

地壳

—◆—
(上)



美国地质学会特刊 62 号

地 壳

(論文集)

(上)

A. 波德尔瓦尔特主编

张 文 佑 等 译

科 学 出 版 社

1 9 6 6

The Geological Society of America
Special Paper 62

Arie Poldervaart, Editor

CRUST OF THE EARTH
(A Symposium)

Waverly Press
Baltimore, Maryland
1955

内 容 简 介

全书共分为四部分,中译本编为上、下两册出版。本书为上册,包括有第一部分地壳的性质和第二部分近代形变作用和沉积作用。

第一部分共有12篇论文,主要内容为根据地震和重力资料所得出的大陆和大洋范围内的地壳结构,有关地壳的物理和化学性质,个别化学元素的分布和最古老岩石的年龄等。

第二部分共有9篇论文,主要内容为地壳的现代形变作用,世界大洋海面的振荡,沉积累积和构造之间的联系,汤加和波多黎各深海沟的结构以及大西洋和太平洋的深水沉积物,墨西哥湾、密西西比河三角洲沉积和巴哈马台地碳酸盐形成的堆积条件等。

本书可供地质、地理、地球物理和地球化学等研究者及有关教学人员的参考。

地 壳
(上)

〈美〉A. 波德尔瓦尔特主编

张 文 佑 等 译

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

北京市书刊出版业营业许可出字第061号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1966年4月第一版 开本:787×1092 1/18
1966年4月第一次印刷 印张:16 2/3 插页:3
印数:0001—2,200 字数:373,000

统一书号:13031·2252

本社书号:3419·13-14

定价:[科七] 2.50 元

譯 者 的 話

这本名为“地壳”的论文集于1955年编为美国地质学会特刊第62号出版,并于1957年有俄译本刊行。论文集内容由主编人划分为四部分:地壳性质、近代形变作用和沉积作用、构造综合和岩石成因、地壳发展历史。作者们尽可能地在论文内反映了地球物理学、地球化学、地球生物学以及构造地质学、岩石学、沉积学、地史学等学科中的新成就,基本上可代表西方国家各主要学派的见解;在一定程度上也反映出目前西方国家的地学水平。因此,加上近几年来国内出版的苏联地学方面的译著,可使我们对于世界地学发展的一般情况和趋向有较为全面的了解。

论文集的中译工作早在1957年就开始了,但后来因其他工作中断了一个时期。最近几年来,国内外关于地壳的研究虽有许多新进展,但我们觉得把这本论文集译成为中文出版还是有必要的。如果能进一步参阅美国地质调查所出版的1961年地质调查研究(Geological Survey Research 1961, Prof. Paper 424, 4. vols.),那就更可了解美国地质学最近的研究成果和发展情况。

论文的前两部分由张文佑担负,马文璞参加整理和校对;后两部分由马文璞、李秉伦、林传仙、劳秋元、傅家谟、杨有炜、孙亦因及李淑鸾等完成,张文佑作了审阅。主要以英文原本为准,但已参考了俄译本。原书中的英制长度单位均参照俄译本改为公制。原书中的地名以地图出版社1959年出版的“世界地图集”为准,但对图集内没有的地名则在译文后附注原文,以资查对。主要专门名词除已通用的中文译名外,一律在首次出现处附注原文。

中译本中对原书中某些学术价值不大的词句做了删减;附图按原图复制。

譯 者

1962年11月

原 書 序 言

一个关于“地壳”问题的讨论会是由哥伦比亚大学地质系组织的,用以纪念大学成立二百周年纪念。讨论会于1954年10月14、15、16日在纽约的大学意大利厅举行,并获得了国家科学基金委员会、肯尼考特铜矿公司、海湾石油公司、新泽西锌矿公司和哥伦比亚大学的资助。本文集编入了为这次讨论会所准备的论文。它的出版由于美国地质学会理事会和出版委员会的善意协作才成为可能,并由该会主持出版。

哥伦比亚大学选择了一个具有人类崇高目的论题,“人有求得知识的权利并从而自由地利用这些知识”作为它的二百周年纪念的题目。大学地质系的成员们以地壳及其过去历史的现有知识的精练总结为目的,组织一个国际性的讨论会,这对大学二百周年校庆来说,似乎是一个适宜的和有意义的贡献。因而一个由 R. J. 霍尔姆斯 (Ralph J. Holmes) (主席)、W. H. 布赫尔 (Walter H. Bucher)、E. H. 柯勃尔特 (Edwin H. Colbert)、P. F. 柯尔 (Paul F. Kerr)、F. 普瑞斯 (Frank Press) 和本序言的作者负责组织论文讨论会的委员会就被推举出来了。在计划安排方面,地质系的全体工作人员们都起了作用,如果在这方面没有他们所慷慨耗用的时间和不可估价的建议,那么该委员会的工作进展就会遇到很大的困难。在开会期间,来自本系毕业生团体中的自愿帮助者们,对这项工作的胜利完成也作出了很多的贡献。对地质系的 C. M. 费瑞莉和 E. M. 包诺姆小姐也要表示感谢。F. B. 奥莱瑞对于完成许多论文文献目录编辑方面的帮助是值得大为赏识的。他还承担了编制索引的工作,由于他作为地质系图书馆馆员所具有的专门知识,使本书受到效益。

在计划安排中,首先把论文按本书所分的四个部分来进行分类。对那些题目应当或不当包括在内难免会有不同的意见,因而最后的挑选经常是一件不容易的事。讨论会只安排对地壳作初步的探讨,而不是对地壳的无限变化和所有各个方面作彻底的论评,因而除了讨论地质学的较广泛问题的论文以外,还增选了一些有关地壳较为重要特征的专门实例。所挑选的实例虽不一定必须是有代表性的,但是它们有最详细的资料可资利用,而且这些资料大部分都是近年来搜集起来并且在目前是引人注意的。还可使人感觉到这是一个特殊机会,能够把地质学的不同专门领域集合在一起而使其互相促进。最后,在论文集中还适当地包括不多几篇着重论述广泛地对地球科学可能有意义的专门领域方面的近代进展的论文,以及有可能有效地应用到地质学其他分支方面的技术实例。讨论会的范围只限于地壳,但对地壳概念的定义则留给不同著者们去提出。以致在这些论文中就出现了两个地壳的定义:莫霍洛维齐不连续面以上的地球外“圈”;或地球的最外100公里范围。布赫尔 (Bucher 344页)曾提出了一个值得欢迎的建议,即把地壳术语限制在莫霍洛维齐面以上,而把地

球最外 100 公里范围命名为硬结圈 (stereosphere), 以与软流圈 (asthenosphere) 相对应。万宁曼尼兹 (Vening Meinesz, 321 页, 注 2) 也作出了有同等价值的建议, 把莫霍洛维齐不连续面缩写为 M-不连续面。这项建议已被哥伦比亚学派的论文作者们所采纳了。

在题目表决定之后是选作者的问题。显然不可能把所有对各题目有实际贡献的科学家们全部包括进去。入选的那些人是仍然活跃地从事于他们专门题目的研究者, 他们将会提出及时的资料, 将会有兴趣来写出所选定的文章, 并且最后, 但不是最不重要的, 是他们将会欣然应约。

这本论文集就是在这种情况下诞生的。所提出的各种论文和所表达的不同学说和见解生动地证明了地质学在解释过去约 40 亿年期间的和深入地球成千公里所发生的事件的任务是多么的艰巨。它们还以自己的贡献表现了人类几世纪以来为之奋斗, 并且现在仍在为之奋斗的为我们所深深珍视的从自然界所获得的自由。即使只有巨人能把他的头伸到云中, 但他也需要把脚牢固地站在地上, 以免在高空逗留得太短。因此, 希望本论文集在进到推论的境界时, 还能提供一个实际资料的基础。

主編 A. 波德尔瓦尔特 (Arie Poldervaart)

1954 年 12 月

附：俄 譯 本 序

美国地质学会以本文集的出版来隆重纪念哥伦比亚大学——美国地学领域中最大的研究中心之一——的成立二百周年纪念。论文集的作者们以尽可能完全反映地质学、地球物理学、地球化学和古生物学的最新成就来作为自己的任务，并力图对地壳的结构、成分、构造、形变、沉积岩和岩浆岩的成因，以及生物界、水圈和气圈的发展等各个问题给以现代水平的概念。论文集的作者们不仅有哥伦比亚大学的教授、讲师及其实验室的同事们，而且也有其他机关的美国学者，以及一些著名的英国、德国、荷兰的专家和其他国家的研究工作者。正因为大多数作者的名字都已为苏联的读者们所熟知，由此也可看出他们之中的每一位都是自己研究领域内的主要的专家。

论文集的作者们并没有意图建立某种整体的与完美的，把作者们以一定的文章格式或观点的体系联系起来的形式，他们只试图在最简捷叙述的情况下最广泛地涉及到与地壳有关的一系列的问题。这一目的无疑地已达到了，在地质学、地球物理学、地球化学和古生物学等各个不同领域中工作的苏联读者们可以在“地壳”这一论文集中找到很多有益的和有兴趣的东西。

正如上面已经提到的，论文集的文章从本身的性质看来是各式各样的。它们之中有很多曾引用了新的而具有很大原则性意义的实际资料。首先海洋方面的地质和地球物理研究就是属于这一方面的成果；哥伦比亚大学拉蒙特地质观测站在这一方面的研究进程中曾参予了很多的工作。关于汤加和波多黎各深海沟的结构，以及大西洋和太平洋的深水沉积物、墨西哥湾、密西西比河三角洲沉积和巴哈马群岛区域碳酸盐形成的堆积条件等方面的资料是特别有兴趣的。在文集一系列别文章里，虽然它们基本上都是以前发表材料的综合，但其中也引用了新的实际资料。这些文章包括根据地震和重力资料所得出的大陆和大洋范围内的地壳结构、有关地壳的物理和化学性质、个别化学元素的分布、最古老岩石的年龄以及关于世界大洋海面的振荡、沉积聚积和构造之间的联系、岩基在地质时期中的分布等等。

这一论文集的价值首先在于：它对于某些可供参考的最新资料，有时还包含在我们工作中还很少知道的资料的有关问题，进行了总结。这些作者们对苏联研究资料知识的不足是所发表的很多文章的主要缺陷。的确，有些文章虽然也曾引用过苏联作者的工作，但是遗憾的是，大部分却带有很大的偶然性。很显然，例如，A. 克诺普夫关于岩基在时间中发展问题的结论，M. 凯伊关于下陷速度和不同年代沉积物厚度的结论，L. H. 阿伦斯有关地壳最古老的岩石以及一系列其他的结论，如果作者们较充分地研究了苏联文献的资料的话，其结论也将会更有价值得多。

论文集中的某些文章还有着方法学上的意义。例如关于化学元素分布的计算、

关于地质温度的测量、关于同位素的绝对地质年代表、关于生物相分析、关于地质年表里动物化石和植物化石研究的意义等文章就是属于这方面的。尽管在这些文章中所描述的大部分采用的方法已很好的被苏联专家们所知晓,而且它们中的有些方法在苏联研究得还更完善一些,但是这些文章中的不少资料还是会引起苏联读者们的兴趣的。

论文集中还有很大一部分文章是关于地球科学中若干最重要问题所作的理论概念的叙述。史蒂勒关于地壳的现代形变作用,万宁曼尼兹关于地槽的成因,布赫尔关于造山带中的形变作用,赫斯关于蛇纹岩,瑞德关于花岗岩,肯尼迪关于水在岩浆熔体中的作用,卢贝关于水圈与气圈的发展,金氏关于造山作用和造陆作用在时间中的相互关系,以及其他一些文章都属于这一方面。这些著作的作者们补充和发展了自己以前所提出的观点,其中大多数已为苏联学者们已经根据苏联作者们的评述从中知道了。可以设想,直接熟悉原著对苏联的研究者们来说还是会有一定的兴趣的。

自然,在这些著作中,并不是所有的观点都能为我们所接受的。在苏联的文献中,已经对史蒂勒与他的造山幕概念有关的意见或对万宁曼尼兹关于他的地壳向下弯曲概念的意见提出了严肃的批评。但是,即使在这些文章中也有正确的和值得注意的见解。应该强调,在文集的某些文章(A. 波尔德瓦尔特, W. W. 卢贝)中所表现出来的先进趋势是把地壳的化学演化、它的气圈和水圈的演化与在地球深处核部进行的分异作用过程联系起来。

最后必须提一下对所用术语的一些意见。在很多文章里读者会遇到美国区域地层中的专门名称,包括象“member”, “formation”和“group”等,它们大致与苏联术语“段(пачка)”, “组(свита)” (“толща”), “群(серия)”相当。“群”这一术语在美国大概理解为俄文的“отдел(统)”的同义语,因为群总起来就组成了系。

一般来说,在很多文章中,以及在美国和西欧的地质文献中所遇到的“粒级层”(“Graded bedding”)这一术语,意味着以颗粒度由地层的底板到顶板顺序变小为特征的碎屑沉积岩的结构。对于类似的结构建议用专门的术语“粒级结构”(“градационная текстура”)来表示,因为它最特征的标志是粒度的顺序变化。在金氏的文章中曾应用了术语“clastic wedge”,照字面上讲是“碎屑状的楔子”,这里所指的是关于反映褶皱带内部的隆起和在相反方向尖灭的粗碎屑岩段在剖面中的出现。我们要把这一术语翻译为“碎屑状的凸透镜”(“обломочные линзы”),虽然,也许把它们叫做“碎屑状的楔入”(“обломочные вклинивание”)要更好一些。

B. E. 哈茵

目 录

译者的话·····	(iii)
原书序言·····	(iv)
附：俄译本序·····	(vi)

第一部分 地壳的性质

大陆和大洋盆地的地球物理差别·····	M. 尤文和 F. 普瑞斯 (3)
大陆与海洋盆地的地质差别·····	J. 计陆利 (8)
地壳中的传波速度·····	B. 谷屯堡 (20)
大陆地壳的地震探测·····	H. E. 塔特尔和 M. A. 杜夫 (35)
地震表面波和地壳构造·····	F. 普瑞斯和 M. 尤文 (49)
地壳构造和构造活动的地震证据·····	H. 班尼奥夫 (57)
从地震记录推测出来的断裂作用的性质·····	P. 拜耳来 (68)
标准大洋型地壳剖面 and 大陆型地壳剖面的重力解释·····	
·····	J. L. 沃兹尔和 G. L. 休尔贝特 (78)
地壳物理·····	F. 毕尔齐 (90)
地壳化学·····	A. 波尔德瓦尔特 (105)
某些化学元素丰度的估计以及它们的可靠性·····	M. 弗来希尔 (130)
地表出露的最古老岩石·····	L. H. 阿伦斯 (140)

第二部分 近代形变作用和沉积作用

根据早期地壳形变作用论近代地壳形变作用·····	H. 史蒂勒 (155)
海洋水准面和地壳的挠曲·····	Ph. H. 坤恩 (173)
大西洋深处的沉积作用·····	
·····	D. B. 艾瑞克孙、M. 尤文、B. C. 赫参和 G. 沃林 (184)
太平洋的远海沉积物·····	
·····	R. 瑞维尔、M. 布瑞姆来特、G. 阿伦尼阿斯和 E. D. 戈德堡 (197)
汤加海槽·····	R. W. 瑞特、R. L. 费西尔和 R. G. 梅逊 (210)
波多黎各海槽的地形和地球物理资料·····	M. 尤文和 B. C. 赫参 (227)
墨西哥湾·····	P. 卫威尔 (239)
密西西比河第四纪晚期的三角洲沉积·····	H. N. 费斯克和 E. 小麦克法兰 (249)
巴哈马台地·····	N. D. 尼维尔 (271)

第 一 部 分

地 壳 的 性 质

大陆和大洋盆地的地球物理差别

M. 尤文、F. 普瑞斯

节 要

本文描述并讨论大陆和大洋地壳之间的地球物理的差别。地震折射测量已无疑地确定：大洋盆地下面的硅铝层厚度至多不过是大陆下面的五分之一，而在成分上则相当于大陆地壳的富铁镁质部分。由地震测量所得出的地壳构造还证实了由重力测量所确定的大陆与大洋盆地之间的均衡状态。当把明显的异常区，如边缘区、山脉、海槽略去不计时，大陆范围内或大洋范围内的地壳构造的显著均一性就被揭示出来。磁力测量的资料虽不足，但所得到的结果却指出，在一定广大的海洋面积内磁场非常的平稳。

大陆和大洋盆地之间的交界带是地球物理研究最困难的地区之一，但在绝大部分研究工作中，却具有决定性的意义。现有的资料显示出，在靠近大陆边缘的大洋型地壳中有异常低的地震波速的出现。

引 言

地壳划分为大洋和大陆两部分是众所周知的。近年来地球物理研究的出色结果已经确定了这样一事实：大陆型地壳与位于其下的地肉（mantle）是到处一样的；大洋型地壳与位于其下的地肉也是同样的均一。这是一个肯定的结论，因为来自各方面的证据都支持它。我们必须加在这一结论上的唯一限制就是把三种地壳的异常区除外，它们之中的每种异常区都以狭长的外形出现，并且他们的总和也只占地壳总面积的一小部分。这三种地壳异常区是：1) 大陆和水下的山脉，2) 岛弧和深海槽和 3) 不属于前两类型的陆缘区。

如果这个结论被采纳，它就会对各种有关大陆、大洋和其它地壳特征的演化学说的正确性提供一个有意义的验证。

这个结论在过去并没有得到广泛地提倡。例如，很多学者过去都认为太平洋在大洋中是最单纯的；而另外一些学者则认为在硅铝层及其下伏的地肉中弹性波速度具有大区域性的变化。某些支持早期地壳不均一性结论的理由现在已得到承认。

来自地震附近的纵波曾经是关于大陆地壳和地肉知识的主要来源。在早期的研究工作中，资料常是不充分的，时距曲线不准确，资料的选择多注意异常区。最后，在记录地震和解释地震资料的工作者们之间的接触也往往不够充分。此外，由于邻近地震的研究还不能提供大洋的资料，所以表面波传播的分析就成为过去有关大洋地壳知识的主要来源。这些资料解释方法的改进将在本书另一文章中由普瑞斯和尤文

来讨论。

近年来人工地震爆破已成为关于大陆和大洋地壳构造可靠资料的首要来源。但在早期的爆破研究中,除了能够探知震源的位置和深度以外,也遇到和研究天然地震同样的不方便。

目前一个强大的工具已被发展并运用到大陆型地壳的巨大部分的研究中去。大陆地震的 Lg 相在硅铝层上部极长的大陆传播途径中具有和横波相同的速度,从而再一次证明了它显著的均一性。在本文中我们预备描绘一个标准的地壳柱状剖面,简略地说明确定它们的依据,并研究一下有关异常区的为数不多的资料。

大陆型地壳

研究大陆型地壳的最近的地震资料已被谷屯堡 (Gutenberg) 总结在本书中。如果我们在他的总结基础上根据所使用的仪器性能、资料的丰富程度加以选择,再避开明显的异常区,那么,就可以得到下列的观测资料: 威尔莫尔 (Willmore)、哈尔斯 (Hales) 和干恩 (Gane, 1952) 在德兰士瓦 (Transvaal)*; 赫德生 (Hodgson) 在加拿大地盾; 塔特尔 (Tatell)、亚当斯 (Adams) 和杜弗 (Tuve, 1953) 在美国大西洋中部沿岸; 卡兹 (Katz, 1953) 在宾夕法尼亚和纽约。略去微量变化不计,这些资料都说明地壳具有 35 公里厚度。靠近上部纵波和横波的传播速度分别是 6.2 公里/秒和 3.6 公里/秒,并随着深度的增加而相应地增加到 7.0 公里/秒和 3.8 公里/秒。在下伏地肉岩石的速度分别为 8.15 公里/秒和 4.7 公里/秒。

上述结果之间的不一致处很小,因而在发展的现阶段可忽略不计。为普瑞斯和尤文所论述的地震表面波的资料也证实了可以把已采用的地壳柱状剖面扩大到更为广阔的范围中去。

很可能,利用 Lg 相 (Press, Ewing, 1952) 乃是为了证实大陆壳的均一性而用以研究它的物理性质的最好的一种方法。这个相主要是以 3.51 公里/秒速度通过硅铝层上部波导物质的短周期的剪切横波所组成。根据这些波的周期,我们推测该波导物质的大小 (dimension) 是 10—20 公里。根据 Lg 的研究结果已得出了两个主要结论。第一,在长达数千公里的传播途径中,波速的平均变化对北美洲 (Press and Ewing, 1952)、亚洲 (Båth, 1954) 和非洲来说都小于 2%。其中非洲的结果是根据柏特马瑞兹堡 (Pietermaritzburg) 最近对 1954 年 9 月阿尔及利亚北纬 36° , 东经 $1\frac{1}{2}^{\circ}$ 地区的地震记录分析得出的。第二,由于 Lg 相只通过大陆传播,所以它就成为一个已被广泛使用的探测全球的简易方法。在所有情况下都已证明: 所有水层厚度小于 1,820 米 (1,000 噚) 地区的地壳都具有标准的大陆型地壳性质; 而当水深超过 3,640 米 (2,000 噚) 时,其地壳就具有典型的大洋型的特征。这个方法对难以到达的地区是有巨大价值的,它已被应用在北极地区的测量 (Oliver, Ewing 和 Press 的论文,印刷中) 中,用于南极区也有很大的可能性。

*位于非洲南部南非(在白人种族主义者统治下)的东北角(东经 29° , 南纬 25°)——译者注。

Lg 相传播方式的细节尚未全部弄清楚。但从这个相的巨大强度来看,它肯定地包含着一个特别有效的壳状波导物质,在其大部分传播范围内,这个波导层应经常保持数公里的大小,而当其平均体积为每边长数公里时,其弹性常数的变化仅为百分之几。以落基山剖面为例,在传波过程中虽有能量消耗掉,但波导层中的几个主要界面的不均一性仍然可以使波得以通过。

塔特尔,亚当斯和杜弗(1953)根据地震折射和反射的研究曾指出:地壳的不均一性和不规则性与 Lg 相所显示的地壳均一性的结论正好相反。这个不一致是不足为奇的。因为一方面所能测出的不规则性的大小范围与试验用的波长成正比,而另一方面,在 Lg 相的研究中所进行的长距离传播,对大陆范围的面积来说,已自动给予了相当于其规则时所具有的平均值了。

大洋型地壳

有趣的是,尽管大洋占据了地球表面的更大面积,但是用地震折射法研究大洋下面的地壳却比研究大陆下面的效果还要好得多。有四个机构,〔哥伦比亚大学、斯科利普斯海洋研究所(Scripps Institution of Oceanography)、剑桥大学和伍德霍尔海洋研究所(Woods Hole Oceanography Institution)〕用折射法对洋底地壳作了研究。如果把他们出版的材料加以选择,只取研究得最完全的大洋盆地(除掉前述的明显异常区),那么,我们就可以得出非常一致的结果:大洋型地壳中 M-不连续面位于海面下 10—11 公里处,其下伏的超铁镁质层的纵波速约为 8.1 公里/秒(从 7.9 到 8.2 公里/秒)。在更多的资料获得以前,我们还不清楚这一变化是否确实存在;也还不清楚大洋和大陆间的地肉上部是否确实不同。不过即使地肉上部的这种差别存在的话,那也一定是很小的。

大洋型地壳是一层厚度大致小于 5 公里的铁镁质岩石,纵波速自 6.4 到 6.9 公里/秒。某些资料指出:趋向大陆边缘确实有波速减低的变化。

大洋型地壳上面的岩层很薄,在很多地方由厚度小于 1 公里的松散和半固结的沉积物组成。剑桥大学和斯科利普斯海洋所研究人员的最近的报告指出,其中有高波速的沉积层或火山岩存在,但我们认为这些岩石并不是到处都有的,同时也很难测出这些沉积物的成层性。关于他们的详细知识只有把示波器直接放在海底上才有可能获得。

墨西哥湾、加勒比海和地中海下的地壳,已经至少用上述方法之一证明是近似于大洋型而不是近似于大陆型的。

地震表面波的研究得出了一个有价值的方法,可以一点一点地把折射测量扩大到海洋的广大范围中去。用这些方法求得的大西洋、印度洋和太平洋的平均构造与地震折射测量的结果相一致(Press and Ewing, 见本书)。

大洋盆地地壳厚度很小的结论也可以从大陆和大洋之间的均衡作用推算出来。但总的说来,这些结论一般是不可靠的。过去只注意到各大洋之间的细微差别而没有注意到他们总的相似之处。

磁力测量的数据暂时还很少,但已有的资料已可指出,广大海洋区内的磁力场是非常平稳的。由于资料的积累,从大陆边缘的曲线效应和水下地形的对照就可以得出有价值的结论出来。

近来海洋的热流资料比大陆上所测得的资料易于获得。但所测出的热流场量(heat flux)却还很难和其他地球物理资料一致。

交界区和异常区

我们把陆缘、山脉(水下的和陆上的)和与岛弧相伴生的深海槽包括在这个范畴内。大部分陆缘可分为:(1)稳定陆缘区,常与宽阔的陆棚相伴生;美国的北大西洋海岸或佛罗里达西海岸就是一个例子;(2)位于深海槽边缘的活动陆缘区,如南美洲太平洋沿岸;或位于大洋盆地和山脊边缘的活动陆缘区,如加利福尼亚州的沿岸带。

交界区和异常区是现代最有决定意义和了解得最少的地壳部分。研究这些地区是很困难的,因为那里沉积物很厚,构造在水平方向变化剧烈,以及地形也多变等。对于这些地区来说,最有效的研究方法是地震折射法、重力测量、地形测量和海底取样。现在可获得的可靠资料是这样的少,以致我们只能对这个问题作一简略的和不全面的概述。

(1) 稳定陆缘区——美国东海岸。这一类型地区所得到的资料大部分是关于美国东部海岸的。瓦采尔(Worzel)和修尔贝特(Shurbet)所作的从新泽西州梅角(Cape May)向外穿过陆缘区的横剖面表示在图1中。该陆缘区以M-不连续面的明显挠曲——地壳厚度的急速变化为特征。接近陆缘,沉积厚度也急剧地增大。可惜的是地震资料暂时还太少,不足以阐明由大陆地壳到大洋地壳过渡的细节。但是有些资料已证明,陆缘区地壳在具有传波速度5.5—6公里/秒的层下面有一传波速度突然升高到7.0—7.2公里/秒的层存在。用地震法直接测定M-不连续面的深度或地肉的传波速度的工作尚未在该处进行。

(2) 不稳定陆缘区——加利福尼亚型。只有地形资料可以得到(参考 Shepard

根据地震和重力资料推论出的构造剖面

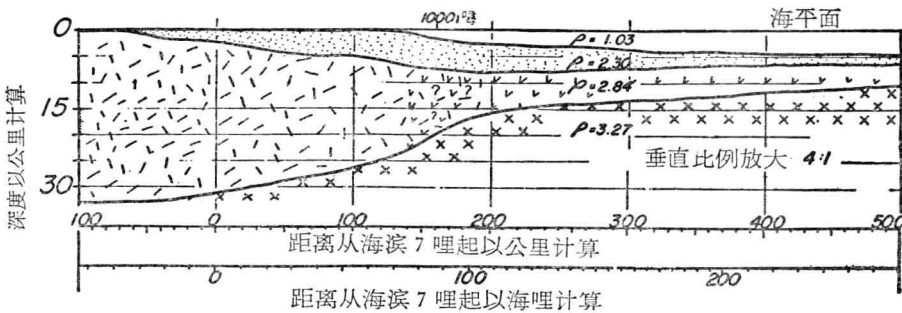


图1 从新泽西州梅角向外,由大陆到大洋的地壳剖面(根据 Worzel 和 Shurbet 的著作,在印刷中)

各层密度增加的次序是:海水沉积物、地壳和地肉。

的例, 1948. p. 180)。

(3) 不稳定陆缘区——南美洲西海岸。温许尔 (Wuenschel) 未出版的重力和地形资料指出, 深海槽在地壳构造方面和本文下面所描叙的岛弧相似。地震和火山作用也支持这个结论。

(4) 岛弧——地球物理资料已被瓦采尔和修尔贝特, 拉特 (Raitt), 费雪尔 (Fisher) 和梅逊 (Mason) 以及尤文和赫参所提出(都刊在本书中)。岛弧陆上部分的特征是其下的硅铝层薄于大陆下的硅铝层。而在与其相伴生的深海槽下面到地肉的深度则要比正常大洋型地壳要大得多。

(5) 山脉——在这以前, 山脉下面的地壳构造都是借助于间接的重力和地震波测定的。这两种方法都指出, 山脉下面地壳厚度的增大与爱瑞 (Airy) 的地壳均衡假说相符合。所以当听到塔特和杜佛(见本书)在科罗拉多州用直接地震折射和反射测量所得到地壳厚度并没有显著增大的结果时, 我们会感到惊异。遗憾的是, 新的测量区没有包括早先的测量区在内。现在需要在西拉 (Sierras) 到切克 (Check) 作直接地震测量来校正早先间接地震测量和重力测量所得出的地壳的巨大厚度。特别需要在高山区, 如安底斯山内作直接的测量。

参 考 文 献

- Båth, M. (1954), The elastic waves Lg and Rg along Euroasiatic paths: paper presented before Xth. General Assembly, Internat. Union Geod. Geophys., Rome, September.
- Hodgson, J. H. (1953), A seismic survey in the Canadian Shield: Dominion Observ., Pub., Ottawa, Canada, v. 16, p. 113—163; p. 169—181.
- Katz, S. (1953), Seismic study of crustal structure in Pennsylvania and New York: Lamont Geol. Observ., Tech. Rept. no. 32, 23 p.
- Oliver, J., Ewing, M., and Press, F. (1955), Crustal structure of the Arctic regions from the Lg phase: Geol. Soc. America Bull.
- Press, F., and Ewing, M. (1952), Two slow surface waves across North America: Seismol. Soc. America, Bull., v. 43, p. 219—228.
- Shepard, F. P. (1948), Submarine Geology: Harper & Bros., New York, 348 p.
- Tatel, H. E., Adams, L. H., and Tuve, M. A. (1953), Studies of the earth's crust using waves from explosions: Am. Phil. Soc., Proc., v. 97, p. 658—669.
- Willmore, P. L., Hales, A. L., and Gane, P. G. (1952), A seismic investigation of crustal structure in the Western Transvaal: Seismol. Soc. America, Bull., v. 42, p. 53—80.
- Worzel, J. L., and Shurbet, G. L. (in press), Gravity anomalies at continental margins: U. S. Nat. Acad. Sci., Proc.

大陆与海洋盆地的地质差别

J. 計 陸 利

节 要

地壳均衡意味着大陆与大洋盆地地表高度的差别必定反映着密度的差别,密度的差别又意味着这些地区地壳剖面间总体岩性的差别。某些岩石学家认为拉斑玄武岩和较富硅质的岩浆是全部属于大陆性质的。从岛屿上采集到的海洋中的岩石虽可能没有充分地代表大洋型地壳,但无论如何它们和大陆型岩石并不是截然不同的。在大洋中存在着所有主要的岩浆类型,例如,夏威夷型岩浆就是饱和的。石英质岩石好象只局限在由海底耸起的岛屿内,而这些岩石的极普遍的分布已足以说明大多数海底山脊部分都是硅铝质的。很可能深海盆地实质上沒有硅铝层存在。

硅铝物质向远海地区的逐渐消失说明现在的大陆应当比过去低或者小,除非从地内有物质向硅铝层增添。根据阿伦尼乌斯 (Arrhenius) 对深海岩芯研究所作出的粗略计算指出,在 20 亿年中曾有 1.5 公里的物质从大陆上消失掉。但大陆似乎和早先地质历史中的一样大或者比早先地质历史中的还要大,这一事实指出地质时期中硅铝层的增添。

如果大陆面积的增长是由于陆棚地槽 (shelf geocyncline) 向陆核的累迭,那么深海沉积和硅镁质的地槽基底就应当有着相同的性质。但是,它们的缺失却并不是反对大陆生长的一个决定性的证据;因为即使在造山作用时期中,交代作用也可能改变镁铁质岩石的原始成分;而且很多太平洋边缘山脉都没有老于古生代的地槽基底。早先的硅镁质基底可能在造山作用中已被褶皱作用所掩盖,而现在则被硅铝层盖于其上。这样我们可以知道,早先的大洋型地壳已变为大陆型地壳了。还有许多地区由于地层学和其它方面的证据也迫使我们设想,早先的大陆型地壳曾经至少下陷了 3,000 米。

这些水平方向变化所引起的地壳均衡问题和高原上升变化所引起的问题一样,都属于同一性质。这就指出了与壳下侵蚀或堆积有关的硅铝层的变薄或增厚就成为水平和垂直变化的原因。

大陆和大洋盆地之间的差别使我们注意到现在正在改变着它们面貌的明显的过程。但是很显然,尽管这些过程很猛烈,它却不能说明大陆和大洋盆地之间的差别。

作为剥蚀和堆积区域交界的海岸线在动力地质学中有着重大的意义。沉积物在现在正被搬运越过这个边界,如果继续作用下去,而且不发生补偿的上升作用的话,则它的速度足够在不到 1,000 万年的时期内把海面以上的所有地形都削平。分析指出,由削平移去荷载的地壳均衡作用所导致的壳下流动可以影响海岸的构造和硅铝层的分异,但这样的流动在任何方面都既不能说明太平洋和大西洋构造之间的差别,也不能看作是造山运动的控制因素。这些作用应该是可能由浅处运动所引起的,并作为深处地内中其他运动作用的结果。