

河北兴隆地区中元古界串岭沟组 沉积环境与相模式

徐德斌¹ 王敦则² 白志达¹ 梅冥相¹ 李志忠¹

(1.中国地质大学地矿系,北京 100083;2.中国新星石油公司勘探部,北京 100083)

摘要:串岭沟组常以页岩为其主要岩性组合。兴隆地区串岭沟组据岩性、岩相组合、垂直相序及厚度变化可划分为3个区:西北区、过渡区和东南区,其中西北区岩性组合为泥岩夹薄层细砂岩,厚49~62 m,过渡区为泥岩、细砂岩夹两套厚60~240 m不等中粗粒砂岩,厚度达600 m;东南区以泥页岩为主,厚度大于530 m。它们在横向上呈指状交错关系,其沉积环境隶属于小潮海岸型障壁岛—泻湖沉积体系。

关键词:沉积环境;相模式;串岭沟组;兴隆地区

中图分类号:P534.3 文献标识码:A 文章编号:1000-3657(2002)02-0167-05

串岭沟组原称“串岭沟页岩”,意指下部为薄层砂岩夹页岩,上部有数层硅质石灰岩^[1]。1959年,全国地层会议时改称为“串岭沟组”^[2],1965年陈晋镛^[3]建议将上部有数层硅质白云岩为主的地层划分为团山子组。之后至1975年,华北前寒武系座谈会正式将上部硅质白云岩地层从“串岭沟组”划分出去并建立团山子组^①。修订后的串岭沟组指分布于燕辽南麓和赞皇等地区,岩性组合以页岩占优势,次为少量碎屑岩和碳酸盐岩,与下伏常州沟组为过渡关系,与上覆团山子组呈整合^[4]。含丰富的球形藻群、船形藻群、线形藻群等微古植物化石和少量叠层石^②。近年来,随着冀北地区1:5万区域地质调查大面积展开,先后在串岭沟组中上部发现了一到两套厚60~240 m不等中粗粒—中细粒石英砂岩,并被解释为潮间—潮下带高能环境的产物,隶属于浅海陆棚—障壁岛—泻湖沉积体系^[5,6]。本文依托1:5万区域地质调查资料,在岩性、岩相及相序研究基础之上,认为燕辽地区串岭沟组沉积环境隶属于障壁岛—泻湖沉积体系,而并非存有浅海陆棚沉积^[6],因而恢复的古地理格局也存在很大差别。

1 相区划分及地层特征

研究区位于河北省东北部兴隆县境内,西部与北京密云接壤,东部毗邻遵化,承德位于其北,南界为蓟县(图1)。区内中、新元古界地层发育齐全,隶属于地台型沉积,自下而上包括长城系、蓟县系、青白口系,总体呈北东向延伸。串岭沟组为长城系常州沟组以上一个岩石地层单位^③,岩性组合与地层厚度存在明显的区带性:大致以蛇皮沟—兴隆县—大店子—西花园一带为过渡带,西北区厚49~62 m,岩性组合中下部为薄层含鲕粒、肾状、豆状赤铁石英砂岩、泥岩互层,向上渐变过渡为黑色、灰绿色片状粉砂质页岩、含钾页岩(K_2O 含量6%~9%)为主,泥裂、波痕发育;东南区为灰色、灰黑色、灰黄色页岩、粉砂岩及薄层白云岩,发育泥裂与波痕,底部有不稳定的含铁砂岩或鲕粒赤铁矿透镜体,厚度一般大于530 m,据报道往东南至蓟县最厚达890 m,再往东南厚度减薄,至丰润、滦县一带尖灭^④;过渡带岩性组合以中厚层—中薄层石英砂岩为主,夹有深灰色粉砂岩、泥岩,砂岩最大厚度达240 m,向东南、西南渐变厚2~30

收稿日期:2001-03-25;改回日期:2002-02-20

作者简介:徐德斌,男,1967年生,副教授,主要从事沉积—火山地层、油气勘探及区域地质研究工作。

① 河北省地质矿产局.河北地层多重划分对比研究报告(送审稿),1994.

② 中国地质大学(北京).六道河幅、兴隆县幅、半壁山幅1:5万区域地质调查报告,1997.

③ 长春科技大学.杨树岭幅、郭杖子幅1:5万区域地质调查报告(送审稿),1999.

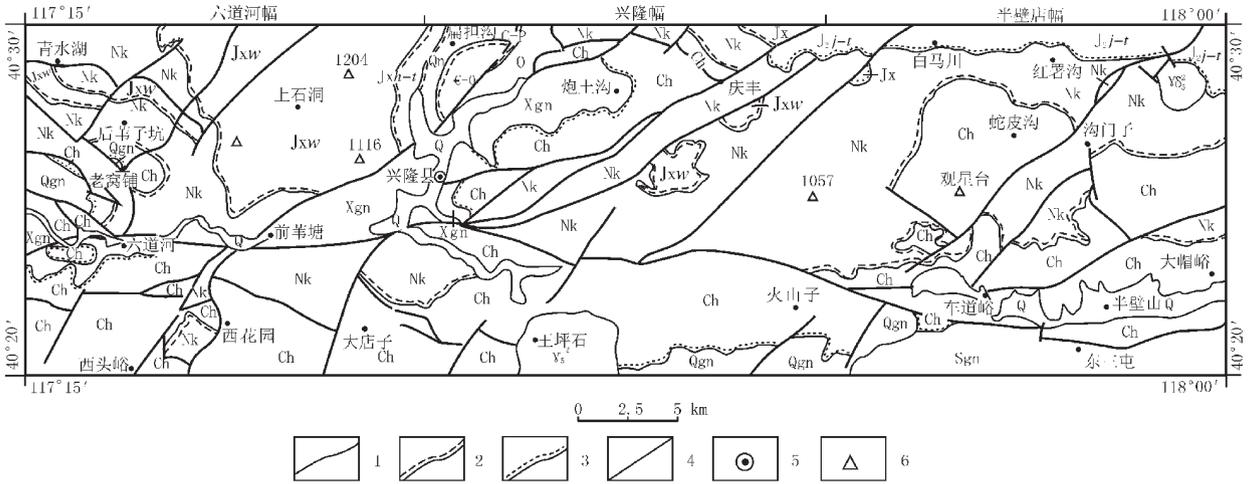


图1 研究区地质构造略图

Fig. 1 Tectonic sketch map of the Xinglong area, Hebei

Q—第四系 j_{2j-t}—中侏罗统九龙山组、髫髻山组 C—P—石炭系—二叠系 O—奥陶系 ;ε—O—寒武系—奥陶系 ;
 Qn—青白口群 j_{3sh-t}—蓟县群洪庄组—铁岭组 j_{3xw}—蓟县群雾迷山组 j_{3x}—蓟县系 Nk—南口群 ;
 Ch—长城群 Qgn—秋花峪片麻岩 Sgn—三屯营片麻岩 Xgn—小关庄片麻岩 γ₅²—花岗岩 ;
 γ₅²—花岗闪长岩 1—地层界线 2—角度不整合 3—平行不整合 4—断层 5—县城 6—山峰

m不等的两层砂岩并直至尖灭，地层厚度达600 m。横向上3个相带呈指状交错关系。

2 垂直相序与沉积环境分析

2.1 西北区垂直相序与沉积环境

构成西北区的串岭沟组的岩相单元较简单，主要有：①灰黄色、浅灰色中薄层石英细砂岩，局部见鲕状或含铁赤铁矿，发育小型波纹层理，层面上时见斜交干涉波痕及泥裂；②灰黄色页片状泥页岩，时见泥裂；③灰绿色页片状泥页岩；④深灰色页片状泥页岩。其中2~3种岩相单元相互组合构成不同类型的米级旋回：①②、①③、③②、③④②、④②等。不同类型的米级旋回在垂向上有序叠加构成加积型和退积型的垂直相序，总体上表现为向上“泥岩含量增多、砂岩单层厚度减薄”正旋回变化特点(图2A、2B)。这种垂直相序实质上是由潮间坪亚带—高潮坪构成，表现有较多的泥裂、脉状等潮汐层理、斜交干涉波痕等沉积构造，局部富集紫色鲕粒、肾状或豆粒状赤铁矿，水动力条件以间潮汐期静水期为主，偶有潮汐作用、波浪作用介入，因而其沉积环境为局限泻湖潮坪沉积(图3)。

2.2 过渡带垂直相序与沉积环境

构成过渡区的串岭沟组的岩相单元有：①浅灰色、灰白色中厚层—厚层含砾中粗粒石英砂岩，发育

塌落交错层理与正递变层理，底部见较平滑冲刷面，层面时见斜交干涉波痕；②紫灰色、浅灰色、灰黄色中薄层含鲕状赤铁石英细砂岩，具小型波纹层理与平行层理，偶见泥裂；③灰黄色、深灰色中薄层泥质白云岩，有时含少量细粒石英砂，发育水平层理；④灰紫色页片状泥页岩；⑤灰绿色页片状泥页岩；⑥浅灰色、深灰色页片状泥页岩。其中1~3种岩相单元相互组合构成不同类型的“向上变细、变浅”的米级旋回，如①②④、①⑥、②④、②⑤、③⑤、⑤⑥等，不同类型的米级旋回在垂向上有序叠加构成了进积—退积型和退积型米级旋回序列。结合下伏常州沟组相序，过渡带两种米级旋回序列均表现底部为厚的潮间带低潮坪砂体，向上依次为中潮坪时沉积的薄层细砂岩与泥岩、高潮坪时沉积的粉砂岩与泥岩，总体表现为向上变细的层序(图2C、2D、2E)。据相序特征及沉积构造组合分析，过渡带串岭沟组的沉积环境属障壁岛沉积体系一部分，可细分为入口潮道沉积、潮汐三角洲沉积和泻湖潮坪沉积(图3)。

入口潮道与潮汐三角洲沉积：主要由中粗粒—中细粒石英砂岩构成，局部含少量石英砾，砂岩分选好，磨圆度高。岩层以中厚层为主，层内及层面上发育有塌落交错层理、正递变层理、干涉波痕与冲刷面，垂直相序呈“圣诞树”(图4)或“伞”型(图2C、2D、2E)，水动力以潮汐作用为主，偶有浅水风暴作用侵

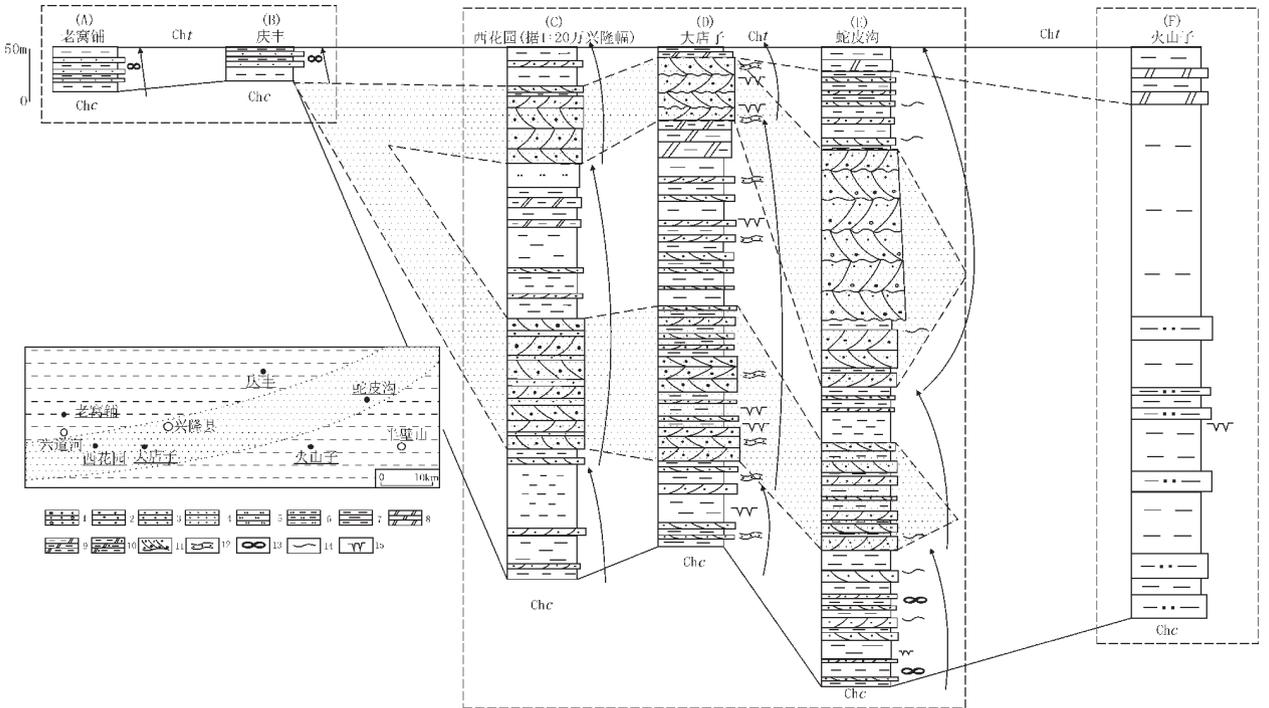


图2 兴隆地区串岭沟组地层对比

Fig. 2 Stratigraphic correlation of the Chuanlingou Formation in the Xinglong area

- 1—含砾粗粒石英砂岩 2—粗粒石英砂岩 3—中粒石英砂岩 4—细粒石英砂岩 5—粉砂岩 6—粉砂质泥岩；
- 7—泥岩 8—白云岩 9—白云质泥岩 10—砂泥质白云岩 11—冲刷面及塌落交错层理 12—波状交错层理；
- 13—透镜状层理 14—波痕 15—泥裂 Chc—常州沟组 Chf—团山子组

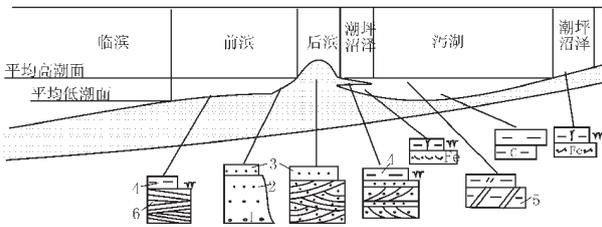


图3 串岭沟组米级旋回类型与环境变化谱系

Fig. 3 Meter-scale cycle type of the Chuanlingou Formation and hierarchy of environmental change

- 1—砾岩 2—中粗粒石英砂岩 3—细粒石英砂岩 4—泥岩；
- 5—泥质白云岩 6—低角度板状交错层理 r—植物根系 C—碳质 Fe—铁质

入。两种类型沉积往往夹于泻湖潮坪沉积之间(图4),由此可推测潮汐三角洲沉积为一种涨潮三角洲,由于波痕作用为主的入潮口侵蚀砂体直接进入泻湖中,入潮口的水道以较平直、较浅为特征。

砂岩粒度分析表明,累积概率曲线是由跳跃总体(A)和悬浮总体(B)组成,其中A占主体(95%),斜率倾角为60°,略显二段式;悬浮总体B占5%,斜率为

10°。A和B之间多为突变,个别存在较窄过渡带,截点为0.088 4~0.125 mm,反映了以单向强水流作用为主、偶有双向水流参与等特点。

泻湖潮坪沉积:主要由潮间带中高潮坪沉积构成,岩性组合为浅灰色、灰白色中薄层细粒石英砂岩和灰紫色、灰黄色、深灰色粉砂质泥岩、泥质粉砂岩,局部夹有浅灰色中薄层泥质白云岩和白云质泥岩。发育小型波纹层理、透镜状层理、水平层理,偶见泥裂。

2.3 东南区垂直相序与沉积环境

构成东南区的串岭沟组的岩相单元有:①灰紫色、灰黄色、浅灰色泥质石英细砂岩—粉砂岩,局部含赤铁矿,偶见中小型波纹交错层理;②灰黄色、深灰色中薄层泥质白云岩,有时含少量细粒石英砂岩,发育水平层理;③灰色、灰黄色薄层页片状白云质泥页岩;④灰紫色页片状泥岩;⑤灰黄色泥页岩,偶见泥裂;⑥深灰色、灰黑色页片状泥页岩。其中2~3种岩相单元相互组合组成不同类型的米级旋回,如:①④、①⑤、①⑥⑤、⑥⑤、②③等等,而不同类型的米级旋回在垂向上有序叠加构成结构特征不很明显的垂直相序(图2F):下部以①④型米级旋回有序叠加

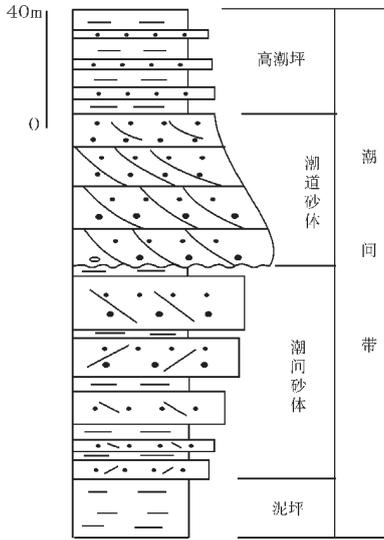


图4 串岭沟组潮汐三角洲沉积(蛇皮沟)

Fig. 4 Tidal delta deposition of the Chuanlinggou Formation (at Shepigou)

为主,向上依次渐变为以①⑤、①⑥⑤、⑥⑤、②③型米级旋回有序叠加,总体向上泥岩含量增高,尤其至中部以深灰色、灰黑色泥岩增多为其主要特征,上部则以泥质白云岩和白云质泥岩为主,反映了东南区串岭沟组沉积期古水深经历一次加深→变浅的过程。其水动力条件主体以静水为主,结合沉积构造组合分析,东南区串岭沟组沉积环境为泻湖沉积。

3 相模式与控制因素分析

在区域地质调查的基础之上,根据串岭沟组的岩性、岩相组合、垂向变化特征及空间变化,笔者建立起串岭沟组沉积相模式(图5)。串岭沟组在研究区

内其岩性、岩相、相序特征乃至厚度变化存在着明显的变化趋势,在燕辽南麓地区具有一定的代表性。

(1) 尽管后期构造运动使区内串岭沟组岩性、岩相组合及厚度变化分为西北区、过渡区和东南区,但区与区之间均已被近EW向和NE向右行走滑断裂系^[6]所分隔,而每一个区内串岭沟组地层完整,顶、底界线清楚。因此区内岩性、岩相组合差异及厚度变化是由当时沉积的古地理格局所决定的,而非后期构造运动所造成。

(2) 虽说分隔3个岩性组合区的近EW向和NE向右行走滑断裂系位移可能超过75 km^[6],但据前人1:20万和1:5万区域地质资料,河北省宽城—平泉一带的串岭沟组岩性、岩相组合、厚度变化规律与研究区相似。也就是说,即使根据估算的位移量恢复近EW向和NE向断裂系形成之前的地层格架,研究区内串岭沟组仍存有上文所述的横向变化规律。

(3) 由西北向东南,研究区内串岭沟组存在着局限泻湖潮坪相砂泥岩向潮道相、潮汐三角洲沉积的砂岩、泥岩及泻湖沉积泥岩过渡,而且砂体在横向上呈线状延伸,总体上应隶属于小潮海岸型障壁岛—泻湖沉积体系^[7],海侵方向来自于西北方向(图5)。

(4) 进积在东南区泻湖泥岩之上的潮道相、潮汐三角洲相砂岩从理论上讲向西北方向延伸应与下伏常州沟组砂岩相连通,因而在区域地质调查过程中极有可能将本属于串岭沟沉积期“同时异相砂岩”厘定为常州沟组砂岩。若就层序划分,串岭沟组理应对应于常州沟—串岭沟大层序高水位体系域,同时也应隶属于常州沟组顶部三级层序IV^[8]高水位体系域沉积。事实上,不论是低级别的米级旋回,还是高级

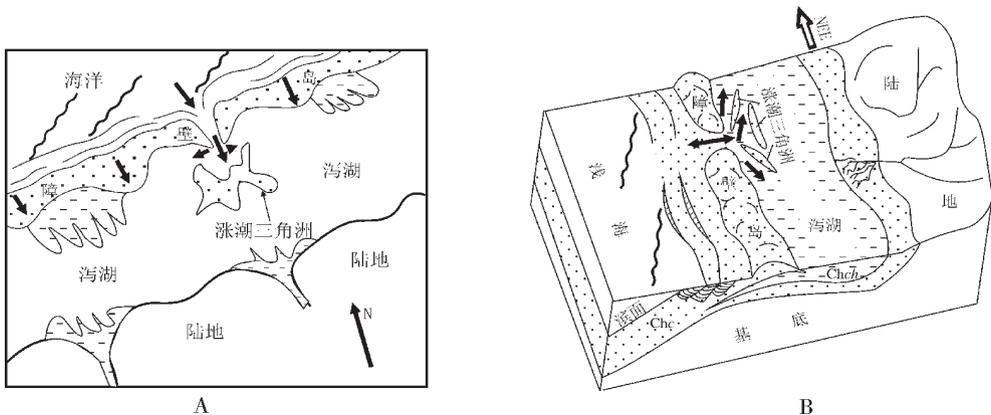


图5 串岭沟组沉积相模式图(A为平面图,B为立体图)

Fig. 5 Sedimentary facies of Chuanlinggou Formation (A is Plane figure and B, stereogram)

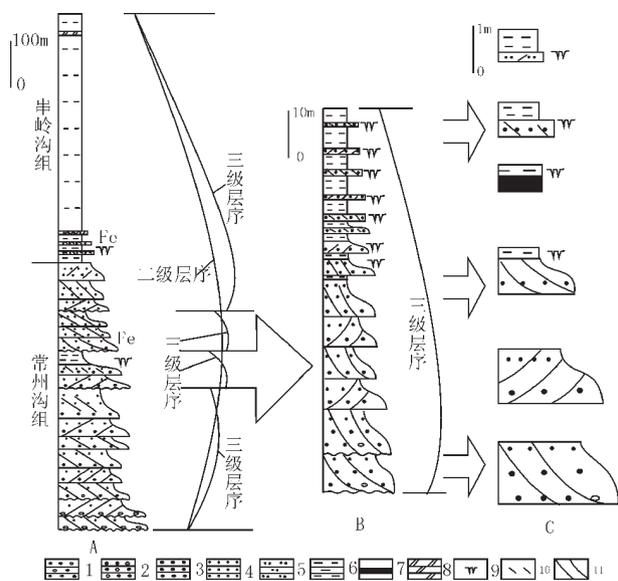


图6 串岭沟组不同级别层序岩相单元叠置型式

Fig. 6 Superimposed pattern of Facies units of different hierarchy sequences of Chuan Ling Gou Formation

1—砾岩 2—含砾粗砂岩 3—中粗粒砂岩 4—细砂岩；
5—粉砂岩 6—泥岩 7—碳质泥岩 8—白云岩 9—泥裂；
10—小型波状层理 11—中大型板状交错层理 12—长石

别的三级层序亦或二级大层序，其岩相单元叠置规律在垂直相序上均存有相似的变化规律：不同级别的旋回或层序在垂直相序的下部以厚层砂（砾）岩相、薄层泥岩相甚至无泥岩相为特征，往上则渐变为

中薄层、薄层直至尖灭的砂岩相、厚层泥岩相(图6)。

(5) 串岭沟组与下伏常州沟组一同构成二级海侵—海退旋回，常州沟组发育数套潮汐—浅水风暴型“毯状砂体”，沉积环境为潮汐作用与风暴作用共同控制的浅海相砂滩，两者之间沉积环境转变的重要原因是由于构造升降差异造成的^[9]，因而串岭沟组顶界面远较其底界面更具有构造意义。

参加该项工作的还有张长厚副教授、孙恺荪副教授以及孙立新、高颜波、朱迎堂等硕士研究生。

参考文献：

[1] 高振西, 熊永先, 高平. 中国北部震旦纪地层[J] 中国地质学会会志, 1934, 13: 234-288.
[2] 邢裕盛, 高振家, 乔秀夫, 等. 中国上前寒武系[M] 北京: 地质出版社, 1994.
[3] 陈晋镛. 河北省西北部震旦纪与震旦纪古地理[J] 地质知识, 1956, 12: 1-8.
[4] 高振家, 陈克强, 魏家庸, 等. 中国地层辞典[M] 武汉: 中国地质大学出版社, 1994.
[5] 李志忠, 梅冥相. 河北兴隆地区串岭沟组地层格架及障壁岛砂体的发现[J] 现代地质, 1998, 12(增刊): 18-22.
[6] 张长厚, 张生辉, 张新虎, 等. 燕山中段密云—喜峰口中生代斜压断裂系特征和板内造山意义[J] 现代地质, 1998, 12(增刊): 127-136.
[7] G.de Vries. 克莱茵编著, 李思田, 李宝芳, 林畅松, 译. 砂岩沉积模式与能源矿产勘探[M] 北京: 地质出版社, 1989. 52-79.
[8] 梅冥相, 白志达, 孙立新. 河北兴隆地区中元古界常州沟组三组长旋回层序格架[J] 现代地质, 1998, 12(增刊): 10-17.
[9] Annette D George. Tidal sedimentation in part of the Late Silurian Grampians Basin, southeastern Australia[J] Journal of Sedimentary Research, 1994, 864(3): 311-325.

Sedimentary environment and facies model of the Mesoproterozoic Chuanlinggou Formation in the Xinglong area, Hebei

XU De-bin¹, WANG Dun-zhe², BAI Zhi-da¹, MEI Ming-xiang¹, LI Zhi-zhong¹

(1. China University of Geosciences, Beijing 100083, China;

2. Division of Exploration, China New Star Petroleum Corp., Beijing 100082, China)

Abstract: The lithologic association of the Chuanlinggou Formation consists mainly of shales. According to the lithology and lithofacies association, vertical facies sequence and change in thickness, three areas may be distinguished: the northwest area, transitional area and southeast area. The lithologic association of the northwest area is composed mainly of mudstone with thin-bedded fine sandstone 49-62 m thick; that of the transitional area, mudstone and fine sandstone with two beds of medium- to coarse-grained sandstone varying in thickness from 60 to 240 m, with a total thickness of 600 m; that of the southeast area, mainly mudstone-shale >530 m thick. Laterally they interfinger each other and their sedimentary environment belongs to the barrier island-lagoon system of microtidal coastal type (tidal range 0-2 m)

Key words: sedimentary environment; facies model; Chuanlinggou Formation; Xinglong area