

water-bearing beds in the water-bearing system has been achieved by an experimental research. Then the numerical simulation model of the oil pollutant migration in this kind of water-bearing system is constructed by means of the numerical simulation technology. The numerical model thus established can be used to forecast the pollution trend of the pollutants and to propose the corresponding measures to control the pollution. In summary, this research result is of wide application in China where the sustainable development strategy is strongly upheld.

**Key words:** aquitard; multi-layer media; water-bearing system; numerical simulation; pollution.

\*\*\*\*\*

## 世界屋脊上的国际合作研究

汪 巍

(中国太平洋经济合作全国委员会, 北京 100044)

喜马拉雅山、青藏高原及其影响区约占中国国土面积的三分之一, 它形成时代新, 且在继续活动, 高原隆升幅度高(平均海拔 4 500 m), 地震活动频繁. 青藏高原隆升隔断了南边印度洋的暖湿空气, 造成中国广大西部地区的沙漠化. 喜马拉雅山坡的不同高度上, 不同类型动植物放任天足自由活泼的成长, 成为研究生态变迁与生态平衡的“自然博物馆”.

青藏高原以至整个中国地质构造多样, 有许多世界其他地方没有的特点, 中国地学家与外国同行开展了一系列合作研究, 合作的热点之一就是青藏高原的大陆动力学研究. 喜马拉雅造山带和青藏高原研究, 在欧洲有法国、德国、瑞士, 北美有美国、加拿大, 南亚有印度、尼泊尔, 东亚有中国. 各研究中心之间既合作又激烈竞争, 从而深化了人们对喜马拉雅山和青藏高原的认识.

20 世纪 80 年代初, 以宽角反射为基础的中法合作青藏高原地学项目启动, 中方投入了约 300 万美元资金, 担任该项目地震队队长的徐中信教授说, 20 世纪 80 年代在青藏高原的中法合作地学研究, 使海外地学界看到, 中国政府是重视基础研究, 重视和国际地学界合作的, 当时美国的科学家也非常希望加强与中国地学家的交流与合作. 1984 年中法联合在成都召开“地壳和上地幔构造演化”国际研究讨论会时, 美国锡拉丘兹大学地学家多尔·内尔森与会, 积极活动, 探讨中美合作开展青藏高原深反射地震试验的途径. 随后, 他访问了西藏.

美国十分重视喜马拉雅山和青藏高原的研究,

早在 1979 年曾参加和率领国际板块代表团考察了西藏, 并提出在西藏开展深反射地震试验及地质和地球化学研究的建议, 后来在其大陆动力学计划中, 把青藏高原研究列为 8 大野外实验室之一; 进入 20 世纪 90 年代, 中美双方积极推动喜马拉雅和青藏高原的合作研究. 1991 年 10 月 18 日, 中美地学家双方签订了“喜马拉雅和青藏高原深地震反射剖面可行性试验”协议, 中方由中国地质科学院高级科学家、中国地球物理学会大陆动力学委员会主任、勘探地球物理委员会主任赵文津签字, 美方由锡拉丘兹大学多尔·内尔森、康奈尔大学拉里·布朗教授和哥伦比亚大学郭宗汾教授 3 人签字, 该项目也称“国际喜马拉雅和青藏高原深剖面及综合研究”, 英文简称 INDEPTH. 该项目总体研究目标是查明高原各个造山带和地体的结构特点, 阐明发生的构造作用, 探讨有关造山带的形成和高原隆升过程以及大陆物质的深部迁移, 并进一步探讨对资源生成、环境变迁的影响.

美国国家科学基金会对该项目给予了资助. 原中国地矿部、中国自然科学基金会和国家科委均向该项目提供了资助. 西藏自治区各级政府、中国人民解放军总参谋部、成都军区、西藏军区、西藏边防部队均对项目开展提供了大力支持.

1992 年 5 月开始第一阶段工作, 300 名工程技术人员在特提斯喜马拉雅地区, 进行“深反射方法探测深部结构构造”的可行性试验. 他们当中有 20 余名美国地学工作者. 中方科学家小组成员、原长春市地

(下转 97 页)

that derived from the traditional Dix-equation-calculated stacking. This method is not only used for the stacking image of the seismic data in complex area, but also for the flow chart of the high-resolution processing.

**Key words:** normal moveout; time-interval curve; stack.

\* \* \* \* \*

(上接 70 页)

质学院徐中信教授介绍了对美方科学工作者的印象:他们的研究思路有值得中方借鉴之处;他们工作热情高,身体素质好.第一阶段野外工作共完成了 100 km 的剖面试验.1993 年进入室内研究阶段.同年 12 月,英国《自然》杂志发表中方首席科学家赵文津、多尔·内尔森等人的论文“深地震反射提供的印度大陆向藏南下面俯冲的证据”.

在 INDEPTH 项目开展过程中,中方建立了自己的深部资料处理中心,中美双方先分别处理资料,然后进行交流讨论,找出双方的优缺点,再作进一步处理、改进.双方在野外数据采集、超深地震资料处理、地球物理和地质解释方面密切合作,及时交流.双方互相尊重,合作十分成功.1995 年 11 月,美国《科学》杂志发表了专文,以“正确的合作可以拯救生命和移动大山”为题,介绍了中美合作的 INDEPTH 的成果,对中国有关当局向美国开放喜马拉雅边界地区给予了高度的评价.

由于中美合作 INDEPTH 第一阶段取得了成功,双方在有关部门的支持下,于 1994 年 1 月 14 日签署了开展 INDEPTH 项目第二阶段研究协定,并于当年初进藏开展野外工作,在雅鲁藏布江缝合带两侧开展深反射和多学科的合作研究,探测缝合带两侧结构构造.完成深地震反射剖面 240 km,利用 9 台 REFTEK 型宽频地震仪器,进行为期半年的记录观测.这一阶段试验期间,七八位德国科学家也参加了合作研究,发挥了很大作用,他们带来了 30 台 REFTEK 型仪器负责两线广角反射观测;加拿大地质调查局大地电磁专家托恩斯也带着 ZIMS 型长周期仪器,开展了青藏高原首次长周期大地电磁场观测.这样,中美合作发展成中、美、德、加等 4 国合作研究,参与的科学家来自 9 个国家.

中方采取了灵活的开放式管理方法,即少数人

员固定,多数人员流动,尽量吸收年轻的硕士、博士生参加. INDEPTH 第一阶段中美科学家的室内资料对比了 3 次,地质解释也对比了几次.第二阶段,中方对资料处理了 4 遍,反映中国科学家严谨治学、工作扎实的特点.美国国家科学家基金会对 INDEPTH 项目前两阶段做的评论都不错,1996 年 8 月在北京召开的第 30 届世界地质大会上,国际岩石圈委员会主席,美国休斯顿大学伯克教授在主旨发言中谈到: INDEPTH 项目的合作模式可能是今后解决重大地学基础问题的可效仿模式.1996 年 12 月 6 日出版的美国《科学》杂志 274 卷中,发表了 INDEPTH 项目 5 篇论文,中、美科学家在这一研究工作中发挥了同等重要的作用,中国自然科学基金会学刊也发表了介绍 INDEPTH 项目研究的专文.

第三阶段将使用更多的 REFTEK 型地震仪进行野外工作,野外记录两年,室内研究两年.这是一项跨世纪工程,工作量将比前两期大数十倍,争取继续完成深地震反射剖面 200 km,广角剖面长 400 km,双方已就 INDEPTH 第三阶段合作研究有关问题于 1998 年 5 月达成协议. INDEPTH 项目中方首席科学家赵文津认为:项目第三阶段原设计包括地球物理、地质、地球化学等多学科的研究内容,将视资金情况滚动逐步开展起来,中方重视同美方的合作,也希望德、法等国科学家参与,并希望同南亚地区、尼泊尔、巴基斯坦加强合作研究,开展横穿喜马拉雅造山带的地质地球物理综合研究.中国有很多地质构造独特的地区,包括天山、喀喇昆仑山、南海等,中方已有长期研究的成果和经验,也希望与包括美国在内的海外科学家,就这些地区的地学问题开展合作研究.中方重视基础科学与应用科学的衔接,希望通过研究深部地质探究深部成矿区域背景,通过研究盆地形成演化及油气生成关系,加快开发当地资源,从而促进西藏及附近地区的经济发展.