

中华人民共和国地质部
全国矿产储量委员会制定

矿产储量分类规范

(暂行)

第三輯

铜

供內即使用



中国工业出版社

中华人民共和国地质部
全国矿产储量委员会制定

矿产储量分类规范

(暂 行)

第 三 輯

铜

供 內 部 使 用

中 国 工 业 出 版 社

本规范是由全国矿产储量委员会规范处会同有关部门共同编写的。规范草案曾于1960年9月提请有全国储委有关部门委员和地质部矿产储量分类规范审查委员会委员参加的会议审核通过，并于1962年11月经地质部和冶金工业部审查批准。

中华人民共和国地质部
全国矿产储量委员会制定
矿产储量分类规范

(暂行)

第三辑

铜

*

地质部地质书刊编辑部编辑 (北京西便门大街地质部院内)

中国工业出版社出版 (北京德胜门内大街10号)

(北京市书刊出版事业计划出版字第119号)

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ ·印张 $1^{1/8}$ ·字数 38,000

1963年4月北京第一版·1963年4月北京第一次印刷

印数 0001—4,490·定价 (10-5) 0.25元

*

统一书号: 15165·2205 (地质-228)

目 录

第一章	緒論	1
第二章	工業要求	4
第一节	銅的特性及主要含銅礦物	4
第二节	銅礦石的選礦與冶煉方法	5
第三节	對銅礦石的質量要求	9
第四节	確定銅礦床工業指標的一般原則	11
第五节	對小型銅礦的工業要求	13
第三章	礦床工業類型	14
第四章	勘探類型與勘探網密度	21
第一节	勘探類型	22
第二节	勘探網密度	25
第五章	勘探方法與研究方法的要求	27
第一节	勘探工程布置原則	28
第二节	勘探手段和勘探方法	29
第三节	物探、化探工作的一般要求	31
第四节	鉆探質量的要求	33
第五节	化學分析樣品的採取方法	35
第六节	樣品加工方法、縮分公式及K值	36
第七节	化學分析的檢查及允許誤差	37
第八节	銅礦石中伴生組份的研究	39
第九节	礦石加工技術試驗的要求	40
第十节	體重、濕度的測定，礦山開采技術條件及 礦床水文地質條件的研究	41

第十一节 地质研究和资料编录	43
第十二节 小型矿床勘探的要求	45
第六章 储量计算	46
第一节 一般原则	47
第二节 储量分类及各級储量应具备的条件	48
附 录 储量计算方法和矿体圈定方法	51

第一章 緒 論

銅是建設現代工業不可缺少的重要有色金屬原料。各種機械工業、電氣工業以及有機化學工業等，都要用大量的銅。因此，要將我國建設成為一個具有完整的社會主義工業體系的国家，必須開展銅礦資源的普查勘探工作。

解放後，特別是1958年以來，在黨的“鼓足干劲、力爭上游、多快好省地建設社會主義”的總路綫的光輝照耀下，銅礦地質工作取得了很大的成績。不僅在全國範圍內銅礦普查勘探有了更廣泛、更迅速地開展，積累了不少的工作經驗，而且探明了相當大的工業儲量，為我國銅礦企業建設提供了有利的條件。在已有成績和經驗的基礎上，根據黨的建設社會主義總路綫的精神，編制適合於我國具體情況的銅礦儲量分類規範，是十分必要的，是有利於促進銅礦勘探工作的提高和發展，使其更好地為工農業建設服務。

為了貫徹黨的建設社會主義總路綫，在銅礦地質勘探工作中，必須切實執行當前國家對地質勘探工作的方針要求：

（一）地質工作必須密切結合工農業生產建設的實際需要，以及地質條件的可能，貫徹大中小相結合的建設方針，力求做到按時間、按地區、按企業的需要，探明可供利用的礦產資源。這就是說在部署勘探工作時，要努力做到勘探的礦產資源符合於工農業建設的合理布局，並同企業建設的要求對口，對於現在已建的礦山和冶煉企業應注意滿足其對礦產資源的需要。因此，在選擇銅礦的勘探基地時，不僅要注意大型銅礦的勘探，也應重視中小型銅礦的勘探，必須認真考

慮到矿区的交通運輸条件、矿床規模、矿石品位、加工技术条件和开采技术条件等。对于交通運輸条件方便、易于开发、品位高、质量好的矿床，要优先投入勘探，而且在勘探程度上，应滿足工业建設設計的需要；对目前探明的儲量已能滿足工业設計需要的矿床，不要繼續探求过多的工业儲量，以便能把人力、物力及时轉到其他急需勘探的地区；对于目前工业尚不能利用的矿床，則做出普查評價即可。同时，在勘探工作过程中，应当注意保證工作质量并努力提高工作效率。要善于以最短的时间、最省的人力和成本，取得最大的地质成果，探明合乎质量要求的儲量，并及时編制和提交符合銅矿企业建設設計要求的儲量报告。

(二) 要重視矿产資源的綜合評價工作，为綜合开发、充分利用地下資源提供充分資料。这是在地质勘探方面贯彻执行党的发展多种經營、綜合利用方針的一项重要任务。在勘探銅矿的同时，应对銅矿中有工业价值的伴生組份，以及銅矿上盘和下盘的有工业价值的其他矿产，进行必要的研究、勘探和儲量計算，尤其是对研究稀有分散元素工作中的薄弱环节——化驗、鑑定、加工技术試驗等，更应积极地采取有效措施，逐步求得解决，以便为兴建綜合性的联合企业提供可靠的地质資料，并避免同一地区工作的重复和浪費。

(三) 要更深入踏实地开展技术革新和技术革命运动，努力提高各項工作水平。对于經過鑑定、行之有效的新技术新方法，要积极地有計劃地組織推广；对目前尚在試驗中的革新項目，要积极創造条件，認真进行試驗和技术鑑定，以确定其成效及其在生产中使用与推广的范围。

用綜合方法进行地质普查勘探工作，是地质工作方法的一个重要发展方向。应积极地、有計劃地在各种不同的地质

条件下和地质工作的各个阶段中，进行重点試驗研究和逐步推广。

(四) 党的领导是一切事业胜利的根本保証。在工作中，必須坚持政治挂帅，充分运用群众路綫的工作方法，提倡在战略上藐視困难，在战术上重視困难的精神，把敢想、敢做的共产主义风格和实事求是的工作作风密切結合起来。

本规范根据国家目前經濟建設的方針政策和經济技术条件，以及我国銅矿地质勘探已有的实际經驗，对工业要求、勘探类型和勘探网密度、勘探方法和研究方法的要求、儲量計算的原則和各級儲量应具备的条件等都作了規定。在編制过程中，曾广泛征求有关部門和全国銅矿地质工作者的意見，并經全国矿产儲量委员会有关部門的委員和地质部矿产儲量分类规范审查委员会的共同审核。現由地质部和冶金工业部联合批准頒发，作为今后銅矿地质勘探工作和儲量計算的依据。因此，在工作中应当严肃認真地对待规范中的各項規定和要求。但必須指出，由于我国幅員广大，各地區的地质、地理等条件不尽相同，而规范中所列举的要求和規定，有的只能是比較概括的，适用于一般情况的。因此，在工作中，要坚持理論联系实际的原則，根据任务的性质，結合矿区的具体地质、地理情况及生产需要的緩急，創造性地运用本规范。

本规范基本上概括和总結了我国銅矿地质勘探已有的实际經驗。但今后随着生产实践的不断發展及技术革新、技术革命新成就的繼續出現，必将积累更加丰富的勘探工作經驗，本规范中某些內容也势必需要不断加以充实和提高。因此，希望全国銅矿地质工作者在今后不断前进的实践中，对规范随时提出意見，以便今后进一步研究和修訂，使其随着时代

的前进而日益完善。

第二章 工业要求

为了能够按照铜矿企业建设的需要，合理地安排铜矿地质勘探工作，必须了解在工业技术经济上对铜矿资源的一般的、基本的要求，并根据这些要求去研究所要勘探的矿床在当前的采矿、选矿、冶炼等技术经济条件下能否被充分利用。为此，在本章中，除了介绍铜的特性及主要含铜矿物、铜矿石的选矿与冶炼方法外，还提出了对矿石质量的要求，以及确定铜矿工业指标的一般原则。同时，为了贯彻企业建设大中小相结合的方针，另提出对小型矿床的工业要求。

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。地壳中铜的克拉克值为 0.01。铜的富集，除基性和超基性岩浆熔离外，多半与中酸性侵入岩有关，少数与基性侵入岩有关。

自然界中含铜的矿物约有 170 种，大体可分为三类：自然铜，氧化铜和硫化铜。兹将这三类具有工业价值的矿物分列如下：

1. 自然铜 Cu	含铜量约 100%
2. 硫化铜——是主要炼铜矿物。	
黄铜矿 CuFeS_2	含铜量 34.5%
斑铜矿 Cu_5FeS_4	" 63.3%
辉铜矿 Cu_2S	" 79.8%

銅 藍	CuS	含銅量	66.4%
黝銅礦	$3\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$	"	52.3%
砷黝銅礦	$3\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$	"	57.5%
硫砷銅礦	Cu_3AsS_4	"	48.3%

前四种常見，后三种少見。

3. 氧化銅——銅的氧化物，硫酸盐、碳酸盐和硅酸盐均是。

赤銅礦	Cu_2O	含銅量	88.8%
黑銅礦	CuO	"	79.8%
孔雀石	$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$	"	57.4%
藍銅礦	$2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$	"	55.3%
矽孔雀石	$\text{CuSiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	"	36.1%
水胆矾	$\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$	"	52.2%
氯銅礦	$\text{CuCl} \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$	"	59.5%

前五種常見，后两种少見。

世界上差不多90%的銅取自硫化銅礦物（其中50%是輝銅礦），其余則为自然銅、含水碳酸盐类及其他次生銅礦物。我国目前生产的銅主要取自黃銅礦。

第二节 銅矿石的选矿与冶炼方法

目前从銅矿石中提取銅的方法：对于含銅品位較低的矿石，需要經過选矿，使品位富集而成为銅精矿（銅精矿含銅品位一般在10—20%，个别有达30%者），然后将精矿冶炼成冰銅（冰銅为硫化銅与硫化鉄的合金，含銅品位一般在30—45%左右），冰銅經過吹炼而成为粗銅（含銅品位在97—99%左右），粗銅再經過火法精炼或电解精炼而得到精銅。有些銅矿石可以不經過选矿而采取直接冶炼的方法处

理，如一些氧化銅矿石和含銅品位較高的硫化銅矿石，均可直接冶炼。

銅矿石可按其含氧化銅和硫化銅的比例不同分为硫化矿石(含氧化銅在 10% 以下)、混合矿石(含氧化銅在 10—30%) 和氧化矿石(含氧化銅在 30% 以上) 三种。

(一) 銅矿石的选矿。现就不同类型銅矿石常用的选矿方法介绍如下：

1. 单一硫化銅矿石的选矿。多采用一般的浮选法，选出銅精矿及尾矿。

2. 多金属硫化銅矿石的选矿。

(1) 浮选法：可分为

A、混合浮选法：对含有两种组份以上的銅矿石，用混合浮选法选出混合精矿，如銅镍矿在冶炼时再将混合精矿分离。

B、优先浮选法：含有两种组份的銅矿石，可用优先浮选法先选出一种精矿，再选出另一种精矿。如銅鋅矿，先选銅后选鋅。

C、混合优先浮选法：含有三种组份以上的銅矿石，如銅鉛鋅多金属矿石，先把銅鉛选成混合精矿，然后再将銅鉛分离，繼之再选鋅精矿。

(2) 重选和浮选联合选矿法：先用重选或浮选选出某种精矿，然后再用浮选或重选选出另一种精矿，如銅錳矿。

(3) 浮选和磁选联合选矿法：先用浮选选出銅精矿，再用磁选选出某种精矿，如含銅磁鉄矿。

(4) 浮选和水冶联合法：先用浮选选出銅精矿，再用水冶法处理剩余部份。

3. 混合矿石的选矿。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；也可采用浮选和水冶联合法，即先用浮选法选出铜精矿，再将未被浮选回收的铜矿石用水冶法处理。这样可得到很高的回收率。

4. 氧化矿石的选矿

(1) 浮选法：可直接用浮选法选出铜精矿。目前国内浮选氧化矿石的回收率已达70—80%。

(2) 浮选与水冶联合法：先用浮选法选出一部分铜精矿，剩余部分再用水冶法处理。

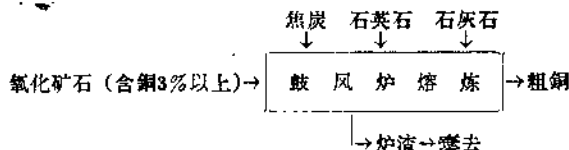
(3) 水冶法：全部用水冶法处理（水冶法是冶炼方法的一种，下面另有介绍）。

(二) 铜矿石的冶炼。目前常用的冶炼方法如下：

1. 火法冶炼。基本上可以分为鼓风炉熔炼及反射炉熔炼两类。其共同的特点是将原矿石或精矿中的铜富集成冰铜，而将原矿石和精矿中的脉石、部分铁和其他金属化合物熔炼成炉渣与铜分离。

(1) 鼓风炉熔炼根据矿石性质及矿物成分不同，熔炼方法也不同，大致可分三种：

A、还原熔炼：适合于熔炼氧化矿或含硫极低的硫化矿。熔炼所需热量全靠焦炭燃烧供给。也有将硫化矿经过氧化烧结，使其中的硫化物变为氧化物再还原成金属铜的。其一般流程为：

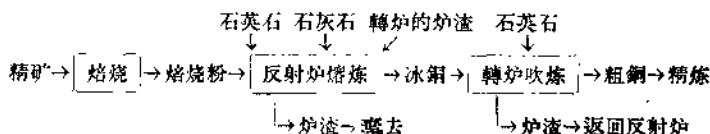


B、自热熔炼：适合于熔炼含硫极高的硫化矿或精矿。熔炼所需热量主要靠其本身的硫化物（主要靠黄铁矿）的氧

化反应所放出的热量供給。

C、半自热熔炼：适合于熔炼含硫較低的硫化矿或精矿。熔炼所需的热量部分靠焦炭供給，部分靠其本身的硫化物的氧化反应所放出的热量供給。

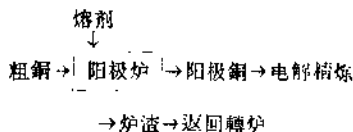
(2) 反射炉熔炼一般是处理浮选后的精矿。在机械化程度較高、处理量較大的冶炼厂中多采用此法。反射炉熔炼时虽可用煤代替大部分焦炭，但仍需加入石英石、石灰石等熔剂原料。其原理主要是将銅精矿（黃銅矿 CuFeS_2 ）中的部分 FeS 氧化成 FeO ，再使其与 SiO_2 結合成炉渣，而剩下的 FeS 則与 Cu_2S 結合成冰銅，冰銅經吹炼而产生粗銅。反射炉熔炼的一般流程如下：



冰銅吹炼成粗銅是在轉炉內进行的。吹炼作用是使冰銅中的硫化亚鉄氧化成氧化亚鉄与石英熔剂起作用，生成炉渣及二氧化硫；使冰銅中的硫化亚銅部分氧化成氧化亚銅，再与硫化亚銅起作用成为粗銅。粗銅中一般含有 1—1.5% 的各种杂质及具有很高价值的貴重金属。

为了消除杂质，粗銅需經過火法精炼和电解精炼。

火法精炼的一般流程如下：



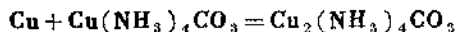
电解精炼可以提取富集到阳极銅中的貴重金属和稀有元

素，并进一步消除铜中的杂质而获得高纯度的金属铜。一般在阳极的铜中含有 Ni、Co、Fe、Zn、Pb、Sn、Au、Ag、Pt、Se、Te、As、Sb、Bi 等。上列元素在电解时都变为阳极泥。阳极泥的成分因原料不同而变化很大，但均可经过再处理而回收。

2. 水冶法。对氧化矿石或含自然铜不高的单一矿石，一般均采用水冶法。但当矿石中含有金、银等贵重和稀有金属时则不宜采用，因为本法不能回收这些金属。水冶法由于所使用的浸出剂的不同，又分为：

(1) 硫酸法。用以处理 SiO_2 含量很高的酸性氧化矿石。硫酸的消耗量较少，故成本低。此法先以硫酸浸出矿石中的铜，使其溶解，然后用电解法（又称电积法）或用铁屑沉淀法从含铜的硫酸中提出铜。电解法用于含铜较高的溶液，而沉淀法则用于含铜较低的溶液。

(2) 氨溶液法。用以处理含多量盐基性矿物的氧化矿石或自然铜贫矿，即用氨溶液浸出矿石中的铜而形成铜氨复盐。其化学反应如下：



加热蒸发除去 NH_4OH 后，经过滤得氧化亚铜粉末，将其还原即得粗铜。

了解铜的选矿和冶炼性能及其一般方法，对于进一步理解铜矿的工业要求，重视矿石工艺特性的研究和进行矿床工业评价，有着密切关系。例如对比较容易选炼的矿石，即使矿床规模不大，也是具有重要的工业价值的。

第三节 对铜矿石的质量要求

如前节所述，铜矿石的选矿、冶炼方法的选择，取决于下

列因素：矿石类型，矿石的矿物成分（包括金属矿物及脉石矿物），矿物的共生特性和組織結構，矿石品級以及圍岩的矿物成分等。

因此，在勘探銅矿时，对矿石质量的研究要做到以下几点：

1. 查明銅矿石自然类型。即确定氧化带、混合带和硫化带的分界綫；探明氧化矿石、混合矿石和硫化矿石的儲量，并了解每一类型矿石中不同矿物的数量比。例如：矿石中含銅的硫酸盐、碳酸盐、硅酸盐及氧化物的数量比；矿石中次生硫化矿物輝銅矿、銅蓝的数量比；黃銅矿、斑銅矿、黝銅矿、砷黝銅矿的数量比等。由于各种矿物的浮选性能不同，了解这些矿物的含量多少，是有利于对矿石的选矿流程的选择的。

2. 了解矿石的工业类型和品級，分別圈定其范围并計算其儲量。工业类型是根据銅矿石中不同的物质組份而形成不同的加工技术特性来划分的，如銅矿石、銅鋅矿石等，含銅矽卡岩、含銅磁鉄矿石等。品級是根据銅矿石中金属含量的多寡而划分的，如富矿、貧矿等。一般富矿可以直接入炉冶炼，而貧矿則需經過选矿富集。

3. 了解矿石的組織結構、矿物間的共生特性和矿物的顆粒大小。对于选矿条件來說，一般浸染状矿石（星点状、网脉状、細脉状等）好选，呈細粒嵌布的致密块状多金属矿石則因矿物与矿物間不容易分离而可选性較差。因此，应分別圈定其范围并計算儲量。矿物間的共生特性和矿物顆粒的大小也能影响选矿条件，如黃銅矿呈細粒散布于閃鋅矿中成乳状結構的矿石，精选就較困难；矿物顆粒度在0.03毫米以下則不易浮选。

4. 了解銅矿石中难选、难熔的矿物和有害杂质。譬如：含有滑石、蛇紋石、綠泥石、綠帘石、橄欖石等含鎂高的矿石，易泥化，多与銅精矿一起浮出，分选困难。因此，一般含 MgO 达8—10%以上的銅矿石就要在选矿过程中采取抑制 MgO 的措施。同时， MgO 入炉后使炉渣产生粘性，若含量高（ MgO 大于5%），也容易引起冶炼时的困难。砷的腐蚀性大，矿石中含砷高时也会增加冶炼过程中的工序。鋅的化合物，特别是硫化物，常使炉內生成炉結而堵塞放出口，所以含鋅高的原矿石不宜直接用鼓风炉冶炼，最好先进行优先浮选。由此可見，銅矿石中鎂、砷、鋅的含量愈低愈好，并有必要单独圈定含鎂、砷、鋅高的矿石。

此外，在矿床进行开采时，围岩常常是不可避免地掺杂到矿石中去。围岩矿物成分的增加也会影响到原矿石的选、炼性能，所以对围岩的矿物成分也要了解。

5. 了解銅矿石中伴生有益組份或稀有分散元素。銅矿石一般是綜合性矿石，含有許多伴生有益組份或稀有分散元素，而分散元素都呈类质同相分散賦存于某些矿物中，所以勘探时必须对銅矿石作綜合研究。

第四节 确定銅矿床工业指标的一般原則

工业指标是按照国家当前对銅矿資源的需要，根据銅矿企业在采、选、炼方面的技术、經濟条件，在綜合的經濟核算基础上制定的。它是评价矿床和計算儲量的重要标准。工业指标不仅直接影响到工业矿体的圈定、矿产儲量在质量和数量上的评价，而且影响到我們对矿床勘探类型及其經濟价值的認識。所以，在地质勘探工作中，应当重視和了解确定工业指标的一些原則，并及时与工业部門研究确定。

根据 1956 年 11 月 29 日国务院第三办公室及国家建设委员会颁发的“关于工业设计部门会同地质勘探部门改善提交金属矿产储量计算指标的几项暂行规定”的指示，工业指标主要由有关工业设计部门负责确定；但地质勘探部门应先向工业设计部门提出工业指标的初步意见，并附必要的地质资料，以便研究确定。所附资料一般包括：矿区地质构造、矿体产状、形状、规模、矿石类型和品级的简单说明书，千分之一到五千分之一的矿区地形地质图和具有代表性的矿体剖面图，以及取样位置和化验分析资料。对复杂的矿石，在可能时还应提出初步加工技术试验结果。

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；
4. 夹石的最大允许厚度。

在矿床可以露天开采的情况下，还要提出露天开采的最大剥离系数。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，例如：各类型各品级矿石的计算指标或某些伴生组份的计算指标等。

制定工业指标时一般要考虑下列原则：

1. 边界品位大致为尾矿中含铜品位的 150—200% 以上。
2. 要考虑矿体圈定的合理性和完整性，最大限度地利用地下资源，不要使矿体圈定得过于复杂，以致难于开采。
3. 经济上合算。开采、选矿和提炼一吨金属铜的成本，在一般情况下要低于国家金属铜的调拨价格。
4. 要考虑综合利用矿石中所有可供回收利用的伴生元