

•煤田地质•

文章编号:1001-1986(2002)06-0001-03

巴楚隆起与阿瓦提凹陷寒武系及奥陶系沉积古地理分析

何 宏,彭苏萍,邵龙义,高云峰,时宗波 (中国矿业大学,北京 100083)

摘要:根据野外露头、钻井资料分析,对塔里木盆地巴楚隆起东部和阿瓦提凹陷东南部寒武系和奥陶系进行了沉积与古地理分析。研究表明,该区寒武系和奥陶系总体上表现为从深—浅—深的沉积环境演化过程。早寒武世早期经历了短暂的深水盆地环境后,自早寒武世中晚期至中寒武世演变为局限台地——蒸发盐台地环境;晚寒武世至早奥陶世海平面开始逐渐上升,以开阔台地环境为主,至晚奥陶世中期演变为台地边缘斜坡环境。

关键词:沉积相;岩相古地理;巴楚隆起和阿瓦提凹陷;寒武系及奥陶系;塔里木盆地

中图分类号:P531 文献标识码:A

1 引言

本文研究区位于塔里木盆地的西北部,地理坐标为东经 $80^{\circ}10' \sim 82^{\circ}00'$,北纬 $39^{\circ}00' \sim 40^{\circ}40'$,面积 $29\,042\text{ m}^2$,区域上位于塔里木盆地中央隆起的巴楚隆起东部和北部坳陷的阿瓦提凹陷东南部。该区寒武系和奥陶系主要以碳酸盐岩和蒸发岩沉积为主,含少量碎屑岩及岩浆岩。其地层划分与对比以《塔里木盆地台盆区寒武—奥陶系碳酸盐岩生物地层精细对比》^[1]的研究成果为基础。寒武系厚为 $1\,615 \sim 2\,363\text{ m}$,奥陶系厚为 $608 \sim 1\,654\text{ m}$ 。区内共有和4、巴东2、巴东4等3口井钻遇寒武系及奥陶系,并对研究区及邻区各井取心井段共采集样品129块。这些资料的取得以及野外露头剖面的踏勘为沉积相和古地理的研究奠定了坚实的基础。

2 岩相沉积相类型及特征

研究区寒武系和奥陶系由石膏、白云岩、石灰岩、泥灰岩及钙质泥岩在垂向上互相交替而成,具有准同生白云石、石膏层、叠层石、鸟眼构造、干裂构造、石盐假晶、鲕粒灰岩,以及其他石灰岩(生物碎屑灰岩)等特征。这些特征一方面反映了当时水动力条件以潮汐作用为主并有周期性的暴露,另一方面也反映了当时炎热干燥的气候条件。因此将其沉积体系称为潮缘—滨外陆棚沉积体系,并可进一步划分出如下沉积相带。

2.1 蒸发盐台地

以厚到巨厚层状石膏、硬石膏及盐岩和含膏或

膏质泥晶白云岩沉积为主,在炎热干燥气候条件下,该带常形成鸟眼构造、多边形干裂、蒸发矿物如石膏、硬石膏、盐岩、石盐假晶以及风暴粉屑纹层和潮上准同生白云石等;缺乏完整生物化石和生物扰动构造,只是偶尔见到稀少的潜穴。据此特征,该带进一步划分为膏盐泻湖和膏云坪。

2.2 局限台地

局限台地的灰坪岩石类型有叠层石泥晶灰岩、纹层状粉砂质泥晶灰岩、鸟眼孔泥晶灰岩及纹层状粉屑灰岩等。典型沉积特征主要有叠层石、鸟眼及窗格孔构造、砾屑和球粒等,叠层石纹层呈波状、穹状、柱状或水平状,在潮上带常见干裂和风暴潮纹层。云坪中所见的岩石类型有具干裂构造的纹层状粉屑灰岩、准同生泥粉晶白云岩、准同生叠层石泥晶白云岩。它们在巴楚隆起寒武奥陶系各层段都有发育,但以下寒武统和上寒武统为主。

2.3 开阔台地相

该带位于平均低潮线以下水流循环比较畅通的地带,水体较浅,水能量中等,盐度一般正常,生物组合类型多样,尤以三叶虫、腕足、苔藓虫等狭盐性生物比较常见。开阔台地相岩石类型主要为泥晶生屑灰岩和生屑泥晶灰岩。根据岩石结构特征,开阔台地相带可进一步分为以亮晶颗粒灰岩为主的台内浅滩亚相,和以泥晶颗粒灰岩及颗粒泥晶灰岩为主的滩间海亚相。

2.4 台地边缘浅滩相

该带属盐度正常的潮下高能带,潮汐作用和波浪作用比较集中,水能量较高,常形成生物碎屑浅

收稿日期:2002-04-25

作者简介:何 宏(1971—),女,陕西汉中人,中国矿业大学在读博士生,主要从事沉积学研究。

滩、砂屑或鲕粒浅滩, 沉积物中生屑、砂屑和鲕粒比较富集, 陆源泥质和灰泥基质都比较少。生物组合以苔藓虫、腕足、介形虫、棘皮、藻类及三叶虫等为主, 含量可达 60% 左右。亮晶胶结的鲕粒灰岩说明确有大型鲕粒浅滩存在, 酾粒分选良好, 亮晶胶结、叠瓦状排列以及交错层理等, 说明鲕粒的沉积与一定的潮汐水流有关。根据鲕粒灰岩含量可将其分为两个亚相, 即台缘滩(鲕粒灰岩含量 $>50\%$)和滩间海(鲕粒灰岩含量 $<50\%$)。

2.5 上斜坡相

该带位于正常浪基面以下地区, 但仍处于透光带, 水循环良好, 水能量较低, 偶尔也受到风暴水流的影响。该带沉积物以颗粒质泥岩和灰泥岩为主, 陆源泥质含量较高, 生屑含量一般在 20%~40%, 以棘皮、腕足、三叶虫、介形虫等生物碎屑为主。生物扰动构造发育, 可见到 *Chondrites* 和 *Planolites* 痕迹化石。偶尔见到的一些含陆源砂质泥灰岩和生屑泥质颗粒岩, 可能是该相带中的风暴沉积。该带岩石常呈薄层状和瘤状。

2.6 下斜坡相

该相带位于风暴浪基面以下地带, 水体相对较深, 水能量弱, 仅较强的风暴浪能影响到底部沉积物。该带底层氧含量相对减少, 因此产生碳酸盐岩的生物群难以生存, 碳酸盐岩就较少。岩石特征为灰黑色薄层到中厚层状(单层厚度多小于 0.3 m)的石灰岩和钙质页岩互层, 石灰岩结构类型以灰泥岩为主, 颗粒质泥岩次之。岩石中的陆源泥质和有机质含量比较高, 生物扰动比较强烈, 痕迹化石以 *Chondrites* 和 *Gyrochote* 等组合为代表。

2.7 深水盆地相

该相带位于风暴浪基面附近及以下地带, 水体较深, 环境能量极低, 透光性差, 氧含量极低。沉积物以灰黑色钙质页岩为主夹薄层灰泥石灰岩。页岩的粘土矿物成分以伊利石为主, 有机质含量丰富, 页岩中纹理比较发育。上述特征说明页岩是静水盆地中还原环境的产物, 其中含钙质的页岩及灰泥岩是 CCD 面之上的沉积, 不含钙质的页岩则是 CCD 面之下的沉积。薄层石灰岩中可见零星化石碎片, 有时可见到由瓣鳃和腕足化石碎片组成的介壳层, 可能是深水盆地中的浊积岩。该相带可见以下岩石类型:a. 灰黑色含生屑钙质页岩;b. 深灰色页岩。上述岩石主要分布于上奥陶统印干组中上部, 代表当时最大海侵期沉积。

3 沉积古地理分析

根据研究区和邻区钻井岩心和周边露头资料,

结合区域地质资料编制了岩相古地理图 4 张, 并总结出各时期岩相古地理特征。

3.1 早寒武世岩相古地理特征

研究区及邻区钻到下寒武统的钻井有方 1、方 4 和塔参 1, 厚度分别为 250 m、111 m 和 81 m, 厚度最大地区在方 1 井附近。根据白云岩及石灰岩的分布, 以石灰岩 10% 含量为界, 勾绘出方 1 井附近灰岩含量大于 10% 的局限台地灰坪及和 4 井到巴东 2 井以白云岩为主的局限台地云坪(图 1)。

下寒武统岩性主要为灰色泥粉晶白云岩, 局部见石灰岩及黑色页岩夹层, 在和 4 井下寒武统底部见到厚达 25 m 的硅藻岩, 方 1 井下寒武统见到胶磷矿以及在柯坪露头区所见的硅质磷块岩、硅质岩、灰黑色瘤状灰岩及海绿石砂岩等, 说明早寒武世早期研究区曾为深水远洋环境^[1,2]。早寒武世中晚期, 在柯坪露头区发育了巨厚层状的泥粉晶白云岩, 其中见叠层石构造, 在巴楚地区发育了以巨厚层状泥粉晶白云岩夹石膏结核为主的沉积, 说明当时沉积环境主要为局限台地的云坪, 其次为灰坪。

3.2 中寒武世岩相古地理特征

研究区及邻区钻到中寒武统的钻井有康 2、方 1、和 4、巴东 4 及塔参 1 等, 中寒武统以膏盐岩为主, 其次为泥粉晶白云岩和泥晶石灰岩。研究区中寒武世岩相古地理单元主要为蒸发盐台地膏盐泻湖和膏坪以及局限台地, 蒸发盐台地在方 1 到巴东 2 井之间地区, 其西北侧为以泥粉晶白云岩和泥晶灰岩沉积为主的灰云坪环境, 东南侧为以泥粉晶白云岩沉积为主的云坪环境。(图 2)

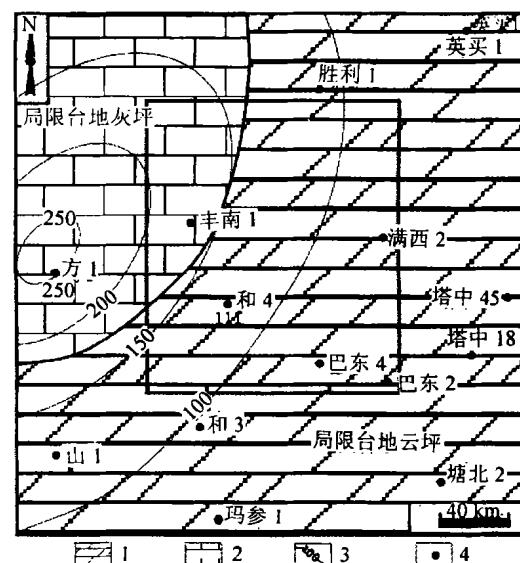


图 1 塔里木盆地研究区及邻区早寒武世岩相古地理图

1——局限台地云坪;2——局限台地灰坪;3——残余地层
等厚线/m;4——钻井、编号及厚度/m

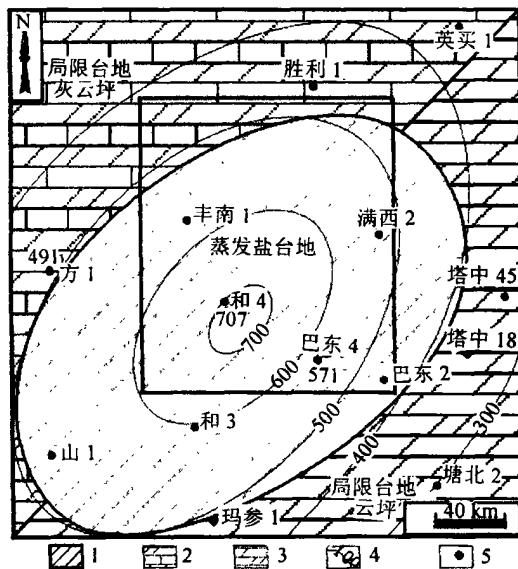


图2 塔里木盆地研究区及邻区中寒武世岩相古地理图

1——蒸发盐台地;2——局限台地灰云坪;3——局限台地云坪;

4——残余地层等厚线/m;5——钻井、编号及厚度/m

3.3 晚寒武世—早奥陶世岩相古地理特征

研究区及邻区钻到上寒武统—下奥陶统的井有康2、方1、和4、巴东4及塔参1等, 岩性主要为浅灰色粉晶云岩, 针孔状中细晶云岩夹褐灰色粉晶云岩, 浅灰、灰白色生屑泥晶灰岩、泥晶砂屑灰岩及亮晶砂屑灰岩。厚度在1 546 m(康2)到2 510 m(塔参1)之间, 区内以巴东4井最厚(2 162 m), 向西北略有变薄, 而向东南则厚度增加。

研究区晚寒武世—早奥陶世岩相古地理单元主要为开阔台地和局限台地。局限台地在巴东4井一带, 白云岩厚度大于1 300 m, 含量大于60%, 开阔台地在方1井至和4井一带及其北侧广大地区, 方1井和巴东2井附近可能有碳酸盐台地内部浅滩发育, 临近塔中一带广泛发育局限台地云坪。(图3)

3.4 中晚奥陶世岩相古地理特征

早奥陶世末中央古隆起开始形成, 研究区方1—和4—巴东2一带即位于该中央古隆起带内, 在整个中奥陶世和晚奥陶世早期, 遭受剥蚀, 未接受沉积; 该古隆起北侧阿瓦提凹陷中, 中奥陶世为连续沉积, 西北侧柯坪露头区, 杨吉坎剖面的中奥陶世丘里塔格群上亚群^[1]以灰色、褐灰色中厚层状到厚层状生屑石灰岩为特征, 见大量角石、腕足及双壳类化石, 是开阔台地产物。至晚奥陶世, 大部分地区发生沉降, 碳酸盐台地演变为深海盆地或者半深海斜坡环境。研究区南部和4井至巴东2井一带在晚奥陶世中期演化为半深海上斜坡碳酸盐至下斜坡碎屑泥质沉积环境; 在柯坪地区的露头剖面上, 则发育以瘤状灰岩为代表的上斜坡碳酸盐沉积和以页岩为代表

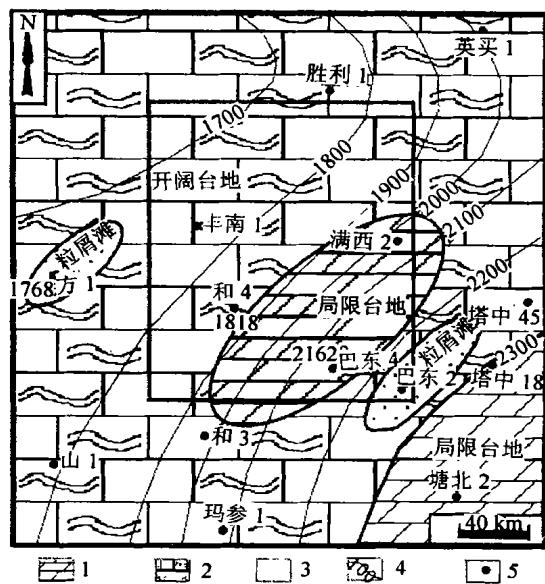


图3 塔里木盆地研究区及邻区晚寒武世岩相古地理图

1——局限台地;2——开阔台地;3——粒屑滩;4——残余地层

等厚线/m;5——钻井、编号及厚度/m

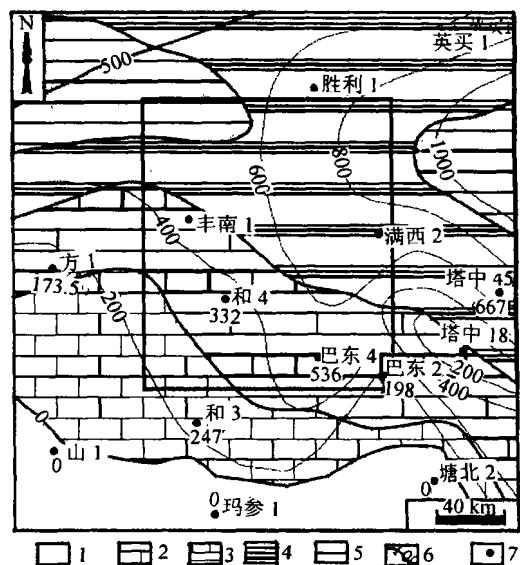


图4 塔里木盆地研究区及邻区晚奥陶世岩相古地理图

1——地层缺失区(剥蚀区);2——滨外陆棚;3——上斜坡;

4——深水盆地;5——残余地层等厚线/m;6——钻井、编号及厚度/m
的静海深水盆地环境;阿瓦提凹陷根据地震反射特征推测是以重力流沉积与正常深海一半深海沉积交互为特征的下斜坡环境。因此, 研究区晚奥陶世古地理单元主要有滨外陆棚、上斜坡、下斜坡及深海盆地, 由南向北依次分布。(图4)

4 沉积环境演化

综上所述, 研究区在早寒武世经历了短暂的深水盆地环境后, 很快演变成以云坪为主的局限台地环境。中寒武世, 研究区水体变浅, 气候变得干燥,

文章编号:1001-1986(2002)06-0004-04

基于模糊神经网络的煤与瓦斯突出区域预测研究

吴财芳¹,曾 勇¹,张子成²,袁崇孚²

(1. 中国矿业大学资源学院,江苏 徐州 221008;2. 焦作工学院资源与环境工程系,河南 焦作 454000)

摘要:煤与瓦斯突出影响因素间复杂的非线性关系,难以用经典的数学理论建立精确的预测模型。

本文用自适应模糊神经网络技术建立煤与瓦斯突出预测系统,以模糊数学作为表达与处理不精确数据、模糊信息条件的手段,以自适应BP神经网络作为解决问题的途径。结果表明:方法可行,预测精度高,能够满足要求,进一步充实了煤与瓦斯突出区域预测理论。

关 键 词:模糊数学;神经网络;模糊神经网络;煤与瓦斯突出;预测**中图分类号:**TD712 TP183 **文献标识码:**A

1 引言

开发和研制煤与瓦斯突出模糊神经网络预测系统,将模糊理论与神经网络技术有机地结合起来并

运用到瓦斯地质中来,一方面可继承前者对影响因素中不精确数据和模糊信息具有的较强表达与处理的优势;另一方面还可以借鉴神经网络善于学习、善于“捕捉”隐藏规律的特长,有利于快速、准确地确定

收稿日期:2002-06-25**作者简介:**吴财芳(1976—),男,山东烟台人,中国矿业大学博士研究生,从事瓦斯地质、煤层气、人工智能等的教学与科研工作。

海水蒸发量大,咸化程度高,主要为以膏盐泻湖和膏云坪为主的蒸发盐台地环境。晚寒武世至早奥陶世,研究区海平面逐渐上升^[4],演变为局限台地云坪、灰云坪环境,在巴东4井和巴东2井之间还发育了台地边缘滩为主的开阔台地环境。中奥陶世塔里木盆地的总体抬升使得研究区南部的和4井到巴东2井一带暴露成陆^[5],遭受剥蚀,因此这一带缺失整个中奥陶世以及晚奥陶世早期的沉积,阿瓦提一带则继续接受以碳酸盐浅滩为主的开阔台地相沉积。晚奥陶世中期,塔里木盆地总体沉降作用使研究区成为淹没的碳酸盐台地,形成了以泥灰岩、粒屑灰岩、砂页岩等为主的台地边缘斜坡环境。此外,柯坪露头区以典型的印干组页岩为特征,说明研究区北侧可能有深水盆地发育。因此,研究区在寒武纪和

奥陶纪总体上表现为从深—浅—深的沉积环境演化过程。

参考文献

- [1] 耿良玉,张师本,赵治信等.塔里木盆地台盆区寒武—奥陶系碳酸盐岩生物地层精细对比[R].科研报告,1999.12.
- [2] 于炳松,陈建强,林畅松.塔里木盆地北部寒武纪—奥陶纪层序地层及其与扬子地台和华北地台的对比[J].中国科学(D辑),2001,31(1):17-26.
- [3] 届迅.新疆寒武纪古地理[J].新疆地质,2000,18(4):305-308.
- [4] 陈国俊,薛莲花,王琪等.新疆阿克苏—巴楚地区寒武—奥陶纪海平面变化与旋回层序的形成[J].沉积学报,1999,17(2):192-197.
- [5] 张致民.新疆奥陶纪古地理[J].新疆地质,2000,18(4):309-314.

Sedimentology and palaeogeography of the Cambrian-Ordovician

in Bachu uplift and Awati depression, the Tarim Basin

HE Hong, PENG Su-ping, SHAO Long-yi, GAO Yun-feng, SHI Zong-bo

(China University of Mining and Technology, Beijing 100083, China)

Abstract:Based on outcrop observation and drilling data analysis, it is carried out that the research on the sedimentology and palaeogeography of the Cambrian and Ordovician in the east of Bachu uplift and southeast of Awati depression. During the period of Cambrian-Ordovician, the sedimentary environments developed from deep to shallow water, then to deep water again. The study area was a deep-sea trough in the early stage of early Cambrian, and then evolved to a restricted platform and evaporated platform from middle-late stage of early Cambrian to middle Cambrian. From late Cambrian to middle Ordovician, the sea level began to raise gradually, the area was dominated by an open platform, and evolved to a platform marginal slope in the middle stage of late Ordovician.

Key words:sedimentary facies;lithofacies and palaeogeography;Bachu uplift and Awati depression;Cambrian-Ordovician;Tarim Basin