



采矿方法技术资料

第一輯

冶金工业部有色司 汇编

冶金工业出版社

242.42
344
5:1

采矿方法技术资料

(第一輯)

冶金工业部有色司 汇编

冶金工业出版社

144746

出版者的話

几年来，我国在金屬矿山的采矿方法上积累了許多經驗，为了广泛交流这些經驗，以进一步促进我国采矿工业的发展，我們选編了这本书。

在本书中介绍了深孔小中段采矿法、分层崩落采矿法、选别回采充填采矿法和橫撑支柱采矿法在我国一些矿山的运用，可供金屬矿山工作人员参考。今后我們將繼續用“采矿方法技术資料”这个标题介绍我国金屬矿山的采矿方法的先进經驗和新技术。

采矿方法技术資料（第一輯）

冶金工业部有色司 汇編

編輯：刘天瑞 設計：董煦菴、魯芝芳 責任校对：赵昆芳

1958年8月第一版

1958年8月北京第一次印刷 10,000册

850×1168· $\frac{1}{32}$ ·54,700字·印张 $2\frac{16}{32}$ ·定价0.35元、

冶金工业出版社印刷厂印

新华書店发行

書号0990

冶金工业出版社出版（地址：北京市灯市口甲45号）

北京市書刊出版业营业許可証出字第093号

目 录

采用深孔小中段采矿法初步总结.....	1
青城子矿分层崩落采矿法小结.....	27
夹皮沟矿选别回采法总结.....	46
湘西矿横撑支柱法初步总结.....	63

採用深孔小中段採礦法初步總結

華銅礦以往用淺孔留礦法採礦，後來在蘇聯專家建議下改用深孔小中段採礦法。經過幾年來的實踐，證明此法無論在安全條件上、或是經濟效果方面都有顯著優點，有推廣使用價值。華銅礦在這方面已取得一定的成就。1956年有色金屬礦山科學研究所、東北銅鉛鋅礦務局和華銅礦共同組織工作組，在原有基礎上做進一步研究工作，並總結出第一階段報告。這一報告已在“有色金屬”雜誌上發表過，茲轉載如下。

——編者——

礦體生于花崗岩與石灰岩接觸地帶，上盤為石灰岩，下盤為花崗岩。圍岩穩固，礦體與花崗岩接觸較明顯，而與石灰岩接觸則不甚明顯。礦體呈不規則礦塊產出，多生于花崗岩突出部分的凹地邊緣上，形狀大小不等。傾角變化很大，大部分為急傾斜，礦石為含銅磁鐵礦。硬度 $f\ 6 \sim 8$ 及 $8 \sim 10$ 。礦體常有斑岩、斯卡隆或角頁岩的夾石或岩脈貫穿其中。岩脈寬由 2 公尺至 3~5 公尺不等。礦石品位分布不甚均勻。

採礦准备工作

一、主要准备巷道

包括中段平巷、橫巷及掘進天井。現以某坑 823 采場為例說明如下：

該采場高 60 公尺，寬 6~14 公尺。礦石硬度 $f = 6 - 8$ ，礦石中間夾有三條 1~3 公尺寬的岩脈。節理發達，上盤是穩定的石灰岩，或夾有松軟的斯卡隆，下盤是 $f = 12$ 以上的花崗岩，很穩定（如圖 1）。

主要運搬坑道是利用原有探礦坑道，大部分是平行礦體走向

的。从主要运搬坑道做穿脉横巷利用做通达漏斗的运搬巷道。在矿体的一端掘人行天井，它必须保证行人的最大安全，材料与工具的正常运搬，同时直到最后爆破仍可用作观察井，以观察爆破效果及放矿的情况。根据该矿经验，主要人行天井应设计在矿体一端的废石里，距矿房3~5公尺，其规格为2.5×1.5公尺。

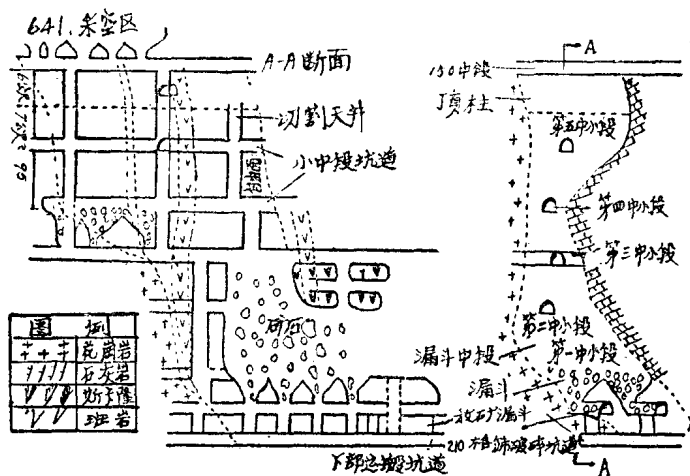


图 1 某坑828深孔中段采矿方法图

一般在开采急倾斜矿床时，中段的高度不应小于60公尺，但该矿体的变化性大，每个中段只有30公尺，当连接采两个中段矿块时，则达到60公尺（极少数）。采场长度即是矿体的长度，如超过50公尺以上时，则应考虑另划分采矿场。

在人行天井另一端，或中部掘凿切割天井。

在中段巷道之间布置2.5×2.2公尺的小中段巷道，以保证将来深孔凿岩工作的便利。为了使炮眼布置得更合理，应将扇形深孔排列方式改为扇形平行混合的排列方式，以减少凿岩总眼深与保证合理的破碎块度。

小中段高度应根据凿岩技术，凿岩方式与矿床条件来确定。目前该矿所能达到的技术条件如表1。

表 1

凿岩机种类	ММ-4			ТН-4	
角 度	0~+45°	+45~75°	+75~+90°	+50~+90°	+70~+75°
炮眼深度 (公尺)	12~15	8公尺以下	6公尺以下	6~7.5公尺	4公尺以下

注：角度按水平綫計算。

如果凿岩用扇形深孔排列，小中段高度为 8~10 公尺，如图 2 A。

若用平形深孔排列，則小中段高度为 8~15 公尺（如图 2 B、B）。

小中段巷道在設計施工中，应特別注意下面三点：

（一）应正确地掌握坡度。过去該矿对坡度掌握得不够，如在 30~50 公尺的距离中，高度便相差 1~3 公尺，給凿岩工带来很多困难。

（二）該矿过去在設計頂柱时，仅仅考虑到确定頂柱界綫，因此在采矿后，頂柱随着逐步成弧形下降。所以必須在頂柱下面开凿一頂柱检查巷道（即采场最高一个小中段巷道），以便检查采场頂柱的規則合格与否。

（三）掘进小中段巷道时，为了便于运搬和通风，从运搬巷道每隔一定距离可凿一小天井（尽可能利用探矿天井）。小中段巷道运搬，最好使用輕便电耙。頂柱厚度是采取 3~6 公尺，頂柱回采的准备工作凿岩硐室，应在矿房回采前按設計要求施工

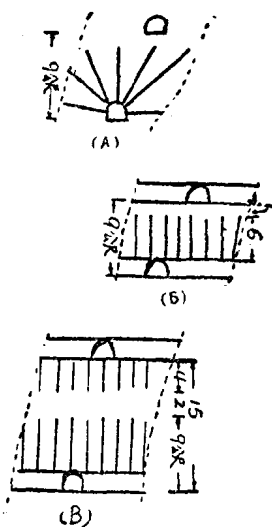


图 2 小中段的高度

完毕。

二、放矿巷道和設施

該矿使用的放矿巷道和設施可分为具有二次破碎巷道和不具有二次破碎巷道两种。前者又可分为不用机械的格篩巷道和用机械的电耙巷道两种，分別叙述如下：

(一) 格篩巷道

在主要运搬巷道 3 公尺上，布置格篩巷道，漏斗相距 6 ~ 8 公尺，这是根据底柱高度及放矿时最小损失来确定。每个漏斗負担矿石面积不得大于 50 平方公尺。在格篩巷道以上 4 公尺开凿漏斗中段，即第一小中段（如图 1）。

采用格篩巷道，不但切割工作量大，而且更重要的是降低了矿房矿量。但只有当矿体底部边缘位于运搬巷道以上，或底柱是低品位的矿石时才适用的。

(二) 电耙巷道

电耙巷道漏斗布置方法分对称式与交叉式两种。

电耙巷道漏斗规格如图 3 所示。为了保证电耙巷道两旁放出矿石的自然安息角的交点，集中在电耙巷道的中央，必须使漏斗位置与电耙巷道的位置保留适当的距离，如图 3，綫 2 为通过矿石 3 突出点、按自然安息角所做之綫。

如漏斗頸 1 过长，自然安息角不相交，則电耙效率会显著降低，若漏斗頸过短，則相交处在底板以上，矿石重叠，会給耙矿工作造成很大困难。并且在处理漏斗的堵塞时，也有危险。

用电耙巷道进行放矿的优点：切割工作量較格篩巷道要少，放矿工作比較集中，容易管理，提高二次破碎的劳动生产率，減少底柱矿量，該矿利用格篩巷道放矿，从鉄道至采矿场高度达 12 公尺以上，如用电耙坑道只需 7 ~ 8 公尺。但它的缺点是集中

出矿，装车能力小，且矿石漏斗总容积小，耙运与車輛調度必須要求配合准确。

(三) 大漏斗

大漏斗是不用二次破碎巷道的(图4)。它的优点是工作简单，采准工作量少，并可大大地减少矿块底部矿量。但在目前沒有具备机械化的条件下，反而会严重地增强工人体力劳动。如能用装矿机和較大的矿車，并合理控制块度，則用这种

放矿方法是很合理的，特別在中段高度不大，不允許做正规的矿块底部巷道和矿石坚硬需要相当大的二次破碎工作量时，更有重大的意义。

漏斗布置的方法有相对式与交叉式两种，后者与前者比較：

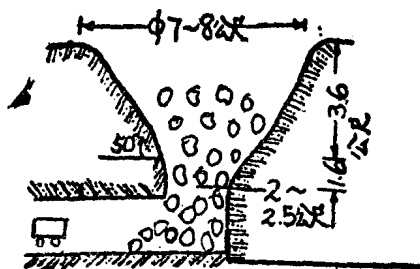


图4 用大漏斗方式进行放矿的规格

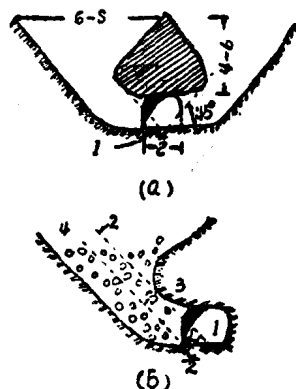


图3 电耙漏斗规格

1. 稍增加一些采准工作量；
2. 增加漏斗面积7%，扩大漏斗直径7%；
3. 能多放出残留在底柱上的矿石25~30%；
4. 用电耙耙矿时，易使耙子两端不平稳；
5. 較為安全，不至于因一边处理大块时，妨碍另一漏斗的放矿。

为了在二次破碎爆破后的15分鐘以內消灭炮烟，因此，无論

是格篩巷道或电耙巷道，都要設立專有的通风联络道。

中段采矿法的漏斗扩底，在施工上是比留矿法要困难得多，而且扩底的方法也是多样化的。概括說来，可分浅孔扩底与深孔扩底两种。

用浅孔掘凿漏斗的方法是在距自由面 4 ~ 7 公尺处，用 OM-506 型凿岩机，随着小中段巷道的垂直走向掏高为 2 公尺的槽，掏至矿房設計边界、并在适当地点残留临时矿柱或边柱（直径 2 ~ 3 公尺），以保証頂盘稳固。此时从上向下（也有从下向上的）扩大漏斗。当漏斗底扩好后，将临时矿柱預先打好的炮眼与第一小中段向上挑頂的深孔同时爆破（图 5），这种方法根据实际使用，能达到最好的、完全可靠的效果。但是它的缺点是切割工作量大，速度慢，工序多。

用深孔进行掘凿漏斗的方法，可分为与上部水平层分次爆破和同时爆破两种方法。前者是在漏斗里打一排浅孔和一排深孔（图 6），先进行爆破，認為合格，則將上部水平层深孔全部爆破。它的优点是切割工作量小，速度快；后者是在漏斗里打一排深孔，等上部小中段扇形深孔打完后，进行同时爆破。爆破时上小中段扇形深孔采用第一号雷管，漏斗深孔采用第二号雷管。这

种方法由于当漏斗里深孔爆破时，漏斗上部堆积矿石，形成强制爆破，效率低，漏斗里往往堵塞了矿石，紧紧挤压在一起，矿石就放不出来，同时当产生部分不爆

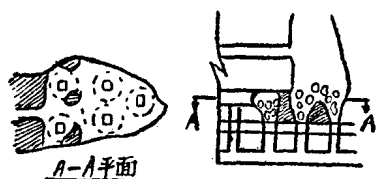


图 5 浅孔切开綫深孔扩底时的情况

时，形成无法处理现象。

从以上所述，以深孔扩底，分次爆破的方法为适宜。为了能加大漏斗底直径，拟在施工順序上加以改进，其步骤如图 7。

特別不規則的矿床，在施工順序上，應該先施工漏斗上部的小中段巷道。如要打小穿脉巷道时，应将沿脉小中段暫停，待小

穿脉巷道探明矿体后，再进行施工。根据上部已知的矿体变化情况再进行合理的漏斗施工。这样做法一般说来正确性较大，但有时在施工速度方面受到限制。

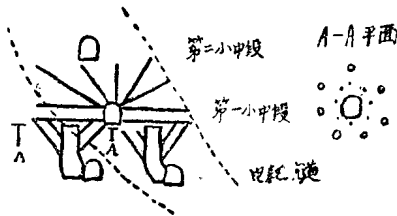


图 6 用深孔进行漏斗扩底时的情况

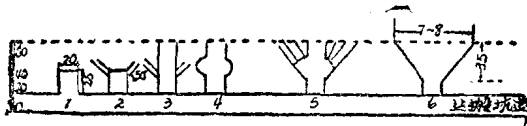


图 7 漏斗扩大时施工顺序图

三、自由面开凿

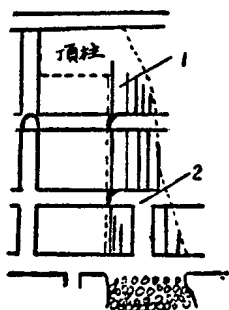
在矿房回采之前，首先要掏出自由面（图 1）。自由面选择的好坏，对矿房回采的爆破效果起着决定性的作用。自由面积愈大，则爆破效果愈好。该矿体生成的特点大致是两端尖，中间较宽。所以在设计中应考虑将自由面开凿在矿房中部，然后向两端后退采矿。这样除了保证上述的爆破效果良好外，还可提高矿房生产率。

大型矿床，在上盘岩石比较软的情况下，如矿房垂直走向布置，则可采取下盘作自由面，向上盘进行后退式采矿。这样可防止造成大量贫化。某坑 502 及 619 采矿场，由于忽视了上盘脆弱的硅化石灰岩，因而产生了上盘漏斗放矿的大量贫化。自由面开凿的方法有两种：浅孔留矿法及深孔爆破法。

浅孔留矿法是按普通留矿法从下向上回采矿房的方式进行掏出自由面。当自由面掏完后，再将全部残留矿石放出。该矿普遍地采用了这种方法。其优点是：（一）根据矿体形状，逐步上

采，可以正确地掌握矿体垂直的地质变化及品位变化；（二）保証自由面开凿良好，矿壁四角垂直，对将来矿房回采爆破时創造良好条件；（三）保証頂板在自由面开凿后平整和准确；（四）能用多台上向式凿岩机凿岩。

图 8 为某坑 823 采矿場會使用的深孔爆破来开凿自由面。其开凿情况，首先将中段按照由上而下的順序掏开設計界綫的工作面。



于是向上打 5 ~ 6 公尺垂直深孔，眼距 1.5 ~ 2.0 公尺，利用切割天井 1 作为自由面，先爆破上中段，再爆破以下各中段。

开凿自由面的宽度过小，則影响矿房回采时的爆破效率，过大則拖延准备工作时间，降低矿房回采的劳动生产效率，同时也不安全。

图 8 某坑 823 利用深孔开掘自由面的情况

合理的自由面宽度可按下式計算；

$$B = knl(a-1),$$

式中 B——自由面宽度（公尺）；

k——保証矿体在无約束增大的条件下破碎的系数 1.1 ~ 1.25；

n——同时爆破炮眼排数；

l——最小抵抗綫距离，（公尺）；

a——破碎矿石的松散系数。

如 $n=2$, $l=2.5$ 公尺, $a=1.55$, $k=1.2$ 。

則 $B = knl(a-1) = 1.2 \times 2 \times 2.5(1.55-1) = 3.3$ 公尺。

注：这种宽度是最小宽度，有时由于施工上的不正规，則必須适当增宽。

四、采准工作施工的安全問題

小中段采矿法的特点是巷道、天井、漏斗多，因而在安全上容易发生墜落事故。所以加强天井及地井管理是非常重要的，該

安格篩的应及时安上，不安的应及时盖上木板，禁止同时在一个天井內开凿几个小中段巷道。

采用小中段法采矿时，是不允許在矿石的节理里渗透水的，否則就可能发生矿石大片帮的危險。若能在小中段开凿的同时設立水沟，則会給将来采矿凿岩中带来很多方便。

采 礦 工 作

一、凿 岩 工 作

(一) 凿岩工具

凿岩机为某厂仿造苏联 KIM—4型的水平凿岩机与 TП—4型的向上式凿岩机，前者使用自动推进器工作面装三吋风管，胶皮风管連接于凿岩机上，风压到工作面为4.5~5公斤/平方公分左右。湿式凿岩用水以胶皮水管从水管上接于凿岩机，引用上一中段积水，水头高30~40公尺左右。KIM—4 凿岩机安置于空气支柱或螺旋支柱上。

钎子杆系用 32 公厘中空圓鋼制成，钎子組包括钎杆（长分 2.0公尺及 1.5 公尺两种）及钎尾（长分 0.5, 0.8, 1.3, 1.8 公尺四种），在凿岩时，輪流更換組成各种不同长度。钎尾最大差，不能超过托盘的推进距离，儘可能增加钎尾长度差，也即是加长托盘的推进距离，以便减少換钎尾次数。

为避免 钎杆 折断， 应将末端墩粗，每端墩粗的长度为 110 公厘，在最末端 60 公厘处，墩成直径为 40~45 公厘，以便車出外径为 38 公厘的絲扣，自 60 至 110 公厘处成 $4^{\circ}30'$ 的角度。套管的制造如图 9。

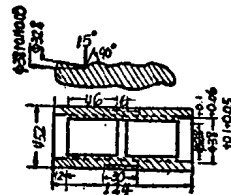


图 9 改进后的套管

最初在設計制造时，套管与钎杆或钎头的螺紋长度相等，因此当受力前进时，末端不很結实，容易将螺紋損坏。后改为末端留 2 公厘不带螺紋，成圓稜形，以防

左右，节理較发达。用 KIM—4 及 TII—4 型凿岩机，单气支架，带推进器，风压 4.5~5 公斤/平方公分，BK—15 硬合金三刃形钎头，直径 80 公厘，钎杆 32 公厘，中空圆鋼，打各种傾角扇形眼，得出以下几点結論：

1. 凿岩速度随眼深而下降，如以第一公尺眼深凿岩速度为 100，則炮眼加深后凿岩速度变化系数如表 2。

表 2

眼深(公尺) 凿岩机类型	0~1公尺	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6公尺以上
TII—4	100	86	63	46	40	36	—
KIM—4	100	90	80	53	41	34	28

从这些数字来看，速度下降的急剧程度是超出一般資料記錄的。

从总的凿岩速度來說也是很慢的，这除了与凿岩机机械性能等有关外，与钎子杆的重量也有一定的关系，特别是采用 TII—4 进行深孔凿岩时，采用直径为 32 公厘的鋼钎，直径 32 公厘的中空圓鋼（重量 6.56 公斤/公尺）与原用 25 公厘的中空圓鋼（重量 3.59 公斤/公尺）的重量比較要重 68%，所以速度急剧下降。

2. 在几公尺以內，TII—4 凿岩机比 KIM—4 凿岩速度下降得快，这是因为当平行打眼时，凿岩机活塞冲击的作用，只受到凿岩工具慣性摩擦阻力的作用，而打向上眼，凿岩机活塞冲击力除受到上述作用力以外，还要受到工具重量的作用的影响。

3. 用 KIM—4 凿岩水平角度的眼，与打緩傾或傾斜的眼比較，后者速度远比前者为小（一般只有前者的 65%~80%~90%）。

4. 凿岩速度并不是依据眼深成直線比例下降，而是近乎双曲線下降，即是炮眼逐步加深，下降速度便大大緩和，这可能是炮眼深了，由于钎杆与眼壁的摩擦，因而钎杆的重量只有一部分加于活塞冲击力的原因。

5. 一般說來，KUM—4 凿岩机应比 TП—4 凿岩机凿岩速度为大，然而实际的测定，KUM—4 凿岩机凿岩速度反比 TП—4 的为小。因为凿岩机在使用上有問題。如我們所见到的 KUM—4 凿岩机螺形棒絲套（銅質）质量很差，很容易磨損，換配时台手齿輪都被磨平了，因而減低了凿岩速度。

6. 风压对凿岩速度有很大的影响。我們使用的 KUM—4 凿岩机轉速很小，这也是影响凿岩速度慢的原因之一。根据記錄，一般只有 65~80 轉/分，甚至有低至 60 轉/分的，而有时一台凿岩机停开时，另一台凿岩机可达 120 轉/分左右，因而凿岩速度随之增加。

（三）炮眼布置

1. 炮眼排列的方式主要有扇形深孔及平行深孔两种，該矿在小中段采矿法中，絕大部分采用扇形深孔。有时为了降低炮眼总深度，更好地达到合理的矿石块度，以及其他矿体变化上某些原因，也曾將小中段巷道扩帮，將炮眼排为扇形与平行的混合的方式。

2. 在小中段采矿法中要合理地确定最小抵抗綫的大小，是比較困难的，然而又是很重要的。該矿曾采用 1.5~3.5 公尺的最小抵抗綫，最普通采用的是 2.0~2.5 公尺，一般确定深孔网最小抵抗綫的距离（W）采用下式：

$$W = d \sqrt{\frac{7.85 \Delta J}{mK'}}$$

式中 d——深孔的有效直径（公分），如装药包时应用药包直径而不是钎头直径；

Δ ——炸药的平均密度（公斤/公升）；

J——深孔中药包的相对长度（根据不同的眼深确定之）；

m——药包間的相对距离（即药包間距离与最小抵抗綫之比）；

k' ——标准碎破药包单位消耗指标 (公斤/立方公尺)。

如 $d=0.65$, $\Delta=0.95$, $J=0.7$, $m=0.7$, $k'=0.45$ 。

$$\text{則 } W = 0.65 \sqrt{\frac{7.85 \times 0.95 \times 0.7}{0.7 \times 0.45}} = 2.65 \text{公尺。}$$

为了使最小抵抗綫与矿石硬度的关系連系起来, 减少过多的未知数和便于計算起见, M.B. 卡古林和 Л.И. 巴隆曾推导出下列公式 (詳見1955年苏联矿业研究工作論文第一集) :

$$W = \frac{d}{\sqrt[8]{f}} \sqrt{42.3 \Delta J},$$

式中 f ——普式硬度系数;

d , Δ , J 同上。

以某坑 902 采場为例, $f=8$, $d=0.65$, $\Delta=0.95$, $J=0.7$ 。

$$\text{則 } W = \frac{0.65}{\sqrt[8]{8}} \sqrt{42.3 \times 0.95 \times 0.7} = 2.43 \text{公尺。}$$

但是, 实际工作还要决定于現場的經驗与分析, 根据該矿, 应注意下列几点:

(1) 若最小抵抗綫为 1.5 公尺或更小时, 則当第一排眼爆破后, 第二排眼就常被挤坏, 或者有一部分矿石被帶下。实际, 当第二排眼爆破时, 最小抵抗綫仅有 1 公尺或 1 公尺以下。而采取 2.0~2.5 公尺最小抵抗綫, 經实际使用, 效果比較良好。

(2) 一般漏斗开凿的规格都是 1.5×2.0 公尺, 1.8×2.0 公尺, 或者 2.0×2.0 公尺, 而爆破后块度直径最大也在 2 公尺以下, 这样就能保証矿石从漏斗里放出。

(3) 在接近自由面处, 要有适当的距离, 保持工人操作安全。

以上情况并非是固定不变的, 如某些采矿場矿石的破碎性大, 硬度小, 則可将最小抵抗綫增加到 3~3.5 公尺。

3. 炮孔数目: 扇形深孔布置炮眼数目有 5~10 个, 但最主要的是采用 7 个。

炮孔数目的多少, 取决于孔間距离与最小抵抗綫之比, 当矿