

100157

南黄海 第四纪 层型地层 对比

郑光膺 主编

57

科学出版社

南黄海第四纪层型地层对比

郑光膺 主编

科学出版社

1989

内 容 简 介

本书详细介绍了南黄海 25 个站位的柱状样和 5 个钻孔的岩芯样的地质资料,并通过岩性、沉积相、矿物、地球化学、生物化石、古地磁、同位素的综合分析,探讨了该区第四纪的海陆变迁、气候变化、沉积环境和沉积物的来源,划分了第四纪各时期的地层,并与各地第四纪地层进行了对比。作者对第四系下界的确定也提出了自己的看法。本书资料丰富,见解独到,是研究第四纪地层和沉积的宝贵材料,亦可为该区的油气资源勘探、海底工程建设提供科学依据。

本书可供从事第四纪研究、海洋地质研究和海底油气勘察与工程建设的科技人员和高等学校有关专业的教学人员参考。

南黄海第四纪层型地层对比

郑光膺 主编

责任编辑 吴寅泰

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1989 年 7 月 第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1989 年 7 月 第一次印刷 印张: 18 插页: 8

印数: 0001—650 字数: 409,000

ISBN 7-03-001262-3/P·232

定 价: 20.30 元

主编：郑光膺

作者：郑光膺 孙嘉诗 林和茂 朱雄华
高金满 陈正新 衡 平 周墨清
葛宗诗 卢效珍 赵珍清 李 旭
杨美芳

前 言

我国第四纪地质学的研究,在党和国家的关怀和扶持下,经过第四纪地质工作者数十年来不懈的努力,已取得了丰硕的成果,但与我国地质科学相比,仍然是一个薄弱的环节。近几年来,随着我国改革、开放政策的实施,经济建设的发展与需要,人们亟需陆架区环境地质和灾害性地质体对海底设施与工程建设的潜在影响与危害的资料,以保证设计方案和防御措施的完成。因此,关于沿海陆架区第四纪地层的研究,更为人们所向往。从研究趋向看,在经过数十年陆地地质研究以后,许多第四纪基本理论问题,虽经长期研讨,但仍悬而未决。因此,将研究领域从陆地开拓到海域,通过海相第四系的研究,寻求解决第四纪地质某些理论问题的途径,早已为第四纪地质研究者们所翘首以待。我国虽于 70 年代通过黄、东海陆架区的海底柱状样开始了晚更新世以来海相第四系的研究,但整个海相第四系的划分、海陆地层对比和第四系下界的确立等方面仍属空白。这些问题得不到解决,将直接影响着我国第四纪地质学的发展。为缩短与国际第四纪地质学研究的距离,跻身于国际先进行列之林,加速并加强海域第四纪地质的研究工作,已是势在必行。

第四纪地层是第四纪地质学的核心内容。为此,地质矿产部于 1983 年初向海洋地质研究所下达了编号为 83053 的《中国浅海及其相邻陆区第四纪层型地层对比》课题。同年 6 月通过了部级论证后,拨付巨额研究经费进行工作,并限 1987 年完成。根据地质矿产部下达的任务要求,结合当前我国浅海陆架区第四纪地层研究的现状、海域钻探施工条件,遂选择南黄海海域作为第一阶段的工作区,其范围东起 $E 124^{\circ}30'$,西迄江苏响水至南通一线;南至 $N 32^{\circ}15'$,北届 $N 35^{\circ}00'$,总面积约 16 万平方公里。海陆地区共施工 5 个岩芯钻孔,在 25 个站位采取柱状样品,并获 9 个表层沉积物样品,进行了 1145 公里的浅层地球物理调查等。室内进行了沉积学、微体古生物、孢粉、古地磁、碳同位素测年以及氧稳定同位素等多学科的专门性研究,取得了许多重要的研究成果,填补了南黄海陆架区距今 180 万年以来第四纪地层研究的空白。

课题的工作是全组同志通力合作并在科技处和有关同志协助下完成的。参加本书编写的有:孙嘉诗(第一章、第二章第一节、第四章第二节、第六章);卢效珍、赵珍清(第二章第三节,并参与第二章第二节的编写);高金满(第二章第四节);陈正新(第二章第五、六、七节);林和茂、朱雄华(第三章,并为第八章提供了部分编写素材);周墨清、葛宗诗(第四章第一节);衡平、李旭、杨美芳(第五章);郑光膺(前言、第一章、第二章第二节、第七章、第八章及结语)。全书由郑光膺审核定稿。

杨子赓是本研究课题负责人之一,他在主持研究工作过程中付出了许多劳动,做了许多有益的工作。野外工作期间曾参加海上 QC1 钻孔施工、海上地球物理调查;在室内研究阶段,完成了海上 3 个钻孔与柱状岩芯的编录工作。限于健康状况,他主动提出无力参加本书的编写工作。

先后参加及协助野外施工与研究工作的达数十名。其中主要有黄福林、梁传茂、王力波、刘锡清、李国胜、崔一录、周才凡、李从玲、郝先锋、李德培、石文斌、张志珣、王新成、李赶先、魏合龙和王萱等。何起祥所长曾为本书的编写意图与格局提出指导性意见，在此一并致谢。

本书使用的数据，大部分由本所实验室各专业组测试提供；部分氧、碳稳定同位素样品由北京大学地质系实验室测试；部分碳同位素测年样品由中国科学院古脊椎动物与古人类研究所测定；不平衡铀系测年样品由中国科学院地质研究所测定；软体动物化石由中国科学院海洋研究所马绣同等鉴定；部分粘土、地球化学、结核等样品由中国地质科学院实验室测试、分析。特此致谢。

目 录

前言

第一章 研究工作概况	1
第一节 区域研究历史.....	1
第二节 研究区的工作简况.....	2
一、钻探工作与质量评述	2
二、岩芯处理与编录	3
第二章 第四纪沉积	9
第一节 第四纪柱状沉积物.....	9
一、柱状岩芯的岩性描述	9
二、南黄海表层沉积物研究的几点认识	16
第二节 钻孔中第四纪沉积物.....	19
一、QC 1 孔第四纪沉积物	19
二、QC 2 孔第四纪沉积物	25
三、QC 3 孔第四纪沉积物	31
四、QC 4 孔第四纪沉积物	32
五、QC 5 孔第四纪沉积物	36
六、各孔岩相对比后的几点认识	40
第三节 沉积物的粒度特征.....	43
第四节 碎屑矿物特征.....	51
一、表层沉积物中碎屑矿物的分布与组合特征	51
二、钻孔沉积物中碎屑矿物分布与组合特征	54
第五节 粘土矿物特征.....	71
一、粘土矿物样品的采取与处理	71
二、粘土矿物的分析鉴定	71
三、粘土矿物含量变化、组合类型及分布	76
四、粘土矿物的物质来源及成因	79
第六节 沉积地球化学.....	80
一、地球化学分析方法	80
二、地球化学成分分布特征	80
三、地球化学成分的物质来源	84
四、沉积物化学成分的成因	84
五、地球化学成分的环境特征	84
六、微量元素的若干地球化学特征	85
第七节 碎屑沉积物中碳酸盐含量及分布规律.....	87

第三章 化石群与沉积环境	91
第一节 表层沉积物中有孔虫与介形类的分布规律	91
一、有孔虫、介形类组合	91
二、有孔虫、介形类属种分布及其影响因素	99
第二节 柱状岩芯中的有孔虫、介形类化石群及沉积环境	100
一、有孔虫、介形类化石群及其环境分析	101
二、柱状剖面地层划分与对比	107
第三节 钻孔中的化石群及沉积环境	108
一、QC 2 孔化石群特征与沉积环境的分析	109
二、QC 1 孔化石群特征与沉积环境的分析	121
三、QC 3 孔化石群特征与沉积环境的分析	126
四、QC 4 孔化石群特征与沉积环境的分析	130
五、QC 5 孔化石群特征与沉积环境的分析	133
第四节 南黄海海侵层综述与区域对比	140
第四章 古地磁与同位素测年	148
第一节 古地磁	148
一、样品的采集	148
二、样品剩余磁性的稳定性	149
三、样品的测量	154
四、测量结果的分析利用和准确性评价	154
五、成果解释	155
第二节 同位素测年	177
一、 ^{14}C 测年	177
二、不平衡铀系测年	179
三、同位素测年结果说明的几个问题	180
第五章 孢粉与古气候	183
第一节 现代植被与柱状样分析结果	183
一、现代植被	183
二、柱状剖面样品分析结果	186
第二节 钻孔中的孢粉分析	191
一、QC 1 孔孢粉分析	191
二、QC 2 孔孢粉分析	193
三、QC 3 孔孢粉分析	194
四、QC 4 孔孢粉分析	195
五、QC 5 孔孢粉分析	197
第三节 孢粉地层对比	197
一、下更新统	197
二、中更新统	201
三、上更新统	201
四、全新统	201
第四节 古植被古气候变化历史	201

第六章 氧、碳稳定同位素	204
第一节 样品处理与测试	204
一、取样和样品处理	204
二、样品测试	205
第二节 南黄海现代生物碳酸钙壳体的氧、碳同位素特征	205
一、氧同位素	206
二、碳同位素	212
第三节 QC2 孔的氧、碳同位素	216
一、氧同位素	216
二、碳同位素	227
第七章 第四纪地层	229
第一节 第四纪地层的划分	229
一、划分标志与方案	229
二、地层建组	231
三、第四纪地层的划分	234
第二节 关于第四系下界问题	251
第三节 南黄海及其相邻陆区第四纪地层表与区域对比	252
第八章 南黄海及其相邻陆区的环境演化	259
结语	263
参考文献	265
图版说明	269

第一章 研究工作概况

第一节 区域研究历史

第四纪地层学是第四纪地质学的一个分支学科,亦是第四纪地质工作的基础。

数十年来,我国第四纪地层学的研究,已取得了长足的进展,唯第四纪地层的划分、海陆地层对比以及第四系下界等问题的讨论仍方兴未艾,处于资料积累阶段。陆区第四纪地层因受新构造运动与地形、地貌等因素的控制,而具有岩性复杂、岩相变化大、沉积间断发育、地层严重缺失等特点,为地层的划分与区域对比造成困难,直接影响了第四纪地层研究的进展与国民经济建设的日益需要。

为推进这一问题的不断发展,早于本世纪初,国外已着眼于海洋第四系的研究,70年代以来,即已加快了研究的步伐,取得了令人鼓舞的成果。我国海洋第四系的研究,基础尚较薄弱,海域第四纪地质的调查工作虽早于本世纪20年代就已开始,但主要为国外地质工作者,诸如谢帕德、艾默里、新野弘等人所进行的局部性的第四纪表层沉积物工作。国内的海洋综合地质调查工作始于50年代末期,迄今已有三十余年的历史。此项工作由单纯的海底表层底质调查逐渐发展为浅海陆架区第四纪地质的研究。据其调查规模,可概略地划分为初查阶段和发展阶段。前一阶段(1958—1966年),仅进行海底地形和沉积的调查,基本上属于零星的、试点性的、大间距的表层工作,为适应油气调查的需要还进行了海底地震勘探工作;后一阶段(1970年以来)为大规模、较为系统的调查阶段,除进行海上石油资源调查外,中国科学院海洋研究所、同济大学、地质矿产部以及国家海洋局所属单位,均不同程度地进行了较为系统的沉积、构造、生物、水文等多种专业的海洋综合地质调查,提交了较为丰富的成果。尽管如此,海域内专门性第四纪地层的研究,其基础尚嫌薄弱,尤其是早、中更新世地层的研究和第四纪地层表的建立,迄今仍属空白,这当然是工作中的偏颇。

与黄海陆架区相毗邻的长江三角洲区和苏北平原区,二十多年前为解决农田水利资源,已开展第四纪地质学的工作,取得了丰硕成果。这些工作不仅丰富了第四纪地质学的理论宝库,而且亦在发展国民经济中起着举足轻重的作用。

目前研究趋向表明,第四纪地层工作,若仅限于陆地,则有关第四纪的许多基本理论问题仍将难以获得完满解决。海相第四系具有岩相比较为稳定、连续性好、富含生物化石、易于进行年代学研究等特点,因此,立意着眼于海洋,希冀通过海洋第四系的研究,以期对第四纪地层工作的发展有所裨益。通过海洋开发与建设,近来人们认为,海底沉积物的复杂多变,往往导致土体移动与地滑,致使海上建筑下沉、倒塌,海底电缆折断,输油管破裂等灾害性事件不断发生,对海域生产建设带来极大危害。随着海洋工作的蓬勃发展,人们希望对第四纪沉积物的物理力学性质与变化规律有更深入的了解,以制定预防方案,使海底

灾害性事故得以幸免。由此可见,无论是理论上还是经济意义上,加强浅海陆架区及其相邻沿海平原区第四纪地层的研究,都具有开拓性的实际意义。

第二节 研究区的工作简况

一、钻探工作与质量评述

根据研究需要,经对浅海陆架区第四纪地质研究现状与海上钻探施工条件的分析,认为南黄海陆架区地势平坦、坡降较小,海底地貌简单,工作区内最大水深约 81 米,便于海上施工。该区第四纪地层较为发育,具有由陆及海的多种沉积特点。为此遂选择南黄海及与之相邻的沿海平原区作为海域第一阶段的研究区(图 1-1)。

区内共施工 5 个钻孔。海上钻孔由宁波外海航运公司、浙江省水文地质大队施工;陆上钻孔由江苏第一、第二水文地质大队施工,二者均使用 XU-600 型钻机。兹将各孔施工情况列于表 1-1。

表 1-1 南黄海及其相邻陆区岩芯钻孔施工一览表

孔 号	位 置	平均水深 (米)	施工日期	孔深 (米)	岩芯长 (米)	采取率 (%)	终孔层位	距 今 年 龄 (万年)
QC1	E122°30' N32°31'	29.50	1983 年 10 月 27—29 日	117.23	54.52	46.50	下更新统	90
QC2	E122°16' N34°18'	49.05	1984 年 5 月 20—22 日	108.83	98.37	90.40	下更新统	180
QC3	E123°41' N32°42'	39.23	1984 年 6 月 8 日	32.93	18.40	55.90	上更新统	>7
QC4	江苏省 响水县		1983 年 9 月 7—19 日	402.37	337.37	83.90	上新统	» 248
QC5	X:355787.44 Y:21337949.59 Z:3.04		1984 年 9 月 5—10 月 9 日	460.15	393.85	85.60	上新统	» 248

海上钻探船为浙甬机 2 号,载重 600 吨,辅助船为 200 马力的拖轮,负责钻探船的起锚与抛锚。在海上,钻探船用六只锚呈“*”字型固定,水平方向上的最大位移不超过数米。船体固定后,使用钢板焊接加固的直径为 360 毫米的厚壁套管将船体与海底连接起来。

在海上采用劳兰 A 定位,其误差值白天约为 1 海里。据此推算,孔位坐标误差约 1'。

水深测量使用国产-2 型测深仪,其最小测程为 1 米,测量精度约为 98%。

海上钻探采用双管双动反循环钻进,用杭州产优质粘土制泥浆,泥浆一次性消耗,由井底返回后直接进入海水中,这有利于提高岩芯采取率和防止混染。

陆上钻探为单管反循环钻进,坐标系统采用 1954 年北京坐标系,高程采用 1956 年黄海高程系。

1) 1 马力=735.499W,下同。

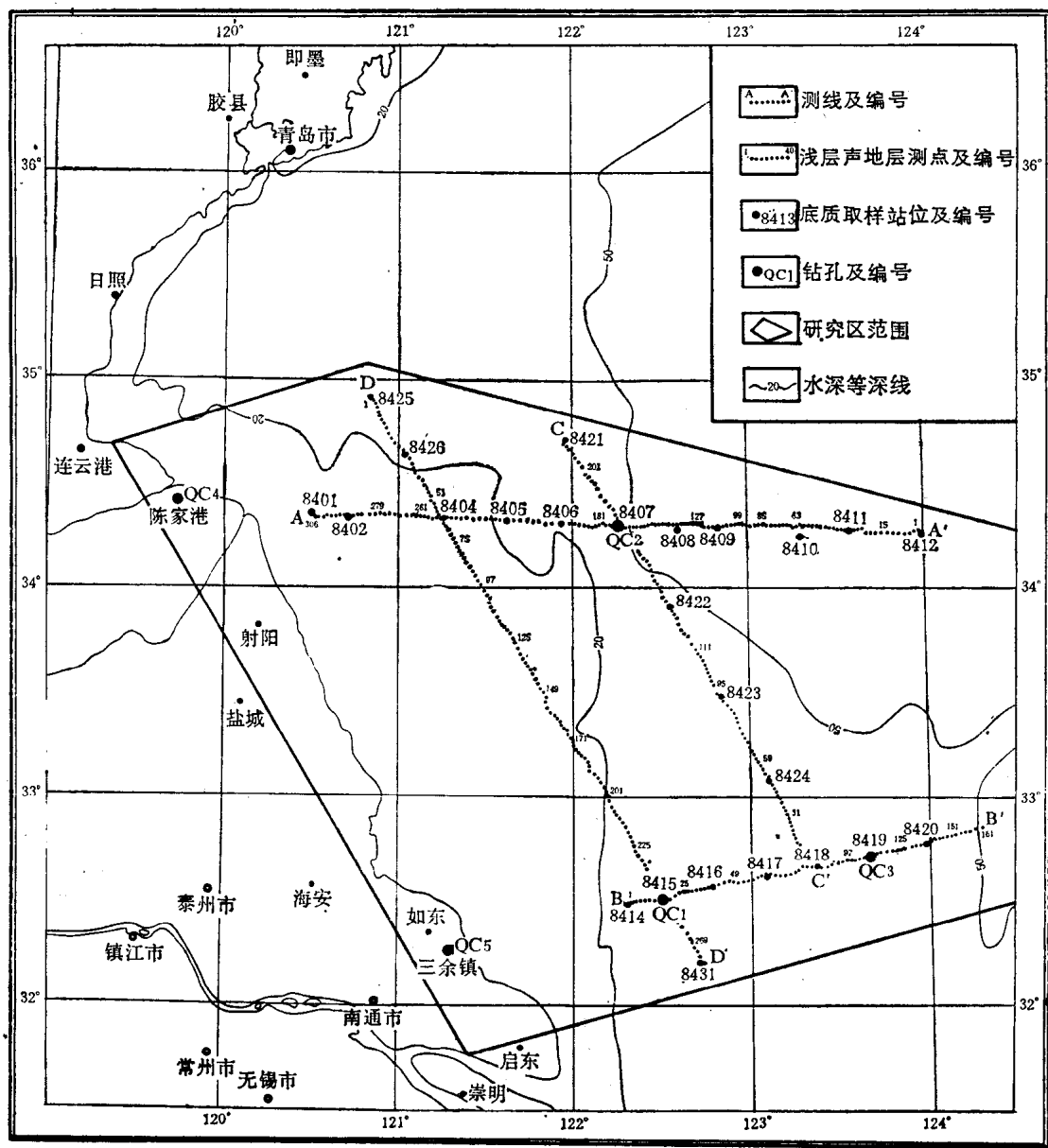


图 1-1 研究区范围与测线、站位、钻孔分布图

钻孔岩芯用泥浆泵从岩芯管中压出后,用棉布包裹,并以清漆、石蜡密封,装入半圆形硬质塑料管中,管的两端用木塞紧塞,管外由铁箍固定,并进行编号。这种封存岩芯的方法既便于长途搬运,亦利于长期保存,避免岩芯干缩破裂与人为扰动,对日后各项研究工作至为重要。

二、岩芯处理与编录

1. 岩芯处理与研究程序

岩芯的处理是在专用的工作室进行的。先用钢丝锯沿岩芯长轴方向锯为两半,

其中一半用铲刀修平进行揭片后,放入分层标签,装入透明的软塑料袋内,抽出气体,密封,置于岩芯架上保存;另一半修平后照相、进行岩性鉴定并按 1:10 比例尺素描。与此同时,采取涂片样品,进行现场鉴定以协助岩性定名,而后按设计需求,按顺序分学科进行取样。所余的岩芯亦装入软塑料袋中保存。

岩芯编录流程详见图 1-2。

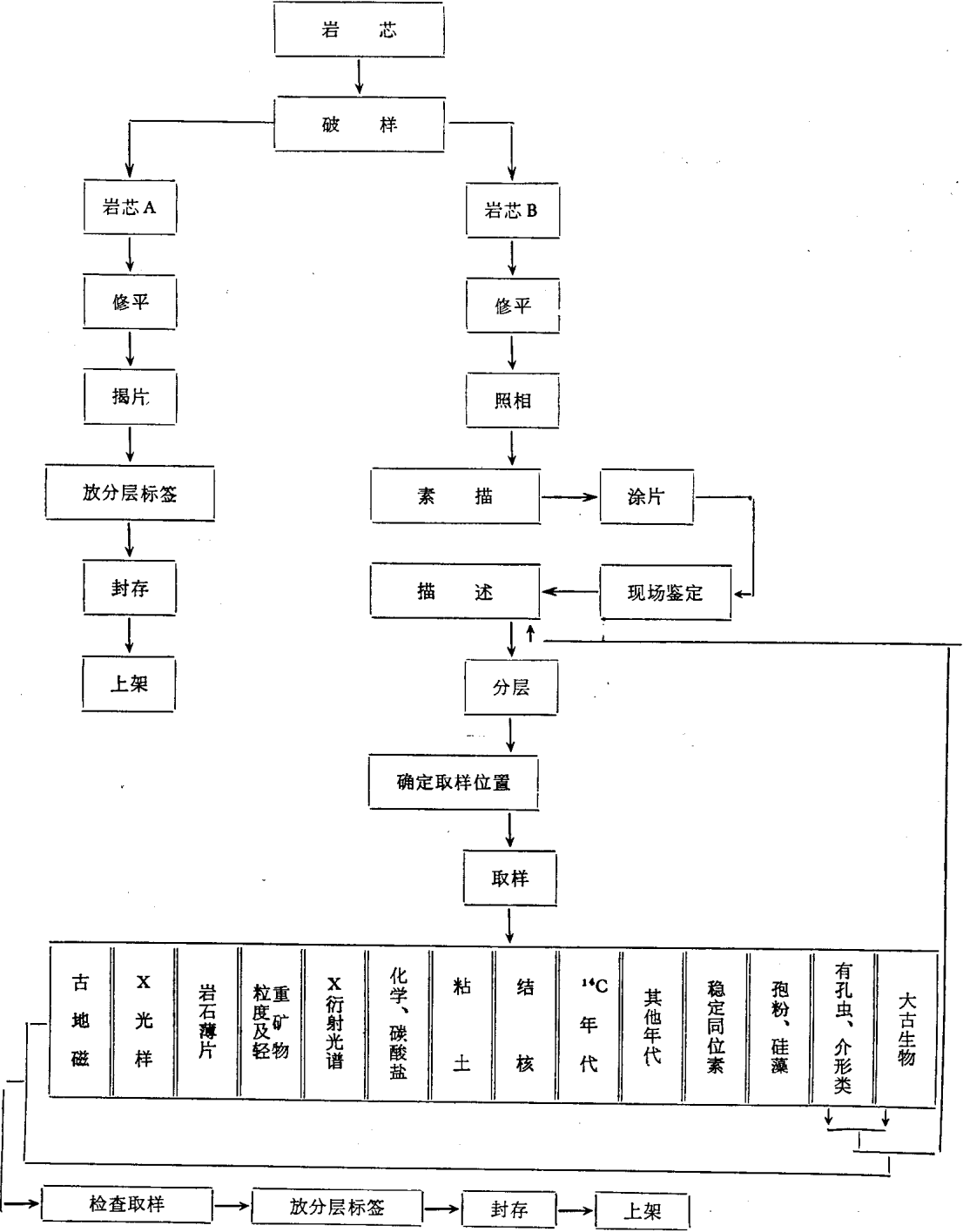


图 1-2 钻孔岩芯室内编录流程图

2. 钻孔岩芯的编录与取样

岩芯编录是按 1:10 比例尺进行的,与此同时,还将沉积物的岩性、粒度、沉积韵律、沉积构造、自生矿物、结核、化石等用一定的符号,按相对大小素描,并进行同步岩性描述,为室内各项研究工作提供可靠的第一性资料。

岩芯的质量评价,除使用岩芯采取率外,岩芯的扰动情况亦是重要指标之一,岩芯的扰动情况分为四种类型。

- (1) 轻微扰动 岩芯仍保持原岩的结构与构造。
- (2) 中等扰动 部分保存原生沉积构造的特征。
- (3) 严重扰动 原生沉积构造已遭破坏。
- (4) 混杂 有其他物质混入。

关于岩性的分类与命名,目前仍用国内通用的等比值(ϕ 标准)粒度分类法(表 1-2)。原始编录时,采用简分法,即除中砂采用公比为 2、中砾为 8 外,余者按公比为 4 进行分类。沉积物的粒组命名按主次粒组原则进行,含量 $<50\%$ 的在前, $>50\%$ 的居后,

表 1-2 沉积物等比值(ϕ 标准)分类表

粒组类型	粒 级 名 称		粒 径 范 围 (毫 米)	$\phi = -\log_2 d$		代 号
	简分法	细分法		d	ϕ	
岩 块	岩 块 (漂砾)	岩 块	>256	256	-8	R
砾 石 (G)	粗 砾	粗 砾	256—128 128—64	128 64	-7 -6	CG
	中 砾	中 砾	64—32 32—16 16—8	32 16 8	-5 -4 -3	MG
	细 砾	细 砾	8—4 4—2	4 2	-2 -1	FG
砂 (S)	粗 砂	极粗砂	2—1	1	0	VCS
		粗 砂	1—0.5	1/2	1	CS
	中 砂	中 砂	0.5—0.25	1/4	2	MS
	细 砂	细 砂	0.25—0.125	1/8	3	FS
		极细砂	0.125—0.063	1/16	4	VFS
粉 砂 (T)	粗粉砂	粗粉砂	0.063—0.032	1/32	5	CT
		中粉砂	0.032—0.016	1/64	6	MT
	细粉砂	细粉砂	0.016—0.008	1/128	7	FT
		极细粉砂	0.008—0.004	1/256	8	VFT
粘 土 (Y)	粘 土	粗粘土	0.004—0.002	1/512	9	CY
			0.002—0.001	1/1024	10	
		细粘土	<0.001	1/2048	11	FY

<20% 的不参加命名(详见表 1-3)。上述原则仅用于编录过程,当详细研究时,则按谢帕德三角图表粒组分类命名(图 1-3)。

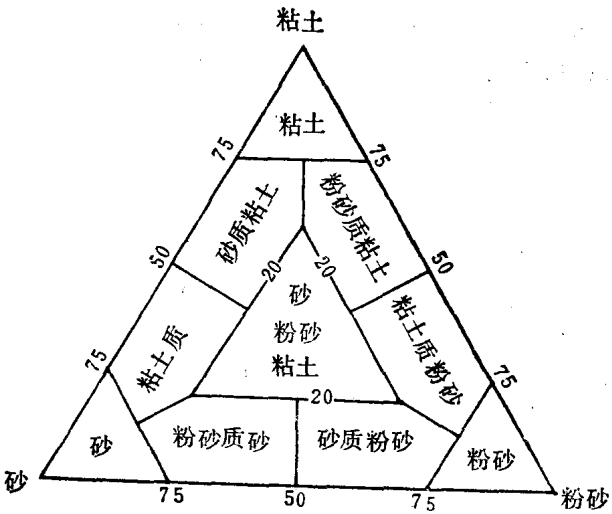


图 1-3 谢帕德三角图表粒组分类命名

样品的采取是根据不同研究目的统一进行的,计有以下种类。

(1) 涂片样品 定量与定性研究透明矿物的成分、含量、形态及粒级特征,以协助沉积物的命名。亦可帮助估计不透明矿物的含量与粒级测定。

表 1-3 沉积物主次粒组命名表

主要粒组 次要粒组	砾石 (G)	砂 (S)	粉砂 (T)	粘土 (Y)
砾石 (G)	砾石	砾砂	砾石质粉砂	砾石质粘土
砂 (S)	砂砾	砂	砂质粉砂	砂质粘土
粉砂 (T)	粉砂质砾石	粉砂质砂	粉砂	粉砂质粘土
粘土 (Y)	粘土质砾石	粘土质砂	粘土质粉砂	粘土

(2) X 光透视样品 研究沉积物的原生和后生构造。用 11 × 7 × 1.2 立方厘米硬质塑料盒在有特殊构造和内部情况不清的岩芯段采取,然后进行 X 光透射拍片。

(3) 切片样品 借以了解原岩的结构构造,对粒序和微构造研究尤为有效。

(4) 古地磁样品 研究沉积物的磁性特征,以专用的古地磁样品盒在细粒级沉积物中采取。

(5) 粒度样品 原则上每层取一个样。

(6) 粘土矿物样品 在粒径 < 2 毫米的细粒级沉积物和粘土成分高的沉积物中采取,进行粘土矿物和细粒沉积物 (< 0.004 毫米) 的矿物学和地球化学研究。

(7) 化学与碳酸盐样品 研究沉积物中各种元素的地球化学与碳酸盐分布特征。

(8) X 光衍射和光谱分析样品 研究沉积物的矿物成分与微量元素的赋存规律。

(9) 孢粉样品与微体化石样品 原则上每层取一个样, 取样间距 0.6—2 米不等。

(10) 古生物样品 借以研究用肉眼能够鉴定的古动物和古植物化石, 按不同类型分门分类取样, 不受层位和岩性的限制。

(11) ^{14}C 测年样品 采取含植物碎屑与含泥炭的粘土及贝壳和结核, 以研究 4 万年以来沉积物的年代。

(12) 铀系测年样品 采取粘土和不纯的碳酸盐、贝壳等。使用铀-钍法研究 >50 万年沉积物的年代值。

(13) 稳定同位素样品 通过沉积物中所含有孔虫的氧、碳同位素的研究, 推测古气候和古环境, 取样间距 30 厘米。

(14) 其他样品 对沉积岩芯中的砾石、各种结核进行单独取样, 进行岩石学、矿物学和地球化学的研究。

以上所取样品只是为了某种研究目的而采取的研究样品, 并不是分析测试样品。每一种研究样品, 可能要进行多项测定, 这些测定项目的编号与原研究样品的编号是一致的。

3. 柱状岩芯的编录与取样

柱状岩芯编录比例尺为 1:20, 其编录程序与钻孔方法基本相同。

柱状岩芯直径为 50 毫米, 由于某些项目的研究要求样品量较大, 因此, 在同一管岩芯上同时进行全面研究是不可能的, 同一管岩芯除岩性研究外, 只能进行一项或数项研究。

4. 照相

为如实记录沉积物中的各种地质特征, 需对编录岩芯进行黑白与彩色照相, 对有特殊

表 1-4 野外工作完成情况

钻探工作量(米)					底质取样(个)				浅层地球物理调查(公里)		
QC1	QC2	QC3	QC4	QC5	取样 站位	抓泥 斗取样	活塞 取样	底水样	浅层地 球物理	回声 测深	旁侧 声纳
117.23	108.83	32.93	402.37	460.15	25	9	31	10	1145	1145	1125

表 1-5 室内工作完成情况

项 目	^{14}C 测 年	铀 系 测 年	古 地 磁	微体 化石		软 体 动 物	孢 粉		粒 度		粘 土 矿 物	氧 稳 定 同 位 素	地 球 化 学	碎 屑 矿 物	化 学 及 碳 酸 盐	涂 片	切 片	结 核	X 光 衍 射	X 光 透 射
				表 层	钻 孔		表 层	钻 孔	表 层	钻 孔										
数量	66	64	2661	66	782	74	87	564	77	432	192	537	160	265	857	1414	412	900	1500	135

意义的地质现象还进行“特写”照相。

5. 揭片

为研究沉积物的结构与构造特征,对钻孔和柱状样岩芯都用乳胶进行揭片,贴于胶合板上。除极少数粘土层的揭片质量较差外,余者质量较好。

此次研究所完成的野外与室内工作量见表 1-4 和表 1-5。