

矿床和标本中稀有和分散元素的簡明檢查规范

Б. И. 加尔金 等著

地质出版社

矿床和标本中稀有和分散元素 的簡明檢查規範

Б. И. 加尔金 等 著

王 丽 明 譯

地 質 出 版 社

1957 • 北 京

本書原名 Краткие инструктивные указания по ревизии месторождений полезных ископаемых и коллекций каменных материалов на редкие и рассеянные элементы。1956 年由蘇聯國立地質保礦科技書籍出版社(Госгеолтехиздат)于莫斯科出版。由 Б. И. 加爾金 (Галкин), Н. В. 雅爾莫洛維契 (Ярмолович) 和 М. М. 康斯坦丁諾夫 (Константинов) 集體編寫而成。可供在各種礦床內檢查稀有和分散元素的地質人員參考。

礦床和標本中稀有和分散元素的 簡明檢查規範

著者	Б. И. 加爾金等
譯者	毛麗明
出版者	地質出版社 北京宣武門外永光寺西街3號 北京市書刊出版業營業許可證出字第050號
發行者	新華書店
印刷者	地質印刷廠 北京廣安門內教子胡同甲32號

印數(京)1—1,300冊	1957年12月北京第1版
開本33"×46 ¹ / ₃₂ "	1957年12月第1次印刷
字數40,000字	印張17/8
定價(10)0.32元	

目 錄

序 言.....	5
一、檢查的 任 务.....	7
二、工作的計劃和組織.....	9
1. 总述.....	9
2. 檢查对象的選擇.....	9
a. 礦床的選擇.....	10
b. 礦床內檢查对象的選擇.....	11
3. 檢查階段.....	13
4. 对檢查工作計劃的要求.....	15
5. 檢查工作的組織.....	16
三、分散元素的主要共生关系及其用途簡述.....	17
1. 元素各論.....	18
錳.....	18
鎳.....	20
鈷.....	21
鈦.....	23
鉭.....	26
錳.....	26
鉕.....	27
銀.....	28
稀土元素.....	29
a. 鈾組.....	30
b. 釷組.....	31
鉍.....	32
釷.....	33
鈾.....	35
鈾.....	37
鉍和組.....	38

磷.....	41
鉀.....	41
鎂.....	43
2. 檢查时应予考慮的各种礦產中稀有和分散元素的最低含量.....	43
四、方法.....	45
1. 对于与一定礦物或礦產主要組份有关的元素的檢查.....	46
a. 精礦的取 样	46
b. 單礦物样品	47
C. 礦產中分散元素和主要組份在含量上的数量关系	51
2. 与礦產一定組份无关的元素的檢查.....	52
a. 应予选礦的礦產的檢查	53
b. 不需选礦的礦產的檢查	54
3. 砂礦的檢查.....	54
4. 水源的檢查.....	55
5. 分析方法的選擇.....	56
参考文献.....	58

序 言

苏联地质部门当前的任务是：查明一系列稀有和分散元素的资源。在这些元素中，有很多元素极难造成独立的矿床，而主要是在各种金属和非金属矿产中呈杂质的形态出现，当这些矿产在工厂中加工提炼主要元素时顺便提取（在有利条件下）。对于许多稀有和分散元素来说，顺便提取是主要的，甚至在个别情况下是唯一的、经济上合理的提取方法。

因此，地質工作者的任务就是要对正在勘探的礦床展开系統的研究工作，以及对許多正在开采的各种礦床和所收集的标本進行檢查，以求确定其中是否有某些稀有和分散元素存在。为了帮助地質工作者在最短時間內、耗費最少的資財來進行这种檢查，按照苏联地質保礦部提出的任务，全苏礦物原料科学研究所編制了以下所述的“礦床和标本稀有和分散元素中的簡明檢查規範”。

在本書中，主要的注意力是放在那些在加工各種礦產時順便提取的元素身上（銻、鉬、鈦、鎳、錒、稀土、鉛、鋁、鋼、鈹、鍍、硒和碲）。此外，扼要地敘述了鋰、鉍、鎢、鈾和釷，這些元素既能造成獨立礦床，又是其他礦床中的伴生元素。

第一、二和四節為一級科學研究員Б. И. 加爾金 (Галкин) 所寫，第三節主要由一級地質工程師Н. В. 雅爾莫洛維契 (Ярмолович) 寫成。鉍的概述由一級科學研究員М. М. 康斯坦丁諾夫 (Константинов) 編寫，鋇、鎳、鈳和釷的概述由加爾金編寫。

1955年9月7日，本规范曾由全苏矿物原料科学研究所学术委员会地质组批准，在按照地质组所提出的意见补充和修改之后，又于10月11日经苏联有色冶金工业部稀有金属联络委员会“顺便

提煉和原料組”通過，并推荐出版。

鑑于本“規範”為解決這個複雜問題——編制各種礦床中稀有和分散元素的工業檢查規範——的初步嘗試，所以它只是個暫行規範，需要在今後的工作中修正。

一、檢查的任务

檢查任何一个正在开采或勘探的礦床中的稀有和分散元素，其首要任务是闡明以下几个問題：

1. 在該礦体或礦床中存在有哪些稀有和分散元素。
2. 在已知礦產的最重要的工業类型中，每一个已查明的稀有和分散元素的集中程度如何。
3. 每一种已查明的稀有和分散元素与已知礦產的哪些主要元素相联系，与它的哪些类或型相联系，以及与哪些礦物或岩石相联系。
4. 在規定的选礦和工厂加工程序下，每一个所述元素在礦產技術加工的產物和廢渣中是如何分布的。

檢查的最終目的應該是：一方面，闡明在每个礦床的平衡表內和平衡表外礦產儲量範圍內，已查明的稀有和分散元素的品位和儲量；另一方面（对于正在开采的礦床），闡明在規定的技術加工程序下，進入各种礦產加工產物和廢渣的每种上述元素的品位和提取率^①。

对于闡明這個問題——在每个具体情况下，以及在对这些元素的工業發展作全盤规划时，組織某个稀有或分散元素的提取在技術上的可能程度如何，实际上是否合理——上述資料是不可缺少的。

檢查礦石标本就是：一方面，研究某一礦床、礦床組或一定的地質-構造地段、区域等等內礦產、岩石和礦物标本中稀有和

^①这里和下面所提到的提取率，是指在一定的经过加工的礦產部分中已知元素总量的一部分，它积聚在礦產加工的已知產物或廢渣中。

分散元素的含量；另一方面，研究在勘探一定礦床時採取的樣品中稀有和分散元素的含量。

標本的檢查基本上具有普查和指導的意義，檢查工作的肯定的結果說明有必要對於相應礦床或地段內的礦產或岩石中的已知元素作比較詳細的檢查，而否定的結果也遠非經常是說明對象中沒有稀有和分散元素的可靠論據。

在正常情況下，樣本的檢查可以提供寶貴的数量指標和極重要的資料來說明：所發現的分散元素與哪些礦產或圍岩的變種和與哪些元素相關。但是在此種情況下，它已經是整個礦床檢查過程中的一部分，在第四節中將對它作詳細的敘述。

從上述可見，對每個開采礦床內的稀有和分散元素作全盤檢查時應該一方面，調查原始形狀的礦產，另一方面，調查在選礦和工廠加工的各個階段上所取得的產物和廢渣。這兩個調查階段應該認為是不可分割和互相增補的。由於礦產中某種分散元素的含量不同，它在礦產加工過程中的性狀不同以及其他因素，這些調查工作可以用各種各樣的方式結合進行。

為要在最短時間內以最少的費用獲取最完善的結果，對每個正在開采的礦床中的稀有和分散元素進行檢查以前，必須編制全面的工作計劃，包括對礦床中原始狀態的礦產的檢查和對各個檢查階段中加工產物和廢渣的檢查。

全面計劃的編制工作可能遇到極大的困難，例如當礦床中的礦石和精礦要在離礦床很遠的工廠去加工，特別是當這些企業用的礦石和精礦是同時取自幾個礦床時，困難更大。在此種情況下，要採取一切措施使在企業中對礦石加工後的產物和廢渣的檢查與對礦床的檢查同時進行。

在進行檢查的地質工作者和技術人員之間組織系統地交換檢查結果的工作，是非常重要的事情。互換情報如能及時，就能使各個方面都能成功地完成任務。

对礦產在工厂加工时的產物和廢渣的檢查方法，顯著不同于对礦床本身的檢查，所以在拟定这种方法时要考慮到每个技術加工过程的特征，往往还要考慮到各个企業装备的特点。

在本“规范”中，闡述的是对主要应由地質工作者完成的檢查工作部分的要求和介紹。

二、工作的計劃和組織

1. 总 述

对各种礦床中的稀有和分散元素的檢查，其最終目的是，正如第一節中所述的，确定在被檢查礦床中的已經查明的元素的含量和儲量，以及它們在礦產技術加工后的各种產物和廢渣中的含量。

有許多分散元素的定量分析是非常难做的，因此往往只能由專門的實驗室來完成。如果被檢查的礦床数量很多，而檢查和采取样品來分析各种元素的方法都沒有考慮成熟，就会很快給这些實驗室造成沉重的負担，大大阻碍了分析結果的獲得，而且耗費过多。

由于以上原因，以下几个問題的正确解决就具有特殊重要的意义，这些問題是：檢查对象、元素的选择（在檢查过程中應該進行样品分析的元素），对这些样品分析的精确度的要求，換句話說也就是正确的檢查工作計劃。每个礦床的檢查工作的正确組織同样也有極重要的意义。

2. 檢查对象的选择

关于稀有和分散元素的检查工作的对象问题应该从两个方面提出和解决:

- (a) 选择应该最先进行检查的矿床;
- (b) 选择每个矿床中的应该检查的对象。

a. 矿床的选择

选择应该作为稀有和分散元素检查对象的矿床的工作,是由地方上的地質-勘探組織(地質局,地質勘探托辣斯、地質处、勘探隊等)在它們所隸屬的地質勘探总局或类似的有关的部或主管机关的統一控制和領導下進行的。所有上述組織的工作計劃应由被檢查矿床所在地区的地質保礦部所屬地質局來拟定。这些地質局还有責任視察檢查工作的整个过程。

各个部和主管机关的有关檢查矿床中稀有和分散元素和檢查从这些矿床礦產中經技術加工提取的產物和廢渣的綜合計劃,应由苏联有色冶金部稀有金屬科技聯絡委員會調整。

矿床檢查工作应由这些矿床的地質機構的工作人員,按上級機構的指示,作出計劃。

在作計劃时,首先應該考慮所研究矿床在稀有和分散元素方面的远景,还要考慮到完成样品分析工作量的可能性^①和以相应的人力財力保證檢查工作的可能性。

有远景的矿床应该是在不久时期内就能提供最多的、國民經濟上很重要的稀有和分散元素的矿床。

如果远景几乎相同,那末就把正在开采的矿床放在首位,而如果正在开采的矿床数量很多,那末就把其中最大的矿床放于首位。在正在勘探的矿床中,最好首先分出被認為有工業价值的,而且应该在勘探結束时移交开采的矿床。

当其他条件相同时,應該先選擇勘探得最詳細的矿床。

^①利用本身或其他化驗室的力量(根据協議)。

b. 礦床內檢查對象的選擇

經常在岩石、礦物和礦產中呈數量不多的雜質出現的分散元素，只能在提取主要貴重組份時順便提取。因此在每一個礦床內，只有對數量很多的和本身是或者可能是勘探或開采對象的那些礦產類型和變種，才應該檢查其中的稀有和分散元素。

作為個別檢查對象^①的應該是在地質方面不同類型的礦產變種：應該不同成因，而當成因相同時，則為不同世代或物質成分極不相同的等等——如果這時分別採掘是可能的話。

如果該礦床的礦產屬於同一個地質類型，但是其中可按主要組份的含量分為幾種，那末只有當這些種類是分別提取和按不同的技術加工程序來加工的時候，或至少是個別提取的時候，才應該對每種礦產的稀有和分散元素作個別檢查。在相反情況下，這些種類要作為一個對象進行檢查。

在所有其他情況下需要掌握這個規則：只有按產狀來說可以用山地工作分別開采而無重大困難的，在礦床內儲量相當大的礦產異種，才能作為檢查稀有和分散元素的個別對象。

如果岩石、礦物和礦產異種由於質量低、儲量小，不能作為不久將來的開采或勘探的對象，那末在將其樣品送去分析稀有和分散元素時必須加以極其嚴格的限制，而且只有在有相當慎重的根據時才能允許。

有時稀有和分散元素是在不作為開采對象的岩石、礦石和不合標準的礦產異種中。這時，只有當這些元素在上述形成物中的集中程度和產狀使它們變為某一種稀有元素礦石，而這種礦石由於含有這種元素，所以能夠被合理地首先開采和加工，並且在有利條件下還能順便提取其他寶貴元素時，才有實際意

① 這里所指的是把研究稀有和分散元素的结果分別綜合，而與其他類似對象的研究結果無關的對象。

义。

这种情况是很少的，所以对含有稀有和分散元素的围岩和不合标准的（平衡表外的）矿物进行取样时应该非常谨慎。

在矿体中造成厚度不大的夹层的脉石，是和矿体一起采出地表的，而在手选、分选或洗滌过程中再与矿体分开。在这种情况下能降低开采费用。当数量足够时，这些岩石应该分别检查。

由上述可知，在某矿床上最后区分具体检查对象（检查工作的量视对象的数量为转移）时，特别是在初步检查阶段，有时是相当复杂的。在这种情况下，解决这个问题的最正确的方法只能是仔细地考虑每个矿床的所有地質、地球化学和矿山技术特点。

在制定检查每个矿产选矿和技术加工后的产物和废物的计划时，各个检查对象应该认为是产物（不仅是最終产物，准备在同一企业内进一步加工的中間产物也包括在内）和在加工过程的所有阶段产生的每种廢渣。属于廢渣的有各种各样的工厂灰塵、礦滓、灰份、气体析出物（首先是“煙霧”，其固相中常有許多元素的揮發性化合物高度濃集），有时还有洗滌水和排出水等等。实践証明：在很多情况下，有很多分散元素僅僅集中在上述某些廢物里。因此，在制定检查计划时，必須詳細研究整个技术加工过程，以便闡明重要的、技术上能够取样的某些廢物的集中地段。

在某些情况下，工厂加工后的任何一种产物或廢物中發現某一种分散元素，对于在矿床上进行較詳細的普查是很重要的指示。这时就应该仔細調查，究竟哪一种运入工厂的原始产物是这个元素的來源。即使这个元素不是在礦石或精礦中，而是在煤、焦炭、熔剂或水中，也不例外。如果这个情况沒有闡明，就可能定出不正确的矿床检查方向，也就是說，造成无謂的浪費。

当检查已經勘探而未开采的矿床时，有关分散元素在加工后的产物和廢物中集中程度的資料，可以在技术加工研究的过程中

取得，特別是在擴大了的和半工廠規模的技術加工研究過程中取得。所以在試驗技術加工樣品的程序中必須包括一點，那就是，研究在這些試驗中獲得的產物和廢物，即使這些稀有和分散元素在該礦床上的存在是已確定或極有把握的。

與此同時，還應該指出：由於礦產的技術加工樣品的試驗條件在很多地方是與它們在工廠里加工的條件不同的，所以研究這些樣品中的分散元素的結果往往不得不認為是初步的。

3. 檢 查 階 段

檢查礦床內的稀有和分散元素的工作可分為兩個階段——初步檢查和詳細檢查。

初步檢查的主要任務是要闡明下列問題：在該礦床的每種最重要的礦產中存在有哪些稀有和分散元素；它們大都是和哪些礦物或元素有聯系；以及它們的聚集程度大致如何。

詳細檢查的主要任務是獲得數量資料，這些資料是對聚集程度值得注意的那些已查明的元素進行儲量計算時所必需的。

對礦產的工業加工後的產物和廢物的檢查也可分為初步檢查和詳細檢查階段。

在制定初步檢查的計劃時，必須尽可能收集過去在被檢查礦床內檢查稀有和分散元素的全部資料，在由礦床采出的礦產在選礦和工廠加工後的產物和廢物中檢查稀有和分散元素的結果，礦石、礦物和加工產物的全分析，以及其他資料。

這時還有很重要的一點，那就是查明：每一次研究的具体目的是什麼；進行這些或那些分析時的樣品是如何採取的，從哪些物質中採取的；分析的方法和準確性如何；能夠證明所收集資料的正確性的資料又如何。

最大量地蒐集在成因、類型、物質成分、地質條件等方面與該礦床相類似的其他礦床的研究資料也是極其重要的。有關許多

分散元素的地質賦存情況和共生成因關係的簡短而扼要的資料；將在第三節中敘述。然而不能認為這些資料是詳盡無遺的，因為在編制它們時並沒有應用全部原始材料。此外，對於各種礦床內稀有和分散元素的動態、形狀和聚集條件的研究還遠不是完善的；在這方面，現在和將來都會遇到不少新的、出乎意料的情況。

為了進行初步檢查，對精礦、單礦物樣品和第四節列舉的其他物質作全光譜分析是極為有利的。

根據全部現有材料的研究，編制在該礦床內存在可能性相當大的那些稀有和分散元素一覽表，並且考慮到本規範第四節中的介紹，擬定檢查工作的實際計劃。這時應該特別注意的是與被研究礦產中的礦物相聯繫、在選礦過程中轉入精礦的那些元素。

檢查成套樣品是初步檢查中的一個要素，首先檢查的應該是各種礦床的礦產樣品，也是礦床內為數眾多的最典型的各種礦產。檢查時應該僅僅取那些能夠很正確地確定取樣地點的樣品。至於圍岩和礦石間的岩石，那麼在取它們的樣品時應該考慮到在第11和12頁上所述的情況。

在地質測量工作過程中所取的各種岩石樣品，如果根據對這些岩石在成因、相和其他方面的特點的研究能夠答出結論說，在其中可能存在具有實際或普查意義的數量的某種稀有或分散元素的話，那麼可以抱著普查的目的去檢查。

不考慮上述規定而作大量的對各種成套樣品的檢查，在絕大多數情況下只能造成化驗室的嚴重負擔，並不能提供實際有用的結果。所述這些，當然不能聯繫到各種各樣的專門的研究工作上，例如，研究某些元素在一定的岩石綜合體中的分布、其地球化學性等方面。這種類型的研究已經越出了檢查的直接任務的範圍，這裡就不準備談了。

詳細檢查是根據初步檢查或先期進行的其他研究工作的結果

而計劃的，如果這些結果是值得信任的話。

在這個檢查工作階段，應該進行樣品分析的稀有和分散元素的数量通常大為縮減，因為這時應集中研究在初步檢查時發現的、而且其富集度允許人們提出工業提取的合理性問題和進一步研究它們的必需性問題的元素。

與此同時，對研究的精確度的要求也大大提高了。在第一階段，主要是半定量分析法（首先是光譜法、熾琴—光譜法、螢光法等），對於這些方法並不要求能夠闡明被分析物質中每一個元素甚至極微量元素的存在那種高靈敏度。但在詳細檢查時，起主要作用的就是定量分析法（化學法、極譜法、色層分離法等）或精確度較高的半定量分析。

首先應予注意的是具有實際意義的元素，也就是在所研究礦產技術加工後的某些產物或產物中顯著富集的元素。

4. 對檢查工作計劃的要求

在檢查任何一個礦床的稀有和分散元素之前，應該編制並且按規定批准工作計劃。

編制計劃時，除了考慮在本“規範”中所述的情況以外，還必須考慮以前研究稀有和分散元素的全部結果和有關地質和成因位置的資料，以及個別礦體或整個礦床內各帶各部分的礦產的物質成分（礦物成分和化學成分）。此外，還要考慮到研究礦產加工後的產物和廢物中的稀有和分散元素的資料。

最完善的、在最大程度上符合於問題實質的計劃，應該規定同時研究礦床本身的稀有和分散元素，以及在由礦床中采出的礦產在進行技術加工後產生的產物和廢物中的稀有和分散元素，因為在這種產物和產物中可以期望有某些元素富集。

在計劃中應當以上面所解釋的概念（第11頁），選定調查的對象，並加以簡要的論證。

然后（也加以簡要論証），應該指出在每个調查对象中最有希望存在的那些稀有和分散元素，以及在已知礦床中可能存在的、在初步檢查階段應受審查的所有其他元素。

在这以后，在計劃中應該指出在調查每个对象时所取的各种类型的样品数量，在礦床範圍內預定的取样地点，以及对样品應該進行什么分析、分析什么元素和在哪些化驗室中進行分析。還必須論証取样和制备这些样品的方法。

根据这些資料，編制整个工作的逐日計劃和經費預算。

对于那些以前从未進行过稀有和分散元素調查的礦床，这个計劃應該基本上規定初步調查。品位和詳細調查时的工作量可以在取得初步檢查的資料以后加以确定。对于那些初步檢查已經提供肯定結果的礦床，計劃中應規定詳細檢查；而对于由于某种原因在以前研究时未曾闡明的礦床地帶及部分和礦產变种——進行初步檢查的补充工作。

及时地編制和討論这个計劃，能使人們最正确和有目的地布置对每个礦床的檢查工作，并且避免嚴重錯誤。

拥有大量标本的機構，应以相应的根据編制檢查这些标本中稀有和分散元素的計劃。

这些計劃的批准和工程的撥款，按該組織所采取的一般手續進行。

5. 檢查工作的組織

下面介紹礦床內稀有和分散元素檢查工作的兩種組織形式（主要形式）：

（a）把檢查工作列入地質勘探隊或礦山（礦井、礦坑等）地質勘探或地質測量局、處、組的計劃內，这时这些組織应对檢查的質量和進行的期限負完全責任。檢查工作的總領導应由主要地質工作者或其代理者担任，而工作的完成应託付給熟練的地質