

张功成 徐 宏 王同和 蔡立国 主编

中国含油气盆地构造

TECTONICS AND
STRUCTURAL STYLE
OF PETROLIFEROUS
BASINS IN CHINA



PIP

石油工业出版社

美国石油地质学家协会等资助

Funded by

American Association of
Petroleum Geologists et al.

美国石油地质学家协会等资助

登录号	135200
分类号	P 618.130.2
卷次	151

中国含油气盆地构造

张功成 徐 宏 王同和 蔡立国 主编



石油工业出版社

内 容 提 要

本书是有关中国沉积盆地构造和演化及油气系统的一部文集,共收录论文 28 篇,基本涵盖了我国大、中型盆地和小型盆地群。各篇文章都是从原型盆地的区域构造背景出发,论述了我国近海大陆边缘盆地、裂陷盆地、克拉通盆地、前陆盆地构造地质及其演化特色。讨论了构造对盆地(拗陷、凹陷、洼陷)结构、岩相古地理、沉积充填、区带、圈闭及油气分布等方面的影响和作用;通过区域研究解析了我国主要富含油气盆地的原型盆地类型、结构、复合、叠加关系、基底影响;在理论上提出了先张后压和厚皮伸展盆地是前陆盆地和裂陷盆地成为富含油气盆地的必要条件。论述了不同类型盆地中的油气系统和成藏特点,指出了不同类型盆地的结构单元中构造(圈闭)带的分布规律,讨论了盆地改造作用及对油气成藏的影响,初步论述了我国各主要盆地的油气勘探方向和新领域。

本书可供从事地质、盆地分析、石油地质的科研人员及院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国含油气盆地构造/张功成等主编
北京:石油工业出版社,1999.9
ISBN 7-5021-2778-X

I. 中...

II. 张...

III. ①含油气盆地—地质构造—研究—中国

IV. P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 42955 号

石油工业出版社出版
(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)
北京密云华都印刷厂排版印刷
新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 30.75 印张 780 千字 印 1—1000

1999 年 10 月北京第 1 版 1999 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-2778-X/TE·2178

定价: 68.00 元

序

《中国含油气盆地构造》文集是由美国石油地质学家协会博士生基金项目、国家“八五”和“九五”科技攻关项目等资助的几个课题的研究成果。本书将应用研究与基础研究紧密结合起来、以盆地构造演化的阶段论、活动论、转化论及构造作用的区域性、不均一性、复合性和叠加性理论为指导,对全国大、中、小型盆地进行重新认识,以期探索富油气凹陷形成的构造条件。参加人员包括中国海洋石油总公司、中国石油天然气集团公司、中国新星石油公司及中国科学院和高等院校等一批青年专家。在世纪之交,从实践和理论研究两方面,将过去长期积累所取得的丰富资料,特别是85计划执行以来所取得的新资料与现代前沿理论紧密结合起来,把构造地质学与其它地质学科及有关的高新技术内容联系起来,以构造为主线进行大量的解析、综合和升华,取得的一项重要研究成果,在理论上提炼出了富含油气凹陷形成的构造地质条件,实践上为生产部门指出了一些可供勘探的新领域。

本书以我国沉积盆地的构造学和结构学为重要研究对象,力图恢复原型盆地的构造格局及其演化史,从方法上把造盆与造山结合、盆内构造演化与盆外构造演化统一研究,以系统理论为研究思路,从盆地形成的板块或区域背景开始,通过盆地结构的研究,以及构造与沉积、热场的相关研究进入油气系统的成藏组合分析,最后落实到勘探区带的评价和判断上,这是一个多层次、多尺度、全方位的全国性的系统研究工作。

本书研究与当今整个地球科学的发展是同步的,如把张性地区多层次拆离滑脱构造理论与富生烃断陷盆地和富含油气系统结合起来,把造山-造盆-含油气系统有机的联系,把比较构造地质学的精髓结合到盆地的对比研究中,提出了张性和压性构造域富油气凹陷形成的构造条件。对反转构造结合松辽盆地、渤海盆地、塔里木盆地等作了系统的论述。

本书的篇目划分基本上反映了我国主要含油气盆地的构造特征,每篇文章都具有独立的体系,但都围绕着富含油气凹陷形成的构造条件及其油气勘探新领域这个核心。前两篇论述了中国东部大陆裂陷盆地和大陆边缘盆地的结构和油气聚集。从南海、东海、东北裂谷系(松辽、海拉尔、二连中生代断陷群)、渤海湾盆地、南华北、苏北的新生代断陷盆地的比较构造地质研究中,提出了张性地区富生油凹陷的构造形成条件,即厚皮伸展的裂谷系中厚皮伸展段上形成的断陷是富凹的,特别是富凹的走向与区域伸展方向垂直,其边界主断层以犁式陡倾断层为主,继承性、欠补偿和补偿期发育时间长为特征。第三篇论述了我国三大克拉通盆地的构造与油气分布特征。我国的克拉通盆地形成于震旦纪到古生代末期,在古生代,在盆地主体为克拉通的总轮廓下,盆地边缘受相邻造山带开合事件的影响,表现为大陆边缘和前陆盆地的多期叠加。就改造的强度和期次而言,塔里木盆地是一个改造较强烈的克拉通,四川盆地和鄂尔多斯期是残留的克拉通。与世界典型的克拉通相比,我国的克拉通盆地的演化过程中期边缘都经历过复杂的拉张和挤压的交替叠加改造;内部也发生了复杂的叠加。不整合面在油气运聚方面起了重要作用。第四篇以造山带和前陆盆地的构造相互关系为出发点,在分别研究了准噶尔盆地、吐哈盆地、塔北盆地、塔东南盆地、河西走廊盆地、柴达木盆地、西藏盆地群和新疆中小盆地群的结构构造特征后,提出了我国西部油气勘探的新领域,在理论上提出了前陆盆地的5个基本类型、凹陷的5个结构单元、边缘冲断带前锋的5种类型,明确了前陆盆地的构造迁移与油气运移、聚集及其与相邻造山带活动差异性的关

系，提出了前陆盆地中富含油气凹陷和富油气系统的形成条件。

总之，本书所提出的前陆地区和张性地区富生油气凹陷形成的条件是“先张后压”和“厚皮伸展”的认识，指出克拉通早期演化的裂陷作用及不整合在克拉通盆地油气聚集中的控制作用，是从我国的大量实际资料总结出来的，具有新意。在每篇文章中，作者都指出了研究区的潜在勘探新领域，对进一步油气勘探有一定的指导作用。

该书是我国青年一代石油地质专家的重要研究成果，包容着新一代专家的学术思想和理论认识，有待在今后的实践中检验、完善和发展。我高兴地看到年轻一代在我国的石油工业中正逐渐发挥着重要的作用。



中国海洋石油总公司总地质师

1999年6月8日于北京

前 言

“中国含油气盆地构造”是一个需要反复实践、反复认识、不断提高、持续探索的重大的课题。该课题在理论构架上由4个不同层次的部分组成：1) 中国含油气盆地区域构造，主要研究盆地所在区域构造单元在盆地形成前期、形成过程中及形成期后的构造作用及所造成的结果，搞清盆地内部和盆地外部、浅层和深层、沉积和构造等的关系；2) 中国含油气盆地类型和结构，叠加性和复合性是我国多旋回演化的沉积盆地的突出特色，叠加大多表现为非继承性的垂向关系，其间存在构造的反转、构造的迁移和构造的转化及剥蚀改造，复合也不一定是同一时期的同种类型盆地的空间上的简单的联合，区分组成现今残存盆地的各个原型盆地对于分析油气勘探的目的层意义至关重要。盆地的基本类型包括裂陷盆地、前陆盆地、克拉通盆地和走滑盆地，其结构大多表现为不对称的凹陷形态，但在边界断层性质及其发育与否等方面存在本质的差别；3) 中国含油气盆地的局部构造和圈闭，局部构造是油气勘探的直接目标，按照地球动力学可分为伸展类构造样式、压缩类构造样式、扭动类构造样式、重力类构造样式和叠加类构造样式（如反转构造）。但生产上从评价的角度把局部构造分为背斜、断背斜、断鼻和断块等构造，以及与构造作用有关的地层油气藏，岩性油气藏也是在一定的构造背景下形成的。之所以把背斜构造排在首位，是因为近100多年来，我国和世界其它地区所发现的巨型油气聚集绝大多数都发生在背斜圈闭里。局部构造在盆地中常有序分布，与盆地结构有一致性。4) 节理-裂缝与油气藏，主要指节理和裂缝尺度的构造在油气成藏中的作用，在泥岩、碳酸盐岩、花岗岩、变质岩中都发现了与裂缝有关的油气，区域性的裂缝带与油气聚集的方向也有密切的关系。

李四光提出的华夏沉降带、朱夏提出的两个时代两个体制的学说（古生代为槽-台体制、中生代板块体制）、王尚文、李德生所提出的我国东部拉张、西部挤压、中部过渡的造盆作用都从宏观上论述了我国含油气盆地的区域构造。阎敦实于70年代提出的箕状断陷理论，茹克在80年代提出的半地堑及其组合叠加模式及幕式裂陷理论都使我国盆地结构的研究向前有了很大的提高。龚再升在70年代末-80年代提出了富油气凹陷的理论体系使盆地研究向实践迈进了一大步。刘和甫、王燮培及我国石油行业的广大勘探人员对盆地的局部构造作了大量的实际作图工作和理论上的分析归纳和模式化研究。节理-裂缝与油气藏的研究已经有不少发现。

本书的各项研究就是在包括如上研究在内的基础上进行的。在区域研究方面，作者等将前人的宏观的概念推进到具体的地质单元和构造过程，提出了新的认识。如在西部前陆盆地的研究中把山盆的关系落实到各别山和响应的盆，从大量的研究中总结出了5种山-盆关系；在盆地结构方面除了探讨伸展构造域的半地堑组合关系外，还对克拉通盆地、前陆盆地、走滑盆地的结构进行了解析和原型盆地的恢复。在局部构造的研究上对反转构造这一新发现的构造类型等进行了系统的研究和模式化分析。本书对节理-裂缝级的构造限于篇幅未作论述，以待来日完成。本书以盆地结构研究为中心，把盆地置于特定的时空背景、又把烃源岩、圈闭带置于特定的盆地结构内部，把油气体系与特定的盆地原型联系起来，从而构架成有机的整体。本书始终都没有把盆地结构的研究当作一个静态的物质体系，而是在演化的过程中考察盆地的特征，通过对比研究提出了“伸展盆地和前陆盆地富油气凹陷的形成条件

分别是厚皮伸展和先张后压”。从而使本书的研究既有大量的新资料，特别是国家 85 规划以来的新成果，更有了自身的理论内核。作者等把理论的概念又推广到我国几乎所有盆地的研究当中，指出了油气勘探的新领域、新地区和新层系。

编辑本书的直接动因是作者觉得有必要“从富含油气凹陷形成与分布及对油气的控制作用”这一角度对我国的含油气盆地作一系统的考察，对我国的勘探新领域作些探索。为此邀请了在全国不同盆地近年来作过大量工作且有突破性进展的我国三大石油公司、科学院和高等院校的生产一线的总地质师等和科研一线的专家教授 40 余位共同协作编撰成书。全书由张功成、王同和、徐宏统稿、补改、审定。

在松辽盆地反转构造研究与深部构造研究、南海北部边缘盆地的富生烃凹陷研究、塔里木盆地构造研究等方面，4 次得到了美国石油地质学家协会的资助。其它成果多为国家、地矿部、石油天然气集团公司、海洋石油总公司、新星石油公司的最新研究成果。在出版方面得到大庆石油勘探开发科学研究所和石油工业出版社的大力资助。

在研究过程中，得到王鸿祯院士、翟光明院士、田在艺院士、中国海洋石油总公司龚再升总地质师、茹克总地质师、勘探部副经理朱伟林博士、勘探部崔早云处长、中国海洋石油勘探开发研究中心杨川恒主任、刘文波副主任、何汉漪总地质师、张宽副总地质师、勘探部崔炯成副经理、中国石油天然气集团公司北京石油科学技术研究院副院长赵文智教授、石油地质所副所长薛良清教授（博士）、主任地质师靳久强教授（博士）、中国石化集团公司油田部总地质师蔡希源教授（博士）、中国地质大学刘和甫教授、陈发景教授的指导、西北石油地质研究所副所长兼总地质师王新民博士的指导，龚再升教授在百忙之中为本书作序并予以热情鼓励，谨表衷心的感谢。对于参加本书撰写的各位作者表示真诚的感谢和良好的祝愿！林永汉高级工程师在编辑过程中作了许多工作，一同表示谢意。

张功成（博士）

中国海洋石油总公司勘探开发研究中心

1999 年 6 月 8 日

目 录

第一篇 近海大陆边缘盆地

莺歌海盆地结构构造与天然气成藏机制	王彦	何将启	(3)			
琼东南盆地构造演化与含油气系统	刘铁树	梁建设	杨国忠	陶维祥	官少波	(29)
北部湾盆地幕式裂陷作用及油气					江文荣	(42)
珠江口盆地西部构造沉积演化与含油气系统					吴培康	(53)
珠江口盆地东部地质构造背景与含油气系统				张群英	邓汉男	(69)
东海盆地构造与油气前景					王国纯	(84)
渤海盆地构造格局与富含油气系统					张功成	(94)

第二篇 裂陷盆地

松辽盆地构造特征与油气	张功成	徐宏	朱德丰	(111)	
海拉尔盆地断陷结构与含油气系统	张晓东	徐宏	张功成	(126)	
二连裂谷盆地石油构造分析	王同和	娄占伟	李心宁	(140)	
二连盆地洼槽控油规律与油气勘探前景	张文朝	祝玉衡	杜金虎	(167)	
伊通地堑构造及油气资源的分布与评价			李大伟	(177)	
渤海湾盆地构造演化与油气分布规律	王同和	李红革	张功成	李心宁	(187)
南华北中、新生代盆地构造特征	张功成	王定一	吕锡敏	(201)	
苏北盆地富油气凹陷形成条件及油气聚集特征	陈荔青	卫自立	雷一心	(213)	

第三篇 克拉通盆地

塔里木盆地的原型结构与叠加控油作用	康志宏	汤良杰	秦德余	(233)
鄂尔多斯盆地构造演化与油气聚集	王同和	韩宇春	李红革	(261)
四川盆地形成演化及天然气基本特征			蔡立国	(291)

第四篇 前陆盆地

准噶尔盆地与相邻造山带的关系及其构造演化	张功成 (317)
吐哈前陆盆地演化与构造样式	蔡立国 (350)
新疆中小型沉积盆地构造—沉积特征	吴晓智 向书政 李策 张功成 (378)
塔北—满加尔早古生代前陆盆地演化	蔡立国 (387)
塔里木盆地东南走滑型前陆盆地	蔡立国 (410)
柴达木盆地的构造迁移与油气	王同和 娄占伟 韩宇春 (421)
贺西地区盆地构造特征与油气分布	赵应成 王新民 袁剑英 魏东涛 (435)
鄂尔多斯西缘中生代前陆盆地的形成与演化	王玉新 (444)
川西古生代沉积盆地的性质与特征	蔡立国 (453)
西藏含油气盆地原型叠加关系及其油气资源潜力	王同和 张功成 李心宁 (468)

第一篇 近海大陆边缘盆地

莺歌海盆地结构构造与 天然气成藏机制

王 彦 何将启

(中国海洋石油勘探开发研究中心)

莺歌海盆地位于海南岛和中南半岛之间,北为广西壮族自治区,南与南中国海过渡。盆地总体走向北西-南东,外廓近菱形,面积约 $12 \times 10^4 \text{km}^2$ 。由于盆地的快速沉降及沉积物的快速充填,在盆地内沉积了巨厚的沉积物,沉积速率在 $0.5 \sim 1.4 \text{mm/a}$ 范围,沉降速率在 $0.10 \sim 0.50 \text{mm/a}$,第三系沉积厚度可达 $15 \sim 17 \text{km}$,其中上第三系沉积厚度可达 $8000 \sim 10000 \text{m}$ 。平均地温梯度 $3.5 \sim 4.25^\circ\text{C}/100\text{m}$,最高可达 $6.25^\circ\text{C}/100\text{m}$,压力梯度 $18 \sim 22 \text{kPa/m}$,压力系数可高达 $1.6 \sim 2.2$,是世界上典型的快速沉降、快速沉积、高地温梯度和高压梯度热能量型盆地。

该盆地油气勘探由 70 年代中期至今经历了自营、对外合作、自营三大阶段。1978 年自营在该区钻莺 2 井见到良好气显示,随之进入对外合作阶段,经过 30 多家外国分公司的早期评价认为盆地缺乏好的烃源岩和储层,构造也无大的发现,因此对外招标未获得满意结果,勘探几乎停了 10 年。进入 90 年代,经过勘探家的认真研究,重新评价莺歌海盆地,发现中央底辟带众多的背斜和三角州、河道砂、风暴砂等地层圈闭。并且认为中新统梅山组、三亚组可能有较好的烃源岩。首选 DF1-1-1 井钻探获得成功(图 1),获得了日产 $78 \times 10^4 \text{m}^3$ 天然气,突破了盆地的出气关。此后重点在中央底辟带开展了油气勘探,又发现了 LD15-1 气田、DF29-1 气田, LD22-1 气田、LD8-1 气田及五个含气构造,使勘探进入了高潮阶段,目前已探明天然气储量 $2000 \times 10^8 \text{m}^3$, 同时又在莺东斜破带进行了岩性圈闭类型的勘探,在 LT-1-1-1 井获得了 $23 \times 10^4 \text{m}^3$ 的优质天然气,开辟了勘探的又一新领域。随着勘探的不断深入及地球物理先进技术的引进,应用叠前深度偏移技术成像,发现在中央底辟带的中深层(中新统黄流组地层中)存在一批面积大、幅度高的背斜圈闭,DF1-1-1C 井已钻遇这一地层约 100m 厚,并获得 $2 \times 10^4 \text{m}^3$ 天然气,这使莺歌海盆地油气勘探又将跨入一个具有很大前景的勘探新领域。莺歌海盆地不仅蕴含着丰富的天然气资源,具有极大的经济研究价值,同时盆地内高温高压特征和盆地中央众多的底辟构造以及盆地的形成演化机制等的研究也具有重要的理论意义。

一、区域地质特征

在大地构造上莺歌海盆地夹持在印支、华南两个微板块之间。从布格重力异常图(图 2)上看到,布格异常等值线以北西向为主,在盆地的西南和东北有局部走向为北东的等值线分布。相对于其它盆地,莺歌海盆地异常等值线分布稀疏,构造变化相对较弱,异常形态单一。在磁异常分布图上,莺歌海盆地表现为磁异常平静区,等值线稀疏,背景值为负异常

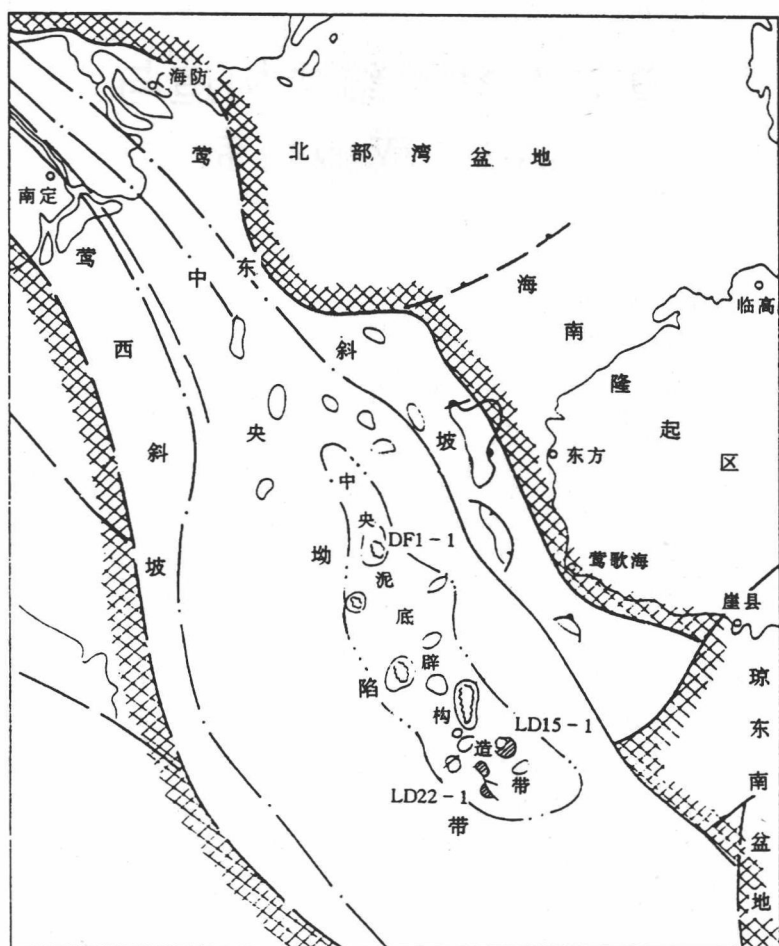


图1 莺歌海盆地位置图

区，主要是由深部异常引起的。张启明等（1994）从重磁力异常图上解释结果认为莫霍面最浅埋深 22km（图 3），形似长垣隆起，向四周下倾，走向北西，分布在布格重力异常梯度带上，密度基底图（图 4）上显示出南北两个中心，北部比较深为 17km，南部的比较浅为 16km，磁性物体最小埋深 15km，磁性物体与密度基底之间相差 23km。据钻井资料及重磁资料分析，推断盆地基底岩石主要为中生代—古生代的沉积岩和中生代的中、酸性侵入岩、玄武岩等（图 5）。盆地内沉积地层自下而上依次为始新统（？）、渐新统崖城组、陵水组、下中新统三亚组、中中新统梅山组、上中新统黄流组、上新统莺歌海组及第四系地层（图 6）。

盆地内井孔测温表明地温梯度很高，一般在 $4.0^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 以上，高者达 $6.28^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 以上（LD30-1-1A），盆地内底辟部位平均地温梯度为 $4.12^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ （表 1）。

莺歌海盆地的这种高温特征与盆地的成因有关，夏戡原（1997）认为在莺歌海盆地下部有地幔隆起，它与琼东南盆地和西沙海槽相连，形成一条巨大的上地幔隆起带，由于地幔隆起使得地壳受到强烈拉伸后减薄，盆地基底之下有充足的热源供给。根据定量动力学模拟成果，莺歌海盆地岩石圈的厚度为 55~60km（李思田、杨甲明，1997），比盆地周围的岩石

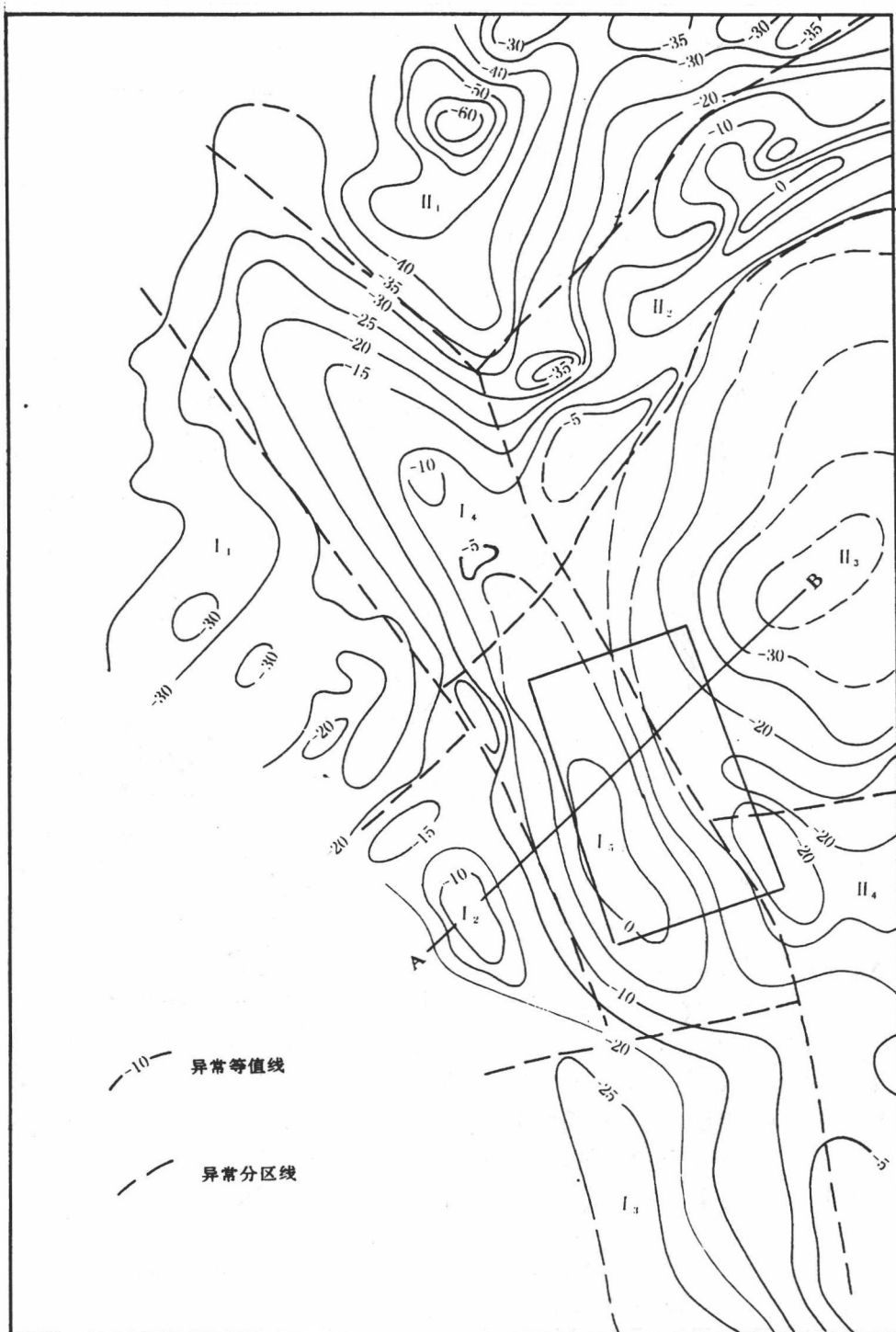


图2 莺歌海盆地布格重力 (mGal) 异常图

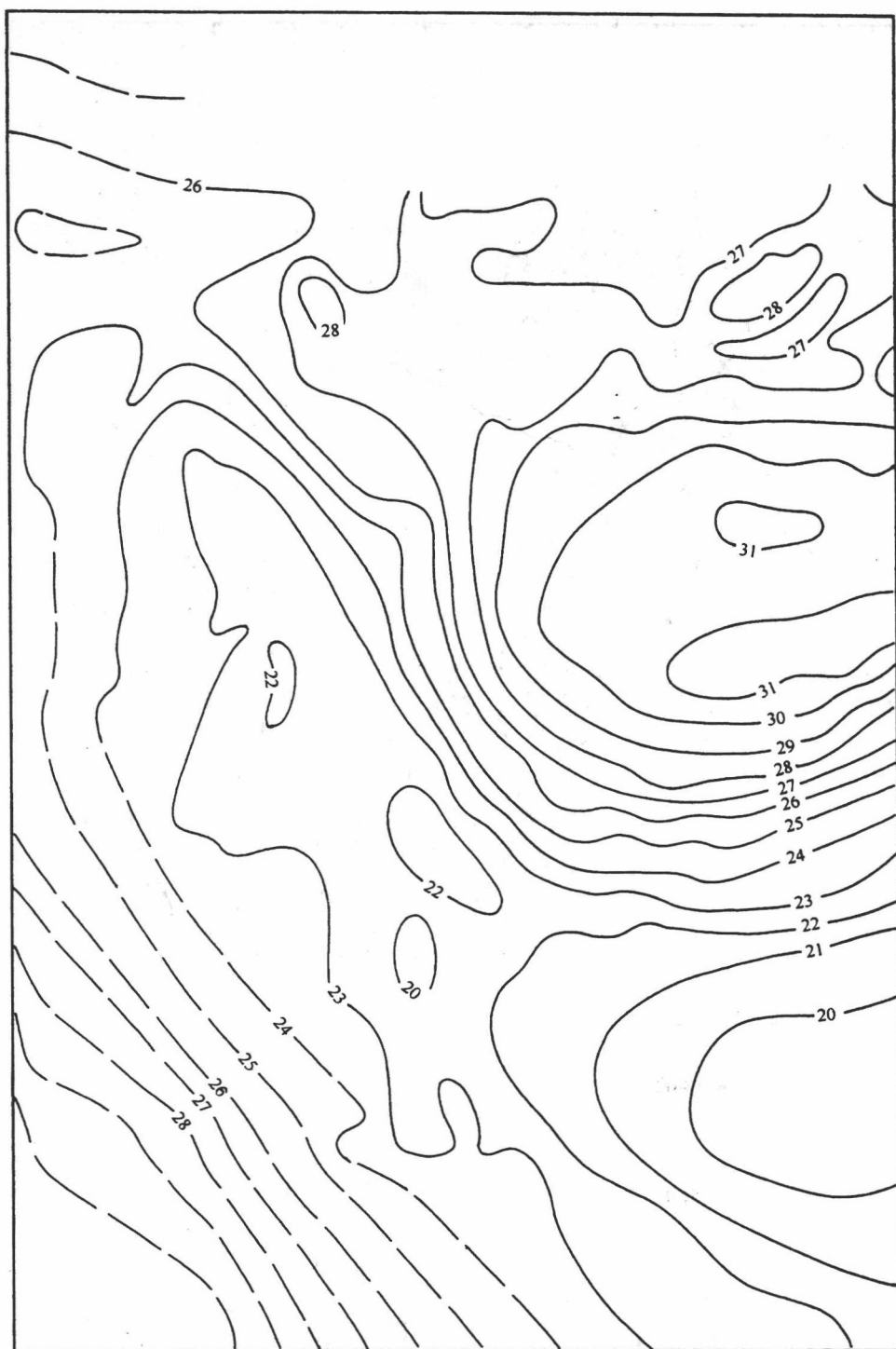


图3 莺歌海盆地莫霍面深度 (km) 等值线图 (据张启明)

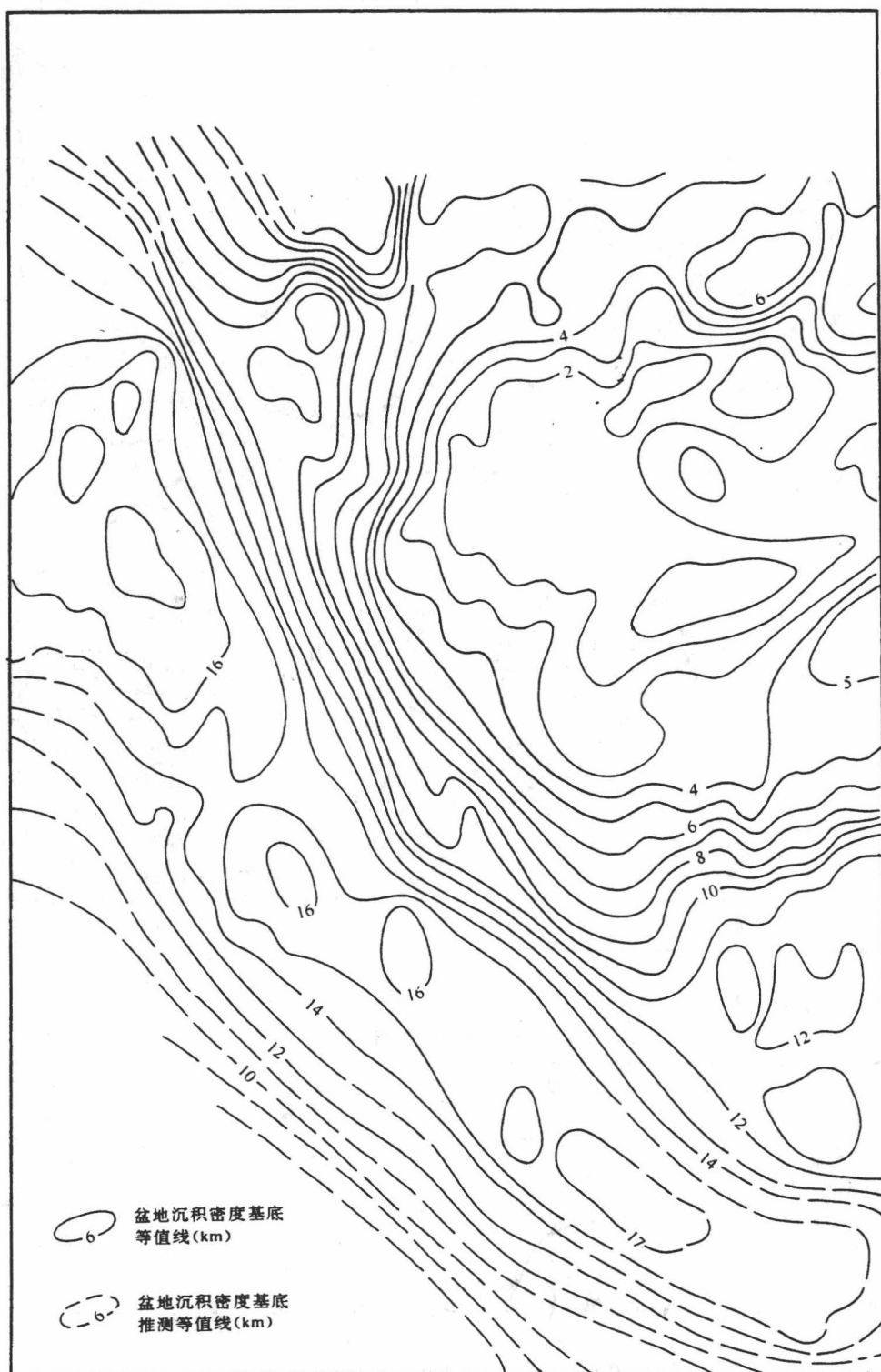


图 4 莺歌海盆地沉积密度基底等值线图

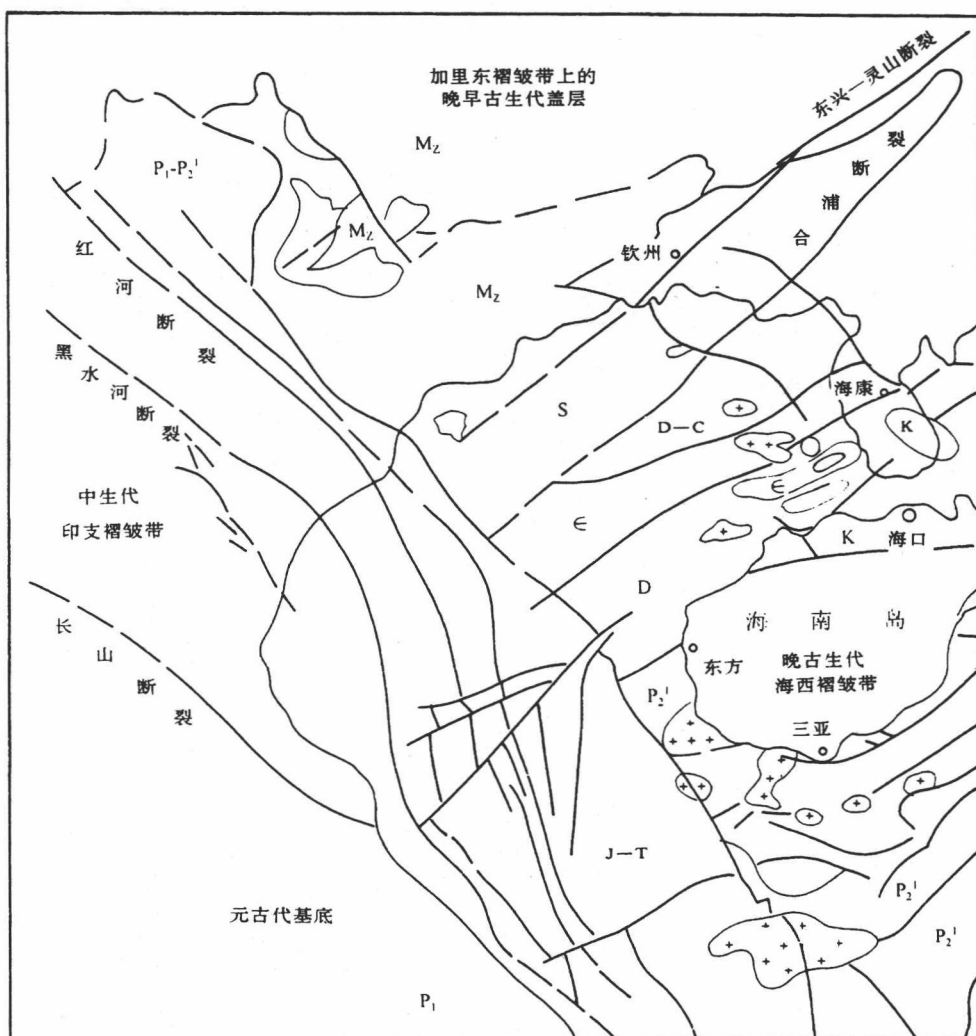


图 5 莺歌海盆地前第三系基底岩性分布图

表 1 莺歌海盆地地温梯度表

井号	测试深度 (m)	地层温度 (℃)	地温梯度 (℃/100m)
DF1-1-1	2573	129.5	4.36
LD8-1-1	1723~1737	82.63	3.67
LD14-1-1	830.0~850.0	47.46	3.36
LD15-1-1	1417.0~1429.0	82.5	4.27
LD15-1-4	1428.0~1445.0	75.36	3.92
LD20-1-1	1257.0~1262.0	74.47	4.35
LD21-1-1	1443.50	79.13	4.10
LD22-1-1	851~858.0	58.45	4.62
LD28-1-1	1112.0~1130.0	59.1	3.56
LD30-1-1A	3776.78	177.4	4.17
LT1-1-1A	2019.00	96.20	3.77