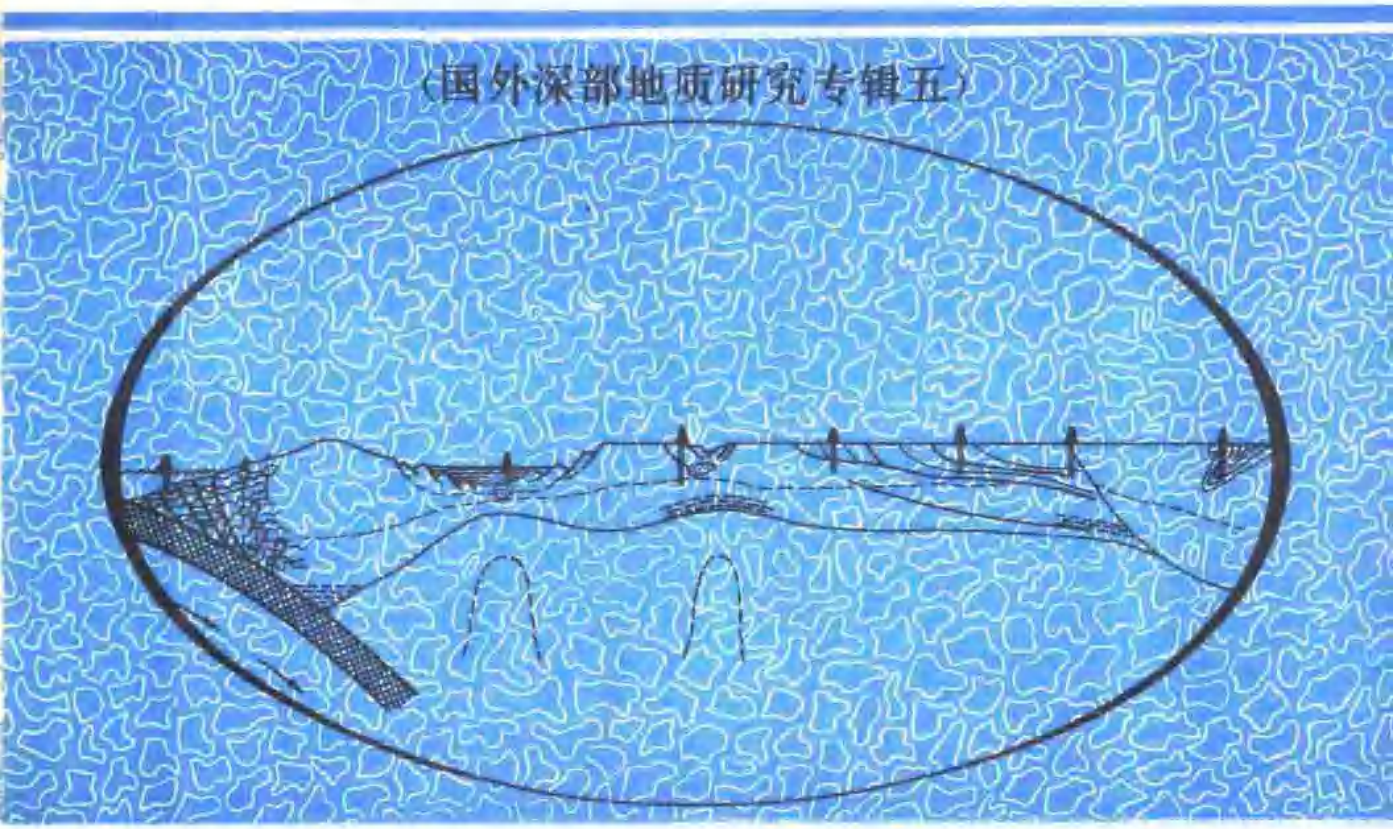
地质科技资料选编（一三四）

地壳和上地幔研究

（北美、欧洲和苏联深地震反射剖面测量成果及其定性定量解释方法）

（国外深部地质研究专辑五）



地质矿产部科技司
地质矿产部情报所

一九九〇年六月

编 者 说 明

本专辑为地壳和上地幔研究（国外深部地质研究）专辑之五，共收进20篇译文，反映了世界上一些主要国家和地区，包括北美、欧洲和苏联的深地震反射剖面测量的成果及其定性、定量解释方法，有些文章还涉及到深地震反射剖面测量资料与其他地球物理资料的综合解释问题。专辑从不同方面说明了以地震反射剖面测量为主的深部地球物理调查方法在解决深部地质构造问题方面的重要作用。

国外深部地质研究专辑系列由项仁杰、史崇周主编。本专辑由崔霖沛负责选编，吴其斌、刘素芳、张肇元同志参加了翻译工作。我们向程家印同志表示衷心谢意，他在本专辑多篇文章的译校方面给予了大力协助，我们还感谢齐云彩和谢继哲同志，他们也在百忙之中给以帮助。

专辑的全部文章冯昭贤同志审阅，在此一并致谢。

目　录

1.COCORP：对深部地壳的新认识 …… 1
2.地壳的拉伸与岩浆作用：死谷和里奥格兰德的 COCORP 剖面 …… 5
3.阿巴拉契亚基底地块的正断层边界?：穿过佐治亚州西部派恩山带进行COCORP剖面测量的结果 …… 30
4.美国东南部COCORP深反射和磁异常的综合分析：布伦瑞克和东岸磁异常成因的探讨 …… 36
5.华盛顿州中北部科迪勒拉内陆以 COCORP 资料为依据的地壳深部详细三维构造 …… 48
6.布列颠哥伦比亚卡纳尔弗拉茨以东落基山构造的LITHOPROBE（岩石圈探测）地震反射成象 …… 63
7.陆中区裂谷系统的地壳构造：GLIMPCE 深地震反射剖面的结果 …… 74
8.加拿大与欧洲的共轭边缘：深地震反射剖面测量的结果 …… 80
9.通过 BIRPS 深反射剖面测量在北海下圈定的古大西洋缝合线的位置…… 86
10.深地震剖面测量对法国及其邻区的下地壳提出的新认识 …… 91
11.上普法尔茨地区三维构造-DEKORP-KTB数据的一种可供选择的解释方案 …… 108
12.瑞士阿尔卑斯深地震反射剖面测量：NFP20-东测线的爆炸地震结果 …… 118
13.瑞典南部岩石圈构造-FENNOLORA 的结果 …… 124
14.瑞典维纳恩湖地区的 P 波地壳构造：EUGENO-S 剖面 6 …… 134
15.澳大利亚大陆反射剖面综述 …… 145
16.地震波"照亮"地球内部 …… 154
17.在西伯利亚根据长剖面进行岩石圈研究的结果 …… 158
18.大陆岩石圈地震界面的性质 …… 171
19.苏联国土内应用剪切波对岩石圈所作的研究 …… 183
20.深地震反射数据的定量解释 …… 194

COCORP：对深部地壳的新认识

引　言

在美国进行的 COCORP （大陆反射剖面 计 划）深地震剖面测量目前已超过 8000 公里（图 1）。在过去三年中这项工作主要集中在四条区域性大剖面上：1）盆岭拉伸区，2）阿巴拉契亚造山带东南部（该区内 COCORP 早期横剖面的延续），3）科迪勒拉山西北部及相邻的克拉通，4）科罗拉多高原及其西南边缘。另外，包括新的野外和处理实验在内的持续不断的方法研究导致了更好的数据显示和更可靠的解释。本报告简要地总结了在最近的 COCORP 工作中反映出的深地震剖面测量的许多方面的一些进展。

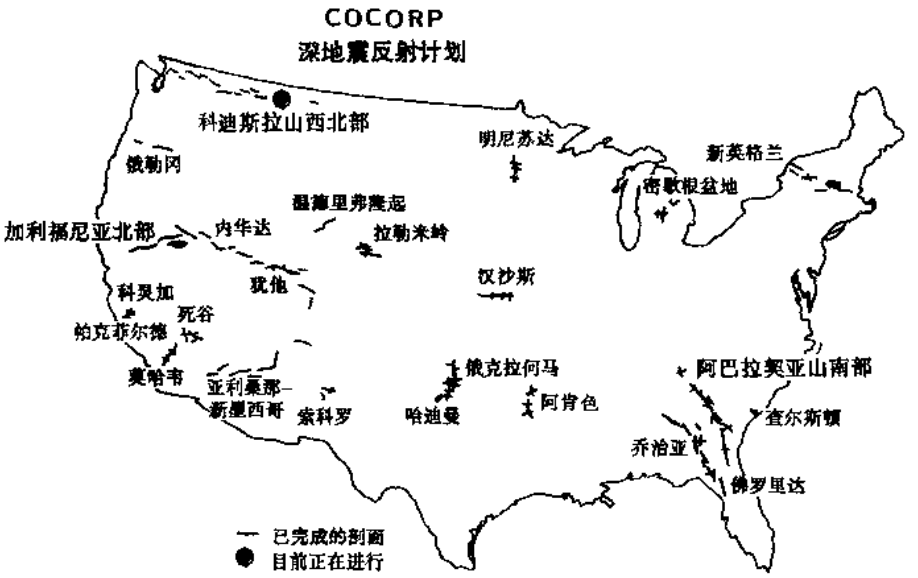


图 1　COCORP 野外工作，至今已完成的测区

莫霍面

深部反射剖面测量的主要问题仍是莫霍面的性质和几何形状。莫霍面反射目前是极为常见的，所以它们的缺失有时具有特殊的意义。例如，尽管信号的穿透深度很大，元古界克拉通之下还是缺少明显的莫霍面反射，这可能反映出该克拉通地体与相邻的显生宙地体性质上的差异。尽管已知其它地区的莫霍面下面有反射层，但是美国大部分地区地壳下的地幔似乎是不反射的。

几条 COCORP 剖面上莫霍面反射的最显著特征是它们在经受了主要造山变形作用的地壳地块下表现出的连续性和取向平缓。下地壳内的倾斜反射通常与较平缓的莫霍面反射不一致，它们并入莫霍面反射或被其截断（例如图 2）。桑福德等人（1986）说明在科迪勒拉山西北部这种不一致性不是"撞撞"造成的一种假象，这两类反射的交汇可能相当突然。

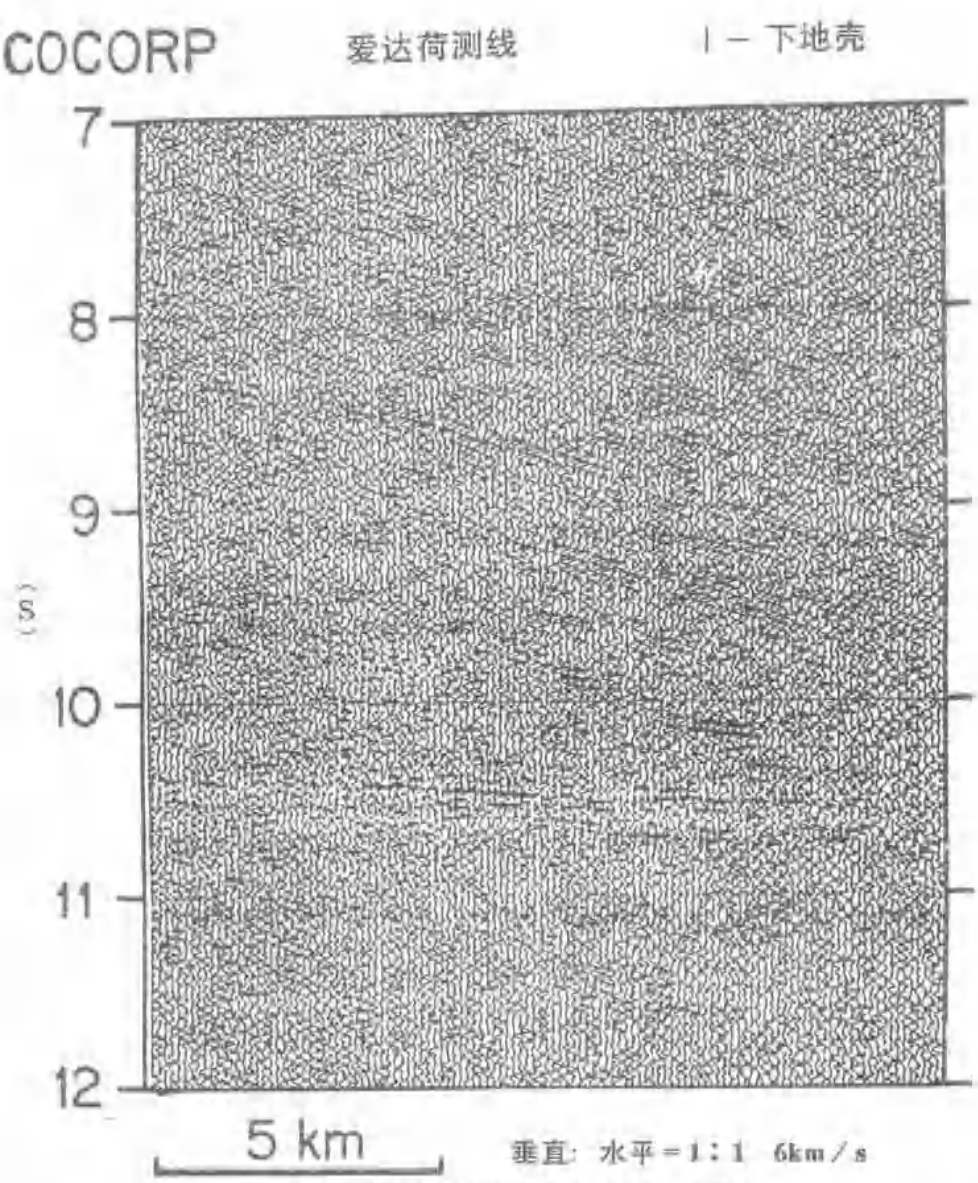


图2　COCORP爱达荷测线I的下地壳反射。

注意下地壳倾斜反射和莫霍面反射总体上产状不同。在这个例子中地壳反射看来并入莫霍面反射。

在盆岭地区之下，地表变形和莫霍面连续之间的显著差异同样给人深刻印象（图3）。克莱姆佩雷尔等人（1986）指出盆岭地区之下反射莫霍面（大部分）对应于折射莫霍面。整个盆岭地区下面莫霍面都相对平坦（指深度，就传播时间而言不一定是平的），莫霍面具有明显的反射（仅相对于下地壳的终止而言），在一些地方莫霍面表现出明显的分叉特征。阿巴拉契亚山东南部腹地（山前地带／滨海平原）下面，甚至在推断的大陆—大陆缝合带下面的莫霍面实质上几乎位于恒定的深度，由于地壳的大的形变出现在所有的这些区内，现代莫霍面肯定在压性造山运动之后形成，到少在盆岭地区是如此，是相对年青的。

许多地区下面莫霍面的相对未经扰动并不意味着地壳厚度没有大的变化；根据反射结

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

果，这种变化与根据折射测量结果一样明显。例如，科罗拉多高原下面的反射比相邻的盆岭地区的那些反射至少深 5 秒，大致上与现有的一些折射资料一致。此外，尽管有许多上地壳断层未能穿过莫霍面的例子（例如，图 3），但是也有一些莫霍面看来已被错动的例子。

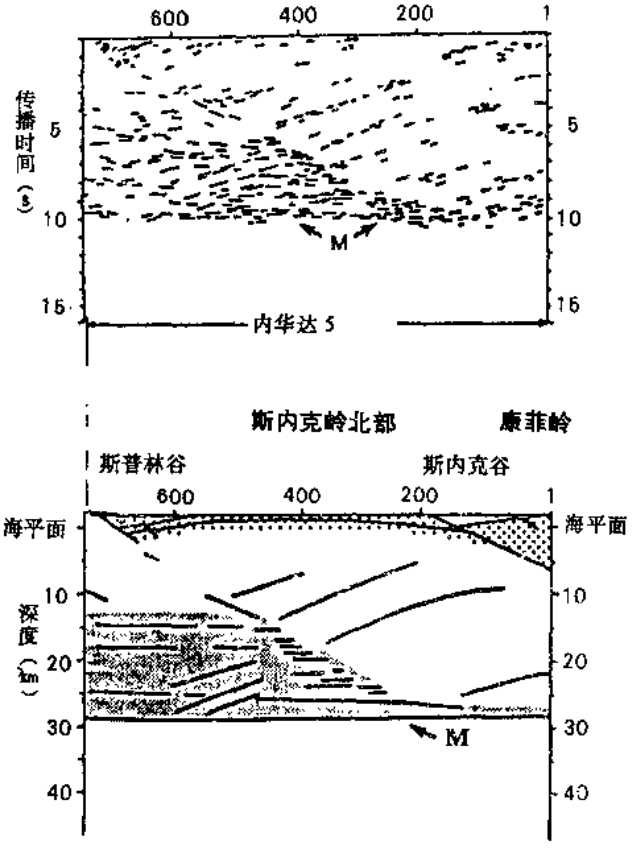


图 3. COCORP 内华达测线 5。线条图表示出下地壳中的层状反射，延伸很大的正断层和相对未受扰动的莫霍面反射。这条大正断层下的反射异常强，这可能表明在这条断层下盘圈闭有岩浆。

岩浆

COCORP 最早的结果之一是在里奥格德裂谷地壳中部深度上出现的一组异常强的反射，由于种种理由把它们解释为岩浆。新的测量表明新墨西哥岩浆体不是唯一的（图 4）。来自加利福尼亚南部死谷和内华达东部的异常强的地壳中部反射可能是由岩浆引起的。尽管这些新"亮点"的起因没有像在里奥格兰德裂谷区内那么清楚，但是肯定有这种可能，就是它们代表囚浆；这两者都位于以新生代拉伸和火山作用而闻名的盆岭地区内。在死谷区内，一条横推正断层似乎把亮点与地表年轻的火山构造联系起来。内华达（斯内克岭）亮点看来位于一条延伸很大正断层的下盘内（图 3）。从总体上这些亮点的最显著特征是它们的深度相近。它们都出现在约 18—20 公里深处，从而产生这样的猜测，即当岩浆通过地壳运移时，密度或流变是造成这些岩浆圈闭的原因。

亮点和深部气

在佐治亚南部记录到的萨伦西亮点（SBS）不仅是一个强反射，而且在其一定长度上也极其平坦。这两个特征类似时而观测到的与浅沉积储层中的气液界面有关的那些特征。然而萨伦西亮点位于变质基底内 15 公里深处。在这样的压力和温度条件下，可能存在的气处于超临界状态。因此最好把 SBS 看作两种（或多种）不能混合的流体的界面。这类流体的性质和成因基本上是推测的。可是，SBS 位于一组反射内，这组反射可解释为缝合线的遗迹，而缝合线标志着阿巴拉契亚造山运动的碰撞达到顶点。地表流体（水？甲

烷?油?)很可能沿这个带内的地壳逆断层部分俯冲，随后被圈闭。

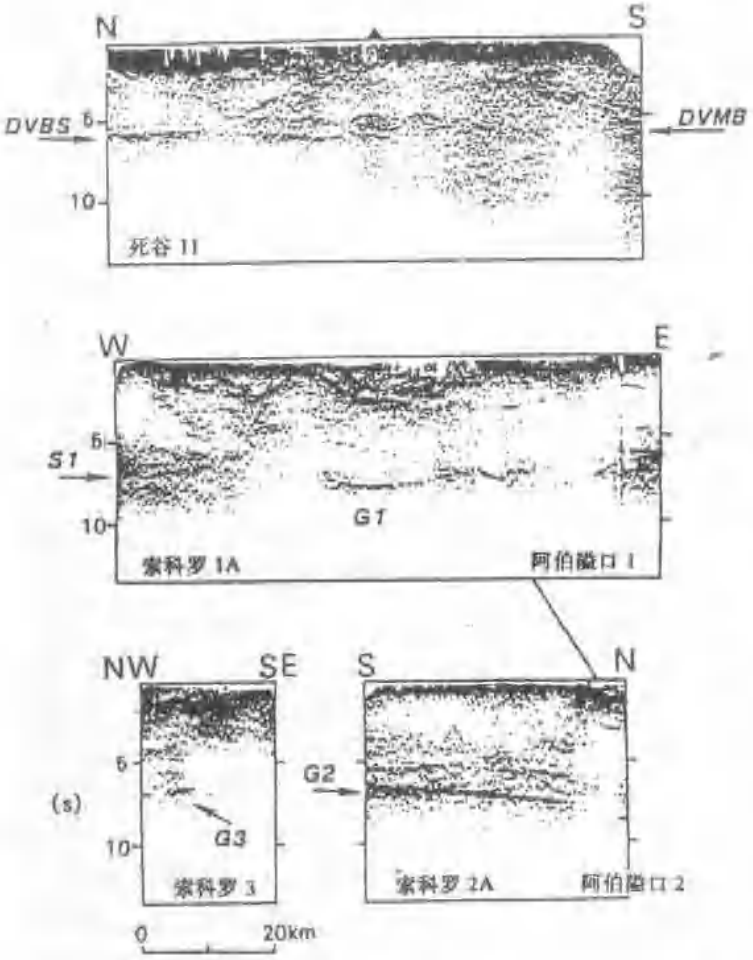


图 4 新墨西哥和死谷的真振幅地震剖面，图中示出了可能代表岩浆的地壳中部的亮点。

有关的研究和将来的方向

除振幅与亮点的关系外，振幅在研究噪声抑制、震源耦合以及穿透能力方面也是需要注意的问题。数据处理的改进，特别是叠前反褶积和频率波数滤波的应用，在新记录的常规处理和老数据集的重新处理方面是明显的。速度反演和相干滤波的新技术也得到广泛的应用。在利用非标准排列时（例如，非对称中间放炮排列），采集变得更灵活，而硬件的改进使得有可能常规利用更宽的信号频带和更高的频率（例如 12–48 赫与 8–32 赫相比）。研究噪声降低技术的专门实验已使另外一些噪声抑制方案（例如尾数相加）得以有效利用，而且为寻找地幔反射所作的专门记录（例如 57 秒宽频扫描记录）有助于确定令人信服的剖面测量的范围。为利用科内尔新的巨型计算机和设备进行地震处理而作的努力是特别有前途的。尽管 COCORP 的工作量可观，但是，美国大陆大部分地区还远未利用地震方法探测过，尤其是前寒武纪内陆。下一步 COCORP 剖面测量的主要目的是完成一条横穿大陆的剖面，包括穿过埋藏在内陆克拉通的古生代盖层下面的元古代造山带的新的区段。

刘素芳译自《Geophys. J. R.Astr. Soc.》1987, vo 89, P.47–54. 作者：L.Brown 等人。吴其斌校

地壳的拉伸与岩浆作用：死谷和里奥格兰德的 COCORP 剖面

引　言

根据 COCORP（大陆反射剖面计划）在两个晚新生代地壳拉伸区，即索科罗（新墨西哥）附近的里奥格兰德裂谷和大盆地南部（加利福尼亚）的死谷地区采集的地震反射剖面数据解释了深部断层和中地壳岩浆体。本次研究包括了跨越索科罗晚新生代火山陷落复合体迄今尚未发表的 COCORP 剖面。地震数据提供了有关正断层作用与岩浆活动之间的相互关系以及有关上地壳拉伸与下地壳拉伸的相互联系的地壳规模新信息。本文还总结了里奥格兰德裂谷和死谷地区测量的其它一些结果。

在解释深部地壳拉伸是如何作用的这方面存在着许多争议，文献中论述了许多模型，例如（1），中地壳近水平的塑性流变拆离带以及起源于地幔流向地壳的大量岩浆流模型。(2)，交织剪切带或"透镜体"。(3)，地壳-穿透剪切带。地震反射剖面不能作为任何一个地壳拉伸模型唯一的证据。本文提出的新墨西哥和死谷地区的模型属于上述的第一类模型。在这类模型中，岩浆活动被认为是地壳演化过程的一个重要因素。

中地壳中近水平异常强的反射波（图 1 和图 2 中的 G 与 DVBS）是本次所研究的地震剖面最主要的特征。中地壳强反射界面 G（图 1）曾被认为是板状岩浆体（桑福德(Sanford) 等人以前根据索科罗地区的地震研究推断出该岩浆体并对它进行了填图），布朗（Brown）等人根据 COCORP 剖面识别出这一界面的存在。然而，在承包者对数据进行初步处理后，岩浆活动与正断层作用之间的相互关系仍不清楚。早期的结果也识别不出基底深度的正断层，而留下一些悬而未决的问题：它们是沉积断面下拉伸的方式以及与索科罗岩浆体有关的构造的性质。新墨西哥测线 1 的资料成功的再处理与再分析（一条新生代断层面至少可追索到 10 公里深处）以及新的 COCORP 剖面（该剖面表明在死谷中部下存在以前未曾发现的中地壳岩浆体）促进了这次新的调查研究。

中地壳具有特殊的研究意义。因为它是位于断裂的上地壳和被剪切与侵位的下地壳之间的拉伸模式主要变化的场所。在地震剖面上反映出认为广泛出露于始新世到上新世的"核部复合体"。在"核部复合体"可以观察到将脆性断层上板块岩石与下板块中变质和延性变形岩石分隔开的陡倾不连续面。根据实验和地震数据也能预计到从脆性到延性变形这一转换带的存在。转换带可能是一陡倾界面，也可能是几公里厚的转换边界，或者是延性剪切带。索科罗和死谷地区的岩浆体出现于同一深度，它们位于将断层上地壳与相对层状的下地壳分开的横向连续的反射波带内，或者位于反射波带的底面。这样，岩浆可能圈闭在主流变边界的底面。因为这两个中地壳反射带无明显偏移地从正常位移的晚新生代断层下通过，所以将中地壳反射波段解释为拆离带。

各种地质和地球物理研究重点突出了下地壳成份的不均匀性及流变不均匀性。凯(Kay) 评述了作为地壳演化机制而提出的岩浆与构造过程。理论上已经证明岩浆底侵作用及相应的地幔岩石圈被替代是形成大陆地壳的合理过程。COCORP 结果提供了有关在两个新生代拉伸地区（下文将讨论）岩浆广泛侵入到下地壳的新证据。

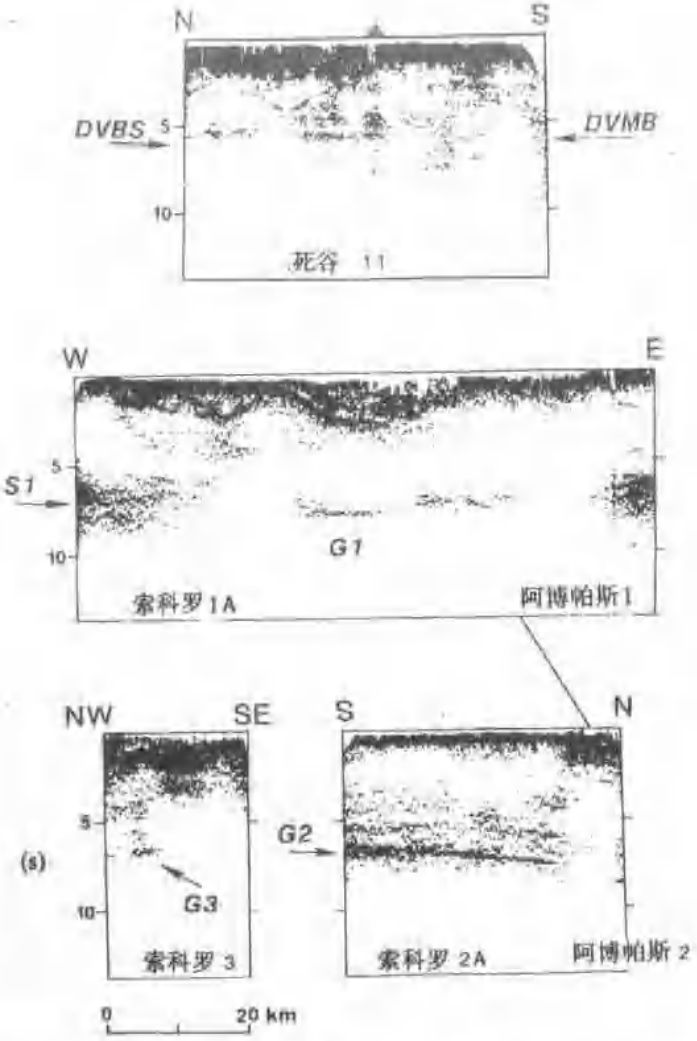


图 1.死谷测线 11（上）及里奥格兰德裂谷 COCORP 数据的真振幅剖面；剖面中走时不足 3S 的部分用指数增益表示以对几何排列进行部分校正。异常明亮的反射波 DVBS、G1、G2 和 G3 是由部分熔融岩石所引起的。图 2 更为定量地说明了这一强反射性。裂谷盆地侧翼下的基底似乎也表现出相当强的反射性（索科罗测线 1A 的西部及阿博帕斯测线 1 的东部）；然而，这种表面上很强的反射很可能不是岩浆造成的。德沃格德（de Voogd）等人作出了其它的解释；例如，裂谷盆地外大得多的信噪比及／或由薄层作用产生的相长干涉。在索科罗 1A 测线西部在约 7S 处相干反射波段对比表明中地壳存在着一个近水平界面 S1（文中已作讨论）。

在以下的章节中，我们将解释地震数据，重点放在深部特征以及从里奥格兰德裂谷得出的新的成果上。塞帕（Serpa）等人更为详细地讨论了死谷地区的剖面。我们认为，这两个地区中地壳均存在着一个清楚的、近水平的构造界面，地震剖面上观测到的地壳深部分层可能归因于火成岩。因为岩浆侵入体的侵位意味着输入大量的热，这很可能影响地壳的流变性。所以岩浆作用与拉伸模式之间的相互关系是研究的一个重要课题，这也是本文的中心要点。

构造环境和新墨西哥 COCORP 测量以前的解释结果。

里奥格兰德裂谷为北-北东走向的雁列式盆地和断块山序列，其中包括了阿尔伯克基-贝伦盆地、拉德龙山脉和莱米塔山脉（图 3）。地壳拉伸开始于 27-32 百万年前，并且一直延续到现在，现代的隆起以及广泛存在的中地壳岩浆体说明了这一点（图 3）。索科罗地区的岩浆活动造成了地震群和地表的形变。根据对微震数据的详细研究推出浅部的岩脉（不到 10 公里深），这些岩脉可能来自主岩浆房的顶部。因此，有可靠的证据表明在索科罗地区地壳不同水平面上，侵入活动与现代构造变形有关。

地层学和火山岩的年龄的资料证实了存在着两个主裂谷作用幕：(1)．引起低角度、

铲式正断层和强烈转动断层的晚渐新世至早中新世的快速拉伸．(2)．引起缓倾和陡和倾斜正断层的中中新世到现代的缓慢拉伸．在裂谷作用的早期阶段，拉德龙山脉东部、波波托萨沉积层和层状火山岩体发生了隆起和倾斜（倾角为 10°～60°）．同裂谷期的年青盆地（充填了上圣菲组岩层）覆盖在被角度不整合隔开的波波托萨沉积层上．圣菲组岩层主要是由中新世至上新世的砾石层、长石砂岩及凝灰岩组成，它们通常被第四纪的冲积砂岩和砾石层所覆盖．阿尔伯克基盆地中圣菲组岩层的近水平性（倾角小于 10° 或 15°）成为裂谷晚期主铲状断层作用的反证．最近的研究表明几条具有正常位移的低角度断层（例如图 3 中的杰特断层）被年青的陡倾斜正断层（这些断层使中新世地层发生水平错动）所截断．

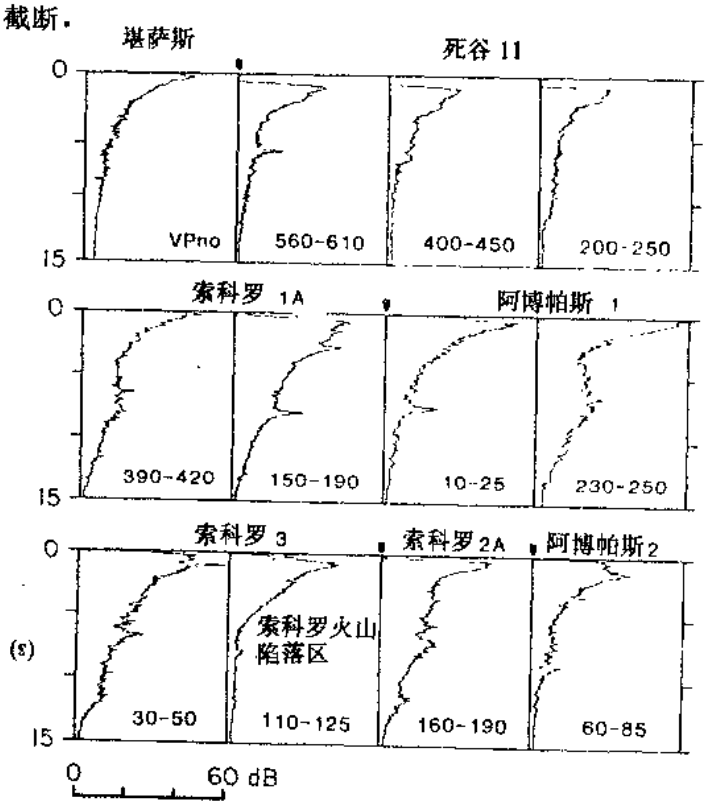
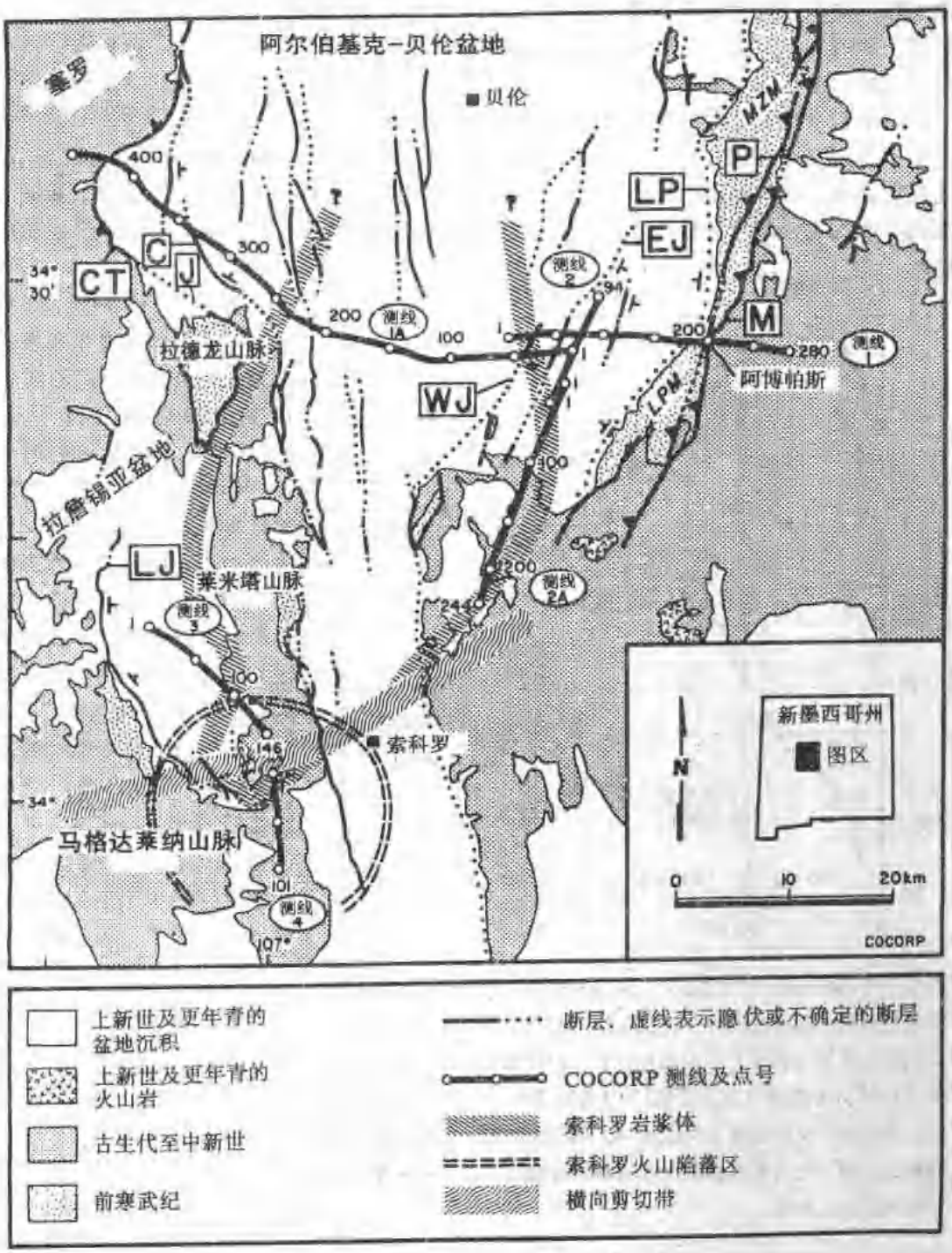


图 2.平均地震振幅-时间曲线，它们是根据图 1 所示的叠加剖面图计算并按双程传播时绘制的；这里包括了为与克拉通地区（在该地区反映出许多基底构造）的曲线作比较、根据堪萨斯州 COCORP 剖面 3 计算出的曲线（左上曲线）；尽管堪萨斯剖面的数据质量非常好，并且相干反射能量至少达到 14S（45 公里深），但相应的衰减曲线相当平滑，它并不能反映出与新墨西哥或死谷地区中地壳内可进行对比的强反射带．

索科罗—马格达莱纳火山陷落复合体为 8 个重叠的火山陷落（图 3），它形成于裂谷作用的早期（27 百万年前），产生了大量的硅质火山灰-流凝灰岩的喷溢．火山陷落区塌陷和再生隆起作用后，火山作用便停止了．在火山作用平静期间，波波托萨地层的砾岩和沉积物掩埋在火山陷落区上．在 7 至 12 百万年前，火山又重新开始活动，这时，流纹岩穹隆、熔岩流和凝灰岩发生侵位．现代沉积主要为粗粒盆地沉积并且包括了年轻的基性熔岩流（4 百万年）．这些断层比火山陷落要年青，其走向为 N10°-25° W，下降盘向西运动．老的断层可能掩埋在年青的火山单元下．虽然索科罗地区最显著的特征与新生代地壳拉伸有关，但老的构造亦很明显．起源于新生代前的北东、东-南东走向的地壳线性构造为前寒武纪岩石最主要的区域构造．这些构造中的两个、即莫伦西和卡皮坦线性构造在索科罗地区相交．一般说来，在裂谷与这些横向剪切带相交的地方可确定出许多火山中心的位置．索科罗-马格达莱纳火山陷落复合体沿莫伦西线性构造分布．



此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

图 3.新墨西哥 COCORP 测量位置示意图．地质情况选自凯勒（kelley，1977）和马恰特（machette，1978）的文章．索科罗中地壳岩浆体的近似范围取自桑福德等人（1977）和莱因哈特（Rinehart，1979）等人．

CT、C、J、WJ、EJ、LP、P、M 和 LJ 分别代表科曼奇、凯奥特、杰特、西乔伊塔、东乔伊塔、洛斯皮诺斯、帕洛马蒙托沙和拉詹锡亚断层；LPM 和 MZM 分别表示洛斯皮诺斯山和曼萨诺山．

索科罗地区 COCORP 测量（图 3）包括如下剖面，一条横跨阿尔伯克基–贝伦盆地的东西向横剖面（测线 1 和测线 1A），补做了一条交叉测线（测线 2）以提供一些三维信息；一条南北向的剖面（测线 2A），该剖面从测线 2 向南延伸穿过索科罗中地壳岩浆体；还有两条短的测线（测线 3 和 4），这两条测线的资料迄今尚未发表，它们在拉杰斯亚盆地和莱米塔–朱帕德拉山脉中组成了一条横穿索科罗火山断陷区的南北向剖面．

地震剖面上明显反映出第三纪张性断层．东西向横剖面（测线 1 和 1A）的初步解释证实了在阿尔伯克基盆地沉积的厚度沿 COCORP 剖面变化很大，从前寒武纪的露头（0 米，图 3）到测线 1 第 80 号震源点（VP80）的 1500 米或测线 1A 第 170 号震源点（VP170）的 4000 米（图 4a）．重力数据和航磁数据也大体上反映了基底的地形．测线 1A 在 VP420 附近穿过主裂谷盆地的西部边界，而测线 1 在 VP185 附近穿过了东部边界（图 3）．测线 1A 的剖面（图 4a）清楚地反映出阿尔伯克基盆地的西部边缘位于科曼奇断层附近，推断该边缘为拉勒买德冲断层．拉德龙山脉（图 3）是一个向西倾斜的上升地块．

表 1.COCORP 里奥格兰德裂谷地震数据的处理和再处理顺序

承包商最初的处理	康乃尔大学的再处理（图 4、5、6）
记录道初步整理和振幅平衡	
	FK 滤波（阿博帕斯测线除外） 带通滤波
反褶积	反褶积（参数随剖面而变化）
静校正 速度分析：通常为较高的叠加速度	
动校正前切除	动校正前后的噪声压制
自动残余静校正 最后叠加 带通滤波	
	相干滤波（图 4a 和 4c） 对质量差的结果进行偏移

注意：震源是由 4 个或 5 个能产生 10～30Hz 线性扫描的振动器组成．除了测线 4 外（该测线大约有三分之一的未相关处理的炮点记录被不明原因的突发噪音干扰），我们采用的是承包商 1977 年作过信号分离和相关处理的数据．

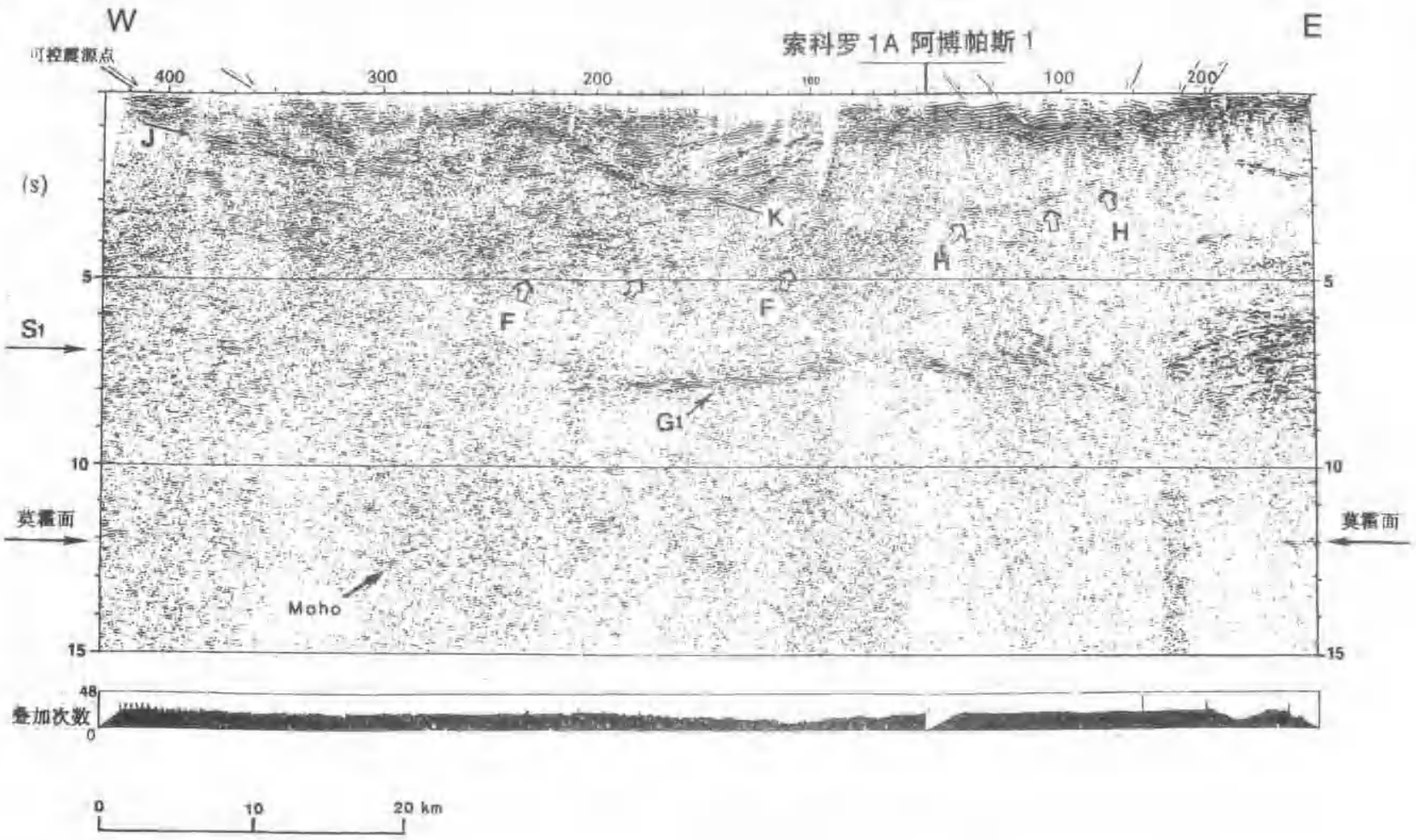

W
E
索科罗1A 阿博帕斯1
可控震源点
400
300
200
100
200
(s)
J
K
H
A
F
F
S1
G1
5
10
15
莫霍面
莫霍面
Moho
48
0
叠加次数
0
10
20 km

图 4.前 15S 经再处理后的全部新墨西哥 COCORP 剖面。图 4a 和 4c 所示的剖面作了相干滤波处理；有标记的特征在文中作了讨论，额定叠加为 2400%，但由于存在许多跳跃（例如，测线 1A 横穿里奥格兰德河），测线的弯曲以及含噪音记录道编辑，处理数据的实际叠加次数是变化的。

(a).跨越里奥格兰德裂谷的横剖面（综合阿博斯帕 1 和索科罗 1A 剖面）；前 2 秒内的层状反射波包括了同裂谷期和较老的沉积并被几条新生代正断层所错动；H 和 F 被解释为主断层的反射波，文中作了讨论；G1 为索科罗岩浆体顶面的反射波。

当东部测线 1 穿过洛斯皮诺斯断层的地面位置（盆地边界断层）时，从地震剖面上观测到地震特征横向上的显著变化（图 4a），以盆地东侧边缘为界的近垂直带很可能是数据处理中所造成的一种假象（这些数据反映了洛斯皮诺斯的浅层地震速度在横向上大的差异），而不是代表某个穿透深部的地质构造，如侵入体或断层带。凯普（Cape）等人解释了测线 1 和 1A 的偏移地震剖面，结果表明，浅部的铲状断层（上限深度为 5 公里或 6 公里）可能是裂谷盆地的主要构造，但这些断层不可能约束更深的地壳拉伸。基于对测线 1 的再处理和合成地震模拟，德沃格德等人认为，同向的及反向的新生代正断层插入到倾向北西的铲状主断层下（图 4a、4d 中的 H），或者被铲状主断层截断。该铲状主断层为盆地东部边缘的界限，它在地面的投影即为洛斯皮诺斯断层。该主断层在盆地下（测线 1 上 VP1）至少 10 公里的深度上能够被追踪到。这里将要说明的是这条断层可能向西延伸且位于整个阿尔伯克基盆地南部的下面。

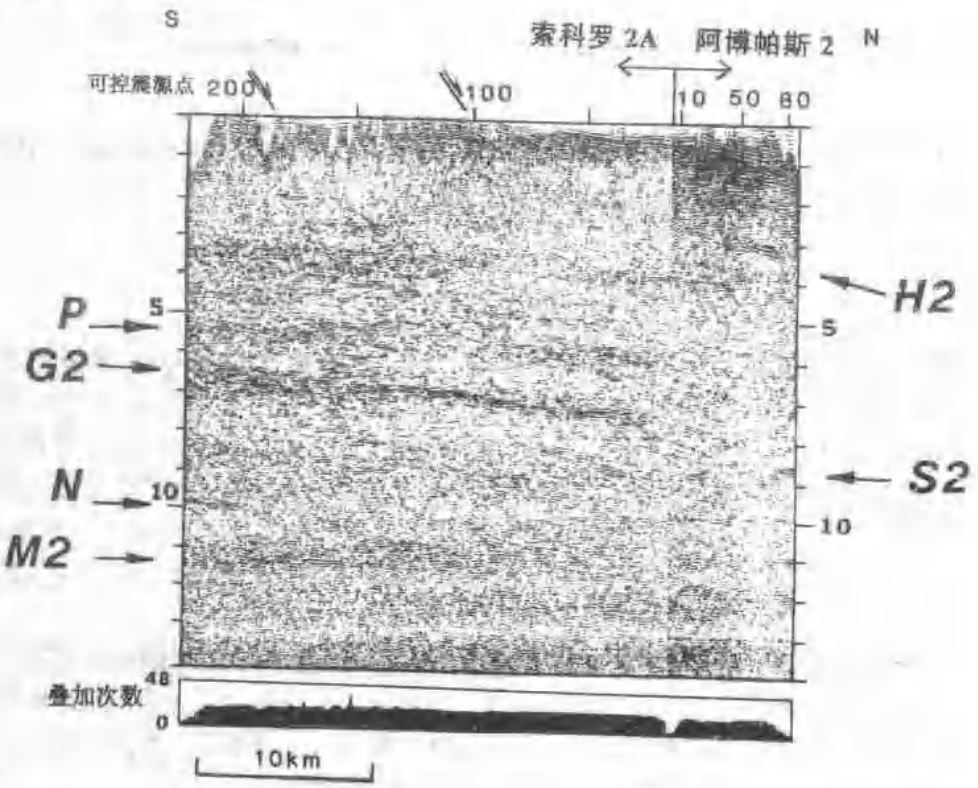


图 4b 阿博帕斯交叉测线与索科罗测线 2A；H2 与测线 1（图 4a）上的反射波组 H 相关。

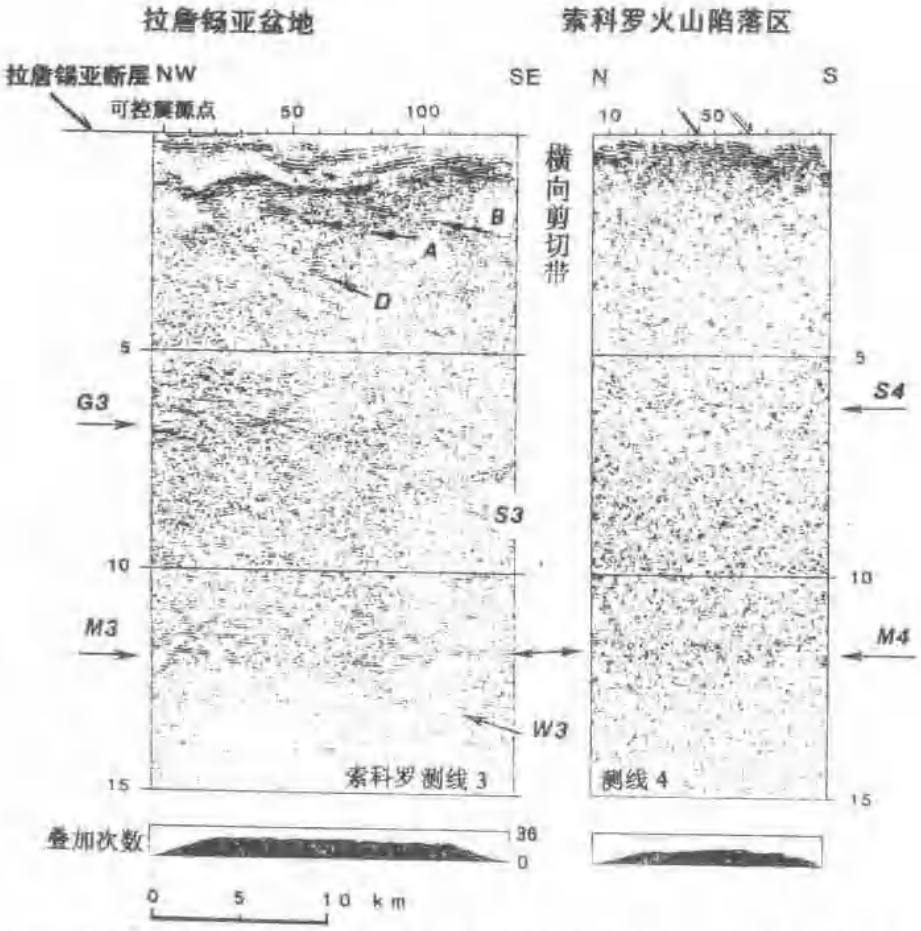


图 4c.索科罗测线 3 和测线 4；A 和 B 被解释为断层面反射波；在 VP70 下 A 明显向北倾斜，这可能是速度拖陷效应；在图 7 所示的炮点选排剖面上，S4 更为清楚。

新墨西哥 COCORP 数据的再处理

新墨西哥测量结果最初只作了基本的处理。这实际上是在 COCORP 实施的早期（1975～1980）按照承包商的计划安排所做的。布朗（Brown）等人对测线 1A 进行的初步解释也依赖于 Digicon 公司的再处理剖面，对于沉积剖面来说，Digicon 公司的再处理剖面质量优于最初的处理。康乃尔大学的 MEGASEIS 的再处理从本质上改进了新墨西哥叠加剖面（图 4、5、6）的质量。这一改进大部分归因于叠前处理（FK 滤波和反褶积；图 7 和图 8）以及随后的详细速度分析。布郎等人描述了数据采集参数及承包商最初的处理顺序。表 1 按照再处理顺序对它进行了归纳。

在本文中重现的所有地震数据，纵轴为双程旅行时，水平比例尺的选取使得对于 5KM / S 的地震波速来说，剖面为 1：1。为了克服把长剖面简化为适合于出版印刷所引起的困难，图 4a 和 4c 的剖面在叠加后作了相干滤波。然而，在滤波前，地震剖面上所有解释的波至也非常清楚。图 5 和图 6 示出了未滤波地震剖面的细节。

以下描述了数据分析和再处理的几种情况，这些对本文所提出的新的解释是非常必要

的．再处理过程中得出的波至一般是在炮点选排剖面中可以识别出的单一反射波，应该注意的是炮点选排的研究（系未叠加数据，图 7．8．9）是解释中的一个关键因素．得到了"真振幅"剖面（图 1）和增益—平衡剖面（图 4）．为了得到图 1 所示的"真振幅"剖面，并未进行 FK 滤波，而是利用未叠加数据计算的表面一致振幅校正方法将各记录道之间的真振幅相互关系保存下来．叠加前作预测反褶积对于信噪比相当低的深部剖面特别有效．反褶积除了抑制多次反射波和压缩地震子波外，它还能大大降低随机噪音和相干噪音，从而使得地震剖面的质量大为改进．其它的 COCORP 数据已说明了这一点．图 7 便是一个例子．在作了反褶积处理后，深部的波至（S4）相当清楚．叠前反褶积实质上有助于随后的处理步骤，如速度分析或剩余静态计算．

这里所示的剖面均没有作偏移，因为常规的时间—偏移对本次研究来说不能够合理地处理横向复杂的构造及深部地震数据．相反，利用了澳大利亚海洋科学研究所（AIMS）的模拟程序计算出合成剖面以评价偏移和速度拖陷效应及约束解释结果．

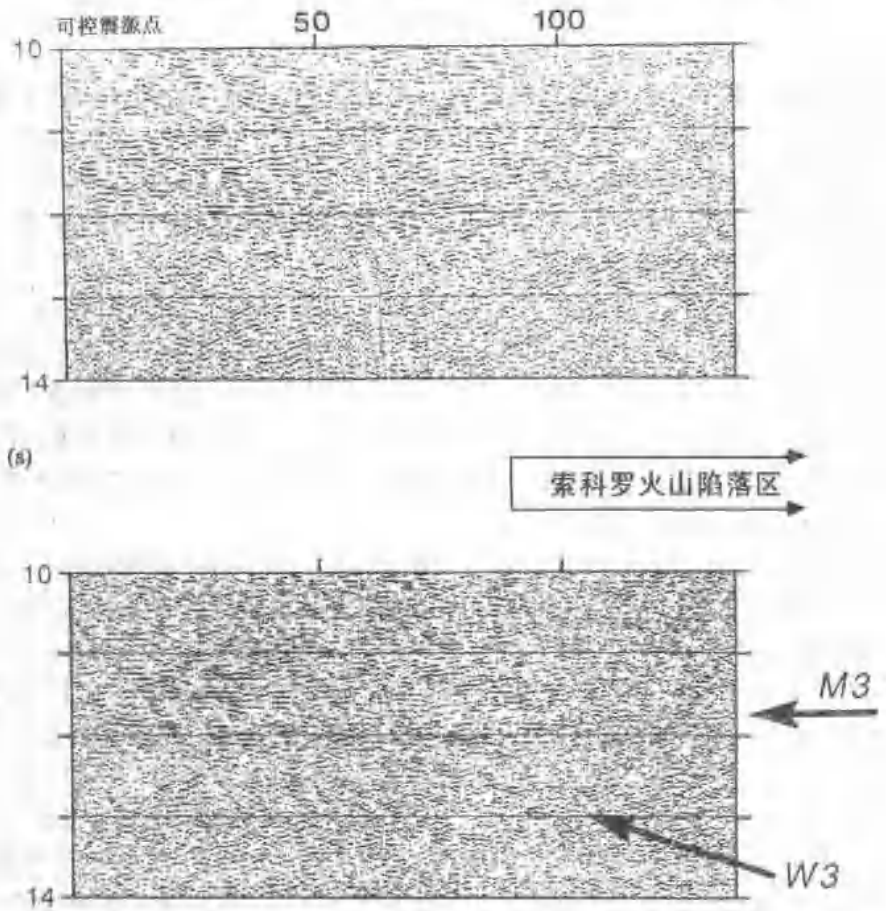


图 5.测线 3 地震剖面的较深部分，它反映出承包商处理剖面（上图）与本文讨论的再处理剖面（未作相干加强，下图）之间的区别；图 3 上标出了 VP 标号数（顶部）；显示的两条剖面具有相同的增益控制和带通滤波器;推断 M3 为莫霍面反射波，本文认为莫霍面反射波在索科罗火山陷落区是连续的．倾斜反射波 W3 以 6km／s 的速度偏移到 M3 之上．

因为地震测线一般都大致平行于已填出的断层（图 3），所以地震数据中很可能有来自剖面以外（沿边掠过）的地震反射波．只在一个地方，即测线 1 和测线 2 的交点处能估计构造的走向和倾向，并且，由地震数据估计的构造走向与地表填出的断层走向一致．在本文中，当将反射层与填出的构造进行对比时，像对待大多数上地壳中的事件一样，由地震数据根据地表填出的走向用外推法估计构造的"真"倾角．

在再处理地震剖面上反射非常明显和连续（图 4、5、6），有些特征（例如图 5 中的 W3、M3、图 6 中的 F）在最初处理的剖面上不清楚，而在再处理剖面上反映出来了．虽然本文讨论的许多反射波也可能出现在最初的剖面上，但再处理剖面对数据的构造解释给出了更好的和新的约束．

中地壳岩浆聚积

索科罗岩浆体

里奥格兰德裂谷大多数测量剖面中 7 秒与 8 秒之间观测的主要反射组（图 1 和图 4 中的 G1、G2 和 G3）的深度（18 到 20 公里）对应于一个异常强的 S 波反射界面，以前曾推断该反射界面为一个岩床状的大岩浆体．因此，波桑福德等人最初开展工作以来，大量的地球物理研究证实了他们的解释结果并且还提供了这一部分熔融物质带的深度（18～22 公里）、厚度（小于 1 或 2 公里）及横向延伸范围（至少 1700 平方公里）的约束条件．新墨西哥 COCORP 测量提供了有关主岩浆体及相应构造的几何形态的详细信息．布罗彻（Brocher）对 COCORP 反射波振幅及频率信息的研究表明了存在一个局部熔融的多层状侵入体．只需要用一个或两个岩浆层便可对测线 2A 上观测到的波至作出解释．然而，不用几个连续的岩浆层面采用一系列的透镜状岩浆体（每个厚度为 30～40 公里）便能最佳地解释位于测线 1 侵入体东侧的反射性随频率的剧烈横向变化．下文描述了出现在再处理剖面上与岩浆体有关的构造．

根据反射波的深度及这些反射波相对同一深度的反射波具有异常强的振幅（高 10dB 或更高，由未叠加数据估计）这一特征，认为反射波是由索科罗岩浆体（SMB）引起的．这样的反射波在炮点选排的真振幅剖面（图 9）及叠加剖面上（图 1 和图 4）很容易观测到．这些反射波沿测线 1A 的 VP10 到 VP250 及沿整个测线 2A 基本上是连续的．测线 3 VP1 与 VP 95 之间反映出 SMB 最南端的舌形体．测线 4 上观测不到显然由 SMB 产生的明亮反射波．由 SMB 产生的反射波在测线 2A（图 1 和图 4b）上特别强并且连续．由于测线 2A 平行大多数填出的地质特征的平均走向（图 3），所以在该测线上由浅部复杂构造所造成的对射线路径的干扰可能不如测线 1A 那么严重，这样它就能更好地反映中地壳和下地壳的情况．一些倾斜构造，例如沿测线 1A 推断出上地壳中的那些构造，在平行于构造走向的剖面上将会产生近水平的反射波．

COCORP 数据证实了以前根据微地震 S 反射波点的推断结果．SMB 的顶面是一个相当平的面，最大起伏不超过 0.5 公里．地震资料和 COCORP 测线 2A 表明 SMB 向北大约倾斜 6°，反射界面 G1（图 4a.测得测线 1A）的视起伏是由于上覆低速地壳充填物

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com