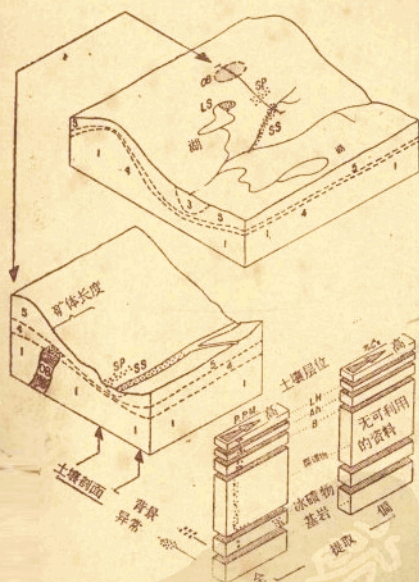


国外化探资料译编之(六)

勘查地球化学中的 理想模型

(加拿大科迪勒拉和加拿大地盾)

P. M. D. 布雷德肖 主编



桂林冶金地质研究所化探室译

一九七七年三月

译 编 说 明

伟大领袖毛主席教导我们：“自力更生为主，争取外援为辅，破除迷信，独立自主的干工业、干农业、干技术革命和文化革命，打倒奴隶思想，埋葬教条主义，认真学习外国的好经验，也一定研究外国的坏经验——引以为戒，这就是我们的路线。”在毛主席革命路线指引下，我国化探工作有了很大发展，特别是无产阶级文化大革命以来，取得了显著成绩。

为了学习外国的好经验，研究和发发展我国的化探事业，我们译编了勘查地球化学协会第三期专刊《勘查地球化学中的理想模型》一书（《勘查地球化学杂志》，1975年4卷第1期）。书中对加拿大科迪勒拉和加拿大地盾范围内的分散流和次生晕进行了总结，应用景观地球化学研究，通过主要是硫化矿床的38个例案，概括出了二十多个理想模型，提出了次生地球化学异常的形成机理和控制因素，可用来更有效地发现、正确解释评价分散流和次生晕异常，进一步提高方法的有效性，扩大找矿效果及其应用范围。本书可供化探工作者和有关院校师生参考。

在本书的译编过程中，得到了我所情报室和贝庚同志的大力协助，从序至第二部分理想模型一章由我所化探室晓桦同志译，第二部分例案由江苏冶勘814队顾连兴同志译，第三、四部分由青海冶勘湟源物探大队卫茂椿同志译，由贝庚和晓桦同志校对。但由于我们水平所限，错误之处在所难免，请读者批评指正。

译 编 者

一九七六年八月二十二日

目 录

序.....	(1)
绪论 在整理勘查地球化学资料时,景观地球化学的应用.....	(2)
绪言.....	(2)
景观地球化学.....	(2)
景观地球化学与勘查地球化学的关系.....	(3)
第一部分 概论	
绪言.....	(5)
景观地球化学.....	(5)
理想模型.....	(6)
野外资料的标准化.....	(6)
应用.....	(6)
地球化学迁移的普通原理.....	(7)
第二部分 加拿大科迪勒拉矿带	
绪言.....	(8)
矿产分带及矿化分布.....	(8)
更新世地质概况.....	(9)
自然地理及气候.....	(10)
土壤.....	(11)
格式.....	(13)
理想模型.....	(15)
排水良好的土壤中的活动元素.....	(16)
渗透带中的活动元素.....	(19)
沼泽中的活动元素.....	(22)
复盖层厚度变化的影响.....	(24)
元素的化学活动性.....	(26)
岩石类型变化的影响.....	(28)
不同土壤类型.....	(29)
例案.....	(30)
绪言.....	(30)
不列颠哥伦比亚阿弗通铜矿床.....	(32)
育空地区安维尔铅、锌矿床.....	(34)

不列颠哥伦比亚贝尔铜矿床	(37)
不列颠哥伦比亚博斯山钼矿床	(40)
不列颠哥伦比亚布伦达铜、钼矿床	(41)
不列颠哥伦比亚卡里布贝尔铜矿床	(43)
不列颠哥伦比亚丘坦利钼矿点	(45)
不列颠哥伦比亚直布罗陀铜、钼矿床	(46)
不列颠哥伦比亚海蒙特铜、钼矿床	(48)
不列颠哥伦比亚胡克利贝里铜、钼矿床	(50)
不列颠哥伦比亚因格贝尔铜矿床	(53)
不列颠哥伦比亚艾斯兰德铜矿床	(54)
育空地区基诺希尔铅、锌、银区	(55)
育空地区麦克米伦通道地区	(58)
育空地区马洛奈克里克(“窝群”)铜、钼矿点	(59)
育空地区南森山地区	(62)
不列颠哥伦比亚帕普斯湖地区	(65)
不列颠哥伦比亚萨姆古斯莱铜矿床	(65)
不列颠哥伦比亚谢斯累铜、钼矿点	(68)
不列颠哥伦比亚亚河谷铜矿床	(70)
育空地区威廉斯克里克铜矿点	(71)

第三部分 加拿大地盾

绪言	(76)
矿产分带及矿化分布	(76)
更新世地质	(80)
自然地理、气候和植被	(82)
土壤	(85)
格式	(85)
理想模型	(85)
薄层复盖层中的活动元素	(87)
复盖层厚度变化的影响	(91)
多重冰川作用幕	(92)
岩石类型变化的影响	(94)
化学活动性	(96)
沼泽中的活动元素	(98)
不同土壤类型	(99)
例案	(100)
绪言	(100)
魁北克省拉克阿尔巴纳尔铜、铅、锌矿点	(101)

西北地区比彻湖变质沉积岩带.....	(105)
安大略省卡纳高锌、铅、铜、银、金矿床.....	(108)
安大略省科博尔特银区.....	(112)
魁北克省合并的摩加尔铜、铝、锌、银、金矿床.....	(113)
安大略省多塞特地区.....	(114)
曼尼托巴省弗林弗隆铜区.....	(117)
安大略省基德克里克铜、锌、银矿床.....	(119)
安大略省利默里克镍、铜矿点.....	(122)
魁北克省马古西河锌、铜矿床.....	(125)
安大略省曼尼图瓦德吉铜、铅、锌矿床.....	(126)
魁北克省马塔加米湖铜、铅、锌矿床.....	(127)
安大略省奈特霍克湖地区.....	(128)
曼尼托巴省狐湖铜、锌矿床.....	(130)
西北地区南湖镍矿点.....	(131)
魁北克省特罗伊努斯铜矿床.....	(135)
曼尼托巴省温特湖铜、镍矿点.....	(136)
附录.....	(139)

第四部分 试验取样、资料收集和表示的标准化

序

刊物中刊登了一些非常好的例案，这些例案指导勘查工作是有价值的。为了便于查阅汇编这本书。同时认识到已经有大量的而且分数常常是不清楚的勘查地球化学资料，如果可能也结合一些老资料，将一些新资料变成地质勘查人员容易运用的一种格式是很必要的。

本书的内容尽力把两个显然不同的目的结合起来阐述。首先，是由 D.R. 克莱威斯，J. 沃克，I. 汤姆森和我本人进行了讨论，奠定了本书的初步探讨途径。这些讨论，以及 L.C. 福特斯柯的建议，特别是关于景观格式的采用，帮助确定了正如所见的本书最后轮最后，正如各个章节的原作者所表明，他们花费了不少时间，提供了大量资料、想帮助我们编写这本书。地质和科迪勒拉矿带这两部分一共包括有 38 个例案，完成阶段有所不同。本书的目的是以一种简要形式介绍这些资料，准与已发表的资料汇编在一起，变成比较少的几种理想模型和景观，希望比他们原来未加工的资料易于了解，易于纳入勘查中。

希望这里采用的表达风格和格式，在本行内能采用，在编写其它地区资料时也遵循这种风格。

P.M.D. 布雷德肖

1973. 3

绪论 在整理勘查地球化学资料时,景观地球化学的应用

绪 言

选择景观地球化学作为本文的编写基础,主要是因为对于系统地对比勘查地球化学所获的资料,它能提供严密的理论基础。

尽管苏联大学里把景观地球化学作为一个学科提出已有20多年,但在北美洲仅最近才认真地进行了研究。涉及专门方法的景观研究应用地球化学的某些重要方面,以及普通景观地球化学之间关系的一些概念,可从图1中获得,并可看出景观地球化学是一门学科,作为一种特殊情况把勘查地球化学包括在内。

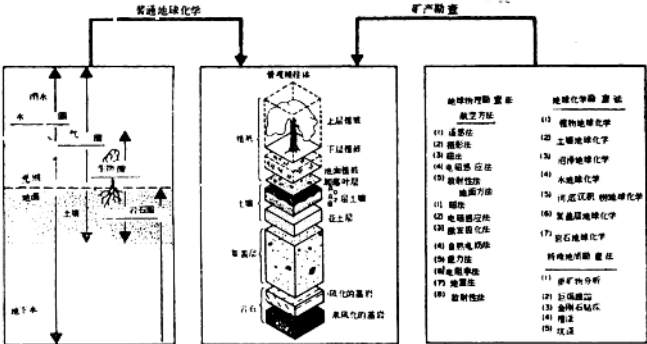


图1 普通地球化学、景观和矿产勘查之间的关系

在北美和其他地区勘查地球化学面临着一个困难问题;一方面有大量例案资料(已发表尚未发表的)不容易综合分析;另一方面,勘查地球化学工作者和学生急需从例案资料中获得对比资料,以便作出研究活动计划。企图根据描述统计学来解决这一问题,但迄今未获成功,主要是因为用来作为综合分析基础的数学运算不易被未受专门训练的地质工作者和地球化学工作者所掌握。本书的目的在于使勘查地球化学工作者对于景观地球化学的基本原则可用来解决这一问题的途径引起注意,绪言应该很简短地概述这一企图。

景观地球化学

周期表可看作是一种理想模型,主要用于研究化学元素之间的关系。正如勘查地球化学工作者已发现的那样,用象周期表那样一种简单模型来描述化学元素与环境之间的复杂关系不是那么一个简单问题。在我们考虑到用林业员、生态学人员及其他人员(如希尔斯,1960;苏卡切维及迪里斯,1964;克拉英纳,1972;及在植物复盖类型情况下,谢姆威尔,1971)为

景观所提出的环境描述系统的复杂性时，结果很清楚，其中那一个都不适于勘查地球化学工作者的需要。在这个问题上很明显由 B.B. 波利诺夫 (1937) 所首创的景观地球化学方法比较简单。波利诺夫掌握了这样一个概念，在地质时代中，在固定的气候抑制条件之岩石圈、水圈、大气圈，以及生物圈之间相互的化学作用，基本上受光照地面和潜水面（或水圈）之间的关系控制。因此，他提出四种基本景观类型，代表四种理想景观类型，并可衍生更普通的类型。这四种类型借助于理想化的“景观棱柱体”理想模型图 2 来说。概括地说，淀积景观发生在潜水面低于光照地面，蒸发超过沉淀量的地方；淋滤景观发生在潜水面低于光照地面，而沉淀量超过蒸发量的地方；表层水景观发生在光照地面和潜水面重合的沼泽中；而水上景观是发生在水层永久位于固体物质表面上的河区或湖区中。关于景观类型更多的资料可参阅格雷佐卡耶 (1963) 的文章，全部景观的流动模式方面的资料可参阅科兹洛斯基 (1972) 的文章。

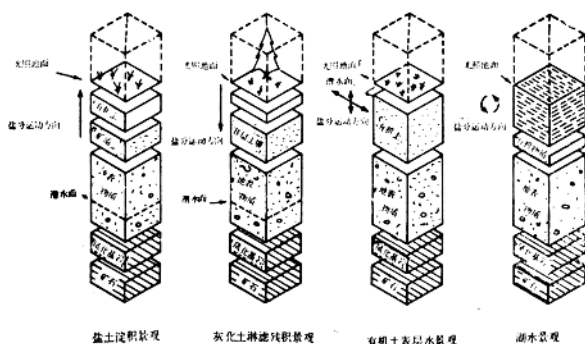


图 2 图示四种基本景观类型的景观棱柱体 (依照波利诺夫, 1937)

景观地球化学与勘查地球化学的关系

景观地球化学与普通地球化学的某些一般关系如图 3 所示，从图中可看出，一方面是把景观和地球化学概念，而另一方面是把勘查方法根据景观棱柱体理想模型结合起来。利用如图 2 所示的用三维空间图解描述的景观地球化学方法的伟大意义在于，它们可用来把几种类的资料综合在一起，否则将单独地进行显示。例如，图 4 中同一景观棱柱体铜、铅、锌的分布及物理化学特点，都是用一张概括出来的理想模型图解显示的，可易于同类似的图解进行比较。图 4 中的资料表明，土壤地球化学探矿方法所以在这里失效，问题归因于地面物质与一粘土层。

在我们考虑景观地球化学方法的应用与从勘查地球化学中获得的例案资料时，二者都有识别三种图解既有用又方便 (福特斯柯和布雷德肖, 1973)。根据野外观察按比例尺绘制的景观棱柱体图解、景观区断面图或景观单元图，称为野外水平资料。同样资料为了使资料的显示明显，曾稍加归纳，可以不按比例尺精确绘制这样的一种图解称为战术水平的一套资料。

没有本文所需要的这种资料，因为所收集的例案资料都是未加工处理的资料。依据取自若干套野外资料中的资料加以归纳所作的图解称为战略水平图解。该种图解的意义在于强调通过利用的地球化学迁移机理和控制因素对于某一特殊景观类型都是共同的。在概括这种图解时，很清楚包括在野外例案资料中的很多细节均被忽略了，因为它们只具有局部意义，而不具普遍意义。从勘查地球化学工作者的观点来看，按照这些原理系统化的资料，战略水平图解能对包括战术级的或甚至野外级更详细的资料提供一个可贵的入门。

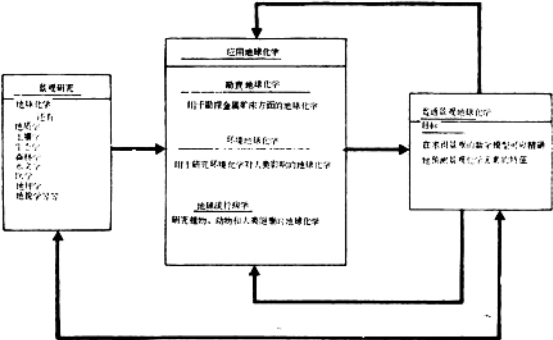


图3 表示景观地球化学基础与应用方面关系的流动图解

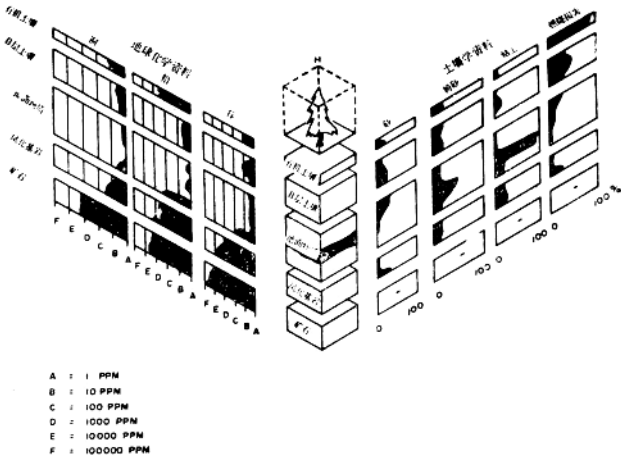


图4 表示地表物质地球化学和其它特性的资料的显示景观棱柱体单元图解

第一部分 概 论

绪 言

本书的目的在于导出系统地描述从加拿大科迪勒拉矿带及加拿大地盾获得的勘查地球化学资料的理想模型。以便于理解的形式来充分论述用来指导勘查地球化学应用的异常形成原理和机理。

勘查地质工作者发现在吸收加拿大科迪勒拉矿带和加拿大地盾现有的大量勘查地球化学资料方面，有相当大的困难。把文献中大量完整的和不完整的例案综合在一起，并从这些资料中得出正确结论和概念有困难。尽管各个例案对于理解控制地球化学分散的机理是不可缺少的，但实际上“理解这些例案是费力的，由于情况是那样不同，甚至很多例案也是使人误解的实例，而每个例案又是那么复杂，甚至详细描述可能也是简略的：除其发展的时序，没有一件是可以理解的（维克斯，1965，P173）”。但是，现在已有了足够的资料可以提出关于地球化学迁移机理的一般性结论，而且还可以对能够预测的异常的规模或形状作出概括。本文中，根据已有资料的综合，提出了一系列结论，希望根据这些结论在地球化学勘查中，对于元素可以观测的行为，进行精确地预测。这些结论可用来全面理解地球化学的迁移机理及其提供一种可以适合其它资料的结构。但是必须强调指出所提出的结论只是在编写这本书的时候是有效的；由于有新资料可以利用，对这些结论也很可能要有修改，这是科学推论的正常过程。

本总结的一个重要方面是关于勘查地球化学方法可成功应用的地区，及其关于众所周知的现有方法不能应用的地区给出了结论。本书中讨论仅限于土壤和水系沉积物勘查地球化学方法的应用。不包括基岩资料，这是由于原生分散的原理已普遍适用，并不受具体的自然地理界限的限制。因此，它应在遍及全世界的基础上进行讨论。逻辑上讲，生物地球化学和地植物方法可以包括在内。但是考虑到更需要把篇幅已经很大的这本书限制在地质勘查工作者最常用的那些方法上。

景观地球化学

如上所述的结论表现在景观地球化学范围内，也就是说，它涉及位于包括光照地面并向下延伸到新鲜基岩的整个体积单元的研究，没有考虑孤立的单一介质。在该体积中所研究的是岩石圈与水圈、生物圈，以及大气圈，在地质时代中在固定的一系列气候抑制条件下，经常受到的相互作用。这样，整个环境及在该环境内的全部元素的研究是一起论述的。实际上，现在这本书只研究了微迹元素，但是在更普遍的范围，其他参数（例如主要元素及物理周长等）都可纳入这个范围。

景观地球化学的结构也正在被象林业这样的一些其他行业所采用，因此，使得各行业之

间的资料和原理能够得到比现在更好更直接的对比。

景观地球化学创始于苏联，主要是由先驱者波利诺夫在第二次世界大战前(1937)所完成的研究结果。在包括地球化学的许多行业中在这一方面继续地进行了工作(别列尔曼, 1961; 福特斯柯, 1967)。由于在此范围内的工作结果, 有可能建立景观中地球化学元素循环的基础理论, 该理论可直接用来综合分析近年来积累的极其大量的实验勘查资料。

理 想 模 型

关于勘查地球化学方面可以作出的那些一般结论(正面的和反面的)均用理想模型的形式来表达。为了说明整个体积单元, 这些模型是以三维形式表示的。

这些模型的一个重要方面是没有比例尺, 也就是说, 它们只表明地球化学异常的形成机理, 而不是强度和规模。这是因为对于各种条件和各个地区来说机理是基础(即水成分散机理实际上普遍起作用)。从另一方面来说, 地球化学异常的强度和规模受很多局部变化影响, 不可能以同样方式概括出来。总结不同产区获得的有关异常强度和规模的野外资料表列在每部分的后面, 作为可预测异常强度的指标。每个理想模型如果已被很多野外实例或例案证实, 则仅示出有关例案。这些例案是本书的整体部分。所以认为这些例案主要, 其原因是如果没有野外实例的证实, 则将提不出理想模型或理想模型的新方面。但由于例案缺乏验证, 因此在提出的这些理想模型当中, 仍然有很多缺欠和不完善的地方。

在一个理想模型上, 把广阔的及详细的条件都用一种令人满意的方式表达出来, 是不可能的。因此全书中用的是三种形式的三维理想图解:

- (1) 显示受地球化学异常影响总表面积的理想模型。
- (2) 显示连续断面上地球化学特征的理想断面图。
- (3) 显示某一个具体剖面上下地球化学变化详细情况的理想棱柱体。

在某些情况下, 横断面图和棱柱体图被“分解”了, 显示出更多的细节。

野 外 资 料 的 标 准 化

在真正对比野外资料之前, 这些资料必定要收集(即同样元素、筛析粒度、提取方法等), 并按比例尺以共同的格式表示出来, 等等。在现在这种情况下, 所用的资料都不是以任一标准格式绘制出来的。这里曾试图以某种共同格式来绘制某些资料, 使之尽可能的便于相互比较。但是在这方面仍有很多缺欠。在本书的最后部分(第四部分)概要的给出了, 对于今后收集和表示资料的一种标准格式。

应 用

本书的主要目的是借助于一系列理想模型来综合大量的和复杂的勘查地球化学资料, 根据这些理想模型更好地理解地球化学的原理及其应用, 从而使勘查地质工作者能够采用。除此主要目的以外, 还有很多其他目的:

(1) 指出资料仍很缺乏的地区帮助野外的那些专家们制定他们的想法。这样，研究工作可集中在需要更多资料的地区，并希望把勘查地球化学的应用扩大到这些地区。

(2) 可以从土壤学、冰川学、森林学等这些领域内的极其大量有用资料中，得到受益，可协助各种行业进行交流。或者相反，使其它行业受益。

(3) 曾经采用过建立模型的经验方法。这主要是因为历史上，这是地球化学的发展途径。但是希望对形成地球化学异常的确切机理作更基本的研究，并希望这种研究将导致对形成机理有个更基本的理解。

(4) 为其它地区的本行人员奠定了基础，确定了参数。希望综合其它地区资料的单位可有所遵循。

地球化学迁移的普通原理

在研究个别情况之前，对于元素从基岩迁移到土壤和水系沉积物的机理应有一个总的了解，这是很重要的。在许多出版物中已概要地介绍过了，其中以霍克斯和韦布(1962)及李维辛(1974)等人所编的教科书中易于理解。因此在这里仅简短地进行评述。

在残积土壤中，地球化学异常的特点是，在成壤的正常过程中直接形成在矿化之上(尽管后来向下坡可能发生了缓慢地位移)。也就是说，由于基岩风化，和由风化基岩形成土壤，来自矿化的金属，同其他组分一样结合在土壤层中。因此，这些异常是由机械和化学变化的正常作用在“原地”形成。这样的异常其特点是，金属结合比较强，与水成异常大不相同。在残积环境中，异常由于向下坡移动可能进一步改变。这是一种单纯的机械作用，而不是以化学的方式改变金属的结合。原来，异常的规模与矿化范围大致相当，由于在基岩风化和土壤压实的正常过程中的滑移和分散等天然原因，发生横向的散开，直到比基岩露头大几倍时为止。除了在成壤过程中金属运移以外，某些金属可被地下水溶解带走。金属的溶解速度与很多因素有关，例如化学性质、活动性及其固体相的稳定性等，但是大多数因素可能是与地下水的Eh和pH值有关。地下水的pH值明显地受流经的岩石的影响。碳酸盐岩石影响最大，它可中和酸性水，使其pH变为碱性。火成岩对pH的影响有限。在后种情况下，地下水的pH常常为中性，或中等酸度，促使很多金属进行水成移运。在前一种情况下，很多金属活动性相当小。靠近硫化矿床，无论是什么围岩，由于风化的硫化物产生酸性组分的结果，因此金属通常以比较高的速度对地下水产生影响。地下水中含的金属残留在溶液中，直至化学环境发生变化时为止。当地下水流入到比较氧化的酸性不大的表生环境时(不是在山坡，就是在河流或湖泊的断裂渗透区)，就遭受这样的变化。在这里金属被粘土矿物、有机质、水所含氧化物吸附，或呈金属盐的形式沉淀，形成水成异常。当金属在溶液中及其以上述方式运移或固定时，一般是结合较好的。把易于在水中迁移的金属叫做活动金属。这些金属通常包括铜、锌、镍、钴、氟、钼；而不太活动的元素是铅、银、钨等；某些元素，例如金和锡实际上不溶于近地表的地下水及地表水中，把这些元素叫不活动元素。也就是说，当这些元素受到正常的机械作用时才进行移运。在通常所遭遇的条件下，在水中在很大程度上不移运。由于冰川作用、土壤的发育、沼泽、永久冻土等等，对所论述的作用增加错综复杂性。它们的影响都将在适当章节中给予描述。

第二部分 加拿大科迪勒拉矿带

绪 言

首先介绍加拿大科迪勒拉矿带有三个理由。第一，从地球化学观点来看，它比加拿大地盾环境简单。很多适用于科迪勒拉矿带的原理，也适用于地盾，但地盾更复杂。第二，由于科迪勒拉矿带环境简单，容易更细致地描述。第三，已发表的科迪勒拉矿带勘查地球化学资料有较多可资利用。

在加拿大科迪勒拉范围内，有很多环境不同的地区，地球化学特点差别很大。这是由于冰川史和自然地理条件的不同所造成的，它们本身又深受气候的影响。这些因素综合起来大大地影响了元素的地球化学行为。本部分略述了科迪勒拉矿带范围内在大不相同的条件下，可能见到的主要区别。但是，在讨论地球化学资料之前，先略述一下矿产分带、更新世地质、自然地理及土壤等主要特征。这些问题是研究地球化学资料的基础。

矿产分带及矿化分布

加拿大科迪勒拉矿带中矿床呈带状分布，目前已得到证实（苏赛兰德—布朗，1969；苏赛兰德—布朗等人，1971）。这种分带一般是与表1所示的自然地理系统能联关的构造带，也

矿床中金属的分布

表1

自然地理系统	西		中		东
构造带	海 岛	海 岸	山 间	奥米尼卡	东部边缘
第一带	Fe	Fe、Cu	Cu、Mo	Pb、Zn、Ag	Pb、Zn
第二带	Cu	Zn、Mo	Ag	W、Cu	Ag
第三带	Mo	Ni	Hg	Mo、Sn、U	Th、Cu

不同构造带粉砂中的背景含量(ppm)

表2

	海 岛	海 岸	山 间	奥米尼卡	落 矶 山
Cu	62.5	45	38.2	26.3	25
Zn	80	70.3	80.2	59	59
Mo	2.5	2.1	2.6	1	1
Pb	6.5	4	2.5	22	18

就是地质情况类似的带。在金属、矿床、以及矿床的成因类型和形态类型上从西到东都有一种顺序的变化。某一个带中头等重要的金属在相邻带中其重要性一般。于是有一种模式，按重要顺序上升到顶峰（可能具有头等重要性），然后降低。这对地球化学也有影响。苏赛兰德—布朗（1974）在最近发表的文章中指出，关于粉砂和土壤中金属背景含量有实际相同的分带。例如在表2中举例说明了各种构造带中粉砂的这种分带。

更新世地质概况

加拿大科迪勒拉矿带现在的地表复盖层主要是由更新世广泛的冰川作用搬运来的物质所形成的。这种运积复盖层对地球化学模式深有影响，因此，了解更新世地质情况对地球化学工作者来说很重要。

在晚更新世时代，在全世界出现寒冷气候，在更新世达到顶点，在各个大陆由两极到中纬度的广阔地区发生了多期冰川作用。不列颠哥伦比亚很多地区和多半个育空地区，重复地被冰川冰所复盖。早期冰川作用遗迹除了育空的某些边缘地区以外，基本上都被最晚期的冰川所破坏。但是育空地方有大片地区在圣埃利亚斯山的背风面，由于北极气候干燥，未受冰川作用。此外，在整个山岳带有许多孤峰穿过冰床。在科迪勒拉最后一次的最新的冰川作用叫弗雷塞期，这次冰期大致是在一万年才结束。以后在很多地区土壤初步发育。

弗雷塞期冰川作用可概括如下：由于严寒反复袭击，在山上，特别是在海岸山脉上产生了冰帽，并向外散布充填内陆高原。冰块在落矶山脉变厚，并向南流动进入美国，向北进入育空地方。也冲出穿过落矶山的很多山口与小山麓正东边的基瓦丁统冰床相遇，并经过海岸山脉到太平洋的冰架上耗散。在这种情况下，冰川切割山谷形成了峡湾及指状湖系，刻蚀山脉，及在低地沉积茫茫一片岩屑，呈冰碛物，冰水沉积物，和沉积在寿命短的冰堰湖中的粉砂。

弗雷塞期冰川作用特点如图5所示，其中包括主要分冰界线，流动方向，冰堰湖，弗雷塞期或早期冰川时没有形成冰川的地区，及其基瓦丁与科迪勒拉冰床的接触带。V.K.普雷斯特对科迪勒拉冰川地

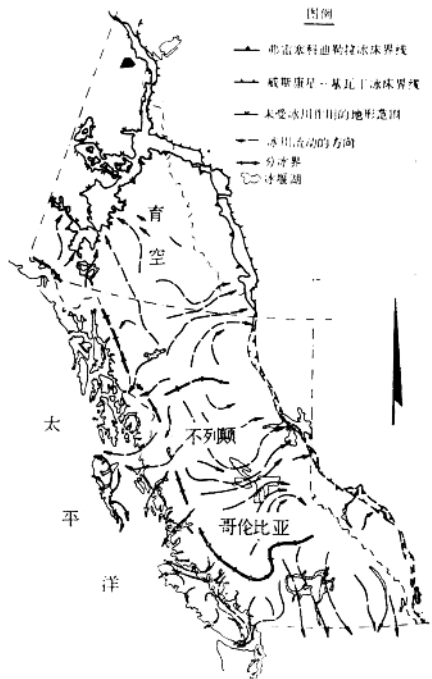


图5 加拿大科迪勒拉矿带中冰川作用界线及一般的冰川流向

质作了很好地总结，文见道格拉斯1970年编著的《加拿大地质与经济矿床》。

研究了远离矿床在下游的冰碛物中岩石学及地球化学特性都明显的岩石系列，结果认识到运积岩屑平均一般都离其发源地不远。这对较细的冰碛碎屑来说，甚至在大漂砾被水流放可达几哩以上的地区也是特别正确的。从勘查观点来看，这些冰碛物，特别是在高坡上的冰碛物，常常把它们看作是本来残留的。位移最远可达几百呎，但常常仅几十呎。但是在其它情况下，特别是在较低的山坡上，冰川搬运冰碛物的程度较高，并且它们在冰川后期沿山坡下滑使进一步发生改变。沿山坡再往下，宽阔的U形河谷中充填有外来的冰水和冰湖沉积物。从地球化学观点来看，这些地区不适于常规的土壤取样。在进行地球化学勘查时，最重要的是识别在该具体地区中占优势的复盖层的类型。

自然地理及气候

现在的地球化学主要单元是自然地理及气候。它们决定了风化的类型和速度，土壤类型，水系条件，这些因素对元素地球化学特点都有极大的影响。

加拿大科迪勒拉矿带是一北西走向呈直线状的山岳高原地带，及其从49°纬度圈到北极海岸平原，延长1500多哩。就全长来说，科迪勒拉矿带的特点是，东西两侧为阿尔卑斯山系，中部为一个复杂的内陆系统，由高原、穿织山岳及高地组成。总的面貌，这些系统在不列颠哥伦比亚是平行的，呈线状，但到北部，东侧系统形成一个大的向东突出的部分里面包有面积很大的内陆高原及山岳（鲍斯托克，1948，1970；查普曼，1952；霍兰德，1964）。

整个科迪勒拉矿带基岩地质和构造，与自然地理表现和命名之间有着非常对应的关系（图6）。西部系统阿尔卑斯海岸山占有主要地位，其中也包括圣埃利亚斯、海岛、卡斯卡德山及海岸海沟。

内陆系统尽管它是以山间高原为特点，也有广大的山岳、高地、和大的线状地槽，是一个很不均匀的系统。一般说来，山岳趋向于内陆系统东侧的边缘，但哥伦比亚山脉和高地完全越过系



图6 加拿大科迪勒拉矿带的自然地理单元

统延长，把内陆高原限制在南部。奥米尼卡及斯基纳山使此高原在不列颠哥伦比亚北中部终止，超过此范围向北，斯蒂凯因和育空高原延长到阿拉斯加，被凯撒、佩利、塞尔温和奥吉尔维等山脉切断。把大的线状山谷叫做槽地，是系统在不列颠哥伦比亚西北部（沙克瓦克槽地）及东部（落矶山槽地）的边界。但是后者延伸到育空地方（廷堤纳槽地）的部分横越高原东部的凸出部分，等等。

在不列颠哥伦比亚及阿尔伯塔东部系统中（只包括落矶山及小山麓）比较均匀，但是在育空及麦肯齐地方比较零乱，主要由落矶山脉相似的麦肯齐山组成，但包括有几块山不高的地区，还有些高原和平原。关于自然地理学的全面介绍可参考霍兰德1964年编写的“不列颠哥伦比亚地形”的一篇文章，或参阅H.A.鲍斯托克在道格拉斯1970年主编的“加拿大地质与经济矿床”文集中的一篇文章。

加拿大科迪勒拉的气候主要受自然地理条件，纬度以及接近海洋的影响。雨量变化特大，主要受地势影响。在海岸山脉年降雨量最多（每年100~200吋）；在半干旱的南部内陆高原年降雨量最少（每年不到20吋）；很多内陆高原雨量中等（每年25~35吋），内陆山岳年降雨量稍高一些（每年45~50吋）。平均温度受高度变化的影响比纬度变化的影响大。因此，在科迪勒拉矿带中，冻原沿海拔0呎的北极海岸平原到海拔约6000呎以上的49°纬度圈延伸。仅在育空北部才有连续的永久冻土带。育空地方有很多地区被断续的永久冻土带所复盖，而在不列颠哥伦比亚北部只有少数几块地方有不时发生的永久冻土层（依据鲍斯托克，1948；霍兰德，1964）。

土 壤

许多地质工作者不熟悉加拿大土壤学工作者目前所应用的土壤分类法，所以不能充分利用土壤测量图中所包含的资料。因此，在描述科迪勒拉矿带土壤之前，先简短地略述一下目前所用的分类方案。全部描述见“加拿大土壤分类系统”（加拿大农业部，1970）。

根据加拿大土壤分类系统所用的一些通用的小写字尾

表 3

字尾	意 义 及 例 子
c	胶结层，例如被灰化层中(Bfc)铁氧化物胶结的层位
ca	次生碳酸盐富集层(Cca)
e	粘土、铁、氧化铝等被移去的残积层，如灰化淋滤层(Ae)
f	富集有象灰化土中铁氧化物的层位(Bf)
g	全年或周期性的在水面下由于还原作用导致以灰白色和(或)杂色为特点的层位(Bg)
h	以有机物质的堆积为特点的层位(Ah)
t	富含粘土矿物的层位，例如青灰土淀积(堆积)带(Bt)
z	永久冻土(Cz)

土壤是很多因素（母体物质、气候、地貌、植被、时间等）的产物，结果形成与地表平行的层。根据层位的存在或缺失，根据其物理化学特点，能够对土壤进行分类。在比较老的

分类法中，基本层位(A、B和C层)的亚层是用数字脚码：A₁、B₁、B₂等来表示的，这些脚码目前用小写字母代替，表示层位的明显特点，例如“Ae”表示残积(淋滤)的A层，而Cca表示富含碳酸盐的C层。某些通用的字尾列于表3中。新旧分类方案的对比见图7。根据这种分类法把土壤分为八个层序(表4)，还可以增加细节进一步细分成组、类和系列。

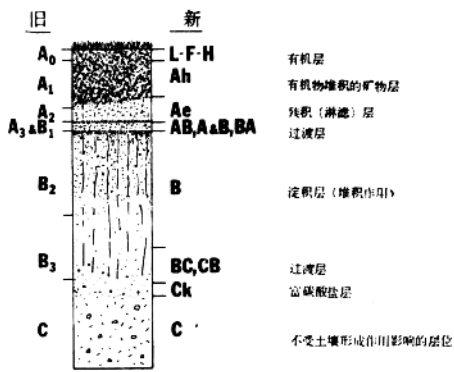


图7 加拿大农业部应用的土壤层位新(右)与旧(左)分类法的对比

加拿大土壤分类系统中的土壤层序 表4

层序	简要描述和赋存状态
黑钙土	排水良好和差的矿质土，Ah、Ahe、或Ap层的表面为深色土，有B层和C层，饱和和有碱性较高的二价阳离子，通常以钙占优势。这种土壤产生在寒冷、半干燥到半潮湿的大陆性气候地区。草地是有代表性的地区。
黑碱土	以盐的堆积为特点的土壤，通常发育在含盐的母体物质之上。
淋溶土	在温和和寒冷气候中，森林之下所形成的排水良好到不好的土壤，有残积层Ae及淀积层Bt。在B层之下可有少量的CaCO ₃ 的堆积。母体物质通常是其它中性物质或碱性物质。
灰化土	寒冷到温和气候中，发育在森林或荒原植被下面的排水良好和差的土壤，通常有清楚的Ae层。B层的特点是堆积有机物质、铁和氧化铝(Bh、Bfh)，通常形成在酸性母体物质之上。
棕色土	排水良好和差的土壤，具有一层褐色溶解物的土壤，缺失灰化B层。
非固结岩屑土	排水良好和不好的，层位发育很差，以致用任何其它层序都无法分类的矿质土。
潜育土	至少每年有部分时期是在还原条件下，饱和水的土壤，特征是具有灰色或杂色层，反映还原条件。
有机土	有如泥炭沼中的厚层有积堆积物土壤。