

地洼区成矿规律

〔苏〕弗·伊·斯米尔诺夫 主编

地 质 出 版 社

地 洼 区 成 矿 规 律

[苏]弗·伊·斯米尔诺夫 主编

周 裕 藩 译

徐 幼 先 校

地 质 出 版 社

内 容 简 介

本书是1973年在苏联伊尔库次克召开的关于地洼区（构造-岩浆活化区）成矿规律问题的会议专集。书中收集了40篇论文，基本上反映了国外在这一领域内的最新成就。

地洼活动（构造-岩浆活化）可以生成有重大工业意义的独特的矿床。本书阐明了这类有特色的矿床产生的地质和地球化学条件、成因特点和分布规律。这些内容对在我国广泛分布的地洼区里寻找这类矿床有一定的帮助。

本书可供矿产普查勘探人员、地质研究人员和地质院校师生阅读。

本书附图中的国界均按原样未加改动，请读者注意。

ПРОБЛЕМЫ МЕТАЛЛОГЕНИИ ОБЛАСТЕЙ ТЕКТОНО-МАГМАТИЧЕСКОЙ АКТИВИЗАЦИИ

Закономерности Размещения

Полезных Ископаемых

Том XI

Отв. редактор: В. И. Смирнов

Издательство «Наука»

Москва, 1975

地洼区成矿规律

〔苏〕弗·伊·斯米尔诺夫 主编

周 裕 藩 译

徐 幼 先 校

责任编辑：吴关

地质出版社出版

（北京西四）

地质出版社印刷厂印刷

（北京海淀区学院路29号）

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本：787×1092¹/₁₆印张：16³/₈插页：7页 字数：381,000

1987年6月北京第一版·1987年6月北京第一次印刷

印数：1—1,905册国内定价：4.10元

统一书号：13038·新436



序 言

1948年, IO. A. 毕利宾提出内容丰富的地壳活动带成矿理论, 从那以后, 毕利宾本人, 还有他那一派的人, 积极地发展地槽内生成矿学说。大家知道, 这个学说的基本点, 认为在活动的地槽向相对稳定的褶皱区转化的几个连续的期中, 产生一定的岩浆岩建造和与其共生的金属矿床。与此同时, IO. Γ. 斯塔里茨基等人开始了对老地台成矿问题的探索。最近几年, 主要由于A. Д. 谢格洛夫和E. Д. 卡尔波娃的活化区成矿著作的发表, 新老地台成矿的研究已深化了, 意义也更大了。现在, 把所有上述的和其它的成矿研究途径合在一起, 可以为褶皱区和地台共同地、而不是单独地探讨内生矿床形成的区域条件和分布规律, 也就是说, 把内生矿床形成的整个过程合并为一个统一的成矿组合。

成矿组合分为地槽阶段和地台阶段, 这两阶段又各分为几个期, 每个期均有其标型的岩浆岩建造和与其共生的内生金属矿床。成矿组合的所有内生矿床, 排成从地槽阶段早期到地台阶段晚期有规律地产生的一个链条, IO. A. 库兹涅佐夫关于岩浆岩建造也按这种顺序发展的观点有助于对这种排列的了解。内生成矿学家对库兹涅佐夫的观点作了某种简化, 这种简化对成矿学研究来说是完全允许的。这里, 至少有三种情况要考虑。

第一, 所谓岩浆活动和成矿作用的顺序, 应是指根据所有褶皱区和地台统计出的总体而言, 不要以为任何一个成矿省都可原封不动照搬。实际上, 有些成矿省在地质发展史中往往缺失成矿旋迴的这个期或那个期。第二, 地槽阶段和地台阶段的构造运动、岩浆活动和成矿作用, 不仅依照次序一先一后进行, 而且还可同时进行, 也就是说, 活动带的地槽过程与邻侧地台上的成矿过程同时发生。第三, 几个发展期的岩浆建造和金属矿床不占据成矿省的整个面积, 而是局限于严格限定的大型构造单元里, 大致有次序地排列, 形成区域性的岩浆分带和成矿分带。对于地槽来说, 下列三个区域性的构造单元特别重要: (1) 地槽谷, 状如贝尼奥夫型的构造, 产地槽阶段早期的玄武岩类岩浆产物、岩浆矿床、矽卡岩矿床和热液-沉积矿床; (2) 地槽谷旁的陆源岩拗陷, 产地槽阶段中期(同褶皱期)的花岗岩类侵入体、伟晶岩矿床、钠长岩矿床、云英岩矿床等; (3) 地槽阶段晚期的、向地台过渡的、独立的断裂网, 产浅成岩和喷发岩, 并有丰富多彩的岩浆期后矿床, 特别是有热液矿床伴生。

对于活化地台来说, 有重要意义的也是三个大型构造单元: (1) 平缓的凸起(台盾, 台垣), 产花岗岩闪长岩和碱性岩, 并有各种金属的热液矿床伴生; (2) 平缓的拗陷(台坪, 台陷, 台凹), 产含硫化物铜镍矿石的暗色岩; (3) 巨大的断裂, 包括地台边缘和地台内部的裂谷型断裂在内, 这类构造特别明显地控制着火山岩带、含碳酸岩的中央型超基性碱性侵入岩和含金金刚石的金伯利岩链。

根据上述情况, 可以提出成矿期的概念, 不过, 所注意的是成矿组合的地槽阶段, 因为以后的地台阶段, 不管地槽发展何时结束, 都到达了最晚的、年轻的期。从这个观点出发, 如所周知, 以划分出9个成矿期为最合适: (1) 太古代成矿期(3500—2500百万年); (2) 早元古代成矿期(2500—1800百万年); (3) 中元古代成矿期(1800—1650百万年);

(4)晚元古代成矿期(1650—900百万年);(5)里菲纪成矿期(900—600百万年);(6)加里东成矿期(600—400百万年);(7)海西成矿期(400—225百万年);(8)基米里成矿期(225—100百万年);(9)阿尔卑斯成矿期(100百万年—现代)。

我们不想详述所有成矿期的岩浆活动特征和含矿特征,不想详述火成岩和金属矿床的总的演化,只在地质发展史中指出下列各点。在俄罗斯地台和西伯利亚地台的太古代杂岩发育区,发现有元古代、里菲纪、古生代和中-新生代活化的产物。在西伯利亚地台的元古代和里菲纪褶皱区,发现有古生代和中-新生代地台阶段的岩浆活动和内生矿床。在哈萨克斯坦、中亚细亚、高加索等地,有基米里旋迴和阿尔卑斯旋迴的地台型岩浆活动和内生矿床叠加在古生代(加里东旋迴和海西旋迴)地槽型生成物上。只有在基米里旋迴、特别是阿尔卑斯旋迴的褶皱区里,才没有地台阶段的岩浆活动和内生矿床。

因此,成矿省越古老,它可能经历的活化期就越多。从这个观点看,也可把以后的或重复的地槽沟的产生,看作是极端的、最强烈的地台活化阶段,在这个阶段里,形成地台裂口,地台沿此裂口裂开,并且在出露的大洋型壳上产生地槽谷。由于这个原因,旋迴越老,鉴定地槽基底岩石就越困难。地台改造的若干其它形式,可被看作是未达地槽成熟程度的形变。但是不应把这种概念与多地槽发展和多地槽成矿说相混淆。多地槽成矿区在地槽系的位置上产生,该地槽系在一个接一个的构造期中,依次转化为褶皱区。高加索可以作为例子,它经历过加里东、海西、基米里和阿尔卑斯褶皱运动、岩浆活动和内生成矿期。

从地槽阶段到地台阶段及其活化连贯起来从理论上对成矿规律进行研究,有如下好处:(1)可以追溯岩浆活动和成矿作用从地槽初期到地台末期的演化;(2)可以看出在不断改变的环境中——先是柔性的活动带,后是固结了的稳定区——所发生的成矿作用的变化;(3)可以确定从地槽阶段向地台阶段过渡时继承下来的贯通金属矿床系列,也可确定地槽阶段和地台阶段各个期特有的标型矿床系列;(4)可以分析成矿物质来源、矿床形成深度、产生矿床的地质-构造条件的更替,特别是环境的更替(地壳以压缩为主变为以引张为主)和地壳结构的变化;(5)可以研究地球深部矿质聚积的物化参数的演化,等等。所有这些也是内生成矿理论的基本内容。

这种分析方法的实践意义在于:通过对成矿组合的研究,可以阐明地槽阶段和地台阶段各个期的岩浆活动与成矿作用之间在其产生的时间上和空间分布上的有规律的相互关系,从而为预测评价含矿性和指导以寻找地质历史不同阶段和不同期的矿床为目标的找矿工作打下科学基础。

本书反映1973年秋在伊尔库次克召开的关于构造-岩浆活化区成矿问题^①的例行的全苏成矿会议上讨论的思想。会议在西伯利亚中心这个多矿的边区举行,这里成矿组合的地槽阶段与地台阶段之间的关系最为清晰,研究也最详尽。西伯利亚中部和东部几个成矿期和几条活化带的重要金属矿床中的大部分(其数量有逐步增加的趋势)要求我们对其进行深入研究。会议一致认为,构造-岩浆活化过程引起的成矿作用的研究,有重大的理论意义和实际意义。但是如何认识构造-岩浆活化过程,看法还未统一。对地槽阶段末期与地

① 本书原名“构造-岩浆活化区成矿问题”。构造-岩浆活化区(或简称活化区)是地洼区的同义词(见本书第1、8、26、41页)。由于地洼区这个名词是我国所首创,现已广泛地应用于国内外的地质文献中,故把书名改为“地洼区成矿规律”,但在文中仍用原名“构造-岩浆活化区”或“活化区”。——译者注

台阶段初期构造变形和岩浆活动在时间上的相互关系，各有各的解释。哪些标志代表活化现象，构造活动、岩浆活动和成矿作用的哪些要素专属活化产物，仍然众说纷纭。活化期、地壳历史中活化的总体演化、单个活化期的部分演化的统一方案还未制定。有别于地槽矿石建造的活化期内生金属矿床的全部特征还未阐明。所有这一切再次说明，有必要作进一步努力，使关于与地质活化伴生的成矿过程的概念更完善。

本书登载了为在“矿产分布规律”丛书的届时轮到的一卷中刊印而专门准备的会议的最有代表性的资料。这套丛书的每一卷，按照惯例，反映某一大的成矿问题，在此场合是反映构造-岩浆活化成矿问题。书中主要登载西伯利亚地质学家的资料，他们为了解构造-岩浆活化过程、活化成矿，为发现、评价和开采重要的金属矿床做了很多工作。

对构造-岩浆活化和活化成矿看法的不一致，在本书资料中有反映。但是，围绕活化现象开展的讨论，提高了与会代表对所讨论的问题的兴趣，并且应当认为，将使这本集体写的著作的内容更吸引人。

我们预计，本书总的说来将会引起广大地质学家，特别是金属矿床学家，对地球及其矿产资源科学发展中的新动向的注意。

弗·伊·斯米尔诺夫院士

目 录

序言	В. И. 斯米尔诺夫 (III)
构造-岩浆活化区成矿的基本特征和矿床预测的新途径	А. Д. 谢格洛夫 (1)
老地台的活化和含矿的深部岩浆	М. М. 奥金佐夫 (8)
显生宙块断运动和成矿	Е. Д. 卡尔波娃等 (14)
构造-岩浆活化构造的类型及其发展的规律	М. С. 纳吉宾娜等 (25)
中亚中生代二次造山带分出的基本方面	К. В. 鲍戈列波夫等 (35)
活化区的构造-成矿类型	Д. И. 戈尔热夫斯基等 (41)
地拱-块断构造的发展及其在内生矿床分布中的作用	Н. А. 福格尔曼 (48)
从板块构造看构造-岩浆活化及与其有关的矿石建造	А. А. 科瓦列夫 (52)
非地槽型火山-侵入带的成矿	П. М. 赫列诺夫等 (58)
活化区的岩浆活动	Ю. В. 科马罗夫 (67)
活化区矿质的岩浆来源	Л. В. 塔乌松等 (72)
西伯利亚南部褶皱区和活化带的独立小侵入体及其成矿意义	Л. А. 米哈列娃等 (78)
原地台构造-岩浆活化阶段的岩浆建造和成矿	В. Т. 斯维里坚科 (83)
地拱-块断区的碱性建造及其成矿特点	Р. М. 亚希娜 (93)
地槽-构造-岩浆活化带系统的成矿	Г. В. 阿法纳西耶夫 (108)
活化区的含矿断裂	В. И. 卡赞斯基 (114)
构造-岩浆活化带的稀有金属矿床	В. В. 阿尔汉格尔斯卡娅等 (123)
构造-岩浆活化区的锡矿类型	С. Ф. 卢戈夫等 (129)
中亚中生代构造-岩浆活化和汞矿带	В. А. 库兹涅佐夫 (133)
西伯利亚南部褶皱区的构造活化带内物质来源和汞矿石建造的矿床形成的地球化学条件	А. А. 奥鲍连斯基 (140)
自治活化区里金矿床的地球化学特征	Ю. Г. 谢尔巴科夫 (146)
太平洋矿带北部活化区金的比较成矿学	С. Д. 舍尔 (151)
构造-岩浆活化区中的萤石矿床	А. А. 伊凡诺娃 (156)
乌克兰台盾的活化期和活化带及与其有关的矿化	Я. Н. 别列夫采夫等 (160)
构造-岩浆活化区矿床的一个新类型 (以卡累利阿南部和其他地区为例)	В. Е. 波波夫 (164)
哈萨克斯坦构造-岩浆活化区成矿特征	В. А. 格洛巴等 (170)
中哈萨克斯坦晚海西期活化带侵入岩浆活动的地球化学特征和成矿特征	Н. Я. 亚辛科等 (176)
活化带在科克切塔夫地块 (北哈萨克斯坦) 矿床形成中的作用	Ф. А. 列特尼科夫等 (184)
西伯利亚地台南部的边缘缝	М. П. 洛巴诺夫 (190)

阿尔丹台盾和蒙古-鄂霍次克褶皱系活化区成矿的若干特征及其在深部地质构	
成中的反映	Н. К. 布林等 (196)
贝加尔元古代褶皱区中生代构造-岩浆活化的成矿	В. С. 马雷赫 (203)
北滨贝加尔和维季姆高原晚古生代构造-岩浆活化带的结构和成矿特点	
.....	Г. В. 安德列耶夫 (209)
以雅库特为例探讨自治活化区的构造特征和成矿特征	В. В. 耶洛夫斯基赫 (212)
戈尔内阿尔泰和西土瓦中生代活化带中的铋-镍-钴矿化	
.....	А. С. 米特罗波夫斯基等 (217)
后贝加尔构造-岩浆活化期的稀有金属矿化	М. Д. 斯库尔斯基等 (222)
后贝加尔活化构造的成矿	Г. В. 阿列克桑德罗夫等 (224)
后贝加尔活化区钨矿床的区域分带和局部分带	В. И. 西兹赫 (229)
蒙古中生代花岗岩类的地球化学类型及其成矿	В. И. 科瓦连科等 (233)
从板块构造角度探讨亚洲东缘中生代构造-岩浆分带和成矿分带	
.....	Л. П. 佐年沙英等 (237)
后喀尔巴阡新第三纪自治构造-岩浆活化的成矿和油气的基本特征	
.....	Ю. А. 列伊耶等 (246)

构造-岩浆活化区成矿的基本特征 和矿床预测的新途径

A.Д. 谢格洛夫

引 言

构造-岩浆活化区成矿是一个复杂的综合性课题,涉及现代地质学的一连串问题,实际意义十分重要。对这个新课题的许多方面研究得还不够。在一系列问题上,首先在关于活化区大地构造发展的特点及其在地球区域构造总的演化过程中的位置问题上,还没有统一的观点。遗憾的是,在对构造-岩浆活化过程的本质看法上,意见分歧还比较大;所用术语也不统一。

虽然如此,但是地壳活化区问题,即地壳非地槽型活动区的演化和成矿的问题,已引起研究者越来越大的注意,它的理论意义和实际意义正在逐年增大。出现这种情况的原因首先是:用构造-岩浆活化区及其成矿的理论,可以从新的角度解释不能用传统理论——传统理论认为矿床必与地槽带和地台的发展有关——解释的许多地质现象。按实质说,以矿床的特殊组合为特征的构造-岩浆活化区的整个课题,是在全面分析与地槽-褶皱带的一般演化图式不相符合的“异常的”实际资料中产生的。

看来可以肯定地说,目前大多数研究者,都把构造-岩浆活化过程理解为叠加的构造现象和岩浆现象的复杂组合,这些现象在地壳发展的后地台大陆阶段发生,使地台和固结褶皱区的构造受到改造。

构造-岩浆活化过程的叠加性质及其在固结构造上的发育,是活化过程的一个普遍的、主要的特征,根据这个特征,可把活化过程划为特别的一类,还可使用似乎不那么明确的术语“构造-岩浆活化”,来表示与褶皱区里发生的地质过程有别的特殊的地质过程。

对现有实际资料和其他作者的观点所作的分析表明,构造-岩浆活化区可以截然分为下列两个原则上不同的类型,其中每个类型都有自己的成矿过程的发展特点,都有自己的成矿特色。

第一类型——在地槽拗陷的固结框架中由于地槽拗陷发展而产生的构造-岩浆活化区(М.И.伊齐克松和А.И.谢苗诺夫所理解的“反射”活化或“附庸”活化;Ю.М.普沙罗夫斯基和В.Т.马特维耶科所称的“共振”活化;М.С.纳吉宾娜所称的“复活”)。

第二类型——在地壳发展的大陆阶段不受地槽拗陷发展影响而独立形成的构造-岩浆活化区(М.С.纳吉宾娜所理解的活化;А.Д.谢格洛夫所称的自治活化;陈国达、В.Л.马萨依蒂斯和Ю.Г.斯塔里茨基所称的地洼区;Ю.В.科马罗夫和П.М.赫列诺夫所称的“模仿区”;Г.Ф.米尔钦克、Д.И.戈尔热夫斯基、Е.Д.卡尔波娃和В.Н.科泽连科所理解的某些地拱-块断区和块断区)。

构造-岩浆活化区成矿的复杂问题研究得还很不 够,尤其是自 治活化区,对它的全面研究现在还刚开始。但是,在研究这个 课题刚迈 出第一步的时候,就出现了一种 危险倾向,即把构造-岩浆活化过程的作用过分扩大,把本来属于 褶皱(地槽)带发展 结束阶段的现象也看作是活化过程。联系到这一点,不能不指出E. Д. 卡尔波娃(1973)的极端立场,她认为“构造-岩浆活化过程及与其有关的成矿作用,是和地槽区发展 结束阶段的过程分不开的”。这种说法其实是要取消把活化成矿问题作为一个独立课题来研究的必要性,充其量不过是把它归结为反射构造-岩浆活化区成矿的研究。

同时应当强调指出,最近几年,在似乎站在不同立场上的许多研究者中间,对构造-岩浆活化过程的看法已渐趋统一了。这首先是指B. E. 哈茵(1973)——活化课题的“大地构造方向”的代表之一——的有意义的研究。B. E. 哈茵(1973)在他最近一部总结性著作“普通大地构造学”中认为,后地台造山带有资格划为独立的一类地壳构造单元,其中一种可用自治活化区的名词(Ханн, 1973),另一种(B. E. 哈茵所称的环地槽的后地台造山带,同上,相当于反射活化区。B. E. 哈茵的这个结论有原则性的意义,因为它证实了,“大地构造学家”和“成矿学家”之间,在对待活化区大地构造发展的重要问题上,观点是完全接近的。

反射构造-岩浆活化区成矿

反射构造-岩 浆活化区(область отраженной тектоно-магматической активизации)分布在地槽的刚性框架里,形成沿地槽走向延伸的 比较狭窄的(宽不到100—150公里)地带。地槽框架的活化带的成矿特点,在1962年已由B. И. 斯米尔诺夫最早阐明。他指出,在某些地槽的两侧,除以前时代的矿床外,还有与地槽内产生的矿床同成因和同时代的矿床。这类矿床中有与纯橄榄岩-橄榄岩成分的岩墙状裂缝侵入体有关的铬铁矿(罗多彼、阿纳托利亚、伊朗等中间地块);有时也有与主褶皱幕出现时形成的花岗岩体有关的 不大的伟晶岩型和热液型钨锡矿床。在反射活化区里,地槽带晚期产生的矿床分布最广,如钼矿床和铜钼矿床,以及与其有关的、与花岗闪长岩成分的裂隙侵入体共生的金矿床和多金属矿床(外贝加尔,戈尔内阿尔泰,罗多彼中间地块,科克切塔夫中间地块,等等)。B. И. 斯米尔诺夫(1962)根据成矿作用的强度把反射构造-岩 浆活化区分成四类:(1)强活化区,邻侧地槽内已知的所有阶段的岩浆活动和成矿作用这里都有表现;(2)有限活化区,邻侧地槽的仅某一阶段的岩浆活动和成矿作用有表现;(3)弱活化区,仅邻侧地槽晚期的远热液成矿作用有表现;(4)邻侧地槽旋迴的火成岩和内生矿床这里都没有。

目前,在反射活化区里还划分出另一大组内生矿床,这组矿床在邻侧地槽拗陷里并未发现,但其时代与地槽拗陷发展的一定阶段相合。应划入这组矿床的,首先是地槽边缘某些陆相火山带的矿床,如与中等酸性的次火山共生的钼矿和铜矿,以及 不大的铁矿和金矿,有时也有钨矿。中哈萨克斯坦的泥盆纪火山带和伊朗中间地块边缘的火山带,都是这种含矿火山带的例子。哈萨克斯坦的乌斯品斯基矿带中发现的综合性的阿塔苏斯基式沉积-热液铅、锌、锰、铁矿床,看来应当归入反射活化区里产生的金属矿床。

Н. П. 拉维罗夫(1972)认为,反射活化区里的含矿火山带,总是在半地台条件下,

与地槽发展晚期同时形成的，中亚细亚和太平洋环的火山带可能即是。我们在伊朗-巴基斯坦火山带的观察表明，火山带的形成确与地槽发展同时发生，但在火山带，裂隙型侵入体及与其有关的铜钼矿化，在地槽拗陷发展中期，即在主褶皱幕时期，表现特别强烈。

有些反射活化区，因稳定性和刚性较大，使地槽框架里发生大规模的块断运动。这样的反射活化区里常产生含镍的橄榄岩-辉岩侵入体（北哈萨克斯坦，土瓦，北滨贝加尔），还常形成有稀土矿化伴生的碱性-基性杂岩体和碱性杂岩体（科克切塔夫地块，南天山，贝加尔山地，等等）（Михайлов, Щеглов, 1972）。这些岩浆和矿石生成物，许多方面与地台型生成物相似，是在邻侧地槽褶皱区发展的结束阶段，在反射活化区里形成的。

反射构造-岩浆活化过程分布比较局限，并且总是与邻侧地槽里发生的现象有联系，而这种过程产生的矿床，其成因和时代在大多数情况下均与褶皱区里形成的矿床相同。从实践方面说，这类矿床以在固结的地槽框架里由于火山带发育而产生的铜矿和钼矿最有意义。正如我们早先指出过的，引起并伴随反射活化的构造运动，只出现在地壳上部，与地幔里发生的深部过程显然没有联系（Михайлов, Щеглов, 1972）。

自治构造-岩浆活化区成矿

许多研究者，对自治构造-岩浆活化区（Область автономной тектоно-магматической активизации）划为与地槽和地台并列的独立的一类区域（全球）构造，仍持怀疑态度。他们看到地槽和活化区形成之间不可分割的联系，就认为凡稳定的大陆构造上产生的活动带（区），都应看作是地槽过程的反映形式之一。但是只要分析一下最新的实际资料（首先是成矿规律和岩浆活动方面的资料）和地球物理数据，就可清楚看出存在着独立的一类区域构造，这类构造在地壳发展的后地台大陆阶段产生，有一系列足以将它划为独立的一级构造单元——自治构造-岩浆活化区——的标志。

这类构造有如下几个主要特征。

1. 在地壳发展的后地台大陆阶段，在不同时代的褶皱区、地台和大型中间地块（有古老基底的构造出露地表）的刚性固结构造上产生。
2. 有独立的构造单位（火山盆地，含煤的断陷盆地，长期活动的断裂带和裂谷带）。它们常具叠加性质，其发展与下伏构造完全无关，并有特殊的地质建造。
3. 在不同时代和不同类型的构造（地台和褶皱区，不同时代的褶皱区，中间地块和褶皱区）的广大面积上同时出现。
4. 其形成的地方往往与同时代的地槽相距甚远。
5. 碱基性岩浆广泛出现，岩浆产物总的演化顺序是从酸性到基性；侵入体都是裂隙型的次火山岩体，与火山岩有密切联系；在远离地槽的活化区中部，岩浆活动强烈。
6. 有特殊的构造圈剖面：地壳总厚度不大，玄武岩层增厚，硅铝层厚度相应大减；地幔埋深较小。
7. 有强烈的重力凹陷和负均衡异常；热流高；地震活动性大，多浅震。
8. 有仅为这类构造特有的内生矿床组合，还有构造-岩浆活化过程的指示矿床。

上述八个主要标志综合起来，足以把自治活化区划为独立的一类非地槽型区域构造，这样，就不至于把自治构造-岩浆活化过程看作是褶皱带结束时的产物，把它同褶皱带发

展的晚期阶段和末尾阶段混为一谈。

上面所以要对构造-岩浆活化过程的自治性质详加论证,在我们看来,首先是因为这个问题目前仍在争论之中,而每个研究者在讨论这个课题时对它的态度又是必须极端明朗的。

在探讨某些构造-岩浆活化区的自治(独立于地槽的)发展时,应当指出B.И.卡赞斯基(1972)的有意义的研究。他以阿尔丹台盾和华南地台为例,指出在自治构造-岩浆活化过程中产生的矿床,可叠加在地台的矿床上。例如,前寒武纪早期,结晶基底刚形成时,阿尔丹台盾上产生了金云母和铁的接触交代矿床和含水晶脉;在地台条件下形成了含铂和稀有金属矿化的中央型碱性-超基性侵入体,而在中生代构造-岩浆活化过程中,则形成了金、钼和萤石的热液矿床。

较早一些时候,我们在几本著作里(Щеглов, 1968, 1971)讨论了自治构造-岩浆活化区成矿。我们指出这种地区是巨大的成矿省,那里集中了许多硕大无比的内生矿床;指出在地壳发展的后地台大陆条件下,可以产生有巨大工业价值的矿床。

我们曾经指出,自治活化区可分成两大类:(1)有明显叠加构造的自治活化区。叠加构造的发展分两阶段,第一阶段形成有陆相火山岩充填的盆地,第二阶段形成含煤的断陷盆地。(2)没有叠加盆地而断裂起主要作用的自治活化区。我们曾指出过,每一类自治活化区,每一个阶段,都有特定的矿床组合。还指出过,在不同的地区,不同阶段表现的强度和明显程度不同,而在某些情况下,其出现的顺序也不相同,这在成矿过程的特点上都有反映。

活化第一阶段产生最杂的矿床谱,有含锡的、含钨的和含钼的云英岩,高温热液的锡矿床和钨矿床,稀土碳酸岩和钠长石化含铌铁矿花岗岩,中温的锡矿床、钨矿床、钼矿床和金矿床(这种矿床通常在几个阶段形成,某些场合下有硫化物矿化强烈表现),以及多金属矿床、铜矿床、铀矿床和五元素类型矿床。这些矿床与不大的、成分复杂的裂隙侵入体有密切联系;矿床常赋存在岩墙田里。

不论哪个地区,活化第二阶段都形成低温热液矿床:萤石、重晶石、多金属、金、钨、铀、锑和锰等矿床。

萤石矿床在空间上与次火山基碱性侵入体组合紧密相关,尽管活化区彼此相隔甚远,这些侵入体仍很相似。其它矿床与岩浆岩的联系就不那么明显了。

许多自治活化区的一个显著特点是:矿床成线状分布,受长期活动的断裂带控制。矿床沿断裂带常集成一个个的矿带、矿区和矿结。有时在活化区产生大型叠加的含矿构造或成矿带。中间地块的活化区没有这种区域性的含矿构造,这里矿化集中在通常呈等轴状的矿区里,或者集中在局部的矿带里。

根据内生矿化的表现特点,可划分出自治活化区的若干类型。按照组成上叠式盆地的侵入岩和火山岩的成分,可以确定一定的成矿专属性:酸性喷发岩和裂隙侵入岩含锡矿;基性岩和中性岩含多金属矿;(成分复杂的)中性岩含钨矿;碱性岩含稀土矿。

自治活化第一和第二阶段的内生矿床有相近的一套元素。两者都以铅、锌、铀、银、金、氟、锰、偶尔钡和铯为主。但象锡、钨、钼、铋、铜这样的元素,只见于活化第一阶段的矿床里,在那里形成巨大的富集。第二阶段的内生成矿作用生成锑和汞,它们在第一阶段的矿床中基本上不形成大的富集;此外还生成氟和钡,特别是锰。在第一阶段、偶尔

还有第二阶段的铀矿床和多金属矿床中，砷化物和硫砷化物中所见的镍矿化和钴矿化广泛发育。

对活化区矿床中个别元素的表现特点所作的分析表明，有些元素可以作为活化区里进行的内生成矿作用的指示元素。锰就是这样的一种指示元素，氟也属之。

活化区内生矿床有一系列明显的成因特征，提示它们是在不大的深度形成的，外部压力极小，往往只相当于一个大气压。

最近，许多研究者（Н.П.拉维罗夫，В.И.卡赞斯基，Г.Б.伊齐克松，等等）强调指出固结基底在活化区矿床的形成和定位中所起的特别作用，在许多情况下，如就铀矿床和锡矿床来说，固结基底是成矿物质的来源。

В.И.卡赞斯基（1972）认为，活化区里构造运动的性质，在颇大程度上取决于下构造层的固结程度。下构造层的固结程度，还影响到地台盖层的构成、盖层的厚度、岩相的稳定程度、同沉积的拗陷和隆起的分布，并且归根结蒂影响到成矿特征的性质。

地台盖层厚度不大、不超过4—5公里的地区，可能最有利于岩浆期后矿床的形成。阿尔丹台盾和华南台块的后加里东部分符合这个条件。基底深陷、沉积盖层剖面最全（达8—10公里）的地区，中生代岩浆活动表现微弱得多，所成矿床是远热液型的。

В.И.卡赞斯基指出，构造层控矿的决定性影响，见于上下构造层在岩石成分和变质程度方面截然不同的地区。如果差别不大，上下构造层的内生矿床不会有多少变化。

应当强调指出，В.И.卡赞斯基最早阐明活化区断裂的特点及其“超长期的”发育，特别是在活化地台的边缘地带。他把活化地台的边缘分成两种：长期贯通发育的地带和短期发育的地带。他在自己的研究工作中确定了断裂在活化区矿床的表现和控制中所起的特别作用。

联系到自治活化区的成矿课题，有必要探讨一下构造-岩浆活化过程与板块构造的相互关系问题，或者精确些说，探讨一下构造-岩浆活化区理论与活动论的现代变种的相互关系问题。

我们认为，应用新活动论的大地构造理论，目前还只能最一般地、在全球范围内指出矿床与板块接合部位产生的不同类型的活动带的联系。大家知道，伴有特殊成矿作用的裂谷带，是自治活化区的组成部分，同时又被看成是板块移动时产生的有特色的构造。因此，虽然目前还不知道地球发展的新理论对成矿分析、对矿床分布新规律的阐明有些什么影响，但仍可以指出，以裂谷体制为特色的自治活化区，特别是在地台上，最接近于其发展特点和成矿作用可用板块构造理论解释的那些区域构造。

板块构造理论中有关成矿规律的部分，许多方面还是猜想性的，但是今天已很清楚，这个以新的实际资料为依据的假说，在大面积的成矿分析工作中是不能忽视的，同时也很清楚，自治活化区学说与板块构造学说的某些论点最为合拍。

矿床区域预测的若干新途径

构造-岩浆活化区成矿的研究有重大的实际意义，因为根据这种研究，可以从原则上是新的角度，评价大区域的工业远景。最近几年，在构造-岩浆活化区陆续有许多新的成矿省发现，并且正是在自治活化区，或者与其毗连的地区，找到了一批大型矿床。这里应

当指出巴西地台北部一个新锡矿区的发现，此处高温锡石矿床与二叠纪环状裂隙侵入体共生；澳大利亚地台和巴西地台也发现了早先不知道的萤石、汞和铋矿床。在活化区边缘，好些地方找到了新的层控型多金属矿、萤石矿和铋矿（捷克、罗多彼、法国中央中间地块，加拿大台盾）。

在许多古老台盾的前寒武纪岩石发育区，发现了许多赋存在长期活动的断裂带中的萤石、重晶石、铋和汞的低温矿床。它们的产生与前寒武纪固结构造的活化作用密不可分。在前寒武纪基底上发育的某些活化区里，铋、辰砂和萤石的工业低温矿床的发现，提醒我们要用新的眼光看待在台盾和地台上寻找这类矿床的工作，需要重新审查上述矿种的普查工作主要布置在年轻褶皱带的传统做法是否恰当。从这个观点看，叶尼塞岭上汞铋矿化的广泛出现（今天它已成为一个重要的汞铋矿省）就不足为奇了。波罗的台盾上的自然铋、萤石和重晶石矿床，以含电气石、黄铜矿和白钨矿的爆破筒为代表的芬兰独特的矿床（这类矿床还见于智利）现在已不认为是外来的了。

西后贝加尔不久前还被看作是“无矿的、受侵蚀的“亚洲古冠”，现在在这个自治活化区里已发现了钨、钼和萤石的新矿床。按实质说，西后贝加尔可被评价为一个新的萤石基地，这里中生代萤石矿床分布在活化了的元古代和加里东期构造里。换句话说，自治活化区现在已变成了重要的矿产基地，找到这种矿产基地是最重要的实践任务之一。在这方面，从新的角度分析似乎已很好了解了的实际资料，重新评价已肯定了的观念，有重大的意义。例如，М.М.姆斯齐斯拉夫斯基等人正确地指出，“把主山脉带不划为地槽，而划为地台的活化部分，会提高一系列金属的普查远景，并且据此可从新的角度，进行中高加索的成矿区划（Мстиславский等，1971）”。确实，目前甚至在高加索，在这个研究程度甚高、典型的“地槽区”里，也可划分出构造-岩浆活化过程及其特有的构造和矿床。

在评价含矿区远景时，特别要注意研究分布在构造-岩浆活化区边缘的地区，因为这里可以找到铅和锌、萤石和铋的层控矿床。阿尔丹台盾东部和捷克中间地块南部新的层控多金属矿床的发现，证实了这个我们早些时候提出的看法。叶尼塞岭东缘是寻找这一类型矿床的极有远景的地区，这里在西伯利亚地台的沉积盖层中已发现了许多研究尚差的铅锌矿点。从现今的观点检查这些矿点，作出工业评价，可能会导致意想不到的发现。

在颇大程度上从活化区成矿理论中引伸出来的另一个重要的实践任务，就是预测评价不同时代的火山带的不同矿床类型。在这方面，从区域成矿分析入手为西伯利亚和后贝加尔做的工作少得可怜。西后贝加尔中生代火山带，滨贝加尔中元古代火山带，萨彦泥盆纪火山带，仍照老样子是“不毛之地”。对这些延伸数百公里的火山构造研究极差，并且仅凭这点显然还不能说它们就是巨大的成矿带。但是不能排除在其范围内有可能找到各种矿床，包括在萨彦火山带找到阿塔苏斯基式的多金属矿床。

因此，联系构造-岩浆活化过程分析矿床分布规律方面的现有实际资料，往往可使我们从另外的角度评价大区域的远景，在其范围内指出新的找矿方向。

查明活化区及其独特的内生矿床，寻找并发现这类矿床——它们之中无疑将会找到有多种矿石的大型工业基地——，今天是应用地质学的重要任务之一。除了以一定地区的实际资料为依据重新审查地壳区域构造中矿床分布规律的传统理论以外，还应提出下列三个任务。

1. 预测、寻找和评价在前寒武纪基底上发育的自治活化区中的萤石、铋、汞和重晶

石的低温热液矿床。

2. 预测、寻找和评价自治活化区边缘的层控铅锌矿床。

3. 预测、寻找和评价西伯利亚和西后贝加尔的不同时代火山带中不同类型的矿床，以便在萨彦火山带中寻找阿塔苏斯基式矿床，在西后贝加尔火山带寻找铜钼和金银矿床，在滨贝加尔火山带寻找斑岩铜矿、金矿和萤石矿（Хренов等，1972）。

结 论

构造-岩浆活化区成矿是矿床分布规律学科中一个新的有前途的方向。它之所以有重大的意义，是因为与非地槽型活动区的成矿研究有关的、早些时候几乎不引起研究者注意的问题今天已被我们认识了。

活化区成矿是一个复杂的综合性课题。这个课题的许多方面，有待进一步探讨，使之更加完善。研究自治活化区，研究它的成矿规律，可找出它与板块构造理论的一定的联系，看出理论大地构造学与区域成矿学的接触点。

应当指出活化区成矿课题的重大实际意义，也就是说，应用这个新的理论，可以重新考虑大区域的远景评价，在似乎已很好地研究过的地方查明并预测新的矿床类型。

活化区成矿、活化区地质发展特点和构造发展特点的认识，为布置和组织普查工作打开了新的局面，促进了地质勘探工作效率的提高，而这必将导致、而在某些地区已导致新的矿床、成矿区和整个成矿省的发现。

但是必须强调指出，我们所探讨的这个课题还有许多未解决的和有争论的问题。其中有待全面研究的最主要的问题共有下面七个。

1. 确定自治活化与反射活化的相互关系，比较它们的所有特征，按照全部地质-地球物理标志和成矿标志有根据地划分不同类型的活化区。

2. 查明构造-岩浆活化区矿石建造的辨识标志。

3. 弄清褶皱区发展晚期和自治活化区的地质建造（包括矿石建造在内）之间的可靠的异同点。

4. 阐明基底在活化区矿床形成中的作用及其对成矿的性质和规模的影响。

5. 搞清断裂的生矿和控矿作用、断裂的特点和成矿意义、活化区边缘断裂在矿床形成中的作用。

6. 确定远热液层控矿床与活化过程的相互关系。

7. 在这个基础上查明新的反射活化区和自治活化区，分析它们的成矿规律，用来指导找矿，既找新的矿床类型，也找新的成矿区和成矿省。

在讨论构造-岩浆活化区成矿问题时，应当记住，许多问题目前还处于正在解决的阶段，个别问题，甚至问题提法本身，还有争论。正如一个新的科学方向诞生时所常有的，某些研究者用怀疑的眼光看待它的出现，认为所探讨的这个理论的许多论点是未证实的。这就令人想起B.И. 维尔纳茨基的话，他说，一切发现都扎根在深处，象拍岸的浪一样，人们的思想在酝酿着的发现周围多次徘徊，直到最后第九级浪冲来。

老地台的活化和含矿的深部岩浆

М.М. 奥金佐夫

最近几年, 由于许多地质学家, 主要是苏联地质学家——А. Д. Щеглов (1967), М. С. Нагибина (1967), Ю. Г. Старицкий (1968, Старицкий等, 1970), П. М. Хренов, Ю. В. Комаров (Комаров等, 1964) ——的研究, 查明了地壳上一些已稳定了的地区的继发构造-岩浆活化现象。

活化带(地洼区, 复活区)作为地壳的独立的大型构造, 主要发现于新地巨旋迴的褶皱区中, 是由于加里东期、海西期和更老的褶皱构造受到中生代和新生代的构造-岩浆活化而形成的。

可以肯定地说, 在地球地质历史的很长一段中——至少从元古代起, 都有构造-岩浆活化现象(Одинцов, 1967; Семенов等, 1967; Владимиров等, 1970)。西后贝加尔、东后贝加尔和东萨彦岭可作为不止一次的构造-岩浆活化的范例, 这里活化在加里东期和海西期的褶皱构造上发生, 活化时代主要是中生代, 但也有更老的。

迄今为止, 关于在地壳最稳定的地区里——在固结基底及其盖层形成后未停止构造发展的老地台上——构造-岩浆活化过程的表现问题研讨得较差些。必须弄清, 在这种发展进程中, 老地台上的构造-岩浆活化过程有哪些特殊形式, 它在老地台地质发展中的位置如何? 由于在较年轻的褶皱完成区里形成的构造-岩浆活化带有特定的成矿专属性, 弄清这些问题显得更有必要。此外, 在实际工作中还要弄清, 这种专属性是否也适用于老地台, 它以何种形式表现出来?

所谓地台的“构造-岩浆活化”, 我们是指在已稳定了的地台上发育的地台的形变过程, 这种过程伴有基底的破裂和不同成分的深部岩浆活动。

地台——在地壳的构造发展过程中产生的相对稳定的地区——按其结构特点和地质历史可划分为两大类。第一类地台在前古生代固结, 通常叫“老地台”(原地台); 第二类是新地台, 是在加里东期或以后固结的(后加里东期地台, 后海西期地台, 等等)。

“贝加尔期”固结的地块占据中间位置。在许多情况下, 贝加尔期褶皱构造加入到老地台基底中, 但是除此以外, 它往往还保留独立的位置, 形成造山带, 成为较新的地台的一部分。本文只讨论老地台(原地台)上构造-岩浆活化的表现。由古生代或更新的褶皱构造组成的新地台有自己的构造-岩浆活化特色, 与老地台显然不同, 因此不在此处讨论(Одинцов, 1961, 1962, 1972)。

原地台的褶皱基底是前寒武纪的, 其组成部分有: 若干太古代核心和把太古代核心连接起来的元古代(直到里菲纪)构造。沉积盖层厚达4000米以上, 有时夹巨厚的高原玄武岩及其凝灰岩。

地台和地槽中地壳的大地构造发展靠深部过程的能量补给。由于地台和地槽的物质分异程度不同, 地壳固结程度有别, 它们对来自地球较深地带的能量冲动便有不同的反应

(Белоусов, 1966; Одинцов等, 1968; Владимиров等, 1969; Одинцов等, 1970)。地球新地巨旋迴地质历史中地台的扩大, 并不意味着岩石圈构造活动强度的降低, 而只在形式上改变地壳对作用于它的地球深部地带发展过程的反应。原地台的构造发展和构造-岩浆活化的一般现象, 是地壳的地台构造对深部冲动的反应的形式之一。

原地台在固结后的地质发展, 可受地台本身范围内地壳的深部活动控制, 与邻侧活动带的发展没有直接关系, 也可与这些活动带的发展有牵连, 即已固结的地台被卷进活动带的发展中。这是一个极重要的区别, 有原则性的意义。

根据这些特点, 我们分出下列三种原地台类型, 其中每一类型都有自己的发展特色: 贡瓦纳-西伯利亚类型, 俄罗斯-加拿大(劳亚)类型, 中国类型(中国大地构造纲要, 1962; Одинцов等, 1968, 1970; Одинцов, 1972)。

第一类型原地台的特点是: ①在构造的地质发展中以深部因素占优势, 表现为大量基性和超基性岩浆向岩石圈上部升起; ②固结基底呈断块状; ③大型构造的轮廓不成线状。有这三大特点的, 主要是西伯利亚地台和贡瓦纳各地台——印度地台、澳大利亚地台、非洲地台和巴西地台。

第二类型原地台的特点是: 基底形变深度较小, 没有大规模的基性岩浆侵入到盖层的上上层位中, 其原因是基底破坏程度较小, 渗透性也不大。基底的深断裂在分布上有局限性, 为数不多。地台的个别部分与邻侧地槽带一起, 在相应的构造旋迴中被卷入构造变动, 形成线状构造。属这一类的地台有俄罗斯地台和加拿大地台, 它们有顿巴斯、蒂曼、威契塔和瓦契塔式的构造(Шатский, 1947, 1948), 也有马斯科克斯和肖德贝里式的断裂和深部侵入体。

第三类型原地台的特点是: (1) 变动强烈; (2) 由于地台体内有完全把地台改造过的次生地槽带和断块带发育, 地台被分割成一个个的块体。这些次生地槽带和断块带被看作是活化带(中国大地构造纲要, 1962)。

这三类原地台的构造发展, 由不同规模的各种局部构造形式的形成表现出来。其中可划分出两大组:

I. 既牵动地台基底也牵动地台盖层的构造。

II. 仅在地台盖层中有显示、在基底中没有可见的根的构造。

在大多数情况下, 盖层的任何构造变动总与基底的变动有关系, 但在第II组, 这种关系不是直接关系, 盖层岩石产状的变动仅与盖层的挠曲、底辟现象和其它根基不深的运动形式有关。

第I组包括以下构造:

1. 有高原玄武岩大规模喷发的构造-火山区——暗色岩区。

2. 地台内部根基较深的缝合断裂, 有的在结晶基底断块之间的分界上, 有的在断块内部。它们都有深部岩浆侵入体和壳内岩浆活动。

3. 堑壕式^①的线状构造, 有沉积物堆积和火山活动, 接近于冒地槽建造, 在以后的发展中变为褶皱带。

4. 克拉通周围的边缘构造, 既有拗陷的性质, 也有隆起的性质, 在发育过程中转化

① 堑壕原文是авлакоген, 又译拗拉堑等等, 是指线状延伸的高度活动的凹陷, 以切割地台基底的大断裂为界。
——译者注