



河流弯道演变与转化

的 试 验 研 究

Research on Evolution and Transform
of Meandering River

张俊勇 陈 立 / 著

学林出版社

本书由国家自然科学基金青年科学基金资助出版，项目编号：51209135

河流弯道演变与转化

的 试 验 研 究

Research on Evolution and Transform
of Meandering River

张俊勇 陈 立 / 著

学林出版社

图书在版编目(CIP)数据

河流弯道演变与转化的试验研究 / 张俊勇, 陈立著.
—上海: 学林出版社, 2014. 8

ISBN 978 - 7 - 5486 - 0740 - 3

I. ①河… II. ①张… ②陈… III. ①河道演变—试验研究 IV. ①TV147

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 144133 号

河流弯道演变与转化的试验研究



著 者——张俊勇 陈立

责任编辑——王婷玉

封面设计——周剑峰

出 版——上海世纪出版股份有限公司 学林出版社
地 址: 上海钦州南路 81 号 电话/传真: 64515005

发 行——上海世纪出版股份有限公司发行中心
地 址: 上海福建中路 193 号 网址: www.ewen.cc

排 版——南京展望文化发展有限公司

印 刷——上海展强印刷有限公司

开 本——710×1020 1/16

印 张——14

字 数——23 万

版 次——2014 年 8 月第 1 版
2014 年 8 月第 1 次印刷

书 号——ISBN 978 - 7 - 5486 - 0740 - 3/T · 1

定 价——32.00 元

(如发生印刷、装订质量问题,读者可向工厂调换。)

PREFACE 序

人类发展历史与河流密切相关。河流给人们带来了鱼米之利、舟楫之便，无数城市的兴衰都与河流密切相关，泰晤士河之于伦敦，塞纳河之于巴黎，长江之于上海、重庆、武汉，珠江之于广州……河流的泛滥也给人们带来了无尽的灾难，如黄河的治理，千百年来一直是我国历朝历代的重中之重，不客气地说，中国的工程史，很大程度上就是一部治河史。而随着人类社会的发展和认识自然、改造自然的力度不断提高，对河流治理、改造的要求也越来越高，防洪、灌溉、取水、航运、生态都对河流提出了更高的要求，防洪需要稳定的河势，而航运和取水除了大的河势需要稳定，还需要深泓的稳定，甚至于对水深提出了更高的要求。一切的需求、治理，都有赖于对河流自身发展、变化规律的认识和把握。

自然河流，千姿百态。正如世上没有两片一模一样的叶子，世上也不存在一模一样的河流；甚至同一条河流，也在时时刻刻发生变化。无论是弯曲、分汊、顺直、辫状，河流形态的多样，既是一个过程，在某种程度上，也是河流自身特性与边界条件协调过程的必然结果；其形态的形成和发展，既有一定的偶然性，更是一种受制于内、外两大因素的必然结果。因此，河流形态或者说河型研究，一向是河流动力学、河流演变学中的一项重要内容。

以往的研究往往着重于河型的分类，如最广泛的顺直、弯曲、分汊、游荡四种河型的划分，并分别研究其演变规律。本书角度稍有不同，主要从形态的角度出发，立足于水流弯曲特性，开展了研究。其基本认识就是：只要水流有弯曲，就有一定程度的弯曲河道水沙特性；只是有的河段能稳定存在，发育成了较典型的弯道；有的过程中虽发育了弯道但由于边界的不稳定，而发育成不稳

定的辫状河流或游荡河流;有的边界条件比较特殊,发展成了江心洲或江心岛发育的分汊河流,极端情况就是地质构造作用和水流造床作用同时高度显现的山区河流;还有的弯曲特性甚至在现象上几乎湮没在水沙大环境中,如涨落潮流高度发育的河口弯道。从这个意义上讲,本书研究的弯道演变与转化,其内涵和外延与传统的弯道是略有不同的。

本书除绪论外,主要包括三大篇:(1)天然河流篇,主要以天然河流实测资料为基础,分别介绍本人对山区弯道、冲积平原弯道以及河口弯道形态及演变的一些分析、理解和体会;(2)水槽模拟篇,主要介绍笔者进行的水槽试验的一些研究成果;(3)数值模拟篇,主要介绍作者对河型发育在数学模型尤其是元胞自动模型研究方面的一些探索。

从很小的时候开始,就特别崇拜能够著书立说的人。漫长的求学过程中,拜读了无数先贤的著作,在学习真知灼见的同时,也对专著充满了仰慕和崇拜,甚至有神秘感和距离感。从这个意义上讲,今天本书的斗胆出版,是一个挑战和提高。个人理解,既是一个自我总结,将多年来成熟和不成熟的认识结集与同仁分享和交流的尝试;更是一个自我加压、自我鞭策,以行动来促进自己不断学习、不断提高的过程。

本书是笔者多年来在导师指导下研究成果的结集,陈立教授也是本书的第二作者。长江口航道管理局和上海河口海岸科学研究中心的领导和同事,一直给予了大力的关心和支持,在此一并致谢。最要感谢的是我的家人,尤其是四岁的儿子张钺,他永远是我最大的动力源泉。

张俊勇

2014年5月,上海浦东

CONTENTS 目 录

第 1 章 绪论 / 1

- 1.1 概述 / 1
- 1.2 河型成因 / 2
- 1.3 河型转化 / 4
- 1.4 河流弯道的形态与演变 / 13
- 1.5 本书的主要研究内容和思路 / 14

第一篇 天然河流篇

第 2 章 平原河流弯道形态与演变 / 19

- 2.1 平原河流的一般特征 / 19
- 2.2 平原河流弯道的一般特性 / 20
- 2.3 平原河流的合理弯道形态——以汉江中下游为例 / 22
- 2.4 结论与小结 / 30

第 3 章 山区河流弯道形态与演变 / 31

- 3.1 山区河流的基本特点 / 31
- 3.2 山区河流弯道的形态与演变 / 33
- 3.3 结论与小结 / 35

第4章 河口弯道形态及演变 / 36

- 4.1 河口弯道的定义 / 36
- 4.2 河口区水流泥沙特点 / 37
- 4.3 河口弯道特性研究 / 39
- 4.4 河口弯道的应用实例——北港航道治理规划方案研究 / 47
- 4.5 结论与小结 / 54

第二篇 水槽模拟篇

第5章 水库下游河流再造床的现象和机理 / 57

- 5.1 概述 / 57
- 5.2 水库下游再造床的促因：水沙条件的变化、河道比降的调整 / 60
- 5.3 水库下游河流再造床的过程和结果 / 66
- 5.4 结论与小结 / 78

第6章 试验简介及时效研究 / 80

- 6.1 试验简介 / 80
- 6.2 试验方案及组次 / 84
- 6.3 河流自然模型时效的研究 / 89
- 6.4 结论与小结 / 98

第7章 河流再造床河型过程的试验研究 / 100

- 7.1 概述 / 100
- 7.2 试验河流的一般发育过程 / 101
- 7.3 不同流量过程下的河型过程和结果 / 107
- 7.4 入流角存在时的河型过程与结果 / 114
- 7.5 结论与小结 / 121

第 8 章 河流再造床河型结果的试验研究 / 122

- 8.1 概述 / 122
- 8.2 试验河道一般发育结果 / 124
- 8.3 不同纵向边界条件下的河型结果 / 128
- 8.4 不同来沙条件下的河型结果 / 134
- 8.5 不同初始河槽形态下的河型结果 / 137
- 8.6 关于河型成因的讨论 / 139
- 8.7 结论与小结 / 142

第 9 章 河流再造床过程时空演替现象的试验研究 / 143

- 9.1 概述 / 143
- 9.2 水库下游再造床过程中的时空演替现象 / 144
- 9.3 河流再造床时空演替现象的水槽试验研究 / 151
- 9.4 时空演替的应用前景及其统一的数学模式 / 157
- 9.5 结论与小结 / 160

第三篇 数值模拟篇**第 10 章 水系形成与发展的元胞自动机模型 / 165**

- 10.1 概述 / 165
- 10.2 元胞自动机简介 / 168
- 10.3 水系形成的元胞自动机模拟 / 173
- 10.4 水系发展的元胞自动机模拟 / 180
- 10.5 结论与小结 / 184

第 11 章 河型元胞自动机模拟的初步研究 / 185

- 11.1 概述 / 185
- 11.2 A. B. Murray 模型和 R. Thomas 模型简介 / 186

4 河流弯道演变与转化的试验研究

11.3 河型二维数学模型的建立 / 189

11.4 河型三维曲流数学模型的初步研究 / 194

11.5 结论与小结 / 197

参考文献 / 198

第1章

绪论

1.1 概述

人类文明与河流息息相关。四大文明古国分别诞生在土地肥沃、灌溉便利的尼罗河流域、两河流域、恒河流域和黄河流域。河流给人们带来了灌溉之利、舟楫之便,同时洪水的泛滥也给人们带来了无穷无尽的灾难。伴随人类发展史的,就是一部认识河流、适应河流和改造河流的历史。随着社会的进步、科技的发展,人们对河流不断改造,对河流工程中的问题也在不断认识研究之中。

其中河流的形态与演变是河流工程学的重点和基础,也是河流影响人类感官的最基本的要素。千姿百态的河流形态给人类无数震撼,“三十年河东、三十年河西”则是对河流动荡不定的生动描述。

河型即按河道的不同形态和性质分类是河床演变学的一个基本问题。目前在西方国家应用较广的河型分类方法是 Leopold 的方法^[1],把河流分为弯曲、辫状、顺直三类,这一分类虽比较简单,有其一定的优越性,但同样是辫状河流,长江中下游和黄河下游表现了不同的演变特征,这两类河流实质上是两类不同的河型。Lane 和张海燕在 Leopold 的基础上进一步把辫状河流分为陡坡辫状和缓坡辫状,较好地体现前述两类河流的区别^[2]。

方宗岱^[3]引入水文、泥沙的特性作为河型分类的指标,按照河道平面外形的不同将河流分为弯曲、江心洲和摆动三类。罗辛斯基和库兹明^[4]从河床边界组成结构与力学性质的差异划分河型,根据河岸与河床的相对可动性的大小,将河型分为周期展宽型、弯曲型和游荡型三种。林秉坤^[5]汲取了罗辛斯基等分类法的优点,从地质地貌途径划分河型,提出了划分河型的三个原则,把

河型分为三个类(顺直微弯、河曲、分汊河床)和四个亚类。尹国康从河床自动调整的机理出发,根据河床形态、成因和演变规律,划分了河型的转化模式。Schumm 提出了两种划分河型的方法。一种把平原的稳定冲积河流,按其形态,用曲率作分类指标划分^[6];另一种是冲积河床的划分,根据泥沙输移的方式划分^[7]。

我国现在通常将河流分为四类^[8, 9],按平面形态或运动形式分别为:顺直型或边滩平移型,弯曲型或蜿蜒型,分汊型或交替消长型,散乱型或游荡型。这一分类符合我国河流的现实,因而得到了广泛的应用(表 1-1)。

表 1-1 武汉水利电力学院河型分类

平面形态	演变过程	主 要 特 点
顺直型	边滩平移型	中水河槽顺直,边滩呈犬牙交错分布,并在洪水期向下游平移
弯曲型	蜿蜒型	中水河槽具有弯曲外形,深槽紧靠凹岸,边滩依附凸岸,凹岸冲蚀,凸岸淤长,河身在无约束条件下向下游蜿蜒蛇行,有约束条件下平面形态基本不变
分汊型	交替消长型	中水河槽分汊,一般为双汊,也有多汊的,各汊道周期性交替消长
散乱型	游荡型	中水河槽河身宽浅,沙滩密布,汊道纵横,并且变化十分迅速

1.2 河型成因

1.2.1 顺直河型

天然河流中,顺直河流(河长超过河宽 10 倍以上)非常罕见。在许多河型分类体系中,顺直河流都被当作一种典型的河流,也有人认为顺直河流是河型转化过程中暂时的过渡形态^[10]。

Schumm 在其地貌界限假说中对顺直河流进行了讨论,该假说把顺直河流的成因归结为河道比降小于某一临界比降,并通过试验塑造了顺直河流^[11]。这一观点因未注意河道边界条件、来水来沙条件等因素的影响而具有很大的局限性;而 Schumm 关于顺直河流的试验也因为试验时间过短而被广泛地质疑。

Einstein^[12]研究了顺直河道的环流,认为其由弯道环流和次生环流两个环流构成。Parker^[13,14]曾对河岸处于冲淤平衡条件下的砂-粉砂质河床和砾质河床可动性及其自然形成的顺直河流的特性进行了研究。倪晋仁^[15,16]通过试验研究认为:顺直河流是冲积河流在一定条件下或一定发展过程中暂时存在的形态,是一种难以长期稳定存在的形态;在可动边界条件下,顺直河流是不稳定的。

1.2.2 弯曲河型

弯曲河流在世界上分布很广,也得到了较为普遍的研究。早在1908年,O. Fargue 根据在法国加隆河上长期的观察结果,提出了河湾的五大基本定律,长期以来一直为从事航道整治的人奉为指南。

1945年,美国学者 Friedkin J. F.^[17]开始比较系统地在试验室内塑造弯曲河道,但 Friedkin 的结果被普遍认为是深泓弯曲而非真正的弯曲河流。1963年唐日长利用在边滩上植草^[18],1965年尹学良利用在水中加黏土的方法^[19],都成功地塑造了弯曲型河道。他们的试验建立在一系列调查统计的基础上,认为曲流形成的重要条件是河床组成为二元结构。1971年 Schumm^[20]以类似尹学良的方法,通过改变河道比降,获得了顺直—弯曲—游荡河型的转变,并进而提出了地貌界限假说。

洪笑天^[21]通过试验研究,进一步指出曲流形成的内在条件和外在条件:后者包括原始河谷形态、流量变幅和频率的变化、河床中泥沙运动特性及侵蚀基准面的变化等。金德生^[22]建立了一个过程响应模型,认为河床的边界条件,特别是河漫滩的物质结构和组成对曲流的发育有极大的影响。Smith^[23]采用了高岭土、玉米粉、岩粉等物质混合构成不同的试验沙体,在较小的试验水槽中塑造了弯曲度很大的曲流。陈立^[24]通过试验研究,认为入流角是曲流形成的一个诱因。

1.2.3 游荡河型

游荡河型,国外常归为辫状河型(braided river),也是自然界较为多见的一种河型。我国黄河下游就属于典型的游荡河型,在多年来研究以黄河为代表的游荡河流中,众多学者取得引人瞩目的成就。钱宁曾对以黄河下游为代表的游荡河流进行了细致的研究,提出以游荡指标来反映游荡河型河流的摆

动强度,以区别游荡型与非游荡型河流^[25]。

在研究河型的水槽模型试验中,游荡河型远较弯曲河型容易塑造, Schumm^[26]认为游荡(辫状)河流形成是由于比降偏大($J > J_0$),倪晋仁^[15]认为水沙条件能影响游荡河型和弯曲河型的形成,洪笑天^[21]认为在松散沙体中,只能形成游荡河型。

Schumm^[26]和 Ferguson^[27]认为与弯曲、顺直河流相比,辫状河型的形成与更陡的比降、更多的来沙、更大的推移质输沙率和无黏性的河床组成有关。Ashmore^[28, 29]通过试验研究和实测数据分析,认为辫状河流的形态与河流变化的推移质输沙量有关;并通过试验数据,建立了推移质产量和水力因子之间关系的泥沙输移经验公式。Warburton^[30]在研究辫状河流的动力学过程中也得到类似的结论。

1.2.4 分汊河型

国外普遍不认为分汊河型是一个独立的河型,而更多地将其归结为辫状河型中的一种。鉴于我国长江中下游河段的特殊性及其演变规律的特殊,我国学者更多地将分汊河流从辫状河流中分离出来研究。

尤联元^[31]、罗海超^[32]认为分汊河道的形成与普遍存在局部特殊边界(节点)有关,在研究长江中下游的分汊河道时,余文畴^[33]认为由来水来沙条件决定的河道水力和输移特性是该河段汊道形成的内部原因,倪晋仁^[15]通过试验分析,认为对于边界组成均匀的模型小河,不可能塑造出稳定的分汊河道;比较弯曲和江心洲河段水流条件、河床形态等方面的相似性,认为江心洲河型可看作弯曲河型的一个亚类,两者主要不同体现在江心洲型河段对水沙条件变幅的要求较小、更易受局部边界影响。

1.3 河型转化

1.3.1 河流再造床

河流形态往往取决于两个过程:河流形成过程以及河流再造床过程。前者是一次性的,往往发生于河流形成之初的地质历史时期;河流再造床才是人类相关活动关注的重点,其定义为:“天然河流是一个系统,当环境或系统中某

个因子发生变化时,河流将发生重新调整,以适应新的环境,建立新的平衡,这个调整过程就是河流再造床。”人类的活动尤其是大中型水利枢纽的兴建往往会改变河流系统的环境,从而引起了河流的再造床^[34]。

河流再造床常见的促因有:

水库:水库的兴建是人类文明的标志之一。早在几千年前,古埃及和古巴比伦人就尝试修建简单的水库,抬高水位,用于灌溉、取水和提供水流动力。到20世纪初,建筑大坝几乎成了经济发展和社会进步的同义词,被视为现代化和人类控制、利用自然资源能力的象征,各国水坝建设风起云涌。水库的兴建,一方面抬高了上游水位,改变了上游河道的侵蚀基面,引起了上游河流的再造床;另一方面,改变了下泄的水沙条件,促发了下游河流的再造床。

大型引水、调水:由于水资源和水需求在空间上的不均衡,人们兴建了大量的引水、调水工程,实现了水资源的重新分配。如引水灌溉是农业发展的一个重要前提,早在两千年前我国就兴建了都江堰、郑国渠等大型引水工程,促进了当地经济生产的发展。跨流域长距离大规模的调水则是上个世纪才开始实施的新事物,如美国南加州的调水工程,主干道长达660英里,主干道1973年基本竣工,前后历时13年,极大地促进了以洛杉矶为中心的南加州的发展。近年来,随着我国北方水资源短缺进一步加剧,南水北调工程也加快了实施的进度。大型引水调水工程,引起了调水和受水流域的径流变化,导致了双方的再造床过程。

治河工程:为了兴修水利、防治水害,人们通过一系列的工程措施对天然河流进行人工整治,如护滩、护岸、丁坝、潜坝、人工裁弯等。甚至有的河流被人工渠化。治河工程,改变了河流原有的运动形态和规律,导致了河流的再造床。

围垦造地:宽广肥沃的河漫滩、湖泊、湿地等一直是人类生存生产的重要场所。随着人口压力的增大,人类不断向河滩、向湖泊、向湿地争地。在加剧洪水威胁和生态危害的同时,限制河流的自由发展,也促进了河流的再造床过程。

沙石开采:由于经济发展对沙石骨料的需求,大规模的沙石开采成为了国内河流的一大“景观”。无序的采沙采矿往往会破坏河势,恶化水流流态,危及航道安全。沙石开采改变了局部地形和流态,也会导致河流的再造床。

河流再造床的过程和结果,改变了河道的外观形态和演变方式,关系到该

河道的水沙变迁和影响范围,影响着该河段的防洪、灌溉、航运和生态,关联着涉水工程的效益和安全。人类活动尤其是大中型水利工程的修建往往极大地改变了河流的原有形态,引发剧烈的河流再造床过程,从而带来了一系列的工程和社会问题。如:

- 非洲尼罗河修建了阿斯旺(Aswan)水库之后,虽然改善了灌溉、防洪条件,但对下游径流和泥沙过程的改变,造成下游河床冲刷、河道蜿蜒摆动、河道断流、尼罗河三角洲后退、海水入侵、海岸侵蚀等,随之带来河口湿地退化、生态环境破坏,不得不实施海岸防护工程及其他补救措施^[35]。

- 德国莱茵河航道渠化后,主支流上修建了一系列堰坝截断了泥沙供应,再造床过程中床沙质来源不足,中下游航运、生态产生了一系列的问题,从而不得不花费大量金钱采用人工喂沙^[36]。

- 美国密西西比河,在修建了大量水坝和整治工程之后,枯水径流的不足带来河口环境的恶化,如海岸侵蚀、湿地丧失等,每年丧失土地约 4 047 hm²。为解决这些问题,密西西比河下游不得不实施调水工程:将浑水调到三角洲,以便提供泥沙和营养物质,维持淡水草本沼泽和减少盐水入侵^[37]。

- 三峡水库建库后,上下游河道演变趋势及演变过程也一直是关系该工程效益和安全的一个关键所在。变动回水区的演变规律直接决定万吨轮船能否直达重庆港;而对上游再造床过程中卵石推移质输移问题的不同认识使得部分学者甚至对三峡工程的可行性提出了质疑^[38]。

- 南水北调实施之后,径流量的减少对长江流域尤其是汉江中下游和长江口河流生态的影响是我国水利工作者关注的一个热点。对调水区(长江)和受水区(海河、黄河)的河流再造床进行科学的评估,有助于工程的安全和效益。

随着国民经济的发展和对水电能源与水资源的更大需求,一系列大中型水利枢纽和调水、引水工程将陆续兴建,河流再造床影响和规律的研究也变得越来越紧迫。研究河流再造床有助于对河道的演变规律、范围和趋势进行科学的评估和预测,从而为各种水利水电工程提供决策依据;有助于保护河流的功能、促进河流的健康,从而实现人与河流的协调发展。

1.3.2 河型转化机理及判别指标研究

关于河型的成因及转化,有不同的出发点,也有不同的成果,大致有如下

几类：从河道边界组成出发；从河道形态出发；从地壳运动出发；从水动力学出发；从能量耗散出发；从来水来沙条件出发。

钱宁^[8]在综合前人研究成果和大量天然河流资料的基础上，对各种河型的形成条件进行了概括和总结(表1-2)。钱宁的分析全面而准确，但更多的是从现象而非机理的角度来论述，因而难以确定问题的关键和重点。

表 1-2 不同河型的形成条件

形成条件		游荡型	分汊型	弯曲型	顺直型
边界条件	河岸组成物质	两岸由松散的颗粒组成，抗冲性较弱	两岸组成物质介于游荡型与弯曲型之间	两岸组成物质具有二元结构，有一定的抗冲性，但仍能坍塌后退	除蠕动过程中暂时形成的顺直河流外，一般两岸组成物质中黏土含量较多或植被生长茂密
	节点控制		在分汊河段的进出口常有节点控制，河流横向自由摆动范围也有一定限制		河流中有间距短促的节点控制，或两岸因构造运动影响广泛分布出露基岩
	水位顶托			汛期下游水位受顶托，有利于弯曲型河流的维持	
来沙条件	流域来沙量	床沙质来量相对较大	床沙质来量相对较小，有一定冲泻质来量	床沙质来量相对较小，但有一定冲泻质来量	
	纵向冲淤平衡	历史时期曾处于堆积状态，河流的堆积抬高有利于游荡河流的形成	纵向冲淤基本保持平衡	纵向冲淤基本保持平衡	
	年内冲淤变化	平枯水期的主槽淤积促使河流朝游荡型发展		汛期微淤，非汛期微冲	

(续表)

形成条件		游荡型	分汊型	弯曲型	顺直型
来水条件	流量变幅	流量变幅大	流量变幅和洪峰流量变差系数小	流量变幅和洪峰流量变差系数小	
	洪水涨落情况	洪水暴涨猛落	洪水起落平缓	洪水起落平缓	
河谷比降		河谷比降较陡	河谷比降较小	河谷比降较小	位于河口三角洲地区的顺直型河流比降很平。两岸有基岩出露或植被生长茂密的顺直型河流可以在各种河谷比降下发育形成
地理位置		出山谷的冲积扇上或冲积平原的上部	冲积平原的中下部	冲积平原的中、下部汛期受干流或湖泊顶托处	河口三角洲地区,两岸有基岩出露或植被生长茂密的顺直型河流可以在不同地理位置发育形成

河型转化机理的探讨中,影响较大的有“比降决定论”,如 Leopold、Schumm 等认为比降的大小是造成河型是顺直、弯曲还是分汊的主要原因。还有观点认为河道的组成决定河型,如唐日长等提出二元结构决定弯曲河型^[18]。尹学良^[40,41]在总结批判各家观点之外,结合大量实测资料和模型试验结果,提出了“水沙条件决定河型论”,认为,河型的形成由来水来沙的搭配关系决定。

$$Q_s = Kq^m \quad (1-1)$$

具体河型与式中的系数 m 有关: m 值大的,大水来沙偏大而小水来沙偏小,易于淤滩刷槽而形成单股窄深蠕动性河型; m 值小的,大水来沙偏小而小水来沙偏大,易刷滩淤槽而形成多汊宽浅游荡性河型。并具体指出了 m 的临界值: 当 $m > 2.5$ 时形成单股窄深蠕动河道, $m < 2.5$ 时形成多汊宽浅游荡河道。许炯心^[42]也认为水沙之间的搭配关系决定河型,但许选择的是年平均输沙率和年平均流量之间的关系。