

工业原料与产品的取样

Г. А. 哈 恩 E. A. 安菲莫娃 著

李德春 唐 典 译

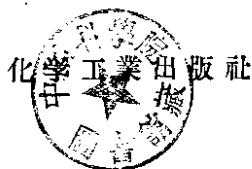
化学工业出版社

81.13
411
C2

工業原料与產品的取样

Г.А.哈 恩 E.A.安菲莫娃 著
李 德 春 唐 典 譯

36203



Г.А.ХАН И Б.А.АНФИМОВА
**ОПРОБОВАНИЕ СЫРЬЯ И ПРОДУКТОВ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Госхимиздат (Москва-1953-Ленинград)

* * *
工業原料与产品的取样

李德春 唐 典 譯

化学工业出版社 (北京市安定門外和平北路) 出版

北京市書刊出版业营业許可證出字第 092 号

* * *

北京新中印刷厂印

一九五六年八月第一版

一九五七年三月北京第二次印刷(3033—5053)

850×1168· $\frac{1}{32}$ ·195,000字·印張 7· $\frac{20}{32}$ ·定价 (10) 1.40元

書号0028

* * *
发行者 新华書店

本書为工業企業檢查 - 分析實驗室的實驗員和技術員的參考書。

本書闡明了原料、燃料与成品試样的採取和加工的方法，並描述了試样的採取和加工用儀器。

序 言

進入企業部門的原料、燃料、輔助材料的質量檢查，以及工藝过程和成品的檢查，是正確的生產組織的最重要條件。

蘇聯共產黨第十九次代表大會關於1951—1955年蘇聯發展第五個五年計劃的指示中指出了：「保證在各工業部門進一步大大提高產品質量……堅決採用適合現代要求的國家標準」。從這些指示中看，與物料（原料、半成品與成品）質量檢查方法有關的諸問題，是具有特殊意義的，而取樣是這種檢查的最重要的組成部分。

因此物料的質量檢查，從而也就是生產檢查，若無正確的、精密的、安排好的試樣之採取、加工、保存與統計的規制是不行的。

實踐積累了很多不同的取樣方法。其中最好的方法乃採為標準方法，並載入標準規範和技術條件中。很多方法被引述於專門教科書中。但供實驗員與技術員用的，有關原料和產品取樣問題有系統的指導書，尙付闕如。

本書企圖創作為一部供培養和提高實驗員-試樣工技能的指導書。

書中闡述了一些理論基礎，並列舉了很多固體和液體物料的实际取樣方法。

當敘述所有取樣方法時，著者特別注意到細心採取試樣和對試樣細心加工的必要性，這是獲得正確結果的基礎。

考慮到工業上的要求，著者專門論述到試樣採取和縮分过程的機械化問題，並且詳盡地描述了適當的器械的裝置與操作。

著者誠懇的希望讀者提出對本書的意見和批評。

Г.А. 哈 恩

Е.А. 安菲莫娃

緒 論

〔取样〕一詞系指試样的採取和加工的作業，这些試样是从原礦床、採出的有用礦物以及生產的半成品与成品中取得者。平均試样是从大量物料中选取的部分物料，所取的部分物料中应保持着原始物料的特性質（如比重，組份的含量等）。但是在实际的情况下，这些嚴格的要求常不能完全实现，因此嚴格的要求，僅能遵守到一定的准确度。

在开采和加工有用礦物时，取样是用以确定所研究物質的物理性質和化学性質，並且是最普遍的与最重要的作業之一。

在地質勘探时，取样是用來确定有用礦物的組成、決定它們的儲量以及圈定礦床的边界。

在礦区开拓时，有系統地進行取样是用來解决有关採礦工作的方向、礦石貧化^①的程度以及在开采时有用礦物的損失等問題。

有用礦物加工的工藝流程之選擇，及其綜合利用之可能性，系基於由原料中採得之試样的工藝試驗。

确定商業產品的物質組成，是取样的重要任务之一。如所週知，对工厂所發送的一切商品，以及企業所進入的原料，都提出約定的要求，这些要求是交貨厂家与用戶厂家之間締結的技術条件或協定的組成部分。例如，發送至硫酸厂的硫鐵礦，含硫应不低於36%，並且水分不高於4.5%。供制混凝土用的砂子，所含之硫（以硫酸酐計算）应不高於1%，云母不高於0.5%，粘土与細塵狀部分不高於5%。应当指出，對於同一种原料或成品所提出的約定要求，不是一成不变的；它們是随着產品或原料的用途而改变的。因此取样的方法亦可有相应的改变。

当檢查工藝过程时，取样具有着重大的意义。

現代的工厂，在大多数情况下，都是按照着由技術經濟效果

^① 礦石貧化——在开采礦石过程中礦石为脉石所稀釋。

最大和綜合利用礦物原料所規定的複雜的工藝流程進行操作。在這些企業中，只要嚴格地遵循所有生產環節中所規定的技術規程，即可保證在最合宜的情況下使器械連續的操作，並獲得最高的技術指標。

工藝過程安排得是否妥善，反映在企業的材料（工藝的）平衡上，它是根據一班或一晝夜的試樣分析編制成的。此種平衡的可靠性，決定於取樣的精確性和試樣物理化學分析的精確性。不可靠的取樣會歪曲企業的工作指標，這常與大量的材料損失有關。例如，在選別磷灰石礦石時，由於不正確的取樣，將礦石中 P_2O_5 的品位 23%，確定為 26%。同時，精礦中 P_2O_5 的品位為 39%，尾礦中 P_2O_5 的品位為 4.3% 測定的都正確。當礦石中 P_2O_5 的品位為 26% 時，其採收率為（以 % 表示）：

$$E = C \frac{c}{f} = \frac{f-t}{c-t} \times \frac{c}{f} \times 100 \quad (1)$$

$$E = \frac{26-4.3}{39-4.3} \times \frac{39}{26} \times 100 \approx 93.8\%$$

而礦石中 P_2O_5 的實際品位為 23%，其採收率為：

$$E = \frac{f-t}{c-t} \times \frac{c}{f} \times 100 = \frac{23-4.3}{39-4.3} \times \frac{39}{23} \times 100 \approx 92.2\%$$

式中 f ——礦石中 P_2O_5 的品位，%；

c ——精礦中 P_2O_5 的品位，%；

t ——尾礦中 P_2O_5 的品位，%。

若不考慮選礦時的機械損失，則精礦的產率如下：

第一種情況

$$C = \frac{f-t}{c-t} \times 100 = \frac{26-4.3}{39-4.3} \cdot 100 = 62.4\%$$

第二種情況

$$C = \frac{f-t}{c-t} \times 100 = \frac{23-4.3}{39-4.3} \cdot 100 = 54.4\%$$

因此，根据取样的数据（不正确的），在每 100 噸礦石里，工厂約少產 8 噸精礦。當一晝夜的礦石生產率為 3000 噸時，則工厂每日少產 240 噸精礦，虽然工厂並未得到这个数量的精礦，可是它被列入全厂的物料平衡之中了。当測低了尾礦中 P_2O_5 的品位，和測高了精礦中 P_2O_5 的品位時，也會產生同样的現象。

由上面的敘述可知，对取样的要求是何等的重要与廣泛，以及由於取样不正确会引起什么样的影响。

取样的对象是多样的，而試样的用途又是多方面的，故不能制定出一种通用的取样方法。不僅如此，對於同一类型的原料与加工產品的取样，亦沒有統一的方法。取样方法随物料的粒度組成特性、物料的放置情况、要求取样的精确性及產品的用途而不同。

苏联的学者們，根据基本原理与取样方法的探討所進行的細致研究工作，已可使取样的方法合理化，並且在概率的理論基礎上建立起取样的理論。該取样理論，对任何物料進行取样來講，都可使材料的損失最少，而所具的精确性則最大。

目 錄

序言.....	(IV)
緒論.....	(V)
第一章 松散物料与模錠的取样.....	(1)
試样的分类.....	(1)
礦物試样.....	(2)
化學試样.....	(2)
工藝試样.....	(2)
确定水分含量的試样.....	(2)
篩分分析与沉澱分析試样.....	(3)
需要取样物料的特性.....	(3)
位置固定的松散物料的取样原則.....	(4)
位置固定的松散物料的取样法.....	(9)
攫取法.....	(9)
探針、鑽探或探井取样法.....	(11)
掏槽法.....	(15)
四分法.....	(16)
試样的部分採取.....	(16)
位置固定的物料取样法的比較.....	(17)
粗塊料堆取样的实际.....	(18)
攫取法.....	(18)
从烟煤和無烟煤堆中取样.....	(19)
从礦堆中取样.....	(20)
用部分採取法在礦堆中取样.....	(21)
置於料堆中塊狀石油制品的取样.....	(21)
鑄塊和模錠的取样.....	(22)
工藝取样.....	(24)
定性的工藝試样.....	(25)
定量的工藝試样.....	(25)
包裝与說明.....	(28)
用探井法对粘土礦床進行工藝取样.....	(29)
置於运输容器中物料的取样.....	(30)

粗塊物料的取样	(32)
火車車廂中取样	(32)
从駁船上採取可燃性頁岩的試样	(38)
用汽車与礦車运送的粗塊物料的取样	(38)
粉狀松散物料的取样	(39)
火車車廂中取样	(39)
汽車中取样	(41)
槽子中取样	(41)
袋子、大桶与圓筒中取样	(42)
水分的取样	(48)
流动物料的取样	(50)
縱截面法	(50)
橫截面法	(52)
流动的干燥物料的取样法	(54)
人工取样	(54)
干物料的自动取样	(54)
从流动的物流中取样	(69)
連續操作的取样厂和取样設備	(70)
第二章 固体物料試样的加工	(77)
試样加工的理论基礎	(76)
試样最小重量的确定	(77)
試样的破碎和縮分的方法	(91)
試样的驗收和干燥	(92)
試样的破碎	(92)
混勻	(101)
[环錐] 法	(101)
滾移法	(103)
过篩法	(104)
机械混勻	(104)
試样的縮分	(104)
四分法	(105)
用溝槽式分样器縮分	(106)
机械縮分	(112)

少量試樣的縮分器.....	(113)
篩分分析和沉澱分析.....	(114)
篩分分析.....	(118)
非标准的實驗室用篩.....	(118)
标准篩及其篩系.....	(118)
進行篩分分析的方法.....	(127)
篩分分析結果的處理.....	(133)
濕式篩分分析法.....	(137)
礦漿快速篩分分析法.....	(139)
沉澱分析.....	(141)
淘析法.....	(144)
第三章 半流体物料的取樣	(153)
人工取樣.....	(153)
自動取樣.....	(155)
位置固定的半流体物料的確取樣.....	(165)
糊狀物料的確取樣.....	(165)
半流体物料試樣的加工.....	(182)
縮分.....	(182)
脫水.....	(183)
干燥.....	(185)
第四章 貯液器中液体的取樣	(188)
均質液体的取樣.....	(192)
分層液体的取樣.....	(198)
盛於小容積水池、儲器和容器中液体取樣用的取樣器.....	(207)
流动液体的取樣.....	(209)
熔融液体物料的確取樣.....	(213)
第五章 安全技术概論	(214)
第六章 組織問語	(217)
人名对照表.....	(223)
中俄名詞对照表.....	(224)
机关名称对照表.....	(232)

第一章 松散物料与模錠的取样

試样的分类

有用礦物与化学加工产品的取样，是为了各种不同目的而進行的。按照試样的用途，可將其分成下列各类。

礦物試样 在礦床勘探以及开採时，根据試样的礦物分析，研究礦床在傾斜方向和走向的有用礦物成因及礦化的特点。这些分析的数据，可以帮助校正探查工作与採礦准备工作，以及开拓礦床时的回採工作。

在礦物原料加工时，進行試样的礦物研究，可以得出有用礦物結構的特点和組成，以及礦物組份締結的特性与它們相互伴生的特性、結晶的粒度或浸染性。根据这些数据，工藝家和研究者們就可拟定可能的加工流程、原料的綜合利用与所需磨碎的細度。

礦物試样分为定性的与定量的。

定性的礦物試样不是代表被取样礦物平均物質組成的試样。这种試样最好称之为礦物标本，它應該能反映出有用礦物的質的組成、構造的（礦物組份的空間分布）与結構的特征（礦物包裹体的大小和形狀）。

苏联学者B.A.格拉茲科夫斯基与B.B.道里沃一道布罗沃尼斯基建議按有用礦物的可选性程度來分类。这种分类法，是根据礦物的組成与礦石結構的特征，並且在一定程度上，根据有用礦物的礦物組成及結構無需進行工藝試驗就能拟定出加工方法。这种礦物原料加工方法的預計是合理的並且是有發展前途的。它大为減少了有用礦物工藝試驗的昂貴費用和繁重劳动。

定量的礦物分析，對於化学加工和选礦的成品、半成品与原料的研究及檢查最为有用。在顯微鏡下观察磨好的原料，可以确定礦物組份暴露的（裸露的）程度，这种暴露的程度是不能用任

何其他方法來確定的。在顯微鏡下研究選礦與化學加工產品的光片，同時可以確定出它們被有害雜質混雜的程度，及加工時有益組份損失的原因。這種定量的礦物分析，可以大約的確定有益組份的品位，從而可以確定出它們在精礦中的採收率。

化學試樣 化學試樣是為了確定有用礦物、化學加工及選礦產品等的化學組成而採取的。既然化學試樣是供確定足以標誌被取樣物料是否有利用可能性的有益組份和有害雜質的含量之用，故此類試樣應確切地遵循取樣規則和指示，特別細致地採取。

化學取樣在所有各種取樣中是最困難與最重要的，並且要求有最大的準確度。十分精密地確定出化學成分的困難在於：第一，試樣在採取和加工時需要達到高度的總縮分比，約為100000—10000000；第二，被測定的組份在總物料中分佈得不均勻，其含量為百分之几。顯然地，在試樣採取和加工時，若容許有很小的不精確情況，都會完全歪曲了取樣的結果。

工藝試樣 工藝試樣系供研究礦物原料或其他產品之用，目的在於確定原料加工的工藝流程，並查明廢料再作加工原料的可能性。為了經濟地和綜合地利用原料，並使產品在成本最低的情況下尽可能地達到較高的技術指標，則對原料的物質組成及其加工的工藝條件需要進行詳細的研究。此等研究的結果闡明：第一，原料綜合利用的可能性，亦即將該有用礦物或其他原料分制成許多產物的可能性；第二，可以獲得什麼樣的工藝指標；第三，該原料用什麼樣的加工工藝流程。在制定企業設計時，要利用工藝試樣處理後所得的數據。無疑地，用於進行該項研究的試樣，應能代表該原料的平均物質組成。

確定水分含量的試樣 固體物質中的濕度或水分的含量具有雙重意義。第一，產品和原料的質與量，通常是根據假定它們是乾燥的來確定；因而，用戶與售者之間的結算，以及物料平衡的編制，必須要確定產品的濕度，因為產品的重量是和水分在一起測定的。第二，某些類型原料的加工工藝，到達一定的階段要在預先規定的水分含量或預先規定的溶液濃度下進行。例如，礦物

原料在一定濃度的溶劑和一定密度的礦漿中溶解的作業。產品脫水作業（濃縮、過濾與干燥）的終了，要由系統的檢查固體物質中水分含量來決定。在所有的這些情況下，是從被取樣物料中選取試樣，並將之進行分析以確定其濕度。

篩分分析與沉積分析試樣 篩分分析與沉積分析是確定松散物料粒度組成的一種大量的方法。它們在工業上的應用極為廣泛。某些類型商品（翻砂用的砂子、水泥、煤炭、石鹽、礦物肥料等）都應符合一定的粒度組成特性的要求。破碎研磨與分級機械的工作，均需根據篩分分析的數據進行檢查。粒度組成特性在選礦中、在礦物原料的化學工藝上與冶金作業上，都具有極其重要的作用。當被選分的物料粉碎到一定細度時，進行選分是最有效的。被採收的組份溶解速度，亦隨着充分粉碎細度的增加而加快。為了確定產品的粉碎比，需要採取專門的試樣，並將其進行篩分分析與沉積分析。

需要取樣物料的特性

需要取樣的固體產品，可以分成下列二類。

1. 塊狀的和松散的物料。

a) 粗塊物料；

6) 磨細的松散物料。

2. 模錠。

應當指出，所有第一類的固體產品，可以處於靜止的或移動的狀態中（移動着的松散的和塊狀的物料流）。從移動着的物料流中選取的試樣，是具有較大的精確性的。

屬於 1a 類的物料有：從礦床採出的礦物原料，破碎的天然石塊，篩分和分級的產品，焙燒和煉焦的產品以及粗碎的產品等。由於作業的複雜性和選取較大重量平均試樣的必要性，這類物料的取樣，是有一定的困難的。通常從粗塊的物料堆中，或從流動的物料流中選取的試樣，要比從磨細的同種物料中選取的試樣較不準確。因此，若是有可能在磨細狀態下選取物料時，經常

应在粉碎之后採取試样。例如，对含磷礦石的取样，不是在它由礦山送入工厂时採取，而是应当在碾碎之后進行；也恰恰是一样，含砷礦石的取样应在粉碎之后，而在送去选分之前進行。甚至按照技術条件而言，应当对送入工厂的礦石進行每日的取样，那么当礦山和选礦厂或化学厂之間進行月終結算时，应当採用厂方取样的数据作为被确定成分的真實含量。

屬於 16 类的磨細了的松散物料的取样，不会發生粗塊物料取样时所遇到的困难；在此情況下，平均試样的組成十分接近於被取样物料的平均組成。磨細的物料有：供选分和化学加工的已粉碎的有用礦物；中間產物与最終產物，成品（精礦）；选礦厂和化学厂的廢料（尾礦）；供陶瓷制造和建筑使用的从採石場採出的砂石和粘土；化学制品等。

位置固定的松散物料的取样原則

从位置固定的松散物料中选取十分可靠的試样，是一种繁雜而复杂的作業。苏联的許多研究者們曾以各种有用礦物進行过一些系統的試驗，其目的在於确定各个因素影响位置固定的物料取样精确性的程度。研究的結果，找出了取样方法的一般原則，它們對於一切类型的礦物原料及其加工產品都是適用的。这些原則首先可以用來研究裝於煤車中之煤的取样方法。

細碎商品煤（粒度小於 76 公厘）實質上是煤和無用雜質的均匀混合物。当对放在卸料場（貨車）中的物質進行取样时，每批的平均試样是由各处选取的規定数目的部分試样（小样）所組成的。顯然地，在該种粒度时，小样（部分試样）的份数決定於煤質的均匀程度。假設一批煤是裝於 100 个火車車廂中。当从每个車廂中精确地选取煤样时，确定出試样中的灰分含量在 10—20% 範圍內；在全批煤中的灰分平均含量为 15%。当自全批煤中选取試样时，为了求得平均誤差，应將从每个車廂中所取試样中的灰分含量的絕對誤差相加起來，並將总和除以車数（在此例中除以 100）：

$$a_{\text{ep}} = \frac{(m - a_1) + (m - a_2) \cdots + (m - a_n)}{n} \quad (2)$$

式中 a_{ep} ——平均誤差；

m ——全批煤樣中灰分的平均百分數含量，以算術平均
求出：

$$m = \frac{m_1 + m_2 + m_3 \cdots + m_n}{n}$$

$a_1, a_2, \dots, a_n$ ——各个車廂中灰分的百分數含量；

n ——全批的車廂數。

顯然地，这个平均誤差 a_{ep} ，可以表征被取樣物料（此處是煤）不均勻性的程度，這可由下例中很清楚地看出。

从兩批品質不同的煤中取出測定灰分含量的試樣。試樣灰分含量的分析數據列於表 1。

表 1

煤中灰分含量平均誤差的計算

第 一 批			第 二 批		
試樣號數	灰分含量 (%)	對平均含量的誤差	試樣號數	灰分含量 (%)	對平均含量的誤差
1	3.5	0.46	1	2.1	1.64
2	2.3	0.74	2	3.5	0.24
3	2.0	1.04	3	4.0	0.26
4	3.7	0.66	4	2.8	0.94
5	3.8	0.76	5	3.9	0.16
6	2.1	0.94	6	2.9	0.84
7	3.5	0.46	7	5.5	1.76
8	3.6	0.56	8	6.2	2.46
9	3.7	0.66	9	2.4	1.34
10	2.2	0.84	10	4.1	0.36
總 計	30.4	7.12		37.4	10.02

$$\text{平均値} \frac{30.4}{10} = 3.04; \quad \frac{7.12}{10} = 0.712; \quad \frac{37.4}{10} = 3.74; \quad \frac{10}{10} = 1$$

由表 1 看出，第二批煤的灰分含量沒第一批的均匀。在第二批中对平均含量的最大绝对误差（第 8 号试样）为：

$$6.2 - 3.74 = 2.46\%$$

或者，当平均误差为 1.0% 时，其最大相对误差为：

$$\frac{2.46}{3.74} \times 100 = 66\%$$

第一批煤的特点不僅是灰分含量較少，而且全部煤中灰分的分布亦較均匀。实际上，对灰分平均含量的最大绝对误差为：

$$3.04 - 2 = 1.04\%$$

或者，当平均误差为 0.71% 时，其最大相对误差为：

$$\frac{1.04}{3.04} \times 100 = 34.2\%$$

事实上，不均匀性愈大，則小样中灰份含量对平均含量所發生的误差便愈大；因而平均误差亦愈大。

試驗証明，当小样的重量一定时；平均误差随着灰分的增加而增大，但随礦塊尺寸的減小而減少。所以从磨細的物料中採取试样常常是比較有利的。

小样的重量亦影响平均误差之值，但比所測定的成分含量之影响程度要小的多。这可由用煤進行試驗的数据所証实（表 2）。

表 2

小样重量对平均误差值的影响

小 样 重 量 (公斤)	含 量 (%)						平均误差	
	平 均 值		最 大 值		最 小 值		(%)	
	灰分	硫	灰分	硫	灰分	硫	灰分	硫
4.5	3.74	1.02	6.47	1.46	1.25	0.67	1.21	0.19
11.7	4.10	1.04	7.20	1.87	2.17	0.74	0.95	0.17

由表 2 可以看出，当煤样重量由 4.5 公斤增至 11.7 公斤，

① 《固体燃料試驗方法標準化》集編，苏联标准出版社（Стандартиздат），1936。