

金属矿床取样

阿尔波夫 著

地质出版社

1956·北京

М. Н. Альбов

Опробование рудных месторождений

при разведке и эксплуатации

Металлургиздат—1952

本 主要叙述在普查、勘探和开采时对黑色金属、有色金属、稀有金属、贵金属等的金属矿床及砂矿进行取样的方法和技術，同时也談到已采到地表的矿石的取样方法。此外，还論及到处理取样資料与查明矿床金属性的基本知識。

本書是地質勘探工作者、礦山工程師和技術員的实际参考書，也可作为地質專業大學生們的讀物。

本書由李世雄、曲天佑譯，么恩錄、李人賓校，全書并經李文达校閱。

金屬矿床取样

著 者 阿 尔 波 夫

譯 者 李 世 雄 等

出版者 地 質 出 版 社

北京宣武門外永光寺西街3号

北京市書刊出版業營業許可證出字第零伍零号

發行者 新 華 書 店

印刷者 地 質 印 刷 厂

北京廣安門內教子胡同甲12号

編譯：吳樹仁 技術編譯：石 志 校對：馬志正

印数(京)1—5,300册 1956年10月北京第1版

字数190,000字 1956年10月第1次印刷

定价(10)1.50元 印張8¹³/₂₅

开本31"×43"¹/₂

目 錄

前言.....	8
序言.....	9
第一節 取样的任务、种类和方法.....	9
第二節 苏联科学在取样方法及理論發展上的地位.....	12

第一篇 地質普查工作中的取样

第一章 重砂測量

第一節 杓盤取样.....	15
第二節 重砂样品的采取.....	17
第三節 重砂样品的处理.....	19
第四節 重砂測量的編錄.....	23

第二章 金屬量測量

第一節 金屬量測量的方法.....	23
第二節 金屬量測量的实例.....	26

第三章 普查时砂礦及礦石的取样

第一節 砂礦的普查取样.....	27
第二節 礦石天然露头及礦石碎塊中的取样.....	28
第三節 地質普查隊中取样工作的組織.....	30

第二篇 勘探和开采时砂礦取样

第四章 鑽孔取样

第一節 手动冲击迴轉鑽探.....	31
第二節 机械冲击鑽探.....	35
第三節 重砂中貴重礦物的提取.....	36
第四節 測定样品中和全鑽孔中貴重礦物的品位.....	37

第五章 坑道取样

第一節 探井取样和样品加工.....	39
--------------------	----

第二節 地下坑道的取样·····	44
第三節 采掘工作面的取样·····	48
第四節 含金屬砂样的机械分析和貴重礦物的篩分·····	51
第五節 砂礦床取样的工作組織·····	54

第三篇 勘探和开采时金屬礦床的取样

第六章 岩心鑽探取样

第一節 岩心取样·····	57
第二節 鑽泥和岩粉的取样·····	60
第三節 坑內岩心鑽探取样·····	63
第四節 以坑道取样校正鑽孔取样的結果·····	64

第七章 手动及机械冲击鑽探的取样

第一節 手动鑽探时的取样·····	65
第二節 机械冲击鑽探的取样·····	66

第八章 坑道的化学分析取样

第一節 揀塊法·····	69
第二節 方格法和攪取法·····	69
第三節 刻槽法·····	71
第四節 打眼法·····	78
第五節 应用深尺鑽眼進行取样和勘探·····	83
第六節 剝層法·····	84
第七節 决定取样方法选择的因素·····	84
第八節 选择取样方法的实验工作·····	86
第九節 掌子样品間的距离·····	87
第十節 分析用样品的合併·····	89
第十一節 綜合取样法·····	91
第十二節 样品的包裝和运送·····	92
第十三節 化驗室工作的檢查及化学分析的精确度·····	93

第九章 坑道中的全巷取样法

第一節 全巷取样法的特点·····	95
第二節 碎礦場中金礦石的取样及样品的加工·····	96

第三節	稀有金屬礦的取樣及樣品的加工	99
第四節	漂礫鐵礦的取樣	100
第五節	含金屬礫岩的取樣	101
第六節	全巷取樣的組織和編錄	102

第十章 已采礦石的取樣

第一節	礦山礦石堆中及選礦場中礦石的取樣	104
第二節	商品礦石的取樣	105
第三節	開采時礦石損失及其貧化的計算	108
第四節	選礦場中的礦石取樣	112

第十一章 礦石物理性質的測定

第一節	礦石體重的測定	114
第二節	礦石濕度的測定	118
第三節	礦石孔隙度的測定	119
第四節	礦石和岩石松散系数的測定	120
第五節	采出的礦石與含金屬砂的機械分析	121
第六節	礦石其他物理性質的測定	122

第十二章 礦石的礦物取樣

第一節	重力法	123
第二節	根據礦石類型的礦物取樣	125
第三節	礦物取樣的其他方法	127

第十三章 技術取樣

第一節	技術取樣的任務	128
第二節	礦石之技術加工性質與礦石構造、大小及礦物包體頻率間的相互關係	129
第三節	技術樣品的採取和編錄原則	132

第十四章 化學分析樣品的加工

第一節	樣品加工操作	134
第二節	樣品的破碎	134
第三節	過篩及篩分	140

第四節	樣品的拌勻及縮減	142
第五節	決定樣品可靠重量的主要因素	146
第六節	製成特定律	149
第七節	樣品加工的程序和組織	153

第十五章 主要成因类型之金屬礦床鑿子取样的特点及其实例

第一節	接触交代类型的鉄礦床	156
第二節	沉積类型的鉄礦床	157
第三節	變質类型的鉄礦床	157
第四節	表生类型的風化壳鉄礦床	158
第五節	沉積类型的錳礦床	160
第六節	鉻鉄礦床	161
第七節	含銅黃鉄礦床	161
第八節	多金屬礦床	163
第九節	鎳礦床	164
第十節	鋁土礦	165
第十一節	脉狀熱液金礦	168
第十二節	稀有金屬礦床	170
第十三節	含鉍礫岩礦床	172

第四篇 取样結果的处理

第十六章 取样的地質和技術編錄

第一節	样品采取及加工时的原始編錄	174
第二節	样品分析的最終編錄	177
第三節	礦床取样工作的設計	180

第十七章 平均指标的确定

第一節	鑿子金屬平均品位的确定	183
第二節	按沿脉坑道和水平層确定平均厚度及平均品位	184
第三節	根据岩心鑽探时岩心及岩泥分析結果計算金屬平均品位	188
第四節	特高金屬品位样品的計算	190

第十八章 运用变化系数統計方法整理取样資料

第一節	礦床中金屬品位变化曲綫的特点	192
-----	----------------	-----

第二節	变化系数的确定及其实际意义	194
第三節	各組份間对比关系的确定	196

第十九章 平面圖及剖面圖上金屬品位的几何制圖

第一節	富礦体及其等值綫几何制圖法	199
第二節	單独样品及組合样品的代表性。組合样品的編組方法	201
第三節	金屬礦化强度的指数	202
第四節	在坑道的开拓区及开采区範圍之外的富礦体的推断	204
附錄	取样工作保安規程	206
	参考文献	210

前 言

本書第一版在 1943 年由冶金工業出版社出版。本書是根據作者在烏拉爾許多礦山上收集起來的地質勘探工作的實際資料以及在斯維爾德洛夫斯克礦業學院講授“勘探工作方法”課程的經驗及利用有關此類問題的現有文獻編成的。

根據作者的工作經驗與很多專家的意見和希望，本書第二版作了很大修改和補充。然而在此書中作者也不可能將所有的取樣問題都包括在內。自然，作者對自己在實際工作中所遇到的問題在這裡作了詳盡的和具體的論述。某些問題，尤其是此書第四篇中反映了作者個人的看法，因而要求進一步研討。所以作者將以感激的心情接受礦山地質工作者對此書一切缺點的任何意見。

本書在著作過程中承蒙“烏拉爾礦山”公司地質總工程師洛基諾夫斯基、地質礦物學博士格拉茲科夫斯基和馬拉霍夫、地質礦物學碩士特里弗諾夫以及全蘇礦業科學技術協會烏拉爾分會礦業地質部門給予實際意見和寶貴指教，作者表示衷心感謝。

烏拉爾國立高爾基大學阿爾波夫教授。

“尋找礦石而不取樣，既無意味，且不可靠”。

羅蒙諾索夫（“地層論”1763年）

序 言

第一節 取樣的任務、種類和方法

礦產取樣是地質勘探和礦山開采工作極重要的階段。取樣的定義是採取礦石或岩石的一小部分，使其質量符合於所研究的或開采的毛礦的平均成分的過程。毛礦可以是天然露頭上、露天的或地下的坑道掌子面上以及鑽孔中的礦塊，或者是在開采時鑿下來的礦石或岩石。

取樣除了取得樣品以外，通常還包括這樣的過程——樣品處理。樣品的處理主要是把樣品在規定的條件下進行碾碎並加以縮減，必須使原始的和最後的樣品的平均成分嚴格地相符合。

所取樣品物質成分的資料可用來指導找礦勘探工作，確定礦床的工業價值或在國民經濟中的意義，並調整礦山開采工作等。

取樣對於金屬品位接近於工業最低品位的礦體有着特別意義。錯誤地估計金屬的平均品位的結果就會把礦體的儲量或其部分儲量列入非工業儲量中。如果礦體形狀複雜，外形與圍岩很難分辨以及礦石中金屬品位逐漸貧化，礦石不明顯地過渡為礦化圍岩，那末，要確定開采的界限时，取樣的作用就很大。

取樣資料可用來確定礦體內的富礦體（столбы）和非可采區段的空間位置，這對於指導礦山開采工作是非常重要的。把掌子中礦石取樣的結果與采出的礦石物質取樣的結果相比較，就可作為確定開采中礦石的損失和貧化的基礎。這就可以檢查回采工作的正確性。選礦場或冶煉廠和礦山間的營業合同是根據對所開采的礦物原料的系統取樣而簽訂的。

根據不同的目的，取樣可分為以下幾種：

礦物取樣 這種取樣是一種全面地估計礦物原料質量的方法，從發現地表上礦體露頭或用坑道或鑽孔穿透礦體時起就要開始這種取

样。从礦石标本的外表、礦物成分和物理性質上，地質工作者和采礦工作者可以确定礦石的質量，而在很多的情況下，可确定所研究的礦石标本中有用礦物或組份的可靠的定量含量。

完全以利用各种金屬礦物的物理特性、有时也以利用它們的化学成分为基础的取样，都可以叫做礦物取样。这种取样在地質普查工作中，以及对坑道掌子作肉眼評價时都有重要意义。最后，它是技術取样的开始階段。

化学取样 这是一种最重要的取样方法，在一切需要确定礦石或圍岩的化学成分的場合下都要应用。用化学分析方法或确定礦石的全化学成分，或确定礦石中有用和有害組份的百分含量。据此往往可以确定礦体的可采范围，并可以計算儲量。所采礦石的化学取样可作为开采中礦石損失和貧化的經常性計算的根据，也可作为礦山和工厂之間的營業計算的根据。

全巷取样 在有些礦床上，貴重礦物在礦体中分布得很不均匀，以致用化学取样來确定它們的品位不能令人滿意。例如，所有貴金屬和稀有金屬的砂礦床以及烏拉尔型的鉑礦床就是这样的礦床。

全巷取样是采取若干立方公尺的全巷样品，全巷样品的体積与坑道的整个断面和一小段長度的体積或該体積的一部分相当。全巷样品的处理用普通选礦方法進行，將貴重礦物选出并加以称量（例如含金砂的淘洗）。

技術取样 除了研究礦石的化学成分和确定礦產的儲量外，地質工作者常常要从整个礦床或礦床的某些地段采取技術样品。根据技術样品研究礦石的物理和技術加工性質，以便选择最适宜的选礦方法。技術取样的問題在本書中不特別加以敘述，只在敘述化学取样法时才提到。

任何取样过程按時間的先后可分为如下三个階段：

- (1) 采取样品；
- (2) 处理样品；
- (3) 分析或研究样品。

采取样品乃是整个取样过程中最初的也是最重要的階段，取样工

作中絕大部分的錯誤都与这个階段有关。礦石的礦物成分及其組織（結構）、礦石的天然类型和工業品級極不相同，而且采样的条件也不同，所以采样的方法也随之而異，这点从下面的分类中可以看出。

采 样 方 法 分 类

1. 从礦体上采样的方法：

- | | | |
|----------------------------|---|---------|
| (1) 塊采法 | } | 从掌子壁上采取 |
| (2) 方格法 | | |
| (3) 刻槽法 | | |
| (4) 剝層法 | | |
| (5) 打眼法 | | |
| (6) 全巷法 | | |
| (7) 岩心鑽進时的岩心采样法 | | |
| (8) 岩心鑽進的岩粉或冲击鋼繩鑽進时的岩泥采样法。 | | |

2. 从开采下來的礦石上采样的方法：

- | | | |
|--------------------------|---|------------------------|
| (1) 塊采法 | } | 从掌子面的礦堆中及从廢石堆、礦堆、礦車中采取 |
| (2) 方格法 | | |
| (3) 手檢法 | | |
| (4) 刻槽法 | | |
| (5) 剝層法 | | |
| (6) 全巷法 | | |
| (7) 供选礦用的破碎干礦石采样法。 | | |
| (8) 在湿选过程中的礦漿、精礦和尾礦的采样法。 | | |

許多采样法彼此間是明顯地过渡的。如在掌子壁上不是鑿一塊，而是三五塊为一份样品时，可認為是塊采法向方格法的过渡。从掌子上按一直綫采集礦塊的方法可認為是点綫刻槽法或者是方格法向刻槽法的过渡。在掌子上作几个寬而平行的或相互交錯的刻槽，可看作是刻槽法向剝層法的过渡；最后，取几个彼此間隔很近的剝層样品可看作是剝層法向全巷法的过渡。

处理样品的方法比較統一。它就是根据样品处理的規則，按照一

定的程序將原始样品逐步碾碎并縮減到供分析用的最后重量。

处理好的样品絕大部分是在化驗室由化学分析專門人員來分析，故在本書中不作討論。

第二節 苏联科学在取样方法及理論發展上的地位

取样和整个的地質科学一样，也是由于礦業發展的实际需要而發展起來的。还在很古的时候，与礦業工作經驗積累的同时，也積累了取样的实际原則。在很多老礦区，还可以找到旧礦山的遺跡。在烏拉尔、高加索、阿尔泰、外貝加尔、中亞細亞等礦区，找到了石头的、青銅的、銅制的楔子、鑿子、小錘子、皮桶和皮袋以及坍塌的碎塊、熔礦爐和礦渣等，这完全可以証明古时的礦工和探礦者在取样及實驗样品中的金屬品位方面已經有了丰富而实际的經驗。

还是十五—十六世紀在莫斯科政府給“找礦工作”使者的指示中有：“在找到礦石的地方進行挖掘而且試驗这些礦石”的話。例如給1643年从雅庫茨克到澤雅和石勒卡的瓦西里·波雅尔科夫有这样的指示：“熔化一定量的含銀礦石，应記下得到多少銀礦”。1696年有指令責成到涅尔琴斯克边区去的探礦者“取兩三磅的礦石标本，由这些标本中得到些什么东西，从多少磅标本中得出多少銀子和其他东西，將这些所有的材料填寫好裝入小袋中，送到托姆斯克交給瓦西里·尔热夫斯基市長，他应將上述結果、純銀及好礦石派專人迅速送到莫斯科西伯利亞管理部門。”

1700年彼得大帝第一成立了“采礦部”，向各地發出了关于勘探及取样的詳細規程。在彼得大帝第一的私人筆記中寫着許多有关試金工作和“各种礦石常識”的意見。例如，他記載的使用淘洗盤淘洗样品的規則：“將所有的礦石先碾碎，再放入盤中，注水并向一端搖動沖洗，以便使礦石沉到盤底，使泥土隨水流去，再將剩下的物質弄干。”

彼得大帝时代卓越的活动家塔齐舍夫1721年在烏拉尔創办了礦業学校，在其所講授的課程中就有“实用的礦石常識”。顯然当时烏拉尔礦業学校就培养了許多优秀的取样和試金的專門人材到远离烏拉尔的地方去工作。1725年在別林格和奇利科夫所領導的第一个堪察加勘

察隊的成員中就有由烏拉爾礦山工廠派來的兩三名“找礦和採樣的科學人員，他們攜帶必需的工具和物質，以便在找到富金屬或富礦物的地方，能及時地用大量樣品證明實際結果”〔1〕。

1738 — 1739 年在烏拉爾布拉戈達特山勘探時，進行了真正的技術採樣，從按規則的勘探網所打的淺井中取體積為 1 立方俄丈的鐵礦樣品，然後將樣品過秤並送到煉鐵爐去作試驗，以便確定每個樣品中到底得到多少生鐵和鐵。

科學院院士羅蒙諾索夫 1763 年發表的傑出著作“礦業或冶金의 初步基礎”一書，乃是第一本關於礦石取樣和試驗的教科書〔2〕。書中詳細地敘述礦中金的取樣過程，此書廣泛地為當時烏拉爾和阿爾泰工廠所採用。

1750 — 1763 年羅蒙諾索夫搜集了許多偶然發現的礦石和礦物，並試驗其中銅、銀和金的含量。

1814 年烏拉爾一個礦長列夫·布魯斯尼岑用河流沖積物的樣品有效地證明了烏拉爾砂礦中金的可採品位，這比加利福尼亞和澳大利亞砂礦的發現早數十年。

二十世紀初俄國出版了採礦工程師列烏托夫斯基和科爾祖欣關於礦床勘探和取樣的書籍，書中詳細地敘述關於鑿子取樣的實際問題。

關於我國礦石取樣和試驗的實際知識完全是從西歐或美國得來的這種說法，必須堅決拋棄。

從十五世紀以來曾邀請過外國探礦者來莫斯科的眾人皆知的事實僅是證明，俄國人民很早就願意接受外國探礦專家的有益建議。

可是，外國人任何時候也沒有在俄羅斯土地上對礦業和地質的發展起過決定性的作用。

蘇聯技術史研究者（達尼列夫斯基教授等）研究過烏拉爾和阿爾泰的檔案材料，發現從俄國人民中間出現過許多卓越的探礦者和冶煉者。

1920 年契却特教授在彼得格勒礦業學院講授過礦石的取樣和試驗的課程，在此課程中他第一次建議用方便的經驗公式來表示樣品重量和樣品塊度之間的關係，這就是我們所熟知的契却特公式，它在礦業

中已被广泛采用〔3〕。

在取样成为一门科学的发展过程中，列宁格勒矿业学院特鲁什科夫教授有着很大的功绩，他从1918年便开始讲授，而在1934年发表关于金属矿床取样和估价指南的著作〔4〕。

1932年格拉兹科夫斯基第一次研究了技术取样问题〔5〕。在国外直到最近还没有一本关于技术取样的著作。这样，无疑地苏联科学家是技术采样科学的首创者。

从1930年起，苏联很多地质工作者对于取样及许多勘探队和矿山的实际经验的总结，进行了广泛的实验研究。

这些实验工作使很多厂矿采用了较方便而且较经济的取样方法，大大地简化了样品处理过程，并有根据地把采矿坑道中样品的数量加以缩减。

1947年出版了地质矿物科学博士波查里斯基的“有色金属及金矿床的取样”一书〔6〕。

在国外还没有这样的取样书籍。

目前关于矿床取样的大部分科学著作都属于苏联科学家们的，他们在取样的科学原理的研究上占着世界矿山地质文献的主要地位。取样资料的整理对解决富矿体分布的重要问题及在说明许多矿床成因方面都有着非常重要的意义。

第一篇 地質普查工作中的取样

第一章 重砂測量

第一節 杓盤取样

地表上有天然露头的（或埋藏不太深的）金屬礦床，往往在母岩的殘積層及坡積層中有金屬礦物或有用元素的分散量。

分散量是指有用礦物或元素在坡積層和在礦床之上的殘積層中的高度富集，离礦床愈远，其富集程度便逐漸降低。在流水和潛水的作用下，重的礦物由于重力的影响沿着斜坡和沿小河的上游向下搬运，这就是砂礦床的起源。

用大量定性取样求得在冲積層、坡積層及殘積層中金屬礦物品位，并將其結果填在地形圖或地質圖上，是尋找金屬礦床的重要方法。根据这种取样可以研究分散量的范围，并把普查引向最富集的地方，以接近原生礦床的露头。

在疏松岩石中重礦物是否存在，可用杓样或盤样來确定。淘洗这种样品可得到重礦物的重砂（精礦）。

用大量重砂取样來尋找金屬礦床的方法叫做重砂找礦法或重砂測量法。重砂測量法在我國尋找金、鉑及稀有金屬原生礦床时，尤其是在原生岩露头不好的区域，得到广泛的应用。

用水淘洗疏松的冲積物或原生岩的殘積物时所獲得的重礦物及在氧化帶穩定的礦物的精礦称之为重砂。由破碎的礦石或岩石中所獲得的重礦物精礦亦称之为重砂（有时叫人工重砂）。

为了从疏松的或破碎的岩石和礦石中取得重砂，广泛地利用鉄杓或木盤，而这种采取重砂的过程就叫做杓盤取样法。

用來舀水的鉄制（亞細亞式）杓子，是采取重砂样品很方便的工具。它的直徑是 30—35 公分，深 10—12 公分。杓必須用黑色屋面鉄制造，底部要有圓緣。使用前，必須在柴火堆上或煅冶爐中將杓

子燒一燒，以便除掉一切油跡，燒后，在黑色的杓底上能看出甚至最小的金粒。為了工作方便起見，在杓上可安一個短木柄（圖 1）。

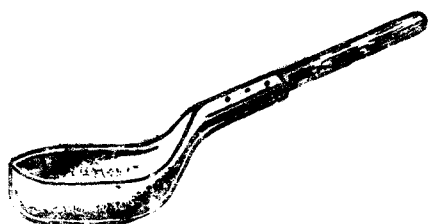


圖 1. 取样杓

在杓內處理樣品分兩個階段：粗淘和細淘。粗淘

時，將盛有疏松岩石的杓子沉入水中。沿杓柄方向用力來回搖動杓子，并使杓軸保持平行狀態作迴轉運動。這樣杓內物質便大量縮減。

樣品內的泥質部分成為泥漿隨水流去，較大的碎屑或石子也隨水潑出杓外，重礦物和金屬礦物的顆粒沉到杓底，成為重砂聚積起來。

當到杓底上不多的剩餘物中重礦物的重砂（精礦）明顯地占絕大多數時，粗淘階段才告結束。然後着手細淘工作。在杓內留下的是少量淨水。

用兩手握杓，謹慎地使杓來回運動。這時杓內的水流力量將杓底上的重砂礦物按比重分開。

自然金或鉑很容易從所有重砂礦物中分出，它們在黑色的杓底上顯出清楚可見的金屬光澤。

有時根據杓內重砂的顏色可以判斷主要的金屬礦物。

以磁鐵礦為主的重砂是黑色的，常稱之為黑砂。以其他礦物為主的重砂是灰色的（灰色重砂）。重晶石和白鎢礦成白色重砂。獨居石成淺黃色重砂，柘榴石成淺紅色重砂，辰砂成鮮紅色重砂。

有經驗的採樣工處理一個杓樣不超過五分鐘。

所有的地質工作者都應當掌握處理杓樣的技術。作為實驗，可在普通河砂中加入少許紅銅碎屑來進行淘洗。

細淘后，將重砂在杓底上烘干，在專制的鐵鏟內烘干更好，然後將干燥的重砂裝入紙袋中。

在西伯利亞大部分用木盤或鐵盤代替杓（圖 2）。使用在洗盤面上有槽紋的木盤（圖 3）能比一般木盤提高重砂礦物的獲得量（索洛多夫尼科夫，1939年）〔7〕。普通圓邊盆子可用來代替杓或盤，以淘

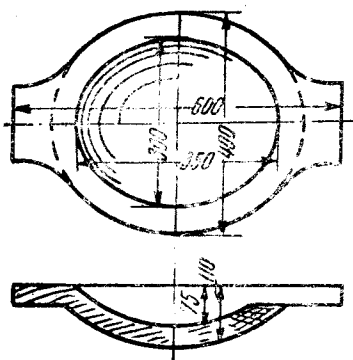


圖 2. 西伯利亞式的淘洗盤
洗砂子。

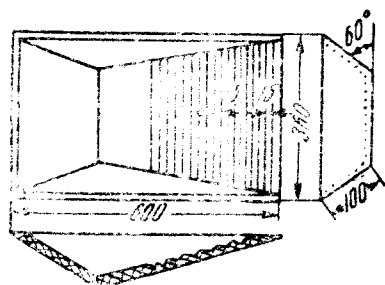


圖 3. 洗盤面上有槽紋的淘洗盤

冷天和冬天淘洗杓样或盤样必須使用盛有温水的特制盆子。这种最簡單的盆子是用四塊寬20—25公分的厚木板做成的。釘上鉄皮做盆底。用石头把盆子支起來，底下用小火燒，以使盆內水的温度增高。

第二節 重砂样品的采取

小比例尺区域地質測量，一定要采取重砂。只有用重砂測量作为地質制圖的輔助方法，区域的含金屬性才能准确地确定。重砂样品網的密度决定于測量的比例尺。

表 1 說明在不同比例尺的圖上，重砂取样網的大約密度〔8〕。

地質測量时重砂取样網的密度

表 1

圖 的 比 例 尺	在 100 平方公里內重砂样品的數量	
	最 少	最 多
1 : 500,000	1	4
1 : 200,000	6	24
1 : 100,000	25	100
1 : 50,000	100	500
1 : 10,000	1200	2500
1 : 2,000	5000	5000以上