

# 辽西北票(金-羊)盆地北票组层序地层及沉积体系特征

刘 淼, 陈井胜, 孙守亮, 李 斌, 杨 帆, 张 涛, 汪 岩, 吴 振  
LIU Miao, CHEN Jingsheng, SUN Shouliang, LI Bin, YANG Fan, ZHANG Tao,  
WANG Yan, WU Zhen

中国地质调查局沈阳地质调查中心, 辽宁 沈阳 110034  
*Shenyang Center of China Geology Survey, Shenyang 110034, Liaoning, China*

**摘要:**为揭示北票(金-羊)盆地内北票组层序地层特征及沉积体系分布规律,应用层序地层学及沉积学理论和方法,综合利用野外露头、剖面等资料,建立了北票(金-羊)盆地北票组的层序地层格架,确定研究区的沉积相类型及分布规律。研究结果表明,北票(金-羊)盆地北票组可划分为2个三级层序,其内部可进一步划分为7个准层序组。在层序内识别出冲积扇、辫状河三角洲、湖泊3个沉积相。明确了沉积相的分布规律,向上形成由冲积扇到辫状河三角洲,再到湖相,最后是辫状河三角洲的沉积体系;平面上呈近北西—南东向展布的沉积体系,整体构成2个水进、水退的沉积体系。古地貌影响了底部冲积扇相沉积物的沉积特征。气候不仅影响了沉积物类型,且和湖平面变化共同控制了沉积物的演化规律。

**关键词:**北票(金-羊)盆地;北票组;层序地层;沉积体系

**中图分类号:**P539.2      **文献标志码:**A      **文章编号:**1671-2552(2018)09-1755-05

**Liu M, Chen J S, Sun S L, Li B, Yang F, Zhang T, Wang Y, Wu Z. Stratigraphic sequence and characteristics of depositional system of the Beipiao Formation in the Beipiao (Jin - Yang) basin , western Liaoning. *Geological Bulletin of China*, 2018, 37(9):1755-1759**

**Abstract:** Sequence-stratigraphic and sedimentologic theories and methods were employed in the study of sequence stratigraphic features and sedimentary system distribution in the Beipiao Formation of the Beipiao (Jin-yang) basin. Based on comprehensive utilization of field outcrop and profile data, the authors established sequence stratigraphic framework and determined the types and distribution of sedimentary facies. The result shows that the formation can be described as two three-order sequences, which can be divided into 7 quasi-sequence sets. Sedimentary facies comprising alluvial fans, braided river deltas and lake deposits were identified in the sequence. Depositional facies vary vertically from alluvial fans to braided river delta and then to lake facies and finally to delta. Horizontally, the facies present themselves as a nearly NW-SE-trending sedimentary system, i.e., a sedimentary sequence comprising water transgression and regression. Paleogeomorphology controlled the sedimentary characteristics of the sediments of alluvial fans and climate affected the types of sediments and controlled the evolution pattern of the sediments in the formation.

**Key words:** Beipiao (Jin-Yang) basin; Beipiao Formation; sequence stratigraphy; depositional system

层序地层学是在20世纪70年代被动大陆边缘盆地海相地层研究基础上提出的<sup>[1]</sup>。自诞生以来对国内外的地质学界产生了深远影响。20世纪80年代层序地层学引入国内后,在指导陆相盆地油气勘查

取得了长足的进步,已成为预测有效岩性储层的理论和手段<sup>[2-3]</sup>。北票(金-羊)盆地内的北票组具有很好的生油前景。沈阳地质调查中心在北票(金-羊)盆地内进行了大量钻井及其他地质工作,对采集到

**收稿日期:**2018-03-10; **修订日期:**2018-06-20

**资助项目:**中国地质调查局项目《辽宁1:5万台吉、他拉皋、七道岭、十二台营子幅区域地质调查》(编号:DD20160048-05)、《内蒙古敖汉旗大黄花地区矿产地质调查》(编号:12120114055501)和《内蒙古1:5万敖汉旗、捣格朗营子、新地、铁匠营子幅区域地质矿产调查》(编号:12120113053400)

**作者简介:**刘淼(1989-),男,硕士,工程师,从事地层学研究工作。E-mail:1171724956@qq.com

**通讯作者:**陈井胜(1983-),男,博士,高级工程师,从事岩石学方面的研究。E-mail:5202268@qq.com

的样品进行测试,证明北票(金-羊)盆地内的北票组具有很好的生油潜力<sup>[4-9]</sup>。前人对北票组工作多集中在烃源岩有机地球化学分析上,很少有人分析北票组的层序形成的控制因素及沉积影响。本文以层序地层学和沉积学理论为基础,充分利用野外第一手资料对北票组的层序地层及沉积体系进行分析,对北票(金-羊)盆地内北票组的沉积体系及演化规律进行系统的研究。

### 1 区域地质背景

北票(金-羊)盆地位于燕辽造山带东部。在地质层与构造区划上属于华北地层区燕山分区辽西小区,为典型的陆内盆地。西北以凌源-北票断裂为界,东止于大柳河沟-新台门中凸起东缘,南止于山海关台拱(图1)。北票组沉积时期北票盆地、金-羊盆地、朝阳盆地原为一个统一的大型湖盆。在晚侏

罗世一早白垩世被北东走向的南天门断裂分割,断裂附近出露中一新元古代、古生代碳酸盐岩及中生代火山岩<sup>[10-14]</sup>。早侏罗世北票(金-羊)盆地受燕山期构造旋回的控制,在兴隆沟组火山喷发后发生差异沉降,经历一次大规模的湖侵。形成了盆地内一套含煤层系,即下侏罗统北票组<sup>[15-17]</sup>。北票组地表露头较少,仅在坤头营子、卧龙村及北票三宝四坑几处零星出露。坤头营子地区的北票组为南天门断裂逆冲抬升的产物,岩性主要为泥岩、粉砂岩及少量不等粒砂岩,产状较陡。卧龙村地区的北票组应为原始沉积,经过风化剥蚀后出露地表,岩性主要为页岩、粉砂岩及细砂岩,顶部可见褶皱。北票三宝四坑地区的北票组为后期构造抬升的产物,地层发生倒转,岩性主要为砂岩、砾岩、粉砂质泥岩等。根据最新的二维地震解译结果,北票(金-羊)盆地的沉积中心在章吉营子一带最厚可达2000m左右<sup>[14]</sup>。

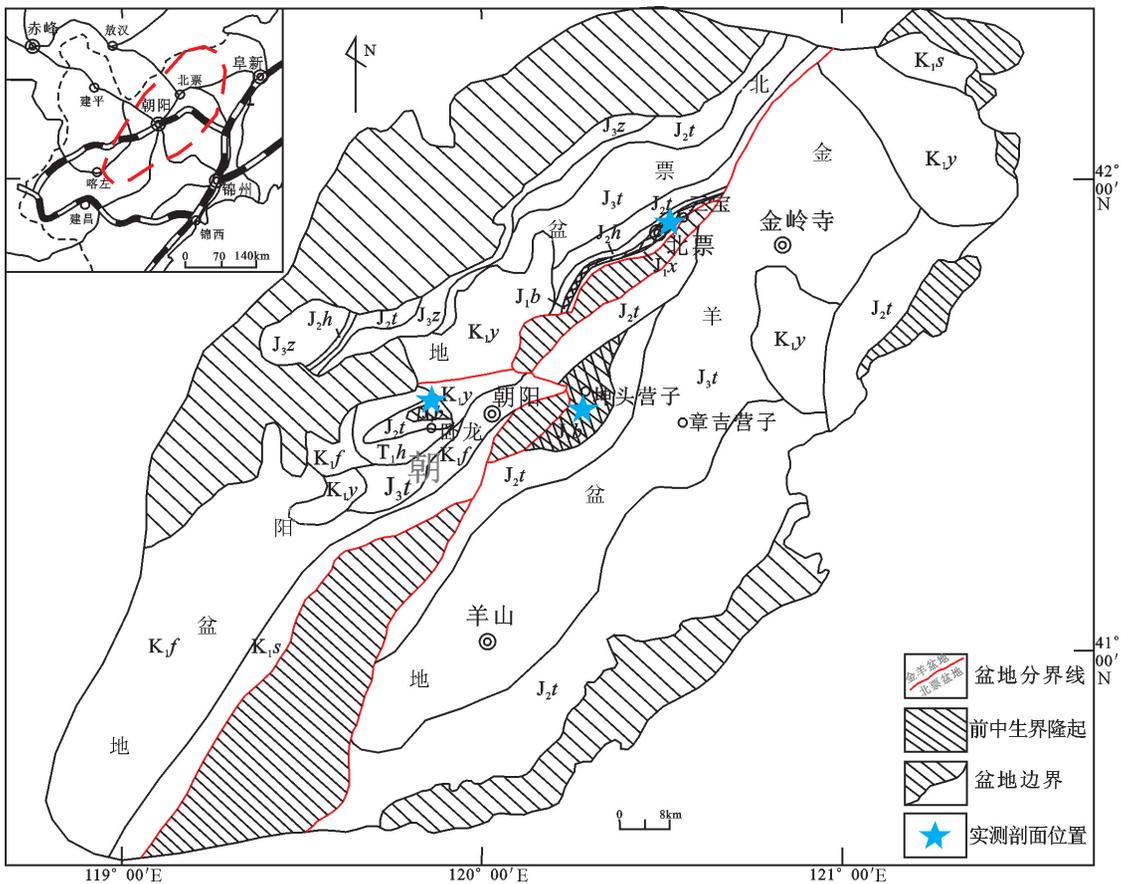


图1 北票(金-羊)盆地地质略图

Fig. 1 Geological sketch map of Beipiao (Jin-Yang) basin

K<sub>1s</sub>—沙海组;K<sub>1f</sub>—九佛堂组;K<sub>1y</sub>—义县组;J<sub>3z</sub>—张家口组;J<sub>2t</sub>—土城子组  
J<sub>2t</sub>—髫髻山组;J<sub>2h</sub>—海房沟组;J<sub>1b</sub>—北票组;J<sub>1x</sub>—兴隆沟组;T<sub>1h</sub>—后富隆山组

## 2 层序地层

### 2.1 层序地层划分及界面特征

一级层序界面是由研究区构造运动形成的<sup>[2-3]</sup>,研究区北票组可识别出 1 个一级层序界面,即海房沟组与北票组的接触界面 SB3(图 2),对应中侏罗统与下侏罗统的角度不整合面,表现为海房沟组的砾岩角度不整合压盖于北票组的复成分砾岩之上。二级层序界面指盆地构造演化的阶段性转化面<sup>[2-3]</sup>,研究区北票组可识别 1 个二级层序界面,即北票组与兴隆沟组的接触界面 SB1(图 2),表现为北票组的复成分砾岩假整合压盖于兴隆沟组的安山质角砾熔岩之上。三级层序界面指不整合面及其对应的整合面所限定的地层单元<sup>[2-3]</sup>。反映了沉积速率与沉降速率的变化,与沉积环境密切相关。研究区的北票组可识别出 1 个三级层序界面,即 PS3 与 PS4 之间的界面 SB2(图 2)。SB2 界面为岩相突变界面,该界面是由盆地内快速沉降形成的区域性水进界面。表现为湖萎缩-三角洲前缘沉积的转变。

准层序指一套成因上有联系的准层序独特叠置样式,是三级层序内部次一级的基准面变化造成的沉积旋回,其边界主要为明显的湖泛面或与之对应的地层界面<sup>[18]</sup>。本次研究将北票组划分为 2 个三级层序,分别为 SQ1、SQ2。在 2 个三级层序内部划分为 7 个准层序(图 2)。第一个三级层序 SQ1 由 PS1、PS2、PS3 三个准层序组成。PS1 层序单元位于北票组底部,是一套退积式准层序组,代表 SQ1 的低水位体系域。其沉积相为冲积扇相,在坤头营子剖面可见完整的扇根、扇中及扇缘。PS2 层序单元是一套退积式准层序组,代表 SQ1 的湖侵体系域。其顶界为一套黄褐色泥岩,是此次湖侵的最大湖泛面。PS3 层序单元是一套进积式准层序组,顶界为三级层序界面,代表 SQ1 的高水位体系域。第二个三级层序 SQ2 由 PS4、PS5、PS6、PS7 四个准层序组成。PS4 层序单元为一套退积式准层序组,代表 SQ2 的低水位体系域,底部为三级层序界面,其沉积相为三角洲前缘相。PS5 层序单元为一套退积式准层序组,代表 SQ2 的湖侵体系域,顶界灰黑色泥岩为最大湖泛面。PS6、PS7 两个层序单元均为进积式准层序组,代表着 SQ2 的高水位体系域。

### 2.2 层序地层格架

对区域内北票组的 3 剖面进行分析,在北票

(金-羊)盆地内的北票组可识别出 2 个三级层序。第一个三级层序 SQ1 内部可见 3 个准层序组,分别代表三级层序 SQ1 的低水位体系域、湖侵体系域及高水位体系域。第二个三级层序 SQ2 内部可见 4 个准层序组,其中 SQ2 的低水位体系域由 1 个准层序组构成,湖侵体系域由 1 个准层序组构成,高水位体系域由 2 个准层序组构成。基本建立了研究区北票组不同次级的层序地层格架(图 2)。

## 3 沉积体系类型及特征

依据野外露头及剖面资料,结合区域构造演化及其他辅助资料,确定北票(金-羊)盆地北票组存在冲积扇、三角洲及湖泊 3 种沉积类型,沉积体系分布受构造、气候及物源的影响。

### 3.1 冲积扇

冲积扇主要形成于构造活动较强烈的地区,一般发育在盆地演化的早期<sup>[19]</sup>。主要分布于北票组的最底部,即 PS1 层序单元,物源主要来自北西侧新太古代的片麻岩及兴隆沟组安山岩。冲积扇沉积可进一步分为扇根、扇中和扇缘。在卧龙及三宝四坑剖面只发育扇根,在坤头营子剖面可见发育完整的冲积扇。岩性主要为黄褐色的复成分砾岩、不等粒砂岩等。杂基含量偏高,分选性、磨圆度差,具有低的结构成熟度和成分成熟度。多以粒序层理和块状层理为主,显示快速搬运沉积的特点。

### 3.2 辫状河三角洲

辫状河三角洲是由辫状河体系前积到停滞水体中形成的富含砂和砾石的三角洲,盆地演化早期或晚期均有可能形成<sup>[20-21]</sup>。主要分布于北票组的中部和顶部,即 PS2、PS4 和 PS7 层序单元。辫状河三角洲沉积包括辫状河三角洲平原、辫状河三角洲前缘及前缘状河三角洲 3 个亚相。由于辫状河三角洲平原在北票组的地表露头中没有显示,前缘三角洲岩性与湖相相近,二者很难区分,因此区内北票组辫状河三角洲相只发育辫状河三角洲前缘一个亚相。辫状河三角洲前缘主要岩性以砾岩和中细粒砂岩为主,均为正韵律沉积。沉积构造以平行层理为主。

### 3.3 湖相

湖相指在湖泊区因地质作用形成的沉积物。是研究区分布最广的沉积类型。研究区湖相沉积主要分布于北票组的中部,即 PS3、PS5 和 PS6 三个层序单元。研究区的湖相沉积可进一步划分为滨

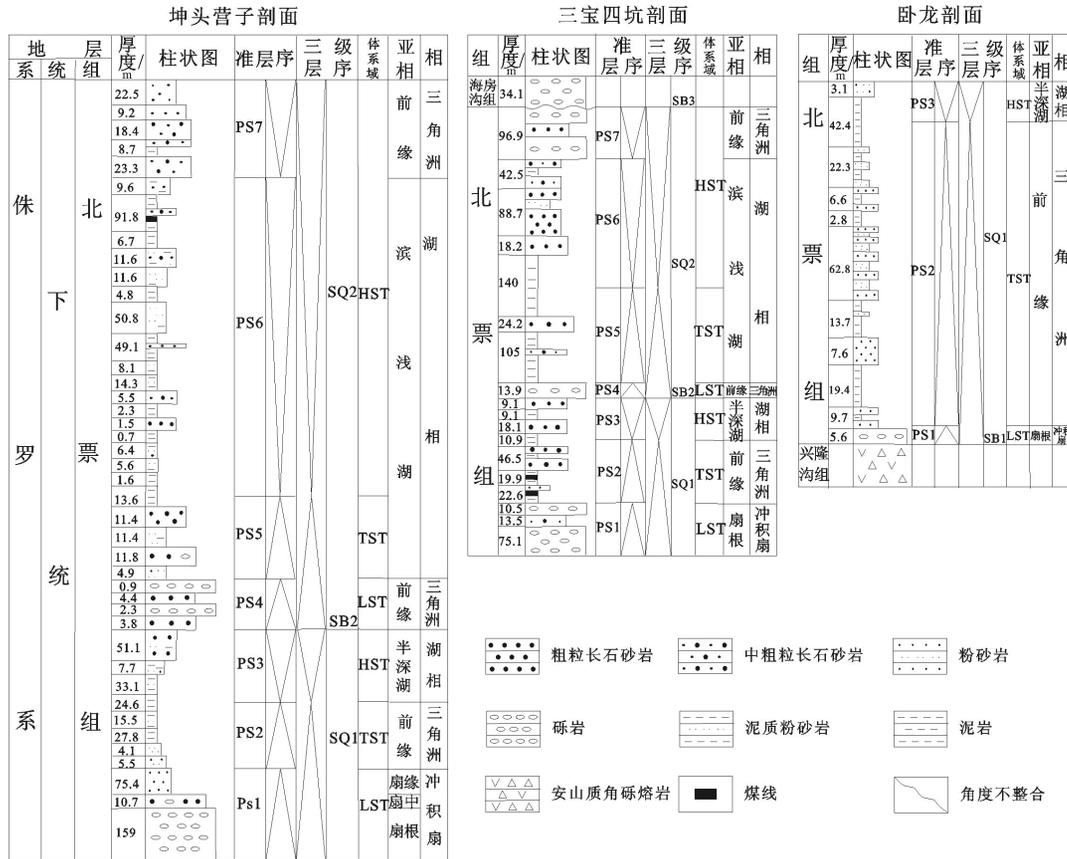


图 2 北票(金-羊)盆地北票组层序划分与沉积相分析

Fig. 2 Sequence classification and deposition analyses of the Beipiao Formation in the Beipiao (Jin-Yang) basin

浅湖亚相和半深湖亚相。滨浅湖亚相指位于湖泊中正常浪基面以上的地带,该环境水体能量较大,形成的沉积物岩性变化较大。研究区滨浅湖亚相主要出露于坤头营子剖面和三宝四坑剖面,即 PS5 和 PS6 两个层序单元,主要岩性为粉砂岩、粉砂质泥岩、不等粒砂岩等,岩性变化较快。沉积构造多以波状层理为主。半深湖亚相多指位于浪基面以下的地带,沉积环境较安静,水体能量较小,形成的岩性多以泥岩和粉砂岩为主。研究区内半深湖亚相主要出露于北票组的底部,即 PS3 层序单元。岩性以泥岩及泥质粉砂岩为主。沉积构造以水平层理为主。

#### 4 沉积体系分布及演化规律

受区域构造活动影响,北票(金-羊)盆地在晚三叠世仍具有南北向挤压的造山作用,形成了本区近东西向的山间盆地格局。到早侏罗世受燕山运

动影响北票组的沉积物源多由北西向提供。垂直方向上形成了冲积扇-半深湖-三角洲-滨浅湖-三角洲沉积,平面上形成北西-南东向展布的沉积体系,整体构成了2个水进、水退的沉积序列。

第一个三级层序 SQ1: PS1 层序单元为北票组底部层位,是一个退积式准层序,构成了 SQ1 的低水位体系域,受到燕山运动的影响,北票组开始接受北西向老地层的物源,形成了一套以砾岩为主的冲积扇沉积体系。PS2 层序单元是一个退积式准层序,构成了 SQ1 的湖侵体系域。在 PS1 沉积单元沉积后,盆地地形相对变缓,发育一套稳定分布的辫状河三角洲沉积体系,此时湖盆从北西向南东开始湖侵。之后由北西向南东方向大规模湖进。PS3 层序单元为一个进积式准层序,构成了 SQ1 的高水位体系域。发育一套稳定分布的半深湖相沉积体系,此时湖盆开始萎缩。

第二个三级层序 SQ2: PS4 层序单元为一个退

积式准层序,构成了SQ2的低水位体系域,发育一套辫状河三角洲沉积体系。此时盆地又开始湖侵。PS5层序单元为一个退积式准层序,构成了SQ2的湖侵体系域。发育一套滨浅湖相沉积,此时湖盆开始扩张。PS6和PS7两个层序单元构成了SQ2的高水位体系域。由一个进积式和一个退积式准层序组成。PS6为滨湖相沉积,此时的湖盆开始萎缩。PS7为辫状河三角洲相沉积,此时的辫状河三角洲沉积与PS2时期的三角洲沉积相比,其分流河道砾石含量高和砾石粒度粗,反映了北票组顶部比底部构造活动强烈。

## 5 结 论

(1)通过对研究区北票组的剖面及其他相关地质资料的综合研究,将北票(金-羊)盆地的北票组划分为2个完整的三级层序,在三级层序内进一步划分出7个准层序组。

(2)综合地质剖面及区域露头情况,在层序格架内进行沉积体系的识别及沉积相的划分,认为北票(金-羊)盆地的北票组发育冲积扇、辫状河三角洲、湖泊3种沉积相类型。进一步划分为多种沉积亚相。

(3)北票(金-羊)盆地的北票组低水位体系域以冲积扇和辫状河三角洲为主,湖侵体系域以辫状河三角洲和湖相沉积为主,高水位体系域以湖相为主。其沉积体系分布受到沉积古地貌、气候及湖平面变化的影响。

**致谢:**感谢中国地质调查局沈阳地质调查中心张立东研究员对本文的大力支持及帮助。

## 参考文献

[1]Vail P R, Mitchum R M J, Thompsons S. Global cycles of relative changes of sea level[J]. AAPG Memoir, 1977, 26: 8-397.  
[2]顾家欲,郭杉程,张兴阳.中国陆相盆地层序地层格架及模式[J].石

油勘探与研发,2005,32(5):11-15.

- [3]陈林,陆永潮,邢凤存,等.鄂尔多斯盆地南部延长组层序地层特征及充填演化模式[J].中南大学学报,2015,46(6):2196-2206.  
[4]孙守亮,李永飞,郜晓勇,等.辽西金羊盆地地下侏罗统北票组页岩气地球化学特征及其成因[J].地质通报,2017,36(4):575-581.  
[5]甄甄,李永飞,郜晓勇,等.金羊盆地SZK01井下侏罗统北票组沉积相及其有机质特征[J].世界地质,2016,35(1):207-215.  
[6]张涛,李永飞,孙守亮,等.辽宁金羊盆地羊D1井油砂地球化学特征及意义[J].地质通报,2017,36(4):582-590.  
[7]李永飞,陈树旺.辽西地区金岭寺-羊山盆地油气资源调查新发现[J].地质通报,2014,33(9):1463-1464.  
[8]何保,李茂丰,刘颖鑫.金岭寺-羊山盆地北票组烃源岩特征[J].中国煤炭地质,2008,20(3):25-27.  
[9]何保,秋萍,张亚明.辽西金羊盆地北票组烃源岩分布及有机质丰度[J].辽宁工程技术大学学报,2006,25(1):24-27.  
[10]周立岱,赵明鹏.辽西金-羊盆地西缘断裂演化历史研究[J].辽宁地质,1999,16(4):249-254.  
[11]闫义,林舸,李自安.辽西北票盆地侏罗系充填序列及对区域构造演化的指示[J].地质学杂志,2002,26(2):151-155.  
[12]闫义,林舸,李自安,等.辽西北票(金-羊)盆地中生代砂岩碎屑组对区域构造演化的响应[J].沉积学报,2003,21(3):441-447.  
[13]王根厚,张长厚,王果胜,等.辽西地区中生代构造格局及其形成演化[J].现代地质,2001,15(1):1-7.  
[14]孙守亮,李永飞,陈树旺.金羊盆地北票组沉积环境及烃源岩有机地球化学特征[J].世界地质,2017,(6):1-4.  
[15]许敏,薛林福,王东坡.辽西地区中生代火山-沉积盆地群特征及成因机制[J].世界地质,1997,16(2):34-38.  
[16]王立君.辽宁省北票煤盆地含煤岩系沉积环境分析[J].科技与企业,2015,(4):118.  
[17]刘训.对中国东部燕山运动的一些认识[J].地质论评,1982,28(5):428-438.  
[18]喻宸,吴胜和,杜文博,等.玉门油田老庙构造带白杨河组层序地层及沉积体系特征[J].石油与天然气地质,2015,36(3):437-446.  
[19]于兴河.碎屑岩系油气储层沉积学(第二版)[M].北京:石油工业出版社,2008:242-263.  
[20]Mcperson J G, Shanmugan G, Moiola R J. Fan-deltas and braid-deltas: varieties of coarse-grained deltas[J].Geological Society of America Bulletin,1987,99(3):331-340.  
[21]卜海,陆正元.湖泊辫状河三角洲特征、储集性及分类[J].沉积与特提斯地质,2000,20(1):78-84.