

# 地质专辑

第 10 辑

构造地质

中国工业出版社

# 地质专辑

第 10 辑

构造地质

中国工业出版社

本專輯共收集 8 篇論文。這些論文都登載在蘇聯“莫斯科自然研究者學會通報”1958 年第 4 期上，其中四篇有關地球內部及地殼的構造，三篇論述了一般構造問題，還有一篇探討了對地質學有很大意義的地球物理結論。這些論文中很大一部分是在 1958 年 2 月 10 日和 11 日由莫斯科自然研究者學會地質組召開的地球和地殼深部構造問題會上宣讀的。

## 地 質 專 輯

### 第 10 輯

## 構 造 地 質

B. B. 別洛烏索夫等著

徐 燾 等 譯

\*

地質部地質書刊編輯部編輯（北京西四羊市大街地質部院內）

中國工業出版社出版（北京修羅閣路丙 1 號）

（北京市書刊出版事業許可證出字第 110 號）

中國工業出版社第四印刷廠印刷

新華書店北京發行所發行·各地新華書店經售

\*

開本  $787 \times 1092^{1/25}$  · 印張  $4^{1/2}$  · 字數 90,000

1963 年 1 月北京第一版 · 1963 年 1 月北京第一次印刷

印數 001—860 · 定價（10-7）0.61 元 \*

\*

統一書號：15165 · 1292（地質-129）

## 目 录

|                                       |                  |
|---------------------------------------|------------------|
| 某些現代地球物理观念之地質学评价 .....                | В.В. 別洛烏索夫 (2)   |
| 論地壳和壳下层中的导波层 .....                    | В.А. 馬格尼茨基 (12)  |
| 根据地震資料討論地壳的构造 .....                   | И.П. 科斯明斯卡娅 (23) |
| 地球热的历史和地球的溫度 .....                    | Е.А. 留比莫娃 (39)   |
| 論地球的內部构造 .....                        | А.Ф. 卡普斯亭斯基 (51) |
| 論地壳块状-波动 (褶皺-块状) 构造 .....             | В.Е. 哈因 (58)     |
| 內生褶皺分类 .....                          | А.Е. 米哈依洛夫 (72)  |
| 論岩层的縱弯曲和层內物質的重分配在产生完全<br>褶皺中的作用 ..... | В.В. 埃士 (88)     |

## 某些現代地球物理觀念之地質學評價

B. B. 別洛烏索夫

內容提要：在本文中對近幾年來有着重要地質學意義的某些地球物理結論做了討論。指出由於重力觀測成立了大地均衡說。詳細地敘述了深部地震探測的成果及地震研究的總結。簡短地討論了地熱資料的價值。最後，對地磁作用做了討論。其中指出應該批判地對待古地磁作用的資料。

當然，現時誰也不會懷疑，地球物理研究成果可靠地豐富着地質學的概念。甚至任何地質概念，不論是普通地質學或者是區域地質學方面的概念，如果與地球物理資料不符合，現在就很可能被認為是有足夠根據的。但是地質學者們對待地球物理資料的態度常很不一樣。我們往往會碰到一些以極其錯誤的態度來對待這些資料的情況。一方面，有些地質學者對地球物理資料評價不足，另一些卻相反地估計過高。這種被不正確理解的地球物理資料不但不能促進地質學概念的發展，反而會起阻礙作用。另一方面，不少地球物理學者也有相似的錯誤。他們常做出完全不正確的地質推斷，從而得出錯誤的結論。這種情況對於雖然相近，但也有區別的兩門科學在對同一研究對象進行工作時來說，在對有不同工作方法，因而也就具有不同的心理狀態的兩個科學部門的工作者們來說，是很自然的。

在本文中作者想對某些地球物理方法及其應用的結果作一個概論，並從地質學的观点出發對它們進行探討。作者並不認為在他對地球物理資料之地質學的評價中有許多新的和獨特的見解。可能他的見解在某些地方是淺顯的。但是誰都知道，有時把我們對一定時期內已經為我們所應用的一些科學見解和方法所抱的態度作一論述和總結是會有多大的益處。這篇文章完全不討論到地球物理方法本身，而僅僅涉及有關所謂“大地物理學”，即普通地球物理學的問題。

順序討論各個基本地球物理方法以及從地質學的观点來對它們進

行評價應該從比其他方法有較長歷史的重力觀測方法着手。在利用重力觀測做地質推測的領域中有過很多混淆的地方。而且其中有一些還留到現在。在這點上應當提出的是E.H. 柳斯齊赫有過特別重要的貢獻。他為解釋重力觀測的真正地質學意義和消除這方面在長時間內迷惑視線的混亂狀態曾做了很多有成效的工作。

我認為重力觀測最突出的成績是為縱橫數百公里的地殼上大區域這樣的對象而建立的重力均衡說。與這種放之四海皆準的重力均衡說相矛盾的是重力異常現象。它們有時包括很大的地面，分布在構造運動活躍的地區內。往往這種重力異常從符號上看來與在現在或者在一定的以往地質時代中地殼振盪運動的方向有矛盾。例如，大高加索的重力異常與當地現時的上升運動相抵觸。而根據均衡說看來好象應當下沉才對。

因此應當把某些國外的地球物理學者將均衡力認為是構造運動的積極因素這種企圖加以嚴詞否定。相反的是均衡力與構造運動發展相抵觸，而構造運動破壞着均衡。均衡作用應當看作是一種阻礙構造運動，限制它的幅度的調節槓杆。同時應當再一次強調：想把第四紀冰復層的融蝕當作芬諾斯堪基地區最新上升運動的原因明明是有沒有根據的。這個上升運動已連續進行了很長的地質時期（從古生代中葉已開始），並無疑有着構造運動的本質。

E.H. 柳斯齊赫和B.A. 馬格尼茨基在重力觀測資料的基礎上做了引起地殼升降運動的地球深部作用過程本質之探討的嘗試。這種嘗試得出了有價值的成績。原來，在緩慢進行着的地台上波浪式上升和下沉運動是由於深部物質從凹陷區流向隆起區而引起的，而在地槽區可能有兩種深部作用：既有地殼以下的物質流動，也有物質體積改變的過程。同時重力探測資料嚴厲駁斥着認為地殼升降是它的各個大面積地區在水平方向受到擠壓而變形的原因這種說法。

E.H. 柳斯齊赫想將某些大的負重力異常與深部地殼以下的物質分異作用及由於分異作用而產生的輕微物質沿着狹窄的孔道（斷裂間隙）上升到地表的現象聯繫起來。這種想法在我們看來值得注意，並應繼續整理發揮。

所謂法亞異常地帶 (зональные аномалии Фая) 至今仍是有趣的謎。它們分布遼闊，在外觀上與地殼構造的特點沒有聯繫。目前仍假定這些異常反映着地球某些更深部層位中的不均勻性。

我們知道，重測資料久已用來研究地殼構造。這種方法能指出不同密度物質在水平方向的分布情況，但很沒有把握確定它們的深度。因此它現在通常與地震法綜合應用。這樣的配合可以異常成功地把精確的地震探測資料外推到相當大的面積上。

在過分相信孤立地進行的重力觀測法時會產生重大的差錯。例如 F. 維寧-美涅斯的“硅鋁層在深海溝下面深深楔入大密度的本体”<sup>●</sup>的假想就是這種性質的錯誤。E. H. 柳斯齊赫曾指出這樣的論點的錯誤性。深部地震探測明顯地表明，深海溝不是壓縮構造（F. 維寧-美涅斯的假說會引出這種結論），而是拉張構造；表明了地殼在那里不是變厚，而是極端地變薄了。

地震法在不同的場合之下用來做地質研究。

近年來在深部地震探測工作中得到了極大的成績。這主要是在蘇聯和美國。比較起來，在蘇聯由 Г. А. 甘布爾采夫及其學生們（Ю. В. 里茲尼琴柯，И. П. 科斯明斯卡婭，Е. И. 加爾皮林及其他）所制定的深部地震探測法要顯著地完善些和經濟些。

用這種方法以及用通常的地震法與重力觀測一系列的配合工作中，在許多地點測了地殼厚度，並做了地殼構成的解析。我們在這方面的知識近年來有相當的充實。目前已經肯定，地球上有一種地殼的基本構造類型：大陸型和海洋型。大陸型地殼的平均厚度為35公里，海洋型地殼包括海水在內厚10—12公里（不計海水為5—6公里）。在山系之下地殼增厚。一般看來，山越高，其下地殼越厚。地殼在島弧之下也有增厚。亞洲中部很遼闊的一個區域上地殼也有增厚。除了厚度外，大陸型地殼有能分解為下部玄武岩層和上部花崗岩層這個特性。花崗岩層這個命名有些不嚴格，因為其中不僅有不同時代的花崗

●指硅鐵層——譯者注。

岩类，而且也有变質岩和沉积岩。海洋型地壳上没有花崗岩层。

过渡型地壳的存在是极其值得注意的事。过渡性既表现在其厚度上，也表现在它的构成上。例如，在加里福尼亚的太平洋岸，地壳厚仅16—19公里，即介于正常的海洋型地壳和正常的大陆型地壳的厚度之間。当往大陆方向推进时，在加里福尼亚的谷地之下，地壳厚度增加到25公里，而在內华达山脉之下它增加到50公里。已經探清地壳不仅有过渡型的厚度，而且也有过渡型的构成（花崗岩层比玄武岩层为薄，地震波在岩石中传播的速度介于在花崗岩层中传播的速度和玄武岩层中传播的速度之間）。例如在加勒比海、地中海、鄂霍次克海及里海南部就是这样。

这些資料使我們能認為，在大陆上发育的不同构造单元之下，即在地槽、年輕的和古老的地台以及复活的地区之下，地壳有不同的构造。如果再加上对海洋的知識，就可以确信在不久我們就能够将地球物理的特征也附加到現今通用的大地构造单元之地質学的定义中去，并把每一个单元与特有的地壳結構联系起来看。

因为不同的构造单元随着時間而发展和改变着，所以如果我們把它們与相应的地壳构造比較一下，就能够得出地壳深部构造在地質史中的演变过程的概念。这样，我們就掌握了特別重要的有关深处作用性質和趋向的資料。

現在已能确信，有地壳极积增加厚度和花崗岩层增长的过程，同时也有与之相反的，地壳变薄及与之相伴发生的花崗岩层退化的作用过程。例如，当年輕的地台变老或复活时有这种作用过程。大陆型地壳进一步演变为海洋型的可能性也越来越显見。这种可能性作者过去根据地質学的資料就已經提出过。

根据已有資料也可以确信，决定构造作用的深部过程有时会有惊人的速度。例如，活跃起来的地区在其下部地壳构造上來說，与普通的年輕或古老地台有区别。活跃起来的天山地区就有这种特点。而天山是由普通年輕的地台在約为第四紀这个极短的时间里（一百万年或者至多数百万年）在构造运动上活跃起来的。

深部地震探测工作进展得越快，我們对地壳在不同构造区的組成

上的区别的了解也丰富得越快，对支配构造运动的深部过程知道得更全面。

把地震資料利用到地質学中去的另一个方向是地震的研究。研究自然发生的地震波的类型及其传播在不久以前，即当深部地震探测还未被应用的时候，是测量地壳厚度及构造的唯一方法。这个方法现在还繼續用来配合深部探测工作。由于在这种方法中利用了新的波型而使它更完善了。当记录巨大的人工爆炸时，通常的地震法也用来测地壳的构造。在上述討論中我們不仅用了深部地震探测的資料，也用了通常地震法得来的資料。

地震是现代构造活动最明显的表現之一。高度精确的仪器表明，在构造活动区不但有可以感触到的地震，而且有远为众多的微弱震动。一两个月的時間內在不大的地区可以记录几十甚至几百次。如果这时能足够精确地测出震源位置，那么根据它們的位置就可以判断构造断裂在空間的分布位置，而这种深藏在地壳下部的断裂是不显露在地表上的。当强烈的地震經常发生时，例如在太平洋周围，它們也用来揭露深部断裂。同类的方法也曾曾在克里米亚南岸試用。那里曾发现由海底陡峻斜入克里米亚半島下部的深部断裂地带。

近年来在我国大大推广起来的地震研究揭露出地震与构造及构造作用发展史之間值得注意的相互关系。这种相互关系的内容这里不作叙述，因为已有很多有关的著作（參閱Б.А.彼得卢舍夫斯基，А.А.索尔斯基，И.В.基里洛娃，В.Н.克列斯特尼科夫，А.В.戈列恰夫，И.А.列贊諾夫等有关苏联一系列地震区的著作）。而这种关系使我們能把地震率作为某种划分构造区的輔助标志。有时这种标志是特別重要的。

例如，有时震中和震源的分布指示出深部构造要素与地面的不对应。例如，在高加索揭露出与現代地表构造橫交的深部构造方向。

美国地震学者G.平奥富在分析了不同强度地震在時間上的分布后做了以下結論：地壳現时的构造作用可看做是弹性应力积累时期与其解放瞬間的交替。在这里可以見到，弹性能量放出的速度一般保持在数十年之久，然后剧烈地改变，新的速度又在一定时期中保持不变。

通常这种轉折时刻与造成重大灾难的剧烈地震同时发生。因而，在某些时代里，某种强度的地震須要經過比在另一时代里同样强度的地震更为长久的应力积累時間过程。

地震“联鎖”发生的現象很值得注意。这表现在瞬时的爆发式的地震活动在相距辽远的不同地区会同时发生。这里无疑是完全新穎的研究現代地壳机械状态的領域。

在各国有很多学者現在被吸引到“震源机理 (механизм очагов землетрясений)”的研究中去了。这里“机理”应理解为与地震相关的断裂的空間布置和直接引起震动的沿断裂錯动的方向。这些研究証明震动总是由于滑行錯动引起的。裂开式的运动在地震过程中或者根本没有，或者只有微不足道的地位。另一个有意义的結論是：最强的地震常和与地面可見构造方向相横交的錯动有关。目前还很难說我們的結論是有原則意义（在某些情况之下，例如在高加索，这种說法是显而易見的）的呢，还是仅仅由于方法不完善而导至某种有系統性的錯誤。但是无疑在今后的发展中这种方法会引出特別重要的构造地質学的結論。

地震所伴生的地面变动，也由于地震現象而引起了对它們的研究。这样就弄清了在其他情况下会为我们所忽略的一些构造运动的細节。我們知道，某些特別强烈的地震与旧断裂的复活或新断裂的产生（并造成在地表有数米的錯动）有关。阿薩姆1898年的地震与在地面上沿正断层有12米幅度的錯动相关联。昆格阿拉套1911年的开宾地震引起了略为小些的垂直錯动（至11米）。1906年加利福尼亚地震时沿圣安得列斯大断层引起了幅度近7米的水平錯动。在日本見到这种景象：长久世紀以来进行中的主要穹状島嶼中間上升四岸往下沉陷的作用，地震时候有反常現象：为震中在那部分岸边，那部分的海岸就反而往上快速升起。例如1923年东京地震时，太平洋岸在相模海湾地区“跃起”一米半以上。

虽然这些与地震相联的变动从現代地壳机械作用的角度看来极端引人注意，但在任何情况下也不应推广到其他长久的地質时代去。在地質时代里錯动方向可能不固定，它們的基本方向可能与临时和短暫

的現象有根本的區別。例如，所有的地質条件都表明，加里福尼亞聖安得列斯斷裂是有巨大垂直幅度的正斷層，不能由於1906年地震時有水平方向錯動而看做是扳斷層。但在美國現在却由於一些加里福尼亞地震引起的現象而過分熱中於扳斷層錯動的看法。現代一瞬間的水平方向錯動被推廣到數億年前的地史中去，並甚至因此而產生了認為太平洋底在周圍大陸包圍之中正按反時針方向旋轉的類似念頭（平奧富）。

地熱資料很少為地質學者應用。實在這些資料也還少得可憐和過於不可靠。但从研究地球能量的角度看來，地熱是很有研究價值的。

地球日常放射的熱流約為 $10^{28}$ 爾格。這比地震和火山活動的能量總和要大幾級。因而它是突出的能量因素。

目前有一種謬論引人注意。按照這種謬論，熱流在大陸和海底看來大致相等。事實上在大陸有着比較富有放射性元素的花崗岩層，而在海底沒有。因此看來，大陸上熱流還是要大些。

圍繞着這個問題不少人在投機。他們說，我們關於放射性元素在各種岩石中分布的概念是不正確的；或者說，海洋下面的中間層中有對流現象，這種流動加速熱的外散，以及其他等等。我們看來，即使這方面的資料太少，而測定熱流的方法還不完善，也不能說這些“學說”有什麼價值。最後，可能設想放射性物質的數量在單位面積的大陸下面和海洋下面大致相同，只不過分布在不同的深度，即在大陸下面這種物質主要集中在花崗岩層中，而海洋下面它却較均勻地在半徑上●分布。遺憾的是，我們不得不承認地球物理學在這極重要的方面總的落後狀態。

地磁現象最是個謎。很多專家認為地球磁場由地球外核的水動力學所支配。他們說那裏有帶電質點的緩慢的渦旋流，並認為用數學的辦法可以把地球外核中某種電荷做某種渦旋流動解釋為我們所見的大地磁場的內在原因。這樣的設想明明是由於形式主義在作怪。但是，能把形式主義的聯繫當作證據嗎？事實上物理學的本質還根本沒有揭

●即在不同深度上——譯者注。

露出来。其实，有什么样的物理作用能使質点在外核中运动呢？这里常常推到热的对流上去。但是很难設想，在处于2900公里以上深度并被导热性不良的另一外壳复盖的外核中，会有要求相应的热的迅速散失的热的对流存在。事实上这里我們已經討論到地質学的范畴以外去了。

古地磁問題近来极其引人入胜。这方面的研究与地質学关系較密切。我們知道，古老的岩石中有与現代磁場不符合的残存磁化。有人認為，它充分証明过去的地質时代中地球磁場和磁极的位置与現時不同。又因为設想磁軸不离地球自轉軸太远，而很自然地做出以下結論：过去的地球自轉軸与大陆之間有过与今不同的相互位置关系。

在研究各时代的岩石中残存磁化的基础上做过追索两极在长远的地質时代中变迁的嘗試，并由此做出一些远离实际的古地理学的結論。因为在不同大陆上得到的資料有些差异，古地磁入迷者很快地認定这些結果表明各大陆有过水平移动。

应严厉指出，这是草率和危险的嗜好。古地磁研究在方法上也还有很多含糊的地方。地磁学者对这些研究的成果也各有各的評價。而且磁化向量可能不象所想象的那样稳定，而是会随着時間“溜”出原来的位置。机械压密、变質作用和构造运动都可能对岩石的磁性有影响。我甚至还不追究，是否有根据認為磁軸一定总是几乎与地球自轉軸符合。在做象这样有原則性意义的地質学結論之前，首先还是讓磁測工作者們自己去从容地研究一下所見的現象和全面地检点一下自己的工作方法好些。

构造物理学是我准备在这里提到的最后一門学科。我們知道，这是利用一些物理方法和概念去解决构造变动（褶皱和断裂）的形成过程。誰都知道构造物理学的一整套妄想、亏理和錯誤的历史。这方面有程序和有計劃的研究几年以前首先在我国开展起来。格佐夫斯基在这当中有很大貢獻。他清除了很多混淆和含糊的东西，給地質学輸送了必要的物理学概念。因此才可能去定出符合物理学法則的构造断裂成因理論。这理論也用到了系列实际中去。如果說，仅仅現在我們才开始正确去理解构造断裂的本質，我看这个說法是不会錯的。构

造作用的模型實驗基本方法也整理出来了。把物理相似理論用到构造运动的實驗中去以及整理出一些专用的比拟規程来用于我們的工作也都有可能实现了。

目前，当构造物理学已初步建立之后，总的方針也已得到明确。当然，現在我們还不能在指标上切实地去比拟試驗。这仅仅因为我們由于不知道构造运动的速度，至今还很少掌握岩石在受构造作用时的机械性能。为了能选择出有一定指标的試驗材料，使在数据上达到相似理論的要求，这些知識是絕對必要的。但是經驗証明，模型實驗在研究一定类型变动的性質上完全达到比拟的要求。迄今积累的构造运动實驗資料已扫清了对这种研究方法的价值的任何怀疑。当然，这种方法不是独立的。它是实地观察的补充方法。但它使我們可能回顧在地質观察中不能直接見到的变动过程的本来面目，因而也就极其丰富了实地观察。

构造运动實驗方法曾用来研究各种类型的构造断裂，底辟褶皱及所有挤榨褶皱①，断續褶皱②以及全形压缩褶皱③。这些實驗每一次都提供了某种新的資料，揭露了在其他場合之下往往为我們所忽略的运动过程的新資料和規律。但越是我們研究构造物理学，我們越感到只有专门地，一貫地，有計劃地和持久地工作才能得到成績。“走馬觀花”不会有什么效果。

我認為可以在这里結束这篇討論了。我們时代的地質学者已不能不把地球物理方法以及純粹是物理的方法和成果用到自己事业中去。我說不上現在有无必要去說服什么人相信这点。我个人認為，地質学将来有怎样的命运，就要看它能够怎样去接受和利用一些相邻有关科学（象地球物理学、物理学、地球化学等等）所提供的方法。但也不能忘記，在这些邻近科学中也象在地質学中一样，不仅有着自己切实

①原文是складки нагнетания，即由于强力挤榨作用岩层自地下一处流向另一处所造成的褶皱——譯者注。

②原文是глыбовые складки。根据作者的观点，这是由于一些孤立的，彼此不相連的大面积块状地台基底上升所造成的上部岩层一些断續褶皱构造——譯者注。

③原文是складки общего смятия。这是指地槽内整个区域在水平方向受压縮后形成的褶皱——譯者注。

可信的法則和規律，而且也有假說，不肯定的觀念和完全是不清楚和不正確的地方。所以批判地對待其他科學提供的資料是完全必要的。當鄰居地球物理學撞鐘時我們地質學者不應失惜叫嚷“失火了”。有些地質學者在聽到由於古地磁問題而敲起的“警鐘”時就曾這樣叫嚷過。當然，不能因為我們科學中已奠定的法則和概念與其他科學的新資料有抵觸時就倉促地把它們拋棄。還應當分析清楚，到底是誰的資料更有根據，哪里應當重新估價和檢查方法。藐視地球物理學的資料和僅僅因為它穿著數學公式的花衣就無條件地崇拜它都是兩種可畏的極端。我們知道，公式僅僅是呆板的工具。主要的不是公式本身，而是它們背後隱藏的物理內容的可靠程度。我們完全贊成地質學和地球物理學最緊密的結合，但是贊成的是健康的和平等的結合。

徐 燾譯

# 論地壳和壳下层中的导波层

В.А.馬格尼茨基

內容提要：本文中論及地壳和壳下层中的导波层及其形成的原因，壳下层的不均匀性以及地壳和其下面介質的相互关系。

四十年代中叶以前，在地震学中有过这样公認的概念：在大陆区地壳由所謂花崗岩层和玄武岩层的两个基本层組成。这是由于研究了因地震所引起的和在少数情况之下因人工爆炸(当时这是不多的)所引起的震波的传播得出的結論。这个結論一般說来与地質学的資料有相当完滿的吻合。地壳下面，更确切地說，在摩霍罗維奇分界面之下曾設想有着地球內壳，并設想它的上部（在 400 公里深度以內）是相当均匀的。这部分的內壳通常設想是純橄欖岩成分的，有时較不明确地說它是橄欖岩成分的。曾經認為已充分确定，地震波的速度不論在每一层位中，或在这个层向那个层过渡时，都是随着深度而增长。同时認為花崗岩层中縱波和橫波的平均速度各为  $v_p=5.5$ ， $v_s=3.36$  公里/秒。这些速度数据比在實驗室中測出的震波在花崗岩中传播的速度（ $v_p=6.1-6.2$ ， $v_s=3.53$  公里/秒）为小，因为花崗岩层不可能是純粹由花崗岩組成，而且很自然地可以設想溫度的影响，这是很容易理解的。

但是，随着地震研究由于利用了人工爆炸而发展起来的时候，就發現在大多数情况下人工爆炸震波的速度与在同地区內地震波的速度不同。新的速度数据（ $v_p=6.0-6.1$ ， $v_s=3.5$  公里/秒）总是与實驗室的資料接近得多。因此产生了以下的設想：地震波速度在花崗岩层底部应有所降低。这种假設以后也推广到玄武岩层和內壳上部去了。在內壳上部即深度为 80 公里的部位曾設想有一层位，地震波在它

当中传播的速度有些降低〔12, 13, 15〕。曾經假設在这层位中內壳物質可能熔化。这种設想与火山岩漿补給源地有着相同深度这一事实以及其他資料都能很好地吻合。曾經設想重力均衡补偿的过程就是在这个深度上进行的〔5, 13〕。

在图 1 上表示出地震波速度在地球外壳中和內壳上部变化的曲綫（据 B. 戈登堡〔17〕）。

但是这样的地震波速度曲綫不能認為是最后确定了的，因为已有的地震資料可能有几种解释。肯定在地壳和壳下层中有着較慢传播震波的层位能使我們做出十分重要的，对地質学有极大意义的地球物理結論。研究导波层正是为了解决这个問題和确定組成这些层位物質的性質。

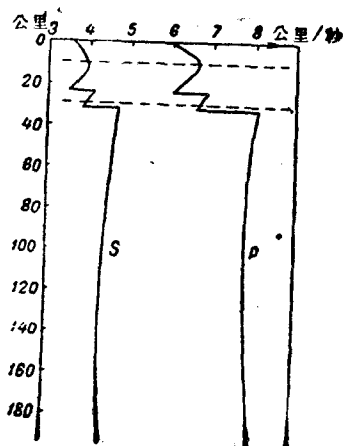


图 1

每一个慢传波的层位应该是地震波的导波层，这正好象海洋中慢传波的层位①是声波的导波层一样。如果震波的源泉（震中）处在传波速度为 $v_1$ 的层位中，而这层位由具有传波速度为 $v_2$ 的其他层位所局限，而且 $v_2 > v_1$ ，那么，所有落在分界面上的射綫，当其入射角大于全反射角时，

$$\sin i_0 = \frac{v_1}{v_2}, \quad (1)$$

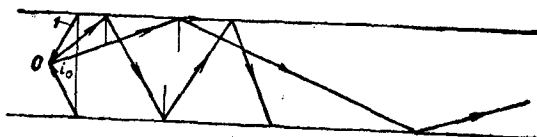


图 2

全要留在慢传波层中，它因此成为传播地震能量的路径，正如图 2 所表示的那样。当然，在图 2 上仅表示出簡化了的的地震射綫图解。这里

①指海水——譯者注。

沒有把在反射时波型的可能改变、沿着分界面的衍射现象（在这时部分能量从波的传播路径中散失）和与分界面有关的表面波形成的可能性估计在内。如果在此路径中速度不是固定，而是随着离开导波层中綫而增长时，射线将不是直线段的，这时层位的边界也不成为在其上震波速度有跃进式地增大的明显表面，导波层的边界成为模糊了的。这边界表现在震波射线在它上面的弯曲。上述内容在图3中（据M.波特<sup>(9)</sup>）表示出来。图中分别表明当震源在地表时和在导波层中綫时震波射线的路径。斜线条标出地震“阴影”区当震源在导波层上面或中间时的分布位置。在图的左方表示出随着深度变化时震波速度的变化曲线。这个速度在导波层中綫上的值最小。

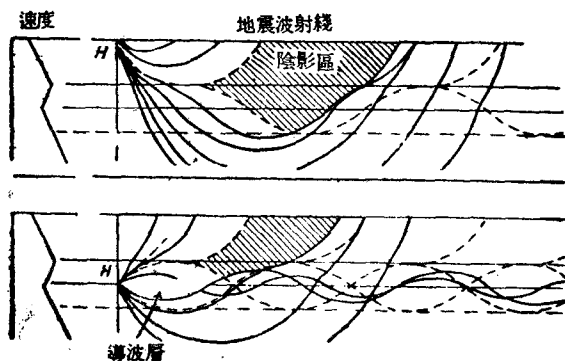


图 3

F. 普尔斯和M. 爱温在1952年首先指出地壳中有着导波层<sup>[20]</sup>。他们分析出两种特别慢的表面波。以后进一步的研究<sup>[8, 9, 16]</sup>表明，这是在地壳里导波层中传播的普通横波。下表列出有关地壳里和壳下层里导波层传播震波的速度数据<sup>[8, 9, 10, 16, 19, 21]</sup>。

将表中举出的速度与图1中所表出的速度对照时就可以看出， $Lg_1$ 是在地表和大致位于10公里深处的速度为极大值的两个面间的层位中传播的横波。 $Lg_2$ 波是在15—20公里深度的导波层中传播的震波。 $Li$ 波看来沿着摩霍罗维奇分界面以上的过渡层位传播。 $Rg$ 波通常认为是表面波，即瑞利波。因为所有地壳中的导波层都至少有一个