

前寒武纪构造 与岩石圈旋卷构造体系

O. N. 斯连扎克 著
崔承玉 孙宝珊 译
钱祥麟 校

地质出版社

4832

前寒武纪构造 与岩石圈旋卷构造体系

5424/32 O. И. 斯连扎克 著

崔承玉 孙宝珊 译

钱 祥 麟 校

地 质 出 版 社

内 容 提 要

书中阐述了上地幔在固态变质分异过程中,关于基底岩石和构造形成的概念,同时研究了上地幔及地壳物质,经前期转化阶段的动力变质作用所形成的、较年青的、岩石组合的成生序次。探讨了基底的各种不同构造体系和它们的从属性,并指出了弧形的单斜逆—逆掩断层带与扭动构造带—褶皱带之间的复合规律性特点,而褶皱带则为更高级别的构造单元——岩石圈旋卷构造。

岩石圈巨型旋卷构造体系的存在,不仅决定了各种不同形式的构造形迹的分布,而且也决定了上地幔转化为地壳的类型本身——花岗岩化、基性岩化和上地幔的岩浆活动以至区域的地球化学和成矿专属作用,而这些现象都受到旋卷和扭动构造体系的对称性及构造体系中的岩石圈具体地段的控制。

本书读者对象为广大大志于构造地质学、岩石学、成矿作用和基底地层学问题的研究工作者,也可供高等院校的教师、研究生和大学生参考。

ВИХРЕВЫЕ СИСТЕМЫ ЛИТОСФЕРЫ И СТРУКТУРЫ ДОКЕМБРИЯ

О.И. СЛЕНЗАК

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКОВА ДУМКА»

КИЕВ—1972

前寒武纪构造与岩石圈旋卷构造体系

О. Н. 斯连扎克 著

崔承玉 孙宝珊 译

钱祥麟 校

*

地质部书刊编辑室编辑

责任编辑 张义勋

地质出版社出版

(北京西四)

地质印刷厂印刷

(北京安德路47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: 7⁵/₈ 插页: 一个 字数: 176,000

1981年5月北京第一版·1981年5月北京第一次印刷

印数 1—3,080册·定价1.60元

统一书号: 15038·新645

中译版序

研究岩石圈和前寒武纪构造是现今固体地球科学中的重要基础地质课题，已经深受全世界地球科学家、特别是地质学家的注意，并在最近十几年中取得了巨大的进展。六十年代发展起来的板块构造理论，是固体地球外层构造的一个物理几何模式。但板块构造的动力源问题，板块内部的构造演化问题，地球历史中特别是地球早期历史中的构造演化问题，都有待进一步探讨。八十年代世界性固体地球科学的一个重大国际项目，即岩石圈计划——是廿多年来地球物理、地壳与上地幔计划及地球动力学计划的继续——就是为了研究和认识地球内部的作用与岩石圈内的应力和岩石圈的形成、演化的关系，其中就开列了像岩石圈构造、前中生代构造（特别是前寒武纪构造演化）的专题研究任务。与此同时，最近一、二十年来，国际学术界对前寒武纪地质问题在取得一系列重大成果的基础上，正在迅猛地开展研究。在1970年、1980年召开了每隔十年一次的盛大的国际太古代讨论会；最近几届国际地质大会都召开了内容广泛的前寒武纪专题会议；从1975年起，在国际地质对比计划机构主持下，确定为期十年的每隔两年一次的一系列世界性的太古代及前寒武纪地质和成矿规律等问题的讨论会，探索前寒武纪、地球早期的地壳演化过程及地质特征。所有这些都表明了研究前寒武纪的紧迫感，都大大地促进了对前寒武纪地质的认识。岩石圈和前寒武纪已是当前国际地球科学研究工作中的重要学术动向。值得指出的是：无论是岩石圈的研究还是前寒武纪地质研究都具有明显的应用目的，对矿产资源需求日益尖锐的今天，更显得研究这种理论课题的重要性，而且在一系列重要矿产资源上已产生了重大的作用，扩大了矿产资源的远景。

О. И. 斯连扎克的《前寒武纪构造与岩石圈旋卷构造体系》就是以岩石圈和前寒武纪为内容的一本专著，但他从另一个角度重新研究探讨了岩石圈的构造特征和形成过程，以及在岩石、地球化学演化基础上论述前寒武纪的构造发育。应该特别指出，作者通过长期工作经验积累，选择和运用了我国李四光教授所创立的构造体系类型之一的旋卷构造理论、术语以及工作方法，对全球范围的旋卷构造型式及其复合关系进行了分析，并以实例把这种旋卷构造体系的构造类型向前推进到前寒武纪的历史中。这显然是一种大胆的尝试。作者在李四光教授的学术思想启发下作这种探讨是具有启发意义的，为探索前寒武纪构造提供了又一个途径。作者从形成构造体系的型式的力学机制出发，与岩石圈的物质转化的规律性联系在一起，不仅把旋卷构造作为天体的一个特征，并归结为在不均匀、非对称空间中在右旋平移逆冲断裂的应力场中发生反时针转动的地质作用的结果。把构造与造岩作用联系起来，以此来研究普遍而广泛分布的一种相同类型的构造体系——旋卷构造体系。据作者的分析，旋卷构造不仅是现代岩石圈构造中一种巨型主要构造体系，是不同纬度区内都有的类型，其分布不受大陆和海洋的限制，而且也普遍见于前寒武纪基底岩系之中。这些地质论据也都与大量地球物理资料相适应。作者把岩石圈的这种旋卷构造体系当作是岩石圈中物理-化学转化过程的先决条件，是地球自转运动最终形成的结果，使岩石圈和上地幔初始均一物质的不同应力状态区转化为不均一区段，而构造单元与岩石组合的展

布是受旋卷构造体系的对称关系所控制的。不过，作者认为旋卷构造体系的完整性和规模都说明了它们的成因不能归结为大陆的大规模漂移，但这毕竟是一个正在探索的地学大课题。

本书作者根据地盾区的实际资料，系统地叙述了岩石组合的研究工作，指出岩石系列是大范围内的统一的地球化学环境中逐次、逐级在固态中转化，因而具有明显的继承性联系。这一点无疑是勇敢的设想。作者把前寒武纪基底岩石视为物理-化学的综合体系，在构造应力场的变化过程中呈现固相转化，形成一个有各种不同交代形式的共轭体系，例如，紫苏花岗杂岩实际上是一系列岩石的组合，而角闪石化的辉石斜长片麻岩及角闪岩都与构造破裂带——新的物理-化学体系有关，导致了大规模的物质运移。不同旋回的构造演化可使原有岩石发生系统而有规律的组合变化，即不同旋回有不同的岩石组合，因而构造与造岩，构造旋回与岩石组合就成为地质演化的必然关系。由于元素在构造变动过程中大规模迁移、扩散的变质分异作用，从而解释了某些元素在分布上的特殊性。作者强调由构造作用推动的物质固相转化，不仅形成了各种岩石系列组合，而且也构成了成矿作用的规律。在没有偶然岩群和没有与围岩无成因联系的岩石的认识下，例如，乌克兰地区的硫镍矿床，就是产在强烈形变下形成的基性和超基性岩体中。作者以此重新进行了含矿性预测工作。当然，这正如作者所写的那样，这是基底地质研究的阶段性认识，还有待今后继续努力和进一步证实。

本书作者 O. И. 斯连扎克用李四光教授的旋卷构造体系的概念，对岩石圈的构造演化、构造与造岩作用关系及成矿预测提出了新的见解，无疑是会有积极意义的。还必须指出李四光教授创立的地质力学，认为地壳岩石中具有多种多样的构造型式，而旋卷构造体系只是其中的一种型式。因此，作者把全球构造只归并为旋卷构造，看来可能是不够全面的。尽管如此，本书对旋卷构造体系的研究、对前寒武纪地质演化的探索都将会起到有益的促进作用。

最后，顺便在此指出，人名在译文首次遇到后中文译音和原文同时列出，再现时只有中文译音；再者，原非俄文人名仍按俄文原文书写，以便与书末文献目录对照。关于地名，编译了地名索引附后供查阅。

钱 祥 麟

一九八〇年七月十三日

前 言

在研究前寒武纪建造时，发现了构造现象与成岩、成矿作用有密切联系。这样，迫使岩石学家不得不密切注意前寒武纪构造的研究，而构造学家也不得不深入了解成岩作用的实质。因此，所研究的对象本身就充分决定了前寒武纪研究在这些方面的紧密联系。随着对岩石学知识的不断增长，不可避免地要改变对前寒武纪构造的认识；而对前寒武纪构造的认识就可在全新的领域里评价成岩、成矿现象。这就是研究前寒武纪的重要特点所在。构造学与岩石学的相互联系，使得其中任何一个方面的观点改变时，都会影响到基底和地壳的形成、矿产的形成的整个概念。随着对有关结晶基底构造和组分形成的不同概念的演化，这种相互的关系就越强烈。毋庸置疑，没有这种联系，就不可能有任何有关基底形成的构造学和岩石学假说。

从对乌克兰地盾的研究中，我们获得了有关基底构造和组分性质问题的全新解释。变质分异作用伴随着上地幔物质中造岩矿物的固溶体分解、或上地幔固相物质分解转换为基底岩石的组合状态，造成了结晶基底岩石的多样性。因此，基底构造即是地壳和上地幔的造岩矿物在地球应力场中固溶物质分解形成的构造（Слензак, 1965）。在过去的任何一个概念中，从来没有把造岩作用与由这些岩石构成的构造关系的问题，这样尖锐地提出来过，也没有把它作为一个统一的问题来研究过。基底在构造应力场的作用下，在固相变质分异过程中形成的概念，不单单是已经形成的岩体发生力学形变，同时也形成一定组分、一定型式的地质体。产生变质分异作用的应力场特征决定了基底和地壳构造的复杂性。因而很显然，要想全面了解基底的构造，只有当搞清了作用在地壳中的地应力场特征的时候，也只有在分析了地壳和基底地质体展布的基础上才可能解决这一问题。

依据所取得的大量地球物理研究成果，分析乌克兰地盾地质结构时，可以重新阐明这个地盾的构造。在这里阐述的花岗岩化弧形断裂带，有点像是具右行扭动的挤压带特征的褶皱带。本书对比了乌克兰地盾和东欧地台的构造，提出了地台基底和地盾构造具有规律的共性，其特征是具有不同规模的扭动构造。

分析了东欧地台构造，得以确定了本地台主要构造单元——褶皱带、凹陷、台块呈旋卷式地排列分布。这种型式的大型构造在过去的文献中是闻所未闻的！根据这些旋卷构造体系的构造复合特征，可以合乎逻辑地解释每个单体构造在空间的分布位置。于是产生了这样的问题——相同类型的构造体系是广泛存在的吗？为了解决这个问题，分析了波罗的地盾和其他地盾的构造资料，研究了大陆和海洋的构造单元的分布。通过对这些资料的分析，确立了一种新的巨型构造体系——岩石圈的旋卷构造体系的存在，它由地壳和上地幔的不同性质的构造单元联合而成。绝大多数旋卷构造的弧形构造线是以反时针方向向体系中心收敛的。它们的规模很大，直径可达1万—1.2万公里，呈深断裂带，贯入的深度可达或超过700公里。旋卷构造体系的对称说明了单体构造的很多特征。

岩石圈和地壳旋卷构造体系，其上盘向上的旋转平移-逆断层的应力释放，控制了地球的固体圈层中的热力学条件分布呈有规律的不均匀性，进而形成了岩石圈构造体系的非对

称分布。岩石圈的空间非对称性决定着各种不同的地质对象的构造-岩石成因的演化,表现为地质体的不同结构和成分,以及本身有规律的和极其复杂的地质体和构造的复合的某种重要关系。在大地构造体系的分布非对称性概念上,本书探讨了地壳和上地幔构造相互作用的特点,同时分析了因地壳发展的形变引起的上地幔改变,对于碳氢化合物聚集形成和其它建造——即地幔基性岩化产物的形成所具有的意义。

在本书中确立了关于基底结晶岩石是上地幔物质在固态变质分异过程中形成的这样一个观点。造岩过程视为矿物固溶体分解和与其密切相关的构造断裂带相互作用的产物,其中岩石的塑性变形控制了物质最大限度的分异。在应力作用下引起的相互联系,但空间上分散的、交代过程中,使原始岩石的矿物化学元素发生再分配,从而产生了新的岩石组合。对于乌克兰地盾的各种杂岩的岩石,借助于研究物质发生变化阶段之前出现的退化交代作用,探讨其叠加的岩石组合形成的成生序次。

成岩作用对每一种岩石组合而言,是其专属的矿产元素依次分异及矿物富集的基础。岩石和杂岩与矿床的专属性不仅受构造改造的旋迴数量和程度的控制,而且还受不同地区的不同构造物理条件差别所控制。为了举例说明,应用这一发展了的观点去解决实际问题,研究了乌克兰地盾范围内的硫化物——镍矿床性质及其找矿前景问题。

书中涉及有关前寒武纪的构造、组分和有用矿产的形成等问题的讨论,将有助于更深入地认识基底的性质,从而为普查找矿提供更可靠的资料依据。

作者在此对下列学者表示感谢: В. Г. 邦达尔丘克 (Бондарчук), А. В. 切库诺夫 (Чекунов) 和 И. Б. 谢尔巴科夫 (Щербаков), М. Н. 库德良采娃 (Кудрявцева), С. И. 斯连扎克 (Слензак), 贝辰加镍矿公司总地质师 К. С. 杰米特罗夫 (Демитров), 基辅地质托拉斯, 日托米尔勘探队, 奥列夫斯克地质队, С. В. 苗塔利季 (Металиди), В. Ф. 拉布兹纳依 (Лабузный), Р. А. 斯雷许 (Слыш), И. Х. 阿克谢尔鲁德 (Аксельруд) 和基辅综合地球物理勘探队总工程师 В. Г. 斯米尔诺夫 (Смирнов)。

目 录

乌克兰地盾的构造及其在东欧地台前寒武纪构造中的位置	1
旋卷大地构造体系	10
岩石圈旋卷构造体系特征	10
岩石圈旋卷构造体系的起源问题	41
岩石圈大地构造体系在空间上的非对称性及其在地质过程中的表象	53
变质分异作用和前寒武纪岩石形成的序次（以乌克兰地盾为例）	73
硫化镍矿床的性质及其在乌克兰地盾上的找矿远景	95
参考文献	103
中俄地名对照表	107

乌克兰地盾的构造及其在 东欧地台前寒武纪构造中的位置

在研究乌克兰地盾的前寒武纪时,发现各种不同的构造现象与矿物和岩石形成作用有着密切联系。而且,所观测的资料证明了构造作用是一个主导因素,构造运动成为矿物和岩石形成的主因,因此构造及其体系的发育决定了物理-化学体系的发育,从而引起一些共生矿物和岩石的消失和另一些共生矿物和岩石的出现。由此可见,涉及与结晶基底的岩石形成作用有直接关系的地质构造和构造特征问题的讨论,应该首先研究基底岩石形成的过程。

考虑到千变万化的地质作用的确实存在(Бондарчук, 1961),我们就不能局限在与乌克兰地盾直接有关的资料分析上。为了更全面和深入地了解地盾构造,必须搜集研究邻区的大量资料。乌克兰地盾本身的规模尽管是相当大的,可是它在东欧地台的前寒武纪基底中仅占相对不大的一个地区。

对呈条带状分布的岩石、构造及地球物理资料进行地质分析,是研究乌克兰地盾或是其它地盾的有关地质构造的基础。对地质事实,而首先是对条带状分布性这样一点,不同的研究者持不同的观点。持岩浆观点者认为在乌克兰地盾的整个研究史中,所确立的岩石的条带状结构(Безбодько, 1918),正是岩浆侵入过程中岩浆物质在一定的压力作用下结晶的结果。

随着前寒武纪构造的地槽发育观点的传播,条带结构往往被解释为由于变质作用而强化了了的沉积岩的层理,因此有可能按照条带的产状和岩体的状况分出向斜、背斜和穹窿构造(Семененко, 1964)。

我们(1965)曾指出乌克兰地盾岩石的条带结构,呈有规律性透镜体一条带状构造,它反映了由于变质分异作用所造成的造岩矿物分布的化学分带性。这个化学分异过程在空间上是受构造应力场控制。在地壳和上地幔固态岩石的动力变质过程中产生的这种条带结构,是从太古代直到中元古代的乌克兰地盾的各种岩石都具有的一个特点。

现代地质构造的研究是不能脱离地球物理资料,这不仅是由于地盾的露头不好,所能直接观测的点是有限(地球物理方法可在大面积内追踪构造单元),同时也由于地球物理方法对基底的研究能够反映地壳深部的构造,从而给出一些构造单元及其形态、规模和在全布的全貌。为了更确切地划分基底的块状构造,可以利用中比例尺重力测量资料进行地盾区的小比例尺的构造区划工作。在沿布格河区的详细工作表明大比例尺的重力测量,对研究中小型基底构造很有效,有相当可观的分辨力,然而这种重力测量的面积相对于整个地盾来讲是很小的。

磁法测量资料能够给出有关磁性和非磁性岩石的方向和产状的特点的信息。应当指出,用重力图的等值线可以进行极为详细的构造解译,它所反映出来的基底构造远比磁法测量资料更详细和确切得多。然而,这些资料目前只能在Г. К. 库热洛夫(Кужелов)等人的报告的手稿中找到。Г. К. 库热洛夫在报告中根据重力资料,即利用重力图等值线的弯曲

排除了局部的最小与最大异常对褶皱构造弯曲的干扰，找出了相应的前寒武纪构造。

当前，通常的中比例尺重力测量重新又被广泛地应用于构造研究。这些工作成果是极为有趣的。特别要指出的是，比如在斯卢奇上游地区，迄今所有图件上皆被画为北西向构造，如1964年Н. П. 谢苗年科（Семеновко）所编的图上的所谓奥斯特罗波尔复向斜，实际上那里明显地为北东向构造（特卡钦科、斯托利亚连科、库罗奇金、索科洛夫）。根据地质观测，这个地区广泛发育的北东走向，恰好与斯卢奇河从斯塔罗康斯坦丁诺夫到柳巴尔之间的北东延伸的那一段的走向相吻合（Слензак, 1965）。但是，在对地球物理资料还没有进行综合解释之前，现今对研究前寒武纪构造最有价值的资料应是乌克兰地质部地质托拉斯各地质队所完成的磁法测量、地质观测资料和地质测量图件资料以及在此基础上，由А. Н. 科兹洛夫斯卡娅（Козловская）领导所编制的地质图。鉴于部分地质图幅没有充分利用地球物理成果，无疑这些地质图的个别地方不可能准确地反映基底岩石的状态及其相互关系。尽管如此，根据乌克兰地盾的现有认识水平，科兹洛夫斯卡娅所编的地质图乃是最全面的总结。地震测深的深部资料对评价整个地盾的深部构造还很不够。但是根据已有的地震测深剖面的资料可以更有把握地解释重力图，从而扩大我们对地盾深部构造的认识。

在我的《乌克兰前寒武纪构造》（1965，第104—111页）这部书中对乌克兰地盾区域重力图进行了构造解释，根据重力的低值区划分出相应的花岗岩化的断裂带。在这些断裂带之间是变质较浅而更致密的块体，由地震测深的结果证明它们的地壳厚度较小。在邦达尔丘克、谢苗年克（1959）、科兹洛夫斯卡娅（1965）等不同研究者所编的构造图上，乌克兰地盾的所有主要断裂和断裂带都落在重力场的低值带中。花岗岩化的断裂带和断裂带之间地块展布图，反映了地盾的主要构造单元的分布特征，它们的宽度和地壳的厚度相近。当然，这样一个概括性的图件还远不能解释花岗岩化断裂带中的运动特征以及构造单元之间的复合关系和其它一些问题的细节。

对基底构造更进一步的详细调查可用磁法测量。即使是这种只反映构造基本轮廓的图件，也可得出这样一个结论，即地盾是断块构造，而且断块构造对它是起决定性的作用的。邦达尔丘克在1955年曾首次提出了关于乌克兰地盾的断块构造的论说。

尽管近10—15年来乌克兰地盾主要地区的磁法测量图件没有重大变化，但不同的研究工作者对这些图件都进行了不同的构造解释。有关这种情况可举最早由库热洛夫1957年所编的图件为例，作者只分出北西向的构造，仅仅有个别地方稍稍偏离这一方向，在这图中基本上没有北东向的构造。我们根据（1965）库热诺夫所编的地盾的磁异常图，在地盾的西南部分——沿德聂斯特和沿布格河地区分出相当大面积的北东走向的岩石，而在此以前在科兹洛夫斯卡娅所编的图上只有个别是北东走向，而在其它的图上（Семеновко, 1964）这个方向构造就不存在。

对比这些资料，证明磁法测量图的解释原则不是单一的解，它在很大程度上依赖于作者们对岩石成因和地盾构造所持的观点。Г. К. 库热洛夫对磁法测量资料的第一次解释，主要基于这样的观点作出的，即认为地盾本身是地槽深成带在地上的表现，因而只反映了北西向的构造。根据在乌克兰地盾实地观测到的重力场的低异常带，从而得到关于花岗岩化断裂带对乌克兰地盾构造起主导作用的认识，并指出在这个地盾上还广泛发育北东向的构造（Слензак, 1965）。

实际上存在着这样一个问题：以什么样的原则来解释磁异常图，更具体的说——哪些磁异常轴能反应基底构造的主要特征？解答这个问题是很重要的，因为只画出大的异常轴的图件会丢掉一些信息，而没有这些信息就难以认识基底构造；反之，若将所有的异常轴都以短线段的形式画在异常图上，则将难于抓住能够反映地质体即基底构造的异常。

分析乌克兰地盾和波罗的地盾地质图（参看《欧洲大地构造图》，1964）得出，决定结晶基底构造的地质体是相当大的——有几十公里宽，而走向延伸比宽度还大几倍。研究磁场图同时也证明，基底的同类型磁场有很大的范围（约在几十至一百或二、三百公里）。这种规模的地质体——在太古代及元古代岩石发育区是完全可能的，因为在基底中画出的地壳构造的厚度当为35—50公里，而在平面上，即在地质图上，这些构造呈带状出现，其宽度等于地壳厚度二倍或近于它本身的厚度，而沿走向则是几倍于这种数值。

因此为了编制前寒武纪的构造图应当合理地划出磁异常或异常组。这些磁异常的长度与地壳厚度相当，一、二十至二、三十公里或更大。在图上反映出来的这样一些中型和巨型的磁异常轴，它们相当于在研究程度较高的前寒武系实际观测到的那些地质体的大小；从另一个角度来看，这里要求有这样一个认识，即地壳的组分和构造是在上地幔的固态变质分异过程中形成的；而在这个过程中花岗岩化断裂带、褶皱带是地壳的主导构造单元，而它们的规模和位置则取决于全球性的地应力体系。乌克兰地区的这类磁场的构造解释的具体例子，可参看我们所提出的磁异常轴略图（图1）。为了避免误解，应该强调指出，为了搞清基底各个地区的结构，必须进行中、大比例尺的地质和地球物理制图，这种制图的结果必然与该地区的地壳主要构造——大型花岗岩化断裂带、褶皱带的分布相吻合。

对磁异常轴分布图的分析有不同的方法。最好是同时研究地盾的重力场和磁异常轴图件。其中比较方便的方法是研究重力场低值带与磁异常展布的规律性之间的关系，重力场的低值带位置反映着花岗岩化断裂带的位置。

这种构造带在乌克兰地盾范围内是相当多的。它们在我们所编的图上（1965）相当明显，而在К. Ф. 佳普金（Тяпкин）所编的图上所划的断裂带则稍有偏差。尽管在地盾范围内构造的走向大多是北西向的，但是值得注意的是，它们在邻接近南北走向和北东走向的构造时候，都很有规律地变为北东向，而另一端则是花岗岩化断裂带又转回到北西走向，并使西部构造形成沿花岗岩化断裂带的弧形构造，其弧顶则是向东凸出，而在花岗岩化带以东的构造成为弧顶向南或向西南凸出的弧型构造。乌克兰地盾所有的主要的北东和近南北向的花岗岩化带都持有这一特征。

在研究磁异常轴的方向性时发现，由它们展布特征可以认为，它们是沿右旋扭动的一系列构造。这种构造的形成可能是与基底岩石的变质分异条件和复杂的应力场的存在有关，而与大规模的扭动平移绝对无关。

非常有趣的是整个地盾可以看作是在大致均匀的应力场中，岩石发生结晶作用和变质作用而产生的构造，这个应力场大约每隔150公里左右形成一个近南北—北东向的扭动构造。应当指出，地盾的这类构造特征，在А. Н. 科兹洛夫斯卡娅，Г. И. 卡利亚耶夫（К-аляев）和К. Ф. 佳普金所编的地盾图件上可很明显地看到。

必须对乌克兰地盾构造的这些特征给出明确的解释，即由磁异常轴图和地质图分析所得出的这种特点，是否在围绕地盾地区的其它基底构造特征中也证明有其相似性呢？应当指出В. Д. 拉斯卡列夫（Ласкарев），В. И. 卢奇茨基（Лучицкий）1930年在他们著作



图 1 乌克兰地盾磁异常轴图
1—正异常轴, 2—负异常轴

中指出的乌克兰地盾范围内的扭动构造运动的特点。卢奇茨基指出：“事情不限于单纯的褶皱作用；无数事实证明扭动和平移正断层在整个乌克兰地区结晶台坪的形成过程中起了重要作用”（第247页）。И. И. 恰巴年科（Чебаненко）相当详细地研究了乌克兰及乌克兰地盾的断裂的平移扭动运动的特征问题，并作出了乌克兰断裂图，由物质自北向南运动的假设下，在图上指明了运动的特点。乌克兰地盾花岗岩化断裂带的扭动形式在我们的著作中也曾明确地指出过（1965）。佳普金曾多次提及了克里沃罗格—克列缅楚格断裂的右旋的扭动问题。

Р. А. 加法罗夫（Гафаров）（1963）在他的著作中根据地球物理研究的资料对东欧地台的基底构造进行了探讨。由图2分析可以看出，对地台来说弧形构造与扭动型式的有规律性地复合是极其普遍的。北西向构造是地台的特征，这些北西向构造以向东凸出弧形型式有规律性的从北西边趋向大型北东向的地带，然后过渡为北东向构造，继而形成南东向分支，其弧顶转向南西方向凸出。因此，这里在广阔的范围具有与乌克兰地盾构造相同的规律性。

对这些构造形式的分析表明，宽约300公里的北东向的巨型构造带切穿了东欧地台。尽管布列斯特—明斯克带、白俄罗斯地块、瓦尔代带和北德维纳地块的西南端、伊万诺夫带的每个单个的北东向构造都表现的很明显，而Р. А. 加法罗夫没有把这一巨型构造带作为切穿整个地台的统一构造而划分出来。Т. Н. 西莫年科（Симоненко）和М. М. 托尔斯基辛（Толстихин）（1965，第30页）称这一部分构造带为基洛夫带。Р. Н. 瓦利耶夫（Валеев），В. А. 克卢鲍夫（Клубов）和М. И. 奥斯特罗夫斯基（Островский）（1969）将这个带的一大部分，从提曼到奥尔沙叫作中俄罗斯断堑构造（авлакоген）。我们认为可作为一个统一的走向北东的巨型构造带来看待，它的边缘构造排列是有规律的。从北西方面有一些弧形构造呈有规律的与它邻接，其弧顶向东凸出，它们是诺沃格勒地块、普斯科夫带、奥涅戈瓦格带、瓦尔代带和北德维纳地块。这个巨型构造带在东南方面以向南西凸出的奥卡—茨宁斯克长垣，库尔斯克带，第聂伯—顿涅茨盆地和乌克兰地盾构造为其边界。这些构造的这种排列的规律性不是偶然的，它反映了大区域的扭应力，乌克兰地盾明显成为后者构造之一（图3）。А. В. 切库诺夫（1970）阐明了南西向延伸的构造带即帕诺恩—沃伦斯基拗陷，它经过喀尔巴阡和大匈牙利的盆地一直到巴拉顿（图4）。

将乌克兰地盾看作是东欧地台北东旋扭构造的一个分支这样一个认识，使得地盾构造的一系列特征得到应有的解释。

首先是得以理解乌克兰地盾和第聂伯—顿涅茨盆地的弧型。有关这一弧型Н. И. 别兹鲍罗季科（Безбородько）（1934）和其他一些研究工作者很早以前就曾多次提到过。正是地盾的这种弧形说明那些巨型的断裂带沿走向的某些差异。实际这些断裂带的方向是近乎于由地盾所组成的弧的半径方向，以放射状断裂的形式存在：佩尔让带呈北西 60° — 70° 延伸，别洛策尔科夫带则呈北东 40° ，塔和诺夫带呈北东 25° ，克里沃罗格—克列缅楚格带呈北东 15° ，奥列霍夫—巴甫洛格勒呈北东 10° —北西 345° 。

应当指出，В. Б. 索洛古勃（Соллогуб）最先提出了乌克兰放射状断裂体系的存在。他在研究了包括地盾相当大一部分的乌克兰南部的广阔领域时指出：“磁异常轴按一定的体系展布，即以放射线状的形式撒开，而这些半径的中心则是位于克里米亚半岛南部或更南一些，那里观测到大量的地震震中”（1960，第42页）。



图 3 东欧地台区扭动带 (构造底图据P. A. 加法罗夫, 1963)

1—太古代地块; 2—元古代褶皱带; 3—基底磁性岩块轮廓; 4—基底非磁性岩块轮廓; 5—扭动带外围的构造走向

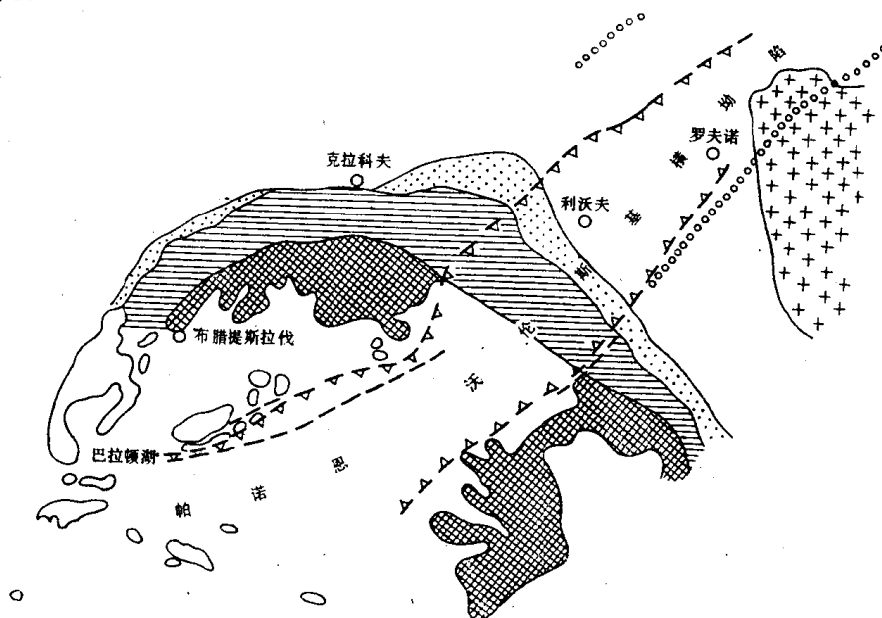


图 4 帕诺恩—沃伦斯基拗陷位置

据 A. B. 切库诺夫 (1970)

在地盾的弧形构造中，岩石组合的分布也很有规律：在地盾南西的外部前弧有密度较大的岩石，即紫苏花岗质岩群和与它有关的角闪混合岩和石榴混合岩；在地盾的西南还有一个重力高异常的特征。在弧形内侧则有大的重力低异常，并且发育着几乎位于一条直线上的科罗斯金和科尔桑-诺沃米尔哥罗德深成侵入体和新乌克兰花岗岩。

现在可以解释清楚，即为什么具含矿远景区的佩尔让断裂带的独特的地球化学区，位于地盾最西北部切穿整个地台的北东向挤压带中。

扭动构造各部份岩石的成因与时代之间的关系应当引起足够的注意。出露在走向北东和近南北构造轴部内的岩石组合的地质时代，比扭动构造带边界外的弧形构造单元中的岩石要更年青些。

在乌克兰地盾的佩尔让断裂带岩石组合和它外围的奥斯尼茨和基洛夫格勒-日托米尔岩群的岩石组合之间找到了这样的相互关系：这就是在别洛策尔科夫带南部有粉红和灰色花岗岩的角闪混合岩组合与紫苏花岗岩之间；塔利诺夫带的斜长花岗岩、闪长岩和乌曼花岗岩与雅特兰紫苏花岗岩和基洛夫格勒-日托米尔混合岩之间；克里沃罗格-克列、缅楚格带的斜长花岗岩、花岗闪长岩和闪长岩与基洛夫格勒岩群之间都找到了这种相互关系。这种形成的序次关系不仅在乌克兰地盾岩石中存在，而且在切穿东欧地台的北东走向扭动构造中也同样存在。在这里可以见到组成扭动构造带周边的构造单元，即地块和地盾的组分中，广泛发育着太古代和下元古代的岩石，而在基底中的北东向构造本身范围内则以更年青的中元古代的岩石为主。

一眼看去，我们这里所说的现象似乎有些矛盾：扭动构造带周边的弧形岩石反而比在平移构造带本身所发育的岩石要老。表面分析会得出平移断层周边的弧形构造要素比平移断层本身形成的还早的结论，也就是它们具有与尚不存在的平移断裂带呈有规律的排列！

实际上扭动构造周边的外弧形单元与扭动构造内部直线延伸的岩层之间的这种时代关系在基底岩石的形成过程中是可以理解的。从太古代到中元古代的相继各时代的岩石组合乃是发生在上地幔和地壳的先期转换阶段的岩石的动力变质改造的产物。因此，扭动构造带的轴部，应力和由应力所控制的动力变质作用将表现的更充分，于是更古老的岩石经过重结晶而形成的更年青的叠加的岩石组合是轴部的主要岩石，而在这些构造带的外侧边缘部分——周边弧形单元中保留了先期转变阶段所形成的更古老的岩群及其组分。

如果乌克兰地盾在整体上作为扭动构造的单元，是在岩块从北东方向逆冲的结果造成的，则可以想象此种应力将造成倾向北东的逆掩冲断面和与其平行的条带和岩体，即倾向与位移方向相反。在A. H. 科兹洛夫斯卡娅编制的构造图上，从贯穿乌克兰地盾的近南北剖面A—B判断，岩石的倾向绝大多数确是北东的！

有了关于乌克兰地盾是在扭应力作用下形成的这个概念后，要注意在一些地块和岩块中不同成分的岩石具有规律的排列，即沿前弧西南外缘分布着密度最大的富暗色矿物和斜长石的基性岩石。这种岩石分布特征，在科罗斯金侵入体周边也发现有各种较暗色的基性岩体，在科尔桑-诺沃米尔哥罗德侵入体奥长环斑岩体周边有各种基性岩，在克里沃罗格以及孔克斯克-上采夫系中也屡屡出现。与此同时，地块和岩块后面的即北东部分的特点则以密度较小的较酸性成分的岩石为主。

近南北和北东向断裂带的一个极其明显的特点是呈反S形非对称的扭转：其北端——向西，南端——向东。此类扭转都发生在近南北向和北东向构造带被北西向和近东西向构

造带交切的地方,这种情况使我们有理由可以认为,把该种扭转部分看作既是归属近南北向构造又是近东西向与北西向交切构造带的组成部分。如果将它们看成是近东西和北西向构造带的组成部分,则可以得出它们沿断裂带发生左旋方向扭动的结论。沿着地盾的南、北周边的断裂带的这些扭转最明显的是奥列霍夫-巴甫洛格勒带的美利托波耳扭转,克里沃罗格带的雪腊可夫扭转,塔里耳诺夫、别沃策尔科夫和佩尔让带的向南东扭转,而后面这些构造带沿地盾北坡的向西扭转,奥列霍夫-巴甫洛格勒带的向北西扭转,在克列缅楚格以北的哈罗尔斯克和托洛科-帕江斯基异常区的克里沃罗格-克列缅楚格构造带的扭转,卡涅夫地区的塔利诺夫断裂带向北西的扭转。

既然地盾本身是更高级的北东向右旋扭动带的一个周边构造单元,则具有右旋扭动特点的近南北和北东向的花岗岩化断裂带与左旋扭动的北西和近东西的断裂带的复合现象问题,可以由东—北东、西—西南方位的最大应力方向来解释。在这种方位的应力作用下,无论是地盾的北东向—近南北向,还是北西向—近东西向构造带都位于与应力作用方向大致呈 45° 角的主切应力的平面上,即正好在固体遭受压力作用时产生剪切带的位置上。在科兹洛夫斯卡娅编制的地质图上的近东西的B—Г剖面上,岩体和岩石条带向东倾正证实了北东方向的应力作用的论断。

在乌克兰地盾,尤其在它的西部和中部地区广泛分布着北西向的构造。这些构造的广泛发育可能是东欧地台的西南边缘走向为北西向的维斯拉-德涅斯特断裂带在附近出现所造成的(图2)。

近十年来提出的关于扭动形变,对形成众多的其中包括相当多数的巨型的大地构造单元起重要作用,这样一个观点颇为盛行(见《大陆漂移》,1966;《地球裂谷系》,1970;Устиев, Свешникова, 1967; Беляевский, 1968; Фурмарье, 1971)。尽管地壳巨型块体的扭动位移的规模有夸大,在大地构造单元中如此广泛发育的扭动构造的事实本身已经明确,并需给以解释。在此应当指出,李四光在很早的时候(1929—1939)就提出了作为地壳大地构造的一个基本型式的扭动构造的概念,根据他的资料,中国及其毗邻国家的地球的主要构造单元是由扭动所造成的。

上述有关乌克兰地盾和东欧地台中部构造的扭动性质在某种程度上与近年来迅猛兴起的一种趋势相呼应,即在大体构造中广泛地用地壳大规模的水平位移。在这种情况下竟连“活动论”和大陆漂移学说的反对者也承认有1000公里或更大规模的位移,更何况“活动论”的支持者了。关于这点,Б. К. 赫岑(Хизен)(1966),Р. У. 别美林(Бемеллен, 1970)和Д. К. 克劳泽(Краузе, 1970)等的著作就是很好的证明。

我们的观点与上述许多作者不尽相同,他们认为地壳的水平位移的规模是巨大的,而我们反对大规模水平位移。在这里提请注意的是,扭动构造可能在没有大规模位移的情况下,在地球转动的复杂应力场中,由地壳和上地幔的变质分异和造岩作用所形成的。当然,根据已被仪器测量证明的地质资料所确立的某些个别地区(克里沃罗格)的运动特点,已不能只用扭动来解释这些很相类似的构造,如喀尔巴阡山的形式就不大可能先是直线的然后弯曲的那种构造。

上述关于前寒武纪构造可归结为如下几点:

1. 地台的基底和地盾的构造是在固态液体崩裂过程中形成的,即上地幔物质的变质分异或在其后继阶段中在花岗岩化断裂带、褶皱带内的固相转变,而这种断裂带、褶皱带

则是地壳的主要构造单元。

2. 在分析了花岗岩化断裂带及其周边的复合特征基础上,可以作出结论,即形成地盾构造的应力场是具有扭动性质的。这一应力场不仅囊括整个乌克兰地盾范围而且也包括东欧地台的大部;因此,乌克兰地盾及地台的其他一些构造单元是在具有扭动性质的更高级的大地构造体系中作有规律的复合。

3. 乌克兰地盾是横跨东欧地台的北东向 右旋扭动的周边 构造单元之一。同时,地盾的最西北部有奥斯尼茨克岩群和佩尔让断裂带的岩石正好位于这一巨大宽阔带范围内,这就大大增加了地盾上该地区的成矿远景。因而我们可得出这样的结论,对这个地区已知的许多矿化和成矿现象的寻找,现在要比以往更加予以充分注意。

4. 花岗岩化作用是形成扭动构造的原因,更确切地说,就是在地球旋转的地应力场中的变质分异过程中形成的。

尽管有关乌克兰地盾构造的许多问题还有待解决,但应当说上述对地盾构造的解释,即在整体上将地盾看作东欧地台巨型扭动带周边的一个单元,而组成地盾的构造——是沿花岗岩化断裂带的扭动构造——使有可能进一步理解地盾构造许多特点及其范围内的矿物富集分布特征,因此这一地区应予进一步研究。