,要将地质灾害防治资金列入年度财政预算,建立地质灾害防治专项资金,落实经费,并面向市场多渠道筹集资金,鼓励社会资助,确保地质灾害得到及时调查、勘查和治理。同时,国土部门还要协调各方面力量,最大限度地优化配置和利用地质灾害的防治、救助和治理的社会资源,用有限的资源办更多的事情。

湖南省益阳市国土资源局城区国土分局 胡能灿供稿