



烏拉尔接触交代铁矿床 分布的基本规律

矿带和构造体系

奥弗琴尼柯夫首次指出了一个很重要的区域性规律,即接触交代矿床呈南北向的狭长带分布,而且其中大多数产于两个主要带中;这两个带从东、西两面各以“绿岩”复向斜(塔吉尔-马格尼托哥尔斯克拗陷)为界。在以后的著作中,上述情况得到进一步明确:次一级的褶皱构造(复向斜和复背斜)的限定,在烏拉尔总体上确定是区域性的成矿控制构造。以上构造连接带(图1、2)的特点是:深成断裂发育,火山活动强烈,并有似玄武岩成因的基性、超基性岩及花岗岩类等火成岩侵入。

一些研究者还确定,接触交代矿床在成因上与中生代火山旋迴的花岗岩类、辉长岩类及正长岩类等火成岩有关;这些火成岩有机地加入辉长岩建造。含矿的侵入体具有一系列特殊的标志。

对接触交代矿床分布资料的深入研究,目前在烏拉尔东坡可划分出九个矿带(图3);它们的划分不是以单个矿床、而是以矿带为基础的。从西到东这些矿带分别为:

I-II.塔吉尔-马格尼托哥尔斯克拗陷中的西部主矿带和东部主矿带。

III.斯维尔德洛夫斯克大复向斜与维尔希谢特-萨拉金大复背斜连接带中的东部第二矿带(罗曼诺夫斯克、彼斯克、彼得罗卡姆斯克等矿床)。

IV-V.沿阿拉帕耶夫-切琴斯克大复向斜边界分布的东烏拉尔拗陷中的东部第三、第四矿带(切琴斯克、兹良库里斯克、斯切平-莫斯卡依组矿床)。

VI-VII.沿瓦尔年-新格奥尔基耶夫大复向斜边界分布的东烏拉尔拗陷中的东部第五、第六矿带(新尼古拉耶夫、朴别多奥卡布里、卡赞、卡尔塔雷-阿雅特组、萨雷奥宾等矿床)。

VIII.马林诺夫斯克大复向斜与亚历山大洛夫复向斜连接带中的东部第七矿带(切连奇耶夫-萨尔推克矿汇的一些矿床和克留切夫矿床等)。

IX.烏拉尔与哈萨克褶皱区交界处的瓦列里雅诺夫槽地帶中的土尔盖(后烏拉尔)矿带(阿列什-弗维金、卡哈尔-达维多夫、罗曼诺索夫-索

科罗夫-萨尔拜、叶勒泰-库尔朱库里、阿达耶夫-别恩卡林以及其他矿汇中的矿床)。

上述矿带中以土尔盖矿带、西部主矿带和东部主矿带的工业意义最大。这是由这些矿带的地质构造特点所决定的。地震测深资料(图2)表明,这里玄武岩层的厚度巨增,同时该层之上界靠近地表,而穿过矿田的大断裂带延深极大,直至上部地幔。

在矿带范围内矿田分布不均,他们多半位于烏拉尔全貌的大断裂构造与东西向和近东西向的褶皱-断裂构造的交汇处附近。这些褶皱-断裂带的存在是不容怀疑的,但其性质尚未最后查清;区域地球物理研究的结果使这些构造得到了很好地确定。另外,在烏拉尔全貌上岩石走向的剧变(图1,4),岩脉、火成岩体和矿体产状要素及外观的变化,火山岩建造的更替,火山岩层厚度的局部增大,以及其他特征,都说明这种构造是存在的。在烏拉尔中部一带,东西和近东西向的构造在很大程度上被改造成烏拉尔全貌的褶皱,仅留下微弱的残余,但在滨烏拉尔和后烏拉尔这种构造却相当明显。对环绕于土尔盖矿带某些东西向断裂构造带中的地下水化学成分研究表明,其中氮含量较高,而且在上述构造与烏拉尔全貌大断层交汇的地方,水中氮的数量成百、成千倍地增长。

不同方向和时代的大断裂构造的存在,不仅有助于气体,而且有助于大量热能和岩浆熔岩向地表渗透,这对接触交代矿床的形成是有利的。因此,这些矿床的矿田落在东西向和南北断裂构造的连接带和复杂的构造体系的交汇地段上(图1,2,3),绝不是偶然的。

矿田和矿床构造

目前,从研究烏拉尔矿田、矿床构造中可以得出如下结论:

1.接触交代类型矿田通常产于岩石受破坏最强烈的地方;这里围岩岩层的产状要素在较短距离内发生变化,或者围岩岩层被近南北向和近东西向的大型断裂破坏。这种断裂在生成时间上与含矿侵入体的形成相吻合。在矿带赋存的深断裂带中,水平

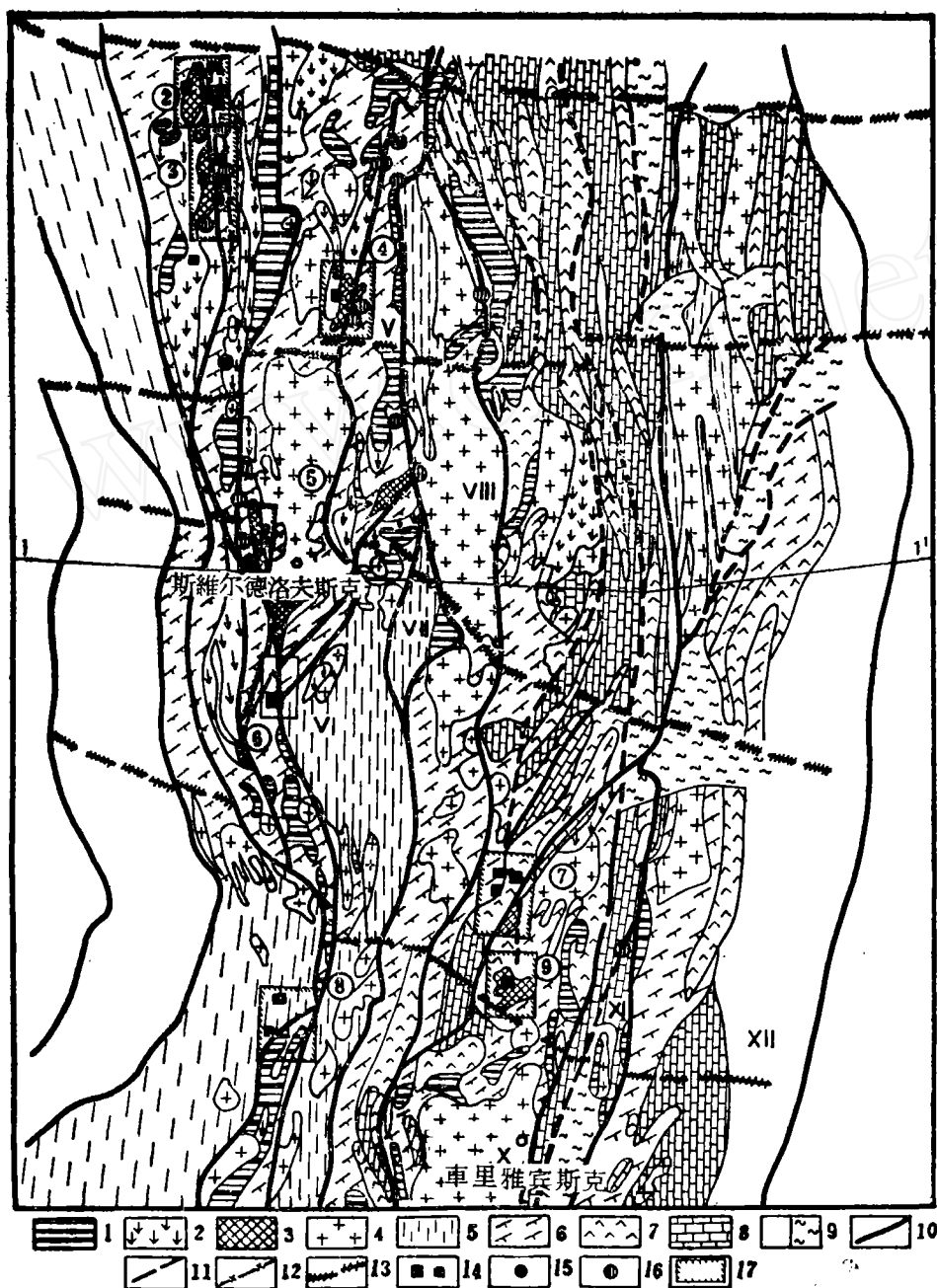


图1 乌拉尔东坡中部地质-构造示意图

1. 中、上古生代橄榄侵入岩建造; 2. 辉长岩类建造的基性侵入岩; 3. 辉长岩类建造的酸性侵入岩; 4. 花岗岩建造;
5. 前寒武系—里靠阶地层; 6. 下古生代和志留系地层; 7. 泥盆系地层; 8. 石炭系地层; 9. 中生代和第三系地层; 10. 一级和二级深成断裂; 11. 三级断裂; 12. 控制成矿的局部断裂; 13. 横向褶皱—断裂构造轴 (据物探及其他资料); IV—XII. 复背斜和复向斜; IV. 维尔希谢特复背斜; V. 斯维尔德洛夫斯克复向斜; VI. 阿拉米里复向斜; VII. 司谢尔特—伊耳诺诺哥尔斯克大复背斜; VIII. 穆尔金斯克—苏翁杜克大复背斜; IX. 车里雅宾斯克大复背斜; X. 马林诺夫斯克大复背斜; XI. 阿拉帕耶夫—切琴斯克大复向斜; XII. 科彼伊斯克—多姆巴罗夫斯克大复向斜; 14. 接触交代矿床; 15. 矿点; 16. 有望磁异常; 17. 接触交代矿床的矿田 (圆圈中的数字); 2. 哥罗布拉格达特; 3. 维索科哥尔斯克; 4. 彼得罗卡姆斯克; 5. 彼尔沃乌拉尔斯克; 6. 古麦谢夫斯克; 7. 兹良库里斯克—库里姆雅利夫斯克; 8. 切普罗哥尔斯克—乌菲姆斯克—苏古尔斯科; 9. 切琴斯克

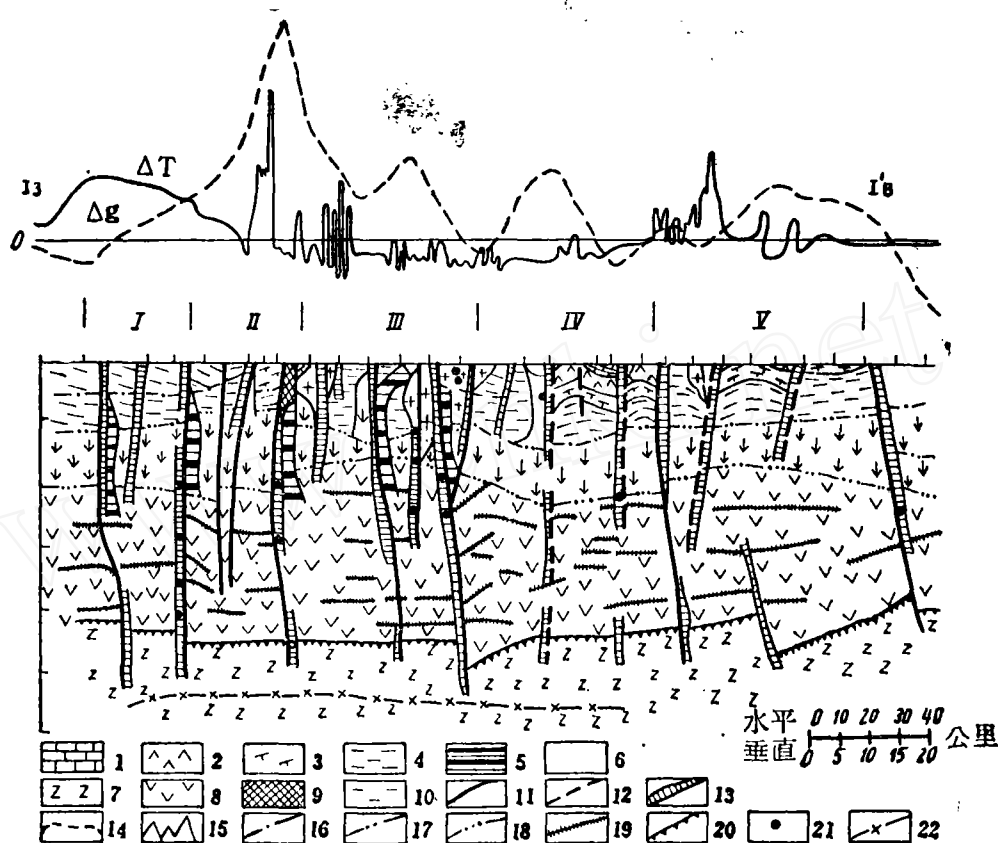


图2 中乌拉尔范围内地壳的地质—地球物理剖面
(包括地震测深资料)

1. 石炭系岩石; 2. 泥盆系喷出—沉积岩层; 3. 以火山岩为主的志留系岩层; 4. 前寒武系—里靠阶变质岩; 5. 蛇纹石化超基性岩; 6. 基性岩: 辉长岩、辉长角闪岩、辉长辉石岩; 7. 榴辉岩、橄榄岩、硬玉岩; 8. 深成超基性岩; 9. 有利于接触交代矿化生成的类玄武岩成因的花岗岩类; 11. 一级和二级深断裂(据地质资料); 12. 三级深成断裂; 13. 据物探资料推测的深断裂; 14. 重力观测值; 15. 磁化率观测值; 16. 古基底面(花岗岩英岩层); 17. 花岗岩英岩层之底板; 18. 科恩拉德界线(玄武岩层面); 19. 地壳中的地震界线; 20. 莫霍罗维奇面; 21. 折射点; 22. 深部层内的地震界线。I. 中乌拉尔隆起; II. 塔吉尔坳陷; III. 东乌拉尔隆起; IV. 阿拉帕耶夫—切琴斯克大复向斜; V. 马林诺夫斯克大复背斜

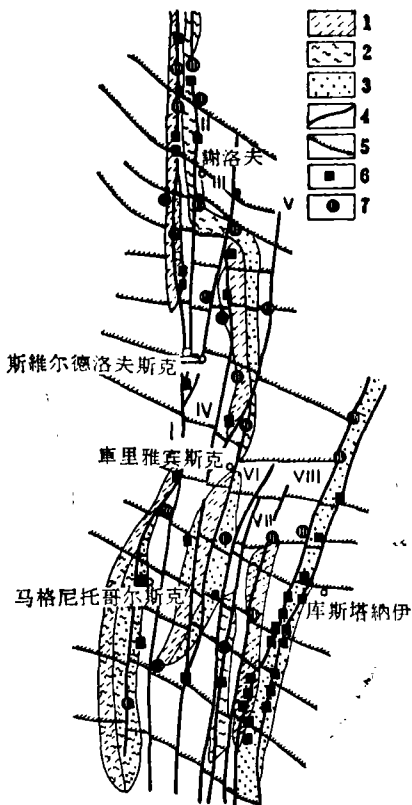


图3 乌拉尔接触交代铁、铜矿床分布略图
(包括预测要素)

有利于接触交代矿床形成的岩性—岩相带: 1. 志留系; 2. 泥盆系; 3. 石炭系; 4. 决定含矿侵入体和矿床分布的深断裂带(I—IV带); 5. 横向褶皱—断裂构造轴(据物探及地质资料); 6. 接触交代矿床的已知矿田; 7. 有望地段(磁异常)

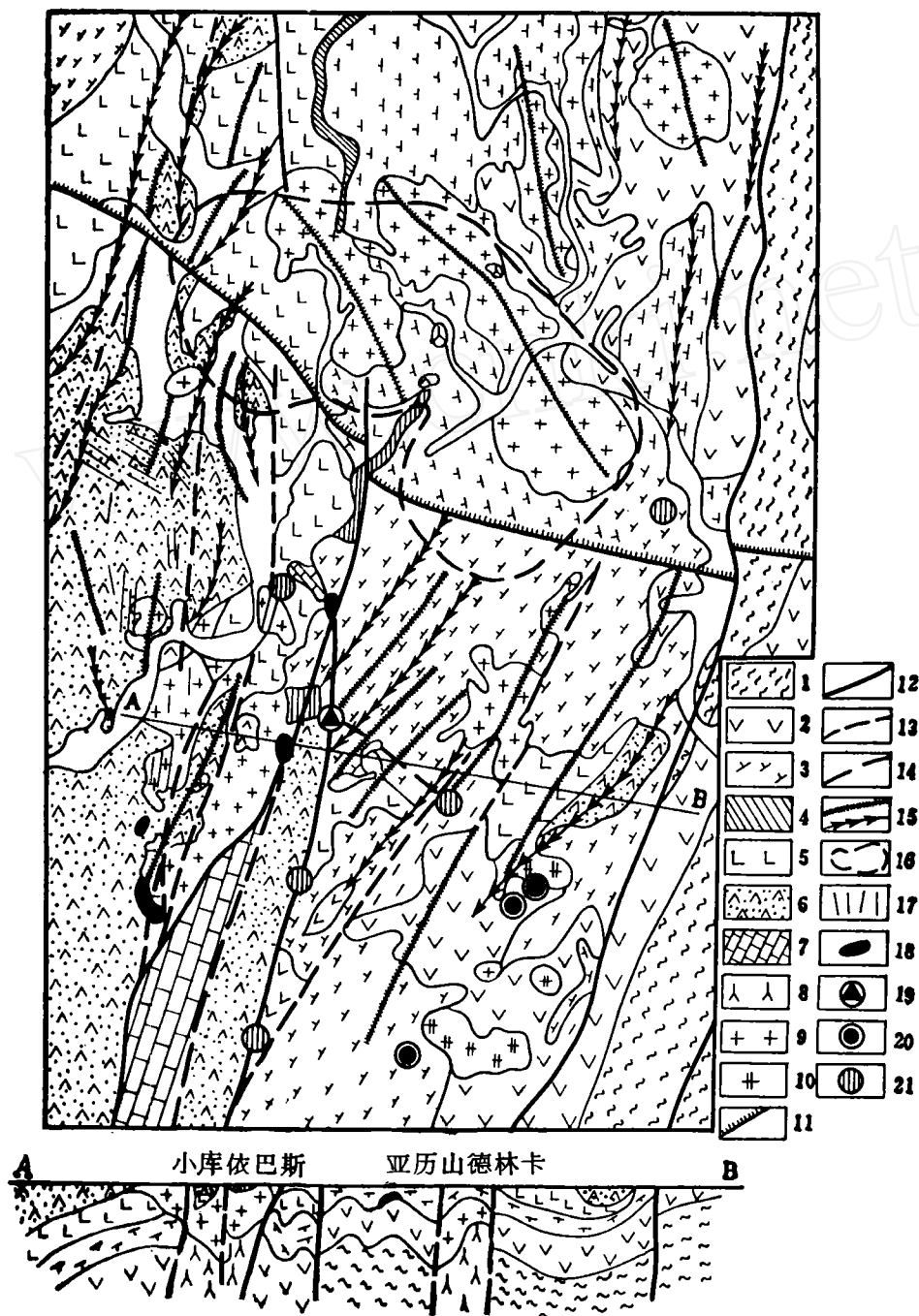


图4 马格尼托哥尔斯克地区内构造体系某矿汇的构造

1. 前寒武系—里靠阶岩石; 2. 火山沉积岩层, S_1 ; 3. 火山沉积岩, S_2-D_3 ; 4. 姆坎索夫层; 5. 火山沉积岩层, D_3 ; 6. 火山沉积岩层, C_1 ; 7. 灰岩, C_1 ; 8. 辉长岩类; 9. 马格尼托哥尔斯克杂岩体的花岗岩类; 10. 同造山期的上古生代花岗岩类; 11. 东西向古老构造的推断轴向带; 12. 一级和二级深成断裂; 13. 三级和四级成矿控制断裂; 14. 成矿期后断裂; 15. 乌拉尔褶皱构造轴: a—背斜轴; S—向斜轴; 16. 近东西向的重力最大值; 17. 大岩墙; 18. 接触交代型矿床; 19. 热液矿床和矿点; 20. 砂卡岩型稀有金属矿床; 21. 远景异常

运动和部分放射状运动导致了断裂的形成。

2. 当金属矿床产在短轴背斜折皱顶部时, 形成于折皱转折端和翼部的缓倾剥离裂隙, 是主要的成矿控制 (矿质分配和容矿) 构造要素。在这种情况下, 陡倾断裂裂隙和剪切裂隙不是主要的, 尽管这些裂隙的存在对成矿有强化作用。当矿床形成于短轴向斜折皱 (含矿的侵入体也是在折皱中) 中, 作为含矿构造的陡倾断裂和剪切裂隙的作用剧增。在这里, 不仅可以见到缓倾的矿体, 而且还可以见到赋存于薄弱带内部的缓倾矿化交代岩带, 它们与断裂破坏有关。

3. 当含矿侵入体位于短轴背斜折皱中时, 在成因上与该侵入体有关的矿床主要产于侵入体的围斜末端 (图 4), 部分矿床产于接触带产状要素剧烈变化的地段。在侵入体的围斜末端可形成几个矿床或矿体, 他们相对于侵入体呈线状延伸并呈扇形分布。这种情况的产生, 是因为与侵入体侵入同时生成的成矿前的断裂破坏, 是作为成矿控制构造要素加以利用的。此种断裂的形成, 不仅被试验工作所证实, 而且波克洛夫-维索金、马格尼托哥尔斯克和阿烈克赛耶夫-柯尔大里采夫等矿田的详细地质填图资料也证明了这一点。

4. 在有利的岩石环境中, 于正在形成的侵入体附近产生的裂隙的对称排列 (图 5), 可以指望矿体的对称分布。事实上, 产于短轴折皱构造的许多矿田 (阿乌艾尔巴赫-图里雅、索科洛夫-萨尔拜、别恩卡林和马格尼托哥尔斯克等) 内, 矿床沿火成岩体的两个相反的方向分布, 并且在形态和成因上相似的矿体类型。

5. 乌拉尔的接触交代矿床虽然十分发育, 但所查明的构造-形态类型却不多。就产出条件而言, 这是一些产在片状火山-沉积岩层中的缓倾层状矿体, 它们与矿石及与其伴生的交代岩交代折皱翼部

和脊部薄弱地段中的有利层位及剥离裂隙带有关。还有一些是含矿侵入体附近的断裂断层带 (有时在火成岩与厚层灰岩的横向直接接触带上) 中的陡倾矿体。

6. 在矿床的任何一个构造类型中, 矿体的数目是不同的, 但在组合 (折皱-裂隙) 构造的矿床以及短轴背斜翼部与断裂和剥离裂隙有关的矿床中, 大量的矿体却很引人注目。矿化的不连续分布对任何类型都有代表性, 因此在找矿勘探中应予注意。

7. 根据断裂带中特殊的交代蚀变, 成矿前的岩脉和侵入体的存在, 以及化探、物探异常, 可以有把握地把控制成矿的断层与成矿后的断裂区别开来。地质勘探实践表明, 沿着这种断层找矿, 不仅可能找到新矿体, 甚至能够找到新矿床。

决定矿化赋存的岩性因素

众所周知, 绝大多数描述的矿体赋存于孔隙度较大的石榴石、辉石及辉石-石榴石砂卡岩中, 有时也产于含水硅酸盐 (阳起石-绿帘石、绿帘石-绿泥石、阳起石-石英-方解石) 交代岩中。生成上述交代岩必须有含钙的原始岩石存在。这种岩石首先是灰岩和白云岩, 多呈火山岩中之夹层出露于矿田中。

研究乌拉尔最大的图尔盖铁矿床表明, 除灰岩以外, 灰质凝灰岩——层凝灰岩、凝灰岩、凝灰砂岩、凝灰角砾岩以及泥质-灰质页岩、砾岩等等, 在成矿过程中起着很大作用, 而并不以灰岩为转移。在岩石孔隙度较大的情况下, 上述岩石中硅酸盐和碳酸盐物质的天然存在, 可以促进交代作用的发育。此种交代作用, 在很大程度上也扩展到围岩——火山岩当中。在有利的构造条件下, 与细碎屑火山岩层和基性或中性成分的喷出岩瓦层的浅水海相沉积物分布区, 受侵入体的作用可成为强烈交代作用的场所, 其结果这里成了铁矿床生成的地方。在这种情况下, 矿床离含矿侵入体的距离极不相同, 可由 0 到 6 公里。

目前, 在详细的岩石学研究基础上, 乌拉尔东坡划分出完全固定的影响到矿床分布的有利岩层的岩性-岩相带 (图 8)。在某一地区内, 上述岩性-岩相带沿走向限定着矿田的规模, 看来也可以限定某一地区矿化向深部的分布。

有些研究者根据磁铁矿矿化产于固定的火山-沉积岩系, 矿体呈层状, 以及角砾状磁铁矿的存在等特点, 得出了原始矿质是火山-沉积成因的, 后来在侵入体的作用下受变质这样的结论。作者不同意这种观点, 其理由是:

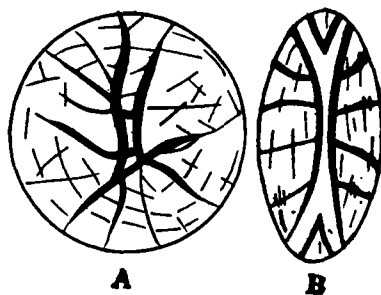


图 5 侵入体上部断裂裂隙在平面上的分布试验资料

侵入体的形状: A—圆形; B—椭圆形

1. 层状矿体同样也是交代矿床所固有的, 况且真正的磁铁矿层在任何一个矿床中也未曾见到。通常这是一些似层状和透镜状矿体, 在平面和剖面上具有古怪的外形, 有时为雁行状的多层矿体, 呈钝角迅速尖灭。在一些矿床中, 见有产状很陡、与沉积岩和喷出-沉积岩方向呈斜交关系的矿体, 而且这种矿体的矿石结构和成分与缓倾似层状矿体的矿石完全相同。

2. 矿体中钙质层 凝灰岩、凝灰岩、玢岩、灰岩 (有时为凝灰角砾岩和凝灰砂岩) 残体非常丰富, 并可见到它们被矿质逐渐交代的现象; 但在任何地方也没有见到含赤铁矿的陆源或火山沉积岩的残体, 由于这一种岩石的交代作用似乎应有磁铁矿生成。细粒层凝灰岩中的条带状赤铁矿-磁铁矿矿石极不发育, 同时也未见这种矿石向块状磁铁矿矿石的直接过渡。

3. 某些矿床的砂卡岩带中所见到的碎屑状磁铁矿, 无疑是交代成因的, 因为在这附近, 可以说在几米之内, 见有碎屑状和细脉状的柘榴石砂卡岩, 大型的细脉状和矿巢状磁铁矿堆积体, 有时还见有被矿质逐渐交代的火山和沉积岩残体。

4. 图尔盖等一些砂卡岩矿床的磁铁矿光谱定量分析表明, 其中不含钨 (分析精度为 $10^{-4}\%$), 钨的含量也极低 ($1.0\sim 1.7$ 克/吨), 而这些元素对沉积成因的矿石是非常特征的。

5. 在所有的接触交代类型矿田内 (包括图尔盖矿床在内), 确定矿床与辉长岩建造的侵入体有空间和成因上的联系。在某些矿床已经揭露的范围内, 虽然没有发现大型侵入体存在, 但还不足以成为侵入体根本不存在的证据。况且, 地球物理和地质资料证明, 在矿床下部的一定深度内有这种侵入体存在。

6. 火山沉积成因论者, 把厚度巨大的近矿碱交代作用带 (这个带明显地表现为火山岩和火山-沉积岩的褪色) 归结为火山喷硫活动的产物。但是这些带为什么仅见于矿体附近 (特别是上盘)、而在矿床之外却没有呢? 这是解释不通的。另外, 褪色岩石还具有一定的交代分带 (下面将要谈到)。

柯尔仁斯基认为, 褪色的近矿岩石是由于岩浆期后溶液向火山岩层渗滤而形成的。当碳酸盐和含碳酸盐的岩石被砂卡岩和矿石交代时, 在其附近产生碱性增高, 引起长石岩的分解, 其中伴随有大量新生成的后成矿物, 主要是钠长石 (系交代奥长石或比钠长石、斜长石更为基性的矿物而成) 和透辉石 (多数系交代暗色矿物而成)。许多研究者指出, 在近矿碱交代作用中有大量的铁、镁、钛和其

他元素从火山岩层中被带出; 后来这些元素参与了矿体的形成。

一些研究者对马格尼托哥尔斯克、索科洛夫-萨尔拜、别恩卡林等矿田所作的计算表明, 包含在矿石和砂卡岩中的铁的数量与在褪色过程中游离出来的铁的数量相当 (在矿床已圈定的范围内)。因此, 褪色岩石不仅是接触交代矿化的非常重要的找矿标志, 而且也是决定矿化赋存的因素之一, 因为从火山岩中淋滤出来的铁, 参与了铁矿体的形成。受强烈的褪色化影响的岩石体积常与矿化规模成正比。

详细研究褪色岩石可以划分出以下几个类型:

1. 赋存于厚度较大的砂卡岩带内部或其边缘的透辉石-斜长石岩, 扩散交代作用对这种砂卡岩的生成起主要作用。上述岩石的特点是: 在磁铁矿缺失的情况下, 次生的细粒透辉石与基性较高的斜长石 (拉长石-中长石) 共生。这时基性长石易于分解, 并被钠长石以及绢云母、绿帘石、方解石 (有时为葡萄石) 的集合体交代。有时尚有透闪石-阳起石系列的纤维状角闪石、绿泥石、石英和黄铁矿作为后生矿物出现。

2. 在喷出岩层内部形成于厚度不大的砂卡岩带边缘或不伴随砂卡岩的矿体附近的以钠长石为主 (钠长岩) 的透辉石-钠长石、黑云母-钠长石、阳起石-钠长石及绿泥石-钠长石岩, 是在温度降低较快的条件下形成的, 或者说在形成交代岩时渗滤交代起主要作用。此种岩石的特征矿物有: 钠长石、榴石、白钛石、透辉石 (比前一种岩石要广泛得多, 但形态相同), 有时为钾长石、黑云母 (金云母) 以及较晚期的方解石、阳起石、绿帘石、绿泥石、石英、绢云母和黄铁矿等矿物。在这种情况下后生矿物通常发育比较广泛。和前一类型一样, 岩石的原始结构消失, 而过渡到中粒花岗变晶结构、细粒角岩结构、变余斑状结构和非均质变晶结构。

3. 辉石-方柱石和钠长石-辉石-方柱石交代岩, 见于某些方柱石砂卡岩矿床 (如烈巴任、索科洛夫、萨尔拜矿体等) 的近矿空间。与另一些矿床 (如卡哈尔矿床等) 含矿的方柱石交代岩的区别是: 这些岩石不含磁铁矿, 但有白钛石、亮绿色绿泥石、绿帘石、钠长石化斜长石和葡萄石存在。辉石 (透辉石) 与比卡哈尔矿床酸性要高的方柱石 (钠柱石-针柱石) 密切伴生, 通常为细粒, 具强烈发光, 并被钠长石、方解石、绿泥石、沸石交代。

4. 玫瑰色或橙色的钠长石、方解石-钠长石、方解石-绢云母-钠长石岩。这些岩石是在接触变质作用的低温阶段由辉石-方柱石和黑云母-钾长石-方柱石交代岩形成的。其特点是: 玫瑰色或橙

色钠长石与方解石(20~30%)和黄铁矿(5~20%)共生。另外还见有少量赤铁矿、石英、绢云母、白钛石、重晶石、闪锌矿、黄铜矿、绿帘石和钾长石之残余。黄铁矿(有时为赤铁矿和白钛石)常沿磁铁矿发育。

上述近矿交代岩的分布,在空间上受温度分带的制约。例如在瓦鲁耶夫矿床中,离开位于侵入体上盘的矿体向外,透辉石-斜长石褪色岩(厚度达140米)明显地被黑云母-钠长石(厚度100~350米)代替,之后又被绿帘石-钠长石岩(厚度大于300米)取代。在索科洛夫和萨尔拜矿床中,离开矽卡岩矿带向外,辉石-方柱石交代岩(厚100~400米)依次被辉石-钠长石交代岩和以钠长石为主的交代岩(钠长岩)代替。在南斯维特罗-扎尔库里矿床,当离开矿带时,明显地出现辉石-方柱石交代岩被钠长石-方柱石,而后又被阳起石-绢云母及石英-碳酸盐岩石依次代替。

如上所述,乌拉尔的绝大多数接触交代矿床的矿带,产于由石榴石和单斜辉石(始终以石榴石为主)所组成的矽卡岩带中。矽卡岩带的厚度变化很大(由10~400米),这与围岩的产状及其成分,生成矽卡岩以前的构造断层的性质及强度,以及与矽卡岩伴生的侵入体之大小有关。通常在侵入体与灰岩的陡倾接触带中,矽卡岩带的厚度最大(50~400米)。形成于地层接触带中或沿喷出-凝灰岩层中灰岩及钙质岩石夹层发育的矽卡岩带之厚度一般不超过50~200米。图尔盖矿带的一些矿床是上述原则的一个例外,那里由于以渗滤交代作用为主,矽卡岩不仅交代含碳酸盐的岩石,而且也交代了围绕它的安山玢岩、安山-玄武玢岩和玄武玢岩及其凝灰岩、层凝灰岩、闪长岩、闪长玢岩等硅铝质火山岩。在这种情况下,缓倾矽卡岩带之厚度可达200~300米,而矽卡岩带可离开含矿花岗岩类岩体延伸达数公里。这里,火山岩层在很大程度上显然是直接被岩浆期后溶液受热的。

以渗滤交代作用为主的条件下生成的矿床,其矽卡岩矿带一般比双交代矽卡岩更为复杂。在这里多次出现石榴石矽卡岩、辉石矽卡岩和辉石-石榴石矽卡岩与钠长石、方柱石交代岩带或磁铁矿矿带之互层。在这种条件下,沿原始造岩矿物发育的交代矿物假象非常罕见,石榴石和辉石的成分在整个交代柱的区间内均比较稳定。

渗滤矿床中,破碎交代岩广泛发育,其中包括含有再沉积(重结晶)的石榴石、辉石、磁铁矿、磷灰石和其他矿物的矽卡岩和矿石。重结晶的磁铁矿有时含有较高的钛;石榴石通常为非均质。在所

有类矽卡岩中,辉石(透辉石、钙铁辉石)常为细粒等轴或短柱状颗粒,常被染为浅绿色或无色。辉石中钙铁辉石分子的含量处于它在褪色的钠长石化和方柱化岩石中的含量水平,即约含20~30%钙铁辉石。渗滤交代成因矿床的特点之一是:其中辉石矽卡岩,有时和含水硅酸盐成分的交代岩(绿帘岩、绿帘石-阳起石和阳起石-绿泥石岩)一起分布较广。

磁铁矿化与矽卡岩化关系密切,它与矽卡岩的关系是伴生的或迭加的。有时,当石榴石和辉石的生成尚未终止时,磁铁矿即开始沉淀,显微构造关系就证明了这一点。这种关系表明:矽卡岩矿物与磁铁矿是同时析出的。工业矿化的规模与矽卡岩带的厚度并不成正比,而常成反比关系。磁铁矿矿石的赋存主要取决于有利的构造及岩性因素的结合,例如不同岩石接触带中剥离面以及破碎带和片理带的存在,原始岩石中一定数量的钙质岩石和孔隙的出现,以及近矿空间内岩石热液改造的程度等。

结 论

文中提出的接触交代矿床的分布和矿化赋存规律,是指导找矿勘探工作的固定前提。因为在矿带范围内,乌拉尔全貌的深断裂带与较古老的東西向和近東西向折皱-断裂构造的交汇地区,乃是接触交代作用的最有利地段,对这种地段首先应予以注意(图3)。在这里应进行详细的物探、地质和矿物-地球化学研究,以划分出控制成矿的和矿体赋存的构造(尤其是深部层位);划分出对形成接触交代矿化有远景的侵入体;划分含矿和不含矿的交代岩并描述其近矿分带;判断已发现的磁异常、重力异常极其他异常的性质。根据这些初步资料,指出至少20个可能发现新矿床的远景地段。

在新区,甚至在研究程度尚不够的已知矿田中,都必须注意以下几条已经查明的规律:

1. 在含矿侵入体附近矿床常作对称分布;
2. 在短轴向斜构造中,陡倾矿体广泛发育;
3. 矿体附近有褪色岩石晕存在,而且晕的厚度常与矿化规模成正比;
4. 低温的交代岩在空间上被比较高温的交代岩代替,通常证明接近了矿带;
5. 此外,在靠近含矿侵入体或断层带(它们有助于岩浆期后溶液的循环)的方向上,受到交代作用的岩石的倾斜,有利于成矿作用的发育。

晋译自:《Геология рудных месторождений》,1972, №4, стр.3-16

作者: Я.П.巴克拉耶夫