

文章编号:1672-9854(2007)-02-0051-06

塔里木盆地盆内震旦系特征

张增耀^{1,2}, 杨松岭³, 赵秀歧³

(1 中国科学院广州地球化学研究所; 2 中国石化国际石油勘探开发有限公司新项目开发部)

(3 东方地球物理公司研究院地质研究中心)



张增耀

摘要 结合前人对盆地周边露头研究成果,根据钻井和地震资料给出了盆地上、下震旦统的沉积体系分布。以阿满地区相对隆起为界,震旦系厚度总体上为东西厚、中间薄,沉积中心分布在盆地的东、西两端,并以东北角的库鲁克塔格山前地带沉积最厚,下震旦统达 3400 m,上震旦统也达 2000 m 以上。早震旦世塔里木盆地主要发育了塔东和塔西两个沉积沉降凹陷,构成了塔东海洋冰川—浅海沉积体系区、塔西滨浅海沉积体系区、阿满海岸沉积体系区以及塔西南浅海—次深海沉积体系区,塔东和塔西两个沉积区以阿满海岸沉积区为界近乎对称分布。晚震旦世是在早震旦世沉积填平补齐基础上的继承性沉积。

关键词 震旦纪;沉积体系;构造特征;地震反射特征;塔里木盆地

中图分类号: TE111.2 **文献标识码**: A

张增耀 1966 年生,1989 年毕业于石油大学(华东)石油地质勘探专业,2003 年获浙江大学地质工程硕士学位,现为中科院在读博士研究生。通讯地址:100083 北京北四环中路 263 号 中国石化国际石油勘探开发有限公司新项目开发部;电话:(010)82332302

塔里木盆地震旦系以明显的角度不整合覆盖于前震旦系变质岩之上。以往的研究一般局限于盆地周边的露头区,而对盆地内部的震旦系,由于埋藏深、地震反射品质较差及钻井很少揭露等原因,一直很少有人研究,基本上还是空白。宋立勋曾于 1990 年结合钻井和部分地震剖面对震旦系分布特征及其古地貌方面做了探索性工作^[1]。由于对震旦系没有一个明确的认识,目前对塔里木盆地沉积发育史、构造发育史等的研究都只有一个模糊不清的开端,这种局面不利于我们从整体上解剖盆地全局、分析盆地的三史演化等。随着研究的深入,以及深层地震资料品质的提高,我们已经有条件开展塔里木盆地内部震旦系的研究。笔者利用钻井、地震等资料,并结合周边露头区震旦系的研究成果,对塔里木盆地内部的震旦系展布特征及沉积体系特征作了初步研究。

1 盆地周边露头区震旦系特征

盆地周边震旦系的露头主要集中在盆地东北缘

的库鲁克塔格地区、西北缘的柯坪—阿克苏地区以及西南缘昆仑山区西部的哈拉斯坦河—塔斯洪湖地区的山前地带(表 1,图 1),巴楚地区的小海子水库附近也有少量分布。相比较而言,前人对库鲁克塔格地区和阿克苏—柯坪地区震旦系研究较多^[3-8],对昆仑山区研究较少^[9-10]。

表 1 塔里木盆地周缘震旦系地层对比表^[2]

地区	库鲁克塔格	阿克苏—柯坪	昆仑山
上覆地层	下寒武统 西山布拉克组	下寒武统 玉尔吐斯组	上泥盆统
震旦系	汉格尔乔克组△	奇格布拉克组	克孜苏胡木组
	水泉组	苏盖特布拉克组	库尔特克组
	育肯沟组		
	扎摩克提组		
	特瑞爱肯组△	尤尔美那克组	恰克马克力克组△
	阿勒通沟组△		
	照壁山组		
下伏地层	青白口系 帕尔岗塔格群	长城系 阿克苏群	青白口系 苏库罗克群

注:△为冰碛层。

收稿日期:2006-05-26

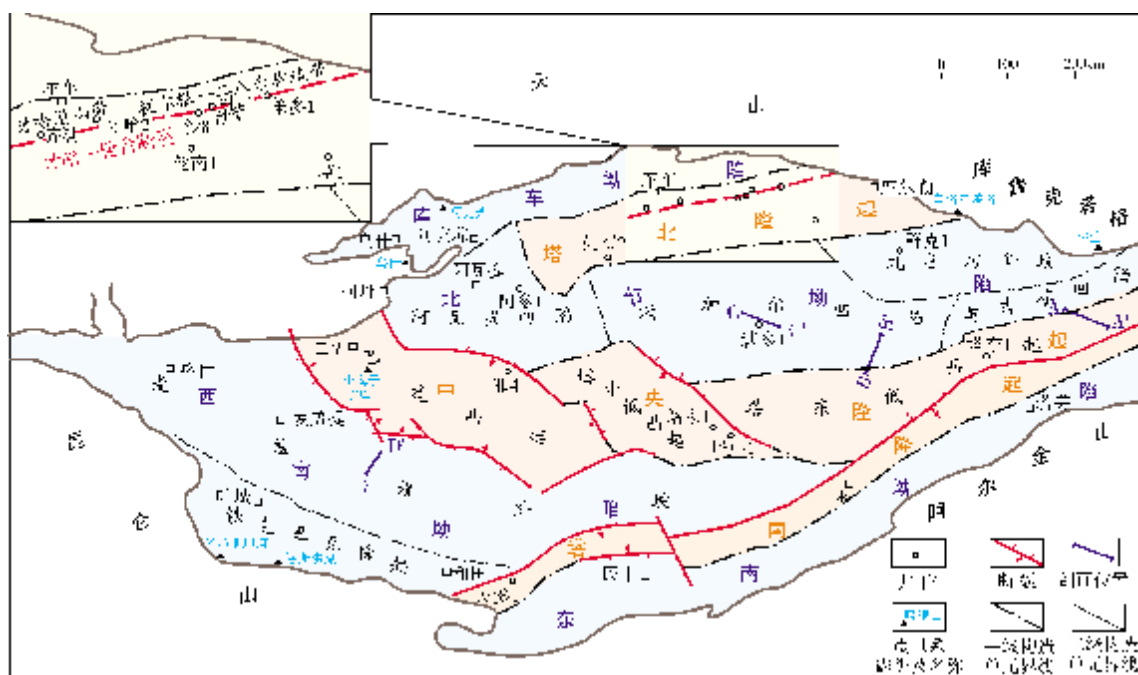


图1 塔里木盆地构造区划及震旦系露头分布示意图

1.1 库鲁克塔格地区

该地区震旦系发育齐全,厚度巨大,以角度不整合上覆于青白口系帕尔岗塔格群之上,被下寒武统西山布拉克组平行不整合覆盖。以照壁山和辛格爾塔格南坡剖面震旦系出露较好,可划分为上、下两个统。

震旦系下统 自下而上为贝义西组、照壁山组、阿勒通沟组、特瑞爱肯组。其中贝义西组、照壁山组为连续沉积,以碎屑岩为主,夹火山喷发岩、冰碛岩。岩性为灰色、深灰色、灰黄色砾岩、砂岩、粉砂质泥岩,英安岩,火山角砾岩及凝灰质砂岩、粉砂岩,具有底砾岩,粒度向上变细并夹硅质岩层,厚度约2000m。阿勒通沟组与照壁山组为平行不整合接触关系,与特瑞爱肯组为连续沉积,以碎屑岩为主夹冰碛岩、石灰岩薄层及灰岩透镜体。岩性主要为灰色、灰绿色及灰褐色泥质粉砂岩、粉砂质泥岩、粉砂岩、冰碛泥岩、细砂岩及少量石灰岩薄层,泥灰岩,石灰岩透镜体等,粒度向上变细,颜色由灰色、灰褐色变化为深灰色,厚度约2350m。

震旦系上统 自下而上包括扎摩克提组、育肯沟组、水泉组、汉格尔乔克组。其中扎摩克提组和育肯沟组以碎屑岩为主,夹泥灰岩薄层,主要岩性为灰

绿色、黄绿色粉砂质泥岩、粉砂岩、细砂岩等。水泉组为浅海相泥质碎屑岩及碳酸盐岩,主要岩性为灰色、深灰色、灰绿色粉砂质泥岩夹薄层细粉砂岩及石灰岩层,上部石灰岩薄层中产叠层石。汉格尔乔克组为大陆—海洋冰川沉积,岩性以冰碛砾岩为主,夹白云质石英砂岩、泥质粉砂岩透镜体。扎摩克提组、育肯沟组、水泉组之间为整合接触关系,总厚度约1900m。

1.2 阿克苏—柯坪地区

震旦系主要分布于柯坪以北的阿克苏—乌什一带,在小海子水库东部也有少量分布。该区震旦系以角度不整合覆盖于长城系阿克苏群之上,被下寒武统玉尔吐斯组平行不整合覆盖。自下而上依次包括下统的巧恩布拉克组、尤尔美那克组,上统的苏盖特布拉克组、奇格布拉克组。巧恩布拉克组和尤尔美那克组为海相碎屑岩,以灰绿色砂岩、粉砂岩为主,夹少量凝灰岩、石灰岩、砾岩和冰碛岩,厚度约2000m。上统的苏盖特布拉克组为浅海—滨海相细碎屑岩,主要为一套紫红色砂岩、玄武岩及少量碳酸盐岩;奇格布拉克组为富含镁质的碳酸盐岩建造,岩性以白云岩为主,夹少量碎屑岩,含丰富的叠层石。上统总厚度大于760m。

1.3 昆仑山区

该区震旦系仅分布于西部哈拉斯坦河—塔斯洪湖地区的山前地带,自下而上划分为三个组,即下统的恰克马克力克组,上统下部的库尔卡克组,上统上部的克孜苏胡木组。出露厚度大于 2 799 m。恰克马克力克组岩性以红色粗碎屑岩为主,夹冰碛岩、纹泥岩。库尔卡克组以杂色细碎屑岩为主,顶部和底部为白云岩、鲕状白云岩。克孜苏胡木组以镁质碳酸盐岩为主,夹碎屑岩。

总结以上露头区特点,盆地震旦系是塔里木运动后的第一次大规模海侵时期产物,以滨海—浅海相的碎屑岩及冰碛层为特征,形成三个冰期和二个间冰期(表 1)。岩层基本未变质,岩性较稳定。

2 钻井揭示的盆地内部震旦系分布

目前在塔里木盆地内部钻遇震旦系的只有位于塔东低凸起上的塔东 1 井和位于塔北隆起中部的沙 3 井、沙 8 井。其中塔东 1 井钻遇震旦系 91.3 m(4 710 ~ 4 801.3 m),岩性主要为浅褐灰色、褐灰色、深褐灰色砂屑白云岩,含泥质不均,夹硅质、灰质团块,岩石致密、较硬。相当于库鲁克塔格地区水泉组地层。

另有一些钻井钻遇了前震旦系,但它们缺失震旦系,如牙哈 2 井、提 1 井、齐满 1 井、策参 1 井、塔参 1 井和民参 1 井等。这些钻井主要集中在塔北隆起牙哈断裂—轮台断裂北侧的牙哈潜山构造带和提尔根—二八台构造带上,这说明牙哈断裂—轮台断裂对震旦系的分布有控制作用。另外塔参 1 井的钻探证实了塔中低凸起上缺失震旦纪地层。

3 盆内震旦系反射特征及其层位划分

随着对塔里木盆地地震资料品质的改善和研究工作的逐渐深入,在地震剖面上已经可以较好地识别出 Tg8 反射层(寒武系底)。特别是在英吉苏凹陷南缘—塔东低凸起和满加尔凹陷—塔东低凸起地区的 Tg8 为一套强反射轴,很容易识别。同时在 Tg8 之下,在很多剖面上都可以观察到夹于弱反射波组中的两套较强反射波组(图 2),其振幅相对较强,有一定的连续性。在塔中、塔北、塔东等局部地区这两套反射波组与 Tg8 呈角度不整合接触关系,地震剖面上两者间交角清楚(图 2,图 3);而在盆地内部大部分地区这两套反射波组与 Tg8 基本平行(图 4)。

通过地震剖面追踪对比,并与库鲁克塔格地区和阿克苏地区的震旦系上、下统的出露厚度对比,推测这两套反射波组是震旦系的反映。笔者建议将这两套较强反射界面确定为上震旦统底界(记为 Tg9)和震旦系底界(记为 Tg10)(图 2—图 4)。

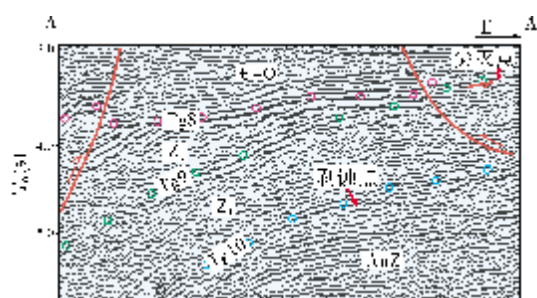


图 2 塔里木盆地塔东地区 MD95-956 测线震旦系反射特征

A—A' 剖面位置见图 1

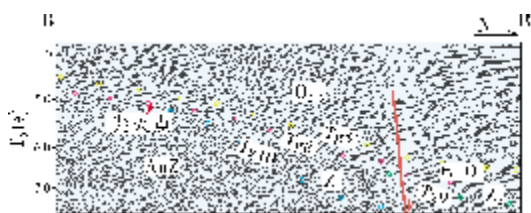


图 3 塔里木盆地满加尔东部地区 NS670 测线震旦系反射特征

B—B' 剖面位置见图 1

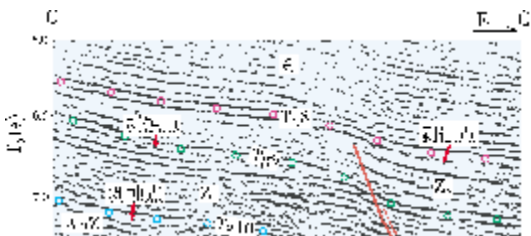


图 4 塔里木盆地满加尔地区 KL95-800 测线震旦系反射特征

C—C' 剖面位置见图 1

在塔里木盆地西南坳陷麦盖提斜坡的地震剖面中,在寒武系之下可以识别出 3 ~ 4 套反射层,根据昆仑山露头区和阿克苏地区上、下震旦统的厚度,以及区域的追踪对比,确定了 Tg9、Tg10 反射层的位置。例如在剖面 MZ94-84 上(图 5),震旦系基本上为一套弱—中振幅断续亚平行的反射层。但由于地震资料品质问题,Tg9、Tg10 仅隐约可见。

总体看来,塔里木盆地震旦系的地震反射特征以三强夹两弱为特点。“三强”指 Tg8、Tg9、Tg10 为强反射轴,“两弱”指 Tg8—Tg9 之间的上震旦统与

Tg9—Tg10 之间的下震旦统为弱振幅反射波组, 这种特征在阿瓦提凹陷、满加尔凹陷、英吉苏凹陷及麦盖提斜坡等地区比较明显。

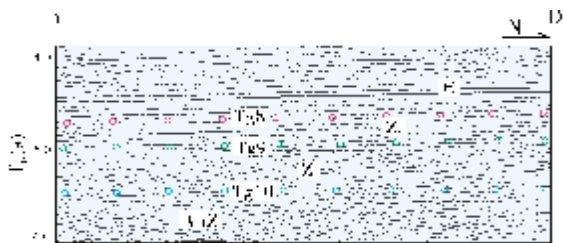


图5 塔里木盆地麦盖提地区 MZ94-84 测线震旦系反射特征
D—D' 剖面位置见图1

4 震旦纪沉积体系特征及展布

利用大量地震剖面对塔里木盆地内部的震旦系进行追踪解释和平面成图后, 我们可以从中清楚地发现其地层厚度总体上的变化规律, 即东、西厚, 中间薄的特点 (图6, 图7)。这里的厚度变化既有沉积作用的影响, 也有一定的剥蚀作用的影响。综合阿克苏地区、昆仑山地区、库鲁克塔格地区震旦系露头资料及沙3井钻井资料, 结合震旦系在盆内的展布和厚度变化特征, 以及震旦系地震层序及体系域分析, 认为震旦纪时期塔里木盆地存在东北部和西南部两个滨浅海碎屑岩、碳酸盐岩沉积盆地, 而在盆地中部的满西1井区存在一近南北向的水下低隆, 使东、西两沉积盆地相隔。但由于地震资料品质及盆地内钻

井资料的缺乏等因素, 目前对震旦系沉积体系特征的分析还具有相当的不确定性。

4.1 早震旦世沉积体系

在地震剖面上, 下震旦统总的反射特征为弱振幅较连续—断续亚平行—丘状反射。

平面上沿北部拗陷的阿瓦提凹陷、满加尔凹陷、英吉苏凹陷和孔雀河斜坡呈近东西方向展布 (图6), 东接库鲁克塔格露头区, 西接阿克苏露头区, 形成东、西两个沉积沉降中心 (凹陷), 即东部的塔东海洋冰川—浅海沉积体系分布区和塔西滨浅海沉积体系、塔西南浅海—一次深海沉积体系分布区。东部沉积凹陷平均地层厚度 2 600 m, 最厚达 3 400 m, 位于库鲁克塔格山前; 在其南部塔东1井—满参1井一线厚度变化快, 形成与塔南古陆的明显分界。西部凹陷的沉积沉降中心位于和田—叶城以南的昆仑山下, 而盆内塔西滨浅海沉积体系分布区厚度变化较缓, 地层平均厚度为 1 400~1 600 m。在东西两个沉积凹陷之间的为近南北向的阿 (阿瓦提) 满 (满加尔) 海岸沉积体系分布区, 该区北接塔北古陆, 南接塔南古陆, 为两古陆间的鞍部, 因此地层厚度最大仅 800~1 000 m, 位于中部的满西1井附近, 向南、北朝古陆方向削蚀尖灭。

早震旦世初, 海水从盆地东北部的天山洋和盆地西南部的昆仑洋两个方向向塔里木盆地侵入, 很快淹没了塔里木盆地的大部分地区, 仅在塔南、塔北隆起

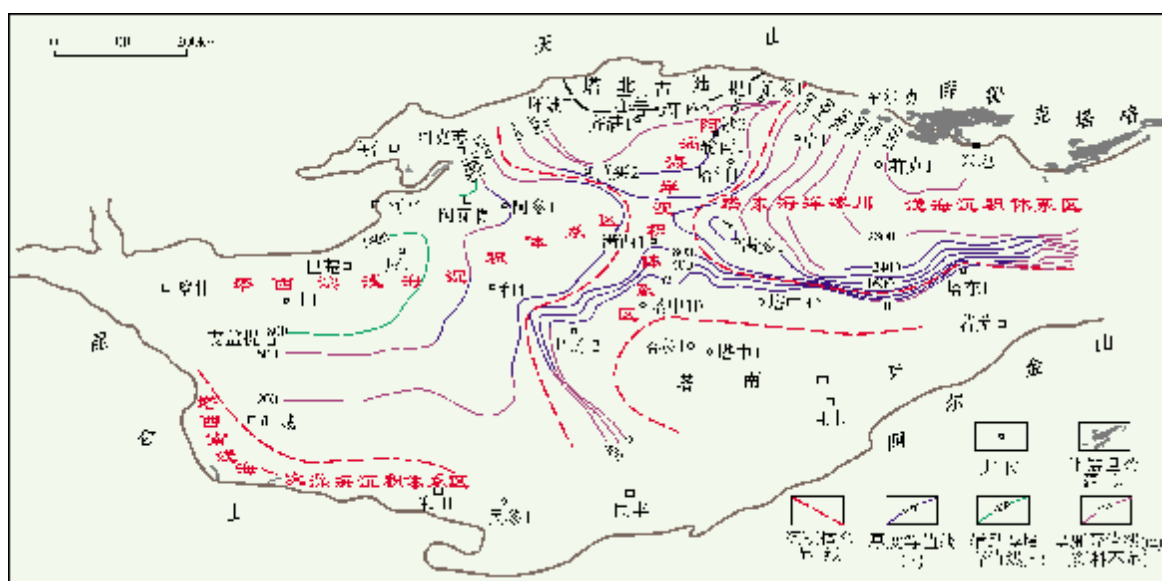


图6 塔里木盆地早震旦世沉积体系

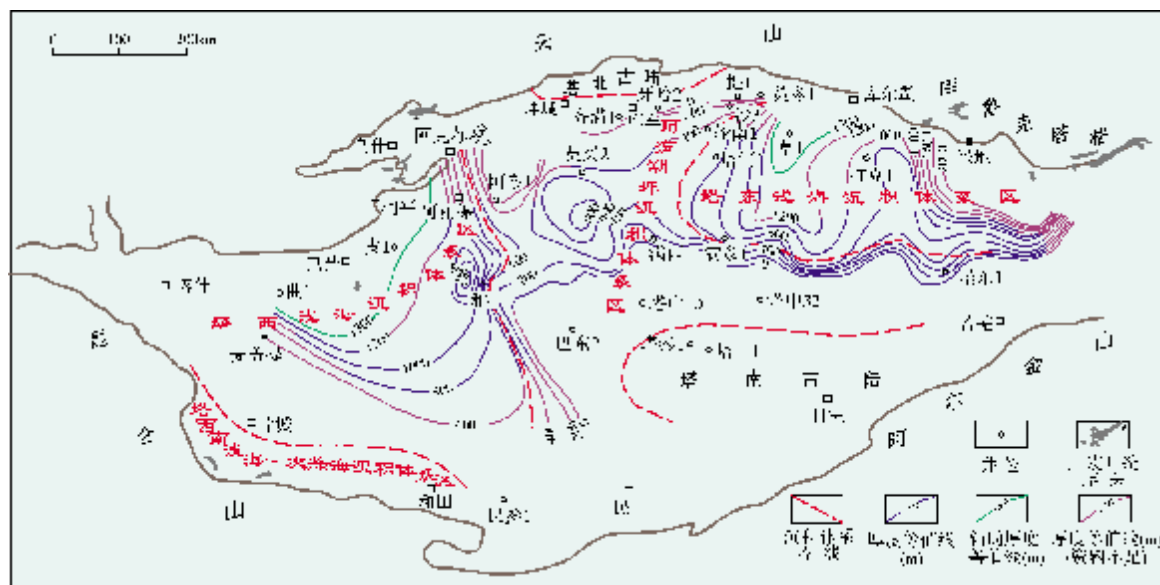


图7 塔里木盆地晚震旦世沉积体系

及库车凹陷地区保留一定范围的古陆。这一时期塔里木盆地主要发育了塔东和塔西两个沉积沉降凹陷,构成了塔西南浅海一次深海沉积体系区、塔东海洋冰川—浅海沉积体系区、塔西滨浅海沉积体系区以及阿满海岸沉积体系区等四个沉积区(图6)。塔东和塔西两个沉积区以阿满海岸沉积区为界近乎对称分布。

塔西南浅海—一次深海沉积体系区 位于盆地的西南部,与昆仑洋相连,目前已深埋于地下。从沉积体系分布特征看,在塔里木盆地东北部的山前或库鲁克塔格地区也应存在浅海一次深海沉积体系。库鲁克塔格露头主要为套海洋冰川沉积及火山岩沉积,夹有一些深海泥页岩和硅质岩。据此推测,西南地区沉积物与东北部沉积物相似。

塔东海洋冰川—浅海沉积区 位于盆地的东部。据库鲁克塔格露头资料,主要沉积物为冰碛砾岩、泥砾岩、砂岩、粉砂岩、泥岩及少量的粉砂质硅质岩,见有灰岩薄层。

塔西滨浅海沉积体系区 位于塔西北部、阿瓦提和塔西南的广大地区。据柯坪露头资料分析,沉积物主要为灰绿色砂岩、粉砂岩,夹少量的凝灰岩、灰岩和冰碛岩。与东部地区相比,海水较浅,沉积古地形较为平坦,沉积物较细,冰碛岩和火山岩相对减少。

阿满海岸沉积体系区 位于阿满过渡带及环塔南古陆和环塔北古陆的周边地区。据地震资料推测主要为细碎屑岩、碳酸盐岩和火山岩。

4.2 晚震旦世沉积体系

上震旦统在地震剖面上总的反射特征为弱振幅较连续—断续亚平行反射。

平面上,与下震旦统的分布特征相似,但分布范围略小(图7),厚度稍薄。在塔河1井—满参1井以东为塔东浅海沉积体系展布区,平均厚约1200m,盆地东北部及库鲁克塔格山前最厚,可达2000m以上。在阿参1井、和4井以西为塔西浅海沉积体系展布区,平均厚度约1100~1200m。

上震旦统是在早震旦世沉积填平补齐的基础上的继承性沉积,该时期海底地形进一步变缓,沉积作用以潮汐作用为主,发育了塔东浅海沉积体系区、塔西浅海沉积体系区、阿满潮坪沉积体系区及塔西南浅海一次深海沉积体系区(图7)等沉积相体系。

塔东浅海沉积体系区 主要沉积物为灰绿色、黄绿色粉砂质泥岩、粉砂岩、细砂岩及灰岩薄层,晚期(汉格尔乔克期)为大陆—海洋冰川沉积,岩性以冰碛砾岩为主,夹白云质石英砂岩,泥质粉砂岩透镜体。

塔西浅海沉积体系区 主要沉积物为灰紫色、灰白色粉砂质页岩、粉砂岩、细砂岩及白云岩、藻白云岩。

阿满潮坪沉积体系区 分布范围较早震旦世宽,主要沉积物为长石石英砂岩,白云岩及冰碛含砾泥岩。

塔西南浅海—次深海沉积体系区 位于塔里木盆地的西南边缘地区,主要沉积物为粉砂岩、泥岩、页岩、石英砂岩及粉砂铁质岩、磷块岩、白云岩等。

5 震旦纪古构造格局对塔里木盆地后期演化的影响

前人通过盆地周边震旦系(特别是库鲁克塔格地区)露头的研究,普遍认为震旦纪为裂谷发育期^[1-2]。盆内地震剖面显示震旦纪地层发育了明显的正断层(图3,图4),这说明震旦纪处于张应力构造环境,与前人的研究结果相一致。总体上震旦纪的裂谷可以分为东西两支,东支裂谷发育于塔里木盆地东北地区,即满参1井—塔东1井至库鲁克塔格地区(图6)。西支裂谷发育于阿瓦提—巴楚至塔西南地区,即满西1井西—皮1井至昆仑山一带。相比较而言,东支裂谷发育较成熟,地震剖面上可见较多的正断层,西支裂谷发育较差,正断层表现较少。在震旦纪,东、西两支裂谷之间的塔北古陆及塔南古陆及其阿满沉积过渡带(满西1井—英买2井—塔河1井区)为古隆起,也可能具有古陆核的性质。

震旦纪的这种古构造格局对盆地后期的沉积、构造演化有着深刻的影响。震旦纪的塔北、塔南古陆区一直是后期塔里木盆地的构造活跃地区,塔北隆起、中央隆起东部(主要为塔中低凸起、塔东低凸起)(图1)都是在两个古陆区位置继承发展形成

的,震旦纪的古陆区在后期的地质历史中多表现为古陆、岛屿及水下低隆。阿满过渡带一直是盆地沉积演化、构造演化的枢纽部位,它不仅对震旦纪的沉积、构造有控制作用,而且对早古生代,甚至晚古生代的沉积、构造也有控制作用^[11]。

参考文献

- [1] 宋立勋. 塔里木地台震旦纪古地理概貌[J]. 新疆石油地质, 1990, (3): 26-30.
- [2] 新疆维吾尔自治区地质矿产局. 新疆维吾尔自治区区域地质志[M]. 北京:地质出版社, 1993.
- [3] 高振家. 再论天山地区前寒武纪地层问题[J]. 新疆地质, 1990, (1): 82-92.
- [4] 冯新昌, 董富荣, 李嵩龄. 新疆南天山奥图拉托拉克一带前震旦系基底地质特征[J]. 新疆地质, 1998, (2): 13-22.
- [5] 朱杰辰, 孙文鹏. 新疆天山地区震旦系同位素地质研究[J]. 新疆地质, 1987, (1): 57-63.
- [6] 李秋根, 刘树文, 韩宝福, 等. 新疆库鲁克塔格震旦系冰碛岩的地球化学特征及其对物源区的指示[J]. 自然科学进展, 2004, (9): 40-46.
- [7] 王爱国, 张传林, 赵宇, 等. 塔里木西南缘南华系下部沉积作用及其构造意义[J]. 地层学杂志, 2004, (3): 58-66.
- [8] 樊太亮, 刘金辉. 塔里木盆地北部震旦系古生界层序地层特征[J]. 石油与天然气地质, 1997, (2): 40-47.
- [9] 马世鹏, 汪玉珍, 方锡廉. 西昆仑山北坡的震旦系[J]. 新疆地质, 1989, (4): 71-82, 97.
- [10] 马世鹏, 汪玉珍, 方锡廉. 西昆仑山北坡陆台盖层型元古宇的基本特征[J]. 新疆地质, 1991, (1): 61-73.
- [11] 汤良杰. 塔里木盆地构造演化与构造样式[J]. 地球科学: 中国地质大学学报, 1994, (6): 32-44.

编辑: 吴厚松

Characteristics of Intrabasinal Sinian Sedimentary System in Tarim Basin

Zhang Zengyao, Yang Songling, Zhao Xiuqi

Abstract: The intrabasinal Upper and Lower Sinian sedimentary systems in Tarim Basin are figured out according to the available data of drilled wells and seismic interpretation as well as outcrops of the basin. Awat-Manjar uplift separates Sinian deposits into the east and west deposcenters in the eastern and western parts of the basin. The thickest deposits are at the Kuruktag foreland zone in the northeastern part of the basin, in which Lower Sinian is up to 3400m and Upper Sinian is over 2000m thick. The thinnest deposits are at Awat-Manjar uplift in the middle part of the basin. The development of the east and west Tarim subsiding depressions during Early Sinian constituted four areas of sedimentary systems: the East Tarim marine glacier-neritic system, the West Tarim littoral system, the Awat-Manjar coast system and the Southwest Tarim neritic-subabyssal system.

Key words: Sinian, Sedimentary system, Tectonic feature, Seismic reflection feature, Tarim Basin

Zhang Zengyao: male, Doctor degree in progress in Chinese Academy of sciences. Add: International Petroleum Exploration and Exploitation Company Ltd, SINNOPEC, 263 Bei Sihuan zhong Rd., 100083 China