

锰矿地质勘探规范

(试行)

中华人民共和国地质矿产部

中华人民共和国冶金工业部

一九八二年十二月

第一章 绪 论

锰是灰白色的金属，硬而脆，熔点 1244 ，沸点 2097 ，比重 7.3。锰矿石是重要的矿物原料。主要用于冶金工业，特别是钢铁工业中。锰具有脱氧、脱硫及调节作用（如阻止钢的粒缘碳化物的形成），还能增加钢材的强度、韧性、可淬性。各类钢的生产都不能缺少锰。锰对铸铁的生产也是重要的。高锰钢（含 Mn7.5~19%）具有特殊性能，如高碳高锰耐磨钢、低碳高锰不锈钢、中碳高锰无磁钢、高锰耐热钢等。锰与铜、镍、铝、镁的合金，也是耐热耐蚀的材料。在其他工业上，锰的用途也很广泛。二氧化锰在干电池中作消极剂；在有色金属湿法冶金、氢醌（对苯二酸）生产、铀的提炼上作氧化剂；在陶瓷和搪瓷生产中作氧化剂和釉色；在玻璃生产中用于消除杂色和制作装饰玻璃。化学工业上生产硫酸锰、高锰酸钾、碳酸锰、氯化锰、硝酸锰、一氧化锰等，是化学试剂、医药、焊接、油漆、合成工业等的重要原料。

锰矿石的自然类型，主要有氢氧化锰—氧化锰矿石、氧化锰矿石、碳酸锰矿石、氧化锰—碳酸锰矿石，次要的有硫化锰—氧化锰矿石、硫化锰—碳酸锰矿石、硅酸锰—碳酸锰矿石、硼酸锰—碳酸锰矿石。

锰矿石中的锰矿物，列举如表 1。

表 1

类	矿物名称	化学分子式	Mn(或 MnO ₂ 、MnO)常见含量及特征元素含量(%)	附注
氢氧化物 氧化物类	硬锰矿	A ₃ B ₈ O ₁₆ (O,OH) ₆ A=Ba, 少量 Al, Ca, Si, B=Mn ⁴⁺ , 少量 Mn ²⁺ , Fe	MnO ₂ 60—85 MnO 0—7.46 BaO 5—18	锰矿氧化带和次生锰矿中主要矿物之一。
	隐钾锰矿	K ₂ Mn ₈ O ₁₆	MnO ₂ 79—90 MnO 0—6 K ₂ O 2—4	锰矿氧化带和次生锰矿中主要矿物之一, 属 -MnO ₂ , 高品位的隐钾锰矿石可作放电锰。

续表 1

类	矿物名称	化学分子式	Mn(或 MnO ₂ 、MnO)常见含量及特征元素含量(%)	附注
氢氧化物 氧化物类	钡硬锰矿	Ba ₂ Mn ₈ O ₁₆	MnO ₂ 66—88 MnO 0—9 BaO 2—18	锰矿氧化带和次生锰矿石中常见矿物。
	钙硬锰矿 (兰西锰矿)	(Ca, Mn ²⁺)Mn ⁴⁺ O ₉ · 3H ₂ O	MnO ₂ 65—75 MnO 0—14 CaO 3—12	见于锰碳酸盐和锰硅酸盐岩的风化带中。
	铅硬锰矿	Pb ₂ Mn ₈ O ₁₆	MnO ₂ 60 ± MnO 8 ± PbO 20—33	含铅的次生锰矿中的常见铅锰矿物。
	锂硬锰矿	(Al, Li)MnO ₂ (OH) ₂	MnO ₂ 45—60 MnO 0.5—8 Al ₂ O ₃ 17—24 LiO ₂ 0.4—3	次生钴锰矿床中主要的载钴、镍矿物, 含 Co 可达 0.6-10%。
	复水锰矿 (偏锰酸矿)	MnO ₂ · nH ₂ O	MnO ₂ 71 ± MnO 1.8 ±	由锰硅酸盐和锰碳酸盐, 特别是含锰灰岩风化形成的锰帽中主要锰矿物之一。
	软锰矿	—MnO ₂	MnO ₂ 90—98	原生、次生氧化矿石中主要锰矿物之一, 结晶者称黝锰矿, 软锰矿石常作放电锰用。
	恩苏塔矿	Mn _{1-x} ⁴⁺ Mn _x ²⁺ O _{2-2x} (OH) _{2x} x = 0.06—0.07 (大多数)	MnO ₂ 89—93 MnO 0.8—1.8	锰矿氧化带中常见矿物, 属 —MnO ₂ , 该矿物具有良好的放电性能。

类	矿物名称	化学分子式	Mn(或 MnO ₂ 、MnO) 常见含量及特征元素含量(%)	附注
	斜方软锰矿(兰姆斯德矿)	MnO ₂	MnO ₂ 90—97	放电性能好,但较少见。
	钡镁锰矿	(H ₂ O...) 2(Mn...) 8(O, OH) ₁₆ 或 Mn ²⁺ Mn ³⁺ ₄ O ₇ · 2H ₂ O	MnO ₂ 50—79 MnO 3—13 MgO 1—3 BaO 0.2—3	现代海洋锰结核中主要矿物,也见于锰矿床的氧化带。
	钠水锰矿	(Na, Ca)Mn ₇ O ₁₄ · 3H ₂ O	MnO ₂ 66—79 Na ₂ O 0.16—12	现代海洋锰结核中主要矿物,也见于锰矿床氧化带的下部。
	水锰矿	MnOOH (或 Mn ₂ O ₃ · H ₂ O)	Mn 55—62	原生沉积氧化矿石的主要矿物之一。
	褐锰矿	3(Mn, Fe) ₂ O ₃ (Mn, Mg, Ca)SiO ₃	Mn 55—60 SiO ₂ 8.5—11	受变质锰矿石或原生氧化锰矿石的主要矿物之一。

续表 1

类	矿物名称	化学分子式	Mn(或 MnO ₂ 、MnO) 常见含量及特征元素含量(%)	附注
氢氧化物 氧化物类	黑锰矿	MnO · Mn ₂ O ₃ (Mn 可局部为 Fe ²⁺ 替换)	Mn 45—65	同上。
	黑镁铁锰矿	(Mn, Fe, Mg)O(Fe, Mn) ₂ O ₃	Mn 24 ± Fe 42 ±	受变质锰矿石或原生氧化锰矿石的常见矿物之一。
	方铁锰矿 方锰矿	(Mn, Fe) ₂ O ₃ MnO	Mn 52—62 Mn 77.4	同上,较罕见。
	水锌锰矿	HZnMn ^{4?} _{2?x} O ₄	Mn 38 ± ZnO 37 ±	含锌的次生锰矿中常见矿物之一。
	黑锌锰矿	(Zn, Mn ²⁺ , Fe)Mn ^{4?} ₃ O ₇ · 3H ₂ O	MnO ₂ 60—64 MnO 0.8—6 ZnO 14—21	同上。
碳酸盐类	菱锰矿	MnCO ₃	Mn 35—45	碳酸锰矿石中主要矿物。
	钙菱锰矿	(Mn, Ca)CO ₃	Mn 25—35	同上。
	锰方解石	(Ca, Mn)CO ₃	Mn 15—27	同上。
	锰白云石	Ca(Mn, Mg)(CO ₃) ₂	Mn 15—18	碳酸锰矿中常见矿物。

	铁菱锰矿	$(\text{Mn}, \text{Fe}) \text{CO}_3$	Mn 32—38 Fe 5—15	铁锰碳酸盐矿石中常见矿物。
硫化物类	硫锰矿	MnS	Mn 55.69 S 37.16	受变质的和内生矿床中可大量出现，沉积碳酸锰矿床可少量存在。
	褐硫锰矿	MnS_2	Mn 41.80 S 57.50	受变质的和内生矿床中常见矿物。
硼酸盐类	锰方硼石	$\text{Mn}_3 \text{B}_7 \text{O}_{13} \text{Cl}$	Mn 41.80 $\text{B}_2 \text{O}_3$ 49.10 Cl 6.80	一般罕见，在个别沉积矿点中可成为主要矿物。
硅酸盐类	蔷薇辉石	$(\text{Mn}, \text{Ca}) \text{SiO}_3$	MnO 47.05 CaO 6.97 SiO_2 45.98	在某些碳酸锰矿床中含量较多。
	锰石榴石	$\text{Mn}_3 \text{Al}_2 (\text{SiO}_4)_3$	MnO 32.80 $\text{Al}_2 \text{O}_3$ 18.12 SiO_2 44.82	
	锰铁叶蛇纹石	$(\text{Mn}, \text{Fe}, \text{Mg})_4 \text{Si}_5 \text{O}_{10} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	MnO 31.74 FeO 14.41 MgO 6.31 SiO_2 45.98	

工业锰矿床，主要属外生（沉积、风化）矿床，内生矿床在国内外锰矿储量中所占的比重极小。轻微变质作用可以使氧化锰矿石脱水变富，但强烈变质作用可使原来有用的锰矿石，变成复杂的锰硅酸盐，锰失去利用价值。但结晶良好的蔷薇辉石，称为粉翠，是一种玉石矿。一般地说，只有受变质锰矿，而尚未发现变质成因的锰矿。

按我国已知锰矿的成因、含矿岩系的岩石特征和矿床的锰矿物特征，划分下述类型：

一、海相沉积矿床类

是工业锰矿床最重要的类型，我国主要锰矿沉积层位有：蓟县系铁岭组，震旦系下统南沱组、上统陡山沱组，奥陶系中统磨刀溪组、上统五峰组，泥盆系上统榴江组、五指山组，石炭系下统大塘阶、阿克沙依组、中统黄龙群，二迭系下统孤峰组、上统龙潭组，三迭系下统菠茨沟组、北泗组、中统法郎组。其次还有长城系高于庄组，寒武系下统邱家河组、中统大茅组等。按含矿岩系和锰矿层特征，分为五个亚类，从储量规模来说，前三个亚类最重要。

1. 产于硅质岩、泥质灰岩、硅质灰岩中的碳酸锰矿床：矿床分布于台盆或台槽区，含矿岩系以富含硅质、泥质，出现硅质岩段或夹层的不纯的碳酸盐岩为特征，其周围或旁侧为同期沉积的纯碳酸盐相区。缺乏底栖大个体生物化石，富含浮游生物化石。锰矿层主要产出于含矿岩系的泥质、硅质灰岩段内。纯碳酸盐相内几乎没有锰矿出现。矿石具灰泥结构、结核状、豆状、微层状构造。矿石均属碳酸锰类型，尚未见有原生氧化锰类型。有菱锰矿型、钙菱锰矿—锰方解石型、锰方解石型。有的矿床局部出现锰的硅酸盐—菱锰矿型。脉石矿物主要为石英、玉髓、方解石。大多数属酸性矿石。矿层浅部发育次生氧化带，主要为隐钾锰矿，硬锰矿—软锰矿型矿石。典型矿床有广西下雷、龙头、安徽大通。

2. 产于黑色页岩中的碳酸锰矿床：含矿岩系或含矿岩段为黑色含碳页岩、粘土岩，夹灰岩、白云岩层或透镜体，有时夹劣煤或鸡窝状石煤，富含微粒黄铁矿，具水平层理或线理。矿石具泥晶结构、球粒结构及少量鲕状结构，块状、条带状构造，球粒在一些矿区经鉴定为兰绿藻。矿石为碳酸锰类型，尚未见有原生的氧化锰类型。最普遍者是菱锰矿型，其次有钙菱锰矿—锰方解石型、锰方解石型（少数矿区矿石中出现少量锰菱铁矿、黑锰矿、黑镁铁锰矿、方锰矿、硫锰矿等矿物）。脉石矿物主要为石英、方解石及粘土矿物，常见伴有星散状的黄铁矿。以酸性矿石为主。近地表部分不同程度地发育次生氧化带，有隐钾锰矿—恩苏塔矿型和恩苏塔矿—隐钾锰矿型矿石。典型矿床有湖南湘潭、民乐、贵州大松桃、铜锣井、四川高燕。

3. 产于细碎屑中的氧化锰、碳酸锰矿床：含矿岩系为杂色粉砂质页岩、粉砂岩，常夹有泥质灰岩、灰岩，以水平层理为主，或有少量交错纹理。矿层常产在小旋回从碎屑岩到碳酸盐岩的过渡带处。矿石具细粒集合体及鲕状、球粒状结构，条带状、块状构造。原生矿石有氧化锰类型和碳酸锰类型，氧化锰类型主要为水锰矿型；碳酸锰类型有菱锰矿型、钙菱锰矿—锰方解石型。有的矿区主要为锰的氧化物（褐锰矿或水锰矿）与锰的碳酸盐矿物混合类型。脉石矿物有的以石英、玉髓为主，有的以方解石为主。有的属酸性矿石，也有属自熔性或碱性矿石者。近地表有发育程度不等的氧化矿石，主要为软锰矿—硬锰矿型。典型矿床有辽宁瓦房子、云南斗南。

4. 产于白云岩、白云质灰岩中的氧化锰、碳酸锰矿床：含矿岩系或含矿

段为白云岩、粉砂质白云岩、白云质灰岩。矿层底板的白云岩，具涟痕、浪成凹坑，缓斜层理、水下滑动构造，或含有鲕粒。在燕山地区长城系高于庄组中产出的矿床（如河北前干涧），矿石有菱锰矿型、锰方硼石—菱锰矿型，呈晶粒或隐晶结构，鲕状、豆状、块状、条带状构造。脉石矿物有石英、白云石、方解石，属酸性矿石。次生氧化带以软锰矿型矿石为主。在云南建水地区法郎组中产出的矿床（白显），经次生氧化改造，主要有软锰矿型矿石和水锰矿—复水锰矿型矿石，但前者其中残留有大量黑锰矿，可能原生沉积为氧化锰矿石。脉石矿物以方解石为主。属自熔性矿石。

5. 产于火山沉积岩系中的氧化锰、碳酸锰矿床：含矿岩系属火山喷发期后或火山喷发间歇期的正常海相沉积碎屑岩与碳酸盐岩。矿层产在碎屑岩中或碎屑岩向碳酸盐岩过渡处。火山喷发岩属中、基性，沉积碎屑岩含有火山物质的玻屑、晶屑，矿层中常出现碧玉条带或团块。矿石呈晶粒状、球粒状结构，块状、条带状、网脉状构造。在新疆下石炭统阿克沙依组产出的矿床（莫托沙拉），主要为菱锰矿型，褐锰矿和锰的硅酸盐以网脉状出现，并有微弱的方铅矿、闪锌矿化。脉石矿物多为硅质矿物。属酸性矿石。此外，在陕南前寒武系郭家沟组产出的黎家营矿床，原岩也属火山沉积岩系。

二、沉积受变质矿床类

本类矿床系沉积矿床，后来经受了区域变质或接触变质作用，矿石矿物成分有显著的改变。形态、产状与沉积矿层没有差别。围岩变质程度多属轻变质。根据锰矿物成分，分出两个亚类：

1. 产于热变质或区域变质岩系中的氧化锰矿床：矿石具变晶或变鲕结构，条带状构造，主要为菱锰矿—褐锰矿型、褐锰矿—黑锰矿型，一般有锰的硅酸盐出现。脉石矿物除石英、方解石外，出现少量钠—奥长石、闪石、辉石、石榴石、云母等。围岩多属千枚岩、绿片岩类。原来的沉积矿床，多属上述海相沉积矿床的3、4、5亚类。典型的矿床有陕西黎家营、河北龙田沟。

2. 产于热变质或区域变质岩系中的硫锰矿、碳酸锰矿床：主要是上述海相沉积矿床的第2亚类，受接触变质或其它变质作用，变成硫锰矿—菱锰矿或硫锰矿—锰白云石型矿石，具变晶及球粒状结构，条带状构造。也出现少量的锰的硅酸盐。脉石矿物除石英、方解石、白云石外，出现少量变质硅酸盐矿物。

围岩属板岩或绿片岩类。典型的矿床有湖南棠甘山、陕西天台山。

三、层控铅锌铁锰矿床类

本类矿床在锰矿储量中所占比例不大，但常伴有多种有用元素。在某一地区，常产于某些比较固定的层位内，明显受到后期改造作用。如产于湘粤地区的中泥盆统棋子桥组、上泥盆统的余田桥组或天子岭组，福建、安徽的中下石炭统分界处的矿床。矿体大多呈透镜体产出，产状与围岩近似，但不完全整合，分枝复合、膨缩现象显著，并常伴有穿切围岩层理的矿脉。围岩蚀变不一，一般仅有白云石化、铁锰碳酸盐化。原生矿石有方铅矿—菱锰矿、硫锰矿—磁铁矿型和闪锌矿—锰菱铁矿型，呈粒状、球粒状结构，块状、浸染状、细脉状构造。次生氧化后，锰显著富集，有软锰矿—硬锰矿型的锰矿石和软锰矿、硬锰矿—褐铁矿型的铁锰矿石。铅锌矿物在半氧化带有白铅矿、铅矾等，在氧化带有铅硬锰矿、黑锌锰矿等一类矿物。典型的矿床有湖南后江桥、玛瑙山。

四、风化矿床类

这类锰矿在锰矿储量中的比重，仅次于海相沉积矿床。且埋藏浅，开采容易，广泛地被开采利用。按其地质特征，分为四个亚类。1、4类规模大、中、小型都有，2、3类多为小型。

1. 沉积含锰岩层的锰帽矿床：各时代的原生沉积含锰岩层，经次生富集而形成有工业价值的矿床。矿体保持原来含锰岩层的产状，沿走向延续较长，沿倾向延续深浅受氧化带发育深度控制，当含锰岩层产状平缓大面积赋存在氧化带内时，矿体才有很大的延伸。矿石主要由各种次生锰的氧化物、氢氧化物组成，具次生结构和构造。典型的矿床见于广西河洞、东平、云南芦寨。

2. 热液或层控锰矿形成的锰帽：这类矿床往往产于某一地区层控矿床产出的地层的风化带内，原来的含锰地质体常被全部改造，无法了解原生矿的面貌。矿体呈透镜体、脉状、囊状。矿石由各种次生的锰的氧化物氢氧化物组成，常见铅硬锰矿、黑锌锰矿、水锌锰矿、黑银锰矿，含铅锌常较高，具次生结构、构造。典型的矿床见于广东高鹤、小带、安徽塔山。

与热液贵金属、多金属矿床有关的铁锰帽，矿石呈土状、角砾状，含大量粘土或岩屑，其铁、锰含量只达一般指标的边界品位，但尚含金、银、铅、锌、

铜等多种有用金属，具有一定规模，可具有工业利用价值。典型的矿床有湖南七宝山、广东连州。

3. 淋滤锰矿：这类锰矿常产于含锰沉积岩层的构造破碎带、层间剥离带、裂隙、溶洞中，是锰质在地下水运动中被溶解、携带至适合部位而积聚生成的。矿体呈脉状、透镜状、囊状。矿石主要由次生氧化锰、氢氧化锰矿物组成，具胶状、网脉状、空洞状、土状构造。典型的矿床有广西蓬莲冲。

4. 第四系中的堆积锰矿：由含锰岩层或锰矿层经次生氧化富集、破碎、短距离搬运、堆积而成。矿石由各种锰的次生氧化物、氢氧化物组成，呈角砾状、次角砾状、豆粒状，积聚于松散的砂质土壤之中。矿体呈层状、似层状，产状与地面坡度基本一致，受含锰层的出露和地貌形态的控制。典型的矿床有广西思荣、凤凰、木圭、平乐、湖南东湘桥。

其它还见有湖相沉积锰矿和脉状热液锰矿，规模小，多属贫矿，开采利用很少。

第二章 工业对矿石质量要求

一、冶金工业对锰矿石质量要求

锰矿石 90%以上用于冶金工业，主要冶炼成锰系铁合金和金属锰，锰系铁合金用作炼钢的脱氧剂或合金元素添加剂，金属锰用以冶炼某些特种合金钢和有色金属合金。锰矿石还可直接用作炼钢炼铁的配料。

锰矿石在冶炼锰系铁合金中，主要有用元素是锰和铁。含锰量的高低是衡量锰矿石质量的主要指标。由于锰在冶炼中还原率比铁低，矿石中含铁量适当时，铁元素是有益的，但矿石中铁含量太高就会降低锰铁合金中的含锰量和锰的回收率。因此，不同类型和不同牌号的锰系铁合金，对锰矿石中含锰量和锰铁比值都有一定的要求，故高牌号锰系铁合金要求矿石含锰量高，锰铁比值也高。据对冶炼企业的用矿情况了解，冶炼金属锰和中、低碳锰铁，矿石含锰量为 33—43%，锰铁比 5—10；冶炼电炉碳素锰铁，矿石含锰量为 30—40%，锰铁比 3.8—7；冶炼高炉碳素锰铁，矿石含锰量为 25—34%，锰铁比在 3 左右。冶炼锰硅合金，矿石含锰量为 27—38%，锰铁比 3.5—6.6。用于炼钢生铁、含锰生

铁、镜铁的矿石，铁含量不受限制，矿石中锰和铁的总含量最好能达 40 ~ 50%。

磷是锰矿石中最有害的元素。钢中含磷使其冲击韧性降低，炼钢去磷在氧化初期最有效，而锰铁的加入常在其氧化末期，因而对合金中的磷含量有严格限制，硅锰合金、低、中碳锰铁中不大于 0.15 ~ 0.3%；电炉碳素锰铁中不大于 0.33 ~ 0.4%；高炉锰铁中不大于 0.4 ~ 0.6%。在冶炼铁合金时，磷比锰更易于还原，矿石中的磷几乎都进入（电炉中 60 ~ 80%，高炉中 80 ~ 90%）合金中，所以一般要求矿石中每 1% 锰含磷量不大于 0.006%。冶炼炼钢生铁时，作为配料使用的锰矿石，每 1% 锰含磷量可允许增大到 0.013%。高磷锰矿石要进行脱磷处理，或者只能作配矿使用。

硫虽然也是有害元素，但冶炼去硫效果较好，硫成二氧化硫挥发或以硫化钙和硫化锰的形式进入炉渣，对矿石中硫含量没有严格要求，但一般入炉矿石的含硫量不超过 1% 为好。高硫的矿石需要进行脱硫处理，综合回收。

矿石的造渣组份中，主要是二氧化硅和氧化钙，次为三氧化二铝和氧化镁。矿石碱度一般以 $(CaO + MgO) / (SiO_2 + Al_2O_3)$ 表示，比值小于 0.8 为酸性矿石，0.8~1.2 为自熔性矿石，大于 1.2 为碱性矿石。冶炼锰铁时，鉴于高温下具碱性的氧化锰易与酸性的二氧化硅结合，损失于炉渣中，要求有充足的碱性氧化物（CaO、MgO，主要为 CaO）与二氧化硅反应，使氧化锰游离，有利于还原，炉渣碱度（CaO / SiO₂）一般为 1.2 ~ 1.6。二氧化硅高则增加石灰石的消耗量，从而增加焦比和渣量，降低生产率和锰的回收率。故入炉矿石中二氧化硅含量最好不大于 15%，最多允许 25%，相反，氧化钙含量高，可减少熔剂用量。因而自熔性矿石和碱性矿石，是冶炼锰铁的理想原料。冶炼锰硅合金时，炉渣碱度太高，不利于 SiO₂ 的还原，一般为 0.5—0.8。铁低、钙低而锰硅比近于 1 的矿石，是较理想的原料，一般入炉矿石中二氧化硅含量允许达 35%。

冶炼工艺的改进，可以降低对矿石质量的要求。例如高炉——电炉第二步法冶炼锰硅合金，高炉——高炉第二步法冶炼碳素锰铁，或转炉吹炼由高炉第二步法所得的碳素锰铁来冶炼中、低碳锰铁，可用较贫（Mn20 — 25%），较杂（Mn/Fe < 3，P/Mn 较高）的矿石，能获得合格的锰硅合金或锰铁合金产品，但冶炼工艺较复杂，成本略高。

现行冶金锰矿石产品技术标准（1965 年冶金部颁标准 YB319—65）见表 2。

表 2

品级	Mn%	Mn/Fe	P/Mn	粒度(毫米)
一	40	7	0.004	(1) 高炉、平炉用矿石粒度：焙烧烧结矿 200 ~ 10mm，小于 10mm 的不超过 6%；堆积矿小于 5mm 的不超过 8%。 (2) 电炉用矿石粒度：75 ~ 3mm，大于 75mm 的不超过 20%，小于 3mm 的不超过 5%。 (3) 矿石含水不超过 6%。
二	35	5	0.005	
三	30	3	0.006	
四	25	2	0.006	
五	18	不限	不限	

表中一级品一般用于电炉生产中、低碳锰铁。二级品一般用于电炉生产碳素锰铁或锰硅合金，但二级品配富锰渣可用于生产中、低碳锰铁。三级品配富锰渣可用于电炉碳素锰铁和锰硅合金的生产。三、四级品用于高炉锰铁冶炼，但四级品需配优质矿石或富锰渣。二、三级品还可用于平炉或转炉炼钢的添加剂。五级品作炼铁配料。四、五级品还可用于富锰渣的生产，锰硅合金的生产多配用富锰渣进行冶炼。

二、化学工业对锰矿石质量要求

锰矿石有 5 ~ 10% 用于轻、化工业，化学工业上主要用于制二氧化锰、硫酸锰、高锰酸钾，其次是用于制碳酸锰、硝酸锰、酸式磷酸锰等。二氧化锰（主要指天然的二氧化锰）是制造干电池的原料，需要量较多，要求二氧化锰含量愈高愈好，其晶型对其去极化活性的优劣有重大影响。以 α 、 β 型最优，但去极化活性差的 γ 、 δ 型二氧化锰可以通过还原焙烧、酸浸渍的方法活化。铁、镍、铜、钴、铅等成份，性质与锌近似，易于腐蚀锌极和自动放电、降低放电时间。其含量，特别是溶于 20% 的氯化铵溶液中的数量，有严格的限制。

关于电池用锰矿粉及化工用锰矿粉的参考技术标准见附件二。

三、锰矿石加工技术试验

凡是锰含量低，锰铁比值低，有害杂质高的矿石，需要进行选矿处理，才能应用于冶炼。这类矿石目前占我国锰矿石储量的 85% 以上。

目前锰矿石的选矿方法，有手选、水选、筛分、重选、磁选、浮选，还有焙烧、化学处理、细菌浸取、火法富集等方法。由于矿石矿物和脉石矿物的物

性差异、矿物的赋存状态和嵌布颗粒大小等因素的不同，适用的加工处理方法、处理效果、经济效益也不一样。地质勘探时要充分研究矿石的矿物成份、结构构造、嵌布粒度、化学成份及元素的赋存状态。对贫矿石或杂质高的矿石必须进行实验室的选矿试验，必要时要进行实验室规模的冶炼试验，为工业部门确定储量计算工业指标和进一步试验研究加工技术方法提供资料依据。

四、工业指标的制定

凡供矿山建设设计的地质勘探报告所用储量计算的工业指标，应由地质勘探部门提出初步意见，并附有矿床地质、矿石矿物成份和组织结构，以及元素赋存状态和变化规律等必要资料；对以贫矿为主，新的矿床类型，高磷锰矿石，成份复杂或有综合利用价值的矿床，应附有较详细的实验室选（冶）试验资料。由省级以上的工业主管部门进行技术经济核算研究后，确定适合于该矿区（床）的储量计算工业指标。其内容主要有：

- (1) 矿石的最低工业品位(指单工程的平均品位)和边界品位(指单样品位)，矿石分类分级的标准。
- (2) 最低可采厚度和夹石剔除厚度。
- (3) 堆积矿的最小含矿率及露天开采的最大剥离系数。
- (4) 能计算储量的伴生元素工业指标。

冶金用锰矿的一般工业指标如表 3。

表 3

自然类型	工业分类	品级	Mn (%)		Mn+Fe (%)	Mn/Fe	每 1% 锰允许含磷量 (%)	SiO ₂	
			边界品位	单工程平均品位					
氧化锰矿石	富锰矿石			40		6	0.004	15	
				35		4	0.005	25	
				30		3	0.006	35	
	贫锰矿石	10 ~ 15	18						
	铁锰矿石				25	50		0.2(磷总量)	25
					20	40		0.2(磷总量)	25
		10	15	30			0.2(磷总量)	35	
碳酸锰石	富锰矿石			25		3	0.005	25	
	贫矿石	10	15						
	铁锰矿石	10	15	25			0.2(磷总量)	35	
	含锰灰岩	8	12	碱性矿石					

(注)灰质氧化矿石(脉石以方解石为主,碱度 0.8、灼减量达 18%以上)的评价,可采用碳酸锰矿石的工业指标。

自熔性、碱性的锰矿石,可酌量降低其富矿品位指标。

当碳酸锰矿石的灼减量较高,虽其锰的含量略低于 25%,焙烧后锰含量可达氧化锰富矿标准时,这类碳酸锰矿石也可作为富矿考虑。

矿层最低可采厚度:0.5~0.7 米;

夹石剔除厚度:0.2~0.3 米。

堆积矿净矿石含矿率 15% (重量百分比)。

以上指标可作为矿床评价和制订勘探区工业指标的参考。

第三章 矿床勘探研究程度的要求

必须按照国民经济建设的实际需要和地质条件的可能性,合理地选择勘探矿区。对某些难选的矿石、水文地质、工程地质和开采技术条件复杂的矿床,特别是大水矿床(矿坑涌水量每秒一方以上),必须先进行专题研究,作出初步技术经济评价后,才能进行详细勘探。

详细地质勘探要为矿山建设设计在确定矿山生产规模、产品方案、开采开拓方案、矿山总体布置和矿山建设远景规划等方面,提供必需的基础资料,应达到以下几项基本要求。

一、矿床地质研究要求

地质观察研究是认识矿床的基本方法,地质勘探期间应加强第一性的矿床地质资料的收集和综合分析工作,认真研究区域和矿区的成矿地质因素和成矿后对矿床有重大影响的地质因素,研究控矿条件、成矿规律、矿床成因、找矿标志。特别要注重以下几个方面:

1. 研究含矿层位、含矿岩系的岩性特征及其变化,对矿层顶底板一定范围内的岩性特征、标志层应着重研究。根据勘探资料,综合研究矿体产状、形状、厚度等特征及其空间分布的规律;研究各种矿石类型、夹石的分布及其变化规律。

2. 勘探研究矿区的断层、褶皱、破碎带发育程度。对落差大、分割矿体、

影响划分井田及确定基建主要开拓井巷的较大断层，其位置、落差、产状应有工程控制，予以查明；对矿层的主要褶皱形态也应有工程控制，对小断层、小褶皱要查明大致规律。应强调有相应比例尺的高质量的地表地质测量工作，尽量利用天然露头及采掘工程，必要时选择典型地段，用沿脉坑道或沿脉槽揭露，进行观察研究，对褶皱、断层发育程度及其分布规律作出评述。

3. 研究成矿后的变质作用、岩浆岩的特征及其对矿床的影响。

4. 对风化锰矿床分布地区，应注意寻找和评价原生锰矿床。对堆积锰矿床，还应注意研究矿体底板（特别是底板为灰岩时）古地形起伏特征。

5. 基本查明矿床的氧化带发育程度及其影响氧化深部边界的地质因素。对氧化带发育的矿床，在正常网度控制的基础上，应根据矿层的产状、矿石类型、围岩、构造、地形地貌、地下水位等不同条件，还可用一定工程进一步圈定氧化带^[注]。

二、矿石质量研究要求

为查明矿石工业用途和合理利用途径，地质勘探阶段，应作好矿石质量研究工作。

1. 研究矿石的矿物成份和结构构造特征，划分矿石自然类型，并查明其分布规律。对贫矿石的矿物成份及结构构造（包括粒度及嵌布特征），尤其要详细、系统地研究，阐明其对矿石选冶加工技术的影响。对粉矿分布情况应进行了解和控制。对含量足以影响矿石利用价值的 Fe、P、S、Pb、Zn 等元素，要查明其赋存状态。对高品位的氧化锰矿石，为了正确评价其放电性能和探索改善途径，要对不易区分的氧化锰—氢氧化锰矿物作详细的研究和鉴定。

2. 查明矿石中的有益有害元素含量，相互关系及其空间变化规律，划分矿石工业类型、品级、并了解其占有比例和分布情况。冶金用矿石评价的主要组份，除锰外，一般有 Fe、P、SiO₂，碳酸矿、自熔性和碱性氧化矿石还有 CaO、

^[注] 根据过去地质勘探的经验，锰矿床的氧化带，一般按矿石的颜色和结构的野外观察，辅以室内研究，直接划分。其半氧化带（或混合矿石分布带）往往狭窄，一般不宜单独圈定，只划分原生带和氧化带。室内划分碳酸锰矿的氧化带，一般将次生氧化锰矿物占有率（即次生氧化锰矿物占矿石中各类锰矿物总和的百分数）大于或等于 25% 的矿石归入氧化带，小于 25% 的矿石归入原生带，并可参照灼失量予以订正。碳酸锰原生矿石灼失量一般 18%，氧化矿石 < 18%。灰质原生氧化锰矿床（自熔或碱性矿石）的次生氧化带，可参照自熔性矿石碱度下限 0.8 圈定。

MgO、灼减量。当矿石中存在多量硅酸锰、硫锰矿，或氧化锰和碳酸锰混合类型，均需要作物相分析，确定其含量比例。电池用的矿石，除 MnO_2 外，尚有可溶性（溶于 20% NH_4Cl ）Fe、Cu、Co、Ni、Pb 等。研究的内容、方法、数量，要根据矿石的特点，重点放在含量足以影响矿石工业评价的组份上。

堆积锰矿主要研究净矿石的化学成份、块度及含矿率。

3. 对贫矿石或含有综合利用价值的其它元素的矿石，勘探阶段应作实验室选矿试验，对规模巨大、矿石选矿性能又复杂的矿床，或没有利用过的新的工业类型矿石，要进行实验室的扩大试验，或实验室冶炼试验。矿区的矿石类型、品级与邻近的生产矿区的矿石类型、品级相同，选冶技术已完善解决时，则在对矿石物质成份（包括化学成份和矿物成份）和组织结构详细研究和类比的基础上，也可少作选（冶）试验。

如工业部门需要采取半工业或工业试验样以及其它试验样品时，采样和试验工作一般由工业部门负责，地质勘探单位要协同作好采样设计和有关的配合工作。

矿区有多种类型品级的矿石，且可分采利用时，要分别采样试验，否则采取混合样品。采样之前，应系统、充分研究矿石的矿物成份、结构构造和化学成份，试验样品应在矿物成份和结构构造上具有充分代表性，其品位也应尽量接近所评价矿石的实际平均品位。

对矿区内可作为放电锰用的矿石，应采集样品进行实样电池放电试验。

三、矿区水文地质研究要求

1. 在研究区域水文地质条件的基础上，查明矿区各含水层，特别是矿床充水主要含水层的岩性、厚度、分布、产状、埋藏条件、水位、水温、水质、富水性、地下水的补给、迳流、排泄条件及其动态变化。查明与矿床充水有关的构造破碎带，特别是规模较大的富水的构造破碎带的性质、产状、宽度、富水性、导水性。查明隔水层或阻水断裂带的岩性、厚度、产状、分布、稳定性及其隔水程度。查明各含水层之间及与构造破碎带的水力联系及其含水层系统的组合关系。查明地表水体的分布范围及其与地下水的水力联系。

2. 以孔隙含水层充水为主的矿床，应着重研究含水层的岩性结构、粒度成分、滚圆度、分选性、胶结程度及其分岔、复合规律；以裂隙含水层充水为主

的矿床，应着重研究含水层的岩性、裂隙性质、充填情况、发育程度、分布规律、风化带发育深度等；以岩溶含水层充水为主的矿床，应着重研究岩溶充水空间形态及充填情况、岩溶分布规律、发育程度及其不均一性等。

3. 查明矿床充水因素、充水水源、进水方式、边界条件，根据矿区水文地质条件正确地选择计算公式和参数，结合矿山可能的开拓方案预测矿坑涌水量。

4. 提出矿坑水的防治措施、排供结合、综合利用、防止污染的初步意见。指出供水水源方向。

5. 水文地质及工程地质勘探方法和技术要求及工作量，按地质矿产部颁发的《矿区水文地质工程地质普查勘探规范》执行。

四、矿山开采技术条件研究要求

1. 测定矿石和近矿围岩的体重、湿度、硬度、块度、松散系数、安息角、抗压强度、抗剪强度等有关的物理力学参数。尽量利用探、采坑道观测顶底板的稳定性和测量游离二氧化硅的浓度和放射性强度等。对有地热异常的地区要测量地温。产于含炭、含黄铁矿多的炭质页岩中的矿床，要注意内因火灾的自燃性研究。对堆积锰矿床，还应测定净矿粒度及其分级、剥采比等。

2. 在地质研究的基础上，研究风化带的深度，研究岩石及矿石的性质，研究破碎带、断层、节理裂隙的发育和分布，及其对矿体、顶底板围岩和夹石稳固性的影响。对露天矿坑开采的矿床，着重研究边坡的稳定性；对地下坑道开采的矿床，着重研究顶底板的稳定性；采取评价岩矿石（土）稳定性的代表性样品，测定其物理性质和力学强度。

3. 对已开采的老矿区，应调查老窿的分布及其充水情况。对有第四系覆盖的岩溶充水矿床，应根据岩溶发育程度和分布规律及抽水试验资料，预测矿山排水可能产生的地面塌陷范围。

4. 注意收集矿区及邻区的地震资料；注意观察岩石软弱夹层、软弱面及其软化作用；注意调查滑坡、泥石流等物理地质现象。

五、矿床勘探控制程度要求

1. 按各级储量的要求控制矿体的规模、形态以及分布范围。

对确定露天开采的矿床要用工程基本控制四周的边界和露天采场底部矿体的边界，以确定露天开采剥离境界。

对地下开采的主要矿体的两端、上界和延深情况，应用工程控制，以合理确定开拓工程布置。

在勘探主矿体同时，对浅部首期开采地段主矿体上盘有开采价值的小矿体，应一并控制，必要时适当加密工程，提高其研究程度。

对矿体中产状、形状、品位、厚度剧烈变化处和出现无矿天窗处，应在综合研究的基础上，查明原因及其影响程度，必要时加密控制。

2. 对于埋深不大的矿床，最好一次勘探完毕。对延伸很大的矿床，如分期建设，应分期勘探。勘探深度^[注]应根据矿床规模大小及建设需要确定，一般不宜超过 300—500 米。勘探深度以下的矿体，用稀疏工程进行远景控制。

3. 各级储量比例

大中型矿床详细勘探范围内一般要求探明 B + C 级 70% 以上。B 级储量一般分布于首期开采地段，并大体分布在一定标高之上，其比例应达详勘范围内 B + C + D 级储量 10 - 20% ，

小型矿床一般只求 C+D 级储量，C 级占 50% 以上，其中复杂的小矿，虽用较密的工程，仍不易达 C 级要求时，可少求或不求 C 级储量，供边采边探。

六、综合评价要求

对与锰矿床共生的矿产，应统筹兼顾，综合勘探，综合评价。其勘探程度，视具体的地质条件和技术经济条件而定。

锰矿石中伴生元素或组份，一般达表 4 含量时，或虽不达表 4 含量，但易于选冶回收时，均应注意综合评价。要查明其含量、分布规律及赋存状态。在矿石选冶加工技术试验时，应作综合回收的研究。

表 4

元素或组份	Co	Ni	Cu	Pb	Zn	Au	Ag	B ₂ O ₃	S
含量(%)	0.02~0.06	0.1~0.2	0.1~0.2	0.4	0.7	0.2 g/T	5~10 g/T	1~3	2~4

[注] 锰矿石中伴生元素，多呈细微粒分散、包裹，或与锰、铁矿物结合的状态存在。表 4 中的数据系

^[注] 计算矿床的勘探深度，在地形平缓矿区，以最低的矿床露头点起算；在地形切割强的矿区，以矿床露头平均高度起算。

根据已有的选（冶）试验资料归纳的。

伴生多种贵金属及有色金属的矿床，据目前的实验研究，用化学选矿，综合回收效果好，技术经济上可行，从而使锰含量未达表内矿石要求的锰矿石，也具有利用价值。应根据加工技术试验结果制订包括锰含量在内的合理工业指标。

第四章 矿床勘探类型及勘探工程密度

多年锰矿勘探实践说明，层状、似层状矿体，是工业锰矿的主体，因此将矿体控制难易程度，归纳为展布面积、稳定程度、构造复杂程度三要素，进而据以划分勘探类型。

展布面积，指连续展布面积。因断层分割的矿体，在尚未达到必须分别建井开采程度时，仍视为连续展布，分为三类：

1. 大：一般沿走向长达 2 公里以上，连续展布面积大于 1 平方公里。
2. 中等：走向长 1 公里以上，连续展布面积 0.20 — 1 平方公里（堆积矿 0.1 平方公里以上）。
3. 小：连续展布面积小于 0.20 平方公里（堆积矿小于 0.1 平方公里）。

稳定程度：是矿体形态变化、内部结构构造复杂程度、品位及厚度变化程度的综合反映。据已勘探的矿床统计，矿体的品位变化系数均在 40% 以下，厚度变化系数波动于 30—90% 之间，属于变化不大的范畴，因此主要侧重前两个方面。分为三个型。

1. 稳定—较稳定：呈层状、似层状。结构简单，夹石稳定—不甚稳定，矿层连续性尚好，局部偶尔出现不可采的天窗。

2. 不稳定：由多层数毫米至十余厘米的锰矿和夹层组成的、变化大的互层状矿层；分枝复合和膨缩现象显著的透镜状矿体；由尖灭再现、分枝复合频繁的矿饼群组成的矿层；品位厚度变化于可采不可采之间、出现较多天窗的矿层。堆积矿底板起伏较大，厚度变化较大，也属于不稳定型。

3. 极不稳定：囊状体，小矿脉。

构造复杂程度，分为三类：

1. 简单：呈产状稳定的单斜或宽缓褶皱，断层少，且断距不大。
2. 中常：呈单斜或宽缓褶皱，但次级褶皱起伏多，或较大的断层较发育，

矿体受到分割。

3. 复杂：呈紧密褶皱，次一级褶皱极发育。或大断层多，矿体分割厉害。或小断层密集，特别是倾角缓的正断层较多，出现大量的构造无矿带。

综合上述因素，将锰矿床划分为四个勘探类型：

第 类：展布面积大、矿层稳定、构造简单的矿床。实例：贵州铜锣井锰矿南翼。

第 类：展布面积大、构造简单而矿层尚稳定至不稳定的矿床；矿层稳定、构造简单而展布面积中等的矿床。第一种情况的实例：云南斗南锰矿白姑矿段。第二种情况的实例：广西龙头锰矿。

第 类：展布面积中至大、矿层稳定或尚稳定而构造复杂的矿床；展布面积中至大、构造简单至中常而矿层不稳定的矿床。第一种情况的实例：有湖南湘潭锰矿。第二种情况的实例：有辽宁瓦房子锰矿，广西思荣凤凰、平乐堆积锰矿。

第 类；矿体小而不稳定或小而构造复杂的矿床，实例：如广西蓬莲冲烟灰状锰矿。

各类型的勘探工程间距如表 5。

表 5

勘 探 类 型	勘 探 工 程 间 距 (米)			
	求 B 级储量时		求 C 级储量时	
	走 向	沿倾斜	走 向	沿倾斜
	200	100 ~ 200	400	200
	100	100	200~300	100 ~ 200
	100 ~ 50	50	100 ~ 200	50 ~ 100
			50	50

表 5 所列勘探工程间距，是归纳了多年勘探经验和近年来的一些矿区探采对比资料，根据各方面的意见修订的。每一个矿区的勘探工程间距，应根据实际情况具体选定，并在勘探报告中加以充分论证。

一般矿区勘探类型和工程间距，按主矿体（层）的特征确定。但不同地段有明显差异时，可分别归入合适的类型，采用不同的工程间距；或虽构造复杂程度和稳定程度基本属同一类型，但因构造错断或剥蚀破坏，形成与主矿体分离的较小矿体时，应根据具体情况，适当加密工程。

上述工程间距，一般是指钻探网度（堆积矿为浅井网度）。在地形条件有利于施工坑道时，Ⅰ、Ⅱ类矿床尽可能在浅部首采地段，布置一些勘探坑道，以提高其勘探研究程度。

陡倾斜的锰帽矿床，沿走向相当长而沿倾斜甚窄，沿倾向的工程密度应根据氧化带的深度确定。

堆积锰矿一般宜采用表中同类型工程间距中较密的间距控制。矿体边部复杂的地方，必要时适当加密。

必须指出，矿床地质的研究，是正确布置勘探工作的前提，勘探工作中，要首先详细研究 2—3 条主干剖面，以指导勘探工程的合理布置和基本工程间距的正确选择。

第五章 勘探工作的质量要求

一、地质测量

地质填图是研究矿床地质的基本方法，是各项工作布置的基础。矿区外围一般应填制一定范围的 1:50000 的区域地质图，详细勘探范围内一般需进行 1:2000 比例尺地形地质测量，矿床小而地质又复杂的情况下，也可进行 1:1000 地形地质测量，大比例尺的地质填图必须先选择沿岩层倾斜方向的露头或主干探槽，详细测制剖面。填图单位的厚度，应以能明显反映矿区的重要构造变动为原则。分层界线、标志层、主要断裂出露线、破碎带或其它岩脉岩体的界线，矿体露头，均应有观察点或人工露头控制。矿层地表露头沿走向的揭露观察研究，一般应比正常的勘探工程间距密一倍。

二、钻 探

钻探是地质勘探工作使用的主要手段，其质量必须严格要求。

矿体（层）及其顶底板 3—5 米内的岩矿心采取率，不得低于 75%，应保持

岩矿心层序不得颠倒。

岩心采取率一般平均不低于 65%，以保证钻孔间地层、矿层对比和地质构造及其变化的观察研究。

钻孔必须按钻探规程测斜和校正孔深，以及作简易水文地质观测，应做到数据准确可靠。

做好封孔工作，及时抽一定数量有代表性的钻孔进行透孔检查。

做好原始记录、岩矿心保管工作，参加储量计算的钻孔的矿心（包括顶底板）矿化蚀变带、构造带、标志层的岩心，控制矿区岩性纵横变化具代表性的钻孔以及控制主要构造的钻孔的岩矿心，应妥善保存备查。

三、样品采取、加工、分析

采样、样品加工、分析是矿床评价的重要环节，均应遵照有关规程，进行质量管理。

根据经验，刻槽取样断面，对品位分布均匀和较均匀的碳酸锰、氧化锰矿，一般用 5×2 — 10×5 厘米；对不均匀的次生氧化锰和堆积锰矿为了确定其净矿率，一般不小于 20×15 厘米。

采取化学分析样品的分段长度，视矿石类型、组织结构、品位的分布和自然分层等具体情况，合理确定，正确反映矿石质量的垂直变化。除化工用锰外，样品分段不宜过细。

样品加工缩分应按 $Q = Kd^2$ 公式（ Q —缩分时取的最低重量，公斤； d —样品破碎后最大颗粒直径，毫米； K —缩分系数），对于品位分布均匀的碳酸锰、氧化锰矿石， K 值一般可选 0.1；对于品位分布很不均匀的次生氧化锰矿石可选用 0.2。

化学基本分析项目，一般氧化锰矿石分析 Mn 、 Fe 、 P 、 SiO_2 ，碳酸锰矿石还要分析 CaO 、 MgO 、 Al_2O_3 和灼减量。对其它有害元素当其含量较多影响矿石质量评价时，也应作基本分析。组合分析项目，一般分析有益的伴生组份，和含量较低的有害元素。对不同类型的矿石，应分别选取有代表性的样品 1—2 个，进行化学全分析。

化学分析质量，应进行内部、外部检查，其数量分别取基本分析总样的 10% 和 5%。一般锰矿石化学分析允许偶然误差见表 6，化工用放电锰矿化学分析允

许偶然误差见表 7。

表 6

组 份	含量 (%)	允许偶然误差 (%)		备 注
		相对	绝对	
Mn	> 20	2		
	10 ~ 20	3		
	5 ~ 10	4		
	2 ~ 5	7		
TFe	> 30	3		
	20 ~ 30	4		
	10 ~ 20	6		
	5 ~ 10	10		
	< 5		0.5	
P	> 0.1	15		
	0.05 ~ 1	20		
	< 0.05		0.01	
SiO ₂	> 15	5		
	10~15	8		
	5 ~ 10	15		
	< 5		0.8	
Al ₂ O ₃	> 10	5		
	5 ~ 10	8		
	1 ~ 5	20		
	< 1		0.3	
CaO 或 MgO	> 5	10		
	1 ~ 5	20		
	< 1		0.3	
灼减量			0.5	

表 6 含量段中跨级的含量，其允许偶然相对误差用较低一级的误差规定要求。如锰含量 10% 的允许相对误差为 4%。

表 7

组份	含量 (%)	允许偶然误差 (%)	
		相对	绝对
MnO ₂	> 70	2	
	50~70	3	
TFe	> 7		0.3

第六章 储量分类、分级、级别条件和储量计算的有关规定

一、储量分类

根据我国当前技术经济条件，并考虑远景发展的需要，将锰矿储量分为两类：

1. 能利用（表内）储量，是符合当前生产技术经济条件的储量。
2. 暂不能利用（表外）储量：是由于有益组份含量低，或有害组份含量高，而矿石加工技术方法尚未解决；矿体厚度薄；矿山开采技术条件或水文地质条件特别复杂，不符合当前生产技术经济条件，工业上暂不能利用而将来可能利用的储量。

二、储量分级和级别条件

按照勘探研究程度和控制程度，将锰矿储量分为 A、B、C、D 四级，各级储量的工业用途和条件如下：

A 级——是矿山编制采掘计划依据的储量，由生产部门探求，其条件是：

1. 准确控制矿体的形状、产状和空间位置。
2. 对于影响开采的断层、褶皱、破碎带已准确控制，对于夹石和破坏矿体的火成岩的岩性、产状及分布情况，已经确定。
3. 对矿石工业类型和品级的种类及其比例和变化规律已详细确定。在需要分采和地质条件可能的情况下，应圈出主要矿石工业类型和品级。

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——矿山首期开采地段。其条件是在 C 级储量的基础上：

1. 详细控制矿体的形状、产状和空间位置，相邻剖面矿体形态基本对应。
2. 破坏和影响矿体的较大褶皱、破碎带以及较大的断层的性质已查明，其产状规模已较准确地控制，夹石的岩性、产状、分布情况已基本确定。
3. 矿石工业类型和品级的种类及其比例已确定，变化规律已查明。在需要分采和地质条件可能的情况下，应圈出主要矿石工业类型和品级。

C 级——是矿山建设设计依据的储量，其条件是：

1. 基本控制矿体形状、产状和空间位置。
2. 破坏和影响主要矿体的主要褶皱、破碎带和较大断层^[注]的性质已了解，其产状规模已基本控制。对夹石的岩性、产状和分布情况已大致了解。
3. 矿石工业类型和品级的种类及其比例已基本确定，变化规律已了解。

D 级——其用途有：作为进一步布置地质勘探工作和矿山建设远景规划的依据；一般矿床，在有 C 级以上的储量配合条件下，部分 D 级储量，可供矿山建设设计所利用；对于较难求到 C 级储量的复杂矿床，D 级储量可供边采边探使用。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. 大致确定矿石的工业类型和品级。

三、储量计算的有关规定

1. 储量计算必须依据工业主管部门所确定的工业指标进行。
2. 锰矿储量计算按探明的自然状态矿石计算，不计算金属锰的储量。含杂质多而开采中极易获得净矿石的堆积锰矿床，应计算净矿石储量。不同矿石类型的储量，一般应分别计算；不同工业品级的储量，当不能单独圈定时，可用统计法计算。采空区储量应扣除。露天开采地段的储量应单独计算。
3. 对锰矿石在选冶过程中能综合回收的有工业价值的伴生组份，应单独计算储量。锰矿石中的铁一般不算储量，当其局部富集成铁矿石时，可按铁矿石工业指标计算铁矿石储量。
4. 锰矿石储量计算单位用“万吨”。
5. 单剖面单工程控制的矿体不能计算 C 级及 C 级以上储量。

附件一

冶金部颁锰铁合金标准及

^[注] 按勘探锰矿床的经验，较大的断层一般是指垂直断距在 20—30 米以上的断层。

苏、美、日锰铁合金标准

高炉锰矿 (YB66—65)

一九六五年冶金部颁标准

牌 号		化 学 成 份 (%)					
汉 字	代 号	锰	硅		磷		硫
			一 组	二 组	一 组	二 组	
		不 小 于	不 大 于				
锰高 1	MnG1	76.0	1.0	2.0	0.4	0.6	0.03
锰高 2	MnG2	72.0	1.0	2.0	0.4	0.6	0.03
锰高 3	MnG3	68.0	1.0	2.0	0.4	0.6	0.03
锰高 4	MnG4	64.0	1.0	2.0	0.4	0.6	0.03
锰高 5	MnG5	60.0	1.0	2.5	0.4	0.6	0.03
锰高 6	MnG6	56.0	1.0	2.5	0.4	—	0.03
锰高 7	MnG7	52.0	1.0	2.5	0.4	—	0.03

电炉锰矿 (YB59—65)

一九六五年冶金部颁标准

类 别	牌 号		化 学 成 份 (%)					
	汉 字	代 号	锰	碳	硅	磷		硫
						一 组	二 组	
不 小 于			不 大 于					
低炭	锰 0	Mn0	80.0	0.5	2.0	0.15	0.3	0.02
中炭	锰 1	Mn1	78.0	1.0	2.0	0.2	0.3	0.02
	锰 2	Mn2	75.0	1.5	2.5	0.2	0.3	0.02
炭素	锰 3	Mn3	76.0	7.0	2.5	0.2	0.35	0.03
	锰 4	Mn4	70.0	7.0	3	0.2	0.38	0.03
	锰 5	Mn5	65.0	7.0	4	0.2	0.4	0.03

金属锰牌号 (YB68—65)

一九六五年冶金部颁标准

名 称	代 号	化 学 成 份 (%)						注
		Mn	Si	Fe	C	P	S	
金属锰 1	JMn1	96	0.5	1.5	0.08	0.05	0.03	电解法生产

金属锰 2	JMn2	95	0.8	2.5	0.1	0.05	0.04	电热法生产
金属锰 3	JMn3	95	0.8	3.0	0.2	0.05	0.05	

锰硅合金 (YB67—65)
一九六五年冶金部颁标准

牌 号		化 学 成 份 (%)				
汉 字	代 号	锰	硅	碳	磷	
					一 组	二 组
		不小于		不大于		
锰硅 23	MnSi23	65.0	23.0	0.5	0.15	0.25
锰硅 20	MnSi20	65.0	20.0	1.0	0.15	0.25
锰硅 17	MnSi17	65.0	17.0	1.7	0.15	0.25
锰硅 14	MnSi14	60.0	14.0	2.5	0.30	0.30
锰硅 12	MnSi12	60.0	12.0	3.0	0.30	0.30

富锰渣 (YB2406—80)
一九八 年冶金部颁标准

牌 号		化 学 成 份 (%)				
汉 字	代 号	锰	铁		磷	
			一 组	二 组	一 组	二 组
		不小于	不大于			
富锰渣 1	FMnZh1	44.0	1.5	2.0	0.02	0.04
富锰渣 2	FMnZh2	42.0	1.5	2.0	0.02	0.04
富锰渣 3	FMnZh3	40.0	1.5	2.0	0.02	0.04
富锰渣 4	FMnZh4	38.0	2.0	3.0	0.03	0.05
富锰渣 5	FMnZh5	36.0	2.0	3.0	0.03	0.05
富锰渣 6	FMnZh6	34.0	2.0	3.0	0.03	0.05

美、日镜铁标准

国 别	牌 号	化 学 成 份 (%)					备 注
		锰	碳	磷	硫	硅	
美国	A 级	16—19	6.5	0.08	0.05	1—3	根据 ASNT/ABTM A98-64
	B 级	19—21	6.5	0.08	0.05	1—3	
	C 级	21—23	6.5	0.08	0.05	1—3	
日本	SP	20—25	< 3.5	—	0.03	< 2	根据 JIS G2305-1969

苏、美、日、德锰铁合金标准

牌 号	化 学 成 份 (%)	苏 联	日 本	美 国	西 德
1	2	3	4	5	6

中低 碳 锰 铁	锰	80—85	75—85	80-90	75—92
	硅	2—2.5	1.5—2.0	1—7	0.5—1.5
	磷	0.30	0.35—0.40	0.2—0.3	0.15—0.25
	硫	0.03	0.02—0.05	0.02	0.03
	碳	0.5—1	1—2	0.10—0.15	0.05—2
碳 素 锰 铁	锰	70—78	63—82	74—82	75—80
	硅	1—2	1.2—7	1.2	1.5
	磷	0.05—0.45	0.35—0.40	0.35	0.15—0.35
	硫	0.03	0.02—0.05	0.05	0.03
	碳	7	7—7.5	7.5	6—8
锰 硅 合 金	锰	60—75	60—70	65—68	58—75
	硅	10—25.9	14—25	12.5—21	15—35
	磷	0.1—0.75	0.3	0.2	0.2
	硫	0.03	0.02—0.05	0.04	0.01
	碳	1.0—3.5	1.5—2.5	1.5—3.0	0.1—2

[注]据冶金工业部长沙黑色冶金矿山设计研究院编著的《锰》及《矿山设计报导(1973.2)》资料综合

附件二

天然放电锰矿石（锰粉）及化工 用二氧化锰的参考技术标准

(一) 关于天然放电锰矿石（锰粉）的技术标准，国家尚未作出正式统一规定。根据冶金部、轻工部两系统有关企业沿用的标准，综合如下：

品级	二氧化锰(%)	全铁(%)	制成锰粉的放电时间(分钟)
一级	75	2.8	570
二级	70	3.5	510
三级	65	4.5	450
四级	60	5.5	390
五级	55	6.5	330

对其它有害元素，一般厂定标准为： $\text{Cu} < 0.01\%$ ； $\text{Ni} < 0.03\%$ ； $\text{Co} < 0.02\%$ ； $\text{Pb} < 0.02\%$ 。

但各厂矿、企业使用上述标准时，尚存在以下问题：

(1) 有的锰粉二氧化锰含量高，但放电时间短；也有锰粉二氧化锰含量低，而放电时间长。

(2) 影响电池贮存性能的关键不是全铁含量多少，而是可溶铁的含量，因此，

用全铁指标不合理，应改用可溶铁作标准。

(3) 测定放电时间时所采用的条件，如电阻、终止电压、温度以及放电时间是用连续放电或用间断放电计算等，生产放电锰粉的单位 and 电池厂等有关企业，使用的方法和要求也不够统一。

(二) 化工用二氧化锰矿粉，国家尚无统一的技术标准，现各厂矿企业多要求二氧化锰含量大于 50% 以上才能使用，对其它元素的含量要求：制硫酸锰时，Fe 3% ; Al₂O₃ 3% ; CaO 0.5% ; MgO 0.1%。制高锰酸钾时，Fe 5% ; SiO₂ 5% ; Al₂O₃ 4%。

附件三

我国锰矿沉积层位、分布区及代表矿床

含 锰 层 位			含 锰 岩 系 主 要 分 布 区	代表性矿床	相 对 重 要 性
系	统	阶或组			
三迭系	中统	法郎组	滇 南	斗南	最重要
	下统	北泗组	桂 西	东平	重要
		菠茨沟组	川西北	虎牙	重要
二迭系	上统	龙潭组	黔 北	铜锣井	最重要
	下统	孤峰组	桂鄂皖	大通	重要
石炭系	中统	黄龙群	赣	乐平	重要
	下统	大塘阶	桂中	龙头	重要
		阿克沙依组	新疆	莫托沙拉	重要
泥盆系	上统	五指山组	桂	下雷	最重要
		榴江组	桂	土湖	重要
奥陶系	上统	五峰组	川西	轿顶山	重要
	中统	磨刀溪组	湘中	响涛沅	重要
寒武系	中统	大茅组	海南	大茅	次要
	下统	邱家河组	川北	平溪	次要
震旦系	上统	陡山沱组	川北、陕南	高燕	重要
	下统	南沱组	湘中、湘西、黔东南、川东南、鄂西	湘潭	最重要
蓟县系		铁岭组	辽西	瓦房子	最重要
长城系		高于庄组	燕山地区	前干涧	次要

钨矿地质勘探规范

(试行)

全国矿产储量委员会

一九八四年三月

第一章 绪 论

钨是银白色的最难熔金属，致密的钨在外观上与钢相似，比重 19.3，熔点 3380°C，沸点 5927°C，具有很高的硬度、强度和耐磨性。0.002 毫米直径的钨丝拉伸强度为 450 公斤 / 毫米²，在高温下的抗张强度则超过任何金属，其导电性和导热性良好，膨胀系数小。常温下钨在空气中是稳定的，在 400°C 时开始氧化，失去光泽。600°C 温度下水蒸气使钨迅速氧化，生成 WO₃ 和 WO₂。不加热时，任何浓度的盐酸、硫酸、硝酸、氢氟酸以及王水对钨都不起作用，当温度升至 80—100°C 时，上述各种酸中，除氢氟酸外，其它的酸对钨发生微弱作用。常温下，钨可以迅速溶解于氢氟酸和浓硝酸的混合酸中，但在碱溶液中不起作用。有空气存在的条件下，熔融碱可以把钨氧化成钨酸盐，在有氧化剂 (NaNO₃、NaNO₂、KClO₃、PbO₂) 存在的情况下，生成钨酸盐的反应更猛烈。高温下，钨与氯、溴、碘、一氧化碳，二氧化碳和硫等起反应，但不与氢反应。

金属钨是电器工业及电子工业的重要材料。

碳化钨主要用于生产硬质合金。广泛用于金属切削加工工具，矿山及地质钻头镶片，拉伸冲压模具，耐磨耐腐蚀零件等。

碳化钨和金属钨粉经过熔炼后制成铸造碳化钨合金。用于要求耐磨的零件或制品的表面堆焊，可以延长使用年限。

钨合金钢用于制造高速钻头，切削工具和机械中抗磨、抗打击、耐腐蚀的结构材料。

含钨很高的铁镍铜锰制成的高比重合金，用于飞机的平衡系统和配重系统、

仪表系统中的惯性旋转元件及陀螺仪的转子,以及医疗和化学放射性同位素(钷60)的容器等。

钨的其它化合物应用于颜料、油漆、橡胶、纺织、石油、化工等方面。

钨的用途还在不断扩大,例如:高温冶金中用作抗氧化的涂层;宇航工业用作火箭喷嘴、喷管、离子火箭发动机的热分解器;核子工程用钨作盛液态金属的容器,热离子交换器等。

钨在元素周期表中属于第六周期第ⅥB族,原子序数为74,原子量为183.92,原子价有正四价、正六价等,但在自然界中一般形成 W^{6+} 的钨酸盐矿物;钨在自然界中的同位素有五种,即 W^{184} 、 W^{186} 、 W^{182} 、 W^{183} 、 W^{180} ,其中以 W^{184} 最多。

钨是一种亲石元素,与氧、氟、氯的亲合力强,主要形成含氧盐,其次形成氧化物等,自然界中主要的钨矿物是 Fe^{2+} 、 Mn^{2+} 的钨酸盐——钨铁矿、钨锰矿和它们的混晶构成的类质同象系列的中间成员钨锰铁矿,以及另一种主要的钨矿物钨酸钙矿。

钨的原子半径为 1.39\AA , W^{4+} 的离子半径为 0.68\AA , W^{6+} 的离子半径为 0.65\AA ,与钼很相近,钨与钼可互相置换生成系列矿物,如钼钙矿—白钨矿、钼铅矿—钨铅矿。

钨在热液中的迁移形式是多样的。在不同的成矿作用中,或同一成矿作用的不同成矿阶段中,钨的迁移形式可以不同。

钨矿液进入不同围岩时,往往产生不同反应,进入铝硅酸盐围岩时,易于形成黑钨矿,进入碳酸盐岩时,利于形成白钨矿。

目前已发现分布在自然界中的钨矿物有二十余种(见附表)。主要的工业矿物有:

黑钨矿(又称钨锰铁矿) $(Fe、Mn)[WO_4]$ 含 WO_3 76%。

白钨矿(又称钨酸钙矿或钙钨矿) $Ca[WO_4]$ 含 WO_3 80.6%。

我国钨矿资源非常丰富,矿床类型众多,主要有:

(一)石英大脉型钨矿床*

*一般指脉幅在十厘米到一米以上,脉间间距达到或超过2~3米、具有单独勘探、开采意义的含钨石英脉所组成的矿床。但脉幅不足十厘米而品位很富,米百分值达到现行工业指标要求的含钨石英脉也是这类矿床的组成部分。

产于花岗岩类岩体同围岩（多数是浅变质的砂岩和板岩）的内外接触带，矿体主要呈独立大脉，但往往有分支复合、尖灭再现、尖灭侧现等，形态较复杂，多呈陡倾斜板状产出，矿体规模相差很大，长度和矿化深度均可由数十米、数百米到一千余米。矿床规模大、中、小型均有。含钨品位多数中等到较富，但分布不均匀。矿石中所含组分甚多，常伴生有锡石、辉钼矿、辉铋矿、绿柱石、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、毒砂等，以石英—黑钨矿—锡石，石英—黑钨矿（及少量白钨矿）—硫化物等矿物组合较多；还有石英—黑钨矿—绿柱石，石英—黑钨矿—稀土，石英—白钨矿—硫化物，石英—方解石（或萤石）—白钨矿等矿物组合。矿物颗粒通常较粗大，矿石易选，回收率一般达 80% 以上。如江西西华山、大吉山、湖南邓阜仙、广东石人嶂、广西长营岭等矿床。

这类矿床的产钨量目前占我国首位。

（二）石英细脉带型钨矿床

由比较密集的含钨石英细脉和网脉并常夹有少量含钨石英大脉（一般为数十厘米厚）组成带状的矿体，无论是产于花岗岩还是围岩中的细脉带，沿水平方向一般具有中心部位含脉密度高，含脉率大，往外侧含脉密度逐渐变稀，含脉率递减的特点；沿垂直方向有部分矿床上部和中部是石英细脉带，下部递变为石英大脉。其产出部位、矿体产状和矿石中的矿物组分同石英大脉型矿床很类似，这类矿床的勘探和开采均应按脉带进行。因矿体是由比较密集的含钨石英细脉和不含钨（或含钨甚少）的围岩组成，品位一般较贫，分布较石英大脉型均匀；厚度由数米到数十米。矿床规模多数为大、中型。矿石易选，但选别效果略低于石英大脉型矿石。如江西漂塘、上坪等矿床。

这类矿床目前部分被开采利用。

（三）石英细脉浸染型钨矿床

主要产于花岗岩或花岗闪长斑岩、石英斑岩中，有些还产于附近的围岩中；密集的细和微细的含钨石英脉往往网络交织或互相穿切，其中也有部分较大的含钨石英脉，多为大片的“面型”矿化。矿体呈巨大块体，少数呈带状分布；矿石中普遍含白钨矿，大多数矿床中还含有黑钨矿；伴生矿物有辉钼矿、辉铋矿、方铅矿、闪锌矿等，有些还伴生有铌钽铁矿、细晶石、锡石。围岩蚀变较复杂，往往面型蚀变，如钾化、钠化、石英绢云母化等与线型蚀变，如云英岩化、硅化等相重迭。金属矿物沿细脉分布的较多，部分浸染在脉侧的岩石中，

一般含钨石英细脉越多越密集，岩石蚀变越强烈，品位越富，就整个矿床来说，品位多属中等到较贫，分布一般较均匀，规模较大，由大、中型到巨大型。矿石有较易选的，也有较难选的，较易选矿石的回收率也不及石英大脉型。如福建行洛坑、广东莲花山、江西阳储岭等矿床。

这类矿床目前只有部分开采利用。

（四）层控型钨矿床

矿体受一定的地层层位和岩性控制，其产状与地层产状基本一致，以缓倾斜的较多。含矿层由一层到数层，稳定、厚大、分布范围广，但其中的工业矿体规模差别很大，大矿体长达千米到数千米，小矿体长不足百米。矿床规模多属大、中型。

控矿地层已知的有元古代碎屑沉积夹火山岩和碳酸盐岩，寒武系浅变质泥砂质岩夹碳酸盐岩，或炭质板岩夹薄层硅质岩，以及泥盆系石炭系的砂页岩和碳酸盐岩或火山碎屑岩等。由于后期的地质改造作用，富集成矿。有些受侵入体影响，可见矽卡岩化。白钨矿、黑钨矿等一般呈浸染状，少数呈粉粒碎屑状。矿体中有时还有含钨石英细（网）脉和含钨石英大脉，矿物共生组合一般比较简单，较常见的有白钨矿（黑钨矿）—硫化物，另外还见有白钨矿—辉铋矿—自然金等，品位较贫到中等。矿物颗粒较粗时为较易选的矿石，呈浸染状的细粒矿物较多时，为难选矿石。

如湖南沃溪、西安、广西大明山、云南南秧田等矿床。

这类矿床目前只有达到中等品位且矿石较易选的才被开采利用。

（五）矽卡岩型钨矿床

多分布在花岗岩类岩体与碳酸盐类岩石和部分碎屑岩的接触带及其附近。矿体呈似层状、凸镜状、扁豆状、弯曲条带状，大者延长、延深均可达数百米到二千米，小者延长、延深仅数米到数十米。

这类矿床含有大量矽卡岩矿物，如石榴石、透辉石、硅灰石、钙铁辉石、符山石、绿帘石、方柱石和透闪石，主要金属和非金属矿物有白钨矿、黑钨矿、辉铋矿、锡石、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿、辉铋矿、磁铁矿、黄铁矿、磁黄铁矿、毒砂和萤石，主要工业矿物白钨矿，往往呈粒状、浸染状分布于矽卡岩矿石中，一般属较易选的矿石，有些矿区钨矿物颗粒太细，则较难选，含钨品位中等到较贫，局部较富。矿床规模从小型到巨大型均有。如湖南瑶岗仙、新田

岭、江西宝山等矿床。

具有重要意义的湖南柿竹园，属于石英细（网）脉—云英岩—矽卡岩复合型矿床，钨矿化在空间上与矽卡岩体分布基本一致，自下而上为云英岩—矽卡岩钨锡钼铋矿体，矽卡岩钨铋矿体，再向上尚有大理岩锡铍矿体。深部花岗岩中有云英岩型钨钼铋矿体。

矿石中物质组分复杂，经选矿试验、钨、钼、铋等取得了较好的选别效果，锡、铍组分赋存状态复杂，回收率低。

矽卡岩型（含复合型）目前的产钨量仅次于石英大脉型矿床。

除上述几种主要矿床类型外，云英岩型矿床、伟晶岩型矿床、矽钨矿床等，因品位较低，矿石难选，或因规模小，形态复杂，目前开采的极少，属次要矿床类型。

国外还有火山热泉沉淀型、盐湖卤水和淤泥型钨矿床，在我国尚未发现。

第二章 工业要求

钨矿石的含钨量通常是不高的，必须经过选矿富集。我国目前生产的钨精矿，主要取自含钨矿石中的黑钨矿，其次是白钨矿。钨矿物的氧化物钨华等按目前的选矿方法和流程尚不能回收。

冶炼要求的合格钨精矿，含 WO_3 应达到或大于 65%。经火法冶炼制成钨铁合金（含 $w > 70\%$ 或 $> 65\%$ ）；经水法冶炼成正钨酸钠，仲钨酸铵或钨酸钙等。进一步处理成三氧化钨（含 $WO_3 \geq 99.9\%$ ），再用还原剂（通常用氢）还原成钨粉（含 $w \geq 99.9\%$ ）等。

一、钨矿石的选矿

由于我国钨矿石类型多，矿石中有多种矿物共生，为了通过选矿使钨精矿的质量达到要求和回收伴生的有用矿物，一般根据矿石中的主要组分，结合考虑伴生组分特性，选用两种以上方法构成的流程进行。钨矿的主要选矿方法有手选、重介质选、重选、浮选、磁选和电选。黑钨矿以重选为主，白钨矿以浮选为主，为了充分回收伴生有益组分，提高钨精矿质量和钨的回收利用率，当

前有选冶工艺联合的趋向，增加焙烧* 和浸出水冶** 等冶炼手段。

二、冶炼对钨精矿的质量要求

钨的冶炼有火法冶炼和水法冶炼两种，冶炼时使用黑钨精矿或白钨精矿，其工艺流程不同，因此，当矿石中既含有黑钨矿，又含有白钨矿时，要求查明其相互关系，所占比例，并分别统计储量。

由于 As、S、Cu、P 等进入钨钢中会使钨钢变脆，影响钨钢制品的质量，Sn 会降低钨钢的切削性能，水法冶炼过程中 As 会使粗钨酸不易净化，Mo 会影响钨丝的效能和使用寿命，水法冶炼黑钨精矿过程中，Ca 会影响 WO_3 的浸出率而降低回收率，水法冶炼白钨精矿过程中，Mn 会影响 WO_3 的回收率，因此，都被列为有害杂质。黑钨精矿中的 Sb、Bi、Pb，白钨精矿中的 Zn、Bi、Pb 对于生产优质钨铁有不良影响，白钨精矿中的 Fe、Sb 对生产优质钨制品等也有不良影响，故在某些钨精矿的特级品中，这些组分也被列为有害杂质。

在勘探工作中，要求查明矿石中和钨矿物中有害杂质的含量和赋存状态，为选择合理的选矿方法和工艺流程，尽可能降低钨精矿中有害杂质的含量提供资料依据，以便保证所生产的钨精矿达到国家标准（见表 1、表 2）。

表 1 特级钨精矿国家标准 GB2825—81

品种	WO_3 不小于 (%)	杂质，不大于 (%)														用途举例
		S	P	As	Mo	Ca	Mn	Cu	Sn	SiO_2	Fe	Sb	Bi	Pb	Zn	
黑钨特 I—3	70	0.2	0.02	0.06	—	3.0	—	0.04	0.08	4.0	—	0.04	0.04	0.04	—	优质钨 ^{4*}

* 焙烧是为了脱除某些挥发性杂质，如含砷矿物等，以保证钨精矿的质量。

** 浸出水冶主要是为了提高含钨不高的细泥回收利用率而采用的手段，浸出是以酸（碱）提取某些伴生的有益组分，水冶是用碱法或酸法使钨矿物分解，经过烧结（焙融）或煅烧，除去杂质，予以回收。

黑钨特 I—2	70	0.4	0.03	0.08	—	4.0	—	0.05	0.10	5.0	—	0.05	0.05	0.05	—	铁
黑钨特 I—1	68	0.5	0.04	0.10	—	5.0	—	0.06	0.15	7.0	—	0.10	0.10	0.10	—	
黑钨特 II—3	70	0.4	0.03	0.05	0.010	0.3	—	0.15	0.10	3.0	—	—	—	—	—	优质钨制品。特纯、化纯三氧化钨、仲钨酸铵、钨材、钨丝等。
黑钨特 II—2	70	0.5	0.05	0.07	0.015	0.4	—	0.20	0.15	3.0	—	—	—	—	—	
黑钨特 II—1	68	0.6	0.10	0.10	0.020	0.5	—	0.25	0.20	3.0	—	—	—	—	—	合金钢(直接炼钢)优质钨铁
白钨特 I—3	72	0.2	0.03	0.03	—	—	0.3	0.01	0.01	1.0	—	—	0.02	0.01	0.02	
白钨特 I—2	70	0.3	0.03	0.03	—	—	0.4	0.02	0.02	1.5	—	—	0.03	0.02	0.03	优质钨制品。特纯、化纯三氧化钨、钨材、钨丝等。
白钨特 I—1	70	0.4	0.03	0.05	—	—	0.5	0.03	0.03	2.0	—	—	0.03	0.03	0.03	
白钨特 II—3	72	0.4	0.03	0.05	0.010	—	0.3	0.15	0.10	2.0	2.0	0.1	—	—	—	合金钢(直接炼钢)优质钨铁
白钨特 II—2	70	0.5	0.05	0.07	0.015	—	0.4	0.20	0.15	3.0	2.0	0.1	—	—	—	
白钨特 II—1	70	0.6	0.10	0.10	0.020	—	0.5	0.25	0.20	3.0	3.0	0.2	—	—	—	优质钨制品。特纯、化纯三氧化钨、钨材、钨丝等。

注：1. 表中“—”者为杂质不限。

2. 本标准不包括人造白钨，该产品另订标准执行。

3. 精矿中铌钽为有价元素，供应方应报出分析数据。

4. 根据用户需要和资源特点，钨精矿特级品可自订企业标准执行。

5. 黑钨精矿特级品 I 类产品中 Sb、Bi、Pb 的杂质要求和白钨精矿特级品 II 类产品中 Fe、Sb 的杂质要求暂不作交货依据，但供方应报出分析数据。

表 2 一、二级钨精矿国家标准 GB2825—31

品种	WO ₃ 不小于 (%)	杂质，不大于 (%)									用途举例
		S	P	As	Mo	Ca	Mn	Cu	Sn	SiO ₂	
黑钨一级 I 类	65	0.7	0.05	0.15	—	5.0	—	0.13	0.20	7.0	钨铁
黑钨一级 II 类	65	0.7	0.10	0.10	0.05	3.0	—	0.25	0.20	5.0	硬质合金、触媒、钨材
黑钨一级 III 类	65	0.8	P+As 0.22		0.05	1.0	—	0.35	0.40	3.8	钨材、钨丝、硬质合金、触媒
黑钨二级	65	0.8	—	0.20	—	5.0	—	—	0.40	—	
白钨一级 I 类	65	0.7	0.05	0.15	—	—	1.0	0.13	0.20	7.0	钨铁、硬质合金
白钨一级 II 类	65	0.7	0.10	0.10	0.05	—	1.0	0.25	0.20	5.0	钨材、钨丝、硬质合金、触媒
白钨一级 III 类	65	0.8	0.05	0.20	0.05	—	1.0	0.20	0.20	5.0	钨材、钨丝、硬质合金、触媒

白钨二级	65	0.8	—	0.20	—	—	1.5	—	0.40	—
------	----	-----	---	------	---	---	-----	---	------	---

注：1. 表中“—”者为杂质不限。

2. 精矿中铈钨为有价元素，供方应报出分析数据。

3. 供需双方在特需要求和互利原则上，标准中规定的个别杂质项目指标及其它要求（如铁、锑、药剂等）可协商解决。

4. 钨细泥、钨杂砂以及钨难选物料等产品按国家统一价格规定执行。

钨精矿技术要求：

1. 钨精矿特级品以干矿品位计算，应符合国家标准规定。

2. 钨精矿一级品、二级品以干矿品位计算，应符合国家标准规定。

3. 钨精矿粒度应不大于 9mm。

用户对粒度有特殊要求，可由供需双方协议。

4. 钨精矿中水分含量应不大于 0.5%。

5. 钨精矿中不得混入外来杂物。

三、对钨矿床（石）中伴生组分综合评价的要求

目前查明钨矿床（石）中主要伴生元素和矿物有锡、钼、铋、铜、铅、锌、锑、铍、钴、金、银、铌、钽、稀土、锂、砷、硫、磷、压电水晶和熔炼水晶、萤石等。这些伴生组分对钨的冶炼工艺和钨制品来说大多数为有害杂质，必须通过选矿、冶炼方法分离出来。但进行富集综合回收利用时则成为有用组分。

有些钼、钨共生的矿床，钼离子在白钨矿晶格中置换钨的部分离子，这种含钼的白钨矿称钼白钨矿，难以通过机械选矿使钼钨分离。

选矿试验时，必须对伴生组分的回收利用进行研究，并提出评价资料。

根据我国目前矿山生产技术经济水平，当钨矿床（石）中伴生组分达到了下列表中所列的含量时，应注意综合评价。

伴生有益组分评价参考表

元素 (或氧化物)	Cu	Zn	Pb	Co	Sn	Mo	Bi	Ta ₂ O ₅
含量(%)	0.05	0.5	0.2-0.3	0.01	0.03	0.01	0.03	0.01

元素 (或氧化物)	Nb ₂ O ₅	BeO	Sb	Li ₂ O	TR ₂ O ₃	S

含量(%)	0.08	0.03	0.5	0.3	0.03	2
-------	------	------	-----	-----	------	---

注：1. 钨矿石中的 Au、Ag、Ga、Ge、Cd、In、Sc……等达到多少含量即可回收，目前尚无成熟经验，在勘探工作中，可与有关部门具体商定。

2. Ta₂O₅ 和 Nb₂O₅ 是指呈单矿物时的含量。

3. 上表所列的数据，是根据部分矿山生产资料提出的，供参考。

四、工业指标

工业指标是评价矿床、圈定矿体和计算储量的依据，提供矿山设计建设依据的地质勘探报告所采用的工业指标，必须在地质勘探部门提出地质资料和建议采用的工业指标的基础上，经矿山设计部门进行技术经济条件比较，制定适合矿床具体条件的工业指标，由省级或省级以上工业主管部门正式确定。

综合我国已知钨矿床现行工业指标提出一般要求，供评价时参考。

对钨矿床具有工业意义的主要伴生有益组分，制定工业指标时，应予综合考虑。

钨矿床工业指标一般要求表

矿床类型 工业指标 及要求	石英大脉型	石英细脉带 型	石英细脉浸 染型	层控型	矽卡岩型
边界品位(WO ₃ %)	0.08—0.10	0.10	0.10	0.10	0.08—0.10
边界米百分值	0.064—0.08				
最低工业品位(WO ₃ %)	0.12—0.15	0.15—0.20	0.15—0.20	0.15—0.20	0.15—0.20
最低米百分值	0.096—0.12				
运用米百分值的厚度 (米)	<0.8				
最低可采厚度(米)		1—2	1—2	0.8—2.0	1—2
最大夹石允许厚度 (米)		3	2—5	2—3	3

说明：(1) 石英大脉型的最低工业品位系指矿块而言；其余类型的最低工业品位则指单矿体的单项工程而言。

(2) 上表所列均为坑采指标。

第三章 地质勘探研究程度

钨矿床地质勘探的任务是为矿山建设设计提供必需的储量和地质资料。钨矿床地质勘探报告要经过正式审查批准，才能作为进行矿山建设设计的依据。

确定对钨矿床进行详细地质勘探之前，要根据矿床的特点，如埋藏的深浅，品位的贫富，采选的难易，产品的质量，进行技术经济评价。要防止出现对难以开采利用的矿床，投入大量的人力、物力、财力，以致勘探完毕后，长期不能建矿生产。

勘探过程中，要加强工业生设计部门和地质勘探部门的相互配合，及时研究新资料，调整和补充地质勘探设计，使地质勘探工程部署更加合理。

一、矿床地质研究

（一）矿床地质特征的研究

详细划分地层，研究其岩性及组合特征，从岩石的物质组分和物理、化学性质等方面结合其它地质因素阐明与成矿的关系。如果属于赋存在一定层位的层控矿床，则应测制系统剖面，详细研究赋矿层的特征，了解其含矿性，分析其变化规律。

如果在矿区或外围有火成岩分布，则应查明其种类、成分、侵入时代、期次、形态、产状、规模、变化规律及其与围岩的接触关系。如果只是地表和浅部有热接触变质现象，则可通过接触变质圈（带）的划分和研究，结合其它地质因素，预测深部隐伏的火成岩体。若隐伏深度不大，应布置钻孔以了解其岩性、顶部的起伏变化及与围岩的接触关系。无论是表露的还是隐伏的火成岩体，都要从时间上、空间上和岩石化学成分等方面，研究其与成矿的关系，对成矿后的火成岩，则应查明其对矿体的破坏程度。

要查明各种主要构造的性质、规模、产状和分布规律，正确区分与成矿有关的和与成矿无关的（主要是成矿后的）构造，研究各种构造对矿床、矿体的控制情况及对矿体有无破坏及破坏程度。

研究矿物共生组合，标型特征，包裹体，同位素年龄和稳定同位素，探讨成矿时的物理化学条件和成矿物质来源。

研究围岩蚀变及其与成矿的关系。

调查、收集和分析区域矿产资料，探讨本矿床与区域矿床的关系。

在系统地、全面地分析区域地质和矿区地质的基础上，阐明矿体赋存的地

质条件和矿床成因。总结成矿规律和找矿标志。

（二）矿体的研究

查明矿区内矿体的分布范围、赋存部位、矿体形态、产状、厚度及其变化情况。

对出露地表的矿体，应沿走向进行追索。要充分运用地表调查、浅部和深部工程揭露的矿体资料，对矿体特征，包括其延伸、排列、组合规律和形态变化的研究，结合控矿构造的研究和成矿期次阶段的划分，矿体厚度的变化特点，矿石的结构构造，矿物组合和近矿围岩蚀变等因素的分析对比，正确连接矿体。矿体的研究要着重主要矿体，主次结合。查明矿体中的夹石和近矿围岩蚀变的种类、范围和含矿情况。研究构造、围岩性质、蚀变等与矿化富集的关系，阐明矿化富集规律。

（三）矿石物质组分的研究

1. 查明矿石的化学成分和矿物成分，研究矿石的结构构造，矿物组合，有用矿物的粒度、嵌布特征，各种有益组分和有害组分的赋存状态、含量及空间分布规律。

2. 按照矿石地质特征结合采、选特点划分矿石工业类型。当钨矿床存在矿物组合和矿石结构构造不同，影响选矿方法和流程不同时，应加强研究。某些类型钨矿床的氧化带，如由于脉石矿物泥化，部分钨矿物成为钨华，矿石松散，可选性差，应单独划分和圈定。

二、矿床总体控制程度

（一）对适宜露天开采的矿床，要系统控制矿体四周的边界和控制露天采场矿体的底界；对剥离区及其周围作详细调查；测量和计算剥离系数。

（二）对地下开采的矿床，要控制主要矿体两端和深部。

（三）一个矿区含有不同类型的钨矿床，对其中工业意义大，易于采选利用的矿床，应进行详细勘探；而对工业意义小，目前采选利用经济效益差的矿床，只作普查评价。

（四）一个矿床有多组类型相同的矿脉（带），在勘探规模大、品位富和矿化深的矿带的同时，对有工业意义的次要矿带和盲矿体，也要注意勘探评价，以免影响建矿后的生产部署和充分开发利用资源。

(五) 对赋存于矿床浅部首采地段，主矿体上盘的次要矿体，用勘探主矿体的工程密度对其进行勘探，必要时应适当加密工程控制。

(六) 对破坏矿体及对部署基建主要开拓工程影响较大的断层、破碎带，要用工程实际控制，尽可能予以查明，对基建开拓工程影响不大的较小的断层、破碎带应根据地表实测，结合地下探矿工程的资料，着重研究其分布范围和规律。

三、综合勘探和综合评价

(一) 运用地质观察、岩矿鉴定、化学分析和其它测试方法，查明伴生元素的种类、含量、赋存状态和分布情况。

通过选矿试验对其回收利用的可能性作出评价。对新类型矿石或为了提高某些伴生组分的选矿回收率，必要时应做专门的试验。

(二) 伴生组分品位较高，达到该组分单独的现行工业指标要求，易于回收，且具有一定规模时，应列为主要组分。

凡与钨矿可以同时开采的主要组分，其勘探程度，原则上应达到该矿种“规范”的要求。

(三) 在选、冶过程中可以顺便回收具有工业意义的伴生组分，应视其分布和赋存情况，系统做组合分析或单矿物分析，并计算储量。

(四) 对放射性元素应进行顺便检查，对其是否有工业意义作出评价。

(五) 对勘探范围内具有工业价值的伴生矿产，应进行综合勘探，综合评价。

四、勘探深度

钨矿床的勘探深度，应根据矿床特点和当前开采技术经济条件来决定。对于矿体延深不大的矿床，最好一次勘探完毕。对延深很大的矿床，采取分期勘探。第一期勘探深度^{*}一般为 300—400 米，以满足第一期矿山建设需要为宜。对其延深部分，要打少量深钻，控制矿体远景，为矿山总体规划提供资料。

^{*} 表露矿床，以主要矿体露头平均标高为起点。隐伏矿床，以上部地表的地形平均标高为起点，往下计算勘探深度。

如属矿体埋藏超过上述深度的隐伏矿床，其勘探深度可根据建设需要，由工业部门与勘探主管部门研究商定。

五、各级储量的比例

(一) 在勘探深度范围以内，各级储量的比例，应根据矿床规模，地质条件的复杂程度，矿山建设规模和开采技术条件等综合考虑。

大、中型矿床在详细勘探深度范围内，一般要求探明 B + C 级储量应占 B+C+D 级储量的 70% 以上，B 级储量应占 5 — 10%。

对某些地质条件复杂的大、中型矿床，经用较密的工程仍探求不到 B 级储量，或难以探求 B 级储量的隐伏矿床，可探求 C + D 级储量，其中 C 级占 50 — 70%。

小型矿床一般只探求 C + D 级储量，其中 C 级应占 30—50%。

非常复杂的小型矿床，经用较密工程仍探求不到 C 级储量时，可探求到 D 级储量，提交生产单位边探边采。

如矿床(区)规模很大，要分段(区)建设矿山时，各级储量比例原则上应分段(区)在勘探深度范围内计算。

(二) B 级储量一般要求分布在浅部首期开采地段。如果所勘探的钨矿床的浅部多属贫矿或为小矿体，勘探部门要同矿山设计部门共同研究，选择探求 B 级储量的地段。

六、矿区水文地质

(一) 根据区域水文地质条件和矿区水文地质特征，查明：矿床充水因素；地下水的补给，径流和排泄条件；矿区含水层、隔水层确定的依据；各含水层的岩性、厚度、产状、分布、埋藏条件，裂隙或岩溶发育程度、富水性、渗透系数，以及主要含水层的水力联系；地下水的水位，水质、水量、水温及其动态变化，隔水层的岩性、厚度、产状、分布、稳定性和隔水性；矿区地表水体的分布及其与地下水的水力联系和对矿床开采的影响；老窿积水状况及对矿床开采的影响等。对于矿体底板进水的矿床，要特别注意对矿体底板承压含水层及隔水层的勘探和研究。

(二) 要详细查明构造断裂破碎带，风化裂隙带，溶洞发育带的发育程度，

分布规律、含水性及其导水性，并对矿床充水影响进行评价。

（三）根据矿区水文地质条件和矿床开采开拓方案，预测矿坑涌水量。计算首期开采地段矿坑涌水量，估算下一开采水平的涌水量。

（四）对矿床开采的防治水措施，以及矿坑水的排供结合，综合利用，防止污染等提出建议，并指出矿区供水水源方向。

有关各项水文地质的具体技术要求，按地矿部“矿区水文地质工程地质普查勘探规范”执行。

七、矿床开采技术条件

（一）收集和研究矿体及其顶底板围岩的稳固性和露天采矿场边坡稳定性的资料，重点研究岩层（体）软弱结构面（如层面、断裂带、节理裂隙和软弱夹层等）的发育程度和分布规律，对矿床开采的工程地质条件作出评价。

（二）结合矿床开采的需要，选择有代表性的岩（矿）石样品测定物理力学性质，如体重、抗压、抗剪、抗拉强度、软化性、崩解（或散解）性，矿石的含泥率、湿度、块度、孔隙度、松散系数和自然安息角等。有条件的要测定游离二氧化硅和放射性元素等的含量及分布情况。

（三）对老窿的分布范围、充填情况应进行调查研究，对老窿界线的可靠程度作出评述。

（四）矿区位于地震活动区或地热异常区时，应根据可能情况对矿区及其外围地质构造的活动性进行调查研究，注意收集历史地震、新构造活动及地热地质资料，阐述有关地震地质或地热地质情况。

八、矿石选矿性能的研究

在初勘阶段（某些物质组分复杂的矿床在详细普查阶段）进行过初步可选性试验的基础上，详细勘探阶段应进行实验室规模的详细可选性试验；对物质成分相当复杂，或者没有选矿实践的新矿石类型，以及巨大型矿床，应做实验室规模的扩大试验。详细研究矿石物质组分，连生矿物的镶嵌关系、解理性和分选性，以及综合利用和分离有益伴生组分和有害杂质的途径等，对矿石的选矿性能作出评价，为确定较合理的技术经济指标和选矿工艺流程提供基础资料。

第四章 勘探类型和勘探工程间距

根据我国钨矿床的勘探经验，矿山生产实践的检验，以及有关资料的对比研究，对我国钨矿床勘探类型的划分，各勘探类型选用的勘探手段，以及探求各级储量的勘探工程间距，分述如下：

一、勘探类型的划分

确定划分我国钨矿床勘探类型的主要地质因素是矿体规模大小、矿体形态复杂程度和矿体主要组分分布的均匀程度。同时也要考虑矿化连续性、矿床规模和矿体厚度的稳定程度。^注

我国钨矿床划分为如下四个勘探类型：

第一勘探类型：矿体规模大至巨大，形态较简单至简单，产状较稳定（有小的起伏）到稳定，厚度变化较小，成矿后构造和火成岩体对矿体仅有局部破坏，品位较均匀（品位变化曲线呈波状）至均匀（品位变化曲线呈舒缓波状），矿化基本连续至连续，矿床规模为巨大型。

例如：湖南瑶岗仙矽卡岩型白钨矿床。矿体呈稳定的缓倾斜，似层状，一

^注 归纳以往划分钨矿床勘探类型依据的各种地质因素如下，供参考。

1. 矿体规模(米):(1)巨大型 长>1500,深>800;(2)大型 长1000-1500,深500-800;(3)中型 长300-1000,深200-500;(4)小型 长<300,深<200.

2. 矿体形态: (1)简单:规则的层状,似层状,构造破坏小。

(2)较简单:巨大的凸透镜状,巨大的近似等轴状,厚的带状和厚的板状。构造破坏小至中等;

(3)复杂:凸镜状、扁豆状、不规则带状、薄的和组构复杂的脉状,构造破坏中等为主。

(4)很复杂:囊状、变化大的柱状和不规则状。构造破坏中等至较大。

3. 主要组分分布均匀程度(品位变化系数%):(1)均匀<50(2)较均匀50—130(3)不均匀130—250(4)很不均匀>250

品位变化系数的大小除了与组分分布均匀程度有关外,也与样品规格大小等有关,这里按样品常用的规格10×5厘米考虑。

4. 厚度稳定性(厚度变化系数%):

(1)稳定<60(2)较稳定60—80(3)不稳定80—100(4)很不稳定>100.

5. 矿化连续性(含矿系数):

(1)连续:0.9—1.0(2)基本连续0.8—0.9(3)不连续0.5—0.8(4)很不连续<0.5.

般厚 10—40 米，平均厚 20 米。沿走向长 2000 米，沿倾斜深度一般大于 1000 米，厚度变化较小，局部有断层，使矿体大块断落，但易对比连接，矿化基本连续，仅矿体下部偶有夹石。品位较均匀，品位变化系数 86%，矿床规模巨大。

第二勘探类型：矿体规模中等至大型，形态较简单，产状较稳定，厚度变化不大，成矿后构造和火成岩体对矿体有一定破坏或只有局部破坏，但矿体仍较易对比连接，品位较均匀。矿化基本连续，矿床规模为中—大型。

例如：江西漂塘石英细脉带型钨锡矿床的 I、III 矿带。矿体呈较稳定的陡倾斜脉带状，厚度一般 10 米~20 米，沿走向长 880 米~1230 米，沿倾斜深度 470 米~560 米，矿带的结构形态较复杂，含不同方向、不同厚度和疏密不均的石英脉，矿带下部有分叉和归并，但较易对比连接，品位较均匀，矿化基本连续，矿床规模大型。

第三勘探类型：矿体规模一般为中等，少数为大型。总体形态较简单至较复杂，组构形态较复杂，如石英大脉型钨矿体的分支复合，尖灭侧现，尖灭再现；矽卡岩钨矿体的弯曲变化，扁豆状矿体的断续相连等。厚度变化不大至较大。成矿后构造和火成岩体对矿体有一定破坏或只有局部破坏，部分矿体对比连接较困难，品位一般不均匀（品位变化曲线呈跳跃状）少数矿体品位较均匀或很不均匀（品位变化曲线呈剧烈的跳跃状），矿化基本连续，少数不连续，矿床规模多为中型，少数大型或小型。

例如，湖南邓阜仙石英大脉型钨铜锡矿床。矿体产于花岗岩内，陡倾斜，薄板状，脉宽一般 0.3—0.5 米，长度一般为 400—1000 米，深度一般为 300—550 米。矿体总体较稳定，但组构形态较复杂，常呈侧幕状交替延伸，同一条矿脉交替次数一般 6—10 次。矿化基本连续，品位不均匀至很不均匀，品位变化系数 170—400%，矿床规模中型。

又如：江西盘古山石英大脉型钨铋矿床。矿体产于上泥盆统石英质砂岩内，陡倾斜，大多数为薄板状，少数为厚板状，脉宽一般为 0.3—0.72 米，最宽的 1—2 米，长度一般 400—800 米，深度一般 400—800 米，矿体总体较稳定，但组构形态较复杂，矿化基本连续，品位不均匀，品位变化系数 220—242%，矿床规模大型。

第四勘探类型：矿体规模中等至小型，总体形态和组构形态都是较复杂至很复杂（如石英大脉型钨矿体分支复合、尖灭侧现、尖灭再现频繁；又如其它

类型的钨矿体弯曲变化多、幅度大，小扁豆状、囊状矿体时断时续等)，厚度变化较大至很大，矿化不连续，少数基本连续，品位不均匀至很不均匀，矿床规模多为小型，少数中型。

例如：江西棕树坑石英大脉型钨锡矿床。矿体呈陡倾斜，薄板状，脉宽一般 0.16—0.45 米，长度一般为 80—150 米，深度一般为 150—300 米，矿体组构形态复杂或很复杂，品位不均匀，品位变化系数 200%，矿床规模小型。

又如：湖南沃溪层状浸染型钨铋金矿床。虽属层控型，但工业矿体只赋存于含矿层的一部分，矿体长 100—300 米，深 200—1500 米，矿体呈板柱状或不大的凸镜状、囊状，矿化不连续，品位很不均匀，品位变化系数 285%，矿床规模中等。

二、勘探手段

我国钨矿床勘探手段的选择，主要考虑矿体主要组分分布的均匀程度，矿化的连续性，矿体形状、产状和组构形态的复杂程度，同时也要考虑矿体的埋藏深度、构造和火成岩的破坏程度、矿区的地形条件和矿山生产对勘探工程的利用等因素。

第 I 类型矿床的储量一般用钻探求得，但 B 级储量需用坑道检查，地形条件有利时，B 级储量也可用坑道求得。

第 II 类型矿床的 B 级储量一般用坑道求得，C 级储量一般用钻探求得，但在地形条件有利时，也可用坑道求得。

第 III 类型中的石英大脉型矿床，B 级储量一般用沿脉坑道求得，C 级储量以沿脉坑道为主，钻探为辅求得，如果不用沿脉坑道而选用穿脉加短沿脉坑道，需有同沿脉坑道对比的资料；其它类型矿床，B 级储量用坑道求得，C 级储量以钻探为主，坑道为辅求得。

第 IV 类型中的石英大脉型矿床，C 级储量一般用沿脉坑道求得，如果不用沿脉坑道而选用穿脉加短沿脉坑道，需有同沿脉坑道对比的资料；其它类型矿床可用坑钻结合求得。

三、勘探工程间距

勘探工程间距，是指按一定几何形网来布置勘探工程，控制矿体，用以计

算相应级别储量的工程间距。

我国钨矿床按照所划分的不同勘探类型，总结出所采用的勘探工程间距见下表。

钨矿床勘探工程间距表

勘探类型	勘探手段	勘探工程间距 (米)			
		B 级		C 级	
		沿走向	沿倾斜	沿走向	沿倾斜
I	钻探	100	50—100	200	100—200
	坑探 (穿脉或沿脉)	50—100	50—60	100—120	100—120
	钻探	50—100	40—50	100	80—100
	坑探 (沿脉)		40—50		100
	坑探 (穿脉加短沿脉)	40—50	40—50	80—100	80—100
	钻探			80—100	60
	坑探 (沿脉或穿脉加短沿脉)			50—60	40—50
	钻探			50	40

说 明

(一) 表中所列工程间距，是钻孔或坑道实际控制矿体的距离。

(二) 如果勘探矿床的矿体沿倾斜深度大且比沿走向稳定时，表列工程间距可以适当变动，沿走向可以比沿倾斜的密一些。

(三) 划分勘探类型、选择勘探手段和确定勘探工程间距，要充分考虑到勘探矿床的具体特征和矿体的具体地质因素，不要机械地套用。

(四) 地质勘探程度的高低，不仅取决于工程控制的密度，还应努力做好地质规律的综合研究，正确反映矿床地质实际情况，防止单纯依靠加密工程的倾向。

第五章 地质勘探工作的质量要求

钨矿床地质勘探工作的质量，与国家建设密切相关，必须按照“规范”的要求，选用合适的方法和手段，取准取全地质成果资料，保证地质勘探研究程度和地质勘探报告的质量。

一、地质调查

(一) 开展矿区外围或区域的地质调查, 在于通过地层、构造和岩浆活动等等的研究, 阐明矿床形成的特定的地质条件, 结合对区域矿产分布特点的了解, 分析和认识成矿规律, 为指导矿床的勘探工作和为矿山建设的总体规划提供资料依据。

各类钨矿床有不同的成矿地质条件, 调查研究的内容应当各有侧重。

矿区外围或区域的地质调查范围, 应根据上述目的结合具体地质情况确定, 并尽早进行。

矿区外围地质图或区域地质图的比例尺一般为: 1:10000—1:50000。

(二) 矿区地质测量要达到有关规定的精度。要追索矿脉, 正确连接、圈定矿体、矿带、含矿层和整个矿化范围。划分矿体形成的期次。查明岩层与岩体的产状、分布、厚度或大小、构造特征及相互关系。

以内生作用为主的钨矿床, 应详细划分与矿有关的侵入岩的期次和相带, 蚀变作用, 容矿岩层及储矿构造等。

与火山成矿作用有关的钨矿床, 应确定火山(火山—沉积)岩系层序, 岩性和岩相, 以及喷发—沉积旋回, 尽可能地圈出与成矿作用有关的火山机构以及其它各种控矿—储矿构造。

以层控型为主的钨矿床, 要对含矿岩层层序、岩性、岩相及接触关系等进行详细对比及划分, 研究成矿物质来源和控制矿化富集的构造。

矿区地形地质图的比例尺一般为 1:1000~1:2000。

二、物、化探工作

钨矿床地质勘探工作中合理运用物、化探方法, 对于矿区地质、构造研究, 正确圈定矿化范围, 寻找盲矿体以及查明水文地质条件等均可起到积极作用。

矿区物、化探任务, 必须从地质勘探工作中提出的课题出发, 结合矿区的地球物理、地球化学条件, 加以确定, 必要时应先进行试验工作, 以便选用合适的方法。

工作过程中要重视提高解释、推断质量, 认真进行物、化探异常检查、验证。工作结果应编制与地质图比例尺相适应的物、化探图件。并在勘探报告中

简明扼要地阐述物、化探质量、解释推断意见及检查验证结果。

所有的物、化探工作质量，必须符合国家颁发的有关方法技术规范要求。

三、探矿工程

(一) 槽、井探的密度一般应比勘探线间距密一倍。除了加密的和沿脉揭露的槽、井探外，一般应尽可能设计在勘探线上，适用垂直断面法计算储量的矿床，更应遵守这一规定。

(二) 坑道的方向、坡度和断面规格要符合有关的规定。沿矿体走向掘进的坑道，当矿体厚度大于坑道规格时，一般应按照规定间距用穿脉将矿体的整个厚度揭穿，坑道设计应尽可能考虑将来矿山生产的利用。

(三) 钻探工程，矿体和矿体顶底板围岩 3~5 米的采取率不得低于 75%，在厚大矿体中，连续 5~10 米矿心采取率低于 75% 时，要查明原因，采取补救措施。岩心采取率要求平均达到 65% 以上。钻孔在钻进过程中的顶角弯曲度与测量间距、简易水文地质观测、孔深误差的测量与校正、原始报表填写、钻孔的封闭与检查、岩心保管等项，执行《岩心钻探规程》的规定。

四、化学分析样品的采取、加工和化验

(一) 样品采取的方法和要求

化学分析样品一般在矿体露头和勘探工程揭露的矿体、矿化带中采取。

一般应沿着矿体厚度方向，即沿着物质成分变化最大的方向布置样槽。对品位分布不均匀的脉状矿体，刻槽规格为 10×5 厘米或 10×3 厘米；对品位变化较均匀的网（细）脉浸染型矿床，刻槽规格为 8×3 厘米或 5×3 厘米；对薄的（厚度小于 0.1 米）矿脉，可用剥层法取样；对白钨矿矿床，可先用紫外光灯照射，然后取样。矿心取样通常劈取一半作为样品。揭露石英脉钨矿体的沿脉坑道中取样，样槽间距一般为 2 米，经过试验，间距可以适当加大。依据连续刻槽取样的化学分析结果圈定矿体与围岩界线的钨矿床，除了第一勘探类型的巨厚矿体的取样长度为 1~2 米外，一般不得超过 1 米。

不同类型的矿石应分别取样。石英脉钨矿体的近矿围岩应按蚀变类型和蚀变程度的不同，分别采取少量样品了解其含矿性，达到工业指标要求时，再增采样品，但不得与石英脉钨矿体的样品混合，以便于区分难以加工利用的矿石，

或者避免部分含矿性差的蚀变围岩加入而使样品品位贫化。

光谱全分析样品，可采自同一矿体的不同空间部位和不同矿石类型，也可利用有代表性地段的基本分析副样或组合分析副样进行，是提供确定组合分析及化学全分析项目的依据。

组合分析样品，由 5~10 个或更多一些的基本分析的副样根据采样长度按比例组合而成。参与同一组合分析样品的各个基本分析样，一般应分布在储量计算的同一块段内，通常是用同类型的同一矿体、由同一工程或相邻工程构成的块段的基本分析副样所组成。

化学全分析样品，可利用组合分析副样，根据采样长度按比例组合，也可以单独采集有代表性的样品，用以了解矿石的详细化学成分和研究矿床物质成分。每种矿石类型作 1—2 个。

物相分析（合理分析）用以研究各种有用元素和有害杂质在不同矿物中的分配值和分配率。在矿石经过肉眼或光片鉴定大致了解情况后，按一定间距取样，也可以从基本分析副样中提取。

单矿物样品应在工业矿体内通过各种方法分选获得，采样时应注意代表性，如结晶粗细，颜色深浅，成矿世代等。

精矿样品一般在选矿试验样中采取，也可在工业矿体内按不同深度和不同矿体分别采取，通过物理分离后获得样品。

单矿物和精矿采样，除了要查明稀散元素及贵金属外，还应分析有害元素的含量，必要时，还应查明某些有害元素的赋存状态，为研究提高精矿品级提供资料。

（二）样品加工

通常指破碎、过筛、拌匀、缩减重量等一系列工作，也叫样品缩分。

样品缩分按 $Q = Kd^2$ 公式进行

式中：d—样品破碎后最大颗粒的直径（毫米）

K—缩分系数

Q—缩分时取得的最小重量（公斤）

钨矿床一般采用 0.2~0.5 的 K 值。

如运用机械加工，可将样品一次破碎到不大于 1 毫米粒度，按公式缩分后送化验室。

在碎样全过程中，样品损失率和每次的缩分误差都不得大于 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

对样品分析的结果必须进行内、外部检查，以保证质量。

内部检查是检查基本分析的偶然误差，一般由地质勘探部门在考虑矿石类型和品级具有代表性的前提下，按照 10%的比例从基本分析副样中抽选，编成密码送原化验室化验。

外部检查的目的是了解基本分析有无系统误差。检查数量一般为基本分析样品总数的 5%，样品总数少时，不得少于 30 个。外检样由基本分析实验室按地质队指定号码分期分批送委托单位。

当外部检查结果与基本分析结果有系统误差时，应报主管部门批准后进行仲裁分析。如经仲裁分析证实基本分析是错误的，应认真查明原因，如无补救办法，则应全部重新进行分析。

钨的化学分析允许误差范围如下：

在矿石中的钨的含量 (WO ₃ %)	相对偶然误差允许范围 (%)
>5	7
1-5	10
0.25-0.999	15
0.04-0.249	25

五、选矿试验样品的采取

采样前应尽可能与生产、设计部门和负责试验单位共同研究。

样品采取要充分考虑不同矿石类型和品级，保证其代表性。实验室规模的详细可选性试验样，一般重 500 ~ 1000 公斤；实验室规模的扩大试验样，其重量根据试验设备的规模和加工流程的复杂程度而定，一般为数吨。

根据情况，如需采取混合试样，了解不同矿石类型混合处理的可能性及选矿方法流程，应注意各种类型矿石的比例和代表性。

如工业部门需要采取半工业试验或工业试验样品时，采样和试验工作由工

业部门负责，地质勘探部门应积极配合。

六、资料编录、综合整理和报告编写

各项地质勘探工作所取得的地质成果必须及时、认真地编录，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。

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，以指导地质勘探工作，并据以编制勘探地质报告和科研报告。

勘探地质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，数据正确。勘探地质报告的内容，除了按照有关规定外，还应结合矿床的工业利用和勘探经济效益等，进行技术经济评价。

原始地质编录、综合整理的质量要求、应提交的图件、表格等，均按有关的规范（规程、规定）执行。

第六章 储量分类、分级和级别条件

一、储量分类

根据我国当前技术经济条件，并考虑远景发展的需要，将钨矿矿产储量分为两类：

- 1.能利用（表内）储量：是符合当前生产技术经济条件的储量。
- 2.暂不能利用（表外）储量：是由于有用组分或矿物含量低，矿体厚度薄，矿山开采技术条件或水文地质条件特别复杂，或加工技术方法尚未解决，不符合当前生产技术、经济条件，工业上暂不能利用而将来可能利用的储量。

二、储量分级和级别条件

在全矿区勘探研究的基础上，按照对钨矿体（脉）不同部位的控制程度，将钨矿矿产储量分为 A、B、C、D 四级，各级储量的工业用途和条件如下：

A 级—是矿山编制采掘计划依据的储量，由生产部门探求。其条件是：

- 1.准确控制矿体的形状、产状和空间位置。

2.对于影响开采的断层、褶皱、破碎带已准确控制。对于夹石和破坏矿体的火成岩体的岩性、产状及分布情况，已经确定。

3.对于矿石工业类型的种类及其比例和变化规律已完全确定。在需要分采和地质条件可能的情况下，应圈出矿石工业类型。

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—矿山首期开采地段。其条件是在C级储量的基础上：

1.详细控制矿体的形状、产状和空间位置。

2.在B级勘探工程间距控制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.对矿石工业类型的种类及其比例和变化规律已详细确定。在需要分采和地质条件可能的情况下，应圈出主要矿石工业类型。

C级—是矿山建设设计依据的储量，也是地质勘探阶段主要探求的储量。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、破碎带的性质和产状已基本控制。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.基本确定矿石工业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D级储量也可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.大致确定了矿石的工业类型。

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。

三、储量计算的一些原则和要求

矿产储量是地质勘探的主要成果，是矿山建设设计的重要依据。因此，必

须遵循储量计算的原则和要求，以保证计算结果的可靠性。

（一）应有工业部门正式批准的工业指标作为储量计算的依据。

（二）要正确圈定和连接矿体（脉）。含钨石英脉呈斜列式（尖灭侧现）分布，脉间的距离超过 2—3 米时，一般应分别计算储量。不属于同一矿带的互不相连的矿体和超过设计采幅的分支矿体，不得用压缩法计算储量。

（三）要按照矿床的特点，矿体的形状、产状和勘探工程布置的情况选择适当的储量计算方法。如有可能，还应考虑矿山开采的方便利用。

（四）由于采选条件不同，可分采、分选的矿石应分别圈定矿体和计算储量；不能分采分选的矿石类型，只需用统计法计算各类矿石储量。如果设计部门确定不同类型的矿石混选，除要求阐明各类型矿石的特点和分布情况外，不需要分别圈定和计算。

（五）运用沿脉坑道等距离取样资料计算平均品位时，要分析研究脉幅与品位变化的相关关系，据以确定用脉幅加权平均法，还是用算术平均法。同一块段包含空间位置分布不均匀的勘探工程，或者包含不同的勘探工程，或者取样长度不等时，平均厚度和平均品位计算，一般用加权平均法。

（六）石英脉钨矿床近矿蚀变围岩含矿达到了工业指标要求，要经过与含钨石英矿石混合加工处理的研究证明可行时，才能参与储量计算。

（七）凡是发现非正常的高品位，应当进行处理。

首先应检查并消除采样、加工、化验过程中造成的人为误差，然后参照相类似钨矿床的实践经验，确定非正常高品位的鉴别原则和求得代替品位的计算方法。也允许按照矿床的具体矿化特点，进行专门研究，确定非正常高品位的判定原则和处理方法。

为矿山扩建或延长生产年限的地质勘探和第二期地质勘探，应当用矿山的开采资料，提出判定非正常高品位样品的标准和确定处理方法。

（八）计算储量时是否运用含矿系数，应视矿化特点和可能采用的开采方法作出决定。如需计算含矿系数，一般应先修正矿石量，再计算金属量。

（九）石英大脉型矿床中沿脉坑道矿体边缘的样品，达到了边界品位而低于工业品位连续出现，达到了半个采场的长度或天井达到了半个中段的高度，应另行圈定为表外储量。

（十）用于储量计算的平均体重，应当有足够的代表性。

测定体重的样品的平均品位，同所代表的具有同类型矿石的矿体的平均品位要互相接近。同一矿床有多种类型的矿石时，要分别测定和计算平均体重。

凡松散矿石应用大体重样品测定结果计算储量。

(十一) 有工业利用价值的伴生矿物和伴生有用元素，均应分别计算储量。其储量级别视勘探研究程度而定。

(十二) 计算的储量是实际探明的储量，应扣除采空区的储量。工业储量的金属量计算以样品的基本化学分析结果为依据，不考虑开采或加工时的贫化。

附表

目前已发现分布在自然界中的钨矿物见下表：

矿物名称	分子式	矿物名称	分子式
黑钨矿(钨锰铁矿)	$(Fe \cdot Mn)[WO_4]$	钨铅矿	$Pb[WO_4]$
白钨矿(钨酸钙矿或钙钨矿)	$Ca[WO_4]$	斜钨铅矿	$Pb[WO_4]$
钨铁矿	$Fe[WO_4]$	钨锌矿	$(Zn \cdot Fe)[WO_4]$
钨锰矿	$Mn[WO_4]$	钨铋矿	$Bi_2O_3 \cdot WO_3$
钼白钨矿(钼钨钙矿)	$Ca(Mo \cdot W)O_4$	水钨铅矿	$Al_2(OH)_2(WO_4)_2 \cdot 2H_2O$
铜白钨矿	$(Ca \cdot Cu)[WO_4]$	钨华	H_2WO_4
蓟县矿	$Pb(W \cdot Fe)_2(O \cdot OH)_7$	水钨华	$H_2WO_4 \cdot H_2O$
辉钨矿	WS_2	高铁钨华	$Fe_2O_3 \cdot WO_3 \cdot 6H_2O$
钨钼铅矿(彩钼铅矿)	$Pb(W \cdot Mo)O_4$	铜钨华	$Cu_2(OH)_2[WO_4]$
钼钨铅矿	$3PbWO_4 \cdot PbMoO_4$	钇钨华	$YW_2O_6(OH)_3$