

# 东北有色金属矿床 勘探手段的选择与应用问题

姚 培 慧

所謂勘探手段一般是指鑽探（包括岩心鑽探及水平鑽探等）山地坑道（包括平硐、石門、穿脈、沿脈、豎井、天井、盲井及探井等）以及槽探、剝土等工程。在地質勘探过程中，这些勘探手段的选择与应用，主要是根据矿区的地質条件及自然条件等因素来决定的。正确地选择和应用勘探手段，不仅可以为国家节省人力和资金；更重要的是能在获得可靠的地質資料基础上向国家提交工业儲量。

几年来，我們在对东北有色金属矿床（主要是銅、鉛鋅矿床）的勘探过程中，已經积累了一些經驗，作者拟就此問題发表一些粗淺的意見，其目的是为了引起大家对这个问题的注意。

## 一、东北有色金属矿床一般特点

东北地区具有工业价值的有色金属矿床，絕大部份是一些中、小型的矿床，为了便于对选择与应用勘探手段問題的討論起見，拟根据东北有色金属矿床工业类型的不同，將其一般特点略述于下：

1. 砂卡岩型矿床；其中包括：砂卡岩型銅鉛矿床；砂卡岩型鋅矿床；砂卡岩型鉛鋅矿床。此类矿床均生于酸性或中性侵入岩（包括花崗岩，花崗閃長岩，石英閃長岩及閃長岩等）与石灰岩及富含鈣、鎂質岩石的接触帶接触变質的圍岩大部分为震旦紀及寒武奥陶紀的石灰岩所組成。此外也有和石炭二疊紀石灰岩相接触的砂卡岩矿床，其中有些砂卡岩型矿床由于在砂卡岩形成之后，含矿溶液伴随構造断裂多次活动的結果，所形成的矿体与砂卡岩的分佈往往不完全一致或极不一致。矿体的形状呈很不規則的透鏡体，矿瘤、矿条等。有些矿区常有成矿后的各种酸性至基性岩脈切穿接触帶的矿体，使一个完整的矿体分裂成几个部分。除此而外，在岩脈兩側常发育着一些規模不大但有工业价值的小矿体（例如桓仁鉛鋅矿）。在砂卡岩型的銅矿床中，除銅而外，尚有鉄、鋁、鈷、鎳

等伴生組份的存在。

2. 裂隙充填—交代型的多金屬矿床：此类矿床大多分佈于前震旦紀片麻岩、云母片岩及大理岩中，在震旦紀砂質石灰岩中也有多金屬矿床的形成。在大理岩及石灰岩中的矿体，常交代圍岩而成不規則狀的矿巢。这种类型的矿床，矿体常成不連續的扁豆狀，成矿作用主要受構造断裂作用所控制，圍岩具有比較强烈的次生白云岩化作用。

3. 脈狀矿床；其中包括：螢石—石英脈型鉛鋅矿床；石英脈型鋅矿床及鉛鋅矿床；石英脈型銅矿床。此类脈狀矿床，一般脈幅較窄，由0.3—2公尺左右，矿体延長由50—500公尺不等，矿体的产狀及厚度变化較大，有时常受成矿后的断裂所切斷。

根据以上簡單敘述，不难看出佔东北地区主要生产对象的砂卡岩型矿床及裂隙充填—交代型矿床，矿体的規模一般是不大的。根据几个矿区詳細勘探及矿山开采所得資料的初步統計，每个矿体沿走向的長度大多数在30—70公尺左右，超过100公尺以上的为数并不多，200公尺以上的矿就更少見了。所有的矿石类型有緻密狀与浸染狀之分，因而矿体中金屬品位的分佈也是极不均匀的。矿体的形状也比较复杂，傾斜角一般較陡，矿体厚度变化較大，而且还有很多的盲矿体存在。

## 二、选择和应用勘探手段工作中存在的主要問題

根据东北有色金属矿床的一般特点来看，其勘探类型應該認为是屬於第三～第四类型的矿床，对于此类矿床的勘探工作是比较困难的，需要投入很大的工作量才能获得工业儲量。現将东北几个有色金属矿床的工业类型勘探类型及其所采用的勘探网度列表如下”

| 矿区      | 工业类型          | 有益伴生组份                     | 勘探类型    | 储量级别及勘探网密度   |                                 |
|---------|---------------|----------------------------|---------|--|---------------------------------|
|         |               |                            |         | 鑽探   | 坑探中段间距                          |
| 102 甲矿区 | 砂卡岩型<br>銅矿床   | Fe, Mo<br>B等               | “B”~“Γ” | C <sub>1</sub> 級 25×25 M (1953年)<br>C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub> 級 50×50 M<br>C <sub>2</sub> 級 100×100 M     | C <sub>1</sub> 級, 30M           |
| 102 乙矿区 | ”             | —                          | “Γ”     | C <sub>2</sub> 級 50×50 M<br>C <sub>2</sub> 級 100×100 M   | C <sub>1</sub> 級, 30M           |
| 104 乙矿区 | ”             | Fe, Co, Mo                 | “B”~“Γ” | “B”类 C <sub>1</sub> 級, 100×50 M<br>“Γ”类 C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub> 級 50×50 M<br>C <sub>2</sub> 級 100×100 M | C <sub>1</sub> 級<br>50~60M<br>※ |
| 110 矿区  | 砂卡岩型<br>鉛鋅矿床  | Fe, Cu等                    | “B”~“Γ” | C <sub>2</sub> 級 100×100 M<br>200×100 M  | C <sub>1</sub> 級 30~40M         |
| 106 矿区  | 裂隙充填<br>~交代矿床 | S, Mo<br>Co等               | “B”~“Γ” | 与104乙矿区同   | C <sub>1</sub> 級 30M            |
| 103 矿区  | ”             | In, Ga,<br>Bi, Au, Ag<br>等 | “Γ”     | C <sub>2</sub> 級 50×50 M<br>100×50 M<br>100×100 M  | C <sub>1</sub> 級 60M<br>※       |
| 403 矿区  | 热液脈狀<br>鉛鋅矿床  | Cu, CaF <sub>2</sub><br>等  | “B”     | C <sub>1</sub> 級 100×50 M<br>100×60 M  | C <sub>1</sub> 級 30M            |

其中有※者坑道为勘探队负责，其余多为矿山负责。

1. 从选择勘探手段方面来看：东北的有色金属矿床，大部分是敌伪时代遗留下来的老矿山，解放前只进行掠夺式的开采，很少做过地质工作，资源情况很不清楚。从 1953 年起我们为了加速这些矿区的地质勘探工作，在不少的矿区都选择了以鑽探为主的勘探手段，由于矿体的规模较小，而产状、形状又极为复杂等自然因素的影响，必需采用较密的鑽探网才有可能对矿体加以控制和圈定，不少的矿区曾采用了 50×50 公尺的鑽探网，在个别区段如 102 甲矿区还采用了 25×25 公尺的鑽探网。几年来的勘探事实证明对东北地区第三类型的矿床，尤其是第四类型的矿床，虽然采用了较密的勘探网，仍然不能或者很难计算 C<sub>1</sub> 级储量。这是和矿体的规模小而分散，形状、产状极为复杂，见鑽孔彼此之间不能连接是有密切关系的（如图 1，2 所示情况）。此外鑽孔见矿率也是很低的，有的矿区竟低到 35% 左右。

2. 从经济效果方面来看：东北地区许多中小型的有色金属矿山，几乎全部是采用地下采矿，在第

一个五年计划期间，由于各矿区所保有的地质储量不足，当勘探过程中部分鑽孔见矿，生产矿山即设计坑道进行探矿。根据在几个矿山上的了解，矿山地质部门为了配合开采工作，曾经采用了 30 公尺中段及 25 公尺穿脈的探矿坑道来求 C<sub>1</sub> 级储量，这些坑道探矿的投资一般是由国家地质勘探事业中开支的。这也就是说，要计算出工业储量—C<sub>1</sub> 级储量，在过去的几年中，我们人为的把它分成前后两个部份，即勘探队用较密的鑽探网求出 C<sub>1</sub>+C<sub>2</sub> 级储量（绝大部分是 C<sub>2</sub> 级），然后再由矿山地质部门进行坑道探矿来求得 C<sub>1</sub> 级矿量，

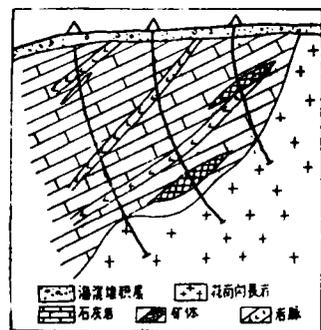


图 1 某砂卡岩型铜矿床矿体产状剖面示意图

然后再由矿山地质部门进行坑道探矿来求得 C<sub>1</sub> 级矿量，

这就差不多等于每求得一吨工业矿量，需要花费两倍的工程量和投资，这从经济效果方面来看是很不合理的。根据对106矿区的初步计算，每求得一吨C<sub>1</sub>级铅金属储量，勘探投资竟高达450元左右。

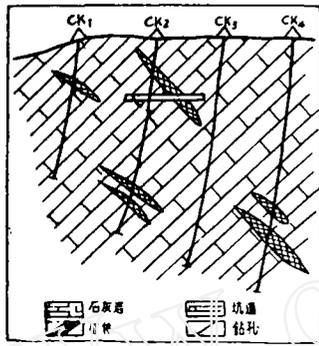


图2 某多金属矿床矿体产状剖面示意图

### 3. 从资料的

综合整理方面来看：由于鑽探及坑探分别隶属于勘探队及矿山地质部门，地质资料也分别由两个部门来进行编制和掌握，因而无论是勘探队或者是矿山地质部门所掌握的资料都不够全面，彼此之间经常缺乏密切配合，在这种情况下，地质工作就不可能在统一的認識基础上来指导勘探工作，往往产生脱节现象。

4. 从提交矿产储量级别方面来看：在对东北第三、四类型矿床利用鑽探手段不能或者很难求得C<sub>1</sub>级储量的情况下，有些人认为勘探队只需利用鑽探工程向国家提交C<sub>2</sub>级储量就行了。他们认为这样做可以提高勘探工作的效率，可以更多更快的在矿区外圈进行找矿，扩大矿区的远景。这在矿量危机，矿山迫切需要地质储量维持生产的情况下，应该认为这种作法是必要的也是完全正确的，但是应当把这种作法看成是一种不得已的也是一种反常的现象。C<sub>2</sub>级储量根据矿产储量规范上的规定，一般都是推算的，其可靠性是很差的，它不能作为企业设计及矿山生产的依据，一般只能当作参考。如果在今后继续仍以C<sub>2</sub>级储量作为向国家提交矿产储量任务的话，势必就有可能降低地质人员向国家提交工业矿量的责任感，同时也会影响到地质人员技术水平的提高。持有这种见解的人，没有了解矿山在进行开采工作之前，仍然要进一步做地质探矿工作，甚至还要打30公尺中段和25公尺穿脉的坑道，而矿山在设计这种密集的坑道时，对如何更好地利用鑽探已取得的资料，往往注意的很不够。采用这种密集的坑道来求C<sub>1</sub>级储量这是没有必要的，矿产储量分类规范中也没有这样的规定和要求，我们可以设想（事实已经证明）对第三、四类型矿床的勘探，当鑽探和坑探能够密切配合，并且由勘探部门统一进行设计及资料编制工作时，鑽探网度及

坑探网度是完全有条件放宽的。根据作者的初步计算工程量至少可以节约三分之一左右，这样就会给国家节省不少的人力及资金。

### 三、影响选择和应用勘探手段的因素

1. 勘探类型等方面：苏联地质学者为了对有色及稀有金属矿床（包括铅、锌、铜、镍、钴、锡、钨、钼、汞、锑、金、铀等矿床）进行合理而又经济的勘探工作起见，他们根据：矿体规模的大小；矿体的产状和形状—厚度变化系数；矿化的连续性—含矿系数；金属含量分布的均匀程度—金属含量变化系数等地质因素，把有色及稀有金属矿床划分成四个勘探类型，即“a”类，“b”类，“c”类，“r”类。这四种类型的划分标准，B. II 斯米尔诺夫教授已作过详细的论述，“地质与勘探”1957年第五期已作了介绍，这里不再加以讨论了。

矿床勘探类型的划分，它可以帮助我们正确地选择勘探手段和确定勘探网的密度。苏联地质勘探工作的经验证明，对于“a”类及“b”类矿床在进行勘探工作时，在绝大多数情况下，应该以岩石鑽探为主要的勘探手段。只有在地形切割利害以及地层比较破碎提取岩心有困难等条件下，才可以考虑使用坑探。白铜厂含铜黄铁矿型矿床（大部分矿体属于“b”类）及中条山细脉浸染型矿床（据伊格那切夫专家意见应属于“a”类及“b”类之间）的勘探工作证明，采用以岩石鑽探为主的勘探手段是最有效而且最为经济的。

对于“c”类及“r”类矿床勘探手段的选择和应用，究竟是以采用鑽探为主的勘探手段好呢？还是以坑探为主的手段好呢？或者是两者密切配合好呢？目前地质勘探工作者对这个问题的看法是有所分歧的，这是一个值得我们加以讨论的问题。根据铜矿产储量规范中的记载，当勘探矿体形状不规则，且金属品位分布不均匀的砂卡岩型矿床以及勘探某些复杂的脉状矿床，主要采用山地坑道，这时鑽孔只是用来确定深处矿带及矿脉的存在，仅在极少数的情况下能够评价C<sub>1</sub>级储量。由此可见，对于“c”类及“r”类矿床的勘探，主要应该采用山地坑道。但是也有例外的情况，据B. II 斯米尔诺夫教授的介绍，苏联对极为复杂的“r”类矿床—中亚的海德尔干采矿床的勘探是以鑽探为主要勘探手段的，并依据50×50公尺的鑽探网求出C<sub>1</sub>+C<sub>2</sub>级储量，这种情况只有在对矿体的赋存规律以及矿体的产状、形状、金属含量分布的均匀性等有了详细的研究和了解以后，才有可能作到，否则是

无法计算出工业矿量的。

勘探手段的选择和应用，除了主要决定于矿床的勘探类型之外，还应该考虑到地形条件，矿石质量以及水文地质条件等因素。现将影响选择勘探手段的种种因素加以比较列表如下：

| 影响选择勘探手段的因素 | 适用鑽探的条件   | 适用坑探的条件   |
|-------------|-----------|-----------|
| ① 勘探类型      | “a”类，“o”类 | “b”类 “r”类 |
| ② 地形条件      | 地形比较平缓    | 地形切割利害山势峻 |
| ③ 矿区构造      | 简单        | 复杂        |
| ④ 水文条件      | 复杂        | 简单        |
| ⑤ 地层矿石、质量   | 坚固（易采取岩心） | 破碎        |
| ⑥ 采矿方法      | 露天采矿      | 坑内采矿      |

以上所列举的各种条件是相对比较的，应考虑到彼此之间的密切结合，不应看成是绝对的。

2. 鑽探和坑探在地质勘探应用上的作用：鑽探工程常为勘探工作者所乐于采用，它与坑探比较起来有很多优点，例如在一般正常的情况下，鑽进速度要高出坑道掘进的2—4倍；鑽探可以很快的达到矿床的深部；鑽进每米所花的费用仅为坑道的 $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ 。虽然鑽探具有上述优点，但也有其一定的缺陷，这主要表现在：鑽探不能够将其所穿过的地层、矿体、构造以及岩石等材料完满的提供出来，对于坑内开采的有色金属矿床来讲，鑽孔在后来的开采过程中是不能加以应用的；对于“a”类“o”类以及“r”类的脉状矿床的勘探，鑽探可以起显著的作用，但是对于“b”类矿床（包括分散的规模不大的矿瘤、矿楼、矿巢、透镜体、矿条及矿囊等）鑽孔所能穿过每个矿体的可能性是微小的。鑽孔見矿率势必是低的，在这种情况下鑽孔不但不能圈定矿体，甚至不可能推测出初步近似的范围，而山地坑道对于“r”类矿床是具有非常现实的意义。

山地坑道能够比较正确的查明矿体的规模、形状、产状以及矿体受构造破坏的位移等，同时使我们能够进行详细的地质观察，从而有助于新矿体的发现，除此而外，坑道还可以为后来的坑内开采工作所利用。

东北有色金属矿床几年来的勘探工作证明，利用山地坑道所探得的储量，在大多数的情况下是要比鑽探所求出来的矿量有所增加，102甲矿区、110矿区

及106矿区等都有这种情况。矿山地质部门利用坑道所求出来的变级矿量—— $C_1$ 级储量是要比勘探队所探得的 $C_2$ 级储量要增多的。主要的原因就是有許多小的矿体（长度一般在20—40公尺左右），利用鑽探不能加以控制，經坑探后这些小矿体才被发现了。

#### 四、对今后工作的几点意见

1. 坑探与鑽探的应用及其结合问题：根据前面的讨论，今后对于东北地区“B”类矿床，尤其是“r”类矿床的勘探，为了要获得工业矿量，就应该选择以山地坑道为主、鑽探为辅，使二者密切结合的方法，其步骤可略述于下：

① 在含矿地区进入普查检查和评价阶段，配合1:2,000或1:1,000的地质测量，应该利用槽井探对矿体的出露范围或矿化范围进行彻底的追索和揭露，进而弄清矿体或矿化的形状、大小、范围及产状等，选择较好的区段，根据由浅入深，由疏到密的原则，设计几个稀疏的鑽孔进行矿床下部的了解。其目的是为了进行找矿，以便指示坑道的掘进方向，第一批鑽孔的设计不一定按照一定的网度，当鑽孔見矿或部分鑽孔見矿时，除了进一步对矿床的工业类型矿区远景加以评价外，还要对矿床的勘探类型加以确定。然后再结合矿区的地形条件，矿田构造以及水文地质条件等因素，来选择矿床的勘探手段和确定矿床的勘探网密度。

② 对于东北中、小型的“b”类及“r”类有色金属矿床，在地形条件利于开坑时，可以选择矿体或矿化出露较好，而鑽孔也見矿的区段利用平洞进行坑探，中段间距一般应为50—80公尺左右，对于一个新矿区来讲，如果地形条件具备时可以拉开2—3个中段，如果地形平缓没有适当位置掘进平洞时，则可以设计勘探用的小竖井进行探矿。

坑探尤其是竖井的掘进是要花费很多的人力及资金的，因此要慎重地编制设计，以免造成不应有的损失。

③ 对于坑道下部的勘探工作，要注意结合坑探所取得的资料在坑道下部进行鑽探，坑道下部的第一批鑽孔可与坑道结合求 $C_1$ 级储量。深部的鑽孔用以探得 $C_2$ 级矿量及远景矿量。待将来矿山投入生产时可利用生产竖井进行深部探矿。

此外，对于确定勘探网密度问题，应该根据矿区的具体情况灵活运用，对于储量规范上的规定不应该生搬硬套。过去我们对于勘探网度的确定，从总的情况

# 当前生产矿山地質勘探中的 技術經濟問題是什麼？

束 阜

有效地發揮現有生产矿山的生產能力，延長生產年限，对整个冶金工業生產水平的提高，有着十分重要的意义。而实现这一目的的物质基础，就需要保有足够的矿产资源。几年来冶金工业部的地質勘探部門除了在国家的統一計劃安排下，有重点的开展了部份新区地質勘探工作外，大部份力量均用于加强現有生产矿山及其外圍的找矿和勘探。以第一个五年計劃为例，用于生产矿山的投資約佔冶金部地質勘探投資的52%；以70%的勘探队和66%的鑽机，先后对94%的生产矿山进行了不同程度的地質勘探，因而基本上满足了改建或扩建生产矿山所需要的资源。除个别矿山外，基本上保證了在生产水平不断增长情况下所需要的工業儲量，改变了过去生产矿山矿量危机的面貌。这是我們地質勘探部門几年来的基本成績和主要收获。但是另一方面几年来在生产矿山的勘探工作中也存在一些缺点。从此次反浪費反保守运动中所揭发出来的材料来看，过去在生产矿山勘探中的保守浪費現象还是不少的，有些甚至是严重的。例如大孤山鉄矿和弓長嶺鉄矿第一期建設开采深度只达到—200公尺，但我們却勘探至—423公尺与—500公尺水平。102队甲矿区1953~1956年每勘探一吨工業矿量的投資为861元，乙矿区为912元，勘探成本高达銅精矿价格的二倍。从上述典型事例中，看出我們目前在生产矿山的勘探中存有兩個問題：一个是生产矿山的勘探方針問題，即对某些已經滿足建設需要或已經保有若干年远景工業矿量的生产矿山，是否仍繼續进行大量地質勘探工作；另一个是生产矿山的勘探技術經濟問題，即对某些矿量尚感不足，但地質条件較差，勘探成本过高的矿区，有否繼續进行勘探的价值，或如何更經濟更合理地進行勘探。本期所发表的姚培慧同志所写的“东北有色金屬矿床勘探手段的选擇与应用問題”即为其具体問題之一。

根据此次反浪費、反保守运动所揭发的問題来看，需要研究考虑勘探技術經濟效果的主要是第三、四勘探网来看是有些密了，今后應該依据确定勘探网密度的方法，进行一些必要的試驗研究工作，然后选择适用而又經濟的勘探网密度。

2. 广泛的利用水平鑽探。水平鑽在苏联已經开始广泛的使用，作者在1955年冬季曾在苏联高加索及哈薩克斯坦参观了几个有色金屬矿区的地質勘探工作，这些矿区在勘探工作中都广泛地利用了水平鑽探。这种鑽机可以鑽进120公尺，效率高、使用方便，今后應該广泛地加以推广和应用，用以代替穿脈坑道（如图3所示）。由于这种鑽机的效率高成本低，可以克服使用坑探成本过高的缺点。

3. 改善現有生产矿山地質勘探的組織管理。如前所述，在地質勘探机构及組織管理方面，过去我們人为的把它分成前后两个部分（即生产矿区的勘探工作分別由勘探队及矿山地質部門分別进行），苏联地質專家貝波契金同志已向我们指出这个問題，建議加以改变。目前随着各地有色局的成立已为解决这一問題創造了条件，作者建議凡是有勘探队的生产矿区的勘探工作，應該以勘探队为主統一編制勘探設計。如勘探队无施工力量时，可由矿山負責施工，但地質資

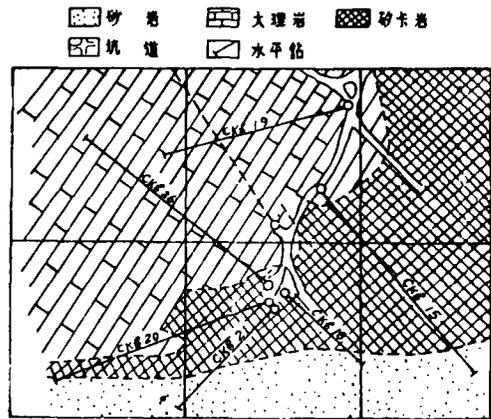


图3 苏联某砂卡岩型鉛鋅矿床利用水平鑽探矿示意图

料的編制及儲量計算工作均由勘探队負責进行。这样不仅可以向国家提交工業矿量，节省投資，而且还有利于开展科学研究工作。

本文在写作过程中承張丽英同志代为搜集部分資料，并承高旭征、張錦蕙兩同志校閱文稿，特此表示謝意。