

# 准噶尔盆地腹部层序地层 及隐蔽圈闭识别

刘传虎 彭勇民 向奎 马立群 著

地质出版社

· 北京 ·

## 内 容 提 要

本书共分六章,通过对准噶尔盆地腹部地区关键坡折带沉积背景的精细研究,确立了该区侏罗-白垩系层序地层的划分方案;建立了等时的层序地层格架;初步总结了砂体时空分布规律及物源体系的演变;精细分析了沉积体系的纵横向叠置样式、沉积序列与分布特征;重建了沉积环境的演化过程。最后,尝试进行了隐蔽圈闭的识别与描述。

本书可供地质、沉积、石油等专业的地质工作者及高校师生学习参考。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

准噶尔盆地腹部层序地层及隐蔽圈闭识别/刘传虎等著. —北京:地质出版社, 2006.4

ISBN 7-116-04728-X

. 准... . 刘... . 准噶尔盆地-地层层序-研究 准噶尔盆地-地层圈闭-研究 . P535.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 012754 号

### JUNGGAR PENDI FUBU CENGXU DICENG JI YINBI QUANBI SHIBIE

---

责任编辑:吴宁魁 孙亚芸

责任校对:李 玫

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路 31 号, 100083

电 话:(010) 82324508 (邮购部); (010) 82324569 (编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:[zbs@gph.com.cn](mailto:zbs@gph.com.cn)

传 真:(010) 82310759

印 刷:北京长宁印刷厂

开 本:787 mm×1092 mm<sup>1</sup>/<sub>16</sub>

印 张:8.75

字 数:209 千字

印 数:1—600 册

版 次:2006 年 4 月北京第一版·第一次印刷

定 价:28.00 元

ISBN 7-116-04728-X/P·2651

---

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社出版处负责调换)

# 序

准噶尔盆地油气资源丰富，勘探前景十分广阔。根据盆地第三次资源评价结果，石油总资源量为  $85.87 \times 10^8$  t，天然气为  $20925 \times 10^8$  m<sup>3</sup>。盆地的剩余资源量大，油气探明程度不足 20%。盆地剩余的 80% 的油气资源应当主要在低幅度构造、地层岩性圈闭之中。盆地腹部石油总资源量达  $29.152 \times 10^8$  t，目前仅探明  $2.8964 \times 10^8$  t，探明率仅为 10%。勘探程度在层系上、区域上及类型上的不均衡性说明仍有巨大的勘探潜力。

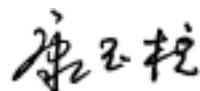
进入 21 世纪，盆地勘探目标发生了战略性转型，从以寻找构造型油气藏为主转变为以寻找隐蔽的地层岩性型油气藏为主。随着可供勘探的构造圈闭日益减少，地层岩性圈闭勘探问题已成为直接制约准噶尔盆地油气勘探进程的“瓶颈”，是一个亟待解决的重大难题。勘探实践表明，准噶尔盆地隐蔽圈闭广泛发育，发现比例逐年上升，隐蔽圈闭主要赋存在盆地腹部。2005 年底该区带内的永进油田上报油气当量  $12515.85 \times 10^4$  t，一个亿吨级的油田初现端倪。永进油田的重大突破，无疑坚定了准噶尔盆地腹部寻找大型隐蔽油气藏的信心。

隐蔽圈闭勘探已成为国内外的热点新领域，作者洞悉隐蔽油气藏国内外研究现状与发展趋势，针对目前隐蔽圈闭识别、含油气性评价这两个难题，充分运用高分辨层序地层学和高分辨地震技术识别与评价隐蔽圈闭。本专著进行了隐蔽圈闭识别与描述的有益尝试，效果显著。

本专著运用层序地层理论与新方法，以及地震技术方法等多学科配套技术，建立了井-震对比的等时层序地层格架；较系统地开展了受层序约束的等时砂体模型研究，丰富了层序地层学理论；提出了沿“厚层的水道砂”布井的思路，拓宽了隐蔽油气勘探思路。针对准噶尔盆地侏罗系复杂的地质演化史，提出了 3 大关键坡折带概念，认为坡折带控制了低水位砂及深水泥的分布，指明了隐蔽圈闭的勘探方向，提供了侏罗系主力烃源岩问题的答案。结合现代沉积学理论与新方法，根据“砂体空间富集区或砂体占优势区带及发育规模寻找古水道踪迹”思路，总结出了 8 大物源体系；重建了沉积环境的演化过程。

本专著提供了一个层序地层技术与地震解释识别技术相结合的等时格架下的砂体模型的重建方法；这些技术方法、关键坡折带概念、古水道-物源体系方法等研究成果可供借鉴。作者在理论创新、技术创新等方面取得了重要成果，对准噶尔盆地油气勘探起到了很大的推动作用。本专著将对准噶尔等盆地的油气勘探和研究具有重要的指导意义。

中国工程院院士



2006 年 4 月 20 日

# 前 言

本书是中国石化集团胜利油田科技攻关项目“准噶尔盆地腹部层序地层研究及隐蔽圈闭预测”课题的研究成果之一。

本书运用现代沉积学理论及新方法、层序地层理论及新方法，通过对准噶尔盆地腹部地区关键坡折带沉积背景的精细研究，确立了侏罗-白垩系层序地层的划分方案；建立了等时的层序地层格架；初步总结了砂体时空分布规律及物源体系的演变；精细分析了沉积体系的纵横向叠置样式、沉积序列与分布特征；重建了沉积环境的演化过程。最后，尝试进行了隐蔽圈闭的识别与描述。

本书提供了层序地层技术与地震解释识别技术相结合的等时格架下的砂体模型的重建方法，这一方法以及井-震层序地层对比、“三相”沉积环境解释的研究成果可供石油地质工作者学习借鉴。

在本书写作过程中，得到中石化股份公司副总地质师蔡希源教授、中石化西部新区勘探指挥部常务副指挥李丕龙教授及胜利油田副总经理、总地质师张善文教授的支持。胜利油田宋国奇教授、时华星高工提出了宝贵意见。衷心感谢他们在百忙之中给予的方向性引导与细致入微的关怀。非常感激胜利油田西部参战将士，特别是研究队伍的精心工作，他们的出色工作让作者受益无穷。工作中还得到了中石化西部新区勘探指挥部和西部分院领导与专家的支持，也得到了西北石油地质局岩心库同志的大力帮助，谨此表示诚挚的感谢。

最后，我要对未提及的所有给予过我关怀和帮助的其他同志表示衷心的感谢！

刘传虎

2005年12月

# 目 录

序	
前 言	
第一章 研究概况	(1)
一、研究意义	(1)
二、国内外发展趋势	(1)
三、研究思路及主要研究内容	(3)
1. 研究思路和技术路线	(3)
2. 主要研究内容	(3)
3. 技术关键	(4)
四、存在的关键问题	(5)
五、创新认识及成果	(5)
六、成果应用价值前景	(6)
第二章 地层格架及构造演化	(7)
一、地层划分及特征	(7)
1. 石炭系	(10)
2. 二叠系	(10)
3. 三叠系	(11)
4. 侏罗系	(11)
5. 白垩系	(13)
6. 第三系—第四系	(13)
二、地层格架	(14)
1. 地层厚度中心或沉积中心迁移	(14)
2. 地层几何形态及空间对称	(14)
三、构造单元划分	(17)
四、断裂特征	(18)
1. 断裂展布及组合样式	(18)
2. 构造样式	(19)
3. 断裂期次	(20)
五、盆地构造演化	(20)
1. 海相及陆相前陆盆地发育阶段 (C <sub>3</sub> —P)	(20)
2. 断陷盆地发育阶段 (T—J)	(21)

3. 坳陷盆地发育阶段 (K—E)	(22)
4. 前陆盆地 (N—Q)	(22)
六、腹部地区构造特征及演化	(22)
1. 构造特征	(22)
2. 车-莫古隆起形成演化	(24)
3. 古隆起演化对各区块构造变形的影响	(29)
第三章 层序地层划分与特征	(30)
一、层序地层划分的原理与方法	(30)
1. 陆相层序地层的关键界面特征	(31)
2. 关键界面的识别标志及划分	(32)
3. 其他关键界面的识别	(35)
4. 准层序组、准层序的识别和划分	(36)
二、侏罗系关键坡折带识别与沉积背景分析	(38)
三、侏罗系的关键界面识别	(40)
1. $J_1b - SB_1$ 层序界面识别	(40)
2. $J_1b - SB_2$ 和 $J_1b - SB_3$ 界面识别	(42)
3. $J_1s - SB_4$ 和 $J_1s - SB_5$ 界面识别	(43)
4. $J_1s - SB_6$ 界面识别	(44)
5. $J_2x - SB_7$ 和 $J_2x - SB_8$ 界面识别	(45)
6. 其他的侏罗纪层序界面识别	(46)
7. $K_1tg - SB_{13}$ 的界面识别	(47)
8. 初始湖泛面	(47)
9. 最大湖泛面	(48)
四、侏罗系层序地层划分方案	(49)
五、侏罗系层序地层特征	(50)
1. 单井层序地层分析	(50)
2. 侏罗系层序地层格架	(61)
3. 侏罗系层序地层模式	(67)
第四章 物源体系及砂体时空分布	(69)
一、物源体系分析	(69)
1. 西部现代地表水系	(69)
2. 侏罗纪的古水道及沉积	(71)
二、砂体空间展布特征	(79)
1. 八道湾组 ( $J_1b$ ) 砂体特征	(79)
2. 三工河组 ( $J_1s$ ) 砂体特征	(80)

3. 西山窑组 (J <sub>2</sub> x) 砂体特征 .....	(82)
4. 头屯河组 (J <sub>2</sub> t) 和齐古组 (J <sub>3</sub> q) 砂体特征 .....	(82)
三、砂体预测模型 .....	(84)
1. 基于层序地层格架的砂体模型 .....	(84)
2. 基于地震反演的砂体模型 .....	(86)
四、砂体时空演化 .....	(87)
1. 砂体演化受湖平面升降及构造作用的制约 .....	(87)
2. 砂体演化受坡折带控制 .....	(87)
第五章 沉积体系识别与演化 .....	(89)
一、露头剖面与岩心观察的认识 .....	(89)
1. 露头剖面观察结果 .....	(89)
2. 岩心观察结果 .....	(90)
二、沉积体系特征 .....	(99)
三、沉积体系平面分布及演化 .....	(101)
1. 八道湾组沉积体系时空变化 .....	(101)
2. 三工河组沉积体系时空变化 .....	(101)
3. 西山窑组沉积体系时空变化 .....	(102)
4. 头屯河组和齐古组沉积体系时空变化 .....	(102)
5. 白垩系吐谷鲁群“底块砂”沉积体系平面分布 .....	(108)
第六章 隐蔽圈闭识别描述 .....	(109)
一、隐蔽圈闭的识别技术方法 .....	(109)
1. 层序地层技术方法 .....	(109)
2. 地震识别技术方法 .....	(109)
二、准噶尔盆地腹部典型区块的隐蔽圈闭解剖及描述 .....	(110)
1. 中3 区块隐蔽圈识别与特征 .....	(110)
2. 中3 区块隐蔽圈闭形成条件分析 .....	(114)
3. 中3 区块圈闭评价与描述 .....	(116)
4. 中2 区块隐蔽圈闭特征 .....	(119)
5. 中2 区块圈闭评价与描述 .....	(119)
参考文献 .....	(124)

# 第一章 研究概况

## 一、研究意义

准噶尔盆地位于北天山以北，夹持在扎伊尔山、青格里底山和克拉美丽山之间，勘探面积为  $13.6 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。属于胜利油田的勘探区块有 14 个，面积为  $54354 \text{ km}^2$ ；中部区块（包括中 1、2、3、4 区块）及西缘区块是目前的勘探重点。

准噶尔盆地剩余资源量大，隐蔽圈闭广泛发育，勘探前景十分广阔。石油总资源量为  $85.87 \times 10^8 \text{ t}$ ，天然气为  $20925 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，油气当量合计为  $106.795 \times 10^8 \text{ t}$ 。截至 2002 年底，石油地质储量探明率为 20.4%；天然气探明率仅为 3%。可见，准噶尔盆地的剩余资源量大，勘探潜力十分巨大。正在重点勘探的中 3、4 区块置身于盆地内最富烃的昌吉凹陷之中，中 2 区块本身位于东道海子凹陷之中，同时又可获得来自昌吉凹陷的油气供给，所以中部区块资源条件十分优越。尤其是目前勘探程度很低的昌吉凹陷的排烃量（据“三轮”资评，为  $1850.9 \times 10^8 \text{ t}$ ），是其他任何较大凹陷排烃量（盆 1 井西凹陷为  $232 \times 10^8 \text{ t}$ ，玛湖凹陷为  $152.7 \times 10^8 \text{ t}$ ）的 8 倍以上。但目前昌吉凹陷中还几乎没有获得探明储量，其周围发现的油气也十分有限，这与其巨大的油气资源潜力不相匹配。

综合研究表明中部 4 个区块及邻区西北缘广泛发育的隐蔽圈闭是盆地油气勘探的巨大潜力所在。2003 年 9 月 D1 井折算日产油  $82.31 \text{ m}^3$ 、气  $47261 \text{ m}^3$ ，是中石化西部新区的第一口高产井。2004 年 6 月 Y1 井折算日产油  $72.07 \text{ m}^3$ 、气  $10562 \text{ m}^3$ 。2005 年 3 月邻接中部区块的西北缘 P2 井喜获高产工业油流  $62.79 \text{ m}^3$ 。这些井在隐蔽油藏方面的重大突破坚定了我们寻找大油气田的信心，因而在该区开展科学研究具有十分重要的意义。

## 二、国内外发展趋势

隐蔽圈闭勘探越来越成为现今的热点和前缘领域。识别与评价隐蔽圈闭的两大关键技术是：高分辨层序地层学和高分辨地震技术。我国陆相盆地的岩相多变和叠合盆地的多旋回发育，决定了隐蔽圈闭勘探前景广阔。

隐蔽圈闭（subtle trap）的概念，最早是由卡尔（1880）提出的。20 世纪 70 年代以来，隐蔽油气藏研究工作一直没有间断，并得到蓬勃发展（E. K. Robert, 1977；张渝昌，1980；杨俊杰，胡见义等，1986；石油大学盆地分析研究室，1990；潘元林等，1996）。所谓隐蔽圈闭（subtle trap），是指用目前普遍采用的勘探方法难以圈定其位置的圈闭。随着盆地勘探程度的提高和新技术的发展，隐蔽油气藏在新发现的油气藏中所占的比例日益增加，在部分盆地中甚至已占据优势地位。在油气藏系列中，隐蔽油气藏（主要是地层、岩性油气藏）是一个重要组成部分，在圈闭成因上它与构造油气藏不同，主要受沉积作用、地层超覆和不整合等因素直接控制，而构造因素则起某些间接作用。根据圈闭成因，隐蔽圈闭大致可分为四类：岩性圈闭、地层圈闭、混合圈闭、水动力圈闭。目前，隐

隐蔽圈闭勘探存在的两个关键问题是：隐蔽圈闭识别问题（即储层的空间展布及其侧向封堵条件的确定）；圈闭含油气性的评价。隐蔽圈闭捕集油气的条件差别较大，成藏机理和成藏过程复杂，往往圈闭条件相同而含油程度迥异。因此在钻前利用地震资料进行含油气性检测尤为重要。目前隐蔽油气藏研究存在如下主要问题：概念有待统一；理论研究落后于勘探实践；技术发展重于理论探索。现今，隐蔽油气藏研究的发展趋势主要是：总结隐蔽圈闭勘探成功经验与失败的教训；加强隐蔽油气藏理论研究，以适应油气勘探发展形势的需要。

目前，针对隐蔽圈闭的识别与评价的地震技术方法主要有：三维构造精细解释与坡折带识别技术；地震相分析技术，地震相分析是识别岩性圈闭的重要手段；测井约束反演技术；岩性、物性预测技术；油气检测技术，主要有 AVO 和模式识别等；三维可视化技术。高分辨地震地质学是寻找隐蔽圈闭必不可少的关键工具之一。

近几年来，层序地层学理论和技术在石油勘探开发中的工业制图和隐蔽圈闭勘探方面取得了巨大的成功，业已发展成为隐蔽圈闭识别与评价的一大亮点和重要工具之一。

迄今为止，层序地层学经历了 3 个发展阶段：萌芽阶段（Sloss 等，1948；Sloss, 1963）；地震地层学与层序地层发展阶段（Vail 等，1977；Posamentier 等，1988；Galloway, 1989；Sloss, 1988；Van Wagoner 等，1990）；系统化与综合化发展阶段（Vail 等，1998；Sagrec 等，1988；Wagoner 等，1998）。目前，层序地层学主要有 4 种学派：以 P. R. Vail (1977) 等为代表提出的“由一套有成因联系的、相对整合的地层组成的地层单元，顶底以不整合面或与之相对应的整合面为界”观点，主要适用于海相沉积，将层序划分为低水位体系域（LST）或陆棚边缘体系域（SMST）、海进体系域（TST）和高水位体系域（HST）；W. E. Galloway (1988) 创立的以洪泛面为层序边界的陆相盆地中的成因地层，目前使用者很少；T. A. Gross (1994) 以基准面旋回与过程-响应原理为理论依据并以地质、地球物理方法为手段的高分辨层序地层，主要适用于陆相沉积，将层序根据级别不同，分为短期（5 级）、中期（4 级）和长期（3 级）基准面旋回层序；我国的陆相盆地层序地层学派（李思田等，1994；顾家裕等，1995），许多地质工作者采用低位体系域（LST）、湖进体系域（TST）和高位体系域（HST）的层序三分结构方案，陆相层序四分方案或采用其他体系域术语方案的使用率较少。

陆相盆地层序地层研究作为层序地层学的一个主要方面，已经成为源于海相沉积研究发展起来的层序地层学发展史上的一大亮点。与海相层序不同，陆相层序的形成与演化更多地受到构造、气候的影响（Shanley 等，1993；Van Wagoner, 1995；Aitken, 1996；Miall, 1996）。近 20 年来，我国的陆相层序地层学的研究进展很大，先后引进并创造性地应用和发展了经典层序地层学、成因层序地层学及高分辨率层序地层学的理论和方法（徐怀大等，1980；张万选等，1988；张宏逵等，1990；徐怀大等，1993；刘宝珺等，1994；Cross, 1995；邓宏文等，1995；陈洪德等，1996），建立了断陷湖盆（魏魁生、徐怀大，1993；王东坡、刘立，1994；顾家裕，1995；纪友亮等，1996；姜在兴等，1996；赵省民等，1997；邓宏文等，1997；王洪亮等，1997）、坳陷湖盆（王东坡等，1994；顾家裕，1995；郑荣才等，1996、2000）等多种不同类型陆相盆地的层序地层模式，探讨了陆相层序地层形成演化的控制因素，并初步取得了较好的应用效果。在大庆、胜利和新疆等油田，应用层序地层学、三维地震及储层评价等技术，在低位体系域砂体中发现了一大批隐

蔽油气圈闭。

层序地层学的发展趋势体现在：宏观地质调查与微观测试分析相结合、定性描述与定量刻画 - 模拟充分结合，多学科的交叉渗透与整合发展。当今陆相层序地层学研究还面临下列一些挑战：层序地层研究成果还远未能满足生储盖层和隐蔽圈闭预测评价及油气系统研究的需要，建立的层序地层划分对比方案尚难以在生产与研究中有效地应用和推广，层序名称纷繁众多，不便统一应用；等时层序格架建立较难，定年测试工作薄弱；目前国内对于断陷陆相盆地、前陆盆地的层序地层学研究已有不少成果，而对于大型内陆坳陷沉积盆地层序地层学的研究不够深入，不同构造背景、不同类型陆相盆地层序地层模式建立的工作明显滞后，已建立的层序地层模式适用性脆弱，推广难度大；层序地层学定量研究和计算机模拟的研究工作进展缓慢。

### 三、研究思路及主要研究内容

#### 1. 研究思路和技术路线

以高精度层序地层学、隐蔽油气藏理论、坡折带理论为指导，充分运用地质、地震、钻井、测井、岩心、分析测试等资料，开展构造特征、储层展布、隐蔽圈闭识别以及关键坡折带的综合研究；以高分辨地震技术和层序地层技术为核心；开展高精度单井和联井层序地层的划分和对比，建立层序地层格架和模型；进行“三相”（沉积相、测井相和地震-反演相）的反复验证和标定以建立沉积相模式；开展隐蔽圈闭的识别研究，分析隐蔽圈闭的时空分布规律，精细描述岩性、地层圈闭，进行隐蔽圈闭预测和有利区带优选。具体技术路线见图 1-1。

#### 2. 主要研究内容

通过多学科交叉与综合研究，摸清研究区的层序地层特征、构造特征以及隐蔽圈闭特征，优选有利隐蔽圈闭勘探区带。拟定的主要研究内容如下。

##### (1) 井-震连井层序地层划分与对比

运用层序地层学理论，结合钻井、地震和测井资料，确定出关键层序界面、体系域、准层序组及准层序的识别标志；划分单井层序，建立高分辨层序地层格架，进行联井层序地层的结构、厚度、形态、变化趋势、分布规律等方面的精细对比，进而确定全区的层序划分方案。建立层序地层不同级次界面（3 级层序界面、4 级体系域界面、4 级准层序组界面等）的地质模式，为地震反演和储层预测提供真实的地质约束条件。阐明体系域内的沉积相、微相在纵横向上的堆叠样式、演化规律；优选和找准有利体系域中的各类成因砂体，明确这些砂体在单井、联井剖面和平面上的时空位置，总结关键层序界面控藏作用，为隐蔽圈闭勘探指明方向。

##### (2) 构造演化与坡折带研究

选择东西向、南北向典型区域性地震剖面，通过地震精细解释，进行构造 - 沉积特征分析，划分构造期次，恢复构造演化史；阐述断裂系统的特征、组合样式、形成期次与演化和展布规律；重点解剖车-莫低隆起的形成演化；识别不同的坡折带类型、确定其时空分布规律；试图恢复古地貌格局；建立层序-坡折带-隐蔽圈闭成因模式。

##### (3) 基于层序地层的砂体模型与地震反演对比研究

在层序地层等时格架内，按照“旋回控制，分级对比”的原则，建立砂体或单砂层

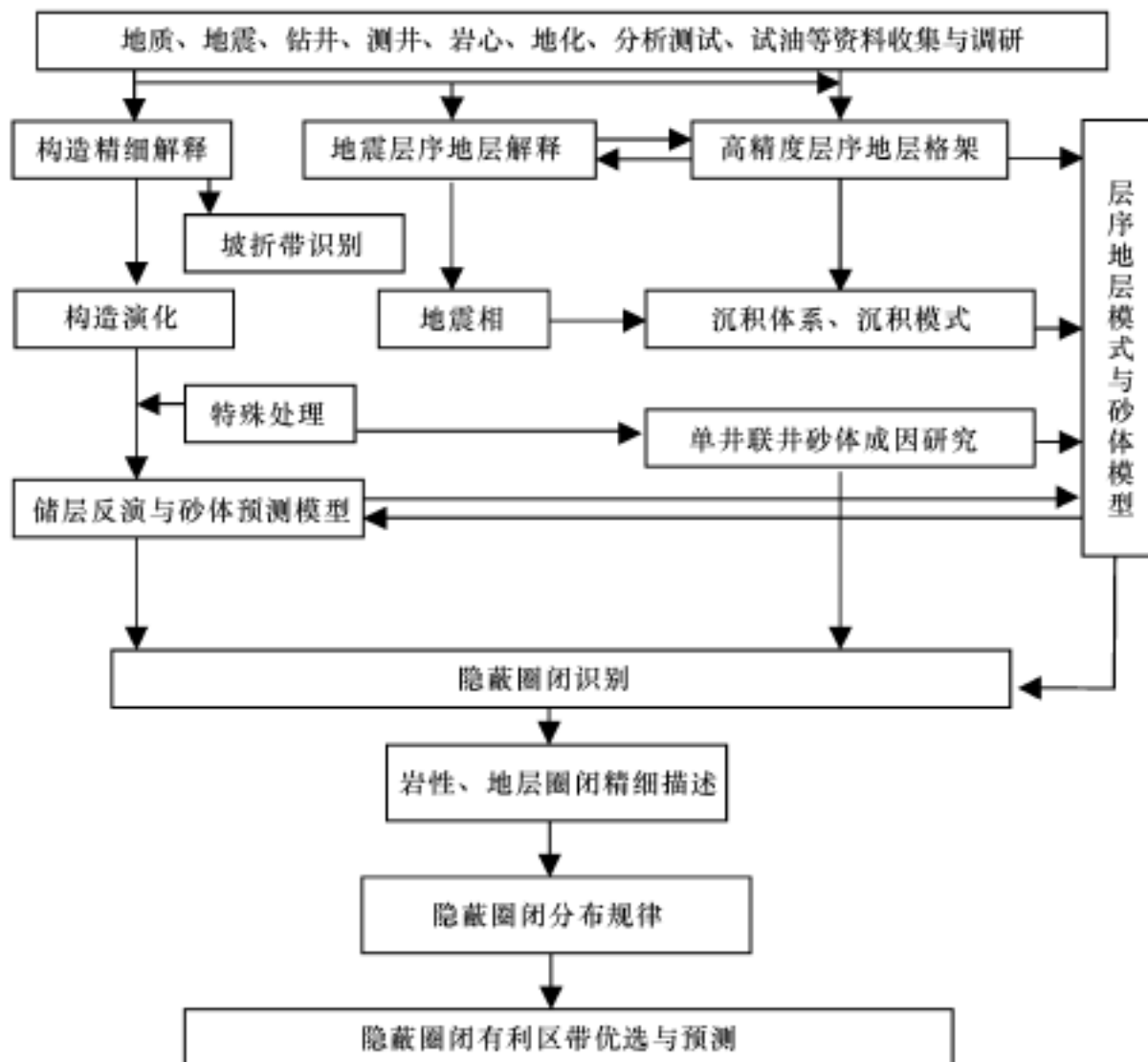


图 1-1 技术路线

的对比模型；以反映不同成因砂体的时空分布规律，阐明其纵横向上的展布范围、规模大小、尖灭情况和连通性。同时，基于层序地层地质模型、构造-测井等 3 方面共同约束的地震反演而建立的砂体预测模型更能真实地再现地下地质砂体的时空分布特征和规律。这两种情形下的砂体模型与砂体预测模型进行相互验证、交叉对比，以得到最终的砂体模式，指导隐蔽圈闭的勘探工作。

#### (4) 隐蔽圈闭精细描述与勘探区带优选

在研究已发现隐蔽圈闭及其特征基础上，运用高分辨地震地质学、层序地层学、坡折带理论、隐蔽油气藏理论，剖析典型隐蔽圈闭的类型、特征、形成条件；开展隐蔽圈闭的识别研究；分析隐蔽圈闭的时空分布规律。综合上述研究成果，进行隐蔽圈闭预测与有利区带优选。

### 3. 技术关键

针对以上研究内容，运用以下关键技术予以解决：

- 1) 地质-测井-地震综合层序地层划分与对比技术；
- 2) 隐蔽圈闭研究技术；
- 3) 地震精细构造解释-坡折带识别技术；
- 4) 构造-测井约束非线性反演技术。

## 四、存在的关键问题

主要存在以下几个科学问题:

- 1) 研究区缺乏整体、统一的地质认识, 区块分散、资料缺乏;
- 2) 层序地层划分方案偏粗、分歧大;
- 3) 沉积体系与物源分散系统不清;
- 4) 隐蔽圈闭不落实、预测不合理;
- 5) 坡折带有待识别、构造演化急待细化;
- 6) 隐蔽圈闭识别标志不清。

这些均对综合研究提出了挑战。只有解决了以上基本地质问题, 才能深化对研究区油气地质特征的认识, 进而正确评价油气资源潜力, 优选有利的隐蔽圈闭区带。

## 五、创新认识及成果

1) 建立了侏罗系层序地层划分方案, 与以前的 7 个层序相比要精细得多。层序关键界面(SB、MFS、TS)是隐蔽圈闭发育的重要部位。侏罗系可划分出 12 个三级层序。单个层序的平均年限为 5 Ma, 单个层序厚度一般为 130.1 ~ 369.8 m; 单个准层序组平均厚 27.2 m。

2) 树立了等时的高分辨层序地层格架, 展示了体系域及准层序组的时空演化历史。等时格架内的体系域位置及沉积体系的叠置样式(进积、退积与加积)、横向展布、尖灭情况等均是预测钻井之间的空白区隐蔽圈闭所依赖的地质信息。层序受坡折带控制, 坡折带上、下倾方向的层序具有完整的三分结构。LST 厚度向着坡折带的上倾方向逐渐尖灭, 如 SQ<sub>4</sub> 层序的 LST 在 Y1 井为 81.1 m, Zh1 井为 71.5 m, Z1 井为 48.3 m, Z3 井为 36.7 m, 夏盐 3 井为 0 m。沉积体系也有所不同, 坡折带附近发育半深湖—深湖相、斜坡扇(如 Y1 井的 SQ<sub>4</sub> 层序)、辫状三角洲以及滨浅湖, 在夏盐 3 井及以北为辫状三角洲与滨浅湖; 低位期辫状三角洲与滨浅湖限定在坡折带上、下倾方向, 湖进期辫状三角洲与滨浅湖产生于远离坡折带的向陆方向, 高位期辫状三角洲与滨浅湖主要在浅水沉积背景上(如浪蚀底形)。所有这些都为隐蔽圈闭预测提供了技术框架。

3) 识别出 3 条关键坡折带, 指明了中部区块位于坡折带下倾方向。这些坡折带正是“S”型厚度中心与沉积中心, 所发育的低水位进积楔砂体是有利的勘探目标。

4) 建立了砂体模型, 指出了砂体分布规律。展示了 J<sub>1s</sub>-J<sub>2x</sub> 沉积时期 4 个层序的 12 个体系域的砂体时空分布情况。该模型与地震反演的砂体模型相比较, 砂体的细节更丰富。在 Y1 井 J<sub>2x</sub> 砂体的 SQ<sub>7</sub> 和 SQ<sub>8</sub> 两个层序共出现 6 条且向 Zh1 井区即向北方向的上倾尖灭。在 Y1 井 J<sub>1s</sub> 自下而上出现 11 条砂体; SQ<sub>6</sub> 层序中的 2 条砂体向北延伸到了 Z1 井, 意味着连通性非常好, 但同时也可能表明它们不利于油气保存。砂体在 Y1 井、Z1 井、夏盐 3 井发育好, 成为富砂区(一是坡折带附近; 一是滨线坡折)。在中部区块未钻并且位于坡折带上、下倾方向的空白区也存在 LST 与 HST 的进积砂, 它们是未来的勘探新领域。

5) 识别出 8 大古水道或水流体系, 为物源体系分析提供了依据。分别是: 克拉美丽水流体系; 乌尔禾水流体系; 克拉玛依水流体系; 德伦山水流体系; 伦 3 - 伦参 1 水流体系; 玛纳斯河红沟水流体系; 博格达山前水流体系; 四棵树水流体系。

6) 多期(LST/HST)三角洲沉积体系迁移快、叠合好; 低水位砂与深湖泥匹配好,

有利成藏。低位期三角洲位于坡折带附近的上、下倾方向，高水位期三角洲进积到坡折带，湖进期三角洲向陆方向迁移并远离坡折带。因此，以前将不同时期的三角洲砂体当作一个“棒状”或“线状”形态的三角洲并处理成图无疑掩盖了等时框架下的真实沉积体系展布面貌，而且三角洲的“棒状”或“线状”形态也与现代三角洲的“三角”形态相差太远，成图不合理。

7) 等时格架内的有利沉积体系为辫状三角洲与滨浅湖滩坝。识别出7大沉积体系：辫状河、曲流河、冲积扇、辫状三角洲、曲流河三角洲沉积体系、湖泊沉积体系及斜坡扇沉积体系。辫状三角洲广泛发育。研究表明，中部区块侏罗系有利的成因砂体为辫状三角洲与滨浅湖滩坝砂。夹在大套滨浅湖富泥中的薄层（2~13 cm）砾岩及其伴生的砂岩是滨岸成因的，如D2井与Sh3井发育典型的滨岸浪成波纹交错层理及冲洗层理，以及0.5~4 cm大而完整的浅湖环境的双壳化石。

8) 中3区块发育丰富的岩性-地层圈闭，坡折带下倾方向的LST与HST是最佳的勘探对象。层序界面 $J_1b-SB_1$ 、 $K_1-SB_{13}$ 与车-莫低隆起一起形成了不整合圈闭，界面上的低水位扇与低水位楔（推测的）可以构成上超型岩性圈闭。低位期及高位期的辫状三角洲形成了非常有利的沉积相带。受层序界面、准层序组、准层序等约束的砂体模型表明有两个富砂区：中3区块-中1区块；夏盐3井区。前者的进积、退积砂形成了典型的上超或下超型岩性圈闭。层序地层模式控制了不同位置处体系域（LST、TST和HST）的构成与发育程度。中3区块位于坡折带下倾方向，发育LST斜坡扇、很厚的辫状河三角洲砂体，以及较厚的HST辫状河三角洲砂体，它们均是岩性圈闭的物质基础。Y1井区钻井所揭示的丰富油气正是赋存在这些LST的岩性圈闭中。

9) 中3区块未来的隐蔽圈闭可能发育在3个领域：环车-莫古隆起的高点及南北两侧与层序界面 $J_1b-SB_1$ 及 $K_1-SB_{13}$ 相关的削蚀、上超型、风化壳等地层的不整合圈闭；进积型三角洲的前端与后端以及未钻探的两侧空白区等的岩性圈闭；浅部的白垩系目的层。

## 六、成果应用价值前景

基于高分辨层序地层学和高分辨地震技术等两大关键技术，识别与预测隐蔽圈闭：应用性的技术成果——解决问题的结果：

- 1) 总结隐蔽圈闭时空分布规律；
- 2) 建立砂体对比模型，进行砂体预测，指导勘探；
- 3) 建立隐蔽圈闭的识别与预测的相关技术；
- 4) 建立不同坡折带类型的层序地层模式。

采用的配套技术系列——解决问题的手段：

- 1) 地质-测井-地震综合层序地层划分与对比技术；
- 2) 隐蔽圈闭研究技术；
- 3) 地震精细构造解释-坡折带识别技术；
- 4) 构造-测井约束非线性反演技术，以解决勘探中面临的问题。

成果应用前景与效果好——解决问题的目的：

Y1井区的相关成果已用于井位部署，增加预测储量至5000多万吨。

## 第二章 地层格架及构造演化

准噶尔盆地位于西伯利亚和塔里木两古陆之间，夹持于扎伊尔山—德伦山，青格里底山—克拉美丽山和伊林黑比尔根山之间，呈三角形，面积  $13.6 \times 10^4 \text{ km}^2$  (图 2-1)，是我国西北地区重要的含油气盆地。目前中石化集团公司共登记油气勘探区块 16 个，面积为  $64801 \text{ km}^2$ ，其中胜利油田勘探区块 13 个，面积  $54354 \text{ km}^2$ 。在准噶尔盆地腹部（简称腹部地区），中石化登记区块 4 个（中 1、2、3、4 区块），中 1 区块为江苏油田管辖，中 2、3、4 区块则为胜利油田所有，勘探面积  $8796 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，中部区块是研究的重点。

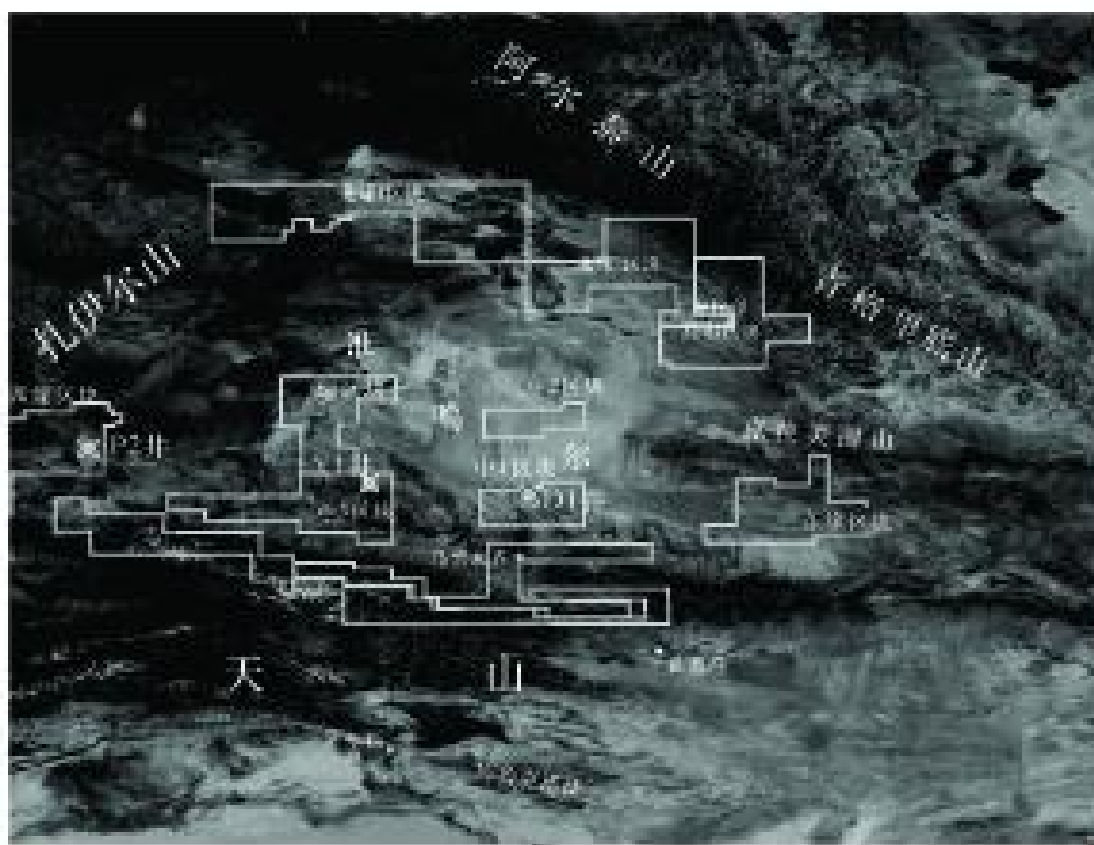


图 2-1 准噶尔盆地位置图

以下从地层的接触关系、厚度变化、沉积中心的迁移、几何形态及空间对称性等方面说明准噶尔盆地的地层格架及其特征。

### 一、地层划分及特征

准噶尔盆地腹部的地层主要有石炭系—第四系（表 2-1 与图 2-2）。自下而上发育石炭系中统柳树沟组（ $C_2l$ ），上统祁家沟组（ $C_3q$ ）；二叠系下统石人子沟组（ $P_1s$ ）、塔什库拉组（ $P_1t$ ），中统乌拉泊组（ $P_2wl$ ）、井井子沟组（ $P_2jj$ ）、芦苇沟组（ $P_2l$ ）、红雁池组（ $P_2h$ ），上统泉子街组（ $P_3q$ ）、梧桐沟组（ $P_3wt$ ）；三叠系下统韭菜园子组（ $T_1j$ ）、烧房沟组（ $T_1s$ ），中统克拉玛依组（ $T_2k$ ），上统黄山街组（ $T_3h$ ）、郝家沟组（ $T_3hj$ ）；侏罗系下统八道湾组（ $J_1b$ ）、三工河组（ $J_1s$ ），中统西山窑组（ $J_2x$ ）、头屯河组（ $J_2t$ ），上统

表 2-1 准噶尔盆地腹部地层划分方案

系	统	西北部	东北部		南部		
第四系	更新统				西域组 Q <sub>4x</sub>		
第三系	上新统	独山子组 N <sub>2d</sub>	独山子组 N <sub>2d</sub>		独山子组 N <sub>2d</sub>		
	中新统	塔西河组 N <sub>1t</sub>	塔西河组 N <sub>1t</sub>		塔西河组 N <sub>1t</sub>		
		沙湾组 N <sub>1s</sub>	沙湾组 N <sub>1s</sub>		沙湾组 N <sub>1s</sub>		
	渐新-古新统	乌伦古河组 E <sub>2-3w</sub>	乌伦古河组 E <sub>2-3w</sub>		安集海河组 E <sub>2-3a</sub>		
		红砾山组 (E <sub>1</sub> -K <sub>2</sub> ) <sub>h</sub>	红砾山组 (E <sub>1</sub> -K <sub>2</sub> ) <sub>h</sub>		紫泥泉子组 E <sub>1-2z</sub>		
白垩系	上统	艾里克湖组 K <sub>2a</sub>	红沙泉组 K <sub>3h</sub>		东沟组 K <sub>2d</sub>		
	下统	吐谷鲁群 K <sub>1tg</sub>	吐谷鲁群 K <sub>1tg</sub>	吐谷鲁群 K <sub>1tg</sub>	连木沁组 K <sub>1l</sub>		
					胜金口组 K <sub>1s</sub>		
					呼图壁河组 K <sub>1h</sub>		
					清水河组 K <sub>1q</sub>		
侏罗系	上统	齐古组 J <sub>3q</sub>	石树沟群 J <sub>2-3s</sub>	齐古组 J <sub>3q</sub>	喀拉扎组 J <sub>3k</sub>		
					齐古组 J <sub>3q</sub>		
	中统	头屯河组 J <sub>2t</sub>	西山窑组 J <sub>2x</sub>	西山窑组 J <sub>2x</sub>	头屯河组 J <sub>2t</sub>	头屯河组 J <sub>2t</sub>	
		西山窑组 J <sub>2x</sub>			西山窑组 J <sub>2x</sub>		
	下统	三工河组 J <sub>1s</sub>	三工河组 J <sub>1s</sub>	三工河组 J <sub>1s</sub>	三工河组 J <sub>1s</sub>	三工河组 J <sub>1s</sub>	
八道湾组 J <sub>1b</sub>		八道湾组 J <sub>1b</sub>	八道湾组 J <sub>1b</sub>	八道湾组 J <sub>1b</sub>	八道湾组 J <sub>1b</sub>		
三叠系	上统	白碱滩组 T <sub>3b</sub>	小泉沟群 T <sub>2-3xq</sub>	黄山街组 T <sub>3h</sub>	小泉沟群 T <sub>2-3xq</sub>	郝家沟组 T <sub>3hj</sub>	
		上克拉玛依组 T <sub>2k<sub>2</sub></sub>		克拉玛依组 T <sub>2k</sub>		克拉玛依组 T <sub>2k</sub>	
	中统	下克拉玛依组 T <sub>2k<sub>1</sub></sub>	上仓房沟群 T <sub>1ch</sub>	烧房沟组 T <sub>1s</sub>	上仓房沟群 T <sub>1ch</sub>	烧房沟组 T <sub>1s</sub>	
		百口泉组 T <sub>1b</sub>		韭菜园子组 T <sub>1j</sub>		韭菜园子组 T <sub>1j</sub>	
	二叠系	上统	上乌尔禾组 P <sub>3w</sub>	下仓房沟群 P <sub>3ch</sub>	梧桐沟组 P <sub>3wt</sub>	下仓房沟群 P <sub>3ch</sub>	梧桐沟组 P <sub>3wt</sub>
			泉子街组 P <sub>3q</sub>		泉子街组 P <sub>3q</sub>		
中统		下乌尔禾组 P <sub>2w</sub>	平地泉组 P <sub>2p</sub>	上茈萆槽子群 P <sub>2jjc</sub>	红雁池组 P <sub>2h</sub>	上茈萆槽子群 P <sub>2jjc</sub>	红雁池组 P <sub>2h</sub>
		夏子街组 P <sub>2x</sub>	将军庙组 P <sub>2j</sub>		芦草沟组 P <sub>2l</sub>		芦草沟组 P <sub>2l</sub>
下统		风城组 P <sub>1f</sub>	金沟组 P <sub>1jg</sub>	下茈萆槽子群 P <sub>1jjc</sub>	井井子沟组 P <sub>2jj</sub>	下茈萆槽子群 P <sub>1jjc</sub>	井井子沟组 P <sub>2jj</sub>
	佳木河组 P <sub>1j</sub>	乌拉泊组 P <sub>2wl</sub>			乌拉泊组 P <sub>2wl</sub>		
石炭系	上统	太勒古拉组 C <sub>3t</sub>			祁家沟组 C <sub>3q</sub>		
	中统	阿蜡德依克赛组 (C <sub>2a</sub> ) 哈拉阿拉特组 (C <sub>2h</sub> )	石钱滩组 C <sub>2s</sub>		柳树沟组 C <sub>2l</sub>		
		包谷图组 C <sub>1b</sub>	巴塔玛依内山组 C <sub>2</sub>				
	下统	希贝库拉斯组 C <sub>1x</sub>	滴水泉组 C <sub>1d</sub>				

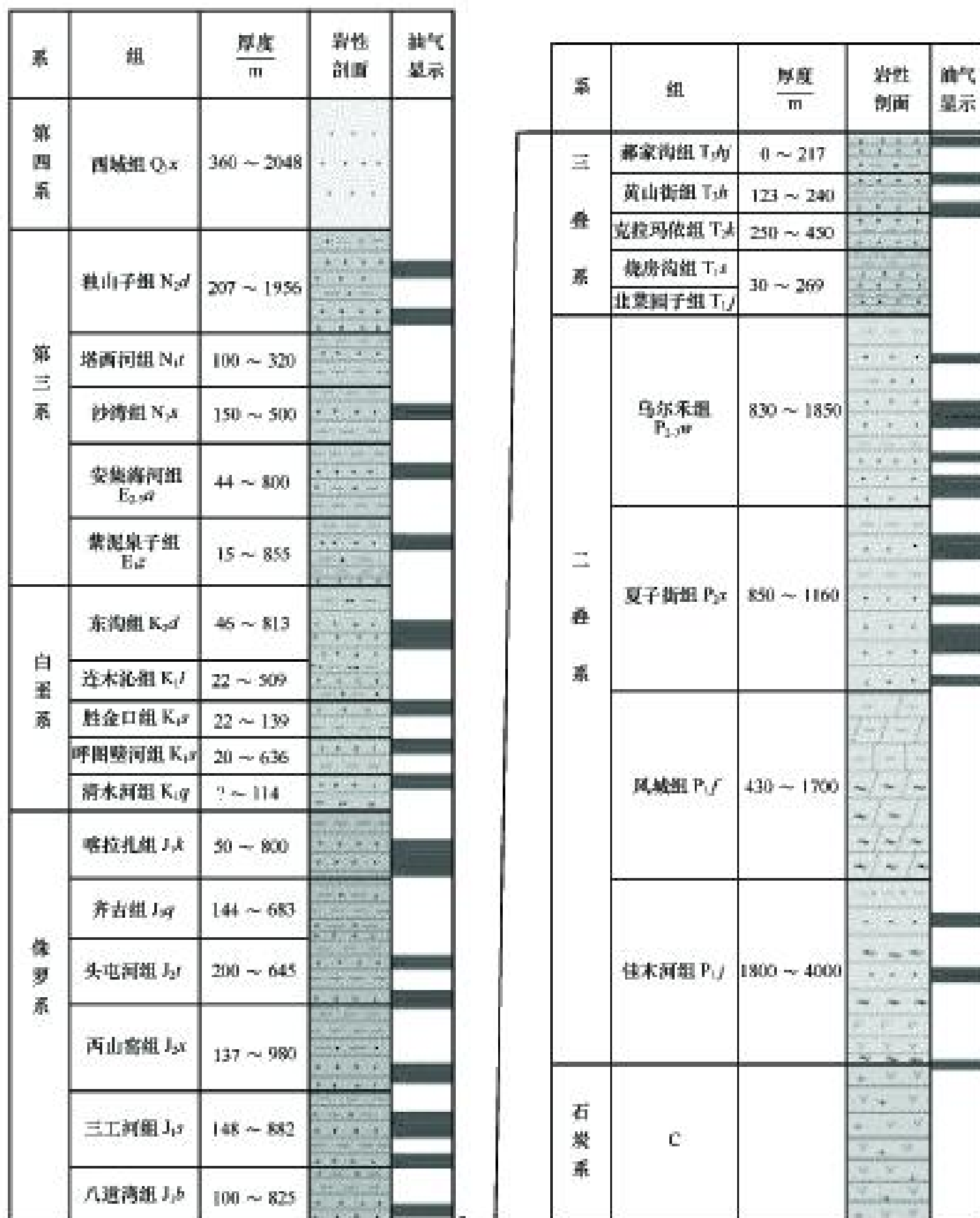


图 2-2 准噶尔盆地腹部地层综合柱状图

齐古组 (J<sub>3q</sub>)、喀拉扎组 (J<sub>3k</sub>)；白垩系下统吐谷鲁群 (K<sub>1tg</sub>)、上统东沟组 (K<sub>2d</sub>)；下第三系紫泥泉子组 (E<sub>1-2z</sub>)、安集海河组 (E<sub>2-3a</sub>)，上第三系沙湾组 (N<sub>1s</sub>)、塔西河组 (N<sub>1t</sub>)、独山子组 (N<sub>2d</sub>) 和第四系西域组 (Q<sub>1x</sub>)。

下面分别阐述。

## 1. 石炭系

盆地西北缘下石炭统以弧后深—半深海浊积岩与凝灰岩过渡型沉积为主，岩性为灰、青灰色厚层状至块状细—粗粒凝灰质砂岩与沉凝灰岩互层，夹灰、灰黑色凝灰质粉砂质泥岩、凝灰质粉砂岩、凝灰质角砾岩，局部地带夹砂岩、硅质岩、生物砾屑灰岩及安山玢岩透镜体。中、下石炭统岩性变化较大，主要为灰黑色薄层状凝灰质粉砂岩、凝灰质泥岩、灰绿岩、灰色薄层状沉凝灰岩不等厚互层，夹凝灰岩、凝灰质砂岩、粉砂岩、细—中粒砂岩、硬砂质长石砂岩、硅质岩、凝灰角砾岩、安山玢岩、灰岩及侵蚀谷地充填砂岩。上石炭统为浅海相凝灰岩、火山熔岩、灰绿紫红色薄层状细粒凝灰岩、晶屑沉凝灰岩、凝灰质粉砂岩、凝灰质粉砂质泥岩略等厚互层，夹辉绿岩、玄武岩、细碧岩、安山玢岩及长石砂岩、粉砂岩，底部有数百米厚层杂色玄武岩、安山岩及硅质岩。盆地东部克拉美丽山地区下石炭统滴水泉组主要分布于五彩湾凹陷内，彩 25 井以北厚度较大，中心厚度可达 1300m；下石炭统下部为灰黑色泥质粉砂岩、含砾粗砂岩、夹砾岩、炭质泥岩及煤线。上部为灰绿色砾岩、砂岩、粉砂岩互层。中石炭统为灰绿玢岩、安山质粗粒火山角砾岩、玄武安山玢岩、斜长玄武岩、流纹岩、英安斑岩，夹灰、黄绿色砂岩、粉砂岩、砂质泥岩、黑色炭质泥岩、砾岩，向上为深灰色、灰黑色灰岩、泥灰岩、生物灰岩、泥岩夹砂岩和少量砾岩。上石炭统巴塔玛依内山组也分布于五彩湾凹陷内，由南向北减薄，最大厚度可达 1600m；上石炭统石钱滩组主要分布于石钱滩凹陷内，由西向东，地层厚度有增大趋势，最大厚度可达 3300m。岩性为杂色砂泥岩夹砂岩及凝灰岩。盆地东南缘乌鲁木齐附近祁家沟一带未见下石炭统及其以下地层，中石炭统为灰绿色中基性火山喷发岩、枕状熔岩、火山岩、火山碎屑岩及放射虫硅质岩，灰色、褐灰色泥灰岩、生物碎屑灰岩。上石炭统为浅灰、深灰色硅质砂岩、含钙粉砂质泥岩、泥质粉砂岩。盆地腹部地震地质解释表明，下二叠统底界面以下绝大部分地区地震相杂乱，不易追踪，可能属中—下石炭统火山岩的反射特征，局部地段相位连续、可追踪，推测属石炭系上部层状沉积岩的反射特征。由此可见，石炭系在全盆分布广泛，上部残缺不全。

## 2. 二叠系

下二叠统佳木河组（东部相当于金沟组下部）主要分布于西北缘和中央拗陷的大部分地区（中拐凸起除外）。但马桥凸起上的高部位缺失该套地层，另外，陆梁隆起上的石南凹陷、英西凹陷和东部隆起上的五彩湾凹陷、石钱滩凹陷、古城凹陷和梧桐窝子凹陷内还沉积了一定范围的该套地层，而西部隆起上的车排子凸起、南缘大部分地区、乌伦古拗陷、陆梁隆起和东部隆起区上的凸起，则处于无沉积或剥蚀状态。地层总体西部厚、东部薄，呈楔状，西北缘的沉积中心位于克—夏断阶带，厚度可达 3200 m；此外，昌吉凹陷西侧还有一个次级沉积中心，中心厚度可达 1200 m。

下二叠统风城组（东部相当于金沟组上部）主要分布于玛湖凹陷、盆 1 井西凹陷和昌吉凹陷之内。其他地区因受晚海西运动影响，盆地整体抬升，均处于无沉积或剥蚀状态，使其沉积范围比佳木河组沉积范围小。地层由北西向南东逐渐减薄。风城组的沉积中心位于克—夏断阶带—玛湖凹陷，沉积厚度可达 1400 m。此外，昌吉凹陷西侧、盆 1 井西凹陷也均有次级沉积中心。

中二叠统夏子街组（东部称将军庙组）比风城组分布广，与佳木河组相近。主要分布于西北缘、中央拗陷（中拐凸起除外）和东部隆起内的各凹陷中。另外，帐北断褶带