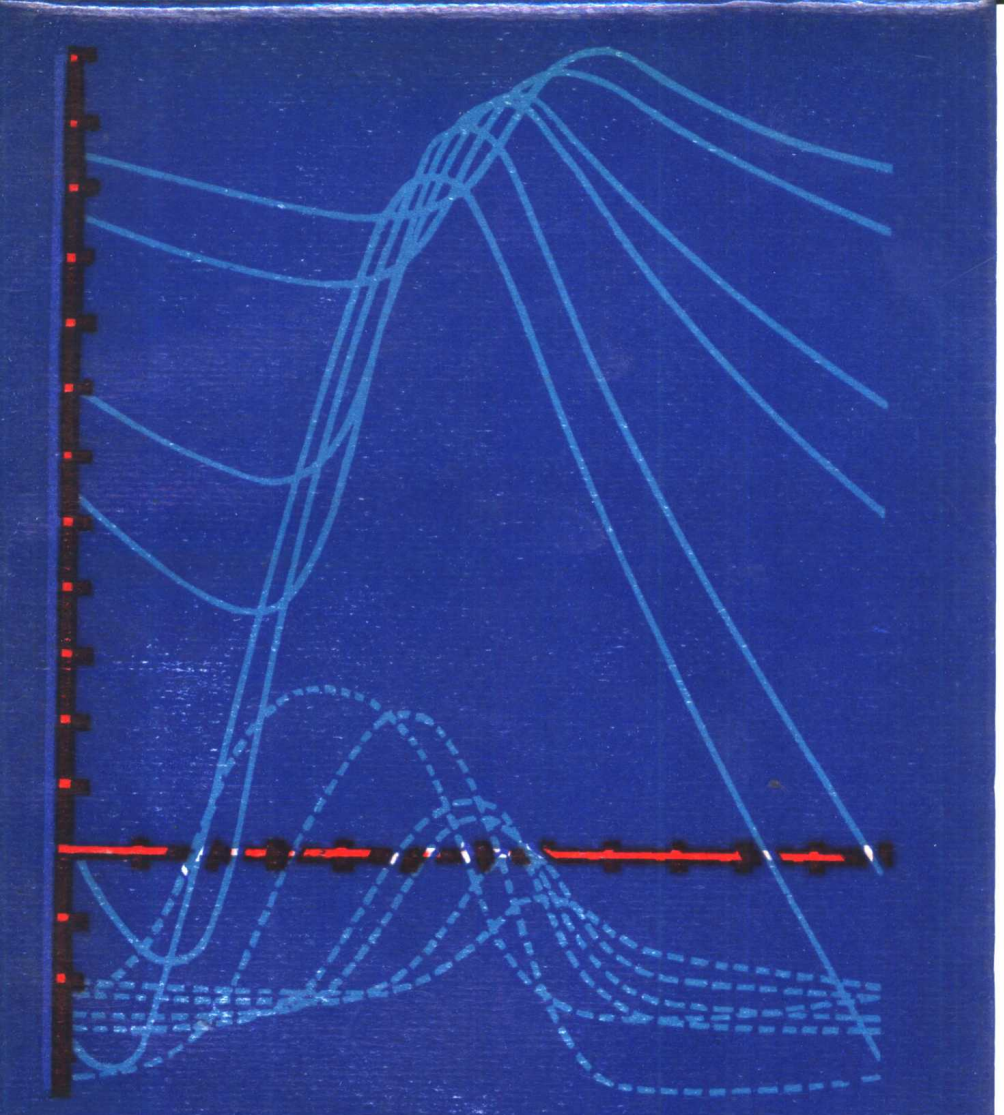


An abstract graphic design on a dark blue background. It features several thin, light blue lines that curve and intersect, creating a sense of movement. A horizontal red line with small black dots runs across the middle. On the left side, there is a vertical black line with small red squares. The overall style is modern and minimalist.

明渠不恒定流 第一卷

K. 麦赫默德 编
V. 叶夫耶维奇
林秉南等 译校

水利电力出版社

明渠不恒定流

第一卷

K.麦赫默德 V.叶夫耶维奇 编

林秉南等 译校

水利电力出版社

K. Mahmood and V. Yevjevich
Unsteady Flow in Open Channels
1975.

明渠不恒定流

第一卷

K. 麦赫默德 编 林秉南等译校
V. 叶夫耶维奇

责任编辑 徐 华

*

水利电力出版社出版

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 16.5印张 362千字
1987年5月第一版 1987年5月北京第一次印刷
印数0001—2100册 定价4.10元
书号 15143·6226

内 容 提 要

全书共二十章,除有关水力模型的叙述比较简单外,对明渠不恒定流的基本原理和数值模拟方法都作了相当详尽的介绍,包括缓变流与急变流,一维与二维,定床与动床。前十章着重基本原理和方法的介绍,后十章则以应用为主。应用范围遍及防洪、水文、灌溉、水电站渠道波动、水体突泄、下水道、潮流河床演变、湖泊环流等,内容丰富。书中虽未给出计算程序,但以本书为基础,结合工程实践,在掌握算法语言之后,应不难编出计算程序。

译校者在本书第二卷后加入“近期发展”一章,介绍近几年在不恒定流方面的新发展,使读者对新近进展亦有所了解。

本书对从事河口和海岸整治、农田水利、水力发电、水运、水文、防洪、环境保护等方面的科技人员是一本重要的工具书。前十章可作为有关专业研究生的教材,后十章及附编可作为研究生的参考读物。

序 言*

本书共分三卷，它包括了1974年6月17日到28日在科罗拉多州大学举行的明渠不恒定流讲习班的讲稿和为编写讲稿用的参考文摘。讲习班及参考文摘的目的在于介绍定床和动床的天然河道和人工渠道中不恒定流方面的新成就。

讲习班的课程包括明渠不恒定流各方面专家讲的三十课。如何运用这些知识来解一维和二维不恒定流问题则是另外三十个小时讨论会和几个专题讨论会上说明的。讲习班的讲稿经过用其它参考文献充实后成为本书的基本材料。讲习班学员和教师们的讨论、提出的问题和各种建议，对于本书定稿是很有益的，在此表示感谢。

本书分两大部分，第一部分由第一卷和第二卷组成，是本书的主要部分；第二部分即第三卷是注释文献。第一卷和第二卷的份量大致相同。

第一卷和第二卷对明渠不恒定流作了广泛的论述。本书第一章是对不恒定流专题的历史回顾和概论，论述了不恒定流基本方程的演变和应用。第二章讲基本方程的完整和简化形式的推演，第三、四两章叙述作为分析和求解不恒定流方程的重要工具的特征线法，以及数值解法。求解不恒定流方程中常遇到的困难以及边界条件和初始条件的复杂性，促进了简化数值解法的发展，第五章对这些解法作了叙述。第六、七两章讨论了明渠不恒定流的两个特殊方面。第六章讲

* 李桂芬译，林秉南校。

水流的稳定性，第七章讲急变流，特别是关于激波（涌波）问题的处理。第八章讨论近年在许多实际应用中令人感兴趣的不恒定流输沙问题。以上八章构成了本书的总论和理论部分，第九和第十章是过渡章节，联接以下基本以应用为主要内容的各章。其中第九章叙述了模型选择的概要，第十章是数学模型的应用。

第十一章到第二十章论述不恒定流方程在各类实用问题中的应用，其中第十一章论述河道不恒定流的一维模拟，第十二章论述不恒定径流，第十三章论述灌溉系统中的不恒定流问题，第十四章论述电站和泵站渠道中的急变流，第十五章讨论与溃坝突然泄放有关的应用问题，第十六章讨论下水管网中的不恒定明流。第十七和第十八章收入河漫滩、三角洲及河口问题的二维模拟方法，第十九章论述动床不恒定流模拟的应用。最后第二十章论述湖泊环流的不恒定流问题。

第一卷和第二卷中的各章由不同作者分别编写，每章论述一个具体选定的主题。在逐章规划主题内容时，其目标为按照实际专业技术人员和科研工作者的共同观点对明渠不恒定流作系统介绍。

提供本书第一卷和第二卷基本书面材料并在讲习班授课的八位主要作者的姓名已按字母顺序列于本序言之后，增添的内容（特别是例题）已尽可能地在各章的后面作了说明。

编写第三卷即参考文摘的目的，是以参考文献的摘要来补充前两卷，这些摘要将有助于研究工作者根据所研究的问题迅速筛选大部分有关的参考文献。第三卷另有专门序言，以说明该卷编辑的缘起和资料的来源。

小米勒（Miller）博士，除编写了他所负责的本书若干章节外，还审校了几章，并参与了本书前两卷的编辑工作

对此谨致谢意。V.叶夫耶维奇博士负责本书稿件的编排打字以使直接用于照相胶印。

这三卷书的作者和编者相信，尽管在协调连贯作者们的写作方面，存在着不可避免的困难，但所发表的材料对从事明渠不恒定流的专业和研究工作者将是有重要作用的。

明渠不恒定流讲习班

主任 V.叶夫耶维奇

副主任 K.麦赫默德

主要作者和讲习者名单

1) 阿博特 (M.B.Abbott) —— 荷兰, 德尔夫特国际水利讲习班计算水力学教授; 丹麦, 哥本哈根, 计算水力学中心主任。

2) 贡吉 (J.A.Cunge) —— 法国, 格兰诺伯尔, 索格里亚公司水利研究顾问工程师。

3) 利格特 (J.A.Liggett) —— 纽约, 依萨克, 康奈尔大学土木工程教授。

4) 麦赫默德 (K.Mahmood) —— 美国科罗拉多州, 科林斯堡, 科罗拉多州大学土木工程副教授。

5) 小米勒 (W.A.Miller Jr.) —— 美国田纳西州, 诺克斯维尔, 田纳西大学工学院副院长。

6) 西蒙斯 (D.B.Simons) —— 美国科罗拉多州大学土木工程系教授, 工学院主管研究副院长, 土木工程系水力学专业负责教授。

7) 伍尔希瑟 (D.A.Woolhiser) —— 美国农业部农业研究处派驻科罗拉多州大学工程研究中心, 水利研究工程师。

8) 叶夫耶维奇 (V.Yevjevich) —— 美国科罗拉多州大学土木工程系水文和水资源专业负责教授。

译 序

在水利工程的建设和管理中常遇到明渠不恒定流问题。人们熟知的事例有河流洪水演进、河口潮流、水电站引水和尾水渠的波动，船闸充泄水对上、下游水流造成的影响，水体突然泄放等。结合我国河流多沙和人多地少、需要围垦土地的特点，动床不恒定流问题日渐成为研究的重点。水质和环境保护也提出污染物流散和不恒定输移问题。此外，在电力工业中，随着火（核）电站容量的增大，冷却问题日益严重，热水分层的不恒定流动已成为火（核）电站土建中的重点问题。然而尽管存在着许多明渠不恒定流问题，目前还没有一本对明渠不恒定流作系统详细介绍的专著。为了尽早给工程技术人员提供参考资料，我们除组织人力，准备编写专著外，先译出本书，以应急需。

外文的不恒定流专著已有多种，有些偏重理论分析，有些则商业气味较浓，谈成果多，谈具体方法少，对工程技术人员参考价值都不大。本书原为大学讲座教材，共分三卷，取材比较全面，内容比较具体、充实，不失为介绍明渠不恒定流基础知识的好书。它的不足之处是出版于一九七五年，其后又有许多新发展，未及收入。但作为一本基本参考书，本书内容已十分丰富。在这方面，据我们所知，新出版的书并不比它好，因此我们还是选择了这本书。我们拟译本书的第一、二卷，第三卷注释文献拟不译。另我们将撰写一章“近期发展”附于卷二之后，对明渠不恒定流在一九七五年以后的新发展，作一简介，希望能在一定程度上弥补本书的

不足（与近年的新发展对比，译者认为需要作较多补充的是第十五和第十九两章）。

在译校过程中，对原书错误之处，凡已发现的，都予改正，除明显的笔误和印刷错误外，都已附注说明。由于篇幅较大，虽几经审校，错误仍恐难免，希望批评指正。各章的译校人员名单列于每章首页之下。在初校稿的基础上，大部分章节由林秉南、戴泽衡、王连祥和周志德进行了复校。全书由林秉南订正定稿。王连祥翻译全书人名。

林秉南

1984年9月

目 录

序言

主要作者和讲习者名单

译序

第一章 绪论	1
1.1 明渠不恒定流	1
1.2 明渠不恒定流方程的发展史	3
1.3 水波的分类	6
1.4 波速、波的衰减和放大	9
1.5 明渠不恒定流问题	12
1.6 不恒定流诸方程积分的准确方法	16
1.7 不恒定流方程积分的近似方法	20
1.8 解不恒定流问题的其它方法	23
1.9 求解不恒定流问题的优化方法	25
参考文献	26
第二章 不恒定流基本方程	31
2.1 引言	31
2.2 基本推导	31
2.3 方程的扩充	36
2.4 无量纲方程	43
2.5 假定和近似	44
2.6 可压缩流比拟	49
2.7 线性化	51
2.8 积分方程	54
2.9 高阶浅水理论	59
参考文献	65
第三章 特征线法	67

3.1 概说	67
3.2 不定条件的矩阵形式	78
3.3 特征线方向和算法结构	83
3.4 特征线法的另一种推演	86
3.5 依赖域和影响域, 柯朗-弗里德里克斯-卢伊条件	89
参考文献	94
第四章 不恒定流方程的数值解方法	95
4.1 引言	95
4.2 特征线方法	96
4.3 以特征线为基础的其他方法	106
4.4 固定网格有限差分法的概况	111
4.5 不稳定方法	118
4.6 扩散格式	123
4.7 跳步格式	127
4.8 拉克斯-温德罗夫二阶格式	135
4.9 德龙柯斯显格式	143
4.10 显式法的边界条件	145
4.11 普赖斯曼(索格里亚)隐格式	152
4.12 华西里叶夫隐格式	177
4.13 阿博特隐格式	180
4.14 关于稳定性、精度和经济性的比较	187
参考文献	195
第五章 不恒定流的简化方程式	200
5.1 引言	200
5.2 方程的线性化	204
5.3 运动演进	211
5.4 其他各种方法	218
5.5 仅用连续方程的演进	229
5.6 其他近似的演进方法	263

5.7	演进计算中其他注意事项	266
5.8	简化演进方法的评述	268
	参考文献	270
第六章	稳定性	283
6.1	引言	283
6.2	恒定均匀流的稳定性准则	284
6.3	稳定渠道的设计	287
6.4	各种形状的渠道	290
6.5	形成涌波所需的长度	296
6.6	涨水破碎波	302
6.7	滚波	303
	参考文献	305
第七章	明渠水流方程的弱解	307
7.1	引言	307
7.2	守恒律方程组及其弱解	308
7.3	微分方程与差分方程趋于间断时的特性	313
7.4	守恒律的显式差分系统	320
7.5	虚拟粘性法	330
7.6	激波拟合法	333
	参考文献	335
第八章	不恒定流的物质输移	338
8.1	引言	338
8.2	水流和泥沙演算	339
8.3	数学模型的应用	349
8.4	明渠水流中污染物的弥散	375
8.5	在工程问题中的应用	376
8.6	小结	384
	附录	385

参考文献	387
第九章 模型的选择	391
9.1 模型在科学和工程中的应用	391
9.2 水工模型	393
9.3 比拟模型	397
9.4 模型选取的抉择问题	399
参考文献	402
第十章 明渠流的应用数学模拟	405
10.1 引言	405
10.2 渐变不恒定流的实例	409
10.3 一维模型的物理图案	415
10.4 模型的校正	422
10.5 淹没时的渗透系数	424
10.6 边界条件	427
参考文献	430
第十一章 一维水流模拟实例	433
11.1 引言	433
11.2 美国加利福尼亚州三英里沼一维模型的验证	433
11.3 美国宾夕法尼亚州特拉华河费城附近河段的显、隐格 式	445
11.4 加拿大圣劳伦斯河的模拟	449
11.5 美国北卡罗来纳州河流的模拟	458
11.6 法国隆河水电和通航开发方案的数学模拟	463
11.7 法国隆河和索恩河洪泛区开发计划 对里昂洪水影响的数学模型研究	466
11.8 西班牙瓜达尔基维尔河从塞维利亚至入海口的堤防工 程	468
11.9 法国贡什河蒙特勒伊至海口间的数学模型	472

11.10	法国塞纳河一维模型	478
11.11	美国田纳西河系的模拟	481
11.12	结束语	505
参考文献		506

第一章 绪 论*

V.叶夫耶维奇

1.1 明渠不恒定流

明渠不恒定流的定义 明渠流及其它水体的流动, 可分为恒定流和不恒定流。在河道、渠道、水库、湖泊、池塘中, 以及在有自由表面的排水管道、输水管、管道、廊道、隧洞和涵洞中的水流, 当其流速随时间而变化时, 称为不恒定流(非恒定、不定常或水流自由面随时间变化的水流)。天然河道中的水流, 几乎经常是不恒定的。当流量随时间的变化非常缓慢时, 不恒定流可近似为恒定流。天然河道的流量过程线往往是由水流增加的曲线接以退水曲线组成。只有在长期干旱时的水流和在流量过程线的最高点、最低点附近的短暂时段内的水流, 可近似地视为恒定流。在水利工程问题中, 知道在什么情况下可以把不恒定流作为恒定流处理, 是十分重要的。答案实际多由判断而定, 而不取决于明确的数学或试验判别准则。

不恒定流问题的处理 明渠不恒定流的数学处理是一个重要而困难的问题, 因为在函数关系中包含很多的变数, 除非在十分简化的条件下, 对这类微分方程是不能求得精确解的。然而, 这些情况下所得的解, 在实际中的应用却是有限的。另一方面, 可以认为不恒定流中的流速分布和阻力项通

* 李桂芬译, 林秉南校。

常和由恒定流中推导出的结果很接近。根据数学或试验引导出来的不恒定流公式都是近似的，应用者应知道在公式推导中所作出的基本假定和简化条件。所以，对不恒定流计算结果的可靠性，必须在估计组成基本方程的各个变数误差的基础上，应用误差理论和解的灵敏度分析进行评价。

大型水库和湖泊中的流速比大多数渠道中的要小得多。在这两种情况下不恒定流的近似常有所不同。许多情况则介于这两种极端情况之间。区别水库和渠道往往是困难的，这种区别通常是根据主观判断而不是客观准则。

水波 波的分类是为了便于数学或试验处理。必须在广义上了解水波的意义，表面波是在空间中传播的随时变化的水面；驻波是波传播的极限情况。河道或水库中的水波一般意味着流量、流速或水位随时间的变化。海上以海浪形式的不恒定水流的运动，是按表面波对待的，渠道中的不恒定流也作为表面波运动来分析，表面波的一般理论适用于上述两种现象。在物理学中，水波和在其它介质中的波归入同一类别。适用于气波、界面波及弹性波的一些原理也可用于渠道及水库中的水波但少有成效。变量特别是确定边界条件的变量多种多样（如渠道的形状、糙率），以及两种流体（空气、水）的接触使得明渠水波的处理较为特殊。

明渠波的研究有理论分析研究、缩尺实体模型或电模拟试验、原型观测以及数值模拟等四种基本方法。它们的联合应用曾给出过很有用的结果。数学波的数值模拟是近来的创新，在明渠不恒定流基本方程的模拟中，连续和动量两个偏微分方程是由数值有限差分积分来求解的。计算机上模拟的波为研究与波浪运动有关的具体问题提供了基本资料。