

## 地质填图篇(4)

“地质填图篇”共有12节,前6节已发表,本期内容为第七节沉积岩出露区地质环境的初步认定及找矿和第八节侵入岩出露区地质环境的初步认定及找矿。

### 第七节 沉积岩出露区地质环境的初步认定及找矿

沉积岩出露区约占地球陆地面积的70%,最古老岩石的生成年代距今已有40多亿年,其岩石特征及组合与所处的地质环境有着密切的关系,因此,在地质填图中,人们应对沉积地层给予足够的重视,以便揭示其成矿的地质环境。碳酸盐岩、碎屑岩和黏土质岩3大类岩石在沉积岩地区最常见。

#### 1 碳酸盐岩

碳酸盐岩包括石灰岩和白云岩,其中,石灰岩分布广泛,岩性又易于识别,并能较好地反映其生成的环境,因此,其产出分布和岩石组分在野外地质填图中可作为简易的判别标志。

(1) 产出分布标志 石灰岩的产出分布多种多样,有的呈厚层状大面积分布,有的呈透镜状或很薄的夹层产出,而其产出的规模、形态本身就是生成地质环境的写照。厚层状大面积连续分布的石灰岩是在相对稳定的海相沉积环境中形成的,而透镜状和薄层状石灰岩夹层多是处于水陆交互的相对动荡的环境中生成的,若是石灰岩中含有古生物化石则可进一步认定是处于浅海环境或是陆缘或湖泊环境。在矿区地质填图中,还应该特别注意石灰岩透镜体规模与形态的变化,例如:石灰岩透镜体是圆形还是椭圆形及其长短轴之比;石灰岩夹层有多少层、每个夹层有多厚、夹层之间的间距有多大;灰岩透镜体或夹层断续分布有多远、每个透镜体之间的距离有多大等等。这些细微的变化都在一定程度上反映出沉积环境动荡的频率、幅度、广度。若是动荡的频率、幅度很大,且广度也较大,这样的地质环境对沉积矿产的产出未必有利,反之亦然。因此,在野外地质填图中千万不要因为石灰岩透镜体规模小或石灰岩夹层厚度很薄,图上无法表达,便将其忽略不计。

(2) 岩石组分标志 在野外,对石灰岩的成分较难做出精确的测定,只能大致予以区分,但在普查和预查中必须注意如下3种岩石的组分特征:是否含有生物化石或生物碎屑;是否有白云石或含镁质矿物成分;是否混杂或包裹有砂、泥质成分。

古生物化石的出现显然是沉积处于浅水环境,而生物种类则大致可反映出是海相还是湖泊相的环境。近年来,关于生物礁或礁灰岩产出的问题引起了人们的极大关注,虽然对它与成矿的关系仍有不同看法,但它的出现无疑是一种近海环境的反映,某些矿产(如碳酸盐岩中的层状铅锌矿)的产出在空间上经常与礁灰岩相伴或相邻,应给予充分重视。

白云石或含镁质矿物在野外经常由于不易识别而被人忽视,但它们的存在不仅反映了该区是处于相对封闭和水流欠通畅的环境,而且对内生成矿作用而言,镁质碳酸盐岩经常是选择性交代的优选层位,可致金属矿物组分局部富集,因此,在矿区填图中应尽量将其圈定出来。另外,白云石或含镁质矿物只要达到一定品位,其本身就属于矿产。

石灰岩中混杂和包裹的砂、泥质成分在成因上具有多解性,风暴沉积、岩溶塌陷沉积、古地震作用、过渡相沉积和边缘相沉积等等,都可能是其成因,因此,在排除了是由构造原因引起外,应结合矿区具体情况进行

细致分析,总体上,砂、泥质是在相对短暂的不稳定状态下形成的,而其存在对于岩浆期后热液成矿而言往往又是成矿的有利部位。

## 2 碎屑岩

碎屑岩包括砂岩、粉砂岩和砾岩。

其中,较常见的是砂岩。在野外填图中,砂岩对地质环境的反映最主要体现在砂岩成分、胶结物成分和岩石构造等3个方面。

(1) 砂岩成分标志 关于砂岩成分及其粒度、磨圆度等问题,沉积学家们早已进行了系统研究和较全面阐述。其中,砂粒的性状对于在野外判定成矿环境尤为重要。若砂岩中的石英砂粒纯度高、粒度细小且均匀、岩层厚度大,表明其是处于比较稳定的地质环境,并经过长途搬运和逐级分选后沉积的。这种环境对一些沉积矿产(如铁、锰及煤炭等)的沉积成矿是有利的。中国的一些沉积铁矿床和煤矿,其底板往往就是这种类型的岩石。若砂岩中含有一定数量的长石,且长石未风化、肉眼还能隐约见到晶形时,则应引起重视。因为这种长石砂岩显然是未经较长途搬运和分选的,基本上是经短期风化后就近快速沉积成岩的。它通常发生在构造活动较强烈的陆内山间盆地和边缘拗陷地带。在这种环境下,一般不可能或很难形成较大规模的沉积矿床。它的出现可能预示了一次区域性地质事件发生的前兆,常作为沉积矿层的下部标志层。

(2) 砂岩胶结物标志 砂岩胶结物种类较多,变化较大,在野外借助放大镜可予以大致划分。其中,硅质胶结物的特征较易辨认,也较常见。关于硅质胶结物来源的说法较多,但都认为它只有在水流活动较缓慢的条件下才能存在,所以,硅质胶结的砂岩在一定程度上亦反映了相对稳定的环境。许多沉积铁矿层、煤层的底板砂岩是硅质胶结的,而当这种砂岩的 $w(\text{SiO}_2)$ 达到99%以上时,则可供工业利用。

(3) 岩石构造标志 砂岩多生成于近海地区,海流对它的影响十分敏感,因此,砂岩层面上的形状如波浪、交错层、干裂、雨痕等野外常见的现象,都能很好地反映出当时的沉积环境,是滨海相还是浅海相,是处于潮上还是潮下,它们之间的变换程度及频率也都直接反映出当时地质环境的演变强度,并直接影响到一些沉积矿产(如磷矿、铁矿和锰矿)的产出与富集。

砾岩在野外并不十分常见。当排除构造成因外,其主要的生成环境有2种:海相、河流相、湖泊相沉积环境和风化面上的表生环境。前者处于沉积地层底部,是一次沉积韵律/旋回开始的层位;后者在地质体的最上部,是风化剥蚀后的产物。显然,它们在地质演化中都有重要意义,所以,在野外地质填图中,常将砾岩作为填图单元的标志层。这2种砾岩在野外还是较易划分的。沉积环境下生成的砾岩层,与上覆砂岩、黏土岩层呈整合接触关系,砾岩中的砾石多为棱角状或次棱角状,此外,尚需考虑砾岩层的厚度变化、分布规模、砾石的成分和分选度及滚圆度。相对而言,海相砾岩的分布面积较广、厚度稳定、砾石成分简单且具有一定的分选性;湖泊、河流相砾岩则分布局限、厚度变化大、砾石分选性差。沉积间断面上的砾岩层,与上覆岩层往往有明显的凸凹不平的间断界面,砾岩厚度变化明显,并且,砾石大小不一、多呈椭圆形或次棱角状、表面有风化剥蚀的现象。砾岩层通常是透水层,在成矿过程中能为成矿流体的活动提供良好空间,因而,经常成为赋矿的有利层位,中国的许多热液型矿床都产于这个部位。

## 3 黏土质岩

黏土质岩在沉积岩中占有相当大的份额,但因对其认识不一,从而导致其名称多变,泥岩、页岩、泥质岩、泥板岩等成为其同义词。由于黏土质岩的粒度微小且矿物成分大多很难用肉眼准确鉴别,因此,在地质填图中对它的划分一般比较笼统,但是,有2种地层单元在填图中应予以高度重视。

(1) 黑色黏土质岩 由此种岩石构成的地层通常作为地层对比和填图单元的标准层,同时也具有地质环境的成因标志。对于这种岩石,若用手触摸能使手染上黑色,并且,其中含有一定的植物化石,通常被定名为碳质页岩,属湖泊或海滨沼泽的产物,可作为寻找煤炭的重要地质迹象。若是黑色黏土岩不染手,且见有

一定数量的微细球粒状黄铁矿(在镜下多显草莓状)呈星点状至团块状分布,一般可定名为黑色页岩,是深水、缺氧、富含 $H_2S$ 环境下的产物,常处于水流不通畅的闭塞海湾、海盆和湖泊的深水凹陷区。黑色页岩中常含有镍、钼、钒、铀、铂等元素,最多可达30余种,有的能被工业利用,如中国华南地区下寒武统黑色页岩。这些元素大多呈离子吸附状态,分布十分不均匀,而在有机质和黄铁矿相对富集的地方,上述金属元素往往也较比富集。因此,在地质填图中应尽可能按黄铁矿或有机质的含量对其做进一步划分,此外,还要注意其下部层位中是否存在一定规模的火山岩,如基性、中基性熔岩,因两者往往有一定的成生关系。

(2) 浊积岩构成的地层 浊积岩不是岩石名称,而是一种特殊成因的岩层组合,由颜色较深、成分简单的细粒状砂屑与黏土组成,岩层厚度巨大,其中的微薄纹层有的可稳定延续数千米,是属于深海重力流沉积形成的。但是,后期地质作用往往使浊积岩产出的层序特征不完整,形迹较模糊,很难见到典型的鲍马层序和流水沙纹等标志,因此,以往在野外经常将其忽视或错判。在地质填图中应认真观察其岩层结构,在鉴别时特别要注意到:浊积岩中没有大型交错层理、泥裂、波痕、生物礁,也没有灰岩、石英岩或膏盐层等夹层,岩性及粒度相对比较均匀,个别情况下可见远洋生物与浅水生物共存。浊积岩的出现表明有利于石油和天然气成矿的地质环境,且是其找矿标志;也有人认为浊积岩与块状硫化物矿床、有色金属矿床的生成具有一定关系。

## 4 其他沉积岩类

在沉积地层中还有铁质岩(最常见是赤铁矿层)、铜质岩(最常见是含铜砂岩、含铜页岩)、铝质岩(铝土矿、优质黏土)、锰质岩(最常见是软锰矿、硬锰矿和菱锰矿)、磷质岩(磷块岩)、硅质岩(石英矿岩、石英岩)以及黏土(包括高岭土、蒙脱石、伊利石、海泡石、凹凸棒石)等,这些岩石本身就是成矿标志,只要达到工业要求就属于矿产。对于此类直接成矿标志一定要结合其产出环境认真处理,以便做出正确评价。同时需要注意2点:一是其底盘岩层的稳定性及形状,当底盘岩层受风化作用或构造褶皱而呈凹凸不平展布时,会极大地影响上述铁质岩、铝质岩等产出的连续性;二是铁质岩、锰质岩、磷质岩和铝质岩等在产出空间上经常具有自下而上的铁、锰、铝、磷、黏土、煤的序列,虽然不一定全部都出现,但它们相对的空间顺序对找矿有一定的指示作用。

## 第八节 侵入岩出露区地质环境的初步认定及找矿

陆地上分布最广的侵入岩是花岗岩类岩石,其次为镁铁质和超镁铁质岩石,但后者不论数量、规模,还是分布广度都不及前者。它们都是按照岩石化学成分中的酸度划分出的侵入岩,还有一种侵入岩是按照岩石化学成分中的碱度划分出的岩石,叫碱性岩。侵入岩由于与内生成矿作用在时空上关系比较密切,因此,在矿产地质填图中应得到重视,并且,地质人员需始终将岩体地质学及岩石学的工作放在重要位置。

### 1 花岗质岩类

花岗质岩类与一些有色金属矿床的生成具有一定的时空关系,特别是小型岩体和岩脉。通常在矿区地质填图及找矿中要做好以下4方面工作,才能阐明岩体侵入时的环境与机制。

(1) 岩石基本特征的认定 这是岩石学的基础工作。在野外工作条件下,不可能对岩石准确定名,但通过对花岗质岩类主要矿物成分、结构、构造的分类和认定,可大致确定其岩石大类。

在矿物成分的分类和认定中,首先要对钾长石与斜长石的相对含量、石英与暗色矿物所占比例以及上述成分在空间上的变化情况有一个总体的了解。在岩石结构的分类和认定中,要对似斑状、斑状、等粒状等主要岩石结构进行大体的界定、划分,并阐明其相对关系。在岩石构造的分类和认定中,要把块状、条带状、气孔状等特征构造给予鉴别并了解其空间范围。在野外若能按照上述要求来做,那么,在岩石大类定名上就有

了保障,而且,对花岗岩体的基本地质特征也能得到较全面认识。目前,有很多不好的习惯,往往不是在掌握上述宏观岩体特征后对岩石进行定名,而是打几块标本拿回去做岩石化学分析,然后依据数值投点,给岩石定名。也有人,拿回家请人鉴定命名,自己也不在显微镜下看薄片,结果由于鉴定人员不了解现场情况,岩石定名未必都确切,从而使野外基础工作失真,难以令人信服。

(2) 寻找岩体内部包体、顶垂体、囊包体,判断岩浆活动特征 包体大多处于岩体边缘部位,其形态、成分及空间分布可反映出岩浆侵入过程中所穿越的岩层及其动能的大小。若包体棱角清楚、大小不一、分布零星、熔蚀微弱,则大多是岩浆侵入过程中围岩掉落的碎块,并且携带运行距离不太远,反映了岩体形成于较浅部位;当包体呈椭圆形或次棱角状、大小比较均匀、熔蚀较强,甚至出现了新的矿物成分,则反映了岩浆形成于较深部位,并经过了较长距离的运移。若能进一步判定包体长轴的总体走向,则可反映出岩浆运移的大体方向。顶垂体仅出现在岩体上部或顶部,形状各异,延伸有限。较大的顶垂体,其边缘多遭蚀变,但中心部分基本未变质,甚至还保留有清楚的岩层产状,因而,可通过区域地层对比,推断岩浆上侵的最高地层层位,同时从顶垂体岩层产状的变化,可判断岩浆上侵时其流动、旋转等动能状况。至于规模较小的顶垂体,虽然难以见到其原始岩层的产状,但同化混染现象的出现,则说明岩浆侵入过程中具有较强的熔蚀能力。囊包体多位于岩体内部或中下部,也有人称之为析离体。它实质上是由黑云母、角闪石等暗色矿物构成的体积不大的集合体,有的定向排列,有的孤立出现,与周围岩石多呈渐变关系。对囊包体有不同说法,但有一点可能是共同的,即囊包体的长轴方向基本代表了岩浆运移方向或固结时应力场的方向。这对了解区域岩浆活动及成矿作用具有重要意义。

(3) 接触关系的判定 了解岩体与岩体或岩体与围岩之间的关系,可以划定岩体形态及期次。岩浆侵入作用往往是多期次、间歇性进行的,因此,岩体之间就有先后期次之分,其间隔也有长短之别。在两次侵入作用的时间间隔较短、且岩性差异不太大的情况下,岩体之间的界线一般比较模糊,通常是以岩石结构、构造的变化来区分,但一定不要把岩体相带与岩体界线混淆。岩体相带的变化是连续、渐变的,而不同侵入期次的岩体之间,其结构、构造的变化是突变的。当两次侵入作用有一定的时间间隔时,在早期岩体基本固结时,其体积将发生收缩,这时在其边缘往往出现伟晶岩壳,或不连续的伟晶岩体;于是,在下一次岩浆侵入时会在两次侵入体之间出现规模不一的伟晶岩囊包体带,将2个期次的岩体区分开。这种伟晶岩囊包体与岩浆期后的伟晶岩脉是不同的,前者的石英、钾长石等都是向外侧一个方向生长,而伟晶岩脉中的矿物则是由两壁向中央生长。据此,可通过伟晶岩囊包体的连线来界定两次侵入岩体的界线及其先后次序。当两次侵入作用的时间间隔比较长时,早期岩体已完全固结和冷却,此时,后期侵入的岩体边缘常出现宽度不等的冷凝边,其岩石以微细粒状结构、霏细结构为特征;具此类结构的岩石在早期侵入体一侧呈突变,在晚期侵入体一侧则呈渐变关系;它与霏细岩脉或细晶岩脉也不同,后者与两侧围岩均为突变关系。岩体与围岩之间的关系一般比较直观,除地貌特征外,有的岩体与围岩之间有接触变质带或交代岩出现,有的无任何接触变质现象,甚至是直接接触。有关这方面的内容将在接触变质岩带一节中单独阐述。

(4) 侵位类型的判定 花岗岩类岩体通过上述3方面基础工作后,必须对岩体的侵位类型做出初步判定,以便阐明岩体产出的地质环境及其与成矿的关系。在自然界,岩体侵位类型很多,现仅将在矿区地质填图中比较常见的、并与成矿作用关系较密切的顶蚀侵位、爆发侵位、贯入式侵位3种类型作简要介绍。

**顶蚀侵位** 属主动侵位,岩体可划分出相带,其岩石成分、结构和构造多呈渐变;岩体边部含有较多已熔蚀、磨圆的包体,顶部有规模不一的顶垂体;岩体边缘有冷凝边或伟晶岩壳。顶蚀侵位的生成特点反映出,岩浆是在外压略大于内压的情况下,以较大的驱动力向上侵入的,其岩浆期后热液活动也比较强,可在岩体顶部、内部、接触带以及围岩中成矿,生成不同类型的金属矿床。

**爆发侵位** 属高位侵位,岩体形状各异,但大多呈等轴状,岩体中相带不明显,以斑状结构为特征;岩体内包体稀少,顶垂体也不多见;岩体边缘偶见冷凝边,但一般没有伟晶岩壳。爆发侵位的生成特点反映出,岩浆是在内压大于外压的情况下快速上侵、急速结晶而成岩的。矿石矿物多呈细脉浸染状广布于岩体中,常形成低品位、大储量的大型有色金属、贵金属矿床。

**贯入式侵位** 属被动侵位,岩体多呈脉状产出;岩石以细粒、等粒结构为主,除规模较大的岩脉外,一般

脉体的岩石相带不明显;岩体中包体极少,即使偶见也多以棱角状围岩成分为主;脉体边缘有宽度不大的冷凝边。贯入式侵位的生成特点反映出岩浆是在张性环境中上侵的,其驱动力比较小,温度、压力也比较低,与其相伴的多为中-低温热液矿床。

(5)表生作用下的花岗质岩类 长期以来,人们都认为花岗岩很坚硬,不易风化,因而,在野外工作中不太注意其风化问题。其实不然,花岗质岩类,特别是二长花岗岩、黑云母花岗岩等,在低纬度地区遭受物理风化和化学风化作用,非常强烈,并于岩体顶部形成花岗岩风化壳。这种风化壳规模大小不一,风化深度最深可达数十米。花岗岩在风化过程中,首先是长石类矿物发生风化,变成高岭石和其他黏土矿物,然后是暗色矿物风化,而最后是石英游离出来,因此,花岗岩风化壳中最主要的矿物成分是高岭石、其他黏土矿物和石英。在地质填图中,对于这种花岗岩风化壳要注意其中的高岭土和稀土元素矿化的赋存情况。花岗岩风化壳中的高岭土,若其铁染很弱是可被利用的,特别是其中的高岭石呈片状结构而非管状结构时,它将是优质涂布材料,可用于造纸工业生产高级纸张。花岗岩风化壳中的稀土元素矿化是上世纪80年代发现的新的矿床类型。由于花岗岩中的副矿物磷钇矿和独居石风化后,其中的组分呈离子状态被风化壳中的高岭石和其他黏土矿物所吸附,从而富集成矿,因此,也称之为离子吸附型矿床。该类型矿床中的稀土元素种类与原岩中副矿物的成分有关,当副矿物为独居石时,形成以轻稀土元素为主的稀土元素矿化;当副矿物为磷钇矿时,则形成以重稀土元素为主的稀土元素矿化。因此,在野外填图中遇到花岗岩风化壳时,最好参看区域重砂资料,以便对花岗岩风化壳进行准确的评价。

## 2 超镁铁质岩类

对于此类岩石的产出环境及其含矿性问题目前已有共识,认为超镁铁质岩类有2种产出环境,即产于稳定地块上的断裂带中及板块俯冲带的混杂堆积中,前者的含矿性明显不如后者。在野外工作中,依据超基性岩体的围岩是正常地层还是混杂堆积或蛇绿岩套,基本上可以判定其形成的地质环境,进而研究超镁铁质岩体的形态、规模、岩性和化学成分,以便对其含矿性做出判断。超镁铁质岩体由于受自变质和风化作用的影响,在地表通常大部分已蚀变或风化,因此,岩体形状、规模通常是按其蚀变或风化范围予以圈定的,然后再用地面物探资料加以校正。但必须注意的是,由于蛇纹石化作用导致超镁铁质岩中的铁磁性矿物相对集中、岩石密度相对降低,从而致使地面磁异常和重力异常的形态变得十分不完整。过去曾发生过因地质与物探资料不吻合而导致对岩体形状、规模做出误判的事件,因此,在对地质与物探资料进行综合分析研究时一定要慎重从事。在矿区地质填图中,对超镁铁质岩体的岩性及化学成分的认定比较困难,因为未蚀变的超镁铁质岩在地表一般不易见到,即使挖了探槽也不易见及,有的只能从残留体中,甚至在滚石堆中寻找。然而,超镁铁质岩的岩性对其含矿性影响甚大,目前都认为纯橄榄岩和橄榄岩对成矿较有利。这可能只是一方面,近来的国外成功经验告诉我们,还应注意在混杂堆积蛇绿岩套中,不同岩石(如方辉橄榄岩、纯橄榄岩、橄榄岩、辉石岩和辉长岩等)在空间的分布序列以及不同部位中铬铁矿产出状态的问题。对此虽然存在不同认识,但是,铬铁矿在不同岩性中的赋存方式和富集程度有差异,则是大家公认的,例如,与方辉橄榄岩有关的铬铁矿多呈囊状,与纯橄榄岩和橄榄岩有关的铬铁矿多呈透镜状或豆荚状,与橄榄岩、辉石岩和辉长岩组合有关的铬铁矿可呈细层纹状,等等。关于岩石化学成分与成矿关系的问题,大量资料表明,含镁质高、而铁镁比值低的超镁铁质岩更有利于成矿。对此,在野外工作中除及时对原生岩石进行化学分析外,还应注意地表蚀变岩石中是否有菱镁矿等次生矿物出现,以便正确判定岩石的含镁程度。

## 3 镁铁质岩类

镁铁质岩类主要产在不同构造单元之间的大断裂带或裂谷带中,属张扭性变形环境下侵位的产物,其赋存环境的稳定性对岩体的演化起着十分重要的作用。在相对稳定的环境中,镁铁质岩体往往经过比较明显的分异作用,岩体中常可见到规模不大但有规律分布的超镁铁质岩石,例如在四川红格、攀枝花等地见到的

镁铁质岩体,其中,镁铁质岩与超镁铁质岩呈韵律式分布,每个韵律自下而上岩石的基性程度逐渐降低,呈现出不十分明显的条带状、条纹状构造。在相对活动的环境中,镁铁质岩体的分异作用往往很弱或不明显,岩性比较单一,岩石多呈块状构造,如内蒙古小南山。现有的勘查资料表明,在相对稳定的地质环境中赋存的镁铁质岩体,其含矿性较好,可形成大型的黑色、有色金属矿床,而在相对活动的环境中赋存的镁铁质岩体,其含矿性相对不及前者,有的还不含矿,例如在许多有色金属矿区见到的镁铁质岩脉,即使含矿其规模也比较有限。因此,在矿区地质填图中,应充分利用镁铁质岩类的结构和构造来判定其赋存的地质环境及含矿性。

## 4 碱性岩类

碱性岩是岩石化学成分中钾、钠含量高的岩石。通常认为碱性岩类是来自深部,受控于大断裂。在野外地质填图中,首先要分清是钠质碱性岩,还是钾质碱性岩。这2种岩石从外观颜色和矿物成分上还是比较好区分的,钠质碱性岩是以钠长石为主,颜色较浅,而钾质碱性岩是以钾长石、微斜长石为主,呈褐红色、黄褐色,但它们的含矿性则有较大差别。除均与稀有、稀土元素成矿关系较为密切外,钾质碱性岩还与金矿成矿有关。值得注意的是,碱性岩中的稀有、稀土元素矿物都比较细小、分散,在野外靠肉眼难于发现,因此,在矿区地质填图中,对蚀变的碱性岩应适当多采集一些样品,进行必要的分析,同时要参考区域重砂、分散流资料,以便对其含矿性做出较全面的评价。在华南部分地区碱性岩体附近的河流、阶地中均有重砂异常,有的已达工业要求,并且,经常是由重砂异常追寻到原生矿产出地,因此,许多矿区都是原生矿与砂矿并存。

(中国地质科学院矿产资源研究所 吴良士 供稿)