

中国东部灵璧—奉贤 (HQ-13)地学断面图

1: 1 000 000

说明书

陈沪生 周雪清 李道琪 贺绍英 主编

地质出版社

中国东部灵璧—奉贤(HQ-13) 地 学 断 面 图

1:1 000 000

说 明 书

陈沪生 周雪清 李道琪 贺绍英 主编

地 质 出 版 社

内 容 提 要

1:1 000 000 中国东部灵璧—奉贤 (HQ-13) 地学断面图 (含说明书), 是纳入国际岩石圈计划的《中国岩石圈结构构造的地质-地球物理综合研究》项目的重要组成部分。在断面上采用了具有中国特色的全地壳地震反射方法和地壳地震测深、大地电磁、重力、航磁, 在平面条带上采用了重力、航磁、地热、地球化学、地质、钻探、古地磁等方法, 形成了中国第一条以深地震反射法为主的综合地质-地球物理大断面, 对中国东部下扬子地区的地质和地球物理过程作了综合论述, 重点是岩石圈层块结构和演化。具有资料性与学术性共存的特点。《图》含有九组编图要素, 《书》分八章, 汇集了下扬子地区岩石圈运动、形变以及作用过程的丰富信息, 并从地球动力学角度探讨若干区域地质问题和地学基础理论问题。最后还论述了深部地质作用与矿产资源赋存的关系及减轻地质灾害等问题。

本书及图可供从事地质矿产、能源、城市建设、地球物理、地震等科研、教学、生产人员参考使用。

项目从属关系说明

项目名称: 中国岩石圈结构构造的地质-地球物理综合研究

课题名称: 中国东部灵璧—奉贤(HQ-13)地学断面

课题负责人: 陈沪生 任纪舜 周雪清

课题主持单位: 地质矿产部华东石油地质局

课题参加单位: 中国地质科学院地质研究所

课题审定单位: 地质矿产部科学技术司

课题起止年限: 1986年至1989年

断面图编制人员:

主 编 者

陈沪生 周雪清 李道琪 贺绍英

编 者

全地壳反射地震: 黄 玲 神风殿 蒋婉华 褚德志

赵凤英 黄少松

地壳地震测深: 高恩源 韩融平 梁铁成

大地电磁测深: 徐师文 魏 众 杨子健 王锡芬

重力与磁法: 贺绍英 丁少飞 冯如进 戴勤奋 孙世伟

地质: 孙竞雄 李道琪 刘 训 冯克强 牛宝贵 刘志刚

地热: 王良书 李 成

综合: 陈沪生 周雪清 李道琪 贺绍英 孙竞雄

冯克强 蒋婉华 时有全 赵凤英 冯如进 范祖亮

制图设计: 谢良珍

目 录

第一章 前言.....	(1)
第二章 编图概述.....	(4)
第三章 区域地质背景简介.....	(10)
第四章 地球物理场分析.....	(13)
第五章 岩石圈结构特征.....	(32)
第六章 若干地质问题讨论.....	(44)
第七章 岩石圈的演化.....	(52)
第八章 对找矿与减灾的地质意义.....	(56)
参考文献.....	(60)
英文摘要.....	(61)

第一章 前 言

中国东部灵璧—奉贤(HQ-13)地学断面是1983—1985年间下扬子地区的一条区域性地质、地球物理综合剖面。在1986—1990年间,纳入国际岩石圈研究计划,经重新补充和解释后,成为本断面。它西起安徽灵璧(东经 $117^{\circ}32'00''$,北纬 $33^{\circ}33'24''$),经盱眙、天长、扬州、镇江、无锡,东至上海奉贤(东经 $121^{\circ}27'30''$,北纬 $30^{\circ}54'00''$),全长470 km。跨越扬子板块、海胶地体,穿过郯庐断裂,伸入华北板块的东南缘。在该线上进行了重力(465 km)、航磁(480 km)、地壳地震测深(570 km)、大地电磁测深(507 km)、全地壳反射地震(463 km)、大地热流(14个井点),以及钻井地质和地表地质观测。

采用如此多的方法技术,力求取得全地壳的深、浅层资料,是根据第二轮油气普查任务和一轮油气普查经验以及当代地学理论发展趋势作出的。

在第二轮油气普查中,对于“四新”(新地区、新层位、新类型、新深度)这样复杂的对象,必须运用新的观念和理论,采用新的方法技术,取得新的基础资料,形成新的找矿思路。

由一轮油气普查的经验和当今找油气的理论表明,要寻找油气,必须全面地、系统地研究沉积盆地的整体,即盆地的结构、沉积特征,盆地的发生、演变,盆地中各层系的叠置关系、基底性质,盆地与周邻的接触关系以及建立盆地的构造模式和研究其它有关的区域地质问题,才能指出油气的生成、运移、聚集的方向和有利远景区,为选区评价提供可靠的依据。也就是说要进行全盆地、全层系的整体解剖。

当今地学理论和实践也表明,要搞清含油气沉积盆地,仅研究盆地本身是不够的,还必须研究其深部控制因素和相邻构造单元的相互作用。不同类型的地壳,发育不同性质的盆地。盆地所处的大地构造性质和相邻构造的作用不同,其沉积建造、后期改造以及壳幔动力学特点均存在明显差异,对盆地的油气远景具有深远的影响。因此,要研究油气必须研究盆地整体,要研究盆地整体必须在纵向上研究整个地壳乃至整个岩石圈,充分了解壳幔的层块结构特点及其对盆地的控制和影响,在横向上研究与相邻构造单元的关系、差异和相互作用,了解其对盆地的边界条件及对盆地的形成、演化的影响。

从上述思路出发,在一些骨干大剖面上,我们采用了多侧面探索,多方法综合,多重追踪等措施,取得了整个岩石圈丰富的地质信息,它完全符合国际岩石圈研究计划所要求的研究内容。因此,在1986—1990年期间,由地质矿产部科学技术司和石油地质海洋地质局确定把本断面列入国际岩石圈研究计划,成为其中的一条地学断面。

研究本断面时,以1983—1985年期间的解释成果为基础,西端增加了100多公里全地壳反射地震剖面,对重、磁力资料进行了重新解释,对大地电磁测深作二维处理和对地壳地震测深做了二维处理解释,增加了大地热流数据测定和应用,根据全球地学断面(GGT)编图指南的要求结合实际资料编制了岩石圈地学断面。在综合解释时,我们遵循和采用了下列原则和流程:

1. 尊重事实,从实际出发。

2. 解释中实现两次转换。第一次是将地球物理信息,通过定性定量分析、数据处理与已知地质、物探信息对比,转换为地质语言,主要是确定各种地质现象或地质体的空间参数、物性参数及其地质属性等。第二次是将第一次转换所得到的分散、孤立的地质现象或地质体(或称地质因子),上升为地质规律(包括建立地质模式)。

3. 解释工作分三个阶段进行。

第一阶段:单方法的独立综合解释;第二阶段:剖面的多方法的综合解释;第三阶段:剖面与走廊域平面相结合的综合解释。

4. 在整个解释过程中,注意了几个结合:物探与地质相结合;浅部与深部相结合;物探各方法之间相结合;科学方法与经验相结合;当代地学理论与当地的实际情况相结合。

通过对本断面的综合研究取得下列主要成果和认识:

下扬子地区的地壳是由较稳定转向较活动的大陆型地壳;取得了整个岩石圈层块结构和构造特征的基础资料;纵向上可以划分出9个主要地质界面和8个构造层。

9个主要地质界面是:

新生界底面(T_1^0);

印支—燕山期不整合面(T_2^0);

浅变质岩系顶面(T_3^0);

上太古界深成变质岩系顶面(T_4^0);

下太古界深成变质岩系顶面(T_5^0);

下地壳顶面(下地壳塑性层顶面 T_c);

下地壳塑性层底面(T_{cm});

莫霍面(层)(T_m);

近似岩石圈底面(L);

8个构造层是:

陆相中—新生界上叠盆地构造层(包括新生界亚构造层和陆相中生界亚构造层);

海相古—中生界复式褶皱构造层;

浅变质基底构造层;

深成变质磁性基底构造层(包括上太古界亚构造层和下太古界亚构造层);

下地壳塑性构造层(低速高导层);

下地壳波状柔变构造层;

上地幔冷、热不均匀团块构造层(岩石圈上地幔部分);

上地幔高导层。

横向上划出7条深大断裂,并根据这7条断裂和主要地质界面、构造层的差异,划出了6个块体或地体(见表1-1);

以上划出的层块结构,反映了本断面的构造骨架和特征,也基本上反映了下扬子地区岩石圈的基本结构和特征。

在划分本断面层块结构的基础上,结合对地热场、地层岩石绝对年龄、古地磁、构造运动、岩浆活动以及变质作用等资料的综合研究,提出了本区岩石圈演化的可能模式:

陆核与泛洋壳阶段(简称陆核期):主要指25亿年以前太古宙的刚性古老陆核在与古洋壳对立发展过程中不断增生的阶段,太古宙末的海州运动(大别运动)变质-变形构造热

表 1-1

华北板块	海胶地体 (HJ)	扬子板块 (下扬子区部分)				
灵璧块体 (NC-LB)		盱眙-天长块体 (YZ-XT)	扬州-镇江块体 (YZ-YZ)	无锡-苏州块体 (YZ-WS)	昆山-上海块体 (YZ-KS)	
F ₁ 郯庐西界断裂	F ₂ 郯庐东界断裂	F ₃ 响水-盱眙断裂	F ₄ 六合-江浦断裂	F ₅ 宜陵-镇江断裂	F ₆ 孟河-南渡断裂	F ₇ 昆山-吴江断裂

事件, 标志着这一阶段的结束并形成断面上的深成变质基底构造层。

陆原与陆间洋阶段 (简称萌地台期): 主要指 2500—800 Ma 间早、中元古代—晚元古代早期, 由古陆核所形成的陆原和它们之间的陆间洋活动带对立发展阶段, 并使陆原地壳增厚、扩大, 元古宙末的晋宁运动变质-变形构造热事件, 标志着这一阶段的结束与扬子克拉通的基本形成, 同时塑造了断面上浅变质基底构造层。

克拉通与拗拉槽阶段 (简称克拉通期): 主要指 800—230 Ma 间晚元古代震旦纪—早、中三叠世华北、扬子两克拉通与其相邻的秦岭、南华两拗拉槽的对立发展阶段, 经历早古生代末的加里东运动、晚古生代末的海西运动以及中生代的印支运动, 两拗拉槽自东而西渐次关闭消亡, 两克拉通也渐次自东而西对接融合与统一, 并继华北克拉通海西期海退之后, 扬子克拉通在印支期也因自东而西的抬升而表现为海水最终退出。这一阶段形成了断面上海相中、古生界构造层。

前陆与造山带阶段 (简称前陆期): 主要指 230—100 Ma 间晚三叠世—早白垩世期间, 因下扬子板块与周缘板块碰撞拼贴, 在周缘形成造山带的同时, 演化为 (类) 前陆盆地, 发育了推覆褶皱, 形成了类磨拉石建造和火山盆地群。

断陷与断隆阶段 (简称裂谷期): 主要指 100 Ma 以来的晚白垩世至现在这一阶段。它经历了燕山晚期与喜马拉雅期多次断块升降运动, 属中国东部弧后拉张的裂谷带, 发育了一系列的拉张断陷和断隆。

最后两个阶段, 形成断面上的陆相中、新生界构造层。

此外, 对本断面所反映的若干地质问题, 进行了探讨和研究。如两套深浅变质岩基底问题; 海胶地体 (即 1983—1985 年期间划出的双沟推覆带) 是秦岭地体的东延部分; 海胶地体与华北、扬子板块的关系问题; 青阳-涓塘板状花岗岩体的划出; 多重滑移面和多重均衡调节层; 阿尔卑斯期构造演化的时序 (即在断面上可以判别出五期); 以及五大推覆构造系等。这些重大地质问题的探讨与论证, 为研究中国东部的区域地质和今后地学研究, 提供了重要的基础资料。最后, 还对找矿和减灾的地质意义作了初步的探讨。

本书第一稿由各方方法组编写。第二稿由李道琪、贺绍英、孙竞雄、冯克强、周雪清、陈沪生等人编写。最后由陈沪生、周雪清、李道琪三人统一修改定稿。

在编制本断面过程中, 得到各方面的支持和帮助, 在此表示感谢。

第二章 编图概述

本地学断面图是按国际岩石圈计划协调委员会(CC-7)提出的“全球地学断面(GGT)编图指南”和有关要求编制的。沿测线的平面条带图宽100km,比例尺1:100万;剖面图也为1:100万,地表线与地球大地水准面相吻合。断面图共包含12幅图件,分左、右两行排列。

左行自上而下依次为:地质条带图;布格重力异常条带图;航磁异常(ΔT)条带图;地质剖面图(自地表到地下10km);布格重力和航磁异常剖面图;地震反射同相轴与速度结构图;地震界面与电性结构图;地球物理综合解释剖面图;地质解释断面图。右行自上而下为:地学断面地理位置索引图;地学断面构造位置索引图;时-空流程图。

一、地壳地震测深

1. 概况

这项工作是在1984年,由华东石油地质局组织第六物探大队、长春地质学院和国家地震局等单位实施的。共投入151台磁带模拟地震仪,主频2—2.5Hz,台站距1km。震中距分别为300、150、120、90、60、30km。共设置21个炮点,炸药量一般为500—800kg,最大达1800kg(TNT)。所有炮点和测点均经测量定位,与测线偏离很小,共放42炮,获得37炮合格记录,其中优良记录占56.1%。由于采用追逐与反追逐多重连续观测系统有较多互换点可以控制对比,所以能可靠地识别来自地壳上地幔各层的折射波与广角反射波。其中,在郯庐断裂带,有2炮为非纵观测。

2. 资料处理与解释

在有效波识别方面,浅层界面是利用初至折射波即 P_0 波由追逐及反追逐系统的特征界面速度值与波的初至等标志识别及追踪。中深层界面包括 R_m 波(莫霍界面的反射波)的解释是利用广角反射波的运动学与动力学特征,进行强相位对比等,再参考临界点距离,反映在正、反折合走时曲线上的折合速度的大小等因素,追踪广角反射波。

对识别追踪出来的各层有效波绘制时距曲线或折合走时曲线。首先,反演计算各层的深度及有效速度;其次,选择地壳模型,绘制正演理论曲线并与实测曲线比较,直至拟合。从而得到地壳速度结构,即各层界面的深度及各层的速度值。采用二种反演计算方法($T^2-\Delta^2$ 法和剥皮法(PLUCH)).前者适用平界面,后者适用曲界面)和三种正演计算方法(理论走时曲线(HODO),理论走时曲线加波形图和射线跟踪法),用改进后的SEIS-83程序,可以计算出二维介质变化的射线簇。

经过上述正反演拟合计算,取得七个地震界面: P_0 、 R_2 、 R_2^1 、 R_2^0 、 R_3 、 R_m 和 P_m 示于地震界面与电性结构图和地球物理综合解释剖面图中,其中仅 R_2 界面拟合较差, R_2^0 — R_3 ,为低速层,地壳的速度结构示于地震反射同相轴与速度结构图中。

二、全地壳地震反射剖面

1. 概况

全地壳地震反射方法是华东石油地质局第六物探大队在1983—1985年期间,为了能得到全地壳浅、中、深(地壳底部)界面反射而创立的。它解决了在进行石油调查的过程中,同时取得研究深部地质信息的需要。首次在国内做成了可与国外大陆地壳深反射剖面(COCORP)相媲美的地壳深反射剖面。该剖面在长江水域地段及天长县的西北数十公里未能进行测量。陆相中、新生界碎屑岩产状较平缓,有较强的多组反射。海相古、中生界为一套碳酸盐岩和碎屑岩互层,具有或强或弱的反射波组,但断裂发育,界面弯曲,倾角变化大,有火成岩发育,内幕反射波场复杂。莫霍面(层)埋深约30 km,较易得到它的反射。

2. 工作方法

针对上述复杂的地震地质条件,为从根本上改善海相古、中生界内幕反射波的品质和增加信息量,并取得反映地壳、上地幔的多重结构和构造的资料,以宽线地震方法为基础,吸取大陆地壳深反射剖面(COCORP)的某些技术特点,结合下扬子地区的地震地质条件,研究并形成了一套完整的方法技术。

数据采集系统:排列长度1480—2840m,单线叠加次数12—16次,宽线数目5—9条,宽线总叠加次数60—144次,检波器点距40m,矩形面积组合检波,组合基距80m。采用单井或三井激发,单井深度一般为15m,炸药量为15kg,记录长度12s。

资料处理:4s以前的速度主要来自速度谱和速度扫描,深部则采用地壳地震测深的速度成果,根据频谱分析,有效波的频谱主要分布于8—35 Hz之间,深部略有偏低,据此作了相应的时变滤波。为提高分辨率,采用了反褶积,对12s剖面进行宽线总叠加处理。

资料解释:作了地震反射同相轴的 t_0 素描图(地震反射同相轴与速度结构图)。根据反射波组和地震相位特征进行了纵向分层,自浅部新生界底面 T_0^* 到莫霍面 T_m 共划分8个地震界面: T_0^* 、 T_1^* 、 T_2^* 、 T_3^* 、 T_4^* 、 T_5^* 、 T_6^* 和 T_m ,同时还划出了若干条主要断裂。所用速度参数见表2-1。

表 2-1 断面平均速度数据表

t_0 (s)	v (m/s)	h (m)	t_0 (s)	v (m/s)	h (m)	t_0 (s)	v (m/s)	h (m)
0.2	2180	213	3.0	4860	7290	5.8	5620	16298
0.4	2550	510	3.2	4940	7904	6.0	5640	16920
0.6	2920	876	3.4	5000	8500	6.5	5720	18590
0.8	3200	1280	3.6	5060	9108	7.0	5790	20265
1.0	3440	1720	3.8	5140	9766	7.5	5840	21900
1.2	3650	2190	4.0	5190	10380	8.0	5890	23560
1.4	3840	2688	4.2	5280	11088	8.5	5920	25160
1.6	4010	3208	4.4	5320	11704	9.0	6000	27000
1.8	4170	3753	4.6	5370	12351	9.5	6060	28785
2.0	4310	4310	4.8	5420	13009	10.0	6120	30600
2.2	4440	4884	5.0	5460	13650	10.5	6180	32445
2.4	4560	5472	5.2	5500	14300	11.0	6260	34430
2.6	4680	6084	5.4	5550	14985	11.5	6340	36455
2.8	4770	6687	5.6	5580	15621	12.0	6400	38400

三、重 力

1. 概况

重力资料来自地质矿产部华东石油地质局和地球物理地球化学勘探局。其中有1985年编制的1:20万布格重力异常平面图和1983—1984年沿灵璧—奉贤(HQ-13)地学断面地表实测得到的布格重力异常剖面。重力平面测量的精度近 $1 \times 10^{-5} \text{m/s}^2$,重力剖面长475km,点距1km,测量精度 $0.5 \times 10^{-5} \text{m/s}^2$ 。在镇江附近,有15km的长江水域地段未能进行测量。

按卡西尼公式(1930年)计算正常重力场。中间层密度按 $2.67 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 进行改正,编绘出布格重力异常条带图和布格重力和航磁异常剖面图。

根据实测岩样的密度和由弹性波速的推算地壳内各层的密度分别为:新生界 $2.02-2.33 \times 10^3 \text{kg/m}^3$,陆相中生界 $2.51-2.60 \times 10^3 \text{kg/m}^3$,海相中生界与震旦系 $2.7 \times 10^3 \text{kg/m}^3$,浅变质岩系 $2.75 \times 10^3 \text{kg/m}^3$,深成变质岩系 $2.84 \times 10^3 \text{kg/m}^3$,壳内低速层(T_c 与 T_{cm} 之间) $2.78 \times 10^3 \text{kg/m}^3$,下地壳波状柔变构造层 $2.98 \times 10^3 \text{kg/m}^3$,莫霍面以下为 $3.37 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 。岩浆岩中,偏基性的侵入岩的密度较大,如辉长岩、橄榄角闪辉长岩密度在 $2.8-2.9 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 以上;酸性的较低,花岗岩类一般为 $2.59-2.66 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 。地壳内这几大套岩系的起伏与密度变化,岩浆岩的分布等都会引起区域性和局部的重力异常,尤其是陆相中、新生界盆地引起了明显的重力负异常。

由深部弹性波速换算深部密度的公式有好几种,我们主要采用Nafe-Drake公式:

$$\sigma = 2.78 + 0.27(v_p - 6.0) \quad v_p \leq 7.0 \text{ km/s}$$

$$\sigma = 3.05 + 0.33(v_p - 7.0) \quad 7.0 \leq v_p \leq 7.8$$

$$\sigma = 3.05 + 0.33(v_p - 7.0) - 0.1 \quad v_p > 7.8$$

σ : 岩石密度; v_p : 纵波速度,单位km/s。

2. 数据处理

布格重力异常可分解为三部分:根据宽线地震方法所得到的陆相中、新生界盆地的分布,计算出陆相中、新生界盆地的重力异常;在布格重力异常中除去中、新生界盆地的重力异常后,把剩下的重力结果作滤波处理,从而得到另两部分重力异常——区域重力异常与局部重力异常,见图2-1。

上述部分局部重力异常可与局部磁异常对应,它反映出沿测线浅部的基性与中酸性岩体的分布特点,以磁性、密度异常体的形式,定性地示意于地球物理综合解释剖面图中。

四、磁 法

总磁场强度异常 ΔT 资料取自地质矿产部航空物探总队在1984年所作的1:50万航空磁测的结果。航高在长江以北为700m,在长江以南为2100m,测量精度为 $\pm 2.93 \text{ nT}$ 。航磁资料按1980年国际地磁参考场作了正常场改正,绘制航磁 ΔT 异常条带图,并沿灵璧至奉贤的直线切制了航磁 ΔT 异常剖面图(参见布格重力和航磁异常剖面图)。

沉积岩磁性很弱,磁化率小于 $4\pi \times (10-90) \times 10^{-6} \text{ SI}$;前寒武纪变质岩系与岩浆岩的

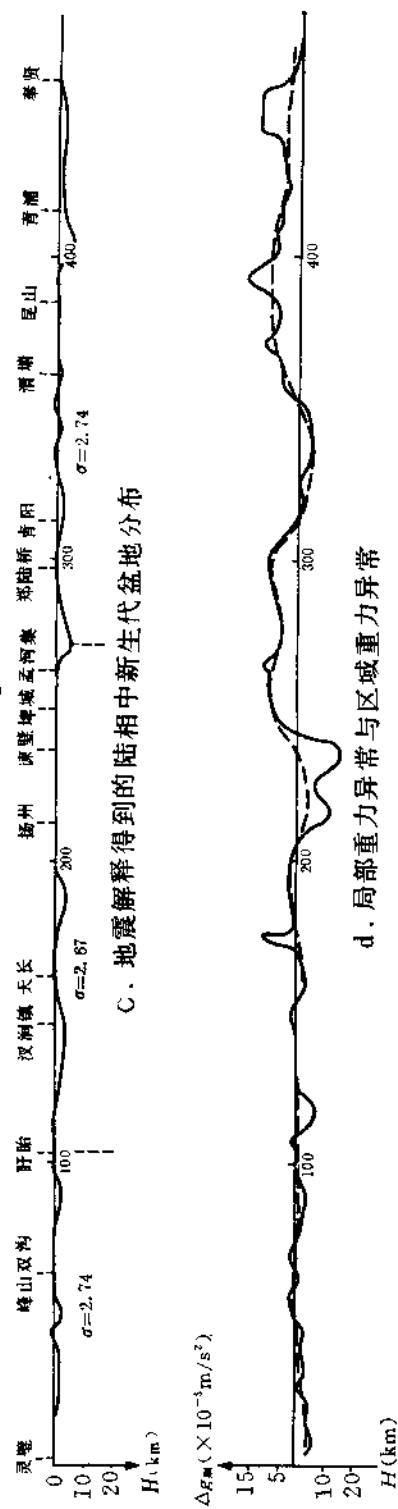
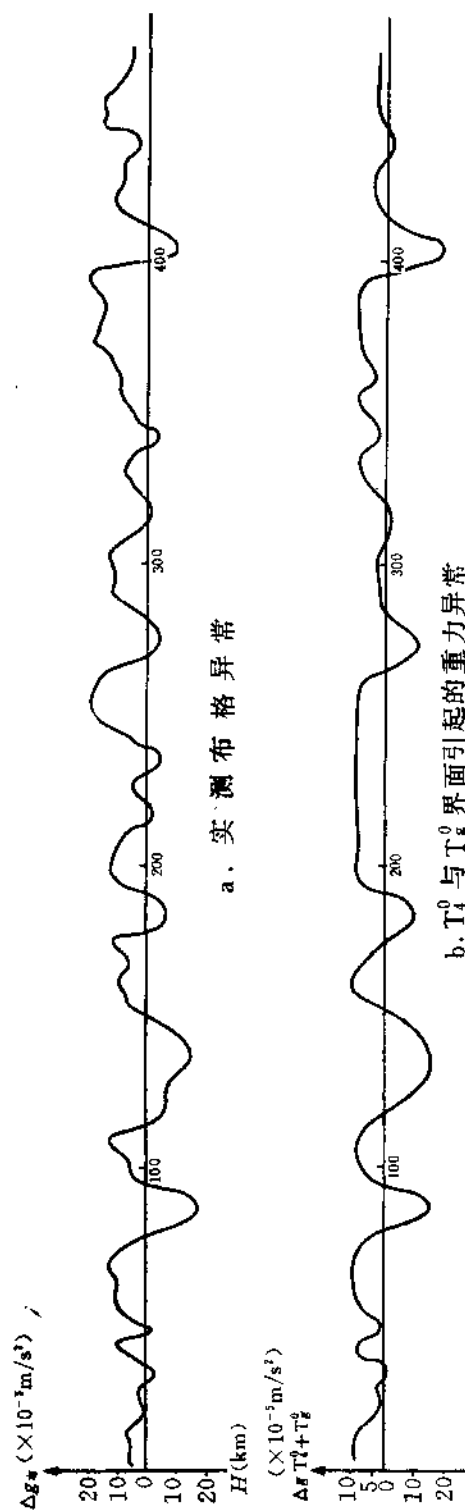


图2-1 HQ-13线布格重力异常的分解

磁化率为 $4\pi \times (50-2000) \times 10^{-8} \text{SI}$, 延深较大, 是引起上述航磁异常的主要因素。

对磁场 ΔT 作函数变换求出磁性基底的面, 其接近 T_1 界面。磁性基底的视磁化方向的倾角值表示在地球物理综合解释剖面图上。

五、大地电磁测深

1. 概况

剖面全长507km, 共完成45个物理点 (其中 $t_{\max} \geq 1000 \text{ s}$ 的深点15个, $t_{\max} \geq 300 \text{ s}$ 的中深点30个), 平均点距12km。由华东石油地质局第六物探大队与长春地质学院合作, 于1983年用模拟大地电磁仪及西德KIM-780-2磁探头进行五分量观测。观测频率为 10^0-10^{-3} Hz 。后来用加拿大凤凰公司数字大地电磁仪对6个点, 美国PROMT-2数字大地电磁仪对10个点作检查观测; 1988年在江阴—昆山段, 又用PROMT-2数字大地电磁仪作了11个点的短剖面。在45个模拟仪观测资料中, 先后三次共27个点用数字仪重复进行了检查观测, 两者结果基本一致。

沿测线观测的大地电磁测深曲线中较有代表性的类型为 K_1 、 H_1 、 K_2 、 H_2 、 K_3 型, 依次反映了从浅部到深部不同的电性层。综合地质、钻井、电测井、电测深、地震及露头电性测定等资料得出, 自浅到深把岩石圈大致划分为7个电性层的结论 (详见第四章)。

2. 资料处理

按一维正演拟合方法对各个测点的观测资料进行解释, 推算了电性层的深度和视电阻率值, 沿测线择其有代表性的电性层示意在地震界面与电性结构图中, 并把上述岩石圈与软流圈间的过渡层、视电阻率为 $40 \Omega \cdot \text{m}$ 等值线的起伏(L)、L与莫霍面(T_m)之间的视电阻率变化示意于地球物理综合解释剖面图中。

六、大地热流

1. 概况

在江苏省所辖地段的断面内, 曾在1988年进行了大地热流测量, 有21口井温资料 (部分来自江苏油田和宜兴煤田勘探部门), 多是在静井15天以后测定的, 仅S133井的静井时间为7天, 故用两次测量的井底温度值。用HY-III型环源岩石热导仪测定了9口井51块岩心的热导率, 测量偏差一般小于5%。根据上述结果, 综合近二年来江苏地热资料, 得到江苏地区的地温梯度和自奥陶系到第三系的灰岩、碎屑岩和火山岩的热导率值等基本参数。

郯庐断裂带与其以西 (华北地区) 的有关地热参数, 引用的是前人资料。

2. 数据处理

由测得的地温梯度和热导率, 按傅里叶定理计算了14口井的大地热流值, 标在地质条带图和地球物理综合解释剖面图的上方。

按一维稳态热传导方程, 分段计算了沿测线各层顶、底面的热流值与温度值, 将计算得到的莫霍面与壳内低速带顶面的界面温度值标在地球物理综合解释剖面图上。

七、地 质 图

地质图件有：100km宽的地质条带图、地质剖面图和时-空流程图等。

1. 地质条带图的编制，是以苏、皖两省区域地质志中的1:50万地质图为基础，对测线经过的主要露头区，如苏州、无锡、江阴及埤城—孟河一带进行野外检查，再将地质体进行合并、删减、修改处理而成的。

2. 地质剖面图为自地表到地下10km左右的地质断面图。它是大体沿宽线地震测线，以直线方式切制而成，剖面线或附近的地质体（如各时代地层，岩浆岩以及主要断层等），按比例尺表示在图上。在浅覆盖区，尽可能剥去第四系；在深覆盖区，参考剖面线上或附近的钻孔及物探资料等成果进行推断。

3. 时-空流程图是根据地质解释断面图上所解释和表示的层块特征，按空间上分布不同的板块或地体及块体，自老至新地表示的各构造旋回、岩浆活动与岩相建造等。同时，用各种不同的符号表示各板块、地体或块体的相互关系，如俯冲、拼贴、焊接、平移、逆冲、拉张以及最终的归并和统一，以此表示各板块、地体及块体的地壳在时间和空间上的演化关系。

第三章 区域地质背景简介

本断面沿线地区被第四系广泛覆盖,只在低山、丘陵部位有小面积出露的第三系及其以下各层位地层。断面沿线通过华北板块的灵璧块体、海胶地体和扬子板块下扬子区以及它们的分界断裂。它们的构造格局及演化进程都各有特点。

一、华北板块的灵璧块体

断面西起华北板块南东部的灵璧块体,已知最古老地层为上太古界五河群,主要为一套低角闪岩相中、深变质岩系,原岩为优地槽构造环境下的次深海-浅海槽盆地型火山-沉积岩系。火山-泥砂质及碳酸盐岩等构成复理式建造。锆石 U-Pb 法年龄值为 2650—1914 Ma; 黑云母 K-Ar 法年龄值为 1952 Ma。表明五河群经历了晚太古代末的霍邱运动及早元古代末凤阳运动构造热事件。经受了强烈的造山运动、区域变质-变形和区域混合岩化作用。邻区下元古界凤阳群不整合在上太古界五河群之上,是一套低绿片岩相变质岩系,原岩为优地槽构造环境下的滨海-浅海盆地型陆源碎屑-碳酸盐岩类复理式建造。白云母 K-Ar 法年龄值为 1878 Ma,大致反映了 1900 Ma 左右的风阳运动构造热事件。经历了强烈的区域变质、变形造山运动。从此,灵璧块体的结晶基底基本形成。

中元古代,本区处于抬升剥蚀状态并趋准平原化。凤阳群已遭强烈剥蚀,五河群广泛暴露。晚元古代普遍海浸,青白口系不整合覆盖在结晶基底之上,从而开始了地台型构造发展阶段。自青白口系至中奥陶系陆表海台地型碳酸盐岩-浅海陆源碎屑岩发育。晚石炭世早期的浅水碳酸盐台地逐渐向浅水碎屑陆棚及滨海沿岸沼泽演化,显示出彼此逐渐分割为小型内陆盆地的构造特征,接受了晚二叠世海陆交互相及陆相碎屑沉积。

印支运动使块体盖层发生褶皱,形成北东向开阔背(向)斜,并抬升成为陆源区。早、中侏罗统不整合在古生界或更老地层之上。

燕山运动早期块体盖层强烈褶皱断裂。燕山运动中、晚期形成大量引张型的断裂,并将块体切割成断陷盆地-凸起剥蚀区的“盆-岭”构造。在断陷盆地中形成了下白垩统中酸性、酸性火山岩、火山碎屑岩——红色碎屑建造。晚第三纪以来的差异抬升,复又导致断陷盆地进一步下沉,在泗县-五河断陷盆地中上第三系和第四系最大厚度达 1000 m。

郯(城)庐(江)断裂带构成了现今华北板块东南缘的边界断裂,在断面通过地区宽约 20 km,由东(F_2)、西(F_1)两条主干断裂构成。东界断裂是最重要的边界断裂。沿断裂地层揉皱、岩石破裂,具糜棱岩化。东界断裂西侧为白垩系陆相红色磨拉石建造,东侧为元古宇海州群。断裂带总体呈地堑结构。断裂带中的五河群,及青白口系可呈地垒结构。在五河群内见北北西-北北东向挤压片理叠加在早期近东西向片麻理之上,岩石普遍破碎、硅化、糜棱岩化。构造透镜体劈理发育。郯庐断裂带具有长期和复杂的演化史,是中国东部极其重要的深断裂带。

二、海 胶 地 体

海胶地体位于苏鲁皖三省交界处。由于晚太古代东海群及元古宙海州群、张八岭群组成的变质岩体的大地构造归宿,长期以来是中国东部令人瞩目的地学问题之一。

海胶地体被夹持在郯庐断裂带东侧深断裂(F_2)和响水-盱眙深断裂(F_3)之间,西为华北板块,东为扬子板块,呈楔状块体向北东方向延展。由于长期剥蚀,上太古界及元古界构成的山根已完全剥露。在断面通过地区,元古界海州群被第四系和上第三系不整合覆盖。在海州地区,海州群不整合覆盖在上太古界东海群之上。东海群同位素年龄值为2796.6—2127Ma;海州群锦屏组年龄值1735 Ma,海州运动的构造热事件使东海群发生变形-变质、造山、区域混合岩化,形成古陆核及其边缘冒地槽型早期沉积盆地,晚期演化为优地槽型沉积盆地。海州群下部锦屏组主要为白云(二云)石英片岩夹白云钠长变粒岩、白云石大理岩、磷灰岩。是中国东部的重要含磷矿层位。属高绿片岩相的角闪石+钠长石变质带,属区域低温动力变质作用类型。其上的云台组以白云钠长变粒岩为主,夹少量白云石英片岩、蓝闪石英片岩、角闪片岩与绿帘角闪钠长变粒岩,与下伏锦屏组整合接触。云台组的原岩:下部以泥质、泥沙质和长石砂岩为主;上部则以酸性熔岩及火山碎屑岩为主。上元古界张八岭群主要分布在海胶地体南部,岩性及变质程度与云台组相似,均属浅变质绿片岩相,同位素年龄值为1050—860Ma。表明在晚元古代早期紧密褶皱、变质造山,构成了本区的克拉通变质基底。地体上缺失震旦系及古生界,可能因长期未接受沉积或沉积后剥蚀殆尽。印支-燕山运动早期的构造热事件,对地体上的老变质岩系产生巨大的叠加和改造作用。燕山运动中期,才在南缘形成半地槽式断陷盆地(洪泽凹陷),接受早白垩世内陆红色碎屑-火山岩沉积建造。后期的强烈拉张,又继续沉积了晚白垩世一早第三纪磨拉石与含膏盐建造。晚第三纪与第四纪时期,仍处于断陷沉降状态,成为现今的洪泽湖河流-沼泽低地地貌景观。

三、扬子板块的下扬子区

扬子板块的下扬子区,西以响水-盱眙断裂(F_3)与海胶地体相邻,其东北部的变质基底可能以长江为界分为两种类型:北西部由浅和中深变质的两套变质基底构成;南东部由下、中元古界埤城群和金山群构成。晋宁运动使其变质-变形、造山,并遭受剥蚀,最终形成变质基底。早震旦世,经历短期“盆-岭”充填,堆积了陆相-海相碎屑岩和冰碛层后,下扬子区东北侧开始广泛海浸,造就台地相为主的构造环境,形成以含磷碳酸盐岩、碳酸盐岩为主的上震旦统至中奥陶统。受华南加里东褶皱带影响,在晚奥陶世至志留纪期间由碳酸盐台地转化为台地斜坡环境,形成较深水-陆架斜坡细碎屑岩建造,局部含硅质及凝灰质。在志留纪晚期局部上隆为剥蚀区。晚泥盆世开始直至早三叠世,形成稳定的陆表海碳酸盐台地相为主的典型沉积。中三叠世沉积有含膏盐蒸发岩的碳酸盐岩地层。

三叠纪后期的印支运动,使盖层和具有一定塑性的浅变质基底发生不同程度的挤压变形,形成较强的褶皱和冲断——推覆构造带及糜棱岩带。

在褶皱-冲断构造带的前缘形成早、中侏罗世沉积盆地。燕山中期,地壳进一步挤压增

厚，形成广泛的重熔型中酸性岩浆侵入。在断陷盆地中堆积了中性火山岩、火山碎屑岩和陆相红色碎屑岩。从晚白垩世早期浦口组沉积时起，下扬子东北部发生明显的差异块断升降运动，苏北部分的地壳因岩石圈上隆而进一步引张断陷，进入喜马拉雅期“盆-岭”构造发展阶段，在断陷盆地中形成了河-湖相含油沉积建造，并伴有多期次的基性岩浆侵入和喷溢；苏南地区则进入区域性抬升阶段，成为剥蚀区。只在一些小型断陷盆地（如常州断陷盆地）中接受了早第三纪河湖相碎屑岩，局部含有膏盐。从晚第三纪开始转化为大型坳陷盆地。