

74.132

854



計算儲量時 矿体的圈定

A. П. 普罗科菲耶夫 著

地质出版社



8
62

計算儲量時礦體的圈定

A. П. 普罗科菲耶夫 著

王治兴 等 譯

地質出版社

1960·北京

А. П. ПРОКОФЬЕВ
ОКОНТУРИВАНИЕ РУДНЫХ ТЕЛ
ПРИ ПОДСЧЕТЕ ЗАПАСОВ

ГОСГЕОЛТЕХИЗДАТ
МОСКВА 1955

內 容 提 要

本書闡明与圈定礦產儲量有关的主要問題：礦体的尖滅、礦体中有益組份的分布、开采礦床时的采礦技術条件、对礦石的工業要求。指出在計算儲量时全面估計这些問題的必要性，此外，还叙述了圈定儲量的一切主要方法，指出合理应用它們的条件。本書可供从事礦產普查勘探的所有地質工作者的参考。

計算儲量时矿体的圈定

著 者	А. П. 普 罗 科 菲 耶 夫
譯 者	王 治 兴 等
出版者	地 質 出 版 社 北京西四羊市大街地質部內
	北京市書刊出版業營業許可証出字第050号
发 行 者	新 华 書 店
印 刷 者	地 質 出 版 社 印 刷 厂 北京安定門外六鋪炕40号

印数(京)4951—7150册	1957年5月北京第1版
开本 $31^7 \times 43^7 \frac{1}{25}$	1960年1月第3次印刷
字数90,000字	印张 $4^4 \frac{1}{25}$ 插頁1
定价(10)0.60元	

目 錄

緒 論	5
第一章 固体礦產儲量分类及其說明	7
第二章 对礦床开采的水文地質条件和采礦技術条件研究程度的要求	10
第三章 对礦石的工業要求 (标准)	15
主要要求	15
对生產礦山的礦石中有益組份的最小可采品位的确定	18
对新勘探礦床的礦石中有益組份的最小可采品位的确定	22
样品中有益組份品位的下部界限的确定	24
第四章 礦体中有益組份的分布和礦体尖滅的性質	25
礦体中有益組份的分布性質和礦段与圍岩的相互关系	26
礦石自然品級和类型的分布	34
礦体的尖滅	39
第五章 計算儲量时礦体圈定的总述	46
第六章 在單个勘探坑道范圍內确定礦体边界	48
在沿厚度穿过礦体的坑道范圍內圈定	48
在沿走向追索礦体的坑道范圍內圈定	55
第七章 根据全部勘探坑道圈定礦体	58
根据在坑道內直接确定的基点圈定礦体	58
在一个合乎标准, 一个不合乎标准的两个邊緣坑道間划礦体边界	60
在一个具有标准指标, 而另一个完全没有礦体的两个邊緣坑道間划礦体边界	62
在勘探坑道內圈定礦体的一些不正确方法	66
第八章 在勘探坑道范圍外确定礦体边界	71
第九章 按勘探程度圈定儲量的例子和儲量級別的評定	87

緒 論

作为苏联天然富源主要部分的礦物原料的儲量，在社会主义計劃經濟条件下，要求給予准确地确定和統計。

地質上有根据地圈定礦体和确定适合于工業利用的礦石的分布界限，是正确确定任何礦床儲量的条件之一。儲量計算的可靠性和礦床的工業評價，在頗大程度上取决于礦体的正确圈定。

为了圈定和計算礦床的礦石儲量，必須知道礦床的地質構造、礦体的產狀和形狀、礦体中有益組份的分布規律、獲取有益組份的加工技術方法及該礦床所固有的其他許多特征。

此外，为了对礦床作出評價，还必須知道开采时的采礦技術条件和水文地質条件，因为这些条件对礦床的工業評價有决定性的意义。

同时，也不应忘記，礦体圈定的可靠程度也取决于礦床勘探工作和取样工作在方法上和技術上的正确性，因为这些工作的結果可作为計算儲量及評價数量指标和質量指标的基礎。

本書的目的在于闡明一些与圈定礦產工業儲量有关的主要問題。这些問題首先就是礦体的尖滅性，礦体中有益組份的分布，开采礦床时的采礦技術条件和水文地質条件，对礦石的工業要求。本書对其中每一个問題不另作詳細而全面的分析，但对这些問題的闡明都表明了計算儲量时对这些問題全面估計的必要性。

解决上述問題的依据是地質編錄。对礦床構造和礦体產狀的概念是否正确，以及圈定儲量是否正确，均取决于地質編錄的質量和在編錄中反映关于礦床、各个礦体及其礦段的地質構造的实际資料的全面性。

在計算和圈定儲量时，必須考慮到工業部門所提出的要求，这些要求反映在專門的儲量分类表上。此外，对每一个礦床都要估計它的

地質特征，以便制定專門的标准作为圈定礦床平衡表內儲量的基礎。关于这些标准問題本書給予特別的注意，因为对这些标准估計不足会造成很大的錯誤。

本書闡述了圈定儲量的一切主要方法，并指出合理应用它們的条件。本書还举出許多实例加以說明。

第一章 固体矿产储量分类及其说明

根据现行分类法，固体矿产储量可分为五级： A_1 、 A_2 、B、 C_1 和 C_2 ，其中每一级都是由对矿物原料的勘探程度和其质量的研究程度、加工技术以及对开采矿床的采矿技术条件和水文地质条件所提出的综合要求来确定的。

属于 A_1 级的是用准备坑道充分研究过圈定的储量，开采矿床的采矿技术条件和水文地质条件应当完全弄清楚，矿物原料的加工技术，在其工业利用的试验基础上研究过，矿物原料的类型和品级的分布——在每一块段范围内都要确定。

属于 A_2 级的是用勘探坑道作过相当详细勘探圈定的储量。应该研究矿体的产状、矿物原料的类型和品级的比例、开采矿床的采矿技术条件和水文地质条件；对矿物原料的加工技术研究详细程度，应以保证对原料加工和利用法的设计为标准。

属于B级的是用勘探坑道勘探过圈定的储量。矿体的产状应研究得很详细。矿物原料的类型和品级要加以确定，但不必查明它们的分布情况。对矿物原料的加工技术的研究应保证选择合适的原料加工法，矿床开采的一般条件和水文地质条件应弄得十分清楚。

属于 C_1 级的是根据稀勘探坑道网确定的储量、与较高级储量邻近的储量。贵重组份的分布可以不清楚。原料的加工技术和其质量要根据样品的实验室试验，或者根据与其他矿床相似情况初步加以确定。矿床开采条件应有初步的研究。

属于 C_2 级的是与较高级储量邻近的储量和根据地质资料和物探资料推测出来的储量，但这些资料要由个别坑道中的取样来证实。

同一级储量的工业用途，对生产着的矿山和对新勘探过的矿床是有所区别的。

例如，在新勘探过的矿床内通常是没有 A_1 级储量的，而在生产

着的礦山中， A_1 級儲量則是開采工作生產計劃之依據。

在新勘探過的礦床內， A_2 級儲量加上 B 級和 C_1 級儲量是制定技術設計之依據，同時也是采礦企業建設投資之依據。有了 A_2 級儲量就可最後解決礦物原料在工業上利用的問題。

在生產着的礦山上， A_2 級儲量是設計開采準備工作的依據，若是有益成分分布很複雜或礦體產狀複雜得用勘探坑道的正常密度不能獲得 A_1 級儲量的時候， A_1 級儲量可作為開采工作生產計劃之依據。

在新勘探過的礦床上，B 級儲量加上 C_1 級儲量可作為建設采礦企業時制定設計任務之依據，在有一定量 A_2 級儲量時，B 級儲量也可作為制定技術設計和采礦企業建設投資之依據。在複雜的礦床上（不把礦床勘探到較高級儲量），由於沒有 A_2 級儲量，B 級儲量加上 C_1 級儲量便可用來作技術設計和采礦企業建設投資的依據。但在這種情況下，對原料的質量、其加工技術特性和開采礦床時的采礦技術條件的研究，都應按 A_2 級所規定的進行。在個別情況下，在很複雜的礦床上，B 級儲量可直接作為開采工作生產計劃之依據。

在生產着的礦山中，B 級儲量通常可作為設計詳細勘探工作之依據，而在複雜的礦床上，則可作為設計開采準備工作之依據。

在新勘探過的礦床上， C_1 級儲量加上較高級儲量可作為技術設計和采礦企業建設投資之依據。在個別情況下，在很複雜的礦床上，若沒有更高級的儲量， C_1 級儲量也可用來制定技術設計。在這種情況下，對原料的質量、其加工技術和開采礦床的采礦技術條件的研究應按 A_2 級所規定的詳細程度來進行。通常在沒有較高級儲量時， C_1 級儲量可作為詳細的地質勘探工作撥款之依據。

在特殊情況下，某些礦產的 C_1 級儲量可用來設計開采準備工作，甚至也可用來對開采工作作生產規劃，但在沒有較高級儲量時，根據 C_1 級儲量進行設計具有很大的生產冒險性。只有為了某些特殊原因（組織開采的緊急、勘探達較高級在技術上不可能等），這樣作才是正確的。

C_2 級儲量可作為國民經濟遠景計劃和地質勘探工作計劃的依據。

根据現行分类，应予确定的是地下的礦物原料儲量，不扣除开采和加工时的損耗。礦物原料的質量，应根据其主要成分和伴生成分所進行的样品分析來确定，不考慮礦石的貧化率；原料質量特征应加以研究，同时还要考慮到綜合利用原料的必要性。对礦物原料的工業要求应根据專門的标准來証实，这些标准是有关部和主管机关根据技術經濟核算規定的。不适合这些标准的平衡表外儲量应單獨統計。礦井和運輸綫等地的保护礦柱中的礦產儲量应單獨統計；如果它們适合工業标准，就应列入平衡表內儲量之中。

礦床的勘探程度是由各級儲量的比例确定的，它在确定儲量的工業用途时起着决定性的作用。制定技術設計和投資建設新采礦企業只有在具有 $A_2 + B + C_1$ 級儲量时才可允許；而对于有益組份分布复雜的礦床或者規模很小的礦床，則具有 $B + C_1$ 級儲量时才可允許。在某些構造特別复雜的礦床上（該礦床勘探到高級是不适宜的），有 C_1 級儲量便可進行投資。但在所有情況下，礦物原料的加工技術特性和开采条件应研究到能編制技術設計的程度。

詳細勘探礦床达 A_2 和 B 級的合理性，要在審查报告和批准儲量时由苏联部長會議全苏礦產儲量委員會來檢查。

为論証設計的依据所必需的各級儲量的比例是由一个專門的表格确定的，并决定于礦床的复雜性（礦床按一系列标志划分为几类）。例如，对簡單的礦床，必須有 5 % 的 A_2 級儲量，25 % 的 B 級儲量和 70 % 的 C_1 級儲量；对較复雜的礦床，必須有 20 % 的 B 級儲量和 80 % 的 C_1 級儲量；对非常复雜的礦床，所有的儲量都可为 C_1 級。根据礦床构造的复雜程度和有益組份分布的复雜程度对礦床的分类，在关于已勘探的礦床移交工業利用的專門条例中加以規定。

此外，現行的分类規定，在設計企業时，除了其他級儲量外，还应計算 C_2 級儲量。

把 C_1 和 C_2 級儲量列入平衡表內儲量的有效部分，这要求地質勘探人員深入研究礦床的構造和成因，正确解釋勘探时所取得的地質資料，对礦床的远景作出可靠的評價和有根据地确定礦床儲量的边界。

下面列出根据决定儲量分类条件的自然因素对有色金屬和稀有金

屬礦床的分類：

(1)形狀簡單的大礦體（層狀礦體、瘤狀礦體），其有益成分分布很均勻。

(2)厚度和長度很大的礦體（透鏡狀礦體），其有益成分分布較均勻。

(3)形狀複雜的礦體（透鏡體和礦脈），其厚度、傾斜和走向不一致，其有益組份分布不均勻。

(4)極複雜的和不安定的礦體（細脈、管狀體、小礦巢），並具有不安定的浸染現象。

第二章 對礦床開采的水文地質條件 和采礦技術條件研究程度的要求

根據向全蘇礦產儲量委員會和地方礦產儲量委員會提交儲量計算資料條例的指示，在地質勘探工作報告的專門一章中應指出：工作量、方法和在勘探時所進行的水文地質調查和觀測的內容，含水層的描述、含水層的岩石成分、靜水位和受壓水位、靜水壓力、滲透系數、地表水可能滲透的面積、頂板和底板含水層與礦體的相互關係，也應描述流砂、永久凍土帶的特性、地下水成分和質量的情況，確定揭露礦床和開采礦床時的可能湧水量，並描述從生產著的礦井和采礦場中的排水情況。

對新勘探礦床，必須指出供應將來企業飲用水和工業用水的源泉。

在報告的另一章中，應闡明圍岩和組成礦體的岩石的物理化學性質（頂板和底板岩石的穩定性、劈理、堅實性、硬度、成塊性、濕度、含氣程度、含塵程度），使開采發生困難因而要求採取專門措施的因素；也應列出礦床的最好開采法的根據（對露天開采——剝土與礦層

的比例，对地下开采——矿体埋藏深度、用平窿开采的可能性、可采厚度），对开采着的矿床，应了解开采条件的实际资料。

矿床的勘探结束时，水文地质条件和采矿技术条件的研究程度应以能编制出揭露矿床（或其矿段）的技术设计为准，这种设计包括防止地下水、滑坡作用等措施。

现在不再详细地分析上述对开采矿床的采矿技术条件和水文地质条件研究的要求，我们只指出在圈定和计算储量时必须首先估计到的最重要的几点。

1. 对预定以露天法进行开采的矿床，必须在矿体以上岩层厚度不同的地段上单独地圈定和计算储量。为此目的，常常要绘制矿床（或其矿段）的专门图，在其上面有剥土等厚线，即矿体上部岩层的等厚线。等厚线可用剥土系数等值线来代替，这个系数就是上复岩层厚度与矿体厚度的比。这些图对确定矿床开采的顺序和解决其他许多问题是很必要的。

剥土等值线平面图可用分析法或图表法作出。通常是利用较简单的图表法。为编制该平面图，须划出两种等值线——剥土等厚线和矿体等厚线。剥土等厚线是通过为下面公式所确定的间隔划出的：

$$r_0 = k r_m$$

式中 r_0 ——剥土等厚线间的间隔；

r_m ——矿体等厚线间的间隔；

k ——标准所允许的最大剥土系数。

矿层等厚线 r'_m, r'' 等与相应的剥土等厚线 r'_0, r''_0 等的交点位于已知剥土系数的等值线上。用平滑曲线连结这些点可得所求的计算边界。

这个方法是很明显的。用这种方法还可容易地查明总计算边界内不符合给定的厚度比例的矿段，在计算时把这些矿段划分出来，以便单独确定它们的储量。

如果矿床只能部分地用露天采矿场开采，那么露天采矿场的储量就应同矿床的其余储量分开，单独地圈定和计算。

剥土系数的容许值决定于矿石中有益组份的品位、矿产的贵重程

度、剝層岩石的致密度、水文地質条件、剝土工作机械化的可能性和其他許多技術原因、經濟原因及地質原因。在每一个別情況下，剝土系数的容許值都由各有关部的技術局所批准的專門标准來确定。实际上这个系数从零（当礦石直接位于地表时）起到7:1和更大。

目前，在剝土工作的技術迅速發展的条件下，大多数礦床都有可能用露天开采法進行开采，这种开采法比地下开采法有更大的可能來开采較貧的礦石。露天开采常在礦体接近于地表或甚至露出地表的那些礦床上進行。这些礦床首先是各种类型的砂礦、瘤狀大礦床、大礦化帶等，因此，在計算这些礦床儲量时，必須弄清楚应用露天工作的可能性，只有当圓滿地解决这个問題时，才能圈定并单独計算能用露天采礦場开采的礦石儲量。

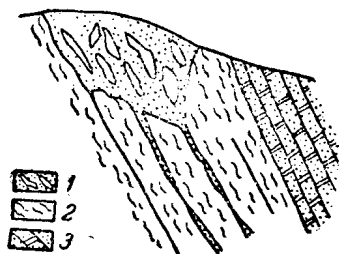


圖 1. 汞礦床（加里福尼亞州、里丁湯）的垂直断面
1—礦石；2—變質岩；3—砂岩

露天采礦場的开采深度不僅受技術可能性的限制，而且还受礦床的構造地質特征的限制。例如，圖 1 所表示的礦巢用露天采礦場开采只能达到厚度急剧变小并向脉狀礦体过渡的水平。很顯然，脉狀礦体要求用另一种开采法，而其儲量也应单独計算。

2. 在計算用挖泥机开采的砂礦床的儲量时，必須知道挖泥机尺寸，其吃水深度和挖掘深度，因为計算边界

不僅与砂礦的自然寬度和深度有关，而且还与挖泥机通过的可能性及其工作狀況有关。計算边界的最小寬度应不小于挖泥机通过所必需的寬度，不管有益組份的品位如何。計算儲量的深度不应超过挖泥机挖掘的技術可能深度。这个条件在砂礦自然变薄时必然会使某些顯然无礦段包括到計算儲量的总边界內，或者在浮土厚度大于挖泥机挖掘的可能深度时使有益成分为标准品位的礦段留在計算边界之外。但是这些礦段应划分成独立的塊段，并分別地加以計算。通常挖泥机通路寬度等于40—60公尺。

圖 2 表示挖泥机开采場的一部分，9，10和11三塊段包括非工業

品位的鑽孔。

3. 对于分布在北部地区的礦床，特别是在其露天开采时，永久冻土的存在对应用这种或那种开采法的可能性常有很大的影响。例如，用水力法开采砂礦要求預先把冻土融化，在永久冻土上用挖泥机开采

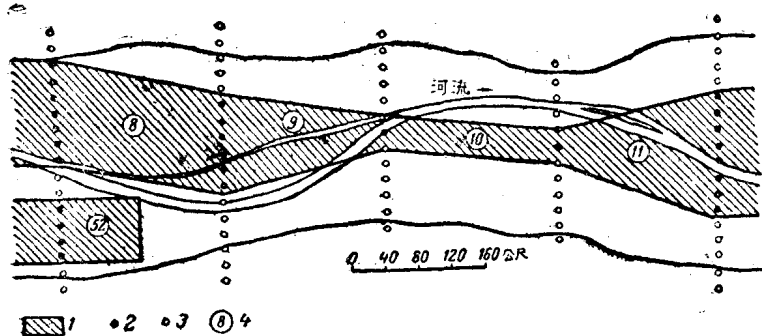


圖 2. 挖泥机开采場的一部分

- 1—包括在儲量計算边界內的砂礦部分；2—表示有益組份為可采品位的鑽孔；
3—表示有益組份為不可采品位之鑽孔；4—計算塊段的號碼

是很困难的。因此，在計算分布在北部地区的礦床的儲量时，必須研究永久冻土的分布情况，并分別地圈定：（1）整片的永久冻土發育的地段，（2）有島狀永久冻土的地段和（3）融区。圖 3 表示这种圈定的例子。

4. 在許多情況下，必須單獨地确定具有断裂破坏的地段，以及強烈片理化或喀斯特化的地段，即开采条件比礦床的其他部分复雜的那些地段。例如，在破坏帶湧水量很多时，必須組織專門排水工作；在圍岩穩定性变化很大时，这些帶就要求应用專門支架法等等。

5. 計算儲量时最重要的任务之一就是研究礦床的水文地質条件，确定湧水程度和在开采时預期的湧水大小。貴重的富礦石只是由于它处于不利的水文地質条件竟不能开采的情况也是不少的。例如，某些深 100 公尺的富鉄礦体，由于直接埋藏在很厚的流砂复蓋層下而不能开采；某些石灰岩中的鋁土礦体，由于湧水量太大而不能开采。

因此，必須詳細地研究开采礦床的水文地質条件，划分并單獨地确定不同条件下的儲量。通常把儲量高于地下水水位而开采又不困难

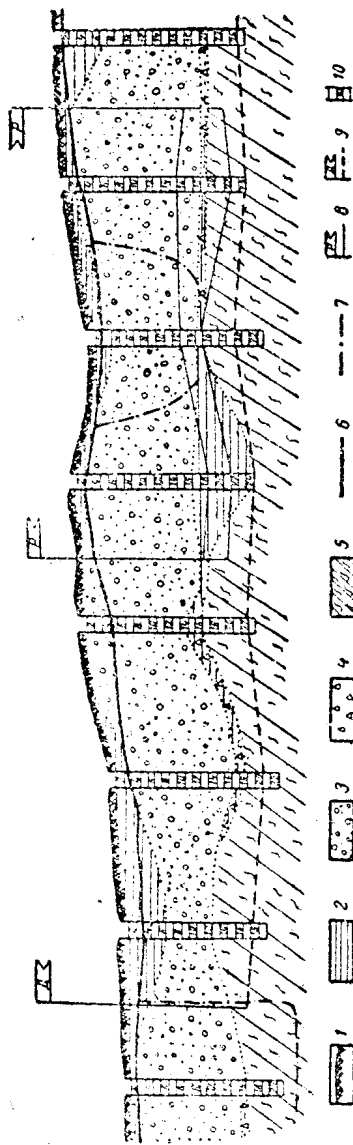


圖 3. 含金砂礦剖面的一部分

1—植物層和泥炭；2—軟泥；3—砂子和礫石；4—碎石和卵石；5—泥質頁岩；6—活動層界限；7—融區界限；8—單獨開采的儲量；9—挖泥機開采的儲量；10—狹有取樣間隔的淺井

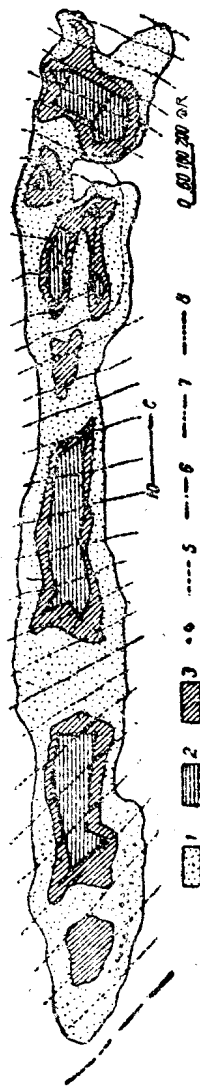


圖 4. 地下水等高綫概略平面圖

1—礦層；2—B級儲量；3—C級儲量；4—打在礦體中的勘探坑道；5—地下水等高綫；6—在良好水文地質條件下的礦段之南部界限；7—開采時要求預先降低地下水压力的礦段之南部界限；8—部界限

的一些礦段划分出來。在低于地下水水位的地方，可把湧水量不大的礦段、要求組織大力排水的湧水礦段、人工疏干法可以減低地下水水位的礦段等等划分開來。

根据这些特征划分出來的礦段中的礦石儲量应單獨地計算，并作为在采取这种或那种水力工程措施方面的技術經濟核算的依据。

划分并圈定在不同的水文地質条件下的礦段，是在專門的平面圖上或在地下水等高綫圖上進行的。圖4表示位于复雜的水文地質条件下的礦床的一个平面圖。

6. 位于礦柱——礦井礦柱中、鉄路綫下、厂房建筑下、村庄下等的儲量，应在平面圖和断面圖上圈出來，并应單獨地計算。如果这些儲量在質量上符合于标准，則它們应列入平衡表內儲量之內。

第三章 对礦石的工業要求（标准）

主要要求

着手圈定礦体和計算礦物原料的儲量时，必須知道在一般情況下能說明如下各主要值的标准：

1. 礦石中有益組份的最小可采品位，即能使礦石用于工業上的品位。如果几种有益組份有同等的价值或能同时提取，那么确定这些标准时应考慮到礦石的綜合利用。

2. 边际品位，即極限（边际）样品（这些样品最好包括在可采边界內）中有益組份的品位。边际品位是最小可采品位的函数。

3. 礦体的最小可采厚度，或者薄而富的礦体的最小可采厚度——公尺百分^①，而对于金礦和鉑礦——公尺克。

^①利用公尺百分而不加以任何校正，只有在圍岩沒有礦化而在开采时選擇廢礦或手選礦石又不可能的情況下才認為是正确的。在有可能应用手選礦石或選擇廢礦时，以及在圍岩中含有某些量有益組份时，公尺百分得出的数据偏高，在利用它們时，必須加以校正（見A. B. 列維茨基的著作“根据礦脉厚度，圍岩富化程度和其他因素确定礦石中金屬的可采品位”。“地質學和采礦學”叢編，冶金出版社，1947年）。

4. 沿礦體走向的無礦層或無礦段的最小厚度，該無礦層或無礦段可按所擬定的開采法留作礦柱或者用選擇法加以開采。這個值常常被在計算儲量時應包括在可采礦石的總邊界內的無礦層或無礦段的最大厚度的值所代替。

此外，標準規定出如下的專門要求：（1）在露天工作時——可能開采的深度、剝土厚度與礦體厚度的比例關係。（2）礦體為分散的細小的透鏡體和礦巢時——能夠單獨進行開采的單個礦體的最小儲量。（3）最小的含礦係數，含礦係數最小的礦床最適宜開采。（4）有害雜質的最大含量。（5）構成礦石的成分之比例關係（如，鋁土礦的模數）和其他一些等。

大多數圈定方法需要預先解決這樣一個問題，即在該礦床的條件下那些應當算作平衡表內礦石，而那些不應當算作圍岩或平衡表外礦石，那些不應包括在可采儲量計算邊界內。實際上在金屬礦床上這個問題在計算儲量時還常常懸而未決，只有在計算儲量之後才獲得解決，這就引起許多困難。

要解決這個問題就必須規定各種金屬礦石的標準。如果礦體的可采部分的邊界與其地質邊界相符合，礦體與圍岩（礦脈、礦層）間有清晰的界限，那麼標準礦石的圈定既容易而且正確。可是在標準礦石與圍岩間沒有清晰界限（浸染礦石、礦樓，砂礦）的礦床上，圈定礦體的可采部分就會碰到很多困難。在後一種情況下，常根據礦石中金屬的邊際品位（邊際品位，對每一礦床都要分別地確定）的取樣資料來圈定。

確定礦石中金屬品位的標準是由有關部的技術局和總局來進行的。這些局常在礦床勘探基本完成之後才進行確定。因此，在進行地質勘探工作時，有時甚至在計算儲量時，對所勘探礦床的礦石要求並非總是十分清楚的，工作也常常是盲目進行的。

如果礦石中金屬的最小可采品位主要是由經濟方面的因素預先確定的，那麼在任一礦床上能否取得金屬品位不低於規定的金屬品位的礦石常常取決於礦床的地質特徵、有益組份的分布性質、礦石的礦物成分等等。這一點在圈定可采礦石時應當估計到。