

54.45
L75

047753

62查

初級科学技术丛书

稀有元素

刘英俊編著

江苏人民出版社

54.45

· 內 容 提 要 ·

本书主要講述稀有元素在现代工业上的用途，及各种稀有元素的性質，以便大家注意寻找稀有元素的矿床。本书可供初中文化程度的干部、工人、农民閱讀。

初級科学技术丛书

稀 有 元 素

刘英俊編著

*

江苏省书刊出版营业許可證出〇〇一號

江 苏 人 民 出 版 社 出 版

南 京 湖 南 路 十 一 号

江苏省新华书店发行 建設印刷厂印刷

*

开本787×1092 1/32 印張 1/2 字數 11,000

一九五九年二月第一版

一九五九年二月南京第一次印刷

印數 1—5,000

統一書号: 13100·101

定 价: (7) 元 分

目 录

- 一 什么叫稀有元素(1)
- 二 稀有元素在現代技术中的意义(2)
- 三 稀有元素分述(4)
 - 第一組稀有元素：鈾和鐳、釷(5)
 - 第二組稀有元素：鈹、鋁和銻、鋰、鉛、稀土元素、鉍
.....(6)
 - 第三組稀有元素：銻、鉍、銦、鎢、硒、碲(10)
 - 第四組稀有元素：鉍、鎳、銻、鉛、銻(13)
- 四 結束語(15)

分类号 5445 登記号 47753
295

4775

湖南大学圖書館

141254/12

753
藏書
有元素
圖書

在二十世紀以前和初期，這些元素大部未被工業所利用。雖然在十九世紀，某些稀有元素如鐳、鋰、銦等就已在工業上運用了，但是它們的應用範圍很窄，而所需的數量也不多。近十幾年來，尤其在第二次世界大戰以後，開始了稀有元素歷史上的新階段，由於科學技術異常迅速的發展，稀有元素乃處於高漲時期，並在繼續地向前發展。



C0023118

二 稀有元素在現代技术 中的意义

稀有元素的应用領域是多种多样的，但在絕大多数情况下，稀有元素都是用在最先进的工业部門，并且在这些部門起着极其重要的作用。所以就很有根据把稀有元素看作是新技术的材料，把稀有元素的应用看作是科学和技术进步的重要因素。

稀有元素在現代工业上的用途，最主要的有以下几个方面：

(一)原子能工业：原子能的发现和利用是动力发展史上的重要里程碑，不久的将来，它将成为人类主要动力来源之一。我們知道，原子能的原料是放射性元素（如鈾），但是还如鋼鉄工业不只是需要鉄矿一样，它还需要一些其他稀有元素作为中子来源及控制反应速度等輔助之用，其中包括鈹、鎳、鋳、釷等。热核子能的研究工作在某些国家也正在蓬勃发展，它所需用的原料主要是重氢，而重氢是用中子冲击鋰获得的。

(二)电子工业（包括无綫电工业、雷达工业、电气工业）：近代电子工业的发展，是建立在应用稀有元素的基础上的，无論自动化設備、远距离操縱、无綫电探測（如雷达）、传真电訊、电子计算机等，都不可缺乏稀有元素。

例如半导体是近代新技术的重要組成部分之一，而它的原料就是鍺、碲、及硒（矽虽也是半导体原料，但因工艺上还有某些困难，所以未被广泛利用）；現代的无綫电装备，特别是雷

达，均需配制一种特殊的无线电真空管，它是由钽制成的；自动化和远程操纵不可缺乏的器件如光电池，是用铈、碲等原料制造的。

(三)冶金工业：稀有元素在近代各种新型合金及特种钢的制造中占有极重要的地位，而这些新型合金和特种钢又是航空、火箭、喷气飞机及各种重要机器零件不可缺少的材料。例如用钽和铌制成的特种钢，因为能够耐高温高压，而被用于瓦斯透平机和高速飞机的结构中；火箭和导弹所需的耐更高温的材料，是稀有元素的碳化物、硅化物或氧化物制成的；在飞机制造工业中，含稀土和铈的镁合金、铍和铍合金，都有着广阔的前途。

(四)化学工业：稀有元素也用于化学合成、玻璃制造等方面。很多有机合成和无机合成反应，都是借助于稀有元素及其化合物来进行的，例如在很久以前，钽就用作制造合成橡胶的催化剂，由于有了铯，才制取出与天然橡胶结构相似的合成橡胶。预计这一工业部门中成功地应用铷和铯也是可能的。

对于玻璃制造来说，不论是要改善熔炼、澄清或着色，也不论是要使其具有特殊性能，几乎所有稀有元素都是有意义的。例如碳酸锂可用来提高玻璃的硬度与紫外线的透射率，并可制造釉药及降低热胀系数。

此外，用稀土做成的磨料比所有其他磨料都好；铈和铍的氧化物非常耐火，许多稀有元素的化合物，都是很好的耐火材料。

(五)其他：如铯、铍、钨等是喷气飞机、导弹、洲际火箭、潜水艇、军舰用的新型高能化学燃料；铷、镭、铯、铍、稀土等是新的照相技术和照明技术的材料；稀土、铯、铷等可作农业上

的微量元素肥料；許多稀有元素可用于医学和藥学以及光学仪器的制造等。

虽然稀有元素工业目前还不够发达，但是可以預期它在不久的将来会起愈来愈显著的巨大作用。全世界正在廣闊的战綫上紧张地进一步寻找稀有元素新的应用领域，这工作一年比一年进行得紧张。所以，新的发现是可以肯定的，这种新发现将更加提高稀有元素在现代技术中的意义和作用。

三 稀有元素分述

从实际观点出发，苏联学者克列特尔建議将稀有元素划分为四个組：

1. 放射性元素：鈾、鐳和釷。这一組元素在自然界中可以形成相当大的矿物堆积，也可以呈分散状态产出。但鐳的自然形态尚未发现，它主要存在于含鈾矿物中，似为放射性分解的产物，因此乃包括于鈾矿床中。

2. 鈹、鋇、銻、鋰、鎢、鈾、釷和鈾：这一組元素可以自成矿物，并能构成矿床，这些矿床的矿石可以是主要的，也可以是附帶开采的对象，但无论如何，都有重要的工业价值。

3. 鋳、鉍、銻、鎢、硒、碲：这一組元素可以自成矿物，但是除了个别情况以外（例如非洲图密勃矿山的鋳），一般都呈分散状态，只能在加工其他矿产时順便提取。

4. 鈾、鋳、銻、鉛、銻：据目前所知，这一組元素仅为分散元素，不能自成矿物。

下面就来簡要地談一談每一种稀有元素的情况。

第一組稀有元素

鈾 (U) 和鐳 (Ra)

鈾、鐳和釷，可以說都是放射性元素中最最重要的元素，但是，其中只有鈾具有实际工业价值。

鈾，按其原子量來說是最重的元素，它位于門德雷耶夫周期表的末尾。它是1789年最先为德国学者克拉普洛特尔发现的，但是一直到1914年才提出了金属鈾。金属鈾呈银白色，比重18.7，熔点1850°，它有几个同位素，其中主要的有同位素238(在鈾中的含量占99.3%)，同位素235(含量占0.7%)和同位素234(含量占0.001%)。

鈾的最主要特性就是具有强烈的放射性。在未发现这一特殊性質以前，它只少量用作炼鋼的加料和提取顏料的来源，可是現在它成为取得核內能的主要源泉及提炼鐳的原料（鐳主要用于制造发光材料及医学方面），因而具有很大的意义，价值很高。

人类已經进入原子时代。現在，通过和平利用原子能，一吨鈾就能代替十万吨的煤；如果使获得原子能的技术更加完善，那么就有可能使一吨鈾的能量相当于一百万吨煤的能量。原子能的和平利用，其前途是十分广闊的，它是一种新的巨大的动力来源。但是帝国主义国家則将它用之于战争目的。

現在全世界正在紧张地进行鈾矿资源的探寻工作，鈾的世界产量正在逐年急剧地增长，各个国家均不公布它的准确数字， U_3O_8 的年产量約为数千吨。根据柯特良尔教授的資料，截至1956年为止，资本主义各国鈾的开采量大約为二万五千吨。

鈾 (Th)

鈾也是具有放射性能的元素，其原子序数为80。金属鈾呈銀白色，比重12.16，熔点1827°。鈾应用于生产白热气灯罩，作为制造灯絲的鎢的加料；它跟鎢、鉬、鉻、鎳、銅可組成合金，其次是鐳的代用品，用于生产发光顏料及医学方面。自1940年以后，由于鈾象鈾一样，开始用于核內能的来源，于是人們对它也大大地注意起来。

主要鈾矿——独居石，全世界产量每年达七、八千吨（含 ThO_2 8—12%）。

第二組稀有元素

鈹 (Be)

鈹是最輕的金属之一，其比重为1.85，熔点达1285°。鈹的主要矿物——綠宝石，虽然在发现鈹前五千年的远古时候已为人所知，但直至1797年才知道了鈹的化合物，金属鈹在1828年方始知道。

鈹是应用于現代技术的重要元素之一。它的主要用途是在有色金属冶金方面。有色金属加鈹后，能增高强度、硬度、弹性和耐蝕性。鈹青铜可以用来制作許多电气設備的重要零件，純金属鈹在原子工业方面乃是中子的来源和緩冲剂，鈹在X光技术方面也有自己的特殊用途。此外，氧化鈹可以用作耐火材料，也可以在噴气发动机上被利用来取得热能。

目前鈹的資源缺乏，鈹还是一个很貴的金属，現在全世界鈹的年开采量大約三、四百吨，很快将会增长到每年一千吨左右。

鉭 (Ta) 和 鈮 (Nb)

这两种金属虽然发现已久(1801—1802年),但仅在最近几年才具有十分巨大的意义,它們都是新技术上的重要元素。

鉭和鈮是性質彼此相近的金属。鉭的比重为17.1,熔点2800—3030°,硬度6.5;鈮的比重是8.6,熔点为2500°,硬度也是6.5。两种金属都很稳定,化学試剂难起反应。鉭能吸附气体,耐蝕性能极强,耐熔,具有很强的电子发射的性能,由于这些特性,鉭在电气工业、电子真空管工业、无线电工程、冶金及化学工业方面,获得了广泛的用途。鈮主要是用于黑色冶金及有色冶金工业和电气工业方面,近来把金属鈮引用于原子核技术是一个很重要的事件,同时,它在火箭和噴气飞机制造中也有其更大的重要性。

在自然界中,鈮、鉭二元素也經常紧密共生,含鈮的矿物极少不含达1%鉭的,而所謂含鉭矿物,亦多含相当量的鈮。鉭和鈮的世界总儲量及开采量还没有公布,鉭的开采由于受原料缺乏的限制,目前还没有发现新的鉭鉄矿床,还没有根据指望它有很大的增长,可是,使鈮的开采量达到每年五千吨(按金属含量),已經不是很困难的,以后可能达到每年一万吨。

鋰 (Li)

鋰也是一种极輕的金属,它的比重为0.534,可浮在汽油上面,熔点仅180°,呈銀白色,性柔軟而能延展。鋰的生产在本世紀二十年代里才开始的。由于同位素 $\text{Li}-6$ 在氢武器中的作用,鋰的意义正在急剧增长。在很多情况下,为了和平目的建立可控制热核反应过程的实验,都是用这些同位素进行

的。鋰亦被应用于冶金方面，用以提高金屬的強度和耐蝕性能。鋰的化合物是化學燃料的成分。此外，鋰產物在工業上的用途大約還有100種（包括滑潤油的生產，合成橡膠的製造，有機化學合成及醫藥、陶瓷工業等），而且某些國家還建立有以尋找鋰的新用途為主要任務的鋰研究所。

鋰原料的開采已經達到了很大的規模，許多國家鋰工廠的生產能力都在增加，鋰的世界年產量數字約在4,000噸左右。除去鋰輝石之外，現在也掌握了其他的鋰礦物，所以鋰礦的儲量也太太增加下，鋰礦中的總金屬儲量確定有幾百萬噸。

銻 (Zr)

銻的主要礦物銻英石，早在遠古時就已知道，而銻則在1789年始發現，1914年才獲得了金屬銻，其比重為6.6，熔點為2130°。

銻也是近代技術中所使用的一種金屬。銻用于生產高速度切削鋼、裝甲鋼板，并和銅組成合金，取代鈹的合金；其次也和鎳、鎢、鉬組成合金；氧化銻在陶瓷、玻璃和耐火材料工業用途很廣；電氣工業、真空管工業、醫學、光學及照明等方面，亦都需用金屬銻；而且將來很可能廣泛应用于核子工業。因此，在最近時期內這個金屬就可以成為工業上可能大量應用的金屬。

從1955年起，為了原子反應堆的需要，金屬銻的生產大大加快了。在反應堆中，銻起着特別重要的作用。1956年和1957年，銻工業有了急劇的增長。二氧化銻的世界年產量現在大約為四、五萬噸，如果要保證應有的需要，那麼銻的開采量可能很容易達到每年十萬噸。銻的原料資源是非常豐富的，主要的是便宜的海砂，在開采量方面，印度占主要地位。

稀土元素 (TR)

稀土元素是指門德雷耶夫周期表中原子序数从57到71的多种化学元素，一般以 TR 表之。这些元素的化学性質区别很小，物理性質也十分近似，都是相当軟的白色或灰白色金属，因此很难將它們彼此分开，通常只能把它們划分成兩系：鈾系(以鈾元素为主)及釷系(以釷为主)。

在工业中，鈾系元素的用途較為广泛，尤其是鈾，可以制造弧光灯的炭精棒，制造鋁、鎂的合金。稀土元素在冶炼不銹鋼和制造陶瓷业中的專門瓷釉方面也有用途，它們又可用作触媒剂，制造磷光混合物以及用于照象方面。

最近五、六年来，在稀土工业中出現了一些新的趋向，开采量大大增加，在黑色冶金工业中找到了大量应用稀土的新領域，对稀土元素的各种性質进行着广泛研究，积极地寻找着新的应用部門。現在稀土元素的开采量，全世界每年大約有15,000—20,000吨，最近时期开采量的增长，可能达到每年几十万吨。

現在，混合稀土产品比較便宜，单独的金属目前还很貴。但这仅仅說明，提取稀土金属的工艺学研究得还很不够，生产规模也还小得可怜。无疑地在最近几年，单独的稀土金属及其化合物的价值会降低几十倍，甚至几百倍。

对稀土金属来說，新的紀元开始了。我們很快就会成为稀土金属生产在很大范围内迅速增长的見証人，它們有着非常广闊的发展前景。

銻 (Cs)

銻的主要用途是制造电视机和有声电影里的光电管，还可以冶制各种合金。但是应用的量还很小，世界銻盐年产三、四十吨。虽然含銻的单独矿物有数种，但是大部分的銻还是在化学工厂中加工锂矿或光卤石时和鉍一并提取的。从1956年起，銻盐的生产大大增加了，根据原料资源情况，可以说銻的取得量每年将可以达到几百吨，并将运用到新的领域中。

第三組稀有元素

鍺 (Ge)

鍺在1871年即曾为門得雷耶夫所預言到，并称之为“准砷”。当时門得雷耶夫还指出它的一些基本性質（原子量72，比重5.5），而这些性質与后来在1886年德国学者文克列尔正式发现鍺时所确定的（原子量72.6，比重5.47）相差无几。

鍺是制造半导体的主要原料，主要用于无綫电工业、雷达设备和光学仪器工业。向某些金属的合金里加入鍺，可提高这种合金的坚固性。此外，鍺也用于医疗方面，以治疗貧血症等。

鍺的世界儲量沒有統計，然而数字是很可观的，如低級煤的煤炭中即含有很高的鍺的成分。鍺虽可自成矿物，但一般均呈分散状态，鍺主要是从炼鋅、炼鉛和炼銅厂的矿尘中提取来的，世界年产量約为20—25吨，今后可能会达到每年100吨左右。

鉍 (Tl)

鉍用来制造各种合金、电极、汞合金、光电管、溫度計，也应用于农业及医学方面。

已知的鉍矿物全是稀有矿物，目前还没有发现过具有工业价值的矿床。鉍主要呈分散状态含在硫化物矿物中，現在鉍的来源全是从硫化物中提出，特别是从方鉛矿中。鉍的世界儲量数字还没有統計，但能充分保証現今鉍的生产需要，年产量現在为20—25吨。

銩 (Sc)

銩应用于电气工业、医药方面以及用来制造某些合金，如鉻銩合金。目前只知在馬达加斯加有一处具工业价值的銩矿床，一般均呈混染物状态存在于其他矿物中(主要是一些砷酸盐矿物)。关于銩的世界总儲量及开采量，都没有統計資料。

鎘 (Cd)

金属鎘于1817年发现的，但一直到二十世紀初期在工业上才得到应用。对于这个金属的兴趣，是同原子核技术的需要相关联的，同时，在无綫电电子学和冶金工业中，鎘的应用也在扩大。含有0.7—1.0%鎘的銅合金，可以很理想地进行冷拉，特别适宜用来制造无軌电車用的电綫、電纜和长距离架空綫。鎘也是許多焊接合金的成分。此外，鎘也用于硷性电池和染料中。

目前所知，鎘的矿物都没有工业价值，大部分的鎘系含于閃鋅矿中，現在所用的鎘主要是从鋅矿中順便提出的。值得注意的是閃鋅矿比較浅色的变种都含有大量的鎘。鎘的世

界儲量數字很龐大，全年產量約為一萬噸左右。

硒 (Se)

硒用作玻璃的顏料，製造光電管、無線電傳真器、交流電整流器，用於橡膠工業，又可用作鋼和其他合金的補助原料。光槍和X射線照相是硒的新的消費者。

目前硒工業正處於繁盛時期。硒的提取量一直在增加，但是對硒的需要仍超過生產，現已明顯感到原料基地的缺乏。雖然已經知道有25種單獨的硒礦物，但往往不能構成工業礦床，它主要是從多金屬礦加工後的尾砂中提取的。硒的世界年產量為七、八百噸。目前已着手在找尋硒本身礦物的礦床，預期今後產量將很快增加。

碲 (Te)

對無線電電子學說來，碲是一個最有前途的金屬；對冶金，它也有決定性意義，加有0.02%碲的鉛和銅的合金，具有很高的振動性能，以及很好的工藝性質，因而有些國家電綫工業已成功地在利用着這個金屬。含碲的銅合金的特點是機械性能很好，用它製造着各種電學儀器零件。

蘇聯在用加入萬分之一的碲和石墨的方法使生鐵冷硬方面，進行了很成功的工作，用這個方法得到的冷硬生鐵可以代替非常寶貴的合金鋼來製造各種各樣的鑄件，並可使機器的使用壽命得以提高。

雖然有四十種礦物含有碲，但亦未發現有工業價值的碲礦床，碲同硒一樣是從精煉銅的沉渣中提取的。碲的生產目前還沒有重要的進展，其年產量僅幾十噸，但是可以預測，這個情況很快就會改變。

第四組稀有元素

鉀 (Rb)

鉀用来制造光电管、瓦斯照明管、水銀灯以及排除真空管中残余空气的气体吸收器,其他重要用途現在还没有找到。但可大胆断言,今后几年内这个金属的情况会发生重大的改变,鉀很快就会成为有极重要价值的材料,它在等待着玻璃制造、有机化学、无线电电子学、光学技术和冶金工业领域来利用。

鉀只呈分散状态存在,在工业上鉀是从鋰矿和一些岩盐矿中提取出来的。它的儲量和产量現在还没有統計資料,1956年,美国一些公司第一次开始在市場上出售比較大量的鉀盐,相信今后产量将会逐年增加。

鎵 (Ga)

鎵元素和它的性質在其正式发现前很久就已为門得雷耶夫所預言到了,当时叫做“准鋁”。后来在1874年正式确定了这一新元素,称为鎵。

鎵的特性是熔点很低(29.75°),而沸点很高(1700°),比重为5.96。它主要应用于真空管工业,用以制造发光成分,制造鋁合金,还用于电气工业和仪器制造业中。但鎵目前还是一个实验金属,在許多国家中,对鎵的兴趣正在增长,正进行着大量的研究工作。

鎵一般都是在加工銅矿石和某些鉛鋅矿石时从尾矿中提取的,但最重要来源是从炼鋁工业中順便提取的,在煤气发生爐中,亦是鎵的可能来源。

鎵的世界儲量沒有統計,年产量仅为三、四百公斤。

銦 (In)

銦发现于1863年，它的主要性質是：熔点 156.4° ，比重7.31，它和錫很相似。銦用来制作鍍防銹层的合金，制作若干种玻璃，用来鍍在探照灯的反射鏡上。还可制造高速飞机发动机中的軸承合金。含銻的銦鋼已經成为公認最重要的紅外線技术的材料。

在工业上，銦都是从加工多金属矿石(尤其是鋅的精矿)时自尾矿中提取的，只要这些矿石中含量达十万分之几时就有工业价值。銦的世界儲量沒有統計資料，其年产量約7—8吨。有人認為，到1965年，銦的提取量将增加到每年50吨以上。

鈳 (Hf)

鈳在原子核技术中有着重要的应用(用来吸收中子)，碳化鈳耐火性很高，可作良好的耐火材料，金属鈳还用于制造鎢絲，也可能将来会在无綫电工业和电子工业中得到广泛的利用。

鈳和鋯非常近似，并往往与鋯共生。因此，鈳多是在生产金属鋯时順便提出来的。在加工含鋯精矿时也可提取鈳。鈳的世界儲量和开采量均未統計，1953年美国曾开采了八点二吨这样的金属，現在的生产产量大約达到了每年三十吨，以后可能会增长到每年一百吨。

銣 (Re)

銣也在1869年即为門得雷耶夫所預言到，并将其描述为二銣，但一直到1925年銣才被正式发现。它的比重近于21，