

几年来的工作，其基本經驗是：地質工作必須強調全面观点，深入細致，研究地質条件及成矿規律，貫徹地質与物探綜合找矿的方法，並在普查評價过程中特別強調地表地質研究是十分重要的。在勘探过程中，灵活掌握勘探程序，要坚持由浅到深，由已知到未知的原則，又要掌握具体条件和規律，做好灵活过渡，相互交叉进行，是能够达到快速評價和勘探的。

另一方面地質观点与經濟观点又必須緊密結合和

統一起来。既要強調研究和解决地質技术問題，达其成效，又要十分重視經濟效果，也就是既做到多、快、又符合好、省。

以上，就是我們几年来在长江中下游地区进行中小型鉄矿普查勘探的基本总结。提出的几点經驗和体会，是有一定实际意义的。如能在已取得成績和經驗的基础上，繼續发扬和创造新的經驗，将对长江中下游地区全面查清鉄矿资源获得更加輝煌的成就。

若干变質岩系中銅矿床构造控制的性質 及其矿床評價意义

高 旭 征

建国十年来，在中国共产党的毛主席的正确领导下，在苏联专家的帮助下，在先进苏联地質科学、技术的指导下，中国地質事业已取得了輝煌的成就。主要表现在各种矿产儲量不断增长，保证了冶金及其他工业的迅速发展。变質岩系中銅矿床的找矿及勘探工作，即为其成就之一。

中国銅矿床工业总儲量绝对数很大，发育于变質岩系中的銅矿床占其80%，其中似层状銅矿占36.17%，細脉浸染銅矿占29.99%，含銅黃鉄矿占15.29%。从儲量規模來說，它們一般多屬大型銅矿，品位合乎开采要求，易于选炼。由于在辽闊的中国国土內，具有发育上述类型的地質条件地区相当广泛，如掌握其規律时，极易加速找矿及勘探工作的进行。因此开展变質岩系中銅矿床的地質工作，將对我国有色冶金工业的发展，具有决定性的意义。

文中拟就变質岩系中銅矿床空間分布的性質，及其构造控制作用，試作初步討論。为使探討集中，对于含銅黃鉄型銅矿不拟涉及，因为該类型銅矿床的重要地質問題，尚在爭論。

一、区域地質构造与銅矿田空間分布的关系

从大地构造观点来看，中国东部已知变質岩系中的銅矿田多发育在地台或早期褶皺带的变質岩系或浅变質岩系里。云南某似层状銅矿，位于康滇地軸与滇东褶皺带的接壤处，銅矿化富集于地軸上前震旦紀昆阳

系地层及震旦紀灯影灰岩的下部。内蒙某似层状銅矿（以下简称内蒙銅矿）位于内蒙地軸与蒙古地槽褶皺带接壤处，銅矿化富集于褶皺带內石炭二迭紀的浅变質岩系中。辽宁某銅矿田位于辽东台背斜上前震旦紀变質岩系与中生代拗陷的接壤处，銅矿化富集于前震旦紀片麻岩中。江西某細脉浸染銅矿位于江南台背斜与贛桂湘台向斜的接壤处，銅矿化富集于江南台背斜的浅变質岩系中，只山西某細脉浸染銅矿富集于地台上的变質岩里。因此，所述变質岩系中的銅矿床，多位于两种不同地質构造单元交壤处附近，与較新地层或褶皺带相比，銅矿化易富集于地台上的变質岩系里。

近年来，国内区域地質測量及航空磁測結果証明：两种不同地質构造单元相接地带，往往有深断裂的发育。根据A.B裴伟的見解：“深断裂不但有长期的发展过程，而且有构造活动的承繼性，在其延展方向上每有超基性岩或基性岩体的侵入……”（以下所称深断裂皆按此見解）。康滇地軸与滇东褶皺带接壤处为深断裂控制，即小江断裂。据李哲的资料，其延长可达500公里以上，在云南某銅矿田內即有輝长岩类侵入体的发育。内蒙地軸与蒙古地槽褶皺带的交壤处附近，在内蒙銅矿田內亦有基性岩侵入体的分布；在哲盟奈曼旗若干銅矿田中亦有类似的基性岩侵入体的发育。同时在上述两地的中間地带或西侧，即有侏罗紀、白堊紀沉积，略呈綫状分布，厚度較大，显示当

时的沉积盆地受了某种地质作用的影响。因此,内蒙地槽的南缘很可能为深断裂所控制。辽宁某铜矿田的结晶片岩系中,在元宝砬、缸山等地,每有基性岩侵入体的发育,在其一侧的浑河地槽中,即有侏罗—白垩纪的沉积,故为深断裂控制。据朱鈞的资料,在江西某铜矿田即有辉绿岩、辉长岩侵入体的分布。初步查明,这里有深断裂的发育。

由于深断裂有长期的发展过程,及其活动的继承性,因此它不但控制了不同构造—岩浆期内火成岩在空间上的分布,而且常常导致相同的或不同的火成岩侵入于断裂带附近的空间中。以云南某铜矿田为例言之,在晋宁期曾有辉长岩类的侵入,而在海西期则有玄武岩的喷发,在现代浸蚀面上,已经发现作为岩头的辉绿岩类。以内蒙铜矿为例言之,在海西期曾有角闪岩或辉长岩类的侵入,并部分受到片理化,而在矿田内,仍有晚于基性岩的花岗岩侵入体。以辽宁某铜矿田为例言之,矿田内辉长岩、辉长闪长岩频繁分布,而在矿田附近仍有早期或后期花岗岩的发育。以江西某铜矿田为例言之,矿田内既有与成矿有关的燕山期花岗闪长岩类的分布,而且还有受到片理化的辉绿岩、辉长岩、蛇纹岩的发育。因此不同构造期,深断裂的重复活动,以及不同化学成份的,或相同化学成份的岩浆作用,及其随伴的岩浆期后热液作用,就成为变质岩系中铜或其他金属矿化的前提。相应地根据邻区中次级构造发育的程度,就决定了铜矿田的定位,从而深断裂的发育,就控制了变质岩系中铜矿田的空间分布。

变质岩系中铜矿田在不同地质构造单元接壤处的分布,往往受到局部构造的控制。总的看来,一般是在构造变动极其显著,且有基性岩或花岗岩侵入体发育的部位。

二、矿田构造与铜矿床空间分布的关系

1. 构造控制的影响

在所述之例中,构造变动显著的部位,往往是火成岩类发育的场所,同时亦为铜矿床易于富集的地段。

云南某铜矿田有复杂的构造—岩浆发展的过程,因此有其特殊的成矿条件。发育于前震旦纪昆阳系地层中的铜矿化作用,受到向东倒转、向南倾没复背斜构造的控制(据云南某铜矿第一次储量计算报告),

后者复为近于东西向的或南北向的走向断层或层间破碎所复杂化。从矿区地质图来看,发育于前震旦纪昆阳系地层的铜矿床,在云南某铜矿田内略呈“J”形分布。铜矿化主要富集于昆阳系地层的上部位层中,此期矿化与晋宁期辉长岩的岩浆期后热液作用,有成因上的关系。即铜矿床的发育地点距辉长岩侵入体仅200~300米范围内,且辉长岩本身亦略含铜。发育于震旦纪灯影灰岩下部与前震旦纪昆阳系地层上部不整合面附近的铜矿床,主要受到不整合面的控制,在成因上,与海西期玄武岩及浅成辉长岩的岩浆期后热液作用有密切的关系。晋宁期与海西期的铜矿化作用,加添了铜矿的富集,因此铜矿化重复性的特点,是值得注意的。随伴强烈的晋宁运动,生成了复背斜,于其南侧产生了逆断层、落雪灰岩与桃园板岩的层间破碎带。在逆断层中并未找到铜矿床,而其上盘,即前述的层间破碎带及其附近的围岩中,都赋存有甲区铜矿床。在复背斜的北侧,同样在昆阳系上部地层中,也发育有乙区铜矿床。由于其附近发育有角砾岩(一部分是构造角砾岩),由于桃园板岩与落雪灰岩已受破碎,且板岩受到石墨化作用,可能在昆阳系上部地层中受到强烈的层间破碎作用,在破碎了的岩层中及其附近的围岩构成了乙区铜矿床的矿化。因此铜矿床的赋存位置与层间破碎带一致,与落雪灰岩中节理发育的位置一致,与节理裂隙发育的不同岩性岩层的过渡层一致,与震旦纪灯影灰岩下部的不整合面一致(见表1,以下同)。

内蒙铜矿田,位于背斜轴呈北东走向的复背斜的轴部,铜矿床赋存在背斜的核心部以及其附近地段中,矿床附近地层皆为次级褶皱所复杂化,致岩层扭曲现象显著。在很短距离内,岩层走向即发生变化。从地质图上来看,扭转形式若“S”型,沿板岩、黑云母—石英片岩、石英岩侵入。石英岩曾发生了不同程度的片理化或层间滑动作用,铜矿体主要赋存在石英岩中。在矿田内屡有基性岩小侵入体的分布,在空间上,与铜矿体的分布位置是密切的,只在矿田的北部和西南部分见有露出面积较大的花岗岩类的侵入体。无论基性岩小侵入体或铜矿体,皆发育在构造变动极其强烈的部位,似乎它们的产状,均受到“S”型构造型式式的控制。

辽宁某铜矿田,发育在浑河大断裂一侧的前震旦纪结晶片岩系中。矿田内有两种不同类型矿床,即铜矿床与铜镍矿床(后者不拟讨论)。在已开采的铜矿

表 1

若干变质岩系中铜田构造控制关系表

矿名	矿床类型	矿田主要构造型式	控制矿床的构造	控制矿体的构造	矿床与火成岩空间分布关系	围 岩	构造裂隙发育程度	矿化岩层或岩体	不同岩性工业矿化程度
云南	热液似层状铜矿	深断裂附近的复背斜,后者为走向断层的复背斜,核心部层复杂化。	走向断层、层间破碎带、不整合面。	不同岩层间的层间破碎带,层间滑移,灰岩中的节理裂隙。	在昆阳系中的铜矿床。距其200—300米处有有雄长岩侵入体发育。	桃园板岩 过渡层 落雪灰岩 过渡层 因民层(甲区)	层间破碎带 节理发育 节理破碎发育	—— —— ——	多岩性矿化
内蒙	热液似层状铜矿 矿亚式	深断裂(?)附近,复背斜,核心部分露出,局部扭转变形,略呈“S”型。	呈“S”构造型的部分,岩层局部走向变化显著。	黑云母石英岩的层间滑移面,片理化面,节理。	矿床附近有基性岩侵入体频繁分布,似乎与铜矿体同受“S”构造型式的控制。	桃园板岩 过渡层 落雪灰岩 过渡层 因民层(乙区)	层间破碎带 节理发育 节理、破碎发育	—— —— ——	多岩性矿化
辽宁	热液铜矿脉	在张胡子沟等处,矿床发育地点在片麻岩片理的扭转处。位于深断裂附近。	深断裂的一级羽毛状裂隙,在黑云母片麻岩中,在角闪石片麻岩中。	前述片麻岩中的断层裂隙。	铜矿长石伟晶岩作为铜矿体之一盘。另有辉绿岩及煌斑岩。一些基性岩分布广,为铜矿床的母岩。	黑云母片麻岩 角闪石片麻岩	层间断裂发育	—— ——	多岩性矿化
江西	细脉浸染	深断裂附近的小槽一翼	古石英斑岩中侵入的花岗闪长岩体,在其顶部、中部及古石英斑岩与其接触部分。	花岗闪长岩,古石英斑岩的小裂隙群。	花岗闪长岩类为含矿岩,另有很多基性岩小侵入体。	古石英斑岩 融变花岗闪长岩类	独立的小裂隙发育	—— ——	多岩性矿化
山西	细脉浸染	地壳上早期侵入岩体,花岗闪长岩类中	侵入于绿泥石英片岩、细云母石英片岩接触的花岗闪长岩体的顶部及中	花岗闪长岩类中的片理和节理。	花岗闪长岩为含矿母岩。	细云母石英片岩 花岗闪长岩类	片理化、节理发育	—— —— ——	单岩性矿化

床中,系位于片麻岩类片理区域走向轉折之处,宁孝勲曾解釋为矿床賦存于渾河大断裂附近的羽毛状“裂罅”中,后者常发育在角閃片麻岩与黑云母片麻岩的互层內,尤以黑云母片麻岩中的断层裂罅易于銅矿床富集。矿田內屢有基性岩、超基性岩小侵入体的分布,並有花崗岩类侵入体的发育。超基性岩、基性岩是銅鎳矿床的母岩,而鈣鈉长石伟晶岩、輝綠岩、煌斑岩多分布在矿床附近。在树基沟銅矿坑內见有鈣鈉长石伟晶岩沿銅矿体发育。

山西某細脉浸染銅矿田,位于深断裂附近,矿田主要构造型式为板溪系浅变质岩所组成的背斜和向斜,可能属于区域性复背斜的翼部。古石英斑岩似乎主要沿着背斜軸部侵入。燕山期花崗閃长斑岩为含矿母岩,呈北西方向侵入于古石英斑岩中,后者似乎受到一組区域性张力裂罅的控制。矿田內除在板溪系半变质岩中见有层間滑动及花崗閃长斑岩侵入体边缘裂罅外,尚未发现大断层。銅矿化富集于花崗閃长斑岩周边及其附近的古石英斑岩中,受到陡立的裂罅群的控制。矿田內超基性岩、基性岩、及中酸性小侵入体出现頻繁。基性与超基性岩中,輝綠岩、輝长岩、蛇紋岩,有的即受到片理化作用。中酸性侵入体中,有片状閃长岩、閃长岩、及花崗閃长岩类,因此火成岩类的生成期是不同的。

山西某細脉浸染銅矿田,富集于侵入在綠泥石石英片岩与絹云母石英片岩接触部分的前震旦紀花崗閃长岩类中。后者为含矿母岩,受片理化,銅矿床发育于花崗閃长岩及花崗閃长斑岩之中,一般集中在岩体的中部和上部。

根据上述各例說明构造控制对銅矿床空間分布的影响如下:

发育于地台上或早期褶皱带浅变质岩系中的銅矿田,其賦存位置,多在深断裂附近的背斜构造发达、或为次級构造断裂、或为次級褶皱所复杂化的部位。如云南、内蒙、江西。

发育于結晶地块上变质程度較高的变质岩系中的銅矿床,以辽宁某銅矿为例,其中有些矿床点的发育位置即在区域片理走向的轉折处。

矿田內的主級和次級构造,对于銅矿床的局部富集起着不同的控制作用。在云南某銅矿田內的大逆断层中,並未工业矿化,属于导矿构造。层間破碎带、灰岩中节理发育之处,往往为矿体发育位置,应屬集构造。在内蒙某銅矿田內,在石英岩中,层間滑动矿

及片理化发育,其中每有矿体賦存,由于在矿田內尚未发现較大规模的成矿前(中間)的断裂,故前述构造裂罅,具有导矿和集矿构造的性質。可能后期花崗侵入体占据了深断裂的位置,这样就隱蔽了导矿构造的表现。在辽宁某銅矿田內,如假定深断裂为导矿构造时,那末黑云母片麻岩中,或角閃片麻岩中的层間断裂,即应屬集矿构造。很明显,細脉浸染式銅矿,依其矿床特点,控制矿体局部富集的构造有所不同。如江西、山西,銅矿体受細小裂罅或节理的控制,在这样情况下,导矿构造就没法分辨。因此,在所述之例中,导矿与集矿构造在空間分布的形式是不一致的。当地質制图时,对成矿前规模較大的构造断裂发育的銅矿田,就应注意主要构造断裂附近銅矿体的追索和圈定,而在相反情况下,就应把追索或圈定矿体的注意力放在片理化、层間滑动較强烈的地层中。

应当指出,在所述之例中,矿田內每有基性岩的发育,同时也有中酸性侵入体的頻繁分布。它們的侵入時間是不一致的,即或同一岩类,其侵入期也有所不同。从岩浆含矿专屬性观点来看,云南某銅矿田,晋宁期基性岩小侵入体与銅矿床主要沿着层間破碎或其他地質弱綫发育,在空間上,两者常保持密切的关系。由于輝长岩侵入体在矿田內分布較广,且含有銅,說明它們是在同一构造裂罅期产生,或者稍有前后,並且很可能含銅矿液与基性岩浆为同一岩浆源的产物。另一方面,海西期銅矿化亦与基性岩有关。因此云南某銅矿田銅矿化的重复皆与基性岩有关。还能明显看出:江西、山西某銅矿,銅矿化皆与花崗閃长岩类有密切关系。应当注意,内蒙銅矿田內分布的矿体与基性岩似乎同受“S”型构造的控制。辽宁銅矿田中,銅矿体与鈣鈉长石伟晶岩脉也似有密切的空間关系,这样两个矿田在成因上很可能各与基性岩或中基性岩石,有一定的关系。

云南某銅矿銅矿化的重复现象,不但对于該銅矿田的加富有很大的意义,对于其他变质岩系中銅矿田的找矿及评价工作,也具有极重要的指示意义。如上所述,变质岩系中的銅矿田往往以发育不同种类的和不同侵入时期的火成岩类为特点的,因此在变质岩系中发育的銅矿田,对于銅来说有加富的可能性;对其他金屬元素来说,鎳、鉛、鋅……等元素的富集亦有其条件的。已知辽宁某銅矿田內,云南某銅矿田的北側延展部分,均有銅—鎳矿床的生成。因为花崗岩类

到基性岩类岩浆含矿专属性的范围很宽,另一方面所述变质岩系中銅矿田内,成矿构造活动是多次的,否则即不应有不同时期相同的或不同的火成岩类侵入的表现。

2. 岩性控制的影响

(1) 选择矿化的实质

一些实例证明:构造裂隙的发育与围岩的物理性质有关,与不同岩性的岩层在空间排列的形式有关。所以在一定强度的构造应力作用下,同一围岩,在不同的地质条件下,其造缝程度也是不同的。由于含铜矿液的沉淀与围岩的化学性质有关,所以必须有化学性合适的,并且有裂隙的岩层才能适于矿液的充填和交代。因此围岩的物理性质,在一定的地质条件下,反映了造缝程度。在这个前提下,围岩的化学性质,反映了交代作用的程度,从而在一定的热液作用条件下,岩性控制就有很重要的实际意义。

云南某銅矿田,发育于前震旦纪昆阳系地层中,銅矿床的围岩剖面是(由下而上):因民紫色层(泥质的,砂质的,钙质的,铁质的)→过渡层→落雪灰岩→过渡层→桃园板岩。在甲矿段,上述岩层均受到矿化,但以落雪灰岩、因民紫色层与落雪灰岩的过渡带上矿化强烈。此外,在桃园板岩底部仍有工业矿体的赋存。在乙矿段,以落雪灰岩与桃园板岩的过渡层、因民紫色层与落雪灰岩的过渡层等矿化强烈。据前节所述,凡矿化强烈的层位,都有层间破碎或节理裂隙的发育。因为因民紫色层的上部,落雪灰岩及桃园板岩,均受到不同程度的工业矿化,故属多岩性矿化。(见表1,下同)。

在内蒙古銅矿田,銅矿床的主要围岩有黑色板岩、石英岩、及黑云母石英片岩构成。黑色板岩较致密,多为矿体的底板,部分为銅矿体的顶板;黑云母石英片岩构成了銅矿体的主要顶板,一般均有矿化现象,品位很低;石英岩为主要含矿层,其中含少量黑云母,层间滑动及片理化显著,初步查明,只石英岩受到工业矿化(?) ,故属单岩性矿化。

細脉浸染銅矿,在成因上与花崗閃长岩类有密切关系,因此含矿母岩的花崗閃长岩体,在此意义上作为“地质矿体”来看待是可以的。在山西某銅矿田,含矿母岩的花崗閃长岩,沿絹云母石英片岩与綠泥石英片岩的接触部分侵入。与綠泥石英片岩相比,含矿母岩易发育于絹云母石英片岩中,由于只在花崗閃

长岩及花崗閃长斑岩中受到工业矿化,故属单岩性矿化。在江西某銅矿田,含矿母岩的发育位置,与围岩千枚岩相比,较易集中在硅质高的古石英斑岩中,由于花崗閃长岩及其周围的古石英斑岩均受到工业矿化,故属多岩性矿化。

在所述之例中,矿化选择与岩性控制的概念如下:

物理性质不均一的岩层,如砂质的、碳酸盐质的、以及粘土质的岩层,按一定顺序排列时,在强烈的构造应力作用下,于两种不同岩性的岩层过渡部分容易产生层间滑动、层间破碎或其他破碎作用,适于矿液局部集中。如云南某銅矿的落雪灰岩与因民层的过渡层,落雪灰岩与桃园板岩的过渡层。碳酸盐类有活泼的化学性,只要其中裂隙发育,即适于矿液的充填和交代,这样就容易引起矿化富集,該銅矿的落雪灰岩即代表此现象。

软性和脆性或硬性的岩层(岩石)相互接触或者后者作为前者的夹层,在脆硬的岩层中易于矿化富集,如江西某銅矿的含矿母岩—花崗閃长岩体,与千枚岩相比,易发育在脆硬的古石英斑岩中。又如内蒙銅矿中的銅矿体,与黑色板岩相比,较易富集在含少量黑云母的石英岩中。当脆硬性的和脆硬性较小的岩层相并列,但岩层中所含脆性矿物(石英)的量不同时,銅矿化易富集于脆性矿物较多的岩层中。以内蒙銅矿为例,銅矿体的上盘为黑云母石英片岩,含黑云母较多,但矿体易发育在其下盘含黑云母很少的石英岩中。以山西某銅矿为例,含矿母岩沿絹云母石英片岩与綠泥石英片岩接触部侵入,但含矿母岩,则易发育在絹云母石英片岩中。因此在以上几例中,矿化富集的选择性似乎存在下列倾向:软性岩层<脆硬性较小的岩层<脆硬性的岩层。很明显,可能由于脆硬性岩层造缝程度较高才有上述现象的产生。同时亦必须注意不同物理性质的岩层在空间的排列关系。

在混合岩化程度很高的变质岩中,就出现了与半变质岩类相反的选择矿化的现象。以清原銅矿田为例,与花崗片麻岩,角闪片麻岩相比,銅矿化易富集于黑云母片麻岩中,即较软岩层与硬脆岩层相比,銅矿化易富集于软岩层中。由于在黑云母片麻岩中,层间断裂发育,所以造缝作用显然与前述半变质岩中所发生的现象有所不同。

在所述之例中,多岩性矿化与单岩性矿化都是在不同地质条件下的产生。以云南某銅矿田为例,作为

矿化围岩的岩性，垂直于走向方向变化较大，同时因为强烈的构造变动，促成在不同岩石的接触部分发生层间破碎、层间滑动，以及含矿围岩的破碎等现象，这样就创造了多岩性矿化的前提。以江西某细脉浸染铜矿为例，由于花岗岩长岩本身的裂隙发育，与花岗岩长岩接触的古石英斑岩片理裂隙亦发育，遂促成其具有多岩性矿化的特点。单岩性矿化就是裂隙作用多集中在某一岩层或岩体中产生的，如内蒙铜矿及山西某铜矿，在勘探工作的初期区别出单岩性矿化和多岩性矿化具有很大的实际意义，因为它可以扩大和缩小勘探工作的范围，可以增加或减少矿田的远景储量规模。

(2) 岩性控制与矿化的稳定程度

矿床水平延展的范围，与围岩或含矿母岩岩性的稳定性及其中构造裂隙发育的程度有密切的关系。在所述之例中可以看出，矿田内构造应力作用的程度几乎是一致的。因此矿床或矿体的水平延展，在很大程度上决定于矿化围岩岩性的稳定程度。在云南某铜矿田内，前震旦纪地槽型沉积中，同一岩性的岩层，在水平方向上稳定性大，故在一定的含铜热液作用下，矿化亦表现稳定。在内蒙铜矿田，由于黑云母石英岩在黑色板岩、黑云母石英片岩中呈延长的扁豆体出现，因此其水平延展几乎是以石英岩的边界作为矿化的水平边界。对于细脉浸染铜矿来说，花岗岩长岩体裂隙发育部分，或围岩与其接触部分，即为其矿化部位。

矿床或矿体的垂直延深范围，同样受到岩性及构造的控制。由于在垂直方向上，层间滑动和层间破碎与含矿岩层在垂直方向上的一致性，因此在变质岩层中发育似层状铜矿床，除细脉浸染铜矿外，在所述之例中，均与围岩呈整合接触。一般垂深由几百米甚至到千米。至于细脉浸染铜矿，矿体均发育于花岗岩长岩的中部和顶部，或其附近围岩中，就是这样其深度已超过开采范围。

就已知之例，在水平或垂直方向上，多岩性矿化或单岩性矿化，一般均有其工业矿化的稳定性，此点除与构造裂隙、岩性的稳定程度有一定关系外，另外当与强烈的含铜热液作用分不开的。因此所述变质岩系中的铜矿床，往往是在强烈的构造变动和强烈的岩浆期后热液作用条件下产生的。

从变质岩系中所发育的铜矿床产状来看，多属广义的“整合矿床”。细脉浸染铜矿如就含矿母岩来

说，山西某铜矿应属前者范围内，而江西某铜矿则属不整合的。

3. 铜矿床空间分布的若干性质

从矿床远景评价角度来看，似层状铜矿因其倾角陡，含矿层矿化较稳定，一旦出露于浸蚀面时，几乎全被揭露出来，在地表上所圈定矿体的数目，大致上可以代表在地下发育矿体的数目，在矿体规模上亦有类似的趋势。在勘探初期，必须竭力判定单岩性矿化或多岩性矿化，此时，金属量测量应与轻型山地工作相结合，否则即易漏掉在地表上表现极为微弱的矿化。这些地表表现微弱的矿化，当岩性合适时，其下部即有工业矿体的发育。云南某铜矿中某些“整合的”扁豆状矿体，在地表上出露的矿体数目与地下发育矿体的数目是不一致的，即在該型矿床中常有盲矿体的赋存。在纵剖面上，矿体的形状变化比较大，有的矿体就有一定程度的侧伏（辽宁某铜矿）。应用金属量测量、物探法，探索盲矿体的分布已行之有效。无论似层状矿体或扁豆状矿体，在水平及垂直方向上，均有尖灭再现的现象，当普查鑽在预定的遇矿位置上而未遇到矿体时，就作出矿体尖灭的结论是过早的，实际上当矿化带未尖灭，在其下部往往有矿体出现。

从矿床工业评价角度来看：似层状铜矿，就每一矿体而言，走向延展大，由数百米到千米，厚度由几十米（或者小些）到百米以上，垂直延深亦大，矿体倾角陡，矿体主要由细脉浸染矿石组成，品位中等，变化较稳定，必须根据化学分析结果，圈定矿体边界。由于储量计算标准不同，往往扩大或缩小矿体范围。当氧化次生富集带发育时，必须定出圈定氧化、混合、原生矿石的技术标准。整合的扁豆状矿体，略呈脉状，不连续延长达几百米，厚度小，有尖灭再现现象，矿石致密，品位中等。在辽宁某铜矿田内，已勘探矿体的下部，閃鋅矿有增加趋势。

三、讨论与结论

建国十年以来，由于找矿和勘探工作的发展，除找到和探明变质岩系中的铜矿床以外，所取得的地质资料也是非常丰富的，因此对中国东部变质岩系中铜矿床空间分布的特点及其矿化条件的认识上，亦逐步趋向明确。

在地台与褶皱带的接壤处，在台背斜、台向斜的

接壤处,在地台上的断裂——陷落带附近,往往有深断裂的发育。已有地质资料证明:由于后者有长期的发展过程,和构造活动的承继性,所以在不同的构造岩浆期内——吕梁(晋宁)、海西、燕山期,往往是深部的或浅部的岩浆上升的通路,同时也是岩浆期后热液上升的途径。因此深断裂带附近往往发育着不同时期的超基性岩、基性岩、中基性岩、和酸性侵入体。在所述之例中,基性岩或中基性岩生成时期较早,与似层状或整合状铜矿床有成因上的关系,而花岗岩类侵入期或早或晚,与细脉浸染铜矿有成因上的关系。这样,对铜来说,岩浆含矿专属性是很广的,即由酸性→中性→基性。由于我国东部深断裂带极为发育,且深断裂的生成时间较久,这样就促成与前述火成岩类有关的变质岩系中铜矿床发育的最大机会。如果它们不被晚期沉积掩盖,就有被发现的可能。因此,该类矿床,将有很大的远景潜力。根据已有地质资料还不能说明为深断裂所控制的构造带是否成为铜矿带,但若若干深断裂附近的铜矿化现象说明是有这样趋势的。在云南某铜矿田南部延长方向上均有类似矿化点。在江西某铜矿田同一构造带的东部延展上,即有细脉浸染铜矿化现象。在内蒙古铜矿田以东,均有成矿条件类似的铜矿床。因此,当进行找矿设计时,在地质构造单元,岩浆含矿特征初步明确的地域,在深断裂带的附近,寻找变质岩系中的铜矿床是合理的。应当指出,由于不同构造岩浆期,不同的或相同的火成岩类的侵入,由于构造发展过程中,构造活动的承继性,即导致铜矿化的重复性或其他金属矿床的富集。如考虑变质岩中火成岩类含矿专属性的广泛性,可能还有其他金属矿床发育。因此为深断裂所控制的地质构造带,很可能成为铜镍或其他金属的综合矿带。但为明确上述概念,对于岩浆区域地球化学性质的发展过程,必需有确切的了解。这样作不但可以了解找矿工作区域内,易于那些金属的富集,而且可以检查有那些还没有发现的金属矿床,或者发现由几种金属组分构成的综合矿床。变质岩系中铜矿床,在区域地质构造上多位于深断裂附近、构造变动极其强烈,且有基性岩或酸性岩发育的部位;背斜轴部附近往往为矿床分布的地点;次级褶皱、次级构造断裂,对矿床空间分布起控制作用;层间滑动、层间破碎或节理,往往是矿体的发育空间。至于细脉浸染铜矿,则与上述性质有些区别。

变质岩系中发育的铜矿床,是在成矿期内强烈的

构造变动,强烈的岩浆期后热液作用条件下产生的。因此矿田内构造变动的程度,火成岩类出现的频度及其含矿专属性范围,热液蚀变作用的程度,就成为所述变质岩系中铜矿床远景评价主要标志之一。构造控制和岩石控制,是互有内在联系的,是对立的统一体;岩性条件是相对的,碳酸盐的、粘土质的、石英质的、硅酸盐质的(花岗岩类等)岩石均有作为围岩受到矿化的机会。在所述之例中,已证实了前述的事实。因此判别某一围岩是否易受矿化的实质在于:在一定构造应力作用条件下,围岩赋存的地质条件如何。这样在变质岩系铜矿床进行远景评价时,就必须提出:在什么不同岩层之间容易发生构造裂隙(包括片理化、层间滑动、层间破碎),在那一种岩层里容易产生构造裂隙的问题。如此才能较快地地区别出远景地段(配合其他地质技术方法和矿化现象)。同时对岩性控制的实质,也可以得到理解。应当指出,在所述之例中,无论地台上或褶皱带的变质岩系,原来均为地槽沉积,岩性变化的特点是或多或少垂直于岩层的走向方向,变化是较快的,因此就容易促成不同物理性质的岩层在空间交互排列。在多次的强烈的构造应力作用下,就容易在层间,或在某一岩层中产生性质不同的构造裂隙。因此从这一角度来看,作为围岩,变质岩系中的岩石造缝机会是最多的。同时由岩性条件的不同,也发生了多岩性矿化和单岩性矿化的不同。细脉浸染铜矿岩性控制问题,在本质上,与上述性质,没有什么根本的区别。如前节所述,多岩性矿化或单岩性矿化,在勘探工作中具有实际意义。有的铜矿床因在勘探工作初期未予注意,致其后期勘探工作布置发生了一定困难。

变质岩系中铜矿床的储量,占中国已知铜的工业总储量比值很大,很可能今后还不断发现,因此变质岩的分层、岩性研究,特别是不同物理性质的岩层在空间排列的形式与造缝作用的关系等研究工作,将具有实际意义。因为在一定的岩浆作用条件下,围岩的岩性控制涉及到矿田远景评价和成矿预测问题。如前所述,在本质上,它反映了构造控制或矿液沉淀条件的全部或部分的背景。

从工业角度来看,变质岩系中的似层状铜矿,铜品位中等,细脉浸染铜矿品位亦满足工业要求,其他工业技术条件,亦均合适,均属大型铜矿,易于勘探。总的看来,它们是极有工业价值的。过去认为变质岩系中没有大型铜矿的看法与我国事实不符。