

根据河道形态和沉积物特征的河流新分类

王随继 任明达

摘要 目前河流分类方案较多,各有所长和不足,不同学科间的河型表述也有一定的差异,不便于相互沟通。在讨论了分别以侵蚀阶段、沉积物搬运方向、河道和河间地的相对沉积速率以及河道平面形态等为标准的代表性河流分类方案的不足之处后,提出一个新的河型分类,把冲积河流分为辫状河、曲流河、分叉河、网状河和直流河五类,以便于沉积学界、地貌学界和水利学界等能够在统一的河型分类的格架中相互借鉴各自的研究成果。

关键词 河道形态 河流 河道间地沉积物特征 河流新分类

中图分类号 P512.2; P931.1 文献标识码 A

A New Classification of Fluvial Rivers According to Channel Planform and Sediment Characteristics

WANG Sui-ji¹ REN Ming-da²

1(Department of Hydraulic and Hydropower Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084)

2(Department of Geography, Rejing University, Beijing 100871)

Abstract

There are many fluvial classifications in the world. Some of them mainly are concerned with the relationship between river process and geotectonic evolution. Some of them are impressed the combination of predominant mode of sediment transport and channel stability. Some of them are classified only according to channel planforms. Some classifications are considered the relative rates of channel and interchannel accumulations, and so on. However, many of the classification schemes have more or less defects. Furthermore, some classifications derived by the research workers of one subject can not applied in other subjects.

Two classification schemes of fluvial rivers derived by Rust^[12] and Qian^[17] according to channel planform are applied widely in the world. The classification scheme derived by Rust^[12] is given extensive attention by many sedimentologists, while the other derived by Qian^[17] is given more attention by many water engineers and geomorphologists. The former includes braided, meandering, anastomosing and straight

fluvial channel patterns and the later includes braided, meandering, anabranching and straight

and the anabranching fluvial rivers are the same river types because the other river types in the two schemes are the same respectively. So, they consider that the two classification schemes are equivalent. More studies indicate that the anastomosing and the anabranching aren't the same channel type.

The definitions and the interchannel subsurface deposits of anastomosing and anabranching channel patterns are compared in detail. The anastomosing river is stable, low bedload, multiple channel systems with low gradient and moderate sinuosity separated by vegetated islands. The anabranching river is alternation of single and double (or multiple) channels in flow orientation. The former banks are very stable. Mud and silt are the main sediments of its interchannels and floodplains and no channel sand bodies exist in these areas. The banks of the later are very stable in the single channel reaches and are unstable in the double (or multiple) channel reaches. Mud and silt are the main sediments in the floodplains of single channel reaches and the upper mud-silt floodplains of double (or multiple) channel reaches. The authors think that the two classification schemes above aren't equivalent because the anastomosing and the anabranching are the different channel patterns. Thus the study achievements of fluvial systems in one field are difficult to be applied in other fields. For the sake of convenience to exchange the achievements in different fields, a new classification scheme of fluvial rivers is needed.

After discussing the imperfection of some representative river classification schemes, a new classification of fluvial rivers is derived according to the planform and stability of channels and the sediment characteristics of interchannels. Fluvial rivers are divided into braided, meandering, anabranching, anastomosing and straight channel patterns in this new classification. The definitions of anastomosing and anabranching rivers are defined above. The definitions of braided, meandering and straight rivers are respectively similar to that of defined by Rust in 1978. The main characteristics of the five fluvial channel patterns are compared in fig. 1 and table 3. The new classification may be applied in fluvial sedimentology, fluvial geomorphology and fluvial hydraulics. It is necessary and useful for the study of fluvial systems.

Key words fluvial channel pattern sediment characteristics fluvial classification

1 引言

河流沉积学的研究首先必须涉及河型的分类问题，尽管从首次提出的河流分类〔1〕以来已经整整有100年的历史了，但河型的划分仍然是很困难的事，所见到的河流分类尽管都各有所长但都有其不足，这在一定程度上阻碍了河流及其沉积学研究的深度；另一方面，不同学科上所划分出的河型之间并非一一对应，从而使得不同学科间难以相互交流各自的研究成果，比如，近年来沉积学界普遍接受了网状河流这一新河型，但在水利学界却没有对应的河型，从而没有关于其水力学特征方面的详细研究；同样，在水利学界和地貌学界普遍接受了分汊河流，但在沉积学界无此河型，从而就缺乏关于该河型沉积学特征的研究。因此，普遍适用于沉积学、水利学和地貌学的河型分类的提出成为必然。下面对有代表性的河型分类作一简略回顾，讨论所涉及

到的有关分类的优点和不足之处，最后，以河流河道的平面形态(弯曲度、辫指数)、

分类中的优点和克服其不足的前提下对冲积河流提出一个新的分类方案。

2 现有主要河型分类的比较评述

2.1 依据侵蚀旋回中不同侵蚀阶段的河型分类

Davis^[1]利用侵蚀旋回发育阶段的不同将河流分为青年期、中年期和老年期等河型，该分类的优点在于，他把河流的类型跟流域地貌演化紧密联系在一起，从一定程度上揭示了河流与古地形的内在联系。不足之处在于，他只是从侵蚀旋回中阐述河流过程，并未注意到河流的沉积作用。另外，他只注意到侵蚀旋回发展中河流由新到老的一维性，没有考虑到地质构造变化所引起的侵蚀区地势高差的增大，从而使河流发生阶段性“年轻化”。这种自然地理分类主要考虑的是河谷形式同地史之间的相互关系，河谷间的相互关系构成了以“河流旋回”著称的地形发育观点的基础。这种理想化的地貌探讨是以假定地形的演变是独立于地质、构造和气候之外为基础的，尽管Cotton^[2]提到了地质构造，但这至多只是河流发育之前古构造的产物，比如，古构造作用形成的褶皱、断裂等，河流发育期间可能的活动构造并未考虑。

2.2 依据沉积物搬运方式的河流分类

Schumm^[3,4]根据河流对沉积物的搬运方式及底负载的百分比将河流分为悬载河道、混载河道、底载河道。Galloway^[5]在考虑底负载的同时还考虑了悬浮负载，他将河流进一步分为：(1)底床负载河流：河道充填沉积物中，底负载 $>11\%$ ，粘土、粉砂含量 $<5\%$ ；(2)混合负载河流：底负载占总负载的 $3\% \sim 11\%$ 。粘土、粉砂含量占 $5\% \sim 20\%$ ；(3)悬浮负载河流：底负载 $<3\%$ ，而粘土、粉砂含量 $>20\%$ 。

表1 据河流的平面形态划分河型的方案举例

Table 1 Some classifications according to river's channel platform

分类者	时 间	河 型 类 别	注
Leopold & Wolman	1957	顺直(或微弯)河，弯曲河，辫状河	
Drury	1969	曲流河道，辫状河道，顺直河道，三角洲分流河道，分汊河道，网状河道和不规则河道	
Miall	1977	曲流河，辫状河，顺直河，网状河	定性分类
Rust	1978	曲流河，辫状河，顺直河，网状河	半定量 化
, P.C.	1980	自由弯曲型，河漫滩多汊型，河床多汊型，顺直型	
Lane和张海燕	1982	弯曲河型，顺直河型，陡坡辫状河型，缓坡辫状河型	
Brice	1983	顺直分汊型，微弯分汊型，微弯边滩型，弯曲渠化型	
沈玉昌，龚国元	1986	单汊河流和复汊河流	
钱宁，张仁，周志德	1987	游荡型，分汊型，弯曲型，顺直型	

这类河型分类方案是对河流搬运方式的系统总结。但其不足之处仍然明显。首

究中存在较大困难，因为在现代河流中很难测量上述搬运方式各自所搬运的沉积物的相对含量，尤其是底负载不易测得。第二，在图解中把不同搬运方式的河道对应于一定的平面形态，但现实中却不总是这样理想。所以这一分类难以实际应用。

2.3 依据河流沉积速率的河型分类

Woolfe^[6]等于1996年提出一个新的分类方案，将河型分为八类，主要考虑了河道和河道间地或河漫滩沉积物堆积的相对速率。其特点是独立于通常为大多数研究者所关注的河道平面形态之外，其所涉及的范围广泛，几乎涵盖所有的冲积体系，包括山地河流、平原河流、三角洲分流河以及水下河道等。但对于古代地质记录来说，人们更关心有堆积地层的河流体系，即为该分类中1区和2区的河流体系，因为这二区对于河道和河道间区都是加积的，可以形成厚层的河流沉积体系，至于那些侵蚀的以及极少保存河道砂岩的区域，则不是沉积学上所期望的。况且，从油储角度来讲，除了要考虑砂体的保存厚度之外，还要考虑砂体的平面形态—展布特征及连通性。因此，以产生大量砂岩沉积物为特征的河道系统的平面形态仍是人们所关注的焦点。在该分类中作者却把几种常见的河型的加积体系都归于1、2区，这不但不使冲积平原区河型的分类趋于简明，反而更趋模糊。该分类模式在阐明现代整个河流系列的加积或侵蚀状况方面不失为一次有益的尝试，但对于以油气勘探开发为目的的河流沉积学来说看不出它有多大贡献。

2.4 依据河道平面形态的分类

依据河道的平面形态对河流的分类是近几十年来的总趋势，从Leopold和Wolman首次提出河道平面形态的概念^[7]以来，国内外涌现出了许多种河流分类方案，一些有代表性的平面形态分类见表1。Drury^[8]根据直接观察现代河流体系提出了第一个完整的河道平面形态分类，他把河流系统划分为八类河道构型：曲流河道，辫状河道，顺直河道，三角洲分流河道，分汊河道(anabranched channel)，网状河道(reticulate channel)和不规则河道等。该分类基本上涉及到常见的河型，是较完整的一个分类，但其局限性也比较明显，比如，这里的“不规则”河道用不着单独提出，因为其他河型也可能呈现出不规则性；相对于“不规则”河道来说，其“网状河道(reticulate)”应该较规则，但自然界的网状河道大多为不规则状，其间的泛滥湿地有大有小；三角洲分流河道作为一类河型不大妥当，因这仅仅依据其处所，与前述河型依据平面形态划分的标准不同，在平面形态上它可以是网状的、分汊的、放射状的，等等。

Brice^[9]根据航测照片最常见的河道平面形态将河流分为弯曲渠化型、弯曲边滩型、微弯分汊型和顺直分汊型。从他对这些河型的描述可见，微弯分汊型和顺直分汊型基本相当于Miall^[10,11]、Rust^[12]分类中辫状河。张海燕^[13]也把它们分别称作“微弯辫状河型”和“顺直辫状河型”。这一分类实际上只揭示了从渠化曲流河向典型辫状河的系列转化，至于Miall^[10]、Rust^[12](表2)划分的网状河和P.C^[14]所划分出的河漫滩多汊型河流以及顺直河流却并未出现在一分类中。因此该分类不是理想的河流分类方案。

表2 依据弯曲度和辫指数的河型分类〔12〕

Table 2 The channel classification according to sinuosity and braiding parameter

(Rust,1978)

< 1.5	单河道低弯度河(直流河)	多河道低弯度河(辫状河)
> 1.5	单河道高弯度河(曲流河)	多河道高弯度河(网状河)

Miall^[10]将河流定性分为辫状河、曲流河、网状河和直流河四类；、Rust^[12]依据弯曲度(河道长度与河谷长度的比值)和辫指数(单位河曲波长范围内砂坝或心滩的数目)半定量地将河道分为与Miall划分的河型名称相同的四类型式(表2)；

P.C^[14]的河型分类中涉及冲积平原区的河型基本与Miall以及Rust的分类相似，虽然对辫状河称作河床分汊河型，对网状河称作河漫滩分汊河型。对于冲积平原区的河流来说，上述三类河型分类方案基本观点相近，优点在于都依据河道平面形态划分出了典型的四种河型，不足之处是将地貌学和水利学界的分汊河流简单地归结在网状河型之中。因为Rust的分类引进弯曲度和辫指数两个半定量参数，似乎更引人注目一些，因此可以作为上述几个分类的代表，但这种形式上的半定量有时会展出它的局限性，比如，加拿大Saskatchewan河下游为网状河，其弯曲度为1.4；Columbia河上游也是网状河，其弯曲度只有1.16^[15]，这岂不是与他的网状河道的弯曲度 > 1.5 相矛盾了吗？也就是说，这一分类把一部分网状河流排除在他所谓的“网状河”之外了；同时，他把网状河流的辫指数定为 > 1 ，显然把一些本来不是网状河型的河流(比如部分分汊河流)又划入他所谓的网状河之内了。

在我国，方宗岱将河流分为江心洲型，弯曲型和摆动型^[16]。这一划分方案中的河型，有的注重河流的流水动力状况(如摆动型)，有的注重河道形态(如弯曲型)，依据的划分标准不统一；沈玉昌、龚国元把河流分为单汊型和复汊型两大类^[16]，其中单汊型又细分为顺直微弯型(曲折率=1.0~1.2)和弯曲型(曲折率=1.2~5.0)；复汊型再细分为两汊型(江心洲型)和复汊型(两汊以上)，这一分类方案以统一的河道形态为标准，但所分出的个别河型还不十分合乎实际，比如其狭义的复汊河型还包含了自然界两种差别极大的河型-河道多汊型河和河漫滩多汊型河，因而上述分类渐渐不为人们所重视。

近年来钱宁^[17, 18]的河型分类在我国水利学界和地貌学界受到广泛的重视。他在吸收了国外分类的精华后，把河流分为游荡型、弯曲型、顺直型和分汊型四类。这一分类与Rust的分类的最大差异在于“分汊河”和“网状河”是否为同一种河型的问题。

3 平面形态分类中网状河和分汊河的分歧

网状河流和分汊河流的特征比较作者在另一篇文章中已有详细讨论，这里，简要讨论一下二者的主要不同之处。

3.1 网状河和分汊河的定义及河道形态比较

以Rust^[12]和钱宁等^[17, 18]分别为代表的河型平面形态分类是目前最为人们所关注的分类，其间的差异主要表现在网状河和分汊河是否为等价的同一河型，如果是同一河型，那么这两种分类完全一致，可以当作同一分类应用；如果不是同一河型，那么其分歧何在？

钱宁^[18]认为，Brice^[9]所命名的“anabranched channel pattern”应该是其分类

中的分汊河。Brice给这一河型的定义为：分汊河流由较单河道更大的江心洲隔开、相

槽。而Rust在其分类中的网状河流基本上继承了Schumm^[19]的定义：网状河流(anastomosing river)是高弯度的多河道系统，河岸以细粒的粉砂—粘土组成，河道稳定难以进行侧向迁移。河道的迁移方式仅仅是河道偶尔冲裂形成新的河道。

英文anabranch是“再流入主流的支流”，显然，Brice所称的分汊河道一般有单河道和分汊河道两种典型地貌单元，二者缺一不可，沈玉昌等^[12]所称的两汊河型(江心洲河型)的英文名称为anabranch(channel pattern)，其他人所称的“江心洲型河流”，也与此相似。网状河道以纵横交叉的多河道为特征，其间发育泛滥湿地。

钱宁把分汊河型和网状河型等价看待^[17, 18]，尽管依据Rust对网状河的定义(多河道、高弯度、辫指数 > 1)，钱宁所称的一部分分汊河(一个河曲波长范围内含有一个以上沙洲的河段)被包含在网状河之中，其余的分汊河未被包括。显然，从定义来看二者的内涵和外延是不相同的；从河道形态来看，网状河流以多河道为特征，分汊河流以单河道和汊河道交替为特征。因此不能将这两类河型等同看待。

3.2 网状河和分汊河的河岸和河间地沉积物特征比较

分汊河的河岸为上层较薄的粉砂—粘土和下层较厚的砂质物组成的二元结构，江心洲以及河漫滩也是二元结构，其下层的砂质沉积物与河道砂体为一个连通的整体^[18]；而网状河的河岸主要由粉砂—粘土等细颗粒物组成，没有或有极少的砂质沉积物，可称作细粒一元结构，同时，河漫滩及河间地基本由细粒泥质沉积物组成，如果不考虑局部河道决口产生的决口扇和决口河道砂体的话，它们也是一元结构，哥伦比亚网状河哈罗盖特附近河谷横剖面^[15]就是很好的实例。显然，从沉积物特征来看，分汊河和网状河也有很大的不同。

可见，上面所讨论的分汊河和网河是彼此有一部分重叠的不同河型。

4 依据河流平面形态和沉积物特征的河型新分类

通过前面的讨论发现，对河流更进一步的详细分类已十分必要，除了在考虑平面形态这一重要的标志外，还要考虑河流的沉积物特征以及其他不可忽略的标志，这样，对现有的一些比较模糊的河型可以使之更具体化，更符合实际。这既是以生产为目的的河流储层沉积学家的需要，也是以防护水患、治理河流为目的的水利学家和地貌学家的共同需要。

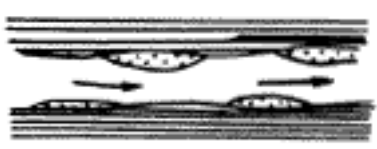


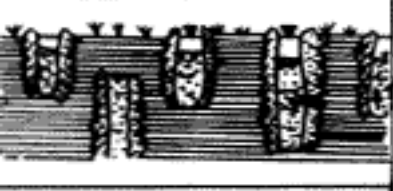

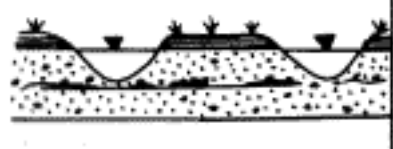

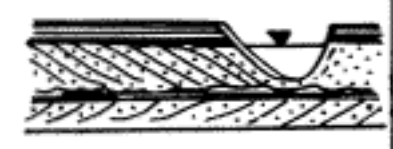
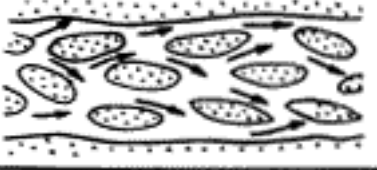
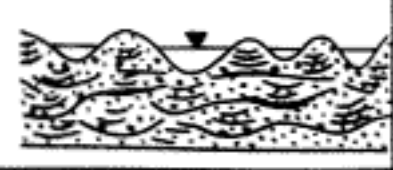
下面，参考分别以Rust^[12]和钱宁等^[17, 18]为代表的河流分类，对河型的划分作一些修改，使之更有助于实际应用。重点考虑的因素列入表3中，将河流分为辫状河(braided river)、曲流河(meandering river)、分汊河(anabranch river)、网状河(anastomosing river)和直流河(straight river)。各类河型的河道型式和沉积物特征的图示见图1。虽然，这里的分汊河流和网状河流仍然沿用了原来就有的英文名称，但从它们的新定义看(表3)显然与以前的有明显不同之处。

表3 根据河道形态和河间地沉积物特征的冲积河流的新分类

Table 3 The new classification according to channel pattern and sediment characteristics in interchannel lands

河型	辫状河 (r)	(meandering river)	(anabranching river)	(anastomosing river)	直流河 (straight river)
定义	弯曲度通常小于1.5且具有一系列可迁移的河道砂坝的多河道系统	弯曲度通常大于1.3的单河道系统	弯曲度通常大于1.3的单河道和分汊河道交替分布的较稳定的河道系统	弯曲度变化较大的具有一系列泥质为主的河间湿地的稳定多河道系统	形态顺直的较为稳定的单河道系统
河道比降	最大	中~小	中~小	很小	很小
河道平面形态	河道围绕各种河道砂坝紧密交织、呈辫状	单河道呈弯曲形态，点坝发育	单河道和分汊河道(以两汊为主)不规则交替	河道围绕许多大型泥质河间湿地呈网状	顺直河道
河道断面特征	被砂质冲积物隔开的宽深不一的多个河道	不对称的V字形河道	单河道呈不对称V型，分汊处为W字型	被泥质冲积物隔开的多个U字形河道	较对称的U字型河道
沉积物特征	河岸为泥质极少砂质占优的二元结构；河间砂坝近似一元砂质结构	上部泥质、下部砂质的二元结构，凹岸冲刷，凸岸堆积	河岸和江心洲为上部泥质、下部砂质的二元结构；单河道河岸常有节点	河岸及河间湿地砂质极少，沉积物呈现粉砂-泥质构成的一元细粒结构	河岸沉积物为牢固的一元结构
河岸的抗冲性	差，植被少	中，植被较少	中，植被发育	强，植被茂密	强，植被茂密

<p>分 区 域 及 构 造</p>	<p>一般在山前冲积扇的下游地区，上游区构造区域抬升</p>	<p>一般在冲积河流的中下游，区域构造相对稳定</p>	<p>一般在冲积河流的中下游，构造稳定或向沉降区过渡</p>	<p>一般在冲积河流的中下游，为构造持续均匀沉降带</p>	<p>分布部位变化较大</p>
<p>特 征</p> <p>古 代 河 流 沉 积 物 中 不 同 河 型 河 道</p> <p>砂 体 鉴 别</p>	<p>河道砂体呈席状，宽厚比很大，以槽状交错层理为主</p>	<p>河道砂体呈席状，点坝沉积十分发育，以丰富的侧积交错层理为特征</p>	<p>河道砂体呈带状和席状的交替分布，槽状及侧积交错层理发育</p>	<p>河道坝体以多个不规则带状为特征，宽厚比很小，侧积层理不发育</p>	<p>河道砂体以单个较顺直的带状体为特征，宽厚比很小</p>

河型	河道类型	河道比降	弯曲度	河床结构	河岸特征	河道平面形态	地层典型横剖面
直流河 straight river	单河道	变化较大	1~1.3	一元细粒构造	强 (粘土及茂密植被)		
网状河 anastomosing river	多河道	0.1%~0.01% 多见	1~2.5	一元细粒构造	强 (粘土及茂密植被)		
分汊河 anabranching river	单、多道交替	通常>0.02%	>1.3	细粗二元结构	较强 (粘土节点、植被)		
曲流河 meandering river	单河道	平均约0.3%	>1.3	细粗二元结构	中等 (细粗、植被)		
辫流河 braided river	多河道	通常>0.5%	<1.5	一元粗粒结构	差 (粗粒无植被)		

举例
黄河、永定河下游, 钱塘江河口段, 挪威 Tana 河, 南亚 Brahmaputra 河 南美 Rio Segundo 河、美国 Loup 河、 Matte 河, 加拿大 Red Deer 河
荆江、渭河下游、北洛河、南运河、 汉水中下游, Hernad 河(匈牙利) Mississippi 河中游(美国), Beaton 河(加拿大, 元江, 辽河、
长江中下游, 黑龙江, 赣江, 湘江, 松花江, 非洲 Niger 河, Benue 河
松花江汇口处黑龙江网状河段、 松花江松滋河, 珠江(广东段) 加拿大 Saskatchewan 河下游、 Columbia 河上游, Alexandra 网状 河段, 澳大利亚 Cooper 溪, 等
Macleannan 河口段(新西兰) Mississippi 河下游(美国)

图1 根据河道形态及沉积物特征的河流新分类

Fig.1 Diagram of the new classification of rivers according to channel pattern and sediment characteristics in interchannel lands

该分类对网状河(anastomosing river)和分汊河(anabranching channel pattern)作了明确定义,指出它们各自所适用的范围,这就有可能结束不同学科之间十多年来将二者不加区别地当作同一河型的状况,从而有利于河流沉积学的发展。

根据这一河型新分类,可以对古代河流沉积体系做出河型判别。辫状河流体系的河道砂体呈席状,宽厚比相当大,沉积构造以发育了丰富的大型及中、小型槽状交错层理为特征,砂体的粒度普遍偏粗。曲流河沉积体系的河道砂体呈席状,点坝作为河道砂体的主要沉积微相,其中具有特征的侧积交错层理,此外,废弃河道形成的弧形泥质充填沉积也是它的主要标志性特征。分汊河流沉积体系的河道砂体呈现宽厚比较小的带状砂体和宽厚比较大的席状砂体的交替分布,在带状砂体中槽状交错层理比较发育,极少见侧积层理;在席状砂体中除了槽状、板状等交错层理之外,还可见侧积交错层理。网状河流沉积体系中的河道砂体是宽厚比很小的网状连通的带状砂体,侧积交错层理不发育。直流河沉积体系中河道砂体以比较顺直的宽厚比很小的带状砂体为特征。上述沉积构造特征和河道砂体的区域展布特征如果能够和Miall〔20〕创立的三

维剖面上结构单元分析法相结合则效果将会更好。

第一作者简介 王随继 男 1966年出生 博士后 沉积学 地貌学与第四纪地质专业

作者单位：王随继(清华大学水利水电工程系 北京 100084)
任明达(北京大学城市与环境学系 北京 100871)

参考文献

- [1] Davis W M.The geographical cycle [J] .Geogr.J.,1899,14:481 ~ 504
- [2] Cotton C A.The geomorphology of New Zealand [A] .Part 1-Systematic:An introduction to the study of landforms [C] .New Zealand Board of Science and Art, Wellington,Manul Number 3.1922
- [3] Schumm S A.A tentative classification of alluvial river channels [M] . Circular 477, United States Geological Survey.1963.477
- [4] Schumm S A.The fluvial system [M] ,John Wiley & Sons,New York,1977.338
- [5] Galloway W E.Catahoula Formation of the Texas Coastal Plain:deposition al systema.composition,structural development,groundwater flow,history,and uranium distribution [C] .University of Texas,Bur.Econ.Geol.,Rept.Inv.No87,Austin,Tex ,1977.59
- [6] Woolfe K J , Balzary J R.Fields in the spectrum of channel style [J] ,Sedimentology,1996,43:797 ~ 805
- [7] Leopold L B,Wolman M G.River channel patterns,braided,meandering and s traight [R] ,U.S.Geol.Surv.Paper.282-B.1957
- [8] Drury G H.Relation on morphology to runoff frequency [A] .In:Chorley R J,ed. Water Soil and Man,Methuen,London.1969.418 ~ 430
- [9] Birce J C.Planform properties of meandering river,River Meandering,Proceedings of the October [R] 1983.Rivers"83 Conference",ASCE,New Orleans. Louisiana.1983.1 ~ 15
- [10] Miall A D.A review of the braided river depositional environment [J] ,Earth Science Reviews.1997,13:1 ~ 62
- [11] Miall A D.The geology of fluvial deposits(Sedimentary facies.Basin analysis,and Petroleum geology) [M] ,Springer.1996.565
- [12] Rust B R.A classification of alluvial channel systems [A] ,In:Miall A.D ed. Fluvial sedimentology [C] . Can.Soc.Petrol.Geol.Mem.5 1978.187 ~ 198
- [13] 张海燕著.方铎,曹叔尤译.河流演变工程学 [M] .北京:科学出版社,1990.3 04
- [14] P C.O [J] , AH CCCP , 1980,(1) : 3 ~ 16
- [15] Smith D G.Anatomosed fluvial deposits:modern examples from western Canada [A] ,In:Collinson J D . Lewin J,eds.Modern and ancient fluvial systems [R] .Spec.Publs. Int.Ass. SEDIMENTS.Blackwell,London.1983.155 ~ 168
- [16] 沈玉昌,龚国元.河流地貌学概论 [M] .北京:科学出版社,1986.76
- [17] 钱宁.关于河流分类及成因问题的讨论 [J] .地理学报,1985,40(1):1 ~ 10

[ZK)]

[19] Schumm S A. Speculation concerning paleohydrologic controls of terrestrial sedimentation [J] . Geol. Soc Am. Bull., 1968, 79: 1 573 ~ 1 588

[20] Miall A D. Architectural-element analysis: a new method of facies applied to fluvial deposits [J] . Earth Sci , Rev., 1985, 22: 261 ~ 308

收稿日期：1998-03-04 收修改稿日期：1998-05-12