



B.M. 克列特尔 楚

普查勘探講話

PUCHA-KANTAN JIANGHUA

地 質 出 版 社

普 查 勘 探 講 話

B. M. 克列特尔 著

地 質 出 版 社

1959·北 京

B. M. 克列特爾教授是蘇聯在地質勘探理論及方法方面的有名專家，他應中華人民共和國地質部的邀請，于1957年12月到我國講學。在北京共作了九次演講，這些演講的內容，對我國的地質勘探工作是有很大的學習參考的價值的，故特編成本冊出版。

原講稿系由北京地質勘探學院翻譯的。經地質出版社作了文字加工。未經克列特爾教授本人審閱，如有錯誤，由翻譯及文字加工者負責。

普 查 勘 探 講 話

著 者	B. M. 克 列 特 爾
譯 者	北 京 地 質 勘 探 學 院
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	崇 文 印 刷 廠

印數(京) 1—7,000册 1959年1月北京第1版

開本 $33\frac{1}{2} \times 45\frac{1}{2}$ 1959年1月第1次印刷

字數430,000字 印張

定價(10) 0.35元

目 录

第一講	普查勘探学說及其主要任务.....	(2)
第二講	礦床工业类型划分的基本原則.....	(10)
第三講	地質普查准則及找礦标志.....	(19)
第四講	矿产普查的近代方法.....	(27)
第五講	地質勘探总过程中的普查勘探阶段.....	(36)
第六講	礦床勘探的原則与方法.....	(43)
第七講	礦体的追索与圈定, 勘探網及其密度.....	(52)
第八講	固体矿产儲量分类法.....	(61)

第一講 普查勘探學說及其主要任務

在這些報告里我準備和中國地質工作者交流自己的科學技術經驗，我的各個報告的內容幾乎全都是關於普查勘探學的，其中僅有一個（也可能是2—3個）報告是關於礦床學的。在各個報告中除了理論原理以外，根據我的實際經驗提出一些個人見解，這不是蘇聯領導方面的正式意見，因此一切由我個人負責。

本講準備談談普查和勘探這一門科學，以及這個問題在社會主義經濟中的巨大重要性。

普查勘探科學就是地質經濟科學，它研究礦床存在條件以及為了滿足國民經濟需要而最有效地查明和評價礦床時所必須的因素。

對這一定義的爭論是由“科學”，“經濟的”，“存在條件”等幾個名詞引起的。

地質學是一門經濟的科學，但有很多人是反對的，這種反對是不合理的。

地質學可以分為兩大部分：

- (1) 地質學。
- (2) 經濟地質學：包括水文地質及工程地質學、礦床學及普查勘探學。

既發展礦床學又發展找礦勘探學才是最正確的。

很多蘇聯地質學者認為礦床存在條件是屬於礦床學研究的範圍，但這是不正確的。對於內生礦床來說起主要作用的是構造，而構造主要屬於普查勘探學，只有小部分是屬於礦床學，我所說的是礦田和礦床的微構造。

本科學的發展史：我們知道，普查勘探學在史前就有了，那時，人已使用各種燧石作標槍的頭。地質學成為一門科學是在16

世紀中叶，阿格里科拉时代开始的。在16世紀下叶和整个17世紀及18世紀上叶，地質学和冶金学、采矿学曾在一起統称为一門科学。1763年俄罗斯伟大的学者 M. B. 罗蒙諾索夫写了“冶金学基础”一書，其中包括了冶金学、采矿学和地質学。在1922年以后苏联才把勘探事业和采矿事业分开来，而很多資本主义国家到現在还把它們合在一起。1922年列宁格勒矿业学院第一个成立了勘探事业教研組。在苏联恢复国民經济时期，在第一个五年計划前称为勘探事业，那时主要为勘探工作，而在第一个五年計划开始后除了勘探事业外还有大量普查工作，所以才叫“普查勘探事业”。在30年代普查勘探学就分为两部分：

(1) 普查勘探方法；

(2) 勘探技术：包括以采矿-机械科学为基础的鑽探、采掘等。

大約在第二次世界大战前，在苏联“普查勘探学”才形成为一門独立的科学。苏联有很多地質学者不承認这一点，并且整个資本主义陣营的地質学者也不承認这一点，这是一个很重要的問題，我想在中国地質工作者面前提出来，希望大家考虑一下：

例如化学有实验工作，也有一些数学計算工作。又如岩石学在19世紀中叶前未成为一門科学，而以后出現新的偏光显微镜研究方法后就成为一門独立的科学了。

我現在最主要的任务是向中国地質工作者們說明这是一門科学，它有自己的研究对象、研究方法和科学的預見性。

普查这一門科学有很多工作，对方法这一个字的解释常常是不正确的，普查方法最好是根据它运用那門科学来划分，这样就可以分为三类：

(1) 地質矿物学方法（或目測法）：根据地質观测。

(2) 地球化学法。

(3) 地球物理法：这是根据数学物理学基础来进行研究的。

可以解释一下，例如地質矿物学方法为一很古老的方法，人类已用了二万年了。地球化学方法是1938年在苏联出現的，美国

把它拿去了，他們自己也承認。它最主要的是进行大量分析水、土壤、植物灰份的样品，看哪里存在有地球化学異常。地球物理方法在19世紀末叶出現，磁法首先出現在北欧国家，在法国施留别尔采用了电法。

人們常把鑽探、坑探、物探、剖面、勘探网綫都称为勘探方法，我建議只分三类方法：

- (1) 剖面法：有垂直剖面法、斜剖面法和水平剖面法；
- (2) 取样：通过取样来鑑定矿产的質量；
- (3) 评价法：能反映經濟价值的方法。

前面講了普查勘探学的研究对象和研究方法，下面就講它的科学預見性。

每个做实际工作的地質学家都知道，每种普查方法或勘探方法如果它有科学預見性才是好的，譬如重砂法，象看矿物的渾圓程度，它被搬运的距离，和什么矿物共生在一起等这样一些細节，都可以帮助我們来預見什么地方有矿床。任何时候我們都会考虑到方法的預見性，一切地質上的实际工作都是以它的預見性为基础的。

普查勘探学解决三个主要問題，为什么是三个？恩格斯曾想給科学下一个定义，但最后沒有得出什么叫科学的結論，所以在馬克思主义經典著作中沒有关于科学的定义。所以多多少少要自己給科学下个定义，我个人認為上述三因素給科学下定义已足够了。

这門科学大部分资本主义国家的地質学家是不承認的，就是美国的一些大地質学家們也常提到普查勘探方面的問題。我們都知道美国貝特曼的矿床学（Economic Mineral Deposits），貝特曼是怎样的一个人？他是第二次世界大战时罗斯福總統的資源委员会的主席，他的書中有几章是講普查勘探方面的，我是这本书俄譯本的編輯，这几章我就把它刪去了，因为这几章的科学水平太低了。我在1929—1930年間到过美洲：美国、墨西哥和加拿大，他們的普查勘探組織我都亲自看到了。资本主义国家矿业的經濟条件是不利于这門科学发展的，但是社会主义的計劃經濟对

它的发展是最有利的。

现在开始談普查勘探的任务：

普查工作的任务极其广泛，它需要解决三个問題：找什么？哪里去找？怎样找？也就是研究矿床的工业类型問題，研究地質前提，地質标志以及改进現有的普查方法和創立新方法。国家計划委员会或中央政府知道在什么时候要找什么矿产，譬如說，工业新的发展需要稀有金属、分散元素和鈾，所以要找什么，这不是我們的事。

到哪里去找？这种想法的实質就是把所有的地質科学都能运用到实际找矿工作中来，每一門科学如岩石学、构造学和地史学等，它們都是研究它們本身的問題，但某些方面是可以运用到实际中来的。回答到哪里去找这个問題，简单地說我們要制定出找矿前提或找矿先决条件，找矿标志也就是因素。关于这个問題特在第三講中談到，除了已有的以外，我再提出二种新的找矿前提：地球化学和变質成因。关于找矿先决条件除了以前的六种构造、岩漿、岩性、地层、水文和地貌（这些可以說是老的了）以外，我还写了原生分散量和次生分散量。

怎样找矿？即找矿方法。

每个有經驗的地質学家都知道地質是最根本的，但是地質学家給別人的答复是很籠統的，到什么地方去找銅、多金属矿床？地質人員常常回答說：可以在30000平方公里中去找。回答是正确的，但是范围太大了，所以找矿的方法占很重要的地位。

普查的任务：現在有必要提一下詳細普查，关于地質測量，苏联有以下三种规范：

(1) 比例尺为：1:1,000,000—1:500,000。

(2) 比例尺为：1: 200,000—1:100,000。

(3) 比例尺为：1: 50,000—1: 25,000。

在苏联現在基本上有这三类，但这些规范中有很多缺点，这些比例尺在普查勘探科学中并未放进去。在普查勘探地質学中包括了矿田的1:10,000，1:5 000的地質測量及矿床的1:2 000，

1:1,000的地質測量。我想強調一下，在大範圍普查後，當一發現礦接着就需要進行詳細調查。詳細地研究地質條件是了解礦床的基礎。雖然這樣，但有很多提交全蘇儲委會的報告中沒有小比例尺地質測量這在蘇聯的雜誌中曾提到過。中國地質學家們一定懂得，詳細地質測量就象礦山測量一樣精確，擺在我們面前的問題，就是測制這樣大比例尺的地質圖用老辦法還行嗎？肯定地說是不行的，必需有新的方法配合，如地球物理方法。這個問題在蘇聯還很突出：物探是在地質前面還是在地質後面，或是與地質同時進行。目前還沒有一個既懂地質又懂物探的專家。現在這個問題在全蘇礦物原料研究所中我所領導的那一部門正在研究，現在就可以給大家講，有些比較經濟的物探方法，如磁法、 γ 法就可以走在前面。這裡馬上就產生一個問題就是關於礦田構造，所有這些微構造隨着發現必需立刻進行研究，因為這些與隱蔽礦體的發現有密切的關係。至於探尋隱蔽礦體的方法有四類：

(1) 化探，(2) 物探，(3) 構造，(4) 深鑽。

在進行詳細地質研究的同時要對露頭進行地質研究和經濟評價。我把它叫作普查勘探階段，這是一個過渡階段，而蘇聯許多地質學家稱它為詳細普查階段。所以叫它普查勘探，是因為一定要有經濟上的評價。而經濟評價在60—80%的情況之下可以不用花很多錢進行勘探工作就能說明這個礦床有無工業價值。如果還不能說明的話，就要進行勘探。

勘探的任務：

勘探中的第一個問題——怎樣確定勘探的主要原則，這個問題在世界上還沒有一部文獻提到過。去年和今年曾有一些中國同志到全蘇礦物原料研究所來，我提出了五個原則，現在只要把它們列出來，以後還有專題報告。

(1) 勘探的全面性（Полнота），也就是勘探的目的；

(2) 逐步深入的原則，也可以說是勘探的方法學；

(3) 勘探方法，或者說勘探的均勻程度：這個原則引起很多問題，为了不使同志們懷疑，我將有專門報告說明；

(4) 最少的經費——經濟原則；

(5) 時間上的經濟，爭取時間。

這五個原則在所有地質普查工作中都應注意，但是在勘探工作中反映最明顯。這在科學上雖不是什麼新問題，但它們是根據所有勘探工作經驗而得出的。這些原則每個地質勘探工作者都應牢牢記住，它們之間是有矛盾，但不是對抗性的。舉個例子，如要以最短時間來完成某一任務，如國家計劃委員會提出要鉿，不管花多少錢只要找到鉿就行，那麼其他的因素就成為次要的了。關於三個方法我已說過了，其他的都是勘探措施，如探工、物探等。

最主要的結論是什麼呢？就是應該把一切都系統化和合理化，以便找出合理的、經濟的辦法來勘探各種礦床。我們勘探所花費的經費是很貴的，如果把錢花費在不必要的地方就浪費了，收不回來的，甚至挖一個只花十塊錢的小探槽也必需有思想性。因此我也就開始試着編制勘探系統。現在我對這個問題有些新的看法，也就是考慮到形狀、質量、儲量這三個因素。關於礦床評價，在資本主義國家里評價是最簡單的，就是看有多少利潤，而我主要想從科學來說明這些問題，社會主義政治經濟學對礦床的評價是不同的，是比較困難的，因為首先考慮國民經濟的需要，除此之外，在蘇聯遇到一些困難，因為社會主義經濟學中一些理論問題和中國一樣還未徹底解決，如什麼是價值？什麼是商品？現在全蘇礦物原料研究所里我所領導的部門中有一位很好的懂經濟學的地質學家，他叫波麥蘭采夫，他採取的方法是從蘇聯四十多年來建立各礦山的實際經驗來綜合的，而不是根據象什麼叫商品，什麼叫價值出發的。這裡我想說明不是在勘探末了才評價而是從手指一沾到礦就開始了。這也沒有什麼可以掩飾的，在蘇聯也勘探了許多無工業價值的礦。

在勘探中已有了一系列的方法，但也還有一些不同的措施，如數學法、模型法等。大家都知道，所有精細的科學都用數學，把它作為一種方法來運用。在近20年來的勘探中，我們蘇聯盡量

地用数学統計法和或然率法，这些工作不仅有地質学家，而且也爭取了数学家的参加，我們的結論就是根据数学家高斯所編著的数学統計法和或然率法一般是行不通的，个别情况下或者还可以。它不能解决問題，只能提示一些东西。如果数学家能創造出什么新的东西就好了。为此，我还專門拜訪了苏联統計学研究所所長、科学院院士、統計学权威勃林施登，我給他看了很多稀有、分散元素、金的样品等所有的复杂东西，我問了他能不能使用数学統計法，他說用一点也可以，我就問他怎么办呢？他回答說：我的研究所能研究3—4年的話，也許能得出一些結果。我并不是說数学不重要，譬如說数学統計法里的对比（Корреляция）就經常利用，我們都很重視数学，無論是地質人員或教学人員都需要来共同研究这个問題，而不是拿起来就用，在我講到勘探部分时还要提到数学法。还有一个大家忘掉的方法就是模型法，模型不是用来作高溫高压試驗，而是帮助我們考虑問題，使我們更敏感些，光以模型法来教导人就不行了。什么东西都可以作成模型，过程、質量等都可以用模型来表示，但模型不是在野外而是在室内作成的。

关于地球物理法再談二句：現在每个地質工作者都应知道哪里能用哪种地球物理方法以及解释異常，因为在最近20年中物探发展得很快，已成为最先进的科学之一。現在地球物理法不仅在詳細地質測量中运用，也在勘探中运用，如測井，無論在平窿里，鑽孔中都可以使用来探寻小矿体的电波法（Ёлновыи Методы）。

主要的問題大致都提到了，現在談一下实际意义：在“共产党人”杂志所主持的一次會議上，我們的部長曾提出过，撥給勘探的經費的数字有好几百亿卢布。这个数字对所有进行計劃經濟的国家都是很大的，在中国也是一样。現在我們問問自己，这些錢送到哪里去了？什么科学能告訴这些錢怎么花最好，最主要的爭論是在一門矿床学或矿床学和找矿勘探学二門科学来解决。苏联四十年的經驗証明，矿床学主要是研究地球化学和矿床成因。

可以毫不夸大地講，苏联和欧洲国家的勘探經費中80—90%是决定于这门科学的。例如儲委会所規定的儲量分类所有的矿山設計都是以此为根据的，儲量分为 A、B、C 等級。如果你把儲量分类中規定的勘探网密度加密一倍的話，鑽孔和浅井工作量就要增加四倍，如果再加密一倍就要增加16倍。例如苏联巴尔喀什湖附近的科恩拉德斑状銅矿床，那里布置的网开始是 100×100 米，以后是 50×50 米，最后是 25×25 米，增加了16倍。在矿物原料研究所已經証明了 50×50 米的密度已足够了，而完全不必要 25×25 米。所有的技术人員都会产生这样一个問題，是便宜好还是永久些好？譬如建筑一所房子可以用五千年，也可以用2—3百年，但有没有这个必要呢？对勘探來說鑽孔愈多愈好，但是否需要呢？我的目的就是想說明这门科学在国家建設中的重大任务，更詳細的在后面新的儲量分类問題中会提到。最重要的是說：不是事业而是科学。因为科学結論每个人都可以研究，而事业或者說艺术就是实践，你会，我可能就不会。問題在于要把它当一门科学看，而且必需学习它，如果需要的話，我可以举許許多多的例子來說明。

第二講 矿床工业类型划分的基本原則

矿床工业类型分类的必要性决定于許多因素：

(甲) 在地質普查人員、地質勘探人員、物探人員、矿业工程师以及經濟人員之間建立相互的了解；

(乙) 需使一般的普查人員和勘探人員具备有关这些工业类型的知識，以便使他們的工作变得有創造性并有更大的效率；

(丙) 特别是对大学生和年輕的地質人員来講，不能一下記住数千个甚至于在成因上是标准的矿床；

世界上有很多的矿床，如果不进行分类，就无法对它們进行普查、取样、勘探等。我可以馬上提出証据來說明既要有工业类型也要有成因类型，二者缺一不可。成因分类是根据矿物学和矿床学来制定的，而工业分类是根据普查勘探地質学来制定的。

在所有的自然科学中，例如植物学、动物学、地質学、物理学和化学等，成因分类是主要的。遺憾的是所有的成因分类，如林格崙，貝特曼，尼格利和苏联的B·A. 奧勃魯契夫，C·C. 斯米尔諾夫等人的分类不能解决工业問題，其中以C·C. 斯米尔諾夫的分类較好，但它沒有作出完全的分类就逝世了。成因分类不能滿足工业要求，不能指出对地質工作者、采矿工作者和經濟工作者所需要的矿体形状、矿石成分、矿体的围岩等資料。根据在科学发展的現阶段上的情况，需要就两种分类进行討論。

(1) 成因分类。

(2) 工业分类。

我想証明一下工业类型必須以成因分类为基础。成因类型很多，而工业类型是較少的，工业类型划分是以成因为基础的。我可以拿銅或任何一种元素作为例子來說明它們在整个地質发展过程中的习性，并且証明利用成因分类实际上是不可能的。以銅为

例子来看一下它在从岩浆、热液、沉积到变质矿床中的情况。大家知道，在酸性、中性、硷性、基性岩浆中有铜出现，到处都有黄铜矿。在基性和超基性岩，如在辉岩、橄欖岩、辉长岩、辉长辉绿岩中有巨大的铜镍矿床，这些铜矿床称为熔离矿床，也就是矽酸盐和硫化物二种液体是不混溶的。不过铜镍矿床有早期岩浆矿床和晚期岩浆矿床二种。矽酸盐岩接触作用或接触交代作用通常是在 $400-800^{\circ}\text{C}$ 的温度下进行的。大家都知道矽酸盐岩接触交代的铜矿床很多的，在中国也很多。下面谈一下热液作用，根据林格崙的分类，高温热液作用是在 $300^{\circ}-374^{\circ}\text{C}$ 的温度下进行的，你们知道象在中国许多铜矿床中都有黄铜矿。根据林格崙的意见，中温热液作用在 $200-300^{\circ}\text{C}$ 的温度下进行的，这些中温热液矿床是很多的，如在北美、阿尔泰矿区、哈萨克斯坦都有。再看一下低温热液作用，它也是热液作用，但温度是很低的—— $60^{\circ}-120^{\circ}\text{C}$ 。这类矿床是很多的，如非洲的罗德西亚、卡坦加及哈萨克斯坦的哲兹卡兹干。温泉—上升到地表的热液，在温泉—上升的热液中有铜矿物——斜方辉铜矿，斜方辉铜矿是在 80°C 以下的温度形成的。再看看有没有铜的沉积矿床，在民主德国离格里城不远的曼斯菲尔德矿床就是铜的沉积矿床。它是在二迭系镁灰岩（Zechstein）中，这里的铜是含在炭质灰岩中的，平均含量为 2.5% ，厚度为 $30-40$ 厘米，但分布面积很广，达很多平方公里。在此可以补充一个有趣的事实，德国人由这个矿床中开采了14种元素——铜、镍、钴、钼、镓等。开采这个矿所需的能量取之于炭质页岩，采掘机是以烧炭质页岩得来的能量来工作的，烧后的残渣作铺道砖，他们是 100% 地利用了原料，这是采矿工作者和地质工作者最理想的。在苏联有很多小型沉积铜矿床，在乌拉尔西坡从契卡洛夫城到莫洛托夫城就有几百个小矿床，这些小的矿床产于含铜砂岩及砾岩中，这些矿床很多，在18世纪曾开采过，现在来看就没有工业价值了。淋滤矿床是从冷的向下渗透的溶液形成的，虽然这种铜矿床我不知道，但这种铜的矿化现象是很多的，在南乌拉尔、南科恩拉德这样一些矿化现象很多。

我說的不是矿床而是矿化現象，因为我現在談的是成因問題而不是工业問題。最后在变質岩中也有很多銅的矿化現象，这在世界各国都有，例如变質岩中的黃銅矿在各地很多。我刚才簡略地談了銅的成因矿化現象，从这里你們可以看出銅的矿化現象是很多的，但工业部門是不可能来对所有成千个矿床进行单独的研究的。

銅的成因类型虽然很多，但工业类型只有五种，在这里我說的工业类型也就是有工业意义的矿床，我指的是整个地壳上的，这个問題也象其他地質問題一样不能有国家的界限的。这样一种对待問題的方法对于社会主义国家是有很意义的，如苏联、中国等等，为什么呢？中国沒有象苏联的哲茲卡茲干类型的含銅砂岩矿床，但中国地質工作者應該同时也会尽一切力量去发现它的。如果在每个地質工作者脑中記住了这些工业类型的話，就会有有助于我們发现这些矿床。

在我的报告中工业类型應該这样理解，它的矿石开采量要占世界总开采量的1%以上，这样一种情况是假定的，因为到底是2%，3%或4%是有爭論的，我建議是1%以上，不过要注意每一种工业类型中也有不具有工业价值的矿床。虽然問題这样重要，但世界上無論是科学工作者或实际工作者对这个問題的研究还很差，我对这个問題很注意的，早在1931年就研究它，1932年我在伊尔庫茨克作过一个銅和鉛矿工业类型的报告，1936年有一个美国石油地質工作者利萊 (E. Lilley)，他写了一本关于这方面的書，書的名字为“矿床經濟地質学” (Economic geology of mineral deposits, New York, 1936)，書中提出了几种类型。1935年—1938年我在莫斯科地質勘探学院，在自己的講課中也談到了这些問題。世界上第一个分类是我的第一本很厚的“矿产普查与勘探”書中的 (поиски и разведки полезных ископаемых)，因为这是第一本書，所以其中有很多缺点和錯誤。我为了划分工业类型，采取的原則是什么呢？你們知道，成因分类的基本原則是物理化学因素，这一点特别是对于内生矿床來講。我建議划分工业类型以地質原則为基础。什么叫地質原則？这原則基本有五点，

(1) 矿体形状, (2) 产状, (3) 矿石質量, (4) 围岩, (5) 矿床規模。这里有地質体这样一个概念, 地質体是什么? 我們應該这样了解, 如岩层、岩盘、侵入体等都叫地質体, 当然每个矿床的划分根据形状、質量、产状、围岩、大小等是最自然的, 我所以講是地質体因为我建議把每一个矿体, 每一个矿床都应该看作地質体。乍一看来, 好象我把自然科学中必須注意的成因原則忘了, 不过我們要考虑到, 每一个地質体都有它的成因。林格崙及尼格利的分类已有40—50年了。而地質学成为一門独立的科学到現在已有200多年了, 所以地質学积累的經驗是很多的, 因此我建議用地質原則, 同时其中也以广义的成因原則来对待这一問題。

在談到矿体-地質体时应知道, 工业分类不是一成不变的, 是随時間而改变的, 我們划分的工业类型也是暫时的。这种变化取决于以下两个因素: (1) 国家經濟的发展; (2) 地質上的新发现。

例如在苏联、中国及其他人民民主国家, 由于劳动生产率进一步提高, 使我們能更多地利用質量較差的矿床。从过去的例子来看, 工业类型不可能是几十年保持不变的。例如在1925年左右, 当时把我們大家所熟知的哲茲卡茲干銅矿認為是个小矿床, 認為銅的儲量只有十万吨。1926年在美国“經濟地質”杂志上刊登了关于同一类型的非洲罗德西亚, 卡坦加勘探的資料, 他們勘探出了3700万吨銅的儲量。當我們讀到这一資料后就开始考慮我們可能看的太小了, 哲茲卡茲干矿床的勘探証明它是苏联最大的銅矿床。1926年前世界上还不知道有层状含銅砂岩这一类型, 在这方面非洲給了我們很好的影响, 并且幫助我們划分出世界上最重要的銅矿类型, 我希望中国地質工作者也找到这一类矿床。

还有一点, 为什么我強調除工业类型以外必須有成因类型呢? 問題是这样, 因為我們在野外工作时可能发现在工业类型中沒有包括的而有經濟价值的矿床, 但这矿床在成因上應該是熟知的, 所以我肯定地說作矿物成因学 (генетическая минералогия) 和其他問題成因的研究者們必需把它当作最重要的問題来研究。因此讀

者不要以为我作为一个划分工业类型的作者反对成因类型，相反的我不但不反对成因类型，而且認為每一个人都要深入地研究它。

每一种矿产都需要有自己的分类，不可能把銅、鉄、鉛等都混在一起，所以我把各种金属单独地进行分类。这里就产生这样一个問題，对每一种金属分类应按什么原則？我們这里举出鉄、銅、鈾的工业分类表，从这个表中可以看出原則有两个：(1) 地壳中的儲量，(2) 世界的产量。

在我过去的著作中依据的原則仅是一个——开采量，只这一个原則是不对的，还須要儲量这一原則。我們都知道，在法国、比利时、西德都有层状的鲕状褐鉄矿 (Minette)，这些鉄矿层的質量很坏，可是在世界上产量是較多的，因为比利时、法国是經濟很发达的国家。这一問題应由世界上的經濟人員来研究，而对于地質人員來說最感兴趣的是地下儲量。在巴西也有一个質量很好的鉄矿，离海有400多公里，但不能开采它。對我們來說主要看我們要寻找的金属地下儲量多少及有多少类型，所以在我的分类中采取了这些原則。如果能注意鉄、銅分类表就可以看出，儲量数字由上向下是逐漸减少的。

在我的分类中还考虑了这一原則，根据每种矿产的工业用途来分类：如分黑色金属、有色金属、貴金属、稀有金属及非金属等。我对所有主要的矿产几乎都有分类，这里只簡單介紹几个。

現在看鉄矿工业分类表。在第三栏中是質量，第四是儲量，第五是开采量。我認為每种类型的名称很重要，在类型的名称这一栏中，它首先必須反映矿体形状、矿石質量及围岩等与矿体产状和形状有直接关系的。在名称栏中并未反映矿体大小，当然最好能够反映，但我沒有能作到，只有在儲量、开采量中大致反映出来。因此除开采量外，不可能用其他方法来表示其大小了。讀者如能仔細看一下的話能发现，虽未提到成因这二个字，但包含了成因因素。

第一类型的鉄矿占世界儲量的最主要部分，它的总儲量有3