



中华人民共和国地质矿产部

联合国技术合作促进发展部

广州国际 海洋工程地质 讨论会文选

冯志强 许祥平 选编



地质出版社

中华人民共和国地质矿产部
联合国技术合作促进发展部

广州国际海洋工程地质讨论会文选

LITERAL SELECTIONS OF UNITED
NATIONS MEETING ON MARINE
ENGINEERING GEOLOGICAL SURVEY
FOR PETROLEUM DEVELOPMENT
IN DEVELOPING COUNTRIES

冯志强 许祥平 选编

地质出版社

(京)新登字085号

内 容 简 介

海洋工程地质及灾害地质调查是新近发展起来的海洋地质科学中的一个边缘学科。由中华人民共和国地质矿产部和联合国技术合作促进发展部(UNDTCD)于1989年11月30日至12月6日联合举办了“广州国际海洋工程地质讨论会”。本书是从来自世界沿海国家的150名专家、学者在会议上发表的论文中精选出来的28篇文章编辑而成,基本反映了本领域的国际发展现状和我国各海区的主要调查研究成果,对从事海洋工程地质、灾害地质、油气勘探开发以及教学和情报调研工作人员均有很大的参考价值。

中华人民共和国地质矿产部
联合国技术合作促进发展部
广州国际海洋工程地质讨论会文选
冯志强 许祥平 选编

*

责任编辑:戴鸿麟
地质出版社出版发行
(北京和平里)
北京地质印刷厂印刷
(北京海淀区学院路29号)
新华书店总店科技发行所经销

*

开本: 787×1092¹/₁₆ 印张: 16.375 铜版图: 3页 字数: 391000
1994年3月北京第一版·1994年3月北京第一次印刷
印数: 1—400册 定价: 14.10元
ISBN 7-116-01437-3/P·1175

中华人民共和国地质矿产部

夏国治副部长在开幕式上的讲话摘要

(代 序)

联合国技术合作发展部与中华人民共和国地质矿产部合作举办的“广州海洋工程地质讨论会”的召开，标志着世界有关国家，特别是沿海国家对于海洋石油和天然气资源开发活动及与之相关的环境地质灾害问题的共同关心和重视。

正如大家所注意到的，地球的环境问题已成为关系到人类生存和发展的最紧迫课题之一。今天，人类正以前所未有的规模向自然挑战；同时，人类也以前所未有的速度改变着地球环境，破坏着原有的自然生态平衡。人类在各种各样的工程经济活动中获益的同时，又承受着自然环境遭受破坏所带来的各种地质灾害。在中国，由于地震、滑坡、泥石流、地面沉降等地质灾害造成的严重危害是人所共知的。近十多年来，随着中国海洋资源开发事业的发展，海洋地质灾害事件也接连发生，对海洋地质灾害及工程地质条件的调查研究越来越显得重要。因此，中国政府十分重视对陆地和海洋环境地质的调查、防治和监督工作，这方面的项目和投资都正在逐年增加。在这次会议上将要交流的来自中国有关单位的论文，就是近年来在这方面的一些突出成果。其中，由广州海洋地质调查局实施的南海珠江口盆地大面积的1:20万区域性海洋工程地质调查（即CPR/85/044项目），在联合国开发计划署、技术合作促进发展部的帮助和我国对外经济贸易部的大力支持下，从1986年开始执行以来，已经获得了很好的效益。承担这一研究项目的中国专家们既努力学习国外的先进技术，又从自己国家的实际情况出发，创造性地进行实践，较好地完成了任务。044项目的经验说明，发展中国家依靠自己的艰苦努力和良好的国际合作，是能够在不太长的时间内掌握和运用先进的技术和设备的。

中国政府坚定不移地坚持改革开放的政策，强调在充分依靠自己的力量发展经济的同时，积极开展在平等互利基础上的广泛的国际合作和交流活动。044项目在较短时间内取得的显著进步就是自力更生与国际合作相结合的良好范例。

我们期望通过这次会议更好地促进发展中国家的技术进步与海洋石油和天然气资源的开发，促进国际科技合作的进一步发展，以便我们在向自然索取资源的同时，能够共同保护和管理好人类赖以生存的地球的地质环境。

1989年11月30日

前 言

海洋灾害地质及工程地质学,作为海洋地质学中的一门新兴的边缘学科,是60年代随着海洋油气资源的大规模勘探和开发而逐渐发展起来的。我国在这方面的研究虽起步于80年代初,但经过我国广大技术人员的努力,博采世界先进技术之长,积极实践和探索,创立了适合我国特点的一整套技术思路和方法;已获得的成果和经验在国内、外已产生了广泛的影响。国际海洋工程地质会议在广州召开,标志着我国在这一科技领域中已跨进了世界先进行列。本书是这次会议上发表论文的精选。由于参加会议的150多名代表来自世界各大洲的发展国家和发展中国家,因之本书除介绍许多重要的地质调查成果外,更重要的是比较全面地反映了国内、外当前海洋工程地质调查、海洋灾害地质调查的技术方法和基础理论的发展水平,具有很大的参考价值。

对本书的选编工作,有如下几点说明:

1. 在联合国技术合作促进发展部的正式文件中,本次会议的英文名称是“United Nations Meeting on Marine Engineering Geological Survey for Petroleum Development in Developing Countries”,直译是:“为发展中国家石油开发而举行的海洋工程地质调查的联合国国际会议”。这一名称准确、明晰地说明了会议的目的、性质和内容。为简便起见,经联合举办会议的双方酌定,中文简称为“广州国际海洋工程地质讨论会”。

2. 选入本书的论文共28篇,其中译文13篇,中文15篇。限于篇幅,各论文的参考文献全部略去,对中文原稿中的图、表也做了些必要的筛选,在此仅向作者说明,并请鉴谅。

3. 海洋工程地质调查所使用的地震方法均是高分辨率(高频)声学方法,而行文时则往往略去“高分辨率(高频)”这一冠词。各种方法的用名,在国内、外均欠统一。本文选中的浅层剖面系统(Subbottom Profiling System)是指从海底以下至30m左右深度的超声波(3.5kHz、12kHz等)探测系统,有的称之为浅地层剖面系统或海底剖面系统;单道地震系统(Single-Channel Seismic Reflection Profiling System)是指从海底以下至100m左右深度的高分辨率单道模拟地震反射探测系统,震源有轰鸣器(Uniboom)、地脉冲(Geopulse)、3极及9极和多极(50—100极)电火花等,有的译文为保留原文的表达方式而译为“浅层剖面(电火花)”;多道地震系统(Mult-Channel Seismic Reflection Profiling System)是指从海底以下至1000m左右深度的高频多道数字地震反射探测系统,震源有水枪、电火花等,译文中有的简称为“数字地震”,也属之。

4. “Geohazard”一词,国外文献均是灾害地质学科和描述地质灾害因素、现象、特征用语,国内通译为“灾害地质”。本书则统一把学科用语和描述地质灾害因素、现象、特征时的用语分别称为“灾害地质”和“地质灾害”。

5. 海洋工程地质学是一门兼容海洋地质、海洋地球物理、海洋土力学和海洋学的边缘学科。由于选编者专业知识所限,书中的疏漏和错误在所难免,恭请读者指正。

选编者

目 录

中华人民共和国地质矿产部夏国治副部长在开幕式上的讲话摘要(代序)

前言

成功的开拓 成功的合作

——联合国开发计划署援助项目:南海珠江口盆地海洋工程地质调查…冯志强(1)

沿岸、陆架和陆坡沉积……………许靖华(7)

巴西近海土工调查和地球物理调查

…………… Clovis F. D. Machado Jose R. J. C. De Castro (16)

希腊弧近海灾害地质……………George Ferentinos (22)

安哥拉近海井位调查中浅层地质与地球物理的综合研究……………S. Abilio (31)

近海工程地质勘测……………David B. Prior (37)

高分辨率地球物理方法在珠江口盆地海底不稳定性调查中的应用

……………姚伯初 张在朝 李元山 (53)

地质灾害调查中的震源比较……………F. J. (Rick) Quinn, P. Eng. (61)

高分辨率地球物理调查在墨西哥湾油气工业中的应用……………Earl H. Doyle (74)

珠江口盆地海底声学反射类型及岩性特征……………李廷桓 潘毅 詹煌清 (81)

东海陆架中西部地区晚第四纪地震地层学研究……………王舒岐 (90)

墨西哥湾东部内陆架浅层地质、地球物理资料综合解释……………Larry J. Doyle等 (101)

孔下锥探在海洋区域工程地质调查中的应用……………黎维峰 W. R. Bryant (115)

海底地质过程的现场监测……………Joseph N. Suhayda (121)

海底土层勘察成果在海洋平台工程地基设计中的应用……………魏道琛 杨熙章 (130)

发展中国家海洋工程地质与自然环境调查数据库… Frank F. H. Wang (王凤翔) (137)

南海珠江口盆地潜在地质灾害因素的研究……………刘宗惠 欧传峰 (148)

浅层气对海洋石油开发的影响 ……………Alan G. Judd (159)

南海北部陆架区淤泥类土的工程地质特性……………牛作民 薄遵昭 (165)

珠江口盆地第四纪沉积环境及其与土工特性的关系……………陈玲辉 薛万俊 (173)

近海基础工程中地质和土工资料的综合分析……………James R. Hooper (182)

珠江口盆地卫滩北区域工程地质评价……………顾小芸等 (188)

珠江口盆地工程地质条件综合评价……………陈俊仁等 (202)

东海陆架工程地质条件的初步评价……………杨启伦等 (210)

波浪诱发的黄河口水下底坡不稳定性预测模式及其海上实测资料的验证

……………张 琦 杨作升 J. N. Suhayda 等 (219)

海底地貌和水动力及其对管道稳定性的影响

……………Albina COLELLA, Julio E. MELEGARI (228)

老黄河口水下底坡不稳定性研究……………陈卫民 杨作升 D. B. Prior 等 (237)

南海北部第四纪海平面相对变化——据地震资料分析……………鹿高存 冯文科 (250)

CONTANTS

1. Successful Development, Successful Co-operation—UNDP CPR/85
/044; Project Marine Engineering Geological Survey in the Pearl
River Mouth Basin of the South China Sea.....*Feng Zhiqiang* (1)
2. Coast, Shelf and Continental Slope Sedimentation.....*Kenneth J. Hsu* (7)
3. Geotechnical Investigation and Geophysical Survey Offshore Brazil
.....*Clovis F. D. Machado, Jose R. J. C. De Castro* (16)
4. Offshore Geological Hazards in the Hellenic Arc.....*George Ferentinos* (22)
5. Integrated Shallow Geological and Geophysical Studies for Drillsite
Investigation in Offshore Angola.....*S. Abilio* (31)
6. Geological Surveying and Mapping for Offshore Engineering
.....*David B. Prior* (37)
7. Application of High Resolution Geophysical Method for Seafloor
Instability Investigation in the Pearl River Mouth Basin
.....*Yao Bochu, Zhang Zaichao, Li Yuanshan* (53)
8. A Comparison of Sources for Engineering Geohazard Investigations
.....*F. J. (Pick) Quinn P. Eng.* (61)
9. The Usefulness of High Resolution Geophysical Surveying to the
Offshore Oil and Gas Industry—Gulf of Mexico.....*Earl H. Doyle* (74)
10. Correlation of Subbottom Acoustic Reflection Types with Sedi-
ment Characters in the Pearl River Mouth Basin
.....*Li Tinghuan, Pan Yi, Zhan Huangqing* (81)
11. Seismic Stratigraphic Analysis of Late Quaternary on the Shelf
of East China Sea.....*Wang Shutian* (90)
12. A High Resolution Seismic, Side-Scan Sonar, and Surface Sedi-
ment Investigation of the Inner Continental Shelf of the Eastern
Gulf of Mexico between the Destin Dome and the Jay Oil Field,
Florida; An Example of Integration of High Resolution and Deep
Geophysical Networks.....*Larry J. Doyle* (101)
13. Application of Downhole Cone Penetration in Regional Enginee-
ring Geological Investigation.....*Li Weifeng, W. R. Bryant* (115)
14. In-Situ Monitoring of Seafloor Geological Processes
.....*Joseph N. Suhyda* (121)
15. Application of the Exploration Results for Seafloor Soil Deposits
to Foundation Design of the Offshore Platform Engineering

-*Wei Daoduo, Yang Xizhang*(130)
16. Data Base Requirements for Marine Engineering Geological and Natural Environmental Hazards Investigations in Developing Countries*Frank F. H. Wang*(137)
17. Study of Potential Geohazard Factor in the Pearl River Mouth Basin of South China Sea.....*Liu Zonghui, Ou Chuanfeng*(148)
18. The Impacts of Shallow Gas on Marine Petroleum Development*Alan G. Judd*(159)
19. Engineering Geological Characteristics of Sludge on the Northern Shelf of the South China Sea.....*Niu Zuomin, Bo Zunzhao*(165)
20. Quaternary Sedimentary Environment in the Pearl River Mouth Basin and Its Relation with Geotechnical Properties*Chen Linghui, Xue Wanjun*(173)
21. Integrated Geological and Geotechnical Analysis for Offshore Foundation Engineering.....*James R. Hooper*(182)
22. Regional Engineering Geological Assessment of Weitanbei Area in the Pearl River Mouth Basin.....*Gu Xiaoyun et al.* (188)
23. Evaluation of Engineering Geological Conditions in the Pearl River Mouth Basin.....*Chen Junren et al.*(202)
24. Primary Assessment of Engineering Geological Conditions on the Continental Shelf of East China Sea.....*Yang Qilun et al.* (210)
25. A Model of Predicting the Distribution of Wave-Induced Subaqueous Slope Instability in Huanghe(Yellow River)Delta and Its Testing by Field Data*Zhang Qi, Yang Zuosheng, J. N. Suhayda et al.*(219)
26. Seafloor Morphology and Hydrodynamics, and Their Influence on Pipeline Stability.....*Albina COLELLA, Julio E. MELEGARI*(228)
27. The Study of Subaqueous Slope Instability of Old Huanghe (Yellow River) Delta.....*Chen Weimin, Yang Zuosheng, D. B. Prior et al.*(237)
28. Relative Sea Level Change of Quaternary in the North South China Sea—Based on Seismic Data.....*Pang Gaocun, Feng Wenke*(250)

成功的开拓 成功的合作

——联合国开发计划署援助项目：南海珠江口
盆地海洋工程地质调查

冯 志 强

(地质矿产部广州海洋地质调查局)

摘 要

海洋灾害地质及工程地质学，作为海洋地质学中的一门新的边缘学科，是80年代随着海洋油气资源的大规模勘探与开发而逐渐发展起来的。在中国，于80年代初始有服务于石油钻井平台的井位工程地质调查。广州海洋地质调查局于1985年开始在南海珠江口盆地开展的大面积1:20万比例尺的区域海洋灾害地质及工程地质调查，在中国尚属首次。它得到了联合国开发计划署（UNDP）和技术合作促进发展部（UNDTCD）的技术援助。自项目实施以来，在技术、装备、人才培养及成果水平等方面取得了迅速的进步与提高，已居国内先进水平。这在我国是一次具有开拓意义的成功的实践，也是成功的国际技术合作的结晶。

一、序 言

“珠江口盆地海洋工程地质调查”是地质矿产部下达广州海洋地质调查局“七五”期间的重点勘查项目之一，并经地矿部及外经贸部从众多的申请项目中优选出来，获得了UNDP的援助，项目编号为CPR/85/044；任命冯志强为国家项目主任，并聘请D. Prior博士为总技术顾问。项目文件于1985年末确定，从1986年开始执行，为期三年半。由于项目进展的需要，又延长一年半，至1990年结束。UNDP方面援助总额为约170万美元。其中，用于仪器设备购置和资料处理费约95万美元，用于技术培训和考察约30万美元，用于国外专家顾问咨询费约41万美元。这项援助无疑是宝贵的。但项目的投入主要是靠中国政府方面的支持。地矿部的地勘费投入达2000万元人民币，基本保证了海上数据采集、船只、导航、资料处理及行政工资等方面的开支，使项目得以顺利开展。

项目的工作区域为珠江口盆地中部有油气远景的地区，需完成7幅1:20万比例尺的调查，总面积约54 600km²，水深50—700m（图1）。至1989年底，我们已完成200m水深以浅区域的全部海上资料采集工作，编写了4幅1:20万比例尺的成果报告及系列图件，被国内专家评定为优秀级报告。余下的三幅报告在1990年及1991年全部完成。此外，还编写了一本基本适合中国实际情况的《海洋工程地质调查规范（1:20万）》（试行）。这将有助于指导和规范今后我国同类型的工作。1986年至1989年期间，已完成的海上各调查项目的工作量如表1所列。通过大量的实践活动，使我们基本上掌握了先进的技术方法，建立了一支专业化的调查队伍，拥有了比较现代化的仪器装备，大大增强了实施单位——广州海洋地质

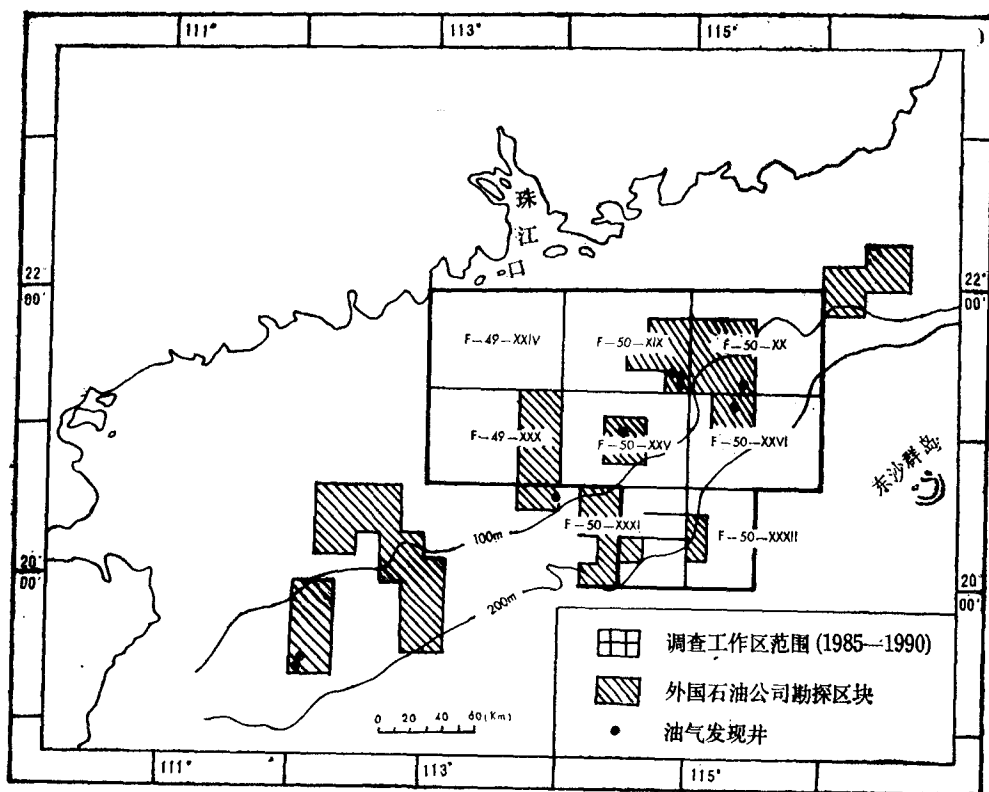


图 1 南海珠江口盆地海洋工程地质调查工区位置图

表 1 海上调查项目及工作量

采集资料类别	数 量 (1986—1989)
测 深	23000 km
旁侧声纳	9210 km
浅层剖面	14300 km
单道地震	20000 km
多道地震	2950 km
柱状取样	250 站位
工程钻及原位测试	4 个孔, 总进尺 430 m

调查局第二海洋地质调查大队的技术能力, 为今后的发展奠定了良好的基础, 较好地完成了项目文件规定的近期发展目标。

二、区域调查资料是制订海洋资源 开发计划的基础

世界各海区的勘探开发经验说明, 开展区域性海洋灾害地质及工程地质调查是极其必

要的。它是海洋开发工作中一项必须的前期工作，可为制订海洋资源的开发规划提供重要的基础性资料，为避免地质灾害事件的发生提供最重要的信息；同时，也为解释场址工程地质条件提供区域背景。一般往往重视场址调查而不重视区域性的基础调查。我们则认为，区域调查对于国家的海洋开发计划具有不可取代的重要意义。

1982年冬，地矿部派出“海底不稳定性技术考察组”，在美国考察了其东西岸外及墨西哥湾区的调查现状、仪器设备及技术成果。考察组回国后，即建议中国政府有计划地开展各海区的区域调查，以适应海洋开发计划的需要，发出“宁可查而无患，不待患而后查”的呼吁。地矿部于1983年首先将“南海珠江口盆地的海底不稳定性研究”列为重点科研项目下达。广州海洋地质调查局（原南海地质调查指挥部）积极筹措资金，购买设备，开展了海上的试验性调查工作，摸索了经验。这为申请“七五”计划立项创造了条件。

三、从世界范围吸收先进的科学技术知识

我们通过派团出国考察，选派青年技术人员到国外培训，聘请国外知名学者和技术专家来华授课、咨询和帮助工作等方式，广泛吸收本学科领域中世界上的先进科学技术知识，使项目一开始就能够奠基在较高的起点上，瞄准世界先进水平，从整个学科发展的全局趋势上来规划项目各个阶段的奋斗目标。

从1986年以来，项目先后派出了4个团组23人次分别考察了美国、英国、荷兰、日本和香港地区的海洋灾害地质、工程地质的调查研究机构、技术状况、主要特色、资料成果及仪器设备，广泛接触了政府地质调查部门、大学、研究院所及海洋仪器生产厂家的专家们，使项目的主要领导和技术骨干心中有了数，大大开阔了眼界，拓宽了思路，搞清了这一技术领域内的基本主流、关键设备及发展方向。这对于制订项目的最佳技术路线起了重要作用。

我们还选派了9名青年技术人员到英、美、荷、加等国具有较高技术水平的公司、研究所、学校，进行不同专业，特别是我们的技术弱点方面的培训工作（表2）。我们感谢这

表2 技术培训机构一览表

培 训 机 构 （培训内容）	国 别
John F. Chance & Associates (地理物理调查)	美 国
Fugro-McClland (土工实验室分析)	荷兰 (分公司)
Fugro-McClland (土工海上原位测试)	英国 (分公司)
Sytech Corporation (多道地震资料处理)	美 国
海洋研究所 (海洋学及旁侧声纳)	英 国
北威尔士大学海洋系 (海洋浅层物探资料解释)	英 国
罗得岛大学海洋工程系 (工程地质)	美 国
加拿大地质调查所大西洋地学中心 (项目管理)	加拿大
DELFT Geotechnics (土工资料解释分析)	荷 兰

些机构给予他们的热情接待和技术训练，既提高了我们的技术水平，又在双方之间筑起了友谊的桥梁。

联合国技术合作促进发展部（UNDTCD）从世界先进国家为项目荐聘的技术顾问（表3），有的是国际知名的学者教授，给项目带来了先进的技术理论；有的是本专业的技术专家，传授给我们熟练的操作技能。他们从不同专业角度提出了许多好的建议，帮助我们克服了一些技术难点。我们衷心感谢他们对项目所作出的杰出贡献。我们还为有D. Prior博士这样的总技术顾问而高兴。他对项目的严格负责态度及友好合作精神，使我们受益良多。

表 3 项目技术顾问一览表

项目顾问姓名	咨 询 内 容	所 属 机 构
Dr. David B. Prior	总技术顾问	原美国路易斯安那州立大学海岸研究所，现加拿大地调所大西洋地学中心
Dr. Armand J. Silva	土工调查及资料分析	美国罗德岛大学海洋工程系
Dr. William R. Bryant	海洋灾害地质分析	美国得克萨斯州农工大学
Dr. Frank P. H. Wang	项目立项及管理	美国地质调查所太平洋分部
Dr. Mahlon M. Ball	海洋地球物理调查及资料处理	美国地质调查所大西洋分部
Dr. Harold W. Olsen	实验室土工仪器及分析	美国地质调查所实验中心
Mr. David R. Nichols	海上多道高频地震资料采集方法及仪器	美国地质调查所大西洋分部
Dr. Brian D. Bornhold	海洋地质灾害调查方法	加拿大地质调查所
Mr. Ivan I. Frydecky	浅层物探调查仪器操作及维修	加拿大地质调查所
Mr. F. J. (Rick) Quinn	多道地震调查及仪器检修	加拿大 Terra 调查公司
Mr. James R. Hooper	土工资料解释	Fugro-McClelland 美国公司
Mr. G. Leon Holloway	钻孔原位测试	Fugro-McClelland 美国公司
Dr. Jack B. Pheasant	振动取样器的验收及海上工作	英国地质调查所

四、逐步实现仪器设备的现代化和系列化

海上调查费用昂贵，且纯工作时间非常宝贵。因此，在技术方法上尽量采用多手段联合作业和配置能采集到高质量数据的现代化仪器装备，是提高调查成果质量的重要保证。本项目开始时只有测深、旁侧声纳、单道地震、电缆质量不高的多道地震和简单的取样及实验仪器，联合国技合部使用援款，通过国际招标及项目顾问咨询等方式，为项目添置补充了浅层剖面仪（三种探头）、2000m旁侧声纳电缆及绞车、24道可变道距高频数字地震电缆及水枪震源、重力活塞取心器、振动取心器、轻便型海底触探仪（starfish）和动单剪仪等现代化仪器装备，逐步完善了对海底表层、海底以下30m、100m和1000m深度范围内四个层次的调查研究手段，加上我们已有的无线电、卫星导航系统和综合实验室，初步形成了从海上数据样品的采集到资料处理、解释、成图和报告编写，从陆架区的调查到

上陆坡较深水区的调查,从物探方法到海底原位测试及一系列沉积学、年代学、土工学实验等构成的一个比较完整的、现代化的综合调查与研究的技术能力。

五、博采众长 创立特色

海洋灾害地质及工程地质学是立足于多学科交叉的边缘学科,并以理论与实践应用之间的紧密结合为重要特点。因此,我们在实际工作中,力求以多学科之间的互相学习、渗透、补充和借鉴作为指导工作的方针,力求多工种调查手段的综合运用,力求对各种资料进行综合分析对比,力求培养出具有多学科知识和多方面实践技能的新一代技术人员队伍。我们在指导实施这一项目时所采用的技术路线如图2所示。经过学习—实践—再学习—再实践这样的艰苦努力,在博采北美西欧各国技术之长的同时,努力探索和创立了具有中国特色、适合中国国情的海洋灾害地质及工程地质调查的路子,这些特色体现在以下四个方面。

(1) 在业务指导思想上,贯彻海洋地质学、海洋地球物理学及海洋土工学等多学科的结合与渗透,作为始终如一的技术原则(图2);

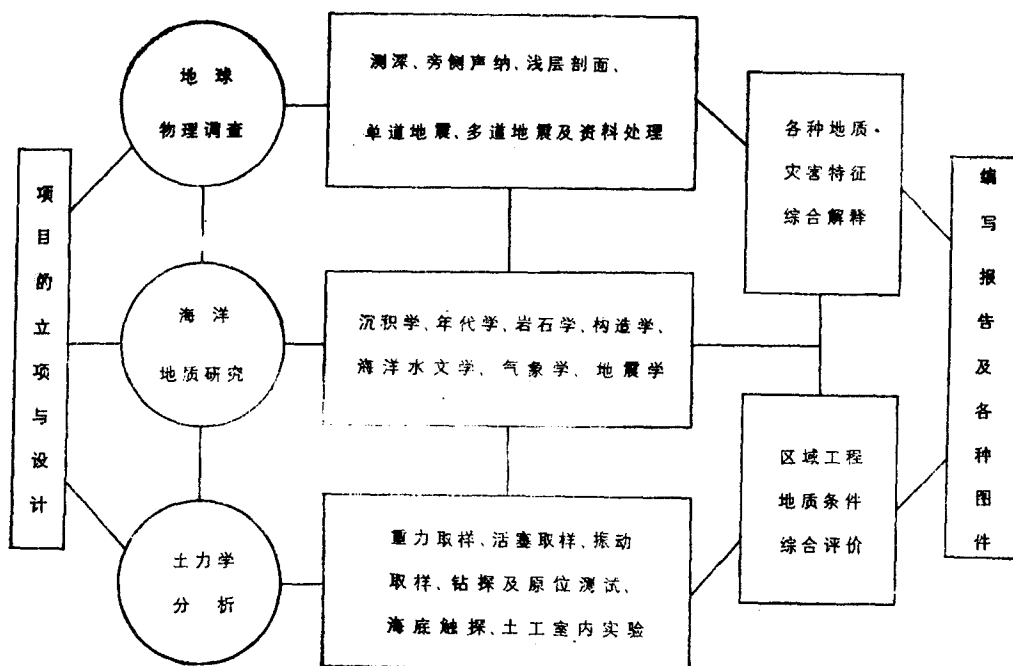


图2 CPR/85/044项目技术路线图

(2) 在调查工作中,实现各种高分辨率地球物理调查手段和各种取样测试方法的综合运用;

(3) 在成果报告中,融合海洋地质灾害因素分析和海底土体工程地质评价于一体;

(4) 在组织工作中,将生产、科研和承包社会服务项目三者统筹兼顾,互促共长,

充分发挥技术、设备和人才的作用，更好地为社会主义的现代化建设事业服务。

六、广泛交流 共同提高

虽然项目取得了进步，但我们没有独家占有这些技术。根据联合国援助项目的有关原则，为了使国内各兄弟单位能共享项目技术，我们于1986年在广州举办了为期一个月的“海洋工程地质培训班”，由项目技术顾问Silva教授、Bryant教授及Ball博士授课。来自国内9单位45名学员参加了培训。1988年及1989年举行了两次项目成果资料的评审会议，对已编出的4幅报告及调查规范草案进行审查和评议，邀请了国内20多个单位50多名专家参加评审，交流了经验。我们还应南太平洋CCOP/SOPAC组织的要求，为其9个成员国的学员举办了海岸第四纪地质与工程地质培训班。这些活动促进了国内同行之间及第三世界国家间的技术交流和共同发展，扩大了项目的影响和受益面。

为了促进本项目同国内、外更广泛的交流，推动发展中国家的技术进步，于1989年11月30日至12月6日由我国地质矿产部和联合国技术合作促进发展部联合召开了广州国际海洋工程地质讨论会，来自20多个国家和地区的130多名专家莅会。我们全面展出了项目的仪器、设备、资料和成果，藉以向世界的同行们切磋和交流，获得了他们的高度评价和赞扬。

七、结论——继往开来，向新目标前进

尽管项目取得了显著成果，被联合国开发署称之为“是援华项目中最成功的范例”，但已取得的成绩只能说是一个良好的开端，为今后长远的发展奠定了良好的基础，我们同世界先进水平相比，还有一定的差距，需要继续前进。项目执行四年来，在技术上提高了两个台阶：一是基本完善了大陆架区的综合调查技术，二是正在进一步学习掌握上陆坡较深水区的调查技术。今后应当向第三个技术台阶——近岸、沿岸区的灾害地质及环境工程地质技术发展。这是更加复杂和困难的领域，也是同人类生活和建设更加密切相关的技术任务。让我们在向新技术领域的进军中，逐步缩短我们同世界先进水平的距离，实现海陆之间工程地质技术的对接，为建立完善的中国海洋灾害地质及工程地质科学技术体系作出新的贡献。

最后，借此机会，再一次向为本项目作出积极贡献的联合国开发计划署北京代表处的Kulesa代表、Morey代表、李少义先生、葛云燕女士，联合国技术合作促进发展部的K. N. MAK先生、Ostrander先生，以及中国国际经济技术交流中心，地矿部石油地质海洋地质局、国际合作司和广州海洋地质调查局的领导和同志们，044项目办公室的同仁致以深切的谢意。

沿岸、陆架和陆坡沉积

许 靖 华

(瑞士理工学院地质系)

摘 要

海岸带和陆架上的沉积过程是河流、波浪和潮汐相互作用的过程,而浊流搬运和沉积作用则在陆坡沉积过程中起着重要作用。不同类型的三角洲和海岸特征是这些沉积作用在起主导作用的不同表现。近海地区的沉积层序记录了整个地质历史中那些地质过程的综合作用。沉降或海平面的变化会导致主动或被动大陆边缘的海侵或海退。而这些变化均可以在地震剖面上看出。

珠江口盆地位于被动大陆边缘的弧后盆地北部。其沉积层序记录了早期的裂谷历史和随后的新第三纪海侵。

沉积层,如砂岩层和碳酸盐礁体是珠江口盆地的潜在碳氢化合物储集层。了解其成因有助于预测它们在地下的走向和分布。对沿岸和陆架过程的认识,对规划各种近海工程项目也是不可缺少的。

一、引 言

这次会议的主要目的是对中国南海近海区域的海洋工程地质调查,尤其是对与加速中国石油开发的前景有关的现状进行评估。应这次会议主持人的要求,我将对沿岸、陆架和陆坡的沉积学作一些简单的回顾,并讨论它与珠江口近海石油勘探和生产之间的关系。要在半小时内对非专业人员作演讲,这确实使人难于从丰富的材料中归纳、选择论题。在准备这篇文章时,我尽量只涉及基本原理,而且只能就沉积学应用于油气地质学的可能性谈谈简单的看法。这个演讲更倾向于提出问题,而不是解答问题。那些希望更深入一步的听众可以从参考资料入手,进而通过美国或其它国家各专业团体举办的各种专门讲座去深入研究。

能在十年前的1979年第一次访华后,再一次来到广州,我感到十分荣幸。对冯志强先生和 David Prior 教授的邀请我表示深深的感谢。

二、三角洲地区的沿岸地质过程

三角洲地区的三个沉积因素是河流、波浪和潮汐。这三者之间的相互作用和相对主导作用就产生了不同类型的三角洲。我将举例说明受河流、波浪和潮汐作用控制的三种类型三角洲。

1. 密西西比河的鸟足状三角洲

密西西比河是世界最大河流之一,但它注入潮汐作用甚微的墨西哥湾。在密西西比三

角洲地区，来自河流的沉积物大大超过由波浪、海流和潮汐搬运的沉积。结果产生冲积作用或河流沉积物的淤积，从而形成鸟足状三角洲（图1）。

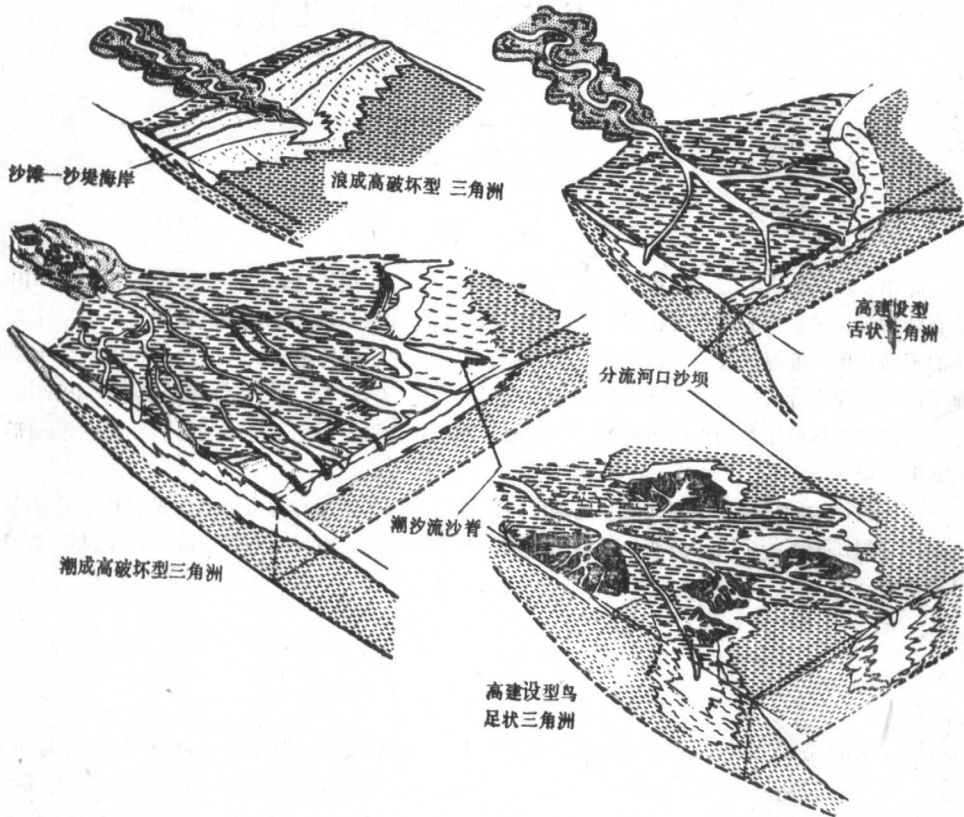


图1 三角洲类型（据Fisher, W. L. 等, 1969）

高建设型三角洲是河流占主导作用的河口常见的三角洲类型，右上方是舌形三角洲，右下方是鸟足状三角洲；高破坏型三角洲有浪成（左上）、潮汐（左下）三角洲

河流的分支形成了各自的天然堤。这些堤坝主要是由粉砂质沉积物组成。砂质沉积物沉积于水流湍急的河道或河口沙坝上（图2）。洪水携带的细粒悬浮物质不是作为淤泥沉积于支流间的沼泽中，就是在悬浮物质到达陆架或前三角洲坡底滞留于向外扩散的羽状体中。

同时，沉积物不断堆积产生了向外突出的“鸟足状”，海岸线由于波浪的侵蚀作用和沉积作用而变成流线型。在密西西比三角洲，还受到侵蚀。砂从泥中分选出来，并堆积于沙滩上或障壁岛上。

由于受地球自转而产生偏转的影响，部分密西西比河的悬浮泥沙被沿岸流冲向西部，进而淤积在路易斯安娜州南沿岸的沼泽中。海岸线还遭到十年一遇或百年一遇的飓风或热带风暴的袭击。被波浪携带到岸边或由局部泥质沉积物中分选出来的砂质沉积物在沿岸沼泽地的边缘形成了狭窄的沙滩。

2. 格兰德河的尖头三角洲

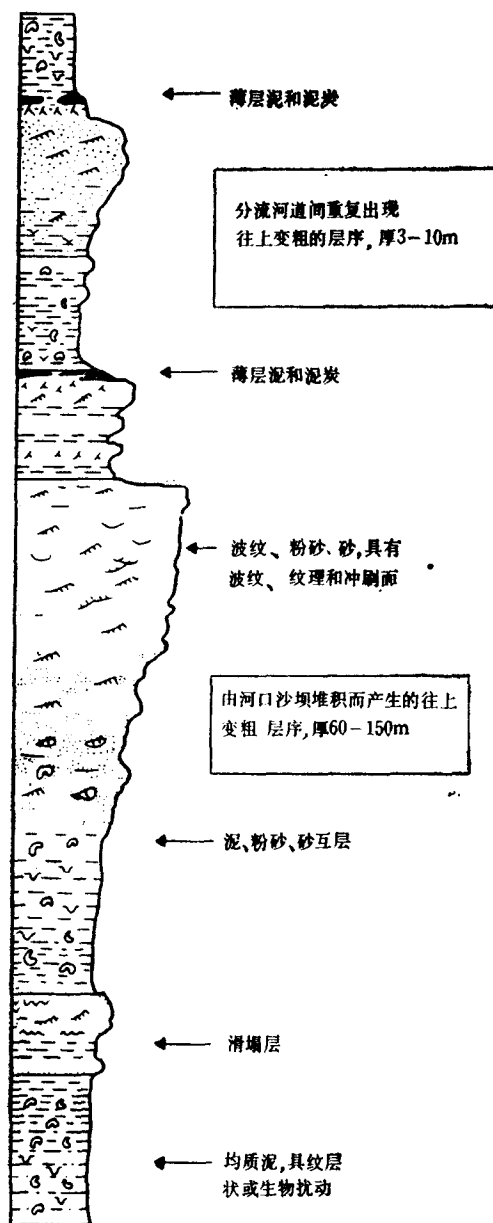


图 2 密西西比河三角洲堆积形成的理想复合层序 (据Coleman, J. M. 等, 1975)

美国和墨西哥之间的格兰德河含有较少的沉积物质；流域面积不太大，且气候干燥。在这个三角洲地区，波浪作用是控制沉积的主要营力。河流所建造的伸入海湾的鸟足状构造被长期的波浪侵蚀作用抵消了。河里的砂与波浪侵蚀到近海底的砂混合为一体，形成尖头三角洲的沙滩脊（图1、3）。一部分砂质沉积向北搬运，形成了马德雷湖东侧长长的障壁岛链。

3. 澳德河潮汐三角洲

密西西比河和尼罗河注入的是内海，而东南亚的河流则注入以潮汐作用为主的太平