

220556

三
(苏联) 日·M·克列特尔著

矿床的普查与勘探

下

册

(苏联) B·M·克列特尔著

矿床的普查与勘探

下 册

赵 鵬 大 等 译

中 国 工 业 出 版 社

本书为〔苏〕В.М. 克列特爾著矿床的普查与勘探下册部分，内容
由：矿床勘探、取样、储量计算及矿山企业上的地质勤务四部分组成。本
书对我国地质勘探工作者具有实用价值，并可供高等地质院校师生参考。
本书由赵鹏大，石举立，章振根，周超凡合译赵鹏大统一审校。

В.М. Крейтер
ПОИСКИ И РАЗВЕДКА
МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Часть 2

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ
ГОСГЕОЛТЕХИЗДАТ
МОСКВА 1961

* * *

矿床的普查与勘探

下 册

赵 鹏 大 等 译

*

地质部地质书刊编辑部编辑（北京西四羊市大街地质部院内）

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路丙10号）

（北京市书刊出版事业许可证出字第110号）

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张 $187/8$ ·字数447,000

1963年11月北京第一版·1963年11月北京第一次印刷

印数0001—1,540·定价（10-6）2.45元

*

统一书号：15165·2517（地质-242）

目 录

第三部分 矿 床 勘 探

第一章 有用矿产勘探的一般条件	1
1. 勘探的基本任务	1
2. 有用矿产性质变化的数学分析	1
3. 研究矿床形状的问题	7
4. 有用矿产质量研究的问题	13
5. 矿山技术及经济条件的阐明	15
第二章 勘探原则及方法。矿床的追索及圈定	16
1. 勘探原则的评述	16
2. 勘探的基本方法	22
矿体的基本形态类型。勘探剖面	24
4. 勘探工程的布置 (勘探网)	26
5. 矿体及矿床的圈定	27
第三章 勘探工作技术手段及勘探工作系统	30
1. 勘探手段的基本种类	30
2. 勘探坑道	31
3. 勘探钻孔	34
4. 地球物理工作	38
测井	38
矿体圈定	42
辅助性的技术测量	42
5. 勘探系统分类	43
6. 钻探系统分类	43
7. 坑探系统类	46
8. 联合坑钻探系统类	50
9. 决定勘探系统选择的因素	51
10. 关于勘探系统的技术经济分析	53
第四章 勘探过程的阶段性和勘探工程网的密度	54
1. 勘探阶段的评述	54
2. 勘探工程网密度的分析	56
3. 勘探网的发展	67
第五章 矿床的储量分级、其勘探条件和工业评价	68
1. 储量分级的某些原则	68
2. 有用矿产储量分级及其意义	69
3. 不同类型矿床的一般勘探条件	71
4. 矿床的勘探程度	75
5. 勘探过程中矿床的工业评价	77
第六章 矿床勘探时水文地质和工程地质观察	79

1. 矿床水文地质和工程地质条件分类	79
2. 水文地质研究	82
3. 工程地质研究	84
第七章 勘探工程的编录	86
1. 工程编录的种类	86
2. 勘探工程的地质编录时的观察对象	86
3. 勘探工程的编录	89
4. 勘探钻孔的编录	91
5. 综合地质编录的基础和种类	91
第八章 固体矿床的勘探举例	98
1. 按形状并考虑规模和质量来划分矿床	98
2. 层状和似层状矿体 (1类)	100
层状铁矿床的勘探	100
硅酸镓矿石的勘探	101
砂矿的勘探	101
煤矿床的勘探	107
哲兹卡兹干含铜砂岩的勘探	113
米尔加利姆塞多金属矿床的勘探	113
3. 巨大的网脉状矿体和不规则的似层状矿体 (2类)	114
网脉状矿体勘探的一般程序	114
科恩拉德铜矿床的勘探	117
磁山铁矿床的勘探	119
4. 脉状和透镜状矿体和矿脉带 (3类)	119
烏拉尔黄铁矿床的勘探	122
兹吉德铅锌矿床的勘探	124
赫鲁斯塔里锡矿床的勘探	126
媽媽含云母区一个伟晶岩体的勘探	128
5. 筒状矿体 (4类)	130
单独的稳定筒状矿体	130
分枝筒状矿体	131
6. 小矿巢、透镜体、小矿脉、小矿筒 (5类)	133
第四部分 取 样	
第一章 固体有用矿产样品的采集	138
1. 在坑道和自然露头中样品采集的方法	139
拣块法	139
方格法	139
攫取法	140
打眼法	140
刻槽法	142
剥层法	147
全巷法	148
2. 从勘探钻孔中采集样品	152
缓慢迴轉钻进和冲击迴轉钻进	152

鋼绳冲击钻进和旋轉钻进	153
岩心钻进	154
3. 决定选择采样方法的因素	157
地质的因素	157
一般因素	159
4. 样品的間距	161
5. 取样的編录	164
6. 不采样鑑定有用矿产质量	165
肉眼观察法	165
放射性測量法	166
第二章 样品加工	169
1. 样品的合併	170
2. 样品加工的理论基础	171
3. 样品加工技术	177
粉碎	177
过篩	180
拌勻	181
縮減	182
样品的加工场和实验室	184
关于拟定样品加工程序的一般意見	184
第三章 样品試驗	187
1. 光譜分析	187
2. 化学分析	188
3. 矿物研究	191
4. 技术加工試驗	191
5. 技术試驗	193
第四章 砂矿取样	194
1. 采样	195
2. 勘探样品的加工	197
3. 在重砂中有用組份数量的測定	198
4. 样品的技术加工研究	198
第五章 取样过程的檢驗	201
1. 采样的檢驗	202
在钻孔中采样的檢驗	202
在坑道中采样的檢驗	204
2. 样品加工的檢驗	206
3. 化学分析的檢驗	208
4. B. H. 加尔金法	209
第五部分 矿床的地质经济評述	
第一章 儲量計算总則	219
1. 基本概念和定义	219
2. 固体矿产矿床的儲量分类	220

A. 总則	220
B. 儲量类别	221
B. 儲量級別	221
Γ. 工业开发所需的矿床(矿段)准备程度	222
3. 儲量計算原始資料的确定	222
4. 儲量計算的根据	225
5. 矿段平均指数的測定	226
第二章 矿产儲量計算的基本方法	229
1. 概論	229
2. 算术平均法	230
3. 块段法	231
4. 断面法	234
5. 其他計算方法	241
6. 关于儲量計算精度	242
技术誤差	242
类比誤差	243
第三章 矿床評价問題	245
1. 評議时对有色金属矿床評价	245
2. 鉄、煤和非金属矿床的評价	248
3. 工业指标	250
4. 論社会主义陣营各国評价矿床的方法	257
5. 資本主义国家对矿床評价的途径	259
第六部分 矿山企业上的地质勤务	
第一章 开采勘探	261
1. 开采勘探的任务	261
2. 开采勘探的技术手段	262
3. 开采勘探阶段矿床地质研究的某些特点	264
4. 开采勘探阶段地质編录的特点	27 ₂
第二章 矿床开采时期的取样	275
1. 回采坑道中的取样	276
2. 矿物原料的取样	278
第三章 矿床开采时期的水文地质和工程地质研究	279
1. 矿山水	280
2. 工程地质問題	281
第四章 开采矿床的評价	285
1. 資源的实际統計	285
2. 开采和儲量增长平衡表	285
3. 矿床的重新評价	288
第五章 帮助矿山車間和有用矿产加工車間	290
1. 帮助矿山車間	290
2. 帮助有用矿产加工車間	293
参考文献	295

第三部分 矿 床 勘 探

第一章 有用矿产勘探的一般条件

1. 勘探的基本任务

为确定一个矿床的工业价值而进行的各种研究和各种必需工作的总和称为勘探。

• 矿床勘探工作的首要目的在于确定矿床中有用矿产的质量和数量，同时也要阐明矿床所在地的自然及经济条件。

有用矿产的质量直接取决于工业对该矿物原料的要求。对不同的有用矿产其工业要求也十分不同。金属矿石的质量主要决定于矿石中所含有用金属或矿物的品位百分数；矿物燃料的主要质量指标乃是发热量，而许多非金属矿产，特别是建筑材料的质量则取决于其物理性质。阐明有用矿产的质量特征是勘探的首要任务。

对于每个地下矿藏的研究者来说，有用矿产的数量和质量是一个不可分割的整体，这是因为一方面，矿床的形状是根据确定有用矿产有工业价值地段和矿体边界的质量下限（工业指标）而决定的，而另一方面，有用矿产的质量又是赋存于一定形状之矿体中，脱离矿体形状而谈地下矿藏的质量是不可能的。

矿体形状不仅决定有用矿产的数量，而且在一定程度上反映有用矿产产出的地质条件（产状要素，与地表地形的关系，与围岩的相互关系等）。因此，只要我们知道矿体的形状及其大致规模，就可以获悉关于矿床地质赋存条件的某些概念。

查明有用矿产的质量，不应该仅限于确定矿石的化学成份、矿物成份及其自然类型，而且还应确定矿石的技术加工特性及其工业品级。

在矿床勘探过程中除阐明纯属关于矿体产出的地质资料外，还必需弄清反映矿床赋存特点的其他情况。首先是矿床的矿山开采技术条件，如埋藏深度、含水性、矿石及围岩的物理性质，矿床揭露及开采的可能性等；其次为经济条件：区域的发达程度，电力资源，运输条件，饮用水及工业用水，建筑材料的存在与否等等。

• 由上述各项基本任务可以看出，矿床勘探乃是地质、技术和经济问题的总和。往往地质工作者只对问题的地质矿物学方面感兴趣，但在矿床工业评价当中起决定作用的常常是矿山开采技术及经济条件，因为仅仅查明有好的矿石并不够，还必需有适当的自然及技术条件使我们能够有效地将矿石从地下采出，运出并加以利用。

2. 有用矿产性质变化的数学分析

虽然在勘探过程中需要全面解决整个复杂的地质、技术和经济问题，但勘探工作应首

先以地质为基础。普查勘探学是地质科学的一个分枝，这是因为任何矿体做为反映矿床主要特征的自然产状、成份、形状及成因等正是用地质方法进行研究的。

任何矿体都具有不同程度的形状变化，这种变化在层状矿体中表现较弱，而在具有复杂结构的矿床中，如各种筒状矿体，分叉矿体，复杂的矿脉带等则表现十分复杂。有用矿产的质量变化则更大，从一点到另一点质量具有显著差别，这对贵金属及稀有金属表现尤为明显。假如矿体不具有形状和质量的变化，那么矿床的勘探就变成某种十分简单的事：只要进行极少量的测量和研究也就足够了。整个现代的勘探技术和勘探方法正是从必需估计矿体变化性这一点出发而建立起来的。

因此，勘探工作者所面临的各项任务的基础，乃是必须有效地研究决定矿体形状、质量及产状变化性的各种地质规律，所以勘探学自然应属于地质学科的范畴。

在变化性这一概念本身必须区别问题的两个方面——变化性质及变化强度。

有用矿产特性变化性的概念目前尚无完善的定义，因此不同研究者的意见也有所不同。如П.Л.卡里斯托夫（1956）将变化性按其性质划分为两类：规则的或局部的变化及偶然的或不规则的变化。而Л.А.晋可夫（1955）划分了四种变化类型：1—平缓的，连续的，规则的变化；2—平缓的，连续的，不规则的变化；3—断续的，跳跃式的，有规则的变化及4—断续的，跳跃式的，不规则的变化。

在如何定量地表示矿体的变化性方面学者们的意见分歧更大，在这个问题上B.K.卡图尔斯基及H.H.庫列克，Л.И.沙曼斯基，H.B.巴雷舍夫，П.Л.卡里斯托夫，Л.А.卡查可夫斯基等人均阐述过不同的论点。尽管由于大家解决问题的角度不同以及所用的数学计算方法不同而存在着分歧，但所有这些计算的共同基础都是概率论及数理统计理论，也

表 1 计算变化系数举例

各别测量数值 M	与算术平均值的偏差 ($M - M_{cp}$)	与算术平均值偏差 的平方 ($M - M_{cp}$) ²
5	-2	4
3	-4	16
8	+1	1
12	+5	25
6	-1	1
4	-3	9
7	0	0
5	-2	4
13	+6	36
$\Sigma M = 63$		$\Sigma (M - M_{cp})^2 = 96$

就是说，都建筑在分析偶然数值或无函数联系数值的基础上，只有Л.А.卡查可夫斯基利用二級差及无限小分析的方法。

下面列举一些应用于勘探理论中的数理统计基础。

变化系数 V 是定量地表示矿体性质变化的基本手段。变化系数决定于对某数值 M （厚度，金属品位，体重等）一系列测量结果的均方差 σ 与此测量序列的算术平均值 M_{cp} 间的比值（表1）。

变化系数在大多数情况下用百分数表示：

$$V = \frac{\sigma}{M_{cp}} \times 100\% \quad (1)$$

算术平均值用一般方法求得：

$$M_{cp} = \frac{\Sigma M}{n} \quad (2)$$

均方差代表各别测量与整个序列算术平均值间的平均差距：

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (M - M_{cp})^2}{n-1}}, \quad (3)$$

式中 $(M - M_{cp})$ —— 各别测量与其算术平均值的差

n —— 该序列的测量个数

$$M_{cp} = \frac{\sum M}{n} = \frac{63}{9} = 7;$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (M - M_{cp})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{96}{9-1}} \approx 3.46;$$

$$V = \frac{\sigma}{M_{cp}} \cdot 100 = \frac{3.46}{7} \cdot 100 \approx 49\%$$

应该注意的是 V 值的大小只能表示所研究参数的变化程度，而不能反映其变化性质（图 1）。关于变化性质的概念可以通过制作相应图件的办法获得（图 2）。

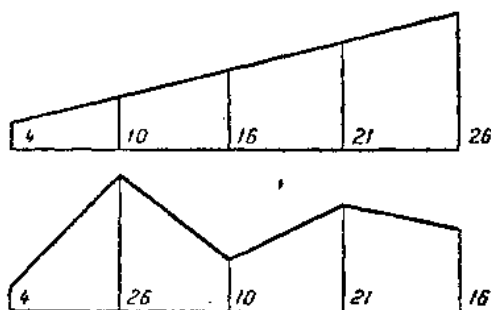


图 1 相同变化程度下的不同变化性质

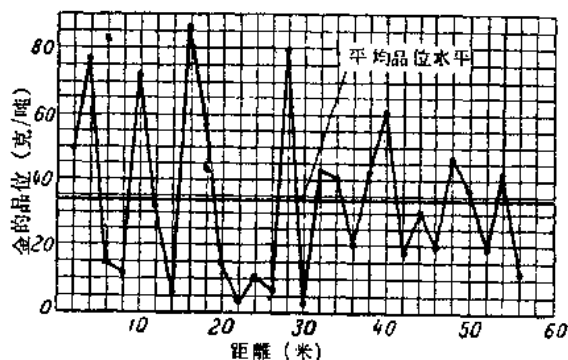


图 2 有用组份品位之不規則变化
(据 П. Л. 卡里斯托夫)

概率論研究随机的分布，也即在所研究的总体中某标志的值相互之間沒有数字的联系。当某标志（性质）存在着坐标变化（譯者注：即方向性变化）时則所計算出的变化系数比真实的变化程度偏高，正因为如此，所以 П. Л. 卡里斯托夫建議区分两种变化：а）偶然变化，可以利用变化系数較准确地确定其变化程度及 б）坐标变化，利用某标志（性质）的递降曲綫表示，此曲綫可通过对此标志的值进行“平差”^①的办法获得（图 3）。

采用这种“平差”的結果就可得出递降曲綫的平緩波动，从而闡明某种規律性的变化。

因此，在一般情况下某种性质的变化乃由坐标变化（坐标軸 y' ）及偶然变化（坐标軸 y'' ）所組成。显然，估計坐标变化和未估計坐标变化所計算出的变化系数数值是不同的。此外， V 值的大小也将随平差的条件不同而有某些变化。

根据图 3 估計和未估計坐标变化的影响所計算出的 σ 及 V 值列于表 2。

由表中所列資料可以看出，随着平差次数的增加 σ 及 V 值最初是减小而然后增加，以至于几乎返回到未平差前的数值。很可能，当 σ 及 V 值为最小时乃最准确地反映其变化程

① 对反映性质强烈变化的折綫进行平差是通过所謂“滑动統計窗”来实现的。“窗”是指某种間隔，用它沿着横坐标軸移动，在此間隔內把对某种性质所作度量的几个值（三—五个）进行平均，也就是說，几个零乱分布的点之以一个点。利用这种办法就可得出性质变化的平緩曲綫。

度,但这种理論上的推断尚待进一步证实。

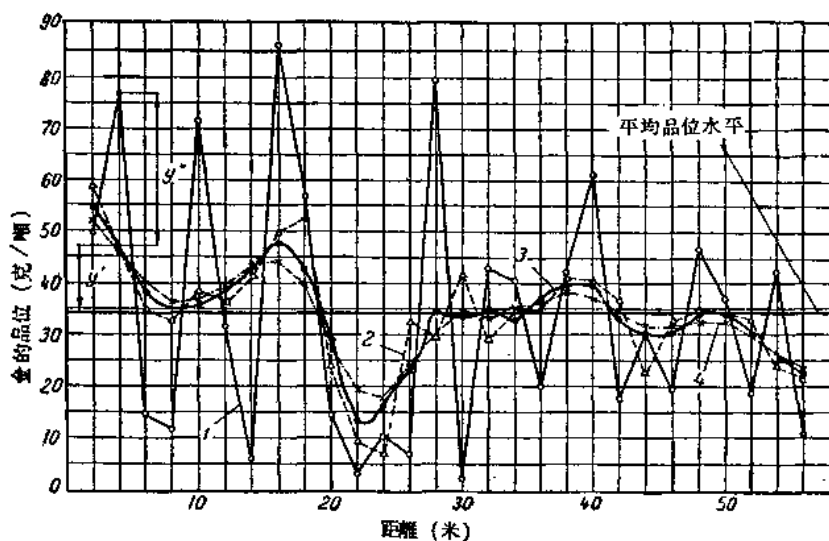


图 3 递减曲线的制作 (据И.Л.卡里斯托夫)

1—根据分析资料所作曲线; 2—经过第一次平差后的曲线; 3—经过第二次平差后的曲线; 4—经过第三次平差后的曲线;

y' —坐标变化偏差的大小;

y'' —偶然变化偏差的大小

表 2 对曲线进行平差时 σ 及 V 值的计算

(据И.Л.卡里斯托夫)

计 算 方 法	σ	V
普通方法——通过样品资料与平均品位间的偏差计算	25.2	73.6
经过一次平差后所得之条件品位与平均品位间的偏差计算	21.3	62.2
同上, 经过两次平差以后	20.7	60.4
同上, 经过三次平差以后	21.9	63.9
同上, 经过四次平差以后	22.4	65.5

度仍是有益的。

如能具有代表矿体几个性质, 例如, 厚度 (m), 品位 (C) 及体重 (d) 变化总和之某种总变化系数的概念有时是有益的。这时总变化系数可以从下式求得

$$V_0 = \sqrt{V_m^2 + V_C^2 + V_d^2} \quad (4)$$

确定平均数值的误差。在数学中当确定平均值时一向是估计其误差 (m) 的, 误差的大小和计算序列的均方差成正比, 而与测量个数的平方根成反比^①:

$$m = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (5)$$

利用它和算术平均值的比值此误差便于用百分数表示:

① 公式 (5) 的推导及误差原因分析可以在概率论及数理统计教程 (罗曼诺夫斯基, 1939) 中找到。

$$p = \pm \frac{m}{M_{cp}} \cdot 100\% \quad (6)$$

比較式(1)及式(5)可以得出:

$$\left. \begin{aligned} \sigma &= m\sqrt{n} = \frac{VM_{cp}}{100} \\ \text{或} \\ m &= \frac{VM_{cp}}{100\sqrt{n}} \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

將後式代入式(6)則得出:

$$\left. \begin{aligned} p &= \frac{V}{\sqrt{n}} \\ \text{或} \\ n &= \left(\frac{V}{p} \right)^2 \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

這一重要原理表明: 勘探過程中確定不同類型度量及研究的性質及個數中分析應合理步驟。此時

換句話說, 必需的測量個數與變化系數的平方成正比而與算術平均值計算誤差的平方成反比。這一重要原理表明, 在勘探過程中確定不同類型度量及研究的性質及個數中分析應合理步驟。此時式(8)中尚需引入一個係數 t 。 t 表示根據一系列觀察結果確定某個標志平均值時其誤差將不大於 p 值的或然率。這時式(8)應表示為:

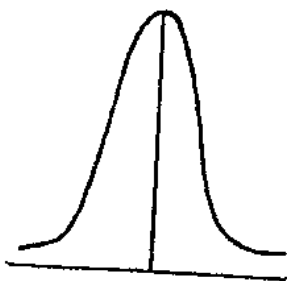


圖4 正態分布曲線
測量計算時可靠性的准繩。

$$p = \frac{tV}{\sqrt{n}} \quad (9)$$

當某標志(性質)的值按高氏定律呈正態分布時(圖4), 每一 t 值均與一定的或然率相當(表3), 這一特點可做為

遺憾的是, 在勘探工作實踐中 n 值的確定常常遇到很大困難, 這是因為礦體任何性質的值其統計分布在大多數情況下都和正態分布定律(高氏曲線)不符。礦石中有用組份品位的統計分布對其平均品位來說

往往具有明顯之不對稱性(圖5)。因而相同或然率之正負誤差具有不同的值, 而相同值的誤差具有不同之或然率(卡里斯托夫, 1956)。此外, 在不对称分布情況下正負誤差的數量也不同。所有這些均使我們不能直接利用現有的或然率之正常積分公式(或表)。

表3 t 值與或然率大小間的相互關係

t	或然率%	t	或然率%
1	68.3	2	95.0
1.2	77.0	2.5	98.8
1.5	87.0	3.0	99.7
1.7	91.0		

由於上述各種原因, 當有用礦產某種性質的統計分布與高氏正態分布具有很大大差別時, 就很難利用變化系數來衡量這種性質的變化。雖然在勘探實踐中完全符合高氏定律的情況是有的(如在礦車中取樣), 但一般說來, 變化系數宜於被用來做概略性的判斷。

相關係數。指出與有用礦產性質變化有關的另一個問題是十分重要的。問題是: 把礦床做為一個整體來看, 可以發現有兩類不同性質的變化。一種情況是礦床的兩個或幾個性質的變化彼此大致協調, 例如: 隨礦體厚度的減小礦石中的金屬品位也減少(或增加)或

随矿石中铅的品位的减少银也减少。另一种情况与此相反,各种性质的变化彼此不相协调

(厚度与品位的变化,几种有益组分品位的变化等)。为了合理地进行勘探并获得可靠的结果,常常最理想的是不仅阐明这些现象的质的方面(性质变化的协调性或不协调性),而且要阐明其量的相互关系,这种关系的阐明在勘探过程中有助于对有用矿产某种性质的值进行预测并在此基础上进行较为可靠的内推或外推。

在大多数情况下有用矿产各种性质的变化现象是由十分复杂而多样的原因引起的,因而对变化现象的定量分析常常只能借助于统计方法。在数理统计学中阐明几种同时观察的现象之间的联系问题有专门的理论—相关理论(罗曼诺夫斯基,1939)来阐述,下面只简要叙述相关理论中能用来解决勘探方面问题的某些结论。

统计联系与函数联系不同。对后者来说对每一个 x 值有一个固定的 y 值与其对应,前者的特点则是对应每一个 x 值不是一个 y 值,而是随 x 值的变化而变化的具有某种分布的几个 y 值。在实际工作中主要是研究某一个条件平均值与其相对应的另一个平均值之间的联系。这种在各条件平均值 x 和与它相对应的各 y 值之间的联系称之为相关联系。

反映 x 与 y 间直线联系密切系数的是相关系数 r 。当 $r=0$ 时,则 x 与 y 值之间(从而它们所代表的两种性质之间)互不联系。当 $r=\pm 1$ 时 x 与 y 值之间存在着函数联系,介于0与 ± 1 之间的一切相关系数则表示其某种线性统计相关程度。 r 值越接近于 ± 1 ,则各现象(各性质)之间的联系越紧密; r 值越接近于0,则其间的联系越差。

相关系数可以用几种不同的方法计算。按数理统计学的理论(罗曼诺夫斯基,1939)两个性质的相关系数具有如下的关系:

$$r = \frac{\mu}{\sigma_x \sigma_y}, \quad (10)$$

式中 μ ——根据两个度量序列资料的总和而得出的某数值(变量和) [$\mu = \sum n_{hi} (x_h - \bar{x})(y_i - \bar{y})$];

σ_x, σ_y ——相应两度量序列的均方差。

最常用的计算方法之一如下:

经过某些简化 r 可由下式表示

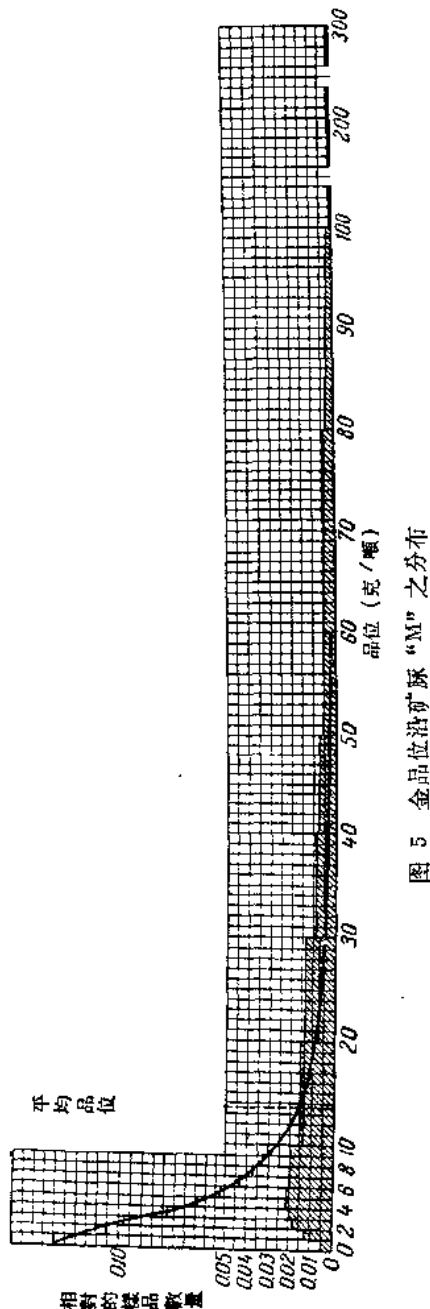


图5 金品位沿矿脉“M”之分布

$$r = \frac{\sum a_x a_y}{\sqrt{\sum a_x^2 \cdot \sum a_y^2}}, \quad (11)$$

式中 a_x ——对某一性质所进行的个别度量与其整个序列平均值間的差；

a_y ——对另一性质所进行的个别度量与其整个序列平均值間的差。

为了方便起见，将 $\sum a_x a_y$, $\sum a_x^2$, $\sum a_y^2$ 的计算列制成表，表中列出所度量的性质的值，计算出的差及 $a_x a_y$ 乘积。例如，如果欲求矿脉厚度与矿脉中所含有用矿物（金属）品位之間相关联系的紧密程度，则度量及分析结果按表 4 所示格式列出^①。

将表 4 中所求得之结果代入式 (11)，则可求出相关系数：

$$r = \frac{\sum a_x a_y}{\sqrt{\sum a_x^2 \sum a_y^2}} = \frac{1146.3}{\sqrt{862.9 \cdot 2227.7}} = 0.92。$$

表 4 相关系数的计算

样品号	金 品 位			矿 脉 厚 度			差 积
	度量结果 (克/吨)	与平均品位之 差 (克/吨) a_x	方 差 a_x^2	度量结果 (厘米)	与平均厚度之 差 (厘米) a_y	方 差 a_y^2	
25	10.5	+1.59	2.53	32	+4.5	20.25	7.1
26	6.8	-2.11	4.45	36	+8.5	72.25	17.9
27	6.7	-2.21	4.84	35	+7.5	56.25	16.6
28	8.3	0.61	0.37	28	+0.5	0.25	0.3
29	27.2	+18.29	334.40	48	+20.5	420.25	375.4
30	19.5	+10.59	112.34	56	+28.5	812.25	202.0
31	8.4	-0.51	0.26	22	-5.5	30.25	2.8
32	4.0	-4.91	24.00	20	-7.5	56.25	36.8
33	22.4	+13.49	182.10	16	-11.5	132.25	155.6
34	5.7	3.21	7.04	20	-7.5	56.25	24.1
35	3.9	-5.01	25.10	26	-1.5	2.25	7.5
36	4.2	-4.71	22.12	18	-9.5	90.25	44.7
37	2.7	-6.21	38.46	20	-7.5	56.25	46.6
38	1.8	-7.11	50.55	14	-13.5	182.25	96.2
39	1.6	-7.31	54.34	12	-15.5	240.25	113.0
总 和	133.9	—	862.9	413	—	2227.75	1146.3
平 均	8.91	—	—	27.5	—	—	—

3. 研究矿床形状的问题

从正式进入勘探阶段开始，就将对矿床进行三度空间的研究，这是与地质勘探过程中前几个阶段所不同之点。假如在普查时期有时只在平面上指出矿床的轮廓，而在普查勘探阶段所进行的工作往往只涉及矿床近地表的地段的话（物探工作不在此例），那么各种勘探措施则主要在于揭露矿床的深部，同时校正已进行之矿床地表研究的资料并将地表资料与深部资料联系起来。

因而，在勘探过程中十分多样的矿床形状其空间面貌也将比较完整地揭露出来。有

① 取样资料引用自 В.Н. 斯米尔诺夫著“矿物原料储量计算”（1959）一书。

关矿床的基本形状在“工业类型”一章已多次提到（见本书第一部份）。

构造特征及富集地段。除获取有关形状的一般概念以外，一项十分重要的任务是阐明矿床的地质构造，特别是阐明那些常常决定勘探工作进程及成果的构造特征，诸如矿柱，成矿时及成矿后破碎，构造破碎，影响有用矿产空间分布及形态之岩相变化，接触带性质等。因为无论研究矿床形状或是矿床规模的成效均取决于上述问题的解决。

“矿柱”的意义是和本矿床其它矿石相比具有质量特富矿石的地段。有时矿柱也指超过矿体平均厚度或超过矿床其他部份横断面大小之有用矿产聚集最厚的部位。

矿柱的形状各种各样，有时可以给矿柱命名为透镜体，矿巢，矿囊，矿筒等。“矿柱”的概念不应和“矿体”的概念混同起来，因为矿柱只是矿体最富的部份。矿柱可能随深度或沿走向而尖灭并在同一矿体范围内重新出现。只是有的时候矿柱和矿体才具有相同的轮廓。

在内生矿床中矿柱的形成受三个基本因素所制约：（1）决定形成开扩裂隙的构造条件；（2）成矿溶液特性；（3）围岩性质。

矿柱的构造种类很多，很可能我们尚未完全了解。在“矿田及矿床构造”（克列特尔，1956）一书中划分了14种矿柱构造，所有这些类型从勘探目的出发可以根据含矿构造的标志合并为以下六类：

（1）位于断裂裂隙张开处之矿柱。

（2）位于裂隙交接或交叉处之矿柱，在此类中又可划分为a）位于控制成矿裂隙之交接或交叉处之矿柱（图6）；b）位于羽状裂隙与主要控制成矿裂隙相联接处之矿柱（图7）；B）位于导矿裂隙与遮盖裂隙之交接处，后者是由于横裂隙之构造泥充填而形成；r）位于成矿前裂隙膝状位移处之矿柱。

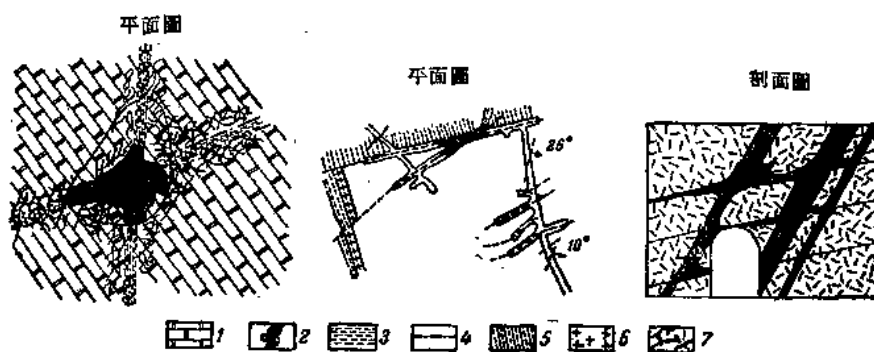


图6 位于裂隙交叉处之矿柱

1—石灰岩；2—矿体；3—构造泥；4—构造槽；5—结晶片岩；6—伟晶岩；7—喷出岩

（3）位于裂隙与有利成矿岩石交叉处之矿柱，此类有两种最基本的情况：a）与脆性岩石相交，从而导至形成宽广的孔隙带及b）与易于被交代或被溶液渗透之岩石相交（图8）。

（4）位于对含矿溶液不透层遮盖下之矿柱（图9）。

（5）位于含矿裂隙与破碎带过渡处之矿柱。

（6）位于褶皱构造有利部位之矿柱，其中较典型者为：a）位于褶皱脊线处呈鞍状

或槽状矿层之矿柱及6)位于褶皱两翼张开空隙处之矿柱(图10)。

矿柱往往在开采过程中,也就是说,在矿山地质家工作的时期比较易于被发现或追索。但尽管如此,在勘探时就应该注意去发现它们,特别是在许多情况下勘探是用坑探工作进行的。

矿柱在大多数情况下不是一次形成的,而有几个阶段,这是几期成矿物质逐次沉淀的结果,而有时显然是经历了一个较长的时期。在矿床中成矿物质的逐渐累积是因为构造的更新活动,伴随着更新活动而有裂隙或其它含矿空洞的张开,这种更新活动被称之为成矿时构造。

成矿时构造的作用很早即曾为 M. B. 罗蒙诺索夫所指出。后来 K. И. 波哥丹诺维奇(1912年), Г. 别尔格(1927年), C. B. 休林(1929年)及其他研究者证实了矿脉可以通过新的成矿物质在周期地形成于矿脉中的细小裂隙中的充填而扩张。A. Г. 别捷赫琴(1937年)最全面地阐明了由于成矿时构造而形成的矿石结构构造。

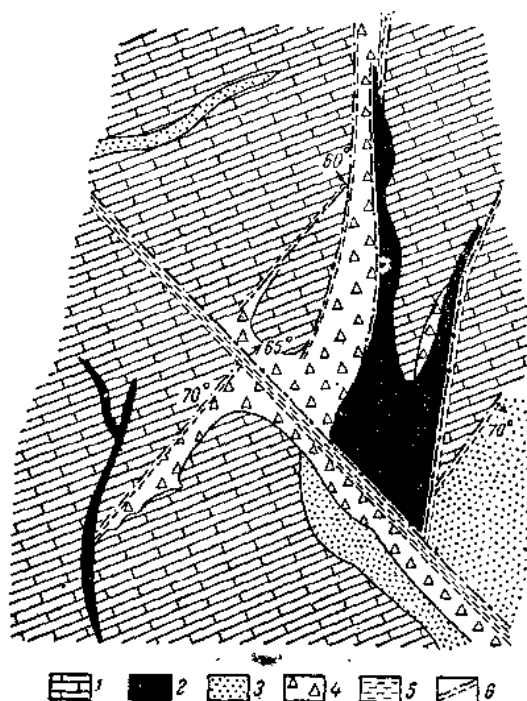


图7 在羽状裂隙联接处之矿柱
1—石灰岩; 2—矿体; 3—硅化地段; 4—角砾带;
5—矿化的构造槽; 6—含构造泥之裂隙

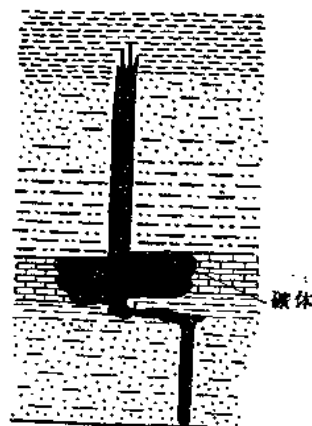


图8 位于易交代岩石被裂隙交叉处之矿柱

应该指出,除极少数情况外,成矿时构造均服从于构造继承性的原则,因而它主要表现为已有断裂破碎的部份复活及成矿前构造要素的更新活动。

在外生矿床中,诸如在盐类矿床,沉积铁矿,铝土矿,硅酸镍矿,石英砂,砾石以及风化壳及砂矿等残余矿床之中常常具有主要是由于沉积相变而形成的有用矿产富集地段。有时,这些富集地段的形成受胶结作用,以及还可能受区域变质作用的影响,这些作用使

沉积矿床中的物质发生部份地重新分布现象。

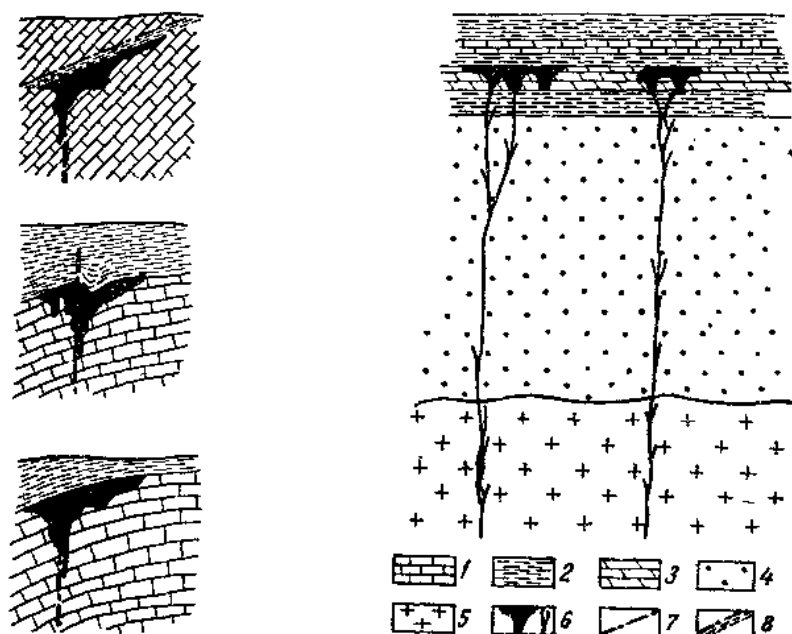


图 9 位于不透岩石遮盖下的矿柱

1—石灰岩；2—頁岩；3—白云岩；4—石英岩；5—花崗岩；6—矿石；7—成矿前断裂破碎；8—含断层泥之成矿前断裂破碎

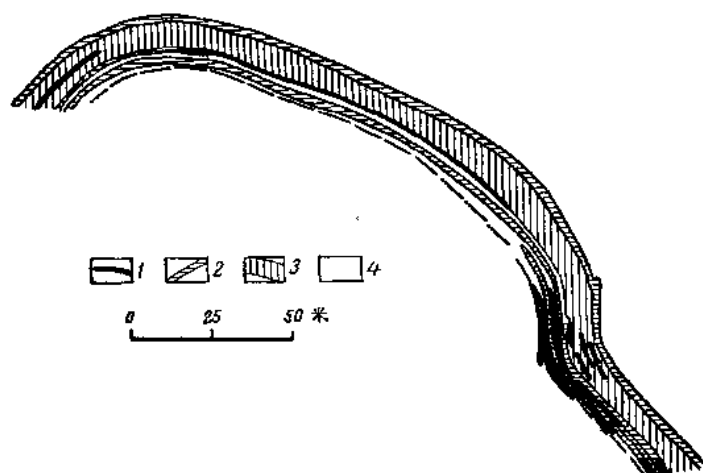


图 10 在褶皱翼部张开孔隙处之矿柱 (据A·貝尔)

1—矿石；2—頁岩；3—坚硬的石英岩；4—石英岩

在沉积矿床或沉积变质矿床中 useful 组分富集的地段和内生矿床中的矿柱具有相同的勘探意义。因此，研究沉积作用的规律，研究引起有用矿产富集的条件和原因是勘探过程中的重要环节。

和内生矿柱构造一样，沉积和变质矿床富集地段的构造也是十分多样的。外生矿床有价值的似矿柱地段在松散沉积物中者研究较好。至于已经固结了的矿体，特别是已经受了一