

库车-柯坪

再生前陆冲断带构造

卢华复 贾承造 等著



科学出版社
www.sciencep.com

库车-柯坪 再生前陆冲断带构造

卢华复 贾承造 等著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书主要论述了塔里木板块与哈萨克斯坦板块的碰撞历史,塔里木北缘再生前陆盆地与再生前陆冲断带的结构,新生代断层转折褶皱模型,并以生长断层转折褶皱确定构造的时间空间变迁,进行了构造恢复估算地壳缩短,对冲断构造进行了重力构造模拟,从重磁电方面揭示了库车再生前陆盆地的深部构造特征。

本书可供从事构造地质学研究和大学教学人员以及盆地模拟与油气勘探人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

库车-柯坪再生前陆冲断带构造/卢华复等著. —北京:科学出版社,2003
ISBN 7-03-011168-0

I. 库… II. 卢… III. 冲断层-地质构造-研究-新疆 IV. P542

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 009150 号

责任编辑:谢洪源 刘 萍/责任校对:张怡君

责任印制:刘秀平/封面设计:耕者设计工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2003年5月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2003年5月第一次印刷 印张:11 1/4

印数:1—800 字数:253 000

定价:35.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

《库车-柯坪再生前陆冲断带构造》作者名单

卢华复	贾承造	贾 东	王招明	王良书
李启明	陈 伟	谢会文	蔡东升	齐英敏
陈楚铭	范湘涛	刘云祥	刘志宏	雷刚林
汪 新	肖安成	王 勤	王胜利	印栋豪
阎福礼				

前 言

本书是国家自然科学基金重点项目“塔里木盆地天山山脉造盆造山耦合机制及其地球动力学”(批准号 49832040)和“九五”国家重点科技攻关项目“库车前陆盆地构造解释”、“库车凹陷克拉苏复杂构造带解释攻关研究”、“塔里木盆地震旦-奥陶纪构造演化和库车前陆盆地热结构及其对油气的控制作用”、“塔里木盆地库车-柯坪冲断带构造解析与油气勘探目标优选”的研究成果总结。卢华复、贾承造、王良书、贾东主持了这些研究工作,并撰写成了本书。参加本书研究和撰写工作的还有王招明、李启明、陈伟、谢会文、蔡东升、齐英敏、范湘涛、刘云祥、刘志宏、雷刚林、汪新、肖安成、王勤、王胜利、印栋豪、阎福礼等。在石油天然气勘探的生产实践中获得塔里木盆地北部边缘丰富的构造变形资料,为揭示塔里木盆地-天山山脉造盆造山耦合机制研究提供了珍贵的数据,同时所获得的构造变形几何学、运动学成果又为油气勘探提供了良好的理论指导和技术支撑。在研究工作中中国石油集团总公司塔里木油田分公司在资料上给予了大力支持,同时还得到郭令智教授、施央申教授和 J. Suppe 教授的鼓励和帮助,在此表示衷心感谢。

卢华复

2002 年 4 月

目 录

第一章 库车再生前陆盆地	(1)
第一节 塔里木和西天山古生代板块构造演化	(1)
第二节 地层和沉积特征	(7)
第三节 塔里木北缘库车再生前陆盆地	(10)
第四节 库车再生前陆盆地的沉降特征	(13)
第二章 库车再生前陆冲断带的地质构造模型	(19)
第三章 库车-柯坪新生代冲断构造及断层相关褶皱的空间分布	(29)
第一节 构造的横向分段	(29)
第二节 库车再生前陆盆地逆冲变形带的地质模型和构造特征	(33)
第三节 乌什再生前陆冲断带构造	(64)
第四节 柯坪再生前陆冲断带构造	(67)
第四章 典型地震剖面构造解析与平衡地质剖面制作	(76)
第一节 B95-294 + B98-294 地震剖面的构造解释	(76)
第二节 B94-226 + B95-226 地震剖面的构造解释	(81)
第三节 B94-266 地震剖面的构造解释	(86)
第四节 B95-200 测线地震剖面的构造解释	(91)
第五节 A99-112 测线地震剖面的构造解释	(96)
第六节 C95-242 测线地震剖面的构造解释	(101)
第五章 库车再生前陆盆地构造形成时期和构造演化	(105)
第一节 构造形成的时间	(105)
第二节 库车再生前陆盆地的构造演化	(111)
第六章 库车-柯坪再生前陆冲断带重磁电反演及深部构造	(113)
第一节 物性测定与分析	(113)
第二节 三叠系底部界面深度反演	(126)
第三节 磁性基底深度反演	(128)
第四节 重力模拟剖面	(130)
第五节 大地电磁测深资料解释与重力模拟反演剖面	(137)
第六节 深部构造研究小结	(141)
第七章 结论	(147)
参考文献	(150)
附录	(152)

第一章 库车再生前陆盆地

第一节 塔里木和西天山古生代板块构造演化

天山和塔里木北缘古生代构造自北而南划分如下（图 1-1）：北天山晚古生代洋壳弧前混杂带；中天山晚古生代火山岛弧；伊犁地体；南天山中古生代洋壳弧前混杂带；南天山-塔里木北缘二叠纪岩浆弧（简称塔里木北缘岩浆弧）；塔北二叠、三叠纪前陆盆地及前陆变形带；塔里木被动大陆边缘。

天山和塔里木岩石圈板块在震旦纪和古生代经历了复杂的古板块运动，在运动过程中各处不断转变着自身的构造特征和属性，因此必须按主要的运动时期来讨论它们的性质与特征。

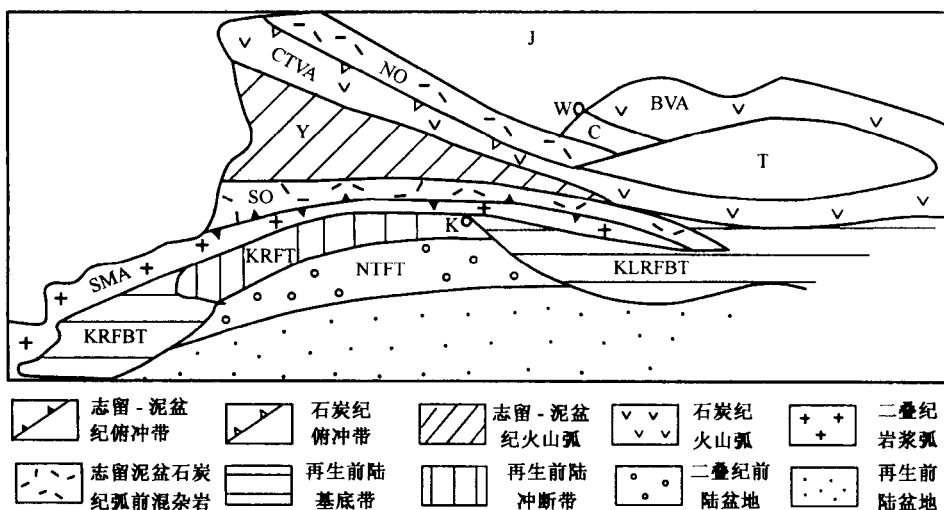


图 1-1 天山和塔里木北缘板块构造略图

NO. 北天山晚古生代弧前混杂岩；CTVA. 中天山晚古生代火山弧；BVA. 博格达晚古生代火山弧；T. 吐哈地体；Y. 伊犁地体；SO. 南天山志留-泥盆纪弧前混杂岩；SMA. 南天山-塔北岩岩浆弧；KRFT. 柯坪再生前陆基底变形带；KLRFBT. 库鲁克塔格再生前陆基底变形带；KRFT. 库车再生前陆冲断带；NTFT. 塔北二叠-三叠前陆冲断带；J. 准噶尔盆地；W. 乌鲁木齐市

1. 塔里木板块早期分裂

震旦纪（800~650Ma）塔里木发生了伸展和分裂，塔里木以东有一部分陆壳在中寒武世以后已经与其脱离，它可能就是伊犁地块或伊犁地体。

柯坪早古生代是一个陆表浅海，其岩相向东延至塔里木盆地东部，厚度逐渐增加，显示地壳沉降向东加大。在轮台到且末以东分布有一个在地图上显示为丘状杂乱地震相（解释为滩礁）的带，这个带度约 500m，是 SN 走向，稍向西凸（周东延等，

1992)。带西为台地浅海相，带东为深海相的巨厚复理石或饥饿海盆沉积，标志着地壳的巨大拉伸减薄和沉降，代表了一个向东加深的被动大陆边缘。因此，作为从塔里木分裂出去的对部（伊犁地体）应该是从塔里木的东面拉走的。

婆罗科努山只沉积了震旦系上部，为冰碛岩、粉砂岩、灰岩及含磷页岩。寒武系下部粉砂岩、页岩、放射虫燧石层，向上主要为含三叶虫和腕足类的灰岩，厚 250m。奥陶系为厚层灰岩、含燧石灰岩，厚 3 250m。志留系为含有珊瑚、腕足类和笔石的粉砂岩、泥岩、灰岩和页岩，厚 1 500m 以上（王作勋，1990）。这个剖面的震旦系和下寒武统与柯坪、库鲁克塔格和东塔里木完全一样，表示此时它与塔里木尚未分开。中、晚寒武世和奥陶纪沉积各异，婆罗科努山奥陶系很厚，反映出强烈的沉降，表明此时伊犁地体已与塔里木完全分开。因此，它的整个序列显示了被动陆缘沉积的性质，可以成为从东塔里木拉出去的陆块的对部。据古地磁资料（Li Y P et al., 1988；方在均等，1992），泥盆纪的剩余磁偏角为 88°，早奥陶世剩余磁偏角也相似，所以从塔里木以东拉出去的伊犁地体，当时实际上是从北面拉出去的。塔里木奥陶纪时古纬度是 10°S，按 Scotese（1984）编的图，当时哈萨克大陆在赤道附近，华南在南纬 30°左右，它们当时都是南半球低纬度大洋中的岛状微陆块。

2. 南天山蛇绿混杂岩带

南天山的西部分布着泥质千枚岩、页岩、粉砂岩、石灰岩、基性-超基性岩及硅质岩。其中一部分是解体的蛇绿岩套及深海沉积，另一部分是浅海碳酸盐岩和中酸性火山岩。它们是典型的弧前蛇绿混杂岩带，属于 Hsü（K J Hsu et al., 1994）的掇尔特（Celtide）相。

南天山蛇绿岩自西而东分布在长阿吾子、黑英山-库勒-欧西达坂、霍拉山色日克牙布拉克、古洛沟、库米什（图 1-2）。黑英山库勒和欧西达坂蛇绿岩主要由变质橄榄岩、玄武岩、细碧岩、硅质岩构成，各岩石之间常为大量断层分割。黑英山变质橄榄岩中橄榄石达 90%，辉石约 8%，多为斜方辉石，均被蛇纹石化，并含少量单斜辉石及铬尖晶石。库勒玄武岩具有枕状构造，放射虫硅质岩为薄层状灰绿色、灰黑色、紫红色。南天

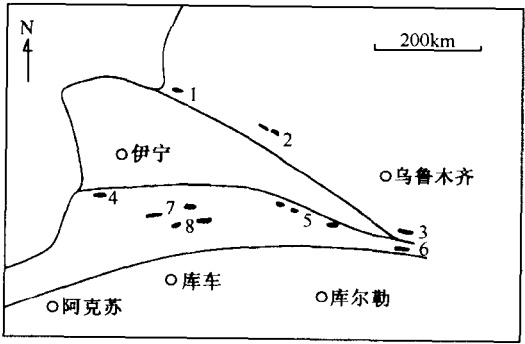


图 1-2 天山中西段蛇绿岩分布图

1. 唐巴勒；2. 巴音沟；3. 干沟-米什沟；4. 长阿吾子；
5. 古洛沟；6. 库米什；7. 黑英山-库勒-欧西达坂；8. 霍拉山色日克牙布拉克

山蛇绿岩中的超基性岩 $MgO / (MgO + FeO^*)$ 平均值为 0.84，与 Coleman 的标准橄榄岩基本一致，显示了地幔残余的性质，其 m/f 指数大于 6.5，属镁质超镁铁岩。基性熔岩 SiO_2 偏低， Na_2O 较高，在 $FeO^*/MgO-TiO_2$ 图中（图 1-3a）落入洋中脊区，但 $TiO_2-FeO^* / (FeO^* + MgO)$ 图解中落入低钛区，显示未成熟边缘海环境（图 1-3b）。

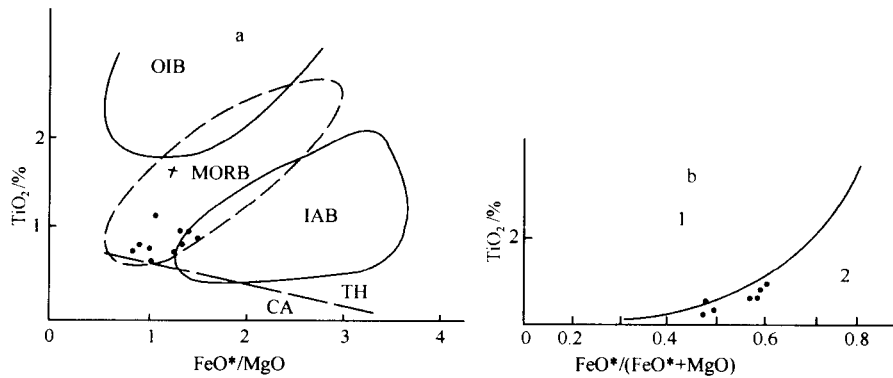


图 1-3 南天山蛇绿岩判别图

a. $FeO^*/MgO-TiO_2$ 图解（据 Miyashiro, 1974, 1975）；OIB 洋岛玄武岩；IAB 岛弧玄武岩；MORB 洋中脊玄武岩；× 东太平洋；+ 大西洋中脊 b. $TiO_2-FeO^* / (FeO^* + MgO)$ （据 Sern, 1981）；
1. 高 T；2. 低 T

南天山蛇绿岩中变质橄榄岩的稀土含量很低，是球粒陨石的 0.14~1.83 倍。稀土配分曲线稍呈 U 形（图 1-4），与塞普鲁斯、希腊的蛇绿岩（Frey F A., 1984）近似而略高。喷出熔岩的稀土含量为球粒陨石的 0.48~22 倍，平均 9~10 倍，配分曲线为平坦型，属 T 型洋脊， Ba/La 值为 29~93，远大于 N 型洋脊。其 La/Yb 为 0.6~1.14， La/Sm 为 0.84~1.4，也与 T 型洋中脊熔岩近似（Langmuir C H et al., 1977）。熔岩的

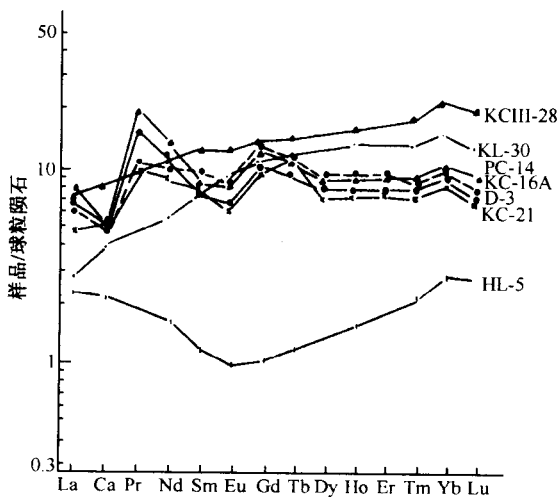


图 1-4 南天山基性-超基性岩稀土配分模式

REE 特征暗示了南天山与洋中脊较接近。总之南天山蛇绿岩显示了洋中脊的特征。

从南天山库勒湖以南的库车河岸的黑英山,与蛇绿岩套的基性-超基性岩共生的板岩、页岩、硅质页岩、硅质岩等深海沉积(阿尔腾卡什组)中含有晚志留-中泥盆世化石组合(王作勋,1990)。与阿尔腾卡什组混杂在一起的共生有一套碳酸盐岩系,称满大勒克组,含有志留纪化石,灰岩夹的硅质岩中又有放射虫,其组合与阿尔腾卡什组完全一致,均应属晚志留-中泥盆世(王作勋,1990)。此化石和沉积岩表明南天山洋可能存在晚志留到中泥盆世的洋盆海山。郝杰等(1993)在长阿吾子蛇绿岩辉长岩中的辉石测得 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 坪年龄为 (439.4 ± 26.7) Ma BP,库米什蛇绿岩堆晶辉长岩全岩 K-Ar 年龄为 437.0 Ma BP,表明早志留世洋壳在南天山已存在。

3. 南天山演化及其对塔里木盆地构造的影响

南天山洋在志留纪至泥盆纪俯冲于伊犁地体或哈萨克大陆之下。现今这一视俯冲方向是向北,而当时应当是向西北。这一俯冲的证据是:1)在伊犁地体南缘的那拉提山、艾尔宾山和巴音布鲁克附近的上志留统巴音布鲁克组广泛发育有灰绿色、灰紫色中性安山玢岩、杏仁状安山岩、灰紫色安山凝灰岩、安山角砾岩(王作勋,1990)。此火山岩具有钙碱性特征。2)库勒南云母石英片岩的黑云母 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 坪年龄为 (370 ± 4.8) Ma BP和 (259 ± 3.3) Ma BP。它位于南天山混杂岩之中,属南天山洋向北俯冲的增生楔, (370 ± 4.8) Ma BP 坪年龄表示了晚泥盆世的俯冲碰撞时间。 (259 ± 3.3) Ma BP 表示二叠纪又有热事件。3)巴仑台花岗片麻岩白云母单矿物坪年龄为 (348.9 ± 0.3) Ma BP,那拉提山花岗闪长岩黑云母单矿物 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 坪年龄为 (350.89 ± 1.96) Ma BP(肖序常等,1992)。库米什北黑云母片麻岩 Rb-Sr 等时线年龄为 (334.3 ± 27.3) Ma BP(郭继春等,1992),表现了南面的高压带和北面的高温带,这个变质带延续到石炭纪之初,即俯冲作用延续到泥盆纪末石炭纪初。之后,塔里木与伊犁地体或哈萨克斯坦板块碰撞。

哈萨克大陆板块现今南缘(即伊犁地体),按 Scotese (1984) 全球古地理再造图,在志留纪到泥盆纪时为近 SN 向,纬度从奥陶纪在赤道附近移到 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}\text{N}$ 。按 ПейБе (1980) 哈萨克块体泥盆纪也在 25°N 附近。塔里木现今北缘志留、泥盆纪为近 SN 向,从南纬 10° 移到北纬 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 。所以哈萨克较靠北,塔里木较靠南,志留、泥盆纪时塔里木向 NW 斜俯冲于伊犁即哈萨克之下,直到石炭纪初二者碰撞。这是一种低角度靠岸式的拼贴(Docking)(卢华复等,1990;贾东等,1992),推测这个靠岸作用首先在当时塔里木的北端(即库鲁克塔格)最先与哈萨克接触,致使库鲁克塔格多处缺失志留纪和泥盆纪沉积,表明已经部分成山。基碎屑物可以有一部向南输送到柯坪地区沉积下来,这就是柯坪地区的泥盆纪远源磨拉石红层。那时柯坪以西可能还是海洋,这就是南天山的泥盆纪洋壳。这个靠岸碰撞过程到石炭纪初才完成,因此造成塔北隆起和塔中隆起石炭纪东河砂岩不整合在寒武、奥陶纪地层之上,同时这个过程必然导致左行走滑。这在塔中构造中也表现很清楚,被东河砂岩不整合的构造成 NW 走向左列雁行排列(魏国齐等,1992)。石炭纪准噶尔洋向南(向伊犁地块)俯冲,造成北天山的巴音沟蛇绿岩和伊犁地块北缘的中天山石炭纪岩浆弧,到二叠纪准噶尔地体与中天山弧发生弧-陆碰撞的 A 型俯冲。

泥盆纪时塔里木东端与伊犁地体首先碰撞之后，在西塔里木的西北侧还有石炭纪的残余洋盆。这个残余洋在二叠纪初向塔里木俯冲，造成此残余洋 EW 东向南西（现今方位）剪刀式闭合。这一过程导致塔里木北缘早二叠纪岩浆弧的形成（图 1-5f），因而

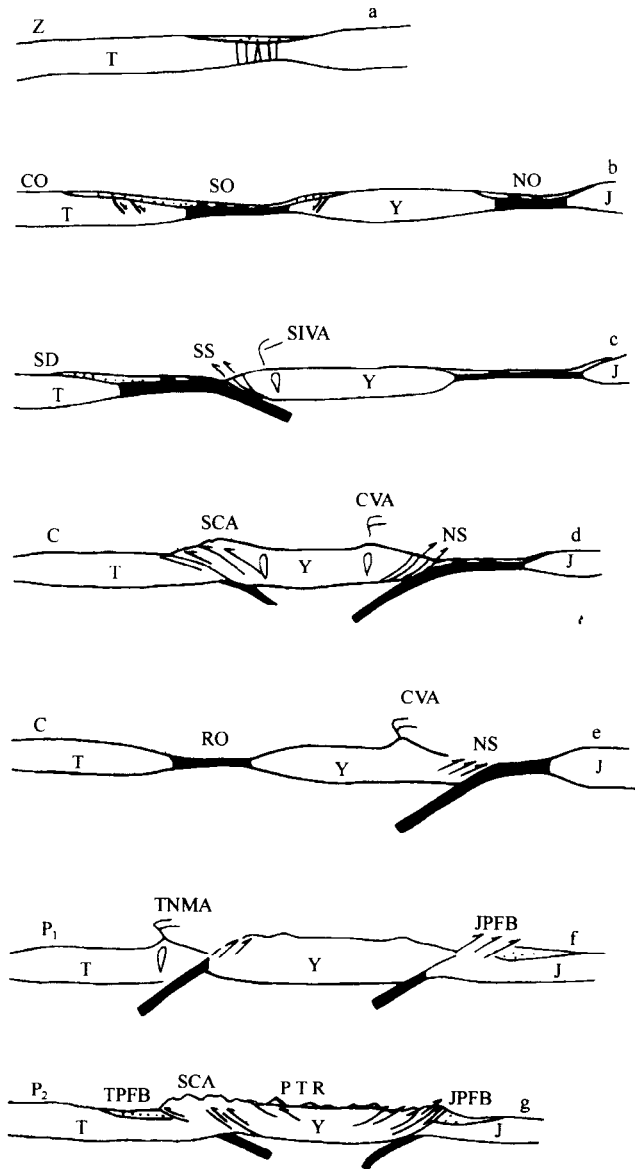


图 1-5 天山-塔里木板块构造演化图

T. 塔里木板块；Y. 伊犁板块；J. 准噶尔地体；SO. 南天山洋；SS. 南天山俯冲带；NS. 北天山俯冲带；NO. 北天山洋（准噶尔洋）；SIVA. 南伊犁火山弧；CVA. 中天山火山弧；SCA. 南天山弧陆碰撞带；RO. 残余洋；TNMA. 塔里木北缘岩浆弧；TPFB. 塔北周缘前陆盆地；JPFB. 准南周缘前陆盆地；PTR. 古天山

此岩浆弧具有钙碱性特征（表 1-1），反映地幔部分熔融地壳混染的性质。

在石炭纪期间塔里木发生近 60° 顺时针旋转，这样就自然产生了塔北的左行走滑前三叠纪构造。同时，这个碰撞后造山作用也产生了塔北的三角形变形带和上二叠统的磨拉石砂砾岩（图 1-5）；这个 A 型俯冲作用也在南天山志留、泥盆纪增生楔混杂岩中和中天山糜棱岩中留下了构造重新活动的印记，这就表现为我们在库勒南云母石英片岩中获得的另一个 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 坪年龄（260Ma BP）和中天山糜棱岩黑云母中获得的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 坪年龄（ 250.5 ± 7.9 ）Ma BP。

表 1-1 南天山南缘火山岩岩石化学数据

编号	P-1	P-3	H-1 ^{a)}	H-2 ^{a)}	K-1 ^{b)}	K-2 ^{b)}	K-3 ^{b)}	K-4 ^{b)}
岩性	英安岩	花岗斑岩	英安岩	英安岩	英安岩	英安岩	凝灰岩	凝灰岩
产地	欧西达坂	欧西达坂	黑英山	黑英山	独库公路	独库公路	独库公路	独库公路
SiO ₂	68.02	70.94	66.58	67.23	66.33	65.01	60.92	73.97
TiO ₂	0.41	0.34	0.62	0.46	0.36	0.43	0.56	0.23
Al ₂ O ₃	14.16	13.82	13.86	13.91	14.75	13.90	14.14	10.09
FeO	0.55	0.85	3.18	0.19	2.51	2.30	7.21	2.37
Fe ₂ O ₃	2.66	2.04	1.23	3.98	(FeO [*])			
MnO	0.20	0.04	0.07	0.07	0.03	0.03	0.13	0.07
MgO	1.28	0.98	0.67	0.25	0.43	0.48	4.81	1.03
CaO	3.08	1.13	2.05	1.55	2.06	1.69	1.27	1.02
Na ₂ O	0.69	3.04	3.62	3.70	2.83	3.15	2.19	3.38
K ₂ O	3.09	5.29	5.07	5.82	5.36	4.63	3.78	3.75
P ₂ O ₅	0.16	0.12	0.22	0.20	0.10	0.12	0.11	0.03
烧失	5.37	1.27						
总和	99.67	99.85						
σ	0.57	2.48	3.20	3.74	2.88	2.75	2.10	1.64
τ	32.85	31.71	16.52	22.20	33.11	25.0	21.34	29.17
$\frac{\text{FeO}^*}{\text{MgO}}$	2.30	2.74	6.40	15.09	5.84	4.80	1.50	2.30

注：a) 据黑英山幅（1/20 万）区测报告；b) 据周清杰（1990）；其余据南京大学地球科学系中心实验室。

4. 板块构造演化模式

总结起来可以看到下述板块演化过程。震旦纪塔里木发生大陆裂谷作用，大陆地壳拉薄，寒武、奥陶纪塔里木板块与伊犁地体分离，产生南天山洋。志留、泥盆纪初南天山洋向西北俯冲，晚泥盆世塔里木东端与中天山碰撞，继而形成塔里木向北的 A 型俯冲（图 1-5d）。石炭纪到早二叠世，塔里木西部北面的残余洋自东向西剪刀式闭合（图 1-5e）。这也造成了塔里木盆地石炭系东薄西厚的格局，与塔里木早古生代伸展裂谷造成的下古生界东厚西薄、东深西浅形成鲜明对照。这一残余洋最后在早二叠世俯冲到塔里木下形成塔里木洋也俯冲完毕，开始在天山北缘产生周缘前陆盆地。晚二叠世时南天山原有的向北的俯冲带再次活动，只是此时已无洋壳，可以造成 A 型俯冲。于是，在南天山也产生了周缘前陆盆地的二叠纪磨拉石沉积。南天山南缘的向北的 A 型俯冲和天山北缘向南的 A 型俯冲，联合在一起造成古天山山脉（图 1-5g）。

从古板块运动的历史看,塔里木在早古生代是古特提斯洋中的一个微大陆,为一小板块,伊犁是古特提斯洋的岛屿,为一地体。经过塔里木的漂移,石炭纪塔里木与哈萨克斯坦板块的伊犁地体旋转缝合拼贴。石炭纪末塔-伊板块再与哈萨克斯坦板块碰撞,准噶尔洋壳消减完毕,哈萨克斯坦板块和塔里木板块成为联合古陆北部安加拉大陆之南缘。

第二节 地层和沉积特征

库车再生前陆盆地位于塔里木盆地北缘南天山造山带与塔北隆起之间(图1-2)。西起温宿,东至库尔楚,长470km;北界为南天山山前逆冲断裂带,南界与塔北隆起呈过渡关系,南北宽40~90km,总面积25 000km²,是塔里木盆地北部一个重要的构造单元和油气勘探区(贾承造,1997;梁慧社,1997)。中新界厚度达12 000m。拗陷内中新界北厚南薄,具箕状拗陷特征。新生界厚度超过7 000m,北部沉积厚,向南减薄,楔状沉积向南一直延伸到塔中隆起的北缘,宽度可达150km。区内出露地层以中新界(表1-2)为主,其中中生界主要出露于库车再生前陆逆冲带北部线性背斜带以北。三叠系为一套三角洲-湖泊相沉积;侏罗系为湖泊-沼泽及滨浅湖相沉积;白垩系为一套红色洪冲积-河流相沉积。盆地内新生界地层分布较为广泛,沉积中心位于库车县以西拜城一带,主要为一套巨厚的磨拉石建造。

表 1-2 库车再生前陆盆地中新界综合地层简表

地质年代			地 层	地震反 射层	厚度/m	滑脱层	生油层	储层	盖层
界	系	统	组						
新 生 界	第四系 (Q)	全新统		T ₂					
		更新统	新疆群 Q _{3xj}		5~100				
			乌苏群 Q _{2ws}		15~150				
	上第三系 (N)	上新统	西域组 Q _{1x}	T ₂	50~1500				
			库车组 N _{2k}	T ₃	220~2671				
		中新统	康村组 N _{1k}	T ₅	238~1506				
			吉迪克组 N _{1j}	T ₆	333~1133	■			◆
	下第三系 (E)	渐新统	苏维依组 E _{3s}	T ₇	32~571	■			◆
		始新统 古新统	库姆格列木组 E _{1,2km}	T ₈	184~596	■			
中 生 界	白垩系 (K)	下白垩统	巴什基奇克组 K _{1bs}		180~215			▲	
			巴西盖组 K _{1b}		90~457			▲	
			舒善河组 K _{1s}		150~1048				
			亚格列木组 K _{1y}	T _{8,2}	27~299			▲	◆
	侏罗系 (J)	上侏罗统	喀拉扎组 J _{3k}		8~92				
			齐古组 J _{3q}		50~361				
		中侏罗统	恰克马克组 J _{2q}		50~169				◆
			克孜勒努尔组 J _{2k}		133~843		★		◆
		下侏罗统	阳霞组 J _{1y}		213~675			▲	
			阿合组 J _{1a}	T _{8,3}	220~675		★	▲	◆
	三叠系 (T)	上三叠统	塔里奇克组 T _{3t}		26~497	■		▲	
			黄山街组 T _{3h}		30~559	■	★		◆
		中三叠统	克拉玛依组 T _{2kl}		220~885				◆
		下三叠统	俄霍布拉克群 T _{1eh}	T _k	118~541	■			

地层层序

新生界

现代-上更新统

冲积河漫滩-河床沉积, 湖沼-洪积沉积, 风成沉积, 河漫滩阶地洪-冲积沉积。中-高地阶地洪-冲积沉积。盐渍化砂质黏土, 重力沉积和现代冰川-冰水沉积。

中更新统

最大冰川期高地冲-洪积及冰成沉积(冰碛层)为源砾-砾石层, 含岩块的砂质黏土。

下更新统

西域组(Q_{1x}): 灰、褐灰色块状中-粗砾岩, 砾石分选中等至差, 磨圆度好。基质为砂泥积物, 钙质胶结, 成层性自下而上由好变差, 不显层理, 块状堆积。

上新统

库车组(N_2k): 灰绿、灰黄色中厚层、块状含砾砂岩和砂岩及砾岩, 与黄红、灰黄色粉砂质泥岩及泥岩互层。

中新统

康村组(N_1k): 灰绿色、灰黄色中厚层、块状含砾砂岩、砂岩及粉砂岩与黄红色粉砂质泥岩及泥岩互层。其间夹砾岩透镜体, 局部夹灰绿色细-粉砂岩、粉砂质泥岩及泥岩条带。

吉迪克组(N_{1j}): 黄红色、紫红色中厚层、块状含砾砂岩、砂岩夹砾岩透镜体, 与同色的粉砂质泥岩及泥岩互层。顶部为灰绿色粉砂质泥岩与泥岩夹同色的粉砂岩薄层及条带——“宽灰绿带”, 砂岩中钙质含量高, 泥岩中常含灰质团块、条带。

始新-渐新统

苏维依组(E_3s): 盆地东部为红-紫红色中厚层、块状含砾砂岩、粉砂岩夹细砾岩透镜体与紫红色粉砂质泥岩及泥岩互层。盆地西部和南部为紫红色-暗红色中厚层状粉砂质泥岩、含盐泥岩、岩盐、石膏质泥岩和灰绿色含泥质石膏岩夹粉砂岩及细砾岩透镜体。

渐新统

阿瓦特组(E_3a): 黄红色-紫红色粉砂质泥岩、泥岩、含盐泥岩及岩盐夹灰绿色泥质石膏岩及白色石膏岩。

古-始新统

库姆格列木组(E_{1-2km}): 灰紫色、黄红色厚层、块状砾岩与黄红色、紫红色含砂质泥岩和泥岩组成三个正向旋回。泥岩中含石膏团块, 底部为灰色厚层、块状钙质砾岩及砾状灰岩。在库姆格列木背斜南翼, 该组地层下部为黄红色泥岩与灰绿色、白色中厚层、块状石膏质泥岩互层; 上部为紫红色、黄红色泥岩夹石膏质泥岩, 底部为浅灰绿色含钙质砾岩。

中生界

下白垩统

巴什基奇克组 (K_{1bs}): 上部为粉红色厚层、块状砂岩和粉砂岩夹泥岩薄层或条带; 下部为灰色块状砾岩。

巴西盖组 (K_{1b}): 灰黄色厚层、块状细砂岩和粉砂岩夹细砾岩透镜体及泥岩薄层或条带。

舒善河组 (K_{1s}): 紫红色、灰黄色中厚层、块状泥岩夹灰绿色粉砂岩薄层及条带, 底部为灰绿色泥岩与灰绿色粉砂岩互层。

亚格列木组 (K_{1y}): 上部为灰绿色中厚层砂岩、粉砂岩与灰绿、灰黄色粉砂质泥岩及泥岩互层; 下部为浅紫灰色块状砾层。

侏罗系

喀拉扎组 (J_{3k}): 紫红色中厚层细砾岩, 常含顺层分布的钙质团块或条带。

齐古组 (J_{3q}): 暗紫红色中厚层、块状泥岩夹粉砂岩薄层或条带。

恰克马克组 (J_{2q}): 灰绿色中厚层含砾粗砂岩、砂岩与深灰色、灰绿色泥岩互层, 顶部为紫红色泥岩与灰绿色含灰质泥岩互层, 底部为深灰色中薄层泥灰岩、钙质粉砂岩。

克孜勒努尔组 (J_{2k}): 浅灰色中厚层、块状含砾粗砂岩、砂岩及粉砂岩与深灰色粉砂质泥岩及泥岩互层。盆地东部地区可采煤, 且岩层具燃烧色。

阳霞组 (J_{1y}): 浅灰色中厚层、块状含砾粗砂岩和砂岩与深灰色粉砂质泥岩及泥岩互层, 顶部一套深灰色、黑灰色碳质泥岩、含碳质粉砂质泥岩夹灰色中薄层粉砂岩及煤线, 在盆地东部为工业煤层。

阿合组 (J_{1a}): 灰白、浅灰色中厚层、块状细砾岩、含砾粗砂岩和砂岩夹少量灰绿色粉砂岩、粉砂质泥岩、泥岩、碳质泥岩及煤线。

塔里奇克组 (T_{3t}): 灰白、浅灰色中厚层细砾岩、含砾粗砂岩、砂岩和深灰色粉砂岩、粉砂质泥岩、碳质泥岩及煤层组成 3 个向上变细的正向沉积韵律。

三叠系

黄山街组 (T_{3h}): 深灰色厚层、块状泥岩, 中部夹一套浅绿色、灰色中厚层、块状砂岩, 底部为一套浅灰绿色中厚层、块状含砾粗砂岩和砂岩夹砾岩透镜体。

克拉玛依组 (T_{2kl}): 浅灰绿色、灰色中厚层状细砾岩、含砾粗砂岩、砂岩及粉砂岩, 与灰色粉砂质泥岩和泥岩互层, 下部夹紫红色泥岩, 顶部为一套深灰色泥岩及碳质泥岩夹粉砂岩薄层。

俄霍布拉克群 (T_{1eh}): 自上而下由灰绿色中厚层砂岩、粉砂岩和泥岩与浅紫红色中厚层、块状砾岩夹砂质泥岩及泥岩组成两套颜色韵律层。底部为一套灰色厚层、块状粗砾岩。

古生界

二叠系

比尤勒包谷孜组 (P_{2by}): 紫红色泥岩、浅灰色砂岩、粉砂岩、深灰色碳质泥岩夹砾岩透镜体。

小铁干里克群 (P_{1x}): 以酸性为主的中酸性熔岩夹基性熔岩和砂岩及灰岩。

第三节 塔里木北缘库车再生前陆盆地

塔里木盆地位于昆仑山和天山之间,面积 560 000km²,是一个由多个独立的性质不同的凹陷和隆起组成的大型复合盆地,其主要构造单元包括北部的库车凹陷、塔西南凹陷和塔东南凹陷,以及塔中隆起、巴楚隆起和孔雀河斜坡。库车凹陷位于塔里木盆地北缘,构成南天山以南的山麓丘陵,其地层既具有典型的前陆盆地沉积和构造组合特征(Dickinson, 1976),又有其特有的特征(表 1-1)。

1. 构造组合

库车凹陷是一个新生代才出现的构造盆地,它叠置在晚二叠世—中三叠世的前陆盆地之上。早古生代,塔里木微板块包括塔里木盆地的大陆地壳碎块和南天山的大洋地壳,它向西北沿尼克拉也夫一线俯冲在哈萨克斯坦板块的伊犁地体之下,在伊犁地体上产生火山岛弧,这一过程一直持续到泥盆纪。

南天山洋的俯冲形成了伊犁地体火山岛弧南部志留-泥盆纪板块增生楔和残留弧。作为 B 型俯冲的一部分,塔里木微板块与伊犁地体发生斜向碰撞,并在塔里木和南天山西部形成石炭纪残留洋。晚石炭世—早二叠世,随着斜向碰撞的发展,残留洋向南俯冲到塔里木下面,在南天山增生楔南缘和塔里木微板块北缘的结合部位形成短暂的早二叠世岩浆弧。此后,晚二叠世到早三叠世,塔里木微板块和伊犁地体的碰撞进入高峰期,发展为向北的 A 型俯冲,造成古天山和它南部的前陆盆地和前陆变形带(lu et al., 1994),此前陆变形带的前锋延伸到南天山增生楔南部约 100km 的塔北隆起。与正常的前陆带相比,库车新生代凹陷要狭窄的很多,只有前者的一半宽度。变形带最主要的前锋就位于库车城的附近。

2. 库车凹陷新生代地层

库车凹陷新生代沉积相当发育,呈南薄北厚,北翼最厚可达 7 400m,南翼减薄到 1 000m,最大厚度在库车以北至拜城以南的东西线上。

早第三纪由库姆格列木群(Ek)和苏维依组(E₂—N₁)组成。库姆格列木群主要为紫红色、绿色泥岩和砂质泥岩,夹石膏,底部为泥灰质-灰质胶结的底部砾岩,厚 120~592m,含有双壳类化石 *Crispata* 和介壳类化石 *Sinocypris xiaolujibaizien*。苏维依组为红色砂岩泥岩夹砾岩及石膏,厚 200~571m,含介壳类化石 *Cyprideis littoralis*,其上部已经跨入中新世。中新世地层由吉迪克组(N_{1j})和康村组(N_{1k})组成。吉迪克组主要由灰绿色、咖啡色、浅绿色泥岩和粉砂岩组成,含石膏层,厚 740m,含介壳类化石 *Cyprinotus (Heterocypris) orientalis* 和双壳类 *Acudicosta tugorminensis*。康村组为灰色、灰褐色、棕黄色泥岩、粉砂岩及砂岩,厚 800m,含 *Eucypris concinna* 和其他介壳类化石,该组最上部已经进入上新世。上新世地层主要由库车组(N_{2k})组成,为浅黄色、灰棕色、灰色厚层砂岩、泥岩及粉砂岩,厚 1 700m。下第四系西域组(Q_{1x})为巨厚层砾岩、砂岩夹泥岩,厚 3 000m。

从以上地层发育可以看出,库车在早第三纪为稳定大陆内部的陆相盆地,为地壳沉

降不大的干旱气候盐湖沉积。地层不厚，缺乏粗碎屑岩，富含膏盐层。盆地的蚀源区应无高大山脉，是欧亚板块内部稳定大陆上的内陆浅盆地。

自晚第三纪以来构造环境变化，沉积迅速加快，吉迪克组含有膏盐沉积，而康村组已少有发育。库车组巨厚砂岩、含砾砂岩及西域组砾石层已成为典型的磨拉石沉积。整个上第三系和第四系岩层越向上越粗，记录了天山在此过程中的加速隆起。我们估计库车凹陷地沉降速率曾经达到 1.5mm/a (图 1-2)，然而这个数据只是一个近似值，因为我们没有很好地探测手段和约束工具。在图 1-2 中可以看出新生代累计地壳沉降 $7\,400\text{m}$ 中， $6\,240\text{m}$ 的沉降发生在中新世以后，即新生代靠后期的 $\frac{1}{3}$ 时间的沉降贡献为新生代总沉降的 84% 。沉降速度也是自中新世就比早第三纪平均速度 (0.27mm/a) 加快了约 4 倍，到上新世和第四纪更是加快了几十倍。因此，在中新世以来库车拗陷是地壳发生加速沉降的拗陷，和沉积岩相分析所反映的天山加速隆起正好互相呼应，彼此一致。

3. 新生代构造特征

库车拗陷宽 $40\sim 70\text{km}$ 的北翼发育典型的台阶状逆冲断层及其断层相关褶皱——断层转折褶皱和断层传播褶皱。自北而南可以划分为 5 个带。在南天山增生楔北部，古生代浅变质碎屑岩和灰岩向南逆冲在中新生代地层之上，上部又有向南倾斜的被动顶板逆冲断层，使二叠系砂砾岩及中生代地层向北逆冲到二叠系火山岩之上，这是库车新生代变形带的驱动体。其余南面各带的底部逆冲断层的断坪分别发生在三叠系泥岩、侏罗系泥岩和煤层、白垩系底面、下第三系泥岩、上第三系吉迪克组和上第三系康村组，向南呈台阶状抬高，使整个库车冲断带在横剖面上成为向南变薄的楔状体 (图 1-6)。在最南带的生长断层转折褶皱表明，第四系沉积的同时仍在进行向南的逆冲作用。这种变形作用自康村组沉积时开始一直持续到第四纪，即向塔里木盆地内部的逆冲作用与从晚第三纪以来的磨拉石沉积分析而知的天山重新加速升起同时进行。这构成了自高山向盆地侧向挤压型的典型前陆盆地变形带构造特征。

4. 库车前陆盆地性质和分类的讨论

前陆盆地是一种与板块俯冲或碰撞过程有关的侧向挤压背景下的特殊盆地。自从 Dickinson (1976) 提出了周缘前陆盆地 (peripheral foreland basin) 和弧后前陆盆地 (retroarc foreland basin) 的分类之后，这两种弧后盆地被广泛引用 (Bally and Snelson, 1980; Kingston et al., 1983; Ingersoll, 1988; Condie, 1989)。弧后前陆盆地发育在俯冲过程中超叠板块的弧后陆壳之上。盆地不对称状，靠弧的方向沉积厚而粗，乃因向前陆方向逆冲构造载荷和沉积载荷而使地壳单侧挠曲下沉所致 (Graham et al., 1986)。盆地靠弧的一侧不断变成逆冲断层带，逆冲断层带的前锋逐渐向前陆方向移动。周缘前陆盆地发育在弧-陆碰撞过程中的俯冲板块陆壳之上。盆地同样是不对称的，靠弧前增生楔一侧厚而粗，也有一个向前陆移动的逆冲带。逆冲运动方向与邻近的弧前增生楔中逆冲方向一致，这与弧后前陆盆地正好相反。

库车新第三纪至第四纪盆地有不对称结构和逆冲变形带，然而它只与古老的弧或者增生楔相邻，同时代的或稍早的火山弧或增生楔远在 $1\,500\text{km}$ 以外的冈底斯山和雅鲁藏布江河谷，不可与其直接相关。因此，库车盆地与现在划分出来的周缘及弧后前陆盆地