

对铁矿储量分级条件问题的几点认识

周 秋 兰

矿床储量分级是勘探研究程度中的重要课题之一，目前在这方面主要存在分级及衡量级别标准不统一，划分条件不具体等问题。为了寻求解决的方法和途径，我们曾对几个铁矿床进行了有关的调查。对于储量分级，近几年各有关领导部门已经组织了专题调查，并在《金属矿床地质勘探研究程度的规定》中作了划分，这里就不谈了。现仅就工作中涉及到储量分级条件的有关问题，谈谈个人认识，供讨论，不当之处，请批评指正。

一 影响储量工业用途的基本因素

由于不同级别的储量在矿山建设和生产中用途不同，对其勘探研究程度要求也不一样，如作矿山采准设计依据的储量要求勘探研究程度要高，而作为矿山开拓设计和建设远景规划的储量，则勘探研究程度就低些。因此，确定储量分级条件首先要弄清影响储量工业用途的因素。

从一些铁矿床在矿山建设和生产中的情况来看，主要有以下两方面的问题：

1. 矿床及矿体形态、空间位置的控制不够，给矿山开拓、采准带来一定影响甚至造成较大损失。如大冶铁矿原勘探时对矿体控制较浅（距地表仅200米左右），约百分之八十的勘探剖面，矿体深部界线多系无限外推，而由于接触带形状复杂及含矿性未作必要控制，经进一步勘探和生产勘探，矿体延伸普遍加大，深部出现新矿体：××矿体13线原勘探只控制到0米标高，经生产勘探在

深部-200米标高又见矿体（图1），狮子山矿体29线原圈定矿体很浅，据此对东部矿体设计了两个露采场，后发现相邻剖面矿体赋存标高相差很大，加孔后证实矿体向北扩大并下延至-154米（图2）。当时，东露采场北帮144米水平尚未采完，扩大露采坑还有可能，因而修改露天设计，该区段坑底由0米加深至-36米水平，北帮相应扩大，从144米水平以上即扩大剥离量×××万吨，相当于现有一台电铲二年二个月的工作量。总之，由于深部矿体增加，原设计的露天开拓系统和开采境界发生较大变化，提高了成本，降低了生产效率。

又如大孤山铁矿东端边界D₁号断层原勘探时只控制上部50米深度（0米标高），并按倾角45°推定了矿体界线，确定了露采

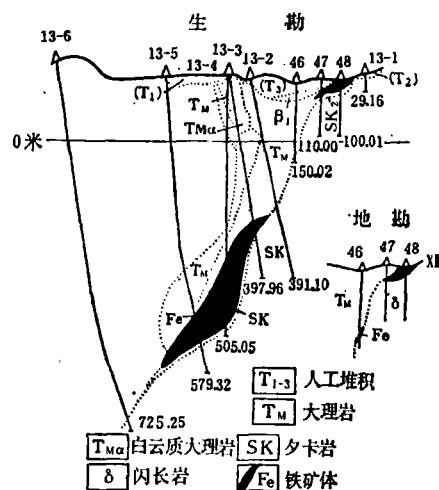


图1 ××矿床13号线生产勘探与地质勘探矿体剖面对比图

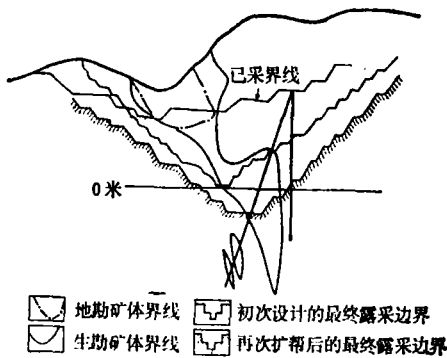


图2 狮子山矿体边界变化引起再次扩帮示意图

境界。1964年经过补勘深部控制到-402米，证实矿体深部产状陡达80°左右，矿量减少了××××多万吨（图3）。幸而露采境界修改得及时，才使生产未受更大影响。类似问题也存在于其他一些矿床。

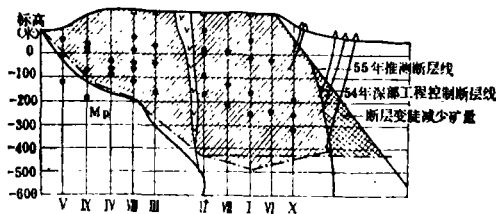


图3 大孤山铁矿纵投影D、断层对比示意图

2. 矿石物质成分研究不够。××铁矿在矿石类型的研究方面，由于高铜氧化矿中铜矿物相未搞清，出现铜的难选，影响铜金属的回收利用，高炉富矿单项分析缺乏硫的化验，致使生产时出现 $S>0.3\%$ 的不合格矿

石，影响高炉矿石供应，并造成高硫氧化矿石暂难利用，在原生矿中出现菱铁矿—赤铁矿矿石，勘探时把菱铁矿做一般碳酸盐类脉石处理，现在这种矿石储量约占全部剩余原生矿储量的30%，而随开采水平的下延还有增加的趋势（见表1）。这种矿石用磁选或浮选效果均不好（现在矿山选矿分浮选、磁选两个系列流程），使铁在选矿过程中大量流失，磁铁尾矿含铁高达10~20%，有时竟达31~35%，磁选厂的选别指标长期达不到国家规定，影响选矿厂工艺流程及现有选矿设备和矿石的充分利用。

也有的是对矿石物质成分研究不够，未能进行多矿种综合评价，影响资源充分利用。例如海南铁矿，原来只着重铁矿的勘探，忽视对铜钴矿的综合评价与勘探，后来虽对铜、钴矿作过补勘，花了不少时间和经费，但由于铜钴矿体距现露采边坡较近，如果在下部采铜钴矿，将影响现铁矿露采境界的稳定性，因此只能按目前的设计开采方案进行，只在露采铁矿采场范围内附带回采钴、铜，造成资源浪费。××铁矿也有类似问题，钴的回收至今尚未很好解决。

其他如水文地质、开采技术条件（如围岩的稳定性）等方面存在的问题，对矿山建设和生产也有很大影响，而且涉及整个矿床的勘探程度，只能在整个矿区或矿床范围内勘探解决，不可能在某一个级别的储量块段中去勘探解决。因此，影响储量工业用途的

××铁矿东露采菱铁矿矿石分布（百分比）

表1

水平分层 矿石类型名称	112~128	96~112	84~96	72~84	60~72	48~60	36~48	24~36	12~24	0~12	112~0	0米以下	平均
含菱铁高铜磁铁矿	7.72	25.39	19.72	11.04	9.42	10.08	10.93	9.58	10.61	11.16	10.68	17.19	13.93
含菱铁低铜磁铁矿			5.55	9.4	4.87	4.42	3.94	3.30	2.08	0.84	3.97	11.59	7.78
含菱铁贫磁铁矿	6.64	12.26	21.68	8.84	4.04	3.04	3.22	2.98	2.29	1.30	3.98	10.88	7.43
合计	14.36	37.65	46.95	29.28	18.33	17.54	18.09	15.86	14.98	13.3	18.63	39.66	29.14

（据矿山1971年资料）

因素主要是矿体的外形及内部特征（包括内部结构和矿石质量特征）两个方面。作为储量级别的条件，就是对这两方面的控制和研究程度，即对矿体的控制、研究程度。

二 关于矿体内部特征的研究和控制程度

矿体内部特征包括内部结构和矿石质量特征两个方面。矿体内部结构是指矿体内各种矿石类型、工业品级和非矿夹石的空间变化特征及其相互关系而言，它反映了矿体内部物质成分的宏观组合形式及其变化规律；矿石质量特征是指矿体内各种矿石类型、品级及夹石的矿物组成、化学成分及其含量的空间变化，它反映了矿体内部物质成分的物理、化学特性及其变化规律。矿体内部结构和矿石质量特征是合理评价矿床工业利用价值最重要的质量指标，也是确定矿山产品方案和矿石选冶工艺流程方法的主要依据。因此地质勘探期间必须对它进行研究和一定程度的查明。

从一些矿山的调查资料来看，大多数情况是矿体内部结构变化大于外部整体变化。一般而言，勘探工程虽能控制住矿体外形，但控制不住矿石类型和品级，因为它是在矿

体这一整体中按一定的矿石特征和矿石的选冶性能及工业要求而圈定，除受矿床地质因素控制外，还受当前采、选、冶技术经济条件的制约。通过一些矿山调查和资料综合分析，我们认为矿石类型和品级的划分应该而且可以尽量简化，其理由如下：

1. 在地质勘探阶段，详细圈定矿石工业类型及品级是很困难的。如××铁矿在地勘阶段将矿石类型分为两带六型，生勘阶段划为两带十一个品级（见表2）。生产实践和生产勘探证明，原地勘采用的网度（B级150×50~75米，C₁级>150×50~75米），控制不住矿体矿石各类型、品级的分布情况。经开采和生产勘探后发现在原圈定的某一矿石类型范围内出现多种其他类型 and 围岩，有时甚至原来的类型也不存在。以矿体规模较大、形态简单的某地段32线为例，原地勘仅圈定了Fe1和Fe5，在生勘中则出现了Fe2、Fe3、Fe1—Δ、Fe2—Δ、Fe3—Δ、Fe5—S、δ5、Fe1和Fe5，而且圈定范围和界线均有较大变化（图4）。

从东露采各水平开采层的资料看，各矿石类型在空间上呈不连续、时大时小、宽狭不一的串状体出现，水平上、垂直上均如此，有时上一水平是这一类型，到下一水平则为另一类型代替（图5）。矿山采用了密

表 2

带 别	地 勘 阶 段 划 分		生 勘 阶 段 划 分	
原 生 带	Fe 1	高铜磁铁矿	Fe 1	高铜磁铁矿
	Fe 2	低铜磁铁矿	Fe 1—Δ	含菱铁矿高铜磁铁矿
	Fe 3	高铜贫铁矿	Fe 2	低铜磁铁矿
	Fe 4	低铜贫铁矿	Fe 2—Δ	含菱铁矿低铜磁铁矿
氧 化 带			Fe 3	贫磁铁矿
			Fe 3—Δ	含菱铁矿贫磁铁矿
	Fe 5	高铜红矿	Fe 5	高铜红铁矿（Cu>0.3）
	Fe 6	低铜红矿	Fe 5—S	高铜高硫红矿
			Fe 6	低铜红矿
			Fe 6—S	高低红矿
			Fe 7	贫铁红矿

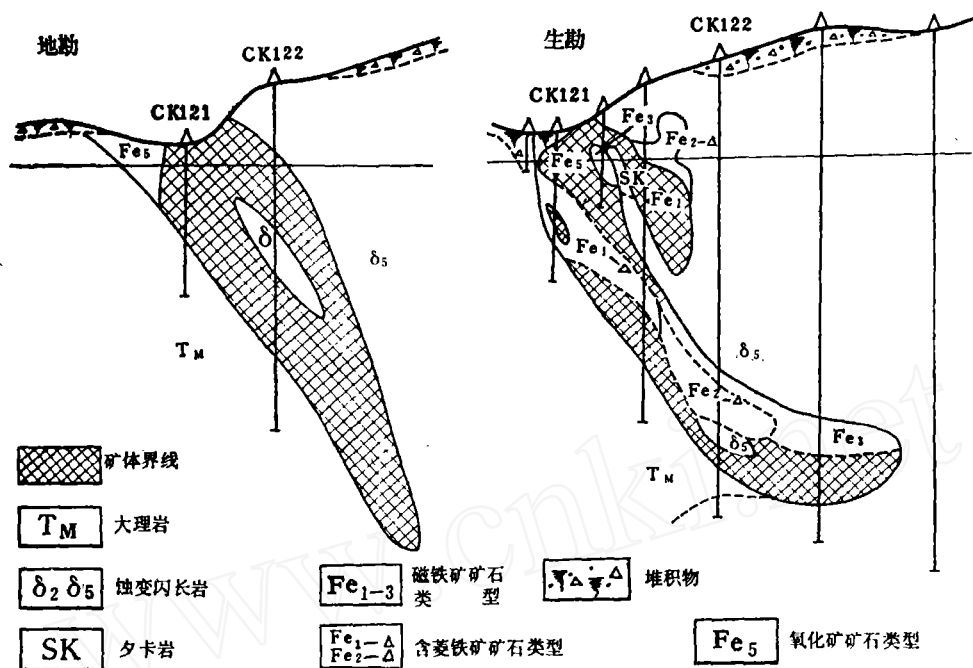


图4 ××铁矿32线地质勘探与生产勘探矿石类型对比剖面图(1:5000)

集的槽探(15~20米)采样,有时也控制不住。要求在地勘阶段详细圈定显然是不可能的。

海南铁铁矿石划分为平炉富矿,低硫高炉富矿,高硫高炉富矿,贫矿四种类型。地勘期间以100×100~50米求B级储量,200×100米网度求C₁级储量,但不论是那种储量,其相邻剖面矿体的矿石类型、品级基本不能对应相连。矿山生产期间,在V~Ⅷ线近800米间距内,普

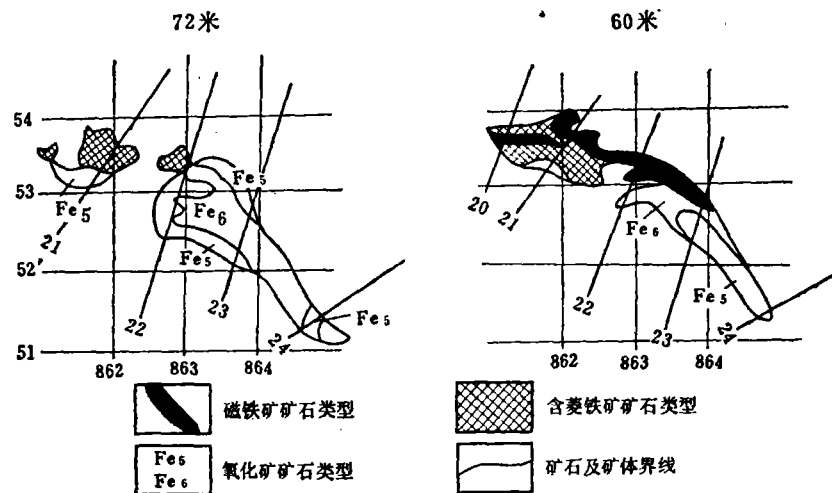


图5 ××铁矿72米、60米水平矿石类型分布图

遍将网度加密到50×50米,有的加密到25×25米或35×35米,其相邻剖面矿石品级也对应不了;开采层也如此,而且网度愈密,矿石品级愈复杂,各品级矿石多是形状不一、互相穿插交错,并有夹石包体等(图6)。这说明已往储量分级规定一律要求相邻勘探剖面矿石类型、

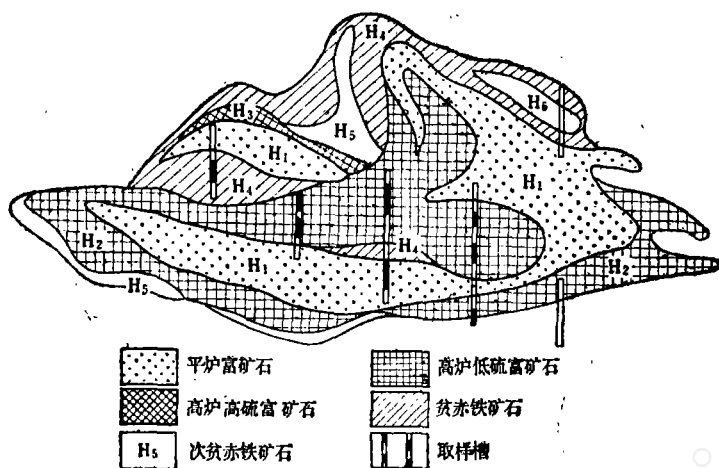


图6 海南矿区××矿体424米水平局部矿石类型分布图

品级对应相连，是主观和脱离实际的。

2. 生产上不需要。××铁矿在地勘和生勘阶段划分的矿石类型虽较多，但实际上矿山采、选只分原生矿、低铜氧化矿、高铜氧化矿三种；××铁矿勘探时划分了平炉富矿、高炉富矿、自熔性富矿、贫矿四种类型，实际上只生产高炉富矿和贫矿两种。

以上事实说明，在地勘阶段要求对矿石类型、品级进行详细或准确的圈定，需要很密的网度才能控制住，从全局考虑不仅经济上不合理，而在技术上也是困难的，有时是无法办到的。所以在地勘阶段对矿体的内部结构和矿石质量特征究竟控制、研究到何种程度，值得探讨。以下就此问题提几点初步看法。

1. 由于矿石物质组成及其物理、化学特征是正确划分矿石类型、品级和合理确定其工业利用途径的基础与依据，因此地勘期间对矿石的矿物组成、结构构造、嵌布特征和矿石化学成分，特别是主要的有益、有害和造渣组分及其它伴生有益元素的赋存特征（包括赋存状态及变化规律）进行认真研究和详细查明是完全必要的。

2. 对矿体内各种不同类型、品级矿石和夹石的赋存特征，应查明其变化规律，在数量上应查明其大致比例，特别是主要工业矿

石类型或自然矿石类型，要提供空间分布和数量上的资料。但在地勘阶段不必一律要求相邻剖面矿石类型、品级对应相连。

3. 在一般情况下，特别是矿石类型、品级繁多的矿床，应该尽量简化矿石类型和品级；至于选冶性能相近而又不宜分采、分选的类型、品级，对矿山开采实用意义不大，应

尽量合并，以免品种过于繁杂，给勘探工作增加不必要的困难。以上列举的几个铁矿的生产实际说明了这一点。但对选、冶性能截然不同的矿石以及影响采矿方法选择的矿石类型，则应划分和圈定。就铁矿来说，如氧化矿、原生矿，赤铁矿、磁铁矿、菱铁矿、褐铁矿，贫矿、富矿，碱性、酸性，块矿、粉矿等，在可能的条件下要划分圈定，尤其要严格划分氧化矿与原生矿这两种性质不同的矿石类型；圈定氧化界线更为重要，因为这对确定选矿工艺流程、选厂规模、服务年限和产品产量计划的完成都有重大影响。

三 关于矿体外部特征的研究、控制程度和衡量标志

矿体外形（包括产状、形状、规模）、空间赋存特征及其变化规律，是确定勘探工程布置方式和勘探难易程度的重要地质因素，是矿山设计中选择开采方法、圈定开采境界、确定开采规模和布置井巷工程的主要依据，也是衡量储量级别的主要参数。这方面研究和控制程度的要求随矿床特点和开采方法不同而异。就露采矿床来说，对矿体外形要严格控制的是影响露采境界圈定的关键部位，即矿体边部的形态、产状，尤其是露采

底界附近的矿体产状和形态,对地下开采的矿床而言,要严格控制的是影响开采区和中段划分及开拓工程布置部位的矿体形状、产状及矿体底盘边界。

矿体外形是厚度、边界弯曲特征和产状的综合表现,这些基本因素的变化程度构成了矿体外形的变化程度,对它的研究、控制程度除定性要求外,还应有定量要求。为保证矿山建设可靠和生产正常持续进行,作为反映矿床勘探程度或对矿体控制程度标志之一的各级储量,应该有允许误差标准来表示储量定量可靠性。一般来说,储量误差越小,对矿体外形控制程度越高,但实际上不能全面反映和说明对矿体的控制程度,如矿体在

空间位置上可以变化很大,数量上却变化很小,则对矿山建设和生产有较大影响。因此衡量矿体控制程度的标志还必须考虑矿体形状、产状及空间位置上的变化情况。根据现有探采资料的统计分析,初步认为可以面积重叠率表示矿体形状的变化,形态歪曲率表示矿体空间位置的变化,底板位移表示矿体边界变化。这些标志数值在一定程度上可反映勘探控制程度,但必须进行综合考虑,而且只有和矿石储量误差情况同时考虑才对验证对比勘探研究程度有意义。

关于各级储量采用的具体误差标准,衡量矿体形状各标志的具体数值标准,未作深入研究,有待今后进一步工作解决。

人造地球卫星如何弥补了地质学与地球物理学之间的空白

1960年地理学家Evelyn Pruitt首先采用了“遥感”这一术语。从1848年在气球飞行中首次拍摄地球表面的粗糙的航空照片之后的一百多年才采用这一术语。从那儿以后,航空摄影技术应用过气球、风筝、鸽子、火箭,1909年使用了飞机。

在该阶段之后的几年中,航空摄影术主要用于收集军事情报资料。应用航空摄影术进行地形填图开始于20年代中期,1930年美国采用了正式的填图计划,航空照片在地质填图工作中的价值很快就被人们所认识,于是在30年代中期开始将航空照片应用于地质填图。

同时,就地球物理学而言,由于增加了一个新的“遥远的”因素,而使地面为基础的地球物理仪器装置变为空空的,其活动性的增加使其实际价值亦大大增加。随着卫星图象的出现,地质学和地球物理学这两门学科已经更加紧密地靠拢在一起了。

在美国,从1958年发射“勘探者”人造地球卫星至今的这段时期中,遥感技术已经取得了重大进展。下面是轨道图象发展历史上的几个重大事件:

1958:继1957年苏联成功地发射无人驾驶的人造地球卫星Sputnik之后,发射了“勘探者”。

1959:发射“发现者”人造地球卫星。

1960:发射“提罗斯”气象卫星,应用电视和红外图象。

1961:发射“水星”——第一个载人的宇宙飞船;接着发射了“双子座”和“阿波罗”。

1964:发射“雨云”,采用高分辨力的红外系统。

1965:“双子座”宇宙飞船应用手持照相机(70mm),在大面积的地质和其它应用中记录有关的图象。

1970:一些照相机仍是手控的,但所装置的能够感知几种电磁光谱的仪器记录了新的资料。

1972:地球资源卫星—1(现称为大地卫星—1)发射进入太阳—同步轨道,附有能够以三、四个光谱段(多频谱)记录图象的仪器装置。

1973:发射“天空实验室”和地球资源卫星2—(大地卫星—2)。

1977:大地卫星—3的发射将通过新技术和新仪器装置来改善分辨力和测量热的能力,以使轨道图象得到进一步发展。新的计划包括可能的地球科学观察站和实验室(往返宇宙实验室)以及一些新仪器,如Landsat—D Thematic Mapper。

(据美《工程与采矿杂志》一九七六年七月号)

亚利桑那州发现大型高品位的深部斑岩铜矿

据美刊《世界采矿》一九七七年第一期报道,继1970年在美国西南部发现第26个斑岩铜矿之后,格蒂石油公司和汉纳采矿公司在亚利桑那州又发现一个大型高品位的深部斑岩铜矿床。有人认为,从品位和金属总量来看,这是世界最大的铜矿之一。新发现的卡萨格兰德矿床位于亚利桑那州萨卡顿斑岩铜矿的西南部。

据称,13个钻孔在地表下2500~3500英尺(约合762~1067米)深处打到铜矿体,这些钻孔都是间距为500~2000英尺(约合152~610米)的普查钻。

汉纳公司宣称,“根据钻孔之间的矿化是连续的来推测,矿石储量为2.5亿吨,铜的平均品位约1%。矿化范围尚未完全确定。”至1976年底,亚利桑那的地质人员报告说,卡萨格兰德的矿石储量增至5亿吨(其中有一大部分是氧化铜)。

汉纳公司宣布,钻探工程还需要再增加,估计储量还将扩大。