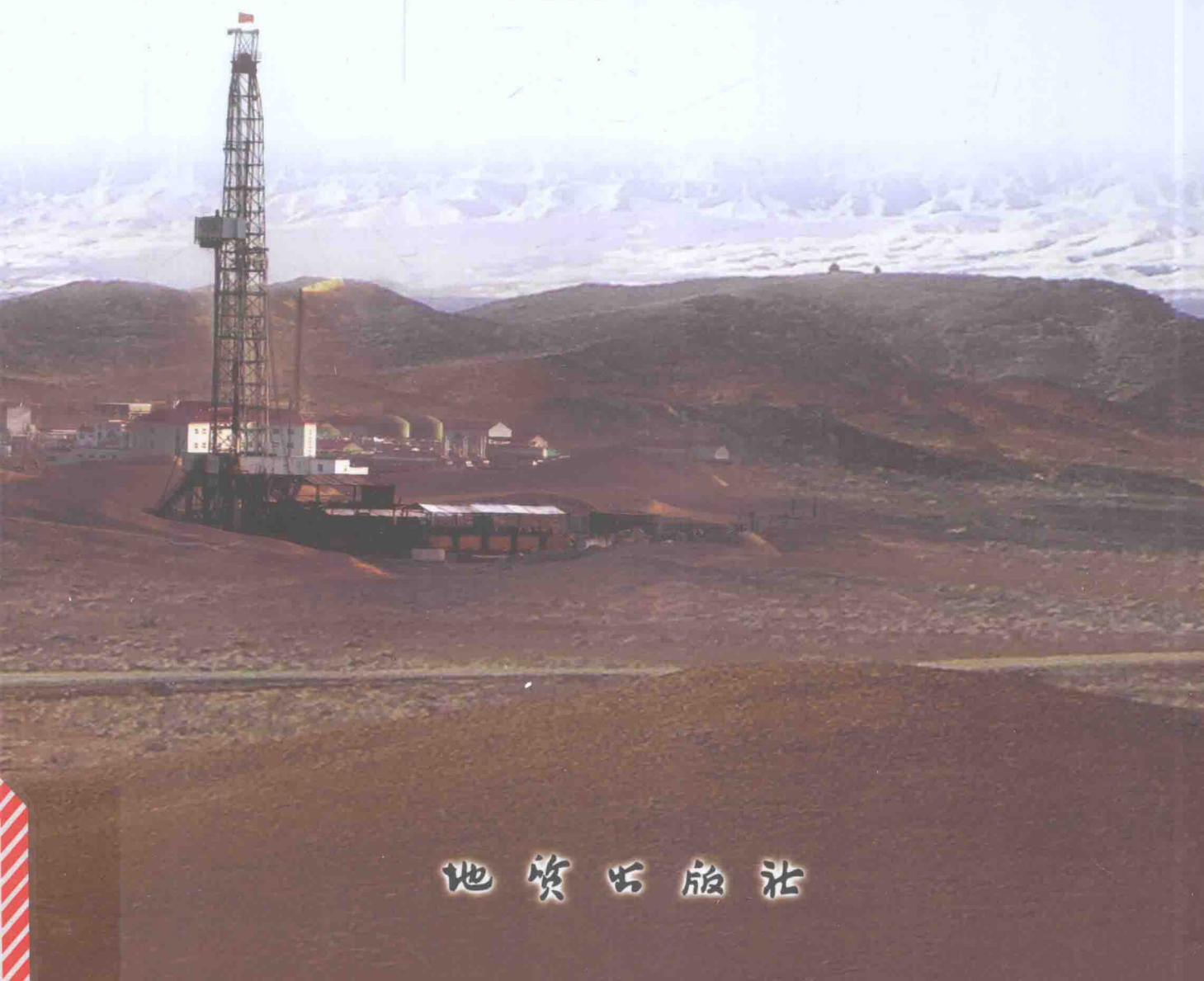


国土资源大调查综合研究项目
“全国油气资源战略评价”资助

准噶尔盆地的形成演化 及油气富集规律

赵省民 等著



地质出版社

国土资源大调查综合研究项目
“全国油气资源战略评价”资助

准噶尔盆地的形成演化 及油气富集规律

赵省民 等著

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书以准噶尔盆地地表油气地质调查为基础,结合钻井、地震资料分析,以石炭系—二叠系为对象,重点开展了地层序、沉积相和古地理、含油气系统与盆地演化及油气富集规律等方面的研究。从中二叠统红雁池组沉积开始,准噶尔盆地才进入真正意义上的陆相盆地;此前的石炭纪,准噶尔盆地主要表现为“东北浅,西南深”的古地理格局,二叠纪末期仍不时受到海泛的影响。准噶尔盆地南缘的石炭系和下二叠统同样具生烃潜力,其油气地质意义不容忽视。最后,本书从对油气生成、运移和聚集等油气成藏控制的角度出发,分析了准噶尔盆地演化对石炭系—二叠系油气聚集的影响,阐述了准噶尔盆地油气富集规律,指明了油气勘探的有利方向。

图书在版编目(CIP)数据

准噶尔盆地的形成演化及油气富集规律/赵省民著.
—北京:地质出版社,2015.8
ISBN 978-7-116-09333-1
I. ①准… II. ①赵… III. ①准噶尔盆地—形成—研究 ②准噶尔盆地—油气聚集—规律—研究 IV. ①P942 ②P618.130.2
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 164162 号

责任编辑:韩 博 白 铁
责任校对:王洪强
出版发行:地质出版社
社址邮编:北京海淀区学院路 31 号,100083
咨询电话:(010) 66554528(邮购部);(010) 66554624(编辑室)
网 址: <http://www.gph.com.cn>
传 真:(010) 66554686
印 刷:北京地大天成印务有限公司
开 本:889 mm×1194 mm^{1/16}
印 张:11.75
字 数:370 千字
版 次:2015 年 8 月北京第 1 版
印 次:2015 年 8 月北京第 1 次印刷
定 价:50.00 元
书 号:ISBN 978-7-116-09333-1

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

前 言

准噶尔盆地位于我国西北地区，构造上居于天山－兴蒙构造带，是我国最重要的含油气盆地之一。该盆地范围广阔，地层充填巨厚，油气资源丰富，其中的油气资源总量为 $130 \times 10^8 \text{t}$ 油当量，油气资源丰度达 $100000 \text{t}/\text{km}^2$ ，是我国西北地区油气资源最丰富、含油气丰度最高的沉积盆地。尽管该盆地油气资源很丰富，也经过了近 60 年的勘探，但其探明储量仅占 21%，油气探明程度还很低，勘探潜力仍然很大。

从迄今的勘探成果看，已发现的油气田和探明储量多分布于盆地的西部隆起和东部隆起，而范围更大的南缘和深层则很少，但该地区 and 深部同样具有良好的油气生成条件。更为重要的是，盆地西部隆起和东部隆起均在深层的石炭系一二叠系中发现了油气田，展示深层具有良好的油气勘探前景。进一步开展对该盆地的油气勘探油气富集规律研究，仍然具有很强的现实意义。

同时，作为天山－兴蒙构造带内仅有的已发现石炭系一二叠系工业油气田的大型含油气盆地，开展准噶尔盆地油气富集规律研究，对指导我国正在实施的整个天山－兴蒙构造带上古生界的油气勘探，拓展我国油气勘探的新层系，开辟我国油气勘探新的战略接替基地，具有重要指导意义。

基于上述，本书作者以中国地质调查局于 21 世纪初实施的“西部地区主要沉积盆地形成演化及油气资源富集成藏规律综合研究”项目成果为基础，通过进一步的资料补充和成果归纳、总结和提炼，撰写了《准噶尔盆地形成演化及油气富集规律》。希望本书的出版能对中国地质调查局正在实施的“天山－兴蒙－吉黑构造带的油气勘查”项目发挥有益的作用。

本书由赵省民主持撰写。绪论由赵省民撰写，第 1 章由赵省民、邓坚撰写，第 2 章由赵省民、苏文博撰写，第 3、6、7 章由赵省民撰写，第 4 章由赵省民、文刚锋、邓坚撰写，第 5 章由赵省民、文刚锋撰写，全书由赵省民统稿完成。李锦平、陈登超和吴赛赛等承担了部分图件的绘制，中国地质科学院矿产资源研究所矿之源有限公司承担了部分图件的清绘工作。

在本书依托的“西部地区主要沉积盆地形成演化及油气资源富集成藏规律综合研究”项目实施过程中，不仅得到了新疆油田公司勘探开发研究院地球物理公司袁文贤教授级高级工程师的指导和帮助，还始终得到了中国地质调查局资源评价部副主任王全明研究员、谢建民高级工程师和张大全副研究员以及矿产资源研究所有关领导和部门的关怀和大力支持。本书的最终出版则得到中国地质调查局油气资源调查中心有关部门和领导的大力支持。在此一并致以衷心的感谢。

目 录

前 言

0 绪 论	(1)
1 盆地基本地质特征	(5)
1.1 基本构造特征	(5)
1.2 盆地地层充填	(8)
1.3 盆地内部构造单元	(23)
1.4 盆地构造与岩浆活动	(23)
2 地层层序及格架	(32)
2.1 地层划分与对比	(32)
2.2 地层层序划分	(49)
2.3 地层层序格架	(65)
3 沉积相及相带展布	(66)
3.1 沉积相标志	(66)
3.2 沉积相类型	(67)
3.3 沉积相特征	(69)
3.4 沉积相带展布特征	(91)
4 油气基本地质条件	(99)
4.1 烃源岩条件	(99)
4.2 储 集 条 件	(116)
4.3 盖 层 条 件	(125)
4.4 生储盖组合	(127)
4.5 上覆岩层厚度	(130)
4.6 运聚输导系统	(130)
5 含油气系统的划分及特征	(134)
5.1 含油气系统的含义	(134)
5.2 含油气系统的划分原则与方法	(135)
5.3 含油气系统划分及特征	(135)
6 盆地形成演化及油气富集规律	(149)
6.1 盆地构造演化	(149)
6.2 盆地演化对油气聚集的影响	(158)
6.3 油气富集规律	(173)
6.4 有利油气勘探方向	(177)
7 结 论	(179)
主要参考文献及资料	(180)

0 绪 论

0.1 本书编撰背景及意义

进入 21 世纪, 油气地质调查受到党中央和国务院的高度重视。原国务院总理温家宝提出“国土资源部不能放松油气资源战略调查的责任”, 寄托了党中央和国务院对国土资源部油气资源调查的重托。自此, 国土资源部重新开始实施油气资源地质调查工作。自 2004 年以来, 国土资源部及辖属的中国地质调查局先后实施了以油气地质调查为目的的“全国油气资源战略选区”、“中国地质大调查”及“地质矿产调查评价专项”等国家专项, 在全国范围内开展了一系列的油气地质调查工作。

自中国地质调查局实施油气地质调查以来, 天山-兴蒙构造带及其邻近地区一直是油气地质调查的重点区域, 先后启动了一系列油气地质调查项目, 开展了多期以“油气地质条件调查为基础, 油气资源前景和勘探潜力评价为核心, 油气战略性发现为目标”的地质、地球物理和地球化学综合勘查, 取得了大量有意义的调查成果。在松辽盆地外围突泉一带的中、下侏罗统获得油气勘探战略性突破, 展示了该区域良好的油气资源前景和巨大的油气勘探潜力, 为该区域进一步的油气勘探部署指明了方向。

准噶尔盆地作为我国西北重要的含油气盆地, 属天山-兴蒙构造带重要的组成部分, 面积 $13.4 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。该盆地范围广, 地层充填厚, 油气资源丰富。油气资源量高达 $130 \times 10^8 \text{ t}$ 油当量, 探明程度仅有 21%, 勘探潜力仍然很大。该盆地不仅油气资源丰富, 而且生储层系众多, 已经发现的油气田遍布石炭系-二叠系, 为天山-兴蒙构造带中仅有的发现上古生界工业油气田的大型含油气盆地, 颇有进一步开展油气勘探及研究的价值。对该盆地开展油气富集规律研究, 不仅对深化该盆地的油气勘探具有重要意义, 而且对我国正在开展的同属古亚洲洋构造域的天山-兴蒙构造带其他地区的油气勘探也具有指导作用。希望借本书的出版, 对中国地质调查局目前正在实施的“天山-兴蒙-吉黑构造带的油气勘查”能有所帮助。

0.2 本书依托项目及开展的工作

《准噶尔盆地形成演化及油气富集规律》这本书, 主要依托中国地质调查局设立的“西部地区主要沉积盆地形成演化及油气资源富集成藏规律综合研究”工作项目(项目编码: 1212010633601)的成果。该项目由中国地质科学院矿产资源研究所负责实施。工作区域包括准噶尔盆地、塔里木盆地、柴达木盆地和南秦岭山前盆地, 工作年限为 2006~2008 年。2007 年, 中国地质调查局调整油气勘查工作, 将该项目分解为 3 个工作项目, “西部地区主要沉积盆地形成演化及油气资源富集成藏规律综合研究”(准噶尔部分)(项目编码: 1212010633601)就是其中之一, 工作年限改为 2006~2007 年。

本书依托该项目工作期限的调整, 使得工作区范围和工作层段做了相应改动。即: 工作范围主要为准噶尔盆地南缘, 工作层段重点针对石炭系-二叠系。工作内容具体为: ①分析盆地形成演化大地构造背景、构造运动特点及地层响应特征, 研究盆地构造演化规律; ②开展生物地层学、同位素地层学和层序地层学的综合分析, 建立研究层段的等时地层格架; ③进行沉积、测井、地震和地球化学等方面相标志的综合分析, 识别沉积相的类型及特征, 分析沉积古地理特点; ④开展生、储、盖条件及组合特征分析, 结合输导系统研究, 进行含油气系统划分及其特征分析; ⑤综合生、储、盖及相关分析成果, 分析油气富集规律。

实施过程中，为确保本书依托项目成果的科学性、客观性和合理性，工作不是局限于盆地南缘，而是着眼于整个盆地。在地表调查研究重点针对盆地南缘的同时，还特别兼顾了盆地西北缘和东北缘；剖面（包括露头 and 钻井）地层层序和沉积相分析，也不仅针对盆地南缘，还对西北缘和东北缘重点钻井和地震剖面开展了相关工作；区域性的沉积相分析及相关图件的绘制，也是涵盖整个盆地，而不仅限于盆地南缘。

具体工作中，为满足项目工作的特别需要，本书依托项目还开展了专门工作。例如：为全面认识准噶尔盆地石炭系一二叠系的物质组成及来源，深刻了解盆地的构造、地貌、充填和演化，以及岩石组成对储层后生成岩作用及物性的影响，本书依托项目还充分开展了野外和室内岩矿比较分析，还对区内岩石薄片进行了观察和鉴定。

实际工作中，本书依托项目最大限度地利用前人工作成果，针对性开展油气基础地质补充调查，努力做到“点、线、面结合，地表与地下结合，多学科、多手段结合，室内与室外结合”，使得本书依托项目的成果科学、客观、合理。为此，具体工作中，考虑到“石炭纪一二叠纪宏体化石稀少，地层对比划分对比难度大”等问题，本书依托项目充分利用该套地层暗色泥岩发育和火山岩发育的优势，有针对性地增加了“微体古生物分析和单颗粒锆石测年”工作。

项目组在大量收集、分析、消化前人成果的基础上，还开展了大量实际工作。具体包括：实测剖面累厚 22.91 km，薄片鉴定 106 件，微体化石鉴定 214 件，孔渗 182 件，烃源岩 292 件，微量元素 50 件，石灰岩碳氧同位素 47 件，单颗粒锆石测年 13 件，绘制或清绘插图 104 幅，工程制图（实测剖面层序和沉积相划分剖面图）14 幅（见表 0.1）。

表 0.1 本书依托项目实物工作量

项目		单位	设计总量	累计完成量	完成率/%
野外调查	露头剖面测量（厚度）	km	3	22.91	763.7
	地质剖面观察	km	30	220	733.3
	采集样品	件	150	816	544
薄片鉴定		件	100	106	106
古生物鉴定	宏体化石（古植物和古脊椎）	件	70	30	42.9
	微体化石（牙形石、孢粉及介形虫）	件	195	214	109.7
微量元素		件	40	50	125
同位素	C, O	件	38	47	123.7
	单颗粒锆石测年	件	5	13	260
储层	孔隙度、渗透率	件	140	182	130
	阴极发光、铸体及包裹体	件	60	124	206.7
	粒度分析	件	20	27	135
烃源岩	烃源岩（TOC、热解、氯仿沥青“A”、族组分、有机岩石学、Ro 等）	件	280	292	104.3
资料收集	地震剖面	条	4	4	100
	综合录井	口	20	27	135
	分析测试数据	份	6	7	116.7
	研究报告	份	15	17	113.3
绘制图件	等时地层格架图	幅	1	1	100
	实测剖面层序及沉积相划分柱状图	幅		14	
	沉积古地理图	幅	2	5	250
	勘探有利方向预测图	幅	1	1	100

0.3 本书主要成果

(1) 进一步明确了准噶尔盆地仅存古老的结晶基底, 该盆地南缘在晚古生代不存在真正意义上的古陆

在详细分析前人区域地质、地球物理资料的基础上, 本书从地质结构及演化的理论入手, 分析了加里东一早、中华力西构造层(下古生界一下石炭统)的地质结构及特点, 结合碎屑岩锆石测年数据分析, 基本可以认为, 准噶尔盆地可能仅有太古宙—古、中元古代的古老陆壳基底, 南缘在晚古生代不存在真正意义上的古陆。

(2) 首次建立了以准噶尔盆地南缘为重点的石炭系—二叠系的层序地层格架

在前人地层古生物研究成果的基础上, 结合地层古生物和单颗粒锆石测年的分析成果, 调整了石炭系—二叠系部分地层单元的顶底时限, 建立了全盆石炭系—二叠系年代地层格架。继而在此格架内, 借助地表露头 and 地震剖面上不整合等地层层序界面的识别, 开展了全盆地石炭系—二叠系层序划分, 建立了以准噶尔盆地南缘为重点的石炭系—二叠系层序地层格架。

(3) 重塑了准噶尔盆地石炭纪—二叠纪的沉积演化, 揭示了该盆地石炭纪—二叠纪的沉积古地理格局

目前一般认为, 准噶尔盆地自开始充填以来, 早二叠世以前为海相沉积, 中二叠世开始进入陆相盆地充填阶段。但本书研究表明, 中二叠统早期的芦草沟组沉积期, 本区仍处于局限海岸环境, 中二叠世晚期的红雁池组沉积期, 本区才逐渐向陆相环境转变。即便到了晚二叠世梧桐沟组沉积期, 本区东南部仍不时遭受海泛影响。

石炭纪, 盆地沉积范围广阔、统一、稳定。早石炭世, 盆内主体为滨浅海和半深海—深海环境, 呈现“东北浅, 西南深”的古地理格局, 东北缘克拉美丽山前为海陆交互环境, 南缘中西部为半深海—深海环境, 其余大部为浅海陆棚相环境; 晚石炭世, 沉积格局无显著变化, 总体表现为“东浅西深”的古地理格局, 盆地西南部和东南部为半深海—深海环境, 东北克拉美丽山前和南缘东部为滨海环境, 其余大部则为浅海陆棚环境。

二叠纪, 沉积范围变化较大, 沉积区由分割走向统一。早二叠世, 沉积较局限, 主要为滨浅海环境, 已呈现出沉积区二分端倪, 分别为南缘—腹部—西北缘北部和克拉美丽山东南山前两个沉积区, 只是前者范围巨大, 后者范围很小; 中二叠世, 沉积范围有所扩大, 沉积区二分现象十分明显, 前述两沉积区范围显著扩大, 二者以沙奇凸起相隔, 前者主要为局限海岸环境, 后者则内陆河湖环境; 晚二叠世, 沉积范围进一步扩大, 并成为统一沉积盆地, 主要发育了内陆河湖环境, 近盆地东南部还受到海泛的影响。

(4) 扩大了准噶尔盆地的生烃层系, 明确了噶尔盆地主力烃源岩的成因类型

关于准噶尔盆地石炭系—二叠系的生烃层系, 以前人们最为关注的是二叠系。直到最近几年, 人们才注意到西北缘和东部的石炭系。然而, 南缘地区的石炭系和下二叠统的生烃潜力, 一直没有引起重视。但本书研究认为, 准噶尔盆地南缘石炭系和下二叠统的生烃潜力同样应引起重视。

长期以来, 对准噶尔盆地的主力烃源层系——芦草沟组的成因, 一直存有海相、湖相的争论, 且湖相逐渐成为人们的主流认识。但本书在进一步开展古生物标志分析的基础上, 借助微量元素、同位素等地球化学手段的进一步研究证实, 该生烃层系应为潟湖或局限海岸相。

(5) 从盆地不同演化阶段对油气生运聚等因素控制的角度, 分析了盆地各阶段演化对石炭系—二叠系油气聚集的影响, 指出了各演化阶段的油气富集区带

本书以现代石油地质理论为指导, 按照生—运—聚的成藏研究思路, 从盆地不同演化阶段对烃源岩分布、热演化生烃、圈闭形成和疏导系统等方面控制的研究, 分析了不同演化阶段对石炭系—二叠系油气聚集的影响。

其中, 华力西期, 石炭系—二叠系油气主要向西部隆起西北部、西南部和南缘西部等地聚集: 印

支期，主要向西部隆起西北部、东部隆起北部、陆梁隆起南斜坡及中央坳陷的中拐凸起和马桥凸起等地聚集；燕山期，主要向西北隆起北部、车排子凸起东斜坡、陆梁隆起南坡、中央坳陷的中拐凸起、马桥凸起和白家海凸起、南缘山前冲断带、克拉美丽山北部山前等地聚集；喜马拉雅期，主要向南缘山前冲断带北部聚集。

(6) 从油气富集控制因素空间配置角度，分析了石炭系—二叠系油气富集规律，指出了油气勘探有利方向

本书从含油气系统空间配置分析的基础上，通过生烃凹陷附近正向构造单元展布、不整合面集中发育位置及盖层发育区域等要素的综合研究，分析了准噶尔盆地石炭系—二叠系油气的富集规律。具体为，主要含油气系统叠置的时空范围是最有利的富集单元；邻近生烃凹陷的继承性正向构造单元及其斜坡区，不整合集中发育的位置，是最有利的油气富集区；区域或局部盖层之下为最有利的油气富集层段。

然后，结合有利沉积相带、有利生烃区带及有利储集区带等的详细研究，分析了盆内石炭系—二叠系油气勘探的有利区带。具体就是，南缘山前冲断带北部、西部隆起中北部、陆梁隆起南坡、中央坳陷北部和东部隆起西北部，为油气勘探的有利方向。

0.4 本书依托项目的组织实施

本书依托项目“西部地区主要沉积盆地形成演化及油气资源富集成藏规律综合研究”（准噶尔部分）由中国地质科学院矿产资源研究所承担，中国地质大学（北京）等单位参加。项目的组织与实施由赵省民研究员负责，邓坚、李锦平、苏文博、袁文贤、文钢锋、陈登超、李录等同志参加。本书依托项目的研究报告由赵省民、邓坚、文钢锋等同志撰写，最后由赵省民统一修改定稿。

在本书依托项目实施过程中，赵省民、邓坚、李录、袁文贤、宗文明等同志，承担了所有野外调查及采样工作。资料分析及研究主要由赵省民、邓坚和文钢锋等完成，图件绘制及资料整理主要由赵省民、李录、李锦平等共同完成，陈登超同志承担了同位素测年及部分图件的清绘，中国地质科学院矿产资源研究所矿之源有限公司承担了部分图件的清绘工作。

本书依托项目的样品测试，主要由中国地质科学院矿产资源研究所、国家地质实验测试中心、武汉地质矿产研究所、中国地质大学（北京）资源学院、成都理工大学能源学院、中石油勘探开发研究院、中石油勘探开发研究院廊坊分院、地质过程与矿产资源国家重点实验室（中国地质大学）、长江大学及核工业北京地质研究院等单位相关部门完成。中国地质科学院地质研究所的高联达研究员、姚建新研究员和石家庄经济学院的庞其清教授承担了微体化石的鉴定工作。

本书依托项目是在中国地质调查局的统一领导下完成的，得到了中国地质调查局资源评价部王全明副主任、谢建民副处长和张大全副处长的关怀和支持。项目实施过程中，得到了中国地质科学院矿产资源研究所领导、科技管理部门及其他管理部门的大力支持。在此向他们、项目参加人员及上述有关部门一并致以深深的谢意。

1 盆地基本地质特征

1.1 基本构造特征

1.1.1 大地构造位置及轮廓

多年来，准噶尔盆地的大地构造位置、性质及归属一直是中外地质学家关注的热点。持槽台观点者，认为它属天山－兴蒙华力西地槽褶皱区中的准噶尔－北天山褶皱系。持板块构造观点者，有人认为属哈萨克斯坦板块，有人认为属于新疆亚板块中的准噶尔地体，有人认为属于华力西期弧后盆地，还有人认为，准噶尔盆地连同吐哈盆地、伊犁盆地同属晚古生代北疆裂谷系。持槽台、板块结合观点者，认为准噶尔、吐哈、伊犁为中间地块，阿尔泰、天山等为褶皱带；也有部分人认为，新疆北部主要由地体及围绕它们的华力西期造山褶皱带所组成。

综合分析前人的认识之后，笔者认为，准噶尔盆地位于准噶尔地块的中心稳定区，夹持于西伯利亚板块和塔里木板块之间，属哈萨克板块东延部分（图 1.1），是一个三面被古生代缝合线所包围的

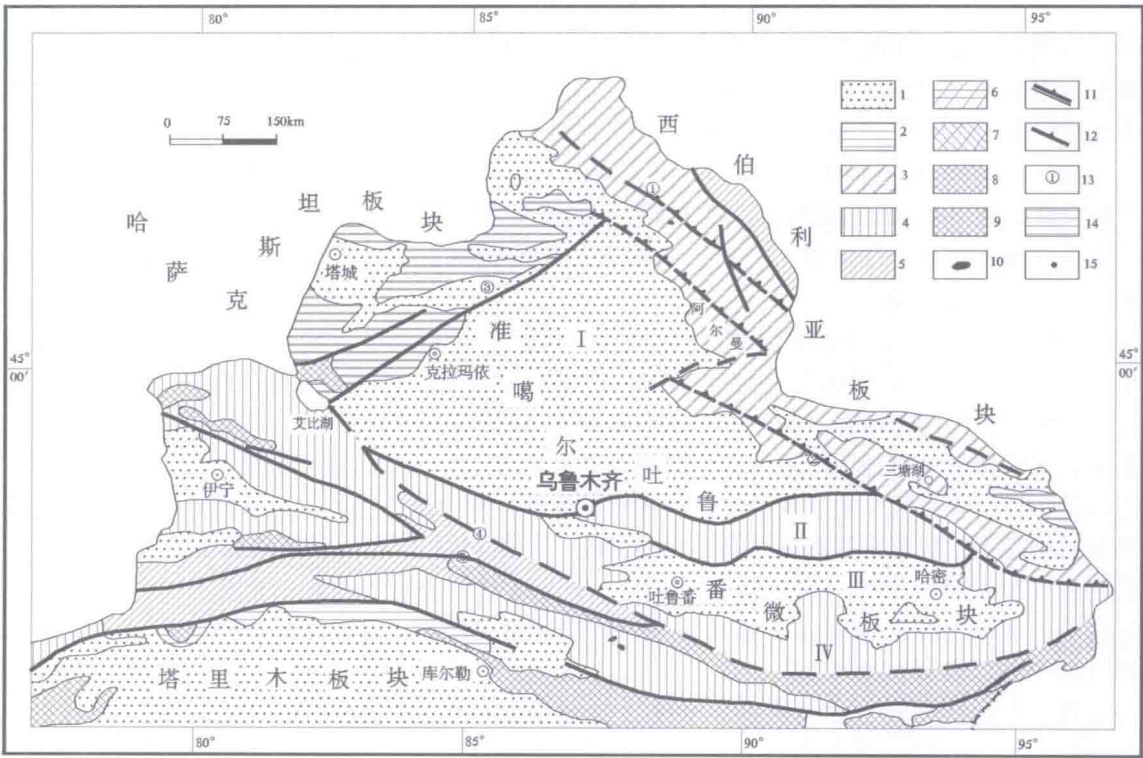


图 1.1 准噶尔盆地大地构造位置图
(据丁文龙, 2002)

1—盆地区；2— D_1-C_1 浅海相；3—O-S 冒地槽相；4—冒地槽建造及岛弧沉积；5—冒地槽含部分岛弧沉积；6—陆源建造；7—O-S 大洋沉积；8—O-S 碎屑建造；9—AnZ 结晶岩；10—超基性岩；11—缝合线；12—俯冲断裂带（箭头指示俯冲方向）；13—断层编号；14—大洋沉积组合；15—混杂堆积。①额尔齐斯断裂；②克拉美丽－麦坎乌拉缝合线；③达尔布特断裂带；④艾比湖－星星峡缝合线；⑤汗腾格里－库米什断裂带。I—准噶尔盆地；II—博格达陆间裂谷褶皱带；III—吐哈盆地；IV—觉罗塔格构造带

从石炭纪开始发展的大型复合前陆盆地。盆地的西北部为北东—北东东向的西准噶尔褶皱造山带，是准噶尔地体与哈萨克斯坦板块相互碰撞拼接的缝合带；盆地的东北部及东面是西伯利亚古板块南缘阿尔泰褶皱造山带及东准噶尔褶皱造山带；盆地南缘的北天山褶皱造山带为准噶尔板块与塔里木板块的缝合带。由此可见，准噶尔盆地形成演化的大地构造背景与其相邻的三大板块的构造运动和盆缘造山带的形成演化密切相关。

进一步看，盆地西北缘是哈萨克斯坦古板块的前缘俯冲消减带。北东部的阿尔泰褶皱带系古生代早期增生于西伯利亚大陆南缘，经加里东、华力西期的扩张和聚合，由被动大陆边缘转化为活动大陆边缘。华力西期晚期和燕山期整体隆起，并由北向南推覆，形成额尔齐斯北西向逆冲推覆带与南侧的准噶尔盆地接壤。盆地南缘以总体北西向延伸的博罗科努—阿其克库都克断裂带为界，新疆地质断面地质—地球物理综合成果显示，断裂带的准噶尔盆地一侧可能存在向天山之下的高角度俯冲，产状陡立（姜枚等，2000）。沿南缘断裂带分布大小不等、长轴与之平行的长条状古生代超基性—酸性侵入岩。在断裂带不同宽度（几米至数千米）的挤压破碎带内，有大量的糜棱岩、碎裂岩、擦痕及强烈揉皱的各种片理化岩石。

早古生代初期，准噶尔—吐哈微板块是构成哈萨克斯坦板块的多个离散型古地块之一。奥陶纪末，受北亚陆间海槽收缩聚敛碰撞的影响，这些分散的古陆块被彼此碰撞拼合，形成一个中间板块镶嵌于劳亚板块上。自中生代始，准噶尔盆地全面进入了内陆盆地发育时期。

1.1.2 盆地的基底结构

1.1.2.1 基底性质

关于准噶尔盆地基底的性质，长期以来众说纷纭。20世纪70年代以前以陆壳观点为主，但有盆地基底是古老的前寒武纪结晶地块（黄汲清等，1959）和年轻的华力西褶皱带（谢家荣，1955）两种认识之分。随着板块学说的兴起，又诞生出一系列盆地基底是洋壳的见解：有人认为是收缩的海槽盆地（张恺等，1979）；有人提出天山—准噶尔板块是一个新元古代至古生代的长期海洋（田希华，1981；何铭钰，1984），提出准噶尔盆地属于洋壳基底；江远达（1984）根据地质地球物理证据论证了准噶尔下伏洋壳基底；许靖华（1987）则认为，准噶尔盆地是一个残留的弧后盆地，暗示巨厚的沉积物之下为古生代洋壳。

20世纪80年代后期，随着盆地油气勘探手段的现代化，以及新发现和新资料的不断积累，逐渐产生了盆地具有双层基底的构想，即在盆地早期形成前寒武系结晶基底之上，后期叠加了以边缘褶皱山系为主体的华力西期褶皱基底。这既可阐明盆地盖层之下遍布与周边山区相同的华力西期槽相建造这一事实，又较合理地解释了盆地呈三角形轮廓和盆地盖层所表现出的高度稳定性。

进入20世纪90年代，关于准噶尔盆地基底的性质，争论仍然很大。有人认为该盆地的基底为洋壳或者主要是洋壳，但不排除有残余微陆块的可能（肖序常等，1992）；有人认为具前寒武或前震旦的古老基底（彭希龄，1994；韩宝福等，1999）；还有人认为是老结晶基底和晚古生代褶皱基底组成的双重基底（张用夏等，1996）；还有人从板块构造演化及岩浆活动等特征分析，认为韩宝福等的观点值得重视（陈发景等，2005）。

综合目前的勘探成果，尤其是近年准噶尔盆地及邻区石炭系勘探取得的一系列成果，以及笔者总结分析前人资料后，笔者倾向于准噶尔盆地基底具有前寒武“古老基底”的观点。具体证据如下：

1) 赵振华等（1989）在准噶尔地区花岗岩类中获得的铷—锶模式年龄值约为0.8 Ga。在一定条件下，铷—锶模式年龄值代表了某一地区地壳形成时期，也就是说古老基底的形成时代。迄今的资料显示，北疆地壳主要是晚前寒武纪形成的，具有年轻地壳的特点。

2) 胡蔼琴等（2001）测得东、西准噶尔大陆地壳基底岩石 Sm—Nd 模式年龄主要分布在 1.2 ~ 0.6 Ga 之间，东准噶尔巴里坤下马崖片麻岩和片岩 Sm—Nd 等时线年龄 671 ± 140 Ma。这些数据表

明，准噶尔地区可能存在前寒武大陆地壳残片。

3) 高振家(1985)在克拉美丽山发现了震旦纪地层。彭希龄等(1990)在准噶尔北部发现奥陶系为典型的台地相石灰岩，同时盆地北部的阿尔泰地区的寒武系、奥陶系的陆缘碎屑组成与准噶尔地区一致，说明二者具有相同的物源区，即准噶尔古陆块。

4) 准噶尔盆地航磁(ΔT)上延40 km的磁异常图表明(图1.2)，克拉玛依以东分布有与周边华力西褶皱山系特征不同，又与邻区加里东期构造走向不一致的近南北向、宽缓的正异常。该异常区又恰好与反映盆地基底的布格重力剩余异常图上的重力高值异常区相吻合。这些高磁力、高重力异常，正是盆地古老结晶基底的反应。

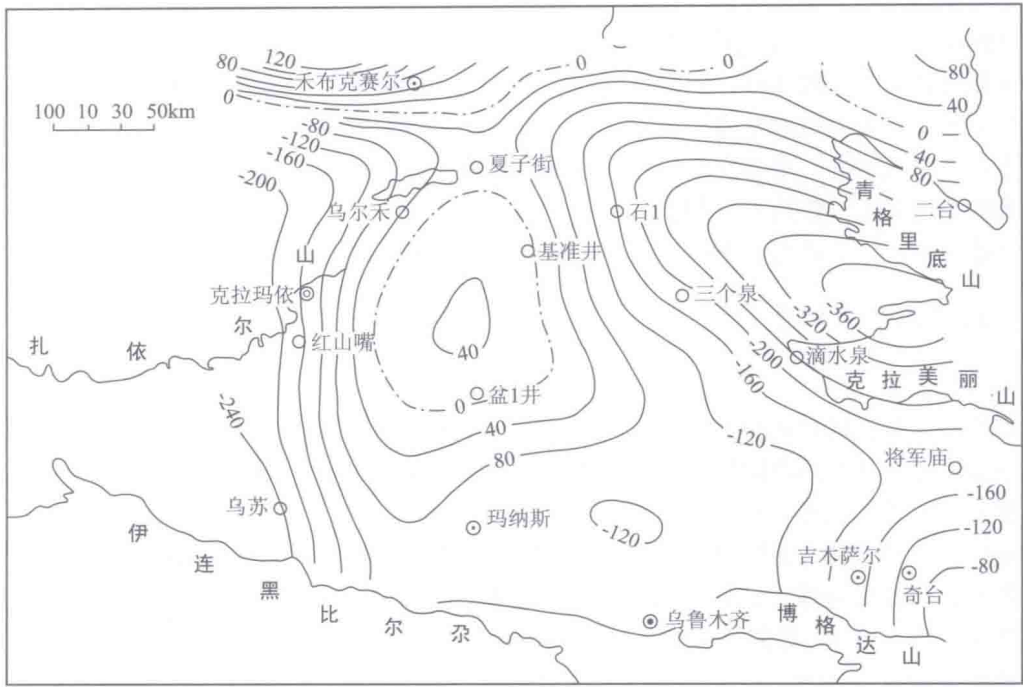


图 1.2 准噶尔盆地航磁(ΔT)上延40 km磁异常平面图(磁异常单位: nT)
(据张耀荣, 1988)

5) 据相关资料，准噶尔盆地地壳厚度一般介于40~60 km之间，与已被证实为陆壳基底的塔里木盆地的地壳厚度大体相当，远大于通常的洋壳厚度(一般为 (7 ± 3) km)。因此，类比看，准噶尔盆地的基底应属陆壳性质。

6) 据新疆石油管理局20世纪90年代完成的三条贯穿盆地的大地电磁测深(MT)剖面资料，并结合重磁资料分析，在准噶尔盆地划分出6个结构层。第1~3结构层属盆地盖层无疑，其底界深度一般为1~8 km，最深可达10~12 km，与地震资料揭示的沉积盖层底界深度基本吻合。第4~6结构层属于基底还是盖层，目前仍存争议。但依据笔者对前人资料分析，并结合笔者的调查及研究，还是应属于盆地盖层。具体证据如下：

第4结构层上部的电阻率较高，变化急剧，纵向上变化无规律，起伏大，呈块状；下部电性层电阻率较低，横向起伏变化大，较上部相对稳定。该电性层顶界埋深8~23 km，应是华力西构造层的反应。该构造层虽在地震上反应不明显，或具一定的改造变形，但从前人的地表调查看，该构造层的地层主要为火山岩、火山碎屑岩和海相陆源碎屑岩，成层性明显，仅局部(断裂附近)轻微变质，应属盆地盖层的组成部分。而且最为重要的是，据笔者调查及前人成果(何世平等, 2002)，北天山巴音沟和艾维尔沟一带的前峡组，一直从晚石炭世延续到早二叠世，该区域石炭系—二叠系连续沉积的特点一览无余。这就是说，作为华力西期沉积主体，且具某种程度连续性的石炭系—二叠系，应该一

并视作盆地的盖层部分，而不应像以往那样仅将华力西期晚期的二叠系作为盆地的盖层。至于同属华力西构造层的泥盆系，从区域上看，变质仅限于局部，也很轻微，大部分地区并未变质，且在北准噶尔大部、准东局部与上覆石炭系—二叠系连续沉积。可见，在此二地区，泥盆系与石炭系—二叠系之间并无明显的构造变动，前者也应属于盆地盖层。综上所述，该构造层应看作盆地的盖层而不是基底，下伏应还有更老的基底。

第5结构层属于推测，应为加里东期构造层，主要由下古生界组成。根据重磁资料推断，最大厚度为15 km，应已发生变质。但从有限的区域地质资料看，奥陶系和志留系变质也很微弱也很局部，大部地区并未变质，且北准噶尔和准东的部分地区与上覆泥盆系连续沉积，说明这两地区在泥盆纪末期，并无显著构造变动。由此可见，该构造层很可能还是盆地的盖层而非基底。

第6电性层的特点表现为电阻率不高，横向稳定，大范围内呈略有起伏的水平延展特征，表明其代表的岩性相对稳定，连续性好，顶界埋深23~30 km。显示出统一稳定的块体性质。相对于第5电性层，这个可能才代表盆地的基底。据推测，此应为前寒武纪的结晶基底，并可进一步分为上、下两层：上层为古、中元古界，变质程度较浅；下层为太古界，变质程度较深，二者呈角度不整合。由此可见，准噶尔盆地基底可能为古老的基底。

综合上述分析，笔者认为，准噶尔盆地的基底为太古宙—古、中元古代的古老陆壳基底。

1.1.2.2 基底形态及构造

(1) 基底形态

盆地的原始重力布格异常和上延10 km异常特征和区域地震大剖面解释结果，均反映出现今盆地的基底形态总体为一自北而南倾斜的单斜构造形态，其上发育着一些规模不等的基底隆起（凸起）、拗陷（凹陷）和斜坡，盆地东西呈不对称的结构。

据涂光炽、张义杰等人的同位素测年、古生物及其他成果做出的准噶尔盆地及邻区前寒武基底推断图（陈新等，2002）也显示，该区域前寒武结晶基底主要表现为隆拗相间的格局，隆起区为新太古代古陆核（ I_5 ， I_6 ， I_2 ），拗陷区类似于现今板块构造的岛弧区，其间为TTG岩系充填。

(2) 基底构造

根据前人成果（曲国盛等，2008），准噶尔盆地基底构造表现为由一系列深大断裂组成的断裂系统。这些断裂以高角度逆冲或走滑断裂为主，低角度推覆断裂多终止于下古生界。盆地西侧、南侧和北侧的盆底隆起是一系列冲断层逆冲推覆的结果，但盆地腹部近北西西向隆起带属于深部断层逆冲推覆的产物。

具体看，盆地边界东北缘为乌伦古南—克拉美丽断裂，西北缘为克夏—红车断裂，南缘为天山北缘断裂和博格达山断裂，整体呈三角形。盆地构造格局以东、西分块为主，盆地内两条北东向及近南北向断裂带把盆地分成东、中、西三部分。

1.2 盆地地层充填

1.2.1 地层充填特征

准噶尔盆地是从石炭纪开始发育的大型沉积盆地，其中充填了石炭纪以来的巨厚沉积。石炭纪—二叠纪期间，由于构造及古地理环境的巨大分异，不同地区的构造活动、火山作用及沉积条件差异显著，导致各地的石炭系—二叠系的岩性特征和沉积组合差异巨大，形成了各地有别的岩石地层系统（表1.1）。自三叠纪开始，随着盆地的构造、沉积格局逐步走向统一，盆地充填地层的岩性及沉积特征才逐渐趋于一致。下面将自下而上就该盆地的地层充填特征开展讨论。

表 1.1 准噶尔盆地不同地区的地层划分对比简表

地层			西北部		南部					东北部(克拉美丽山前)				
		西段(呼图壁以西)			中西段(昌吉-阜康)	中东段(吉木萨尔-奇台)	东段(木垒-七角井)							
界	系	统	组(群)	组(群)	组(群)	组(群)	组(群)	组(群)	组(群)	组(群)				
新生界	古近系	更新统												
		上新统	独山子组	昌吉河组	独山子组	昌吉河组	葡萄园组	狮山子组						
		中新统	塔西河组	前山组	塔西河组		桃园组							
			索索泉组		沙湾组									
		渐新统	乌伦古河组	玛纳斯河组	安集海河组									
		始新统		东沟组										
			紫泥泉子组		紫泥泉子组									
中生界	白垩系	上统	艾里克湖组		红山砾石组									
				东沟组										
		下统	吐谷鲁群	吐谷鲁群	连木沁组				吐谷鲁群					
					盛金口组									
					呼图壁组									
	清水河组													
	侏罗系	上统	喀拉扎组	喀拉扎组	喀拉扎组				石树沟群					
			齐古组	齐古组	齐古组									
		中统	头屯河组	头屯河组	头屯河组									
			下统	水西沟群	西山窑群	水西沟群	西山窑群	水西沟群		三工河组	水西沟群	三工河组	水西沟群	西山窑群
				三工河组	三工河组	三工河组	八道湾组	八道湾组		八道湾组	八道湾组			
	三叠系	上统	白碱滩组	小泉沟组	小泉沟组	郝家沟组	黄山街组	克拉玛依组		郝家沟组	黄山街组			
			克拉玛依组		克拉玛依组	克拉玛依组		克拉玛依组						
		下统	百口泉组	仓房沟群(尖山沟组)	上仓房沟群	烧房沟组	仓房沟群	烧房沟组		尖山沟组				
						韭菜园子组	韭菜园子组							
	古生界	二叠系	上统	上乌尔禾组	梧桐沟组	下仓房沟群	锅底坑组	锅底坑组		梧桐沟组	下仓房沟群	黄梁沟组		
泉子街组					梧桐沟组	梧桐沟组	泉子街组	泉子街组	泉子街组					
					泉子街组	泉子街组								
中统			下乌尔禾组	芦草沟组	上茆茆槽子群	红雁池组	芦草沟组	芦草沟组	井井子沟组	塔尔郎组	平地泉组			
			夏子街组		井井子沟组	井井子沟组	井井子沟组	井井子沟组	大河沿组	将军庙组				
			下统	风城组		下茆茆槽子群	塔什库拉组			沙玛尔沙依组	胜利沟组	塔什库拉组		
佳木河组				石人子沟组					石人子沟组					
石炭系		上统	大勒古拉组/阿腊德依克塞组	前峡组	奥尔吐组			杨布拉克组		六棵树组				
					祁家沟组			沙雷赛尔组		石钱滩组				
						柳树沟组		居里得能组		弧形梁组				
										巴塔玛依内山组				
		下统	希贝库拉斯组	沙大王组						滴水泉组/山梁砾石组				
										塔木岗组				

1.2.1.1 石炭纪地层充填

石炭系在准噶尔盆地及邻近地区发育齐全，主要沿南缘的依林黑比尔根山-博格达山、西北缘哈拉阿拉特山前-德伦山和东北缘的青格里底山-克拉美丽山等山前零星出露，盆内为上覆沉积覆盖。

(1) 下石炭统 (C₁)

南缘仅零星分布于西部的巴音沟一带, 仅有沙大王组。据 1:20 万区域地质报告, 厚约 750 m。该组以平行不整合上覆于盆地基底之上, 主要为深海相的枕状玄武岩和放射虫硅质岩互层, 昌吉以东的大部分地区缺失该套地层。

西北缘出露较广, 但仅包括希贝库拉斯组中、下部。据 1:20 万区域地质报告, 厚 500~2000 m。主要是一套以滨浅海细碎屑岩与凝灰岩的过渡型沉积, 与盆地基底平行不整合接触。岩性主要是一套灰色、青灰色的厚层块状细粒凝灰质砂岩与沉凝灰岩互层, 夹灰色、灰黑色凝灰质粉砂质泥岩、凝灰质粉砂岩、凝灰质角砾岩, 局部夹砂岩、硅质岩、生物砾屑灰岩及安山玢岩透镜体。

东北缘主要出露于克拉美丽山前, 包括塔木岗组和滴水泉组。据 1:20 万区域地质报告, 厚 1300~2000 m。前者以角度不整合超覆于盆地基底之上, 主要是一套灰黑色的滨海相泥质粉砂岩、含砾粗砂岩夹砾岩、火山碎屑岩、炭质泥岩及煤线; 后者以平行不整合覆于前者之上, 在东南部的双井子-松哈尔松一带主要为灰绿色的陆上冲积扇相砾岩、砂岩、粉砂岩互层, 向西北部的滴水泉一带, 则为河湖相的暗色泥岩、紫色泥岩夹薄层石灰岩。二者之间缺失杜内期和大部分维宪期的沉积 (欧阳舒等, 1994)。

(2) 上石炭统 (C₂)

上石炭统在南缘广泛出露, 但东西岩性变化很大。其中, 呼图壁以西称为前峡组, 角度不整合于沙大王组之上。据 1:20 万区域地质报告, 厚 5000~8000 m。主要是一套灰色、深灰色的半深海-深海相晶屑凝灰岩、粉砂岩、凝灰质粉砂岩、凝灰质泥岩和硅质岩等。昌吉-阜康及其以东的白杨河一带, 自下而上主要包括柳树沟组、祁家沟组和奥尔吐组。据 1:20 万区域地质报告, 厚 1640~1960 m。其中, 柳树沟组角度不整合于盆地基底之上, 主要是一套绿灰色、灰绿色的中性-中酸性火山碎屑岩夹火山熔岩, 向东正常沉积增多, 底部变为平行不整合; 祁家沟组主要是一套深灰色、灰黑色的滨浅海相岩屑砂岩、岩屑砂砾岩、泥岩和生物灰岩夹少量凝灰岩, 与下伏柳树沟组平行不整合接触; 奥尔吐组主要是浅海相的暗色泥岩、凝灰质泥岩夹砂砾岩和砂质灰岩透镜体, 整合于祁家沟组之上。木垒以东地区, 自下而上包括居里得能组、沙雷赛尔克组和杨布拉克组, 这是一套连续沉积, 底部平行不整合于盆底之上。据 1:20 万区域地质报告, 厚 13000~18000 m。其中, 居里得能组主要是一套灰绿色、绿灰色和紫色的浅海相中基性-中酸性凝灰岩、火山角砾岩、杏仁状玄武岩、凝灰质砂岩、凝灰质泥岩等, 向东至七角井一带, 下部粉细砂岩和粉砂质泥岩增多, 并夹石灰岩; 沙雷赛尔克组主要为灰色、灰绿色和紫灰色的滨浅海相岩屑砂岩、粉砂岩、砂质泥岩夹砾岩和薄层凝灰岩, 向东至卡扎勒七角井大峡谷, 安山质火山熔岩和火山碎屑岩增多; 杨布拉克组则为浅海相基性-酸性火山熔岩、火山岩碎屑岩、凝灰质砂岩夹生物灰岩, 在杨布拉克一带, 为紫色滨浅海相凝灰质砂岩、凝灰质砂砾岩夹灰白色石灰岩或生物灰岩透镜体及薄层中酸性火山岩。

在西北缘和东北缘, 上石炭统的出露范围与下石炭统类似, 但南缘出露相对较广。其中, 西北缘包括希贝库拉斯组中上部、包古图组和太勒古拉组 (克拉玛依西部) 及哈特阿拉特组和阿拉德依克赛组 (哈特阿拉特山一带)。据 1:20 万区域地质报告, 厚 3000~9000 m。主要是一套灰-深灰色的浅海相凝灰岩、火山熔岩, 中夹薄层状砂岩、粉砂岩, 底部为数百米厚的层状杂色玄武岩、安山岩及硅质岩, 顶部的太勒古拉组上部有深海浊流相的粉细砂岩夹泥岩。这套地层多为连续沉积。

东北部出露于克拉美丽山前, 自下而上包括巴塔玛依内山组、弧形梁组、石钱滩组和六棵树组。据 1:20 万区域地质报告, 厚 3100~4200 m。其中, 下部的巴塔玛依内山组与下伏的滴水泉组为角度不整合, 岩性主要是灰黑色、紫红色的陆相中基性火山岩或火山碎屑岩夹碎屑岩、炭质泥岩和煤线; 上部弧形梁组、石钱滩组和六棵树组则为一套灰色、绿灰色、褐灰色的滨浅海相砂砾岩、砂岩、暗色泥岩夹灰岩、泥灰岩和生物灰岩, 其间多为平行不整合接触 (石钱滩组与弧形梁组间除外)。

盆地腹部钻遇的石炭系, 集中分布于陆梁隆起和滴水泉一带。其中, 陆梁隆起北侧以中基性玄武岩、安山岩和火山碎屑岩为主, 厚 190~830 m 不等; 南侧以酸性、中基性的英安岩、霏细岩、安山岩、玄武岩及火山碎屑岩为主, 厚 70~800 m, 与上覆地层呈不整合接触; 南部 (陆南凸起) 东段见

一套正常沉积岩,岩性为局限海岸相的大套深灰色泥岩、白云质泥岩及灰色砂砾岩,普遍具弱变质。滴水泉一带钻遇的石炭系,其岩性及沉积特征与地表出露情况基本类似。

1.2.1.2 二叠纪地层充填

与石炭系相比,二叠系的分布范围稍有收缩,主要分布于中央坳陷、北天山山前冲断带中东部,西部隆起的克百断裂带和乌夏断裂带,以及克拉美丽山山前和滴水泉一带。南缘的艾维尔沟、乌鲁木齐、白杨河及三台附近的大龙口一带,西北缘的佳木河以及东北缘的将军庙、石钱滩一带。由于此期的构造分割性较强,沉积上表现出明显的分带性。

(1) 下二叠统 (P_1)

南缘包括石人子沟组和塔什库拉组,西北缘和腹部地区的下二叠统包括佳木河组和风城组,东北缘为胜利沟组。

1) 石人子沟组及其相当地层。

石人子沟组为下二叠统下部。在南缘的乌鲁木齐-阜康东部白杨河一带,该套地层以角度不整合覆于石炭系之上,其下部为灰黑色-灰绿色的滨浅海相粉细砂岩,中夹灰色厚层状砂砾岩、粗砂岩和块状灰岩,含海相动物化石和少量植物化石,具大型交错层理、波脊微曲的浪成波痕和槽模;上部则为灰色滨浅海相的薄层粉细砂岩夹泥质粉砂岩及泥晶灰岩,灰岩具叠层构造。东部木垒的沙玛尔沙依一带,相当层位是沙玛尔沙依组,它以角度不整合覆于石炭系之上,为一套浅海相的陆源碎屑沉积和碳酸盐岩组成的混合沉积建造,其下部主要为砂质灰岩、微晶灰岩和鲕粒灰岩夹砂砾岩,中上部则为暗色砂质泥岩夹砂砾岩透镜体,东部则为砂砾岩夹砂质泥岩。向东至七角井一带,相变为中基性的安山岩、凝灰质砂岩、凝灰质砂砾岩等,含腕足类化石。

西北缘之相当地层是佳木河组(表1.1),仅出露于乌尔禾的白杨河大峡谷一带,以角度不整合覆于石炭系之上。在西北缘和腹部,主要是一套灰绿色、紫红色的扇三角洲砾岩,中夹砂岩、凝灰质砂砾岩和粉砂质泥岩,另有灰绿色中基性熔岩,砾石成分复杂。在西北缘地区,主要是套巨厚的扇三角洲相的火山碎屑岩为主要成分的砂砾岩,厚达2000 m以上,向东南逐渐减薄,沉积了一定厚度的具有生油能力的烃源层——下佳木河组;盆1井西凹陷、东道海子北凹陷沉积厚度400~800 m;沙湾凹陷-阜康凹陷一带,由西向东厚度从1200 m减到400 m。陆梁隆起南部、五彩湾凹陷、石钱滩凹陷、古城凹陷和梧桐窝子凹陷内有零星沉积,厚度不等;而车排子隆起、南缘西部、马桥凸起、陆梁隆起北部、乌伦古坳陷和东部隆起区则缺失(图1.3)。盆内总体表现为西部厚、东部薄之特征。

东北缘与此套地层相当的是胜利沟组下部(表1.1),出露于克拉美丽山前的石钱滩一带。该套地层角度不整合于石炭系之上,为灰绿-黄绿色及杂色的滨浅海相和河湖相砂砾岩、砂岩与褐红色、紫红色的粉细砂岩、砂质泥岩组成多套正旋回,含有再旋回沉积的石炭纪珊瑚、腕足类和海百合茎等化石碎块及大型硅化木。

从西北缘佳木河组→东北缘胜利沟组下部→南缘石人子沟组,沉积粒度由粗变细,与下伏石炭系呈区域性角度不整合接触。

2) 塔什库拉组及其相当地层。

为下二叠统上部,南缘出露于乌鲁木齐和阜康东部的白杨河一带,与下伏石人子沟组整合接触。主要是一套巨厚的灰色-灰绿色的浅海相和局限海湾相泥岩、粉砂质泥岩夹粉细砂岩和薄层灰岩,具水平层理和叠层构造。下部以薄层状粉细砂岩及粉砂质泥岩为主;中部以粉砂质泥岩为主,夹砂岩、泥晶灰岩、鲕粒灰岩和砂质灰岩透镜体;上部为细砂岩、泥质粉砂岩、泥岩,夹砾质条带和白云岩结核。

西北缘与之相当的是风城组(表1.1),不整合于佳木河组之上。在西北缘和腹部主要为一套浅海相的暗色泥岩、凝灰质白云岩和白云质泥岩沉积,中夹砂岩、粉砂岩及薄层灰岩,水平层理发育。主要分布于玛湖凹陷、盆1井西凹陷和沙湾凹陷-阜康凹陷一带,总体呈现为盆地西北、西南较厚,东北部较薄的特点(图1.4)。玛湖凹陷、盆1井西凹陷和沙湾凹陷一带的厚度较大,大部都在800 m以上。沙湾凹陷、阜康凹陷厚600~800 m。其他地区因晚华力西运动影响,均处于无沉积或剥蚀状

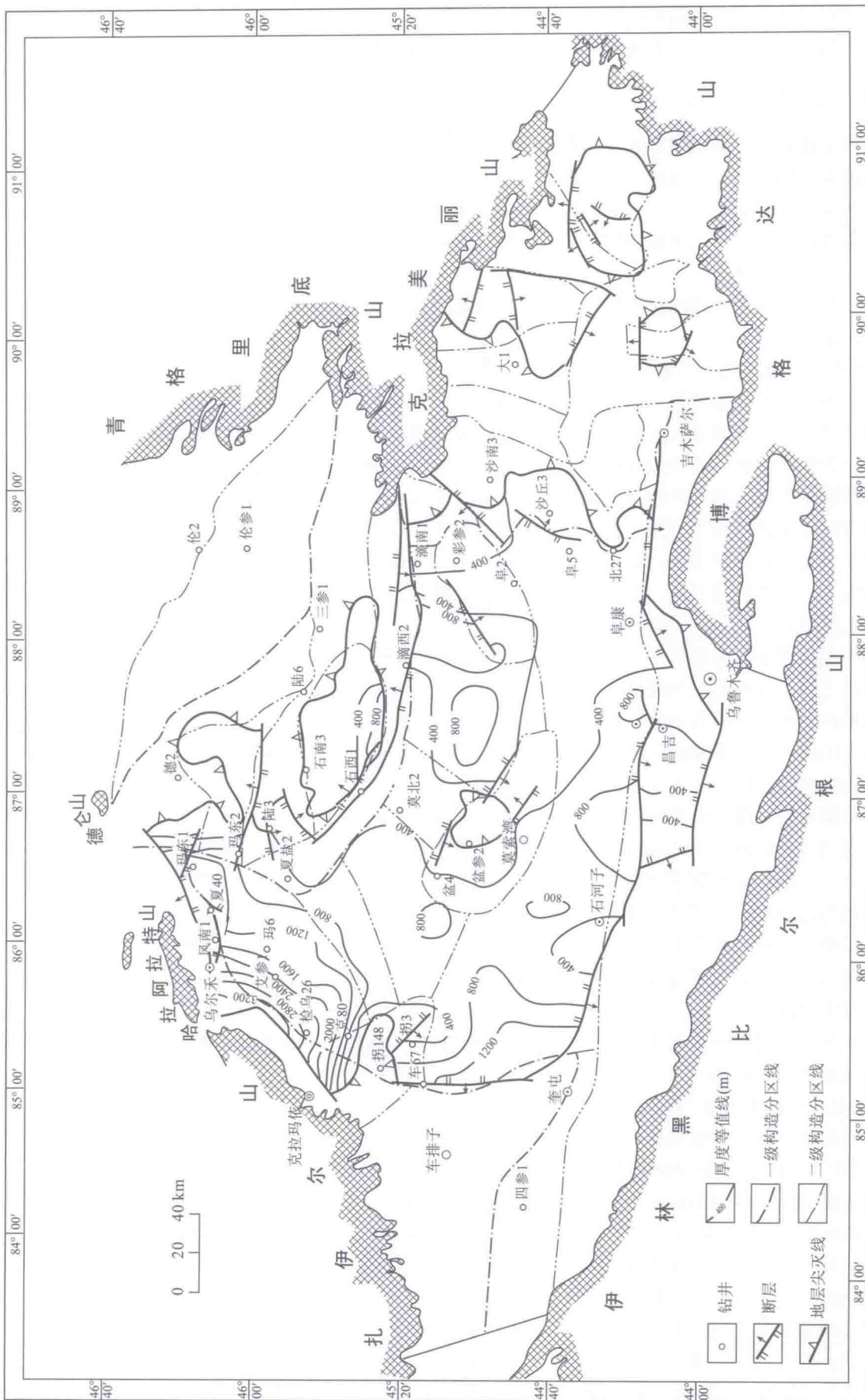


图1.3 准噶尔盆地下二叠统石人子沟组及相当地层残留厚度图
(据新疆油田, 2003修改)