



塔里木油田超深油气勘探开发理论与技术丛书

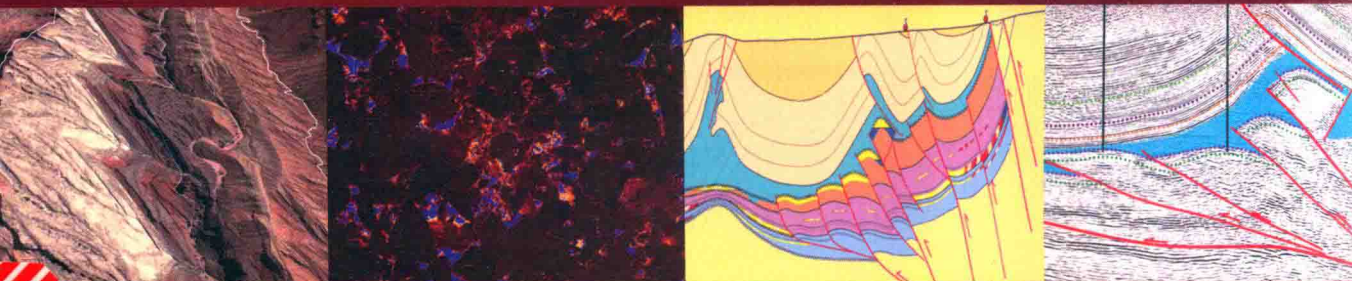
(卷一)

TALIMU YOUTIAN CHAOSHEN YOUQI KANTAN KAIFA LILUN YU JISHU CONGSHU

库车前陆盆地 超深油气地质理论与勘探实践

KUCHE QIANLU PENDI CHAOSHEN YOUQI DIZHI LILUN YU KANTAN SHIJIAN

王招明 李 勇 谢会文 等著



石油工业出版社

塔里木油田超深油气勘探开发理论与技术丛书(卷一)

库车前陆盆地 超深油气地质理论与勘探实践

王招明 李 勇 谢会文 等著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书介绍了塔里木地区库车前陆盆地超深层油气地质研究现状和难点,回顾了库车前陆盆地的勘探历程,系统总结了顶篷构造、盐相关构造的基本理论和研究现状、超深低孔砂岩沉积储层的发育特征和主控因素、盐下断背斜油气富集的条件和成藏模式,并与其他类型含油气前陆盆地的勘探进行了对比和展望。

本书可供国内外从事前陆盆地油气勘探的科研人员、石油高等院校勘探相关专业师生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

库车前陆盆地超深油气地质理论与勘探实践/王招明等著. —北京:石油工业出版社,2017. 7

(塔里木油田超深油气勘探开发理论与技术丛书)

ISBN 978 - 7 - 5183 - 1738 - 7

I. ①库… II. ①王… III. ①塔里木盆地 - 石油天然气地质 - 研究 ②塔里木盆地 - 油气勘探 IV. ①P618. 13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 041188 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号楼 100011)

网 址:www. petropub. com

编辑部:(010)64523543 图书营销中心:(010)64523633

经 销:全国新华书店

印 刷:北京中石油彩色印刷有限责任公司

2017 年 7 月第 1 版 2017 年 7 月第 1 次印刷

787 × 1092 毫米 开本:1/16 印张:13. 5

字数:340 千字

定价:150. 00 元

(如出现印装质量问题,我社图书营销中心负责调换)

版权所有,翻印必究

《塔里木油田超深油气勘探开发理论与技术丛书》

编 委 会

主 任：王招明

副 主 任：田 军 江同文

编 委：（以姓氏笔画为序）

王振彪 王清华 龙 平 杨向同

杨海军 肖又军 肖承文 汪如军

宋周成 张福祥 胥志雄 梁向豪

廖 涛 滕学清

《库车前陆盆地超深油气地质理论与勘探实践》

编 写 组

组 长：王招明

副 组 长：李 勇 谢会文 能 源

编 写 人 员：（以姓氏笔画为序）

王 祥 王 媛 师 骏 吕修祥

汪 新 吴 超 张荣虎 周黎霞

周 露 赵容怀 钟大康 唐雁刚

黄少英 雷刚林 漆家福

序

位于中国西北部的塔里木盆地是一个超深、复杂的叠合盆地,发育了多套烃源岩及优质储盖组合,具备形成大型油气田得天独厚的石油地质条件,但地下情况复杂,需要勘探开发工作锲而不舍,攻坚克难,不断战胜挫折,不断解放思想,才能逐步取得重大的胜利。因此,塔里木盆地既像一个带刺的玫瑰,又似光辉熠熠的聚宝盆镶嵌在祖国的西部边陲。

在盆地北部库车地区 3500 ~ 4000 米的中浅层,经历多次勘探失败与突破,克拉 2 大气田的发现创造了塔里木油气勘探开发的辉煌,促成了西气东输工程,惠及沿途 10 省(自治区、直辖市)亿万人民,推动了我国 21 世纪天然气工业的快速发展。

塔里木盆地是西气东输的源头,是“新疆大庆”建设的主战场,是稳疆固边的前沿阵地,塔里木盆地的油气勘探开发是我国发展西部战略的主体工程,塔里木盆地的油气勘探开发备受中国乃至世界瞩目。

塔里木盆地的最大特点是油气层埋藏超深,库车、塔北及塔中主力油气层埋深一般大于 6000 米,目前发现的油气藏,最深的气藏是克深 9 气藏,已探明天然气地质储量 548 亿立方米,气藏埋深 7600 米。克深 902 井完钻深度 8038 米,在 7813 ~ 7870 米储层,6 毫米油嘴日产天然气 45 万立方米。最深的油藏是富源 1 井,储层为缝洞型碳酸盐岩,井深 7712 米,日产轻质油 86 吨,天然气 2.89 万立方米。

“十二五”期间,塔里木油田最大进展是超深领域油气勘探开发的进展。这期间塔里木油田坚持库车、塔北、塔中三大阵地战,解放思想,创新思路,集中了全国的深井钻机,2015 年油田超过 7000 米的深井钻机达到 132 台,投入工作量大,大于 6000 米的超深井逐年增多,2014—2015 年大于 6000 米的超深井达到 92% (2014 年、2015 年大于 6000 米的探井分别完钻 53 口、39 口),在超深碎屑岩、碳酸盐岩两大领域实现重大突破:6000 米以深发现探明了比克拉 2 大三倍的克深万亿立方米大气田;发现开发了哈拉哈塘奥陶系碳酸盐岩大油田,已经控制含油面积大于 4000 平方千米;发现了塔中奥陶系碳酸盐岩大型凝析气田(探明天然气地质储量近 4000 亿立方米,凝析油储量 2 亿吨);并在寒武系盐下、东部奥陶系碳酸盐岩实现了战略突破。这些成果的取得,夯实了西气东输的战略资源,为塔里木油田的发展奠定了坚实的基础。

近十年来,通过国家重大科技攻关示范工程的实施,特别是 2010 年中国石油天然气集团公司实施塔里木重大科技专项以来,实现了超深碎屑岩、碳酸盐岩两大领域油气地质理论的创新,形成了超深领域的油气勘探开发技术系列,同时该领域已经成为我国乃至全球油气勘探开发的重要接替领域。在这个承前启后的时间节点上,塔里木油田的科研工作者系统总结了超

深领域的理论与技术成果,形成了这套《塔里木油田超深油气勘探开发理论与技术丛书》,这对进一步指导塔里木油田超深领域的油气勘探开发和前陆盆地、海相克拉通、复合盆地的油气勘探开发都有重要的意义。

作为曾经参与塔里木石油会战的老石油人,我为塔里木油田取得的成绩感到由衷的骄傲和欣慰,也为塔里木油田走向新的成就而深信不疑。

《塔里木油田超深油气勘探开发理论与技术丛书》全面系统总结了近十年来,特别是“十二五”期间取得的勘探开发成果、超深领域石油地质理论技术的创新成果和勘探开发实践认识。丛书共 15 卷,涵盖了库车前陆盆地超深油气地质理论与勘探实践、前陆冲断带超深复杂构造山地地震勘探技术、前陆冲断带超深复杂地层钻井技术、前陆冲断带超深裂缝性砂岩气藏测井评价技术、前陆冲断带超深高温高压砂岩气藏完井与储层改造技术、超深高温高压裂缝性砂岩气藏开发机理与应用、牙哈凝析气田循环注气开发实践及开发规律、超深缝洞型海相碳酸盐岩油气地质理论与勘探实践、超深海相碳酸盐岩地震勘探与缝洞雕刻技术、超深缝洞型碳酸盐岩钻井技术、超深缝洞型碳酸盐岩油气藏测井评价技术、超深缝洞型碳酸盐岩油气藏完井与储层改造技术、超深缝洞型海相碳酸盐岩油气藏开发技术、超深滨海相砂岩油藏开发实践与提高采收率技术、超深复杂油气藏录井技术等。这些成果的取得是 27 年来塔里木石油工作者在荒凉沙漠上辛勤奉献的智慧结晶,是近十年来塔里木油田勘探开发成果的集中体现,是塔里木石油人打造“百年塔里木”和“十三五”时期建设 3000 万吨大油气田目标的技术保障和有效的智力支撑。

读完全书,掩卷沉思。深深地感到这套丛书是科研与生产紧密结合的成果,既是塔里木油田近期勘探开发成果的总结,又是超深碎屑岩、碳酸盐岩两大领域石油地质理论与技术的总结,也是塔里木油田多年来勘探开发实践的总结。书中有克深万亿立方米大气田、哈拉哈塘大油田、塔中大型凝析气田的勘探开发成果;有新理论、新技术、新方法;有战例、有经验、有启示。当前,塔里木盆地的油气勘探开发正如火如荼,超深领域的油气勘探开发理论与技术创新日新月异,我期待塔里木油田在新阶段的勘探开发、理论技术创新中取得更加重要的成果,也希望这套丛书既能够成为从事塔里木盆地勘探开发科研、生产、管理工作者的工具书,也能够作为广大从事油气勘探开发科研、生产、管理人员的参考材料,还能被选为石油、地质大中专院校学生的参考书,为各条战线上的石油人提供有益的信息。

邱中建

2016年12月.

前 言

库车前陆盆地位于塔里木盆地北缘,南天山断裂褶皱带以南,是一个以中—新生代沉积为主的叠加型前陆盆地,盆地整体呈 NEE 向展布,东西长约 550 千米,南北宽 30 ~ 80 千米,面积约 3.7 万平方千米。库车前陆盆地具有优越的石油地质条件,早在 1958 年就发现了塔里木盆地第一个油气田——依奇克里克油气田。然而,库车前陆盆地油气勘探十分困难,不但地面山地起伏剧烈,自然环境恶劣,并且经历了多期构造运动,尤其在喜马拉雅期,南天山强烈的造山作用导致地下构造十分复杂。由于受技术条件的局限,在 20 世纪 90 年代之前,始终没有获得大的勘探突破。

自塔里木石油会战指挥部成立后,深化地质认识,紧紧围绕侏罗系“煤下”的阿合组、古近系“盐下”的白垩系巴什基奇克组两套巨厚砂岩储层,逐步加大勘探投入,勘探技术不断进步,1998—2001 年,相继发现了克拉 2、大北 1、迪那、依南等大气藏,开启了西气东输新时代。但之后 2001—2005 年,寻找类似“克拉 2”的中浅层、大构造,一直没有获得重大发现。

为确保“西气东输”长期、稳定、安全供气,解决克拉 2 大气田发现后多年探索未获突破的油气勘探瓶颈,塔里木油田公司锁定克拉苏构造带盐下超深层,明确克拉 2 下找“克拉 2”的勘探思路。勘探家们针对制约超深层油气勘探的关键问题,自 2005 年以来,分别设立国家重大科技攻关“库车前陆冲断带油气勘探开发示范工程”与中国石油天然气集团公司重大科技专项“塔里木油田勘探开发关键技术研究”等 6 个项目,组织国内外优势资源持续攻关,推动超深层地质理论与勘探技术的不断创新,有效指导了超深层油气勘探工作。其中“盐上顶篷构造、盐下冲断叠瓦”地质理论认识的建立,攻克了前陆冲断带超深层构造建模难题,使得勘探思路从“完整背斜圈闭”走向“成排成带断背斜圈闭”,有效指导了低信噪比地区地震解释。“超深砂岩应力控储”地质理论认识,突破了有效砂岩储层的下限,解放了超深层大批圈闭。“晚期天然气持续强充注的断背斜成藏模式”明确了盐下超深层天然气富集规律,为特大砂岩气田的发现与评价提供了理论支持。在 6000 米之下的超深层,接连发现克深 2、克深 8、博孜 1、克深 9、克深 6 等大型天然气藏,新增天然气地质储量超过万亿立方米,取得了举世瞩目的成就,成为我国乃至世界前陆盆地油气勘探的成功典范。

20 世纪 90 年代中期以后,随着逆冲断裂构造带等一系列油气勘探突破,先后提出了“库车坳陷逆冲断裂带油气富集”“库车坳陷油气沿生烃凹陷呈环状分布”“库车坳陷煤成油气富集”“库车坳陷断层相关褶皱”“库车坳陷南北分带东西分段”“含油气系统控制油气分布”“盐构造相关建模”等理论认识,这些理论认识有效指导了 90 年代中期至今的勘探部署,对库车坳陷天然气勘探的重大突破起到了关键性作用。目前库车前陆盆地仍处于大油气田发现的高

峰区,油气勘探集中在克拉苏构造带中部—东部,克拉苏构造带西段、秋里塔格构造带、依奇克里克构造带、乌什凹陷勘探程度仍然较低,一批新区带、新目标尚待钻探,库车前陆盆地仍然是未来一段时期塔里木盆地天然气勘探的重点。

今天的壮阔场面是石油战线几代人艰苦奋斗的结果。库车前陆盆地的油气勘探史充分体现了石油职工不畏艰险、顽强拼搏、勇于探索、无私奉献的精神。有多少人踏遍荒山留下青春,多少人艰苦创业奋斗终身。这种精神已成为塔里木石油职工的优良传统,在今后的战斗历程中将不断发扬光大,成为战胜困难夺取胜利的强大精神力量。

编写本书的目的,是对库车前陆盆地近十年来油气勘探成果的全面总结,期望能对今后的油气勘探工作有所指导,能对国内外其他前陆盆地的研究与勘探有所借鉴。参加本书编写的每位作者,为了充分反映库车前陆盆地油气勘探的历史、成果和经验,本着尊重历史、尊重事实的严肃态度,为本书的顺利完成付出了辛勤劳动,做出了重要贡献。中国石油塔里木油田公司勘探开发研究院库车勘探项目组全员参与了本书资料收集和图件编制,田军、王清华、杨海军、梁向豪、肖又军等勘探界专家和领导对本书的编写提出了宝贵建议,感谢他们的辛勤劳动和无私奉献。

感谢中国石油天然气股份有限公司勘探与生产分公司、中国石油集团东方地球物理勘探有限责任公司、中国石油勘探开发研究院对库车前陆盆地油气勘探长期的投入、支持和奉献;感谢长期关心、支持库车油气勘探的老领导、老专家,感谢长期奋战在南天山下默默无闻的所有勘探工作者!

谨以此书献给所有参加过库车油气勘探的工作者,献给长期以来关心、支持、热情鼓励库车油气勘探的人们!

目 录

第一章 库车前陆盆地地质概况	(1)
第一节 地层特征	(1)
第二节 构造特征	(17)
第三节 储层发育概况	(20)
第四节 盆地类型及对比分析	(24)
第五节 勘探历程与勘探难点	(31)
第二章 盐上顶篷构造与盐下冲断叠瓦构造样式	(36)
第一节 顶篷构造与楔形冲断体形成背景	(36)
第二节 盐上顶篷构造	(45)
第三节 盐下冲断叠瓦构造	(57)
第三章 超深层高产砂岩储层发育特征	(72)
第一节 克拉苏盐下超深低孔砂岩沉积储层基本特征	(72)
第二节 低孔砂岩储层高产稳产控制因素	(107)
第三节 低孔砂岩储层分布	(122)
第四章 冲断叠瓦构造带盐下断背斜油气富集	(128)
第一节 石油地质条件	(129)
第二节 顶篷构造效应	(147)
第三节 盐下断背斜油气成藏模式	(151)
第五章 含盐前陆冲断带大气田勘探实践及前景展望	(160)
第一节 不同类型含油气前陆盆地的勘探思路	(160)
第二节 克深大气田的发现	(163)
第三节 库车前陆盆地勘探启示	(172)
第四节 塔里木前陆盆地勘探前景	(189)
第五节 中国西部前陆盆地勘探前景	(199)
参考文献	(201)

第一章 库车前陆盆地地质概况

库车前陆盆地位于中国西部,是世界典型的含盐型前陆盆地之一。其独特的地质结构与丰富的油气资源吸引了世界地质界及石油勘探界的眼光。库车前陆盆地位于塔里木盆地北部(图 1-1),南天山造山带山前,东西长 550km,南北宽 30~80km,盆地面积 $3.7 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。盆地内主要沉积中—新生界碎屑岩地层及膏岩盐地层。受南天山强烈隆升造山影响,盆地内盐下构造层内形成大量冲断构造,发育一系列断背斜、背斜圈闭,成为油气聚集的主要场所。近年来围绕着库车前陆盆地超深层开展了一系列地质理论研究及勘探技术攻关,勘探成效显著。

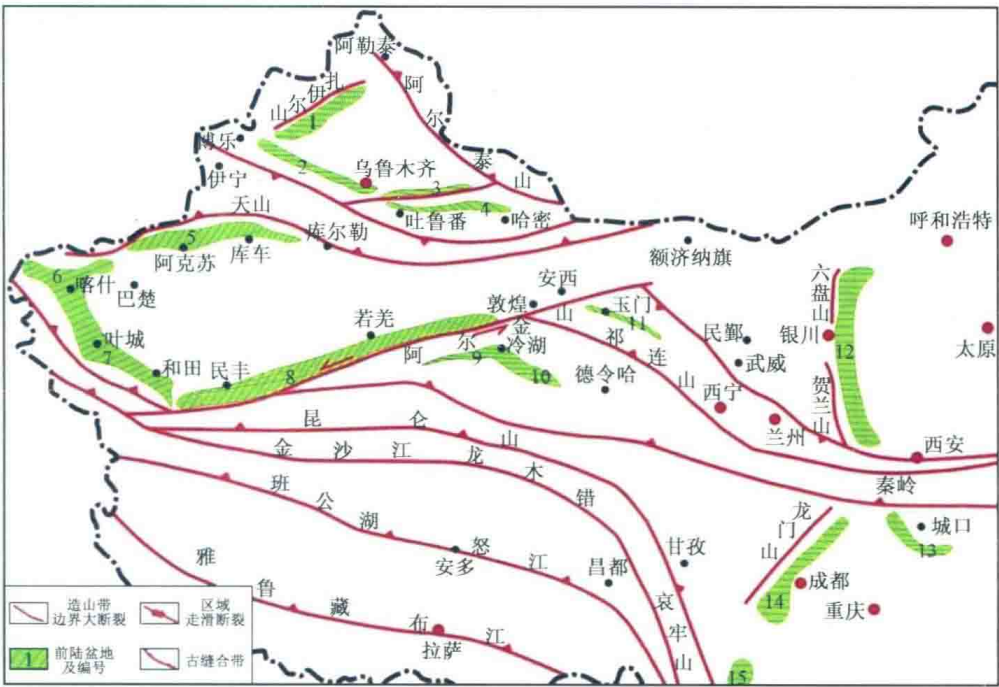


图 1-1 中国中西部前陆盆地分布图(据李本亮等,2009,修改)

第一节 地层特征

库车前陆盆地具有典型的沉积二元结构(图 1-2)。在二叠纪末早期前陆盆地发育以后,库车地区经历过短期的伸展作用,沉积三叠系、侏罗系和白垩系细粒沉积岩,到第四纪再生前陆盆地阶段,由于造山带的强烈抬升和剥蚀,在其山前的前陆盆地沉积了一套砂岩和砾岩为主的粗粒沉积岩。其中在古近—新近纪早期,库车前陆盆地受海水短暂侵入影响,盆地内沉积了面积广泛的膏岩盐层,在新生代晚期强烈挤压作用下形成构造样式各异的盐构造。

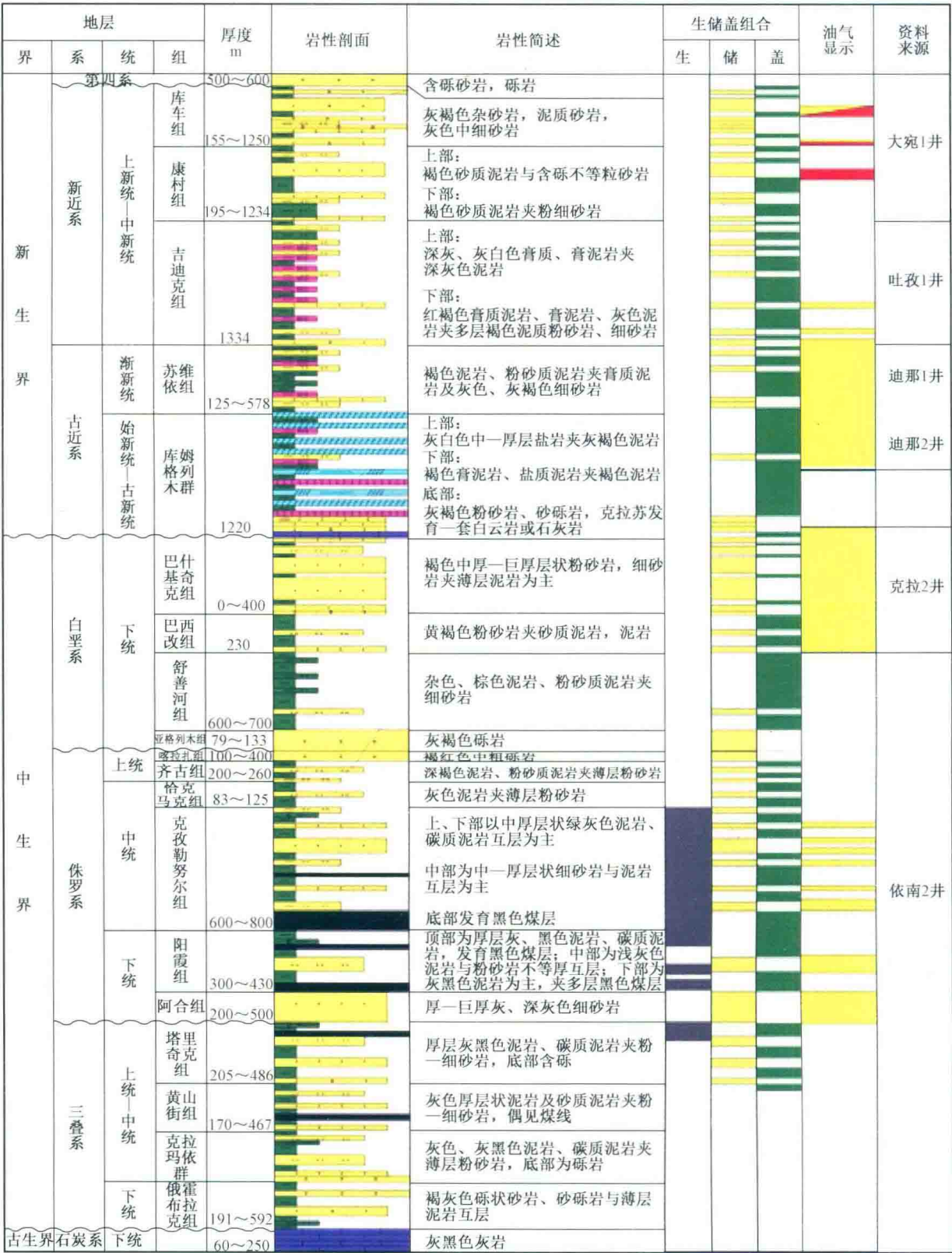


图 1-2 库车前陆盆地地层综合柱状图

三叠系、侏罗系主要为一套还原环境下的暗色沉积,生物组合丰富多样,以植物、孢粉、叶肢介、双壳、疑源类等门类为主,此外可见昆虫、龟鳖类、轮藻、介形等门类化石。白垩系、古近一新近系主要为一套氧化环境下的红色沉积,生物门类较下伏地层稀少,主要为双壳、腹足、介形、轮藻,此外可见植物、叶肢介、孢粉、沟鞭藻、鱼类等化石。

一、三叠系

库车地区的三叠系分布于库车盆地的北部单斜带,地层出露良好,层序清楚,化石丰富,为一套碎屑岩沉积。一般不整合于晚二叠世沉积地层或早二叠世喷发岩之上,与上覆侏罗系整合或假整合接触。厚度介于 165 ~ 1500m 之间。从沉积环境看,三叠系主要为一套滨浅湖、三角洲相沉积,北部区域与下伏的上二叠统整合或平行不整合接触,南部区域可能与下伏前中生界或盆地基底呈角度不整合接触。地层厚度自北向南逐渐减薄以致尖灭,最大厚度可达 1700m 以上。三叠系包括俄霍布拉克组(T_1^{eh})、克拉玛依群(T_{2-3}^k)、黄山街组(T_3^h)和塔里奇克组(T_3^t),其岩性如图 1-2 所示。

1. 俄霍布拉克组

俄霍布拉克组是在俄霍布拉克系的基础上演变而来,主要岩性为:两组灰绿色泥岩、砂岩和两组紫红色的砂、砾岩夹泥岩间互层,底部为一套灰褐色的底砾岩,产叶肢介、植物、脊椎、介形、孢粉及疑源类等化石。该组在颜色方面有一个十分明显的特征:两套红、绿色沉积间互层,即所谓的“两红两绿”。该组的底界为一层灰褐色的块状砾岩,与下伏的上二叠统比尤勒包谷孜群的红、绿色砂、泥岩互层假整合接触,底部具冲刷构造。在黑英山等局部地区不整合于其他古生界或喷发岩之上。俄霍布拉克组主要分布于库车县比尤勒包谷孜干沟至温宿县塔拉克沟之间的北部单斜带。其沉积较稳定,几乎全是“两红两绿”,在阿瓦特河剖面则变为“一红一绿”。在岩性及厚度方面以克拉苏地区岩性最粗,厚度最大(544.69m),向东向西岩性变细,厚度变小,在阿瓦特剖面仅为 117.49m(图 1-3)。

2. 克拉玛依群

克拉玛依群的主要岩性为:灰绿色的砂砾岩与泥岩不等厚互层,顶部具有一层有叠锥构造的黑色碳质泥岩,一般厚 40 ~ 90m,是区域对比的标志层。产丰富的植物、孢粉及少量叶肢介、瓣鳃、介形、轮藻、哈萨克虫等化石。该群纵向上具有下粗上细、下红上绿的特点。克拉玛依群与下伏的俄霍布拉克组为整合接触,两者在岩性、颜色上的区别在于下伏的俄霍布拉克组顶部为一套紫红色砂、砾岩夹同色泥岩,克拉玛依群全部的砂、砾岩呈灰白色,其砂、泥岩为红、绿相间的杂色沉积。该群分布范围与俄霍布拉克组相同。以克拉苏至卡普沙良北单斜带岩性最粗,向西岩性变细,厚度减薄;向东岩性变细,厚度变化不大(图 1-4)。

3. 黄山街组

黄山街组主要由两套由粗变细的沉积旋回组成,每个旋回底部为块状砂、砾岩,中、上部为灰绿、灰黑色泥岩、碳质泥岩夹薄层灰岩或灰岩透镜体。产丰富的哈萨克虫、昆虫、叶肢介、植物、孢粉、双壳、疑源类化石。该组在岩性、沉积旋回方面具有以下显著特点:(1)岩性以灰绿、灰黑色细粒湖相沉积岩为主;(2)旋回由两套大的灰色、黑色泥岩与灰白、灰绿色细砂、粉砂岩旋回组成,俗称“两硬两软”。黄山街组分布范围较前述两个组广泛,主要见于研究区中部及西部的单斜带,在东部吐格尔明地区有零星出露。该组在库车河与卡普沙良河之间厚度最大,向东、西方向有减薄的趋势。

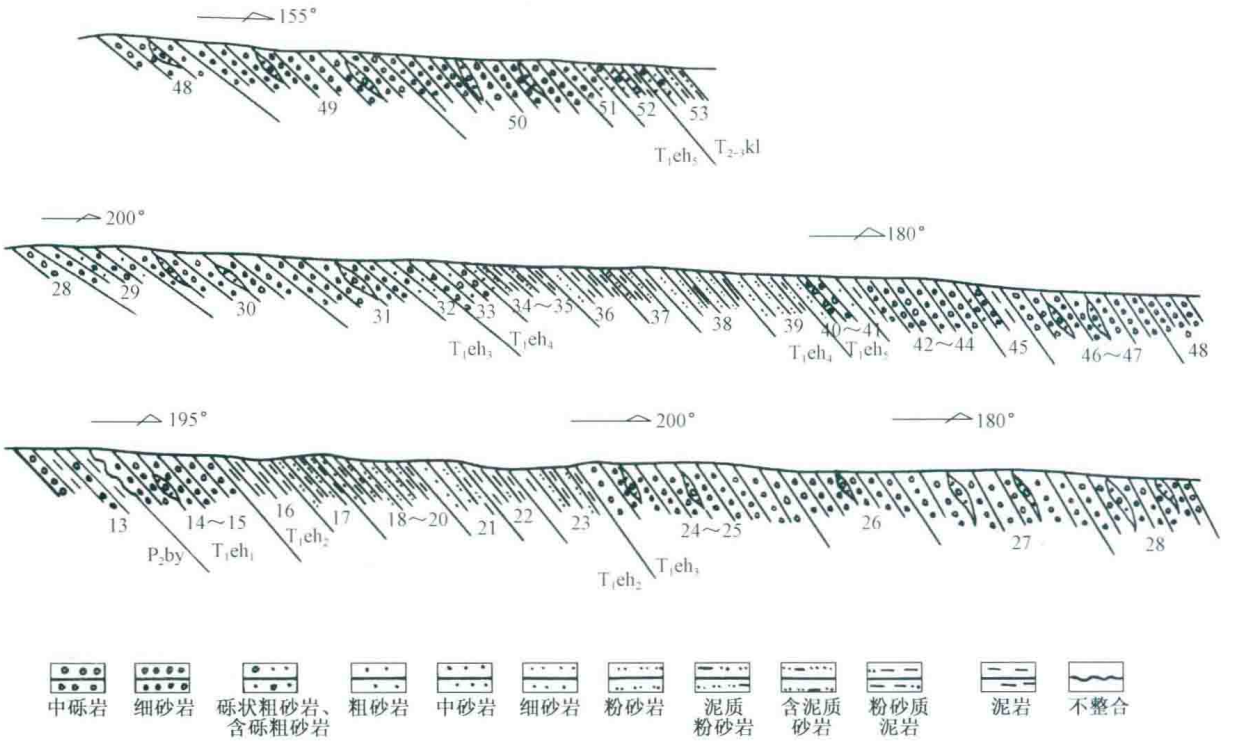


图 1-3 拜城县克拉苏河下三叠统俄霍布拉克组剖面图

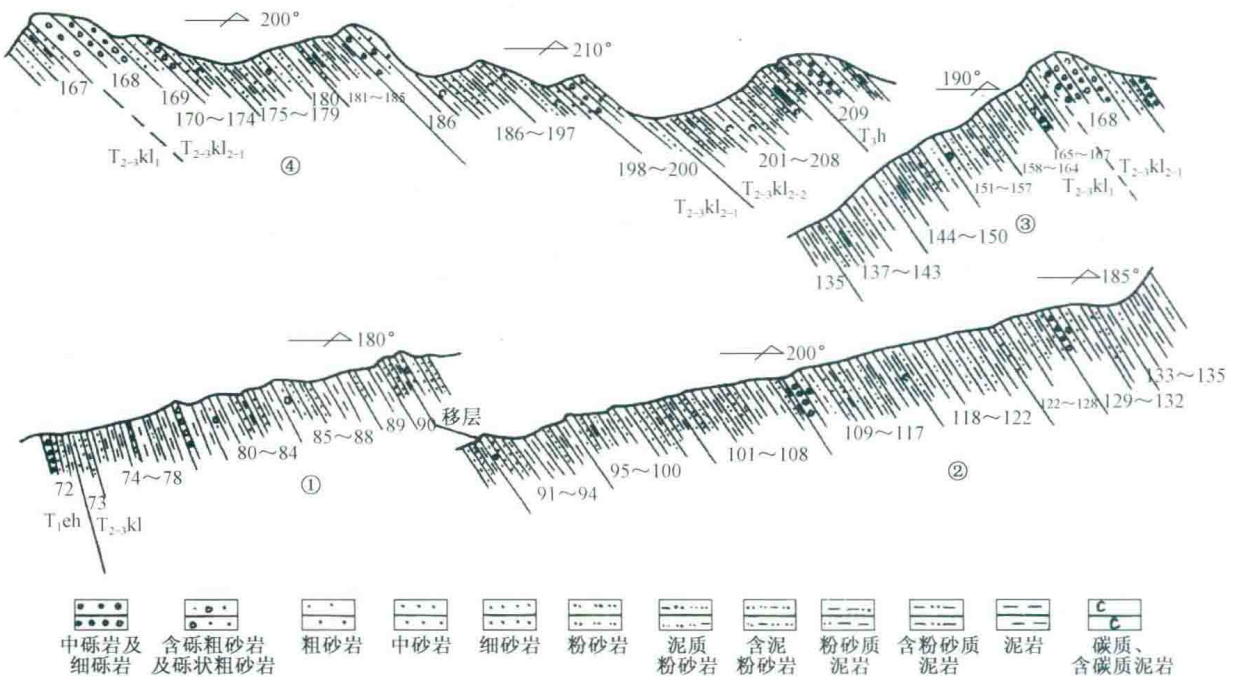


图 1-4 库车县库车河中—上三叠统克拉玛依群剖面图

4. 塔里奇克组

塔里奇克组主要由三个由粗至细的沉积旋回组成,岩性为灰白色砾岩、中至粗粒长石石英

砂岩、灰色砂质泥岩、泥质砂岩及黑色碳质页岩夹煤层,产植物、孢粉、大孢子、双壳、昆虫、叶肢介化石,是库车盆地中层位最低的主要开采煤层。根据该组的旋回性,可以划分为三个岩性段。塔里奇克组的底界为灰白色中至厚层状石英砂、砾岩,与下伏黄山街组的灰、灰绿色的砂泥岩整合接触,界线较为清楚。两组岩性的区别在于塔里奇克组底部的砂、砾岩石英含量高,在宏观上呈灰白色,下部的煤层厚,煤质好,为主要的开采煤层。黄山街组中砂、砾岩岩屑含量高,在宏观上呈灰绿色。塔里奇克组主要分布于克孜勒努尔沟至温宿县塔克拉克的北部单斜带和吐格尔蒙背斜的东高点,其厚度一般为 200m 左右,以库车河的塔里奇克组为最厚,向东向西厚度减薄。

二、侏罗系

研究区侏罗系分布与三叠系大致相同,地层发育良好,层序清楚,化石丰富,为一套含煤陆相沉积。底部与三叠系整合接触,顶部与白垩系假整合接触,厚度为 1451.22 ~ 2072.06m。

1. 克拉苏群

该群主要分布在库车盆地中及西部的北单斜带,在东部地区吐格尔蒙及库尔楚该群部分出露。其主要岩性为一套含煤建造的暗色沉积。克拉苏群自下而上包括阿合组、阳霞组及克孜勒努尔组。阿合组和阳霞组为库车坳陷前陆盆地前渊阶段形成的沉积产物,发育一套含湖沼相煤系的粗碎屑岩沉积建造(图 1-5)。

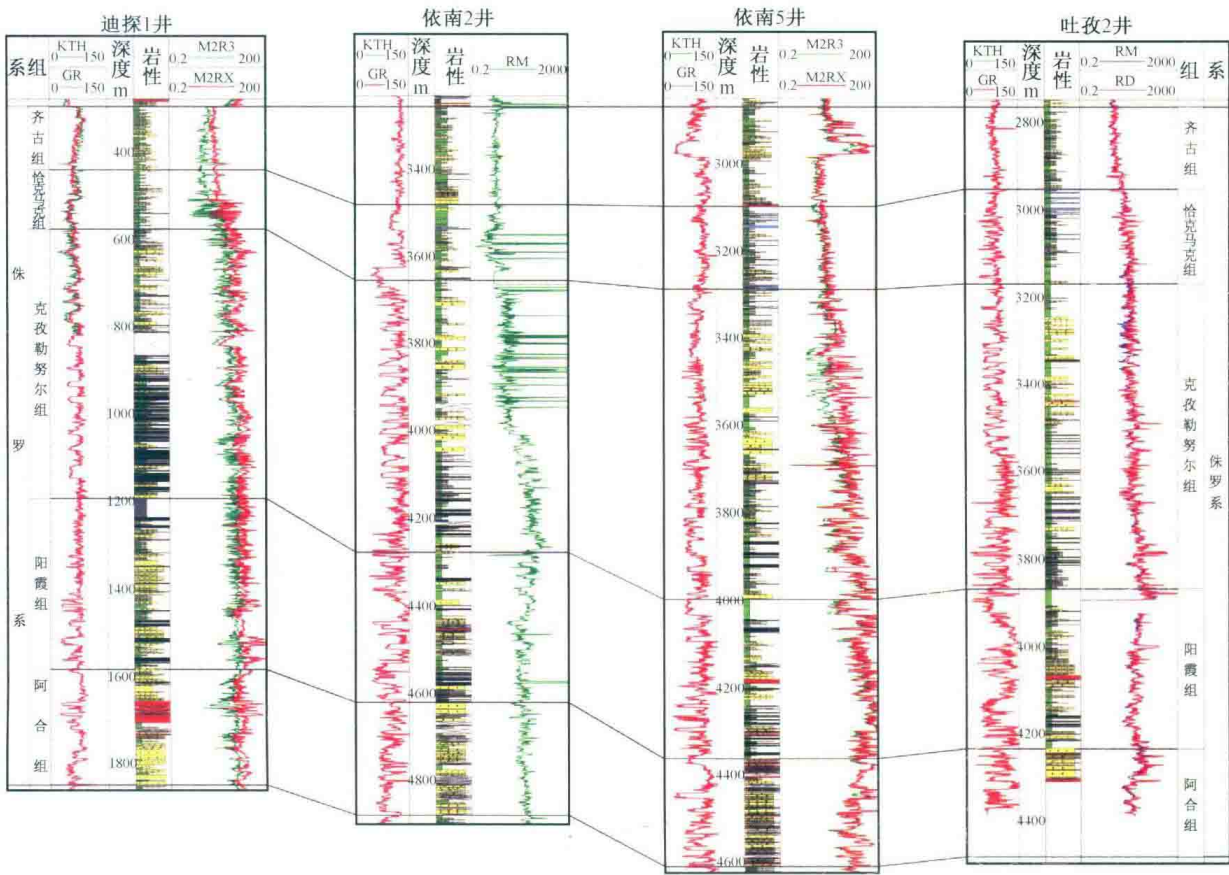


图 1-5 库车坳陷东部侏罗系地层对比图

阿合组主要岩性为:浅灰、灰白色厚层、块状砾岩、含砾粗砂岩、粗砂岩,局部剖面夹灰、灰绿色中—细砂岩、灰黑色泥岩及煤线,产植物、孢粉、大孢子化石。该组的主要特征为一套灰白色砂、砾岩。该组的底界为灰白色厚层块状砂、砾岩,与塔里奇克组顶部灰黑色泥岩、粉砂岩及煤线接触,界线清楚。两组在盆地内未见明显的不整合现象,在盆地东部边缘的库尔楚地区,阿合组超覆塔里奇克组不整合于黄山街组之上。该组主要分布于研究区中及西部地区的北单斜带和东部地区吐格爾明东高点。中部地区厚度较大,岩性相对较粗,其中以克拉苏河剖面岩性最粗,厚度最大(414.70m);向东该组厚度变薄;向西岩性变细,厚度变薄,在阿瓦特河剖面为浅灰色中—粗粒长石石英砂岩夹煤层,未见砾岩,仅厚97.40m(图1-6)。

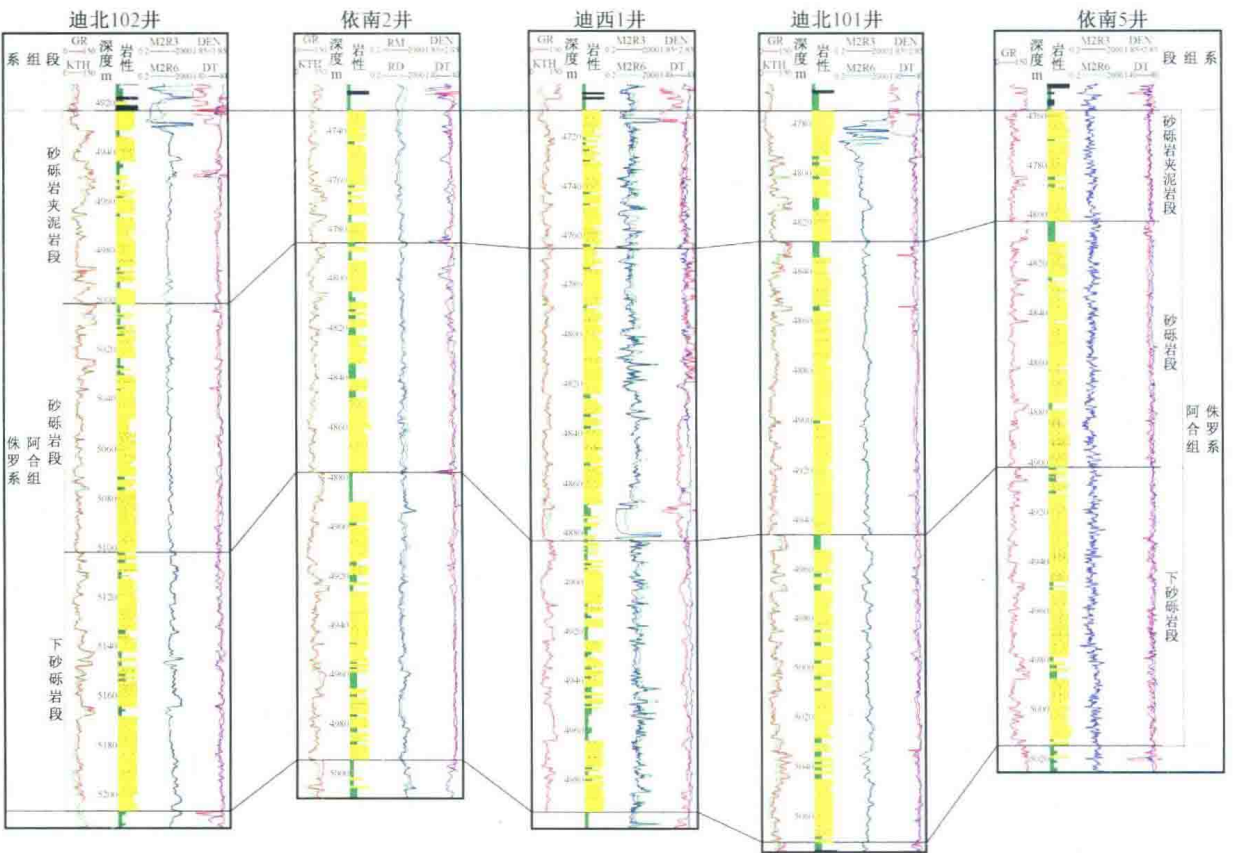


图1-6 库车坳陷东部阿合组地层精细对比图

阳霞组主要岩性为:灰、灰白色砂、砾岩,灰色泥质粉砂岩,深灰、灰黑色粉砂质泥岩,泥(页)岩及煤线(层)组成多个正向韵律层,顶部具30~60m的黑色碳质页岩标志层。产植物、孢粉、大孢子、双壳、昆虫化石。阳霞组主要岩性特征为一套含煤层系,颜色宏观上呈灰色,顶部具黑色碳质泥岩标志层,是研究区主要的开采煤层之一,在吐格爾明、比尤勒包谷孜沟、卡普沙良、阿瓦特河等地该组煤层具有工业性开采价值。该组的底界为灰、灰黑色中薄层状粉砂岩、泥岩、煤线,与下伏阿合组灰、灰白色厚层、块状砂、砾岩整合接触,两组界线清楚(图1-7、图1-8)。

克孜勒努尔组主要岩性为:灰白、灰绿色细砾岩、含砾砂岩,砂岩与绿灰、灰黑色粉砂岩、泥页岩及煤层和煤线组成多个正向韵律层,产植物、孢粉、大孢子、轮藻、双壳、昆虫化石。该组的

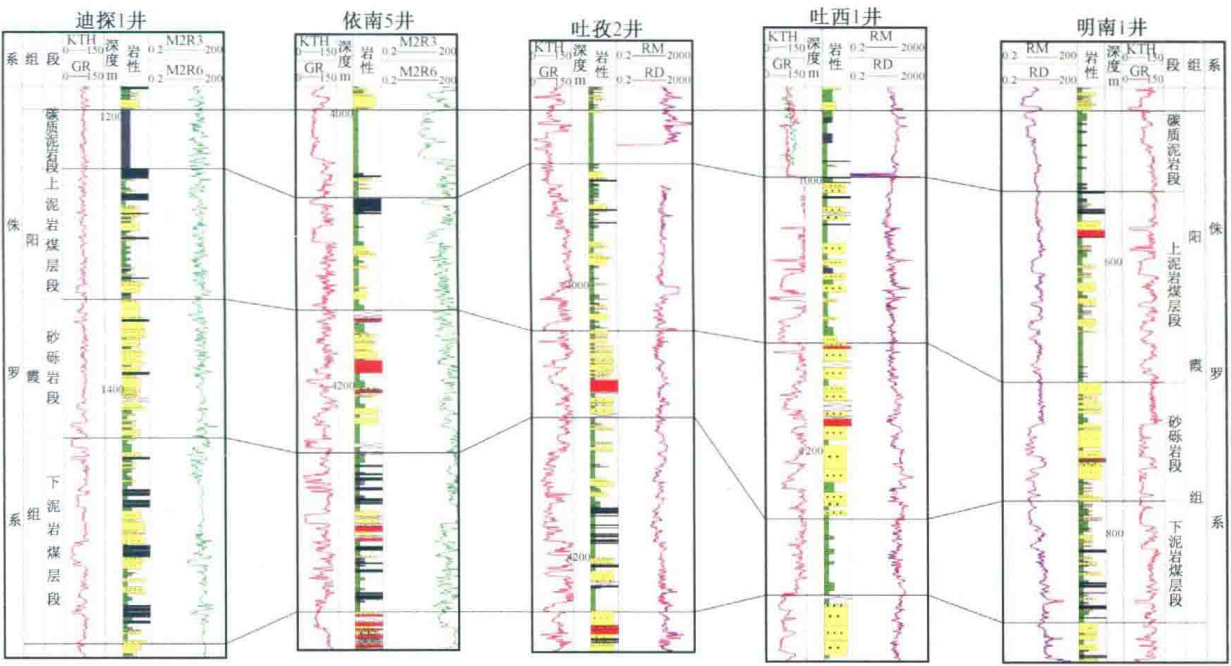


图 1-7 库车坳陷东部阳霞组地层精细对比图



图 1-8 库车县库车河下侏罗统阿合组剖面图

主要宏观特征颜色呈灰绿色,岩性上为一套含煤的韵律层,下部所夹煤层在有的地区可进行工业性开采。克孜勒努尔组的底界为灰、灰绿色砂、砾岩、粉砂岩、泥岩及煤线韵律层,与下伏阳霞顶部碳质泥(页)岩标志层整合接触,界线十分清楚。克孜勒努尔组分布于中部及西部的北单斜带以及吐格尔蒙背斜东高点。该组在库车河一带厚度最大,为 773.10m。在东部吐格尔蒙地区厚度最小为 444.95m,该组在卡普沙良河地区岩性较细,其上段为砂、泥岩互层夹页岩。