

Е. А. 维利奇科
[苏] Ю. Я. 库兹涅佐夫
Л. Э. 列文

世界大洋的 地质和矿产

海洋出版社

1952

世界大洋的 地质和矿产



地质出版社

世界大洋的地质和矿产

〔苏〕E. A. 维利奇科

Ю. Я. 库兹涅佐夫

Л. Э. 列文

王长恭译

海洋出版社

1982年·北京

内 容 提 要

本书出版于1978年,在苏联有关海洋地质和矿产资源方面的书籍中是内容较为详细、资料较新的一本综述性著作。

本书在对现有资料加以综合与分析的基础上,试图总结世界大洋各盆地内矿产(烃类和固体矿产)形成和分布的普遍规律。

书中简要地叙述了洋底地质结构的主要特征,划分了洋底大地构造基本单元。根据广泛的资料,论述了太平洋、印度洋和大西洋的海底油、气田分布规律(按各主要含油气沉积盆地分别叙述),划分了不同类型油气形成和聚集带,论述了洋底固体矿产(铁锰结核、海滨砂矿和海底砂矿、含金属软泥、磷灰岩等)的分布及开发远景。对大洋中内生、火山-沉积和外生成矿作用进行了较为深入的研究,并提出固体矿产分布的若干规律。分区计算了烃类的远景储量,指出了寻找各种矿物原料的远景地区和开发矿物资源的可能性。

本书可供从事海洋地质和矿产研究的人员以及从事石油地质和矿产普查勘探的地质人员借鉴,也可作为大专院校地质地理专业师生和中学地学教师的教学参考书。

Геология и полезные ископаемые Мирового океана

Издательство «Недра», 1978

世界大洋的地质和矿产

[苏] E. A. 维利奇科 Ю. Я. 库兹涅佐夫 Л. Э. 列文

王 长 恭 译

海洋出版社出版

(北京复兴门外海贸大楼)

景山学校印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1983年3月第1版 1983年3月第1次印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 6 7/8 插图: 1

字数: 160,000 印数: 1—2,500

统一书号: 13193·0127 定价: 1.30 元

译者的话

海洋中蕴藏的丰富矿产资源早已引起人们的广泛注意，随着海洋矿产资源的勘探和开发，海洋矿产研究也作为海洋地质科学的一个分支得到了迅速发展。特别是近二十年来，积累了大量的资料。

本书对海洋地质调查的资料进行了综合分析，在此基础上研究世界大洋各盆地内矿产（石油和固体矿产）形成和分布的普遍性规律。在苏联的同类著作中这是较好的一本。对我国海洋地质工作者和石油地质工作者也有一定的参考价值。

本书不足之处是：第一，资料收集不够全面。原书出版于1978年，但所收资料限于1975年以前，一些新成果未能反映出来；而且缺少有关苏联海域的资料。第二，理论上的探讨尚不够深入，对于板块学说的态度似嫌偏激，没有讲出充分的理由。

为了便于读者阅读，对于原书中引用参考文献，一律改用数字顺序排列，在文中用方括号注出。

第一篇译稿承地质部南京地质矿产研究所业治铮和胡敏同志审阅，在此深表谢意。

译者水平有限，错误在所难免，请读者长评指正。

一九八一年四月

前 言

二十世纪中叶以前，人类的实践活动还很少触及到海底和洋底，但从本世纪后半期以来，对幅员辽阔的世界大洋洋底的开发开始了，首当其冲的是洋底矿物资源的开发。地质学中一个新的方向——海洋地质学和海底矿产普查——由此而产生，并得到迅速发展。

世界大洋调查中最迫切和最重要的任务之一就是查明洋盆和海盆地质结构和地质历史的基本特征。这一任务的独特性和艰难性首先在于，世界大洋的海水覆盖了36,100万平方公里面积，也就是地球表面的71%。对岩石圈这绝大部分表面的地质结构进行直接观察极为困难，或者说在现阶段实际上是不可能的*，因此在海洋地质学中广泛采用各种间接方法，然而这些方法却时常提供不同的结果。

在这些方法中首先应当指出以查明地球表面洋底区域构造为目的的洋底地形研究，因为测深资料数量较多，而且以不同的详略程度遍及所有的海洋。对洋底地形形态的地貌解释使得测深资料的构造解释更为可信。研究世界大洋洋底地形的最重要成果是发现了构成大洋盆地构造的基础的洋中脊体系。洋中脊体系形成之谜至今尚未能解开。

对洋底沉积物的研究，提供了关于洋底现代沉积作用的资料。于1968年开始的深海钻探无可估量地扩大了我们对于洋底结构的认识，不过也提出了不少目前还找不出答案的新问题。深海钻探的一项最重要成果就是确定了大洋中沉积岩系的概略

* 近年来对大洋结构的直接观察已屡有报道，如法美联合大洋水下调查(FAMOUS计划)。——译者注

地层剖面。沉积岩系较为年轻，其中未发现老于侏罗系的沉积。海洋的这一个谜，暂时也无法解开。

大洋地壳中的内生作用反映在海底火山活动和岛屿火山活动，以及构成露出海底表面的结晶地壳地段的火成杂岩的形成上。热流值增大是内力的表现之一。根据岩相和岩性特征确定，所有的侵入岩，或者属于地幔来源的超基性岩类，或者属于地幔岩石局部熔融和分异的产物，诸如闪长岩、石英闪长岩和脉状花岗岩类。

地球物理探测资料（其中包括深部地震测深、重力测量和磁力测量资料）对于了解洋壳结构、查明主要构造单元以及现代构造格局，都具有极其重要的意义。地球物理探测的重要成就之一是确定了洋壳结构呈三层、确定了大陆型地壳和大洋型地壳在结构上的差异，并且在洋中脊两翼发现了线性磁力异常。但是目前对这些事实尚未能获得一致同意的解释。

如上所述，大洋区域地质学就是建立在地质学家常常尚无法解释的事实基础上，因此关于大洋盆地地质结构、形成和发展历史的概念大多具有假说的性质。然而，科学和技术的实际需要现阶段已经要求解决一系列具体的问题，其中最重要的一个问题就是查明世界大洋盆地体系内矿床形成和分布的规律。本书正是从这个角度来论述洋底地质结构的基本特征，因为在阐述海洋中各种具体矿产的分布、其地质位置及控矿规律时，有进一步加以说明的必要。

海底和洋底普查油、气田的远景地区面积达6,000至8,000万平方公里。而据苏联和外国专家的一致评价，烃类的远景储量占全世界储量的65—70%。1975年以前在各个大陆（不包括南极大陆和苏联）的大陆架中发现的将近700个海底油、气田可以支持这一评价。深海钻探计划的调查结果具有特殊的意

义。在一系列钻井中发现的油气显示（印度洋的阿拉伯湾盆地，墨西哥湾、加勒比海、白令海、日本海、红海、挪威海和罗斯海各盆地），证实了某些地质学家早已提出的看法，即潜在含油气沉积层的分布已经超越出大陆坡坡麓的范围，而深入到各边缘海和内海的深海盆地，以及印度洋、大西洋和北冰洋的深海盆地之内。

在固体矿产方面，海底矿床的开发远景就不如在烃类方面那样明确了。这种情况取决于一系列原因，其中主要的有两个原因：（1）赋存于洋底和洋壳岩层中的固体矿产的种类甚至尚未能全部确定；（2）在深度极大的大洋中开采固体矿物原料是一项技术极端复杂的事业，而且实际开采在岩层中可能存在的矿床，在现阶段还是无法实现的。

不过从远景来看，洋底固体矿产具有极大的潜力，因为多种金属和非金属原料的已知储量已消耗过巨，所以某些种类原料的开采就变得比陆上开采更为有利。因此首先必须查明那些赋存于洋底表面和洋壳岩层（包括沉积盖层和结晶基底）中的固体矿产。只有查明大洋盆地所特有的矿种之后，才能对大洋的矿产资源作出远景评价。很可能还会发现采矿工业从未遇到过的矿种和矿产组合，只有依靠利用这些矿种的经验才能对之作出工业评价。如上所述，认识大洋固体矿物资源分布规律的首要任务就是研究大洋盆地的地质结构、以及在大洋盆地中正在进行和曾经发生的那些地质作用。

本书编写过程中作者之间的分工如下。

前言和结语由E.A.维利奇科和Л.Э.列文共同撰写。第一篇中“大洋盆地的地质结构”一章由E.A.维利奇科、Ю.Я.库兹涅佐夫和Л.Э.列文合写，“边缘海和内海的地质结构”一章由Л.Э.列文撰写。第二篇“海域内油气聚集的一般规律”

由Л.Э.列文撰写，参予工作的有З.К.巴伊布拉托娃（巴斯海峡陆架、西澳大利亚陆架、波斯湾），Ю.Г.佐里娜（加利福尼亚大陆架、日本西部陆架、印度支那-爪哇地区、墨西哥湾），А.Н.维尔塔（库克湾、墨西哥湾），М.Е.维利奇科（印度支那-爪哇地区、加勒比海南部陆架和特立尼达岛）。第三篇“世界大洋的固体矿产”由Е.А.维利奇科撰写，叙述海滨砂矿时利用了Е.М.索科尔斯卡娅收集的资料。第四篇“世界大洋的矿物资源及开发的可能性”中，“烃类的远景储量”一章由Ю.Я.库兹涅佐夫、Л.Э.列文、З.К.巴伊布拉托娃、Ю.Г.佐里娜、А.Н.维尔塔、М.Е.维利奇科合写，“某些固体矿产的远景评价”一章由Е.А.维利奇科撰写。В.В.扎别利娜、Л.И.扎依采娃、Р.А.泽连佐娃、О.С.科兹洛娃、Л.Г.约纳斯、Т.П.丘勒科娃在准备手稿及绘制图表方面给予了很大帮助。作者对上述各位给予的帮助表示衷心的感谢。



附 图 世界大洋沉积岩层结构和油气蕴藏略图

Л. С. 列文编绘 (1973), 利用了如下资料, 澳大利亚构造图 (澳大利亚地质局, 1971)、北美构造图 (P. B. 金, 1969) 以及苏联科学院海洋学研究所和地球物理学研究所、北极地质研究所、南方海洋地质局、JOIDES (联合海洋机构地球深部取样)、B. J. 科利特、R. S. 迪茨、C. L. 德雷克、K. O. 埃默里、M. 尤因、T. J. 弗朗西斯、K. 亨金斯、B. C. 布鲁普、W. J. 路德维格、J. E. 内夫、M. L. 帕克、C. 肖尔、J. J. 维弗斯、J. M. 韦格曼、J. L. 沃泽勒等的材料。

沉积盆地边缘区: 1. 大陆上的造山带和地盾, 岛弧复背斜; 2. 洋脊-火山山脉和新火山山脉; 3. 洋内活动带; 4. 大陆沉积盆地 (台向斜、山间凹陷等); 5. 世界大洋内及环绕大洋的陆地上沉积层等厚线 (公里); 6—8. 大洋中沉积岩系分布界线; 9. 侏罗系, 10. 白垩系, 11. 下第三系, 根据深海钻探资料的综合剖面: 9—14. 岩石岩性成分: 9. 泥岩, 10. 白垩, 11. 白云岩, 12. 灰岩, 13. 蒸发岩, 14. 砂岩; 15. 砾岩和细砾岩; 16—18. 古地理环境: 16. 深海, 17. 浅海, 18. 大陆和海洋; 19. 陆架上沉积层的地层范围; 20—22. 海底矿产和矿床组: 20. 油田, 21. 气田, 22. 深海钻探井中的油气显示; 23—24. 其他: 23. 深海槽; 24. 某些断裂。

目 录

第一篇 世界大洋洋底的地质结构

第一章 大洋盆地的地质结构.....	(1)
大洋地壳结构和发育的若干特点.....	(1)
大洋地壳的火成岩和变质岩.....	(12)
沉积层的结构.....	(15)
世界大洋洋底构造区划纲要.....	(24)
第二章 边缘海和内海的地质结构.....	(26)
参考文献.....	(40)

第二篇 海域内油气聚集的一般规律

第三章 世界大洋的石油地质分区.....	(45)
第四章 太平洋部分海底油气田分布规律.....	(55)
加利福尼亚陆架.....	(58)
库克湾.....	(63)
日本西部陆架.....	(66)
印度支那-爪哇地区陆架.....	(69)
巴斯海峡陆架.....	(77)
第五章 印度洋部分海底油气田分布规律.....	(80)
西澳大利亚陆架.....	(84)
波斯湾.....	(85)
第六章 大西洋部分海底油气田分布规律.....	(91)
北海.....	(95)
墨西哥湾陆架.....	(104)

加勒比海南部陆架.....	(110)
特立尼达岛陆架.....	(112)
主要结论.....	(114)
参考文献.....	(119)

第三篇 世界大洋的固体矿产

第七章 大洋盆地含矿的地质先决条件.....	(129)
作为成矿地质先决条件根据的世界大洋洋底分区...	(130)
内生作用.....	(139)
火山-沉积作用.....	(143)
外生作用.....	(145)
第八章 铁锰结核.....	(150)
洋底铁锰结核分布的某些地质特点.....	(152)
结核的成分和结构.....	(154)
结核层勘探的主要任务.....	(155)
勘探结核的远景地区.....	(158)
第九章 海滨砂矿和海底砂矿.....	(160)
海滨海成砂矿形成的一般先决条件.....	(161)
国外海滨海成砂矿开发现状.....	(163)
含锡砂矿.....	(166)
第十章 其它潜在的矿物资源.....	(170)
含金属软泥和热卤.....	(170)
磷灰岩和其它有远景的矿物原料.....	(174)
主要结论.....	(180)
参考文献.....	(182)

第四篇 世界大洋的矿物资源及开发的可能性

第十一章 烃类的远景储量	(188)
第十二章 某些固体矿产的远景评价	(199)
参考文献	(202)
结语	(202)
全书参考文献	(207)

第一篇

世界大洋洋底的地质结构

第一章 大洋盆地的地质结构

大洋地壳结构和发育的若干特点

地壳的系统研究始于不久之前，这项研究的进展取决于深部地震测深法及其它地球物理方法(重力测量、磁力测量)的发展以及地球内部热流的研究。地球物理探测资料表明，洋壳的结构通常是三层的(图1)。并非三层结构的情况，或洋壳厚度的显著变化，都属于洋壳结构的“异常现象”。不过最新的研究结果表明，这类异常并非例外，而差不多要成为规律了[18等]。

大洋地壳中划分出的各层，除上部沉积层外，都是假定的概念，是“地球物理层”。

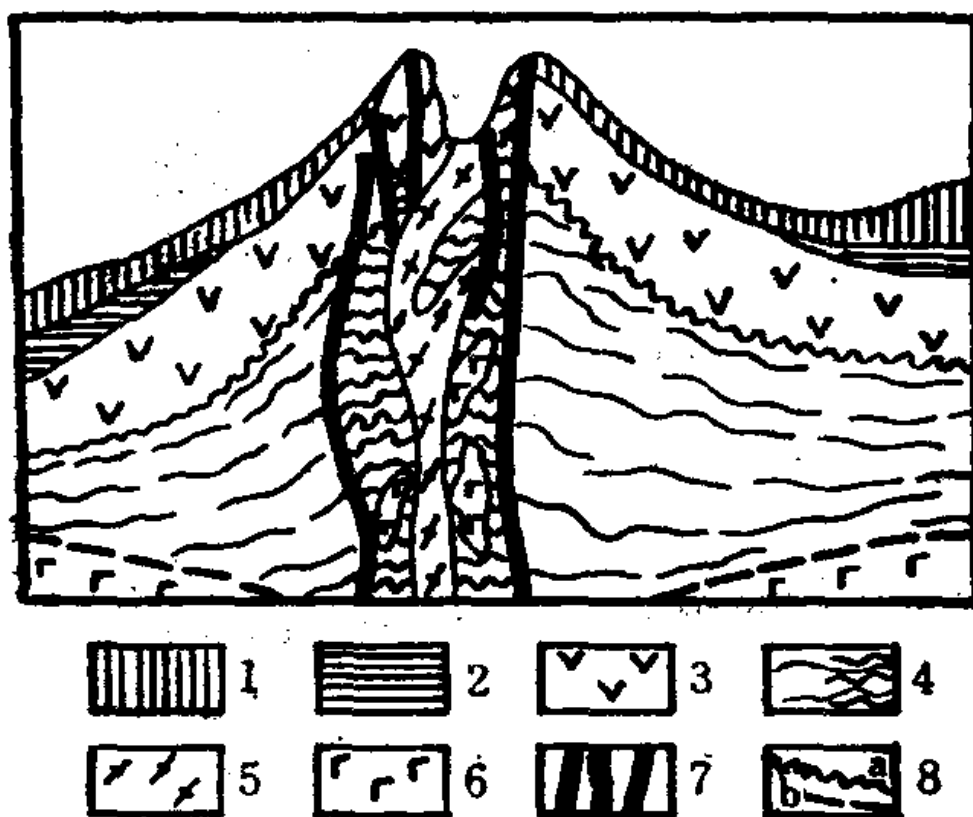


图1 洋壳结构示意图 (考虑A.B.裴伟等人的概念)

近年来已有可能对活动带的裂谷带内洋壳的物质成分进行直接观察。根据苏联考察队多次进行的这类调查，特别是在印度洋进行的调查，有可能获得关于在裂谷（峡谷）和切割洋内活动带的横向转换断层槽谷内出露的地壳和地幔岩石的概念。

大洋地壳，可能还有上地幔的残片，在古代地槽带的剖面中也有所发现〔14，48等〕。

在裂谷带内确定，由于缺失第三层即“玄武岩层”，地壳厚度通常变薄〔16，19等〕，而且沉积层实际上也缺失。对裂谷带最充分的调查是由苏联考察队在印度洋进行的〔8〕。据A.Π.维诺格拉多夫、Г.Б.乌金采夫等人的资料〔16〕确定，裂谷带内的地壳具有断块结构（图2）。

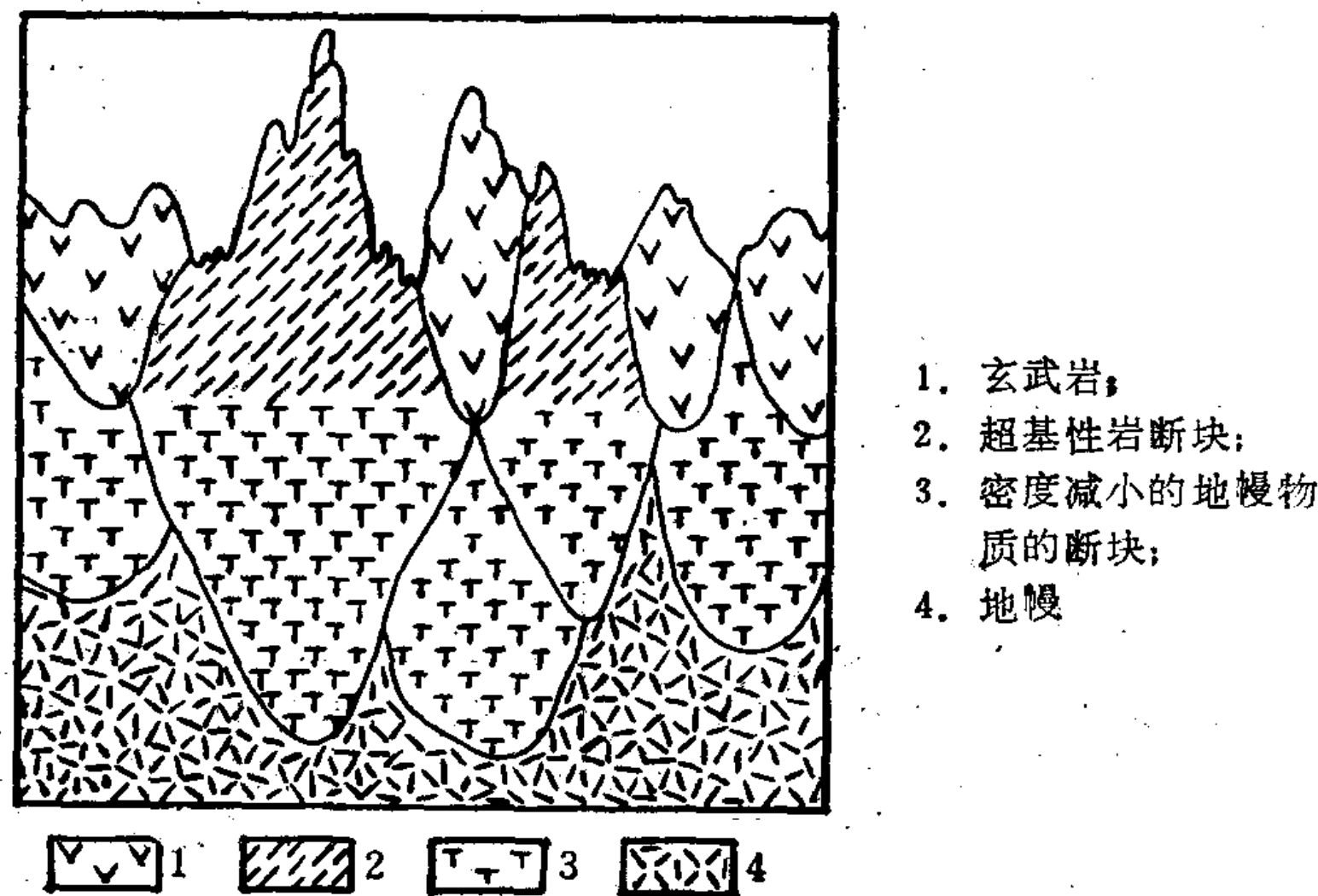


图2 裂谷带内大洋地壳的断块结构（据 A.Π.维诺格拉多夫、Г.Б.乌金采夫等，1969）

含有辉长岩和粗玄岩侵入体的超基性岩断块与两种新相玄武岩（高铝拉斑玄武岩和弱碱性橄欖玄武岩）的断块交替出

现。玄武岩呈球状和枕状熔岩产出，具玻基硬化壳，通常呈玻基斑状结构，含斜长石和橄榄石细小斑晶。除玄武岩外还观察到具不同程度晶出作用的基性岩。粗玄岩系绿灰色致密变种，含橄榄石和辉石，有时受蚀变直至绿色片岩和细碧玄武岩相。

辉长岩类通常为粗粒岩石，其变化仅限于碎裂作用。可以见到由正常橄榄辉长岩至淡色变种和暗色变种的各种辉长岩类；辉长岩经过各种过渡性变种过渡到片麻岩状辉长麻粒岩。超基性岩与大陆阿尔卑斯型建造的超基性岩很相似。占优势的是剧烈碎裂的蛇纹岩化斜方辉橄榄岩，细粒二辉橄榄岩分布较少，偶尔可见纯橄榄岩，未发现辉岩及橄长岩。

根据在印度洋各裂谷带内一些调查区的观察^[8]，火成岩在裂谷两壁有规律地产出。裂谷山山脊由新相玄武岩构成。峡谷壁中部出露辉长岩和粗玄岩，有时也出露超基性岩。采自裂谷斜坡坡麓和峡谷底部的标本中，以超基性岩居多。裂谷底部其它岩砾可能是由谷壁滚落下来的，因此属于碎屑堆积。在洋内活动带的裂谷带内，深部物理和岩性界线以及上地幔物质本身很可能上升到洋底表面^[16]。

在具有如上例所述性质地壳剖面的裂谷带内，根据深部地震测深资料划分出地震波速约4.5—5.0公里/秒的地壳上部层和地震波速约7.0—7.5公里/秒的壳下层。后者被解释为上地幔密度减小的岩石。裂谷带内上部地球物理层与大洋地台同层相比较，厚度增大，可达2.5—3.0公里。玄武岩层（大洋层）缺失，仅在远离裂谷带的洋脊两翼之下出现。当裂谷带内发现地壳的大洋层时，总是可以怀疑所见恰恰为裂谷带的轴部，而不是裂谷隆起坡上的某个纵向凹地^[8, 204]。

根据O.Γ.索罗赫京、Л.В.德米特里耶夫和Γ.Б.乌金采夫的说假^[15]，在裂谷带形成了由斜方辉橄榄岩-细粒二辉橄榄岩

-蛇纹岩-辉长岩-玄武岩-麻粒岩杂岩的岩石构成的特殊类型地壳,系镶嵌式地幔-地壳层,按主要成分为蛇纹岩-玄武岩层。从地球物理学的角度上,玄武岩部分作为地壳上部层划分出来,而超基性岩(蛇纹岩)杂岩则是密度减小的上地幔。

在A.П.维诺格拉多夫、Г.Б.乌金采夫等人的总结性著作中指出,裂谷带和大洋地台建造的相互关系尚未查明,但是“就一般情况而言,在后者中应以大致同样成分的岩石为主,惟上部各层中斜方辉橄榄岩数量较少,而辉长玄武岩则占优势”〔16〕。

A.B.裴伟对于物探资料和采捞的标本及深海钻探岩芯(深海钻探计划,334、332钻井)研究结果提出了不同的解释〔213〕。中大西洋洋脊顶部的“密度减小的地幔”是一套超基性岩、辉长岩、基性喷发岩,已受区域性断裂变动,并变质为绿色片岩相和部分闪岩相。裴伟认为,这一杂岩系地壳的第三层。该类杂岩在褶皱和堆积过程中受到压实,因而中大西洋洋脊本身为褶皱山脉。带有明显挤压变形痕迹(片麻状构造、应力闪岩、皱纹片岩等)的超基性岩和辉长岩类杂岩中地震波速加快,即可用这一点来加以解释。覆盖这一杂岩的未受蚀变的玄武岩,与第三层的岩石时代完全不同,而且在形成时间上的间隔是很长的地质时代。A.B.裴伟强调指出,玄武岩熔融体不可能由第三层岩石熔化形成,而是来自更深的岩浆源。因此,在洋中脊范围内洋壳已是非均质的。

国外在印度洋的最近研究结果也证实地壳第三层具岩相非均一性〔32〕。在主要的一层中鉴定有由完全蛇纹石化的超基性岩、各种辉长岩类、斜长岩、辉绿岩直至酸性岩脉——钠质细晶岩和石英二长岩。全部杂岩被新鲜的玄武岩覆盖。重要的一点是证实了侵入体分层、分异这一事实,这是在中大西洋洋脊