

# 俄罗斯 及其毗邻地区地质

• [俄] E.E. 米兰诺夫斯基 著  
陈 正 译

ELUOSI  
JIQI PILIN DIQU DIZHI

地质出版社

# 俄罗斯及其毗邻地区地质

[俄] E. E. 米兰诺夫斯基 著  
陈 正 译

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

## 内 容 提 要

本书的研究区域为现今的俄罗斯、中亚,以及前苏联欧洲诸国,以东欧地台、西伯利亚地台、乌拉尔-蒙古活动带为框架,分别对各构造单元的地层、构造、岩浆活动、地质发展历史以及矿产资源进行了系统的综合研究,并以客观描述地质体特征为主。

本书可供从事地质、矿产和能源部门的地质工作者、高校地学专业师生以及对俄罗斯及其毗邻地区地质感兴趣的读者阅读参考。

“Геология СССР”

Е. Е. Милановский

Издательство Московского Университета

1987

## 图书在版编目 (CIP) 数据

俄罗斯及其毗邻地区地质 / 陈正译. —北京: 地质出版社, 2010. 3

ISBN 978-7-116-06626-7

I. 俄… II. 陈… III. 区域地质-研究-俄罗斯  
IV. P565.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 055702 号

---

责任编辑: 蔡卫东

责任校对: 黄苏晔

出版发行: 地质出版社

社址邮编: 北京海淀区学院路 31 号, 100083

咨询电话: (010)82324508 (邮购部); (010)82324571 (编辑室)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

电子邮箱: [zbs@gph.com.cn](mailto:zbs@gph.com.cn)

传 真: (010)82310759

印 刷: 北京地大彩印厂

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 25.25

字 数: 700 千字

印 数: 1—1000 册

版 次: 2010 年 3 月北京第 1 版·第 1 次印刷

定 价: 80.00 元

书 号: ISBN 978-7-116-06626-7

---

(如对本书有建议或意见, 敬请致电本社; 如本书有印装问题, 本社负责调换)

# 前言

俄罗斯及其毗邻地区地域广袤，地形多种多样，地质特征独特，蕴藏着丰富的矿产资源。一代又一代地质工作者对这片神秘的土地不断探索，促进了地球科学的迅速发展，产生了许多经典的地质理论。同时，被发现的众多矿产资源为经济社会的发展提供了保障。

本书原名《苏联地质》（“Геология СССР”），于1987年在莫斯科大学出版社出版。作者E. E. 米兰诺夫斯基（1923~），为俄罗斯著名地质学家，苏联科学院院士（1976）、俄罗斯科学院院士（1992）、俄罗斯自然科学院院士（1991）、纽约科学院院士（1994），莫斯科国立大学地质系教授。E. E. 米兰诺夫斯基教授曾多次访问中国，并且与我国老一辈留苏的地质工作者有着深厚的同窗友谊或师生之情。他希望能够把自己的著作译成中文，同中国的地质同行们分享自己对地球的认识。2008年E. E. 米兰诺夫斯基教授寄来翻译出版授权书，并同意将书名改为《俄罗斯及其毗邻地区地质》。

本书的研究区域为现今的俄罗斯、中亚，以及前苏联欧洲诸国，以东欧地台、西伯利亚地台、乌拉尔-蒙古活动带为框架，分别对各构造单元的地层、构造、岩浆活动、地质发展历史以及矿产资源进行了系统的综合研究，并以客观描述地质体特征为主。虽然本书已出版20多年，但是至今仍为俄罗斯高校地学专业学生的重要教科书。因此，对于我国地质工作者研究国内基础地质以及开展境内外地质矿产对比研究仍具有借鉴意义。译者衷心地希望该译著能为国内地质、矿产和能源部门的地质工作者提供有益的帮助，为我国高校地学专业学生提供参考，为到俄罗斯及其毗邻国家和地区找矿的国内矿业公司提供基础地质信息。

经过近两年的努力终于完成翻译、校对和编辑工作。中文版共计70万字，插图97幅。有几点需要说明的问题：①省略了部分内容。原著有部分篇幅介绍一些地质基本概念，省略这些内容不妨碍我们对前苏联地质的了解。②调整了原著章节结构。原著篇幅很长，而且“章”以下只有“节”，为了使读者阅读方便，根据原著的内容将“节”以下再分出三级乃至四级小标题。③将原著中出现的“第三纪”译为“古近纪和新近纪”。④地名、地方性地层单位如“群”和“组”等均参照商务印书馆2003年出版的《新编俄罗斯地名译名手册》，未能查到的地名均为音译。⑤对于某些特殊名词术语，原著给出了定义，其含义有别于现在，如“准地台”，读者可根据原文意思体会。⑥由于原著引用大量参考文献，而这些文献年代较老，因此，在译文中省略。

本书的出版得到国土资源部地质勘查司彭齐鸣司长、科技与国际合作司姜建军司长，中国地质调查局科技外事部叶建良主任、连长云副主任、卢民杰副主任的大力支持。中国地质调查局发展研究中心邓志奇主任、谭永杰总工程师十分关心此项工作，并给予了許多

具体指导，在此表示衷心感谢。感谢中国地质调查局发展研究中心境外矿产资源研究室向运川博士、刘大文博士、邱瑞照博士及所有同事。特别感谢吉林大学阎鸿铨教授、中国地质大学（北京）游振东教授，两位老先生对本书部分章节的初译和校对做了许多工作。

由于译者对原著的理解和认识可能存在局限性，译文中难免存在错误，不妥之处敬请专家和广大读者批评指正。

译 者

2009 年 11 月 28 日

# 目 录

## 前 言

|               |     |
|---------------|-----|
| 第一章 绪 论 ..... | (1) |
|---------------|-----|

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 第二章 东欧古地台及其毗邻的准地台 ..... | (4) |
|-------------------------|-----|

|                                      |       |
|--------------------------------------|-------|
| 第一节 总 论 .....                        | (4)   |
| 第二节 地台边界 .....                       | (6)   |
| 第三节 地台构造 .....                       | (10)  |
| 第四节 与地台相邻的准地台区的构造 .....              | (29)  |
| 第五节 深部构造与地球物理场 .....                 | (39)  |
| 第六节 太古宇—古元古界基底 .....                 | (43)  |
| 第七节 地台基底形成的基本阶段 .....                | (68)  |
| 第八节 地台及相邻准地台区新元古代及显生宙盖层 .....        | (74)  |
| 第九节 新元古代及显生宙时期地台及相邻准地台区发展的基本阶段 ..... | (113) |
| 第十节 新元古代及显生宙的岩浆活动 .....              | (123) |
| 第十一节 陨石撞击坑 .....                     | (125) |
| 第十二节 矿 产 .....                       | (126) |

|                  |       |
|------------------|-------|
| 第三章 西伯利亚地台 ..... | (128) |
|------------------|-------|

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| 第一节 总 论 .....               | (128) |
| 第二节 地台界线 .....              | (130) |
| 第三节 地台构造 .....              | (132) |
| 第四节 深部构造和地球物理场 .....        | (148) |
| 第五节 太古宙—古元古代基底 .....        | (150) |
| 第六节 地台基底形成的主要阶段 .....       | (165) |
| 第七节 新元古代和显生宙的地台盖层沉积 .....   | (169) |
| 第八节 新元古代和显生宙的地台主要发展阶段 ..... | (211) |
| 第九节 新元古代和显生宙的岩浆活动 .....     | (220) |
| 第十节 矿 产 .....               | (222) |

|                        |       |
|------------------------|-------|
| 第四章 环西伯利亚地台的准地台区 ..... | (225) |
|------------------------|-------|

|                    |       |
|--------------------|-------|
| 第一节 泰梅尔—北地地区 ..... | (225) |
| 第二节 萨彦—叶尼塞地区 ..... | (234) |

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| <b>第五章 乌拉尔 - 蒙古活动带</b>       | (245) |
| 第一节 构造位置及划分                  | (245) |
| 第二节 乌拉尔海西褶皱带                 | (247) |
| 第三节 帕伊霍伊 - 新地褶皱带             | (275) |
| 第四节 哈萨克高原褶皱区                 | (280) |
| 第五节 天山褶皱区                    | (305) |
| 第六节 北图兰台地                    | (330) |
| 第七节 西西伯利亚台地                  | (338) |
| 第八节 阿尔泰 - 萨彦岭褶皱区             | (356) |
| <b>第六章 乌拉尔 - 蒙古活动带东部的准地台</b> | (385) |
| 第一节 贝加尔地区                    | (385) |
| 第二节 布列亚 - 东北地区               | (395) |

# 第一章 绪 论

前苏联境内有两个古地台，即东欧地台和西伯利亚地台。前苏联境外南部地区自东向西有华北地台、印度地台和非洲-阿拉伯地台（图1-1）。东欧地台和西伯利亚地台都非常广袤，而且变质基底出露不大（首先是贝加尔地盾和乌克兰地盾，其次是阿尔丹-斯塔诺夫地盾和阿纳巴尔露头），而东欧地台和西伯利亚地台被俄罗斯台地和列娜-叶尼塞台地分别占据了大部分。地台四周被准地台围绕。东欧地台东南部是顿涅茨克-北乌斯秋准地台，西部是中欧准地台，东北是面积较大的伯朝拉-巴伦支海准地台。顿涅茨克-北乌斯秋准地台位于乌拉尔-蒙古活动带和地中海活动带的接合位置；中欧准地台位于地中海活动带和北大西洋活动带的接合位置；伯朝拉-巴伦支海准地台位于北大西洋活动带北端与乌拉尔-蒙古活动带之间。西伯利亚地台南部是贝加尔准地台，西部和西南部是萨彦-叶尼塞准地台，被乌拉尔-蒙古活动带从西部、南部和西南部围绕。西伯利亚地台西北部是泰梅尔-北地准地台，有可能在西北部与伯朝拉-巴伦支海准地台连接。泰梅尔-北地准地台和伯朝拉-巴伦支海准地台在北部与年轻的北冰洋深水凹陷接壤。

前苏联境内还有布列亚地块，可能代表布列亚-东北准地台的北段，与华北地台北缘相连。对于欧亚超大陆活动带来说，古地台及其环绕的准地台扮演着“框架”的角色。超大陆的中央位置是乌拉尔-蒙古活动带，形成西南突出的弧形，中间宽，两端逐渐变窄。乌拉尔-蒙古活动带东北部与西伯利亚古地台交界；西部与东欧古地台交界，分界线是前乌拉尔边缘拗陷；南部与华北地台交界。早里非期乌拉尔-蒙古活动带开始接受沉积，新元古代末期和早古生代，活动带个别段（贝加尔地区和萨莱尔褶皱）完成地槽发育，而后转变为后地槽褶皱带；其他段，例如哈萨克高原西部和北天山是在早古生代晚期（加里东褶皱带）；第三类，如乌拉尔、南天山、哈萨克高原东部是晚古生代（海西褶皱带）；而活动带最东部的阿穆尔-鄂霍茨克地区是在中生代后半期（基米里期褶皱带）。与此同时，上楚科奇褶皱带也完成地槽发育。该褶皱带是太平洋活动带西北侧的分支，曾主要沉积在西伯利亚地台东北翼遭受裂解的陆壳上。上楚科奇褶皱带和西伯利亚地台被前上扬斯克边缘拗陷分隔开。一些学者推测，在上扬斯克-楚科奇褶皱地带和北冰洋凹陷之间的东西伯利亚大陆架和楚科奇海位置存在假设的超波列伊地台，在中生代裂解。

地中海活动带（特提斯带）贯穿欧亚大陆南部和东南，位于东欧地台和华北地台以南，非洲-阿拉伯和印度地台以北，可能在新元古代中期接受沉积。个别地段（主要是该带南部）在古生代初期（贝加尔旋回）完成地槽发育；其他区域（该带北部），例如前高加索部分地区和中亚平原西南部地区，在古生代末期，也就是海西旋回；第三类地段（Карпаты、高加索、Копетдаг等），延续到中生代和新生代，仅在新生代后半期发生强烈的挤压变形和垂直造山运动，并形成内深水凹陷（黑海、南里海等）。地中海活动带的这些部分正处在阿尔卑斯旋回的已完成造山作用的阶段。

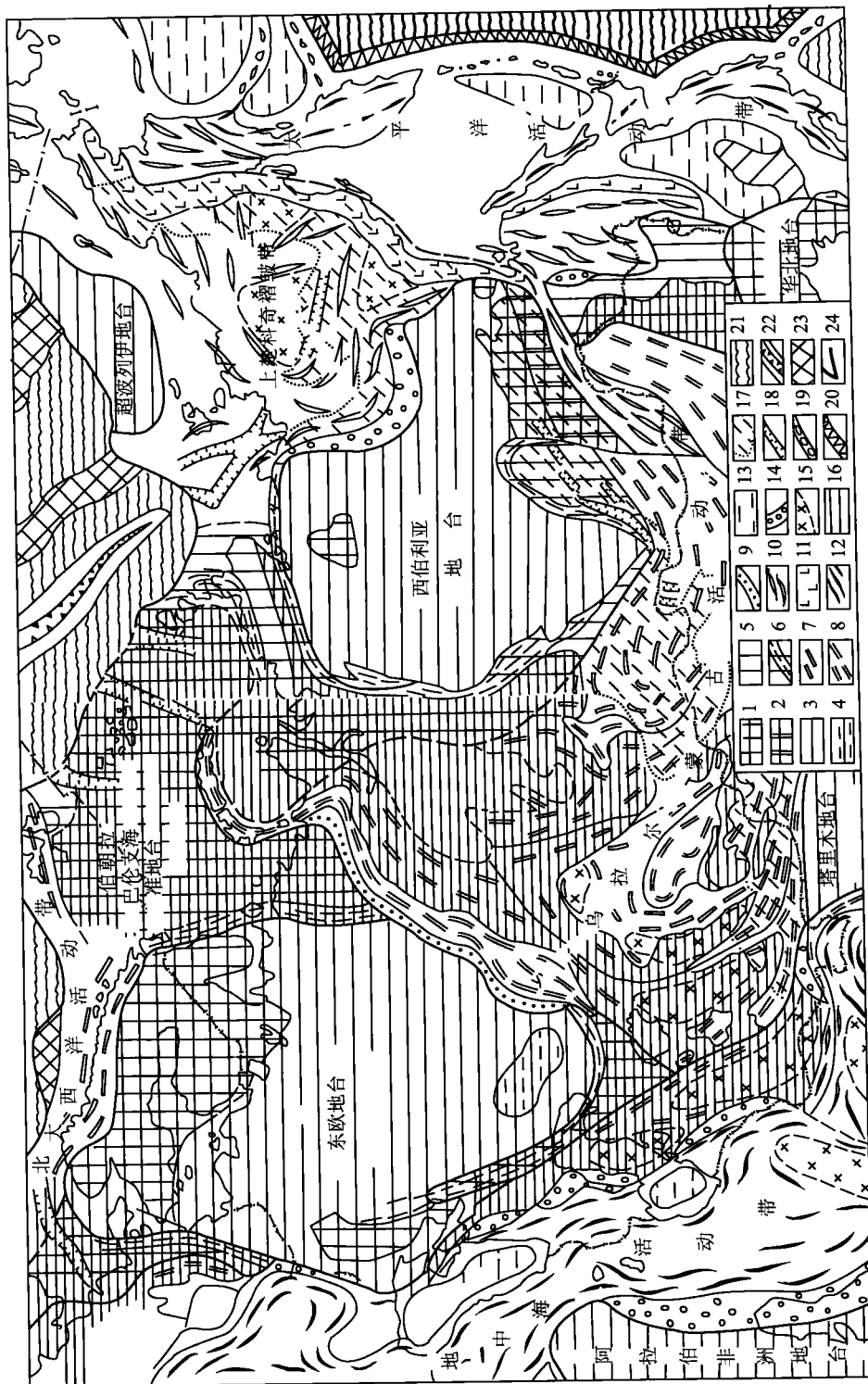


图 1-1 俄罗斯及其毗邻地区构造划分纲要图

1~4—古地台；2—地盾；2—地盾的中生代构造-热活化带；3—地台；4—洋壳型超深凹陷；5~6—准地台；5—未分的；6—坳拉槽褶皱带；7~15—褶皱带；7—晚基里里褶皱带；8—海西期和早基里里褶皱带；9—海西期和早基里里边缘凹陷；10—晚基里里褶皱带；11—晚中生代和早新生代边缘火山带；12—阿尔卑斯褶皱带；13—海缘和深海的深水凹陷；14—晚基里里和阿尔卑斯边缘凹陷；15—褶皱带中较大的中间地块；16—年轻的台地；17—晚新生代造山带；18—新生代裂谷带；19~20—现代地槽；20—深水槽；21~23—大洋构造带；21—洋壳型深水凹陷；22—大洋内部裂谷；23—未查明构造结构的陆壳型构造带，裂解后侵入洋壳和边缘海；24—构造带边界

环太平洋活动带与乌拉尔-蒙古活动带和地中海活动带不同。乌拉尔-蒙古活动带和地中海活动带在地槽发育阶段属于准地台，而地槽期后基本处于陆内和陆间位置。环太平洋活动带处于太平洋边缘、与古华北地台和西伯利亚地台交界的位置。环太平洋活动带一部分在古生代完成地槽发育，另一部分（例如锡霍特-阿林地区和科利亚克地区）在中生代晚期完成地槽发育，还有某些地段处于阿尔卑斯旋回的造山阶段〔堪察加，萨哈林（库页岛）〕，某些地段如今进入地槽发育的不同阶段，形成广泛分布的岛弧和深水槽。

乌拉尔-蒙古活动带和地中海活动带的部分区域在古生代或中生代早期完成了地槽发育，随后它们在中生代地槽期后发育三种不同类型的区域。第一类区域：遭受到较强烈沉降而转变为年轻的西西伯利亚台地、图拉台地和斯基夫台地。这些台地不能简单地划入活动带轮廓内，部分应归到相邻的准地台地区。这样，西西伯利亚台地以乌拉尔-蒙古活动带西北部基底为基础，但是覆盖萨彦-叶尼塞和泰梅尔-北地地区。地中海活动带北段和顿涅茨克-北乌秋尔准地台的毗邻地区是斯基夫台地的基底，而图兰台地的盖层覆盖在乌拉尔-蒙古活动带与地中海活动带交汇的相邻地段和顿涅茨克-北乌斯秋地区东段。这些年轻台地之间的界线划分有一定的假设性，因为台地盖层紧接在一起，而图兰台地和斯基夫台地的盖层直接地转变到古俄罗斯台地盖层上部。斯基夫台地和图兰台地衔接阿尔卑斯地中海后地槽造山带，而其盖层上部逐步转变为前高加索磨拉石杂岩和阿尔卑斯期前科别特达格边缘拗陷杂岩。第二类区域：主要在中生代和新生代遭受微弱的抬升，代表古生代褶皱基底的突起，局部有低山地貌，具有不深的被中生代和新生代地层（哈萨克高原，乌拉尔）填充的凹陷。第三类区域：中生代和新生代前半期发育类似于哈萨克高原和乌拉尔，但新生代晚期遭受构造活化而转变为强烈的后造山作用（天山，阿尔泰-萨彦）。

## 第二章 东欧古地台及其毗邻的准地台

### 第一节 总 论

与西伯利亚地台一样，东欧地台属于北欧亚古地台，具有太古宙和古元古代变质基底。它的疆域面积共计约  $5.5 \times 10^6 \text{ km}^2$ 。连同与之相邻的西部、东北部和东南部的准地台区（其中可能存在大面积的陆块），同样有古老的基底，但被新元古代（贝加尔期）及古生代克拉通间的褶皱带所切割。它们的面积约  $8 \times 10^6 \text{ km}^2$ 。除了“东欧地台”这一名称之外，还有采用其他名称来表达的。最常用的（特别是一些老的出版物）是“俄罗斯地台”；较少用的（主要见于 A. A. 鲍格丹诺夫的著作）是“欧洲地台”（类似于非洲、大洋洲等地台）；H. Stille 则提议为“芬兰-萨尔马古陆 Fenno-Sarmatia”（在与 S. N. Bubnov 等德国学者合著的著作中）。“俄罗斯地台”适用于表征那些属于东欧地台的中、东部大部分地区的台地。

东欧地台的地貌几乎完全是一片广袤的平原，只有最北部和西北部，在斯堪的纳维亚与科拉半岛才有面积不大的多山地貌，其高度可达 1km 以上。在东欧大平原的东南、东北和西部有沉积低地分布——里海沿岸低地，部分低于海平面（0~28m）；伯朝拉河和波兰-德国低地，与里海，巴伦支海，波罗的海和北海低地的浅水部分相邻。其中大部分是低的侵蚀平原，其上有一系列高程为 300~470m 的高地。平原的最北部，科拉半岛和芬兰与卡累利阿之间的大部地区为高地；平原的中部有白俄罗斯高地、瓦尔代高地、中俄罗斯高地（面积最大）、伏尔加沿岸高地等；在其南部为沃利诺-波兰高地、第涅伯沿岸高地、亚速海沿岸高地及顿涅茨克山脉；而其最东南的近乌拉尔，则从南到北分为：大瑟尔特、卡马河沿岸、北乌瓦雷和季曼岭等高地。

东欧平原的水系流入波罗的海（维斯拉河、涅曼河、西德维纳河、斯维里河、涅瓦河等）、白海（奥涅加河、北德维纳河、苏霍纳河、维切格达河）、巴伦支海（梅津、伯朝拉河）等，其主体流向为北西和北向。而黑海（德涅斯特河、南布格河、第涅伯河、顿河）以及里海（伏尔加河、卡马河、乌拉尔河、厄姆巴河）等，其主体流向南。平原的西北部则分布着大型有活水源的湖泊——拉多加湖、楚德湖、伊尔明湖、白湖、雷宾斯克水库，以及位于卡累利阿、科拉半岛、芬兰和瑞典等区域的众多湖泊。

东欧地台的地质研究开始于 19 世纪上半叶，远在“地台”概念诞生之前，而且也早于其他古地台的研究。一些地台在大地构造位置、构造形态的相对展布、岩浆作用表现特点和规模等方面，相互间应有什么根本区别，至今仍未清楚。在古地台之中，南型（冈瓦纳型）和北型（劳亚型）有显著的区别；东欧地台是属于北型的，它可作为很好的研究“标样”，与之相比较，便可突显其他北型地台（如西伯利亚、北美和华北地台）的独

有的构造和演化特点。

在对它进行研究过程中，首先被划分出并予以命名的是如下一些古地台构造元素，如地盾、台地、台背斜、台向斜、拗陷、长垣背斜和拗拉槽。东欧地台曾编有第一批的古地理图、构造图和古构造图，几十年来均以此作为独特的“试验场”，用不同方法和手段来表示地台构造的形态及演化。

早在 19 世纪 40 年代，东欧平原范围内，就已经积累起足够的关于不同地质时代沉积分布的资料，G. P. 格尔麦尔森和 A. K 梅恩多夫编制了第一版概略地质图，出版于 1841 年。对俄罗斯平原研究有重大贡献的是 R. 麦奇逊、E. 韦纳伊和 A. 凯泽林的综合性研究报告《欧俄与乌拉山地质记述》(1845)，其中所附的地质图的剖面上已经指出：北部结晶基底与南部俄罗斯平原这两个凸起之间，有两个广阔的盆地（即莫斯科台向斜和乌克兰台向斜及顿巴斯盆地），其间被泥盆纪“中俄罗斯地轴”（即沃罗涅什台背斜）所分隔。“莫斯科盆地”的构造和地质历史的概念，在 K. Ф. 茹里耶 1845 年的著作中提出了这一名词，以及 Г. E. 舒罗夫斯基 1866 ~ 1867 年所著的《莫斯科盆地地质史》中得到发展。

19 世纪 80 年代开始的、由地质委员会进行的 1:420 000 俄罗斯平原地域填图，对于完善详细地层划分和查明地台区局部构造断裂，起了很大的作用。1893 年在 A. П. 卡尔宾斯基的领导下，地质委员会出版了比例尺为 1:2 500 000 的欧洲俄罗斯地质图。反映出麦奇逊等的综合汇报出版 50 年来，俄罗斯平原研究所达到的新水平。19 世纪 80 ~ 90 年代出版的一系列著作中，卡尔宾斯基首次以显生宙各个时代的系列图件的形式，对这一广大的区域进行了古地理复原，确立了近纬向和近经向走向的拗陷区的依次发展过程。指出了地台上的构造带，诸如西北（芬兰 - 斯堪的纳维亚）和南部的（亚速海 - 波多斯克）“结晶地垒”及其相邻的两条 NWW - SEE 走向的线性断层带，它位于俄罗斯平原南部，一般认为是“新生山脊”。在卡尔宾斯基的最后有关东欧平原区构造的著作中，采用了徐斯 (E. Suess) 的术语“俄罗斯台地” (Russische Tafel)。在它的中部划出了“沃罗涅什地下地垒”，在东北部划分出季曼 - 伯朝拉带地垒状隆起，在地块的东邻，则有一系列古生代沉积层所组成的平缓背斜构造。这些断裂大多作经向延伸，少部分则为近纬向的，例如 A. П. 帕甫洛夫在 1887 年所描述俄罗斯台地上第一个陡倾的构造断裂——中伏尔加流域的日古列夫斯克断裂带，他认为的新生代的阿尔卑斯地中海褶皱带挤压变形的反映。在辛比尔斯克 - 萨拉托夫盆地一例中，巴甫洛夫将台向斜的概念引入地质学。

在 19 世纪 20 世纪初，在 Л. И. 鲁图金领导下进行了顿巴斯盆地的地质填图，得以详尽研究上古生界系统，并且解读出这一地台褶皱带内部的复杂构造。Ф. Н. 车尔尼雪夫关于季曼和后季曼岭地区。A. A. 因诺斯特朗采夫关于地台西北部、B. Д. 拉斯卡列夫对地台的南部地区的著作，对于东欧地台的地质概念的发展都起了很大作用。

十月革命以后，俄罗斯平原范围内的地质研究和矿产普查都有相当大的进展。苏维埃政权的头几年新开始了对库尔斯克磁异常 (KMA) 的综合研究，结果发现了前苏联最大的铁矿盆地。卓越苏联地质学家 A. Д. 阿罕格尔斯基，他在十月革命前就开始研究俄罗斯欧洲部分的晚白垩世沉积。1923 年出版了第一部有关俄罗斯地台的地质专著。在俄罗斯台地，他划分出地垒（地盾），地下地垒（沃罗涅什台背斜和推测的乌斯秋特高原均曾属于此），地垒边缘（地盾斜坡和台背斜），凹陷（其中特别分出了里海沿岸凹陷），隆起和

“山系”（褶皱带）。除了台地周边的褶皱构造之外，顿巴斯和季曼亦在褶皱带之列。А. Д. 阿罕格尔斯基于不止一次进一步细化这一划分方案。在他之后的著作中，俄罗斯台地被称为东欧台地（1932），而后称为东欧地台（1937），结晶地垒被称为地盾（1932）。而“俄罗斯台地”这一术语，开始应用于地台的盖层发育区。20 世纪 20 ~ 30 年代，研究俄罗斯台地的主要学者有 А. Н. 马查罗维奇、Е. В. 米兰诺夫斯基、А. А. 切尔诺夫、Н. С. 沙茨基，而对于其地盾的前寒武纪基底的研究则有 А. А. 波尔卡诺夫、В. И. 鲁奇茨基等。И. М. 古勃金领导在俄罗斯台地东部古生界沉积中寻找石油的工作，于 30 ~ 40 年代发现了巨大的伏尔加 - 乌拉尔油田。

在战后的年代里，俄罗斯地台开展了深部的基础钻探，它的成果与地质研究资料相结合，阐明地台盖层下部层位的构造，确证了新元古界沉积（里菲系和文德系）的广泛发育，查明了众多线型古地堑式拗陷，即 Н. С. 沙茨基（1961）所称拗拉槽，编制了一系列地台结晶基底起伏的分阶段详图。Н. С. 沙茨基完成了地台构造基本类型的划分，为它们厘定了现代化的专门术语名词，提出了地台发展的基本阶段。他确立了伏尔加 - 乌拉尔台背斜及帕切尔夫拗陷，提出了地台凹进角的概念等。

1960 年沙茨基逝世以后，А. А. 鲍格丹诺夫继续地台构造的研究，从中划分出克拉通化发展阶段和拗拉槽形成及台向斜（台地型）阶段，他发展了拗拉槽的概念并研究了东欧地台边界问题，并得到结论认为它的边界是凹凸不平的，从其主体向西、南东和北东方向突出。在 40 ~ 60 年代，Н. С. 沙茨基、А. А. 鲍格丹诺夫、П. Е. 奥夫曼及其他研究者的著作中，垂直运动和断块变形，在地台构造中占主导地位的观念占了上风，只是进入 70 年代才认识到在其构造形成与发展中，水平构造作用力起着主导作用。以前 А. П. 帕甫洛夫和 А. Д. 阿罕格尔斯基于也曾经提到过这种看法。

Н. С. 沙茨基与 А. А. 鲍格丹诺夫（1964）以及 А. А. 鲍格丹诺夫与 В. Е. Хайн（1981）主编的 1:2 500 000 欧洲国际构造图，А. П. 维诺格拉多夫（1964）编的地台古地理和古构造图册，以及 Н. В. 涅沃林与 В. В. 布朗古列耶夫主编的基底表面起伏图，和 В. В. 布朗古列耶夫主编的新元古界和古生界地台沉积厚度图，全苏地质研究所（ВСГЕИ）编制的前新生代、前中生代和前中泥盆纪表面地质图等，都对东欧地台的地质构造与发展作了重要的总结。

## 第二节 地台边界

东欧地台边界位置的问题，尚未很好的解决，这方面有不同的观点。这种分歧，一方面是因为关于地台概念有不同的理解，一些学者认为地台是具任何前寒武纪时代（包括新元古代）的基底的稳定区，而另一些学者（大多数）则认为只有具新元古代以前的变质基底的地区，才算地台（本书即持此观点）。另一方面，分歧在于对地质构造的认识不同，其中包括对 3 个面积巨大，而研究程度较低的地区的深部基底的年代问题，它们位于东欧地台的西部、东南部和东北边界——北海 - 德国北部，北乌斯秋区和伯朝拉 - 巴伦支海地区。

有一些地质学家认为，广布于这些地区的，是贝加尔期或更为年轻的褶皱基底，于是

把它归入环地台的褶皱带。另一些地质学家,其中也包括 A. A. 鲍格丹诺夫,认为地台中可以存在新元古代以前的基底,即使在贝加尔期、加里东和海西“旋回”受到某种再造,都应归入于东欧地台。最后,还有第三派,认为这些地区具有复杂而不均一的组成,既包括具前里菲变质基底的古稳定地块,也包括相对狭窄的克拉通内褶皱带,时代为贝加尔期、加里东期和海西期。他们同样认为,应把这些地块从东欧地台分开来。本书采取后者的观点,将前述 3 个位于古地台边缘的地区,作为独立的准地台区单独分出——中欧准地台区,顿涅茨克-北乌斯秋茨克准地台区和季曼-伯朝拉-巴伦支海准地台区等,它们介于地台与活动带之间的状况。依此观点,东欧古地台乃是构造上相对稳定的,几乎是等轴形的块体,具粗略的五边形,具圆化的角,它在北西、东面以及东南和南西面与上述的褶皱带相邻,而在西部,南东和北东则与准地台区相邻(图 2-1)。

描绘地台的轮廓,是从其东界作逆时针旋转。地台的东部拼贴着乌拉尔海西褶皱带,整体作经向延伸。前乌拉尔边缘拗陷(准确地说是其南部和中部)将其分开,中间充填为二叠系磨拉石建造,向南为三叠纪的磨拉石建造。二叠纪时它叠加在地台东部边缘,显然受到前贝加尔基底的纵向断裂和挠曲的控制,诱发了向深部沉降。在较晚期发展阶段,二叠纪和三叠纪末,前乌拉尔拗陷的东部内带受到挤压变形,导致乌拉尔褶皱带逆冲到它上面。前贝加尔基底从前乌拉尔拗陷的南部和中部向东扩展,盖在乌拉尔褶皱系的西部巨带之下,在那里它被埋藏于巨厚新元古界和古生界冒地槽型沉积之下。关于它的存在,可以从巴什基尔复背斜的核部出露前里菲,最可能是,太古宙片麻杂岩(塔拉塔什群)而得到证明。而表征地台东部磁异常的延续并具有特征的近纬向异常图景,一直延至主要乌拉尔深断裂,它将西乌拉尔巨带,与东部的优地槽分开。

大约在北纬  $60^{\circ}$ , 前乌拉尔拗陷被波柳多夫岭横向隆起所复杂化,前贝加尔地台界线拐向北西,沿季曼斯克隆起带的西南边界,延伸到卡宁半岛,进而潜入巴伦支海底之下至科拉半岛沿岸,然后又登陆于雷巴奇和瓦兰格尔半岛,在那里贝加尔褶皱带边缘部分逆冲到地台的新元古界盖层。前贝加尔地台在这个块段延伸达 1700km 以上,与季曼-瓦兰格尔贝加尔期的内克拉通褶皱带相邻。在瓦兰格尔半岛西部,古地台的边界突然拐向南西,沿斯堪的纳维亚的加里东带边缘,延伸 1500km 以上,它乃是北大西洋(格兰扁)优地槽褶皱带的一个环节。

由强烈变形和变质的新元古代和早古生代冒地槽和优地槽建造,所组成的斯堪的纳维亚加里东带的构造,以推覆体形式向南东逆冲推覆于东欧地台的波罗的地盾之上,其前峰表面为怪异的弯曲曲线、在推覆杂岩体的底部,在挪威的南部和北部,都存在从基底的准原地体中剥离出来的上里菲-文德纪地台盖层的残片(破片岩杂岩体),构造推覆体水平位移的幅度可达 150~200km。关于这方面,从斯堪的纳维亚加里东带内存在的一系列构造窗便可证明,在构造窗中发现了波罗的地盾原地的前新元古代变质基底,它向西很可能沿挪威北部海岸到罗弗敦群岛,由时代为古太古代(3.5Ga)的变质岩所组成。可以设想:如果将斯堪的纳维亚加里东带内表现为高程在 2~2.5km 的山区切到海平面,那么在此地域之内,将出露波罗的地盾的古老基底。所以斯堪的纳维亚加里东褶皱带异地杂岩的根,显然应位于挪威海的沿岸地带,我们只能在挪威的西南北纬  $61^{\circ}$  和  $64^{\circ}$  之间的加里东带的后部,看到它们重新移动过的前贝加尔期(?)的基底。在北纬  $61^{\circ}$  附近,加里东带的前缘线,向西折向北海海域。所以,斯堪的纳维亚半岛最南西的部分是波罗的地盾最西

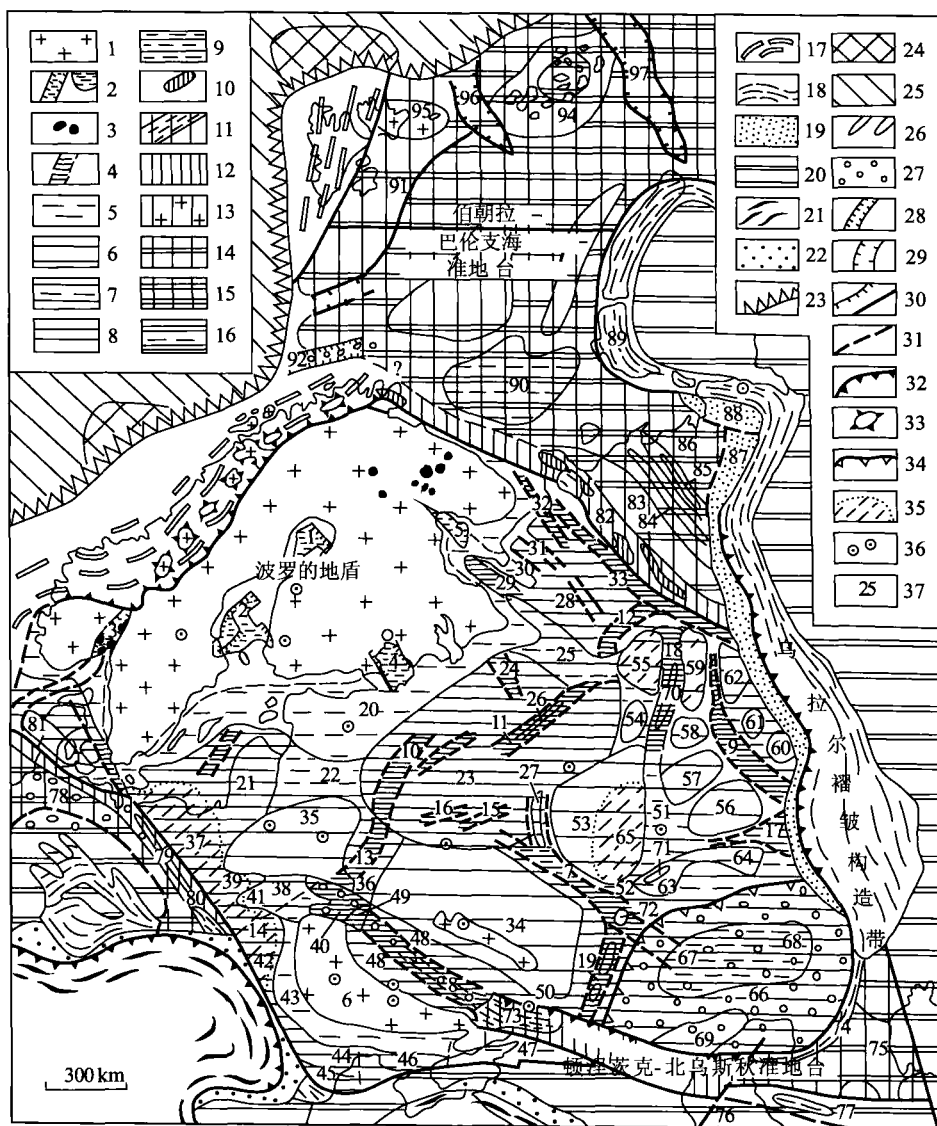


图 2-1 东欧地台及相邻准地台区构造分区略图

1~9—东欧地台；1~3—地盾；1—基底出露于地表（局部有薄层盖层覆盖）；2—地垒和凹陷充填以新元古代及古生代形成物；3—新元古代及古生代侵入岩体；4~9—俄罗斯台地；4—埋藏地垒，充填新元古代及部分晚古生代（拗拉槽）；5—地盾翼部；6—台背斜及复杂台背斜中穹窿；7—台背斜的鞍部、翼部及相邻台背斜中穹窿间拗陷；8—台向斜及环克拉通凹陷；9—台向斜最深部，具次大洋型地壳构造；10~16—地台区；10~12—拗拉型地槽带；10—贝加尔期（或萨莱伊尔期）褶皱基底突起；11—加里东期及海西期褶皱基底突起；12—地台盖层覆盖区；13~16—未分的准地台型地块及准地台区；13—前贝加尔基底突起；14—盖层隆起；15—盖层凹陷；16—凹陷最深部具推断为次大洋型地壳构造；17~22—活动带（陆表地槽褶皱带）；17—北大西洋带加里东褶皱基底突起；18—同上，海西带含较老构造及乌拉尔—蒙古及地中海带的早基米里带；19—海西早基米里边缘拗陷；20—褶皱区块段，上覆年轻台地和带状向斜中的中生代或更老的盖层；21—晚基米里及阿尔卑斯褶皱带；22—阿尔卑斯边缘拗陷；23~25—大洋凹陷；23—边缘带（大陆坡）；25—具大洋洋壳的深水带；24—大陆型减薄地壳块段；其他构造：26—中生代长垣背斜（长垣背斜）；27—岩盐底辟发育区；28—新元古及古生代地堑；29—同上，中生代及新生代；30—出露地表陡的大断裂；31—同上，隐伏断裂；32—大逆掩断层及构造推覆体；33—构造窗；34—盖层中的大型挠曲；35—俄罗斯台地盖层中上叠中生代凹陷；36—已确定与推断的陨石撞击坑；37—构造编号，本书中提到的

部的突起，其中有加里东杂岩异地体的个别小型残片。

从波罗的地盾向南西，地台界线的位置是长期争议的问题。许多研究者把它划在泰塞拉—托恩奎斯特一线，从挪威的南海岸向南东，到瑞典最南部（Skone 省），进而延至波兰的斯文托什斯克山脉褶皱了的古生界露头。但是据地球物理和深部钻探，在丹麦境内及与之毗邻的北海和波罗的海海域，发现有前加里东，大概还有前贝加尔期变质基底的发展。在弗恩岛和约特兰半岛的南部，基底埋藏不深（1~3km），上覆几乎未经变形的早古生代地台型沉积（林克宾—费恩隆起）。

这些资料使地台的西南边界，从波罗的地盾边缘，通过北海东部丹麦海岸以西，然后，经过丹麦与德国的边界，在吕根岛以北，沿着波兰中部的长垣背斜边缘和斯文托什斯克山脉。在此界线的南西方向，在北海大部、英格兰东南，荷兰、德国北部和波兰的西南部，是中欧或北海—德国北部的准地台区。更向南东，在维斯拉河上游和多瑙河下游之间延长 750km 范围内，古地台的边界应当沿着前喀尔巴阡的阿尔卑斯期边缘拗陷的北东侧延伸。它的北东翼，即外翼在中新世被叠置在东欧地台的西南部边缘该块段之上。而在其内翼，即南西翼，一部分被东喀尔巴阡的逆断层和推覆断层所“推移”，把它给埋在了古生代再活动的贝加尔期褶皱带之下，它乃是位于北西的斯文托什斯克山区，与位于南东的多布鲁日的贝加尔褶皱带与古生代褶皱带之间的联结环节。

出露于下多瑙河河口以南的内克拉通中生界褶皱带多布鲁日，向北东逆冲于前多布鲁日（摩尔达夫斯克）凹陷之上，将东欧地台与默兹具前寒武纪基底的台地（或准地台型地体）分隔开来，南喀尔巴阡和巴尔干的阿尔卑斯褶皱构造，从西、北和南 3 个方向环绕这一台地。而在东南该构造进入里海深水凹陷。

在南面，东欧地台以位于地中海褶皱带北部的斯基夫地块为界，它具有海西及部分贝加尔期基底，构成克里米亚和前高加索的平原区。这条界线，从多瑙河口向东追索，切过里海的东北部，佩列科普斯克地峡和亚速海的北部，进一步以东西向穿过北西向的前高加索到达萨利斯克。在这里，界线急剧折向北西西，环绕着平面作楔型的罗斯托夫—萨利斯克隐伏的前贝加尔基底的突起。再向前，地台的南、西、北界线，包绕着从东面深深嵌入其中的顿巴斯内克拉通海西构造带（拗拉型地槽）。地台南部界线，从顿涅茨河中游，沿顿巴斯构造的东延隐伏部分的北部边缘（顿涅茨克—普罗梅斯洛夫带），穿过伏尔加三角洲，到达北里海东岸的厄姆巴河口以南 100km。据多数学者的观点，地台的界线从这里折向北东一直向北，并从南东和东部，以向东突出的弧形包绕着里海沿岸凹陷，在阿克秋宾地区，接近于前乌拉尔边缘凹陷之南部末端。在这里，地台覆盖在近水平的中生代地台盖层之下，被狭窄的南厄姆巴拗拉型地槽带所包绕，该地槽带是由强烈变形的中生代沉积所构成，该带向南西逐渐尖灭，向北它过渡为乌拉尔西坡的济莱尔斯克复向斜。

从南厄姆巴缝合带向南东，出现一个平面上作三角形的，北乌秋斯克地块（准地台地体）具前寒武纪（可能属前贝加尔期）基底，和巨厚（5~10km）平缓倾斜的显生宙地台盖层。与南厄姆巴以及位于其以西的顿涅茨克褶皱带一起，它构成了顿涅茨克—北乌秋斯克准地台区。

### 第三节 地台构造

东欧地台具有太古宙和古元古代变质基底，此一基底亦称前贝加尔基底。在地台的一些地区，基底在地表出露，但是在大多数地区，基底被地台盖层所覆盖。盖层是由近水平的或缓倾斜的新元古界、古生界、中生界和新生界组成，其厚度一般在数百米至5~10km局部甚至20~22km（图2-2）。在本节中，我们将研究基底顶面的现今的起伏和形态，及盖层的构造特征。基底的表面是原生侵蚀作用成因的，它会切割各类变质杂岩和岩浆岩建造。它长期形成于不同的地区，不同程度地覆盖在盖层的下部层位之下，而在那些出露着的基底突起部分（地盾），隆升与剥蚀仍在进行之中。当地台基底受到覆盖时，它是相对被夷平的并处于近海平面的高度，不过有一些地段却有着切割的地形。但这些原生的不平整性，从其幅度来看与地台现今地形的不平整性相比，相去甚远。基本上决定于地台各个地段后来的垂向差异运动。所以现在的基底地形，如果忽略其原生的不平整性，可以看做垂向（以沉降为主）运动幅度总和的重要标志。在俄罗斯台地上，地台的某个区段开始接受地台盖层沉积的时间大部分是在里菲纪、文德纪或泥盆纪。

在盖层形成之前，地台的相应地区以隆升为主并受到侵蚀和切割，其总体深度则尚未有准确的估算，在长时间的盖层形成过程中（达15亿a）垂直运动的体制，其标志和速度，以地台作为整体，或是它的个别地段，构造格局都受到很大的改造。为了阐明地台构造在不同阶段的发展，除了要分析现在地台顶板的（或者整个地台盖层底面的）起伏之外，还要研究地台盖层的产状、厚度以及各个岩石地层组合（连同其构造）的沉积相，俄罗斯台地占东欧地台面积的3/4，只有1/4是地盾（约 $1.5 \times 10^6 \text{ km}^2$ ）。地台的西北部是大面积的波罗的（芬兰-斯堪的纳维亚）地盾，而其南部则是不大的乌克兰（亚速-波多斯克）地盾。

波罗的地盾占斯堪的纳维亚半岛和芬兰、卡累利阿及科拉半岛的大部分面积。它的西北面与推覆于其上的挪威加里东带相邻。它的北东，与季曼-瓦兰格褶皱带的西北部贝加尔带相邻，而其南部和南东则隐伏在俄罗斯台地的盖层之下，例外的是白海-波罗的“地峡”，该界线侧伏在白海、波罗的海和连接波罗的海和北海的海峡水体之下。此一侧伏可以是平缓的，具十分缓倾表面（例如芬兰湾和卡累利阿斯克海峡），也可能是中度挠曲。局部，如斯堪的纳维亚半岛的南部地区，则为很陡的正断层型断裂。地盾的大部分地区，基底的表面，是出露的或者被很薄的第四系上部沉积所覆盖，其抬升不足百米，局部可达海平面上0.5~1.0km，但有些地区却埋藏在新元古代或古生代形成物之下。这些沉积物充填了单个的碗状凹陷或线状地堑，深度可达1~2km。最大的凹陷（图2-1中的1和2）已经在博特尼切斯特湾（阿兰斯克地轴以北）地区被由地球物理探测和钻探工作证实了。地盾的南坡，被北北东走向的狭窄的奥斯陆地堑（3）所切割，其中充填了平缓褶皱的下古生界沉积以及二叠纪的火山岩及侵入岩。在瑞典的南半部有一系列小的地堑，其中一个具很特殊的环状。如奥斯陆地堑一样，存留其中的，是下古生界沉积，它们乃是较薄的盖层的残余，在古生代早期盖着地盾的南部。在地盾的东南和东坡，发育着里菲期拉多加（4）和坎达拉克（5）地堑。