

稀有、分散和稀土金属富集的 地質特点及其找矿

A. П. 拉尔欽柯 著

春 国 兴 译

地 質 出 版 社

1959·北 京

本書为苏联A. П. 拉尔欽柯专家在我国講学时的講稿加以整理而成，全書約9万字，共分緒論、概論、稀有金屬的主要特性、用途和工业要求，找矿前提和找矿标志，找矿与找矿方法等五个部分。

本書在扼要敘述了稀有金屬的主要特性、用途和工业要求后，着重論述了稀有金屬矿床的成因类型、矿石共生組合等特征、介紹了找矿前提和找矿标志与找矿方法等。全書敘述清楚，为勘探教学与研究工作的地質工作者的良好参考書。

稀有、分散和稀土金屬富集的 地質特点及其找矿

著 者 A. П. 拉 尔 欽 柯
譯 者 秦 国 兴
出 版 者 地 質 出 版 社

北京市西四羊市大街
北京市書刊出版業營業許可証出字第050号

发 行 者 新 华 書 店

印 刷 者 地 質 出 版 社 印 刷 厂
北京安定門外六鋪炕40号

印数(京)1-4000册

1959年10月北京第1版

开本 33"×46¹/₃₂

1959年10月第1次印刷

字数 90,000

印张 3³/₈

定价(10) 0.55元

目 录

緒論.....	4
概論.....	4
主要特性、用途和工业要求.....	11
找矿前提和找矿标志.....	33
找矿及找矿方法.....	82

緒 論

本著作是以“稀有、分散及稀土金属富集的地質特点及其找矿和勘探方法”为題的講稿材料。它主要根据各种文献和作者親身的观察写成。本書极全面地綜合了現有的文献及实际資料。

根据計劃，全書包括理論和描述兩個主要部分。本書是理論（方法）部分，而第二部分尚未写出，虽然所有的資料已經收集，甚至也作了綜合。第二部分描述了稀有金属成矿区、矿田和各种矿床，列举了該类各个金属的找矿和勘探的实例；举例时也考虑到它們的地質特点以及它們在加工阶段中的情况。

有些章节尚属爭論性的，因为這些問題都是新的。今天來說，不仅这类金属的找矿和勘探方法尚未拟訂，而且其找矿前提，各金属的富集和迁移的理論原理也未建立。所有這些問題的詳細闡述是今后的事情。不过有一点是明确的，即無論這些元素富集和迁移的理論原理的建立或找矿和勘探方法的拟訂，都必須有系統地来做。因为這些金属在工业中特別在核子（原子）工业和半导体工业方面具有越来越大的意义。

概 論

稀有和分散元素的概念 关于那一些化学元素应当归属这一类，則还没有一致的意见。据維諾格拉多夫的意見，以下这些化学元素可以完全有条件地称为稀有和分散化学元素，第一，它們一般在岩石和矿物中佔少量，有一部分是类質同象混入物，并且它們很少形成其本身的矿物；第二，它們在地壳中的总量也很少。稀有、分散和稀土矿物总共包括50多种化学元素。

根据門捷列夫,稀有和分散元素属以下几类:1.这是“很少,但被研究得很清楚的”元素,2.“更少见到实践中还没有用处”。

据費尔斯曼的意见,稀有元素分为3类:1.根本很稀少的,2.由于它們富集在地壳中我們能够研究到的地区以外,所以它們在地壳(即厚度等于16公里的地球表面,不仅包括岩石圈,而且也包括大气圈和水圈)中是稀少的,3.由于特殊的化学性質因而是稀少的(惰性气体,稀土元素和奇数原子序数的典型分散元素)。

据費梁德和謝苗諾娃的意见,稀有元素应了解为一类分散的、輕的、难熔的、放射性的和稀土的元素。据貝尔格的意见,稀有元素应按照它們的工业用途而划分。例如,鈾、鐳、錒、鐳等。属于有色冶金业中用的一类金属,而象鋰、鉍等金属属于輕金属类;碲和碲属于非金属等等。

A.H.查瓦里茨基(地球化学表)把稀有金属分成单独的一类(第五块),其中包括,鈾、稀土、鈾、鉍、鐳和鉛。象鋰、鉍、鉍等則属于岩石元素一类(第二块)。鉍、鐳等属于金属矿石元素(第七块)。放射性元素分成单独的一类。薩烏科夫指出,元素的这种地球化学分类是最合适而且最有邏輯根据的。还有其他的分类,但我們不再討論。

我們觉得,对于找矿和勘探來說,維諾格拉多夫所提出的稀有元素概念的定义最完全。

“元素”和“金属”的概念 这两个概念之間有着根本的区别。稀有元素一般了解为自然界中分布很少、克拉克值不大(少于0.001%)的元素。元素的稀有性是其特性,此决定于原子構造,即物質的地球化学、質和量的状态。这里研究一种元素时不考虑它的任何实际用途,而是从它在自然界分布程度的角度出发,即犹如元素“非物化”,沒有商品价值。

稀有金属应了解为这样一些金属,只有在生产力发展到足够高的水平时才能开始利用,而且到现在为止生产量和使用量还較少。因而,“稀有金属”的概念不同于“稀有元素”的概念,它說明,某种化学元素由于各种原因,与这种或那种化学元素、有

时甚至是自然界中分布更要少的化学元素比较起来，在工业中的使用还差。

有关稀有金属特点的一些实际资料(它们的利用和分布)把某种金属划为稀有金属,以及确定这个概念时也要用历史观点来看。

所以在解决这些问题时必须考虑如下几点。

1. 化学元素应从人类历史实践的观点来研究,即作为一种普通的物质,金属或非金属系决定于它被人类所利用的化学和物理性质。

2. 这种金属在现代技术中的作用。

3. 稀有金属的工艺发展程度,即技术上和经济上对它提炼和加工的可能性。

4. 该金属的地球化学特点。

下面我们对这些问题提出一些实际资料。

1. 人类在各个历史时代所知道的元素。

人类在各个历史时代所知道的元素

(据维尔纳茨基-费尔斯曼)

表 1

时 代	元 素	元 素 总 数
古 代	N, Al, Fe, Au, K, Ca, O, Si, Cu, Na, Sn, C, Hg, Pb, Ag, S, Cl, Zn, Sb	19
十八世纪前	同上+As, Mg, Bi, Co, B, Ni, P	26
十八世纪	同上+H, Pt, Ir, I	30
十九世纪	同上+Ba, Br, V, W, Cd, Mn, Mo, Os, Pd, Ra, Sr, Ta, F, 稀土, Th, U, Cr, Zr	43+稀土类的某些元素
二十世纪到1915年	同上+Ne, Li, He, Ti, Ac, Ru, Rh	55+稀土元素
到1932年	同上+Be, Ar, Ga, Se, Rb, In, Y, Nb, Te, Hf, Re, Te, Cs	68+14种稀土元素

从表1中可见,一系列化学元素,其中包括稀有元素,仅是最近才成为人类实际利用的对象。

所以,这个问题既需从地球化学的观点来研究,亦需从人类

历史实践的观点，即从采矿技术、工艺和实际利用的发展的观点来研究。

苏联在稀有金属及其利用方面知识的发展简况：

(1) Д.И. 門捷列夫創立了週期表后，在表中給尚未发现的元素留了位置，預言了它們的性質。这样，他好象指出了寻找这些元素的方向。后来，門捷列夫的預言証实了，所发现的元素按其性質符合于門捷列夫的預言。

(2) 在革命前的俄国对这些元素虽进行了个别的理论研究，但没有工业利用。例如象 W.V. 等元素都是进口的。

(3) 1918年最高国民經济會議下成立了稀有金属委员会。1922年在最高国民經济會議的科学技术委员会下成立了稀有元素局，在国立莫斯科大学化学實驗室中进行了初次的研究。

(4) 1935年第六屆門捷列夫代表大会上对获得稀有金属的問題給予很大注意，例如，原料、工艺、实际利用等問題。

(5) 从30年代起，开始了这方面的系統研究，开始对稀有金属开采和加工。在科学院和各个部里組織了專門實驗室和研究所以（冶金工业部，地質事业委员会等）。

2. 关于各化学元素在地壳中分布的比較材料。

由表 2 看出，只根据数量标志將这种或那种元素归属稀有类显然是不够的，例如岩石圈中銅的含量比鈾的含量少一半，虽然銅大量开采（年产量数十万吨），而鈾則是典型的稀有金属，年产量一千万吨。鉛的含量低于鈾的含量，但我們知道鉛的产量比鈾高数倍。誰也不認為鉛是稀有金属，而鈾則認為是稀有金属。銻的含量只有鈾的数百分之一，但銻的产量却比鈾多許多倍。象鈦、鉍、釷等在工业中称为稀有金属，虽然地壳中鈦是鋅的100倍，是鉛和銅的300倍。鉍的量为鋅的量的1.5倍。例如，若从前把鈾看成是分散元素，則如今已有許多人不認為它是分散元素。已确定，無論在內生条件下，或在外生条件下鈾都能有相当程度的富集。这一点就存在的一百多种鈾矿物即能証明，其中一大半是內生条件下形成的。現在已发现的鈾矿床有数百个。

地壳中稀有、貴重和有色金属的含量

(地壳厚度采用16公里)

表 2

金 属 名 称	含 量 %	金 属 名 称	含 量 %
(I) 高于0.01%		砷	5×10^{-4}
铝	7.45	铋	4×10^{-4}
镁	2.35	汞	1×10^{-4}
锂	0.035	铊	1×10^{-4}
铯	0.025	(IV) 低于0.0001%	
钫	0.020	铟	3×10^{-5}
镭	0.010	铊	5×10^{-5}
(I) 自0.1到0.001%		铋	3.2×10^{-5}
钠	8×10^{-3}	铊	2.4×10^{-5}
钾	5×10^{-3}	铊	1.2×10^{-5}
铈	3×10^{-3}	铊	1×10^{-5}
铈	2.9×10^{-3}	铊	1×10^{-5}
铈	2×10^{-3}	铊	1×10^{-5}
铈	2×10^{-3}	铊	1×10^{-5}
铈	1.6×10^{-3}	(V) 低于0.00001%	
铈	1×10^{-3}	铊	5×10^{-6}
铈	1×10^{-3}	金	5×10^{-6}
(II) 自0.001到0.0001%		铊	1×10^{-6}
铈	9×10^{-4}	铊	3.5×10^{-7}
铈	9×10^{-4}	铊	1×10^{-7}
铈	6×10^{-4}	铊	3×10^{-100}
铈	5×10^{-4}		
铈	5×10^{-4}		

关于铝也应說一說。例如十九世紀80年代，英国科学院給門捷列夫（他曾被选为該院院士）送来一个珍貴物品——金和鋁制的大杯。这說明在那时候开采鋁只有实验室的規模。当然，那时把鋁看作极稀有的金属。現在則任一个厨房里都可以找到鋁制的食器、更不用說它的工业用途了。

因此地球化学平均含量（克拉克值）不是將某种元素归入本类的唯一准則。这种情况对于找矿也极为重要。

元素“稀罕”的原因 有三种說法，現簡單介紹如下：

1. 据費尔斯曼的看法，元素“稀罕”可以解釋为：

(1) 其原子結構的特点，由于此原因而使元素不甚稳定或不長寿。

(2) 元素堆积在地球的深部，因此它在地壳中的含量就少。

(3) 能形成富集或分散。金属富集的本領愈大，它們的矿床表現得愈明显，愈可以为工业所利用，在人类历史中的使用也愈早开始。

2. 据戈尔德施密特的意見，元素的稀罕性是它的一种特性，也象它的其他特性一样，决定于原子的構造。該元素在該宇宙体或該宇宙体某部分中的原子数量决定于原子核的構造，元素的分布則决定于外电子层的構造。这样划分的基础是：(1) 原子的电子层構造，(2) 原子体积的大小。

我們知道，自然界中分布最廣的元素的原子是具有最对称的电子系統，它們最为稳定、最長寿。元素的原子若是稳定性較差的电子系統，則元素容易受外来的各种作用，是比較稀罕的。

3. 据伽尔肯斯的看法，原子序数为偶数的元素在自然界中的数量，比周期系中在它們旁边有奇数序数的元素为多。

稀有、稀土和分散金属的一些共同特点 这些特点大致可归纳如下：

1. 分散多于富集，特別在內生条件下（在地表条件下并不經常这样）。

2. 类質同象的发育很强烈。大多数分散金属和稀土金属不形成独立的矿物，而即使有这些金属的矿物，則大多数也沒有实际意义。

它們一般是在其他矿物中成为类質同象混入物。这些元素有一种伪装。它們进入遍在矿物（ ZnS ， PbS 等）的晶格中。

3. 物質的选择性，即整个一类元素，如稀土等共存。

4. 地表条件下被吸附，即这一类元素有許多都趋向于富集，例如銻（后者一般是鉬的伴生物，內生条件下所見的量很少，而地表条件下富集显然增加）。銻等也是同样。

5. 化合价变化非常容易, 化合物多种多样又不稳定, 这一般认为是电子系统不甚稳定的结果。含稀有、分散和稀土金属的矿石成分复杂, 例如: (1) 在锆石、独居石等矿石中这些金属大量存在, (2) 钽矿石中有铅、铁、钼及其他伴生物。

6. 据纳达克的意见, 原子结构愈复杂、它愈不稳定, 分布愈少, 即地壳中元素的分布程度与其原子序数成反比。

7. 成因上主要与硷性和酸性岩漿有关(正长岩岩漿、偶而与基性岩漿有关), 特征是与花崗岩岩漿的联系主要是在残余结晶阶段, 即与偉晶岩和气体-热液有关。

地表条件下呈砂矿形式出现, 显然趋向于硷性和酸性岩石(偉晶岩等)发育的地区, 也趋向于鹽类溶液。

8. 据薩烏科夫的意见, 这些金属的电离电位很高, 因此能形成最好的ZS型原子构造, 其中占主要的是比較近似的有效半径, 这也说明这类金属的结晶格子中互相交替的本領很强, 显然这就是这里存在一系列分散元素的决定性原因。

費尔斯曼、戈尔德施密特等指出, 当元素属于同一种晶格状态, 它们的离子(或原子)半径相近时, 可以在结晶格架中互相置换。

該类各元素的原子半径

表3

元 素	Zn	Ga	Ge	Re	Au	Ag	Cd	In	Bi	Mo	Pt	Pb
半径(Å)	1.37	1.38	1.39	1.37	1.44	1.44	1.52	1.57	1.82	1.40	1.32—1.38	1.74

由上列資料可以看出鋅与鎳、鎳、鎢、鉬、銅, 金与銀, 鋅与鉛, 鉍与鉛关系很密切, 鎳与鉑和鉬共生。

这点也能说明大多数分散元素的亲硫性, 即它們与 S、Se、As、Sb 能形成比与氧更牢固的化合物。

这些情况是找寻和估价特别分散的金属的重要理論前提。

主要特性、用途和工业要求

由上述可見，絕大多數稀有、稀土和分散金屬（元素）是从十九世末才部分地，而主要是在本世紀用于工业中，虽然这些元素中有許多元素早已发现。可以毫不夸大地指出，本世紀科学和技术发展的特点之一就是対稀有金属进行研究和掌握的規模已愈来愈大了。

它們利用的数量还不多，常以公斤論，偶然以吨論。由于它們的特殊性能，故其在許多工业部門的用途愈来愈大。个别的工业部門对这些金属簡直不可缺少（核能，半导体等）。

現今，这些金属用于下列主要工业部門：冶煉特种鋼，飞机发动机制制造业，无綫电工业，原子技术，半导体等。例如象核子工业、火箭技术，遙控力学，自动机械业等工业部門，實質上是由于这些金属的使用而发展起来的。

現在歸屬於本类的化学元素及它們的特性

那一些元素属于本类，目前还没有一致的意見，根据 И. А. 費梁德和 Е. И. 謝苗諾娃所著“稀有元素特性”的参考書，象鈦、鎢、鉬、釩、硼等元素也都属于这一类。根据彼得罗夫所編国家儲量委员会的規範（1956年），这类元素包括鉭、鈮、鋳、鉛、鉍、鋰、鉍、鉬、鈳、鈳和鐳，而象鎵、鎳、銻、鉍等元素則未指出。冶金学家們把很多金属都归納在这一类里，其中包括鎢、鉬、鈳、鈳等。

地壳中稀有元素的含量及它们的某些物理特性

(根据费梁德和謝苗諾娃)

表 4

元 素	在地壳中的含量% $n \times 10^{-4}$	原 子 量	比 重	熔 点 °C	沸 点 °C
鋁	2	180.88	16.6	2996	5300
鎂	10	92.91	8.57	2400	3300
鈣	200	99.22	6.49	1860	2900
鈣	3.2	178.6	13.31	2130	3200
鈉	6	9.013	1.85	1283	2970
鉀	65	6.94	0.562	180	1336
銣	7	132.91	1.9	28.5	708
銣	300	85.48	1.53	39	688
銣	6	44.96	8.1	1200	2400
銣	28	88.92	4.75	1450	4600
鐳	0.8—45	138.92 —174.99	5.15—9.74	327—1800	1400—1800
釷		69.72	5.90	29.78	2300
釷		72.60	5.3—5.36	958	2700
釷		114.76	7.3	155	2100
釷		186.31	21	3160	5870
釷		204.39	11.85	310—303	1455—1462
釷		127.61	6.2	452	1390
釷		78.96	4.8	220	680—700

本类金属工艺特点的一些概况

这些特点大致可归纳为如下几点:

1. 稀有金属的熔炼不是在大炉子里直接从矿石中提炼金属, 以获得含少量杂质的金属的过程。
2. 将原料初步焙烧、烧结或加酸溶解之后, 采用类似化学分析的方法确定相应的金属。
3. 这些过程常常不能得到纯金属。例如稀有金属添加到钢里去时用的是这些金属与铁的合金。
4. 这类金属中有许多是以盐类或氧化物的形式用于技

术中。

5. 生产规模有时不超出实验室范围（富集量小）。

6. 工艺加工过程的仪器也有其特点（从最简单水法冶金装置到最新的自动化装置）。

例如，只有发展真空技术才可能获得冶金用的钛和锆。使用了离子交换的盐类以后才可能分离锆和铪以及稀土类元素等等。

高温技术，电工技术等都起了很大的作用。利用监督生产、各种分析方法等等的物理和物理化学方法，对于掌握这些金属也有着很大的意义。例如光谱研究、伦琴-光谱分析和伦琴-构造分析、偏光学、电位测量、库仑测量等。

7. 原料加工过程中稀有元素复杂的富集过程。这些元素在矿石中的含量都很少。

8. 原料综合加工。可举多金属矿石作为例子。这种矿石的主要组成部分是锌和铅。但此矿石中除了这些主要组份外还含有镉、铟、铊、铋、锡、锑等。这些混入物大多富集在铅锌工厂生产剩下的矸石中。

由此可见，岩石非直接是原料（矿石），而已加工过的矿石的次生矸石才是原料。

例如，（1）硫酸生产的灰和泥可能含硒、锑、铊等，（2）黑色冶金的炉渣可以成为获取钒和钛的来源，（3）某些碳和頁岩的灰份中含相当大量的锆、钒，有时含钼、铈、铪、稀土等，

（4）在钾盐和其他盐类里发现有铷、铯、锂等，（5）在矾土原料里遇有铈、铟等。

9. Cu, Pb等的熔炼比较简单，因此，很早的时候就有熔炼。获得稀有金属的情况却是另一回事。例如，要获得Mo的原料就非得预先进行浮选。这种选钼的方法只是25—30年以前才研究成功的。还应当指出，这种方法在目前还远不是万能地适用于许多类型的钼矿石。

还可以举这样的例子。只有在高温电炉上和其他完善的技术设备上才有可能获得钼铁合金或金属钼及其化合物。这种情

况对于稀有金属类也如此。但这些完善的设备仅是在19世末，而且主要是20世纪初才开始掌握。

10. 稀有金属的开采和生产成本很昂贵，而且并不始终有利，例如生产铍、钒、锆、稀土类金属、钨、锇等。

11. 还要考虑这些金属的天然化合物的“分离”特点。由于物理化学和地球化学科学的发展，这点在许多方面已经能够办到了。例如，相类似的元素的分离（锆和钨、铌和钽、稀土类、钼和钨、铂族金属等），当查明了它们具有共同的特性是由于电子构造近似、原子半径相等或相近后已成为可能。

12. 这些金属中有许多是不久前才发现的，而且，它们的工业利用和工艺提炼等都还没有足够的研究。

某些一般的工艺特性及其他特性

由上列表中可以看出，这些金属具有一系列特性，因而使它们在各种各样的技术方面获得普遍应用。它们的工艺特点也很多。

1. 温度因素。这一类元素大致有以下特点：钽、铌、钨、锆、铪等是难熔金属，而钼、钨、钽、铪、铌和某些稀土则是易熔金属。

2. 按比重来说，一部分属于重金属（钽、钨、铌、锆、铪、铪、稀土等），另一部分属于轻金属（钨、钨、钨、钨、特别是钨等）。

3. 有成为半导体的特性。

4. 做催化剂。

5. 化学安定性，特别是抗蚀性等。

6. 高度的可塑性、导电性、感光性、电子发射等特性。

7. 加入极少量的这种或那种金属能使合金的质量显著提高。

这些金属的工艺特性所具有的最重要的物理化学特点就是这样。

稀有元素

关于各种金属主要特性的簡况及它們的用途①：

鉍 暗灰色的稀有金属，熔点高，可塑，易于受冷加工，常温下在空气中不氧化，温度为 400°C 时表层发生氧化，温度为 $600-700^{\circ}\text{C}$ 时氧化成高价氧化物。

能吸附气体，在高温下和气体（氢、氮、氧）一起加入化合物。鉍的碳化物的特点是熔点高（ 3800°C ）、硬度大、抗蚀性强。除氢氟酸与硝酸的混合物能溶解鉍而外，其他的酸与它的反应均很弱或根本没有反应。苛性碱热溶液对它的腐蝕很厉害，熔化了碱和苏打能氧化它。

由其各种特性所决定的鉍的用途。

1. 难熔性、抗蚀性、高度的电子发射本领，吸收气体等。这些极为宝贵的特性使得鉍在下列諸工业部門有很大的用途：电子真空管工业、电工业、无线电工程、化学和冶金业。例如在冶金业中鉍加入鋼以提高其抵抗大气和化学腐蝕的性能。

2. 耐酸性。由于这种特性，鉍可用来制成仪器零件和腐蝕介质中用的化学器皿（蒸馏器、攪拌器、盛器、管、活門、膜片、膜等）。

3. 純鉍与鉍的合金可以用来制造阴极、阳极、电子管和巨型振盪管、无线电探测仪器，倫琴仪和真空仪器、交流电整流器等所用的調节柵极。

4. 做“生物上用的材料”。因鉍有以上特性，故用在外科手术中替换损伤的骨头、軀体的骨骼組織和連結腱。也可用以制造牙科工具和外科工具。

5. 硬度大和难熔性。用来作为鉍的碳化物以获得超硬度的合金和耐硝酸的合金。

6. 作为各种制品的鍍料。鉍也可用于这方面，例如，鍍銅、鍍鋅、鉄、鋼的制品、陶瓷器等。

鉍一般与鉍在一起，它們的化学性質也很近似。

①該資料引自費聚德，謝苗諾娃，彼得罗夫等。

銱 与鋁不同之点主要如下:

1. 熔点和沸点較低;
2. 对热的濃酸稳定性較差。氧化的溫度比鋁的氧化溫度要低 (2000°C)。

銱的用途。它用于以下几个主要工业部門。

1. 冶金工业是銱的主要消費者。鋼里加些銱能增加它的抗蝕性, 改善它的焊接本領和提高可塑性等。
2. 銱用于制造受高溫和侵蝕影响的內燃机的零件。
3. 与銱做成的特种合金具有磁性。
4. 銱与鋁、鉻、銅等做成合金。
5. 銱的碳化物具有高硬度。
6. 銱用于制造电子管, 也可用于低压交流电的整流器。

鉛 它的主要特点如下:

1. 外貌象鋼, 可塑, 具有展性, 很容易軋制和压延。有杂质存在时, 这些性質显著地下降。
2. 空气中稳定, 加热到 $400-500^{\circ}\text{C}$ 时复盖一层氧化物薄膜, 800°C 时氧化成高价氧化物。

在溫度高 $210-270^{\circ}$ 的空气中鉛氧化成粉末狀并放出大量热。

3. 吸附气体 (氢、氮和二氧化碳), 形成氢化物和坚硬难熔的氮化物和碳化物。
4. 抗蝕性超过鋁, 近似鋁和銱。
5. 在鹽酸、硝酸和硫酸中稳定 (达50%), 而在有机酸中則在溫度 100°C 以下时稳定。在濃硫酸和磷酸以及王水中則在溫度到达 100°C 时溶解。硷水溶液中稳定。

鉛的用途。鉛用于下列主要工业部門:

1. 金属鉛在真空技术和电工学中用以排除真空管的气体和生产电子管。
2. 化学机器制造业中——以坚固的抗蝕外膜包在鋼上和銅合金上。

3. 生产机器零件——离心机、唧筒、活門、膜片和化学反应很强烈的介质中用的电容器等等。

4. 在医学技术中用以生产医学设备和牙科设备。

5. 在水力工程中生产无烟混合物。

6. 光学和照明工程中做强光源（太阳亮度的1/16）。

7. 生产不失光泽的鏡子。

8. 用于玻璃和陶器生产以增加珪琅的坚固性。

原子核技术。鋳在这方面的用途主要靠以下諸特性：良好的机械性能、抗蚀性、在吸收中子方面核效应較小等等。

鋳主要用在制造核反应堆和核技术中的其他結構。

鉛 如上所說，鉛一般是鋳的伴生物，沒有自己的矿物。它的化学特性也很近似鋳。因此，要把它們分离开来是很困难。

主要特性及工业中的用途。純粹的鉛有可塑性，易于煅冶和軋軋。常溫下复盖一层氧化物薄膜。抗蚀性比鋳要差。

用途至今仍不大。制鎢灯絲的时候加入鉛能增加灯絲寿命。

在原子核技术中要把鋳与鉛分开，因为鉛不同于鋳，具有很大的吸收中子的本领。由于这种特性，鉛可以用在核反应堆的控制系統里作为中子吸收剂。

象难熔性和大量电子发射等特性使它有希望用在无綫电工程和电工技术中。

鉍 鉍的主要特性如下：它是淺色輕金属、性脆、經不起鍛冶、軋軋和冷拉。99.99% 純的鉍具有韌性和可塑性。高溫时在真空中或惰性气体中能軋軋。

在空气和純氧中稳定，細粉在氧中燃燒，放出亮光。即使在高溫下(1000°C)以上用氢也不能对鉍起反应，用卤素和非金属則容易反应。

在鹽酸和硫酸中溶解放出氢气。苛性硷的水溶液中也容易溶解。

工业用途。根据上述特性，鉍用于下列一些主要生产部門：

1. 有色冶金——这是主要用鉍部門，鉍可以使有色金属的