

国外大地构造 与成矿学

(原“国外成矿研究”)

第 2 号

成矿分析原理

〔苏〕A. П. 谢格洛夫著

叶敬仁 译

周裕藩 校

中国科学院长沙大地构造研究所

1984年5月

说 明

本刊原名“国外成矿研究”，从1984年起改为“国外大地构造与成矿学”；本刊为不定期刊物，专门刊登国外有关大地构造学和成矿学的专著和论文，特别是与地洼学说有密切关系的专著和论文。

本书内容简介

本书由两部分组成。第一部分论述了成矿学和成矿学的方法问题；指出了成矿学做为—门科学的独特意义。强调了建造分析对于确定矿床分布规律的重要作用。

第二部分综合分析了主要地壳构造单元：地槽—褶皱区、地台、构造—岩浆活化区和中间地块的成矿学特征，论述了海底和洋底的成矿学问题，以及与成矿分析任务有关的新全球构造概念。最后指出了区域成矿学研究今后的发展方向和任务。

本书可供广大从事内生矿床：矿床形成条件和矿床在地壳中分布规律性研究的科研、教学和地质勘探的地质工作者参考，同样也适于上述专业的研究生和大学生们阅读。

А. Д. ЩЕГЛОВ

ОСНОВЫ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Издание Второе, дополненное

МОСКВА «НЕДРА» 1980

А. Д. 谢格洛夫 著

成 矿 分 析 原 理

(1980, 经过补充的第二版)

叶敬仁 译

周裕藩 校

中国科学院长沙大地构造研究所

《大地构造与成矿学》编辑部编辑

徐 州 印 刷 厂 印 刷



АЛЕКСЕЙ ДМИТРИЕВИЧ ШЕГЛОВ—

苏联科学院通讯院士,教授。矿床和成矿学方面的卓越专家,著有 250 多部科学著作,其中很多已译成外文。他创立了矿床区域研究的新的科学方向—构造—岩浆活化区的成矿学,在国内外得到了广泛的承认;对中间地块成矿学,钨矿和萤石矿床分布规律和成因的研究做出了出色的贡献。他的区域成矿学方面的单行本曾获得苏联劳动奖金。А. Д. Шеглов 是国际矿床成因协会主席。

中文版序言

在这本书中论述了苏联成矿学方面的材料,介绍了成矿学的历史和现状,以及苏联的研究者在揭露地壳中矿床分布规律时所采用的方法。

这本书是经过重要补充的第二版,在书中又加进了一些新的实例和章节,例如,关于宇宙研究在区域成矿学中的作用和苏联大陆上区域成矿学的某些新特点章节。本书的第一版(1976年)已有英文译本,并且为英语国家的地质学家们所广泛熟悉。这本书的第二版翻译为中文,使中国地质学家能够比较深刻地了解苏联成矿学的成就,以及苏联地质学家在自己的工作中所使用的理论概念和方法。

我国成矿学的特点是,把成矿科学与实际问题的解决,同时也与关于矿床在各种不同地壳构造单元中分布规律的最新概念的厘定,紧密地结合起来。

幅员辽阔的中国,具有极其复杂的地质构造,是个最使人感兴趣的地区。对中国进行成矿分析,可以导致很多新矿床的发现。

成矿学是一门正在发展中的科学,它不会停留在现有的水平上,它的一些概念正在不断地更新。现在,作者正在发展成矿作用在地壳中平行出现的一些新概念。这些概念的实质是在现代地壳表面上聚集的内生矿床是与在地球不同圈层上发生的极其多种多样的现象相互联系同时(平行)出现的。

我们关于内生矿床与地壳构造关系的一些概念正在变得复杂起来。出现了一些新的资料,说明地幔中发生的过程在矿床的形成中起着重要的作用,并且,某些矿床组与上地壳构造没有直接的成因联系。这些新的概念使现代成矿分析更加完满,使其一些个别的观点得到发展。

作者十分感谢陈国达教授选定把这本书翻译成中文,感谢他为本书的翻译付出的辛勤劳动。

作者希望本书对中国地质学家能有益处,通过这本书使中国地质学家能够了解苏联成矿学的状况和发展远景。作者认为,苏中两国地质学家之间的广泛接触,对于增加两个伟大民族的友谊是非常有意义的。

А. Д. 谢格洛夫

1983年7月于长沙

前 言

二十世纪后半页，科学技术的各个领域都在飞速地发展。把重大的科学新成果应用于实际，以科学指导生产，目前是加快国民经济各部门发展的必要的条件。总的来说，就是把科学变为直接的生产力。

因此，自然科学，其中包括地质学及其组成部分——成矿学，具有特别重要的意义。成矿学研究主要是解决重大的实际课题，以达到为我国的社会主义经济建设全面、及时地提供各种各样的矿物原料的目的。

成矿学是一门复杂的综合性科学，它综合着很多地质学科的研究成果。它的作用和意义在近些年来有很大的增长。做为一个明显的例子，例如，关于矿产在地壳中分布规律的理论，正在变为经济进步的源泉，使矿产预测和找矿方向的确定有了可靠的依据。

成矿学的内容是研究矿产的形成及其在空间和时间上的分布规律。要达到这个目的，必须借助于成矿分析。所谓成矿分析，就是在确定与地壳各种不同的构造单元有关的矿床形成的地质条件及其分布规律时所采用的一些专门方法的总和。认识这些规律，并且在地质工作的组织和实施中运用这些规律，这就是成矿分析的主要目的。

矿床在空间上和时间上的分布规律的阐明，与许多实际问题的解决有着不可分割的联系，其中最重要的就是发现一些大而富的各种不同矿产的矿床，重点首先要放在经济上有利于开发的，特别是已开发的我国一些地区。因此，在成矿学研究的现阶段，矿床分布的科学预测问题具有重要的意义，这些问题解决得好，就可使矿物原料基地得到扩大和改善。

本书所研究的是成矿分析的一些基本问题，分析的方法和观点，主要地壳构造单元成矿学的阐明。这些问题的知识对于研究一些具有特征性的具体区域的成矿学尤有必要。

近些年来，在苏联虽然积累了大量的成矿学研究的经验和矿床在各种不同的构造及区域内分布规律的实际材料，但是成矿分析的很多问题还没有厘定出来。因此，较确切地说，本书只能做为阐述这个复杂的、令人感兴趣的、具有很大实际意义的问题的区域成矿分析概论。

书中对一些主要问题的研究进行了尝试，根据笔者的看法，在对一些具体区域进行成矿分析的时候，这些问题是必须考虑的。在这里不准备以包罗万象的图表和工作方法的形式提出一些固定的《模式》（《Рецепты》），以使别人借助于这些模式很快就能解决提出的问题。笔者认为，成矿分析是个创造性的、艰巨的和严肃的科学工作，不能用任何刻板的方法把它固定下来。本书的构成就是以这种观点为前提的。

成矿学及成矿分析的建立，是苏联地质学派的成绩。苏联学者在这个领域的优先权是大家所公认的。这门科学的特点之一就是，它与新的矿产基地的预测和发现有关的最重要的实际任务的解决密切相关，《成矿学——这是一把打开发现大门的钥匙》，现在许多国外的研究者都有这样的认识〔493〕。

现在，成矿学是地质科学的一门公认的分科。正是在成矿学做为是一门独立的科学得到各方面和各国的研究者所公认的时刻，我们不能不满意地指出，曾为这门科学的原理和发展奠定了基础的，是很多苏联学者的著作，首先是В.А.Обручев, А.Е.Ферсман, С.С.Смирнов, Ю.А.Билибин, Н.С.Щатский, Д.И.Щербаков, К.И.Сатпаев, Х.М.Абдуллаев, В.И.Смирнов, В.А.Кузнецов, И.Г.Магакьян, Е.А.Радкевич, Г.А.Твалчрелидзе, Е.Т.Щаталов等人的著作。苏联的地质学，在成矿学方面之所以能够做为是一门独立的学科得到顺利的发展，并解决理论和实际中的一些重大问题，正是归功于这些学者。

近年来，在区域成矿学和成矿分析中出现了一些新的发展趋势。首先，所发表的一些著作的性质发生了变化，代替区域成矿总结，发表了一些个别元素成矿学、矿床组合（建造）方面的文章，这样，似乎填补了专门成矿学研究上的空白。其次，一些新的研究方法被积极地运用到成矿分析之中；除了数学方法之外，现在，在成矿学中正在成功地使用从宇宙空间得到的全球资料；使用地貌构造和古水文地球化学分析的方法；借助于计算机对地球化学和地球物理资料进行较广泛和较全面的分析。板块构造的概念对成矿分析也赋予了一定的影响；然而，板块概念按其原义首先是用来认识全球的成矿规律，只是在很有限的范围内才能用来（确切地说，实际上没有使用）阐明矿床在某些区域的分布规律。

所有这些都说明，成矿分析正在国内外强烈地发展着，说明成矿学从整体上来说是一门科学，它正在伴随着相邻地质学科的发展而日臻完善。这些情况首先也迫使笔者在补充了一些新的章节之后再版了这本书。

笔者早年的地质生涯是在 Ю.А.Билибин 的指导下进行的，他对笔者地质科学观的形成起过很大的作用。这本书的出版，也是为了对这位伟大的学者，苏联成矿学的创始人之一，表示纪念。

笔者感谢 В.И.Смирнов 院士和地质-矿物学博士 Р.М.Константинов 审阅手稿时提出的宝贵意见；感谢 Э.Н.Лаврова 对笔者工作的帮助。

感谢苏联塔吉克科学院院士 Р.Б.Баратов, Д.И.Горжевский 教授，苏联格鲁吉亚科学院院士 Г.А.Твалчрелидзе 为本书第一版提出的宝贵意见，在本书的第二版中笔者尽量考虑了这些意见。

目 录

前 言

第一部分 成矿分析的一般问题

第 一 章	成矿学——一门独立的地质学科苏联学者——成矿分析的奠基者国外的成矿学研究.....	(1)
第 二 章	区域成矿分析的方法学原理和方法原理.....	(18)
第 三 章	矿床在空间上和时间上分布的规律.....	(22)
第 四 章	区域成矿分带性.....	(42)
第 五 章	建造分析在确定矿床分布规律时的作用.....	(49)
第 六 章	区域成矿分析时的矿床研究.....	(62)
第 七 章	区域地球化学与成矿分析.....	(71)
第 八 章	区域地球物理与成矿分析.....	(75)
第 九 章	区域成矿学与宇宙研究.....	(83)
第 十 章	剥蚀与含矿区的远景评价.....	(89)
第 十 一 章	区域成矿预测的定量评价.....	(94)
第 十 二 章	含矿区的分区和分类原则.....	(100)

第二部分 地壳主要构造单元的 成矿学(区域成矿学)

第 一 章	地壳的主要构造单元.....	(111)
第 二 章	地槽-褶皱区的成矿学.....	(116)
第 三 章	地台的成矿学.....	(140)
第 四 章	自治构造-岩浆活化区的成矿学.....	(150)
第 五 章	中间地块的成矿学.....	(169)
第 六 章	海底和洋底的成矿学问题.....	(177)
第 七 章	新全球构造与成矿学.....	(181)
第 八 章	苏联地区区域成矿学的一些新特点.....	(189)
第 九 章	成矿分析今后的发展道路及区域成矿学研究的任务.....	(206)
结 束 语		

第一章 成矿学——一门独立的地质学科

苏联学者——成矿分析的奠基者

国外的成矿学研究

还是在地质学家创立区域成矿学，并使之成为一门独立的学科之前很久，俄国和其它国家开发矿业的经验就证明了矿床的分布服从于一定的规律，这些规律的认识可以促进矿床的发现。

俄国著名的自然科学家明确地了解矿产的分布规律对于解决一些实际问题的意义。例如，М.В. Ломоносов在他的关于地球的著作中就曾写道：「我们现在沿着自己的祖国走一走；着手看一看一些地点的情况，把有矿的地点和无矿的地点进行分别归类，然后在有矿的地点，我们将能发现一些可以指示含矿地点的可靠标志。」¹ М.В. Ломоносов的这些见解，以一般的形式，相当准确地确定了矿床分布规律方面的主要研究内容。后来，著名的俄国学者 Л.Л. Аносов〔12〕，И.А. Полетика〔295〕，А.Д. Озерский〔275〕等人曾不止一次地指出过，地壳中矿床的分布表现出一定的，各种不同规模的规律性。И.А. Полетика明确地指出了亚洲和美洲金矿床的分布规律，А.Д. Озерский指出了外贝加尔矿床的分布规律。他们强调了矿床带状分布的意义。

看来，矿床在各种不同规模的区域范围内（从矿省到矿区以至矿田）呈现带状分布的特点，是个头等重要的普遍规律，这种规律是以矿床分布的形式确定的，它为研究矿床在地壳中聚集的规律性打下了基础，为今天非常牢固的成矿科学的《大厦》的基础奠下了第一块《砖》。

现在，根据成矿学面临的总任务，研究方法和丰富的值得研究的地质资料，成矿学成了地质学的一个庞大的独立方向，其理论和实践意义相当于一门独立的科学。成矿学做为是一门独立的科学分枝，从矿床学中分出还不久，它是在一系列地质学科：矿床地质学、构造地质学、区域地质学、理论岩石学、地质建造学、地球化学、区域地球物理学、比较岩石学等的交点上产生的。成矿学在由其它地质科学组成的系统中的这种位置，就使它具有一门综合性科学的作用。它的任务就是根据各种地质现象之间相互关系的全面分析，来确定地壳中的矿床在具体的、具有专属的和相互不同的地质发展特点的区域中的分布规律。

现在，成矿分析已跳出了刻板地使用地壳活动带范围内内生成矿作用发育的万用模式的框框。这样，在进行成矿分析时就要求利用相邻地质学科的最新成果，引进揭示矿床分布规律的新的研究方法，其中包括研究各种地质建造的方法，对具体地区和全球范围的地球化学、地球物理资料进行全面分析，使用现代的数学方法来处理地质资料等。成矿学反映着相邻地质学科的最新成果，好象是处在它们的焦点上，它集中了每门地质学科在其各自的发展

¹ Ломоносов М.В. О слоях земных. М.—Л., Госгеолгиздат, 1949, 98页

领域中出现的所有新东西。换句话说，成矿研究和做为这些工作的一个组成部分的成矿分析的发展水平，是与相邻地质学科的发展水平密切相关的，相邻地质科学的最新成果是成矿学概念的基础。

同时，在成矿分析过程中所揭示的矿床分布规律，并不是总能够用以往的地质概念所能解释的。这些旧概念有时需要进行重大的修正，甚至有时需要从根本上进行重新审理。因而，成矿学的研究又反过来影响着相邻的地质学科。

必须指出，本书中使用的术语有：《成矿学》（《Металлогения》），《成矿分析》（《Металлогенический анализ》），《成矿图》（《Металлогенические карты》）等，而不采用《Минерация》这个词。

Е.Т.шталов〔439〕曾经有根据地指出，《Металлогения》和《Минерация》这两个术语都能够解释为《矿石的起源》（《Происхождение руд》），按照词义和地质含义它们为同义词。术语《Металлогения》有优先权，关于地壳中矿床分布规律学说的创始人总是使用这个名称，并且已被广泛接受〔439〕。因此，在这本书中我们采用《Металлогения》这个惯用的旧术语，而不使用《Минерация》还是比较合理的。《Металлогения》这个术语，在十九世纪末就被法国著名地质学家De.Launay〔499〕引入地质实践。然而它在苏联研究者中得到广泛的使用，是在二十世纪四十年代末期，当时对于矿床分布规律的研究在我国得到了广泛的开展。

我们将指出，近年来不仅对金属矿床区域分布规律的研究进展很快，而且非金属矿床、煤、石油、天然气区域分布规律的研究成绩也很显著。

按笔者的看法，在这里有必要回顾一下历史。从苏联政府成立的第一天起，就向地质工作者提出了一些复杂的重大任务，要求为国民经济提供各种矿产资源。

В.И.列宁把矿产资源问题做为一个重要的问题确定下来，认为社会主义制度的巩固和发展，就依赖于这个问题的解决。在《科学技术工作计划大纲》中，他曾提出：《…要组成一系列的专家委员会，以保证能够较快地编制俄国工业和经济发展的改造计划。》（В.И.Ленин.Пол.собр.соч., 36卷, 228页）。В.И.列宁指出，必须把工业合理地布局在矿产资源附近。以本身的矿产资源来保证国民经济的发展，曾被认为是一个重要的问题。列宁的这个指示，曾在编制地质工作发展规划和根据自然生产力发展的情况来组织各级专业委员会和部门这些工作中得到了实际的体现。曾经建立一个研究库尔斯克磁异常的特别委员会。根据列宁的建议，在一九二〇年的劳动者和防务会议上制定了一系列的紧急措施，来增加煤和石油的开采量。大量的学者和专家参加了发现新矿床和恢复石油和矿业的工作，领导这些部门的是党和国家的卓越领导人Г.К.Орджоникидзе, С.М.Киров, С.В.Косиор等。

有这样的一个事实可以说明列宁非常重视发展我国的地质研究工作。一九一八年四月三十日召开了一次全国人民代表大会，由列宁担任主席。在这次代表大会上第一个研究的就是地质委员会提交给苏联政府的地质工作生产预算。监察机关在大会之前曾提出过要缩减这个预算，并且遭到地质委员会的反对。由于发生了意见分歧，只好提交给全国人民代表大会进行仲裁。

为了保住这个预算，地质委员会的工作人员Я.С.Эпельштейн受邀参加了这次代表大会。他在回忆这件事的时候，写道：《听完政府监察部门和地质委员会代表们的简短发言之后，做为大会主席的弗拉基米尔·伊里奇坚定地提议，批准地质委员会的预算，不要进行缩减，然后又补充说，对于与查明矿床有关的研究不应吝惜钱财。这个由一个真正伟大的政府领导人的英明和高瞻远瞩主使的串请，曾得到与会的所有其它人民委员的高声赞同》〔469, 89页〕。В.И.列宁曾多次强调过尽快地查明我国矿产资源的必要性。

С.Ф.Олденбург院士在一九二一年曾与А.М.高尔基一起接受过В.И.列宁的接见，在他的回忆中〔276, 3页〕引有弗拉基米尔·伊里奇的这样的一段话《…需要科学真正地认识到现在有一些刻不容缓的任务。属于这些任务的，我认为首先是查明我国的矿产资源。查明自然生产力并把它适当地用到国民经济之中。在这里，没有科学，当然，是任何事情也做

不成的。并且，科学也应该明白，这是它的首要任务之一。列宁关于最快地发展生产力和合理的工业布局思想的实现，要求建立一个新的，能够担负起矿产资源研究的重大和复杂问题的地质单位，以保证为工业提供各种各样的原料。

В.И.列宁曾把我国强大工业的建立与俄国具有的潜在矿产资源联系在一起。《我们有丰富的自然资源，充分的人力和辽阔壮丽的国土，伟大的革命把这些材料交给人民进行创造——为了建立一个真正强大和富足的俄罗斯》（В.И.Ленин Полн.Собр.соч., 36卷, 80页）。

地质研究在苏联达到了相当大的规模。从苏联政权最初的年代起，在我国就已经广泛地开展了找矿和勘探工作，其速度每年都在增长。这些工作曾导致我国大量矿床的发现。

在短时期内苏联地质学家就建立了可靠的矿物原料基地，这个基地成了快速发展我国国民经济的坚实的物质基础。

在伟大的卫国战争的艰难困苦的年代里，当希特勒匪帮侵占了克里沃罗格铁矿床，顿巴斯煤矿和采矿及高加索的有色金属矿床的时候，苏联地质学家立下了英雄的功绩，为我国战时工业提供了必需的原料；在我国东部地区发现和勘探了这些矿物原料的新矿床。

在苏维埃政权的年代里，为我国社会主义工业和整个国民经济的发展，建立了坚实牢固的矿物原料基地，探明的铁矿贮量增加到原来的七十倍，实际上重新发现了铜、铅、锌、稀有金属、钛、金刚石、锡、钨、钼和其它矿产的矿床。在地质学家们发现的矿床区建成了和正在工作着无数个采矿企业。在苏联的中部地区，在乌拉尔，在西伯利亚，哈萨克斯坦，在远东，在我国的北部，都产生了一些新的矿山联合企业。

在苏联，具有世界上正在使用的所有形式的矿产。在这方面，我国比一系列的资本主义国家都有利，并且在世界矿物原料平衡表内居于主要地位。

同时，苏联地质学家正面临着完善我国矿物原料基地的下述一些急待解决的任务：为正在生产的矿山联合企业提供稳定的贮量；首先是发现新的，处于有利经济条件下的矿区和矿床；发现在贮量上还没有完全满足国民经济增长需要的那些矿产的矿床；改善一系列矿产（铝、铁、锰、磷灰石、萤石等）的矿床地理分布的不合理局面。

现在，苏联从事地质研究的人员有50多万，其中工程师和技术员达到10万人。有11000个勘探队在工作。地质研究已在整个国土上展开；在很多海上也在进行工作。这种规模的工作在世界上还是不曾有的。由于这些工作的结果，积累了极其大量的实际材料，为科学的总结和新理论的诞生创造了基础。

为了充分评价导致在苏联发现新矿床和新矿区的地质研究的宏伟规模，我们来简短地论述一下革命前的俄国原料基地的情况。在矿产研究方面，与其它发达的资本主义国家相比，在二十世纪初俄国非常明显地落后。例如，在伟大的十月革命前，在世界工业中做为金属使用的有29种化学元素，在这些元素中，俄国开采的只有12~13种（Fe、Au、Cu、Pb、Ag、Pt、Zn、Ir、Ni、W、Mn、Cr、Hg），并且其中的一些元素只是在第一次世界大战时才开始开采。

沙皇俄国对矿床的研究极其微弱。甚至连粘土都要从国外进口，就足以说明这种情况。同时，在俄国领土上很早之前就发现有各种各样的矿床。然而在很多方面都要依赖于外国资本的、经济落后的俄国，由于使用极其简陋的技术，并且找矿和勘探工作的组织非常薄弱，矿产资源实际上等于完全处于地下，而未被开采利用。

革命前的俄国被认为是矿产贫乏的国家。在一九〇四年俄国铁矿石贮量居世界第五位，排于美、德、法、英之后，其总贮量大约为20亿吨（占世界的1.13%）。相当大的一部分贮量为低等矿石。

沙皇俄国的锰矿石来自两个矿床：尼科波尔矿床和恰格拉矿床。这些矿床在当时研究得很差。矿床的开发利用是靠大量引进外国资本无计划地进行的。相当大的一部分矿石被运往国外。在一九一三年锰矿石的地质贮量为168百万吨。

铬矿床很早就发现于乌拉尔，但是其强烈开采只是从十九世纪后半页才开始的。铬是一种不多的矿产（如果不是唯一的话），按其开采量，沙皇俄国在十九世纪末占世界首位，并且可以保持五十年。在一九〇一年俄国曾采铬22169吨（占世界产量的47%）。在随后的一些年代里，开始在新喀里多尼亚群岛强烈地开采铬矿石，接着又在齐姆巴布瓦开采铬矿石，1913年我国的铬开采量已占世界总产量的15%（26217吨）。

在有色金属的贮量方面，沙皇俄国在世界上是排在最后位置的国家之一。铜、铅、锌矿床研究得很弱。铜矿石主要来自乌拉尔的一些矿床，部分采自外高加索。1913年俄国铜的预测贮量为60万吨；铜的年开采量不超过世界年总开采量的4%，只达到4.3~4.5万吨。铅的总贮量达51万吨，锌的总贮量110万吨，其年产量分别为铅1.5千吨和锌2.0千吨。

沙皇俄国没有镍和钴的工业，虽然在19世纪20年代就在乌拉尔发现了高级镍矿石。在1907~1908年，发现了大型的乌法利依镍矿区，但是在革命前俄国的条件下，这些矿床未曾开采。尤其是钴矿石，在高加索开采的极少量的矿石还被运到德国去了。

沙皇俄国未曾发现炼铝原料的矿床，然而当时的一些先进的学者已经很好地认识到了铝在工业上的意义。例如，В.

N. Вернадский在1916年就曾谈到过铝: «它的前途是很大的,既可做为合金,又可做为纯金属。它在战争方面的意义也不小。这是我们最容易得到的元素之一,是构成地壳的主要元素之一,按其分布量它占第三位,仅次于氧和硅。然而在沙皇俄国却好象没有炼铝的矿石一样。实际上在俄国从来也没有认真去找过铝土矿,虽然非常可能存在铝土矿层,至少可以说,刚玉矿床真正地没有勘探,外加高加索大量的明矾石矿层研究得很差,甚至连我们的粘土资源都没有弄清楚»〔67, 417页〕。

象锡、钨和钼这样的一些稀有金属在沙皇俄国实际上未曾开采过。由于1914年的战争,曾对这些金属的兴趣有过明显的增加。当时曾开采过外贝加尔的钨矿床和奇科依矿床(西外贝加尔)的钼矿石,在第一次世界大战期间从这些矿床中开采过12吨精矿。

极其少量的锡矿石采自外贝加尔的鄂嫩河矿床和拉多加湖的彼特格兰德矿床。在俄国领土上,还是在17世纪后半页就在外贝加尔发现了锡矿床,当时开采锡是为了生产青铜。

在沙皇俄国未曾发现过铋矿床,而汞矿床也唯一只有顿巴斯的尼基托夫矿床,其储量大约为1700吨金属量。

虽然矿物原料基地的研究程度普遍很微弱,在俄国,主要在乌拉尔的一些地区,也发现了一些相当大型的砂矿床和原生矿床。在这里,于1945年发现了第一个原生的别廖佐夫矿床,从1814年起就开始开采含金砂矿。19世纪后半页,在外贝加尔列诺地区和阿穆尔河地区发现了一些金矿床。在19世纪中页以前,俄国的金开采量占世界第一位,而从1913年起,下降到第四位。

1824年,在乌拉尔的含金砂矿中发现了铂。19世纪末~20世纪初,俄国的铂开采量居世界第一位。俄国的银采自东外贝加尔和矿山阿尔太的多金属矿床的矿石中。稀有和分散元素的矿床在沙皇俄国未曾发现,而放射性矿床只有中亚唯一不大的秋雅-穆尤矿点。

上面列举的矿产,从本质上来说包括了沙皇俄国所利用的所有地下资源。

在具有丰富矿产资源的沙皇俄国的广阔领土上,找矿勘探工作进行得非常有限,而矿床的开采也只有不大的规模。现代著名的学者B.И. Вернадский认为,俄国矿产资源的全面开发,与俄国的普遍发展和工业进步具有直接的关系,他于1916年写道: «我们不仅没有充分地利用我国矿物界巨大的潜在能量,而且也没有足够地认识它。而之所以认识不够,是因为我们没有花本钱去获取这种认识。

这种情况不能再继续下去了。现在就必须坚定地着手研究这种蕴含在我国地下的力量,这种研究只能通过一条途径进行,就是要有步骤、有组织地进行工作,并建立以此为目的的专业研究所»〔67, 417—418页〕。

B.И. Вернадский〔67〕列了一张有意义的表格,来评述俄国的矿产资源情况(表1)。

当时已发现的很多矿石在沙皇俄国都没有开采,并且其中的一部分还要从国外进口。

在沙皇俄国已发现的大部分金属矿产储量都相当小,只能做为手工采掘的对象。只是在1917年以后,伟大的十月社会主义革命为顺利的开发隐伏于俄国地下的矿产资源创造了所有的条件,同时苏联地质学家在历史上很短的时期内,为祖国找到了大量的煤、石油和天然气矿床、金属矿床和非金属矿床。

表1. 在俄国未开采或者少量开采的元素 据B. И. Вернадский〔67〕

实际利用	元素总数量	已发现的矿石	矿石已被发现但未研究的	矿石未被发现但可能存在的
未开采的	30	9 U, La, Li, Cs, Pd, Sb, Ti, Th, Ce	14 B, Br, Bi, Cd, Mo, Sn, 镭的射气, Ba, Ra, Se, Sr, U, Zr, Ti, Ge	7 He, K, Ne, 放射性元素
少量开采的	12	6 Ba, I, Hg, Si, S, F	5 Al, W, Pb, Ag, Zn	2 Co, Ni

苏联学者一成矿分析的奠基者 在前几个五年计划期间广泛开展的地质研究,导致了很多矿床的发现,积累了丰富的、值得深入分析和总结的实际资料。要提高普查找矿工作的效

率,就需要进行具体的预测工作,而要做好预测工作,只有在了解矿床基本分布规律的基础上才能进行。对我国各个不同区域矿床分布凭经验的实际材料进行总结,导致在苏联产生了地质学的一个新领域—关于地壳中矿床分布规律的学说。

苏联学者所开展的地壳中矿床分布规律方面的研究工作,现在是众所周知的;受到很多国家地质学家的承认。苏联学者首先在本国开始了系统的区域成矿研究,揭示了各种金属与不同的地质因素之间的相互关系,并且厘定了区域成矿分析的科学理论基础。

成矿研究早在20年代就已经进行了,其目的是为了确定矿床在一些大型省中出现的普遍规律,以比较有效地确定地质勘探工作的方向。特别著名的著作首先要数 В. А. Обручев [266]论述西伯利亚的成矿期和成矿省的著作及 А. Е. Ферсман [406]关于蒙古—鄂霍茨克稀有金属带方面的著作。

对实际材料进行凭经验的总结,似乎据此可以较有效地确定找矿方向,这是20年代和30年代成矿研究的主要形式。基本上,成矿研究只是集中在一些个别的地区,在很小的程度上,这些研究具有广泛总结工作的性质,其目的是为了揭示一些大型地壳构造单元典型的一般规律。同样在这些年代里,还开展了揭示在苏联的主要成矿区域内矿床分布规律方面的研究,研究结果积累了新的实际材料,并且做出了第一批总结,得以确定了以前所未知的矿床分布规律。

从这些研究中,大致可得出下述三点最一般的理论性的原则:

a)确定了一定类型的矿化与一定成分的岩浆岩之间的明显关系,使 С. С. Смирнов 后来得以提出所谓专属侵入体的问题。

б)确定了在各种不同区域范围内的矿化分带性,这种分带性说明了在一些较大的成矿省范围内一定含矿区的专属特征。

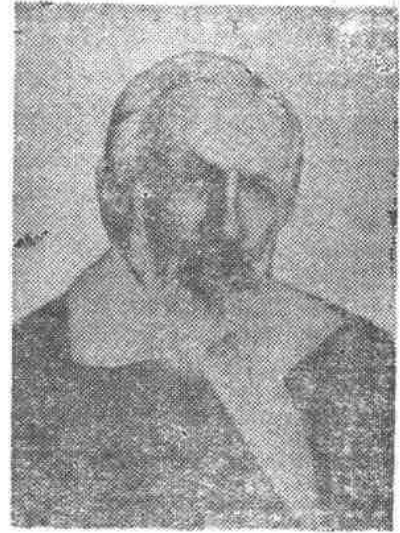
в)这一点可能是最主要的,就是,发现了在地壳一连串的发展阶段中,具有其特有的一定的矿产组合。

做为这些著作的例子,有 С. С. Смирнов 关于东外贝加尔的研究和 В. П. Нехорошев 关于矿山阿尔太的研究。他们在上述地区首先确定了具有不同矿化的矿带。在这些年代里特别有成效的成矿研究有 А. Г. Бетехтин, А. Н. Заварицкий, П. М. Тараринов, С. Н. Иванов 等人关于乌拉尔的研究; В. Г. Грушев 和 Л. А. Варданянц 关于高加索的研究; Д. И. Щербаков, Б. Н. Наследов, Р. И. Вольфсон 和 В. М. Крейтер, А. В. Королев 和 В. И. Смирнов 关于中亚的研究; К. И. Сагпаев, Н. Г. Кассин, М. П. Рукаков 关于哈萨克斯坦的研究; М. А. Усов, В. А. Кузнецов 和 Ю. А. Кузнецов 关于西伯利亚的研究; И. Ф. Гругорьев 和 В. П. Нехорошев 关于矿山阿尔太的研究; С. С. Смирнов 和 О. Д. Левицкий 关于外贝加尔的研究; С. С. Смирнов 和 Ю. А. Билибин 关于苏联东北部的研究。这些著作的特点都是,对矿床的规律进行总体的历史分析,把矿床的形成过程与其它地质现象相互联系起来进行研究。

在这个时期的著作中, С. С. Смирнов 的研究占有特别重要的地位。从本质上来说,他的关于东外贝加尔和苏联东北部的成矿学方面的著作 [355, 356, 357, 358] 是我国第一批最大的研究成果,这些著作全面地分析了矿床与岩浆作用,沉积作用和地质建造之间的关系。这些著作从方法学上来说,是现代成矿研究的首创。С. С. Смирнов 阐述了东外贝加尔矿化

В.А.Обручев,
С.С.Смирнов,
Ю.А.Билибин
苏联学者——

成矿分析的奠基者



带状分布的特征及其原因。在稍后的关于苏联东北部和特别具有全球性的太平洋矿带的成矿学方面的著作中,С.С.Смирнов[361,362]以具体的例子指出,一些区域具有其固有的成矿专属性,这些成矿专属性是由其构造-岩浆活动的特点决定的,对于地壳的一些大型构造单元来说,其构造-岩浆活动的特点是各不相同的。

在30—40年代,Д.И.Щербак[465,466]对中亚和高加索的成矿研究做出了重要的贡献。他从建造的角度对这些地区的矿化分布进行了分析,并且特别注意基底对矿床形成所起的作用。同样在这些年代里,Ю.А.Билибин[40,41]发表了第一批总结性的著作。

特别重要的是,在这些研究过程中,以一些主要的学者为核心产生了一些由矿山地质学家和区域成矿分析方面的专家构成的学派。上述的一些著作从根本上奠定了现代成矿研究的基础,把苏联地质学派推上了成矿分析方面的领先地位。只是在1941—1945年伟大的卫国战争中,严重地破坏了成矿研究的发展,迫使所有的地质工作都去解决与扩大国家的矿产基地有关的一些实际问题。然而在这些艰难困苦的年月里,正如Е.Т.Циталов[439]所正确指出的那样,一些最重要的金属矿产—锡、钨、钼、金等的专门成矿学却得到了特别的发展。

在战后的年代里,成矿研究在苏联得到了非常广泛的开展。这个时期我国成矿研究的发展是与С.С.Смирнов和Ю.А.Билибин的名字联系在一起。苏联地质学家以充分的根据认为他们是成矿分析的奠基者。

正是在这些年代里,С.С.Смирнов和Ю.А.Билибин的著作使成矿学形成了地质学的一个独立分科,并且在这些学者理论总结的基础上,成矿学开始了顺利的发展。

对苏联成矿科学的创立和发展做出了巨大贡献的Ю.А.Билибин曾这样称赞С.С.Смирнов«谢尔盖·谢尔盖维奇也是主要的苏联成矿学派的奠基人。他在自己的成矿学著作中详细地阐述了矿业发展的主要趋势,这些发展趋势决定了和正在决定着矿床学和成矿学的基本思想的发展过程 and 方向。他坚定地指出了美国成矿模式的不可靠性,这些模式在苏联矿业发展的条件下是无效的。他以自己的锡矿成矿学方面的著作,为专门成矿学应该解决的问题做出了典型的示范。在区域成矿学和普通成矿学方面,他为苏联地质学家提出了一系列完整的、



重要和尖锐的问题，为这些问题的解决指明了途径，指出了苏联成矿学进一步发展的道路，及未来苏联的成矿学说的完整轮廓》[46,402页]。

关于Ю.А.Билибин的情况也谈上几句。Ю.А.Билибин的名字象传奇一般，不只是在熟悉他的地质学家当中流传。从他去世的那一天算起，过去的时间越长，他的科学著作和发现越显得完全和有分量，他的个性和他对苏联地质科学和实践的贡献也越明显。虽然这个卓越的研究者已离开我们近三十年了，今天，读到他的著作，有时还仿佛觉得他仍然和我们在一起，站在地质队伍的最前列、在那些理论问题与实际任务紧密地交织在一起、迫切需要解决的地方，都有他出现在那里。

Ю.А.Билибин(1901—1951)——著名学者，苏联科学院通讯院士，苏联成矿学派创始人之一，当年最伟大的岩石学家和矿床学家。我国金矿基地的建立是与他的名字联系在一起的。他为地壳中内生矿产在时间和空间上分布规律的学说的发展做出了巨大的贡献。Ю.А.Билибин是个具有多种专长的学者，他的所有科学活动都是为了解决一些重大的实际问题，首先体现在苏联东部金矿基地的创建上。

Ю.А.Билибин的实践活动积累的大量的实际材料，都综合在他的一系列论述金矿床分布规律的著作中，这些著作把Ю.А.Билибин推进到我国卓越的学者之列，并使他为众人所熟知。

在Ю.А.Билибин的遗产中，关于金的成矿学和区域成矿学方面的著作，占有独特的地位，这些著作与С.С.Смирнов，А.Ф.Ферсман等人的著名著作一起，共同奠定了苏联成矿学的基础。Ю.А.Билибин建立了地槽带发展过程中内生矿化演化的第一个模式，指出了不同类型地槽带的成矿学特征，并在此基础上厘定了区域成矿分析的一般原则，这些原则成了现代成矿研究和成矿学概念的基础。Ю.А.Билибин的思想得到国内外的广泛承认。

Ю.А.Билибин是С.С.Смирнов的著名的同道者和追随者。在理论成矿学方面，他的著作多年来一直在前面决定着苏联成矿学概念发展的主要方向，直到现在还没有失掉它的意义。Ю.А.Билибин科学遗产的作用是巨大的——在这个学者的著作中，首先形成了成矿科学的理论基础，并且阐明了在地壳地质发展的复杂和多方面作用的总过程中内生矿床出

现的一般规律。

Ю.А.Билибин[43,44,45,49]指出,内生矿床与各种不同的岩浆岩系有着密切的关系,这些岩浆岩系有规律地产生在地槽带的发展过程中,并且与沉积作用和构造活动紧密地联系在一起。在他的著作中(可惜得很,他的大部分著作的问世已经是在他死后),Ю.А.Билибин奠定了现代成矿分析的基础,确定了这门学说发展的基本方向。Ю.А.Билибин提出的关于地槽带的发展阶段以及在一个构造—岩浆旋回范围内各种不同的内生矿床连续出现的概念,是对科学的很大的贡献。这些概念现在已为众所周知。

Ю.А.Билибин的著作成了发展我国成矿研究的《有力的催化剂》。遗憾得很,Ю.А.Билибин很多的原则却被他的某些学生和追随者不对具体的实际材料做应有的创造性的分析就使用了。这样,一方面使Ю.А.Билибин的概念和他的褶皱区成矿学发展模式显得清规戒律过多,另一方面也使这位著名学者在当时做出的先进的并且非常重要的科学总结,遭到一些不公正的严厉的批评。

然而,Ю.А.Билибин在自己的著作中曾不止一次地指出,不能千篇一律地去进行具体地区的成矿分析,他只是建立了一个活动带发展的一般模式,而对这种活动带需要进行进一步的详细分析,主要是在这个模式的基础上划分出褶皱区的各种不同的成矿学类型。

笔者本人在这个学者去世前的一些年代里曾与他在一起工作过,对他的创造性活动比较了解,也知道他遗憾得很没有最终找到地槽—褶皱区成矿分析进一步发展的道路。Ю.А.Билибин的思想和概念,基本上是在他死后几年才为地质界所周知的。对于他本人来说,这已经是过去的事了。他曾明显地看出他的学说的过分的一般化,必须根据一系列的标志,其中包括活动带(地槽—褶皱带)的内生成矿特点,最快地使之典型化。关于这一点,在完成泰加森林的地质路线之后,发表自己想法的时候,他曾多次说过。

Ю.А.Билибин最大的功劳之一,就是在列宁格勒全苏地质科学研究所创立了成矿学派,这个学派成了С.С.Смирнов和Ю.А.Билибин科学传统和遗产的继承者。

正是在这个研究所里,编制了第一批大区域的成矿图,并于1957年出版了集体编写的《区域成矿分析的基本原理和褶皱区域成矿图的编制方法》一书[268]。这本著作对当时区域成矿分析方面的认识进行了一定的总结,特别宝贵的是,指明了成矿分析进一步发展的道路,强调了还要首先在下述两个方面努力工作:在各种不同类型的构造—成矿带(А.И.Семенов)的划分和研究方面及各种不同类型的矿石组合(Г.С.Лабазин)的划分和研究方面。并且建议本质上要根据现在得到广泛承认和发展的建造分析的原则,去完成这些问题的研究。

必须指出,区域成矿学和成矿图、预测图的编制方法问题,早在50年代初就由苏联(哈萨克斯坦,乌克兰,中亚,乌拉尔)很多庞大的地质组织开始厘定了。也正是在这些年代里出现了Д.И.Шербаков[467],К.И.Сампаев[328,329],Х.М.Абдуллаев[1,2]的很多著作。这些著作从有些不同于ВСЕГЕИ学派的角度,研究了活动带发展的一般过程中内生矿床形成的问题,同时也厘定了成矿图的编制方法。

И.Г.Магакьян[218]关于大陆成矿学的著作被人们广泛了解。在他的著作中总结了世界各个国家内生矿床分布规律方面的大量的实际材料;这个研究者在苏联含矿省的成矿学分类定型化方面,在这些成矿学类型彼此之间的对比和主要标志的确定方面做了大量的工作。1974年,И.Г.Магакьян[220]发表了专题著作《成矿学》,专门描述了世界最主要的矿

В. И. СМЕРНОВ—院士，
列宁奖金获得者，
社会主义劳动英雄，
矿床地质学和区域成矿学方面
的著名学者。



带；研究了苏联和国外各个不同区域的地台，褶皱带和活化带的成矿学。他阐述了成矿省和成矿期的概念。对成矿省进行了划分，并研究了个别元素成矿学的问题。И. Г. Магалянский的著作是一部有意义的总结性著作，它考虑到国外的矿床分布规律，论述了地壳一些最主要的构造单元的成矿学。

50年代末期，出现了一批优秀的具体区域成矿学方面的著作，在这些著作中，首先要数Е. А. Радкевич关于远东沿海地区的，М. И. Ициксон关于远东地区的，Е. А. Карпов关于中亚的，Г. А. Твалчрелидзе关于高加索的著作等。在这些著作中，在分析一些具体地区内生矿化出现特征的基础上，阐述了每个地区成矿学的专属特征。划分了典型的成矿带和矿床组合(矿石组合和建造)。

对于成矿研究的发展和普通成矿学问题具有重大意义的有В. И. Смирнов关于地槽带的成矿学分类和多旋回地槽特征方面的一些著作。

В. И. Смирнов在《地槽成矿学》[340]这本著作中，发展了Ю. А. Билибин的成矿学说，用大量的实际材料指出，存在着四个类型的地槽带，各类型地槽带的地质发展和成矿学都不相同。特别值得指出的是，在这本著作中把这些地槽带中内生矿化出现的特征与地槽的内部构造联系起来进行研究。在各类型地槽的横断面上，В. И. Смирнов划分出下述的一些大型构造单元：中间地块，地槽内部带和边缘带，地槽内部带的海沟(Ров)，地槽外框(Рам)和深断裂，前缘拗陷和准地槽。在这本著作中详细地研究了这些构造单元的岩浆作用和成矿学问题。

稍后，В. И. Смирнов[343]又论述了多旋回褶皱带的成矿学，注意到成矿作用的专属特征依赖于地槽各个发展阶段出现的特征和完全程度。

在这里必须指出，50年代末期Е. А. Радкевич[312]继Х. М. Абдуллаев[2]和Д. С. Харкевич[421, 422]之后，研究了成矿省和矿区的类型问题；在这本著作中，Е. А. Радкевич除了把矿区划分为硅铝的和铁镁的两种地球化学类型之外，还注意到必须把块断构造区和活化地台区的矿区划归一个特殊的含矿构造组。

与此同时，А. И. Семенов和Г. С. Лабазин[334]也对区域成矿学方面的研究进行了总结，强调指出，苏联近年来的这些著作在下面三个主要方面有所发展：а)厘定了区域成矿分析的基本原则；б)编制了成矿图和予测图；в)对一些类型的矿产进行了成矿学研究。在这本著作中正确地指出，一些具体地区的成矿研究应该具有创造性，《全苏地质研究所厘定的地壳活动带地质发展过程中矿床分布的模式，是根据苏联国土上大量的实际材料的综合和分析得出的结论，而并不是某种一般的抽象概念，因而正在引起一些批评意见。这个模式只是反映了活动带成矿发展的基本趋势，是一种综合总结的模式，不能够教条地把它看作是反映每个个别区域所有特征的模式》[334，64页]。

Ю. Г. Старицкий等人[372，373]的著作作为地台成矿学奠定了基础，指出了这个大型地壳构造成矿发展的特征。

50年代末—60年代初，在苏联广泛地开展了我国最主要含矿省成矿图的编制工作，这些成矿图的编制工作得以分析了各个不同时代褶皱区和地台上矿床分布规律方面的大量实际材料。在这些材料的基础上，对成矿省和含矿区的分类做出了第一批总结[332，341，437]。出现了普通成矿学[93，224，373]和个别区域成矿学问题方面的很多有意义的研究成果。

В. И. Смирнов[341]论述了整个国家的成矿学；ВСЕГЕИ的大批学者共同编制了第一张苏联成矿图[234]

近些年来的一系列著作中，研究了世界一些主要矿省的成矿学问题[220，391]。例如，Г. А. Твалчрелидзе[391]的专题著作论述了地中海带一些成矿省的情况；此外，在这本著作中还研究了区域成矿学的问题，在成矿学的基础上提出了地槽的分类。在Г. А. Твалчрелидзе的一部著作中，建立了地槽、地台和构造活化带成矿演化的一般模式；以地中海带的成矿学为例，阐述了成矿演化问题和成矿期的概念。

在50年代和60年代的交接点上，关于构造—岩浆活化区成矿学的概念(Е. А. Радкевич，В. И. Казанский，Ю. Г. Старицкий和В. Л. Масайтис，П. М. Хренов，М. И. Ицксон，А. Д. Щеглов等)开始顺利地发展起来。正是在这些年代里，产生了成矿学的新的研究方向——矿区成矿学，其目的是厘定局部含矿区的详细研究方法。这个方向的确定，首先与Е. А. Радкевич[310]和Е. Т. Шаталов[433]的著作有密切的关系。在Е. Т. Шаталов领导下的苏联科学院矿床地质研究所学者们的集体著作，为大比例尺成矿研究方法奠定了基础，他们发表了一系列大部头的专题著作，专门论述了这个问题的各个不同的方面[125]。

在中亚、哈萨克斯坦、乌拉尔等地区的大比例尺予测图和详细予测图的编制方面，取得了相当大的成绩。中亚派的地质学家(П. А. Шехтман，В. А. Королев，Т. М. Мацокина，Ю. В. Шихин等)的著作，在这方面得到了普遍的承认。这些著作厘定了对地质因素和予测进行定量评价的方法。

此外还发表了一些有意义的著作，这些著作阐述了成矿图和予测图编制的原则和方法，并且以一些大的成矿省和一些类似的矿床组合为例，阐述了予测的一般问题。例如，Н. Л. Бубличенко，Ю. Ю. Воробьев，П. Ф. Иванкин等[296]以矿山阿尔太为例，研究了予测图的编制方法问题，为综合法奠定了基础，这个综合法考虑到了引起矿化在同一矿省范围内的各种不同地质构造中发生聚集的所有地质标志和因素。由В. А. Королев[297]编

辑出版的著作，主要以中亚为例研究了上述问题的各个不同的方面。在这本集著中，反映了中亚地质学家在矿田予测评价方法方面的大量经验。

Г. Ф. Яковлев等人[284]的著作专门论述了在黄铁矿型矿床发育区予测-成矿研究的主要原则和方法。在这本著作中叙述了研究方法，并且指出，必须从火山地层建造分析的角度，运用地球物理和地球化学资料，对区域含矿性进行评价。在该著作中还论述了予测-成矿图的编制方法，并且以一些具体的例子指出了这些方法使用的可能性。

全苏地质研究所发表了一系列的集著[282, 285, 322]，论述矿床科学予测的原理和区域成矿学的问题。在这些著作中，首先发展了全苏地质研究所成矿学派的思想，并且包含了各类型矿床分布规律方面的大量的新的实际材料。

近些年来，旨在研究一定金属的矿床在空间上和时间上的分布规律的专门成矿学也有很大的发展。属于这方面的著作有А. П. Семенов[331]关于铀的成矿学方面的研究，В. А. Кузнецов[188, 189]关于汞的成矿学方面的研究，В. Т. Покалов[294]关于铝的成矿学方面的研究。

经互会组织范围内的社会主义国家的地质学家在厘定各种不同地质构造带中固体矿产的予测问题，完善矿产分布规律图和予测图的编制方法和原则的时候，也完成了一些有意义的著作[286]。

我国成矿学工作的发展，一些具体区域和金属的成矿学的研究，促进了区域成矿学方面的一些大型总结性著作的产生。在这些著作中，首先要数В. И. Смирнов的《成矿学概要》[341]，它主要论述了苏联成矿学和成矿省划分的原则，В. И. Смирнов关于我国成矿学方面的综合性著作《苏联矿床分布的基本规律》[282]及ВСЕГЕИ集体编著的关于各种类型矿床区域的和局部的分布规律方面的著作[322]等。

1971年出版了苏联地质学家集体编制的1:2500000的苏联成矿图。1972年，这幅图在加拿大蒙特利尔二十四届国际地质大会上公布，引起了国外各方面地质学家极大的兴趣。图上反映了主要矿床的基本分布规律，并划分了我国的成矿省，尽管矿床与各种地质因素和地壳发展阶段之间的关系在图上表示得非常复杂，这幅图毕竟是对我国矿床分布规律方面的大量实际材料进行的第一次成功的经验总结。

后来，К. Б. Ильин[126]在这幅图的基础上又编制了苏联区域成矿纲要图。

在完成区域成矿学方面的著作的同时，近些年来苏联学者在成矿研究时继续注意了对矿床本身进行研究的方法问题。在这个方向上，В. А. Кузнецов及其学派[190, 191, 193]，Р. М. Константинов[161, 163, 171]和Г. А. Твалчрелидзе[387]在使用建造分析方法研究成矿作用方面做了大量工作。

出现了很多有意义的综合性的理论研究，专门论述成矿学问题的各个不同的方面。在这些著作中，我们要指出的有下面一些：Г. Н. Шерба的哲学著作《大地构造带和矿带》[463]，许多作者的集体研究成果《岩浆作用和生内成矿与块断构造的关系》[402]，В. И. Казанский的书《活化区的含矿构造》[142]，Г. А. Твалчрелидзе的《世界的成矿省》[391]等。矿区内控矿因素的成矿学研究方法在继续完善[235, 164]；数学方法牢固渗入到成矿学的研究之中，从而把《数和量》带到了成矿予测之中[164, 168, 172]。

从1952年开始定期召开的全苏成矿学会议，对于成矿学研究的扩展，成矿科学水平的提