

**成矿元素**在不同的成矿地质作用下形成不同的矿床类型。内生矿床主要有岩浆矿床、伟晶岩矿床、接触交代矿床、热温矿床、变质矿床，均与成矿元素的成矿温度密切相关。高、中、低温作用形成不同的矿化元素组合，沉积矿床在成矿过程中也与元素的氧化还原环境相关。如：  
高温成矿带元素组合：**W、Mo、Sn、Bi、Ni、Cu**等；  
中温成矿带元素组合：**Cu、Pb、Zn、Ag、Au**等；  
低温成矿带元素组合：**Au、As、Sb、Hg**等。

不同的岩石类型有不同的元素分配特征，可划分为不同的**成岩元素**序列。  
在岩浆岩中：  
超基性岩相对富集 Fe、Mg、Ni、Cr、Pt 等；  
基性岩相对富集 Ca、(Al)、Ti、V、Mn、Cu、Sc 等；  
酸性岩石相对富集 K、Na、Si、Li、Ba、Rb、Cs、Ti、Sr、Ba、Y、TR、Zr、Hf、U、Th、Nb、Ta、W、Mo、Sn、Pb、B、F、Cl 等。  
在沉积岩中：  
砂岩相对富集 Si、Zr、Gd；  
碳酸盐岩相对富集 Ca、Mg、Mn；  
页岩中相对富集的元素如 Al、Li、Be、V、Ti、Sc、Fe、Co、Ni、Cu、Pb、Zn、Mo、Sn、Sb、Hg、U、Th 等。

常见岩石、矿石的典型元素组合(据莱文森，1974)		
深成岩	超基性岩	Cr Co Ni Cu
	基性岩	Ti V Sc
	碱性岩	Ti Nb Ta Zr RE F P
	碳酸岩	RE Ti Nb Ta P F
	花岗岩	Ba Li W Mo Sn Zr Hf U Th Ti
	伟晶岩	Li Rb Cs Be RE Nb Ta U Th Zr Hf Sc
热液硫化物矿石		Cu Pb Zn Mo Au Ag As Sb Hg Se Te Co Ni U V Bi Cd Ba
接触变质岩		W Sn Mo (Be Li B)
沉积岩	黑色页岩	U Cu Pb Zn Cd Ag Au V Mo Ni As Bi Sb
	磷块岩	U V Mo Ni Ag Pb F RE
	蒸发岩	Li Rb Cs Sr Br I B
	砖红土	Ni Cr V
	锰矿石	Co Ni Mo Zn W As Ba V
	砂矿	Au Pt Sn Nb Ta Zr Hf Th RE
	红层（大陆）	U V Se As Mo Pb Cu
	红层（火山成因）	Cu Pb Zn Ag V Se
	铝土矿	Nb Ti Ga Be



亲铁元素: Fe Co Ni Mo Tc Ru Rh Pd Re Os Ir Pt C P

亲铜(硫)元素: Cu Ag Au Zn Cd Hg Ga In Tl Ge Sn Pb As Sb Bi  
Se Te Po Br I At S

亲石(氧)元素: Li Na K Rb Cs Fr Be Mg Ca Sr Ba Ra B Al Sc Y  
Tr Ac Si Ti V Cr Mn Zr Nb Hf Ta W Th Pa U

亲气元素: N H He Ne Ar Kr Xe Rn

亲生物元素: C N H O P B等

(1) 主量元素和微量元素: 主量元素(一般在体系中的丰度 $u/B > 0.1\%$ )和微量元素(一般在体系中的丰度 $u/B < 0.1\%$ )。

(2) 造岩元素。是构成岩石圈的主量元素, 造岩碱性元素和造岩酸性元素。

造岩碱性元素: 包括Li、Na、K、Rb、Cs、Be(两性)、Mg、Ca、Sr、Ba。具亲氧性。主要以阳离子形式迁移和存在, 构成水溶液和岩石中的碱性组分。

造岩酸性元素: 包括Be、B、(C)、Al、Si P等, 常以酸性配阴离子形式在水溶液中及熔浆中迁移, 并形成含氧酸类矿物, 构成各种岩石的基本结构骨架, 也称为“造网”元素。

(3) 稀土元素: 包括镧系和钇。属亲氧弱碱性阳离子, 但通常为+3价, 水溶液中难溶, 由于稀土元素丰度低, 常形成副矿物。

(4) 高温成矿元素: 包括Zr、Hf、Nb、Ta、Mo、W、Re、Tc等。其余主要呈酸根配离子形式, 表现亲氧性, 常在高温岩浆热液作用过程富集。

(5) 第一过渡族: Sc、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni。具有由亲氧到亲硫的过渡性, 主要在基性、超基性岩浆中富集。

(6) 金属成矿元素: 这类元素的亲硫性或亲铁性较强, 矿床中主要以硫化物、硫盐或自然金属形式存在。根据其经济价值, 又可以分为贵金属和重(贱)金属。

贵金属元素: 包括Ru、Rh、Pd、(Ag)、Os、Ir、Pt、Au、(Hg)。以金属态产出, 在基性和超基性岩中富集。



**亲硫重(贱)金属元素：**包括**Cu、Zn、Ga、Ge、As、(Ag)、Cd、In、Sn、Sb、(Hg)、Pb、Tl、Bi**等，具亲硫性，易进入硫化物相高度富集成矿。

(7) **阴离子族：****O、S、Se、Te、F、Cl、Br、I**等，是良好的运矿剂。

(8) **放射性元素：**Z大于等于84，包括**Po、At、Rn、Fr、Ra、Ac、Th、Pa、U**。几乎没有独立的地球化学活动。与稀土元素性质相似。

(9) **地球挥发分：**包括**H、(C)、N、(O)、He、Ne、Ar、Kr、Xe**。

常作为物质迁移、分异的活化剂和搬运剂。

Cu、Pb、Zn、Ag、Mo 等异常共生，一般与**中温和中-高温热液矿化**作用有关，是寻找热液贱金属矿化的标志。

W、Sn、Mo、F、Nb、Ta 等元素(异常)共生产出，往往与含 Nb-Ta 和 Sn、W 矿化的**碱质花岗岩**有关。有时还伴有 Zr、P、Ti、Zn 等元素。这是寻找 Sn、W 和 Nb-Ta 矿的指示。

Cu、Mo、Au、Re 等元素(异常)共生与**斑岩铜—钼矿化**有关。有时，还伴有 Pb、Zn Ag、Ti、W 等元素，是寻找**斑岩 Au·Cu-Mo** 矿床的指示。

Hg、As、Sb、Se、Au 等元素(异常)共生与**浅成低温热液矿化**作用有关，是找寻汞矿、锑矿、雄雌黄矿和金矿床的重要指示。

Mg、Fe、Cr、Ni、Co、Cu 等元素共生，并伴有 B，与超镁铁的超基性岩密切相关是找寻**铬铁矿、铜-镍-铬矿**的重要指示。

Ti、Mn 与贱金属共生(有时 V 含量也较高)，一般是**沉积类型矿床**的标志。(如，沉积赤铁矿床，沉积菱铁矿床，砂岩铜矿，沉积铅—锌矿床等)

Li、Be、B、P 等元素(异常)共生与含稀土、稀有矿化有关，和含磷灰石的伟晶岩脉有关。

Cu、Pb、Zn、Ag、Mo 等异常共生，一般与**中温和中—高温热液矿化**作用有关，是寻找热液贱金属矿化的标志。



关于 Zn 元素。Zn 有高温闪锌矿和低温闪锌矿。

高温闪锌矿含 Fe，常与磁铁矿共生，含 Cd 低，Zn/Cd 比值大( $>500$ )；  
ZnCoFeMn(Sn)

中温 In Ga Sn

低温闪锌矿 Cd Sb Ge Ag Hg，含 Cd 高 Zn/Cd 比值小( $<100$ )。

因而，当在综合异常中仅有 **Zn 异常** 单独存在，**无 Cu、Pb 异常相伴**时，则可能是反映了 **高温阶段的闪锌矿**。

硫化物**多金属热液矿化**作用的特点是具有 Cu、Pb、Zn 3 个元素异常共生产出的特点。

热液金矿床中除 Au 外常伴生有 Hg、As、Sb、Pb、Zn、Ag、Cu、Bi、Mo、Co、Ni 等元素的异常。在一个矿床上，这些元素的异常不一定全部出现，但会出现其中的大部分。

中高温热液金矿床中还伴生有 W、Sn、Be 等元素的异常。普查时，上述元素均可作为找金的指示元素，但其指示的作用不相同。

热液金矿床或矿体，其**原生晕存在元素分带**现象。一般，  
Hg、As、Sb、Ag 为矿体或矿带前缘元素；  
Pb、Zn、Cu、Bi(有时有 Mo)常出现在矿体或矿带的中下部；  
Mo、W、Co、Ni、Sn、Be 总是为矿体或矿带尾部的异常元素。

中高温热液金矿床一般含 Cu、Bi 较高，Hg、Sb 含量较低。矿床中 Cu、Bi 含量高的部位金品位往往也较高。

热液金矿床，不论是出露矿或盲矿，地表土壤中均会有 Hg 异常存在。Hg 异常一般出现在矿体正上方及其前缘的构造带上，矿体或矿带尾部 Hg 含量低，比较而言，高温矿床 Hg 异常弱(或几乎没有)，低温矿床的 Hg 异常强。

热液金矿床元素原生分带总的分带序列：  
B-Ba-Hg-Sb-As-Ag-Au--(Pb-Zn)-Cu-Bi-Mo-Ni-Co-W-Sn-Be。

铜镍硫化物矿：Ni、Cu、Fe、Co、Pt；

钼钨矿：Mo、W、Fe、Sn、Cu、Zn；

金多金属硫化物矿：Au、Cu、Pb、Fe、As、Bi、Zn；