

塔里木地区寒武纪早期海陆格局

黄华芳^{1,2} 王 健^{1,2} 高林志³

(1.河北师范大学,河北 石家庄 050016;2.河北省环境演变与生态建设实验室,河北 石家庄 050016;
3.中国地质科学院地质研究所,北京 100037)

摘要:寒武纪早期(基本相当于纽芬兰世和第二世)是塔里木地区海相烃源岩层的重要沉积期。对这一时期塔里木地区海陆格局的研究将有助于其海相油气资源潜力的评价。本文在前人研究的基础上,野外调查和收集分析地质露头剖面 13 条、钻井柱状剖面 10 条,并参考部分地震剖面资料,构建了塔里木地区寒武纪早期海陆环境格局,编制了海陆格局与构造-沉积环境图。在研究结果中,明确了铁门关一带的微陆块性质,并认为它与北库鲁克塔格台地同属塔里木北部被动陆缘;在塔里木陆表海盆地内,依据新的资料,划分了不同沉积环境区。

关键词:塔里木地区;寒武纪早期;海陆格局;构造-沉积环境

中图分类号:P534.41 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-3657(2011)04-0980-08

寒武纪早期(基本相当于纽芬兰世和第二世)海相沉积地层是塔里木地区的重要烃源岩层之一,然而其油气资源潜力至今仍是需要进一步研究的问题。要搞清这一问题,就需要深入分析控制地层形成分布的古构造环境和古沉积环境,而这些无疑都直接受控于当时的海陆格局。

有关塔里木地区地质构造演化方面的研究,中国许多学者做了大量工作,也取得了丰硕成果^[1-6],但由于研究条件的限制,或者研究思想、方法的差异,对该地区不同时期大地构造环境的认识尚存争议,尤其是对早古生代早期的海陆格局问题争议较大。

本文的研究范围大致是北纬 35°~43°、东经 74°~90°区域,主要地质单元涉及北部的中天山和南天山、南部的西昆仑山、东部的阿尔金山以及这些山体所围限的塔里木盆地。研究区内,寒武纪早期地层以塔里木盆地西北部的柯坪—巴楚和东北部的库鲁克塔格等地出露层序最为完整,研究程度较高;在南天山西段的哈尔克山南坡小铁列—塔木勒克塔格一带也有分布,但出露不全,研究程度较低。在沙漠覆盖区,钻至(穿)寒武纪早期地层的钻井有 10 余口。

笔者在参与中国石化股份有限公司“塔里木盆地构造背景、盆山动力学及油气前景”项目研究工作中,实地观测和收集了 13 条寒武纪—奥陶纪地层露头剖面资料,收集到 10 口钻至寒武纪早期地层的钻井资料,同时还参阅了部分油田地震资料和前人的研究成果,对塔里木地区寒武纪—奥陶纪地质构造环境、沉积地层序列和沉积相空间展布特征等进行了综合分析,重塑了寒武纪—奥陶纪不同地史阶段的海陆格局,新编制了相应地质时期的古构造—古沉积环境图。本文将重点讨论塔里木地区寒武纪早期海陆格局及有关问题。

1 海陆格局基本状况

寒武纪早期,塔里木地区基本的海陆格局特征是陆地、洋盆和海盆对峙。塔里木克拉通主体是陆内拗陷形成的陆表海(浅海)盆地和断陷形成的库鲁克塔格—满加尔拗拉槽半深海盆地,其北部由南向北分布的构造区带是塔里木北部被动大陆边缘、南天山洋盆和中天山古陆,南部自北而南有塔里木西南部被动大陆边缘、北昆仑洋盆和西昆仑古陆;克拉通

东南部是阿尔金古陆和祁漫塔格古陆(图 1)。

2 洋盆

南天山洋盆和北昆仑洋盆的形成演化一直为国内外学者所关注,其焦点集中在两个洋盆的演化时限上。寒武纪早期两个洋盆是否存在,涉及它们何时拉开的问题。

2.1 南天山洋盆

库鲁克塔格贝义西火山岩由玄武岩、英安-流纹岩双峰式岩系组成,形成时代为 773 Ma;阿克苏-柯坪地区苏盖特布拉克组下部发育的基性火山岩(玄武岩)时代为 740 Ma^[7]。它们均形成于大陆裂谷环境^[8],揭示了南天山洋盆的开启时代应不晚于震旦纪。

哈尔克山北缘形成于大洋岛屿拉张环境的达鲁巴依蛇绿岩,其辉长岩和玄武岩的锆石年龄分别是(590±11)Ma 和(600±15)Ma,表明震旦纪晚期已有

洋盆出现^[9]。在邻区突厥斯坦和努拉套山一带,发现了寒武纪早期三叶虫和古杯海绵化石,也说明在寒武纪早期,南天山处于海洋环境。

野外实地调查证实,库米什东南硫磺山出露的中-上奥陶统硫磺山群为砂岩、砂质板岩和灰岩,底部发育大洋放射虫硅质岩。分布于南天山西段木扎尔特河一带和阿尔腾柯斯河上游依拉尔勒克-库车河中上游库勒湖一带巨厚的上奥陶统哦哈拜谢群复理石沉积和碳酸盐岩沉积厚度大于 4800 m。反映出南天山洋在奥陶纪时的洋盆性质已经成熟。

在库鲁克塔格、柯坪和阿克苏等地,寒武纪-奥陶纪地层主体均为被动大陆边缘环境下沉积的陆源碎屑岩和碳酸盐岩,迄今尚未发现确切的钙碱性系列岩浆活动证据。这也表明南天山洋盆在寒武纪-奥陶纪期间已经存在,并具有较大的规模。

2.2 北昆仑洋盆

沿乌依塔格-柯冈-库地-其曼于特一线成带

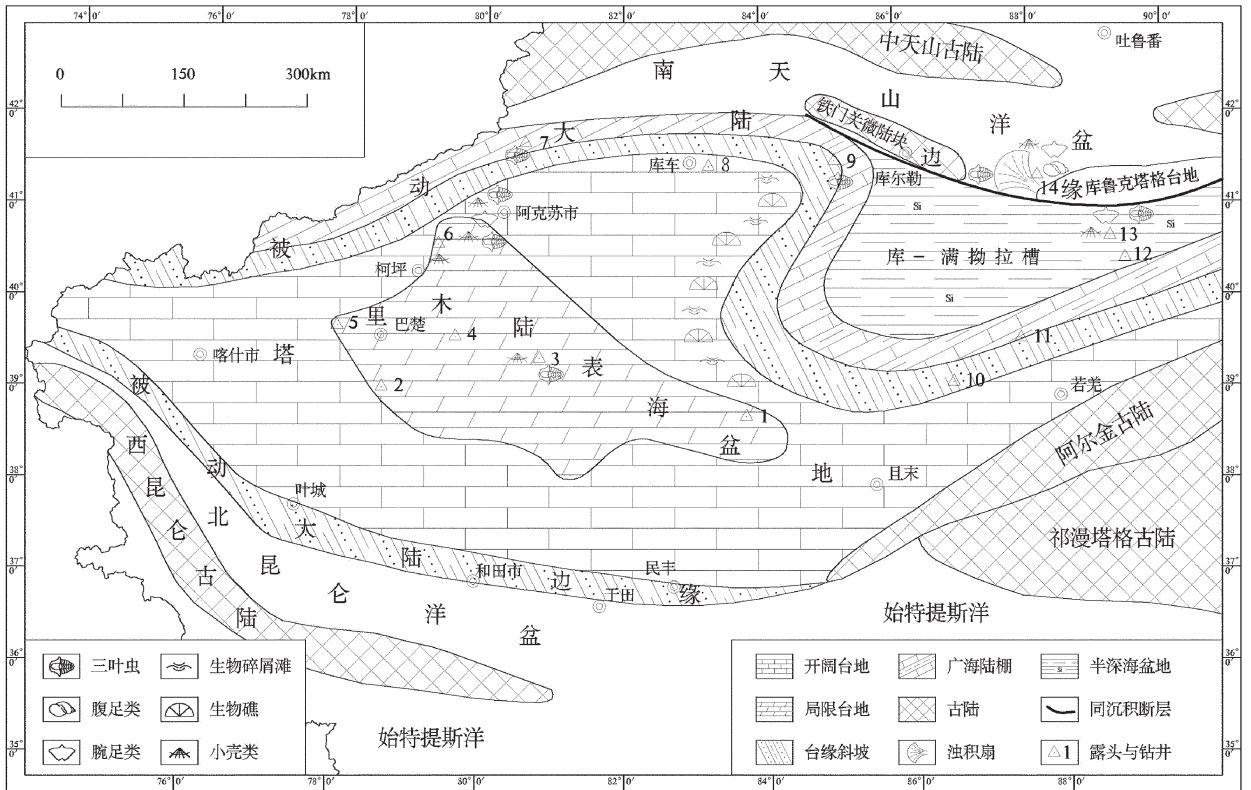


图 1 塔里木地区寒武纪早期海陆格局及构造沉积环境

露头 and 钻井: 1—塔参 1 井; 2—康 2 井; 3—和 4 井; 4—方 1 井; 5—同 1 井; 6—柯坪塔格; 7—小铁列; 8—牙哈 5 井; 9—库南 1 井; 10—塔东 2 井; 11—塔东 1 井; 12—英东 2 井; 13—雅尔当山; 14—乌里格孜塔格

Fig.1 Oceanic and continental pattern and tectonic-sedimentary environment of Early Cambrian in Tarim area

Outcrops and borehole sections: 1—TC1; 2—K2; 3—H4; 4—F1; 5—T1; 6—Keping Tage; 7—Xiaotielie; 8—YH5; 9—KN1;

10—TD2; 11—TD1; 12—YD2; 13—Yaerdang Mountain; 14—Wuligezi Tage

状分布的蛇绿混杂岩提供了该洋盆形成发育的重要信息。

柳什塔格—喀什塔什一带震旦系火山岩主要为块状、枕状玄武岩和玄武玢岩,具有典型的大洋伸展阶段的洋岛型岩石组合特征,Rb—Sr 等时线年龄为 $(563 \pm 48) \text{Ma}$ ^①,表明北昆仑洋盆在震旦纪就已出现。而普鲁—铁克萨依沟一带震旦系—寒武系为巨厚的砾岩、砂岩、硅质岩和薄层灰岩组成的火山碎屑、陆源碎屑复理石建造(厚度大于 4100 m),证实了此时期该洋盆已具有一定规模。

库地蛇绿混杂岩主要由变质橄榄岩、超镁铁质堆晶岩、层状侵入岩及强烈片理化的玄武岩组成,呈构造透镜体夹于前震旦纪变质地层中^②。该蛇绿混杂岩形成于成熟大洋盆地构造环境,时代早于 510Ma ^[10-12]。

其曼于特蛇绿混杂岩由辉橄岩、橄榄辉石岩、辉长岩、辉绿岩和枕状玄武岩组成,共生有紫红色和深灰色硅质岩、薄层灰岩等沉积岩,具较为典型的 E-MORB 型蛇绿混杂岩特点。其辉长岩锆石年龄为 $(526 \pm 1.0) \text{Ma}$ ^[13],代表了北昆仑洋盆的持续扩张年龄。

在乌依塔格—柯冈—库地—其曼于特蛇绿混杂岩带南侧分布的奥陶纪—志留纪中酸性—酸性侵入岩主要为英云闪长岩类和二长花岗岩类,均属准铝的钙碱性岩,微量元素显示为火山弧花岗岩类,年龄 $430 \sim 464 \text{Ma}$ ^[14-15]。它们形成于俯冲型大陆边缘环境,表明在奥陶纪中晚期—志留纪早期洋壳开始发生俯冲。

南华纪—寒武纪是全球各大陆块裂解的时期,罗迪尼亚(Rodinia)超级大陆从新元古代晚期开始解体的观点近年来已被广大学者所接受。而南天山洋盆和北昆仑洋盆开启于南华纪—震旦纪,并在寒武纪—奥陶纪进一步扩张,正是这一全球大陆裂解事件在塔里木地区的反映。

3 古 陆

在塔里木地区,对寒武纪早期古陆范围及分布格局的研究尽管较多,但认识不一。阿尔金古陆的存在似乎已被接受,而对于中天山、西昆仑和祁漫塔格等古陆来说,则存在争议。有些学者认为它们在寒武纪早期均为遭受剥蚀的褶皱隆起带(古陆),西昆仑古陆和祁漫塔格古陆呈连续带状分布,中天山古陆

则呈离散陆块(或地体)^[16-20];冯增昭等认为寒武纪时中天山和祁漫塔格一带为不明性质的水下台地,西昆仑一带以未明性质的水下台地为主,仅在坎地里克和天神达坂两地分布有微陆块^[6,21]。

研究表明,南华纪—奥陶纪是塔里木地区陆壳伸展分裂、海洋扩张时期。在这种拉张裂陷(或拗陷)背景下形成的南华纪—奥陶纪海相地层在沉积序列上应当具有连续性。因此,如果在某一区域非断层原因而大范围缺失南华纪—寒武纪或寒武纪和奥陶纪早期地层,同时在其边缘又存在南华纪—奥陶纪某一时期的滨—浅海相沉积,就基本可以说明该区域是古陆。基于这种认识,笔者在塔里木地区划分出北部的中天山古陆、东南部的阿尔金古陆和祁漫塔格古陆以及西南部的西昆仑古陆(图 1)。

3.1 中天山古陆

中天山古陆整体缺失寒武纪沉积,仅在可可乃克和阿齐山等地零星分布有奥陶纪地层。在可可乃克地区仅分布有中下奥陶统(未见底),为岛弧—陆坡带沉积,下部为浅海—半深海相陆源碎屑岩—碳酸盐岩夹火山角砾岩建造,中部为细碧角斑岩建造,上部为浅海—半深海陆源碎屑岩建造。在阿齐山一带缺失中下奥陶统,上奥陶统主要为滨—浅海相陆源碎屑岩、碳酸盐岩夹玄武岩组合,底部为杂色底砾岩,与下伏青白口系不整合接触。

3.2 西昆仑古陆

西昆仑古陆整体缺失寒武系,奥陶系仅零星分布于坎地里克和冬瓜山—天神达坂等地。坎地里克分布的奥陶系为一套滨海—浅海—半深海相沉积,下部以灰色和灰白色中厚层砾岩、含砾石英砂岩、长石石英砂岩为主,超覆不整合于蓟县系之上。在冬瓜山—天神达坂一带,中下奥陶统为滨海—浅海相含砾石英砂岩、砂岩、粉砂岩与砾屑灰岩、竹叶状灰岩构成的陆源碎屑岩—碳酸盐岩建造,超覆不整合在长城系之上。

3.3 阿尔金古陆

阿尔金古陆整体缺失寒武纪和奥陶纪沉积,但在其北部红柳沟—拉配泉分布有少量的上寒武统和奥陶系。拉配泉一带的上寒武统为灰色滨海—浅海相砂岩、粉砂岩、泥岩,底部与元古宇蓟县系呈超覆不整合

①陕西省地质调查研究院. 1:25 万于田县幅区域地质调查报告,2003.

②陕西省地质调查研究院. 1:25 万麻扎幅区域地质调查报告,2005.

接触。亚普恰萨依一带的奥陶系为一套滨海—浅海相沉积,下部主要为砾岩及含砾砂岩,向上变为深色中至细粒砂岩、泥质粉砂岩和泥岩,与下伏蓟县系呈超覆不整合接触。在尧勒萨依—环形山一带—中奥陶统自下而上依次沉积了滨海相砂岩、泥灰岩及生物碎屑灰岩,开阔台地相瘤状灰岩、泥粉晶灰岩、灰岩等,与下伏青白口系呈角度不整合接触。

3.4 祁曼塔格古陆

祁曼塔格古陆在奥陶纪才开始发生裂隙,中奥陶世是最活动的时期,因而在祁曼塔格古陆上整体缺失寒武系。裂隙区沉积的奥陶系祁曼塔格群下部为陆缘斜坡带沉积的滨—浅海相石英砂岩、细砂岩、粉砂岩,中部为中酸性火山岩、火山碎屑岩,上部为陆源碎屑岩夹薄层灰岩。多与前震旦纪地层断层接触。

3.5 铁门关微陆块

铁门关微陆块呈近东西向条形展布,其上整体缺失南华纪—寒武纪沉积。微陆块西部石炭系直接不整合于古元古代褶皱变质基底之上;微陆块东部—库鲁克塔格北区南华纪—震旦纪期间断续沉积了滨海相—浅海相陆源碎屑岩、碳酸盐岩、冰碛岩夹火山岩等地层,在西山口一带南华系不同层段的滨海相砾岩、砂砾岩呈角度不整合超覆于微陆块东部边缘的长城系—青白口系变质岩之上,表明该微陆块在南华纪—震旦纪时期就已存在。

库鲁克塔格北区震旦系汉格爾乔克组大陆型冰碛岩及其上古风化壳的形成,是震旦纪晚末期发生的“柯坪上升”运动的表现。揭示出,这次上升运动使得库鲁克塔格北区出露水面,成为水上隆起,并有可能与铁门关微陆块连为一体,共同遭受风化剥蚀,构成其南北沉积区的物源区。

寒武纪早期,受库鲁克塔格—满加尔拗拉槽继承性裂隙的影响^[2],库鲁克塔格北区发生了差异性沉陷。沉陷和沉积中心位于西大山—莫合尔山一带,沉积地层厚度大于 700 m,向西到罗钦布拉克厚约 200 m,到莫钦库都克、兴地塔格一带仅百余米,下部的西山布拉克组浅海陆架相紫红色鲕粒磷块岩和灰色豆粒磷块岩平行不整合或微角度不整合超覆于震旦系之上;向东在卡瓦布拉克东南黄山一带,寒武纪早期地层黄山组减薄到 121 m,下部的灰白色滨海相厚层砾岩、砂岩直接超覆不整合于蓟县系卡瓦布拉克组之上。

由上述可见,南华纪—寒武纪时期存在铁门关微陆块应当是确定的,而震旦纪晚末期曾与铁门关微陆块相连的库鲁克塔格北区(水上隆起)在寒武纪早期由于库—满拗拉槽持续裂陷和兴地断裂带活动的影响,下沉为水下台地。

4 塔里木克拉通被动陆缘

4.1 塔里木克拉通北部被动陆缘

塔里木克拉通北部被动陆缘西起塔木勒克塔格—小铁列一带,向东通过铁门关微陆块延伸到库鲁克塔格北区(图 1)。出露于塔木勒克塔格—小铁列一带、库鲁克塔格北区乌里格孜塔格—莫合尔山一带以及库南 1 井钻遇的寒武纪早期地层,可作此被动陆缘沉积的代表。

塔木勒克塔格库瓦特剖面寒武纪早期地层与震旦系假整合接触。下部为黑色炭质页岩、含磷硅质岩与灰色灰岩互层,见黄铁矿结核;中部灰色灰岩夹灰黑色薄层炭质页岩和少量硅质条带;上部为灰色、暗灰色灰岩^[7]。

小铁列一带寒武纪早期地层与震旦系假整合接触,为黑色含磷硅质岩夹碳质页岩、灰岩、白云岩及灰黑色薄层灰岩、泥灰岩,厚约 90 余米,含 *Megapalaolenus sp.*, *Ichangia sp.* 等化石^[23](图 2,表 1)。

在库鲁克塔格北区乌里格孜塔格—莫合尔山一带,寒武纪早期地层与震旦系假整合或微角度不整合接触,自下而上分为西山布拉克组和西大山组(图 2)。西山布拉克组下部为灰黑色硅质岩及磷块岩,中部以基性—中基性火山岩为主,上部硅质岩、硅质泥岩夹含磷层,总厚度 94~652.4 m,含少量腕足类 *Lingulella sp.* 和海绵骨针 *Protospongia sp.*。西大山组为灰色、灰黑色薄层灰岩夹页岩、瘤状灰岩,具浊积岩特征,厚度一般 60~80 m,化石主要为三叶虫,包括 *Metaredlichiodes—Chengkoia* 化石带、*Tiashanocephalus* 化石带和 *Arthricocephalus—Changaspis* 化石带,此外还有古杯类、腕足类、腹足类及软舌螺等^[17,23]。

库南 1 井仅钻遇西大山组顶部地层(视厚度 26.3 m),为灰黑色薄层状具微层理泥质粉晶灰岩夹炭质泥岩,炭质局部富集呈石煤状,含海绵骨针和三叶虫(图 2)。库南 1 井的寒武系在岩相和生物群方面都与小铁列一带及库鲁克塔格北区相似^[23-24]。

岩石地层组合序列和古生物相特征反映出,在寒武纪早期,从哈尔克山南坡塔木勒克塔格—小铁

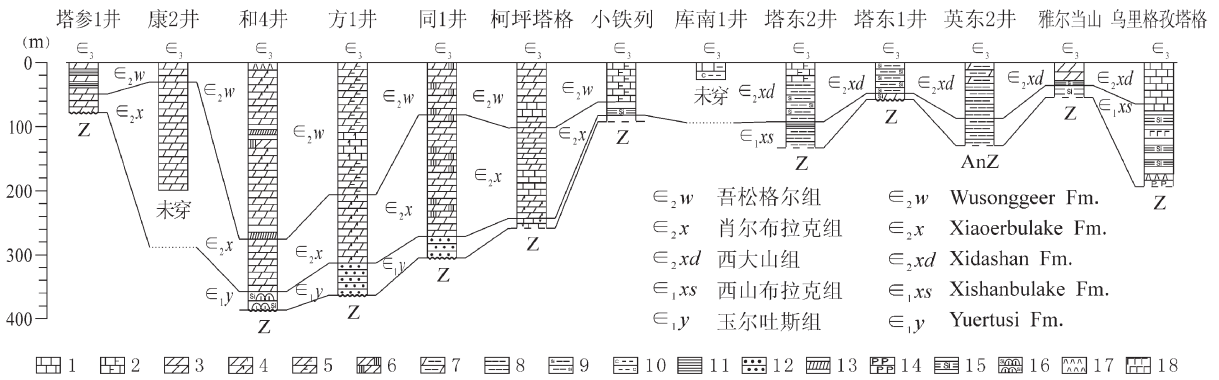


图2 塔里木地区寒武纪早期岩石地层对比

1—灰岩;2—泥质灰岩;3—白云岩;4—灰质白云岩;5—泥质白云岩;6—含膏云岩;7—含云泥岩;8—泥岩;9—硅质泥岩;
10—碳质泥岩;11—页岩;12—砂岩;13—盐岩;14—磷质岩;15—硅质岩;16—硅藻岩;17—凝灰岩;18—玄武岩

Fig.2 Stratigraphic correlation of Early Cambrian in Tarim area

1—Limestone;2—Argillaceous limestone;3—Dolomite;4—Calcite dolomite;5—Argilliferous dolomite;6—Gypsiferous dolomite;
7—Dolomitic mudstone;8—Mudstone;9—Siliceous mudstone;10— Carbonaceous mudstone;11—Shale;12—Sandstone;13—Salt rock;
14—Phosphatic rocks;15—Siliceous rock;16—Diatomite;17—Tuff;18—Basalt

表1 塔里木地区寒武纪早期构造—沉积环境

Table 1 Tectonic—sedimentary environment of Early Cambrian in Tarim area

露头 and 钻井	岩石组合	生物化石	古环境
哈尔山南坡、 库南1井、库鲁克塔格	硅质岩、硅质泥岩夹磷块岩，薄层灰岩、页岩互层夹瘤状灰岩	<i>Megapalaeolenus</i> sp.; <i>Ichangia</i> sp.; <i>Lingulella</i> sp.; <i>Protospongia</i> sp.; <i>Metaredlichiodes</i> sp.; <i>Chengkoia</i> sp.; <i>Tiashanocephalus</i> sp.; <i>Arthricocephalus</i> sp.; <i>Changaspis</i> sp.	被动陆缘斜坡
雅尔当山、英东2井、 塔东1井、塔东2井	黑色硅质岩硅质页岩、炭质泥岩，含黄铁矿晶粒或斑块	<i>Protospongia</i> sp.; <i>Eomycatopsis</i> sp.; <i>Allonnia erromenosa</i> ; <i>Archiasterella pentina</i> <i>Onychia</i> sp.; <i>Latouchella</i> sp.; <i>Protospongia</i> sp.; <i>Kiwetinokia</i> sp.	台地边缘斜坡—欠补偿盆地
柯坪塔格、同1井、 方1井、和4井、 康2井、塔参1井	白云岩、泥质白云岩、灰质白云岩、白云质灰岩夹膏盐岩盐	<i>Paokannia anguleta</i> ; <i>Redlichia</i> sp.; <i>Shizhudiscus</i> sp.; <i>Metaredlichiodes</i> sp.; <i>Kapingaspis</i> sp.; <i>Tianshanocephalus</i> sp.; <i>Obolus</i> sp.; <i>Lingulella</i> sp.; <i>Liangshanella</i> sp.; <i>Cambroclavus</i> sp.; <i>Anabarites</i> sp.; <i>Protohertzina</i> sp.; <i>Tarellia</i> sp.; <i>Xinjiangella</i> sp.; <i>Adyshevitheca sinica</i>	半局限、局限蒸发台地

注:生物化石资料引自文献[17,23—25]。

列一带到库南1井区和库鲁克塔格北区，海水相对较深，处于被动陆缘斜坡环境(表1)。

4.2 塔里木克拉通南部被动陆缘

塔里木克拉通南部被动陆缘呈北西西向展布于叶城—和田—民丰一带，向东变窄，至阿尔金古陆南端(图1)。寒武纪—早奥陶世，塔里木南部被动陆缘盆地发育陆棚—斜坡—半深海沉积^[26]。然而，塔里木西南边缘在后期曾发生过多次大规模冲断推覆构造活动，使寒武纪—早奥陶世时期发育的南部被动陆缘盆地被破坏或掩伏于冲断推覆席体之下。

5 库鲁克塔格—满加尔拗拉槽

库鲁克塔格—满加尔拗拉槽是在震旦纪就开始发育的克拉通边缘裂陷盆地^[4,16,19,27]，范围包括库

勒—满参1井一线以东、塔东2井—罗布庄以北、兴地断裂以南地区，呈向东开口的槽形。寒武纪早期，拗拉槽西部和南部与塔里木克拉通浅海台地以斜坡过渡，而北部与铁门关微陆块—库鲁克塔格水下台地之间则界以兴地断裂，具有单边断陷盆地性质(图1)。

兴地断裂为同沉积断裂，它与孔雀河断裂共同构成了拗拉槽北缘高角度南倾的阶梯状正断层组合，控制了断裂带南北寒武纪早期及其后的构造沉积环境^[28—29]。

寒武纪早期，断裂带以北的铁门关一带为陆地，库鲁克塔格北区为水下台地及斜坡环境，沉积厚度最大可达700 m以上。断裂带以南为半深海欠补偿盆地环境。雅尔当山一带的地表露头揭示，西山布拉克组底部为黄灰色含砾砂岩，中部为灰—深灰色白

云岩夹硅质砾岩,上部黑色硅质岩、含磷硅质岩、辉绿岩,厚度约 19 m,含少量海绵骨针、藻类和三叶虫碎片,与震旦系假整合接触;西大山组为灰黑色硅质岩、硅质页岩夹白云岩,厚 35 m,含小壳类、腕足类及海绵骨针等化石^[17,23]。

塔东 1 井、塔东 2 井和英东 2 井均钻穿寒武系。钻揭的寒武纪早期地层特征与地表露头相似,厚度 60~130 m(图 2)。以塔东 1 井为例,西山布拉克组(钻厚 10 m)为灰色厚层状硅质粉晶云岩,局部含灰质,偶见少量硅质团块和黄铁矿晶粒或斑块,底部为 1 m 厚的深灰色细砂岩,与下伏震旦系不整合接触;西大山组(钻厚 50 m)为黑色硅质泥岩,局部含灰质,偶见硅质团块和黄铁矿晶粒^[17,25](图 2,表 1)。

6 塔里木克拉通陆表海盆地

塔里木克拉通陆表海盆地主要是指托云—温宿—拜城—库车一线以南、轮台—顺 1 井—且末一线以西、英吉沙—叶城—民丰一线以北的塔里木中西部地区(图 1)。

寒武纪早期,塔里木中西部大多地区处于稳定开阔的陆表浅海碳酸盐台地环境,沉积了较厚的以石灰岩为主的碳酸盐岩地层。地震资料显示,在阿瓦提以东沉积厚度一般大于 400 m,位于阿满 2 井区一带的沉积中心区最厚,可达 900 m 以上;柯坪和巴楚地区沉积较薄,一般小于 400 m^[6]。在碳酸盐台地东缘发育有镶边状的生物碎屑浅滩及生物礁^[4]。

除广大的稳定开阔碳酸盐台地外,还有部分地带存在局限—半局限(或蒸发)台地沉积环境,发育以白云岩为主的碳酸盐岩夹膏盐沉积^[30-31]。

在柯坪—巴楚一带出露的寒武纪早期地层由下而上分为玉尔吐斯组、肖尔布拉克组和吾松格尔组(图 2)。玉尔吐斯组下部为灰黑色含磷硅质岩、磷块岩夹薄层白云质灰岩,中部为黑色炭质页岩及紫红色页岩夹白云质灰岩,上部为灰白色薄层微晶白云岩、瘤状白云岩夹页岩,总厚 7.8~35m,含小壳化石;肖尔布拉克组下部为深灰色中厚层含硅质结核白云岩,中部为灰色薄层灰岩、白云岩夹生物灰岩,上部为灰色厚层白云岩,厚 142~214 m,含三叶虫、腕足类及介形类和小壳化石;吾松格尔组下部为灰色薄层粉晶白云岩、薄—中厚层灰岩,中部为浅灰色瘤状粉晶白云岩夹深灰色竹叶状灰岩,上部为浅灰色薄层灰岩、白云岩,厚 100~150 m,含三叶虫。这套以白

云岩为主的碳酸盐岩地层,表明该地区当时处于局限—半局限台地沉积环境。

据同 1 井、康 2 井、方 1 井、和 4 井、塔参 1 井等资料,这些井区在寒武纪早期也处于半局限—局限—蒸发台地环境,岩性以深灰、黑色含灰白云岩、含泥白云岩、白云岩为主,夹盐岩或薄层含膏云岩(图 2,表 1)。此外,新的地震勘探资料显示,从和 4 井西南部的玛扎塔格地区到东南部的塔中地区存在寒武纪早期稳定的准同生白云岩和膏盐沉积,厚度可达数百米。

由此可见,东起塔参 1 井区附近、西至柯坪—同 1 井区处于半局限—局限—蒸发台地沉积环境。

7 结论

(1)寒武纪早期,塔里木地区的海陆格局特征是陆地、洋盆和海盆对峙。塔里木克拉通主体是陆内拗陷形成的陆表海(浅海)盆地和断陷形成的库鲁克塔格—满加尔拗拉槽半深海盆地,其北部是南天山洋盆和中天山古陆,南部有北昆仑洋盆和西昆仑古陆,东部是阿尔金古陆和祁漫塔格古陆。

(2)塔里木地区的南华纪—奥陶纪海相地层在沉积序列上具有连续性。如果在某一区域非断层原因而大范围缺失南华纪—寒武纪或寒武纪和奥陶纪早期地层,同时在其边缘又存在南华纪—奥陶纪某一时期的滨—浅海相沉积,就基本可以说明该地区是古陆。因此,铁门关一带的微陆块性质应当是确定的。

(3)在塔里木克拉通陆表海盆地内,除广大的开阔台地沉积环境外,中部还存在东起塔参 1 井区附近、西至柯坪—同 1 井区较大范围的半局限—局限—蒸发台地沉积环境。

(4)塔里木地区寒武纪早期海陆格局和构造—沉积环境研究,将有助于海相烃源岩形成分布及其资源潜力的分析和评价。

致谢:研究工作中得到了许志琴、乔秀夫、王士涛、王思恩、王宗起、李永安、彭阳等多位专家的支持和帮助,在此一并表示感谢。

参考文献 (References):

- [1] 李春昱. 中国板块构造的轮廓 [J]. 中国地质科学院院报, 1980, 2 (1):11-20.
- [2] Li Chunyu. The outline of plate tectonics of China [J]. Acta Geoscientia Sinica, 1980, 2 (1):11-20 (in Chinese with English abstract).

- [2] 黄汲清, 姜春发, 王作勋. 新疆及邻区板块开合构造及手风琴式运动[J]. 新疆地质科学, 1990, (1):3-16.
Huang Jiqing, Jiang Chunfa, Wang Zuoxun. On the opening-closing tectonics and accordion movement of plate in Xinjiang and adjacent regions [J]. Geoscience of Xinjiang, 1990, (1):3-16 (in Chinese with English abstract).
- [3] 肖序常, 汤耀庆, 李锦轶, 等. 试论新疆北部大地构造演化 [J]. 新疆地质科学, 1990, (1):47-68.
Xiao Xuchang, Tang Yaoqing, Li Jinyi, et al. On the tectonic evolution of the northern Xinjiang, Northwest China [J]. Geoscience of Xinjiang, 1990, (1):47-68 (in Chinese with English abstract).
- [4] 贾承造. 中国塔里木盆地构造特征与油气[M]. 北京:石油工业出版社, 1997:390-424.
Jia Chengzao. Tectonic Characteristics and Oil and Gas in Tarim basin, China [M]. Beijing:Petroleum Industry Press, 1997:390-424 (in Chinese with English abstract).
- [5] 何国琦, 李茂松, 韩宝福. 中国西南天山及邻区大地构造研究[J]. 新疆地质, 2001, 19(1):7-11.
He Guoqi, Li Maosong, Han Baofu. Geotectonic research of southwest Tianshan and its west adjacent area, China [J]. Xinjiang Geology, 2001, 19(1):7-11 (in Chinese with English abstract).
- [6] 冯增昭, 鲍志东, 吴茂炳, 等. 塔里木地区寒武纪岩相古地理[J]. 古地理学报, 2006, 8(4):427-439.
Feng Zengzhao, Bao Zhidong, Wu Maobing, et al. Lithofacies palaeogeography of the Cambrian in Tarim area [J]. Journal of Palaeogeography, 2006, 8 (4):427-439 (in Chinese with English abstract).
- [7] 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, 5(1):55-61.
Zhu Jiechen, Sun Wenpeng. Geochronology study of Sinian system for Tianshan region, Xinjiang[J]. Xinjiang Geology, 1987, 5(1):55-61 (in Chinese with English abstract).
- [8] 夏林圻, 张国伟, 夏祖春, 等. 天山古生代洋盆开启、闭合时限的岩石学约束—来自震旦纪、石炭纪火山岩的证据 [J]. 地质通报, 2002, 21(2):55-62.
Xia Linqi, Zhang Guowei, Xia Zuchun, et al. Constraints on the timing of opening and closing of the Tianshan Paleozoic oceanic basin: Evidence from Sinian and Carboniferous volcanic rocks [J]. Geological Bulletin of China, 2002, 21(2):55-62 (in Chinese with English abstract).
- [9] 杨海波, 高鹏, 李兵, 等. 新疆西天山达鲁巴依蛇绿岩地质特征[J]. 新疆地质, 2005, 23(2):123-126.
Yang Haibo, Gao Peng, Li Bing, et al. The geological character of the Sinian Dalubayi ophiolite in the West Tianshan, Xinjiang [J]. Xinjiang Geology, 2005, 23 (2):123-126 (in Chinese with English abstract).
- [10] 潘裕生. 青藏高原第五缝合带的发现与论证 [J]. 地球物理学报, 1994, 37(2):184-192.
Pan Yusheng. Discovery and evidence of the fifth suture zone of Qinghai-xizang plateau [J]. Acta Geophysica Sinica, 1994, 37(2):184-192 (in Chinese with English abstract).
- [11] 肖序常, 王军, 苏犁, 等. 再论西昆仑库地蛇绿岩及其构造意义 [J]. 地质通报, 2003, 22(10):745-750.
Xiao Xuchang, Wang Jun, Su Li, et al. A further discussion of the Kudi ophiolite, West Kunlun, and its tectonic significance [J]. Geological Bulletin of China, 2003, 22 (10):745-750 (in Chinese with English abstract).
- [12] 许志琴, 杨经绥, 李海兵, 等. 造山的高原——青藏高原的地体拼合、碰撞造山及隆升机制[M]. 北京:地质出版社, 2007:3-36.
Xu Zhiqin, Yang Jingsui, Li Haibing, et al. Orogenic Plateaux—Terrane Amalgamation, Collision and Uplift in the Qinghai-Tibet Plateau [M]. Beijing:Geological Publishing House, 2007:3-36 (in Chinese with English abstract).
- [13] 韩芳林, 崔建堂, 计文化, 等. 西昆仑其曼于特蛇绿混杂岩的发现及其地质意义[J]. 地质通报, 2002, 21(8-9):573-578.
Han Fanglin, Cui Jiantang, Ji Wenhua, et al. Discovery of the Qimanyute ophiolite in the West Kunlun and its geological significance [J]. Geological Bulletin of China, 2002, 21(8-9):573-578 (in Chinese with English abstract).
- [14] 李博秦, 姚建新, 王炬川, 等. 西昆仑柳什塔格峰西侧火山岩的特征、时代及地质意义[J]. 岩石学报, 2007, 23(11):2801-2810.
Li Boqin, Yao Jianxin, Wang Juchuan, et al. Composition, age and geological significance of the Liushitage volcanics in West Kunlun mountains [J]. Acta Petrologica Sinica, 2007, 23(11):2801-2810 (in Chinese with English abstract).
- [15] 李荣社, 计文化, 赵振明, 等. 昆仑早古生代造山带研究进展[J]. 地质通报, 2007, 26(4):373-382.
Li Rongshe, Ji Wenhua, Zhao Zhenming, et al. Progress in the study of the Early Paleozoic Kunlun orogenic belt [J]. Geological Bulletin of China, 2007, 26 (4):373-382 (in Chinese with English abstract).
- [16] 贾承造, 魏国齐, 姚慧君, 等. 盆地构造演化与区域构造地质[M]. 北京:石油工业出版社, 1995:71-81.
Jia Chengzao, Wei Guoqi, Yao Huijun, et al. Tectonic evolution and regional structural geology [M]. Beijing:Petroleum Industry Press, 1995:71-81 (in Chinese with English abstract).
- [17] 贾承造, 张师本, 吴绍祖, 等. 塔里木盆地及周边地层[M]. 北京:科学出版社, 2004:1-110.
Jia Chengzao, Zhang Shibin, Wu Shaozu, et al. Stratigraphy of the Tarim Basin and Adjacent Areas [M]. Beijing:Science Press, 2004:1-110 (in Chinese with English abstract).
- [18] 何登发, 李德生, 吕修祥. 中国西北地区含油气盆地构造类型[J].

- 石油学报, 1996, 17(4):8-18.
- He Dengfa, Li Desheng, Lu Xiuxiang. Tectonic types of petroliferous basins in NW China[J]. Acta Petrolei Sinica, 1996, 17(4):8-18 (in Chinese with English abstract).
- [19] 何登发, 周新源, 张朝军, 等. 塔里木地区奥陶纪原型盆地类型及其演化[J]. 科学通报, 2007, 52(增刊):126-135.
- He Dengfa, Zhou Xinyuan, Zhang Chaojun, et al. Ordovician prototype basins and evolution in Tarim area [J]. Chinese Science Bulletin, 2007, 52 (supp.):126-135 (in Chinese with English abstract).
- [20] 郭召杰, 李茂松. 中天山早古生代离散地体构造的讨论[J]. 北京大学学报(自然科学版), 1993, 29(3):356-362.
- Guo Zhaojie, Li Maosong. On the early Paleozoic dispersed terranes in Mid-Tianshan [J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis, 1993, 29 (3):356-362 (in Chinese with English abstract).
- [21] 冯增昭, 鲍志东, 吴茂炳, 等. 塔里木地区寒武纪和奥陶纪岩相古地理[M]. 北京:地质出版社, 2005:59-71.
- Feng Zengzhao, Bao Zhidong, Wu Maobing, et al. Lithofacies paleogeography of the Cambrian and Ordovician in Tarim Area [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2005:59-71(in Chinese with English abstract).
- [22] 汪新文, 陈发景. 塔北—南天山地区震旦—奥陶纪盆—山构造演化及其与油气关系[J]. 现代地质, 1997, 11(3):313-321.
- Wang Xinwen, Chen Fajing. Sinian-Ordovician tectonic evolution of North Tarim and South Tianshan region and its relation to oil and gas [J]. Geoscience (Journal of Graduate School, China University of Geosciences), 1997, 11(3):313-321(in Chinese with English abstract).
- [23] 周志毅. 塔里木盆地各纪地层[M]. 北京:科学出版社, 2001:1-80.
- Zhou Zhiyi. Stratigraphy of the Tarim Basin [M]. Beijing: Science Press, 2001:1-80(in Chinese with English abstract).
- [24] 雍天寿. 塔里木盆地库南 1 井寒武—奥陶系 [J]. 新疆石油地质, 1997, 18(4):348-362.
- Yong Tianshou. Study on Cambrian-Ordovician in well Kunan 1, Tarim basin[J]. Xinjiang Petroleum Geology, 1997, 18(4):348-362 (in Chinese with English abstract).
- [25] 张师本, 黄智斌, 朱怀城, 等. 塔里木盆地覆盖区显生宙地层[M]. 北京:石油工业出版社, 2004:262.
- Zhang Shibin, Huang Zhibin, Zhu Huaicheng, et al. Phanerozoic Eonothem in Covered Area of Tarim Basin [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2004:262 (in Chinese with English abstract).
- [26] 汤良杰, 张一伟, 金之钧, 等. 塔里木盆地、柴达木盆地的开合旋回[J]. 地质通报, 2004, 23(3):254-260.
- Tang Liangjie, Zhang Yiwei, Jin Zhijun, et al. Opening-closing cycles of the Tarim and Qaidam basins, northwestern China [J]. Geological Bulletin of China, 2004, 23 (3):254-260 (in Chinese with English abstract).
- [27] 何登发, 贾承造, 李德生, 等. 塔里木多旋回叠合盆地的形成与演化[J]. 石油与天然气地质, 2005, 26(1): 64-77.
- He Dengfa, Jia Chengzao, Li Desheng, et al. Formation and evolution of polycyclic superimposed Tarim basin [J]. Oil & Gas Geology, 2005, 26(1):64-77(in Chinese with English abstract).
- [28] 田纳新, 于明德, 涂志民, 等. 塔里木盆地孔雀河地区构造特征[J]. 新疆石油地质, 2005, 26(6):627-631.
- Tian Naxin, Yu Mingde, Tu Zhimin, et al. The structural features of Kongquehe area in Tarim Basin[J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2005, 26(6):627-631(in Chinese with English abstract).
- [29] 孙晓猛, 王璞珺, 刘鹏举, 等. 兴地断裂构造特征及其演化历史[J]. 新疆地质, 2006, 24(4):348-353.
- Sun Xiaomeng, Wang Pujun, Liu Pengju, et al. Structural features and tectonic evolutionary history of Xingdi fault [J]. Xinjiang Geology, 2006, 24(4):348-353(in Chinese with English abstract).
- [30] 何登发, 白武明, 孟庆任. 塔里木盆地地球动力学演化与含油气系统旋回[J]. 地球物理学报, 1998, 41(增刊):77-87.
- He Dengfa, Bai Wuming, Meng Qingren. Geodynamic evolution and petroleum system cycle of Tarim basin [J]. Acta Geophysica Sinica, 1998, 41(supp.):77-87(in Chinese with English abstract).
- [31] 何登发, 周新源, 杨海军, 等. 塔里木盆地克拉通内古隆起的成因机制与构造类型[J]. 地学前缘, 2008, 15(2):207-221.
- He Dengfa, Zhou Xinyuan, Yang Haijun, et al. Formation mechanism and tectonic types of intracratonic paleo-uplifts in the Tarim basin [J]. Earth Science Frontiers, 2008, 15 (2):207-221(in Chinese with English abstract).

Oceanic and continental framework of Early Cambrian period in Tarim area

HUANG Hua-fang^{1,2}, WANG Jian^{1,2}, GAO Lin-zhi³

(1. Hebei Normal University, Shijiazhuang 050016, Hebei, China; 2. Hebei Key Lab. of Environmental Change and Ecological Construction, Shijiazhuang 050016, Hebei, China; 3. Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China)

Abstract: The Early Cambrian (corresponding to Terreneuvian and Series 2) is an important sedimentary period of marine source rocks in Tarim area. Researches on the framework of ocean and continent in Tarim area will help estimate the potential resources of the rocks. Based on previous studies, the authors investigated and analyzed 13 outcrops and 10 borehole sections, and consulted some seismic sections. By means of an analysis of stratigraphic and petrologic characteristics, the map for oceanic and continental framework and tectonic-sedimentary environment of Tarim area was compiled. It is pointed out that the area around Tiemenguan was a micro-landmass. The authors consider that both Tiemenguan micro-landmass and North Kuluketage underwater platform belonged to North Tarim passive continental margin. Furthermore, the authors divided the Tarim epeiric sea basin into different sedimentary environment areas on the basis of new data.

Key words: Tarim area; Early Cambrian; framework of continent and ocean; tectonic-sedimentary environment

About the first author: HUANG Hua-fang, male, born in 1960, professor, engages in the study of resources and environment; E-mail: hhf@mail.hebtu.edu.cn.