

苏联全苏矿物原料研究所编

地质勘探方法手册

第六册

钼 钨 锡 铋 锑 汞

地质出版社

1959·北京

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ,
ИНСТИТУТ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ(ВИМС)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ПРОИЗВОДСТВУ
ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНЫХ
РАБОТ

ВЫП. VI
РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ
МОЛИБДЕНА, ВОЛЬФРАМА, ОЛОВА,
ВИСМУТА, СУРЬМЫ И РТУТИ

Госгеолтехиздат
Москва—1957

地质勘探方法手册 第六册
鉬 鎢 鉛 銻 銻 汞

編 者	苏联全苏矿物原料研究所
譯 者	房立民 邵时雄
出版者	地质出版社
	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050号
发行者	新华书店
印刷者	地质出版社印刷厂
	北京安定門外六鋪炕40号

印数(京)1—3800册	1959年10月北京第1版
开本31°×43°1/2	1959年10月第1次印刷
字数 106,000	印张4 3/4
定价(10) 0.62元	

原編委會的話

“地質勘探方法手冊”是根據蘇聯地質保礦部指定的任務而編寫的。

本手冊系按照統一結構編制，分冊出版，每冊包括一個礦種或一組礦種，共出12冊。為了應用方便，編委會在分冊中重複了一些共同性的內容。

手冊中綜合了蘇聯近年來勘探各種礦產的大量實際材料，總結了豐富的經驗。此外，某些問題是以較新的方式來闡述的。

本手冊是許多勘探專家集體執筆編寫的，各冊中難免反映出他們對某些勘探問題的不同觀點。

在編寫過程中，作者們引用了實際數據和個人經驗，並根據了現行的有關勘探方面的正式文件，如經蘇聯地質保礦部技術委員會批准的“勘探工作基本條例”和國家儲委會的各冊“礦產儲量分類規範”，不過這些文件中的某些內容，特別是有關勘探網密度的問題，根據編委會的意見，是需要作重大修改的。

本“方法手冊”還是近年來對總結勘探經驗的初次嘗試，因而缺點是難免的。

另外，在本手冊中還有一些爭論中的問題，這首先是關於許多有關普查和勘探的理論性問題還研究得不够。

消除勘探工作中的缺點，改善勘探方法和提高勘探工作效率——這是蘇聯全體地質工作者的任務。解決這些問題的

方法之一，就是以发表各种有关勘探工作问题的综合性文章的方式来广泛交流经验，象本手册这样。

尽管本手册中有着一些缺点和争论问题，探委会认为出版它们还是有用处的，希望它们对地质勘探人员在为工业保证矿物原料的实际工作上有所帮助。广大读者对本手册的评价，将是对它们最好的鉴定方法。

编委会请求所有地质勘探人员将自己的意见寄给全苏矿物原料研究所。

编委会欢迎读者一切意见、希望和建議，并将在进一步研究勘探方法问题时加以考虑。

目 录

原編委员会的話	3
原序	7
第一章 总則	9
第二章 勘探工作的設計和組織工作	11
第三章 稀有金屬矿床的工业类型	23
鉬和鈾矿床	24
錫矿床	29
汞、鎳和鋁矿床	36
第四章 矿田地表地質研究	39
地質測量	39
地球物理勘测	44
地球化学探矿	50
重砂測量	54
地面勘探	58
水文地質和工程地質研究	61
第五章 稀有金屬矿床按勘探条件的分类	66
第六章 稀有金屬矿床深部勘探	69
初步勘探的基本任务	69
詳細勘探的基本任务	73
稀有金屬矿床各工业类型的勘探	74
第七章 取样	94
化学取样	95

加工技术取样	124
矿石技术性质的研究	130
第八章 地質編录	132
第九章 資料整理	140
第十章 評价金屬矿床所必需的一些經濟資料	146

原 序

方法手册的第六册是闡明鉬、鎢、錫、鉍、銻及汞矿床的勘探問題。

本手册拟定了在进行矿床的初步勘探及詳細勘探时，自勘探工作的設計和組織起直到資料整理及編写工作成果报告止的过程中，完成各种工作的步驟及其合理的方法。

本手册是由作家們集体編写的。

在第三、四、五、六各章中，分論了各个矿种——矿床工业类型及其形态类型的叙述，各种矿床的初步勘探、詳細勘探和地表地質研究。关于鉬及鎢是由Н.А.赫魯紹夫(Хрущов)所写，錫由В.М.柯索夫(Косов)所写，鉍、銻及汞則由В.В.波利卡尔波奇金(Поликарпочкин)所写；地球物理勘探方法由А.Г.塔爾霍夫(Тархов)所写；水文地質和工程地質研究由А.В.謝尔巴科夫(Шербаков)所写。第七章取样由赫魯紹夫及М.Д.布里塔耶夫(Бритаев)所写。

主要章中的某些节，本手册編者赫魯紹夫在校閱过程中又加以补充。

第一、二、八、九各章論述了勘探工作的設計問題，地質編录及材料整理問題，由布里塔耶夫选写，一部分由С.Н.庫利奇欣(Куличихин)編写。

第十章——评价各个矿床时的某些經濟資料由赫魯紹夫撰写。

在本手册的編制中，作者和編者利用了苏联地質保矿

部、苏联有色冶金工业部和苏联部长會議国家矿产儲量委员会过去所出版的规范及其他有关地質勘探工作設計和生产方面的正式文件以及稀有金属矿床勘探和普查的参考文献。

本手册总结了有关稀有金属矿床勘探的经验，可供地質勘探工作者实际参考之用。

第一章 总 則

勘探工作的主要任务，是查明赋存在被勘探矿床中的有用矿产的数量和质量。根据这一主要任务，在一矿床中进行由浅而深的综合的矿体勘探工作，并借此查明矿体的规模形状及产状，研究矿产的质量以及它们的天然级别和技术级别。同时查明矿床的水文地质条件及其开采条件。

所有以上诸任务，都应该以最少的资金和时间加以解决。

基于勘探工作的成果，可以提出矿床的工业评价，并在此基础上规划进一步开发矿床的工作，或有根据地停止工作。

在实现勘探工作的方法方面，是配合大比例尺的地质测量（在用仪器控制的地形底图上进行），进行山地工作及鑽探工作，同时对矿体进行系统的取样，必要时进行全面的地质-矿物的、地球化学的和地球物理的研究。

根据地质测量的结果，应当弄清矿床的地质构造、矿产在一定岩石和构造中的专属性、矿体的产状条件和产状单位，以及矿体的形态。所有这一切，对指导进一步勘探工作的方向、矿产的储量计算、开采设计的编制，以及矿床采准和开采工作等方面都具有很大的意义。

地质测量是对矿区进行研究的初步阶段，是为了取得进行勘探工作依据的手段，因此必需进行这项工作。

勘探工作是在一定的范围内进行的，且显然地针对着某一既定的矿种，但同时应当查明、研究在该区域或该矿区范

围內矿产综合利用的一切可能性。

勘探工作可以划分为三个阶段，即初步勘探、詳細勘探及开发勘探。

初步勘探是勘探工作的第一阶段。为了在限定的范围內研究过去发现的矿区和矿点，与采用地球物理学、矿物学和地球化学等方法研究的同时需进行大比例尺的地質制图工作及广泛的人工露头。在初步勘探过程中，应着重研究和勘探矿田或矿区的地表部分，但同时应首先对最大和最有希望的矿体进行初步的山地工作和勘探工作，以便进行矿床深部的远景评价。

在初步勘探的基础上，进行矿床的初步工业评价，主要是計算C₁級和C₂級儲量，在某些情況下，也可計算B級儲量。根据初步勘探的成果，或者設計矿区的詳細勘探，或者有根据地停止进一步的勘探工作。

詳細勘探。除查明总儲量外，詳細勘探可以确定各品級矿石的儲量，以及它們的分布，并且进行質量的评价，确定矿石的加工技术条件及其开采技术条件，其中包括将来开采时的水文地質条件。

当詳細勘探时，要加密勘探网达到分別保証按照“勘探矿区移交工业部門程序条例”所确定的A₂級、B級和C₁級的儲量。該条例系自1953年1月27日开始实行的。

在詳細勘探中，应以最大的可靠程度确定矿田的边界綫、矿体形状以及各个块段范围內矿产的可能延伸深度。

根据詳細勘探的成果，可以进行儲量計算。經国家儲量委员会审查批准后，所計算的儲量即是可供矿山企业建設設計之用的原始材料。

开发勘探可以修正平衡表內的矿体范围，并且可以对矿

体进行详细的量值评价，也可以确定每一生产块段的开采条件，以便最合理地指导山地掘进工作及经常性地计划开采。

第二章 勘探工作的设计和组织工作

、 设 计

文献及档案材料的研究。勘探工作准备的初期，是详细的研究有关矿区或区域的地质、地理、地球物理以及制图等方面的文献材料和档案材料，并且对矿区内的岩石和矿物的标本及薄片也要进行研究。

此阶段中工作的目的是查明：区域的地理位置及经济；矿区的研究程度及勘探程度；矿床的水文地质条件及开采条件；矿石、围岩及表土的物理性质。

假若缺乏区域地质资料时，可以利用邻区的资料。在资料搜集期间，建议出发到矿区，以便在现场了解工作条件，或向有关专家征询必要的意见。

在研究了所有搜集到的资料的基础上，确定实现对矿床研究方面的工作方法，提出技术设计和预算。

设计的主要任务是正确地、有地质根据地解决所有有关矿床勘探的方法和组织-技术等问题。设计的正式用途在于保证勘探工作机构（队、大队）以设计预算文件，这对完成所拟定的工作及其拨款来说是必需的。

设计阶段是编制计划任务、设计任务、技术设计和总体设计^①。

①通常在工作量不大的情况下，就不一定遵照设计阶段的上边程序

計劃任务是由上級机关根据国民經济計劃和主发机关的指示并考虑到有关区域的、矿田或矿区的現有資料而制訂的。

設計任务是由地方地質机构（局，托拉斯）根据計劃任务或指示的任务加以发展而制訂的。設計任务应規定工作的基本类别（普查，初步勘探或詳細勘探），指出工作范围和完成期限，它們应当是編制技术設計的基础。

技术設計是实现設計任务的主要的綱領性的技术文件，是在总工程师或主任地質师领导下由工作的执行单位（队、大队）編制的。在技术設計中应說明具体任务和拟定工作的目的，提出拟定勘探工作方法的根据，列出必要的工作項目和工作量，并且进行技术經济核算以及預期全部实现所拟定工作后的成果。

組織方法、工作方法、組織-技术条件及保証完成任务的措施皆在技术設計中加以規定，在保証任务完成方面，应考虑到如何运用新的技术及有效的工作方法，及最大限度地節約資金。

通常，在进行初步的或詳細的地質勘探工作时，根据設計任务，每年都要編制技术設計。

总体設計。大規模的編探或綜合的勘查，需要工作数年时，須編制总体設計以便确定为了进行充分的研究所必要的調查研究的方針、方法、項目及工作量。在設計中首先需要闡明第一年工作的方針和工作量。

中間技术設計是結合过去完成的工作及所得到的新的地質成果，并按照每年（下年）的計劃工作而对总体設計所提出的修正。

技术設計及其內容

技术設計是由地質部分及技术部分所組成的。在設計的地質部分中，列出設計的地質資料、方法資料、經濟核算資料。技术部分論述生产-技术組織問題及技术-經濟核算問題。

技术設計的地質部分

設計的目的。說明設計工作的基本任务、完成工作及提交报告的日期。列举設計該項目的工作量所根据的国家決議及部的指令。論述根据生产上的哪些需要而在設計区内布置勘探工作；說明对所勘探的矿物原料的現行的技术要求（标准）、在矿床开采条件方面的工业要求（露天采矿場的剝离系数、豎井的最大深度、矿体的最小厚度等）。

举出設計工作尚未开始前勘探范围内的儲量情况，根据所定任务提出儲量增长数字及其計算数字，并且預期完成設計工作后的最終儲量。儲量是按級別划分，必要时可按矿产的类型和品級划分。

区域經濟地理。指出矿区名称及其位置，地理坐标及国际分幅的图幅名称，交通綫，距最近車站、碼頭或公路干綫的距离，最近的区域中心和工矿企业，工作区内的絕對标高、相对标高及地形特点，气候条件（永久冻结）等，指出飲用水及工业用水、森林、电力等的条件。提出領取山区和无水区補助津貼的根据，說明区内招募劳动力的可能性。

已往工作的概述和批判評價。对过去有关矿区或邻区的工作（地形測量、地質測量、普查、勘探、地球物理探矿、取样、选矿工作、旧有山地工作的記錄及原发现者的报告），

按年代順序極扼要地進行簡單的概述。闡述過去對礦田或礦區遠景評價所進行的工作成果，以及以前研究者的建議，並從設計作者的观点出發，提出對這些建議的評價。

在附件中應列舉有關工作區的全部主要的原始（手稿）文字資料和已出版的文字資料、表格、圖件一覽表。在一覽表中應注明作者及工作名稱，出版或原稿編寫年份，以及資料的保管地點。在再次編寫設計工作的情况下，應引用過去的設計工作。

設計工作的地質依據。應對設計工作的地質依據提供一切必需的資料，其中包括：地質特點、區域地層、火山作用、大地構造和地貌資料。提出礦床的特點、礦床的地質情況、礦體形狀、礦體產狀條件的認識及物質成分和推想的礦床生因。在這些資料的基礎上闡述工作區界限的地質依據，在該界限以內拟定設計工作及任務。

設計工作的經濟依據。在初步勘探工作的設計中，僅有地質依據就夠了。但在詳細勘探設計中，由於它所花費之投資大大的超出初步勘探工作所花費之投資，因此，除地質依據外還需要經濟核算。

為了提出進行詳細勘探工作之合理性的經濟依據及確定工作量，在設計中需要對有用礦產的加工技術特性、可能的開采條件、水文地質特征、遠景的總評價或礦床的評價加以論述。根據相似礦床的對比，確定大體的有效投資、預定的開采費用及礦石加工費用，將所獲得的數字與自一噸中等礦石中取得有用組份的既定的大體費用進行對比。

若經濟核算結果良好，証實自該礦床中開采礦產可能有利，則論証詳細勘探工作的合理性，並確定工作量及工作完成期限。

当所勘探的矿产具有較大的国民經济意义时，詳細勘探工作进行的期限可以縮短，并且某些勘探过程可以同时并进，这里允許工作中有合理的冒險性。

根据現有的經驗，稀有金屬、有色金屬和金矿床的总的地質勘探工作費用不应超过該矿床中金屬矿产总产值的3—5%，最大不应超出10%。对其他矿床來說，該数值一般还要小得多。

設計工作的方法及其依据。一般最好依照地質勘探工作进行的先后順序叙述設計工作的方法。在設計中应提出各种勘探工作进行的依据。

1. 叙述地質測量、地球物理勘测、地形測量方法以及它們的配合；

2. 論証勘探工作最合理的方法；

3. 确定勘探网密度、山地工程及鑽孔之位置、勘探工程之深度；

4. 决定取样方法（采取普通样品，检查样品及加工技术样品）；

5. 說明确定矿石物理性質的方法（体重、湿度、松散系数及孔隙度的測定）；

6. 研究选别开采矿石的可能性問題、各种不同矿石分选可能性問題（根据成分、有益組份的含量及其他性質）及手选問題；

7. 确定含矿系数；

8. 說明矿物原料綜合利用的可能性問題；

9. 規定矿心采取率及必要的矿心直径，各种各样的測井及鑽孔傾斜測定方法等的可用性。

④ 設計工作种类及工作量。在选择勘探方法及儲量增长任

务的基础上确定：地形-大地測量、制图及地球物理等工作量；鑽孔的种类、数量、进尺及深度；坑道数量；水文地質工作項目、工作量及工作時間；測量面积及原始地質編录的工作量以及編制原始地質記錄的期限；确定野外工作及室内整理工作的期限，报告編写及提出报告的日期。統計普通化学分析样品及組合分析样品数量以及定性和定量的加工技术样品的数量；确定普通样品及組合样品的化驗項目；統計化学分析工作的指数工作量。

单独地确定每一阶段的工作量，然后把它們列入設計总表內。

在編制勘探工作設計中，应特別注意拟定儲量增长任务与山地工作及鑽探工作設計工作量应该相当，儲量数字是由概略計算确定的。

在确定研究区內的地質概念、矿化特点及成因的基础上說明矿床的远景儲量。同时闡述論証矿产預期質量的理由，以及它是否合乎工业要求及規定的特殊用途。

为了查明矿床的水文地質条件、矿床的含水程度、工业用水及民用水的供水来源以及为了确定矿床的开采条件等，設計中必需提出設計水文地質工作的依据并加以評述。

对进行物理探矿工作的必要性（或无需乎进行物探工作）提出論据，并且应推荐对该矿床來說最有效的工作方法。

內容的敘述要根据每一研究阶段分別进行，其順序如下：地形-大地測量、地質制图、地球物理及地球化学探矿、勘探工作、水文地質工作、采样、化学分析及科学研究工作、編录及室内整理工作。

最后，闡述鑽探其他矿产的方法，包括供水及建筑材料

的来源。

进行勘探工作设计时，应考虑到区内普查隐蔽矿床（富矿）方面的远景。

为了查明未出露的富矿体，设计中应规定在远景区域内进行地质普查工作，借助于金属量样品分析及水化学样品分析、地球物理工作、鑽孔及坑道工作进行对隐蔽矿化标志的研究。

在工作进行过程中，根据对矿床勘探所获得的新的实际的资料，可以修改勘探设计工作。

对原已批准的设计的原则性的改变，应由勘探工作的执行者（队、大队）说明理由，并经相应的机构批准。

在编制地质勘探工作设计以及为该工作调拨经费时，特别是按照设计审查工作完成情况时，必需经常考虑到在任何基建工作设计中与地质勘探工作设计中所存在的重大的区别。

基本建设工作的设计是根据过去所搜集到的且几乎没有什么变动的原始资料。当任何一厂房或建筑物开始施工后，就应当根据同一设计继续进行建设。与基本建设工作的设计不同，地质勘探工作的设计是基于对矿床的形态、规模、产状单位以及其他特点的假想概念，这些特征并不是一成不变的，而是应该在以后的地质勘探工作中加以证实或否定。

鉴于地质勘探工作设计中的原始资料是可变的，因此在设计的实践中应结合初期所进行工作的成果并依它为基础改变以后工作的方针。

在执行地质勘探工作设计过程中，必需随时结合地质勘探工作者自己的创造性及必要的科学分析，否则，机械的执

行設計会造成多余而无謂的浪費。

設計的生产-技术部分

在設計的生产-技术部分中，应說明組織工作問題、生产技术問題以及极其重要的技术核算及技术-經濟核算問題。其中一般包括下列几部分：总論；地形-大地测量和矿山測量工作；大比例尺地質制图工作；水文地質工作；地球物理探矿及地球化学探矿工作；鑽探工作；山地工作；取样及化学分析工作；室內整理工作；組織-生产和經濟供应問題；設計的附件。各部分的内容决定于設計的工作，并且可以視工作种类之不同而加以适当的改变。

总論。論述一般的問題及設計工作的組織工作：位置、勘探队的类型及分队的类型、领导关系（屬大队、局、托拉斯）；工作进行的时间 和期限。說明队或大队的建立依靠什么样的生产-技术基地和經濟基地；列出供应站、倉庫、机械修配間及實驗室等所在位置一覽表。并且指明进行室內工作的地点。列出評述現行工作区域复杂程度的資料；工作区距铁路或水路的距离，說明可能的动力供应、現有的道路、桥樑、住宅、森林、供水源及矿区与队部基地間的連系的特点。

地形-大地測量及矿山測量。本节系按照現有的技术规范、地形-大地測量及矿山測量方面的教范以及測量制图总局的规范而編制的。其中应說明工作方法的选择及其依据，以及設計的地形測量和矿山測量工作的确定，其中包括室內工作。

大比例尺地質制图。分別說明每一种比例尺的制图面积（平方公里）及通用分幅的图幅名称，地質制图工作是設計在这些范围內；1.矿田內；2.矿区范围內；3.个别比較有远

景的矿床或矿体或它們的构造比較复杂的区段。

应評述工作区域內在地質构造复杂程度方面及出露情况方面的級別。列出各种类各种比例尺地質測量的生产定額，以及在确定該定額时所采用的原始資料。

水文地質工作。需列举出水文地質工作的項目及工作量，水文地質測量、鑽孔和坑道的抽水工作、野外岩石物理技术性質的确定。提出水文地質測量的面积，确定水文地質工作复杂程度的等級及生产定額。定出抽水工作的方法和方式，估計必需的設備数量等。

在詳細勘探过程中，当勘探工作結束并将提交开采时，除水文地質研究外，还需設計初步的水文觀測、工程地質觀測及气象觀測。

地球物理及地球化学工作。就所采用的方法說明地球物理及地球化学方面的工作量，提出所必需的設備、結合困难程度提出生产定額，闡述保安技术措施、在冬季条件下进行工作的組織技术措施。

地球物理工作的設計，应滿足每一物探方法的現行生产規範，同时并附以有关整个設計物探工作的技术-經濟指标所必需的图解資料及表格。

鑽探工作。列出有关鑽探工作量（公尺）在不同种类和用途的鑽孔上的分配資料；列出关于所采用的鑽孔結構資料；提出鑽探效率的計算及鑽探工作規範，必要的装备和材料。用图表指明并且論述在冬季和夏季期間鑽探工作的供水系統和力源供应系統、泥浆供应的組織系統。确定岩心的选择、包装及运输的組織工作，估計出必需的岩心箱数量等。

山地工作。根据类型、断面規格及掘进方式提出坑道的工作量（长度及立方公尺）；論述掘进方式（手工、打眼放

炮、水力等)，運輸方式及必需的運輸器具；支柱工作量，計算出所必需的材料，坑道通風方式，坑道中可能碰到的水流及所設計的排除方式。提出坑道掘進的鑽岩機的类型。論述通風系統、掘進工作循環、絞車以及必需的機械的类型。估算炸藥的需用量，提出爆破方法及它們在運輸和保管方面的保安方法。

論述山地工作的組織和計劃以及保安技術措施。

採樣和化學分析工作。論述採樣方法、樣品的加工和分析以及這些工作的檢查方法，說明加工技術樣品的採取和加工方法，並且要談到樣品的包裝及運往實驗室的工作。

室內工作。評述室內工作，提出完成工作的計劃，室內小組的人員組成，制表、編圖及打字工作量，化學分析、岩石、礦物及其他的分析和鑑定的工作量，加工技術研究和試驗的工作量，以及提供勘探工作的中間報告及最終報告的日期。

生產組織及經濟供應問題。其中涉及到：能源、水源、野外試驗室的組織、碎礦和機械修配間、交通連絡、臨時性房屋的建設及生產用的建築、運輸、幹部、勘探隊工作人員的日常生活、勞動保護、醫療及技術保安等問題。

設計附件。任何一設計需附有它特有的圖件。為了說明設計的地質部分、應附以复制的小比例尺的地質概略圖和地質圖(1:1,000,000, 1:2,000,000或1:50,000)，工作對象的地質圖(比例尺為1:50,000, 1:25,000, 1:10,000, 1:5000)、表示所有設計坑道和鑽孔的地質圖(比例尺為1:1000, 1:2000, 1:5000)。

附以主要勘探綫的設計剖面。其上應畫出已進行的和設計的勘探工程、推斷的地質界綫及具有設計增長儲量輪廓的

矿体形状。

为了說明設計的生产-技术部分，需附以鑽孔結構图及坑道技术剖面。对地面工作說来，对地面上的坑道仅作出标准剖面，对重型山地工程（平窿，斜井，直井）要对每个坑道作剖面。在坑道設計中，应提出坑道断面規格、斜角、支柱类型、卷揚部分及行車部分的結構图。同时还应附以电力結構图示、鉄道建設机构图示、現有的和設計的建筑平面图示。

設計編写完毕后即裝上封面，其中地質部分和生产技术部分可以分別裝訂。图件放在口袋里。

若估計所需費用不超过5百万卢布时，設計由地方地質局（托拉斯）审批。若估計所需費用超过5百万卢布时，那么設計需由上級机关审批。审批設計的議定書由地質局（托拉斯）领导人签名并附在設計中，它是設計不可缺少的部分。

附注。关于地質勘探工作設計的所有問題，在編制地質勘探工作設計編制程序暫行規範中作了較詳細的說明（該規範由苏联地質部于1954年11月13日批准）。

預算的編制

在任何一个由地質局（托拉斯）批准的設計中，应編写进行拟定工作的預算。

在預算中应包括完成設計中的全部工作和計劃工作量所必需的费用，同时包括队、大队、分队、区段的工作設計、組織及撤消、人員和物資的运输、进行研究、室內工作和批准地質报告。

根据固定形式，依照設計，結合設計中的技术及組織措

施，根据通用的主要費用綜合預算定額手冊編制預算。綜合預算定額手冊中未規定的工作費用，可以用專門計算的方式加以確定。根据批准的定額，雜費可包括在預算中。

在預算中應附有：1. 主要的技術-經濟指標；2. 按工作項目的主要經費的核算；3. 勞動力需用量的統計；4. 完成工作所必需的主要材料報表；5. 所必需的設備、裝備及運輸投資報表。

勘探工作計劃是按照每年的國民經濟計劃和資金支付計劃編制的。具體到一個部門、一個礦種、一個對象來說，資金的支付是分業務年度的。

勘探工作的組織工作

勘探工作中基本的生產單位為隊。隊的任务在於完成所有設計工作和總結所獲得的成果，編寫統一的地質報告。在勘探隊內可以建立專業性質的分隊小隊以及附屬小組。

在一個、兩個或數個相鄰礦區範圍內進行工作的隊，可以合成為一個大隊。隊和大隊可以是季節性的，也可以是常年的。

隊和大隊的裝備、器材、飼料、糧食的供應是通過基地來實現的。必要時，在那里設置野外實驗室（化學、重砂、岩石、礦物、光譜及其他等實驗室）、工廠、車庫和其他的生產機構以及臨時性的住宅。根據設計，逐漸進行臨時性的房屋及建築物的建立和建設，其規模大小應參照比較肯定的礦床的工業價值。

勘探隊工作的成績，在很大程度上決定於對野外工作正確而及時的組織和準備。在準備出野外前，勘探隊必需做好人員、野外裝備、物品、機械設備、物資及運輸工具的準備

工作。

为了进行編录，需准备野外記錄本、地質日記本、标籤、物品的名册、記錄本、技术报告及会計报告等。同时还要准备繪图物品，裱糊图板。在图板上可画上測量或勘探的資料。

在劳动工資条件方面，按照政府現行的決議，勘探队依其所在的行政区地理位置、工作量及进行勘探的复杂程度，可划分为第一类和第二类的队或大队（參看地質勘探工作綜合預算定額手册）。

技术人員、工人和職員的人員数量，依計劃或設計工作量及工作組織为轉移，并取决于現行的地質勘探工作綜合預算定額手册和預算。

生产报表。所有經濟独立的队及大队，都应按現行的統計报表的表格做生产执行情况报表（月报、季报、半年报、年报）。

生产学习。为了提高工人和技术人員的技术水平及用先进的工作方法培养他們，同时为了对新录取的工人的訓練，在队及大队內应組織專門的教学。在教学中采用不脱离生产的教学方法（单独的和集体的方法、提高工作能力的学校、交流經驗等）和脱离生产的方法。

应特別注意組織采集員和鑽机班长的訓練，应特別注意进行勘探工作中技术保安条例的教育。

第三章 稀有金屬矿床的工业类型

地壳中金屬矿床的出現是极不相同的，为了各种各样地質的和实际的推論、根据矿床的綜合标志进行矿床的分类是

必要的。对地质推断来说，最有价值的是成因的综合标志，也就是成因分类。但并不是所有成因类型的金属矿床都有工业意义。为了实用起见，在金属矿床的普查、勘探及评价中利用其工业类型是方便的。

矿床的工业类型，根据以下主要标志来划分：

1. 矿体的形态和规模；
2. 矿物成分和化学成分；
3. 矿体的产状及其围岩。

除上述主要标志外，在划分金属矿床的工业类型时，还要考虑到它们的成因特性、矿体中有益组份的富集程度，以及从技术加工的观点来说，矿物成分的复杂程度以及各种金属矿床专有的特性。

并不是所有成因类型的金属矿床都可列入到工业类型中去，而仅仅是那些在该种矿产的世界产量中占重要地位的成因类型可列入到工业类型中。一种矿床可以假定地划为工业类型，只要其中矿产开采量在全世界开采量中不少于百分之几。

例如，伟晶岩矿床类型是锡和钼常见的成因类型、该类型矿床过去对锡、钼来说是有一定工业意义的。但现在却很少从伟晶岩中开采锡和钼，所以就不能把那种矿床列入到工业类型中。

钼 和 锡 矿 床

大部分钼矿床和锡矿床都是热液成因的，该热液为酸性花岗岩类溶液的派生物。根据形成条件，钼矿床和锡矿床可分为伟晶岩矿床、气成矿床、矽烷岩矿床及为数众多而矿物相不同的热液矿床类型。

錫和鉬矿床可同时出現在下列工业类型中：网状脉型，砂礫岩型，砂矿床型（錫）^①

网脉型矿床的特点是在矿体厚度、延长和延深方面，矿体規模巨大，大小为数10公尺，有时为数百公尺；矿体中有用組份的平均含量一般較貧且多少是均匀的，全部或大部分矿床可以进行露天开采。

根据形成条件、矿物共生条件及矿石的技术类别，网型脉矿床可分为：

錫矿床。产于花崗閃长岩中的吉达（Джидинский）网脉型矿床及产于黑云母角岩中的上开拉克特（Верхнее Кайракты）矿床可做为例子。这种矿床較少見，是一种含錫較貧但矿体規模极大的矿床。在可能采用露天开采的条件下，当矿山的开采效率极大时，能降低开采及加工的成本，且錫的三氯化物含量貧的矿石可列入儲量平衡表內。

鉬矿床。無論在国外〔美国科罗拉多州的克萊麦克斯矿床〕或在苏联〔索尔斯克（Сорское）矿床、五一（Первомайское）矿床、布格达伊（Бугдаиское）矿床及其他很多的矿床〕，产于砂化花崗岩成分中的鉬矿床分布广泛且很有名。网脉状鉬矿床具有极大的鉬的工业儲量，并且在大多数情况下可进行露天开采，所以該类型矿床矿石中鉬的工业品位下限可以很低。

銅鉬矿床。它比純鉬矿床更为常見，并且逐漸过渡到純鉬矿床。类似的矿床在美国也有，它們的开采量占美国鉬开采总量的30%。在苏联的科恩拉德、博舍庫尔、阿尔馬雷克是网脉型銅鉬矿床的例子，銅自銅鉬矿床过渡到鉬矿床的过

①各种金屬砂矿床的勘探方法另有专册。

渡类型的例子，有卡札兰 (Каджаран)。美国的亚利桑那、犹他、新墨西哥許多大矿床列入网脉型銅鉛矿床，其中包括世界最大的犹他的宾赫姆矿床。

在大部分銅鉛矿床中，具有低含量 (0.6—1.2%) 的銅是矿床中的主要金屬另有伴生的鉛，含量 0.005—0.03%。

矽礫岩矿床的特点是含有輝石、石榴子石及其他矿物等特殊的伴生矿物，这些矿物是由于花崗岩漿的派生热液与碳酸盐質圍岩相互作用而形成的。矽礫岩型矿床专屬於錫矿床 (白錫矿)，其中較少含有具有工业意义的鉛矿。

根据产状形态和大小，矽礫岩型錫矿床和鉛矿床可划分为：

具有規則形状的大型矽礫岩矿床。它們生在构造裂隙带、破碎带或矽鉛質岩石 (譯者注：即酸性火成岩) 与碳酸盐岩石的接触带中。在矿体形态、規模及矿体中 useful 組份平均含量的稳定性方面，大型矽礫岩矿床可以和网脉型矿床相比，但它們的矿物成分不同。矿体的厚度可达几十公尺，延长和延深可达几百公尺。大型矽礫岩矿床可部分或全部进行露天开采时，对錫來說，可采用其工业品位下限，对鉛來說，可稍高一些，如在較大的网脉型矿床中所采用的一样。

中型矽礫岩矿床。它們一般直接产在利于矿化的花崗岩类火成岩与沉积的碳酸盐質圍岩的接触带中。較少产在花崗岩体接触範圍內的构造带中或呈层間状矿体产于花崗岩頂盤的岩石中。中等規模的矽礫岩矿床，仅能以不大的規模进行地下开采。这样一来，就提高了矿石开采及加工的成本，并且必需采取比較高的工业指标作为矿石中錫和鉛的边界平均品位，約为大型网脉状矿床的工业指标的 2 倍。

巢形矽礫岩矿床。形状不規則，規模不大，沒有明显的

規律性产在花岗岩类岩石与碳酸盐类岩石的接触带中，或产在基本上无矿的一般性大型砂页岩体中。

根据矿物组合及矿石的技术类别，砂页岩型钨矿床和钼矿床可分为：白钨矿型矿床、白钨矿-辉钼矿型矿床，辉钼矿型矿床及辉钼矿-黄铜矿型矿床。中亚细亚的许多矿床可做为白钨矿矿床的例子。北高加索蒂尔内-阿乌兹 (Тырны-Аузский) 矿床的不同区段，可做为白钨矿-辉钼矿矿床和辉钼矿矿床的实例。砂页岩型辉钼矿-黄铜矿矿床见于亚美尼亚 (米斯哈纳 Мисхана) 和西伯利亚 (米努辛斯克组)。几乎是单金属的砂页岩型钼矿床，则见于北非 (阿泽古尔 Азегур) 和中国 (辽宁)。

脉状矿床。具有稳定的产状要素，厚度大于0.2—0.5公尺，延深和延展为几百公尺，为含钼矿物及钨矿物含量较高的石英脉系。脉状钨矿床和钼矿床可分为：

黑钨矿-云英岩建造脉。其中常混有辉钼矿、辉铋矿、绿柱石和黄玉，并存在有较稀少的后期铜、铅、锌的硫化物。对钨来说，此种脉状亚种无论就已知矿床数量或就矿床的工业储量及钨的精矿开采量来说，都是占优势的。中国以及苏联外贝加尔、哈萨克斯坦、中亚及远东北部的许多世界上最大、最富的矿床属于此亚种。黑钨矿-锡石建造石英脉是深大的高温热液矿脉的典型实例。在成因上，这种热液与花岗岩类岩浆的酸性派生物有关。它们通常位于不大的花岗岩体顶部的穹窿部分以及岩体的顶盘岩石内，呈相互平行的或树枝状的。近脉围岩蚀变为典型的云英化。在云英岩中，除占优势的石英和浅色云母外，尚可见到黑钨矿、锡石、大的辉钼矿鳞片以及萤石、电气石、黄玉和绿柱石。

辉钼矿-絹云母建造脉是中等规模钼矿床中最常见的。

属于此类的有：烏馬尔塔 (Умалта)、达文达 (Давенда)、沙赫托馬 (Шахтома)、塞雷吉奇 (Сыргичи)、帕拉卡恰 (Парагачай) 以及苏联或国外許多其他矿床等。

矿脉厚度介于 0.2 公尺到 1—2 公尺間，沿走向延伸数百公尺，平行脉的数量有时为几十个。矿体延深达几百公尺，矿体以下則代之以几乎无矿的石英-碳酸盐岩石。它們的特点是平行脉壁的輝鉬矿細小鱗片矿染和条带状矿化，它們生于第二世代的石英一起，后者切穿含有稀少巨大輝鉬矿鱗片的第一世代的粗粒石英。近脉围岩蚀变为絹云母化、有时并伴有黄鉄矿化和螢石化。

該亚种矿床仅可采用地下开采方法，矿山和选矿厂每昼夜的生产率一般不超过 500 吨矿石。这就使着矿石的开采和加工具有較高的成本，并且需提高鉬的平均工业含量下限的要求。通常，利于开采的脉状矿床中鉬的平均工业含量应为大型网脉状鉬矿床最低工业品位的 4—5 倍，有时为 10 倍。

某些矿床中矿脉的頂部被氧化，其中輝鉬矿局部轉变为鉬鈣矿、鉬赭石和含鉬的赭石，甚或被淋滤。

除已分出的四个工业类型外，小而不規則的囊状矿床对錳和鉬來說是有代表性的。該类型矿床相当多。但由于金屬儲量小，所以大多数无工业意义，并且不能划分为单独的工业类型。該类型中大多数矿床属于最深成的和高温的石英-輝鉬矿矿物集合体，較少是黑錳矿云英岩建造。东澳大利亚矿床可做为管状矿床的实例，其中含有黑錳矿、輝鉬矿、錳石及輝鉬矿的囊状矿染，于 20 世紀初曾开采过。烏拉尔的巴尔坎白錳矿矿床及哈薩克斯坦的卡拉卡梅什 (Каракамышский) 含石英的岩株中的白錳矿矿囊为囊状矿床的实例。

層状矿床。近几年来，发现了鉬的沉积成因的层状矿

床；对它們还没有进行充分的研究，它們拥有丰富的金属储量，但由于矿石中钼的品位很低且提取商品产品困难，所以暂时还没有工业意义。钼的富集与生物作用及吸附作用有关，它們常見于含炭質的植物残体中，并且还伴有钒和铀。富钼层的厚度可达数公尺，延长可达几公里，向深处追索可达数百公尺。层状钼矿床值得进一步研究，并且将来可以成为对获得钼有价值的资源。

除上述钼、钨工业类型（其中仅网脉型、脉状、矽酸盐型具有較大的实际意义）矿床外，自然界中尚知有其他型的钨钼矿化现象。例如，輝钼矿或白钨矿在未蚀变的花崗岩中的矿染，在細粒长英岩脉并常常是在伟晶岩脉中的矿染，不大的石英-輝钼矿脉，并不伴有周围花崗岩的絹云母化等等。这些矿点一般没有工业意义，并且不进行开采。

錫 床 矿

錫矿床可分为两个大类：砂矿床和原生矿床。資本主义国家內50%以上的錫采自砂矿床中^①。原生錫矿床按照苏联通用的斯米尔諾夫院士分类法，由下列几个建造所組成：伟晶岩建造、錫石-石英建造、錫石-硫化物建造，其中伟晶岩建造没有工业意义，但可做为大型錫砂矿床的来源。下面談談具有重要工业意义的錫石-石英建造和錫石-硫化物建造的錫矿床特点。

錫石 石英建造矿床 在很多錫矿区内，錫石-石英建造矿床分布最广。所有該类型矿床都与酸性或超酸性中等深度的花崗岩发育区段有关，那些花崗岩一般都受到岩浆期后作

①錫的砂矿床及其他有用矿产的砂矿床的特征，另有专册加以叙述

用的强烈蚀变，并且形成黄玉、电气石、螢石、鋰云母和矿化剂起主要作用为特点的其他矿物。

錫石-石英建造矿床可分为：

含錫云英岩及含錫黄玉-石英脉。它們的特点是当其形成时，含矿介質中气体組份起着很大的作用。由于这些气相組份对围岩的影响，决定了石英及黄玉、螢石、电气石以及鋰云母的发育。矿石矿物中除錫石外，經常可見到黑鎢矿、毒砂、輝鉬矿和自然鉍。大量的裂隙断裂一般都是运矿孔道。由于上述运矿孔道的特点以及主要为变質交代作用，所以各个矿体的形状是极不規則的；一般为云英岩化岩石帶或透鏡体。在云英岩化充分强烈的情况下，可以形成巨大的脉状矿体。在裂隙交叉的地方，可以形成云英岩的管状体，它可以向深处追索到几十公尺。

在含錫云英岩中，錫石的分布一般是不規則的，但較之在具有囊状矿化的伟晶岩中要稳定的多。

对含錫云英岩來說，其特点是特別广泛而明显的发育在云英岩管状体及网状脉中。这些管状体及网脉状体，在平面上常常具有近于等軸形的輪廓。矿化具有斑点状的特点，所以云英岩化范围的分布沒有明显的規律性，并且常常在不大的范围内，从一个过渡到另一个。

黄玉-石英錫矿脉与云英岩的不同在于它們的成矿沉积是发生在开张的裂隙中，且变質交代作用仅起着无足輕重的作用。在这些矿脉中矿石矿物除錫石外，最常見的有黑鎢矿及毒砂。

黄玉-石英脉逐渐过渡为含錫云英岩。常常可看到它們共生在同一地方。在許多黄玉-石英型矿床中，頂盘岩石剧烈地表现出被重新改造的現象，它决定了矿床頂部的富集，

并且随着深度品位很快的貧化。錫石-黃玉型脉状矿体是属于不稳定的矿床范畴，并且沿走向和傾斜較快地尖灭。分叉和多枝現象特別常見。

矿体中錫石的分布一般是不規則的。除仅含少数錫石珣晶的地段外，还可看到具有大量錫石堆积的地段，那些錫石的分布沿走向及傾斜沒有明显的不規律性。

根据勘探条件和儲量級別的評定，含錫云英岩矿床和黃玉-石英脉一般属于第四类矿床，亦即矿体极复杂且不稳定的矿床。

錫石-石英建造矿床的含錫长石-石英脉和石英脉較含錫云英岩及含錫黃玉-石英脉分布要广泛些。它們与上述两个类型的不同，在于其中氟化物极少，且围岩蚀变程度浅。在矿体形成中，一般說来，变質交代作用的意义不大。

錫石-石英脉矿床的矿物成分非常简单。其中絕大多数为石英，白云母量也不少，在某些矿床中可存在有相当多的电气石。矿石矿物中除錫石外，往往有黑鎢矿及毒砂。含錫石英脉一般由石英、电气石、白云母及螢石組成。該类型矿床中常具有綜合的錫鎢矿。

长石-石英脉矿体的特点为鉀长石和鈉长石极为发育，常可見到为量不多的电气石、綠泥石、綠柱石及白鎢矿。

錫石-石英建造矿体在形态上是十分特殊的，但大部分为简单的和复合的裂隙脉，有时連成为明显的脉系，較少呈管状体及网脉状。

生在穩定裂隙中的石英矿床及长石-石英矿床的例子也相当多。

大部分錫石-石英建造矿床都分布在与其有生成关系的侵入的花崗岩中，或分布在它們的外接触带。錫石-石英建

造的网脉状矿体生在含矿的侵入体范围内。很多云英岩型矿体就是产在沉积岩中的花岗岩岩墙。稳定的锡石-石英脉常生在花岗岩中。

含矿的石英脉往往不超出内接触带的范围；当达到花岗岩与頁岩的界面时，矿脉急剧尖灭。

在其他矿床中，花岗岩代之以沉积岩时，矿体并未尖灭，但是它的特征，由于岩石成分和裂隙的变化，也随着发生变化。如在花岗岩中，由于交代作用的大量发育，因而矿脉没有明显界限并且矿化延展到围岩中。

锡石-石英建造矿床中，矿脉地表露出的锡的次生富集现象尚未见到。所以地表样品可以提供推断原生矿体中锡含量的充分资料。

仅仅在沿矿体走向相当均匀的情况下，锡含量的变化系数小于100%，而在其他所有情况下它都相当大。为了对比起见，列举出一系列其他种矿床最典型的变化系数：铝土矿5—10%；铁8—34%；铜57—73%；铅44—112%；镉73—125%；钼55—154%；三氧化锡72—306%；金96—188%。

锡石-硫化物建造矿床 锡石-硫化物建造的特点为矿石类型很多。它们在成因上主要是与花岗岩长岩有关，而与典型的花岗岩的关系则较少。在后一情况下，锡石-硫化物建造矿床是次要的，但常伴生有其他相的含锡矿床。此类型矿床常分布在远离侵入体活动范围的地方（几十公里）。

锡石-硫化物建造包含有矿物成分不同的矿化现象。此类矿床的共同特点是由磁黄铁矿和黄铁矿、由绿泥石和电气石以及由磁铁矿和赤铁矿与锡石组成的共生体在矿床中发育广泛。在某些情况下，广泛分布着铅和锌的硫化物、硫盐、硫锡酸盐。如在本类型的许多矿床中，原生矿体呈细碎的片

理状角礫岩，它們主要由磁黃鉄矿、石英、綠泥石所胶結，較少被黃鉄矿、鋅、銅、砷、鉛的硫化物和錫石所胶結。此外，还可見到細針狀的电气石，以及較少量的方解石、鈉長石、黃錫矿、銳鈦矿、磷灰石、金紅石、黃玉和螢石。

根据矿物成分，錫石-硫化物建造矿床可分为：

电气石-硫化物矿床。主要矿物为电气石、石英和錫石，常見有大量的綠泥石和硫化物-毒砂、黃鉄矿、磁黃鉄矿、黃銅矿等。由于电气石經常存在，可說明在成矿作用的初期阶段，气成作用起着主要作用。变質交代作用广泛发育的矿石結構特性，說明在成矿过程中有活动而富揮发份溶液的参与。

綠泥石-硫化物矿床。典型的矿物是綠泥石、石英、鉄的硫化物-磁黃鉄矿，有时是黃鉄矿和黃銅矿，并且常常有毒砂和錫石。通常也有閃鋅矿；黃錫矿量不多，但經常出現。

綠泥石經常是含鉄而微含鎂的鱗綠泥石-鉄綠泥石型亚种。考虑到該类型矿床共同的矿化作用特点，可以得出那样的結論，即成矿沉积作用是在热液阶段中进行的。气相仅起着极有限的作用。

方鉛矿-閃鋅矿矿床。本类型矿床的特点是鉛和鋅的硫化物的广泛发育。其中錫石的生成溫度較低，且与一般方鉛矿-閃鋅矿有关。根据生成条件，本类型矿床可能为中低温矿床。

含錫砂礫岩矿床。它們的特点是含有大量的接触矿物，主要为輝石及石榴石。因为錫石的形成迟于典型的砂礫岩矿物并且与硫化物矿化热液有关，所以把它們划入錫石-硫化物建造在成因上說来是完全有根据的。

在形态方面，錫石-硫化物相矿床是多种多样的。除典型的裂隙脉、网状脉、群集的細脉带和矿化破碎带外，还可見到不規則的管状矿体或透鏡状矿体。

本相的某些矿床分布在距侵入体很远的地方，生在深大的构造破坏带——大断层中、破碎带中等等。这种构造带，或者直接含着这些矿床，或者間接地控制着矿化，使邻近的围岩中产生較細小的裂隙群，沿着那些裂隙群发生成矿沉积。

在很多情况下，矿化与群集的断裂裂隙的亲合性，可以导致形成巨大的矿化破碎带。很多矿床的含矿构造是剪切裂隙。这些矿床的构造通常是不均匀的。破碎带具有不大的厚度，并且呈带状产在破碎較少的岩石中。裂隙的这种特点，影响了生在裂隙中的矿体的构造。在成矿沉积的过程中，常常发生重复的活动。由于重复活动的結果，在矿化带中，不同的成矿阶段便发生了空間上的分离。其特点是各种不同的石英矿体及較迟的硫化物矿体的分別发育。这种現象也可以从网脉状矿体的上下盘看到。

多数錫石-硫化物建造錫矿床产在砂岩-頁岩中。在石灰岩、噴出岩及浅成石英斑岩中較不常見。与石英-硫化物矿床不同，錫石-硫化物建造矿床在花崗閃长岩活动岩浆中几乎是見不到的。

在碳酸盐岩石中，裂隙构造也是不稳定的，除变質交代作用較良好的发育外，那种构造使矿体形状复杂化。

分布在噴出岩及近地表的侵入体中的矿床，一般都是典型的充填脉型产在破碎和断裂裂隙中。玻利維亞的許多矿床，产在不大的近地表的石英斑岩侵入体中，表現了强烈的复生作用。

电气石-硫化物型及綠泥石-硫化物型矿床通常都是脉状体，生在稳定的断裂裂隙中，那些裂隙常群集，并总起来形成明显的破碎带，那种破碎带有时长达1—2公里。在整个破碎带内，矿化程度一般是不同的；在破碎带中可見到致密矿体和矿化角礫岩的交替現象。常常有許多含矿細脉系与主要矿体相伴生，它們产在次要的裂隙中。当某种細脉系的稠密网存在时，有时可发育成为网状脉。

石英-硫化物矿体中錫石的平均含量常高于錫石-石英建造矿床中之錫石的平均含量。有的地方，巨大的矿带中錫的平均含量大于1%。在那种矿体中，錫的分布相当均匀，但仍可能有富矿囊和富矿窝的出現。当矿体中硫化物含量高时，則地表露头多由褐鉄矿組成。根据它們的模糊輪廓，很难确定矿体的形状。氧化露头中錫石的含量可以与其原生的含量有很大的不同。

电气石脉和綠泥石脉占优势的矿床，就其形态的特征來說，接近于以硫化物为主的矿床，但該矿床的地表露头中錫的含量与原生特矿石中錫含量相近似。

方鉛矿-閃鋅矿型矿床，有时或者是极不規則的裂隙脉，或者是形状上古怪而复杂的变質交代产物(石灰岩中)，呈管状、脉状及不規則状。从主要矿体及脉状矿体的形态和成分上看来，它們很象普通的鉛鋅矿床。

在矽鹼岩型矿床中，錫石很少单独形成任何巨大的堆积和較大的矿化。它們一般是与其他硫化物或磁鉄矿矿体相伴生。在那些矿床中，矿体为硫化物或磁鉄矿的矽鹼岩管状体或透鏡体。

在錫石-硫化物矿床中，錫含量的变化程度介于很大的范围内（自50到190%）。这种变化大于錫石-石英岩矿床

中錫含量的变化，虽然錫石-石英相矿床中錫含量的平均变化系数是較高的。

② 錫矿矿床的形态分类 为了实用于勘探工作和评价矿床，上述錫石-石英建造及錫石-硫化物建造含錫矿床中所有类型的矿床可划分为以下的形态类型：脉状、矿化带、网脉状、变質交代矿体及管状。

上述形态类型中矿床的評述、矿体的特点、它們大体的規模及实例列于表1中。

当勘探矿床和评价矿床时，必需考虑到在矿田范围内矿体形状常常是各种各样的，特別对錫石-硫化物矿床來說更是这样的。例如，在哈普契兰加矿田內，可見到硫化物的脉状体、矿化破碎带、网脉状的平行細脉体；在舍尔洛瓦山矿田內可見到网状脉、矿化破碎带；但在兩側則为不規則狀的云英岩体。

在网状脉类型中同样包括具有平行排列綫状延长的細脉矿体，如托尔巴尔哲（Торбальджей）矿床和培尔卡凱尔（Пыркакайл）矿床。

汞、銻和鋇矿床

大部分具有工业意义的汞、銻和鋇矿床皆为热液矿床。汞和鋇的冲积砂矿床没有什么意义。在冲积砂矿床中有工业意义的富集的銻矿床还不知道。

汞矿石和銻矿石主要是从单独的汞和銻矿床中取得。綜合的汞-銻矿床的意义較为次要。在鉛矿床中，常可見到作为混入物状态而具有工业意义的銻，在那里，它含在作为伴生物存在的脆硫銻鉛矿、硫銻鉛矿、車輪矿、黝銅矿及其他黝銅矿类矿物中。当熔炼这种矿石时，可得到含銻(5—7%)

的鉛。純的黝銅礦礦床很少開采。金-銻礦床和銻-鎢礦床是相當重要的。星辰砂及銻-汞車輪礦形態的汞的混入物，有時存在於多金屬、金及錫礦床的礦石中。

世界上大部分銻系得自精煉鉛礦和熔煉銅礦工廠的尾礦中，並且做為一種加工某些鎢礦石和錫礦石的副產品。具有工業意義的單獨銻礦床，為含有自然銻及輝銻礦的裂隙脈。這些礦物常常與鎳礦物、鈷礦物、銀礦物、砷礦物、銅礦物及銻礦物同時賦存在脈中^①。

汞、銻礦床中的金屬礦物多伴生着石英、方解石，較少是螢石，並伴生有大量次生的黃鐵礦、白鐵礦、黃銅礦、雄黃、雌黃、黝銅礦及某些其他礦物。

根據受成礦的構造-岩石條件控制的礦體形態，汞、銻礦床可分為以下諸類型：

1. 層狀礦床。卡達姆札依、卡桑一贊、尼基托夫卡；
2. 裂隙脈及脈帶礦床。拉茲多爾諾耶、圖爾蓋、部分尼基托夫卡；
3. 囊狀及小的透鏡體狀礦床。海達爾坎的某些帶及費爾干納礦帶的某些礦床。

層狀礦床的形成是借助於對礦化有利的岩石——主要是砂岩和石灰岩的交代作用。通常它們產於為成礦溶液所不能通過的岩層的下面，或產於活動帶或層間滑動帶的構造粘土層的下面。圍岩發生矽化作用並形成似碧玉岩、石英岩及角岩。含礦矽化岩石的礦體，位於背斜褶曲的軸部或單斜岩層中。它們延長可達數百公尺甚至數公里，厚度20—30公尺。形成浸染礦體和微小堆積的礦石礦物分布不規則。圍岩是各

① 後面僅僅討論汞、銻及鎢礦石本身的礦床。不包括能從其中順便獲得汞、銻、鎢的金屬礦床。

錳矿床类别	矿床类型	成矿沉积特征	矿体特征	长度和水平断面		矿床实例
				沿走向	沿倾向	
1. 脉状	石英型 电气石型 绿泥石型 磷化物型	洞穴充填	线状延长, 通常 常倾角陡	数百公尺或数 千公尺	数十公尺或数 百公尺	伊烏尔亨、宗翁都尔、瓦 尔麻穆、康瓦尔、哈普契兰 加、辛楠恰、斯大林
2. 矿化带	绿泥石型 电气石型 磷化物型	洞穴充填及交代	同上	数百公尺或数 千公尺	数百公尺	哈普契兰加 (阶地脉)、 阿爾斯哈雅、雅罗斯拉夫、 埃格海
3. 网脉状	云英岩-石英 型绿泥石型 电气石型	同上	等轴的或不規 則的	数万平方公尺		阿爾斯堡、米高揚、舍尔 洛瓦山 (大丘陵)
4. 交代的矿体 或岩体	磷化物型	交代	同上	数十和数百平方公尺, 通 常产在石灰岩中		中国西南部 (箇旧区) • 馬来亞 (比特里斯矿)

* 原載作 中国东南部, 似有誤——編者注

种各样的。某些脉延长可达数百公尺，但一般都是短脉。从数量上看，脉状矿床多于层状矿床，但储量却小得多。

囊状矿床是一种不大的等轴形或不规则形的矿体，规模可达1—2千公尺，生在局部破碎的地段、孔隙度最适宜以及裂隙交叉的地方。该类型矿床最多，但它们的储量却不大。

铋矿床为裂隙脉状，延长一般为数百公尺，矿石分布不规则或极不规则。铋矿物常伴生有黄铁矿，生在石英脉和碳酸盐脉中。通常铋矿床都是综合型的，与铋矿物伴生的有镍矿物、钴矿物、银矿物、铜矿物等等。

第四章 矿田地表地质研究

地 质 测 量

任何一个矿田的地表地质的详测，都必需在矿床勘探工作以前或其初期阶段进行。地表的勘探设计，特别是重型的和用费大的地下坑道和钻孔的设计，只能是建立在对矿床地表地质详细研究的基础上，亦即大比例尺地质图的基础上。

没有详细的矿床地质图就进行矿床的重型山地工作，可能造成对资金及时间的浪费，有时使勘探工作纳入不正确的方向，并且不能正确地评价矿床。

所要勘探的矿床中地质测量的主要任务是：

1. 查明填图区段内各种有用矿产的矿床；
2. 编制矿床地质图，其比例尺与该图所附的必要剖面相一致；
3. 圈定矿田界线——在该范围内可能发现成因类型近

似的金屬矿床；

4. 查明矿体分布的特点，以及其与控制矿化的构造要素、围岩成分或其他等因素的关系；

5. 为了进一步指导勘探工作及矿床的评价，编制有科学根据的原则。

地质测量可以用不同的比例尺进行，应视矿床规模、矿体形状及大小、地质构造的复杂程度以及地质测量的具体任务而定。

通常在勘探工作开始前，区内地质构造应在对区域地质研究的基础上研究过。在该过程中，编制比例尺为1:200,000、1:100,000、1:50,000以及较少采用的1:25,000的地质图。

大型矿床和矿体群矿田的地质测量很少采用1:25,000的比例尺，通常采用1:10,000或1:5,000的比例尺。除矿区地质图外，对每一个被勘探的矿床需编制比较详细的地质图；最通用的比例尺是1:2,000和1:1,000。比例尺1:500的地质测量用于矿床内的区段、山地工作各个水平的地质平面图、采样平面图及其他专门目的。

矿区大比例尺图的编制，应在普查和勘探工作之前进行，与区域地质图不同，应尽量根据获得的新资料加以修正和补充。地质人员应反复地观察露头，根据山地工作和勘探工作的资料，详细研究它们与深部矿床在地质构造上的关系。随着新的实际资料的积累和整理，要修正矿田和矿床地质图及其剖面。

鉴于必需补充并修改矿田地质图，在勘探工作进行期间，地质图应当用好的瓦特曼纸（译者注：质量较高的绘图用纸）制成，并且裱在胶合板制的图框上。矿田的实际材料图，应为编制地质的依据。

矿田地質图上的剖面，它上面也繪着只是經過实际工作驗証的資料，其相互間间距，按图的比例尺，不能小于10公分，同时剖面方向应尽可能垂直于矿田內的基本构造方向。除橫剖面图外，編制少数貫穿所有橫剖面的縱剖面图是必要的，并且可以連系解釋地質构造。

矿区地質图应当用一套标准的标本加以說明，这些标本应当和地質勘探队的主要編录一样保存起来。标准标本代表所有的岩石和矿物，并在地質图上具有一定的图例符号。标本的数量应当多于图上的图例符号，因为在一套标本中，每一种岩石都包括有数块亚种标本。缺乏一套固定的标准标本，当勘探队的人員一有調动时，便会造成图例符号的混乱。

因为价值常常是几千万卢布的勘探工作設計都是基于地質图及其剖面图而制定的，所以編制地質图乃是一件最复杂和最重要的任务之一。

編制矿区地質图应以精确的地形測量为基础，所以地形底图的比例尺最好大于地質图的比例尺。例如，当編制的矿区綜合地質图比例尺为1:10,000时，那么进行野外工作的地形底图其比例尺最好是1:5 000，当地質图比例尺为1:5 000时，地形底图比例尺为1:2 000等。矿体露头及其产状要素、以及各种不同岩石或标志层的接触带构造等在图上展繪的精确度是非常重要的。在对矿田研究的过程中，常常最好，而有时也必需，进行仪器制图。

除普通的地質制图方法外，当研究矿田构造时，还必需进行地球化学和地球物理填图，下面将提到它們。

对錫、鉬及錳矿床來說，花崗岩类火成岩成分的研究以及确定成矿与某种花崗岩类岩石的成因关系是最重要的。

受現代切割剝蝕而露出的花崗岩體穹窿的尖端部分以及內外接觸帶附近必需精細填圖。絕大部鉬礦床和一部分鎢礦床是產在花崗岩體內，產在它与緩傾的圍岩頂盤的接觸帶上或者產在上盤圍岩中，但總是直接靠近花崗岩體，距花崗岩體的距离很少超過1—3公里。

對火成岩岩牆必需精細填圖，因為對它們的研究，可以解決侵入體與成礦間的成因關係和相互間的連系，並且幫助解決構造運動問題。

在特別複雜的區段，應研究花崗岩的構造及原生構造，借此可以推斷花崗岩類岩漿運動的方向問題。

應當在距接觸帶2—3公里的距離內，仔細研究花崗岩體的頂盤岩石，應當編制地層的总的沉積順序柱狀圖，並查明每層岩石間的接觸關係，特別是當它們之間存在着構造不整合時。

必需仔細研究花崗岩體頂盤的接觸帶，因為根據接觸變質的強度可以足夠正確地在圖上繪出未露在現代地面的岩體頂盤，並且可以確定陡立的或緩傾的頂盤的傾伏方向。

對於鉬礦床來說，含礦圍岩為結晶片岩、酸性噴出岩和侵入岩及石灰岩。有時在裂隙脈中，鉬的礦化生于一定類型岩石（如角閃岩、結晶片岩）出現的區段，在其他岩石中則否。

對汞和鎢礦床來說，含礦圍岩總是砂岩和石灰岩，很少是頁岩、酸性和基性火成岩。對生在石灰岩中的礦床，應研究其層理特性及透水性、阻隔礦化的上覆岩石的成分和構造。應當估計到，巨大的礦體總是產在頁岩的下面，有時是產在砂岩下面，較少產在凝灰角礫岩下面。

在研究汞礦床和鎢礦床的構造時，無論是褶曲破壞抑或

断裂破坏都是有意义的。在汞和銻矿床中，可以分出层状的矿体，它們产在被較致密的岩层复盖着的有孔隙和裂隙的岩石中。矿体的形状和产状决定于褶曲构造。通常在汞和銻的矿化区段，矿床具有复杂的褶曲构造。

在大多数汞矿床、銻矿床和鉍矿床中，矿体的分布是受逆掩断层、裂隙带、简单的裂隙、局部破碎区段、相互交叉的裂隙或裂隙带、对成矿沉积有利的岩层中的交叉裂隙等的控制，这就是对断裂破坏进行制图的意义。特别巨大的矿体，是在不透水层逆掩到透水层之上的情况下发生的。矿床位置本身常常受深大断层的控制。

对地質构造，应研究其断裂破坏的位置、断层方向、方位角、傾角、充填特点以及断距幅度和方向。

鑑于断层构造和透水岩石对汞、銻成矿的重要意义，所以对細小的裂隙应进行专门的研究。应大量进行裂隙产状要素的測量，用統計法加以整理。同样也要研究透水率。区分出成矿前和成矿后的裂隙。

細小裂隙研究的成果可不表示在地質图上，但为了評述岩石和构造时，应当利用研究成果。

在汞矿床和銻矿床中，岩石的矽化作用是非常普遍的，并形成石英岩、似碧玉岩和角岩。岩石的矽化带，圍繞着矿体形成广闊的暈圈，或者在矿体以外单独出現。同样，围岩也可能发生碳酸盐化。伴随着鉍的矿化，围岩发生矽化、絹云母化、綠泥石化和黃鉄矿化。

围岩蚀变的广闊暈圈，标志着热液活动和矿化区段，应当对它們进行极其詳細的研究和填图。

地球物理勘測

当研究矿区地表时，必需广泛采用地球物理探矿。应当根据对每一种方法（磁力測量、电法勘探、重力勘探、地震勘探和放射性測量）所批准的规范执行。下面仅談一下对稀有金属矿床說来地球物理工作进行的特点，它可作为已批准的规范的补充。利用地球物理方法精确地填图可以：

1. 在可能范围内，揭露研究区内所有的矿体；
2. 圈定今后地质勘探工作的范围；
3. 修正地区内的地质构造概念；
4. 进行区域的地质-地球物理的評述；
5. 决定地球物理普查勘探工作的条件。

詳細的地球物理的制图任务是：查明表土下面的矿体产状，确定矿田的基本地质构造；划出各种不同岩石的接触綫；追索构造破坏带；圈定受接触变质作用的区段界綫；探查表土的深度。

为了确定由火成岩及变质岩组成的区域内的地质构造，常采用磁法勘探，但在沉积岩区，则采用电法勘探（电阻法）及重力勘探。

利用磁測圈定接触綫时，是基于岩石磁性的极大差異性。在火成岩中，自酸性岩石到基性超基性岩石，磁化率系数及剩余磁化强度系数的大小逐渐升高。例如，利用磁法可以探查表土下的石灰岩与蛇紋岩的接触界綫以及磁性和基性岩石間的界綫。

由于岩石不同程度的破坏，借助于电測剖面法可以对各种不同岩石进行填图，因为随着岩石破坏的程度加深，它們的电阻改变范围很大。

自然电場法专用于区分黄鉄矿化或石墨化片岩。

为了追索表土下面的片理化带（它們常与矿化有关），当它們的傾斜很陡时，可以采用非均質性橢圓剖面电测法（Метод съёмки по профилям эллипсов анизотропии）。

岩石的不同的放射性，使得可以利用放射性测量对复盖深度不大的岩石进行填图。花岗岩类岩石及其岩牆的不同放射强度，可做为一定时代侵入岩杂岩体的特征，并可将其与其他时代的相类似的岩石区别开来。

在沉积岩中，粘土、頁岩的放射性强度相当高，而石灰岩者則較低。如独居石、鋇石、褐帘石、榍石及金紅石等矿物是放射强度最大的矿物。在复盖不深的地方，可以利用野外幅射仪进行伽瑪測量，在复盖比較深的地方，可进行射气測量。射气測量的成效主要取决于复盖层的厚度和成分，所以应同时进行垂直电测深。当盖层厚度超过6—12公尺时，实际不采用射气測量法。

可利用較低的視电阻剖面法追索构造破坏带，低視电阻是由于受破坏岩石的湿度升高而引起的。构造破坏带也可以用射气測量法进行追索，因为軟弱带是来自深部岩层的气态放射性分解物的天然通道。

未使岩石发生較严重破坏的正断层和平移断层，可以根据各个电性異常及磁性異常軸的相对位移以及不对称的磁場强度和視电阻强度图解来查明。

在复盖厚度不大的情况下，可以利用下述地球物理方法查明遭受接触变質的岩石区段：

1. 利用磁測法查明矽噁岩带，对这种岩石來說，其特点为除含鉄矽酸盐外，并存在有游离的鉄的氧化物和磁黄鉄矿；

2. 利用电测剖面法查明岩石的黄铁矿化带,黄铁矿化带能使岩石的导电率增高,在它的上面,常可見到天然电場。

詳細的地質填图,应伴以各种类岩石的野外地球物理試驗,为此,需利用天然露头、山地工程、鑽孔岩心以及在复盖不深的区段內进行地球物理試驗(参数垂直电测深、磁秤观测、测井及其他工作)。

下面将簡要地評述普查工作中的地球物理方法。首先必需指出的是,对于大部分稀有金屬矿床,特别是鉍矿床及部分錫、鎢及汞矿床来說,几乎不能采取直接的地球物理探矿方法。最主要的稀有金屬矿物是輝鉍矿、錫石、黑鎢矿、白鎢矿、輝鎢矿、輝鉍矿和辰砂。所有上述矿物的特点是密度大,但由于矿床中它們的富矿体太小,以致不可能用重力測量做为直接的普查方法。上述物質皆无磁性,并具有很高的电阻。文献中曾載有輝鉍矿的单晶具显著的导电性,但含鉍矿石一般往往电阻高,因为当矿体中金屬矿物含量甚低时,它們彼此是不相連接的。

在下述情况下,可以利用地球物理的方法进行稀有金屬的普查:

1. 矿体中存在有大量的导电性矿物如黄銅矿、黄鉄矿、磁黄鉄矿、方鉛矿、閃鋅矿,而使电阻大大降低。可以用自然电場法、电阻法以及低頻率和高頻率的交流电电测法去发现这种矿体;

2. 砂化矿体电阻高,可用对称电测剖面 and 联合电测剖面或偶极电测剖面法去探明矿体。有时采取感应法可获得良好的效果;

3. 矿脉圍繞以一层低电阻的构造泥;

4. 矿体中磁性矿物(磁鉄矿、磁黄鉄矿)含量显著时,

可用磁測查明。

下面引述各种地球物理方法对于查明間接普查标志的适用性的资料。

許多区域内，在黃鉄矿化片岩及石墨化片岩上面，以及由于氧化还原作用而形成的硫化矿体上面的自然电场，可用为普查的标志。

所有电測剖面中最常用的是两个电极距的对称电測剖面法。仅仅在目的物不大的情况下，可以进行梯度測量（及借助于沿走向（橫切剖面）裝置的电极距来測制剖面。

垂直电測深是确定复盖层厚度亦即矿体深度的較重要的手段。仅在复盖层厚度甚大的情况下，在普查中可以采用电測深。如經驗所示，在曲綫上可看到由于导电性矿体影响所致的視电阻降低。

在很多地方，特别是在靠近采矿和冶金企业的地方，工业电源的游散电流的影响較为显著，常常很难，有时往往不能用电阻法进行工作。在这种情况下，应用脉动換向器可以在某种程度上消除这种干扰。在同样的情况下，工业电流集中在电阻低的地区，則可在普查中运用之。

区内矿体露头較多时，利用三电极法进行矿体的初步勘察是合理的。一般說来，具有工业規模的矿体的特点，为它們的电阻較之那些仅具有純矿物学意义的露头逐漸降低。

为了評价地球物理工作的可能性，在那些露头上利用其他方法进行一些工作是有益的。这样，可以比較有根据地选择值得首先研究的区段。这些工作由专门流动的地球物理小組去完成，它們能够很快地研究大量的露头。

在露头很少的情况下，測井，特别是滑动接触法具有較大的意义。

由于矿体或黄铁矿和磁黄铁矿带都能在曲线上造成最高值的电流，所以沿鑽孔的井壁最好进行自然电场以及电位的测量。

能在空气中测量低频率交流电场中磁分量的强度法，不需要采取接收的接地装置，冬季进行工作或在具有高电阻的上复岩层（干燥砂岩、露出的基岩）地区进行工作时，这点是特别重要的。另一方面，向交流电场的过渡，就降低了勘测的深度，并造成某些与事实不符的效果出现。

目前最通用的高频率电测法是感应法，当普查埋藏比较不深的长条形的地质导体时，该法极为方便。它的重要的优越性是使某些不具连续的电导性的矿体，在高频率电场下，由于交流电而变为导体。

仪器的改良、野外工作的方式和成果的解说都大大扩大了该法应用的可能性。

当矿体周围的基岩层电阻高时，那么无线电波法可得到良好的效果。应当指出的是，由于各种现象——反射、折射、衍射的影响，以及由于地下导体的二次激发效应，不能经常地使无线电阴影明显的轮廓。而这样就很难从地质上解释所获得的资料。

复盖层中不同物体的包体及复盖层厚度的变化（特别是所谓囊状体或古河床的埋藏细谷）是电测中最常见的非矿化异常的来源。

另外，基岩中的构造软弱带及片理化的岩石所产生的影响也是很显著的。

若矿体中含有足够的磁性矿物（磁铁矿、磁黄铁矿），且产在无磁性的岩石中，则磁测可用为直接普查法。但必需指出的是，那些矿物在氧化带中则转变为无磁性的亚种，因

此異常區就變弱了。

當無磁性的礦體產在磁感應系數很高且常常具有剩餘磁化作用的基性岩及超基性岩中時，則情況就可能相反。在這種情況下應注意垂直分磁場的負異常（如在石英脈上面）。

硫化礦床上面的鐵帽，通常是一種重要的普查標志。當區內存在有比較厚的復蓋層時，為了查明隱蔽的鐵帽，在某些情況下可以利用精度高的磁測法。

通常，在區域測量中利用磁秤時僅測量垂直分磁場。但在某些推斷的剖面上，為了確定數量的核實，測定水平磁場和磁傾角是有益的。

地球物理詳測，特別是對金屬礦床來說，遠非僅靠加密測網來實現的。詳測常常是採用與普通測量有很大不同的方式來進行的（如在感應法中用不同的頻率和在電測剖面中改變極距，用組合點法在不同的高度上進行磁測）。

利用不同方法的觀測，可以確定所發現異常的地質特性。

檢查所發現的地球物理異常一定需要地球物理人員參加。其中，所有坑道和鑽孔都需要借助於順便地球物理觀測進行檢查，其方法是：滑動接觸法，天然電場測量法，電極電位測量，進行磁測井，檢查揭露出的礦體露頭，利用三電極法，採集金屬量測量樣品，確定鑽孔中地下水靜止水位及湧水地點，借助於泥漿電阻測量儀測量它們的電阻等。

甚至當沒有遇到礦體時，必需進行礦體充電法工作，因為礦體可能就在附近而坑道沒有碰上。

在研究檢查鑽孔時，也可以沿鑽孔軸進行電位測量，供電設備安置在地表，視礦體可能埋藏的深度採用2—3個電極距；同時最好也變換方位角，亦即每隔 60° 依次在三個方

向上停放仪器。

地質检查的目的，是查明地球物理異常的原因。所以，甚至当矿体沒有露出时，所获得的資料应当用来修正地球物理資料的地質解释。有这种巧合的情况，就是在異常区段內的确揭露出了矿体，但在詳細检查时証实，地球物理場的變異并不是矿体所引起的。

检查的結果，必需要用于对所有地球物理資料的重新解释。特别是当解决反演問題时，它們可以帮助修正定量的核算。

地球化学探矿

为現代侵蝕切割而露出的矿床常形成机械分散暈，那些机械分散暈把矿床的原生和次生矿物或与矿床同时生成的标志矿物帶到风化帶中去。由于出露在地表面，那些矿物便进入到疏松的残积层-坡积层发育的区域中去，同时由此就形成了机械分散暈。

除机械分散暈外，受現代侵蝕切割而出露的矿床还形成了盐暈。那些盐暈，把可溶的原生矿物或次生矿物以及那些能在次生变化过程中經過一个可溶化合物的阶段的矿物帶入到自己的組份中去。

机械分散暈和盐分散暈也可形成在未露出在地表的矿床的附近。矿床和各个盲矿体的探查是一件重要的任务，因为在很多省份內，盲矿体的数量都大大超过在地表有露头的矿体。

在不同的地質条件下，未出露在地表的矿床的相对数量变化范围可能很大：所有含矿杂岩体都出露在地表并且沒有盲矿体，或所有矿体都未出露在地表面上。未出露在地表的

矿床数以及它們出露的可能性决定于組成含矿杂岩体的垂直范围的大小、矿体垂直方向的大小、矿体向深处的傾斜度、含矿間隔內的侵蝕切割高度以及受隱伏地質构造控制的矿体数等。

应根据圍繞矿体的金屬元素的原生分散暈、矿化現象及含矿构造等标志去发现未露出的深部矿体。根据这些标志，首先发现有色及稀有金屬。

次生分散暈是发生在疏松的残积层和坡积层成因的岩石中。其規模一般大于原生分散暈。

原生分散暈的查明，是借助于对基岩大量的采样以及样品專門的野外比色分析和光譜分析来实现的，这些方法是用来确定賦存在岩石中的各种化学元素的克拉克含量的。

無論是主要的成矿元素或伴生元素，都可做为深处矿体的指示計。

在产于区域地質构造或一定的岩石建造中的延长的含矿帶范围內，选择普查隱伏型矿床的范围，若在那里具有与最典型的矿床和工业上最重要的矿床相类似的地質条件时，則可認為在选择区段內，其深处有隱伏矿体存在的可能。

应根据1:200,000、1:500,000及更大些的比例尺的地質普查工作中对成矿分析的資料，划分出远景区。

在划分出的区域內，經過踏查后，除詳細的地質測量及对隱伏矿化的标志进行研究外，还应設計地球物理工作、鑽探工作。有时并設計山地工作。地質測量应首先追踪区段的地表构造出露的标志，并向深处推断，以便闡明区段的深部构造。地質測量的比例尺应当是1:10,000或1:5000。

在地質測量中，应基于对矿化現象（矿染、含矿及不含矿的細脉等）及对与矿化伴生的围岩蝕变帶研究的观点，

确定深部矿化的地球化学标志。

借助于金属量测量，可以确定做为深部矿化标志的原生和次生分散晕。

一开始，应当在远景区以外的范围内沿 2—3 条路线进行金属量的检查，以便确定组成该区段的各种岩石中矿石金属含量的天然底数。以后，沿 3—4 条正交区段内地质构造的路线进行金属量测量，在被断裂及破碎带所切割的地方必需采样。

在查明了金属含量增高的情况下，在该区段内沿 100×10 公尺网进行详细的金属量测量，并须在全部构造破坏带内沿走向进行仔细的采样，而无论该构造破坏带的方向与金属量测量网的方向是否一致。

研究原生分散晕时，自基岩中取样。粉碎成粉末进行光谱研究。

研究次生分散晕时，样品主要是采自疏松的残积层或坡积层中的粘土部分，数量 20—30 克，筛分后进行光谱分析。

与金属量测量的同时，建议利用水化学方法进行普查，水化学方法是基于矿体与地下水中成矿元素的含量关系。

金属矿床的水化学标志是：

1. 地下水中成矿组份的含量增加；
2. 地下水中伴生元素的含量增加成分布广泛；
3. 由于金属硫酸盐（铁帽及其他硫化物的风化产物）的溶解及硫化物氧化而形成硫酸，使地下水中 SO_4^{2-} 离子含量增加；
4. 地下水 pH 值的变化；
5. 地表泉水及潜水盆地中水的电阻下降。

对地下水水文化学的研究，可查明并圈定矿体，以及查

明岩石中分散矿物的分布情况及岩石与矿体間的成因关系；取得作为含矿溶液屏障的岩石的資料及产生近矿蚀变的循环溶液的孔道的資料。根据微量組份的一定的組合的含量，可以查明各种岩石亚种的分布及第四紀沉积复盖下的构造破坏。

地下水中成矿元素含量增加的大小，不用絕對数字来表示，而是用在該地質条件及地下水条件下元素含量的大小与普遍含量（基值）間相对的比例数值来表示。

不同的成矿元素、不同的地質条件及水文地質条件下，地下水中元素富集的程度和規模大小不同。

确定地下水中成矿元素及 SO_4^{-2} ，以及在个别情况下确定 pH 值及伴生元素，是水文化学探矿的主要方法。上述諸項測定，还要伴以普通化学分析，其数量应足以查明隱伏岩石的成分、构造带，并足以編纂水文化学图，并且同时进行水残渣及淤泥的光譜半定量分析。

应自現有的水源或山地工程和鑽孔中选取水样。数量上应保証足够詳細地研究地下水（自地面起第一个含水层的水），若暈圈分布在比較深的含水层中，那么也应包括那些含水层。

与詳細金屬量測量及水文化学取样的同时，应配备專門的物探工作以确定疏松沉积层的深度或查明有利于成矿的深部构造及确定深部矿层。

普查勘探队应通过查明有用矿产出現的标志（異常的标志、含矿暈圈的标志）完成地球化学及水文化学的研究。

对錫和錫來說，它們的主要矿物（黑錫矿、白錫矿、錫石）化学性質不活潑，并且它們的盐类在氧化帶中溶解很弱，矿物发生机械破碎，且自矿体基岩露头沿傾斜向下，在

坡积层及泥土中，分布着它們中的最細的部分。

錫矿物及鎢矿物的稳定性，使有可能在坡积层中那些矿物含量比較高的区段内进行重砂測量。

对鉬矿物來說，其运移可以用三种方式进行：鉬矿物鱗片的机械分裂、破碎和流散；氧化鉬矿物的溶解及以后在水中六价鉬的运移，而后呈鉬盐沉积在土壤及坡积层中；被某些植物自土壤中富集起来。

对汞矿床說来，已証实了它的原生分散量的存在。汞矿床的主要矿物——辰砂，在氧化帶中非常稳定，并且由于机械磨損而遭受破坏。

仅仅是在特殊的条件下（干燥气候及水中有氯的存在时），汞方可发生化学分解。

当汞矿床发生破坏时，其周围产生疏松的冲积-坡积沉积和冲积沉积圈，其中含有辰砂。汞量測量既可用于似层状型矿床（其特点为常常发育为巨大的矿化区），也可用于其它类型矿床。

样品含汞量分析可以，

1. 借助于破碎样品的冲洗（辰砂剩余在重組份中，可根据同样重量的各样品中辰砂的指标估計汞的含量）；

2. 混濁度測定法（нефелометрический метод）。

鎢矿床和鉬矿床中的分散量，無論是原生的或是次生的研究的都非常少。在氧化帶中，輝鎢矿、自然鉬及輝鉬矿都很容易轉化为氧化物，离原生露头不远它們就机械地破碎开。

重 砂 測 量

普查中的重砂方法，是基于某些矿物有选择性的集中于

冲积层下部以及坡积盖层中的特性。为了能够富集，矿石需具有：抵抗磨損的硬度；抵抗溶解的化学稳定性；較大的比重，它使矿物很难被水帶走，并使矿物富集在坡积盖层或冲积层的底部。

輝鉬矿是一种較軟、化学性質較不稳定、比較輕的矿物，在坡积层及冲积层中富集不起来，所以对鉬來說，实际上不采用重砂取样方法。

輝銻矿是一种易碎矿物，在地表面上很容易氧化，因此对銻來說，重砂普查方法用处不大。

輝鉍矿及自然鉍，在疏松沉积层中也是一种稳定性小的矿物，但在氧化帶中它常变为基泡鉍矿（鉍的碳酸化合物），它比較稳定，因此在砂矿中富集起来。

辰砂是一种机械性能較不稳定的矿物，但它們还是能够出現在距原生露头数公里远的砂矿中。

在重砂測量工作中必需指出的是，在具有汞矿化的区域内，处处辰砂都分布在重砂中，而其中稀少的辰砂的存在，不能做为具有工业意义汞矿床存在的依据。

由于錫石、黑錫矿、白錫矿的机械坚固性、化学稳定性及其較大的比重，故它們是富集在砂矿床中的最典型的矿物。

在任何区域内，錫矿及錫矿的普查皆应伴以重砂測量，对它們來說，重砂測量是一种最好的普查方法，可以在很短的期限内且花費少的情况下发现它們的新矿床。

收到重砂样品时，在被淘洗的岩石粗大的部分中，应对含矿石英脉及其他的含矿卵石及碎屑进行研究。石英是一种最稳定的矿物，沿河流向下，距原生矿体露头达十公里，呈含輝鉬矿及鉍矿物的（滾圓的石英脉卵石而存在是大家所熟

知的，石英保护了矿石使免于破坏，在重砂测量中，石英卵石不仅应当收集起来，同时应当破碎并且研究其中可能存在的有用矿产。

当进行大比例尺测量时，很少单独运用重砂法，但与地貌学的研究和金属量测量相配合起来却能产生良好的效果。借助于重砂法可以确定隐伏在复盖层下面的最有可能的矿体露头地带，可以最合理地确定勘探工作方向，这样便加速了普查过程，减少了土方工程，并且降低了生产工作的费用。

在确定有矿化的区域内，当详测的第一阶段进行比例尺为1:10,000—1:5000的勘查工作时，沿细溪、河流及细谷向上，重砂样品的选取间距为100—300公尺。在金属含量呈现升高的间隔内，加密取样网以便检查并使资料精确化。

在选样时，必需选择重矿物聚集的地方。在这方面最有的是河流突然放宽的地段、陡坡代之以缓坡处，大转弯的下游或浅水带。在砂滩上，重矿物最富集的是沿河流的上游部分及砂滩突出的边缘。重矿物直接聚集在不大的障碍物（巨大的砾石、水底长垣）的下面。

在壮年发育期的河谷中，仅仅有微弱的侵蚀，砂滩及河床沉积的上部几不含重矿物。对那样的河流，重砂采样必需用浅井揭露河谷沉积的底部。

在回春阶段的河谷中，河流进行着纵深侵蚀或侧蚀，同时冲刷着基岩，在这种情况下，应进行沙滩及河床的取样。

沙滩沉积中，样品是取自不深的浅井内，那些小浅井是为了采取冲刷的砾石层样品。对于河谷和河床沉积来说，与砂矿底岩接近处是有很大大意义的。

阶地中的重砂取样，对原生矿床的普查来说并不是经常

有用的，但借此可发现阶地中的砂矿，这些阶地砂矿本身常常具有很大的价值。近砂矿底岩边缘的取样、河漫阶地及较高的阶地的取样，可产生良好的效果。

阶地沉积中的重砂样品，是沿垂直方向按 0.25—0.5 公尺的间隔分层采取的。

当河谷取样效果良好时，所进行的山坡坡积层取样最初可沿着比较稀的勘探网进行，浅坑沿平行河谷的方向作线状分布。以后，浅坑的间距可以加密。为了研究重矿物在坡积层断面中的垂直分布，个别的浅坑或小浅井可以挖到基岩。

应当在距地表尽可能深的地方选取样品，因为在那里富集着比重大的主要的有益组份。为了这一目的，可以挖不深的普查坑道；这些坑道沿直线或正方网分布。

为了获得可对比的结果，在研究区内所有的样品的数量都应当是一样的。一般样品重量应不少于 15—30 公斤。

重砂样品的淘洗是用手在普通淘金用的水槽（容积 0.007—0.008 立方公尺）或“V”形槽中进行的。淘洗时不宜用钵、盆、碟子及其他具有平滑底子的器皿。烘干的样品放在用坚实的布制成的口袋或囊中，并注以标号。所有关于重砂样品的描述，均载入重砂登记簿中。

在重砂测量过程中必需检查淘洗人员的工作质量。

为了运用重砂测量的资料，在以后的普查工作中，紧接着采样以后，必需进行野外重砂矿物学的研究。重砂中之矿物数量，根据目测估计登在记录本上（如根据含量等级：无、个别出现、少、中量、多）。比较精确地确定重砂中矿物数量、矿物颗粒大小及其形态的研究、与其他矿物的共生体的研究等，都是在野外矿物实验室内进行的。借此确定重砂中所有的有用矿物。在重砂的实验及研究过程中，必需

根据淘洗样品的原始重量经常的确定有用组份的含量比。重砂的全矿物分析，通常是在最后室内材料整理时进行。

根据重砂采样的资料，编制适当比例尺的重砂图。在图上绘出采样地点及其编号，并且用符号表示出矿物的存在及其含量。有时也表示出采样处的沉积特点。为了便于利用图时发现矿床和矿体，在图上还应绘出已知的矿床、矿化现象及有利的构造。

在详细的重砂测量中，采样位置应当用仪器测在图上，但那种情况例外，即目测或半仪器测量能够保证根据分布在附近的地物特点，正确地在图上画出它们的位置时。

在物质精密分析的情况下，重砂采样不仅对说明各种物质分散量的形成原因，并且对确定原生矿床的类型及规模来说，也能做出极其重要的指示。

重砂记录应精确地记载重砂采样的位置、采样地点的特征及采取重砂样品的疏松沉积层成分的叙述。此外，应表示出海洗样品的原始大小和重量。

地 面 勘 探

进行地质填图时，可广泛地应用人工露头法，当需精确填图的范围被盖层所掩盖时，即利用人工露头法，此法还便于在地表揭露矿体、追索矿体、圈定矿体边界线以及进行矿体的采样。

在进行矿区的人工露头前，应当非常仔细地观察矿田的全部地表。除研究原生露头外，还应在图上绘出岩石的石堆及坡积盖层中的矿块，它对布置人工露头来说是有很大帮助的。

与矿区地表地质研究的同时，应当进行地球物理工

作。

基岩和有用矿产露头的揭露、对它们的研究及采样，是借助于勘探工程——浅槽、浅坑、探槽、小型孔、浅井、小圆井、鑽孔、不大的坑道和竖井来实现。各种工程的运用是根据所研究区域的地形、复盖深度、含水性及岩石的稳定性等。

当复盖厚度不超过1公尺时，可用浅槽、探槽、浅坑揭露基岩；当复盖厚度为1—3公尺时，利用探槽、小圆井及不深的浅井；当复盖厚度达15—20公尺时，利用小圆井、浅井、小型鑽探；当厚度超过20公尺时，利用鑽探、不大的坑道和竖井。

当岩石含水性大时，可用小型鑽机代替浅坑、浅槽、探槽，这种小型鑽机主要用于质软及疏松的岩石。但必需考虑到巨大卵石的存在所造成鑽探上的困难，因此在含有卵石的地段，最好进行浅井及小圆井。

在剧烈切割的地形条件下，最好进行坑道掘进。

在解释矿体地質构造前，应进行地表剥离。“抓住矿体”，也就是自己知的矿体露头沿走向向两边追索。

经过第一批人工露头以后，可以查明矿体的主要产状单位，地表勘探应根据新的资料来实现。仅在没有露头或在大范围内网脉状矿体均匀时，人工露头方可按几何网方式进行。甚至在详细普查和勘探工作的初期，矿区内大部分在构造上就可以获得解决。在矿区内必需划分出可能埋藏有矿体的区后，查明矿体地表露头广泛分布的方向及矿体间的间隔。

确定了矿区的基本构造及可以说明矿体分布规律的假想后，地表人工揭露即不能沿几何网布置，而是按主要的地質构造布置。当追查一系列相互平行的脉时，其中一部分是已

沿矿脉的走向用探槽或探沟加以揭露以便詳細研究矿脉的可达部分。

干槽是沿垂直已查明的矿体的主要走向而分布的。探槽长度应符合于矿床規模，亦即决定于矿体可能分布的范围，并且可能是很长的（达100公尺）。相邻干槽間的間距，应能控制延长不远而又具工业意义的矿体。干槽間距常不少于100公尺，很少超过400—500公尺。

所有探槽应尽可能地达到基岩。在遇到矿体的地方，加深探槽以达比較新鮮的露头并且采样。在干槽內同样的地点，沿矿体走向进行清理，以确定矿体的产状单位并附帶进行采样。

在需要挖很长干槽的情况下，当工作量为数万或数十万立方公尺时，在地形条件及复盖层特点許可的各个地方，采用專門的挖槽机或电鋸的机械化工作是必要的。

对那些分布在陡立的山坡上而地質构造又特別复杂的矿床区段以及复盖层厚在1公尺以內的区段。可以代以不規則的加密的探槽网以充分揭露坡积层所复盖的区段。若附近有水流时，应当利用它去冲刷坡积层，同时沿着管子或不大探槽的系統把水导出。

当复盖层很厚超过2—3公尺时，矿区的地表勘探是借助于小圓井及浅井来实现的，那就复杂得多了，并且在每种情况下需要特殊的办法。

探槽及所有地表人工露头的編录应当很精确，因为要基于它們查明矿区构造并且設計地下勘探工作。全部人工露头都应当就地按置任一种标志，最好是用写有工程編号的标桩。长的探槽，特別是干槽，应就地确定起点，自它起測定距离。

探槽、浅井、浅槽等毫无例外地应进行地質編录、甚至当它們沒有揭露矿体或沒有达到基岩的情况亦是如此。不管工作的結果怎样，所有那些山地工程都具有主要的意义，并且当进一步工作时应加以利用。未进行地質編录的探槽应認為是工作中的废品，因为它身上花了投資而未得到結果。

在探槽掘进中，常常在探槽的一壁上无矿，而在另一壁上則是矿石物質。在遇到矿体的地方，在探槽帮上就地按置最好是明显些的标志，以便連系相邻探槽中的矿体。

所有地表的工程：浅槽、探槽、浅井以及探槽通过矿体及重要地質界綫的地方，都应用仪器測在比例尺为1:10,000或更大些的地形底图上。

利用探槽和浅井勘查埋藏在很厚的复盖层下面的矿体实际上是不可能的，在这种情况下适于进行普查鑽。为了控制矿体，第一批普查鑽孔是根据金屬量測量結果或地球物理勘测結果布置的。

普查鑽方法并不合理并且很貴，仅仅是当不能进行其他勘探方法时才利用它。

水文地質和工程地質研究

在勘探工作中，进行水文地質工作是为了調查供水水源，评价矿床的含水程度以及矿体頂底板岩石的穩定性等。

假若矿床的含水性強，那么一般需进行詳細的水文地質研究，結果应得到当編制开采設計时根据水文地質条件判断矿床工业可用性的資料。

在勘探工作的各个阶段，都应当进行上述水文地質的研究，研究的成果在勘探报告中闡述。这些要求不屬於专门水文地質的研文，专门水文地質研究是根据全苏水文地質工程地

質科學研究所所制定的專門手冊進行，適用於各種不同目的，完全不屬於勘探工作的研究範圍。

對水文地質研究的基本要求是決定於勘探工作的詳細程度。

普查工作中，區域水文地質評價具有共同的程序，它們是基於，

1. 勘查區中現有的水文地質、地質及其他文獻和素材的搜集、整理及綜合；

2. 區內水文地質路線觀測及區內地質條件近似的礦坑的觀測；

3. 盡可能在所有的山地工程及20—30%的鑽孔中進行簡易水文地質觀測（測量地下水穩定水位的深度、鑽孔中沖洗液的消耗量等）；

4. 為將來企業供水的可能水源做簡易水文觀測。

初步勘探時，水文地質研究包括：

1. 比例尺為1:50,000或1:25,000的礦床的區域綜合地質測量，用專門儀器進行；

2. 勘探坑道及鑽孔中的簡易水文地質觀測（確定真正的地下水靜止水位，沖洗液消耗的觀測，注水試驗等）；

3. 利用淺井、水井、坑道或個別專門水文孔的短期抽水方法進行的主要含水層的初步試驗；

4. 地下水及地表水的初步長期觀測；

5. 區內具有相似地質條件的礦坑水文地質條件的研究；

6. 確定地下水及地表水化學成分方面的試驗工作，確定礦床範圍內含水砂質土壤的物理機械性質方面的試驗工作，以及確定指定為基建區段內地表土壤物理機械性質方面

的試驗工作。

在勘探报告中，以单独的章节叙述所蒐集到的資料，并且附以比例尺为 1:50,000 或 1:25,000 的矿床区域水文地质图、具有水文地质資料(水位、含水层等)的水文地质剖面、地下水及地表水的化学分析表以及土壤的物理机械性質表。

当进行矿床的詳細勘探时应当进行：

1. 矿床区段內、豎井或坑道內比例尺为 1:5000 的水文地质測量。在測量过程中应查明妨碍或便利地表水及大气水渗透的因素，妨碍或便利矿山所排出的积水渗透的因素，妨碍或便利淹沒的旧坑道中水的渗透因素等；

2. 在个别水文孔中做三次降低的試抽；

3. 在勘探工程鑽进的中断期間及鑽进停止时測量 稳定水位的深度；

4. 在生产鑽孔中观测冲洗液的消耗量，在勘探工程鑽进结束后观测人工注水的消耗量，在勘探工程鑽进过程中观测涌水深度；

5. 在新豎井及新坑道中进行观测以查明新遇到的岩石的含水性、含水量，測量涌水量，查明水的化学作用并研究被揭露出的岩石的机械构造和岩石成分；

6. 在生产矿井的地下坑道中进行观测以确定矿坑排水量、单位時間內排水的变化以及它与季节性气候因素的关系，与工作面的推进及其深度間的关系。同时也应确定矿坑水的化学成分、坑道中地下水的矿化特征，它們与裂隙特点、构造特点、含矿围岩成分及矿体成分特点及坑道深度間的关系等；

7. 在矿床範圍內研究：地形及微起伏，水文网，永久冻土层，喀斯特現象，构造特征，岩石的裂隙，流砂及湿化等現象。

詳細勘探中，水文地質研究的成果在勘探报告中加以敘述，其中并应附：

1. 比例尺为 1:5000 的水文地質图，在图上繪出地表水容易渗透的范围及地点、地表水难以渗透的区段、湿化地段、喀斯特区段等；

2. 沿有代表性方向所繪制的一定数量及一定比例尺的剖面图，它对解释地質及水文地質条件来说是必要的。在剖面图上应繪出永久冻结层下限及主要融区，主要含水层的水位和水头大小；

3. 用以說明地下水、地表水、矿坑排水、泉水性状的图件材料；

4. 坑道平面图，在它上面附上水文地質观测資料；

5. 豎井、斜坑、平坑及有代表性的坑道和鑽孔的剖面图，在图上应附以各种水文地質資料；

6. 生产工作編录的表格和資料；

7. 为地下坑道或露天探矿場所揭穿的矿体各个水平涌水量的結論及可能用为企业供水水源的結論。

必需指出的是，所有稀有金屬矿床中金屬含量常常是很低的（对錫及銻来说很少是百分之几，一般是千分之几，有时是万分之几），这就决定就地选矿的必要性。最通用的浮选及重力选矿过程都需要大量的水。为了概略的計算起見，可以規定每开采和加工一吨矿石大概需要五吨水，其中包括技术加工过程、飲用及日常用水。一昼夜开采并加工 1000 吨矿石的矿坑，应有每昼夜涌水量近 5000 立方公尺亦即約 50—60 升/秒的可靠的供水水源。

当必需研究和評价矿床开采条件并进行深部坑道掘进时，研究評价地下及地表的山地工程掘进的技术条件时，

研究和评价矿山村鎮、樓房、鉄道等建設区段的合理分布时，研究由开采工作而可能产生的自然条件的变化时，在矿床的詳細勘探过程中都需进行工程地質研究。

工程地質工作的主要任务是研究：区域的自然地理条件；岩石的特性；岩石的产状条件及其裂隙的特征；岩石的机械物理性質；矿床附近的天然建筑材料。

对分布在发生錯动范围内的矿床以及分布在褶皱山区受变質的沉积岩层及火山岩层內的矿床，应特別注意研究不同机械稳定性的岩石的互层，并且当风化时，那些岩石的特征使自己的性質发生了变化。在那种情况下可見到喀斯特現象，并且可能发生地滑及山崩等。

对生在地台及平原中未受变質的沉积层中的矿床，应当注意研究在地区疏干时岩石机械性能的变化，以及露天开探場边坡稳定性的评价。应当搜集說明岩石可溶性、岩石被水冲蚀性、流砂性状等因素的資料，对开采技术条件的总评价說来，这些都是很重要的。

在六級以上地震区域，特别是在山地工作、民用建筑及工业建筑区内，在工程地質工作中应当特別研究主要的构造裂隙。值得指出的是，在苏联国土划分的地震区是根据地震观测站資料而作的，而对于有年青的构造裂隙存在的区域来說，受震强度可能是极局部的，区域观测站可能測不出。在具有較新运动跡象的区域构造裂隙区内进行工业建設时，則必需进行特別的研究。

应当对永久冻土带进行專門的工程地質工作。

工程地質研究的成果，单独写成一章列入总的勘探工作报告中，在报告中应附有：实际材料图，表示出含水性的地質-岩性 (геолого-литологическая) 图，构造图及工程地質

图。

除附在报告中工程地质部分的实际材料以外，应列出矿床内岩石物理机械性质鉴定表，以及岩石的化学和温度的调查表。

第五章 稀有金属矿床

按勘探条件的分类

在国家储量委员会的储量计算规范中，根据勘探方法及工业评价，所有金属矿床可分为四类：

第一类(a类)矿床 矿床规模巨大，形状简单，有用组份分布均匀。

稀有金属矿床有时具有巨大的矿体规模（网脉状钼矿床、钨矿床及锡矿床，较少的铋矿床及汞矿床，巨大的矽酸盐钼矿床和钨矿床），但其中有用组份含量却大部不均匀，所以稀有金属矿床一般不能划为第一类型^①。

第二类(b类)矿床 矿床规模巨大，形状多样并有时形状复杂，金属分布均匀。属于此类的矿床有：大部分网脉状钼、钨矿床及部分网脉状锡矿床，矽酸盐型钨钼矿床中产状形态比较规则而稳定的最大的矿床，某些最稳定的锡石硫化物建造矿床，其特点是锡的含量贫而均匀。

对第二类矿床的勘探，基本上可用鑽探，但必需用勘探坑道或鋼繩冲击鑽来检查鑽探成果。当矿床准备开采时，利

①对某些锡含量极贫但却非常均匀的巨大网脉状钨矿床，看来可算作例外

用坑道查明A₂級儲量。B級和C₁級儲量可用鑽探查明。对本类矿床进行矿山企业基本建設設計时，B級儲量不能少于总儲量的20%，C₁級儲量不能多于总儲量的80%。

銻、汞、鉍矿床由于极不規則，所以它們既不能划为第一类，也不能划为第二类矿床。

第三类(B类)矿床 矿床規模中等，具有多种多样的但多少較稳定的形状，矿体中金屬含量不均匀或极不均匀。属于这一类的矿床有：

鉛：不大的网脉型矿床，大部分砂页岩型矿床，分布最广泛的石英-絹云母-輝鉬矿建造的石英脉型矿床；

錫：大部分砂页岩矿床，为数极多的石英-黑錫矿建造的脉状矿床类；

錫：大部分錫石-硫化物建造的錫矿床，某些錫石-石英建造矿床，其中主要是长石-石英型及石英型的；

汞和銻：最大的和最稳定的脉状矿床和层状矿床，其特点是富矿地段相当大，含矿系数高(高于0.6%)；

鉍：工业矿床范围較大的脉状矿床。

对第三类矿床应当用坑道来勘探A₂級和B級儲量，但C₁級儲量可用鑽探查明。在本类矿床的原料基地設計企业时，B級儲量不应当少于总儲量的5%。

第四类(F类)矿床 为規模不大，形状复杂，有用組份极不均匀的矿床。錫、鉛、錫以及鉍矿床中属于第四类矿床的有：細树枝状的石英-輝鉬矿建造細脉或錫石-黑錫矿云英岩建造細脉，矿体不大形状不規則的小砂页岩型矿床，砂页岩、云英岩及伟晶岩中巢状的金屬矿床。大部分錫石-石英建造矿床属此类型，似层状，矿体規模巨大，矿化极不均匀，含矿系数小于0.6或受构造裂隙割裂切割和錯动的鉍矿

和汞矿屬此类矿床。矿化不均匀的短脉、鷄窝状和小的錫、汞矿体也屬此类型矿床。

第四类矿床的勘探仅可以用坑道配合浅孔鑽探。此类矿床不要求 A_2 級儲量。大部分第四类矿床应当用密的坑道及坑內鑽孔网勘探。以后当回采矿床的儲量时，应利用勘探坑道，否則勘探費用就太高了。

由于第四类矿床規模小，开发它們不需要巨量的投資（很少超过3千万—5千万卢布），可以利用勘探得的 C_1 級儲量进行开采企业的基本建設設計。

在全国儲量委员会的規範中，按照稀有金屬矿床的工业类型（第一、二、三、四类），对勘探各級儲量（ A_2 、 B 、 C_1 及 C_2 級）來說，提出了大致固定的勘探綫剖面間距。如对 A_2 級儲量的勘探，勘探綫剖面間距不超出20—40公尺；对 B 級为40—80公尺； C_1 級为50—120公尺。

在苏联，当展开了規模宏偉的、主要由年青的专家担任的地質勘探工作的时候，統一的勘探网的及时建立是有其积极意义的。

但机械的采用全国儲委規範中所拟定的勘探綫剖面間距，以及进行勘探工作的地質工作者和检查儲量計算資料的核算人員的某种程度的过分保險思想，致使最近10—15年中很多金屬矿床有勘探过渡的現象。

本書介紹的勘探綫剖面間距，要通过对勘探儲量及开采儲量的对照，以及考虑到用最少的投資进行勘探工作的必要性，重新加以审查和修正。重要的是确定最大的勘探綫剖面間距时，应考虑到每一种被勘探的矿床的独特性。

下面(表2)列出了按勘探条件对鉬、鎢、錫、鋇、銻及汞矿床的分类、适宜的勘探方法以及相应的对勘探儲量的要求。

第六章 稀有金屬矿床深部勘探

初步勘探的基本任务

由于找矿工作或者是偶然地发现矿体地表露头之后，如果对这些露头的評價认为有希望，且該地可能埋藏有工业价值的矿体，便可开始初步勘探其基本任务是：

1. 根据已知地表露头及第一批人工露头对矿体作远景評價，确定初步勘探的規模，基本方向以及工作方法；
2. 研究矿床附近的地質构造并圈定矿区的边界；
3. 沿矿体走向进行槽探，浅井应深入到基岩，第一批平硐应沿矿体走向掘进，并沿厚度打岔子，以及进行第一批鑽探以便确定深部評價；
4. 在矿体露头部分取样并研究其化学和矿物成分；
5. 矿床的初步工业評價。

在初步勘探以前的找矿工作阶段，要根据矿体地表露头和第一批人工露头的資料来进行矿体的远景評價。这是最复杂的任务之一。在实际材料不太多的基础上，应该对发现的矿体作出正确的評價。在矿床勘探和評價的这个阶段，比拟法是主要的方法。

根据矿体个别地表露头进行評價，可能是很不可靠的。因此，甚至在对新矿体作出否定的远景評價的情况下，繼續在周围进行找矿工作并清理已知露头都是必要的。这样可能在周围附近或深部发现另外类型的矿体。

初步勘探阶段，在繼續研究矿床周围的地質构造和圈定

表 2

类	矿床特征	钨、钼、锡、锑、汞及汞矿床的工业类型	一般勘探方法	勘探程度比例的要求
一	规模巨大, 形状规则, 金属分布均匀	不著名。金属含量很均匀, 规模巨大的网脉状钨钼矿床, 可能列入此类型	浅 探	A ₂ > 5% B > 25% C ₁ < 70%
二	规模巨大, 形状多样, 金属分布不均匀	网脉状钨、钼及少数锡矿床; 巨大的砂页岩型矿床; 部分巨大的锡石-砷化物建造矿床	浅探, 并以山地工作检查之, 少数情况下浅探与山地工作配合进行	B > 20% C ₁ < 80%
三	规模中等, 形状多样, 矿石金属含量不均匀	钨、钼、钼、砂页岩型矿床和不大的网脉状以及广泛分布的石英-辉钨矿-锡云母脉和石英-锡-锡石-云英岩脉及锡石-砷化物建造的矿脉, 含矿系数超过0.6的巨大的锡和汞矿	山地工作井与浅探配合进行	B > 5% C ₁ < 95%
四	规模不大, 形状复杂, 金属分布不均匀	石英-辉钨矿-锡石-黑钨矿-云英岩相脉, 含矿系数小于0.6的锡和汞矿及矿层	山地工作井与坑内浅探配合进行	C ₁ = 100%

矿田时，特别重要的是：确定矿田边界线，不仅是沿走向和厚度，而且还要确定深度，这要大大借助于正确解释矿田构造。

在初步勘探期间勘探地质队的技术装备通常是很薄弱的，因为还不知矿床的工业价值，对它耗资巨额勘探费用是冒险的，由于这个缘故，在初步勘探时，正确选定第一批钻孔和坑道施工位置就特别重要。

钻孔必需在较好及最有远景的区段施工，以便较快地得到第一批评价矿床的可靠资料，从而得以减少在远景较差的地段使用资金方面的冒险性。

第一批山地坑道，同样应在矿床较好的地段开工，例如在最富而最稳定的矿脉地段及能以最低的投资和最短的时间揭露出有工业意义矿体的地段进行开工。

在初步勘探资料的基础上对矿床所进行的初步工业评价，它与远景评价不同，应有相当多的实际材料用以确定可能的和推断的矿产储量及了解矿体规模和形状的特征，以及评定是否可能运用露天或地下方法开采矿床。矿床的初步工业评价乃是详细勘探的设计依据，这种详细勘探的费用估计常达几千万卢布，要求筑路，修建住房、机器修配厂及其它建筑物。

在初步工业评价的时候，应该考虑到矿石可选性的主要技术加工资料及概略的技术经济核算，以便判断组织大量详细勘探工作的合理性。

在大多数情况下，当初步勘探进行之后，也就是详细研究地表露头并取得了第一批勘探和少数山地坑道所揭露的深部地层的实际材料之后，就能得出正确的矿床工业评价。下一步详细勘探工作的设计，只在矿床工业评价结果良好的情况

下才有可能。

考虑到根据地表露头来正确评价稀有金属矿床工业价值的重要性，必须注意到各种金属矿体地表露头的特点。

钼矿床，其矿石为辉钼矿，在地表有变化，辉钼矿变为钼华（硫黄色赭石），钼钙矿（辉钼矿的脏灰绿色假晶）或含钼的褐色氧化铁。辉钼矿及其氧化物是脆弱的矿物，在地表露头上，有时这些矿物被水带走，而在地表矿体中残留着空洞，其形状具有辉钼矿鳞片的负印痕的特点。在这种条件下，露头取样将得出偏低的结果。并且按钼的含量所作的矿床评价，应该考虑到氧化作用和淋滤作用的因素，而应根据比较深部的样品来评定。

钨矿床为极稳定的矿物——黑钨矿和白钨矿矿石所组成，它们很难发生氧化作用，所以根据地表露头所进行的钨的含量评价，将真实地反映钨在原生矿石中的含量。罕有的例外是中哈萨克斯坦的某些矿床，它们发生两期侵蚀，伴随着强烈的氧化和淋滤现象。这些矿床是钨矿床，地表带淋失的实例。

锡矿床矿石为锡石，可以根据地表露头进行完全可靠的评价。因为锡石是非常稳定的矿物，在中哈萨克斯坦矿床中，甚至连在黑钨矿完全氧化和锡被淋滤的情况下，锡石仍保持不受影响。对于含锡硫化矿石（方铅矿-闪锌矿，绿泥石-硫化物矿石）来说，地表氧化露头的勘探，不能得出关于原生矿石中的含锡量及其厚度的正确概念。对于这种类型的矿床，应该考虑到氧化和淋滤的因素，应该根据比较深部的探查进行评价。

汞、铋、铊、矿床的特点是：在地面风化的情况下，主要的元素有比较微弱的游移，通常的特点是：氧化带发育不

好，未能形成次生富集帶。可以按其地表露頭來正確評價礦床。

對稀有金屬礦床作初步工業評價的時候，必須注意到礦體地表露頭的不同海拔，因為不同類型礦體海拔高度的差額可以提供估計礦體在深部分布的重要材料，有時，在地形割切劇烈的條件下，地表勘查可以供給評價礦體相當深部的材料。

詳細勘探的基本任務

在大量稀有金屬的礦點中，值得初步勘探的較好礦點，可以勘探出相當大量的工業礦石儲量的，通常僅占極少數。一般僅對已進行初步勘探礦床中的較好的，其儲量在質和量上能夠保證開采有利可圖的礦床，進行勘探。

礦床詳細勘探的主要任務是：

- (1) 繼續研究礦田和礦床的地質構造；
- (2) 對全部已被查明的可能有工業意義的礦體進行深部勘探；
- (3) 確定礦石中有益組份的平均含量，研究礦體內礦石品級及類型的分布；
- (4) 研究礦石加工技術特性及礦石埋藏的礦山地質條件（包括水文地質條件）；
- (5) 礦床礦山-地質-經濟評價；
- (6) 按個別礦體及整個礦床進行儲量計算，並提出這種計算報告交國家儲量委員會批准。

在礦床工業評價和儲量計算的基礎上，根據詳細勘探的結果編制需要幾千萬和幾億盧布投資的礦山選礦企業建築設

計，因此，矿床工业評價应以大量实际材料論証，并經国家儲委会审查和批准。

詳細勘探过程中，应对矿体进行山地和鑽探工作，研究不同品級和类型的矿石矿物成分和矿石的化学成分，确定矿石中有益和有害組份的含量，以及确定矿石技术品級、体重、湿度和开采技术条件。

稀有金屬矿床各工業类型的勘探

网脉状矿床的勘探

不管网脉状矿床（黑鎢矿、白鎢矿、輝鉬矿、銅鉛矿、或錫矿矿床）的成分怎样，进行矿床深部勘探主要用鑽孔，以山地勘探坑道作輔助或作检查。

岩心鑽探是最普遍的方法，岩心是取样，确定地質界綫及有工业价值的矿体范围的主要資料。鑽孔的直径和深度的选定决定于理想矿体的深度，而根据鑽孔的設計深度来选定鑽机类型；在深度不大的情况下，可选 ЗИВ-75 或 ЗИВ-150 型，中等深度时，用 ЗИФ-300 型，КА-2М-300 型及 КАМ-500 型，在矿体埋藏很深的条件下，可以选用 ЗИФ-650А 型，BC-1200 型，ЗИФ-1200 型鑽机。鑽探多半从地面进行；但在地形条件有利的情况下，对很深矿体的揭露，則用平硐，在其中沒有硐室，以便用鑽探进行探部矿体的勘探。对某些埋藏很深的矿床來說，这种鑽孔开口布置在地下的方法是很有效的。

在較軟和中等堅硬（低于七級）的岩石中，可用硬質合金鑽头鑽进，在比較堅硬的如鉬、鎢及錫矿床所特有的岩石中，則用鑽粒鑽进，并且宜用鑄砂鑽进，以提高生产率。

对于鑽进垂直和微有傾斜的鑽孔，照例是禁止采用金剛

石鑽头和細粒金剛石鑽头的，因为任何坚硬岩石用鑽粒鑽进就能解决问题，仅仅在特殊条件下，由于发生事故而孔径縮小而又必須补充鑽进或者为了提高矿心采取率，經专门許可，才可以采用金剛石鑽头鑽进。

除了鋼砂鑽头鑽进以外，对网脉状矿床的勘探还可采用鋼繩冲击鑽探。当矿石产于裂隙破碎的岩石中，岩心鑽探的采取率不能滿足也不能保証取样的可靠性的条件下，可采用这种方法。

当鋼繩冲击鑽探，其鑽进口径比起岩心鑽探大得很多的时候，将获得比較多量的碎屑样品，但是按照岩粉进行地質編录是較岩心鑽探要复杂得多而且准确性也差得多。

可以采用二种鑽探形式——一般深度在100—150公尺，且鑽孔密集的情况下，可用鋼繩冲击鑽进；而深度較深的鑽孔网較为稀疏时，可用岩心鑽进，控制矿体的全部深度并鑽入矿下地层。

用鋼繩冲击鑽孔来勘探网脉状矿床是勘探这类矿床最有效的方法之一，但可惜实际上在苏联应用得很有限，这是由于深尺的冲击鑽机生产不够。

为了勘探网脉状矿床的儲量使达到C₁級，根据矿体形状，它的規模和其中有益組份的概略分布，鑽孔布置相隔不少于100—200公尺。为了把儲量提計到B級，鑽孔网要加密，鑽孔間距要定为50—100公尺。为了列入A₁級儲量和确定矿石金屬含量、比較准确地确定氧化帶以及不同围岩的接触帶和矿石各品級的界綫，除了加密鑽孔网外，还必须有几个检查坑道：在地形条件有利的时候用平窿，沿脉或石門，或者是垂直的浅井和豎井。

岩心鑽探时，岩心取样同样可以用鋼繩冲击鑽取样进行

检查。

用鑽孔勘探网脉状矿床时，对等軸形、四方形、薄圓形、椭圆形矿体，鑽孔可按几何网布置；当矿体作条状或层状延伸时，鑽孔可按勘探剖面布置，剖面方向横切矿体长軸的走向。如果网脉状矿床的工业矿化，分布的上下限作大致水平的界面，那末打直鑽最合理，在这种情况下，无论是岩心鑽或鋼繩冲击鑽都可以，在矿体傾角相当大而且稳定的情况下，应对着矿体的傾向打斜鑽。

測量每个鑽孔的弯曲度及其方位角是正确确定由鑽探查明的矿床儲量所必須的条件。这是由于考虑到，不仅是傾斜的，而且原来垂直的鋼砂鑽进的岩心鑽孔可以在穿透不同硬度的岩石时发生离开設計方向的很大偏差。

在鋼砂鑽进时，鑽孔傾角最好不小于 $65-70^{\circ}$ ，因为傾角再小时，将得到超过允許的鑽孔弯曲度，而且鑽探工具损坏很快，以致常常发生事故。但在非常条件下，也有用鋼砂鑽进傾角达 45° 甚至 30° 的。

当布置直孔穿透傾斜矿体的时候，不要严格用垂直的，而用 $85^{\circ}-87^{\circ}$ 的角度，以便鑽孔可能朝向矿体弯曲而更快見矿。由于鋼砂岩心鑽孔有可能弯曲很大，为避免鑽孔沿矿体滑动，鑽孔与矿体的相遇角应不小于 30° 。

測量鑽孔弯曲度用專門的仪器“測斜仪”进行。測定鑽孔弯曲度的最好方法是用新式 ИИИ-2 及 ИИИ-3 測斜仪以电測井方法进行。

通常网脉状稀有金属 (Mo、W 及 Sn) 矿床产于花崗岩体，頂部或者在花崗岩的裂隙中，并且有工业意义的矿化范围，常常不是根据不同种岩石的地質接触而确定的，而是以矿化强度，也就是通过样品的化学分析結果来查明的。有时有工

工业意义的矿段逐渐过渡为很贫的平衡表外矿段，而且后者同样也会逐渐过渡到几乎无矿的围岩。具有工业意义和平衡表外金属含量的花岗岩矿化地段常有复杂的外形，在平衡表外的甚至是无矿地段，它们中间或其范围以外，可以重新出现有工业意义的矿化地段，考虑到这种情况，当用鑽孔来勘探网脉状稀有金属矿床时，则在每条或者间隔一条或二条勘探剖面上，必须进行2个以上的控制鑽孔。为了证明在勘探范围外没有具有工业意义的矿体，控制鑽是必需的，而对查明可能的矿体或者主矿附近的分支矿脉也是如此。

在深部，鑽孔应该进行到矿体全部尖灭或是其中有益组分减低到低于边界品位的部位，部分鑽孔（按稀释网）应该进行至工业矿体勘探范围以下相当低处，以便检查深部是否无矿，检查对区段的构造和地质的一般解释，以及检查有无可能遇见的新矿体。

在勘探很大的网脉状矿床时，所探明储量有时要保证设计矿山企业很长期限的需要，例如50—100年甚至更多年。

有时当设计勘探工作时仅局限于勘探浅部，认为矿体深部的勘探对这些类型的矿床来说为时尚早。这是根本不正确的方针，任何矿床都应该勘探到尖灭或者到地下坑道所能达到的深部。不知道矿体深部情况，就决不可能合理地设计矿床开采，勘探的详细程度自然应按深度有所不同，必须首先开采的矿床的上部，应该勘探得最详细，以达到B+C₁级，而下部可以用个别鑽孔勘探到C₁+C₂级。

对巨大网脉状矿床进行详细勘探的阶段，通常都已查明选矿企业的规模，（那种选矿企业可以设计在被勘探的原料基地上）。要为企业确定最适当的地段布置工业建筑，居住区以及废石场。有时必须进行大量的鑽探以便查明地下有无

工业矿体存在。在未曾勘探而在其深部可能有矿体存在的地段进行建筑，常常造成很大的无谓浪费。

从概略的经济核算来看，用鑽探来勘探网脉状矿床是最有效、最快的勘探方法，勘探1吨金属矿的化费最少，举例如下。

例：为了勘探金属含量不太均匀的网脉状铜矿床至C₁级储量，在地表勘探以后，用100公尺的鑽孔网就够了。考虑到应该进行范围外控制鑽探以及有构造鑽孔和偶然未能见矿的鑽孔，有可能仅是总进尺的50%穿过矿体，而另外50%得不到工业储量。在这种情况下，每个鑽孔所勘探的矿体就是边长100公尺的正方形（也就是10 000平方公尺）内的矿体，每一公尺鑽探揭露0.5公尺的矿体，也就是在鑽孔1公尺的矿体体积为5000立方公尺，或12 000吨矿石。连同全部鑽进的编录及采样一起，若鑽孔鑽进一公尺其平均费用为600卢布，那末勘探1吨矿石大约需花费5戈比。对不同类型的矿床来说，勘探1吨矿石达C₁级，其价格变化于5—15到40—50戈比间。

对B级储量来说，鑽探网加密一倍，无矿鑽孔仍采用50%（但是对把矿床补充勘探到B级来说，这一百分率通常剧烈下降），勘探1吨矿石的费用加一倍，确定为10戈比，对比较不大的且比较复杂的矿床来说，这一费用提高到80戈比到1卢布。

通常，巨型网脉状矿床中铜的平均含量估计为0.07%，也就是说，1吨矿石中含铜700克。当选矿时有10%的铜耗损，也就是有630克的铜进入到商品精矿中，相当于1.2公斤的商品精矿，值81卢布60戈比。勘探1吨矿石到B级，上文确定为60—80戈比，它并未超过矿石中提取金属价值的1%。

网脉状稀有金属矿床规模比较小，产状形态复杂，并且矿化不均匀，不能只用鑽探进行勘探，对于这种矿床的勘探必须进行硃探工作。硃探和鑽探工作的数量比是极其不同的。巨型网脉状铜-钼矿床，实际上全部可以用鑽探进行勘探，进行山地坑道仅仅是为了检查鑽孔取样。

在比較复杂的网脉状矿床中，特别是矿体无地表露头或者地表露头已被破坏了的，勘探可用鑽孔为主，但在其中的一个水平中应该局部或全部地用坑道勘探。

最复杂的网脉状矿床（錫矿及主要是銻和汞矿床）。照例几乎在所有水平上均应以坑道进行勘探，而鑽探对于这些网脉状矿床來說，是一种輔助的勘探方法，它被采用作为确定矿体在二側及其深部的延伸情况，以及用作勘探坑道之間的勘探手段。

脉状矿床的勘探

坑 道 勘 探

脉状矿床深部勘探的主要方法是坑道掘进法，而鑽探方法却是輔助的。

矿脉深部的揭露，在地形条件有利的情况下，則以平窿沿着地表矿脉露头的走向，在一个或者几个水平上掘进，或者以穿脉坑道穿透围岩和矿脉。在地形条件不利的情况下，則以勘探豎井进行揭露。选择揭露矿脉深部的勘探方案时，应该考虑到，掘进1公尺勘探豎井，費用要为掘进1公尺勘探平窿之4—5倍，而进一步的从豎井挖掘石門和沿脉也几乎为从平窿作同样的掘进費用之两倍。利用勘探豎井来揭露深层的矿脉，仅仅在不可能用平窿揭露到这些水平时才用。有时甚至在交通用的平窿要掘进1—2公里时，也宁愿用平窿而不挖掘100—200公尺深的豎井。

矿脉沿走向的勘探是以平窿掘进的方法（在有地表矿脉露头的地方）进行的，或从交通用的平窿式勘探豎井中挖沿脉来勘探。沿脉和平窿沿矿脉走向掘进的断面要能控制矿

脉和矿化二壁的厚度,后者对于稀有金属矿床来说,其总厚很少超过1—2公尺。当矿脉或其膨大部分的厚度很大时,则从平硐或平巷垂直走向拉岔子,以便全部截透矿脉厚度和它们可能含矿的二壁,直到基本上无矿的围岩。

沿矿脉倾向的勘探,同样可用平窿或沿脉在下一个水平进行,而且在初步勘探期间,第一批进尺较浅的平窿允许定位在适合掘进的任何水平上。在详细勘探期间,勘探坑道的定位应该服从于与今后矿床开采系统相协调的总的勘探计划。

在详细勘探期间,矿床主要矿脉的工业特征通常是足够明显的,如果被勘探的矿脉有工业意义,大部山地坑道的掘进应该按照矿床开采计划进行。为了使矿脉的勘探储量达到B级,在每个开采水平或者隔一的水平中,可沿矿脉进行沿脉掘进,并在其间的矿脉倾斜面上挖掘天井,这样的勘探,要求化费大量山地坑道,并且要求在详细勘探期间所掘进的山地坑道一定应该与矿床开采设备相协调,以便这些坑道大部分能在矿床提交,开采时加以利用。

脉状稀有金属矿床的A₂级储量,通常要在矿床准备开采期间才去查明,并且从B级储量过渡到A₁级储量的费用不能列入勘探投资,而应该列入开采的企业费用。为了查明A₂级储量,矿脉的勘探剖面间距要根据采矿的开割工作和准备的掘进计划来确定。在少有的情况下,进行补充坑道可起到边采边探的效用。

在稀有金属矿床的详细勘探期间至提交给开采时,B级储量应不小于勘探储量总数的5%。以后,与上部矿脉块段开采准备之同时,补助勘探矿脉下一水平的储量到B级。为了查明B级储量,平硐或平巷可沿矿脉掘进,或者是在整条坑道

中完全揭露矿体的整个厚度，或者，如果矿体厚度超出坑道圈定范围以外时，则从坑道开掘岔子或打浅鑽，以便穿透矿体的整个厚度。沿脉或平窿的挖掘，或者沿着每条有工业意义的矿脉，或者当矿脉相距很近并相互平行时，则沿脉可沿其中主要的或是中央的矿脉掘进。而邻近的矿脉则自两边用两侧带短沿脉的石門来勘探。

C_1 級儲量是脉状稀有金屬矿床提交工业开发时的基本儲量。它可以用山地坑道掘进和鑽探来查明。根据实际經驗，脉状矿床的鑽孔网，为了勘探得到 C_1 級儲量，确定为不稀于50—100公尺。

在脉状矿床的鑽探設計时，必須进行經濟核算。因为按 100×50 公尺的网进行鑽探，常常要造成浪費。在地質勘探工作設計时，应该經常注意到勘探成本及今后利用勘探坑道进行矿床开采的可能性。計算証明，对大部分脉状稀有金屬矿床來說，借助于个别鑽孔进行勘探，以坑道掘进的方法确定儲量是比較合理的。

C_2 級儲量和可能有远景的矿床及矿区，通常是在地質推断的基础上确定的。 C_2 級的矿石及金屬儲量应以数字材料表示，并与勘探儲量同时提交全国儲委批审。

C_2 級儲量是作为保証企业折旧年限的后备之用，供企业建筑设计时参考，并为进行进一步勘探工作的基础。

脉状矿床勘探时，勘探坑道的断面有很大意义。大部分坑道如果位置正确，实际断面及傾斜选择正确，则当矿床提交开采时，应当加以利用。

几百公尺长的交通用的平窿断面，特别是以后预定要从它垂直或順着某些矿脉走向展开勘探坑道网的那些平窿的断面，则不应少于5.2—6.5平方公尺。比較大的勘探坑道断

面，对快速掘进长坑道来说是必须的，在那种情况下必需采用装车机，从掌子面用电车运输矿石，且在平窿断面中有可能布置风管、通风管和排水沟，以及为了保持在运输车厢的栏板与坑道支柱之间能有安全的通道。

最常用的勘探坑道断面——3.6平方公尺，仅仅在初步勘探的情况下，当被勘探矿床的工业价值还不清楚时才可用。如果矿体的工业意义确定了，平窿、石门和沿脉的掘进断面的大小应当能使矿床提交开采时，可以进一步利用这些坑道。

其它没有交通任务的坑道断面，当这些坑道的长度达100—200公尺时，则采用3.6平方公尺，而不大的岔子其长度不到50公尺时，则其断面可采用2.7平方公尺，但在必需支柱的情况下要大一些。

在详细勘探期间，勘探坑道的坡度应该严格保持。对勘探的坑道及交通用的沿脉和平窿，其坡度不超过0.005，也就是平窿每长1000公尺需升高5公尺，以便在这些坑道里能够组织电车运输。

其它坑道的倾斜度可以陡一些，但不能超过0.01，以便利人工推车运输岩石。在详细勘探时，在较陡的坑道中利用手车运输岩石是不可以的，仅在初步勘探时期在万不得已的情况下才可以。

钻 孔 勘 探

大多数的情况下，矿脉地表露头有比较小的高差，一般为50公尺，较少到100公尺，而矿体向深部的延伸通常是很大的。深层矿脉要在坑道掘进时进行勘探，这要拟定昂贵的深部竖井或平窿。用坑道勘探深部矿层之前，必须先用几个鑽

孔检查矿脉是否在深部存在，在深处用鑽探偶尔打到两三条矿脉，不可能得出B級儲量，而有时甚至得不出C₁級儲量。但是研究其岩芯，常常可以确定所穿过的間隔內是否存在矿体，并研究其矿物的共生体，以确定或者具有工业意义的矿化，延深到該深处；或者証实在那一深度，矿脉乃为无工业意义矿体区段所特有的某些矿物。仅仅在矿脉鑽探結果良好的条件下才能确定昂貴的揭露工程——豎井或交通用的平窿，才能設計用坑道进行詳細勘探。

当矿体为緩傾斜时（約45°），鑽孔則宜作垂直或是对着矿脉傾向以85°傾角鑽进。假如矿脉傾角很陡以至垂直，那末勘探孔应被确定使用斜孔，按技术上可能的傾斜范围，也就是对着矿脉以65—70°的傾角进行鑽进。

有些平行矿脉，常在稀有金屬矿內見到。当它們埋藏于上部水平时，鑽探要这样設計，以便一个孔截透几个或者全部一系列的平行矿脉。如果矿脉間的間距及它們的傾角不允許以一个鑽孔来探明其深部时，則可在一条勘探綫上进行2—3个鑽孔，以便取得矿脉的、围岩的及可能有盲矿脉的完整剖面。在勘探大型脉状矿床时，不能限于仅用一条勘探綫，它可能得出偶然的結果，而要鑽探2—3条間距为100—200公尺的勘探綫，并在坑道勘探深度以下50—100—200公尺以下深部勘探。这样稀疏的鑽孔网可以使儲量升到C₁級，并能完全足够在鑽孔打穿的水平处进行勘探坑道的設計和其掘进。

通过較密的、沿矿脉走向和傾斜均为50公尺的詳細鑽探网勘探时常得不到C₁級儲量，不能做出評價。計算証明，如此鑽探，其費用很高，并且从切穿个别的矿脉所得实际材料很少。用个别鑽孔在矿脉深部进行勘探，并用勘探坑道从上

面以阶段式进一步勘探的方法与用鑽孔詳細勘探脉状矿床比較起来則有許多优越性，計算可以表明，全部脉状矿床达到C₁級儲量用鑽探比較用坑道要省，但不應忘記，鑽孔以后不能利用，而在脉状矿床中合理布置的勘探坑道，当矿脉提交开采时大部分可以利用。

矿脉間間隔範圍內的勘探

稀有金屬矿脉常常互相平行产出，但它們間相隔有时达几十甚至几百公尺。在矿脉群中間可以产有“盲”矿脉，在地表沒有露頭，因此在詳細勘探期間，一定要研究全部脉間空間。在深部，矿脉間的間隔範圍內可按本节上述方法用鑽探查明。在沿矿脉走向用平窿或沿脉进行勘探的上部矿层中，脉間空間的勘探，可以用石門。用地下鑽探可以更快更省地探明脉間空間。

地下鑽探以ГП-1型鑽机进行，它由电动机传动。鑽桿直径33公厘，可以鑽得孔径：最大66及56公厘，中間46公厘及終孔36公厘。鑽探深度70—100公尺。鑽孔方向任意——水平的和傾斜的，不仅可按任何角度，而且还可以向上和向下进口的克芮留斯牌X-2及X-4型的鑽机，其鑽进参数与上相同，但以壓縮空气传动，不太經濟，并且实践已經証明，苏联的ГП-1型鑽机要好的很多。

岩石的硬度低于六級时，可用硬質合金鑽头鑽进。矿脉附近的岩石常为花崗岩以及少数頁岩为角岩，并且通过这些岩石的水平或微微傾斜的鑽孔，可仅用金鋼石鑽头或細粒金鋼石鑽头进行。在軟硬岩石成互层，也就是硬度低于六一七級及硬度，高于七級的成互层时，則采用混合鑽进；在軟岩石段內用硬合金鑽头，在硬岩石段內就用細粒金鋼石鑽

头，鑽孔中用硬合金鑽头鑽进之后，残留有硬合金碎片，如果不把它們全部清除，那末在下一步用細粒金鋼石鑽头鑽进时，金鋼石会发生破碎。

对矿脉的分枝及錯失部分，是用細粒金鋼石鑽头以地下鑽进的方法进行勘探的。这是比坑道掘进更加合理的方法。可以用ГП-1型鑽机在其中打水平鑽孔的地下嗣室，应設置在坑道一帮，其規格为长2公尺，断面积3—4平方公尺。

脉状矿床的勘探費用比网脉状矿床的勘探費用要高得多，其勘探費用仅部分地被較富集的金屬含量所补偿。为了对网脉状矿床和脉状矿床的勘探費用进行比较，举例如下，

例：矿床为3条石英脉，平均厚度1公尺，硫化铜平均含量0.35%，全部矿脉沿走向延长为1500公尺，矿化延深200公尺，相邻矿脉間的平均間距为50公尺。矿床地表用槽探，其中进行三条主干探槽长度按200公尺，平均深度按2公尺。确定其工作量为1200立方公尺。此外，全部矿脉用橫向探槽揭露，每隔15—20公尺一条，也就是对每条矿脉要挖掘25条探槽，全部計75条，每条长度按10公尺計，得出橫向探槽的总工作量为1500立方公尺。为了用沿矿脉的縱向探槽确定矿脉的产状单位和补充采样，可規定相同的工作量。全部地表露头的勘探工作量可大致确定为4000立方公尺，每立方公尺的平均价格以30卢布計，則全部地表勘探費用得为120,000卢布。

沿矿脉倾向60公尺为第一水平，其勘探用平窿沿矿脉走向进行，为了勘探上部矿层的儲量达到B級，必須进行1500公尺的平窿，此外还要大約20%的这个进尺数，化費在通連用的坑道方面。沿矿脉进行的平窿，在矿体中央被长150公尺的石門所联結，第一水平中勘探坑道掘进的总进尺数可大致确定为2000公尺，在第二水平中的勘探坑道要化費同样工作量。

矿脉的間隔范圍內，除了用石門外，在两个水平中都用細粒金鋼石鑽头以地下鑽孔勘探，这样鑽进的进尺按150公尺一个，以二个孔来考虑，两个水平共确定为600公尺。

矿床下部矿层按地形条件决不能用平硐揭露，所以深达200公尺时，则用竖孔进行勘探。矿脉平均长度为500公尺，并必须每经100公尺即有控制，故应进行5个竖孔。由于矿脉间距为50公尺，为了勘探全部三条矿脉，每条勘探线上按二个竖孔钻进，而在5条勘探线上就得10个孔，平均孔深如定为250公尺，则总勘探工作量为2500公尺。

勘探坑道每钻进1公尺以1000卢布计，地下竖深每钻进1公尺按200卢布计，以及深部竖孔钻进每1公尺按400卢布计，同时还有编录、取样及其它费用。

脉状矿床的勘探总费用决定于下列数据：

地面勘探	4000立方公尺，	每立方公尺30卢布，	12万卢布
坑道勘探	4000公尺	每公尺1000卢布	400万卢布
地下竖探	600公尺	每公尺200卢布	12万卢布
深部竖探	2500公尺	每公尺400卢布	100万卢布
			524万卢布

进行这些工作量时，该矿床的勘探储量将决定于如下数据：矿脉延长—1500公尺，厚—1公尺，也就是顺着矿脉倾向，每一公尺所确定的储量为1500立方公尺，或3750吨矿石，上部二个矿层被算作B级储量即 $3750 \times 120 = 45$ 万吨矿石，下部80公尺，为竖孔所勘探，按C₁级储量计算，即 $3750 \times 80 = 30$ 万吨矿石，假定采用钼的含量为0.35%时，矿床的总的勘探储量可以作如下估计：（表3）

表3

储量级别	矿石(万吨)	钼含量(%)	金属储量(吨)
B	45	0.35	1575
C ₁	30	0.35	1050
B + C ₁	75	0.35	2625

勘探1吨B + C₁级矿石储量的费用按这个比例（B级储

量占60%) 为 $524\text{万}/75\text{万} = 7$ 卢布, 而对网脉状矿床来说, 其勘探价格: (参阅 頁) C₁級儲量每吨平均约为30戈比, 当B + C₁級儲量具有脉状矿床的例子所采用的比例时, 则每吨为40—50戈比。

脉状矿床B級儲量的勘探費用为521万卢布减去鑽探費用100万卢布即424万卢布, 这样每1吨勘探儲量等于: $424\text{万}/45\text{万} = 9$ 卢布40戈比, 而网脉状矿床1吨矿石的勘探費用相对为0.3—1卢布。

1吨脉状矿床矿石与1吨网脉状矿床矿石的勘探費用經比較証明, 脉状矿床矿石的勘探費用相当貴 (为10—15倍)。脉状矿床矿石中的金屬含量通常很高并且相当均匀, 根据所用例子的材料, 可以認為具有工业意义的脉状矿床中, 其金屬含量要为在大型网脉状矿床中的5—7倍。这样多少把勘探費用拉平一些, 但是按1吨金屬来比, 脉状矿床的勘探費用通常仍为网脉状型矿床之2—3倍。

上文已講到了网脉状矿床的勘探費用, 一般不超过矿产中金屬价值总数的1%。为了比較, 对脉状矿床的勘探費用可作同样的計算。

在我們分析脉状矿床勘探的例子中, 当含量取0.35%时, 每吨矿石就含鉬3500克, 其中10%为开采时的損耗, 則3150克应参加到鉬的商品精矿中, 其价格为380卢布 (1公斤金屬为122卢布)。从討論的例子中可看出勘探1吨脉状矿床的矿石得化費9卢布40戈比, 約占1吨矿石中金屬所得价值的2.5%。

这个概略計算証明, 勘探1吨脉状矿床矿石的費用通常为勘探1吨网脉状矿床矿石的10—15倍, 在以金屬計算时, 則勘探1吨脉状矿床的金屬, 其費用为网脉状矿床的2—3

倍。

矽鹼岩型矿床的勘探

矽鹼岩型鎢、鉬及錫矿石的工业类型包括多种多样的矿床，在矿体规模、物质成分及产状形态上都互有区别，因此，矽鹼岩型矿床的勘探方法是各不相同的。

大型鎢及鉬矽鹼岩矿床，形状规则，按产状条件近于网脉型，其勘探可用鑽孔和坑道綜合进行。

中等规模的白鎢矿矽鹼岩型矿体，形状或多或少表现规则，其勘探可与脉状矿床一样，即主要用坑道并以鑽孔为輔。

勘探那些形状不规则的鎢、鉬——特别是錫的小规模矽鹼岩矿床及矽鹼岩矿体，是最为复杂的工作。

詳細勘探任何矿床的矿体，其方法必須在正确解释矿区地质构造的条件下才能作最合理的选择。对脉型矿床比较容易解决，对于网脉状矿床就比较困难了，而最复杂的是矽鹼岩型矿床。

从选择矽鹼岩稀有金属矿床勘探方法的角度来说，除了矿床规模以外，最有意义的是对矿化控制的解释。

矽鹼岩矿床根据矿化的控制可分为：

(1) 产于花崗岩侵入体与通常为碳酸盐成分的岩石間的直接接触带中的矿床。矿体的形状、大小以及有益组份的含量受侵入体的接触边界控制，这种接触边界应予最詳細的闡述。

(2) 产于围岩破碎比較明显的构造带中的矿床，构造带为含矿溶液渗透的通道和沉积的地点，它可以沿花崗岩体的上盘接触带发生，切穿花崗岩体頂部或其上盘岩石。矽鹼

岩矿体产于构造带（构造控制）中的特性使人们便于对矿田构造进行研究并能更正确地对待勘探方法的确定。

（3）沿着铝硅酸盐岩石与碳酸盐岩石的接触带分布的或沿着铝硅酸盐岩石中碳酸盐岩夹层分布的层间矿床。沉积层的地层控制及碳酸盐介质的物理化学控制，在得到正确解释时，就有可能选择该类矿床的最合理的勘探方法。

（4）矿体位置受侵入体接触带及围岩岩石的构造所控制的复杂矿床。为了正确选定这些复杂矿床的勘探方法应该最详细地解释矿区的地质构造及研究其在所有上述因素作用下成矿的规律。

金属钼在高温高压的条件下极为活泼，它基本上只形成一种有工业价值的矿物——辉钼矿。它比钨更常产于构造带中，这也就是说矿化的构造控制，对钼更为重要。

钨在形成矽酸盐矿床的条件下不太活泼，常形成富集并在围岩中很少分散。钨矿体的矿石矿物为白钨矿，对它的形成来说，最重要的不是构造控制，而是矿物堆积作用的物理化学控制，也就是碳酸盐的环境。

矽酸盐矿床中的锡，以锡石为代表，或者是少见的黄锡矿，或二种矿物都有。照例它们不是在主要矽酸盐矿物的结晶阶段形成的，而是在较晚阶段，通常与硫化物同时形成。对于锡的矽酸盐矿床如同对于钼的矽酸盐矿床一样，比较特征性的不是岩性控制，而是构造控制。

大部分矽酸盐矿床的矿体具有不规则的产状形态，因此对它们实际上不能采用统一的勘探方法。对于勘探方法的选择，必须是每个矿床分别对待。现将矽酸盐矿床勘探的某些一般特点列举如下：

勘探方法应该是各种手段协同进行的，以山地坑道工作

为主。輔以相当量的深部鑽探及地下的水平的和扇状排列的鑽孔。

产于花崗岩接触带中的矽噁岩矿体，在勘探的第一阶段用稀疏的鑽孔网进行勘探，矿体頂板傾斜平緩时用直鑽，矿体頂板傾斜較陡时則用斜鑽。当矽噁岩矿体的产状比較稳定的情况下，鑽孔网为 100×100 公尺或更稀一些，可以查明C₁綫儲量。当其产状单位根据花崗岩体上盘及产于花崗岩体中的矽噁岩矿体的总輪廓来看不太稳定时，矿体的勘探应在鑽探之后进行嗣探（沿矿体走向的平窿及沿其厚度的穿脉）。矿体的詳細輪廓、形态及花崗岩体上盘在地下的起伏可以用地下浅鑽来确定，浅鑽孔位可以定在矿体分布最有可能的地方。要特別詳細研究与碳酸盐岩石接触的花崗岩体上盘部分。

勘探产于构造带中的矽噁岩矿体，在可能达到的上部水平上可用沿其走向的平窿及順其厚度掘进的穿脉进行。山地勘探工作的結果，可以确定成矽的主要規律，而且不仅确定矿体的产状单位，还可以确定控制矿化构造带的产状单位，在这些材料的基础上对矿床深部及其二側进行鑽探。

对产于碳酸盐与花崗岩体頂盘鋁矽酸盐岩石的接触带中的矽噁岩矿体，在上部水平可用山地坑道进行勘探，而在其深部則用鑽探。进行鑽探是为了确定矿体的形态和規模，以及研究矿床构造及探索可能产有矿体的接触带。

对錫、鉬、而特别是处于矿化重叠条件下的錫矿床來說，在无矿矽噁岩体中間常常可以遇到巢状矿体。这种矿床的勘探工作很复杂，要求詳細研究矽噁岩矿体成矿作用的阶段，也就是在勘探这类矿床时必须要有密集的山地勘探坑道网及地下鑽孔。

在勘探矽鹼岩矿床时，除了必需詳細研究矿区构造外，还应特別注意研究矽鹼岩矿体的矿物成分，及确定这个或那个矿体所特有的共生集合体。

为白鎢矿所浸染的鎢矿体，常在時間上和沉积地点上与矽鹼岩作用第一期析出的輝石有关。在这种情况下，首先應該勘探輝石矽鹼岩地区。

为輝鉍矿所浸染的鉍矿体，通常与矽鹼岩作用比較晚期析出的石榴石同时形成，較少在成矿沉积的时间上与輝石有关。当白鎢矿和輝鉍矿与矽鹼岩作用主要阶段所析出的輝石和石榴石相共生时，整个矽鹼岩体就是矿体，这就便利了勘探任务。

在原生的矽鹼岩矿物中間，常常遇見白鎢矿，还有輝鉍矿以及經常出現的錫矿物，只不过是呈分散状态，并未形成有工业意义的堆积，因为最大成矿沉积，按時間与矽鹼岩形成作用不相符合，而是迟延了。白鎢矿可以产于切穿矽鹼岩的晚期石英-碳酸盐岩石中，或者产于原生矽鹼岩矿物为热液作用所改造的地区，生在角閃石化、綠帘石化、矽化或少数綠泥石化地区。輝鉍矿和錫石常产于石英細脉或者硫化矿的細脉中。

矿体生于矽鹼岩作用期后的性質造成很为复杂的矿床，勘探很困难，因为矿体沒有确定的地質界綫。除了勘探作为含矿围岩的矽鹼岩体以外，对其中有工业意义的矿化地段的边界，还必须用大量分析样品、密集的坑道和鑽孔网去查明。

在勘探白鎢矿床时，必須利用发光分析的方法。白鎢矿是一种外表不好看的矿物，常呈細粒浸染状（直径十分之几毫米），在检查矿块时单用肉眼不易辨認，在坑道壁上及在岩

心中也看不到。得到样品分析结果常常很迟了，不能及时用来指导下一步勘探工作，因此，利用紫外光在黑暗中照射干净的坑道壁及钻孔岩心的矿石块，不仅可以确定是否有白钨矿存在，而且还可大概确定其含量以及与其共生的这种或那种矿物的共生体。用发光分析方法能及时确定白钨矿及其富集地段的地点，可经常利用来比较合理地指导地质勘探工作。白钨矿为纯粹的钨酸钙时，在紫外光的照射下，发浅蓝色，淡青色。当钼在白钨矿的结晶格子中存在时，钼离子可以类质同样地影响钨离子，使白钨矿的断面变成白色，而当钼含量高于2—3%时，则出现黄光。在矽钨岩钼矿床氧化带中，钼钙矿发生比较鲜艳的黄光。

在矽钨岩型矿床中，伴随着白钨矿的矿物共生体，如果放在实验室中，在真空中用阴极射线照射其标本，就比较好辨认了。在这些条件下，能发光的不仅是白钨矿和钼钙矿，而且还有它们时常伴生的矿物，方解石发砖红色，萤石发紫色以及矽灰石发鲜艳的金黄色。

规模不大、形状不规则的矿床的勘探

这类矿床的勘探，要求对每个矿体采取分别处理的办法，但实际上常常是行不通的，并且其矿床储量仅在它的开采过程中才能查明。

东澳大利亚昆士兰很多矿体是管状钼矿床的例子。在花岗岩顶部四周平行于其与围岩的接触带上，发育有横断面呈椭圆状（1—2公尺大）的矿体，延深50—100公尺。矿体形成在二组裂隙相交的地方。裂隙中充填有带有云英岩脉壁的石英脉以及被钼、钨、锡及铋矿物所浸染的富集矿巢。勘探这种相互距离仅几十公尺的矿体，实际上是不可能的。

为此，可以向下沿矿体挖掘浅井及竖井，取出全部矿石，并在掘出之后用统计方法确定其储量，这样就可利用来判断有关这个矿区内相似矿体的可能储量。

哈萨克斯坦卡拉卡梅什（Каракамыш）一个不大的矿床是巢状浸染型白钨矿的例子，矿床在花崗岩顶部，为很大的水晶的矿株。水晶的巨大晶体之间发现白钨矿的巢状堆积和大晶体。重几百公斤甚至好几吨，但这些矿物堆积分布在石英的矿株中无任何规律。坑道沿石英矿株掘进可以通过几十公尺的无矿地段，然后遇见很大的白钨矿矿巢，它就此被全部采出。在这种矿体中，白钨矿的平均含量及储量只能在采掘之后用统计方法确定。

这种类型的矿床，不要求很大的投资去兴建矿山选矿企业，它的生产率一昼夜不会超过25—50吨矿石。当发现富集的巢状矿物堆积时，与进行勘探同时并采掘矿石，这也就是说这样的企业有边勘探边开采的特点。

层状钼矿床的勘探

层状钼矿床仅在最近几年内开始引起勘探者们的注意，但到目前还没有一个这种类型的矿床证明是有工业意义的矿，由于在不久的将来这种类型的矿床会有可能具有工业意义，故在下面介绍一些它们的勘探方法。

层状矿床中钼的富集是与围岩形成的同时生成的，它们本身的特点是形状规则，厚度、走向及延深稳定。对于这种矿床，特别是当矿层很厚并且其埋藏在现代地面下很深的情况下，完全可以采用鑽探方法进行勘探。除了鑽探以外，一定要进行山地坑道勘探（以浅井为主），以此获得大量材料，以便研究矿体的物质成分，勘探层状钼矿床最重要的任务

是确定鉬的存在状态，并以最充分的矿石綜合利用的观点，对矿石物質作充分的化学的及技术加工的研究。层状鉬矿床的特点，是具有巨大的矿石儲量而鉬及其它組份的含量最低。这类矿床，只要有条件能从矿石中不仅取得鉬，而且还可取得全部其它雜質(其中钒、鈾及磷，分布最广)的話，那就具有工业价值。

第七章 取 样

稀有金屬矿床的取样，如同全部其它矿产一样，是最重要的勘探工作任务之一，对于那些貴重的金屬，如鉬、鎢、铌、汞及錫，其矿石最低工业品位有时确定为万分之几，这就使得采样时必得有很大准确度。当不正确地采样，分样或者分析样品时，就可以在矿石金屬平均含量的評價中得到系統誤差。这个誤差，可能超过工业的与平衡表外的金屬含量之間的差数，也就是可能把整个矿床引向一个不正确的評價。

根据取样的意义，分別有下列不同形式的取样：化学的、技术的及加工技术的。

进行化学取样，是为了确定矿体的近脉蝕变岩石及围岩的成分，确定矿石中有益組份，有害雜質及可能的附生組份的含量，化学取样是最重要并且是最普遍的取样形式，它在矿床的普查，勘探及开采的全部研究阶段都要采用。

技术取样是在研究矿石及围岩的物理性質时进行的，物理特性包括：体重及比重、孔隙度、湿度、松散系数、硬度、粘性、可鑽性、可碎性及其它，必須在矿床勘探的全部阶段中

研究矿石及岩石的物理性質，但是这个工作主要是在詳細勘探及开采工作过程中进行。

应用加工技术取样，其目的在于确定矿石的加工特性，也就是确定选矿的可能性及其方法，以及从中取得商品产物的可能性。加工技术样品的采取和加工是十分重要的作业，因为在这种取样所得的结果的基础上，将得出矿床评价并据以設計及建設矿石采掘及加工的工业企业。

此外，在稀有金屬矿床的勘探过程中，要对矿石及围岩进行矿物学的研究（取样），为此，要在矿床的不同地段，从不同品級的矿石中以及周围变質的及新鮮的岩石中采取标本，以便研究其矿物成分及富集的产物和中间产物的成分。

在研究矿石的过程中，同样要查明个别有益組份分布的特点，不同矿物的相互关系矿石顆粒的形状和大小及个别的包裹体及矿物的其它特性，这些对查明矿床形成条件及选择矿石加工技术的过程來說都是必需的。

全部取样的生产形式可分为下列几个阶段：采样、样品处理、样品分析及检查。

化 学 取 样

坑 道 中 采 样

根据取样对象和取样任务的特点，山地工程中的采样是用下列方法之一来完成的：全巷法、剝层法、刻槽法、打眼法、方格法、检块法（攫取法）。

在解决一个矿床取样方法的选择問題时，应安排实验工作。除了勘探工作开始阶段可以采用类似矿床的取样方法

外，沒有試驗工作，就選擇採樣方法是不妥當的。

為了對礦床進行實驗研究，應該擬定某些地段或山地工程，其中揭露了不同類型或品級的礦石。按每種類型的礦石，在同一个山地工程的同一个間隔內，用不同方法採取數個樣品。在這種情況下，通常可以採用全巷，剝層或者大斷面的刻槽樣品作為標準。

應該採用那種采出樣品的化學分析結果與標準樣品差數最少的方法作為主要採樣方法，並最少採取35—45份同源的或相鄰的用不同方法取得的双份樣品，將其結果進行比較。

全巷取樣法 全巷法的樣品，通常重達幾噸至幾十噸。它們在限定的礦體間隔內採取，長度沿走向1—2公尺，深度1—2公尺，且包括礦體之全部厚度（當其為脈狀時），全巷法的樣品所能代表的僅為取樣地段，而不是整個礦體。用全巷法對礦體全部地段取樣既貴又麻煩，而這種樣品的代表性在打碎、粉碎及礦樣原始重量縮減時，都會有所降低。因此，全巷法取樣很少被採用作為主要的方法，僅作為個別的方法。

在稀有金屬礦床中採用全巷法取樣是為了：檢查用其他方法取樣的正確性；規模不大，金屬含量非常不均勻的巢狀礦床的取樣；研究礦石的物理性質，特別是為了研究在金屬的某種含量下，礦石體重的特點；對個別品級的礦石進行加工技術研究。在這種情況下，全巷法樣品可供作為確定礦石中平均品位或者進行實驗室和半工廠試驗的材料；為了查明手選的可能性，有時全部全巷法樣品材料被分為：有顯著礦石礦物浸染的富礦、貧礦及不能進行手選的粉末。

在稀有金屬礦床的初步勘探時，除了不大的巢狀礦床外，都不作全巷取樣，而在詳細勘探的情況下，全巷取樣也

应为最少限度，一般为几十个，并在个别情况下达几百个。

全巷样品在下列情况下采取：

1. 要在探槽浅槽或浅井切穿矿体外采取。在这种情况下采样，所有于1—2公尺宽度内得到的矿体部分，都要采出来全部进行测定。样品可以为一个或者按段分开。

2. 在沿矿体挖掘浅井、平窿或其它山地工程时进行采取。在这样的情况下，样品应该在矿体中掘进的一定间隔（长度）内采取。例如浅井中的一公尺，或者是各种坑道掌子面的一次爆破。从这个间隔中所取得的全部矿石即为全巷样品的原始重量。

全巷样品可以不必采取掘进间隔中的全部矿石，而可以采取很多掘进间隔中的一部分。例如，全巷样品可以代表沿矿体进行平窿掘进时每延续10—15公尺，甚至25—50公尺的范围，只要从每个掘进间隔（每次爆破或每1或2公尺）内采取一定的等量部分。这样由各别部分组成的样品就可以说明全部取样间隔中矿石的金属含量。

全巷样品取自每次掌子面爆破的第二、三、五或十小矿车。矿石金属含量愈均匀及样品材料愈细，则应取为样品的部分可愈少。如果矿石金属品位均匀且其块度细小，则每车（手推小车）矿石中每五辆取一辆或仅仅每十辆取一辆。如果矿石的品位不均匀，且其块度很大，则在全部矿石中每次取二分之一或三分之一。

为避免采样的系统误差，必须注意，清理矿石堆时每次进行取样不应固定从最先或最后的一车采取，因为矿石堆的残留部分中细碎矿石与大块矿石的重量比常常比整个矿石堆要大得多。

个别情况下，在详细勘探工作阶段，主要是在矿床的开

采阶段，要采用商品取样。

商品全巷样品能最近似地反映出矿体的平均金属含量。大部矿体中的矿石，应在可能范围内与围岩分开采掘出来交给选矿试验工厂，经打碎、粉碎并加工试验取得商品，即钨、锡、钼、锑、汞或汞的精矿。商品全巷样品可以不必在勘探期间采取，因为采取这种样品乃是整个或部分矿体的试验开采工作。

考虑到准确地查明有益组份平均含量的重要性，特别是某些矿石的品位较低时，进行商品全巷取样是适宜的。不管麻烦及费钱，在详细勘探结束或在工业开发的初期，对成分最复杂的矿床都应采用。

因为矿山企业的建筑要化费好几亿卢布，在许多情况下，在建筑企业之前，还要再一次用商品全巷取样检查过去取样所得之金属的平均含量的结果为了处理这些“未缩分”的全巷样品，可在矿上建立一座昼夜生产率为10—50吨矿石的选矿试验工厂。矿石的采掘试验应从矿床的一个或几个部分中进行，这些部分的有益组份含量必须已为初步的化学取样所确定。从这些矿段得来的矿石无须缩分就可送入处理矿石的试验工厂。除了检查矿石中金属的平均含量以外，试验工厂可以进行个别矿石品级的技术加工试验，并确定选矿的程序和规范。

经验证明，很多稀有金属，特别是钨矿床的地质取样，有时具有系统误差，而这个误差只有在作商品全巷取样与在选矿试验工厂作矿石加工时才可以发现。在已知的以及经过详细勘探，交付工业开发的矿床中，根据地质取样的资料所定矿石中稀有金属的平均含量，其误差可达10%甚至15—25%（相对含量）。在建筑大型矿山选矿企业之前，查明这种误差是十

分重要的。

剝層取樣 剝層樣品與全巷樣品不同，它包含礦體部分，在一個方向上較少，按走向或深度，但應包含山地工程中揭露的全部礦體厚度。根據礦石的堅硬度、礦化的特點及取樣的方便程度，剝層深度宜在2—5—10公分範圍內。

剝層方法，由於其繁重性，一般不大採用。多半在脈很薄，在中等厚度或者厚度很小的並且有益組份的分布極不均勻的礦體中取樣時，以及在探槽、淺槽及淺井中在松散破碎的風化礦體上取樣時採用。

剝層樣品的代表性低於全巷樣品，高於刻槽樣品。

刻槽取樣 與全巷及剝層樣品不同，刻槽取樣不是體積的，而是直線的，也就是從礦體露頭部分刻取薄薄的樣槽，占取樣礦體體積中極小的部分。個別刻槽樣品，不僅不能代表整個礦體，而且也不能代表其不大的區段。刻槽樣品採取起來比較簡單，可以用作大量取樣，而在礦體所有可以到達的部分系統地取樣，則其大量樣品的總和，便能很好地反映礦石中金屬的平均含量，甚至在其含量不均勻時也可以反映出來。

刻槽取樣為大部金屬礦床最普遍的取樣方法，其中也包括稀有金屬礦床。

樣槽照例是垂直礦體走向分布的，其長度變化很大，在細脈或有明顯的貧礦和富礦夾層交互的脈中及在有帶狀構造的礦體中進行取樣時，其長度最小，為5—10公分，如果取樣礦體很厚，具有礦化均勻或者比較均勻的特點時，則長度可達1—3公尺。

在礦化不均勻時，刻槽長度應予分段，並且每段應該有不同的特點，如礦石種類不同或者品級不同，或者是不含礦

的围岩，例如：在具有明显的脉壁并过渡向围岩的矿脉中取样时，则矿脉的中間的、最富的、部分，上、下帮脉壁部分矿脉的近壁部分及上、下帮无矿围岩都应该分別（分段）采取。

当矿脉构造明显，并在沿矿体走向掘进的山地工程中其傾角很陡的情况下，則刻槽取样应该作水平状布置在掌子面上，距該工程底盘高0.9—1.2公尺处，并尽可能进行单独分段，在此条件下应在矿脉的不同部分从矿脉的下帮至上帮分段取样，即：下帮围岩；下帮接近脉壁部分；下帮脉壁部分；矿脉中間部分；矿脉上帮脉壁部分；上帮接近脉壁部分及上帮围岩。

在勘探的第一阶段，当矿化极不均匀时，必須进行分段取样，它們按稀释的勘探网每隔10—20—50公尺进行，或仅在代表性地方进行。实际材料积累之后，当工业矿体和平衡表外矿体的边界已查明时，則分段取样进行較少或者停止分段取样。

普通刻槽样品只对有工业价值的部分，也就是对矿脉及其脉壁上、下帮（視其含矿情况）的总和进行采取，其沿矿脉走向的間隔大小是为每一矿床所特定的。

在用来揭露矿体通过其厚度的山地工程中，刻槽样品可沿其二壁，并在离底盘高0.9—1.2公尺处选取，并且要从矿体的上帮至下帮連續进行。如果被山地工程穿透的矿脉厚度較小，即打到了矿体的一个完整断面时，則刻槽样品应沿工程二壁采取；当其厚度很大时（网脉或大型砂页岩矿体），刻槽样品也应沿山地工程之壁上布置，在山地工程通过矿体的全部間隔內均应連續取样，取样应在山地工程的一壁，或者二壁同时进行，則决定于有益組份的含量，在勘探工作初期，当勘探工程还进行得很少的时候，矿体取样宜在山地工

繼二號進行。

實踐證明，在刻槽取樣時，樣槽的布設，無需在所有情況下都要嚴格垂直於礦脈的傾向，細脈或層理方向。在礦體垂直或其傾角很陡的情況下，樣槽以水平布置較為合理，而在礦體為水平的或其傾角很緩的情況下，則以垂直布置比較合理。

這樣的辦法使採樣工作大大簡化，而其全部準確性也不差，並且不會引起出現系統誤差。

正確的進行分段取樣的必要條件是：各段必須符合於組成礦體的共生綜合體（帶）及其構造特性。

根據礦體的厚度及有益組份的分布，分段採樣時各段長度可以變動在幾公分到1—2公尺。在同一類型而且礦化均勻的情況下，最適當的分段長度為0.5—1.0公尺。

分段取樣應該在勘探及研究礦床的第一階段時廣泛採用，以便查明礦石物質成分及其結構-構造特性、主要的有益組份和伴生組份及有害雜質的分布特點。

按分段取樣結果，必須進一步確定在詳細勘探及開采工作時繼續分段取樣在實用上是否合理，必須查明，按分段取樣結果所查明的各個礦石品級和類型是否可以進行單獨的儲量計算和採掘。根據這些具體問題來解答究竟是廣泛運用它，還是停止在礦床今後進行分段取樣來得合理。

樣槽的截面規格變化範圍也很大，它決定於礦體厚度和礦化特點。

實踐確定某些樣槽的規格決定於礦體厚度和礦化特點。按照這種特點，當礦化不均勻或極不均勻時，礦床取樣應採用最大的刻槽斷面；與此相反，當礦化均勻時，可採用較小的刻槽斷面。

矿化特点相同的厚矿体照例是以小规格的刻槽（ 5×2 公分）进行取样的，而厚度较小的矿体则用大断面的刻槽规格（ 10×2 — 15×3 公分）。

因矿体的特性之不同，最适宜的刻槽断面规格可有很大的变动范围，在宽度方面可从 5—15 公分以至 20 公分；在深度方面为 2—3 公分，在特殊情况下为 5 公分。

刻槽取样的基本条件是必须在全部刻槽长度中其断面（宽度和深度）要保持不变，违反这个条件，将引起系统的误差，会歪曲取样结果。

例如：如果在矿脉富集部分样槽的深度和宽度采用较大的规格，而在贫矿中采用较小的规格，那末在样品中有益组份的总含量将比真正的含量要高，取样结果将成为似是而非，不足信任。

为了避免这种情况的发生，必须对采样的正确性进行系统的检查。

为了检查刻槽取样的正确性和其断面是否保持不变，可以采用与一定刻槽规格相同的木质样板，用粉笔或木炭按样板描画出刻槽的方向和其宽度，而在此后仍用此样板在经过取样的槽中检查取样的正确性。

对每个具有不同体重的矿体，应根据既定的深度和宽度，对刻槽一公尺的理论重量作一估计，取样之后应称一下重量，并与理论重量进行比较。如果样品的实际重量与理论的偏差大于 20—30% 时，则此样品应予作废，因为这种偏差说明，或者是刻槽的深度或宽度不是一贯的，或者是有部分样品被丢失，或者是已有外来物质掺杂其中，歪曲了样品的真实性。

在穿透矿体，垂直其走向的山地工程中，当矿石金矿含

量不均匀时，山地工程二壁均应取样。如果矿脉的金属含量极不均匀时，在山地工程的截面中应该进行二或三条刻槽——在壁上或掌子面的下部、中部及上部。

当刻槽样品是沿着坑道二壁分布，且其坑道垂直较厚矿体的走向时，则各刻槽样品间的界限可采用1—3公尺的间隔，并将样品按不同岩石分开。例如，假使在花岗岩类岩石内，一般的网脉状矿体中有岩脉穿插那末样品在岩脉处应该截止，而在岩脉内应单独取样。

手工刻槽取样是一个繁重的过程，在坚硬的特别坚硬的岩石和矿石中，一个采样工每班采样2—5公尺。最近正在进行用机械来刻槽取样的试验。采用普通的研岩机或风钻，其结果不能令人满意，因为冲击力大，大量样品会四处飞散，超过近旁特别布置的帆布。采用钽钨钻可有较好的结果，它可以减轻采样工的劳动，提高生产率，改进刻槽规格，并且样品不会失散。

打眼取样 进行打眼取样是一种采集钻进时的岩尘或岩粉作为样品的方法。岩粉是在为圈定矿体边界及取样而钻进时，或专门打眼过程中取得。

通过掘进炮眼进行取样，仅在全部山地工程的横断面均掘进在矿内，也就是存在很厚的矿体（网脉、矿层、透镜体等等），不怕炮眼会打入无矿的围岩的情况下才采用。

在打眼取样时，样品（炮眼）长度可达1—3公尺，但当矿体与围岩间界限不清楚时，应缩短至0.5公尺。

当湿式凿岩时，是以鑽泥作为样品，而干式凿岩时则以岩粉作为样品。干式凿岩的炮眼，不采用除尘器时，对坑道采样来说是不适宜的。它仅在特殊的情况下，当以其它方法取样不能保证要求的准确性时，可以允许采用。

为了能收集鑽泥，可采用三通管借以在鑽眼的过程中通过接管收集从炮眼中流出来的鑽泥。鑽泥进入水桶或水箱，在其中沉淀之后，轉移到有号牌的麻袋中，并送去干燥及縮分。

用这种方法，甚至在裂隙岩石中也可以收集到60—70%的鑽泥，而在致密的岩石中，則可达到85%。

在掘进垂直走向的水平坑道时，可以在炮眼鑽掘时采集到全部鑽泥作为样品。

在掘进沿矿脉走向的水平坑道时，鑽泥应在沿脉与穿脉、石門或硐室交叉处的掌子面上收集，此外在沿脉中应该在坑道壁上鑽掘特別的炮眼；如果矿体厚度不大（5—3公尺），用普通的凿岩机在坑道壁上就可以穿透矿体的整个厚度。

对巨厚矿体进行打眼取样宜于采用重型凿岩机进行深孔炮眼鑽进，炮眼可以按任何傾角掘进，但是在与水平成5—30°角度进行鑽眼时，将得到最令人滿意的結果。

在选择取采方法时，应该考虑到在打眼取采时，用普通的凿岩机就可以查明坑道范围以外5—8公尺的矿体并进行取样，并且打眼取样及样品加工的速度为刻槽取样者的4—5倍而費用仅为二—三分之一。

为了采用打眼取样，必須确定所收集到的岩尘及岩粉的代表性的程度。部分矿石矿物具有富集某种組份之岩粉的特性，它可以使打眼取样的結果发生很大的偏差，因而报废。如象輝鉬矿那样，矿物很軟，具有很好的解理，并且比較輕，在取得岩粉并用风力吹洗炮眼时，就在最細的岩尘中富集而不在掌子面就近沉淀。輝鉬矿鱗片的浮游特性，也就决定了輝鉬矿要被冲洗液帶走。同样那些脆性的矿物如辰砂、輝鉍

矿、輝銻矿会富集在飞散了的岩尘中。有很大比重的矿物——黑鎢矿特别是錫石，可以富集在吹洗或冲洗不出来的岩尘或岩粉中而积聚在眼底稀有矿物的上述特点和性状，在打眼取样时必须注意。

方格取样 方格样品是在不能用刻槽法取样的矿体区段中采取的。

方格法取样主要在矿体很厚，矿化均匀并且矿石矿物与围岩的物理特性相同时采用。

在掌子面掘进速度很快，并且必须要在紧迫的期间内进行取样时，就可以采用方格取样法，方格样品，由个别部分的样品（份）组成，直接采自掌子面、顶板或坑道壁上，并可按正方形、长方形或菱形网布置。把进行采样的地段分成若干四方形，在每个四方形中心（相互距离为15—30公分），用锤子打一块标本，重0.1—0.2公斤，这些单独标本（部分的样品）的总和组成方格样品。

一种变相的方格法取样是点綫法取样，按垂直矿体预定走向的綫上一份份（一块块）地采取。点綫法取样与刻槽取样类似，所不同的在于它比刻槽取样的生产率要高些，而代表性则要低些。当矿体很厚，矿化比较均匀——有块状及浸染状矿化特性时，可采用这种方法进行取样。

检块取样（攫取法） 攫取法取样，仅在矿体厚度很大，当山地工程的全部断面均在矿中掘进时才采用。

样品可以在掌子面处紧接爆破之后由崩下矿石中采取，或者是从地表的矿堆中采取。

在崩下的矿石堆中进行取样时，首先应拟定一个取样网，然后从方格网的正中间一份份采取。每份重量100—200克，它们的总量组成检块样品。

用这种方法采取的样品，在矿体厚度很小或厚度中等时，将不能说明矿体的品位，而只能说明采自矿体或者采自围岩的岩矿块的品位。当某些矿石有很易打碎的习性时，捡块法可以使之在这个或那个方面出现系统误差。为了避免这种情况，部分的样品不应从矿堆表面而应从深达20—30公分的坑中采取，或者，如果条件许可，用全部攫取的方法，这样比较适当。

用捡块法取样最为经济，因为它不要求花费大量劳动力，但准确性较差，因此，在采用这种方法之前，必需用由其它比较可靠的采样方法所获的结果进行对照，从而用这种方法取样才不会发生系统误差，并且在每次发现新矿石类型时，必须对其结果重复地作这种检查。

取样间距的选定 对任何取样方法来说，取样间距问题都有很重要的意义。没有根据的放大间距会破坏样品的代表性；而矿体的取样过密时，就会大大增高采样费用，妨碍坑道掘进，使化验室堆满大批过多的样品。

在垂直厚层矿体走向的坑道中，矿样应该沿坑道壁采取，无论取样的方法如何，均要穿透矿体的全部厚度。这种穿透矿体全部厚度并垂直其走向的采样线，它们的间距决定于勘探工程（探槽，穿脉及平行的或者是水平的钻孔）的间距。

在解决关于取样间距问题时，首先必须考虑到有益组份在矿体中分布的特点及矿体的规模。

对厚度很小的矿体，已全部被沿走向掘进的山地工程所揭露的情况下，其取样间距可以变动在1—3公尺之间，如果矿体厚度大于山地工程的宽度，则每隔4—5公尺就必须进行掌子面取样。后者不列作储量计算，但常常可被用作

进行經常性开采設計,以及确定下一步布置横巷道的根据。为了解决这个问题,应以不同間距的取样結果进行实验比較,或者利用数学統計方法进行統計。最简单,最方便的方法是稀释法,即在很长的采样坑道中,首先根据全部样品确定出有益組份的平均含量,然后隔一条、隔二条等等,均定出其平均含量。如果根据全部样品所确定的平均含量与隔一条或二条等等的样品所确定的平均含量区别不大,那末样品間隔可以放大。

如果是綜合性的矿石,那末应根据全部样品的主要組份的平均含量与稀释样品的相应含量进行比較,但假使有几种主要組份,那末就应该根据含量較不稳定的組份来对比。

按已有的实验材料,当矿化极不均匀时,采用稀释方法,在一个研究区段內应有不少于35—45个的样品,就可以得到比較可靠的結果。

如按整个块段或几个块段来比較普通样品和稀释样品的平均品位,則可得到更加可靠的結果。

在稀有金屬矿床中取样时,实际确定的某些共同的极有指导意义的关于各种稀有金屬矿床采样間距的材料,应该用以作为在勘探和了解矿床初期的工作指南(表4据 H.B.巴雷舍夫)。

表 4

矿床組別	确定为主要組份的分布特点	变化系数	矿苗間距 (公尺)
б	不均匀	70—100	4—2.5
в	很不均匀	80—150	2.5—1.5
г	极不均匀	* > 150	1.5—1.0

* 按原文中无 > 記号,估計系原文所漏——譯者

岩 心 取 样

用岩心鑽孔勘探矿床时，取出的岩心和被冲洗液冲洗出来的岩粉是用以确定矿石金属含量的唯一的材料，岩心同样还是矿体及围岩剖面的地质根据。所以岩心不能全部作为样品。

进行岩心取样，其方法为：尽可能准确地沿纵向劈开成二半，其中一半作为样品，而另一半则留作地质依据，将岩心沿纵向劈开时，必须注意使矿化不均匀部分能正好打成等量，既在样品中，也在保留下来的另一半岩心中。在劈岩心时，所得到的少量碎屑，通常是由脆性的从岩心中碎裂出来的矿石矿物富集而成的，为了保证岩心样品的代表性，每个取样长度内的碎屑都应收集起来，分成二半。一半掺在样品中，另一半与岩心的编录部分一起保留起来，或者扔掉。

在某些网脉状钨矿床中，浸染状辉钨矿仅产于节理裂隙及细小的石英细脉中。这种矿体的岩心，在钻进中能沿裂隙裂开，辉钨矿破碎并进而与冲洗液混在一起，因此，岩心取样在这类矿床中常常得出偏低的结果。

岩心样品取样段的长度可以是极其不同的，和刻槽法的长度相同，最小5—10公分，最大2—3公尺。在勘探脉状矿床时，大部分岩心为无矿的围岩，据此编制地质剖面，仅在特别的情况下，对某些部分有兴趣时，才进行取样。除了矿脉的矿心以外，直接紧靠矿体上、下帮也必须进行取样，因为稀有金属，特别是钨，也含在近旁的围岩中，主要是上帮围岩中。

在勘探网脉状矿床或巨型砂页岩型矿体时，全部或大部

岩心必須進行取樣，因為礦化常常沒有明顯的地質界限，並且要根據採樣結果來確定礦體。如果在無礦岩石中必須進行金屬含量的檢查，則樣品長度可以放大到 5、10 甚至 15 公尺。這種樣品可以由各個間隔的岩心組成，其特點是在鑽孔中有相當大的長度是不連續的。礦化分散的岩心，應全部地、無遺漏地進行取樣，其各別樣品的長度取決於礦化特點，一般不應超過 2—5 公尺。

礦心應該無遺漏地全部取樣，而其各別礦樣的長度則應根據礦體的總厚度、礦化特點和其均勻程度來決定。當礦體厚度很大，達幾十公尺時，礦樣長度則確定為 1—3 公尺。礦樣長度很大，是不允許的，因為在礦體中應該圈定富礦或者無工業意義的部分，以便設計時可以把它們從總礦體中作單獨開采。在礦體厚度較小，並且礦化很不均勻時，礦心長度，作為一個礦樣，不應超過 0.5—1.0 公尺。

岩心採取率應不低於 70—75%，這樣岩心樣品才有代表意義。如岩心採取率再低，則岩心取樣便不可靠，因為岩心可以按照各別礦物的堅硬性而有選擇性地被磨損，並且，在鑽進過程中，被破壞了的岩心部分所含的組份，與提升出來的岩心部分比起來其品位可以不同。

在岩心採取率很低時，必須對沖洗液中的岩粉進行取樣，但是岩粉取樣，特別是鉬礦床，其代表性很小。很難收集全在岩粉，因為部分岩粉與沖洗液一起，無可挽回地洗失在裂液中去了。對各岩進段中樣品的測定，很難保證同樣的精確度，因為部分岩粉，滯留在孔壁上，並且所取出的岩粉是和其它鑽進段的混在一起的輝鉬礦在沖洗液中有浮游性，並且可以在一個樣品中比真正品位富，而在另一個樣品中比真正的品位貧。

为了从岩心中采样岩心可沿长轴用岩心劈开机劈开或者用手凿开。用手工劈开岩心，仅在初步勘探时，工作量不多的情况下才行。在详细勘探时，则必须采用各种结构的岩心劈开机。岩心劈开机在有大量鑽探工作量的，以及在地下硐室用小口径細粒金鋼鑽头鑽探的勘探地質队則特別需要。岩心鑽孔的直径为36及46毫米，当沿縱向劈开时，用手劈常碎裂成碎块，这对那些应该保留作为地質依据的岩心部分是不允許的。

样 品 处 理

从矿体中采集来的样品，其原始重量变动的范围很宽——对于刻槽法样品、打眼法样品、方格法样品及斜层法样品，从几公斤至几十公斤，对于全巷法样品从几吨至几十吨，而在化学分析中称样重量不大于50--100克。这个称样应该有这样的質量，即在細致的混合之后，从其中任何部分取出1—5公分，可以按其样品原始重量的比例，代表矿石全部組份的含量。样品粉碎得愈細，則愈容易混合，則所需的样品重量亦愈少。

实验确定，样品部分的最小的有代表性重量（公斤）等于矿石最大顆粒直径（毫米）的平方乘常数。后者說明矿石中有益組份分布的均匀程度。用一般形式来表示，就是允許的最小样品重量(Q)与其顆粒的最大直径(d)的关系，以公式表示：

$$Q = kd^2$$

对于有益組份，其矿化极不均匀的富矿， K 值照例要采用最大的，而对金属含量較貧并分布均匀的矿石，可以采用最小的 K 值。

在处理稀有金属样品时 K 值可以变动在0.1—0.2(对于含

量很貧的，金屬分布相对均匀的矿石）至 0.5（对于矿化极不均匀的富矿）的范围内。在矿床勘探的第一阶段， K 值通常是根据类似的已知矿床来选定的，而进一步选定 K 值是用实验检查的方法来确定的。

为了确定 K 值，在一定时间内，系统地收集全部样品中漏过碎矿装置的尾砂。被收集的几十公斤材料要进行处理，并使得最后重量相当于某几个 K 值（例如：0.1, 0.2, 0.4, 0.5, 0.8, 1.0）。所得的样品则可按某些相当的秤样进行分析。秤样最少要 15—20 个。根据各个秤样的分析结果，在相应 K 值下，根据经过处理之每个样品得出矿石品位。

由个别矿样得来的分析结果之间应进行比较，并与主要样品的分析结果相互对照。

根据那种在不同 K 值下经过处理的样品，其分析结果的相对特点，可以确定出最适合于该矿石的 K 值。

该样品必需的最小重量，应根据在不同 K 值下样品中颗粒的最大直径来确定，通常可用表表明这些数值的相互关系，对每个矿床或矿石类型均应制表，如表 5 所示。

表 5

颗粒最大直径 (毫米)	不同 K 值下，样品最小重量 (公斤)		
	$K=0.1$	$K=0.2$	$K=0.5$
100	1000	2000	5000
50	250	500	1250
25	62	125	312
10	10	20	50
5	2.5	5.0	12.5
3	0.9	1.8	4.5
1	0.1	0.2	0.5
0.5	0.025	0.050	0.125
0.25	0.006	0.012	0.031
0.1	0.001	0.002	0.005
0.05	0.00025	0.0005	0.00125

在初步勘探及普查工作时，样品的打碎在粉碎，可用手锤进行，然后放入不同规格的乳钵。在详细勘探期间有大量样品，必须采用机械来碾碎和粉碎样品，苏联制造有实验室用的颚式碎矿机（用于粗碎及中碎），轧辊及盘状碾碎机，工作方便，可靠。每个样品最后还要用手加工200—300克。

样品的处理过程，其重要性不低于采样过程，因为正确选取的并有代表意义的样品，在不正确的处理和缩分下，可以损害取样结果并使之缺乏代表性。在样品处理及获得化学分析称样的过程中，工作应该非常的整齐、清洁、并且精确。在样品碾碎和粉碎的每个过程之后，必须进行检查过筛或筛分，证明样品重量进一步进行缩分的可能性。只有在把样品用手或用环筛法作细致的混合之后，才能进行缩分。在大量处理样品时，必须利用专门的分样器借以达到更正确和更快地把样品分成既能满足需要量又有同样代表意义的部分。

向化验室交送样品称样时，必须注意其重量是否已经足够进行全部可能（在该情况下）存在的有益及有害元素的分析。除了送向化验室的称样（50—100克）以外，应准备等量的副样，在勘探期间，保存作为档案材料，以备检查及组合矿样之用。

辉钼矿床样品的处理常常遇到下列困难：辉钼矿颗粒由于性软，带有延展性，并在脉矿物研磨至粉末状态时，不再被磨细，而被压扁，并且不能通过细筛子。应该注意到这种情况，以便取样实验的工人把留在筛上被富集的辉钼矿和通过筛子的掺在一起，并放在乳钵中再一次的进行粉碎。经过这种研磨，辉钼矿的鳞片就与其脉石一起磨成粉末并能通过必需的筛子。

在处理钨矿及锡矿样品时，应该考虑到黑钨矿及锡石的

比重很大，并有在大量进行拌匀中的样品的下部发生重力富集的特性。为此，在样品缩分之前，宜特别细致地掺合样品。

为了减轻化验室负担，可以进行合併样品。对稀有金属矿床来说，这种合併样品只有在勘探工作初期，在样品准备及化验困难的情况下才能容许。

为了表明矿体、矿层各个地段或者整个矿床以及表明不同的矿石类型和品级，都可制备合併样品。

合併样品可以分析全部必需的，主要的，及次要的组份，后者在普通样品中没有进行分析，但其含量的特点对于矿床及其个别区段的总评价来说却很重要。

为了组成合併样品，应该利用档案库中的化学样品称样的副样，并根据取样登记簿和取样计划选出必须合併的样品号码。从每个样品中取出等量的称样，这些称样的总和就组成合併样品。

样 品 分 析

在调查稀有金属含量时，首要的分析方法是化学的分析方法。

在钼、钨、锡、铋、锑及汞的矿床中进行样品分析时，应该考虑到，无论是各个组份的含量，或者是它们在矿体范围内分布的特点都必须查明。

对于有益组份含量不均匀的稀有金属矿床来说，全部采选出来的样品都应加以分析，仅在少数情况下，某些邻近段中采取的样品合併作为一个分析样品。合併样品只有在初步勘探时期，并当化学分析极为困难的情况下才能允许。化学分析费用占勘探总投资的百分数并不大，不当为了经济一

些作合併样品，而降低了質量，并减少了許多用以判断各种組份分布特点的实际材料。

無論是主要的組份，或者是伴生的有益組份及有害的雜質，均應进行化学分析。

主要組份的分析 鎢的含量是根据其三氧化物的量来确定的，儲量計算也根据它来进行，在地表露头中，鎢的矿物无氧化作用的特点，因此，原生的鎢（在黑鎢矿或白鎢矿中）及氧化的鎢（在鎢华中）的示构分析可在近地表露头的少量組合样品中进行。如果組合样品的分析中出现一些并无实际意义的氧化的鎢的含量，（大部分矿床都是这样的），那么以后的样品可以不再分析氧化的鎢。

但在同时含有黑鎢矿和白鎢矿矿石的矿床中，必須进行示构分析以便确定这两种矿物的数量，因为它们們的选矿方法不一样。为了确定白鎢矿和黑鎢矿（或鎢铁矿-鎢鉍矿）之数量的示构分析，不要在每个矿样中进行，而要在代表矿体某些区段的組合样品中进行。

当三氧化鎢在矿石中的含量为0.5—1%，少数达到2%时，則化学分析應該用比色法进行，含量較高时，則用重量法。

最近已习惯用准确的定量光譜分析法測定含鎢从万分之几或千分之几到1—2%的矿石中的鎢含量。几百个样品的光譜分析結果与同样样品的化学分析結果进行比较并确定了这些結果間的可容許的差数之后，部分不太重要的样品就可以用光譜分析法进行研究。

鉬 其含量是根据金屬的数量来确定的，儲量計算也根据金屬的量来进行。对大部分鉬矿床來說，其矿石中經常存在氧化鉬，必須在所有一系列样品中进行示构分析，測定硫化

鉬和氧化鉬，但在矿床的深部矿层中，为了証明氧化鉬在其中完全不存在，或者是均匀而少量的存在，示构分析可以在全部矿样中进行，而在代表矿体某些区段的一些合併样品中进行。

如果在鉬矿床的氧化带中遇見某些氧化鉬矿物，那么必須分別确定其中每一种的数量。氧化鉬矿物中最常遇見的是鉬华及鉬鈣矿。样品中的鉬华是用氨溶液溶解的方法来确定的，鉬鈣矿不受氨溶液影响。鉬鈣矿是根据用盐酸溶液从样品中提取来确定的，輝鉬矿不受盐酸溶液的影响。当鉬在氧化带的氢氧化鉄中存在时，要分別在氢氧化鉄中及鉬华中确定含鉬量实际上是不可能的。

包括氧化带中鉬华及氢氧化鉄中的鉬，其工业上的提取方法直到現在还未掌握。为了获得鉬的商品，鉬鈣矿中的鉬可以用浮选过程处理，提取率达50—60%，然后作湿法冶金以取得商品产物。在輝鉬矿中的鉬，用浮选法提取作为商品产物，商品提取率达80—95%。在进行鉬矿床的工业评价时，准确的了解全部鉬矿物：輝鉬矿、鉬鈣矿、鉬磷石（包括氢氧化鉄中的鉬）的分布是十分重要的。

全鉬含量达0.5—1%时，除了化学分析以外，还可以用光譜分析方法进行足够准确的測定。鉬含量超过1%时，可用重量化学分析法来确定。

錫 其含量是按金屬的量来确定的，儲量計算也根据它来进行。全部分析样品均需分析其全錫量。对于錫石-硫化物相型矿床來說，那里部分的錫为硫化物矿物，应分別分析錫石中及硫化物中的錫。当錫分散在矽酸盐中时，例如在矽矽岩矿床中（輝石及黑柱石中的錫），部分組合样品應該分析錫矽酸盐，因为那部分錫基本上是无法提取的，并且不

应进行工业儲量的計算。錫的分析可用重量法及比色法进行。

銻 很少形成独立的矿床，并通常作为混入元素进入錫石、黑鎢矿-云英岩相矿床中，更常見于多金屬矿床中。这些矿床的矿石均应分析金屬銻，据以进行儲量計算。

銻 分析金屬銻，对矿床上部氧化带强烈发育者，应有組合样品另行分析存在于氧化矿物中的銻。分别确定硫化物的和氧化的銻极为重要，因为矿石中提取氧化形式的銻比提出輝銻矿要复杂得很多。

汞 分析金屬汞，根据金屬汞进行儲量計算。

对于全部上述列举的稀有金屬单个样品分析的精确度，按照国家儲量委员会的规定，确定如表 6。

表 6

組 份	含量范围(%)	单个样品中允許的平均偶然誤差 (相对含量%)
鉛	0.05—0.25	10—20
	0.25—1.0	5—10
	>1.0	2—5
銻 (三氧化物)	0.05—0.25	15—30
	0.25—1.0	8—15
	1.0	8—8
錫	0.05—0.25	15—30
	0.25—1.0	7—15
	>1.0	3—7
鎢	0.5—2.0	12—20
	>2.0	3—12
汞	<0.25	15—30
	0.25—2.0	7—15
	>2.0	4—7
鉍	0.6—0.2	15—20
	>0.6	5—15

上述平均偶然誤差仅允許出現于个别样品分析中，而对于整个矿床及其个别矿体甚至对于块段如果多于全部分析样品数量的20—30，是不允許的。在好几百、好几十样品的基础上算出来的平均含量，其允許誤差不得超过相对含量3—5%。如有更高的誤差，便說明存在系統誤差，应该查明其性質，并消除其产生的原因。

伴生組份的分析 稀有金属矿石所具有的主要組份含量常常很貧，所以对它們进行綜合性的研究，并查明能否从中提取伴生有益組份就显得格外重要。特別重要的是，要精确地确定网脉状矿床中鉬-鎢鉬-銅矿石（具有很大儲量，但含量很貧的矿床）所含全部可能的伴生組份。当那些矿床的矿石品位非常低时，可从中順便提取次要組份以做为补偿。有从銅矿石中提取鉬的，其含量可在十万分之几。有从砂礫岩型矿床的鉬-鎢矿石中提取銅的，其含量可在0.03%。这些矿石中如含金在0.05克/吨时，就可提取。可被提取的伴生組份的数量可以是很大的，而在很多情况下，全部矿床开采的利潤决定于这些組份的价格。

关于伴生組份的大致数量，其初步情况应从矿石成分的岩矿鑑定等矿物学的研究中得来，并在詳細勘探阶段用块样的化学分析进行証实。作为块样标本，其选择的矿石应该富含某些种伴生組份，或具有这些組份所特有的矿物組合。

矿床詳細勘探期間，在确定了伴生組份的存在并研究了矿物共生体及其选矿方法之后，应查明这些混入物的平均含量及其在矿体的不同部分、不同矿石类型和品級中的分布。对矿床的每个矿体，每种矿石类型和矿层都要制成組合样品。組合样品是由保存作为档案的、能够代表該矿体、矿层、矿石类型和品級之副份样品的称样混合而成。組合样品須經

光譜分析，找出出現在这个矿体中的全部元素及其大致的含量。根据光譜分析，可以确定所要找的有益組份分布的頻率和大致定量的含量。

根据組合样品的光譜分析所确定的元素，如有工业意义，則必需用化学分析方法对其含量进行检查。如果用化学分析方法确定某些在矿体中存在的伴生元素有很大实际意义，其可采的价值占主要組份的 10 % 以上者，則应对全部样品进行这种組份的含量分析。如果有工业意义的伴生組份价值不大，不超过主要有益組份价值的 10%，那末这种伴生組份含量的确定仅仅根据組合样品的分析就可以了。

对于鉛矿床來說，最常見的有下列伴生組份，有时有工业意义：

黃銅矿中的銅，或者少数情况下其氧化物中的銅可以作为网脉状銅-鉛矿床的特征，这种类型可以有很大的实际意义，銅的混入物在脉状矿床中很少有工业意义。

錫和鋁一起出現在鉛矿床中，这种情况比較少。但是鋁和錫的共生，乃是矽鹼岩型矿床很重要的特征。

鉛和鋅不能作为鉛矿床的特征，并很少在这些矿床中具有工业意义。

銻是鉛最常見的伴生元素，它包含在鉛中，其含量不能从矿石中而應該从輝鉛矿中来确定。

当鉛的儲量很大时，輝鉛矿中銻的含量超过 $n \cdot 10^{-3} \%$ 就有工业意义。

金、銀和鉍常常含在鉛矿石中，但通常为量不大。

在錫石-黑錫矿-云英岩相矿床中，常常与錫（黑錫矿、錫鉄矿、錫錳矿及白錫矿）及錫矿物一起，含有很多其他有益的、次要的、有工业意义的矿物：輝鉛矿、輝鉍矿、綠柱

石、銅、鉛及鋅的硫化物，以及金和銀均較少見到。上述元素在矿石中的平均含量，在詳細勘探阶段必須予以确定。对儲量很大，但其含量很貧的巨大錫矿床进行工业评价时，存在于矿床中而且可以被提取作为商品的次要組份，有时具有决定意义。

在矽噁岩型的稀有金屬矿床中，有时可以遇見含鈹矿物日光榴石，这是一种按外表很难确定的矿物，因此，对矽噁岩型矿床的矿石，都应该检查鈹的含量。

在錫石硫化物类型的矿床中，可以遇到大量的伴生組份，可以具有与錫同样巨大的实际意义。在这类矿床中，首先应该确定鋅、鉛、銅、鋁以及金和銀。

銻-汞类型的矿床中，应该仔細地检查鉛（常常与銻的硫化物成为复杂的化合物）以及金和銀。

由于稀有金屬矿石中全部可能的伴生組份，（甚至在含量特別低的情况下）具有很大的意义，所以除了分析矿石以外，还必须对其富集产物进行系統的分析。在初步勘探的第一阶段，分析混入物可以从原矿石中进行。但最好在矿石的重組份中进行。这些重組份可以从选矿槽中用对矿石碎屑簡易的淘洗来取得。

在詳細勘探阶段，当进行加工技术取样时，全部富集产物均应先作光譜分析，然后进行化学分析。在富集产物中，某些元素較之在矿石中有很大的集中（从10倍到100倍），并在这些富集产物中很容易鑑定其中含有某种有价值的組份。

有害杂質的分析 矿石中的有害杂質，是那些和有益組份一起富集在从矿石中提取出来的商品中的一些元素，它們妨碍这些商品今后的利用。

作为錫矿石的有害杂質，其含量是：錫0.03—1.5%（对

不同含量标号的商品来说), 銅0.1—0.3%, 磷0.03—0.11%, 砷0.05—0.1%, 硫1.5—4%, 二氧化矽5—10%。

除了对使錫矿石商品質量变坏的有害杂质进行研究以外, 对矿石中和錫矿物一起富集的矿物的数量, 同样应该进行研究。这里指的不是研究有害杂质, 而是研究那些既使产品变質, 三氧化錫含量变低又不活泼的混入物, 不同商品标号的三氧化錫含量应不低于40—65%。

黑錫矿矿石中, 比重接近黑錫矿的重矿物就属于这类矿物对需经过浮选的黑錫矿石来说, 方解石、重晶石、螢石、滑石、石膏及磷灰石等就属这类矿物。

下列元素, 高于下列含量者为鉬精矿的有害杂质: 磷0.07—0.15%, 砷0.07%, 銅0.5—2%, 二氧化矽5—9%, 錫0.07%。

有些不活泼矿物, 能与輝鉬矿在一起浮起, 并且貧化了輝鉬矿的精矿含量(要求47—50%鉬), 其中有: 石墨、高岭土、絹云母以及大部分在浮选过程中与輝鉬矿在一起富集的硫化物。

在錫的精矿含量中, 当錫的含量不低于30—60%时, 下列元素高于下列含量者为有害杂质: 鉛0.4—1.2%, 銅0.2—0.5%, 硫3—6%, 氧化鋁3—7%, 氧化鉄6—11%, 氧化矽11—19%。

取 样 检 查

采样的检查 为了查明某些采样方法的系統誤差或偶然誤差的性質和数值, 应选择一种更可靠的方法进行检查。

例如, 检查打眼法, 方格法或撿块法取样, 宜用刻槽法, 检查刻槽法取样宜用剥层法, 全巷法或者大断面的刻槽

法。因为大部分鉬、鎢、錫、鉍、銻及汞矿床的取样均用刻槽法进行,故宜用大断面的刻槽(20×3公分)、剥层或全巷样品进行检查。由于采样困难,后二种检查方法主要在詳細勘探阶段时采用。

在矿体构造及矿石结构均屬有利的矿床中,沒有必要作系統的检查,但是为查明可能的偶然偏差,宜对經常采样的質量作定期的检查。

对于构造不太好的矿石,在勘探时,一年宜作二—三次检查。

当检查坑道掌子面样品的可靠性时,必須遵守下列条件:

- (1) 检查和被检查样品应该是邻近的或者是联合的;
- (2) 检查应该自始至终用同一方法进行;
- (3) 刻槽法和剥层法的检查样品其规格(寬度和深度)应当是不变的,并且在采样过程中要用样板进行检查;
- (4) 检查样品应该尽可能均匀地分布在矿体的揭露部分,而最重要的是应包括有主要的不同矿石种类及其加工技术类型等。

检查取样的最好地点,是在专门确定为确定矿石体重而掘进的山地工程中,这种山地工程,通常是不少于2—3公尺,断面积2.7—3.6平方公尺,这时进行刻槽及剥层取样,其分析結果应与由該山地工程中掘出来的矿块所組成的全巷样品的資料进行对比。

在以鑽探为主要勘探手段的矿床中,矿体的检查取样是在通过鑽孔的专门的坑道中,或者在鋼繩冲击鑽孔中进行的。

在布置检查坑道和鑽孔时,应该注意适当照顧到包括主

要的不同类型、品级或技术加工的矿石类型，并注意检查坑道在各种类型矿石的分布范围内布置要均匀。

在矿体很厚的矿床中，检查坑道的数量应该是最少，并限为几个，而在矿体厚度很小的矿床中进行勘探时，其坑道数照例必须增多。

在通过钻孔排鑽綫的坑道中检查取样宜用全巷法进行，这时，应严格注意，务使检查样品（全巷）和被检查样品（岩心）的长度在极其邻近的情况下相同。

由于个别检查和被检查样品的分析结果偏差很大，以及在许多情况下，他们不能互相对比，因而没有必要挖掘严格与被检查钻孔相重合的检查坑道，例如，挖掘检查的浅井，不一定要严格沿被检查之钻孔的軸綫进行。在这种情况下，浅井可以定在2—4个相邻钻孔的中间。这样按几个浅井来进行检查取样，其结果可以与全部由相邻钻孔中取得的岩心取样的结果进行比较。

经常取样的材料，与任何地質的或者开采的整个块段的检查取样材料进行比较的结果，应该是可靠的。

最可靠的检查取样方法，是在块段矿体范围内矿石取样所得的材料与勘探的或者是矿石的预备坑道中采来的商品取样的结果进行比较，以及与在选矿厂当矿石加工时最后取样的结果进行比较的方法，可是这种方法主要在詳細勘探阶段或者是开采工作期间采用。

根据被取样矿石的矿化均匀程度及其它特性之不同，为了得到可靠的材料，检查样品的数量应该在25个（对于矿化均匀的）到55—70个（对于矿化不均匀的）之间。

为了正确的检查取样，在检查和被检查样品的处理时应该具有某些条件，即，样品处理应该在同一条件下进行，按照

同一程序，根据同一 K 值，以及进行检查和被检查样品分析的条件相同用同一种方法进行分析，称样的数量相同，在最后重量中颗粒粗细相同。化学分析应按密码称样进行，不少于两份。

样品处理的检查 为了避免系统误差，应该对样品处理工作进行检查，对全部样品在缩分之后剩下下来的东西进行化学分析。

这时，各别样品的残余物（尾矿）要合起来，混合好如同作为一个样品一样，以处理主要样品所采用的 K 值，继续进行处理，直至进行化学分析所必需的重量。

检查样品的分析，应该按相同的二份密码称样，由同一个分析员和同一种分析方法进行。

样品分析的检查 为了正确进行矿床工业评价，特别是对有益组份含量很贫，储量很大的矿床，确定其金属含量必需准确。由地方化验室所确定的金属平均含量，对其工作质量务必进行检查。其方法有二：外部检查和内部检查。

内部检查是用以前分析过的副样以其它的密码编号，交给同一化验室进行的。这种检查可以发现该化验室的偶然误差，但是由于方法上所引起的系统误差，则发现不了。

外部检查是将以前在当地化验室分析过的副样，送交某些队的一个中心实验室中进行。外部检查在有足够权威的检查实验室中进行，不仅可以发现偶然误差，而且主要的是可以发现当地实验室的系统误差。为此，应该对具有不同有益组份含量的各种品级矿石，以及对当地实验室一定时期的工作进行外部检查。

为了及时的对当地实验室的工作进行检查，外部检查分析一年应不少于1—2次，经常进行外部检查，使中心实验室

負担沉重，因此，最近采用新的检查方法——用标准样品的方法，这是H. A. 赫魯紹夫所建議的。

从被勘探矿床的矿石中，准备有益組份含量不同的，并能代表該矿床的主要矿石类型及其品級的样品3—4个，每个样品要准备10—20公斤，并把全部样品碾磨到0.05毫米。从每个样品中选取75份称样，每份重50克，其中25份在当地實驗室中进行分析，而其余50份送至2个較好的中心化驗室，用几种不同的方法对該矿石的主要組份进行准确的化学分析。在中心實驗室中，对所得到的全部样品分析成果进行比较之后，确定所求金屬的平均含量，采用作为真正的含量。在当地实验經常的样品分析过程中，与一系列分析样品送样的同时，对标准的标本分析样品进行系統的送样。这种检查方法可以利用来检查地方實驗室的工作，可以系統及迅速地查明分析誤差。

同样是进行系統的检查實驗室工作的另一方法，是不用中心實驗室帮助，这就是分析其有益組份已知含量的人造分析样品。

加工技术取样

加工技术取样任务是为了采取矿石技术加工試驗的样品，并以其試驗結果查明其加工的最有效方法。

稀有金屬矿床的加工技术取样，無論在初步勘探和詳細勘探过程中，或者在开采期間均应进行。

稀有金屬矿床的加工技术取样，在大多数情况下要在勘探的第一阶段，經過相应的最少量的勘探工作，得到第一批化学取样，岩矿鑑定和研究矿石物質成分的結果以及其它用来判明其矿床之質量、規模及远景的材料之后才开始进行。

所作的第一批初步的矿石加工技术的研究结果，对解决矿床今后的命运来说，具有特别重要的意义。

矿石加工技术试验通常以三个程序进行：实验室、半工业及工业的试验，并相应地作加工技术取样。

实验室试验 目的在于确定矿石的数量成分和质量特点，查明有益组份选矿和提取的可能性及技术-经济的合理性，确定有益组份可能被提取的百分比和其最有效的提取方法，以及制定一般技术加工过程中的一般定性的流程。

半工业试验 其目的在于对实验室试验所确定的加工技术流程以半工业规模的试验设备进行检查。

工业试验 其目的在于在生产条件下试验采用拟定的加工技术的定性和定量的流程。

初步的加工技术取样结果，应该查明：

(1) 有益组份在氧化和原生矿石中的存在形式及其工业上提取的可能性。

(2) 从矿石中得到产品（精矿或金属）的可能性，其产品在技术-经济指标有利的情况下，允许作进一步加工。

(3) 在矿石中存在的其它有价值的组份及其顺便提取的可能性。

在初步勘探工作期间，对矿石种类及其加工技术类型，可根据地质人员或操作初步加工技术试验的技术员的意见进行划分。矿石类型的进一步划分在详细勘探时确定。在划分矿石的种类和加工技术类型时，应该考虑矿石的化学和矿物成分；有益组份在矿石中的存在状态；该类矿石的储量；从矿床中开采的特点；及矿石加工技术的可能方法。

样品的选择

矿石加工技术类型划分之后，应在矿区拟定最能代表每种矿石类型的地段，从中采样。这种采样地段的数量，决定于矿体的规模，矿化特点以及在其中取样的山地工程的类型。但是对每种矿石类型采样的地段，其数量应不少于3—4处。减少采样地段就不可能选择有足够代表意义及在整个范围内代表该种矿石类型特点的平均样品。

样品采取方法及其重量，决定于研究目的及其方法（实验室、半工业、工业试验），可由地质人员和加工技术人员共同确定。

预定作为实验室试验的样品，其重量范围应在250—2000公斤，作为半工业试验的样品应重5—10吨，作为工业试验的样品，其重量可在100—1500吨之间甚至更多，以便试验的矿石其数量能满足工厂或厂矿几昼夜的工作需要。

作为实验室试验的加工技术样品，应该选取没有掺杂围岩杂质的矿石，但应包括全部夹在矿体内的在开采过程中不可能从矿石中区分出来的无矿夹层。

在矿体取样时，如其厚度少于0.8—1.0公尺，当其开采时，矿石将有围岩混杂其中，故应通知实验室，用样品说明书说明关于矿体厚度及假定的贫化率。样品井应附有15—20公斤围岩作为标本（单独包装）。

作为半工业试验的加工技术样品，应能代表矿体的平均成分，也就是具有一定比例的纯矿石和围岩掺杂其中的混合物，这种比例，是在开采过程中矿石和围岩被送出地表时所具有的。

如果認為該矿床在今后开采条件下宜于手选，那末作为半工业試驗的加工技术样品，应在該實驗室中作手选試驗。

工业試驗的加工技术样品应当代表矿石的那样的成分，即如同在生产的条件下加工时矿石所具有的一样。应当在与开采时所进行的或行将进行的相同的采掘条件下采掘矿石，并使具有近似的贫化率。

用作實驗室試驗的加工技术样品，应在初步勘探过程中选取。只在不得已的情况下，才在詳細勘探初期选取。在这种情况下，得到的初步的矿石分类，得在詳細勘探和开采时加以修正。

作为半工业試驗的加工技术样品，可在詳細勘探过程中选取。

工业試驗的加工技术样品是在詳細勘探的結束阶段或者在矿床开采准备的过程中进行。

但是这种研究矿石加工技术性質的程序不是一成不变的。在取得了足够完全的實驗室資料的时候，半工业試驗常常可以不需要，从而在實驗室試驗之后可以立即轉入工业試驗。

如果在矿床中，有益組份的矿石的类型和品級表現得很清楚，矿石在开采时可以分別取出来，分別（氧化物的，硫化物的，重晶石的等等）进行加工，那末加工技术样品應該对每一矿石类型分別进行采取。此外，如果富矿占总儲量的很大部分，則宜对富矿单独取样。

如果矿床中以不同有益組份划分成各別矿体，其有益組份将作单独开采和加工，那末，加工技术样品同样應該按每一种有益組份分別（鉛矿石，銅矿石等等）采取。

最正确的采取加工技术样品是在山地工程的掘进过程中

进行,并且从指定采样地段在每第五或第十車中采样。在矿体全部厚度或所有矿石品級中均应采样。从取得的大量矿石中,每第三、第五、第十鑛中取样,以便取得要求的样品重量。

如果对该矿床进行撿块取法样的可靠性經過初步检查,那末可以用这种方法从該种矿石中采样。

在勘探工程掘进之后,在必須采取加工技术样品的情况下,样品要沿坑道的頂板及其二壁用相应断面的刻槽法或撿块法采取。在早就掘进了的坑道內采样,其取样地点应預先清理深达5—10公分,在从矿石堆进行加工技术取样时,應該預先布置浅井网,以便矿石堆全部厚度中的材料都选在样品中。

在用岩心鑽孔进行矿床勘探的情况下,采取 $\frac{1}{4}$ 或 $\frac{1}{2}$ 的岩心作为样品,而在以鋼繩冲击鑽进行矿床勘探时,則采取相应部分的岩粉至要求重量作样品。但岩粉样品往往是过于細碎,有时不适合进行加工技术試驗。在网脉状矿床中采取技术加工样品时,可以用按一定比例組合鑽孔岩心的方法进行,或自見矿的坑道中采取,此时样品是用爆破刻槽法采取的。在坑道壁上每經0.5公尺且与坑道掘进方向成銳角挖凿炮眼。炮眼岩石爆破后,取出数吨即做为截穿矿体全部厚度的大样槽的样品材料。样品材料的数量可用炮眼的数量、炮眼的长度及其分布的密度加以控制。也可以不必用連續样槽采取样品,而借助通过一定間隔的各个样槽来采掘而取得样品,也就是点綫刻槽法。为了避免样品污染起見,应在仔細清理了的坑道底板进行剝落矿石。

样 品 的 加 工

加工技术样品的縮分,或是在爆破后直接在掌子面附近

进行,或是在地面进行。最好当爆破后在每一区段中所取得的矿块恰好可以在掌子面附近进行初次缩分。缩分是用铁锤将全部矿块分为两部分,其中一部分做为样品。在掌子面附近崩下的矿块经缩分后,将样品运至地面上,并按公式 $Q=kd^3$ 进行加工。

样品的最后重量和最大粒度,应与以后将对样品进行研究的加工技术人员相协商。样品的原始重量决定于有用矿产含量的均匀程度及矿石的其它性质,以及对样品最后重量的要求。

样品原始重量与最后重量的比,可解于1:1到1:20间。巨大的半工业加工技术样品重量为5—20吨,甚至当矿化不均匀时,这种比例关系也常常是1:1到1:2—3。

当矿化不均匀或很不均匀时,对最后重量为中等的或最后重量小的技术样品,这一比例可达1:20。

在加工技术样品的采样期间,在所有采出矿石的坑道中进行编录,自其中采出化验分析样品。所有由这些坑道采出的样品,都应分析其中有益和有害组份。

实验室加工试验的技术样品需有纸袋装起来,每一纸袋都应称重并编上号码,以后单独的装在箱子里,它的重量不应超过70—80公斤。

半工业试验的技术样品,装在对它们适合的特制的木箱中,木箱的制造是用木板嵌合并用钉钉在一起,或者在里面镶上洋铁皮。

工业规模的试验样品可以不用包装而直接装在车上,但所有遗漏在样品处理台上或载台上的碎屑,都应当放到样品中去。

用車子或手推車运到地面上的矿块首先经过筛分,并根

据块度分为几分，其中每一部分要单独进行加工。

每一部分用四分法或称重法进行缩分的次数，决定于对最后重量的要求。在缩分的最后阶段以前，将所有各个部分混合成一个样品。借助初步筛分后，用四分法将混合样进行进一步加工。

无论是自掌子面到加工地点，或自加工地点到选矿实验室或选矿厂，都应特别注意样品的运输问题。经在掌子面初步加工的样品运到场子上进行详细的加工时，最好用特制的箱子。

对选取加工技术样品应编制记录，它包括说明表及卡片。

说明表中包括有矿床地质构造简述（2—3页）、矿体主要成分的简介、围岩及矿石物理性质的简单评述、采样区段的地质描述。在说明卡中应附有：加工技术采样区段的地质平面图及选取技术样品地点的地质素描图，在区段的地质平面图上应表示出化学样品的分析结果。

在卡片中注出加工技术样品名称及矿床名称，说明取样方法，取得一个样品所包括的区段数 箱数 箱子的标号及取样人姓名。

进行加工技术采样必须考虑到怎样利用试验成果以利于初步的储量计算及各个区段详细勘探的开展。

矿石技术性质的研究

在及时研究并查明矿石及围岩的某些物理性质（体重、湿度、硬度、可磨性、含矿系数等等）的情况下，亦可对矿度进行正确的储量计算及评价。

研究矿床的地质工作者，除利用加工技术采样成果及关

于矿石的主要成分的資料外，还应利用比較精确的矿石主要物理性質的資料，以利于儲量計算的試算。

在初步勘探时，矿石体重一般是用借称量預先封腊的坑道标本或鑽孔岩心重量的實驗室法求得的。最好是对不同勘探工程中及不同含矿性的矿体中一系列的标本进行这种試驗。

但實驗室方法，特别是称重法，常会使体重增高，因为其中沒有計及矿石的天然裂隙及矿中比較大的孔洞的存在。因此，用實驗室方法确定的体重应当用矿柱采掘法进一步驗證并加以修正，矿柱采掘法不仅考虑到矿石中微細的裂隙，并且还考虑到矿石中較大的孔洞的存在。由于該方法的繁重性，故主要是在詳細勘探阶段采用它。

当詳細勘探評价矿床并将一部分儲量評为B級时，体重的确定应当用比較精确的办法，对各类型及各品級的矿石，都应进行專門的試驗工作。在有代表性的地方进行形状尽可能規則的短小的坑道。所有取自那种短小坑道中的岩石，其体积不应小于5—10立方公尺，并且就地用測箱測其体积并称其重量。同时用矿坑測量方法精确測量挖下空穴的体积。知道了空穴体积及由其中所取出的岩石的重量后，就可以在考虑到矿石的微細裂隙性，粗孔隙性及裂隙的情况下，足够精确的确定矿石的体重。知道了空穴体积及所取出的矿石体积（用測箱）后，即可确定矿石的松散系数。同时需測量矿石的块度，并且把各种大小級別的矿石堆成堆。在有用組份含量不同的情况下，在所崩下的不同块度的矿石中，应自該样的各級块度的矿石中选取化学分析样品。考虑到在进行确定体重工作中大量的耗費，建議用它进行检查采样。所有取出的矿块做为一个全巷样品。掘进中所有炮眼的岩粉可搜集

起来做为炮眼岩粉样品。当爆破每一掌子面或将所有的岩石倒堆时，应选取块样品及攫取法样品。所有掘进坑道的壁上都应进行刻槽取样及方格法取样。因此，只要有比较不大的附加工作量，通过做体重工作就可以对检查取样 矿石的块度 有用组份在各种块度矿石中的分布情况及矿石的松散系数等方面，提供极宝贵的材料。

矿石湿度的测定，对有孔隙的矿石来说是特别重要的，在那种有孔隙的矿石中，湿度可以达到相当大的数值。应该对不同种类的矿石及矿床中不同水平的矿石进行湿度测定。

围岩和矿石硬度及矿石韧性（可锻性和可碎性）多在详细勘探中甚至开发勘探中进行测定。

湿度、可锻性、爆破性等对编制坑道掘进及钻孔掘进方面的定额及计件工资是必不可少的，它可用工作计时的方法加以确定。

查明矿石可碎性的大小（硬度和韧性），对确定标准破碎设备的生产率来说是必要的。易碎的矿石、矽化的花岗岩类岩石、含石英脉等，较之又硬又韧的辉石-石榴石矽嘎岩能更好的破碎。精确地确定矿石可碎性的方法还没有拟制出来，因此，照经验所知，建议对各类型矿石进行试验室内碎矿机及磨碎机的测时工作。

第八章 地 質 編 录

对原始编录的要求

原始地質編录的基本任务是对地質測量、矿床勘探过程中的地質观察及研究进行系统而正确的记录 and 做图。

很好的完成鑽孔和坑道的地質編录工作，是了解地質构造、矿床形成史、构造、形态等的基础。

地質編录可以构成对矿化特点、矿床的主要成分及各种类型矿石的空間分布等正确的概念。

根据地質編录的資料，可以确定矿床的地質条件，并采技术条件及水文地質条件，可以查明矿床的工业价值及进行儲量計算。

矿区地表地質研究中露头的編录

当进行勘探工作时，必需对所有的天然露头进行編录。直接在野外編制文字材料和图件材料，并采集岩石标本。

岩石标本 应当反映出填图区内岩石的种类，矿物組合的系統穿插情况、动植物化石群、岩石的蚀变、各种类型的矿石、矿物等。

在长期勘探工作中，必需搜集一套标准的矿石和岩石标本，使图件和素描图的图例中已經分出的所有它們的亚种都包括在这一套标准标本中。

文字材料 应当由每一露头的記录編成，并且包括填图区内各种岩石的野外編定，說明它們的結構、形态、产状单位、記录构造破坏、出露的矿体、它們与围岩接触的特点、岩石的蚀变、矿物成分等。

图件材料 应包括露头素描图或各个露头的詳图。

在开始編录前，应考虑以下要求来編制图例：

1. 在同一区域内，对所有的对象來說图例应当是統一的；
2. 在工作过程中，尽可能地不变更图例；
3. 对主要的图例应采用通用的符号；

4. 矿体、矿石的种类和类型，应当在图例中明显地与围岩区分开；

5. 为了便于绘制起见，图例应简单并且易于辨认；

6. 图例应当着色并画上花纹（为了晒印复制图件后者是必要的）；

7. 对成分上相近的岩石或矿石，其图例亦应近似，相反的，对成分不同的岩石和矿石，其图例亦不同；

8. 在画有花纹的图例中，最好那些花纹都反映出层理、岩石相变、岩石成分，以及被画出的岩石和矿石的其他特征。

应在专门的记录本上，或登记簿上，进行露头的描述及绘制露头的素描图，在本子的封面上应注明年份、工作地区、记录本的编号、工作者姓名、勘探队的名称。

在记录中需注明区段或露头的编号及名称，并记上观察日期。本子的左页用以绘素描图，右页用以记录，左页最好为方格米厘纸。

除记录本以外，地质工作者还必需系统地做日记，应当那样写日记，以便在必需的情况下，一个地质工作者的野外工作可以由另外一个继续下去。

对露头记录时必需同时进行素描，在素描图上，对各种地质现象、相互间的空间关系最好做出清晰的图来。根据目的、被描绘的对象大小和复杂程度，露头素描图的比例尺可为1:25—1:1000。在素描图上应注明地图上该露头标点，素描图的方向、样品及标本的采集地点。素描图应符合于通用的比例尺，要清楚，对构造、结构等应提供清晰的概念。在必要的情况下，素描图可以是示意式的，不必要固定的比例尺，但确定素描图的方向及其在地图上的标点乃是必要的。

当有露头的照片或露头详图时，它們必需在地質图上指出并确定方向。在記錄本上应注明照片编号。

与叙述素描图的同时应系統地采集标本。选取的标本上应当貼上标籤，标本号碼記在登記本上。标本的大小大致为 $6 \times 4 \times 4$ 公分。为了磨制薄片，应当附一块大小为 $3 \times 3 \times 2$ 公分的同样的岩石标本。

在对各个露头研究的基础上，編制大比例尺的地質图及其地質剖面图。剖面綫应穿过重要的构造的走向，把它們繪在地图上并注明它們的方位。同时为了將横剖面互相連結起見，必需还要編制縱剖面图，特别是沿走向很快尖灭的含矿帶或其它构造帶。

地質图及其剖面图应当在野外工作过程中編制，并且要符合于对该比例尺地質图的要求。

坑 道 編 录

为了正确地評价矿床，需对所有該区內的坑道进行地質編录，不管其中是否存在有矿体。

在編录中应当十分詳細的記述矿体（形态、结构、厚度、矿物成分、有用組份的分布情况）、围岩、岩墙、构造破坏矿体与围岩的接触界限、不同岩石的接触界限、角礫帶、岩枝、围岩蝕变等。

应系統地測量矿体、围岩及构造破坏的产状单位。

在坑道掘进过程中应进行測量，至少每10—15公尺就要測量一次。

視矿床地質构造的复杂程度，坑道編录的比例尺为1:50、1:100、1:200，个别需要特別詳細的坑道区段，应以1:25和1:10的比例尺进行素描。

在專門的記錄本上、卡片上或登記本上進行露頭及坑道的原始編錄和記錄，並應系統的整理在掌子面素描圖圖片或卡片上，這樣可以及時地發現並糾正編錄中的缺點。

每在坑道掘進一定間距時就必需隨時進行編錄，否則坑道一經支護，編錄就會複雜化甚至不可能。特別重要的是應使素描圖與描述相一致，並能反映出礦體特性、形狀、接觸特徵、分岔的存在及平行的細脈、破碎帶、斷層滑面、礦化分布等特點。

在勘探工程編錄中必需表示出：被編錄工程的名稱和編號；掌子面距礦山測點的距離；素描的比例尺；工程的示意平面圖及其方位，其比例尺與中段平面圖的相一致；編錄作者及編錄審核者姓名。

在素描圖上應注明取樣地點、標本採取地點、它們的編號、所量得的岩石和礦體的產狀單位。

在編錄前，特別重要的是事先準備好掌子面，坑道面幫，亦即清除其上的塵土及泥土。最好所有那些都用噴水器噴洗（象在農業上一樣）。

當礦體構造複雜且能與圍岩明顯地區分時（如存在於暗色角岩中的含黑色錫石的樹枝狀白色石英細脈），最好在坑道掌子面及其壁上利用鎂光進行照象。建議布置系統的攝影編錄，它具有最真實的形象效果。

在含有白鎢礦及鉬鈣礦的礦床中進行坑道編錄時，應當同時進行掌子面的發光照射。運用發光儀可以確定礦床中是否存在有甚至微弱礦化的和含量貧的白鎢礦和鉬鈣礦的存在。

淺槽和淺坑的編錄與天然露頭的編錄相似。探槽的編錄是沿其底盤及一壁進行。當地質構造複雜時，必需編制探槽

的全部展开图。

浅井的编录，可因矿床地質构造的复杂程度，分别沿其一壁、二壁或四壁进行。小圆井的编录是做工程的全部展开图，并指出正北向。

在横切岩层走向的水平坑道中，应对其壁进行编录，在沿岩层走向的坑道中，则编录掌子面，必要时在某种情况下对顶板进行编录。

其它直立的或倾斜的坑道，其编录与在浅井和小竖井中者相似。

在对各坑道研究的基础上，必需编制比例尺为1:200、1:500、1:1000及1:2000的中段地質平面图和剖面图（不同比例尺的采用决定于矿床的规模及平面图和剖面图的用途）。这些图应随着坑道进展而不断编制，并且应该彼此相协调。垂直于勘探綫及沿勘探綫编制剖面，是为了按那些剖面图可以查明矿体与围岩和构造破坏带間的相互关系，矿体的空间分布和其侧伏角。在所有的平面图及剖面图上，仅仅应表示出經审查过的实际观测的資料，所有内插法及外推法都应在副本上进行。

所有地下坑道的编录資料，应当与在矿床地表地質研究中所获得的資料相一致。

岩心鑽孔的編录

每一鑽孔都应编制說明書，在說明書中应指出：地質机构名称、勘探队名称、矿床名称、区段名称、孔口座标及鑽孔结构、鑽孔深度、岩心描述、样品的化学分析結果。在鑽孔鑽进过程中，应系統地编制野外編录簿。

岩心鑽孔的编录应由熟練的、专门受过訓練的采集員或

技術員負責進行，特別是在重要的岩心地方，應由勘探隊老的地質人員進行編錄。

在岩心的編錄及描述中，必需注意到被編錄的岩心的成分、礦化特點、接觸情況、層理、裂隙以及其他特點。

在鑽孔鑽進過程中，必需要清洗得自岩心管中岩心上面的外來物質，並依次堆放在岩心箱中。當沒有岩心箱時，鑽孔開鑽是不妥當的。

每次提升後把岩心放在岩心箱中時，需放上標籤，注明：礦床、鑽孔編號、提升間距、岩心耗損、岩心長度、工作班次、日期、班長姓名。岩心的堆放是在負責人員系統的觀察和指導下進行的。

岩心箱裝滿後，即將它們運往岩心倉庫。岩心的初步描述是當它們被放進岩心箱中時進行的；岩心的詳細描述以及樣品和標本的選取，最好在岩心倉庫中進行。應在每種礦石和岩石中選取標本。選取的標本應登記在登記簿上。

根據鑽孔資料編制所有鑽孔的柱狀圖，同時，根據分布在同一勘探綫上的鑽孔編制剖面圖上，在剖面圖上應表示出各種岩石和礦體、它們的接觸情況及構造破壞帶。

取樣的編錄

在礦床勘探過程中所取的全部樣品以及取來用以確定礦產體重及其它目的的標本都應當進行編錄，以便於任何時候重新查閱任一樣品或標本之全部來歷。

在任何一礦床中，需要制定樣品的系統號碼，其中應避免同一號碼重複的可能性。為此，當同時勘探數個礦體或當領導採樣工作的地質人員在數個勘探區進行工作時，應事先對每一礦體或勘探區段劃分出一定序列的樣品號。

当采样时，采集員应在日記本上記載：矿体和矿床名称；勘探工程名称和编号；样品采集日期及编号；勘探工程中样品的采集地点（掌子面、顶板、壁）；采样地点附近基准点的精确名称及自該点沿坑道至采样点的距离（公尺）；样品大小（刻槽或剝层的长度、宽度及深度，方格样品的面积及点数等）。应当做被样品所鑽穿的岩石及矿体的简要描述及素描图，尽可能根据五个等級目測有用矿产的含量：1.不含，2.少量，3.中量，4.富含，5.极富。对每一种矿床來說，应注明这些級別的各段长度。

任何一样品都应有标籤，在标籤上注明鑽孔编号、采取該样品的深度、取样日期、取样人姓名。

岩心样品应附标籤，其上注明鑽孔编号、样品深度、取样日期、取样人姓名，此外，采集人在自己的日記本上还应注明鑽孔编号、取样間隔、岩心直徑采取率、岩心的情况（完整的岩心柱、大块、小块）、岩心磨損程度、样品岩心的总重量或一部分的重量。

岩粉和岩泥样品亦应有相应的标籤，在标籤上注明取样深度、取样人姓名。此外，采集人在自己的日記上还应注明取样日期及取样班次、鑽进方法、取样方法及选为样品的物質数量。

所有样品都应登入特制的取样登記簿中，加工样品也应編录。加工样品不进行編录是不妥当的。

选为内部驗証及外部驗証的驗証样品，应当記入检查分析登記簿中。

在实际地質勘探工作中，对地質編录的質量常注意不够。矿床主要区段的編录常常是由不十分熟練的人担任，而比較熟練的地質人員却没有直接参加原始編录工作。这种情

况是不能容忍的，因为常常会导致不正确的結論。掌子面或鑽孔岩心的素描可以由任何一个地質工作者担任，愈是編录者的熟練程度高，愈是他善于观察，則素描就愈有价值。当地質勘探工作量甚大时，所有編录工作不可能都由队上老的地質人員担任，但他們不应仅仅是系統地检查由他所領導的工作人員所做的素描图，并且还必需对重点剖面，特别是主要的坑道地段或岩心鑽探区段亲自进行編录。

地質編录中也应防止素描图的过份公式化和过份簡化，或素描图数量过多及不必要的复杂化。

編录常流于形式化，即用必需的比例尺在坑道的某区段进行編录，并且在素描图上仅仅区分出矿体和围岩，沒有表示出构造、矿石主要成分及近脉蚀变。这种形式的素描图当然成为工作中的废品，因为地質編录是研究矿体及整个矿床的形成条件以及进行儲量計算的原始資料。对任何一矿床的勘探工作，都应当与研究工作配合起来，研究工作不可能脱离勘探工作，并应当直接由进行勘探工作的人員进行。

当勘探工作量非常大，特别是当它数以万公尺計时，不可能对所有坑道及全部鑽孔都进行詳細的編录。在那种情况下，应当在意义不大的間隔內簡化編录，而应当特別注意重要地段的詳細編录，那些重要的地段应当是有助于解释构造、矿床的物質成分及其形成条件。

第九章 資料整理

当进行季节性的勘探工作时，資料整理分两个阶段进行：在野外工作过程中进行野外整理，当野外工作结束后，进行最后的室內整理及編写报告。

野 外 整 理

进行野外資料整理应当严格符合于国家矿产儲量委员会、地方矿产儲量委员会及全苏地質資料总局所提出的要求，并且应当包括所有进行过工作的資料的整理：地形的、地質的、地球物理的、水文地質的、山地工程及鑽孔的資料等。

进行野外整理，其目的在于使野外資料系統化并发现資料中模糊的問題，那些問題，在野外借助于順便的觀測可能是很容易解决的。相反的，在室內期間若发生問題将很难以解决或通常不可能解决。

野外整理包括有两种工作：

1. 每天对測量資料、編录資料、采样資料进行整理；
2. 野外工作结束后，在野外編制初步勘探报告。

随着測量工作的进行，借助于对各个路綫的连接及其在野外的检查，必需有系統地編制各种比例尺的地質、地球物理、水文地質及其他图件。

路綫觀測資料的野外整理包括：

1. 利用各种普查勘探工作資料，在地形底图上編制野外地質图的工作图。在图上繪出所有的觀測路綫和具有相应編号的觀測点、所有岩层及构造破坏的产状要素、疏松沉积层的厚度（根据人工露头及天然露头）的測定及标本号码。該图应用結实的紙編制并应当做为重要的实际材料文件保存在队上。該图的副本附在最終报告中；

2. 在与基岩地質图比例尺相同的地形底图上，編制第四紀沉积和疏松沉积层分布图。其目的是用于剝离設計及基建工作、重砂取样、普查冲积矿床及其它等；

3. 整理和裝訂說明岩石与矿体构造間相互关系的素描图及照片;

4. 整理野外記錄本。对所有野外記錄都要进行检查,并且釐清在日記本上,做适当的附注及校正;

5. 填写鑽孔記錄表及采样記錄表;

6. 整理在地質測量及編录中所搜集到的标本。用肉眼对标本进行研究并加以描述,編制目录或卡片,选出薄片、光片、磨光片以及化学分析、光譜分析和其它分析的标本并編制清冊。

經過路綫的初次踏查后,在队上应整理一套标准的主要岩石、矿物标本,在以后的工作中,应当对这些标本加以补充。这套标本用于和得自路綫的标本相对比。标准标本上应貼上标籤,并在登記本中詳細地描述。队的工作结束后,將它們轉交給矿山地質部門、管理局或大队。

所有积累起来的岩石資料,都应包裝起来寄往进行室内整理的地方,以便于勘探队(大队)自野外收队前进行必要的分析和磨制薄片。

整理地球物理資料,繪出所呈現的異常,并用单独图及剖面的形式提出。

重砂样品及金屬量測量样品資料的整理包括:

1. 編制重砂取样及金屬量的草图,在图上表示出所有取样的資料。該图是在地形測量板上編制,与主要地質图比例尺相同,以便二者很容易地互相結合起来;

2. 整理重砂样品及金屬量測量样品,將它們登在登記簿上,并初步审查所获得的材料;

3. 依次进行資料的編录;每一观测点及观测路綫搬在总的地質图上,审查标本,并在記錄本上及图上确定其定名;

在記錄本上和圖上進行標本和樣品的系統編號，把普查中的觀測資料與地球物理探礦等初步資料相校對。

當野外工作結束後，將所搜集到的全部資料在野外進行初步整理，其中包括：

1. 就地審查所有已進行的勘探工程及其中任何一個勘探工程所具有的符號和相應的編號，同時校對坑道及鑽孔在坑道圖及地形平面圖上的編號及分布等。

2. 審查鑽孔及坑道（已完工和未完工）的記錄表編制是否完整。

3. 整理地質編錄資料；整飾坑道素描圖並檢查其記錄；謄清修改的坑道記錄簿；在素描圖上記上當時已有的採樣結果；裝訂鑽孔登記簿，填寫採樣欄。資料編錄應當包括水文地質觀測的資料（地下水位、涌水量、水質等）及永久凍土帶的資料（永久凍土帶的分布範圍、厚度、溫度、融區等）。

4. 整理樣品，審查其編號，審查記錄本中及登記卡片中的描述是否相符；把化學分析結果填在採樣登記簿、坑道登記簿、鑽探登記簿中及相應的素描圖上。

5. 編制勘探綫剖面圖及鑽孔柱狀圖，填上地質及各段採樣結果；編制地質圖的縱橫剖面圖。

採樣資料以表格的方式載入剖面圖內，在表上表示出，工程編號、工程口的絕對標高、工程的深或長度、金屬的平均含量。

在野外，應當在勘探隊的高級地質人員和富有經驗的顧問地質專家的組織下，保證及時、經常進行室內整理。

基於野外資料整理的結果，在必要的情況下，可以編制野外工作的初步報告。在報告中簡要地說明工作的特點和內

容、地質构造概要，叙述已查明矿床及其类型。推想地闡述关于矿床成因問題。在結束語里，根据已查明的情况，对勘探区提出远景評价及发现新矿床的可能性，以及对在工作中已查明的矿床的进一步工作及組織詳細勘探的意見。同时也应对矿床的經濟、开采技术条件以及最合理的勘探方法进行評述。

在初步报告中应提供地形图、疏松沉积的地質草图、采样平面图、最有代表性的勘探綫剖面图、勘探的区段平面图及設計工程的平面图。

室 內 整 理

室內工作开始前，工作人員应处理所有在野外进行資料整理时所获得的成果。

在最后的整理中进行：

1. 对所采的基岩标本进行岩石学研究；
 2. 对重砂、脆弱岩层的岩石、矿脉 个别矿物尤其是有用組份进行矿物学的研究；
 3. 确定动植物化石，并根据化石資料肯定地层柱状图；进行孢子花粉分析；
 4. 根据所获得的資料修正或在必要的情况下重新編制地質图和剖面图；
 5. 編制能說明地形特点、矿体或矿床各个区段的产状条件的立体图；
 6. 校对并最后修正附在报告中的素描图；
 7. 薄片、光片及标本的照象；
 8. 整理地球物理观测資料并編写地球物理工作报告。
- 地球物理工作材料是按照对每种物探方法規定的规范进

行整理。在最終報告里，應對比所採用的各種地球物理方法的成果，並結合地質概念作綜合解釋。

當得到實驗室資料後，編制地質圖及其剖面、勘探綫剖面，在它們上面應加上所有的分析資料，並修正地質界綫。勘探工程平面圖上應補充以採樣資料。

根據地質圖及剖面圖編制地下中段地質平面圖。該圖對所有進行勘探工程的區段說來都是必要的，編制該圖不僅應包括礦體，最好是包括全部礦區。對有比例尺為1:10 000的地質圖的礦區，可每經100—200公尺的垂距編制中段平面圖。對比例尺為1:2000和1:1000的地質圖，可按開采或勘探的中段距離之不同，通過30—50—70—100公尺編制中段平面圖。嚴格按座標網將各張礦區中段地質平面圖依標高順序迭置起來。對各個水平的地質平面圖的研究，可使研究礦床的地質人員更好地推斷不同水平的各礦體之間的相互關係及礦床總的構造。

對於地質構造複雜的礦區，除地質圖及剖面圖外，建議制造成平面模型（плоскостный макет）。有很多構造模型方式，它們已刊載在礦山幾何學教程中。可以用不透明物質（三合板、堅韌的紙——以漿糊與胶水、樹脂、石膏等混合制成的一譯者注）編制為某些垂直的和水平的平面所切割的地形模型，沿那些面可以打開模型，並且可以看到在切割地方的地質構造。由各中段地質平面圖組成的模型，用透明物質制成的（有機玻璃）。看來就更明顯了。

④ 一套透明平面圖放在特制的箱子里，並有電燈自下面和從旁邊照射，以便可以看到礦床或礦區的構造。地形複雜的礦床和礦區的地質構造模型，可以使研究礦床的地質工作者更好地掌握最主要的構造在空間上的分布，從而有可能預先

确定地質勘探工作比較合理的方向。

儲量計算和最終報告是对所进行的工作的总结，报告的编写应按照国家矿产儲量委员会的规范要求进行。按照现行規章，报告本文和附录应制五份，分送到全苏地質資料总局、地方地質資料处、地質总局、托拉斯（地質局）及勘探队。

地質編录的登記和保管

在勘探中所获得的全部地質資料应加以保存。資料的保管应由专人负责。所有資料都应按一定的编号編录在地質資料登記簿中。

岩石标本材料应保存在仓库內特制的架格上。在架格上分放标本时，应按鑽孔编号及箱号堆放，以便有装于同一勘探工程的箱子放在同一个地方。为了便于寻找，应在格架上釘上写有矿床名称、区段名称及工程编号的号牌。保存在仓库的資料，应登記在特制的簿子上。当标本材料失去其意义时，即按现行的規章制度銷毀。

第十章 评价金屬矿床所必需 的一些經濟資料

矿山企业产品的价格，是在考虑到原料基地的情况、开采和加工技术条件及各个工业部門需要的情况下拟定的。产品价格的有效期为五年并随着上述的因素变化而变化。

下面列出关于有色金屬及稀有金屬的价格（苏联冶金出版社于1955年出版的有色冶金工业矿石、半成品及金屬的批

发价格表)

有色金属及稀有金属价格 (每吨矿石以千卢布计)

锌	3.2	铋	140
铜(粗铜)	5.5	钼(三氧化钼中)	180
铅	7.2	镉	230
镍	7.2	钴	240
铝	8.7	铈	625
铀	18	铊	1200
镱	25	铍(氢氧化铍中)	1860
汞	98	铟	2000
碲	100	铈(氟化铈中)	3600
硒	100	铈	5000
锡	103	铈	20,000
钨	108	铈	47,000

上述价格是各种牌号及各种纯度金属的平均值，它们反映了冶金及化学工业最后产品的价格。当选矿、冶金及化学加工的成本大且在該过程中金属耗損量大时，那么矿石中及精矿中的金属价格较之以上列出之最后产品金属价格要低的多。

铋铋中每一吨金属铋值3200卢布，在含铋的精矿中为1250卢布，铅铋矿石中每吨金属为600卢布，在含铋5%的铜矿石中为250卢布，在含铋为1-2%的铜矿石中为100卢布。

每一吨粗铜值5500卢布，铜的精矿中每一吨金属铜值4000卢布，铜矿石中为1950卢布，铅铋矿石中为1500卢布，在铜铋矿石中为1100卢布。

② 铅铋中每一吨金属铅为7200卢布，含铅精矿中为4900卢布，在含锡的精矿中则为1500卢布，在含铅为15-30%的铅铋矿石中为3000卢布，在含铅为10-15%的铅铋矿石中为

2300卢布，含鉛为3—9 %的同样的矿石中为2000卢布，在含鉛为3 %的矿石中为1800卢布。

在錒錠中每一吨金屬錒值 18,000 卢布，但在含30 %的含錒精矿中則为5000卢布。

純金屬鐳每吨值25,000卢布，鐳銅矿石中，視鐳的含量其价格为3000—6000卢布。

錫錠中每吨金屬錫为103,000卢布，含錫为40 %的精矿中为75,000卢布，在含錫的精矿中为 65,000 卢布，鉛錫矿中为 55000 卢布。

鎢粉中每吨金屬鎢为108,000卢布，鎢的精矿中每吨三氧化鎢为49,000卢布，在含有三氧化鎢为 60 % 的标准的鎢的精矿中，每吨的三氧化鎢的价格視其牌号而为28,000—31,000 卢布。

三氧化鉍中每吨金屬鉍为18万卢布，在鉍精矿中为12万卢布，而含鉍为51 %的一吨标准鉍精矿值6.2万卢布。

每吨金屬錒值23万卢布，鋅的精矿中每吨金屬錒为 6 万卢布。

每吨金屬鈷值24万卢布，精矿中为12.5万卢布，在矿块中每吨金屬鈷为 6 万卢布。

每吨金屬銦值62.5万卢布，在銦輝石精矿中为16.4万卢布，含氧化銦为 4 % 的标准銦輝石精矿值2000卢布。

每一吨鎔粉末值 120 万卢布，含鎔为60 % 的精矿中每吨鎔为11,300卢布，含二氧化鎔为6 % 的标准鎔精矿 每吨值5000 卢布。

鉍的氢氧化物中每吨金屬鉍值 186 万卢布，但在含鉍为 10 % 的精矿中每吨金屬鉍降低为52万卢布。含鉍10 % 的标准氧化鉍的精矿 每吨为1.7万卢布。

每吨金属铋粉末为200万卢布，但含铋及铋的五氧化物总量为30%的精矿每吨总共值3.5万卢布。

在主要组份具有工业意义的黄铁矿矿石中，当硫含量超过34%时，每吨硫值25卢布。

萤石精矿每吨600卢布。

知道了政府的价格后，地质勘探工作者可以大致确定被他们所研究的矿床内每吨矿石中有用组份大致的价格，并且可做为计算和确定矿床经济价值的指标。

因为在一般地质文献中，对矿物原料经济问题很少加以阐述，所以下面举几个有代表性的例子。

例1.从初步勘探中查明了巨大的白钨矿—辉钨矿矿床，其远景估计有50万吨矿石，当矿床平均厚度为50公尺且埋藏近于地表时，那么可以采用露天开采方法。矿石中的三氧化钨平均含量估计为0.2%，附带的钨的含量为0.06%，并且80%的钨为辉钨矿，20%的钨氧化并变为钨华。此外矿石中含有0.05%的铜。

由已知的矿床类推（假若本矿床未进行矿石加工技术性质的试验），商品精矿中白钨矿的提取率可采用80%，钨的硫化物为90%，但氧化钨却提取不出。

考虑到当开采时其贫化系数为10%左右，利用上述数字可以估计出自一吨矿石中炼取的价格。

当三氧化钨的含量为0.2%时，那么一吨矿石中三氧化钨的含量为2000克，在贫化的矿石中为1800克。商品精矿中变为80%或1440克，那么当每一公斤钨的价格为49卢布时，自一吨矿石中炼取钨的价格为70卢布56戈比。

矿石中硫化钨为 $0.06\% \times 0.8 = 0.048\%$ ，亦即每吨矿石中含钨480克，贫化的矿石中为 $480 \times 0.9 = 432$ 克，当一公斤钨价格为120卢布时，自一吨矿石中炼取钨的价格为51卢布84戈比。每吨矿石中获得全部钨及钨的总价格为70卢布56戈比+51卢布84戈比=122卢布40戈比，或约为120—125卢布。

当矿石中铜的伴生含量为0.05%时，那么铜就是一种有害的混入

物，因为当制取輝鉍矿精矿时必需把銅分出。在例1矿床的一吨矿石中含500克銅，但在質化的矿石中含450克。在那种含量的情况下，銅的获得系数可以采用50%。一吨矿石中有225克的銅轉入到精矿中去，那么当精矿中1公斤銅值4卢布时，自一吨矿石中附带获得銅的价格为 $0.225 \times 4 = 90$ 戈比。考虑到矿石儲量为50万吨，自該矿床的全部儲量中制取銅可得4500万卢布，这是值得注意的。

确定了自一吨矿石中提取有用組份的大致价格后必需把它与开采和加工一吨矿石所化的費用进行比較。設計部門需根据在詳細勘探中所获得的原始資料，詳細地計算在任何一种矿床中开采一吨矿石的費用。在矿床評价的初步阶段，應該从就近的在經濟条件及开采技术条件相似的情况下进行工作的开采选矿企业，導算出开采一吨矿石和加工一吨矿石所需費用的多少。

对例1矿床來說，在折旧期为25年、矿石貧化率为10%及矿产損耗为10%的情况下，开采选矿企业的生产率可确定为每年生产2万吨矿石，或一昼夜生产6000吨矿石。在那种生产率和上述开采技术条件下，开采1吨矿石的費用大致为25卢布，浮选选矿厂加工一吨矿石的費用大致为20卢布，亦即每吨矿石总的开采費用为45—50卢布。由以上可以确定自一吨矿石中提取金屬的价格为120—125卢布，它大致超过开采費用的两倍。

范例中說明的計算，給予地質勘探工作者以概念，即这样的矿床毫無疑問是有工业意义的，因为自它的矿中获得商品精矿在价格上比起政府規定的价格低一半。

上述核算說明不仅可能，并且必需加速对这种矿床进行詳細的地質勘探工作。同样，这种核算使地質勘探工作者能大致計算出在勘探这样的矿床上可能化費的总额由以上可以确定，自一吨矿石中所提出金屬的价格平均为120卢布，但

假定在这一矿床中矿石储量为5千万吨，自矿床全部矿石中提取出有用组份的总价格估计为60亿卢布。通常在勘探大型的有色和稀有金属矿床时，费用不能超过自矿床中提取金属总价格的1—2%，且很少超过3%。对例1矿床来说，该矿床的勘探费用可为50万—120万卢布。

例2.借助于初步勘探，查明了脉状铅锌矿床。总储量（包括远景储量）估计为1百万吨，矿脉平均厚0.8—1公尺，铅平均含量为1.5%，锌平均含量为2%，镭0.05%。矿石中70%的有用组份可以制成商品精矿，同时矿石的贫化率为25%。开采选矿企业的折旧年限以25年计算，其最大生产率为每昼夜100吨矿石。根据其它脉状矿床的推断，开采1吨矿石的价格为100卢布，加工1吨矿石的价格为150卢布，总计为250卢布。一吨矿脉中含15公斤铅；但在商品矿石中它将减少25%，亦即降为11公斤250克，自11公斤250克中有70%进入到商品精矿中去，亦即7公斤840克，那末若1公斤铅为4卢布90戈比，则自一吨矿石中获得铅的价格为32卢布42戈比。一吨矿脉中锌为20公斤，1吨商品矿石中为15公斤，精矿中为10.5公斤，若每斤精矿价格为1卢布25戈比的话，则自一吨矿石中获取锌的价格为13卢布10戈比。

一吨脉岩中含镭500克，在商品矿石中为375克，精矿中为262克，若1公斤镭的价格为60卢布时，自一吨矿石中获取镭的价格为15卢布72戈比。

自一吨矿石中提取全部金属的价格：

铅	38卢布42戈比
锌	13卢布10戈比
镭	15卢布72戈比
共计	67卢布24戈比

亦即大致为60—70卢布。

上面说过开采一吨矿石所需的费用为250卢布，这就说明设立在这种矿床的原料基地上的企业不可能获得利润，并且精矿成本将为国家计划价格的3—4倍。

通过初步勘探后，利用上述计算就可以把这样的矿床放棄，并且可以防止了詳細勘探中对資金巨大的浪費。若自一

吨矿石提取金属的价格为70卢布，且远景储量为1百万吨，自矿床中提取所有金属的全部价格估计为7千万卢布，那么可以估计到对这种规模的矿床进行勘探时，所需费用可不超过3.5—7百万卢布。这一资金总额可能已花费在初步勘探上了，这再一次说明对这种矿床进行详细勘探是不合理的，其价格一般要超过几千万卢布。

在例2中说明，当不大的脉状矿床中含铅1.5%、锌2%、铜0.05%时，这种矿床不值得进行详细勘探，因为自矿石中提取精矿的价格为国家的产品价格的3—4倍。

但在可进行露天开采的网脉状矿床中，铅、锌、铜的品位仍如前且矿石储量巨大时（5千万—1亿吨），那么情况就完全改观了。企业生产效率可以较例2中的脉状矿床者高50—100倍，也就是说在这种矿床的基础上可以建立生产率每昼夜为5000—10000吨的开采选矿企业。在这种生产率的情况下，露天开采1吨矿石的价格可拟定为15卢布，在具有这种生产率的工厂中，矿石的加工将不超过25卢布。开采1吨矿石所化费的总额，自规模不大的脉状矿床的250卢布降低到40卢布。这一价格较之取得1吨矿石的计算价格几乎低一半，当矿床具有这样的特点时，同样的品位可以保证企业的利润及获得较之国家计划价格低一半多的精矿。

上述例子清楚地说明了对各种工业类型的矿床来说，其金属的工业指标是不可能一样的，并且在每一种具体情况下，应当结合经济的和地质-矿山-技术的总的因素加以考虑。当初步勘探结束时，地质勘探工作者应当近似地查明这些因素。

当地质勘探人员掌握了矿物原料的经济学方法后，就可以提高地质勘探工作的效果，减少了因勘探无工业意义的矿床而造成的无谓的浪费。

