

桥渡水力设计

(英) R·V·法德拉 F·G·卡尔通等著

阚译 康笃材 王群 合译
卢金利 黄崇佑 冯建平
阚译 审校

中国铁道出版社

1992年·北京

的、需要进一步研究的课题。

在此衷心感谢同僚们给予的帮助和指导，还要特别感谢A·J·M·哈里桑，J·S·布尔盖斯，J·A·珀金斯和W·R·怀特（水力学研究站有限公司），以及J·雷特和A·施莱格（芒赛尔及帕特纳斯公司）等人。

本书作者

(京) 新登字063号

内 容 简 介

本书比较系统地介绍了西方国家桥渡设计的全貌。内容包括：桥渡设计的基本知识，河流分类和演变特性，有关流量、水位、壅水、冲刷、漂流物力、冰力和船舶撞击力等方面的计算公式或计算方法，以及桥渡设计的全过程，并附有实例。

本书列出大量参考文献及中、英文技术词汇对照表，为读者提供了方便。

本书可供桥梁技术人员及大专院校有关专业师生参考使用。

Hydraulic factors in bridge design
R·V·FARRADAY F·G·CHARLTON
Hydraulics Research Station Limited
Wallingford 1983

桥渡水力设计

阙 译 等译

中国铁道出版社出版、发行
(北京市东单三条14号)

责任编辑 冯秉明 封面设计 陈东山
中国铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092毫米 1/32 印张：4.25 字数：89 千

1992年5月 第1版 第1次印刷

印数：1—1000册

ISBN 7-113-01354-6/TU·292 定价：2.50元

译者前言

本书比较系统地介绍了西方国家桥渡设计的全貌。内容深入浅出，既介绍了桥渡设计的基础知识，如河流分类和演变特性；又介绍了有关流量、水位、壅水、冲刷、漂流物力、冰力和船舶撞击力等方面的计算公式或计算方法；以及桥渡设计全过程的步骤和流程图；并专章以实例说明这些知识和方法的实践。

本书主要各章皆列出大量参考文献，这给要深入了解某些计算细节和实践情况，提供了索求方向。

本书最后还附有英、中文技术词汇对照表，供读者参考。并祈指正。

铁道部科学研究院铁建所水工水文室

阙译 1992年3月22日

前 言

跨河桥渡的设计，不仅要详细地知道线路位置、交通量的发展以及结构和基础的要求，而且还要深入了解河流特性。为此，必需收集控制河道稳定性、流量、水位、泥沙量、冲刷和淤积以及水动力等因素的资料，并进行分析研究，然后预测在某些特定条件下可能会发生的事态。可藉助于航空、水文和水力测量收集这些资料；可参照水利工程学科中近代确立的和那些早已建立的原理进行这一工作；然后通过计算或数值模型或物理模型试验，预报未来。

本书包容了上述所有各个方面，并对其中一些作了较详细的论述，给出了大量的引用文献的名称；并指出如何解决在实践中可能遇到的实际问题。这是一本为实干的设计工程师写的书，也是一本分析阐明河流水力特性，并为在桥渡设计中正确估价这些特性提供指导的书。

本书是作为沃灵福德水力学研究站有限公司和伦敦芒赛尔及帕特纳斯咨询工程公司共同进行的研究计划的一部分而编写的。本书是以水力学研究站多年来的研究、并在实践中应用过的研究成果，和芒赛尔及帕特纳斯工程师们的专业设计知识为基础编写的。

经过作者们精心安排材料，使本书成为最适合于工作繁忙的设计工程师所祈求的形式。因此，在第九章将以前各章的结果集中到一起，检验其对桥渡设计的效果，并一步一步地给出设计程序。在第十章选择一些桥渡，对其历史情况进行分析，说明一些有特殊意义的概念。最后一章给出建议。

目 录

第一章 河流类型	1
一、引 言.....	1
二、河道稳定性.....	1
三、河流型态.....	2
四、桥梁对河相关系的影响.....	4
五、河槽水力几何特征.....	4
六、河槽最大水深.....	10
第二章 桥位勘测	12
一、引 言.....	12
二、桥位选择.....	12
三、踏 勘.....	13
四、收集资料.....	14
五、现场勘察.....	15
第三章 水文与水力测量	16
一、引 言.....	16
二、水文测量.....	16
三、水力测量.....	17
四、泥沙取样与分级.....	17
第四章 设计流量和水位估算	21
一、引 言.....	21
二、洪水重现期.....	21
三、设计流量和水位的估算方法.....	21
四、桥梁对水位的影响.....	31

第五章	桥渡局部冲刷	34
一、	引 言.....	34
二、	桥墩局部冲刷.....	34
三、	桥台和治导工程的局部冲刷.....	42
第六章	作用于桥墩上的力	45
一、	引 言.....	45
二、	水 力.....	45
三、	冰 力.....	47
四、	漂流物力.....	48
五、	船舶碰撞的冲击力.....	49
第七章	护岸和治导工程	57
一、	引 言.....	57
二、	基础冲刷防护.....	57
三、	河岸防护工程.....	58
第八章	水工物理模型	68
一、	引 言.....	68
二、	模型类型.....	68
三、	模型的应用.....	68
四、	模型研究的问题.....	69
第九章	跨河桥渡的水力设计	71
一、	引 言.....	71
二、	典型桥梁设计过程中的水力计算.....	71
第十章	实 例	81
一、	引 言.....	81
二、	卡杜纳河桥.....	81
三、	阿赫麦德-沙赫桥.....	87
四、	杰卢姆桥.....	88
五、	法鲁加桥.....	89

六、临时性河工设计重要性实例·····	90
第十一章 待研究课题 ·····	92
附录 A 桥墩水动力系数·····	93
附录 B 估算冰力的参数·····	96
附录 C 钢构变形容积 R 与换算成破坏贯入深度 P ; ···	98
附录 D 符 号·····	100
英汉技术词汇对照表·····	103

第一章 河流类型

一、引言

河流分为冲积型和切割型两种类型，它仅是一个方向的水流运动，不同于河口的双向水流。冲积型河流浸蚀河岸，冲刷河床，形成与它自身的流量、坡度和上游来沙相适应的水力几何特征。这类河流在其河槽两侧有滩地，有时洪水超过河槽，漫溢河滩。切割型河流具有类似的状态，但地形对水流和河道形态有较大的限制作用。和冲积型河流相比，这类河流窄而深，水流难得漫过河岸；弯曲带的宽度与河槽宽度之比一般也大于冲积型河流的比。

两类河流的泥沙均以悬移质和推移质形式输送。悬移质中的细颗粒大部分是流域浸蚀的产物，由地表径流把其带入河槽。悬移质中的粗颗粒大部分是冲起自河床上，当水流减小或水流挟沙能力降低时，又落淤下来。主要由粗颗粒组成的推移质，沿河床床面连续不断地移动，基本不脱离床面。

二、河道的稳定性

根据河流的稳定程度可将其分为：静态稳定、动态稳定和不稳定三种类型。

静稳定河流

这类河流已经发展到水流不足以冲刷河床、浸蚀河岸和输送大量的悬浮或推移的泥沙。河道边界多年不变，河槽就

如同处在固定的边界之内，但在水流的作用下，可引起河道几何的局部变化。

动稳定河流

这类河流一般处在不断变化中。由于河槽和河滩不断地冲刷或淤积，以及大量泥沙的输送，在短期内河道外形就可能变化。不过这种变化不是累进的，而是围绕着一个平均状态变化。除非沿河道边界组成物的性质有明显的改变，河道外形确实不会发生重大的变化。但是，河形或河道平面外形的确还是迁移的。正是由于这种河道平面形态向下游迁移引起进一步的浸蚀。在这种河流上，随着水流的浸蚀，将即刻引起河道几何的局部变化，此变化波及到浸蚀点上下游的一定范围。

不稳定河流

这类河流一般有大量泥沙输移，河床不断地发生冲刷或淤积，浸蚀河岸。落淤形成的沙洲使水流偏移，逐渐引起河道的形状、位置和型态的变化。这类河流的变化特性一般是难以预估的，因而治理这类河流也是困难的。防治工作通常包括一项大规模的流域治理规划，其中含有流域浸蚀的防治、上游河段修建沉沙落淤谷坊，制订河岸防治措施和修建防洪堤，等等。

三、河流型态

河型，或是河流的平面外形，对于确定整治河流的标准和采用治理工程的类型，以防止河流对桥梁及其附属工程的危害，是十分重要的。通常可将河流分成三种河型：顺直型、弯曲型和游荡型。

顺直型河流

长度大于十倍河槽宽度的河段，极少是单一顺直的；如果确是单股顺直河槽，则大多是静态稳定性河流。

弯曲型河流

弯曲型河流是非常普通的河型，但规则的弯曲型河道并不多。河岸材料的变化阻碍或促进河岸浸蚀率，引起弯曲沿河道不均匀的移动。这类河流的河槽一般呈动态稳定。随着河流形状逐渐地向下游移动，断面基本在一个平均位置上波动。冲积型河流的弯曲长度大约可达6倍河宽；而弯曲带宽度则可达17倍河宽。而切割型河流，此值分别为11和27。

在沙或砾石河流上，可用经验关系估算弯曲长度和宽度；但弯曲移动速率，因其变化很大，没有可靠的准则来估算它。可用下列公式估算弯曲长度和宽度(见文献1和6)：

$$L_m = 65Q_D^{0.5} \quad (1)$$

$$B_m = 2.86L_m \text{ (有滩地的河流)} \quad (2)$$

$$B_m = 2.2L_m \text{ (切割型河流)} \quad (3)$$

式中 L_m ——弯曲波长度，m；

Q_D ——造床流量， m^3/s ，通常采用平滩流量；

B_m ——弯曲宽度，m。

游荡型河流

因这种河流的来沙量大于它的输沙能力，一般是不稳定的。因此，经过不长的河段，泥沙就淤积下来；淤积的泥沙使坡度变陡，又允许挟带较多的泥沙。淤积而成的浅滩时常可大到使水流偏斜，引起河槽位移。

四、桥梁对河相关系的影响

在河槽内或滩地上设置建筑物要影响水流的流态和强度，水流流态和强度的变化反过来又改变河道形态、局部河道几何和水位与流量间的关系。

桥墩台干扰水流流态，引起建筑物附近河床的冲刷。滩地上的路基等，破坏了天然泄流条件，促使滩地水流转向河槽，引起单宽流量的增大；墩台阻水也使单宽流量进一步增大。从而引起冲刷深度和过桥水头损失的增加。较大的过桥水头损失必然要求上游水位的进一步抬高，造成更多的淹没损失。

五、河槽水力几何特征

河槽水力几何描述河槽宽度、水深、断面形状、坡度和走向，与许多因素有关。这些因素包括流量、河床和河岸材料组成，需要河槽水流输送的泥沙总量和河槽水流输送上游来沙的能力，等等。现在还没有可以用于计算各类河流河槽几何的满意方法，但是有不少的经验方法和半理论的分析方法在使用，而这些方法均受制于河槽的具体特征。

本书仅简要地介绍几种比较重要的计算静稳定和动稳定河槽水力几何的方法。但必须认识到，下面列举的诸公式仅提供一个估算水力几何的示意；因为河槽坡度和输沙率对由下列公式算出的宽度与深度有显著的影响。

沙质河床

下列公式取自布伦奇²的著作：

$$B = 14Q^{0.5}D_{50}^{0.25}F_s^{-0.5} \quad (4)$$

$$y = 0.38q^{0.67}D_{50}^{0.17} \quad (5)$$

- 式中 B ——平均河槽宽度, m;
 y ——平均水深, m;
 Q ——能够造成同样河槽几何特征的当量流量 (造床流量), 冲积型河流常采用平滩流量; 计算洪水条件下的河槽几何特征, 可用设计洪水流量, m^3/s ;
 q ——单宽流量 = (Q/B) , $m^3/s/m$;
 D_{50} ——床沙中值粒径, m;
 F_s ——反映河岸坚固性的因子 (粘沙土 $F_s=0.1$, 沙粘土 $F_s=0.2$, 粘土 $F_s=0.3$)。

图 1 (a) ~ (d) 和图 2 绘出了以公式(4)和(5)所定义的河宽或水深与流量之间的关系。

砾石河床

下列公式取自凯勒赫尔斯⁸的研究成果:

$$B = 3.26Q^{0.5} \quad (6)$$

$$y = 0.47q^{0.3}D_{90}^{-0.12} \quad (7)$$

式中 B 、 y 、 Q 和 q 同上

D_{90} ——河床卵石粒径, m; 按个数计, 小于某粒径的个数占总数的90%, 即为 D_{90} 。

图 3 和图 4 绘出了以公式(6)、(7)所定义的河宽或水深与流量之间的关系。

粘性土河床

非粘性土河床抗拒冲刷的力, 主要是颗粒在水下的重量。而粘性土河床抗拒冲刷的因素则比较复杂, 与表面的物理化学特性、密实度和水质等有关。因此, 估算这类河床冲刷唯一信得过的办法, 只能是测定土的性质和在室内进行模

型试验。为便于计算粘性土河床水流平均深度，给出表 1 作为参照。表 1 是以河床土的类别和等级以及土的孔隙比——在土体中孔隙体积和固体土颗粒体积之比，为基础制定的。

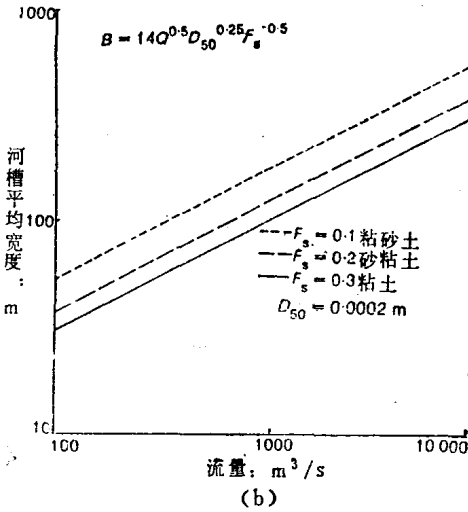
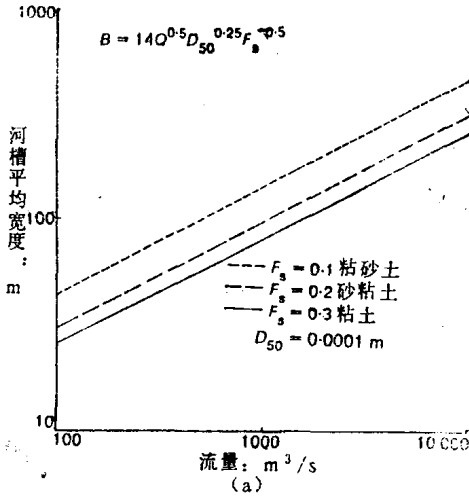


图 1 沙质河床—河槽平均宽度 (之一)

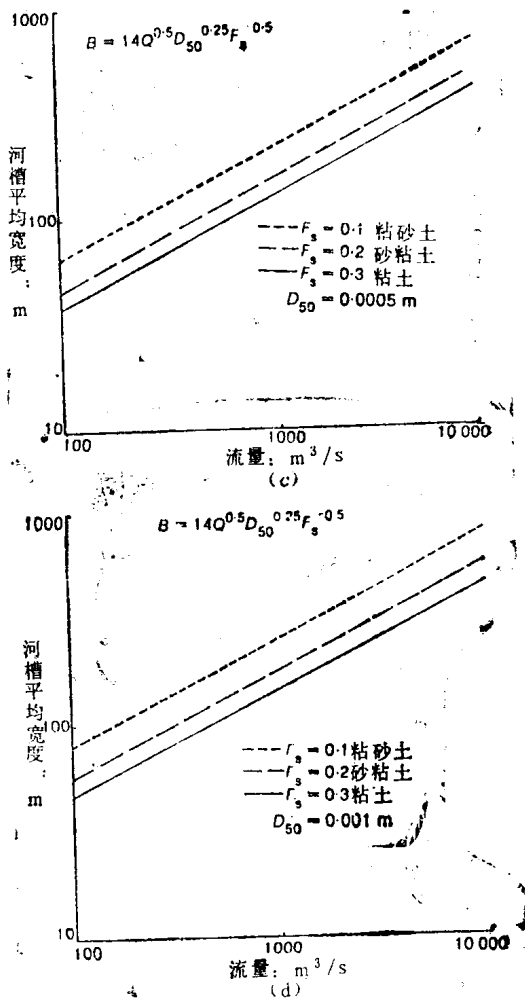


图1 沙质河床——河槽平均宽度

假定土颗粒的比重等于2.64，表1中的容重和孔隙比的关系为：

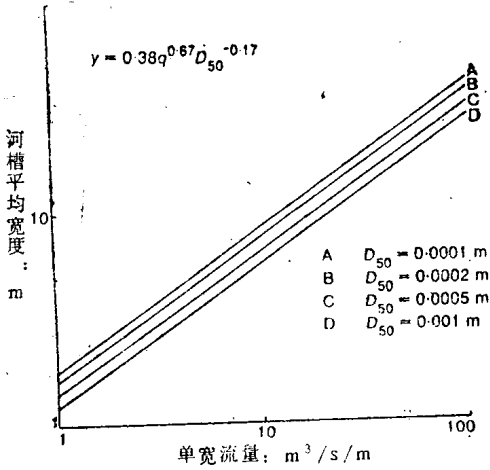


图2 沙质河床——河槽平均水深

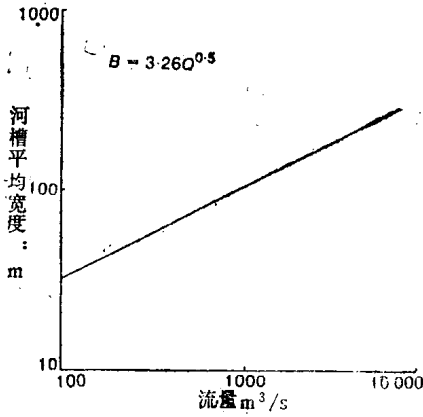


图3 卵石河床——河槽平均宽度

$$\text{干容重} = \frac{\rho s}{e + 1} \quad (8)$$

$$\text{饱和容重} = \frac{\rho(s + e)}{e + 1} \quad (9)$$