

# 《固体矿产资源/储量分类》 与资源储量估算

严铁雄

# 《固体矿产资源/储量分类》 与资源储量估算

《固体矿产资源/储量分类》

《分类》不同勘查阶段的技术要求

国内外固体矿产储量分类对比

发挥勘查项目专家的主观能动性是灵魂

突出矿产资源储量开发的可行性评价与市场紧密挂钩

兼顾了政府管理与矿山企业生产的需要

<分类>在实践中遇到的问题

资源储量估算

# 《固体矿产资源/储量分类》

GB/T17766-1999

《固体矿产资源/储量分类》  
(GB/T17766-1999) 国家标准，在观念和编制的思路，与前有很大的差别。

它依据1996年我国全国人大常委会通过的《矿产资源法》修正案和1997年联合国经济和社会委员会发布的《联合国国际储量/资源分类框架》（固体燃料和其他矿产）最终文本编制的。采用的是市场经济的观念。

《固体矿产资源/储量分类》的编制主要是根据我国矿产资源的特点，采纳了联合国分类框架和矿业发达国家矿产资源储量分类中的一些概念形成，同样采用了三维的结构形式来表示。

勘查阶段由低到高依次为预查、普查、详查、勘探；地质可靠程度对应为预测的、推断的、控制的、探明的。预测的为潜在矿产资源，其余三个为查明矿产资源。在地质轴上用的是地质可靠程度表示。

可行性评价阶段由低到高为概略研究、预可行性研究、可行性研究；可行性评价的经济意义分为经济的、边际经济的、次边际经济的、内蕴经济的、经济意义未定的五种分别在可行性评价轴和经济轴上表示。

# 一、我国的《固体矿产资源/储量分类》

分类 类型 地质可靠程度 经济意义		查明矿产资源			潜在矿产资源
		探明的 详细勘探	控制的 一般勘探	推断的 普查	预测的 踏勘
经济的	可采储量 (111)				
	基础储量 (111b)				
	预可采储量 (121)	预可采储量 (122)			
	基础储量 (121b)	基础储量 (122b)			
边际经济的	基础储量 (2M11)				
	基础储量 (2M21)				基础储量 (2M22)
次边际经济的	资源量 (2S11)				
	资源量 (2S21)				资源量 (2S22)
内蕴经济的		资源量 (331)	资源量 (332)	资源量 (333)	资源量 (334)?

- 《固体矿产资源/储量分类》的主要特点

- 1 利用联合国分类框架中三维的概念进行分类。(见图)

- E轴-经济轴;

- F轴-可行性轴;

- G轴-地质轴

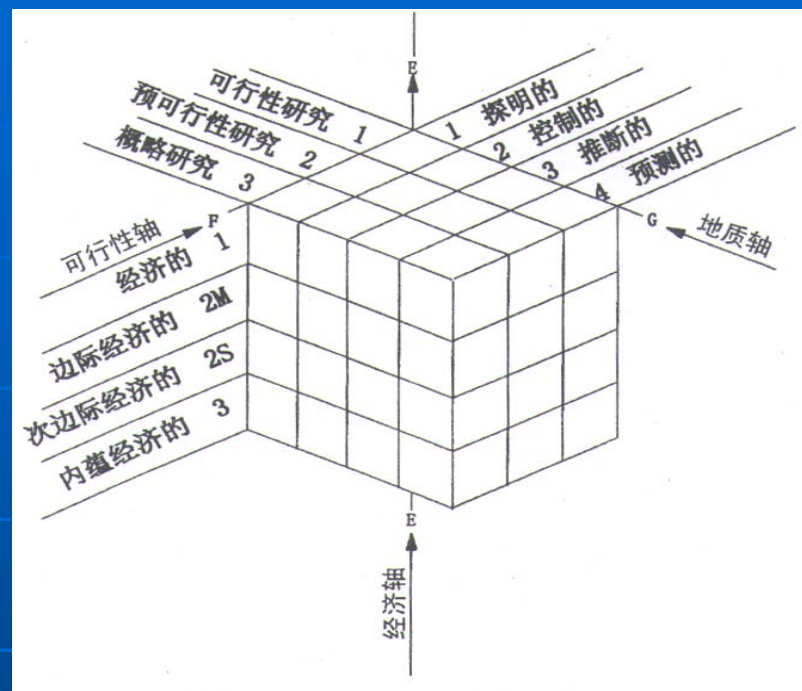


图3.2固体矿产资源/储量分类框架图

- 2 采用国际惯例的分类
- 3 增强了经济观念, 强调了时效性
- 4 《分类》中的三大类十六种类型概念界定清楚, 不存在交叉现象
- 5 采用联合国分类框架中的编码制
- 6 矿产勘查与可行性评价两者是相辅相成、循序渐进的关系
- 7 用途更加广泛, 它将成为矿业市场交易中的重要技术标准



# 资源储量类型分布



# 固体矿产资源储量分类中各勘查阶段要求一览表

	预 查	普 查	详 查	勘 探
勘查和研究程度	发现矿体（化）进行类比、预测、物化探异常查证	矿体地质特征达到大致查明、大致控制程度，其余为大致了解，异常查证	控制矿体的总体分布，其余为基本查明和基本控制描述矿床地质模型，异常查证	各项工作都要达到详细查明、详细控制程度，包括成矿地质条件和内在规律，建立矿床地质模型
工程控制程度	可投入极少量工程追索、验证	数量有限的取样工程，不要求系统工程网度	系统取样工程控制	系统工程基础上加密工程及相应的工作
矿体连续性		推断的	基本确定的	肯定的
地质可靠程度	预测的（334）？资源量	推断的（333）资源量	控制的（332）资源量	探明的（331）资源量
加工选冶技术性能试验		类比、可选（冶）性试验	类比、可选（冶）性试验、实验室流程试验、扩大试验	实验室流程试验、扩大试验，必要时半工业试验
可行性评价		概略研究	预可行性研究，也可以是概略研究	可行性研究，也可以是预可行性研究，概略研究
SD法的精度	$\eta < 10\%$	$15\% < \eta < 30\%$	$45\% < \eta < 65\%$	$\eta > 80\%$



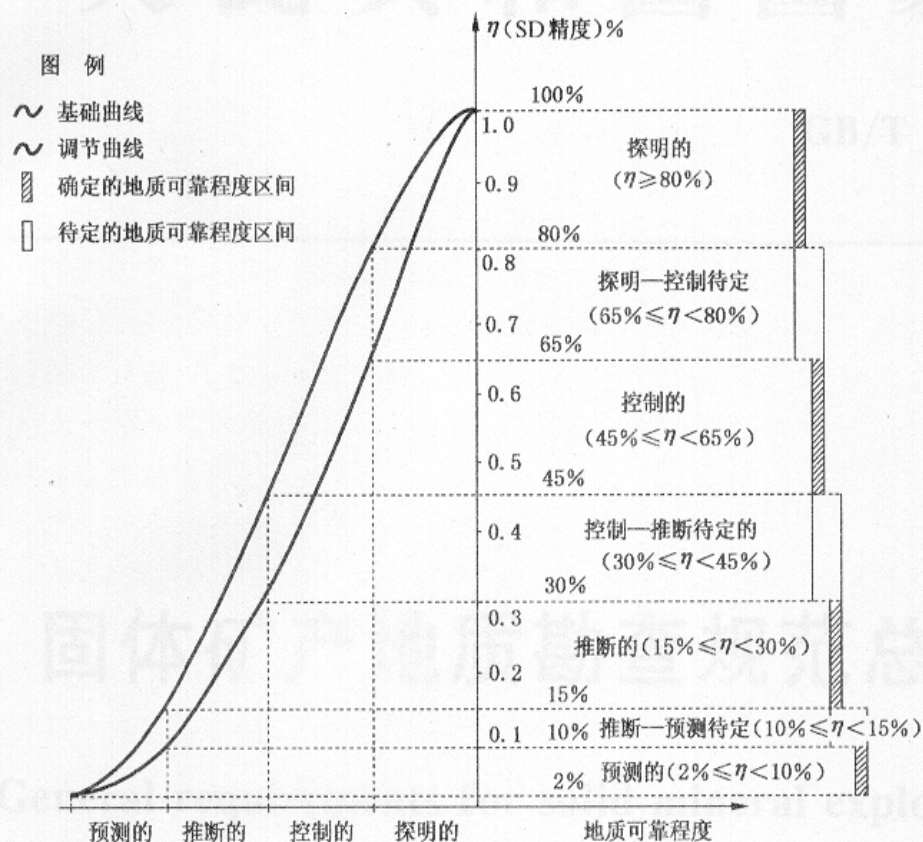


图 C3 SD 精度与地质可靠程度关系应用图

探明的  $\eta \geq 80\%$ ;

控制的  $45\% \leq \eta < 65\%$ ;

推断的  $15\% \leq \eta < 30\%$ ;

预测的  $\eta < 10\%$ 。

图中的几个可靠程度待定区间属何精度,需结合矿床地质复杂程度来定,简单者可归于高精度类,复杂者归于低精度类。

# 固体矿产资源储量分类、类型对比

1954年以来的矿产资源储量分类	固体矿产 储量分类 (1954n)	分 类		分 级							
		探 明 储 量									
		平衡表内	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>				
		平衡表外	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>				
	矿产储量 分类暂行 规范（总 则）1959n	探 明 储 量						远景			
			开采	设 计 储 量			地质				
		平衡表内	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>				
		平衡表外	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>				
	金属(非金属)矿 床地质勘探规 范总则 1977n	探 明 储 量									
		能利用储量	A		B	C	D				
		暂不能利用	A		B	C	D				
	固体矿产地 质勘探规范 总则 1992n.	能利用	a	A		B	C	D	E		
储量		b	A		B	C	D	E			
尚难利用		A		B	C	D	E				
	固体矿产 资源/储量 分类 1999n	分类、类型 地质可靠程度 经济意义		查明矿产资源			潜在矿产资源				
				探明的	控制的	推断	预测的				
		经济的		111							
				111b							
				121						122	
				121b						122b	
		边际经济的		2M11							
				2M21						2M22	
				2S11							
		2S21	2S22								
	内蕴经济的		331	332	333	334?					
国际上的矿产资源储量分类	联合国国际 储量资源分 类框架 1997n			详勘	一般 勘探	普 查	踏勘				
		经济的	正常的/ 例外的	111							
				211							
		潜在经济的	边际经济的/ 次边际经济的	121	122						
				221	222						
	内蕴经济的		331	332	333	334?					
	CMMI			确定的	推定的	推测	矿产潜力				
		适当的评价		111							
		具低可信度水平的适当评价		121						122	
		已知具内蕴经济意义		331	332	333	334?				

### 三、《分类》的特点

#### 1、发挥勘查项目专家的主观能动性是规范的灵魂

联合国和美国、澳大利亚、南非、加拿大等国的分类中，都没有勘查类型和工程间距的参考数据。考察中问及工程间距，对每个矿区都还是有的，但没有归纳为矿种统一的参考工程间距。目的就是要发挥专家的主观能动性，针对不同的勘查对象，采用更切合实际的方法和工程间距，达到勘查的目的。

此次的规范中也力图在这方面与国际接轨，以便适应“走出去、请进来”的方针。



## 2、突出了矿产资源储量开发的可行性评价与市场紧密挂钩

可行性评价是规避风险的重要手段，各行各业都在实行，矿产资源勘查开发也不例外。计划经济时期，我国经济与市场不挂钩。实行矿产资源由市场优化配置资源以来，可行性评价工作显得尤为重要。

矿产资源勘查开发的可行性评价与其他行业不同，它是在投资期间不断的进行可行性评价，目的在于随着勘查程度的不断提高，对勘查对象的认识程度不断提高，对照市场对勘查资源的供需形势、及预测，作出是否继续勘查开发的建议，由投资者决策。

### 3、兼顾了政府矿政管理和矿山企业生产的需要

《分类》较联合国的分类框架多了6个类型，包括基础储量**111b**、**121b**、**122b**，另外三个是我们将联合国分类框架中的三个潜在经济的类型，根据我国的矿产资源禀赋，按联合国分类框架中潜在经济的亚类提了起来，这样就增加了三个类型。

储量是矿山企业所需要的，而基础储量则是政府矿政管理所需要的。

# 《分类》实践中遇到的问题

## 一、关于工程间距和“外推”的问题

新《分类》实施以来，这个问题较为突出，这是因为几十年来的习惯影响。

其实矿产勘查的目的就是要准确圈定矿体，估算资源储量，为矿山设计和建设提供地质依据。准确圈连矿体中，最重要的是矿体连续性，而地质研究和工程控制都是为确定矿体的连续性，准确圈定矿体服务的。没有地质研究不能准确判定矿床类型，打再密的工程也没用。可是我们勘查或评审时，没有突出圈定矿体的连续性是否符合要求，而强调工程间距的多。

国外的分类、指南中，没有工程间距的要求。



不同勘查阶段的目的是不同，探获的矿产资源储量类型的精度也不同。

普查目的是找矿，是要在普查区内全面找矿，有可能不止一处矿化或异常，需要对它们进行解剖，了解其含矿性，如果这时就要求按工程间距施工，依据什么来确定工程间距？更重要的是这样会贻误战机（由于发现矿（化）体就排开打，影响后续找矿）。

不研究矿产地的自身特点，就按规范参考工程间距放稀一倍的简单化处理，的确不是一个好办法。

矿体及赋存条件的变化并非按一倍的复杂程度在变化，因此，对详查和勘探来说，都是放稀或加密一倍也不是科学的办法。

《总则》中要求的“不同地质可靠程度、不同勘查类型的勘查工程间距，视实际情况而定，不限于加密或放稀一倍”。以及普查阶段的“不要求系统工程网度”，其原则就是从实际出发。

改革开放以来，外国人对我国的矿区考察了个够，但上项目的很少，其中的一个原因是勘查程度问题，他们认为看似严密，实有不及。也就是运用工程间距过死，该密的不密，该稀的地段不稀，不能灵活处置。

不科学的观念一定要打破，观念的转变才是根本性的转变。

调研中，一些专家提出**333**应该是**332**放稀一倍。普查阶段对地质研究、控制程度及矿体连续性、资源量的精度要求为：大致查明，大致控制；地质可靠程度是推断的矿体连续性，精度要求是**15-30%**。这样的程度无须系统控制。

联合国分类框架中对**333**的要求是：“**数量的估计值是根据露头检查、地质填图、间接方法和有限的取样推测的**”。

美国分类原则中，“推测的：是根据在确定的和（或）推定的资源以外还有延续部分的假设进行估算的，而这种假设是有地质依据的。**推测资源可以有也可以没有取样或测量提供的资料**”。

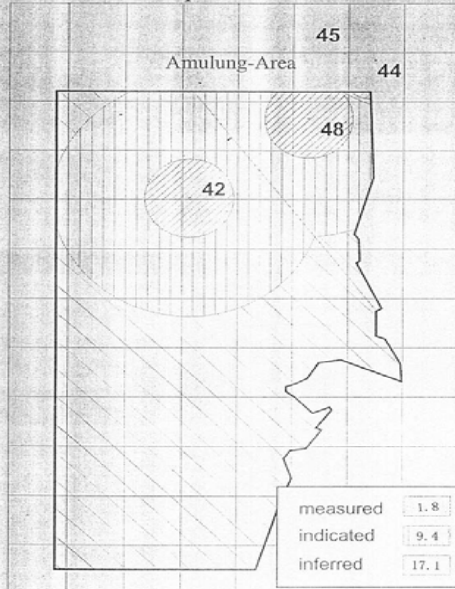
加拿大分类标准中“推测资源”的定义：“估算的以吨数和品位表示的矿床或矿床的一部分，**这种估算是基于有限的取样进行的**，但是对于金属含量的分配以及连续性尚无充足的信息和合理的了解……”。

加拿大国家**NI 43-101**(矿产项目技术报告的主要内容)文件中强调：“技术报告中矿产资源和矿产储量估算，**只使用加拿大采矿、冶金和石油学会描述的可用的矿产资源和矿产储量种类；推测的矿产资源不能计入其他种类的矿产资源中**”；等等。



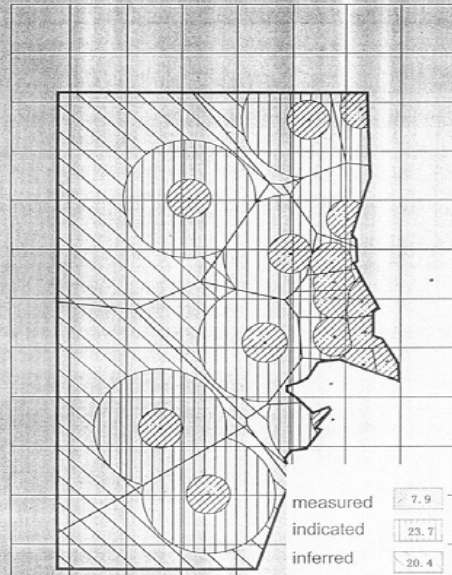
# IGUIG LIGNITE DEPOSIT

*Prospection Phase*



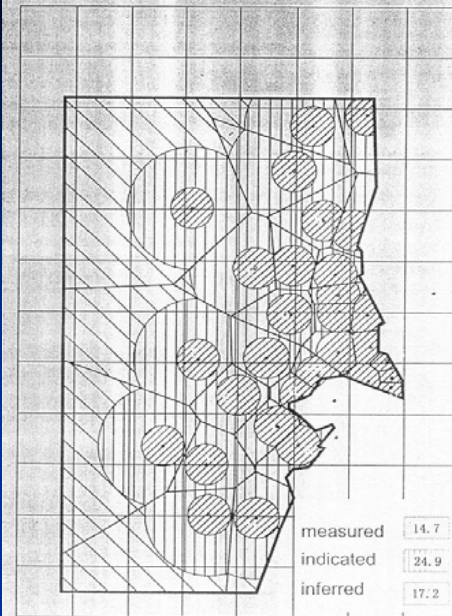
# IGUIG LIGNITE DEPOSIT

*General Exploration Phase*



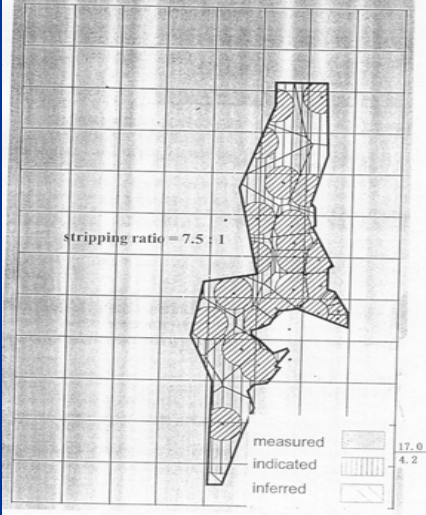
# IGUIG LIGNITE DEPOSIT

*Detailed Exploration Phase*



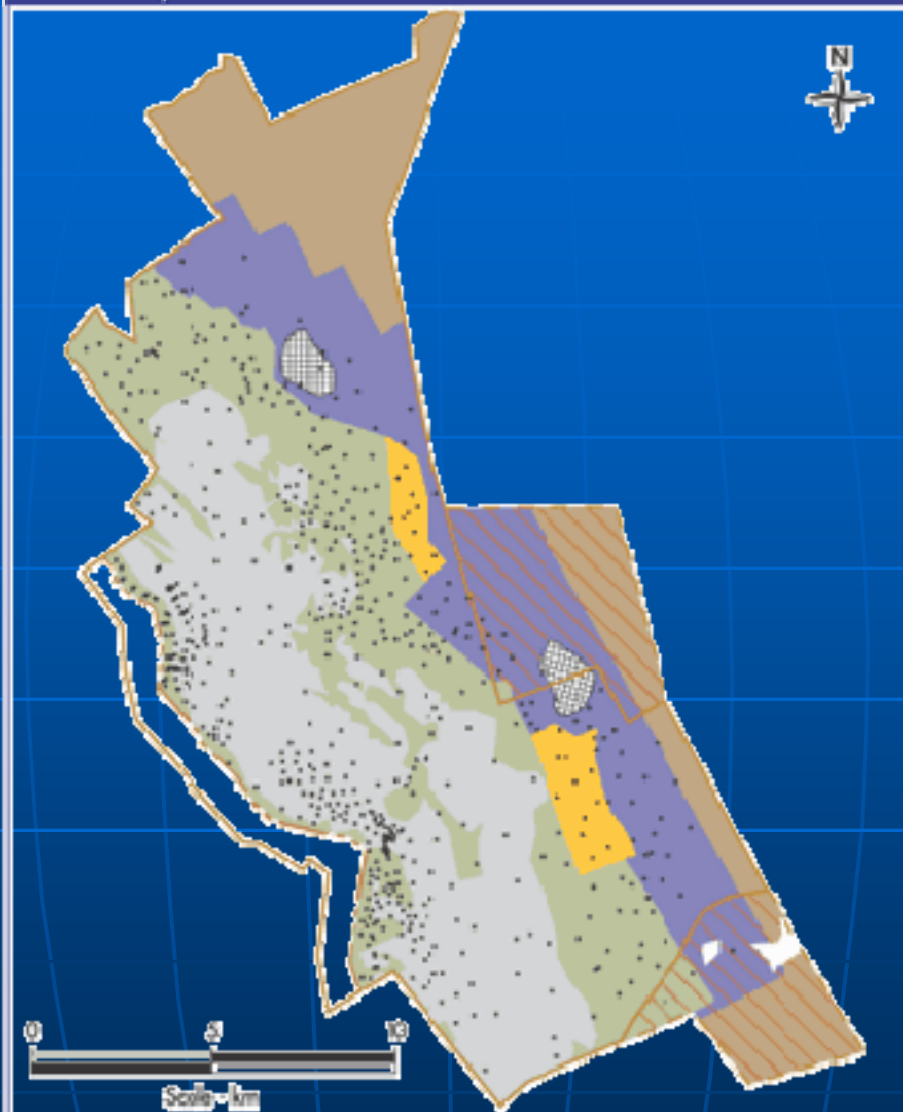
# IGUIG LIGNITE DEPOSIT

*Pre-Feasibility Phase*



# Impala Platinum

Merensky Reef Horizon Mineral Resources and Mineral Reserves



Measured Mineral Resource  
Indicated Mineral Resource  
Inferred Mineral Resource  
Mineral Reserves  
Mined-out area

Keel zones  
Prospecting rights  
Outcrop  
Boreholes



# 矿产项目披露标准加拿大国家NI43-101

## 一、定义与解释

## 二、适用于完全披露的要求

### 1、适用于完全披露的要求

### 2、矿产资源或矿产储量的完全披露

发行人不得披露有关矿产资源或矿产储量的任何信息，除非满足下述条件：

只采用加拿大采矿、冶金和石油学会所描述的矿产资源或矿产储量级别；

各种矿产资源和矿产储量级别分别报告，并说明范围，如果报告合计数字的话，则矿产储量包含在总体矿产资源之内；

不得将推测的矿产资源计入其他的矿产资源级别之内；

如果披露包括所含有的金属或矿物量，则说明每个级别矿产资源和储量的品位或质量和数量。

### 3、禁止的披露

发行人不得披露任何下述内容：

尚未划分出推测的、推定的和探明的矿产资源及概略的或证实的矿产储量的矿床之数量、品位、金属或矿物含量；

**包含推测的矿产资源的经济分析结果。**.....可以披露包含推测矿产资源的初步评价结果，.....

需披露的内容包括：首先声明评价的性质是初步的，它包含推测的矿产资源，这种资源被认为是地质风险太大不足以将其归类为矿产储量，从而无法考虑其经济意义，而且初步评价结果是否现实是不确定的；其次要声明初步评价的依据，以及任何限定条件和合格人员所做的假设。

### 三、书面披露的附加要求

发行人书面披露时包括合格人员的姓名及与发行人的关系，这是信息披露的基础。

## 4、适用于书面披露矿产资源和储量的要求

发行人书面披露时必须包含：每次估算的有效日期；每个资源储量级别的矿量和品位或质量细节；估计所采用的主要假设、参数和方法的细节；一般性讨论环境、许可手续、法律、矿权、税收、社会政治、市场或其他因素对估算资源储量可能产生实际影响的程度。如果披露包含矿产资源经济分析的结果，则说明尚未证实其经济可靠性、不属于矿产储量的资源量。

## 四、合格人员（资格人）

工程师或地学工作者，具有至少**5年**从事矿产勘查、矿山开发或生产，或矿产项目评价的经历。以上经历可合并计算。

具有矿产项目和技术报告相关事务的经验；  
在专业协会中是一位信誉良好的会员。

## 合格人员承诺

发行人在拟制技术报告时，必须编制一个负责编制或监督编制该技术报告的每个合格人员的声明，将其上交证券管理机构，注明日期并由合格人员签字。

1、公开承诺技术报告的编制，在拟制书面披露时编写一个技术报告的简介或摘要；

2、确认合格人员曾阅读过所拟制的书面披露，其在支持该书面披露的技术报告中所采用的信息是适当且精确的。



# JORC规范（2004年版本）

## 澳大利亚勘查结果、矿藏资源量和矿石储量报告规范

在前言的第一条中回顾了联合国分类框架的制定过程，并指出许多国家已经公布和采纳了类似的规范、指导原则和标准。“**JORC规范的本版规定与国际规定相比，是等同的，即无实质性的区别。**”

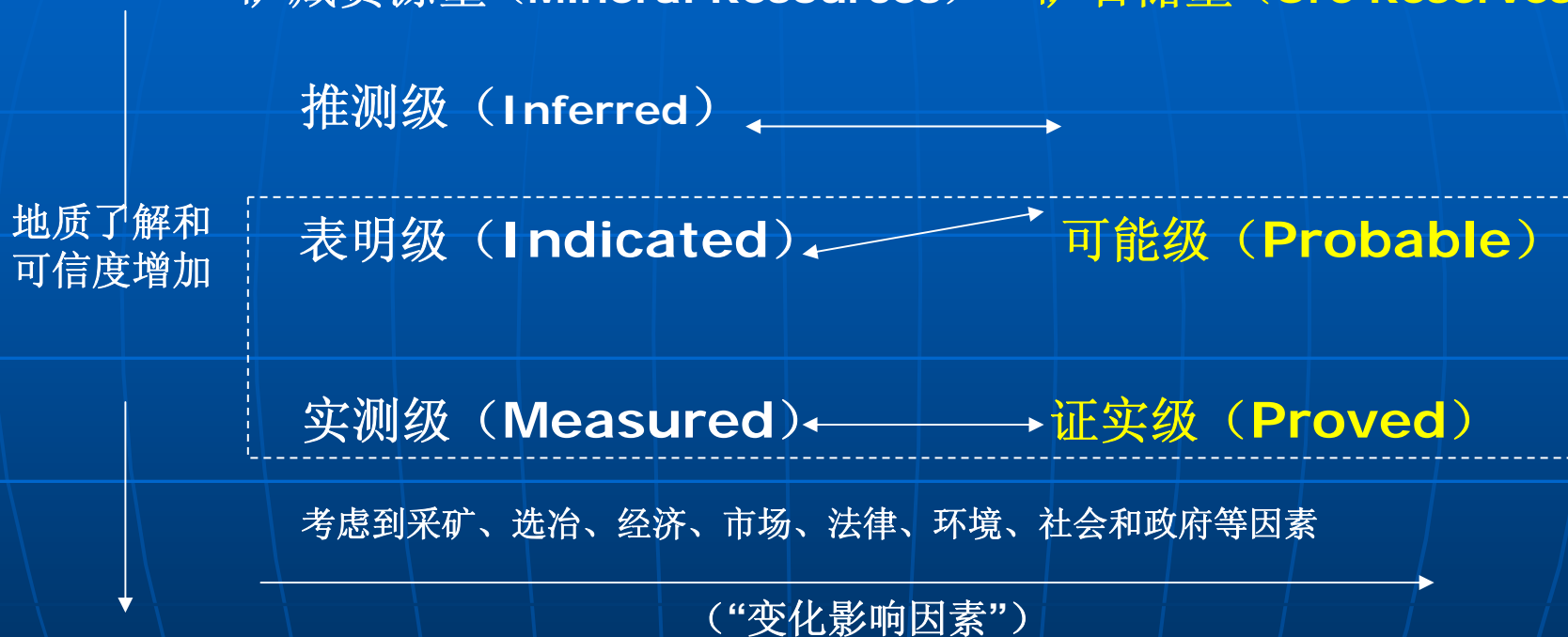
**第六条** 本规范适用于澳大利亚和新西兰股票市场所需的勘查结果、矿藏资源量和矿石储量的公开报告中所涉及的所有固体矿产，包括金刚石、其他宝石、工业矿物原料和煤。

**第八条** ...“任何此类报告均必须以由一位胜任的人员，或几位胜任人员所准备的矿藏资源量或矿石储量估算结果及其论证说明的资料为依据，并公正地反映这些结果和资料报告。”...在发布公开报告同时，要发布胜任人员的名字，及是否公司雇员，他们的雇佣者。胜任人员还要附上书面同意该报告的意见。

在“报告术语”一章中明确：“公开报告必须，而且只能使用如图1中所规定的术语。” 图1

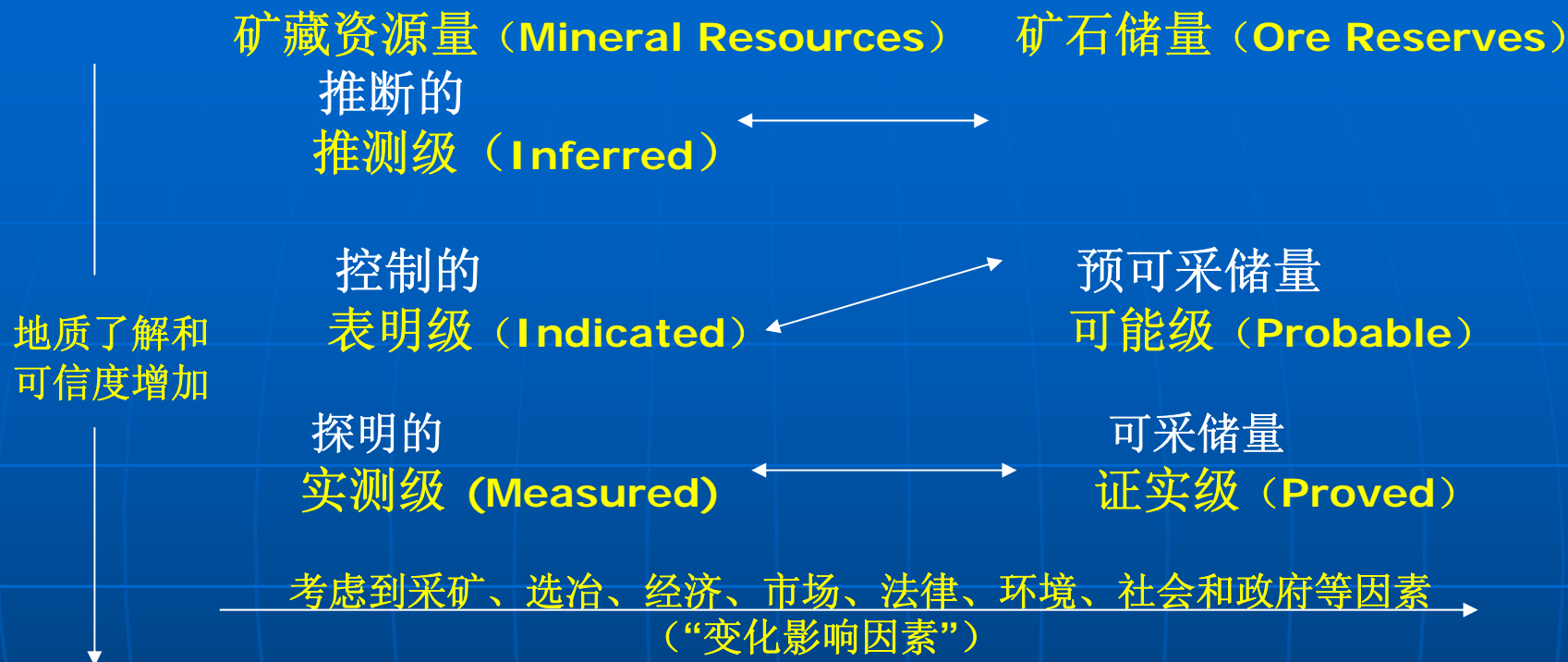
勘查结果 (Expioration Results)

矿藏资源量 (Mineral Resources)      矿石储量 (Ore Reserves)





# JORC规范分类与我国分类的对照



**第20条** “推测级”资源量是指资源量的吨量，品位和矿物含量的估算具有一个低水平的可信度。它是根据地质依据和假设而推定的，尚未证实其地质和/或品位的连续性...。推测级资源量不能与任何矿石储量相联系。

若在推测级资源量的情况下，可以使用“大致”的术语。

**第21条** “表明级”资源量是指资源量的吨量、密度、形态、物理性质、品位和矿物含量的估算已具有一个**合理水平**的可信度...。由于这些揭露工程间距偏大或者不甚适当，**尚难以证实资源地质和/或品位的连续性，但这些工程间距已经达到足够的密度，可以设定资源量的连续性。**

**第22条** “实测级”资源量是指资源量的吨量、密度、形态、物理性质、品位和矿物含量的估算已具有一个**高水平**的可信度。...这些揭露工程的间距已经达到足够的密度，**可以证实确认资源地质和/或品位的连续性。**

**第25条** ...资源量级别不能以一种混合的方式进行报告...。资源量不能单独地就所含的金属量或矿物量进行报告...，矿藏资源量不能与矿石储量混合在一起。

**第27条** 术语“矿石”和“储量”在阐述矿藏资源量估算时不能予以使用，因为这两个术语的寓意是技术上的可行性和经济上的可取性。...

国际采矿冶金协会委员会对**333**的要求：“这部分矿产资源**是根据地质证据推断和假设的，但连续性未证实**，通过适当的勘查技术在诸如露头、探槽、探井、坑道和钻孔位置上收集到的信息是有限的，或者质量和可靠性是不确定的，但在此基础上可以低可信度估计吨数／体积、质量和矿物含量”。

根据上述，从“走出去、引进来”出发，或者说与国际惯例相适应。**333**用网度控制与国际惯例不相适应。

关于“外推”，按照勘查程序开展工作，应该没有外推的概念。预查圈出潜力较大的地区，只有在获得足够数据且可与地质特征相似的已知矿床类比时才能进行数量估计。

资源量估算时的 $1/2$ 尖推， $1/4$ 平推，按矿体圈定估算原则办。

## 二、“内蕴经济的”与表内表外的问题

内蕴经济的是仅通过概略研究做了相应的投资机会研究，不确定因素多，无法区分经济的、边际经济的、次边际经济的。

联合国分类框架指出：因为地质研究只包括对经济可靠性的初步评价，所以不能将经济的与潜在经济的区别开来。

既然无法区别，就不存在表内表外。再这是两个不同的分类，不能混用。二、内蕴经济的与表内表外的问题



### 三、关于边际经济的和次边际经济的利用

调研中，提出了类型划分过多，边际经济的和次边际经济的可以合并，有的提出现在利用多的就是几个资源量和储量，其他类型利用很少。

边际经济的和次边际经济的是联合国分类框架中“潜在经济的”两个亚类，根据我国资源禀赋，将其纳入分类中。前者是内部收益率 $>0 < \text{基准收益率}$ ；后者是内部收益率 $<0$ ，呈负值。

联合国分类框架中的定义

潜在经济的	其数量是按具有品位/质量数据的吨数/体积报告的，是经预可行性研究、可行性研究或采矿报告（精度递增）证明，在确定的当时以切合实际的方式假设的技术、经济环境及其他有关条件下开采不是经济合理的，但将来可能经济合理。潜在经济一词包括边际和次边际的两个亚类（见下面定义），供国家级层次上选择使用的。
边际经济的	在确定当时是不经济的，但接近于经济的边缘的资源。在不远的将来由于技术、经济、环境及其他有关条件的变化，可以变成经济的。
次边际经济的	是需要大幅度提高矿产品价格或技术发展能使成本大幅度降低方能变成经济的资源。



## 四、关于可行性评价

调研中有的建议让有资质的地勘单位同时开展可行性研究，并发给资质证书。这是对可行性研究的要求不熟悉，可行性研究是一项包括与矿业开发有关的各专业紧密配合的技术经济系统工程。必须由有资质的专业人员承担，否则不可。勘查专家只具备其中矿产资源部分的资质。

《分类》出台后，对矿产资源勘查开发的可行性评价一直没有出台有关文件，致使这方面工作较为薄弱，尤其是普查之后的概略研究，在报告中没有统一要求，成果各式各样。

此次调研中，有的提出要有一个资源量向储量转换的可行性评价，与矿山开发的可行性评价区分开。

《分类》中的可行性评价就是针对当前勘查的矿产是否可供矿山开发提供依据，其中的可行性研究，更是完全依据市场的真实价格进行论证和技术经济评价的，有极强的时效性和精度要求。

联合国分类框架中对可行性研究的要求很严格“成本数据必须适当精确（误差通常在 $\pm 10\%$ 之内），无须进一步研究即可做投资决策”。预可研的误差，限定在 $\pm 25\%$ 。

可行性评价不是为了单纯的资源量转换成储量。

# 资源储量估算

## 一、资源储量估算前提

1、观念上应充分认识到资源储量估算及其结果，对国民经济和社会发展的现实意义，绝非一个简单的数学运算。

2、估算前应由有丰富实践经验的评估师或专家对业主提供拟进行资源储量估算的资料或报告，进行全面的检查，并作出是否可作为估算资源储量的依据？是否能满足估算资源储量的依据？

3、参与项目的评估师（专家）对业主提供的勘查资料或报告的勘查思路及地质研究程度作出判断。只有正确的思路和相应的研究程度才能满足估算资源储量的要求。没有正确的勘查思路，工程再多也没有用。不同类型的资源储量是与其地质研究程度相适应的。

4、没有规矩，不成方圆。必须深刻领会、实施规范。

## 二、关于工业指标

### 工业指标的确定及应用

#### (一) 工业指标的内容

工业指标的内容，对于绝大多数固体矿产资源来说，主要包括两个部分：一是矿石质量指标，另一是矿床开采技术条件指标。

1、矿石质量指标，不同的矿产资源，有以矿石中的主要有用组份衡量的，也有以矿石的物理性质为衡量标准的。对于勘查程度低的地段，如矿产普查阶段，可用单项指标——边界品位来圈矿。以往，质量指标用于单样、单工程、块段、以及矿床。当前处于过渡期，不少勘查项目还沿用原来的双指标或三指标。具体包括：边界品位、最低工业品位、矿床平均品位。



边界品位，以工业生产对单样中有用组份的最低要求作为衡量标准。是区分矿与非矿的重要指标。其经济意义在于，在经济有效可供工业利用的前提下，尽可能多的利用资源。

最低工业品位，是以单工程或块段来衡量，实际控制单个矿体的厚度内（含未被扣除的夹石），各单样品位的平均值。在计划经济体制时期，一般是矿山生产达到盈亏平衡时的品位值，不同工业部门略有区别。

矿床平均品位，是上世纪八十年代初，为了保障金矿开采的经济效益，而确定的一项指标。后来，部分有色金属矿产如铅锌矿，为了充分利用资源，也采用了矿床平均品位，以铅的硫化矿为例，其边界品位和最低工业品位都较低，分别为0.3%和0.7%，矿床平均品位为5-8%。若按边界品位和最低工业品位圈出来的矿床平均品位，达不到矿床平均品位的要求，则要从低品位中剔除一部分，直到满足达到矿床平均品位的要求。



不同矿种还有些特殊要求，如铝土矿不仅要求 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 的含量，还要求铝硅比值；砂金矿的指标中引入了混合砂的概念；一些堆积矿还有含矿率指标等等。近些年来，对我国蕴藏量较大的碳酸锰矿（ $\text{Mn} > 15\%$ ）通过科技攻关，在增加 $\text{Mn}/\text{Fe} \geq 6$ 、 $\text{P}/\text{Mn} \leq 0.003$ 两项指标后，提高了资源利用率。

有些矿产根据一些化学组份对生产工艺或矿产品质量的影响，规定了有害组份最大允许含量这一指标，如铁矿的 $\text{SiO}_2$ 、S、P、Cu、As；硫铁矿的As、Pb+Zn；堆积型铝土矿的S、CaO+MgO等。

非金属矿产质量指标各矿不一，即使同一矿种，用途不同，质量指标也不相同，应参照有关规范执行。

2、矿床开采技术条件指标，是依据矿床的水文地质、工程地质、环境地质条件，以有利于安全开发并获得经济效益为出发点。一般包括最小可采厚度，夹石剔除厚度等。砂金矿船采指标还增加了最小可采宽度、最低可采矿砂量等指标。通常情况下，开采技术条件指标是用于全矿区的统一指标。

**圈矿指标中的厚度都是指真厚度。**

**最小可采厚度**，主要依据矿体的形态和产状，以及开采方式，是露采还是坑采；是手采还是机采；是大型设备还是小型设备开采等因素确定。一般矿体产状陡，手采或小型设备开采时，要求可采厚度可小些；产状缓，大型设备开采，则要求厚度大些。

夹石剔除厚度，由于矿体形成条件的影响，各矿种的矿体完全不含夹石的很少，但夹石过大，能使采出的矿石贫化，甚至影响生产计划的完成，导致矿山生产的经济效益呈负增长。因此，提出了夹石剔除厚度的指标。圈定矿体时，圈入的夹石在允许的指标范围内，则不会影响到矿山的生产和经济效益。凡大于夹石剔除厚度者，都应剔除。利用大型设备开采时，夹石剔除厚度也较大。金等一些矿种，沿走向还有无矿段剔除长度的要求，一般是当有工程对应时，其剔除长度为10-15米，当工程不对应时，其剔除长度为20-30米。

此外，对于拟露采的矿区，还有采场最终边坡角、采场最终底盘最小宽度的要求，这两项指标要视岩石的松软程度确定。

## (二) 工业指标的确定

边界品位，一般采用原全国储委发布的《矿产工业要求参考手册》提出的指标，也可是邻区同类矿山采用的指标。原则上边界品位应是实验室流程试验结果中尾矿品位的**1.5-2倍**。针对具体矿床（矿产地）的品位指标，只能是一个数值，如铜边界品位**0.3%**。不能是**0.3-0.5%**。

最低工业品位，有两种运用方式，对品位变化较稳定的矿产，如铁矿、铝土矿等，最低工业品位常用于块段；对品位变化较大的矿产，如金、银、铜矿等，最低工业品位常用于单工程。

确定最低工业品位的方法—价格法



$$\begin{aligned} \text{最低工业品位}\% = & \text{精矿品位}\% \times \left[ \text{资源税} \right. \\ & + \text{单位采矿成本} + \text{单位矿石加工} \\ & \text{成本} + \text{单位矿石管理、销售费用} \\ & + \left( \text{单位矿石建设投资} + \text{单位矿} \right. \\ & \left. \text{石所需流动资金} \right) \times \text{资金成本率} \\ & \left. - \text{每吨原矿附产其他矿元素收入} \right] \\ & / \text{精矿价格} \times \left( 1 - \text{采矿贫化率}\% \right) \\ & \times \text{选矿回收率}\% \times \left( 1 - \text{资源补} \right. \\ & \left. \text{偿费率} \right) \end{aligned}$$



## （三）工业指标的应用

1、预查、普查时的圈矿指标，可应用原全国储委发布的《矿产工业要求参考手册》所列一般指标；邻近地区同类型生产矿山采用的指标；合同书、协议书确定的指标。

2、详查、勘探时的圈矿指标，采用预可行性研究或可行性研究推荐的工业指标。

《有色金属工业项目可行性研究报告编制原则规定》（2001.10.）中的4.4.2 可行性研究确定的矿床工业指标内容、计算原则、主要依据和计算结果。对大中型和涉外项目应尽可能进行多方案比较，特别是露天开采的矿床。

3、生产矿山资源储量核实的圈矿指标，可用矿山初步设计中确定的工业指标；当矿山经过技改或因其他原因，改变了矿山建设初期确定的工业指标，应采用矿山生产实际的圈矿工业指标。

## 四、矿产资源储量估算参数的确定

### (一) 矿体形态参数

1、面积测定，用地质统计学法、SD法估算资源储量时，用各自的方法确定面积；用传统的方法估算资源储量时，不论采用哪种方法测定面积，对同一面积均应测定两次以上，且要求其误差 $<2\%$ ，并取其平均值作为面积的参数。采用几何图形法的图形力求简单，图件比例尺一般为1:1000, 要扣除采空区面积。

### 2、厚度测定

单工程中矿体厚度的测定，应以连续达到边界品位（含小于夹石剔除厚度的夹石）及以上的单样组合，作为矿体的视厚度，再结合所选择的估算方法，依据相关公式分别求取真厚度、或铅垂厚度、水平厚度。

当圈定矿体的厚度中，存在有小于夹石剔除厚度的夹石时，无须剔除并视为连续的矿体，参与厚度计算，其品位要参与矿体平均品位的计算。

平均厚度的计算，块段的平均厚度，通常是块段内参与资源储量估算的各工程的矿体厚度，采用算术平均法计算。当工程分布很不均匀和或厚度变化很大时，应采用面积加权的方法。

大厚度工程及大厚度的处理，形成于侵蚀基准面上的一些矿产，由于侵蚀基准面上纵横向的起伏不平，组成诸多大小不等的“漏斗”，出现了不同的“漏斗”深度（厚度）相差很大的现象，如铝土矿等。当探矿工程见矿厚度大于矿区（段）平均厚度（大厚度参与统计）3倍者，称作大厚度工程。大厚度工程数占全部见矿工程数的百分数称作大厚度工程率。大厚度工程的厚度应作处理，用矿区（段）的平均厚度代替之。

分岔矿体分岔部分的厚度计算，不得采用压缩法。

3、体积的计算，应分矿体、块段分别计算。

## (二) 矿石质量参数

### 1、平均品位计算

工程中矿体（层）平均品位的确定，当样长基本一样时，包括未被剔除夹石的品位在内的各单样的品位，用算术平均法求得。如某钻孔中58.34m—72.68m，见到铜矿，品位大于边界品位0.30%，单样逐个查对后，发现60.20-61.95m的样品，品位为Cu0.22%，66.10-68.52m的一段，品位为Cu0.25%，前一段品位虽小于边界品位，但厚度也小于夹石剔除厚度，因此，该段应包括在上矿层（58.34-66.10m）内，其0.22%的品位，应参与平均品位的计算。而后一段的品位、厚度都达不到指标要求，只能当做夹石处理，下矿层为68.52-72.68m。当样品的样长相差较大时，应用样长加权的方法求得。夹石品位参与计算。



块段平均品位的确定，在一个块段范围内，所有揭全矿体（层）的工程样品分析结果的平均值，样长相近时，通常采用算术平均法计算，否则，采用主要影响因素的加权平均法计算。不论何种工程，未揭全矿体（层）的分析结果，都不能参与平均品位的计算（也可将已知厚作为全厚）。

在市场机制尚未健全，品位仍采用双指标（边界、块段）或三指标（边界、工程、矿床）圈矿时，完全按原则圈矿，会出现某几个块段平均品位小于块段最低平均品位的要求，遇到这种情况，为了充分利用资源，允许将低品位的地段圈出，以保证圈定块段的平均品位符合指标要求。也可视具体情况，向业主说明并商讨解决办法。



矿体平均品位的确定，当块段规模大小大体一致时，可用算术平均法计算，否则，应用主要影响因素的加权平均法计算。当某矿体（床）的平均品位小于指标中对矿床平均品位的要求，遇到这种情况，为了充分利用资源，可将低品位的地段圈出，以保证圈定矿体的平均品位符合指标要求，或与业者商定。用矿量反算的方法不可取。

不同资源储量类型平均品位的确定，同一资源储量类型的控制程度、块段大小基本相当时，一般可用算术平均法求得。当出现异常情况时，视具体情况处理。

当矿体品位的贫富呈有规律的变化，且分布范围较大，矿山生产时将直接影响到一定时间段的经济效益时，应依据贫富的品位，分别划分块段，分别计算平均品位。

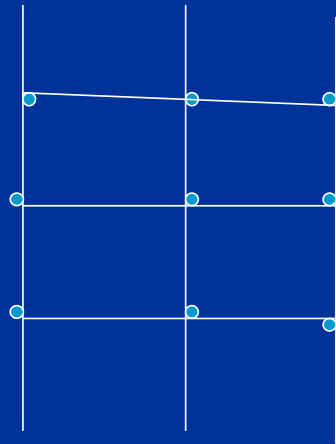
## 2、特高品位及处理

在贵金属和有色金属矿体中，有时出现单样或多样的品位大于同一矿体平均品位或邻近地段数倍、十数倍，甚至数十倍的特高（风暴）品位。它对块段、矿段、矿体资源储量的数量影响是明显的，也是造成矿山生产风险的主要原因之一。为了降低矿产资源储量的估算误差，减少矿山生产风险，应对特高品位进行处理。

用常规方法确定特高品位计算方法，目前国内外尚无公认的方法和标准。在上世纪八十年代，据对1969年以来近百份有色和贵金属勘探报告的统计分析及生产矿山的实践，原国家矿产储量管理局以国储（1991）164号文《关于将“一九八九年第二期《储委工作简报》”改为暂行规定的通知》中明确规定，一般取矿体平均品位的6-8倍，作为特高品位值。当矿体品位变化系数大时，采用上限值；品位变化系数小时，采用下限值。

## 资源量估算时矿体的圈定原则

特高品位处理的方法



特高品位的处理办法：当样品分析结果中出现上述特高品位时，首先应对样品及分析结果再查对，确认该样或该几个样为特高品位样。随后，对其副样作第二次（内检）分析，当两次分析结果对照，在允许误差范围内时，确认其为特高品位，并据第一次的分析结果进行处理。处理时的影响范围不宜过大，以用特高品位所影响块段的平均品位代替为宜。单工程矿体厚度大时，也可用该单工程中含特高品位矿体的平均品位代替。为了减少不必要的处理，对在品位分布不均匀矿体中连续采样时的样长，要充分考虑工业指标中的最低可采厚度及是否能分采，不宜划分过细。

系统工程证实矿体中存在富矿带（层）时，富矿带中的特高品位，用富矿带平均品位的6-8倍来确定，处理方法相同。

样品的品位，用矿体平均品位来衡量，不是特高品位，但用周围多个工程的平均品位来衡量，达到特高品位的要求，需按特高品位对待，用该地段的矿体平均品位来代替。

地质统计学法、SD法，对特高品位的处理方法，从其法。

3、矿石体重的确定和湿度校正：致密块状矿石，同一类型用不少于30块体重样的体重平均值确定；裂隙较发育的致密块状矿石，视数量的多少，还须3-5个25cm×25cm×25cm规格的大体重样的体重值，对小体重平均值进行校正；松散矿石，视数量的多少，应用5-7个以上的大体重平均值确定。体重值的确定也可用回归法确定。利用化学组份的矿产，采集的体重样在测定体重后，应送出进行化学分析，测试主组份。当矿石湿度>3%时，矿石的体重应作湿度校正。



# 五、矿产资源储量估算一般原则、方法

## （一）矿体的圈定

矿体圈定的原则，对不同勘查程度的勘查区，都应认真研究已收集到的相关资料，用已掌握的地质特征和规律，依据主要控矿因素结合其他因素来圈连矿体。有标志层的要结合矿体与标志层的相关关系来圈连，避免随意性。圈连的顺序是：单工程一纵向、横向剖面一平面一空间，由浅入深的依次进行。为便于空间连接，还可进行多方向剖面的对比。矿体圈连的具体原则和方法如下：

1、普查时应严格按照原全国储委发布的《矿产工业要求参考手册》或现行规范所列一般指标圈连矿体，详查或勘探应严格执行经预可行性研究或可行性研究推荐的工业指标圈连矿体。衡量矿区的三项质量指标或开采技术条件指标是否符合要求，都不得采用四舍五入的方法。

2、单工程中矿体（层）的圈连 凡大于边界品位的样品，不论其连续累计厚度有多大，都可圈为一个矿体（层）。在单个矿体（层）中，允许小于工业（一般）指标中规定的夹石剔除厚度的夹石包含其中。**当存在有大于夹石剔除厚度的夹石存在时，应视具体情况作如下处理：**

①若“一个矿体”的许多工程中在相应位置见矿，且能对应连接，但其间都有一层大于夹石剔除厚度（局部有小于夹石剔除厚度）的夹石存在时，应将该矿体分为两个单独的矿体；②**当地表或工程证实，矿体具有分支复合特征时，工程所处位置又近矿体边部，因将矿体作分支复合形态处理，即把矿体分作两个或多个分支。**③当矿体中个别工程出现大于夹石剔除厚度的夹石，与相邻工程又无法对应连接时，应作为夹石从该矿体中剔除。

采用传统的双指标或三指标圈矿时，当出现大于夹石剔除厚度，且分布范围较大的低品位矿石（品位介于边界品位与最低工业品位之间）地段，应该单独圈出。

3、矿体（层）对比，要想合理圈连矿体（层），对于多层次、相对集中分布的矿体来说，就要进行认真细致的对比，除了标志特征、矿石物质组成的对比外，矿体间相互关系也是重要的对比内容，可以通过切出一定数量的不同方向、不同水平的剖面进行对比，从中找出相对客观的相互关系，指导圈矿。也可采用多剖面的立体透视图进行对比，现在可以用计算机技术制作三维立体模型图，通过任意角度进行对比，更加合理的圈连矿体。

4、剖面上矿体（层）的圈连，当勘查区内存在与矿体（层）有密切关系的标志层时，圈矿应充分考虑两者的相互关系；通常情况下矿体的圈连，要按照已经掌握的地质规律进行，不能采用不考虑地质规律见矿就连的作法。

普查时，地表已用稀疏工程控制，深部有工程证实矿体存在，据此圈出推断的资源量（333）；依据工程圈出的矿体，结合区内的地质特征、可能的成因类型、物化探异常特征及未见矿工程的位置，有依据的圈出矿体的零点边界，零点边界与最近工程的间距，一般不超过参考工程间距的2-3倍，该范围内可估算预测的资源量（334）？。圈边工程内的矿体是按米百分值或米克吨值圈定者，不得外推。极薄矿体（品位高，大多数工程的矿体厚度通常小于可采厚度）全矿采用米克吨值圈矿。

详查是在推断的资源量(333)范围内择优投入系统工程圈出的，勘探是在控制的基础储量（122b、2M22）或控制的资源量（332）范围内择优进行加密工程圈出的，因此，经详查圈出的控制的资源量（332）之外，自然是推断的资源量（333），对于勘探也是同理。



剖面上两工程间矿体的连线，通常以直线连接，当工程控制较密时，也可在地质剖面图上，用曲线连接反映矿体的自然形态。

在剖面上依据工程圈连矿体（层）顶底板界线时，任意地段矿体的厚度，不得大于相邻工程中该矿体（层）的最大厚度，当矿体（层）中出现夹石时，也应遵循这一原则。

剖面上出现相邻工程不见矿时，通常采用两工程间距的 $1/2$ 尖灭圈连矿体边界；若相邻工程在相应位置，见到大于边界品位 $2/3$ 的矿化时，允许采用两工程间距的 $2/3$ 处尖灭圈连。只有当有依据充分证明矿体的延伸与矿体厚度呈正相关时，各剖面上矿体的延伸，可遵循正相关的关系连接。矿体中出现“天窗”时，按同一原则处理。

当剖面上有多个矿体（层）时，应结合地质规律进行对比后再圈连。详查、勘探阶段，对圈连的多层矿应投入适量的工程进行验证，否则达不得基本确定矿体的连续性，更无法肯定矿体的连续性。

5、平面上矿体（层）的圈连，首先是地表或覆盖层下矿体的圈连，也就是沿矿体走向的圈连，原则同剖面上的圈连方法。由于是在地表及浅部，便于观察，施工方便，因而，规范中要求地表工程应适当加密槽、井探工程，目的是通过深入研究浅部矿体（层）的各种特征，包括矿体延伸的两端，矿体与围岩关系，矿体尖灭特征，夹石分布，蚀变特征等，用于指导深部勘查和矿体圈连。

矿体（层）零点边界（尖灭点）的圈定，只需直线连接各剖面的尖灭点即可。对于详查和勘探地段矿体的圈定，还多了一个最低可采厚度的要素，可通过内插法圈定，也可通过换算确定。

6、矿体内各地段的地质可靠程度，是依据该地段主要地质因素的复杂程度，通过投入与之相适应的工程间距的工程进行控制来实现的。应据各自勘查区的地质复杂程度和所要达到的地质可靠程度，确定投入的工程量。为了便于经验不足的地质技术人员，开展矿产勘查工作，在各矿类（种）规范的附录中，提供了达到控制的资源量（332）可靠程度的工程间距，仅供参考，不作为验收的依据。提倡勘查者依据各自勘查区的地质特征和规律，选择适合该地段实际的工程间距进行控制，从而达到控制的资源量（332）—基本确定矿体连续性、和探明的资源量（331）—肯定矿体连续性的要求。

## (二) 矿产资源储量类型划分

依据规范要求，按照不同的地质可靠程度，划分矿产资源储量类型，是矿产勘查的主要目的之一。不同的矿产资源储量类型，在地质可靠程度上有着严格的要求。

推断的，工程控制程度应达到地表有稀疏工程控制，深部有工程证实，其矿体的连续性是推断的；

控制的，其矿体的连续性是基本确定的，也就是矿体局部地段的连接还有不确定性，工程控制达到了系统控制的程度，即最大工程间距是一定方向上区域化变量（有用组份或/和厚度）变异函数变程值的 $\leq 1/2$ ；

探明的，其矿体连续性是肯定的，也就是不存在多解性，工程控制是在系统控制基础上再加密工程，加密的工程间距视矿体复杂程度定，从不到一倍直到数倍，达到肯定矿体连续性为目的。



勘查过程中，根据对勘查区地质特征和矿产特征的研究程度，设计了各项工程，在施工后的实际情况与设计预期会有变化，甚至较大的变化。这就要据勘查的实际结果，严格按照规范要求，经充分论证确定矿产资源储量类型。

不同矿产资源储量类型的分布，应遵循矿山生产的需要。为了方便生产，在矿山的首采地段（第一水平）应是勘查程度高的类型相对集中分布在相近的标高上，由浅入深的依次分布，不能倒置。切忌呈犬牙交错状分布。

为了尽可能的实现设计预期，避免因盲目性造成的损失。在矿产资源储量类型的分布上，最关键的是在设计工程之前，一定要充分收集勘查区内的资料，尤其是与成矿有关的资料，认真深入、反复的进行分析研究，从中找出内在的规律，找准靶区，科学的布置各项工程，这样就能收到事半功倍的效益。

### (三) 块段划分

每个勘查区，在矿产勘查结束后，估算矿产资源储量都需要划分块段。由于目前采用传统方法还较多，这里重点介绍利用传统方法估算资源储量时，块段的划分。其他方法都有各自的作法。

勘查阶段块段划分，依据资源储量估算方法的不同，块段划分不尽相同。但首先都必须依据不同矿体、不同矿石类型、不同资源储量类型划分块段。对某些非金属矿产还要视不同用途划分块段。此外，常用的断面法估算资源储量，是以相邻两剖面及剖面上相邻两工程构成的小块段作为一个估算块段，其间距一般是与要求达到的相应资源储量类型一致。用剖面法估算资源储量，块段是以相邻两剖面同一资源储量类型的范围圈定的，当其范围较大时，须象断面法的块段划分方法一样，划分小块段估算资源储量。这种四个工程圈出的块段，对于在同一个资源储量类型中，其合理性是可行的。

但对位于不同资源储量类型分界线上的块段来说，其合理性明显有问题，如两个工程连线的两侧，从工程质量、控制程度、地质可靠程度等各方面衡量都是一样的，但人为的将其资源储量类型划分出高低来。这是传统方法中，长期存在的弊病之一。

有些国家采用工程对地质可靠程度的影响程度来划分块段，也就是用距离影响半径的方法，按不同资源储量类型，呈同心圆状划分估算块段。有可取之处，可供借鉴。其最大的特点是，各相同资源储量类型块段的地质可靠程度（精度）是相同的。

需要强调的是这两种方法，由于理念上的不同，对一些问题的处理方法也不一样。因此，不宜混用。

生产矿山开发阶段深部（四周）延伸段探矿的块段划分，应依据已采地段所获地质资料探索的规律，以有利于矿山生产为最佳。但各项参数的选择和资源储量估算，都要符合规范要求。考虑到正在生产的矿山，投资风险有所减少，提供生产的资源储量的勘查程度以满足生产需要为原则，具体要求与业主或投资者商定，无须死搬硬套。



## （四）矿石类型、品级及夹石圈定的原则

1、不同矿石类型、品级分圈的问题，当矿体中存在需要分采分选，又能分圈的矿石类型和品级时，应该分圈，分别估算资源储量。无须分采分选或需要分采分选但无法分圈时，不必分圈。对于无法分圈者，应按不同矿石类型所占比例，采取包括这些类型的混合矿样，进行选矿试验，若效益不佳则不应圈为矿体，并应立即停止勘查工作。

2、圈定夹石边界的原则应与圈矿一致，用传统方法圈矿时，常常出现多圈矿少圈夹石的现象。具体表现是圈矿用方形连接，圈夹石用菱形连接，后者比前者的面积小一倍。正确的方法应该是圈矿和圈夹石应是同一原则（菱形），最合理的是圆形，避免人为误差。圈矿用方形连接实际上是一种连续外推的作法，这种作法是不对的。

**谢谢！**