

# 铜矿地质勘探规范

---

铜是建设现代工业、农业、国防和科学技术不可缺少的重要有色金属原料，需要量很大。为把我国建设成为一个伟大的社会主义现代化强国，必须加速铜矿资源的地质普查勘探工作。

铜矿地质勘探是矿山建设的先行工作，必须按照国民经济建设的实际需要和地质条件的可能，合理地选择勘探矿区和部署地质勘探工作。根据铜矿床常有多种组份伴（共）生的特点，在勘探工作中要切实执行综合勘探和综合评价的方针，为充分和合理利用矿产资源创造条件；积极推广行之有效的新技术新方法，不断提高工作效率和工作质量，尽量缩短勘探周期；加强地质工作的管理，认真取全取准各项资料，加强综合研究，不断提高对地质规律的认识，按时提交地质勘探报告，以适应矿山建设设计的需要。

我国于一九六三年颁发的《矿产储量分类暂行规范第三辑 铜》，对铜矿地质勘探工作起了很大的指导作用。本规范是由地质部和冶金工业部共同组成的铜矿规范编写组，根据我国生产实践的经验和原国家地质总局一九七七年颁发试行的《金属矿床地质勘探规范总则》的基本原则，广泛征求地质、矿山设计和生产部门的意见，以及收集我国主要铜矿区采、探对比资料，在原铜矿规范的基础上修编而成，作为审查验收铜矿详细地质勘探报告的技术要求。由于我国幅员广大，各地区的地质、地理等情况不尽相同，因此，在执行本规范的过程中，要正确处理好共性与个性的辩证关系，既要坚持规范的原则要求，又要从实际情况出发具体地运用。同时，希望在试行中注意总结经验，对本规范提出修改意见，以便今后进一步研究和修订。

# 第一章 铜矿的工业要求

为了适应铜矿矿山建设的需要，合理地安排铜矿地质勘探工作，必须了解工业对铜矿资源的要求。并根据这些要求去研究所要勘探的铜矿床，在当前采、选、冶等技术经济条件下，能否被充分与合理利用，以及可能产生的环境地质问题。为此，在本章中除介绍铜的特性及其主要含铜矿物外，还提出了工业加工技术对铜矿石的质量要求和确定铜矿床工业指标的一般原则。

## 第一节 铜的特性及主要含铜矿物

铜是一种紫红色金属，硬度 2.5~3，比重 8.5~9，延性和导热性强，导电性高。由于这些性质以及能与锌、铅、镍、铝和钛组合成合金的性能，铜被广泛地应用于电器、机械、车辆、船舶工业和民用器具等方面。

在自然界中出现的含铜矿物约有 280 多种，其中 16 种具有工业意义。兹列举如下：

1. 自然铜	Cu	含铜量	约 100%
2. 铜的硫化矿物			
黄铜矿	CuFeS <sub>2</sub>	含铜量	34.6%
斑铜矿	Cu <sub>5</sub> FeS <sub>4</sub>	含铜量	63.3%
辉铜矿	Cu <sub>2</sub> S	含铜量	79.9%
铜蓝	CuS	含铜量	66.5%
方黄铜矿	CuFe <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	含铜量	23.4%
黝铜矿	3Cu <sub>2</sub> S · Sb <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	含铜量	46.7%
砷黝铜矿	3Cu <sub>2</sub> S · As <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	含铜量	52.7%
硫砷铜矿	Cu <sub>3</sub> AsS <sub>4</sub>	含铜量	48.4%
3. 铜的氧化矿物（包括硫酸盐、碳酸盐和硅酸盐等）			
赤铜矿	Cu <sub>2</sub> O	含铜量	88.8%
黑铜矿	CuO	含铜量	79.9%

孔雀石	$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$	含铜量	57.5%
蓝铜矿	$2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$	含铜量	55.3%
硅孔雀石	$\text{CuSiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	含铜量	36.2%
水胆矾	$\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{Cu(OH)}_2$	含铜量	56.2%
氯铜矿	$\text{CuCl}_2 \cdot 3\text{Cu(OH)}_2$	含铜量	59.5%

目前我国生产的铜，主要取自黄铜矿，其次是辉铜矿、斑铜矿、孔雀石等。

## 第二节 工业加工技术对铜矿石的质量要求

### 一、从铜矿石中提取铜的方法

对于含铜品位较低的矿石，需要经过选矿，使品位富集成为铜精矿（按冶金部 1976 年颁发的标准，铜精矿要求含铜品位为 8~28%。在实践生产中含铜品位一般 10~20%，个别有达 30%者），然后将精矿冶炼成冰铜（为硫化铜与硫化铁的合金，含铜品位一般 30~45%），冰铜经过吹炼而成为粗铜（含铜品位 97~99%），粗铜再经过火法精炼或电解精炼而得到精铜（含铜品位 99.9%以上）。有少量富铜矿石（一般含铜大于 5%）可以不经过选矿，而与铜精矿混合直接入炉冶炼。

### 二、铜矿石的选矿方法和对铜矿石的质量要求

铜矿石的选矿主要用浮选法，有的配合使用磁选法、重选法或湿法冶炼等。

为正确选用各种选矿方法，要研究铜矿石的物质组份和结构构造；查明铜矿石的自然类型和工业类型；还要了解矿石中难选矿物的含量及其大致分布情况等。

铜矿石的自然类型一般按其含氧化铜和硫化铜的比例不同，分为硫化矿石（含氧化铜在 10%以下）、混合矿石（含氧化铜 10~30%）和氧化矿石（含氧化铜在 30%以上）三种。现将不同类型铜矿石常用的选矿方法简介如下：

1.单一硫化铜矿石的选矿。一般采用浮选法选矿。

2.多金属硫化矿石的选矿。一般根据其主要组份而形成的不同加工技术特性，分别采用混合浮选法、优先浮选法、混合优先浮选法、浮选和重选联合选矿法、浮选和磁选联合选矿法，以及浮选和湿法冶炼联合进行处理等。

3.混合矿石选矿。一般均可采用浮选法，它可以单独处理，或与硫化矿石一起处理；也可采用浮选和湿法冶炼联合处理，即先用浮选法选出铜精矿，再将浮选后的尾矿用湿法冶炼处理。

4.氧化矿石的选矿。一般用浮选与湿法冶炼联合处理或用离析法与浮选联合处理；含结合式氧化铜高的矿石，一般用湿法冶炼处理。

### 三、铜矿石的冶炼方法和对铜矿石的质量要求

铜矿石的冶炼方法主要是火法冶炼，其次是湿法冶炼。冶炼方法的选择主要取决于矿石的性质和物质组份。所以要求认真研究矿石类型、物质成分、难熔的矿物和有害组份锌、砷、氟、镁等的含量、赋存状态及其分布范围。

1.火法冶炼是最常用的铜矿冶炼方法，又分鼓风炉熔炼、反射炉熔炼、电炉熔炼、闪速炉熔炼、诺兰达连续炼铜法等。鼓风炉熔炼效率较低，电炉熔炼耗电量大，反射炉熔炼采用的较多，而后两种是较新的冶炼方法。

反射炉熔炼主要是处理浮选后的铜精矿，一般要求精矿的含铜品位不得低于 8%，最好为 15~20%。

铜精矿中的有害杂质砷、氟、锌、镁等，影响冶炼工艺和污染环境卫生，在矿料入炉时要进行控制，或在冶炼中加以回收处理。

砷：以氧化状态存在，在冶炼过程中容易挥发，进入烟尘后污染大气，对人体有害；冰铜中的砷通过转炉吹炼后，进入制酸系统的砷在转化器里使触媒逐渐失去活性而降低转化率。因此，一般要求铜精矿中砷的含量小于 0.3%。

氟：以氟化氢（HF）状态进入炉气，带入制酸车间，腐蚀破坏生产设备。一般要求铜精矿中氟的含量小于 0.1%。

锌：在冶炼过程中一部份以氧化锌（ $\text{ZnO}$ ）状态进入渣中，增大渣的粘度，夹杂铜和影响铜的熔解；一部份以硫化锌（ $\text{ZnS}$ ）的状态进入冰铜中，使冰铜呈粘滞或泡沫状，不利与渣分离。另外，当冰铜温度低于  $1200^{\circ}\text{C}$  时，硫化锌（ $\text{ZnS}$ ）结晶析出，形成炉结阻塞放铜口。因此，一般要求铜精矿中锌的含量小于 6%；否则，要进行优先浮选。

镁：以氧化镁（ $\text{MgO}$ ）状态存在于含镁矿物中，铜矿石中含有滑石、蛇纹石、绿泥石、橄榄石等含镁高的矿物，易泥化，采用浮选时，多与铜矿物一起浮出，分选困难，而且容易形成泥饼，使磨矿流程不畅通。此外，含氧化镁（ $\text{MgO}$ ）高的铜精矿入炉后使炉渣产生粘性，熔点增高并导致熄炉。因此，一般要求铜精矿中氧化镁（ $\text{MgO}$ ）的含量小于 5%。

2.湿法冶炼主要适用于处理氧化矿石或含自然铜不高的单一矿石。由于使用的浸出剂不同，又分：

硫酸浸出法——用以处理二氧化硅含量很高的酸性氧化矿石；

氨浸出法——用以处理含多量碱性矿物的氧化矿石或自然铜贫矿；

细菌浸出法——用以处理低品位硫化矿石。

## 第一节 确定铜矿床工业指标的一般原则

工业指标是圈定矿体和计算储量的依据，应按国家对铜矿资源的需要和矿山建设在采、选、冶方面的技术经济条件，在充分与合理利用矿产资源和综合经济核算的基础上制定。

凡提供矿山建设设计依据的地质勘探报告所采用的工业指标，应由地质勘探部门提出初步意见并附必要的地质资料，由工业主管部门委托矿山设计部门进行经济比较研究后，尽快提出适合矿床具体条件的工业指标，再由工业主管部门批准下达。

工业指标的主要内容有：

1.边界品位；

2.最低工业品位；

3.最低可采厚度（以真厚度为准）；如矿体厚度低于最低可采厚度而铜品位又超过最低工业品位时，可采用最低工业米百分值；

4.夹石剔除厚度。

在矿床可以露天开采的情况下，还要提出露天开采最大剥离系数。此外，还可以结合矿床的特点和工业利用上的需要，提出其他必要的附加指标。

表一是根据我国一些已知铜矿床工业指标总结出来的一般要求，供评价时参考。

铜矿床工业指标一般要求表 表一

项 目	硫化矿石		氧化矿石
	坑采	露采	
边界品位 铜（Cu）%	0.2~0.3	0.2	0.5
最低工业品位 铜（Cu）%	0.4~0.5	0.4	0.7
最低可采厚度（米）	1~2	2~4	1
夹石剔除厚度（米）	2~4	4~8	2

上表中最低可采厚度和夹石剔除厚度的确定，与矿体产状、矿石品位和采矿方法等因素有关，要区别不同情况而定。一般缓倾斜、低品位、大规模采矿方法（崩落法、大电铲露采法）比急倾斜、高品位、小规模采矿方法（充填法、浅孔留矿法）要求要大些。

为了综合利用矿产资源，对多金属矿床要研究、制订综合工业指标。当伴生组份品位达到参考表二所列含量时，要认真进行取样分析研究，作出综合评价。

铜矿床伴生有益组份评价参考表 表二

元素	Pb	Zn	Mo	Co	WO <sub>3</sub>	Sn	Ni	Bi
含量%	0.2	0.4	0.01	0.01	0.05	0.05	0.1	0.05
元素	Au	Ag	Cd、Se、Te、Ga、Ge、Re、In、Tl					
含量	0.1g/T	1g/T	>0.001%					

## 第二章 铜矿床勘探研究程度的要求

根据多年来实践经验，对矿石选、冶性能尚未研究清楚，选矿方法尚未解决，水文地质条件很复杂，开采条件很困难的矿床，应先进行上述问题的专题研究，作出技术经济评价，再考虑是否转入详细勘探。对国家尚未纳入近期建设规划的矿区，一般可只作到详细普查或初步勘探。凡是进行详细勘探的矿区，其勘探研究程度均须达到以下各节要求。

### 第一节 矿床地质研究要求

#### 一、矿床地质条件和成矿特征的研究

这是地质勘探工作中一项极为重要的工作，它贯穿到工作的始终。要根据地质情况来部署和指导地质勘探工作的进行，直到最后圈定矿体计算储量。任何轻视地质研究的作法，都会给地质勘探工作带来盲目性，造成损失，所以必须认真分析研究成矿地质因素，阐明矿体赋存的地质条件和成矿特征，如：地层、各种含矿建造构造、岩浆活动（变质作用、沉积作用）、围岩蚀变、矿化作用等特征及其与成矿和矿产分布的关系，并总结一些规律性的认识、对成因类型进行探讨；矿体的数量、规模、形态和空间位置、找矿标志及赋存规律；成矿后各类岩浆岩和断层构造等对矿体的影响程度；矿床氧化带及次生富集带的发育程度、分布规律和控制因素等等。

#### 二、矿石物质组份的研究

1.查明铜矿石的自然类型。研究了解含铜矿物的种类及其数量比，确定氧化带的界线，查明氧化矿石、混合矿石和硫化矿石的分布。对氧化矿石，须根据所含结合式氧化铜的多少进一步划出难选氧化矿石（一般含结合式氧化铜大于 20%）和易选氧化矿石（一般含结合式氧化铜低于 20%）。对以上各类矿石，均应分别予以圈定和计算储量。

2.划分铜矿石的工业类型。根据铜矿石中含有不同的组份而形成不同的加工技术特性来划分工业类型，如铜矿石、铜铁矿石、铜硫矿石、铜钼矿石、

铜锌矿石等。在地质剖面上可以对应连接并需要分别采、选时，对这些类型矿石的分布范围应分别予以圈定和计算储量。

3.查明铜矿石的结构构造。为了了解矿石选矿性能，应研究矿物间的共生特性和矿物的颗粒大小。一般的星点状、网脉状、细脉状等浸染状矿石易选，微粒分散和乳状结构的矿石比较难选，在可以分采的情况下分别圈定其分布范围。

4.了解铜矿石中伴生有益有害组份。铜矿石一般均含有多种有益组份，如：铅、锌、钨、钼、锡、铋、镍、钴、金、银等有色、贵金属和镉、锗、硒、碲、镓、铟、铼、铊等稀散元素。必须对其中具有工业价值的各种伴生有益组份的含量、分布和赋存状态等进行综合研究，作出综合评价和计算储量。对有害组份也要了解它的种类、含量、分布和赋存状态，研究其分离和降低处理办法，力争变害为利。

5.了解矿体中夹石及围岩的物质成份。矿体中的夹石和部份围岩在采矿时往往混入矿石中参加选矿，所以对矿体中夹石和围岩的种类、矿物成份和分布情况等都要进行了解。

### 三、对共生矿产进行综合勘探研究

对铜矿床勘探范围以内的其他共生矿产的矿体（特别是铜矿体上盘的矿体），当其具有工业利用价值时，应进行综合勘探，并计算储量。

## 第二节 矿区水文地质研究要求

一、在研究区域水文地质条件的基础上，要求查明：含水层和隔水层的岩性、厚度、产状、分布、埋藏条件和稳定性；裂隙、岩溶的发育程度和分布规律；含水层的富水性、导水性、水位（水压）、水量、水质、水温 and 动态变化；地下水的补给、迳流和排泄条件；含水层间的水力联系；地表水体的分布及其与地下水的水力联系。

二、查明矿坑的充水因素、充水水源和进水方式；查明构造断裂带的导水性和富水性，矿体顶底板充水围岩的富水性和水压；老窿的分布、积水情



况和对矿床开采的影响。以岩溶充水为主的矿床，还应预测由于抽、排水可能产生的地面岩溶塌陷引起矿区水文地质工程地质条件的变化。

确定水文地质边界条件，结合矿床开拓方案预测矿坑涌水量。

三、对矿坑水的防治措施、综合利用、排供水结合、防止污染等方面提出建议。对于存在热害的矿区，要对地热的形成条件和分布规律做出初步评价，提出热害处理和热能利用方面的意见和建议。并指出供水方向。

四、有关各项水文地质的技术要求，按矿区水文地质工作规范执行。

### 第三节 矿山开采技术条件的研究要求

一、应认真搜集和研究矿床范围内的断层、破碎带、节理裂隙、滑坡、岩溶塌陷、风化带、泥化带、流沙层的发育程度和分布规律；阐述矿体及其顶底板近矿围岩的坚固性和露天开采边坡的稳定性；对老窿的分布范围、充填情况应进行调查研究，在可能情况下圈定老窿界限。

二、测定必要的岩石、矿石物理力学性质和放射性元素的含量及分布情况；有坑道的地方，还要注意测定开采时对人体有害的游离二氧化硅；对于埋藏深度大于 500 米的矿床，还应测地温。

三、如矿区位于地震活动区，在普查勘探过程中，应注意对区域稳定性的研究，重视区内发震情况及新构造运动的调查研究，在报告中阐述有关地震地质情况。

### 第四节 矿床勘探控制程度的要求

#### 一、矿体控制程度的要求

在研究矿床成矿地质条件的基础上，详细勘探并研究矿山建设范围内矿体的分布并计算储量。

对主要矿体的形态和空间位置应进行详细的勘探控制。

对确定露天开采的矿床，要用工程系统控制矿体四周的边界和露天采场底部矿体的边界，为正确圈定露天采场的边界线提供资料。

对地下开采的主要矿体的两端、上下的界线和延深情况，应用工程控制，为合理选定开拓工程的位置提供资料。

在勘探主要矿体的同时，对浅部首期开采地段主矿体上盘具有开采价值的小矿体，必要时可增加适当工作，作出评价。

对破坏矿体的较大断层（落差大于 30 米）和破碎带（宽 5 米以上），要用工程实际控制其产状和断距；对较小的断层和破碎带，着重研究其分布范围和规律。

对破坏矿体的主要火成岩的产状、规模，要进行必要的控制和研究。

## 二、矿床勘探深度要求

矿床的勘探深度，应根据矿床特点和当前开采技术经济条件来决定，原则上不宜过深。对于矿体延深不大的矿床，可一次勘探完毕。对延深很大的矿床，其勘探深度一般为 300 米左右。对于缺铜地区、生产矿区深部和埋藏较深的隐伏矿床的勘探深度，可根据国家急需情况与有关部门具体研究确定。在取得对矿床地质规律认识的基础上，对勘探深度以下的深部矿体，可用稀疏工程控制其远景。

## 三、详细勘探范围内各级储量的比例要求

1.大、中型矿床一般要求探明 B+C 级储量占 B + C+D 级 70%以上，其中浅部首期开采地段的 B 级储量一般应占 5~10%。对某些地质条件复杂的矿床，经用较密工程仍探求不到 B 级储量时，可探求到 C+D 级储量，其中 C 级占 60~70%；对某些规模偏小的很复杂矿床，其 C 级储量比例还可酌情减少。

2.对小型矿床，一般只求得 C + D 级储量，其中 C 级占 50%以上。

复杂的小型矿床（相当于第 V 勘探类型的矿床）经用较密工程仍探求不到 C 级储量时，可探求 D 级储量，提交生产单位边探边采。

3.对详细勘探范围以下的深部矿体，用稀疏工程控制的远景储量，不列入计算各级储量比例。

### 第三章 勘探类型和勘探工程密度

按矿床的地质因素划分勘探类型，是为了合理地确定勘探工程间距，从而达到有效地探明各级储量的目的。

铜矿床的勘探类型是根据主要矿体的规模大小、形态、厚度的稳定程度和主要组份分布的均匀程度等地质因素来划分的，同时也要考虑成矿后的构造和岩浆侵入活动的破坏程度等地质因素。这些地质因素是在不断增加勘探工程的过程中逐步加深认识的，对那些勘探难度大的隐伏矿和半隐伏矿来说，更是这样。因此，对勘探类型的正确认识，需要一个过程，所以勘探工程的布置，应该是由浅而深，先稀后密。在不断研究地质特征的基础上，用类比法来确定勘探类型和相应的勘探工程密度。

在自然界中，各类型铜矿床和同一矿床的各个矿体或一个矿的不同部位，地质因素是多种多样的，划分勘探类型和确定勘探工程密度，一般是按照矿床中占有大部分储量的主要矿体的地质因素来考虑的。但是，也要针对矿体或矿段的具体情况区别对待，不要“一刀切”或机械地套用。

#### 第一节 勘探类型

根据上述分类原则，将铜矿床的勘探类型分为以下五类：

第一类：规模巨大，形态简单，厚度稳定至较稳定，主要组份分布均匀至较均匀的层状、巨大透镜状矿体。

属于本类型矿床的有江西德兴铜厂斑岩铜矿。矿体巨大，围绕岩体的内、外接触带产出；矿体长 2200 米，宽 1000~1600 米，平均厚约 139 米，呈有规律的变化；主要组份分布均匀；成矿后构造破坏很小。

第二类：规模大到巨大，形态简单至较简单，厚度较稳定，主要组份分布较均匀的似层状、大透镜状矿体。

属于本类型的矿床有云南易门狮山变质岩层状铜矿。矿体层控标志明显，呈似层状，产状与地层一致，一般倾角  $60^{\circ}\sim 80^{\circ}$ ；矿体长度大于 900 米，斜

深 550 米，厚度几米至五十多米，厚度较稳定；主要组份分布较均匀；有断层错断破坏。

第三类：规模中等到大，形态较简单至复杂，厚度较稳定至不稳定，主要组份分布较均匀至不均匀的似层状、透镜状、脉状矿体。

属于本类型的矿床有甘肃白银厂火山岩黄铁矿型铜矿。矿体呈透镜状，倾角  $50^{\circ}\sim 80^{\circ}$ ；主要矿体长 500~1000 米，斜深 200~600 米，厚 5~80 米，厚度不稳定；主要组份分布不均匀

属于本类型的另一矿床有安徽铜官山矽卡岩型铜矿。主矿体呈似层状，倾角  $30^{\circ}\sim 50^{\circ}$ ；矿体长 1200 米，斜深 400~700 米，厚度 5~85 米，平均厚 30 米，厚度较稳定；主要组份分布不均匀；矿体受稀疏的断裂错动破坏。

第四类：规模小到中等，形态复杂至很复杂，厚度较稳定，至不稳定，主要组份分布较均匀至不均匀的透镜状、脉状、扁豆状、囊状矿体。

属于本类型的矿床有安徽狮子山矽卡岩型铜矿。矿体呈透镜状和囊状，倾斜中等；主要矿体长 100~300 米，斜深 100~200 米，厚几米至二十几米，厚度较稳定至不稳定，并有分叉和突然尖灭现象；主要组份分布较均匀至不均匀。

第五类：规模小，形态很复杂，厚度较稳定至很不稳定，主要组份分布较均匀至很不均匀的小透镜状、小囊状、小扁豆状、筒状矿体。

属于本类型的矿床有辽宁华铜矽卡岩型铜矿。为沿接触带凹部产出的 200 多个矿体组成的矿带。单个矿体长度大都小于 100 米，延深均在 100 米以内，厚 5~15 米，主要组份分布不均匀。

## 第二节 勘探工程密度

勘探工程密度，是指按一定几何形网来布置勘探工程，控制矿体，用以计算相应级别储量所需要的工程间距。表三是总结我国铜矿床勘探经验所提

出的各勘探类型相应的勘探工程密度，仅作为用类比法确定各矿区勘探类型、勘探工程密度时参考。

勘探工程密度表 表三

勘探类型	勘探工程间距（米）			
	B 级		C 级	
	沿走向	沿倾向	沿走向	沿倾向
I	100	100	200	100~200
II	50~60	40~50	100~120	80~100
III	40~50	30~40	80~100	60~80
IV			40~60	40~60

关于勘探工程密度表和勘探手段选择的说明：

（1）表中所列工程间距，是钻孔或坑道实际控制矿体的距离。

（2）对 I 类型矿床的储量一般是用钻探求得。但在地形条件有利时，B 级储量也可用坑道求得；对 II 类型的 B 级储量主要用钻探求得，一般应用坑道验证。但在地形条件有利时，也可用坑道求得；对 III 类型的 B 级储量一般用坑道配合钻探求得；对 IV 类型的 C 级储量主要是用坑道配合钻探求得或坑道钻探结合求得。

如矿体埋藏深、地形条件又不利于采用坑道探矿，施工确实困难时，应专题报告勘探主管部门与有关单位具体研究确定。

（3）表中所列各类矿床沿走向的工程间距都比沿倾向的工程间距稍大一些，这是因为一般铜矿床在厚度和品位变化方面大多是沿走向较沿倾向稳定。如果实际情况不是这样，出现沿倾斜比沿走向稳定时，可相应予以变更，沿走向的可以比沿倾斜的密一些。

（4）第 V 类型矿床很复杂，可以参照 IV 类型的勘探工程间距，控制到 D 级储量提供边探边采。

## 第四章 铜矿床勘探工作的质量要求

铜矿床地质勘探工作的目的是了解地质情况，掌握成矿规律，用最短的时间和最经济、有效的工作量，探明矿产资源，提供矿山建设利用。因此，必须合理选择各种勘探研究方法，严格执行有关规范、规程的质量要求，才能多快好省地完成勘探任务。

### 第一节 地质调查

在勘探矿床时，必须以地质观察研究为基础，适当地选用各种勘探手段，调查研究矿区及其外围的区域地质情况、矿床的成矿地质条件及矿化富集规律，从而提高对地质成矿理论的认识，并进一步指导矿床的勘探及其外围普查工作。对主要地质图和比例尺要求如下：

一、调查研究矿区外围的区域地质情况，分析成矿地质背景及成矿后的地质变迁，是在一定面积的区域范围内阐明地层、构造、岩浆活动（变质作用、沉积作用）、各种岩性特征和成矿规律等，为进一步寻找矿产打下基础。矿区外围的地质图的比例尺一般为 1:10000~1:50000。

二、调查研究矿区（床）地质，要求对矿区（床）地质构造、矿体分布、围岩蚀变、矿化作用等进行综合研究，以指导勘探工作的进行。矿区（床）地形地质图必须实测，其比例尺一般为 1:1000~1:2000。

### 第二节 物、化探工作

物、化探工作应根据矿床的地质条件，矿区的地形与其自然地理条件和地球物理、地球化学前提，从勘探工作的目的和要求出发，进行设计和选择物、化探方法及测点密度。一般应选用多种的、综合的方法。合理地利用井中物探、井中岩石化探、放射性顺便检查及地面电法等方法。

关于物、化探的工作质量要求，在物、化探规范中已有规定，在工作中要加强物、化探工作的质量检查。重视对物、化探异常的综合研究，作出合理的地质推断和解释。

编制与地质图比例尺相适应的物、化探图件。在勘探报告中应简明扼要地阐述物、化探质量及推断成果。

## 第二节 探矿工程

勘探工作中通常采用的探矿工程有：

一、槽、井探、取样钻：主要用来揭露了解地表地质情况和探索圈定地表矿体或构造。其工程间距一般应比勘探工程密度表中的间距加密一倍。

二、坑探：应严格按照设计的方向、坡度、断面规格施工。设计的位置和规格，应以探明矿体情况为主，并考虑到将来能为生产所利用。

三、钻探：钻探质量对正确探明矿床具有重要的作用。其质量要求主要包括：

1.岩、矿芯采取率：矿体和矿体顶、底板围岩 **3~5** 米的采取率平均不得低于 **75%**，采取率低于 **75%** 的不能连续超过 **5** 米，否则，要采取补救措施。围岩的岩芯采取率要求平均达到 **65%**。

要做好钻孔设计预想柱状图，按照钻进中地质情况的变化，及时修改原设计的钻孔柱状图，并通知机台。

2.钻孔在钻进过程中必须按岩心钻探规程的规定系统地测定顶角和方位，并保证测斜数据准确可靠。如钻孔偏斜与设计出入较大时，应及时设法补救。

3.钻孔在钻进过程中必须做好简易水文地质观测、孔深校正、原始记录和岩芯保管等工作。钻孔完工后，必须按照地质设计进行封孔，还要选择部分钻孔（一般为已封钻孔的 **5%**）进行封孔质量检查和评述，并埋设好孔口标志。

## 第四节 化学分析样品的采取、加工和化验

所有在矿体、矿化带中的勘探工程必须采样化验。

### 一、化学分析样品的采取方法

基本分析样品的采取，在槽、井、坑道中一般采用断面为  $5\times 2\sim 10\times 3$  厘米的刻槽法，也可通过试验，采用其它有效的方法。刻槽样品的长度一般  $1\sim 2$  米，以不大于可采厚度为宜。不同类型矿石应分别取样。矿芯取样一般沿矿芯长轴劈取一半作为样品，长度一般  $1\sim 2$  米。要分矿石类型采样并尽可能与钻程吻合起来。

全分析的目的是全面了解矿石中各组份的含量。采样方法是按主要矿体，分矿石类型从基本分析样品的副样中根据采样长度按比例进行组合。每一矿石类型一般作  $1\sim 2$  个。

组合分析的目的是了解伴生有益组份和有害组份的分布和含量，作为综合评价计算储量之用。采样方法是以探矿工程为单位，按矿体、分矿石类型从连续的  $5\sim 10$  个基本分析样品的副样中进行组合。组合原则是根据基本分析样的长度，按比例进行组合。

物相分析的目的是为了正确划分氧化带、混合带和原生带的界线。在矿石经过肉眼或光片鉴定大致确定了氧化带、混合带和原生带的界线后，在这些界线上、下采取样品。一般从基本分析副样中提取。

单矿物分析的目的是确定各种单矿物中赋存有哪些稀散元素和贵金属及其含量，作为按单矿物计算储量的依据。样品的采取是采用各种分选方法获得的。必要时考虑矿物的世代。单矿物样品的数量按实际需要确定。

二、样品加工。样品加工通常指破碎、过筛、拌匀、缩减重量等一系列的工作，也叫样品缩分。随着机械化程度的提高，为了减少样品缩分次数，提高工效，也可将样品碾碎到 1 毫米或更细粒后进行缩分。



样品缩分应按下列公式进行：

$$Q=Kd^2$$

式中：d 一样品破碎后最大颗粒的直径（毫米）

K—缩分系数

Q 一缩分时取得的最低重量（公斤）

K 值的大小一般采用经验值 0.1~0.2。如铜矿石伴生有含量很不均匀的或含量很低的贵重组份时，则 K 值采用 0.3~0.5。对大型新类型矿床的矿石必要时进行 K 值试验。

在碎样全过程中，样品损失率不得大于 5%，缩分误差不得大于 3%。

样品缩分后除满足基本分析、组合分析和全分析需要外，还要保留一定数量的副样，

三、化学分析的检查。对样品的分析结果必须进行内、外部检查，以保证化学分析的质量。

内部检查是检查基本分析的偶然误差，一般由化验室自己进行。若地质上对某些分析质量有疑问或必要时，可指定一定数量的样品重新检查。

外部检查的目的是了解基本分析单位工作中有无系统误差，检查数量一般为基本分析样品总数的 5%。样品少时，外部检查样品不得少于 30 个。外检样由基本分析实验室分期、分批，并按矿石类型和品位高低送委托单位。

当外部检查结果证实与基本分析结果有系统误差时，应按化验质量检查规定报主管部门批准进行仲裁分析。如经仲裁分析证实基本分析是错误的，则应详细研究原因，如无补救办法，应当全部重新进行分析。

铜的化学分析允许误差范围如下：

在矿石中铜的含量（%）	相对偶然误差允许范围（%）
3 以上	<7
0.5~3	<10
0.1~0.5	<15

## 第五节 矿石加工技术试验

在地质勘探阶段，矿石加工技术试验大致可分以下两种：

一、初步可选性试验：一般在初步勘探阶段进行，对某些新类型矿床，在详细普查阶段就要进行。目的在于了解矿石的可选性能。样品重量为 **50～500 公斤**。

二、详细可选性试验：一般应在详细勘探阶段进行，有时也在初步勘探阶段进行，特别是新类型或复杂矿床，更应提前研究。主要是取得矿石可选性能及较全面的选矿方法和流程的详细资料，对所确定的选矿流程用于工业上的可能性和经济上的合理性作出评价。样品重量 **500～1000 公斤**。

对新矿石类型或矿石组份复杂的矿床，必要时需作实验室的扩大试验，样品一般为数吨。

采样要与负责试验单位共同商量编制采样设计，并征求矿山设计生产部门的意见。

采取矿石加工技术试验样品，要在矿石类型、品位及空间分布等方面具有代表性，还要考虑到开采时的贫化率。一般是按照各矿石类型单独采取样品，同时还要按各矿石类型所占的比例组成混合试验样品。矿石加工技术试验样品可在坑道中采取，在没有坑道的条件下，也可在钻孔中采取。

在完成加工技术试验之后，应提出矿石加工技术试验报告，作为地质勘探报告的附件。

当矿石性质比较复杂，需要做半工业试验研究时，采样和试验工作由有关工业部门负责，地质勘探单位协助编好采样设计。

以上的试验成果也为确定工业指标提供资料依据。

## 第六节 矿石体重和湿度的测定

应按矿石类型和品级分别采样，测定矿石的体重。每一矿石类型的小体重样的数量不得少于 20~30 个，对疏松或多裂隙空洞的矿石，还应测定大体重，一般在地表和坑道中进行，其数量视具体情况而定。采取地表的氧化矿或疏松矿石的体重样品时，还应照顾采样的深度和季节。

测定体重的样品，需要同时测定它的湿度和品位，以便互相对比，检查测定体重的正确性。

## 第七节 资料编录、综合整理和报告编写

必须对各项地质勘探工作所取得的地质成果及时、认真地进行编录，取全、取准第一性资料，如实地反映客观地质情况。要求图件清晰，文字简明扼要，图文相符。

对各项原始地质记录必须及时进行质量检查验收及综合整理，为编写地质勘探报告作好准备。

地质勘探报告是矿区勘探成果的总结，是矿山建设设计的主要依据。要求内容齐全，重点突出，数据正确。

地质勘探报告的内容：

一、文字报告一般包括：绪论，区域地质和矿区地质，矿床特征，矿石加工技术性能，水文地质，矿床开采技术条件，地质勘探工作及其质量评述，储量计算和结论等部分。

二、主要图件包括：交通位置图，区域地质图，矿区（床）地形地质图（采样平面图和工程布置图可视情况与之合并），勘探线剖面图（也可与储量计算剖面图合并），矿体水平断面图（坑道地质平面图），储量计算剖面图或平面图（比例尺 1:500 ~ 1:1000），矿体投影图，缓倾斜矿体底板等高线图，参与储量计算的或有特殊地质意义的槽、井、坑道素描图及钻孔柱状图，矿区水文地质图件和物、化探主要图件等。

三、主要表格包括：各种样品分析结果和检查表，体重、湿度等物理性质测定表，储量计算表（包括全套表格），钻孔成果一览表，水质分析、抽水试验和涌水量计算表，勘探工程坐标表，气象和地震资料表等。

四、附件包括：工业部门正式下达的储量计算工业指标文件和矿石加工技术试验报告等。

在提交地质勘探报告时，可根据情况和需要，提交有关的专题研究报告。

## **第五章 储量分类、分级和储量计算**

矿产储量是地质勘探工作的主要成果。储量分类、分级和计算的准确程度直接影响到矿床工业评价、矿山企业设计和基建投资。因此，必须切实掌握储量分类、分级和计算的一般原则，合理地确定各种参数，正确地运用各级储量级别划分的条件，以保证储量计算的可靠性。

### **第一节 储量分类、分级和级别条件**

一、根据我国对铜矿的技术经济条件和远景发展的需要，将铜矿储量分为能利用储量（表内）和暂不能利用储量（表外）两类。

二、在全矿区勘探研究的基础上，按照对矿体不同部位的控制研究程度，将铜矿储量分为 A、B、C、D 四级，A 级由生产部门探求。B、C、D 各级储量的工业用途和条件如下：

**B 级**——是矿山建设设计依据的储量，又是地质勘探阶段探求的高级储量，并可起到验证 C 级储量的作用。一般分布在矿体的浅部，即矿山首期开采地段。其条件是：

- 1.详细控制矿体的形状、产状和空间位置。
- 2.在圈定范围内对破坏和影响矿体较大的断层、褶皱、破碎带的性质已查清，产状已详细控制。对夹石和破坏主要矿体的主要火成岩的岩性、产状和分布情况已基本确定。
- 3.对矿石类型的种类及其比例和变化规律已详细确定。

**C 级**——是矿山建设设计依据的储量。其条件是：

1.基本控制矿体的形状、产状和空间位置。

2.对破坏和影响主要矿体的较大断层、褶皱、破碎带的性质已基本查清，产状已基本控制。对夹石和破坏主要矿体的主要火成岩的岩性、产状和分布规律已大致了解。

3.基本确定矿石类型的种类及其比例和变化规律。

**D 级**——其用途有：①为进一步布置地质勘探工作和矿山建设远景规划的依据；②对一般矿床，部分的 **D 级** 储量也可作为矿山建设设计所利用；③对于复杂的较难求到 **C 级** 储量的矿床，**D 级** 储量可供矿山边探边采。其条件是：

1.大致控制矿体的形状、产状和分布范围。

2.大致了解破坏和影响矿体的地质构造特征。

3.大致确定矿石的类型。

**D 级** 储量可用比 **C 级** 更稀的勘探工程密度所控制，或为 **C 级** 储量外推部分。

## 第二节 储量计算的一般原则

1.储量计算必须根据工业部门正式下达的工业指标进行。

2.按矿体、矿石类型、储量级别和块段等分别计算出矿石量、平均品位和金属量。

3.对具有工业利用价值的伴生有益组分，应计算储量。

4.对共生矿产应计算储量。

5.储量应按实际探得的地下资源来计算，不扣除开采和选矿时的损失量，但应扣除采空区的储量。

6.应根据样品的基本化学分析结果计算铜金属储量，不考虑开采或加工时的贫化。

7.矿石储量用重量——万吨表示，金属储量用重量——吨表示。

8.能利用储量和暂不能利用储量应分别计算。

### 第三节 确定储量计算各项参数的要求

参与储量计算的各项参数，应以实际测定的数据为依据。

1.平均品位计算：当采样长度不等的情况下，一般用加权平均法。如果长度相等、品位变化无一定规律，可采用算术平均法。在计算每个工程的平均品位时，如发现其中确实有特高品位存在，应该根据具体情况对它进行处理。

2.平均厚度计算：一般用算术平均法，只有当厚度变化大，而且勘探工程分布不均匀时，才用各个测点的影响长度或面积来加权平均。

3.体重和湿度：计算各类型矿石的储量应当利用各自的平均体重，只有当各类型矿石的体重值极为接近时，才允许全矿区的储量计算用一个总的平均体重。铜矿储量计算一般利用小体重。只有当矿石极为松散和多裂隙时，才用大体重计算储量。

矿石储量是根据矿产在地下的自然状态——湿矿石来计算的。因此，参与计算的体重值应该是湿矿样的体重。

附录一：

我国铜矿床工业类型划分的初步意见简表

矿床工业类型	成矿地质特征	常见的金属矿物	矿体形状	规模及品位	伴生组份	矿床实例
斑岩铜矿	产于各类斑岩（花岗闪长斑岩、二长斑岩、闪长斑岩等）岩体及其周围岩层中	以黄铜矿为主，少量辉铜矿、斑铜矿、黄铁矿、辉钼矿等	层状、似层状、巨大透镜体	中、大型至巨大型，品位一般偏低	钼、硫、金、银、铼、铅、锌、钴等	江西铜厂、西藏玉龙、黑龙江多宝山、山西中条山铜矿峪
矽卡岩铜矿	沿中酸性侵入体和碳酸盐类岩石接触带的内外或离开岩体沿围岩岩层产出	以黄铜矿、黄铁矿、磁铁矿、磁黄铁矿为主，少量辉钼矿、辉铜矿、方铅矿、闪锌矿、白钨矿、锡石等	以似层状、透镜状、扁豆状为主，还有囊状、筒状、脉状等	大、中、小型均有，品位一般大于1%	铁、硫、钨、钼、铅、锌、锡、铍、镓、铟、锗、镉、金、银、硒、碲、铈、铌、钽、钼、钨、铀、钍、镭、钋、钷、铂族	安徽铜官山、湖北铜录山、江西永平、城门山、武山、辽宁华铜、河北寿王坟、黑龙江弓棚子

续表

矿床工业类型	成矿地质特征	常见的金属矿物	矿体形状	规模及品位	伴生组份	矿床实例
变质岩层状铜矿	在变质岩（白云岩、大理岩、片岩、片麻岩等）中沿层产出	以黄铜矿、斑铜矿、黄铁矿为主，少量辉铜矿、辉砷钴矿、方铅矿、闪锌矿、辉钼矿、磁铁矿等	层状、似层状、透镜状、扁豆状	大、中型为主，品位一般大于 1%	硫、铅、锌、砷、钼、镍、钴、金、银、硒、铋、铂族	云南东川汤丹、易门狮山、山西中条山胡家峪、辽宁红透山
超基性岩铜镍矿	产于超基性岩（纯橄榄岩、辉橄岩、橄辉岩等）岩体的中、下部	黄铜矿、方黄铜矿、磁黄铁矿、镍黄铁矿、紫硫镍铁矿等	似层状、不连续大透镜状等	大、中、小型均有，品位一般小于 1%	铂族、钴、金、银、硒、碲等	甘肃金川、四川力马河、云南金平、吉林盘石红旗岭
砂岩铜矿	在红色砂岩中的灰至灰绿色砂岩中沿层产出	以辉铜矿为主，少量斑铜矿、黄铜矿、自然铜、黄铁矿、方铅矿等	似层状、扁豆状、透镜状	中、小型为主，品位大部分大于 1%	硫、铅、银、钼、钨等	云南郝家河、六苴、湖南车江、四川大铜厂
火山岩黄铁矿型铜矿	产于变质火山岩（石英角闪岩、细碧岩等）中	以黄铜矿、黄铁矿为主，其次为辉铜矿、黝铜矿、铜兰、方铅矿、闪锌矿、磁黄铁矿、磁铁矿等	透镜状、大小不等的扁豆状、层状等	大、中、小型均有，品位一般 1% 左右	硫、铅、锌、钼、金、银、砷、硒、碲、钼、镉、铊、铋、汞等	甘肃白银厂、青海红沟、河南刘山岩、云南大红山
各种围岩中脉状铜矿	产于各种岩石（侵入岩、喷出岩、变质岩、沉积岩）的断裂带中，倾斜常陡	以黄铜矿、斑铜矿、黄铁矿为主，其次有辉钼矿、闪锌矿、方铅矿、黝铜矿等	板状、脉状、复脉带	中、小型，品位一般大于 1%	硫、铅、锌、金、银、钨、锡、钼、钴等	安徽穿山洞、铜牛井、江苏铜井、湖北石花街、吉林二道洋岔

说明：

一、本表铜矿床工业类型是按含矿岩石特点、矿体形成的条件、形态以及物质成份来划分的。

二、表内矿床工业类型先后顺序，是按目前全国已探明的储量由多到少进行排列的。随着铜矿勘探工作的深入进行，还有可能出现新的类型，或由次要类型上升为主要类型等顺序上的变化。

附录二：

## 矿体的圈定和储量计算方法

### 一、矿体的圈定和连接

矿体的圈定和连接，要充分考虑矿床地质特征、成矿控制因素。储量计算面积的正确测定，决定于矿体的正确与合理圈定和连接。一般应达到下列要求：

- 1.根据经济上和开采技术上的合理性，正确地圈出并计算表内、表外储量。
- 2.矿体应按工程从等于或大于边界品位的样品圈起，大于夹石剔除厚度（指真厚度）的应将其圈出。厚大矿体若连续出现高于边界品位、低于最低工业品位，其长度达到多少，要求作表外矿圈出，要结合矿床特征、采矿方法等，在制定工业指标时具体研究确定。矿体的厚度小于最低可采厚度时，厚度与品位的乘积达到米百分值工业指标的条件下，可圈为表内矿体。
- 3.在地质剖面图上应先连接地质现象，然后根据地质特征再连接矿体。连接矿体一般用直线，在掌握矿体地质特征的情况下，也可用自然趋势法。总之，无论用那一种方法来连接矿体，工程间矿体的厚度不应大于两工程见矿的厚度。
- 4.按一定勘探网布置的相邻两工程，如一个见矿，另一个不见矿，则矿体可以在两工程间按矿体的厚、薄不同分别在工程间距的四分之三、二分之一或四分之一处尖灭。在厚度和品位渐变的情况下，也可用插入法来确定矿体的尖灭点。

### 二、储量计算方法

储量计算方法的选择应考虑到矿体的形状、产状和勘探工程布置的网形。通常用于铜矿的储量计算方法有下列几种：

- 1.剖面法。这种方法是在正确的地质剖面图上进行的，它能反映出矿床构造的地质特点。因此，凡是用正规勘探网勘探的铜矿床应当尽量采用剖面法来计算储量，对于按一定的勘探网利用钻孔勘探的矿床，一般采用平行垂直



剖面法；对于按一定的中段间距利用沿脉和穿脉坑道勘探的矿床，一般采用水平剖面法。

**2.地质块段法。**当勘探工程分布很不规则，或用垂直剖面法不能正确反映剖面间矿体的体积变化；或用钻孔勘探的厚度、品位变化不大的层状或脉状矿体，一般都可采用地质块段法来计算储量。

**3.综合法。**是用几种不同的方法结合来计算矿床的储量，即以不同方法来分别计算矿床的不同部分的储量。使用综合法计算储量是为了使计算块段能够适应生产的需要，或者是因为矿床的各部分的形状、产状和勘探方法的不同而采用的。

互不相连的几个矿体，不能用挤压法合并计算它们的储量。

随着电子计算机的广泛应用，储量计算的方法也有了新的发展，如距离平方倒数法和克立格法等，也可以采用。