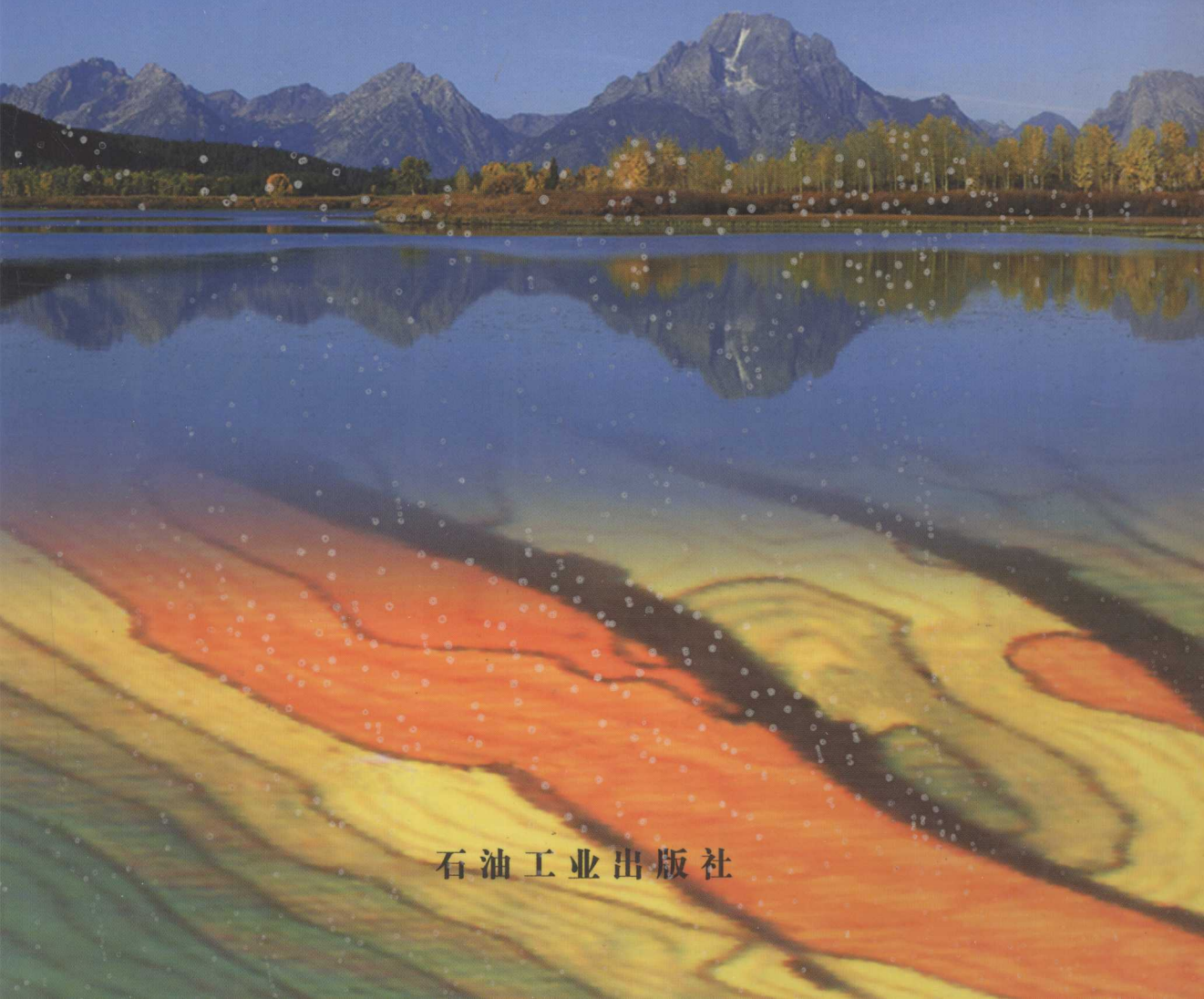


华北盆地构造特征 与构造样式

刘传虎等 编著



石油工业出版社

华北盆地构造特征与构造样式

刘传虎等 编著

江苏工业学院图书馆
藏书章

石油工业出版社

内 容 提 要

本书以物探信息为基础,在理论上提出多旋回的先张后压的华北盆地构造演化史,系统地阐述了华北盆地不同时期、不同类型盆地结构特征、沉积类型、构造样式、叠置关系、演化过程和形成机制,特别是应用高质量的勘探地震信息将华北盆地的石油构造样式划分为断陷构造、伸展构造、压缩构造、走滑构造、反转构造、非褶皱构造及复合构造等类型,并对华北盆地各类构造样式进行了全方位的论述。本书言简意赅,图文并茂,为油气勘探、地震资料解释提供了较多的实例。

本书可供油气勘探工作者和与物探、地质专业有关的院校师生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

华北盆地构造特征与构造样式/刘传虎编著.
北京:石油工业出版社,2003.12
ISBN 7-5021-4417-X

I. 华…

II. 刘…

III. 构造盆地—研究—华北地区

IV. P942.207.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 092910 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)
徐水县彩虹印刷厂排版印刷
新华书店北京发行所发行

*

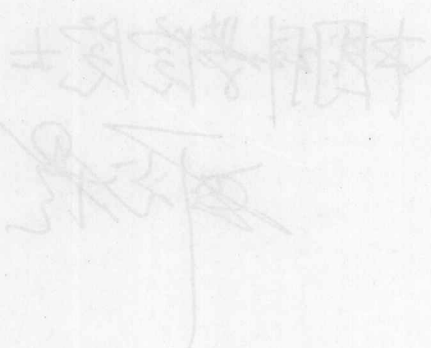
787×1092 毫米 16 开本 20.5 印张 520 千字 印 1—1000
2003 年 12 月北京第 1 版 2003 年 12 月河北第 1 次印刷
ISBN 7-5021-4417-X/TE·3095
定价: 68.00 元

《华北盆地构造特征与构造样式》

编写组

组长：刘传虎

成员：杨克绳 董臣强 乔玉雷 王 军 韩宏伟



序

华北盆地是我国丰富的含油气盆地之一，已发现胜利、辽河、大港、中原等多个大中型油气田，是我国石油工业的重要基地；经过建国 40 余年油气资源的勘探与开发，积累了极其丰富的实际地质资料，特别是勘探新方法、新技术正在不断地涌现，实践经验在不断创新，理论认识也就需要全面系统的总结和升华。本书在板块学说基础上提出了隆起成盆观点，对研究盆地地质构造背景的演化具有较深远的意义。

本书以丰富的物探信息为基础，在理论上提出华北盆地具有多旋回先张后压的构造演化史，指出华北盆地经历了地台发育期、持续沉降期、断褶充填期、拉张翘倾期、挤压拗陷期等五个构造发育阶段，表现为手风琴式演化史，形成有三层“断、拗”结构：①中—上古古界的“断”，古生界的“拗”；②侏罗系的“断”，白垩系的“拗”；③下第三系的“断”，上第三系的“拗”。断陷与拗陷分别为拉张与挤压应力场所致，并不是由“一张到顶”的构造运动所形成。通过这一认识，对恢复华北盆地各个地质历史时期的盆地原型，认识各时期的油气生、移、聚、散的制约关系，实现华北盆地石油天然气从老到新的全面突破，具有十分重要的意义。

从对基础资料的分析出发，作者系统地阐述了华北盆地不同时期、不同类型盆地结构特征、沉积类型、构造样式、叠置关系、演化过程和形成机制。以大量实际资料为依据，结合区域构造背景、构造成因和油气赋存状态，特别是应用高质量的勘探地震信息，将华北盆地石油构造样式划分为伸展构造、压缩构造、走滑构造、反转构造、非褶断构造等亚类 30 余种局部构造样式，并对华北盆地各类构造样式进行了全方位的论述，指出了不同构造部位有不同的油气聚集构造样式，为地震资料解释提供了较多的构造和非构造实例。

总之，本书是理论知识与生产实践相结合的劳动结晶，采用了图文并茂的手法，对华北盆地的构造分析具有独到的见解。不仅对深化老油区的认识具有较好的指导作用，同时也对开拓同类盆地构造研究提供了经验借鉴。

在此谨向辛勤劳动的著者致以衷心祝贺。

中国科学院院士
刘光鼎

中国科学院院士 刘光鼎

2003 年 12 月

前 言

含油气盆地的构造演化与构造样式决定着盆地的成烃、成藏模式及勘探程序。受勘探程度的制约,盆地构造演化与构造样式的研究也具有阶段性。中国中生代陆相盆地油气资源十分丰富,特别是东部地区勘探程度较高,已发现的油气藏以构造类型为主,油气探明储量和产量占全国总量的绝大多数。深入研究和系统总结这些盆地的构造特征、演化规律、形成机制及其对油气的生成、运移、聚集的控制作用,对于开拓油气勘探新领域,选定有利勘探区带和预测油气资源将起到重要的指导和推动作用。

多年来,由于石油勘探的需要,在各沉积盆地中进行了广泛的重、磁、电、区域二维地震及三维地震的采集工作,对判别沉积盆地的基底结构和盖层的构造演化以及构造样式特征创造了极为有利的条件,特别是地震资料的精细处理,使获得的地震信息在质量方面上了一个台阶,对有争议的各类构造样式的解释起到了帮助理解和重新认识的作用。

《华北盆地构造特征与构造样式》是在几代地质家们反复实践、反复认识、不断提高、持续探索的基础上较多地应用物探信息而编写成的。该书以全球板块构造的活动论、地质历史发展的阶段性和事件性、多旋回成盆和多旋回构造反转等基本理论为指导,运用现代构造地质学和盆地分析的新概念、新方法和新技术手段,比较系统地分析了华北盆地新生代构造的几何学、运动学和地球动力学特征。在盆地构造分析中,注意盆地构造与盆缘构造分析相结合、不同尺度构造分析相结合、深浅层构造分析相结合、构造与沉积分析相结合、构造与油气分析相结合、定性与定量分析相结合,并应用高质量的勘探地震信息将华北盆地石油构造样式划分为断陷构造、伸展构造、压缩构造、走滑构造、反转构造、非褶断构造及复合构造等类型,并对华北盆地各类构造样式进行了全方位的论述,言简意赅,图文并茂,为地震资料解释提供了较多的构造和非构造实例,为同阶段断陷盆地向纵深勘探提供了基础资料,为较低勘探程度的同类盆地构造研究提供了经验借鉴。

该书构架由三个不同层次组成:①基底结构及结晶基底的形成。主要应用物探信息研究盆地形成前期的基底结构的形成与演化。②盖层的形成和演化。主要研究盆地形成过程中及形成期后的多种构造作用的叠加性和复合性。叠加大多表现为非继承性的垂向关系,其间存在构造反转、构造迁移和构造转化及剥蚀改造;复合也不一定是同一时期的同种类型盆地在空间上的简单叠合。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是至关重要的。③华北盆地局部构造和油气圈闭。主要应用地震信息较准确地搞清局部构造样式,目前华北盆地北部已进入高成熟勘探期,在第三系构造层内,对构造型的油气圈闭勘探已基本上接近结束,但与构造作用有关的地层圈闭、岩性圈闭却是我们当前勘探的热点。这些非构造圈闭是在一定构造背景下形成的,是现实找油找气的主要目标,这类构造统称为非背斜构造样式。

石油构造样式是在主地质营力作用下地壳介质发生变形造成的,因此,我们可以主要地质营力作用为主线来识别构造样式,但并不否认在主要地质营力作用之外,尚可能有其它地质营力的附加作用力存在。但作者认为,这种附加地质营力作用并不是形成构造样式的主要

动力。石油构造地质学同其它学科一样，都会有其局限性，因此，本书的阐述也可能存在不足之处。

本书在编写过程中得到了刘光鼎院士的鼓励和支持，戴俊生教授提出了宝贵的修改意见，在此深表谢意。本书对引用的中国石油天然气集团公司、中国石油化工集团公司、中国海洋石油总公司、新星石油公司等单位和石油院校的资料，在书中已做具体注明，在此也一并表示感谢！

编者

2003年12月

目 录

第一章 基底结构及结晶基底的形成	(1)
第一节 基底结构	(1)
一、华北盆地重磁场特征	(1)
二、重磁异常特征与结晶基底结构	(1)
第二节 华北盆地结晶基底的形成	(12)
第二章 盖层的形成和演化	(14)
第一节 区域地震大剖面解释综述	(14)
一、构造层的特征	(14)
二、地震构造层简述	(14)
第二节 中晚元古代箕状断陷发展阶段	(21)
一、中上元古界地震地质构造层的特征	(21)
二、中晚元古代的构造演化	(26)
第三节 古生代至二叠纪拗隆相间构造发展阶段	(28)
一、早古生代拗隆相间构造发展阶段	(28)
二、晚古生代拗隆相间构造发展阶段	(31)
三、三叠纪拗隆相间构造发展阶段	(34)
第四节 侏罗纪—白垩纪断拗结构发展阶段	(38)
一、华北盆地及其周边侏罗系—白垩系构造分区	(38)
二、侏罗系—白垩系构造层沉积特征	(38)
三、侏罗纪—白垩纪的构造演化	(46)
第五节 第三纪断拗结构发育阶段	(47)
一、下第三系构造层的特征	(48)
二、上第三系构造层的特征	(75)
三、第三纪构造演化	(75)
第三章 断拗结构形成的动力学模式	(77)
第一节 新生代断拗结构形成的动力学模式	(77)
一、有关含油气盆地箕状断陷形成机理	(77)
二、华北盆地断拗结构的形成机理	(83)
第二节 侏罗纪—白垩纪断拗结构形成的动力学模式	(90)
第三节 中晚元古代—古生代—三叠纪断拗结构形成机理	(94)
一、中晚元古代箕状断陷形成的机理	(94)
二、古生代—三叠纪拗陷结构形成的机理	(94)
第四章 箕状断陷构造样式	(97)
第一节 箕状断陷构造样式	(97)
一、对翘型构造样式(渤海湾—苏北式)	(97)
二、反翘型构造样式	(97)

三、单翘型构造样式·····	(102)
第二节 箕状断陷传递带·····	(102)
一、S型箕状断陷传递带·····	(102)
二、同向倾斜箕状断陷传递带·····	(103)
三、反向倾斜箕状断陷传递带·····	(103)
四、垂直倾斜拉张构造样式传递带·····	(103)
第三节 箕状断陷构造样式与油气的关系·····	(114)
一、箕状断陷发育阶段控制了沉积类型的旋回性·····	(114)
二、箕状断陷生油构造层控制了油气田的分布·····	(114)
三、箕状断陷、断陷沉降中心的转移控制了生油层的迁移·····	(115)
四、箕状断陷的地热条件有利于有机质的热演化·····	(117)
第五章 伸展构造样式·····	(119)
第一节 翘倾断块构造样式·····	(119)
一、滑动断阶高潜山构造样式·····	(119)
二、翘倾断块潜山构造样式·····	(119)
三、顺向断鼻构造样式·····	(129)
四、反向屋脊断块构造样式·····	(129)
五、逆牵引构造样式·····	(129)
六、重力滑动坳背型构造样式·····	(133)
七、逆同生断层(滑覆)构造样式·····	(135)
八、地层补偿坳背型构造样式·····	(144)
第二节 垂直构造样式·····	(147)
一、地层溶蚀垮塌坳背型构造样式·····	(147)
二、底辟构造样式·····	(149)
三、沉积压实构造样式·····	(183)
第六章 压缩构造样式·····	(197)
第一节 古生代的逆断层·····	(197)
第二节 晚白垩世逆断层·····	(198)
第三节 晚第三纪逆断层·····	(200)
第七章 走滑构造样式·····	(207)
第一节 走滑构造的基本特征·····	(207)
一、扭断裂带主断面产状近于直立插入基底,向上向外散开呈花状结构·····	(207)
二、扭断裂带在平面上应具平移断点·····	(211)
三、扭断裂带两侧地震信息有所变化·····	(211)
四、扭断裂带在平面上多呈直线延伸·····	(212)
五、扭断裂带两侧同期褶皱和断层呈雁列式展布·····	(212)
第二节 华北盆地走滑构造实例·····	(220)
一、渤海湾雁列断块构造样式·····	(220)
二、济阳帚状构造样式·····	(220)
三、黄骅人字形断裂构造样式·····	(221)

四、冀中雁列形断裂构造样式·····	(221)
五、黄骅孔古3井区正花状构造样式·····	(222)
第三节 走滑构造与油气的关系·····	(224)
一、走滑运动加速含油气盆地油气运移和富集·····	(224)
二、扭断裂促使油气圈闭的形成·····	(225)
三、扭应力能形成圈闭中的优良储集层·····	(225)
第八章 反转构造样式·····	(226)
第一节 概述·····	(226)
第二节 构造反转作用·····	(226)
第三节 反转构造运动学分析·····	(228)
一、反转程度分析·····	(228)
二、反转率·····	(229)
三、生长指数·····	(231)
第四节 反转构造样式类型·····	(231)
一、正反转构造样式·····	(231)
二、负反转构造样式·····	(236)
第五节 反转构造与油气的关系·····	(244)
一、正反转构造与油气聚集·····	(244)
二、负反转构造与油气聚集·····	(244)
第九章 非褶断构造样式·····	(245)
第一节 地层型非褶断构造样式·····	(245)
一、地层不整合构造样式·····	(245)
二、地层超覆构造样式·····	(250)
第二节 岩性型非褶断构造样式·····	(255)
一、三角洲圈闭构造样式·····	(256)
二、冲积扇圈闭构造样式·····	(260)
三、古河道砂岩圈闭构造样式·····	(273)
四、透镜状砂岩圈闭构造样式·····	(277)
五、砂岩上倾尖灭构造样式·····	(284)
六、生物礁块圈闭构造样式·····	(285)
第十章 复合构造样式及复式油气藏·····	(303)
第一节 反向翘倾断块(低潜山)构造带·····	(303)
一、古潜山油气藏·····	(303)
二、低潜山披覆背斜构造样式油气藏·····	(304)
三、逆牵引背斜构造样式油气藏·····	(304)
四、砂岩上倾尖灭构造样式油气藏·····	(304)
五、地层超覆构造样式油气藏·····	(304)
六、生物灰岩、礁块构造样式油气藏·····	(304)
七、浅层背斜构造样式次生油气藏·····	(304)
第二节 半地垒高凸(隆)起构造带·····	(305)

一、滑动断阶潜山构造样式油气藏	(305)
二、半地垒残丘构造样式油气藏	(305)
三、反向屋脊断块高潜山残丘构造样式油气藏	(305)
四、地层超覆构造样式油气藏	(305)
五、地层不整合构造样式油气藏	(305)
六、冲积扇构造样式油气藏	(306)
七、正、负反转构造样式油气藏	(306)
第三节 中央背斜构造带	(306)
一、基岩隆起坳背型构造油气藏	(306)
二、盐(膏)底辟群坳背型构造样式油气藏	(307)
第四节 斜坡构造带	(307)
一、地层超覆构造样式油气藏	(308)
二、地层不整合构造样式油气藏	(308)
三、基岩翘倾断块潜山披覆背斜构造样式油气藏	(308)
四、反向屋脊断块构造样式油气藏	(308)
五、顺向断鼻构造样式油气藏	(308)
六、反向翘倾潜山断块构造样式坡上山油气藏	(309)
七、逆牵引背斜构造样式油气藏	(309)
八、砂岩上倾尖灭构造样式油气藏	(310)
九、地层溶蚀垮塌构造样式潜山断块油气藏	(310)
十、滑覆构造样式油气藏	(312)
第五节 断陷内深洼槽各类构造砂体岩性带	(312)
一、正花状构造样式油气藏	(312)
二、岩性非背斜构造样式油气藏	(312)
参考文献	(314)

第一章 基底结构及结晶基底的形成

第一节 基底结构

一、华北盆地重磁场特征

1. 重力场特征

华北盆地的重力场总面貌是北东向带状展布,从东向西由 $30 \times 10^{-5} \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ 下降到 $-100 \times 10^{-5} \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$, 明显反映本区区域重力场的变化趋势。各异常之间分布着不同规模的梯度带,如北京—邢台、沈阳—潍坊之间分布着不同规模的梯度带,它们都是基底大断裂的反映,成为基底区域构造的区划边界。根据本区重力场基本概貌(图 1-1),大致划分为以下三个区带:

(1) 西部异常区:北京—邢台重力梯度带以西。异常形态松散,多为扭曲,方向性差,其走向大致为北东东向和北东向两组,重力值变化范围约为 $-50 \times 10^{-5} \sim -150 \times 10^{-5} \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$;

(2) 东部异常区:位于锦州—天津—德州—线以东地区,该区多为异常成条带状,明显呈北东向,本区带重力值变化范围约为 $30 \times 10^{-5} \sim 0 \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$;

(3) 中部异常区:本区带位于上述两异常区带之间,该区带在总体上呈北东向展布。本带两侧多有条带形状异常顺梯度带之边缘分布,反映了主要断裂对区内次级构造带的形成和发展起着控制作用。本区带重力值变化范围为 $30 \times 10^{-5} \sim -50 \times 10^{-5} \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ 。

2. 磁场特征

华北盆地 ΔT_a 的总面貌也是呈带状北东向展布,在负磁场背景上呈现出明显的条带形状的磁力高带。现根据本区航磁 ΔT_a 的区域变化特点,从北往南大体分为以下四个异常区(图 1-2):

(1) 北部正、负变化异常区:该异常区位于张家口—北京—秦皇岛—锦州—线以北,异常正、负相间,以北东向为主。磁场值变化范围为 $-500 \sim 250 \text{nT}$ 。

(2) 中部平静异常区:该区位于北部正、负变化异常区以南,邢台—东营—烟台—线以北地区。以负异常为背景,中等强度,相对平静,多为条带状,走向以北东向为主,磁场值变化范围为 $-200 \sim 350 \text{nT}$ 。

(3) 济南—潍坊磁场区:本区东至黄海,北到中部平静异常区的南界,大致以安阳—济宁—连云港—线为南界,形状呈三角形。异常主要有北东和北西两组走向,多以狭长、小面积串珠状形态出现,其变化范围为 $-250 \sim 500 \text{nT}$ 。

(4) 新乡—徐州宽缓磁场区:本区北邻中部、济南—潍坊磁场区,南以洛阳—阜阳—嘉山—洪泽—线为界,异常走向多变,总体以北西向为主,呈块状展布,以升高的宽缓异常为特征,磁场值变化范围为 $-50 \sim 400 \text{nT}$ 。

二、重磁异常特征与结晶基底结构

1. 结晶岩系及岩浆露头分布特征

华北盆地古老结晶变质岩系是由太古界、下元古界以及岩浆岩共同组成,这套地层有广泛出露(表 1-1、图 1-3)。

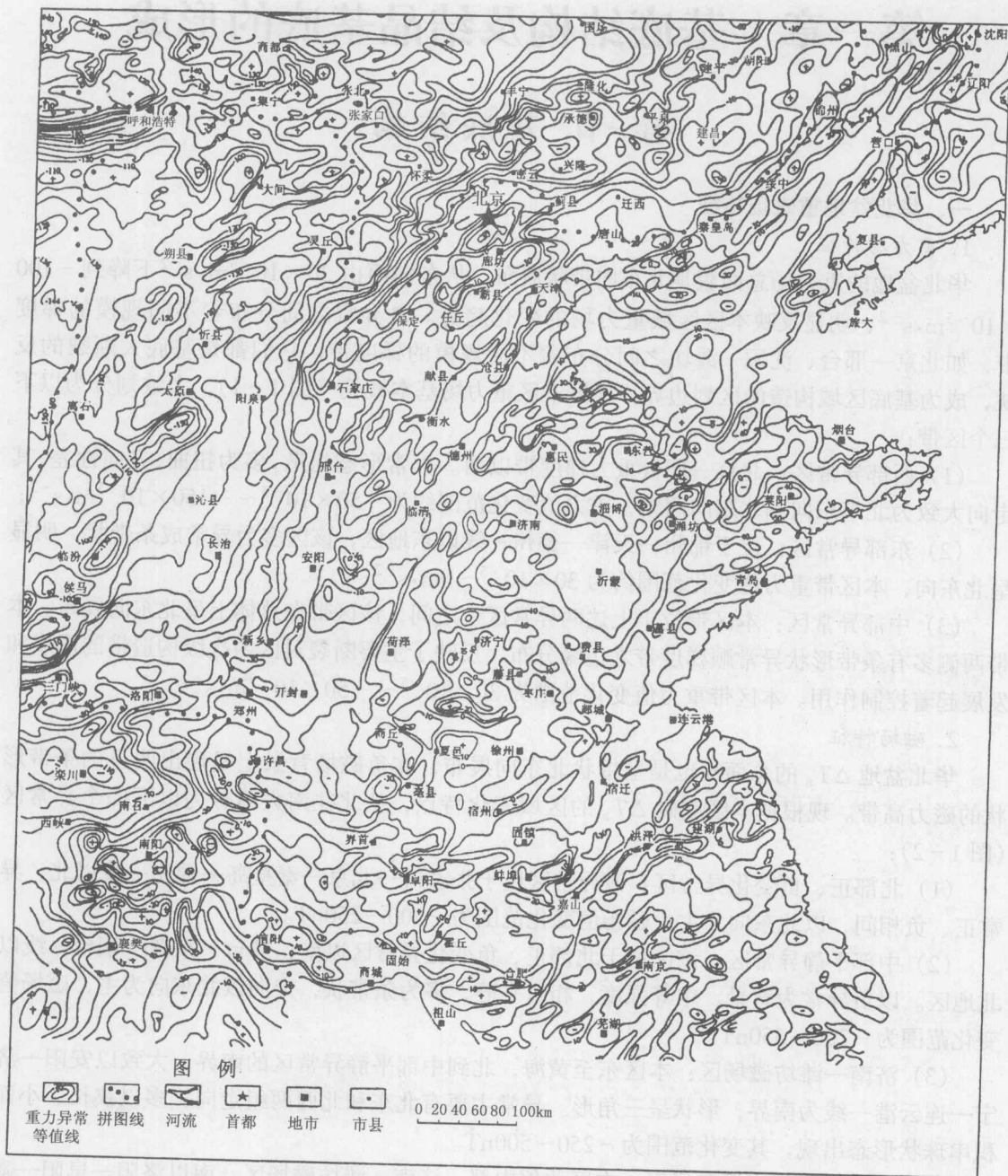


图 1-1 华北盆地布格重力异常图 (据郭云汉, 1995, 修改)

等值线数值单位为 $m \cdot s^{-2}$

①京广铁路以西采用 1990 年 6 月石油物探局第五地质调查处编制的秦晋地区京广铁路以东布格重力异常图。京广铁路以东采用 1993 年 6 月石油物探局地质研究院编制的郯庐断裂带及其毗邻地区布格重力异常图。其他地区采用 1981 年石油物探局解释中心编制的重力布格图；

②由于历年资料系统不一致，采用常数校正将布格重力异常值拉到同一水平拼图处，以拼图线分隔；

③地理位置底图采用正轴等角圆锥投影，标准纬线为： $\varphi_s = 30^\circ$ ； $\varphi_N = 41^\circ$ ，中央经线为 115° 。地理要素采用 1980 年版国家测绘总局出版的百万分之一地形图

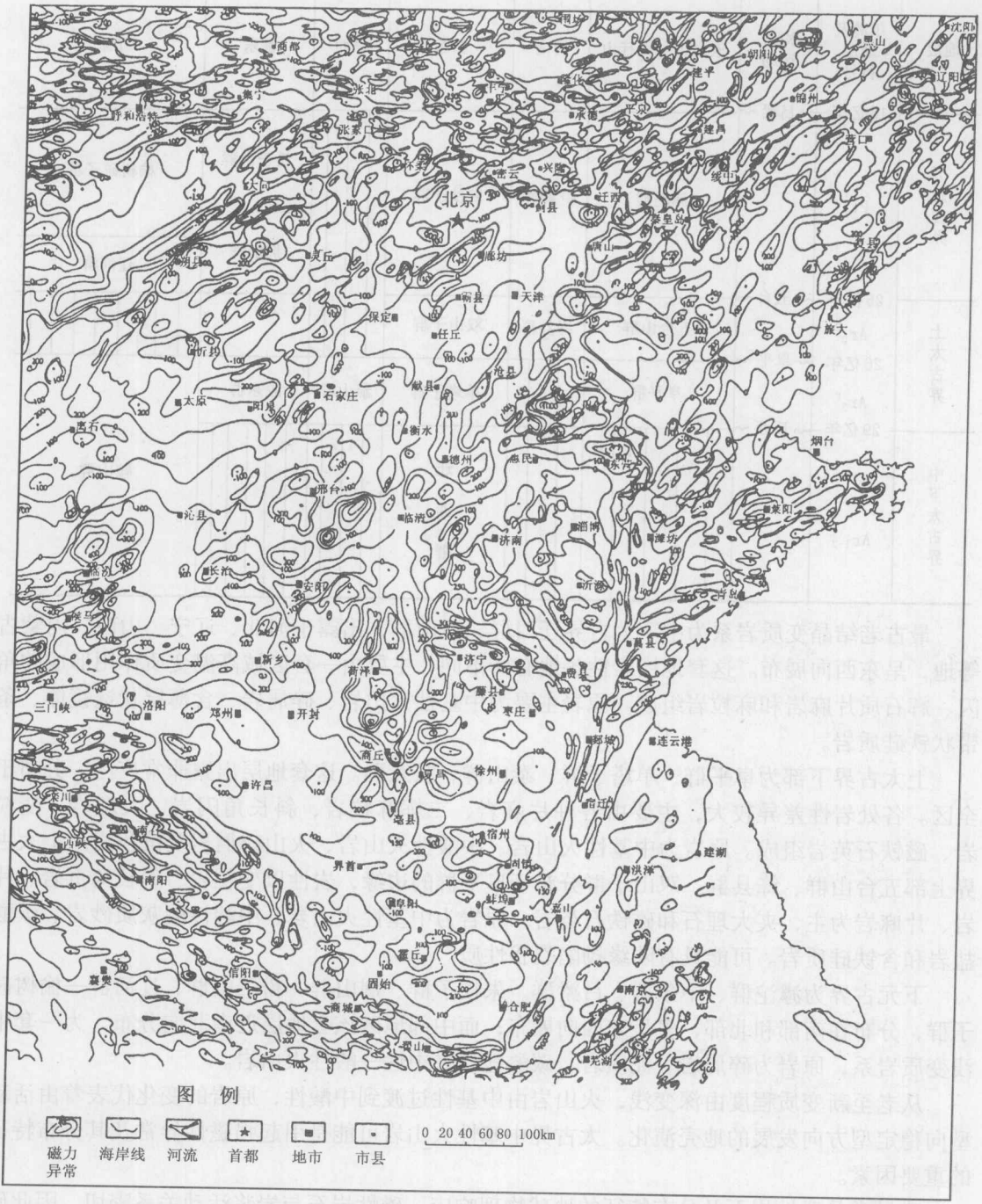


图 1-2 华北盆地航磁 ΔT_a 等值线图 (据郭云汉, 1995, 修改)

等值线数值单位为 nT

①资料来源: 本图系国家地质总局航空物探大队编制的中国航空磁力异常 ΔT_a 图之华北部分。其资料以构造航磁资料为主, 同时将大比例尺的金属航磁资料进行圆滑处理。等值线间距为 50nT;

②地理位置底图采用正轴等角圆锥投影, 标准纬线为: $\varphi_S = 30^\circ$; $\varphi_N = 41^\circ$, 中央经线为 115° 。地理要素采用 1980 年版国家测绘总局出版的百万分之一地形图

表 1-1 华北盆地不同地区前长城系地层划分对比表

地层	年龄及地层符号	构造运动	五台山—太行山	晋南	冀东	鲁西	鲁东	辽东
下元古界	18亿年	吕梁						
	Pt ₁		溇沱群	中条群	朱杖子群		粉子山群	榆树砬子群
							荆山群	辽河群
上太古界	25亿年	五台	五台山群	绛县群	双山子群			
	26亿年	阜平	阜平群		单塔子群	泰山群	胶东群	
中下太古界	29亿年	迁西			迁西群			鞍山群
	Ar ₁₋₂							

最古老结晶变质岩系为中下太古界迁西群、鞍山群，出露于河北、辽宁、山西、内蒙古等地，呈东西向展布。这套地层岩性各地有所不同，主要由一套区域高温变质作用形成的角闪、辉石质片麻岩和麻粒岩组成。原岩主要为中基性火山岩、碎屑岩、含薄层状透镜体、条带状铁硅质岩。

上太古界下部为阜平群、单塔子群、泰山群、胶东群。这套地层出露非常广泛，分布于全区。各处岩性差异较大，主要由各种片麻岩、二辉麻粒岩、斜长角闪岩、大理岩、变粒岩、磁铁石英岩组成。原岩为中基性火山岩、中酸性火山岩、火山碎屑岩及沉积岩。上太古界上部五台山群、绛县群、双山子群分布于阜平群的边缘，岩性以变粒岩、斜长角闪岩、片麻岩为主，夹大理石和磁铁石英岩。原岩为中基性火山岩、中酸性凝灰质砂岩、碳酸盐岩和含铁硅质岩。可能具有陆缘拗陷裂谷性质。

下元古界为溇沱群、中条群、吕梁群、朱杖子群、荆山群—粉子山群、辽河群—榆树砬子群，分布在南部和北部，多呈东西向展布；而中部地区该套地层近南北向分布，为一套中浅变质岩系，原岩为碎屑岩、泥质岩、碳酸盐岩夹中性—酸性火山岩。

从老至新变质程度由深变浅，火山岩由中基性过渡到中酸性，原岩的变化代表着由活动型向稳定型方向发展的地壳演化。太古界中基性火山岩可能是引起强磁性异常及其分布特征的重要因素。

磁异常是磁性岩石及分布特征的地球物理响应，磁性岩石与岩浆活动关系密切。因此研究区域岩浆活动及分期是解释磁异常的前提。

从华北盆地岩浆岩分布图（图 1-4）可看出，前长城系岩浆岩（涉及太古代及早元古代岩浆活动）主要在华北盆地周边出露。火山岩属亚碱性岩系，侵入岩层富铁质镁铁岩、辉长辉绿岩、辉绿岩及花岗岩（ γ_1 ）。

中晚元古代，燕山地区火山岩为玄武岩、粗面玄武岩、安山岩和粗面岩，属超钾质岩

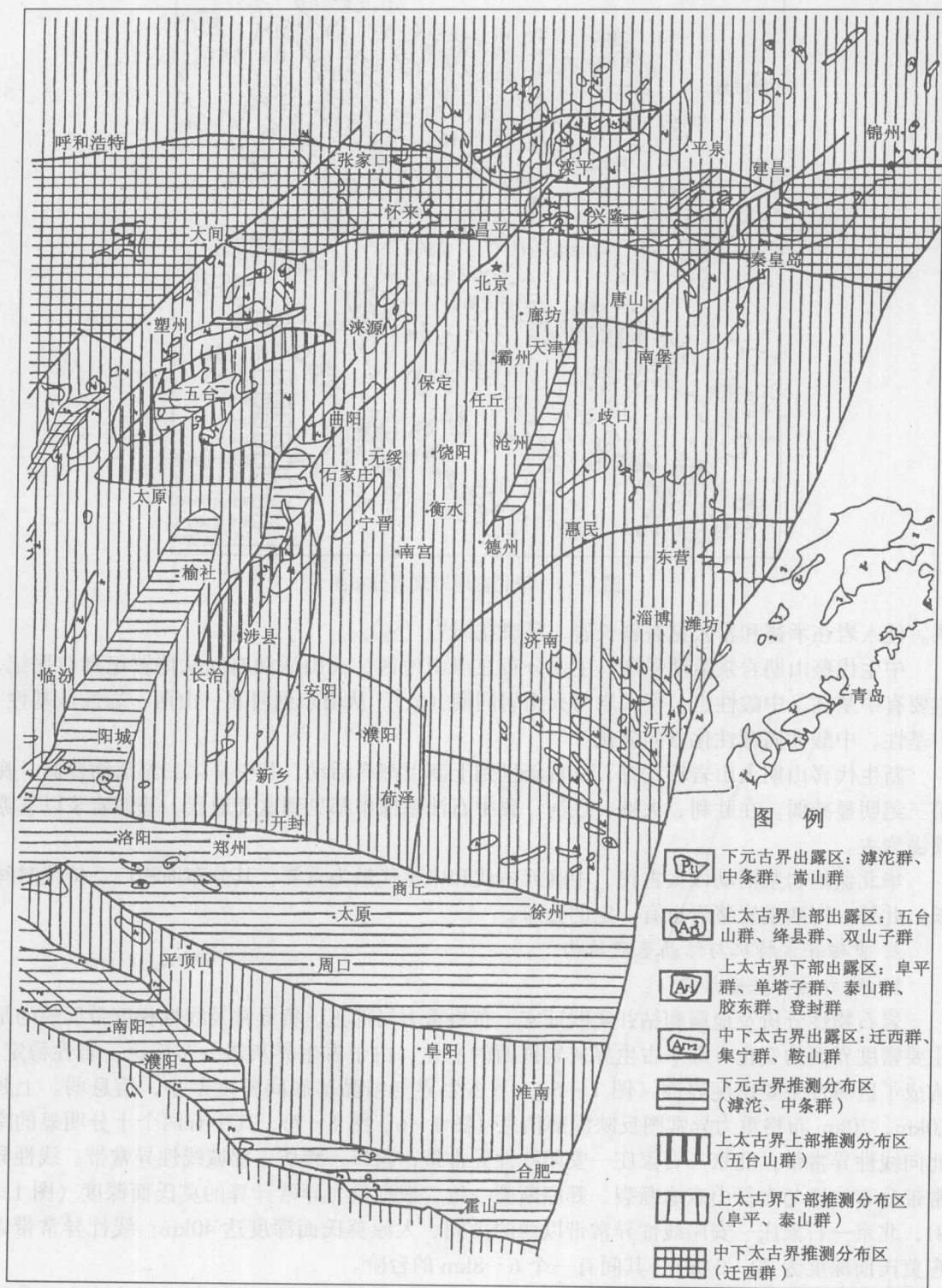


图 1-3 华北盆地基底结构及断裂图

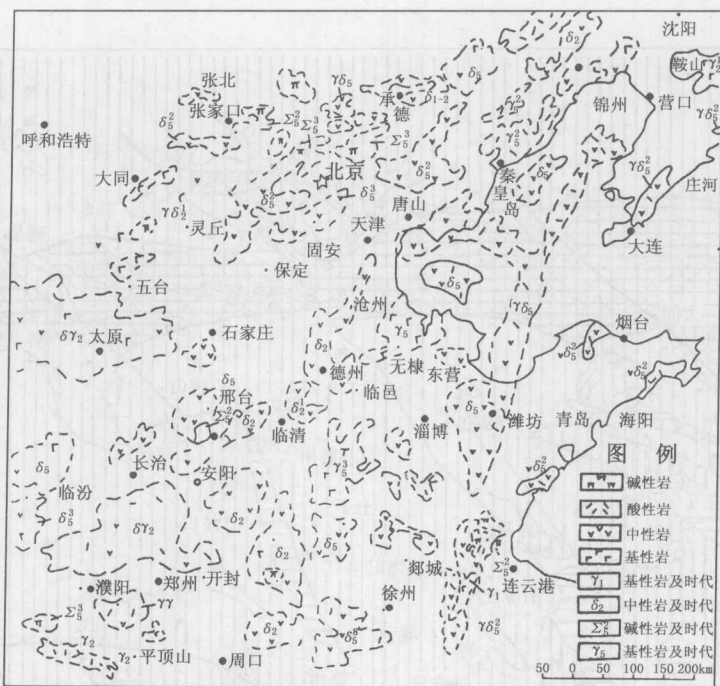


图 1-4 华北盆地岩浆岩分布图

系。侵入岩在承德和密云见有斜长岩、环斑花岗岩 (γ_2)。

中生代燕山期岩浆活动强烈，主要分布在燕山地区，火山活动时间从侏罗纪到白垩纪，主要有中基性、中酸性岩。侵入岩与火山岩同期 (γ_5)。从山东到河北、山西，岩性从基性、中基性、中酸性向碱性化方向演化。

新生代喜山期火山岩较发育，从古新世到上新世都有活动，其中早第三纪活动普遍，晚第三纪明显减弱。在胜利、大港、辽河、冀中石油钻探中都见到这套地层，基性岩浆以裂隙喷溢为主。

华北盆地岩浆活动以太古代、中晚元古代和中生代最为重要，其分布面积广、持续时间长。此外，海西期岩浆岩也有一定的分布。

2. 重磁异常特征与结晶基底结构

1) 重力场与基底结构

岩石物性分析及地震和钻井实践证实，布格重力局部正、负异常及线性梯度带反映的是主要密度界面的变化，即下古生界灰岩顶面的变化，由于古生界灰岩分布广泛，岩性稳定，构成了区域性主要密度界面 (图 1-5)。下古生界与结晶基底间密度差小，信息弱。上延 10km、20km 布格重力异常图反映深部信息 (图 1-6、图 1-7)，其中有两个十分明显的南北向线性异常带：北京—石家庄—安阳线性异常带；营口—潍坊—郟城线性异常带。线性异常带分布位置与太行山东缘断裂、郟庐断裂一致。根据重力异常计算的莫氏面深度 (图 1-8)，北京—石家庄—安阳线性异常带以西的大同、太原莫氏面深度达 40km；线性异常带以东莫氏面深度为 32~34km，其间有一个 6~8km 的台阶。

根据重力异常推算的岩石圈厚度反映了上地幔起伏状况，自西而东呈北北东走向，依次分布有大同、太原、临汾幔隆，岩石圈厚度为 70~75km；张家口、泌水幔拗，岩石圈厚度