

陆壳科学深钻专题情报之五

第五届通过钻探观察陆壳 国际学术会议论文集

(5)

(深部陆壳勘察系列丛书)

刘广志 主编
耿俊峰

PROCEEDINGS

The 5th International Symposium on
Observation of the Continental Crust
through Drilling (A Series of Explo-
ration of the Deep Continental Crust)

No.5

地质矿产部探矿工程研究所情报室

1991年11月

第五届通过钻探观察陆壳 国际学术会议论文集

主编

刘广志 耿俊峰

译者

教 授	汤凤林	屠厚泽	杨学涵	李砚藻
教授级高工	张蛮庆	杜祥麟	王 达	胡耿寰
	赵国隆	耿瑞伦	王让甲	
高级工程师	戴智长			
工 程 师	张 伟	陈 萍	褚荣兵	叶建良
	杨志豪			

地质矿产部探矿工程研究所情报室

1991年11月

008573

编 者 的 话

1991年我国科学深钻工作有了长足进展，4月部审议同意将科学深钻列为第九项深部地质学科内容，6月份通过了部级可行性论证，并建立了科学深钻组，由地质学家许志琴任组长，勘查技术院、信息院、测试所、测井等部门派专家参加。今年部拨一定资金已列了一些超前项目，年底还将召开第一次科学深钻学术研讨会。总之，形势大好，前途光明，进展加快。

为了给我国开展科学深孔钻探这一具有战略地质意义的前沿科研工作作些准备，使我国的深部地质学研究、深部地球物理勘查工作向纵深方向发展，进而为国际岩石圈计划作出实际贡献，中国科学深部钻探工作是迟早要开展的。为了面对这种形势的需要，作好超前性的钻探科研工作，组织了一批有经验的钻探专家、测井专家、翻译了1987年8月在瑞典 Mora and Orso 召开的《第三届通过钻探观察陆壳国际学术会议》(The Third International Symposium on Observation of the Continental Crust through Drilling) 论文集。这本文集的侧重点是介绍新的钻探工艺、钻探技术，以及一些国际科学界权威人士对这些科学技术成就的评价、论述，读来不仅增长世界性钻探工程技术的新知识，也可以大大促进我国钻探技术向高层次发展。眼光开阔了，自然就能增加活力和信心。

国外科技界对科学深钻的科学成就评价极高，认为这些成就的取得，对地球科学，地球物理，地球化学等方面都将起到推动作用，从而令全世界地球科学工作者为之鼓舞。

今后我们将陆续编译出版这类资料性系列丛书，按国际惯例定名为《深部陆壳勘察系列丛书》(A Series of Exploration of the Deep Continental Crust)。

至此，我们已出版了五册，即：

(一)《超深孔地质钻探信息资料专辑》(1) 1988年8月由地矿部探矿工程研究所情报室出版，约60万字。

(二)《第二届大陆科学深钻国际会议论文集》(2) 1989年6月由地矿部探矿工程研究所情报室出版，约20万字，是1985年在联邦德国 Seeheim 召开的该国际会议的论文的全译本。

(三)《陆壳科学深钻论文集》(3) 1989年12月由地矿部勘探技术研究所情报室从日本科学深钻组织(Japanese Scientific Drilling)提供的日文资料中译出。

(四)《第三届通过钻探观察陆壳国际学术会议论文集》(4) (PROCEEDINGS: The 3rd Symposium on Observation of the Continental Crust through Drilling), 是在瑞典召开的国际学术会议的全部论文，约50余万字，内容全是最新的，罕见的，惊人的，我国钻探工作者有幸分享这些新技术、新工艺、新成就将会大开眼界，增加信心，振兴中国钻探事业。

(五)《第五届通过钻探观察陆壳国际学术会议论文集》(5) 是选择了在苏联召开的科学深钻会议和在德国 Rogensberg 召开的第5届会议的部分论文译制而成。

译文有不当之处，请指正。

本论文集可供广大地质、地球物理、地球化学、钻探科学工作者和院校教师，参考学习，并可作为钻探工程辅助教学资料。

编 者

1991年9月23日

CONTENTS

1. Continental Drilling: A Key Project of the International Lithosphere Program (ILP)
K. Fuchs..... (1)
2. An Overview of the Ocean Drilling Program: Achievements and Prospects
L. E. Garrison, P. D. Rabinowitz, and A. W. Meyer..... (5)
3. DOSECC Continental Scientific Drilling, Program
M. Friedman, G. A. Barber, R. S. Andrews, and D. W. Klick..... (9)
4. A Survey of Recent Technology Development in International Continental Scientific Drilling Programs
Robert S. Andrews and Thomas E. Pyle..... (18)
5. An Ultra-deep Drilling and Coring R & D Consortium
J. C. Rowley, W. J. Winters and R. E. Rinaldi..... (25)
6. The Applicability of Geothermal Drilling Experience to Super-Deep Drilling
C. Otte, D. S. Pye and N. J. Stefanides..... (29)
7. Scientific Drilling Technologies for Hostile Environments
R. K. Traeger..... (42)
8. Large Diameter Coring in a Hostile Environment
A. P. Wicklund..... (48)
9. Successful Hybridization of Drilling Technology for Reliable Continuous Coring Systems
B. Wagner. (52)
10. Engineering and Technological Specific Features of Super-Deep Borehole Casing
B. N. Khakhaev, V. I. Berdichevsky, V. S. Kochergin and V. N. Kosmynin..... (57)
11. Drilling Technology of the Super-Deep Borehole Upper Parts in Sedimentary Sequences
E. Ya. Oxenoid, V. A. Shvetsky, Yu. M. Guerzhberg and A. B. Solarev..... (62)
12. Drilling and Grouting Muds for Super-Deep Drilling
V. V. Sledkov and N. Kh. Karimov..... (65)
13. Technology of Ultradeep Core Drilling Without Pulling out Drill Pipes
M. Ya. Gelfgat, R. S. Alikin and Ya. P. Stanko..... (71)
14. Deep-Hole Drilling Using Rock-Breaking Tool Set With Super-Hard

Composites

- I. F. Vovchanovskiy and N. A. Bondarenko..... (79)
15. Internationale Zusammenarbeit im Rahmen des Kontinentalen Tiefbohrprogramm der Bundesrepublik Deutschland
Bundesminister fuer Forschung und Technologie..... (85)
16. Die KTB-Bohranlage
L. Wohlgemuth und C. Chur..... (93)
17. The KTB Drilling Rig-Technical Concept and Rig Layout for a Depth Capacity of 14000 m
C. Chur, E. Bintakies, H. D. Eickelberg, and H. Rischmüller
..... (98)
18. The Casing Concept for the KTB Ultradeep Well
A. Sperber (106)
19. Vertical Drilling Concept for the KTB Ultradeep Well
C. Chur, B. Engeser and J. Oppelt..... (111)
20. The Coring Strategy for the KTB Ultradeep Well
B. Engeser (117)
21. Drilling Fluid Concept and Data Acquisition System for the KTB Main Well
M. Ellins und T. Tran viet..... (124)
22. Inspection and Data Processing of Drilling Components
R. Kammann und A. Sperber..... (131)
23. Evaluation of Hammerdrill-Potential for KTB
U. Deutsch C. Marx, and H. Rischmüller..... (139)
24. Zielsetzung und Durchführung Hydraulischer Untersuchungen in der Bohrung KTB Oberpfalz VB
W. Kessels. (149)
25. Unterage-Probennahmesystema zur Gewinnung von in situ-Fluidproben
G. Zoth (152)
26. Core Orientation in the KTB Pilot Well
D. Schmitz, G. Hirschmann, W. Kessels, J. Kohl, C. Röhr & H. -G. Dietrich (158)
27. Roentgenuntersuchungen an Bohrklein
J. Lauterjung und R. Emmermann..... (163)
28. KTBBase (KTB database) —THE CORE OF A SCIENTIFIC/TECHNICAL INFORMATION SYSTEM
J. Wächter (170)
29. Inferring the In-Situ State of Stress from Stress Relief Microcracking in Drill Cores

	A. Zang and H. Berckhemer, K. E. Wolter.....	(176)
30.	Core Disking in KTB Drill Cores and the Determination of the in Situ Stress Orientation WOLTER, K. E. ROCKEL, Th. BUCKER, Ch. DIETEICH, H. G. & H. Berckhemer	(188)
31.	Investigations of the Dynamics of Caving when Drilling Crystalline Rocks A. N. Skorik, M. Ya. Gelfgat, and Yu. I. Kuznetzov.....	(196)

大陆钻探——国际岩石圈计划 (ILP)的重点项目

CONTINENTAL DRILLING—A KEY PROJECT OF THE INTERNATIONAL LITHOSPHERE PROGRAM (ILP)

K. Fuchs

对岩石圈的勘探正由对构造的探查迅速扩展到与宏观上和微观上物质和能量转移有关的物理特性、状态、组成和过程方面的研究。在国际岩石圈计划确定的一些重要项目中，有些尤其与运移性这一概念有很大关系。

——实时构造：根据现代测地卫星和空间方法确定的板块运动速度 (Smith 等 1985) 与根据过去八千万年时间内洋底磁条带和转换断层方向 (Minster 和 Jordan, 1978) 确定的数值相一致。

——地震 X 射线断层照相法：逐渐可见冷热物质对流型。(Anderson 和 Dziewonski, 1984)

——世界应力图主要致力于描述引起板块运动和构造运动的岩石圈和软流圈中应力的来源。

——陆壳反射法勘探揭示了上部和下部地壳的模式，反映构造变形和物理特性 (Oliver, 1986)。

全球地球科学横断面项目 (GGT)

ILP 在 1985 年开始了一个新项目，这就是 GGT 项目。为此，专门成立了一个以加拿大人 J. Monger 和西德人 H. -J. Geotze 为主席的协调委员会。其目的是根据一切有用的地球物理、地质和地球化学资料建立起地球科学横断面。断面将采用同样比例尺、投影、图例和颜色，以便于世界各地的相互对照。ICL 建立了首家专门的全球地球科学横断面世界网络，并在世界各地设有专门的考察队 (Monger, 1986)。

深部大陆钻探

在实地条件下，直接接触深部的岩石是验证根据表面观测而建立的地球内部地质——地球物理模型的唯一最直接的方法。国际岩石圈计划是深部钻探领域内国际合作的唯一途径。它已经召开了一系列的深部钻探国际会议，诸如 1984 年在 Tarrytown (Ralceigh, 1985)，1985 年在 Seheim (Behr 等 1987)，1987 年在 Mora/Orsa (Boden 和 Erikson, 1988)，以及 1988 年在 Yaroslavl 召开的国际讨论会。

深部钻探和横断面

在 Yaroslavl 召开的会议有一个特征：有关深部钻探的报告首次与关于横断面和深部地球物理研究的报告结合起来。通过地震线将深部钻孔与深部钻进直至地幔连接起来的设想在苏联产生，并由 Kozloosky (1983) 提出。

虽然深部钻孔还没达到在岩石圈和软流圈进行地球物理探测的深度，但由于下述原因，超深孔钻探与地球物理横断面研究相结合显得很重要：

——一个钻孔只能获得一维的资料，它要求对其相邻的三维进行外推，以及相邻钻孔间的内推。

——由于钻孔通常处于关键的地质位置，这要求横断面必须穿过钻孔，且借助非常精确的地震资料便可获得其附近的信息。

——孔底以下深度内的地球物理解释对于更好地理解在可钻进深度以内深部根基很重要。

国际合作

通过在 Yaroslavl 举行的会议，可望使深部钻探和深部地球物理研究的国际合作得到加强，因为本次会议的举办国在超深钻探领域中处于领先地位，会上报告了其他许多国家取得的进展，并同时提交了深部钻孔和深部地球物理横断面研究的成果。

国际合作现在理应超出仅是科学家在国际会议中相互谋面的范畴。下一步所要做的是专家们就科技界的议题举行专门会议，相互交流研究的数据及岩心，并取得共识，使专家们深入钻探现场试验，到国际进行实验室研究和野外勘测。只有使国际团体的专家们深入到这些事业的每一过程中，才可能使深部钻探和深部地球物理研究所投入的大量资金得到令人满意的收益。

本次大会的成效对于全球很多国家的深部大陆钻探决策将具有重大的影响。

深部大陆钻探展望

深部大陆钻探不管对科学界还是技术界来说都是一个新的尝试。在高温下钻探，我们不会达到较大的深度，而且若不能充分利用现有的科技成果并使之有较大突破，则面对一些意想不到的问题时，也会显得束手无策。同时我们也应认识到，在这一重大科学实验中，资金问题是一个主要问题。我们钻探界的同仁们愿以他们的才智、毅力和热情与地球科学家们携手合作。

尽管如此，我们仍须承认，深部钻探的成功离不开科学的进展。那样，人们就不会问我们已钻进多深或钻至多高的温度，而会意识到，若不进行钻探的话，科学中的许多突破就不会出现。

在通向深部大陆钻探成功的道路上，我们面临着三大障碍：

——我们对技术上的成功缺乏了解，

——我们太容易满足，并且

——我们并不希望进至科学极限。

本次大会对世界各国的深部大陆钻探工作来说非常重要，不仅因为它涉及固体地球科学中新领域的研究，而且这种新型的地球科学研究手段，其耗资也是巨大的。其规模与其它重大科技领域的研究相比毫不逊色，诸如，核加速器，射电望远镜，卫星和大型科研船。

人们可以很有兴趣地看到，在相关科学学科中，过去并且现在也有这样的一致意见，认为这种新型科研手段对科学的发展很有必要，而且需要专门的基金，该项基金需专款专用并不与同行业的其它常规研究项目争费用。使天文学家申请个人微机的项目挤掉一项新的电射望远镜的研究项目，显而易见是不公平的，反之亦然。

在固体地球科学研究中，也必须有这样的类似共识。虽然各国的财政结构互不相同，但这一学科不可避免地应取得国际性的一致认识。那些已经进行深部钻探研究的人们有责任使世界上其他同仁知道，深部钻探事实上是打开固体地球科学新大门的工具，而这是地表范围内的研究方法所不能做到的。

以下是地球科学界和科技界必须充分加以解答的问题：

——通过深部钻探可打开何种新大门，以便我们对赖以生存的这个行星有更深入的理解和验证现存的假说？

——深部钻探可填补哪些通过其它方法所不能填补的我们知识上的不足？

——最后但并非最不重要的是，通过深部钻探可获得哪些知识成果或产生哪些新型学科？

Bertolt Brecht 在他的《伽俐略传记》中写道：“天文学几千年来都没有发展，那是因为人们没有望远镜”。

地球科学则有一架望远镜，那就是深部钻探和深部地球物理探测！诸位是否早已打定主意利用这架望远镜去获得突破，开拓地球科学的新领域？

参 考 文 献

- Brecht, B., *Leben des Galilei*, edition suhrkamp, 131 P., 1963
- Kozlovsky, Y.A., Complex program for the study of the Earth's interior. *Soviet Geology*, 1, 3 - 12, (in Russian), 1983
- Minster J.B., and T.H. Jordan, Present-day plate motions. *J. Geophys. Res.*, 83, 5331-5354, 1978
- Monger, J., The Global Geoscience Transects Project, *Episodes*, 9, 4, 217-222, 1986
- Oliver J., A global perspective of seismic reflection profiling of the continental crust. In: *Reflection Seismology: A Global Perspective*, AGU Geodynamic Series Vol. 13, 1-3, 1986
- Raleigh, C.B. (editor), *Observation of the continental crust through drilling I*. Springer, Heidelberg, 364 P., 1985
- Smith, D.E., D.C. Christodoulis, R. Kolenkiewicz, P.J. Dunn, S.M. Klosko, M.H. Torrence, S. Fricke, and S. Blackwell, A global geodetic reference frame from LAGEOS ranging. *J. Geophys. Res.*, 90(B11), 9221-9233, 1985

Zoback, M.L., and M.D.Zoback, Global Patterns of intraplate stress, a status report on the World Stress Map project, submitted to Nature, 1988

褚荣兵 译

耿俊峰 校

大洋钻探计划(ODP)概览

——成就和展望

AN OVERVIEW OF THE OCEAN DRILLING PROGRAM: ACHIEVEMENTS AND PROSPECTS

L. E. Garrison, P. D. Rabinowitz, A. W. Meyer
Ocean Drilling Program
Texas A & M University, College Station, Texas

摘 要

首先由深海钻探计划(DSDP),现在由大洋钻探计划(ODP)执行的科学深部海洋钻探工作取得的结果,极大地丰富了对地球的了解。由COSOD II制定的未来钻探工作计划,将保证在二十世纪九十年代继续取得许多令人振奋的成果。

简 介

大洋钻探计划(ODP)是以美国为代表的以及其他18个国家政府部门参与资助和领导而进行基础研究的国际性计划。该计划的目的是通过在世界大洋盆地海底以下的深处获得的

表 1 JOIDES RESOLUTION 钻探船参数

总体长度, 英尺	470
船身最大宽度, 英尺	70
吃水深度, 英尺	24
总排水量, 短吨	18,636
主动力系统: 5个16缸涡轮增压柴油机, 2个16缸柴油机。	
总 马 力	18,757
总体主发动机, 马力	9,000
总体推进装置,	9,600
钻杆柱长度, 英尺	30,000
速度, 节	14
科 研 组	50人
船 员	65人
实验室面积, 平方英尺	12,000
钻探气候条件	45节——风 15/26英尺——海洋 2.5节——水流

岩心样品来研究地壳的构造、演化历史和动力过程。这些专门的岩心是由 JOIDES RESOLUTION 号船（注册名称：SEDCO/BP471）完成的，这是一条由工业用途转向服务于科学研究的现代化钻探船。100 多名载员中，包括 50 名科技工作人员，该船在海上连续作业几乎每次都是 8 周航程，中间停靠 5 天，以进行船员轮换和食品补给。自 1985 年 1 月起开始工作的 24 个这样的航次中，该船在大西洋、南冰洋、印度洋和太平洋进行了定点取心工作。

深部海洋钻探的成果

为科学目的而进行的深部海洋钻探工作迄今已是第 20 个年头，首先由深海钻探计划 (DSDP) 执行，并由格洛玛·挑战者号钻探船于 1968 年开始工作，紧接着由 ODP 执行并由 JOIDES RESOLUTION 号船在 1983 年开始工作。到目前为止，他们取得了相当可观的成果。

在深部海洋盆地进行钻探和取心工作的发展与二十年来地球科学革命相一致。板块构造理论及其在地质科学中获得的具有深远意义的推断可与达尔文生物学进化理论的影响相比拟。虽然自 1920 年起人们就接受这样的提法，认为现今的大陆地块以前可能曾是一块完整的超级陆块，最初的一些基本证据使人们认为这样的陆块曾经存在过，以后逐渐破裂，漂移形成如今的陆地、海洋格局，这些提法源自二十世纪六十年代人们对大洋盆地的地质研究。在大洋盆地中钻探和取心是从海底以下的深部收集相对来说未被扰动的岩石和沉积物样品以验证地球物理观测结果的唯一途径。

根据在大西洋进行深部海洋钻探获取的首批岩心，人们获取了新的数据，从而推翻了海洋盆地一直稳定不变的观点。在北大西洋获得的最古老的沉积物年龄只有大约 2 亿年，还不到地球本身年龄的 10%。另外，最古老的沉积岩发现于大陆边缘附近，其年龄朝着位于中央的中大西洋脊逐渐下降。这些是海洋钻探早期获得的重大发现，他们支持了一些新颖的观点，也就是认为海洋盆地的洋底一直在中洋脊体系中发生连续更新，在中洋脊以传送带方式向外不断扩张。

很快，古海洋学家提出了一些推断，他们是对过去的海洋情况感兴趣的地球科学家的一个新支派。在北大西洋和南大西洋这些高纬度地区进行的深部取心提供的证据认为，地形障碍曾经阻止极地冷水与中纬度海洋暖水的混合。然而，海洋扩张使这些障碍象洪水闸门似地破开，使冷的极地水流沿洋底向赤道方向流去。这些极地冷流的冷却效应结束了长时期的温暖气候纪元，从而导致产生了今天这样的气候。

数年来深部海洋钻探获得的沉积岩心为古生物学家提供了丰富的资料数据，对那些从事古代海洋微观植物群和动物群研究的地球科学家们来说，也是如此。这些科学家已经能够确定某些重要物种灭绝的时间和一些新物种数量增加的速率，并且能揭示物种灭绝和生长与化学和温度条件变化之间的关系。

古地磁学家已经利用古代磁场倒转的证据确定出这些植物群和动物群灭绝和生长的时期。在沿大洋中脊的熔岩流的熔融岩中留下了磁场倒转的迹象。当岩石冷却、变硬和由中脊漂移时，可以发现闭锁于其中的磁性标记，为交错极性的一些平行条带，使许多海洋具隐伏的条带记号。海底条带玄武岩心同位素分析表明其年龄早于岩石冷却时间，因此，在较大范

围内，我们可以知道海底任一给定部位的绝对年龄，以及可确定其由地面显露点起发生的漂移距离。测量岩心中磁性的倒转，并与已知的过去 1.5 亿年内地球极性的倒转进行联系比较，便可非常精确地给出物种灭绝和生长的时间。

深部海洋钻探前景展望

地球表面有 2/3 被海洋覆盖，二次世界大战后迅速发展的海洋家研究表明，关于地球历史和动力等基础问题的 2/3 以上的答案都必须由此获得解决。深部海洋钻探在过去 20 年取得的重大进展中起着相当重要的作用，且在以后的研究中仍然不可缺少。因此，有必要对 ODP 的前景作一展望。我们工作的重点是什么？到 2000 年我们可望完成哪些工作？科学界目前正对这些问题进行着热烈的讨论。

与美国的空间计划相比，海洋钻探计划的每年耗资则显得很少，而它又是整个海洋研究的一个重要部分，由此必须公正、细致地进行规划。本着这一精神，1987 年 7 月在法国 Strasbourg 召开了由 20 个国家 340 人参加的科学海洋钻探会议 (COSOD II)。

COSOD II 的目的是确定科学钻探可能解决的地球科学中最主要的问题。根据这些想法，可望制定出达到此目的的钻探计划和技术。COSOD II 的中心议题是这样认识。那就是，“地球是一个复杂、交错的系统，其中，生物圈、大气、海洋、地壳和地幔紧密相连”，因为这一系统渐进地塑造了我们现今生存的环境，故此，我们有必要了解它。因此，90 年代 ODP 的研究将反映出为解决一些主要问题而进行的详细试验的全球性前景，并且需要一些新技术相助。

在目前的知识范围内，我们已经建立了地球交错系统的全球模型，但随着科学的日益发展，必须对这些模型进行验证，修正或废除。例如，提出模型来解释引起气候变化、海洋平面变化和海洋生物演变的原因。他们把这些变化解释为对一些强制性因素的环境反应，诸如地球轨道偏心率，灾变性宇宙碰撞，主要火山事件以及地壳板块在地球表面发生的缓慢漂移。为验证这些模型，必须在比我们已经钻达的范围更深的大陆边缘沉积层中钻取岩心。必须提高岩心的质量和数量，以防止岩心钻取记录的中断缺失。为保证操作安全，需要在比目前钻探工业施工深度更深的水中使用隔水管和防喷器。要达到这些目的而进行的技术改进将会大大增加目前的耗资。

人们早已研制了显示自侏罗纪（约 2 亿年前）起由于海底扩张引起大陆和海洋重新分布的模型，而且似乎能够解释一些现有的资料数据。然而，对分离大陆和使地壳板块漂移过地球表面的作用力的机理尚未完全弄清楚。在全球性基础上进行的地壳应力的测量和记录是提高我们理解力的途径之一。但要从地球上的海洋部分获取同样的资料则会遇到无数困难，在其中建立的数据点很少。在今后的十年中，我们必须在所有的海洋中钻进排孔，穿过 1 至 3 km 的沉积层并钻进下伏地壳几百米。地壳层序中包含有它们遭受的作用力的记录。必须对此进行仔细记录，勘测，并用专门装置测量应力状态。另外，要在许多地壳程序中永久安装地震仪，以期全球性地真实记录我们这个动力行星发生的连续震动。

海洋中岩石和沉积物内流体的循环，对于增加我们对自然资源含量的了解和提高对诸如地震，火山爆发等自然构造灾变的预测能力，显示出越来越大的重要性。最近的研究表明，在海洋和地壳之间发生了海水交换，它们在地壳岩层冷却和海水变暖过程中起着相当重要的

作用。涌出大洋中脊孔道的水，使金属沉积于洋底。JOIDES RESOLUTION 勘探船用试验钻头在某一热水区域进行钻进，对沿着和穿过热水田的横断面上的排孔进行认真研究，可定量描述流出的流体，例如速率、体积和金属含量。要进行这些研究，则须研制能在腐蚀环境中400℃高温下进行钻探和记录的硬件。

从另一角度来讲，流体循环是俯冲带中的重要部分，一个地壳板块受到另一板块的冲撞，在此过程中，地壳不断消减。这些俯冲带是活动火山和地震的起因，诸如在太平洋周围被称作“火环”的俯冲带。一些这样的俯冲带中的压力迫使在消减的地壳和压缩沉积物以及由于具有润滑作用而引起地震的海水之间发生流体交换。向下漂移的地壳板块及其所含流体处于高温、熔融状态，并且构成了地表火山喷出的熔岩流。虽然这些过程是人类环境的一个重要部份，但还没完全被弄清楚。必须在板块交界处的临界位置钻深孔，然后放入仪器，进行温度、流体流动和化学组分等重要测定。深海钻进要求使用耐高温钻探和测井工具，特殊安全装置和进行长期监测的仪器设备。

深海钻探作为科学技术研究的手段，正面临着一个崭新而复杂的新纪元。二十世纪七十年代甚至还不能提出现在需要解答的问题，而许多能够解决这些问题的技术尚处于发展研究之中。二十世纪九十年代获得的海洋钻探科学结果将比以往任何时候都更与影响人类的全球性问题紧密相连。技术的发展将给钻探工业带来很大益处。科学界正满怀信心地期待着来年的ODP，这既是一次挑战，又是一个机会。

参 考 文 献

1. Report of the Scientific Conference on Scientific Ocean Drilling (COSOD II), 1987. European Science Foundation (ESF), Strasbourg, France, 142 pp.
2. Wegener, A., 1924. The Origin of Continents and Oceans. London: Dover.
3. Kennett, J., 1982. Marine Geology. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 813 pp.
4. Berggren, W.A. and Hollister, C.D., 1974. Paleogeography, Paleobiogeography, and the History of Circulation in the Ocean. In Hay, W.W.(Ed.), SEPM Spec. Publication No.20.
5. Cox, A., Dalrymple, G.B., and Doell, R.R., 1967. Reversals of the Earth's Magnetic Field. Scientific American, 216: p.44-54.
6. Berggren, W.A., Kent, D.V. and van Couvering J.A., 1985. The Neogene, Part 2 Neogene geochronology and Chronostratigraphy. In N.J. Snelling (Ed.) The Chronology of the Geological Record, The Geological Society Memoir Number 10, Blackwell Scientific Publications, Boston, MA, pp.211-260.
7. Zoback, M.L., 1987. Global pattern of tectonic intraplate stresses (abstr.): IUGG, Univ. Brit. Col., Vancouver, B.C., Canada, p. 1116.

褚荣兵 译
耿俊峰 校

DOSECC大陆科学钻探计划的科学目的和最新成果

SCIENTIFIC GOALS AND RECENT RESULTS OF THE DOSECC CONTINENTAL SCIENTIFIC DRILLING PROGRAM

M. Friedman*, G. A. Barber, R. S. Andrews and D. W. Klick**

*College of Geosciences, Texas A & M University, College Station, Texas

**DOSECC, Washington, D. C.

摘 要

1988年4月,加利福尼亚Cajon Pass的美国最深科学钻孔,深度达到3.5km。这项钻探工程由44所大学成员联合建立的、代表国家科学基金会和其它参加的政府机构管理大陆科学钻探计划的DOSECC(地球陆壳深部观测和采样公司)进行组织、执行和监控。

钻孔设计目的是试验San Andreas断层带热状态和应力状态之间的基本关系,并获得岩心样,供作有关加利福尼亚南部构造发展的岩石学和地球化学研究。初步结果表明断层的分辨剪应力比估计的要低得多,而最大的主要压应力几乎垂直于断层带。低应力可以用来解释为什么沿断层探测的摩擦热即使有也形成不多的原因。初始的地质综合结果表明铅和铀同位素的重大变化与以前的区域解释显著不同。推测主要的冲断层是这些变化的原因。

DOSECC主办的其它钻探工程包括美国大陆中部(mid-continent)前寒武纪岩心和岩屑的分析,以研究北美稳定大地块的发展历史,以及在钻探之前,对科罗拉多南部Creede火山喷口的地质和地球物理研究,以调查研究这类矿化的火山杂岩。另外还有特殊建议,考虑在阿帕拉契山(Appalachian)南部、夏威夷、阿拉斯加、中陆断裂和得克萨斯海湾沿岸进行浅钻至深钻。

前 言

1984年,能源部(DOE)、国家科学基金会(NSF)以及由美国地质调查所(USGS)代表内政部所签署的政府机构间条约,表明共同关心主办美国的大陆科学钻探计划。这些政府机构的意向是:(1)促进良好的科学,并为所有地下遥感方法提供“地球真相”;(2)提供其它领域不能进入区的岩心和测井图表;(3)用地下获得的数据做假说和模型试验;(4)试验井下测井工艺;(5)开发新工艺。这类政府多机构计划是在国家科学院(NAS)和NSF顾问委员会以及会议的一些报告中推荐的。

1985年,国家科学基金会同意支持DOSECC提出的建议:(1)与USGS和DOE联系,使之关心大陆科学钻探;(2)使政府机构、政府和私营部门的科学技术钻探目的一体化;(3)为增长国际大陆科学钻探成果,包括苏联15个钻孔计划、西德3亿美元计划以及加拿大和日本发展的钻探成果提供美国集中点;(4)最重要的是要开始NSF钻探计划。后者包括与科学有关的活动,例如征求、培训和推荐钻探工程的建议,监控和协调现场科学实验和钻探作业,包括钻孔设计、成本估计、征求和评价投标以及现场监督。DOSECC还担任通过科学钻探较广泛的调查研究大陆岩石圈的代言人。负责公布科学钻探结果和建立包括岩心管理在内的技术数据库。至今,DOSECC已主办了14次研讨会和多次专家小组会议,从政府、工业界和128所大学中引入400多位科学家。涉及建议钻探工程的有关刊物和报告,现在总数达400多份。

从开头,DOSECC被NSF及其顾问组发展一项每年预算增加到约2000万美元经费水平的计划而受到鼓励。事实上,1988年NSF地球科学顾问委员会就建议到1995年将大陆科学钻探预算不断增加到5200万美元。然而,现实是1988年DOSECC计划的NSF经费达到最高480万美元,而在其成立的4年间,总计约1150万美元。

DOSECC已享有工业界的重大支持。例如在Cajon Pass,天然气科学研究研(Gas Research Institute)主办孔隙流体的收集和分析;Mobil公司从事实验剪应力波测井;ARCO公司同工程的科学家一道从事井下测量工作;Chevron公司提供地层细光栅扫描处理程序;西方地球物理公司试验其3分量VSP地震检波器;Schlumberger公司主办实验测井;主要钻探承包商Parker钻探公司降低其承包费用;EPOH测井公司延长将来测井费用信贷,并提供补充报告和图表。另外,工业界科学家和工程师还积极参加审查小组委员会和研讨会,交流其研究和见识,并支持要求就国家大陆科学钻探计划的设计和实现问题进行详细研究和提出报告的会议决议。

大陆科学钻探计划

学术界、工业界和政府机构的地质学家、地球物理学家和工程师提出多方面的钻探建议表,涉及与陆壳构造和岩石学发展、能源形成以及地震和火山过程有关的各种基本问题。以下是这些已执行或正在考虑中的项目摘要。

Cajon Pass (卡洪隘口)

Cajon Pass孔位位于加利福尼亚南部San Andreas断层(图1,图2)而正式提出的方案建议继续钻到原设计深度5km。这项钻探工程推荐作为第1个中等深度的工程,根据其科学特征的强度,就是要增强了解:(1)San Andreas断层动力学;(2)应力与热流疑题;(3)区域构造和岩石学;(4)在钻探结束之后,用作长期的井下观测站,监控断层的地震活动。工程的首席科学家是斯坦福大学的Mark Zoback,由13所大学和USGS的总计42位科学家工作组中的14位主要研究员小组帮助他工作。Cajon Pass工程的科学结果将在下文详细讨论。

上地壳

上地壳工程从事美国大陆中部地区的岩心和岩屑的岩石分析和地球化学分析,那里的前寒武纪基底位于比较薄的、地质年代较晚的沉积岩表层下面。上地壳科学家的研究是北美稳