

# 岩石学基础

T·A·拉宾斯卡娅 著  
Б·К·普罗什利雅科夫

石油大学出版社

055107



# 岩石学基础

T. A. 拉宾斯卡娅 B. K. 普罗什利雅科夫

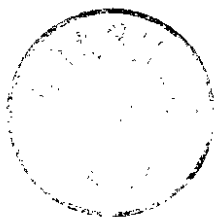
白光勇 迟元苓 译

李昭仁 赵激林 校



200390335

PSJ  
007



石油大学出版社

鲁新登字10号

**岩石学基础**

白光勇 迟元苓 译

\*

石油大学出版社出版

山东省东营市

新华书店发行

山东电子工业印刷厂印刷

\*

开本860×1168 1/32 7.875印张 205千字

1991年9月第1版 1991年9月第1次印刷

印数1—2000册

ISBN 7-5636-0185-6/P·09

定价：3.95元

## 译者说明

〔苏〕拉宾斯卡娅(Т. А. Лапинская)、普罗什利雅科夫(Б. К. Прошляков)编著的《岩石学基础》一书,除前言外,由3篇13章组成,第一篇(1—2章)岩浆岩;第二篇(3—11章)沉积岩;第三篇(12—13章)变质岩。体系完整,内容较简明、充实,文图并茂,重点突出了与石油、天然气联系极为密切的沉积岩,并且结合苏联一些含油气地区的典型剖面,论述沉积岩的储集性质及特征。是近年来所见苏联石油院校非石油地质勘探专业使用的一本较好的教学参考书。

在中苏两国关系恢复正常化之际,为了扩大中苏科技文化交流,承蒙我校岩矿教研室主任赵激林教授推荐,译者特译此书。简介、前言、第一章至第六章由迟元苓翻译;第七章至第十三章由白光勇翻译。请中国石油天然气总公司科学技术情报研究所所长李昭仁高级工程师和赵激林教授在百忙中对该书全部译文进行了认真仔细的审校,特致衷心的感谢。

本书可作为采油、油藏工程、测井和石油物探等专业学习岩石学课程的主要参考书,也可作为石油勘探人员的培训教材。

由于译者水平有限,译文中的不妥之处,敬请读者指正。

## 简介

书中列述岩浆岩、沉积岩和变质岩的组分、结构、形成条件和分布、以及与之相关的矿产等内容。详细地研究了绝大部分油气藏分布于其中的沉积岩。在论述沉积岩时，特别注意描述它们在成岩作用和后生作用不同阶段中的物理性质及孔隙空间形成作用，并简述了苏联一系列含油气地区的典型剖面 and 岩石的储集性质。

与第一版(1974年)不同的是，第二版补充了关于沉积岩的形成和改造条件、它们的储集性质等内容，并论述了电子显微镜和X射线方法。

本书可供石油高等院校油气矿物各系的大学生使用，也可供对岩石进行研究的地质勘探院校非地质专业大学生和专家使用。

全书附表25个，插图104幅，文献目录38篇。

评审者：卢蒙巴人民友谊大学岩石学、矿物学和结晶学教研室。

《矿藏》出版社，1981

## 前 言

教学参考书《岩石学基础》是根据石油院校油气矿场系大学生相应教材的教学大纲编写的。油气田钻井和开发方面的专家经常与一些过程和现象打交道，而这些过程和现象在很大程度上和构成油田的岩石组分和结构有关。

苏共第26次代表大会决议规定，我国工农业的迅速发展要求大幅度地提高各种矿物原料，首先是石油和天然气的开采速度。在完成这个任务时，除了寻找新的大型可燃矿床外，要十分注意在已开采利用的矿区范围内进行深层勘探、以及采用层内和层外注水、以及各种化学剂作用于储层、应用水压破裂及其它方法来提高产烃层的采收率。

深井的数量将不断增加。这些钻孔常常不只揭露整个沉积层剖面，而且钻入下伏结晶基底中的岩浆岩和变质岩，后者的形成与上覆沉积层有很长的时间间隔。苏联和国外的一些地区，在被埋藏的结晶岩表层风化带中找到了工业性油气聚集，查明和开发这些油气藏是一项极其迫切的任务。因此，石油天然气工作者的工作范围实际上涉及到地壳上部的所有岩石类型。在岩石学教程中介绍的有关岩石结构构造特征、物理性质、形成条件和可能的分布的概念对于解决石油天然气工业的许多实际问题都是必需的。

还应该考虑到，正是石油天然气工作者借助钻井首先开辟了通向地球深层的道路。在这条道路上不仅会遇到油气藏，而且还可能找到国民经济价值可能很高的其它矿产。因此，这本教学参考书，除了介绍各类岩石的岩石学特征以外，还指出了它们的实际意义，和与之联系最密切的有用矿产。

在本书准备再版的过程中，根据有关最主要岩石类型的成因、性质和分布的最新资料对本书进行了修改和补充。

作者十分感谢别兹波罗多夫(Р. С. Безбородов)和多尔加诺夫(В. П. Долганов)给予审阅手稿并提出批评意见，这些意见在最终校订时都予以考虑。

### 1. 岩石学的内容和任务

岩石学是一门关于岩石的科学。它的名称来自希腊语《Петра》——岩石、石头和《Графос》——书写。因此，《Петрография》意思是石头或岩石的描述。实际上，这门科学的任务现在不仅是描述，而且包括深入研究岩石的组分、结构、形成条件和分布，并查明其中赋存的有效矿产。

由一定成分的矿物集合体组成并具有一定结构、构造和物理特性的地质体叫做岩石。如果岩石是由一种矿物组成，就叫单矿物岩石；如果由几种矿物组成，就叫复矿物岩石。岩石是在各种地质作用下形成的。根据这些作用的特点可将岩石分为三大类：

1) 岩浆岩或火成岩，这种岩石的形成与岩浆(复杂化学成分的天然熔融体)从地壳深处上升、硬化和结晶作用有关；2) 沉积岩，它是在大气圈、水圈、岩石圈表层，在生物参与下形成的；3) 变质岩，是早先形成的岩浆岩和沉积岩发生变化和重结晶作用的产物。这三大类岩石以不同的比例共同组成了地壳的表层部分(岩石圈)，即直接研究所能达到的部分。

近年来，查明有一些不能确切地单独划分的过渡类型的岩石大量发育。这类岩石叫做火山碎屑岩。该词来源于《пир》——火焰和《Кластикос》——碎屑。这些岩石是由火山爆发时喷出、尔后又按沉积物堆积带内起控制作用的规律沉积下来的岩浆岩固体碎屑组成。由于经常发生地表成因和岩浆来源的组分的混合作用，因此，不能准确地确定出火山作用的影响范围，也就不能划分出相应的地质体。过去，火山碎屑岩一般被视为沉积成因的；现在许多研究者把它划为单独的火山-沉积岩亚类。

各类岩石在构成岩石圈中的作用是不一样的。据美国学者克拉克(Ф. Кларк)的统计,在深16公里的岩石圈内,有95%是岩浆岩和变质岩,只有5%是沉积岩。但在大陆表面的比例恰恰相反——75%面积为沉积岩,25%是岩浆岩和变质岩。

这种状况与下述条件有关,即在地表条件下形成的沉积岩随着地壳的拗陷而沉陷到高温高压的深部,发生强烈的蚀变、重结晶,在特别深处甚至发生熔融,从而过渡到另一种物理状态,开始形成另一种成因类型的岩石。

现在国民经济中广泛应用的某种矿产都各自与上述某种岩石类型有关。岩浆岩是许多贵重金属——铬、铁、镍、钛、铂等的源岩;沉积岩中可产铁、铝、锰、铜、盐、磷、硫、煤、石油、天然气等;变质岩中有铁、石墨、碧玉、刚玉、云母、贵重金属和放射性金属。不仅单独的元素和矿物、而且含有这些元素和矿物的岩石本身都可成为矿物原料,并可用作建筑或铺路的材料,和制取耐火材料、陶器、玻璃和化工产品。

只有对各种岩石及其有用组分的形成条件有足够确切的了解,有用矿产的勘探才能取得成效。因此,岩石学的发展、和应用这门科学的研究方法的完善,不仅具有科学意义而且具有重大的实际意义。

## 2. 岩石学简史

岩石学的历史通常划分为两个阶段。第一阶段——在地质领域内,各类岩石资料的积累阶段。这是一个漫长的阶段,直到19世纪上半叶才结束。随着各种有用矿产得以利用,以及为寻找这些矿床和编制地质图件的必要性日益增长,就产生了关于岩石成因、岩石组成及其在地球上分布规律的初步概念。在俄国,这些概念是由杰出的俄国学者罗蒙诺索夫(М. В. Ломоносов)阐述的。在他的著作中(1757, 1763)可以找到一系列有关矿物和岩石成因概念的论述。其中有关于某些矿产如煤、琥珀具有有机成因和关于矿物、岩石随时间的延续而发生变化等等。罗蒙诺索夫

(М. В. Ломоносов)的 这些观点大大超出了当时外国学者的认识。直到1795年,英国人詹·郝屯(Дж. Геттон)发表的《地球原理》一书中才阐述了各种岩石形成条件的一般原理。

罗蒙诺索夫的继承者谢维尔金(В. М. Севергин, 1765—1826)发展和深化了罗蒙诺索夫的观点,他注重研究矿物、矿物自然组合的形成以及这些矿物组合所在的岩石和一般地质问题。揭开矿物自然共生组合规律应归功于谢维尔金,正是他提出了矿物“邻生”(Смежности)的概念。很久以后,1849年,布莱陶普特(И. Ф. Брейтгаупт)把这个概念称为“共生”(Парагенезиса)并引入地质科学之中。关于矿物邻生和共生的概念已完全被后来的事实所证实。现在,阐明矿物共生已被广泛应用于查明矿物和岩石形成条件的地质工作中,以及稀有分散元素矿产的勘探工作中。在В. М. 谢维尔金的著作中还对苏联的许多地区进行了地质-岩石学的描述。

岩石学发展的第二阶段始于英国学者索尔比(Г. Сорби, 1858)使用偏光显微镜研究岩石。研究矿物和岩石构造细部的可能性导致了实际资料的迅速积累,进而使岩石学成为一门独立的地质学科。

还在1870—1880年的时候,伊诺斯特兰采夫(А. А. Иностранцев)和卡尔宾斯基(А. П. Карпинский)就发表了用显微镜描述岩石的著作,并开始在圣彼得堡大学和矿业学院讲授显微岩石学课程,培育了这门课程的第一批学生。德国学者齐尔克利(Ф. Циркель)于1886年、罗森布什(Г. Розенбуш)于1873年先后发表了岩石学基本教程。法国学者拉克鲁阿(А. Лакруа)、福克(Ф. Фуке)、密麦利-勒维(О. Мимель-Леви)、澳大利亚学者别克(Ф. Бекке)等人对拟定显微镜研究工作方法给予了极大关注。采用伟大的俄国结晶学家费多罗夫(Е. С. Федоров, 1853—1919)在1892年发明的万能旋转台(经纬仪方法)对岩石学的发展起了极其重要的作用。这种旋转台能准确地测定矿物最主

要的结晶光学参数。根据这些参数可确定对研究一系列造岩矿物——长石、辉石、角闪石等有很大意义的矿物的化学成分。

在1888—1890年，列文森-列星格(Ф. Ю. Левинсон-Лессинг)就俄国一些地区的岩石学、岩浆岩的成因及其分类进行了专题性论著。这位学者认为：存在两种原始岩浆，它们在组分上相当于花岗岩和玄武岩。由这两种岩浆衍生出地球上已知的各种岩石。1898年列文森-列星格建立了岩浆岩的化学分类，这个分类直到现在仍有意义。因此，把列文森-列星格看作岩石化学分析资料处理方面的先驱是有充分根据的。在1897年第七届国际地质会议上就这一问题进行了讨论。其后，奥赞内(А. Озанний)、尼格利(П. Ниггли)、查瓦里茨基(А. Н. Заварицкий)及其他研究人员也都先后提出过其它的换算方法。

伟大的学者、自然科学研究者、地质-地球化学新分支学科的创始人维尔纳茨基(В. Н. Вернадский, 1863—1945)的论著对我国岩石学的发展有很大影响。他在从事矿物研究工作中，发展了矿物学的成因方向，这对了解部分是由这些矿物组成的岩石成因是极其重要的。维尔纳茨基还使研究者们把注意力转向研究有机生物体在形成许多沉积岩中所起的极其重大的作用上。维尔纳茨基的学生萨莫依洛夫(Я. В. Самойлов)后来又发展了他的观点。

19世纪末和20世纪初，矿物合成和查明岩浆结晶条件的实验室研究补充完善了天然岩石和矿物的研究。这一领域的工作是由列文森-列星格(Ф. Ю. Левинсон-Лессинг)、别梁金(Д. С. Белякин)、赫鲁肖夫(К. Д. Хрущов)进行的。这种实验后来发展成为一门专门的学科方向——工艺岩石学。它研究人工条件下(即在生产水泥、陶器、特种玻璃、石头铸造物时的冶炼过程中)生成的化合物。

岩浆岩化学组分的研究得以继续开展，这方面的主要的实验研究工作属于美国学者鲍文(H. Боуэн)。卡耶(Л. Каёе,

1897, 1916, 1929)详细研究了法国的一些沉积岩类型,对白垩、砂质岩、硅质岩作了详细描述。

20世纪是新的研究方法不断涌现的时代,其中包括鉴定微细分散形成物时开始应用的伦琴(x)射线结构分析法。

在我国,伟大的十月社会主义革命对岩石学的发展产生了有利的影响。国家工业化,年青的苏维埃国家渴望摆脱各种矿物原料对外国的依赖都促使在各种地质构造极不相同的区域里,空前地展开地质普查和勘探工作。为了全面研究岩石学,国家对培养地质干部、组建新的科学中心给予了极大关注。

石油与天然气地质学得到了充分的发展,古勃金(И. М. Губкин, 1871—1939)是我国这一领域的奠基人,在他的著作《石油学教程》(1937)中,用专门一章阐述了作为石油天然气主要储集层的沉积岩的研究任务,其中阐述的一些观点直到现在仍是正确的。在И. М. 古勃金的倡议和领导下于1930年创建了莫斯科石油学院,这个学院的宗旨是培养油气田地地质、地球物理、钻探、开采等方面的专家。这个一直以创办人的名字命名的石油学院自成立以来,不仅成为我国最大的高等学府之一,而且也成为苏联的一个重要科研中心。它除研究其它问题外,还对苏联诸含油气区其中包括第一批超深井的资料,进行了广泛的岩石学研究。

随着有关岩石的成因、岩石组分的规律性以及有关与有用矿产相关的复合体的实际料资和知识的不断积累,人们越来越确切地查清了沉积建造的特点,认识到沉积岩的形成条件与岩浆岩和变质岩的形成条件是截然不同的。沉积岩的组分、结构、成层的产状是它本身所特有的,它的有用矿产、特别是那些对国民经济有重大意义的所谓可燃有机岩或可燃有用矿产也都是独具特点的。岩浆岩的研究方法,对沉积岩来说并非完全适用,特别是沉积岩的重要的工业意义,使得这个岩石学分支逐渐从岩石学中划分出来,成为一门独立的学科——沉积岩石学。这个过程是逐渐

完成的，不过，什维佐夫（М. С. Швецов）和克罗托夫（Б. П. Кротов）几乎在1922年的同一时间分别在莫斯科大学和喀山大学讲授的相应课程，可以认为是这一过程中的某种转折点。

1925年美国学者童豪富（У. Х. Твенхофел）发表了内容丰富的综合性巨著《沉积建造论》。1934年М. С. 什维佐夫出版了《沉积岩石学》一书，并在后来多次再版。这本书的重点是沉积岩的分类和岩石的描述性特征，而对许多岩石成因问题的论述是粗略的，这反映了当时对这些问题认识的水平。

新岩石学分支的产生可以看作是这门学科发展的第三个阶段的起点。1940年普斯托瓦洛夫（Л. В. Пустовалов）发表了两卷集专著——《沉积岩石学》，为这门学科的产生起了很大的作用。这本书除了对许多岩石类型进行详细描述以外，作者还第一次阐述了沉积成岩作用的基本理论。使我们有可能把沉积岩看作是有规律的矿物集合体。他所提出的关于沉积形成带中的物质分异作用和关于矿物堆积作用周期性的原理对沉积岩石学的进一步发展起到了有利的影响。Л. В. 普斯托瓦洛夫（1902—1970）在莫斯科石油学院做了将近30年的教授，他于1934年组建了苏联第一个沉积岩石学教研室，培养了大批专家。

为了解决石油天然气地质方面的各种任务，沉积岩石学的各个方面都得以发展。苏联各油气区的陆源矿物和古地理研究的开创者是巴图林（В. П. Батулин），阿弗杜辛（П. П. Авдусин）则为创立油气储集层的研究方法做出了极大努力。

不论在我国，还是在外国，最近30年发展的趋势是广泛推广岩石综合研究方法，而且研究对象的数目日益扩大。岩石学的许多学科正在顺利地发展。带有复杂实验的岩石化学、晶体化学和物理化学研究正在深化，在我国有维诺格拉多夫（А. П. Виноградов）、别洛夫（Н. В. Белов）、柯尔仁斯基（Д. С. Коржинский）等的著作；在国外有鲍文（Н. Боуэн）、塔特尔（О. Татл）、约杰尔（Г. Иодер）、季尔利（О. Тилли）等人的作

品都属于这个范畴。

由于对变质建造的详细研究，使芬兰地质学家埃斯科尔(П. Эскол)于1928年提出的区域变质相概念更加确切而具体了。在我国，波尔卡诺夫(А. А. Полканов)、苏多维诺夫(Н. К. Судовинов)、叶利谢耶夫(Н. А. Елисеев)等人的著作中研究了这类问题。在西多连科(А. В. Сидоренко)的领导下，为查明古变质建造的原始特征进行了一系列系统性研究。

为数众多的学者从诸多方面对沉积岩及与其相关的重要矿产进行了研究。关于这方面的文献非常多，其中，具有综合性特点的著作有鲁欣(Л. Б. Ружин)的《岩石学基础》(1953)、捷奥多罗维奇(Г. И. Теодорович)的《沉积岩原理》(1958)、斯特拉霍夫(Н. М. Страхов)的《岩石成因理论基础》(1960—1962)等等。

近年来，不论在我国，还是在世界上，对大洋深水带现代沉积作用过程的研究给予了极大的关注。这项工作通过用挖掘取土器提取土样，或用穿过巨厚海水层的钻井来进行。此项工作获得了有关深水沉积作用、水下火山活动、大洋沉积物中的有用矿产形成作用等过程的许多新认识。

关于岩石学的最新著作，在这本教学参考书的有关章节中有更详地介绍。

现代岩石学不仅与各地质学科(矿物学、地球化学、动力地质和地史、大地构造、沉积相原理和矿产原理)有密切联系，而且成功地借用了结晶学、数学、物理学、普通化学和物理化学等学科某些部分的方法和知识。

对于苏联岩石学派来说，与解决实际任务密切相关的研究工作的广泛性和综合性是其特点。

# 目 录

## 前言

## 第一篇 岩浆岩

|                       |        |
|-----------------------|--------|
| 第一章 形成条件、组分和结构        | ( 1 )  |
| 第1节 岩浆岩的形成            | ( 1 )  |
| 第2节 岩浆和岩浆岩的化学成分       | ( 2 )  |
| 第3节 矿物成分              | ( 4 )  |
| 第4节 岩浆的结晶作用           | ( 5 )  |
| 第5节 岩浆岩的产状            | ( 11 ) |
| 第6节 岩浆岩的结构和构造         | ( 18 ) |
| 第7节 岩浆岩的分类            | ( 27 ) |
| 第8节 不同类型岩浆岩的分布        | ( 32 ) |
| 第二章 岩浆岩的最主要类型及其岩石省    | ( 36 ) |
| 第1节 超基性岩              | ( 36 ) |
| 第2节 基性岩               | ( 39 ) |
| 第3节 中性岩               | ( 42 ) |
| 第4节 酸性岩               | ( 43 ) |
| 第5节 碱性岩               | ( 48 ) |
| 第6节 原始岩浆的概念及岩浆岩多样性的原因 | ( 51 ) |
| 第7节 关于岩石省和岩浆建造的概念     | ( 54 ) |

## 第二篇 沉积岩

|                 |        |
|-----------------|--------|
| 第三章 沉积岩概述       | ( 56 ) |
| 第1节 沉积岩的意义和学科任务 | ( 57 ) |
| 第2节 沉积岩的组成      | ( 57 ) |
| 第3节 沉积岩的形成环境和条件 | ( 59 ) |

|                         |         |
|-------------------------|---------|
| 第四章 沉积岩形成和转化的主要阶段 ..... | ( 64 )  |
| 第1节 沉积物的形成 .....        | ( 64 )  |
| 第2节 沉积物的搬运 .....        | ( 68 )  |
| 第3节 沉积物的沉积和沉积分异作用 ..... | ( 70 )  |
| 第4节 成岩作用 .....          | ( 74 )  |
| 第5节 后生作用 .....          | ( 75 )  |
| 第6节 变生作用 .....          | ( 80 )  |
| 第五章 沉积岩的分类、构造和结构 .....  | ( 82 )  |
| 第1节 沉积岩的分类 .....        | ( 82 )  |
| 第2节 沉积岩的构造和结构 .....     | ( 85 )  |
| 第六章 碎屑岩 .....           | ( 100 ) |
| 第1节 粗碎屑岩 .....          | ( 103 ) |
| 第2节 砂岩 .....            | ( 105 ) |
| 第3节 粉砂岩 .....           | ( 111 ) |
| 第4节 火山-沉积岩 .....        | ( 113 ) |
| 第七章 粘土岩 .....           | ( 115 ) |
| 第1节 粘土矿物的结构和成因 .....    | ( 115 ) |
| 第2节 粘土岩的一般特征 .....      | ( 118 ) |
| 第3节 粘土岩的主要类型 .....      | ( 121 ) |
| 第4节 粘土岩的实用意义 .....      | ( 123 ) |
| 第八章 化学岩和生物岩 .....       | ( 125 ) |
| 第1节 铝土岩(铝矾土) .....      | ( 125 ) |
| 第2节 铁质岩 .....           | ( 126 ) |
| 第3节 锰质岩 .....           | ( 128 ) |
| 第4节 硅质岩 .....           | ( 129 ) |
| 第5节 磷酸盐岩 .....          | ( 131 ) |
| 第6节 碳酸盐岩 .....          | ( 134 ) |
| 第7节 盐岩 .....            | ( 144 ) |
| 第8节 可燃有机岩 .....         | ( 148 ) |

|     |          |       |
|-----|----------|-------|
| 第九章 | 沉积岩的物理性质 | (151) |
| 第1节 | 孔隙度      | (151) |
| 第2节 | 固体相的密度   | (156) |
| 第3节 | 岩石密度     | (156) |
| 第4节 | 渗透性      | (158) |
| 第5节 | 硬度       | (163) |
| 第6节 | 可塑性      | (164) |
| 第7节 | 耐磨性      | (165) |

## 第十章 沉积岩的野外和室内研究及分析

|        |       |
|--------|-------|
| 资料的图示法 | (167) |
|--------|-------|

|     |            |       |
|-----|------------|-------|
| 第1节 | 岩石资料的收集和研究 | (167) |
| 第2节 | 分析资料的图示法   | (174) |

## 第十一章 苏联某些含油气区地质剖面 and

|            |       |
|------------|-------|
| 油气储集岩的主要特征 | (183) |
|------------|-------|

|     |               |       |
|-----|---------------|-------|
| 第1节 | 滨里海含油气区       | (184) |
| 第2节 | 蒂曼-伯绍拉含油气区    | (187) |
| 第3节 | 前高加索-克里米亚含油气区 | (190) |
| 第4节 | 西西伯利亚含油气区     | (195) |

## 第三篇 变质岩

### 第十二章 变质岩的变质作用、成分、

|       |       |
|-------|-------|
| 结构、构造 | (199) |
|-------|-------|

|     |              |       |
|-----|--------------|-------|
| 第1节 | 变质作用的因素和类型   | (200) |
| 第2节 | 变质岩的矿物成分     | (204) |
| 第3节 | 变质岩的结构和构造    | (206) |
| 第4节 | 区域变质带和变质相的概念 | (213) |

### 第十三章 变质岩的分类原则及其主要类型

|     |          |       |
|-----|----------|-------|
| 第1节 | 变质岩的分类原则 | (218) |
| 第2节 | 接触变质岩    | (218) |
| 第3节 | 自变质岩     | (223) |

|     |                             |       |
|-----|-----------------------------|-------|
| 第4节 | 碎裂变质岩 .....                 | (225) |
| 第5节 | 区域变质岩 .....                 | (227) |
| 第6节 | 超变质作用带和花岗岩化作用<br>带的岩石 ..... | (234) |