

滇中某铁矿床的物质成分及其若干成矿特征

昆钢地质队 冯贤仁

本文以物质成分资料为基础,对滇中铁矿带上一个具有代表性的铁矿床的某些矿化特征作一粗浅论述,以供有关方面参考。该项工作是在云南冶金地质勘探公司综合研究队铁组的配合和协助及昆明冶金研究所的支持下完成的。

一、矿区地质简况及岩脉活动

本区位于川滇纵向构造带的中南部。地层为一套前震旦纪(昆阳群)浅变质砂、板岩。矿田构造为不对称的 $\times\times\times$ 复式向斜,断裂褶皱发育。矿体严格受断裂制约,受岩性控制不太明显。矿体成群成带出现,尖灭再现或侧现现象普遍,呈陡倾斜脉状或透镜状穿切围岩,一般厚数十厘米,至二、三十米,长数十至数百米不等。矿体倾向延伸常大于走向。矿化和断裂的多期复合使先期的矿化遭受破坏或加富变厚。

区内地表有零星的多已风化或蚀变较强的基性岩脉(或透镜体)出露,钻孔中也陆续揭露了一些隐伏岩脉(亦蚀变较强)与矿体相伴产出,其产状基本与矿体一致,宽数十厘米至二、三十米,长十余米至百余米。岩脉中偶见流动构造,边缘有时可见与围岩层理一致的片理化现象。根据岩性对比,岩脉有石英辉绿岩(主要)和石英辉绿玢岩(较少)两种。前者为细中粒等粒状结构,粒度0.25~1毫米;后者为斑状结构,自形斑晶约占10%,斑晶粒度0.5~2毫米;基质为微至细粒状结构,粒度0.04~0.25毫米。镜下均具辉绿结构,以辉石、斜长石、

角闪石及其蚀变产物如绿泥石、次闪石、绢云母、碳酸盐、铁质等组成,副矿物有白铁矿、榍石、钛铁矿、磁铁矿;石英普遍。岩脉中局部见有石英、菱铁矿细脉穿插或沿裂隙有硫化物浸染。

二、矿物组合及其分布

1. 矿石类型 据矿石结构构造,矿物组合、工业利用及空间分布情况,本区矿石可分三种类型:

(1) 菱铁矿及石英菱铁矿型 为区内矿体最主要的矿石类型(多为贫矿),可单独构成矿体,或沿矿体(群)两侧及两端分布,从地表至深部均有产出。矿石以菱铁矿和石英为主,石英含量不均匀。矿石新鲜面呈灰、灰白或米黄色,氧化面呈灰黄、褐黄色。呈不等粒块状及“似角砾”(压碎状)构造,具细到粗晶以至巨晶状不等粒粒状镶嵌变晶结构。次要矿物有绢云母及微量绿泥石,常夹围岩碎块。矿石中后期黄铁矿、黄铜矿等浸染普遍,且常呈细脉穿插,或作不规则团块分布,局部有少量毒砂、黝铜矿、方铅矿及铁钨矿出现。

(2) 赤铁矿及石英赤铁矿型 是本区主要类型,为高炉富矿,一般沿菱铁矿化断裂的复合张开部位进行充填。矿石呈钢灰色或棕褐色,为细粒集合体之致密块状,主要由赤铁矿及石英组成。石英含量不均匀,呈不规则斑点状、角砾状,云朵状等。矿石中局部包裹有残斑状、巢状等硫化物团块。次要矿物有镜铁矿、假象赤铁矿、铁白云石、

云母等。镜铁矿和水赤铁矿有时构成矿石的最主要成分。

(3) 石英褐铁矿型 主要分布于矿体上部或断裂带边部, 为菱铁矿、硫化矿物及矿化围岩的氧化淋滤产物, 构成氧化带或氧化亚带。矿石呈褐黄、红褐、褐黑等色, 具蜂窝状、块状、海绵状、胶状、皮壳状、肾状等构造。以褐铁矿为主, 石英次之, 也常见水赤铁矿、水针铁矿、孔雀石、铜蓝、镜铁矿和锰土等。

2. 主要矿物特征、伴生元素及矿物生成顺序

(1) 菱铁矿 灰、灰白或米黄色, 呈菱形半自形或他形粒状、拉长粒状; 在围岩中以矿化出现时为微晶细晶状。粒度一般为0.2~4毫米, 小者<0.1毫米, 大者可达40毫米。由于受成矿后断裂挤压作用强烈, 故镜下普遍具镶嵌变晶结构、压碎结构, 波状消光。除主菱铁矿阶段外, 仍见有石英菱铁矿细脉穿插赤铁矿矿石及切割硫化物脉的超复现象, 在裂缝中有鸡冠状菱铁矿晶簇。故其生成世代应有三个以上。由于本区菱铁矿含MgO较高, 据五个单矿物分析从5.78~15.41%, 称为“菱镁菱铁矿(或含镁菱铁矿)”较为适合。

(2) 黄铁矿 呈散点浸染状、不规则团块状或细脉状, 粒度0.35~15毫米, 小者<0.2毫米。晶体压裂纹普遍, 具碎裂结构。根据对Co元素的赋存状态的考查表明, Co主要呈类质同象存在于早期黄铁矿中。选矿试验结果, S、Co作为伴生元素(图1)可以综合回收。

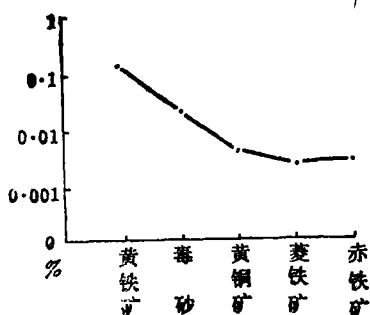


图1 不同矿物中钴的含量变化曲线

(3) 黄铜矿 出现广泛, 但量微, 仅局部富集, 呈不规则细脉状、浸染状、斑点状和团块状, 常有微量辉铜矿、黝铜矿与之伴生。选矿试验表明, 铜矿物可作为菱铁矿石中的有益元素综合回收。

(4) 赤铁矿 钢灰色, 有时为深红褐色, 由粒状集合体构成块状。粒径为0.015~0.25毫米。镜下可见, 有粒度较粗及呈微粒状两种, 后者常充填在前者间隙中, 对前者有熔蚀现象。少数具弱磁性, 局部有假象赤铁矿, 部分为细片状之镜铁矿。

(5) 褐铁矿 经光谱查定普遍含Cu较高(>0.01%), 个别矿体中达0.5~0.8%。

(6) 铁钨矿 发现在菱铁矿体的个别地段中, 呈二、三十厘米厚的透镜状块体产出。矿物呈黑色厚板状, 阶梯状断口, 条痕褐黑, 粒径(长轴)达20毫米, 隙间有很稀少的硫化物浸染。经化学分析(项目不全): WO₃69%, FeO23.1%, MnO0.76%; X光分析所测数据基本与黑钨矿相符。

(7) 石英 灰白、乳白、玫瑰等色, 粒度悬殊大, 有时呈块状, 有时为角砾状。在镜下观察普遍有相当数量的玉髓, 波状消光。

表1

生成顺序 阶段 矿物	石英 菱铁矿	石英 硫化物	石英 赤铁矿
石英	——	——	——
菱铁矿	——	——	——
铁钨矿	——	——	——
黄铁矿	——	——	——
黄铜矿	——	——	——
毒砂	——	——	——
黝铜矿	——	——	——
辉铜矿	——	——	——
方铅矿	——	——	——
赤铁矿	——	——	——
绢云母	——	——	——
绿泥石	——	——	——
碳酸盐	——	——	——

表 2

矿化阶段		矿物	产状	围岩蚀变	矿化特征
I	石英菱铁矿	石英、菱铁矿、铁钨矿 (量少)	粗脉状、破碎团块状、 透镜状、细脉状	板岩褪色，绿泥石化、弱铁碳酸 盐化；砂岩石英岩化	Fe，弱W
II	石英硫化物	石英、黄铁矿、黄铜矿、 毒砂、方铅矿(量少)等	细脉浸染状、散点 状、斑点状	弱绿泥石化	Cu (Co)， 弱Pb
III	石英赤铁矿	石英、赤铁矿	粗脉状、透镜状、细 脉状	板岩强烈褪色，硅化、赤铁矿 化、绢云母化；砂岩石英岩化	Fe

光常见，具变晶、压碎、锯齿状等结构。在矿化前、矿化过程中，以至矿化结束后均有其析出。

本区矿物生成顺序示于表 1。

三、矿化阶段的划分

根据区内矿石的相互关系及形成顺序，可将矿化作用分为三个主要的阶段（表2，未构成工业矿化的超复现象未予列入）。

I、石英菱铁矿阶段 为本区矿化早而广泛并较强烈的主要矿化阶段，构成主要矿石类型。矿体与围岩界线清楚，矿体中有围岩碎块，有的角砾状石英脉下延部分菱铁矿逐渐增多而变为石英菱铁矿脉，而在菱铁矿石中常见压碎构造并为后期矿物充填。因此本阶段溶液在沉淀方式上反映了充填—交代性质。

II、石英硫化物阶段 矿化广但较弱，主要迭加于石英菱铁矿阶段之上。矿化强度从东部矿段到西部矿段显著增强，有矿巢出现，矿液以充填浸染方式沿石英菱铁矿矿石的微裂隙及近矿围岩分布。本阶段大致又可分出两期：黄铁矿较早，黄铜矿、方铅矿较晚。

III、石英赤铁矿阶段 此阶段矿化强烈，东部矿段尤甚。矿化主要沿已菱铁矿化的断裂带之再开裂部位进行充填，在接触处

之赤铁矿中普遍有菱铁矿晶痕，镜下可见沿菱铁矿晶隙及解理有许多赤铁矿细粒侵入、充填及吞蚀现象；同时赤铁矿对硫化物也有熔蚀作用，在赤铁矿体中可见黄铁矿等作残斑状、孤岛状嵌布。矿体与围岩界线清楚，其矿化亦显示充填（与围岩）—交代（与菱铁矿体）性质。该阶段赤铁矿体矿石致密，未见有象菱铁矿体那样普遍的压碎构造，这也是证明其生成晚于菱铁矿阶段的重要依据之一。

四、矿石的次生变化

本区为一温湿亚热带地区，断裂发育，水循环较易。一般地说，对氧化作用的进行比较有利。但由于山脉切割较剧，侵蚀速度大于氧化速度，围岩多为不透水层，赤铁矿矿体本身亦很稳定，因而矿体的氧化作用发育不普遍。只有那些出露于地表的露头、受成矿后断裂破坏显著的部分以及本身含有硫化物的菱铁矿矿体，才有局部的比较剧烈的氧化作用；其深度有时可达200米，分带现象不显著。各类型矿石次生变化过程如下：

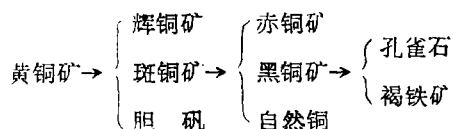
1. 石英菱铁矿 在地表及断裂通过的矿体部分，裂隙水丰富，利于矿石氧化，矿石中所含硫化物不但本身氧化很快，而且在氧化过程中产生的硫酸更加速了菱铁矿的分解，其过程为：

灰白色块状菱铁矿→褐黄焦黄色菱形格架疏松粉末状水针铁矿→褐黑色菱形格架蜂窝状、胶状、块状褐铁矿、针铁矿及软锰矿

在菱形格架的蜂窝状石英褐铁矿中，常可见到还未完全氧化之石英菱铁矿矿石包体。

2. 石英硫化物 其主要成分为黄铁矿及黄铜矿，氧化过程为：

黄铁矿→夹烟灰状黑色粉末之次生黄铁矿→海绵状胶状块状褐铁矿，或棕红色赤铁矿，针铁矿
→松散状黄铁矿砂



值得注意的是在某些局部地段，由于氧化淋滤而产生的次生富集现象，个别刻槽样品含Cu达12.5%，出现辉铜矿、黑铜矿、赤铜矿（砖红铜矿）、自然铜等特殊的矿物组合。

3. 石英赤铁矿 由于矿石本身系稳定的氧化物，除有时形成水赤铁矿外，一般只表现为：

块状赤铁矿石→疏松状赤铁矿砂
块状镜铁矿石→疏松粉末片状镜铁矿砂或棕红色质软染手之水赤铁矿

4. 矿化围岩 近矿矿化破碎砂板岩，由于风化淋滤等原因，也可形成褐铁矿矿石，其特征是色杂，结构粗糙，具原岩薄层状构造痕迹及岩石残块。此种褐铁矿矿石不多，含铁低。

由上可见，本区的褐铁矿矿石主要系菱铁矿及硫化物氧化而来。从规模上看，菱铁矿分布广，而硫化物量较少，又多浸染于菱铁矿矿体中，因此区内绝大多数褐铁矿是由菱铁矿氧化来的，这一点在野外辨别及评价“铁帽”时是应予注意的。

五、围岩蚀变

1. 褪色 近矿黑色板岩由于受热液影响，碳质减少（去碳作用）而褪色为浅灰、灰绿或淡红灰色，有新生矿物白云母—绢云母出现，故此褪色实为绢云母化。黑色与褪色接触界线或以断裂为界，或为渐变，或受节理层理影响呈阶梯状。褪色带中常有透镜状、团块状黑色残余。褪色板岩在镜下观察，原岩中的泥质物及显微纤维状维晶局部明显地变为纤维云母鳞片复晶。此褪色在赤铁矿矿体两侧尤为明显，其蚀变宽度有时可达数十米，局部有叶腊石化相伴。褐色岩石中常有微晶状碳酸铁及赤铁矿浸染。当有赤铁矿脉穿过褪色带而进入黑色板岩中时，脉幅急剧变窄而很快尖灭。

2. 硅化 据观察有三种形式。

（1）石英脉 分布广泛，形成时间较长，多在铁矿化发生前即已沿断裂形成。之后断裂再次活动，石英被搓碎呈角砾状，然后被菱铁矿（或赤铁矿）填充交代，形成石英菱铁矿脉。这可从有的穿脉上部有角砾状石英脉其下延部分逐渐变为石英菱铁矿脉的现象得到证明。当石英脉被赤铁矿充填交代时，则石英被铁质染成玫瑰色。因此这种石英脉属于早期形成。

（2）热液硅化 为含矿热液所引起，仅在近矿部位发生，宽约数十至十几米。在板岩中表现为沿裂隙有石英细网脉、细脉穿插充填；在砂岩中表现为石英岩化（由粒状镶嵌结构变为花岗变晶镶嵌结构、齿状结构等）。此种硅化在菱铁矿矿体旁较微弱，而在赤铁矿矿体的近矿围岩中则比较显著，与后者关系密切。

（3）次生硅化 为成矿后冷水溶液次生淋滤而成，为空洞中之晶簇及裂隙中之隐晶状硅质，意义不大。

3. 绿泥石化 蚀变范围较窄，多在菱铁矿矿体旁侧的破碎板岩裂隙中，意义较小。部分见于具压碎结构的菱铁矿裂隙中，伴随硫化物发育。

六、有关成矿作用的几个问题

1. 关于基性岩脉，应该注意到：（1）在宏观上岩脉与铁矿体相伴出现，且受同一控矿裂隙制约，其空间关系密切；（2）岩脉本身被石英菱铁矿细脉穿插及沿裂隙有硫化物浸染，说明它在时间上早于成矿期；（3）根据岩性对比，岩脉活动可能不止一次；（4）岩脉与围岩无显著的接触蚀变现象，但根据岩脉中普遍含有石英和石英向边部增多的情况看，岩脉显然受了围岩成分的影响；（5）本区岩脉以含石英为其特点，在其侵入活动后的矿化各阶段也显示富含硅质，表明岩脉与矿体有一定的内在联系。

综上所述，本区石英辉绿岩可作为该类（下转第17页）

和发展动向、总结成矿规律、研究找矿方向入手，作出省（区）性的找矿规划；有助于冶金地质各级领导机关掌握冶金地质工作的全局，也为地质勘探队找矿工作的安排提供依据。所以，这是一项具有战略意义和现实意义的工作。

找矿规划的编制以省（区）为单位较为适宜，这样既利于发挥各省（区）的积极性，又便于组织力量，较能适应需要，切合实际，有的放矢，并便于规划的实施。

2.贯彻“鞍钢宪法”是编好规划的基本保证 这就要坚持政治挂帅，加强党的领导，掌握工作方向，协调各方面的力量。编制规划要走群众路线，以勘探队为基础，实行几个方面的相结合，充分发动群众关心规划，参予编制工作。

规划内容从实际出发，既有长远打算，又有较近期的工作安排。这样，规划有群众基础，便于实施；既能成为领导机关部署工作的依据，又可成为群众的自觉行动，而不致成为一纸空文，束之高阁，流于形式。

3.编制找矿规划本身就是一项调查研究工作 冶金地质系统的各科学研究单位（所、室、组）参加编制找矿规划是科研人员与地质勘探队的同志一起搞科学研究的过程，是科研结合生产的一种重要形式。

4.突出重点，抓紧实施 找矿规划的内容要突出重点，避免繁杂，并抓紧实施。同时应根据冶金工业发展的需要及找矿实践进展的情况，定期检查、修改和补充，以适应形势发展的需要，及时指导冶金地质工作的持续开展。

（上接第7页）

铁矿床的一个重要找矿标志。

2.本区不同矿石类型、分布特点和相互关系表明，成矿作用不是一次完成的。伴随着断裂的多次活动，有多阶段的矿化迭加，一方面显示了矿床的热液脉动特点，另方面造成了矿体变富和规模的扩大，这一点为在矿化带上寻找富厚地段（矿体或矿结）提供了可能性，在评价勘探中应予重视。

3.从本区的矿化具有脉动特点这一事实出发，原来认为地表为褐铁矿，下部为赤铁矿，再向下为菱铁矿的垂直分带只不过是一种表面现象。实际观察表明：第一，地表的褐铁矿绝大部分都是由菱铁矿氧化来的；第二，在菱铁矿之下的深钻中仍有赤铁矿矿体存在。这种重迭出现的现象提供了今后不单是在赤铁矿矿体下找菱铁矿，而且在菱铁矿下也仍可存在赤铁矿矿体存在的线索。

4.本区的围岩条件提供了丰富的硅质来

源，在区域变质作用、多次断裂活动及热液等多种因素影响下，本区的硅化就显得比较广泛和突出，结合到早期石英脉一般所占据的构造有利部位而成为导矿的“前锋”，因此早期石英脉也是一个重要找矿标志。

5.一般地说，本区的地区因素是对氧化作用有利的，但由于矿体受所处局部因素的限制，故氧化带仍不发育。但必须注意到本区矿石成分特点和那些可以产生氧化作用的地段，因为这些地段有的已被证实有伴生组分次生富集（出现特殊矿物组合）的可能。这点也是值得注意的。另外，根据原生矿石氧化后所形成的铁帽特点，如菱铁矿石所形成的菱形格架蜂窝状构造而常夹有锰土，以及硫化物所形成的海绵蜂窝状构造等直观标志，为评价铁帽时提供了一定资料。

6.从矿物成分特点，特别是矿体中新发现有铁钨矿的产出，为该铁矿床属中低温热液型提供了矿物依据。