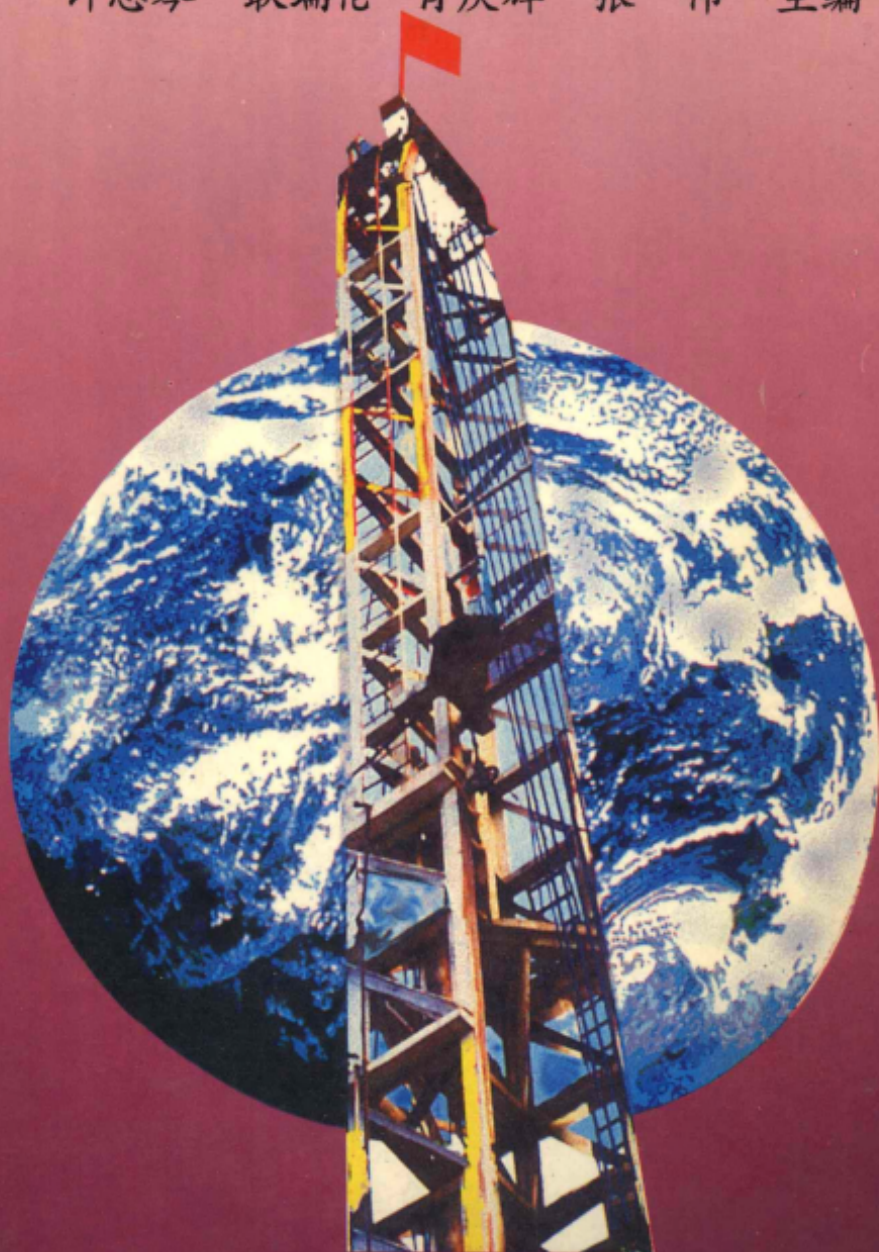


中国大陆科学 钻探先行研究

许志琴 耿瑞伦 肖庆辉 张 伟 主编



冶金工业出版社



ISBN 7-5024-1897-0



9 787502 418977

ISBN 7-5024-1897-0

P·35 定价 35.00 元

中国大陆科学钻探先行研究

许志琴 耿瑞伦
肖庆辉 张 伟 主编

北 京
冶金工业出版社
1996

内 容 提 要

本书为论文集,内容分三部分。第一部分综述了国际大陆科学钻探的最新进展、信息及动态,论述了世界大陆科学钻探 35 年所取得的举世瞩目的科学成就,以及开展此项工作所孕育的巨大理论意义与现实意义。并科学客观地评述了作为地质大国的中国开展此项工作的可行性与必要性。第二部分精选了 10 个具有重大意义的预选区,由专家对在该区开展科学钻探研究的可行性及意义进行了论证。第三部分对我国现有的钻探及测试技术进行了全面系统的评估。

本书对从事大陆科学钻探研究的人员和管理人员具有参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

中国大陆科学钻探先行研究/许志琴等主编. — 北京:
冶金工业出版社, 1996

ISBN 7-5024-1897-0

I. 中… II. 许… III. 钻探-技术-可行性-研究 中国
N. P634

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 10057 号

出版人 卿启云(北京沙滩嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009)

文物出版社印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

1996 年 10 月第 1 版, 1996 年 10 月第 1 次印刷

787×1092mm 1/16; 17.75 印张; 432 千字; 280 页; 1-1050 册

35 元

目 录

第一部分 总 论

1. 大陆科学钻探的现状 & 展望 许志琴、张良弼 (3)
2. 大陆科学钻探—伸入地球内部的望远镜 许志琴 (9)
3. 从国际科学钻探会议效果看科学钻探的发展趋势 刘广志 (13)
4. 国际大陆科学钻探的科学问题及对我们的启示 肖庆辉、白星碧 (16)
5. 中国大陆科学钻探的必然性和可行性 耿瑞伦 (24)
6. 当代国际大陆科学钻探的态势 肖庆辉、白星碧 (36)
7. 世界大陆科学钻探的钻探技术现状 张 伟 (64)
8. 需要用大陆科学钻探解决的中国关键性深部地质科学问题 许志琴 (79)
9. 中国大陆科学钻探的服务目的及选址原则 许志琴 (87)

第二部分 中国大陆科学钻探选区 (域) 各论

1. 中国大陆科学钻探面临解决的关键地球科学问题 许志琴 (93)
2. 京津唐地区大陆科学钻探地质地球物理背景 董新菊、卢惠华 (98)
3. 京津唐张地区进行大陆科学钻探的条件及科学意义 耿元生 (107)
4. 华北地台北部大陆科学钻探的意义与建议 叶 洪、黄秀铭、陈国光 (120)
5. 大别山地质背景和科学钻探条件 徐树桐 (128)
6. 胶南地区开展大陆科学钻探的意义及条件
..... 杨天南、许志琴、徐惠芬、张志敏 (139)
7. 对华南大陆深钻选区的设想 (摘要) 孙大中 (146)
8. 中国东南部江南隆起大陆深钻选址的初步探讨 谢宴克 (148)
9. 武夷山地区大陆科学钻探论证 吴良士、裴荣富 (162)
10. 东秦岭——大别构造带的主要变质岩群与深部地壳结构 游振东、索书田 (172)
11. 秦巴地区地球物理场特征及通过大陆科学钻探验证的关键问题
..... 左 愚、袁学诚 (174)
12. 对三峡地区开展地质环境深层监测和危险地质作用预测研究的论证
..... 耿树方 (184)
13. 试论龙门山冲断带大陆科学钻探选址问题 罗志立、刘树根 (189)
14. 攀西裂谷及其科学钻探意义 骆耀南、余如龙 (198)
15. 塔里木盆地西南坳陷科学钻探建议 郑剑东 (206)
16. 阿尔金选区大陆科学钻探意义 崔军文 (211)
17. 甘肃金川候选区基本条件与优势 马开义、姜 枚、耿树方 (218)
18. 喜马拉雅大陆科学钻探选区论证 崔军文、高 锐 (221)

第三部分 中国大陆科学钻探实施的技术现状与技术条件

1. 中国大陆科学钻探施工可行性研究 张 伟、耿瑞伦、冯庆龙 (237)
2. 中国大陆科学钻探测井技术 刘天成 (256)
3. 关于大陆科学钻探的野外实验室 郭立鹤 (272)
4. 大陆科学钻探与地壳深部原地应力测量 李方全 (277)

第一部分 总 论

1 大陆科学钻探的现状与展望

许志琴

张良弼

(中国地质科学院地质所)

(地矿部科技司)

一、大陆科学钻探的意义

大陆科学钻探是国际岩石圈动力学计划的重要组成部分,是当代地球科学的重大前沿之一,科学家一致认为:大陆科学钻探计划是继人类登月后向地球的又一次挑战。

长期以来,人类一直是研究、开发、利用地球外壳的资源,近30年来,人们越来越认识到为了人类生存发展,迫切需要了解地球内部组成、结构、构造及动力学,了解与地质灾害环境有关信息,以便充分开发利用地下资源、减灾及保护环境。事实表明地球物理探测是有成效的,但往往有多解性,百闻不如一见,只有通过钻探直接观察和研究地壳内部正在进行的物理、化学及生物作用与过程才能取得科学的真知。

为了揭示地壳深部,大陆科学钻探主要是在结晶岩中进行的,大陆科学钻探包括浅钻、中深钻及超深钻。无论钻井多深,关键在于“科学”,大陆科学钻探要求全部取芯及全方位测试,难度很大,因此它又是一项具有划时代意义的地学高科技系统工程。目前国际地学界不仅把大陆科学钻探作为提高国土深部地质研究程度、进而解决当代人类面临的资源、灾害、环境等社会问题的重要手段,而且把它作为对地学发展具有重大潜在意义,并可望在未来有所突破的重大基础研究领域。大陆科学钻探应作为国家级大科学工程计划的内容。

大陆科学钻探在地球科学理论研究中具如下重大意义:

(1) 科学钻探作为伸入陆壳深部,通过获得的岩样、液态样及气态样,了解深部地层构造、组分、含水气特征、物化性能、古地磁、地温、地热梯度、热流量、放射源及地震信息等;从而真正科学地获得来自地球三维空间信息。

(2) 揭示大陆地壳的成分、性质、构造、流变学及热力学,了解地壳深部的地质作用过程,分析地壳构造演化,重塑地壳岩石圈动力学。

(3) 调查研究深部的流体系统、流体来源、流体运动过程与方式,及其对岩石物理性质的影响,进而探索流体对变质作用、岩浆形成、矿床成因、构造作用过程和地球动力学状态的影响。

(4) 调查地壳内部热结构、热状态和热活动历史、热对流及热传导关系、记录大陆地壳的热动力状态,评价目前正在进行的热过程,建立地壳状态的三维模型。

(5) 调查地壳中应力及应变分布、能量存储和释放方式与过程,以及微地震活动,进而探索震源分布规律和地震成因,以及其它地质灾害的形成机理,为减轻地质灾害提供依据。

(6) 了解环境变化,海平面变迁的不同情况的机制,生物圈的深度与生命起源。

(7) 通过科学钻孔建立一个长期的现代地质作用的地壳深部观测站和天然实验室, 深入研究陆壳构造演化动力学。

大陆科学钻探还具有重大经济意义及实际意义:

(1) 可以研究矿床学以往达不到的若干禁区: 包括深成矿床、综合性含矿岩石—岩浆系统、含矿深源岩系、火山成因矿床及无机成因的油气矿床, 从而建立综合地质—成因立体模式和论证隐伏矿床, 并对矿床成因提出新概念、新理论。

(2) 为全球气候变化及环境变迁提供高分辨记录, 为科学地模拟过去的气候条件及预报未来气候提供科学的背景信息。

(3) 作为地震灾害及地质危险作用的预报点。

(4) 作为“干热岩体”(HDR) 地热能源的勘探开发孔。

(5) 作为地壳深部长期观察站与理想的高温高压人工实验站或人工矿物合成腔, 可为岩石学技术发展提供实验条件。

(6) 作为国防与工业核废料的地壳深部处理井。

二、大陆科学钻探现状及新进展

1. 现状

以科学探测为主要目的的科学钻探在世界范围内实施了 30 多年, 并被列为国际岩石圈计划 (ILP) 进行岩石圈探测四大内容之一, 世界“通过科学钻探观测陆壳”的国际会议已举行了六届, 此项计划已引起愈来愈多国家关注, 并争先恐后地积极开展与创造实施条件, 俄罗斯、德国及美国等国家已把大陆科学钻探作为国家优先研究领域给予重点发展。

迄今为止, 国外已有 13 个国家实施了 22 口深浅不一的科学钻孔, 总进尺达 49286m。其中前苏联实施了 11 口超深钻和深钻, 科拉超深钻已达 12262m, 为当今世界最深超深孔, 并将成为世界第一个地学实验室 (观测站), 此外还准备在贝加尔裂谷带通金地区打一口孔深 7km 的国际合作深钻, 用于研究裂谷演化和全球变化。德国的 KTB 计划在华力西缝合带的结晶地块打一口 15km 的超深孔, 主孔现已钻进 8312m。美国直至 1991 年为止实施了 7 个项目, 13 个钻孔, 瑞典、法国及加拿大等国均制定了大陆科学钻探计划, 开展浅科学钻的工作。日本跃跃欲试, 正在制定为期 10 年超深钻计划, 拟定在太平洋、菲律宾及亚洲板块结合带上钻一 15km 深的亚洲第一口超深井。

2. 新进展

(1) 德国超深钻计划 (KTB) 成果: 德国深钻计划于 1977 年由德国研究协会 (DFG) 地学委员会提出, 1981 年提出 40 个选址, 并复选 4 个, 1993 年 11 月正式确定两个候选地: 黑森林与奥本法兹, 1987 年 9 月最后确定在奥本法兹进行先导孔施工, 孔深 4000.1m; 1994 年主孔预计达 10000m, 直至 1993 年 9 月 2 日已钻进 8312m, 进展十分顺利。德国 KTB 计划从提出至开始, 进行了 10 年科学准备, 选址的基础是抓住德国本土所处的位置—中欧华力西造山带, 以研究古生代碰撞构造为主要科学目的的井址被确定在造山带中最典型的萨克森森林根与莫多纳努比地体之间的缝合带上, 因为在那里可以揭示多层次结构, 进而对该带大陆地壳结构及地球动力学的基本问题作正确回答。

KTB 主要成果:

1) 钻进 4000m 获得岩层叶理陡倾的真实数据, 否定了地质及地球物理所推断的

“ZEV”为外来岩块的认识;

2) 3400m 处发现饱和含盐液体的开裂隙, 4000m 处获得 7.9 万升 (约 60m^3) 的结晶水样, 含盐度 60 克/升, 含 15% 的气体 (氢气、甲烷及天然气), 查明地壳中流体来源、成分及运动;

3) 查明深 6km 的地壳热结构及地球物理结构性质和非均一性;

4) 查明深达 6km 应力分布;

5) 发现莫氏面下存在地球磁场。

(2) 前苏联科拉半岛 SG-3 深钻成果: 前苏联大陆科学钻探计划于 60 年代提出, 经过 10 年的科学准备, 70 年代在萨阿特累、科拉半岛开始深钻试钻, 设计 15 口 6000m 内的卫星孔及三口超深孔, 及在一些地区开展深部物探工作。以解决前寒武系变质基底深部结构、构造特征及演化为主的“多目的”的科拉半岛“SG-3”孔于 1970 年 5 月 25 日开钻, 经过 23 年努力, 1991 年 8 月 19 日已达 12262m, 是世界最深的井。1991 年 5 月 23 日前苏联地质部对深钻和超深钻工作进行新的布置, 决定将科拉超深钻改为地学实验室 (观测站), 并将它建成国际合作的实验室。

SG-3 主要成果:

1) 原地震探测推测 7~8km 为康氏面, 钻探 6840~12000m 并未发现玄武岩层, 而是太古代的花岗片麻岩, 否定了康氏面存在;

2) 深部发现矿化水、氢气和氦气;

3) 9500~11000m 处发现金矿化, 成矿范围扩大 3~4 倍。

(3) 美国科学钻探成果: 60 年代初, 美国领衔进行海洋钻探 ODP, 70 年代, 首次在俄克拉何马州钻成罗杰一号孔, 深 9583m, 直至 1980 年, 被苏联科拉半岛深孔 (1980 年, 10000m 深) 所越。

1984~1994 年, 美国通过 23 所大学组成“陆壳深部观测采样组织” (ECDOSO), 在美国布置 29 口科学钻孔, 其主要目的针对 4 个方面: ①基底构造及深部盆地; ②活动断裂带; ③热异常区; ④矿物热液系统。第一口井在阿巴拉契山脉南段, 以研究 Greenville 变质基底为目的, 孔深 3.5km; 此外在索尔敦湖打了一口 3220m 的高温地热井。可见美国选址原则偏重于与应用有关的深部地质关键问题, 并以中、浅井为主。

主要成果:

1) 在圣安德列斯断层附近的科学钻井, 深达 2km 结晶基底中发现喜温细菌 (Thermophilic bacteria);

2) 沿太平洋板块同北美板块边界的圣安德列斯断层进行的科学钻探 (100 口浅钻) 中并未发现任何热异常, 最大水平应力垂直断裂走向, 表明沿断层摩擦强度极低, 不如板内, 与孔隙流体有关。

此外, 格陵兰的一口 3200m 科学钻井已打穿冰盖, 获得 20~25 万年以来地球气候变化的信息, 包括公元 79 年意大利火山爆发造成的酸雨痕迹, 1815 年印度尼西亚火山爆发的火山灰, 及前苏联“切尔诺贝利”核电站爆炸事故飘散的放射性粒子尘; 俄罗斯顿涅茨—第聂伯湖盆地的变质基底的科学钻井中还发现了无机石油, 引起国际轰动。

(4) 波茨坦会议——世界大陆科学钻探的新起点: 1993 年 8 月 30 日~9 月 1 日在德国波茨坦召开了“国际大陆科学钻探会议”, 继后又在德国 KTB 现场召开了“国际大陆科学

钻探管理者会议”，会议交流了大陆科学钻探的主要成就，探讨了大陆科学钻探所要解决的关键性科学问题，提出了国际大陆科学钻探计划（ICDP）的框架，商讨了国际交流和合作的途径，这次会议是国际地学界具有挑战性的一次重要会议，是大陆科学钻探的新起点。大会共设 12 个专题，围绕①要求科学钻探解决什么科学问题；②能解决什么问题；③科学钻探的国际合作这三个问题开展讨论，提出未来大陆科学钻探世界性地质目标及科学目的应集中于：①地球历史与气候；②冲击构造及生物灭绝；③沉积盆地的演化及物理作用；④岩石圈动力学和变形；⑤火山系统及热域；⑥板块聚敛边界及碰撞带；⑦地壳流体；⑧矿床成因；⑨地壳的地球物理；⑩次大陆上地幔的组成及特征；⑪深部生物圈；⑫基底的构造及演化。

会上成立了国际大陆科学钻探计划（ICDP）筹备组，我国已成为正式成员国，参加与发起组织国际大陆科学钻探计划。

三、中国大陆科学钻探的展望

1. 必要性

我国幅员广阔、资源丰富，地质构造复杂，是地质大国，建国后开展的系统地质测量、专题地质研究、找矿工作及地球物理探测工作为我国研究深部地质奠定了坚实基础。

我国是国际岩石圈计划的主要成员国之一，开展中国大陆钻探研究工作，不仅可以提高我国在国际上的学术地位，填补我国在这一领域的空白，同时为探索地壳成因与演化作出贡献。

特别是目前我国地学界一方面正面临着转入找深部隐伏矿的时期，21 世纪资源的需要更迫切要求大大提高我国深部地质研究程度。此外，与今后人类生存和社会发展关系密切的地质灾害及地质环境变化研究也需要弄清地下深部的地质情况；而当前深部地质工作程度却适应不了这方面的需要，有必要从解决我国资源和社会发展战略角度，对待科学钻探。

我国是地质大国，但大陆科学钻探至今仍为“空白”。早在 80 年代，著名地球物理学家顾功叙和勘探专家刘广志先生等多次呼吁在中国开展此项研究。

自 1991 年起，地矿部科技司在岩石圈深部计划中确定了“中国大陆科学钻探先行研究”项目，几年来该项目组跟踪掌握了国际科学深钻的进展，为我所用，并制定了科学钻探的战略目标及先浅后深的战略步骤。提出了中国科学钻探选址的多种方案，在世界主要国家科学深钻和地球物理测井仪器、设备及技术方法的现状和水平评估基础上，对我国钻探结晶岩层深孔技术和测井技术的现状和水平作了评估，对 3000~5000m 深的钻探技术实施的可行性做了科学的论证。

该项目组在 1992 年及 1993 年曾召开两次高级专家组成的中国大陆科学钻探研讨会，黄汲清、张炳熹、王鸿楨等 60 名专家参加会议，对中国大陆科学钻探实施的必要性给予充分肯定，对大陆科学钻探的战略步骤及可行性取得了共识。

该组在广泛征求中国地学专家意见基础上，提出了中国大陆科学钻探选区的原则及科学钻探需解决的关键性深部地质问题，初步提出 12 个大陆科学钻探选区。

2. 需要用科学钻探解决的中国关键性地质问题

(1) 华北陆块北缘问题：中国最古老变质地块（38 亿年）深部组分、结构、构造、流变学、变质与流体作用（成分及成因），地壳深部地质过程，太古代地壳演化。

(2) 元古代造山带问题：古板块体制，会聚边界的板片叠置，物质迁移，古俯冲动力学，超高压变质带（含柯石英）的变质及流体作用、热历史及上隆机制。

(3) 古生代造山带深部地质关键问题：中央造山带（秦岭—祁连—昆仑）古生代板块会聚边界俯冲杂岩带、增生楔、高压变质带及板块叠置构造，陆内俯冲及滑脱构造，造山带中变质体上隆机制。后造山伸展、走滑、构造顶蚀与深部构造物理作用。造山带地壳结构、构造、物理参数与造山带根部增生棱柱的存在，地质—地球物理解释的检验。

(4) 青藏高原的深部地质关键问题：

1) 喜马拉雅前陆逆冲带的构造叠置，逆冲断层与陆内俯冲机制，收缩与伸展的转换与地壳热历史；

2) 青藏高原新生代构造变形，应力及应变分布，上升及块体旋转的定量化，隆升机制、深部构造物理作用、板块驱动力与全球变化关系；

3) 青藏高原深部物质组成、热结构及其时空演化，中、下地壳的转换、地壳低阻层性质、孔隙流体、地壳重熔作用。

(5) 滨太平洋地带的深部地质关键问题：

1) 中国东部新生代裂谷型盆地沉积成岩作用、盆地形成及构造演化、油气运移规律及地壳拉伸变薄的动力学机制；

2) 中国东部中—新生代陆内造山带的变形体制、深层韧性剪切带及造山机制，地壳深部构造物理作用及板内动力学；

3) S型花岗岩侵位机制、地壳重熔作用，矿化与深度关系，含矿流体迁移、储集及深部热结构及时空演化、区域花岗岩形成热动力机制；

4) 板内地震及地震多发区的应力应变分布，能量存储与释放方式及过程，微地震活动及震源机制。

3. 大陆科学钻探选区

综合第一次及第二次地矿部大陆科学钻探研讨会专家意见，提出中国大陆科学钻探 12 个选区：

序号	选 区	目 的
1	京津唐地区	中国最古老变质陆核，地震带
2	胶南	元古代结合带，超高压变质带，郯庐断裂，多金属矿产
3	大别	古老变质基底、超高压变质带
4	三峡	危险地质作用、生态环境及扬子板块基底
5	南阳盆地西缘	南、北中国板块（秦岭）结合带
6	四川龙门山	前陆逆冲带、薄皮构造、石油
7	四川攀西	古裂谷、地震带、多金属矿产
8	甘肃金川	多金属矿产
9	山东胶北	金矿
10	青藏高原	（喜马拉雅前陆）前陆逆冲带（羊八井）地热、隆升机制
11	江南古陆东侧	南中国板块基底、中国东部大陆增生与拼合、西南太平洋构造演化
12	阿尔金山地区	大规模走滑断层

4. 几点建议

(1) 中国大陆科学钻探的战略目标：采取由易到难，由浅入深，分阶段推进，近期目标争取“九五”期间实施 3000~5000m 科学钻探，争取 21 世纪初期开始在中国实施 8000m 至 10000m 的深钻，建立长期观测的野外实验室。

(2) 积极参与 ICDP 筹备组的工作和 ICDP 的制订，与世界接轨，争取 ICDP 筹备组对中国大陆科学钻探项目的支持，扩大国际合作领域，跟踪国际动向，沟通渠道，引进新理论、新技术及人才。

(3) 组织和联系全国有关地学部门建立中国大陆科学钻探计划指导委员会，负责制订、实施中国大陆科学钻探计划。

(4) 在利用已有油气勘查和其它矿产勘查的中深钻孔所获地质资料和有关区域地质资料基础上，综合分析现有地质、地球物理和地球化学资料，开展中国大陆科学钻探的选址研究，组织国内外专家优选 2~3 个 3000~5000m 的井位，补作必要的地质与地球物理工作。

(5) 编制《中国大陆科学钻探计划纲要》，申报中国大陆科学钻探（3000~5000m）计划，争取纳入国家“九五”攀登计划之中，并争取将大陆科学深钻（8000~10000m）计划列入国家大型科学工程计划。

2 大陆科学钻探——伸入地球内部的望远镜

许志琴

(中国地质科学院地质所)

人类在赖以生存的地球上已经度过了无数个春秋,但是至今为止,人们并不真正了解地球的内涵。长期以来,地球科学家们试图运用各种地质、地球物理与地球化学等方法与手段来探测与研究她,但是获得的认识往往是间接的。

随着航天技术的发展开阔了人类通往宇宙星际的大门,一个与之相呼应的“入地”计划正在应运而生,这就是直接观测地球陆壳的“大陆科学钻探”。

地球科学家们当前正面临着严重的挑战:

地球科学领域的转折迫切需要地学理论的更新,被称为地学革命的“板块学说”上陆后遇到很多问题无法解释,一个“从大陆内部找驱动力”的“大陆动力学”思维正在萌生与发展,预示着一场新的地学革命将要来临!

21世纪,地球人口将近100亿,人类生存及社会发展迫切需要解决资源,环境及减灾等严重问题,这是全人类的呼声。

这一切都需要我们去弄清地球深部的情况及背景,开阔地学理论及应用发展的新途径,而且向深部进军的唯一的直接手段就是“大陆科学钻探”。

大陆科学钻探在世界上已实施了30年,13个国家(美、俄、德、法、加、英等)打了50多口科学井。世界上第一口超深井(12262m)在俄罗斯科拉半岛(SG₃号),第二口超深井(9100m)在德国波西米亚地块(KTB)。大陆科学钻探所取得成就令世界瞩目及赞叹,雄辩地证明了它是一部“伸入地球内部的望远镜”。

(1)正确地科学地认识陆壳的结构:我们所进行的大量地球物理探测技术本身是科学、有效的,但是存在地质解释上的多解性。科拉SG₃超深井的观测揭示了地震反射推断的(全球普遍存在的)上、下地壳之间的“康德拉面”不复存在;德国KTB超深井否定了地质地球物理资料推断的推覆体,并意外发现了地壳莫氏面下有地球强磁场。大陆科学钻探可以作为时间与空间尺度上地球物理参数的实验室,因而使上千公里的地球物理剖面的地质解释得以校正,并真相大白。

(2)面临将来资源枯竭危机,21世纪的能源前景如何?独联体乌克兰第聂伯—顿涅茨盆地3100~4000m深的前寒武系变质基底中意外地发现了五个大生、储油层,产量219百万吨的工业油田,根据其含大量金属、Ni/V高、He及生物标示分子小于 10^{-6} 级,使“无机生油论”再次崛起,为寻求能量开辟新的前景。

(3)深部流体作用及深部矿产资源的开发:大陆科学钻探发现在地壳中扮演重要角色的流体随着深度不是减少而是增加,运移方式由裂隙运移转化为晶格内及颗粒边界运移,随深度增加H₂、He及CH₄气体含量也增加,为流体来源于地幔提供了更多的依据;大陆科学

钻探普遍发现深部含矿流体及矿化，科拉半岛是贫矿区，科拉深井居然发现铜镍矿床，开采后可收回科拉深钻的全部投资。

(4) 向生命科学的挑战——地下生物圈的发现：生物圈的底界在哪里？过去，人们认为在地壳表层的植物根部，并且岩石中不可能有生命存在，但是大陆科学钻探却发现了地下生物圈。1~4km 深处普遍有种类繁多，在极端环境（高温高压）下存活的微生物，具有耐温（300℃）及发酵特点，它们在深部同样有着成岩、沉淀、成矿及生油作用。这一重大的惊奇的发现为生命科学研究开辟了新的领域。

(5) 丰富了人们对气候变化的认识：格陵兰冰盖取样（3200m），获得 20~25 万年以来地球气候变化的信息，包括公元 79 年意大利火山爆发造成的酸雨痕迹，1815 年印度尼西亚火山爆发的火山灰及前苏“切尔诺贝利”核电站爆炸事故飘散的放射粒子尘。

(6) 作为天然、动态的长期观测站：在大陆科学钻井底部放置仪器用以测量各种地球物理参数的变化、地壳活动的变化及正在进行的各种物理、化学及生物作用；同时还可以把它作为一个地下高温高压的“成岩成矿合成腔”，与以往我们所进行人工、静态的实验相比较，更具有科学参考价值。

此外大陆科学钻探在大陆岩石圈的演化、热体系、地震机制及减灾、放射性与有毒废物处置等诸方面发挥了重要的作用。

综上所述，大陆科学钻探不仅研究岩石圈，还研究地下生物圈及水圈；不仅涉及地球科学，还涉及生物学、物理学及化学；不仅可以重塑地质演化的过去，还可观测现在，探索未来。

当前大陆科学钻探正在步入国际的大联合，1994 年 8 月德国波茨坦“国际大陆科学钻探会议”制订了推动地学发展具重大战略意义的国际大陆科学钻探计划，并成立了筹备委员国，中国已成为八大发起国（美、俄、德、日、中、法、澳、墨）之一。国际经济合作与发展组织（OECD）负有向各国政府首脑提供科学战略咨询的重任，1992 年以来曾举行三次大科学论坛：航天、大陆科学钻探及环境，说明“入地”与“上天”已相提并论。

中国是地质大国，具有许多令世界瞩目及关注的重大地球科学问题，但至今中国大陆钻探仍为空白，面临两大挑战，迫切需要中国的地球科学家从解决我国资源、环境及减灾和社会发展战略角度，从促进地球科学发展进程的高度来弄清地下深部的地质情况，中国大陆科学钻探势在必行。

根据中国国情及技术实力，中国大陆科学钻探计划的原则应该是从易到难，由浅入深，针对具全球性意义的地球科学重大科学问题选择科学井位，实施科学钻探及开展科学研究。

中国的重大地球科学问题能引起世界地学科学家极大兴趣的主要有两个：青藏高原的隆升及中国东部（胶南-大别山地区）的超高压变质带，前者位于地球上最高部位，后者出露了曾经处于目前世界上所发现的地壳最深部位的岩石。

中国在大科学钻探的总体方案建议如下：

近期：实施中国第一口大陆科学钻井，井深 5000m，终孔直径 155mm，时间 5 年，选区为大别-胶南地区。

长期：实施超深井，10000m，选区为青藏高原，2010 年前。

为什么把中国第一口大陆科学钻井的选区放在大别-胶南地区？为什么打 5000m？

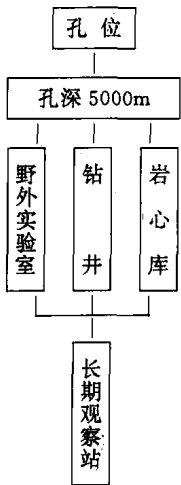
大别-胶南地区位于中国东部最大的郯庐断裂的两侧，在历史上曾发生过 8.5 级地震

(郯城, 1668 年)。大别山(安徽南部)及胶南(山东东南部)为中国最大的古老变质结晶地块, 1987 年以来中外地质学家相继在这里发现了形成在压力 $30000 \times 10^5 \text{Pa}$ 、深度 80~100km 的特殊的超高压矿物-柯石英, 还发现微粒金刚石, 使该带成为世界上规模最大超高压变质带及最深的古碰撞造山带的根部, 地球物理剖面推测大别山的超高压变质带的厚度为 4~5km, 下部岩石的电阻率比它低得多。超高压变质带如何形成又如何从地壳深部翻到地面上来? 已成为当前地学界的研究热题, 这个“谜”吸引了法、美、英、日、土(土耳其)等国的地学家竞相争入, 把它作为“大陆动力学”研究的宝地。因此在这一特殊的地区实施中国第一口大陆科学钻探, 可以使它成为一个具全球地学科学意义的“国际孔”。

在大别-胶南地区实施首孔的科学目标是通过一口 5km 深的多目的钻井, 穿透超高压变质带, 揭示:

- (1) 超高压变质带形成条件及上隆时限、速率及动力学机理。
- (2) 古应力、古流体、古成矿及古岩浆作用, 探索古地壳动力学及碰撞造山机制。
- (3) 郯庐大断裂在地质历史中的大平移作用, 现代地壳结构及变动, 危险地质作用的可能性。
- (4) 现代正在进行的物理、生物及化学作用。

中国第一口大陆科学钻井工程框架



工程的主体部分是钻井, 由于所钻的地质体以坚硬结晶岩为主, 需全部及定向取心(样)(固态、液态及气态样品), 对岩心作全方位测试, 还要随钻测量地应力及温度的变化, 用计算机自动控制钻井的参数。因此它比一般钻探工程的难度大得多。关键的高难度技术包括在坚硬岩石中保持数千米垂直的钻井“随钻防斜技术”, 钻头造型及胎体符合不同结晶岩硬度, 钻杆的高强度、取心技术及随钻测量仪的耐温及耐压。根据目前国内钻探及测井技术水平, 适合结晶岩区 5000 米钻孔的大部分技术可以在近期内研制, 少数需要进口及租用。

野外实验室主要是对岩心(样)的固、液及气液物质进行岩石学、构造地质学、岩石物理及地球化学测试、分析, 特别关键的技术是对液态及气态物质的快速分离及定量分析。

通过在中国超高压带实施中国第一口大陆科学钻井, 预计具有如下重大意义:

- (1) 可获得国际大陆科学钻探综合剖面最深部位的信息, 其研究成果的理论价值, 将超过世界上已实施的任何一口科学钻孔。
- (2) 通过地球物理参数实验及验证, 将校正我国在该地区及其它广大地域已进行的大量地球物理剖面的地质解释, 并与世界对比, 科学地认识地壳结构。
- (3) 通过古地壳及现代地壳的活动规律的观测及研究, 提出大陆动力学的新理论及新创见, 推动地学革命的进程, 并为资源及减灾服务。