

水文学手册

Handbook of Hydrology

[美] David R. Maidment 主编
张建云 李纪生 等译



科学出版社
www.sciencep.com

内 容 简 介

本书是由国际著名水文学家 David R. Maidment 主编的一部重要水文学工具书。全书总结了 20 世纪 60~90 年代初、特别是 80~90 年代初世界各地、各气候类型下的水文问题,包括相关的水文理论、方法、技术与大量模拟模型和计算公式等,为近年来世界最权威的水文工具书之一。主要内容分为四大部分 29 章。第一部分为水文循环,包括:水文、气候、降水、蒸发、入渗和土壤水运动、地下水流、雪与浮冰、河川径流、洪水径流、流量演算;第二部分为水文输送,包括:水质、侵蚀和输沙、土地利用变化的水文效应、地表水污染物输送、非饱和带污染物输送、地下水污染物输送;第三部分为水文统计,包括:水文数据的统计处理、极值事件的频率分析、水文时间系列的分析和模拟、地质统计学;第四部分为水文技术,包括:地表水、地下水的计算机模型、水文计算的进展、遥感、水文数据自动采集与传输、水文预报、水利用的水文设计、城市排水和防洪水文设计、地下水防污水文设计等。

本书可供广大水文、水利、地理、环境、农林牧业等有关专业技术人员、高等院校有关师生及研究人员使用和参考。

图书在版编目(CIP)数据

水文学手册/(美)梅德门特(David R. Maidment)主编;张建云、李纪生等译.
—北京:科学出版社,2002

书名原文:Handbook of Hydrology

ISBN 7-03-010449-8

I. 水… II. ①梅…②张…③李… III. 水文学-手册 IV. P33-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 037819 号

责任编辑:吴三保/责任校对:宋玲玲

责任印制:刘秀平/封面设计:韦万里

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2002 年 10 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2002 年 10 月第一次印刷 印张: 81 1/4

印数: 1—2 500 字数: 1 570 000

定价: 126.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈杨中〉)

In Memory of Ven Te Chow

(1919 ~ 1981)

Scholar , Teacher , Author , Friend

怀念学者、导师、作者和我的朋友

周文德先生(1919 ~ 1981)

译者的话

水文学探讨地球上各种水体的存在、循环和分布,研究水体的化学和物理性质,以及水对环境的影响等。水文学的研究对象是降水、蒸发、下渗、河川径流、地下水,以及溶解物或悬浮物在水流中的输送等。

作为一门自然科学,水文学研究和探讨与水有关的自然现象的基本规律,这是一门古老而严谨的科学。作为一门专业,水文工作者应用水文学知识去理解和预测自然界与水有关的现象,解决人们生活中的一些实际问题。早在 4000 年以前,中国就有“大禹治水”的传说,认识了“水性就下”的水文规律,采取了疏导措施,取得许多成功范例。大禹是中国历史上最早进行水文调查,并应用水文规律治水的伟大探索者。2200 多年前的李冰,在岷江修建都江堰时,立石人观测水位,是中国水位观测之始。

作为一门应用科学,随着电子、通信、计算机等相关学科的技术进步与发展,水文学又被赋予新的朝气。在过去的 20~30 年里,观测技术和信息分析处理技术等都取得了巨大的发展,使人们有可能对水文规律作更深入的理解和掌握,从而推动了水文基本理论和方法的研究,加强了水文科学在社会实践中的作用和地位。由美国 David R. Maidment 教授主编、58 名来自多国的优秀学者和教授参加编写的《水文学手册》,历时 4 载,于 1992 年出版。这本手册涵盖了水文循环、水文输送、水文统计及水文技术应用等水文学的各个重要领域,荟萃了 20 世纪 80 年代及 90 年代初期在这些领域所取得的新的认识 and 知识,介绍了最新的理论、方法以及新的技术应用,在国际上是一本非常有影响的文献。

笔者在国外攻读博士学位期间,已通读过此手册中的所有章节,回国后,工作中又不时地应用到手册中的有关理论和方法,受益匪浅。因此,将本手册所包含的知识全面、系统地介绍给我国的水文工作者,使更多的人从中获益,用以帮助解决我国的实际水文问题,推动我国水文科学和水文事业的发展,成为译者翻译此手册的初衷。

在手册的前言中, Maidment 教授写到,手册的编写是一项庞大的工程,而实际上,手册的翻译出版也是一项十分艰巨的任务,这一点是译者在初发此衷时并未曾充分估计到的。本手册由水利部水文局组织翻译,有 23 位专家、学者参与了本手册的译校工作(见“译校人员一览表”)。两年来,译者在繁忙的工作之余,每天于夜深人静、万籁俱寂之时,坐在计算机前译稿、校稿、统稿……度过了寂寞的一夜又一夜。当译者看到稿纸在一天天堆厚,于寂寞和辛苦的同时,亦颇感自慰。

所有参加译校工作的专家和学者都为本手册的出版付出了辛勤的劳动,我在此对他们所做的贡献表示真诚的感谢。特别要感谢的是李纪生教授级高工,除承担部分章节翻译外,还在贴图、校稿以及译校者间的组织协调等方面做了大量的工作。科学出版社的吴三保编审及其同事对本手册的版权办理及出版做了许多细致的工作,没有吴教授的帮助,本手册中文版的出版是不可能的。美国高级水文预报员 Alwin C. H. Young 博士也给予了很大的帮助。在此一并表示感谢。

需要指出的是,本书原著计量单位多采用英制单位[如 in(英寸)、ft(英尺)、acre(英亩)等],且与国际单位特别是与我国国标计量单位的使用和表示方法有出入。为了保持原著特点和面貌,翻译时除个别作了调整[如 moles(统一为 mol—摩尔);ha(统一为 hm^2 —公顷);tons(统一为 t—吨);day(统一为 d—日);month(统一为月);yr, year(统一为 a—年)等]之外,其余仍保留原著计量单位的使用和表示方法。读者在阅读时,请予注意,并参见“附录 A 水文单位换算表”。此外,每章“参考文献”系按原著著录的。

由于本手册的专业覆盖面广,译者的水平有限,译文中错误遗漏在所难免,敬请读者批评指正。

张建云
2001年12月

译校人员一览表

章序	章名	译者	审校者
0	前言	张建云	李纪生
1	水文学	张建云 李纪生	张建云
2	气候学	周恩济	李纪生
3	降水	周恩济	李纪生
4	蒸发	何 惠 陈信华	张建云
5	入渗和土壤水运动	刘新仁	张建云
6	地下水径流	束龙仓	朱元牲
7	雪和浮冰	杨针娘	张建云
8	河川径流	张海仑	张建云
9	洪水径流	刘新仁	张建云
10	流量演算	芮孝芳 蔡建元	张建云
11	水质	刘 凌	任立良 赵棣华
12	侵蚀与泥沙输送	陈凯琪 何 惠	周文浩 张建云
13	土地利用变化的水文效应	潘理中 张建云	张建云
14	地表水的污染物输送	芮孝芳 蔡建元	张建云
15	非饱和带的污染物输送	刘 凌	张建云
16	地下水污染物输送	梁瑞驹	张建云
17	水文数据的统计处理	金光炎	张建云
18	极值事件的频率分析	金光炎	张建云
19	水文时间系列的分析和模拟	金光炎	张建云
20	地质统计学	李纪生 文 康	侯景儒
21	地表水计算机模型	何 惠 张建云	文 康
22	地下水计算机模型	刘九夫 何 惠	文 康
23	水文计算的进展	梁瑞驹	张建云
24	遥感	李纪人	张建云
25	水文数据的自动采集与传输	陆家驹 张建云	文 康
26	水文预报	李纪生 陈信华	文 康
27	水利用的水文设计	梁忠民 朱元牲	张建云
28	城市排水及防洪的水文设计	梁忠民 朱元牲	张建云
29	地下水防污的水文设计	束龙仓 朱元牲	张建云
附录 A~D	水文单位换算表等	李纪生	张建云

全书由李纪生初步统稿,最后由张建云统审、定稿。

主 编 介 绍

本手册的主编 David R. Maidment 自 1981 年以来一直是美国奥斯汀(Austin)得克萨斯(Texas)大学的教授。他是 McGraw-Hill 出版公司出版的《应用水文学》的主要作者之一,也是《水文》杂志(Journal of Hydrology)的编辑。Maidment 先生在新西兰 Canterbury 大学(位于 Christchurch)获得农业工程专业学士学位,在美国伊利诺伊(Illinois)大学(位于 Urbana - Champaign)获得土木工程专业的硕士和博士学位。在该校他教授研究生课程,并从事地表水文学、水文统计方法、地理信息系统在水文中的应用等方面的研究。除学术研究之外,Maidment 博士还在一个社区的排水工程方面担任了多年的水文咨询工作。

前 言

周文德先生主编的《应用水文学手册》一书,1964年由 McGraw - Hill 出版公司出版,这在水文学发展史上是一个里程碑。那本手册的出版恰逢“国际水文十年”(1965 ~ 1974),许多引导水文学发展的杂志创刊,计算机也作为一种工具应用于资料的管理、查询和分析。在其后的四分之一的世纪里,水文学在方法研究和解决能力等方面经历了一场革命。《应用水文学手册》阐述了水文的定义及其理论,多年来一直是一本非常有影响的文献,在当今时代也许还没有其他书籍可与之相比。

1988年,我和周文德先生及 Larry W. Mays 合著的《应用水文学》作为教材出版。McGraw - Hill 出版公司与我联系,并让我考虑修订《应用水文学手册》。我分析了原手册的内容后认为,一本能概括水文学最新进展的水文学手册是需要的,由于编著原手册时的原始材料已经散失多年,对原手册的修订已成为不可能,这就促使我收集综合水文学的发展和事实的有关资料,组织编著这本新的《水文学手册》。

出版一本新《水文学手册》的需要是很显然的。各种杂志、教科书和研究报告中都大量报道了水文学各方面的新进展、新认识和新知识,但尚没有一本书将它们综合整理。许多解决水文实际问题的新方法和计算机程序已经提出,而实际工作中需要一本有权威性的指导文献,以帮助专业人员选择和应用这些方法和程序。这本手册将提供这方面的信息。

本手册的适宜读者为水文工作者、获得工程或应用学科学士以上学位并有若干实践经验的专业人员。他们将通过这本手册掌握新的专业名词和概念,选择公式和软件,寻求解决问题的方法,从地图或图表中获得有关有价值的资料。本手册对在校的水文及与水相关专业学生的学习也具有一定参考价值。

虽然手册是水文实践活动的概述,不是对水文科学的详细描述,但为了帮助水文工作者和其他读者理解所研究问题的水文过程,本手册提供了足够的相关科学背景。手册不是百科全书,不能将该领域内所有已知的事实都收入本手册,但在许多情况下,本手册将所讨论的问题简要地作了介绍,并给出参考文献,以便读者需要时详细查阅。在手册的编著过程中,始终努力在控制的篇幅内,尽可能全面地将水文业务包括进去。本手册提供了约 3 000 篇参考文献。

本手册由四部分组成:第 1 ~ 10 章为水文循环,描述水文循环各阶段水的运动;第 11 ~ 16 章,为水文输送,描述水及污染物的运动;第 17 ~ 20 章为水文统计,涉及水文资料的处理、分析以及不确定性的定量分析;第 21 ~ 29 章为水文技术,介绍计算机程序、先进的数据收集和预报方法以及水文设计流程等。本手册还特别

注意近年来一些新领域(如地下水污染控制等)的进展。

由于篇幅所限,不可能将一些与水文紧密相关的学科(如地貌学)以及一些水文环境方面的问题(如森林水文学和湿地)等——作为单独的一章进行介绍,而是将其内容融入相关章节。例如,地貌学在河川径流一章介绍,而森林水文学和湿地则在土地利用和水文影响一章介绍。作者已编内容索引,以便读者容易找到相关内容(中译本省略——译者注)。

让我特别自豪的是有一批如此优秀的作者,他们的贡献均反映在相应的各章中。他们都是各自领域内经验丰富的专业工作者,为了学科的发展而乐于将他们拥有的宝贵知识贡献出来。当读者参考引用本手册中的某章内容时,一定要记住这是该章作者的贡献,而我本人只能作为本手册的主编。

我还要非常感谢本手册前面所列的两个委员会的所有成员(中译本列在附录C,D中——译者注):由 Stephen J. Burges 领导的国际顾问委员会和由 Leo R. Beard 领导的专业技术委员会。我尤其要感谢 Steve 和 Leo 对于两个委员会的成立及其有关活动的组织,他们花费了很多时间和精力,对本手册提出了许多很好的建议。两个委员会对每一章的内容都进行了认真的审查,以保证资料和信息正确性及在美国和国际上的代表性。

除了两个委员会的审查外,还邀请了相应专业的专家对每一章进行核审,共请了 230 位各方面的专家,每一章约有 8 位专家审查,然后汇总专家意见并对各章进行修改。此外,我本人对每一章也都进行了详细的审阅。这种严格的审查程序,可以丰富和完善各章的内容,并保证所提供信息的正确性,作为参考文献和专业实践都是十分重要的。

本手册的编写是一项庞大的工程,作者共有 58 位,分别来自 5 个国家。68 位顾问委员会和技术委员会委员遍布全世界。此外,还有一些技术编审和组织协调工作。我真诚地感谢奥斯汀(Austin)得克萨斯大学土木工程系和水资源研究中心(CRWR)在这项工作中给予我的大力支持。特别要感谢 Brenda Nelson 及她的 CRWR 同事们,他们一直负责作者、顾问委员会和技术委员会成员、编审,以及我个人与 McGraw-Hill 出版公司之间的资料和信息传递和交流。没有他们的工作和支持,本手册的完成是不可能的。我还要感谢给我一贯支持和鼓励的 Harold Crawford 先生,他是本手册的出版公司的编辑。

对许多读者来说,水文学不仅是一门要学习、要研究的科学,而且也是一种可以引以自豪的专业实践。它涉及的是自然现象的内在美,其技术的复杂性和重要性,激励着人类的工作和活动。我始终感到本手册的出版是各章作者和审稿者的贡献,而本手册的编辑对我本人来说,既是一种劳动,又感到是一种温暖的爱。相信本手册的出版将推动我们这个学科的发展。

David R. Maidment

HANDBOOK OF HYDROLOGY

David R. Maidment, Editor in Chief

(Professor of Civil Engineering University of Texas at Austin)

McGRAW-HILL, INC. 1992

New York San Francisco Washington, D. C. Auckland Bogotá Caracas Lisbon
London Madrid Mexico City Milan Montreal New Delhi San Juan Singapore Sydney Tokyo Toronto

目 录

译者的话	i
译校人员一览表	iii
主编介绍	iv
前言	v

第一篇 水文循环

第一章 水文学	3
1.1 水文学引言	3
1.2 水文循环	5
1.3 水文学的发展史	11
1.4 水文单位	14
参考文献	15
第二章 气候学	18
2.1 全球气候系统概观	18
2.2 近代气候资料	32
2.3 影响地表气候的因素	40
2.4 气候变化与气候变迁	44
参考文献	54
第三章 降水	59
3.1 引言	59
3.2 大气过程	59
3.3 大气水分	61
3.4 降水过程	66
3.5 降水云系	68
3.6 地球表面的降水	71
3.7 降水测定	74
3.8 降雨的统计模型	82
3.9 降水频率分析	83
3.10 可能最大降水	89

3.11 降雨预报	96
参考文献	98
第四章 蒸发	104
4.1 引言	104
4.2 蒸散发的物理过程	105
4.3 蒸发测量	123
4.4 蒸发估算方法	132
参考文献	149
第五章 入渗和土壤水运动	156
5.1 影响土壤水运动的特性	156
5.2 土壤水特性的测定	162
5.3 土壤水特性的估算	164
5.4 土壤水运动原理及入渗	170
5.5 入渗计算模型	176
5.6 入渗测定	190
5.7 影响入渗的因素	193
参考文献	196
第六章 地下水流	203
6.1 引言	203
6.2 地质结构	204
6.3 水力学概况	208
6.4 水文地质模拟模型	219
6.5 给定地质环境下的水流系统特征	228
6.6 岛屿和沿海地区的地下水水文学	232
6.7 天然存在的溶质的化学特征	237
6.8 水文地质参数的计算	241
6.9 地球物理方法	248
参考文献	252
第七章 雪与浮冰	259
7.1 引言	259
7.2 雪的形成、截留、分布和观测	259
7.3 融雪	268
7.4 融雪水在雪层中的流动	281
7.5 渗入冻土层的融雪水	283
7.6 融雪径流	285

7.7 冰的形成和冻结过程	286
7.8 冰盖冬季热量平衡	293
7.9 冬季水流情况	296
7.10 冰的衰退和开河	298
7.11 洪水频率	302
参考文献	304
第八章 河川径流	314
8.1 河川径流的自然性质	314
8.2 地貌和河川径流	316
8.3 流量测验	324
8.4 流量过程线	336
8.5 径流估算	338
8.6 径流信息	339
参考文献	344
第九章 洪水径流	349
9.1 洪水概述	349
9.2 降雨径流关系	350
9.3 洪水流量估算中的基本问题	356
9.4 中小流域的洪峰流量	360
9.5 单位线方法	372
9.6 洪水流量过程线模型	376
9.7 其他洪水估算方法	381
9.8 洪水极值	381
参考文献	382
第十章 水流演算	387
10.1 引言	387
10.2 集总式水流演算	390
10.3 分布式水流演算	394
10.4 演算模型所需资料	408
10.5 水流演算的复杂性	411
参考文献	415

第二篇 水文输送

第十一章 水质	425
----------------------	------------

11.1	物理性质和水化学基本概念	426
11.2	天然水和污水的组成	458
11.3	水质标准	475
	参考文献	491
第十二章	土壤侵蚀和泥沙运动	495
12.1	泥沙颗粒的基本特性	495
12.2	河床床面形态和水流阻力	502
12.3	泥沙起动	509
12.4	泥沙运动的机理	513
12.5	推移质	516
12.6	悬移质含沙量度垂线分布	522
12.7	总输沙率	524
12.8	水库泥沙	530
12.9	河流泥沙观测	533
12.10	流域产沙	538
12.11	泥沙侵蚀控制	546
	参考文献	547
第十三章	土地利用变化的水文影响	554
13.1	引言	554
13.2	方法和量测	558
13.3	造林和伐树的影响	567
13.4	农业生产加强的影响	586
13.5	湿地排水的影响	589
	参考文献	592
第十四章	地表水中污染物的输送	599
14.1	引言	599
14.2	污染源	600
14.3	输送	611
14.4	污染物的源与汇	623
14.5	在天然水体中的应用	634
14.6	小结	642
	参考文献	643
第十五章	污染物在非饱和流中的输移	648
15.1	引言	648
15.2	溶质输移过程	649

15.3	土壤性质的测定	679
15.4	野外监测	688
	参考文献	690
第十六章	地下水中污染物的输移	699
16.1	引言	699
16.2	对流	700
16.3	弥散	702
16.4	非水相流的运动	704
16.5	滞后	707
16.6	生物降解反应	719
16.7	过程的特征	723
16.8	小结	727
	参考文献	727

第三篇 水文统计

第十七章	水文资料统计分析	735
17.1	引言	735
17.2	单变数的特征	739
17.3	多组比较	750
17.4	共变性:连续变数	757
17.5	应用删检变数的技术	778
	参考文献	781
第十八章	极值事件频率分析	785
18.1	频率分析概述	785
18.2	极值事件的概率分布	794
18.3	概率点绘和拟合优度检验	805
18.4	分位数的标准误和置信区间	811
18.5	区域化	815
18.6	部分历时系列、混合模型和删检资料	819
18.7	洪水频率分析	825
18.8	暴雨频率分析	830
18.9	低水流量的频率分析	834
18.10	水质变量频率分析	837
18.11	频率分析的计算机程序	838

参考文献	839
第十九章 水文时间系列分析和模拟	848
19.1 水文时间系列的随机结构	848
19.2 时间系列分析原理	855
19.3 时间系列模拟	866
19.4 插补缺测观测值和延长记录	887
19.5 Monte Carlo 模拟	892
19.6 时间系列分析的计算机程序	903
参考文献	906
第二十章 地质统计学	916
20.1 引言	916
20.2 基本方法和模型	918
20.3 最佳线性无偏估计法(BLUE)	928
20.4 空间变量的结构分析	936
20.5 局限性与方案选择	950
20.6 选读和软件	951
参考文献	951

第四篇 水文技术

第二十一章 地表水计算机模型	957
21.1 本章目的	957
21.2 降雨径流和洪水演算模型(次洪模型)	960
21.3 连续河道流量模拟模型	966
21.4 洪水水力学模型	971
21.5 水质模型	980
21.6 HOMS 计划中的计算机模型	987
参考文献	989
第二十二章 地下水计算机模型	991
22.1 引言	991
22.2 地下水运动程序	997
22.3 地下水污染物运移程序	1001
22.4 示踪颗粒求解程序	1006
22.5 非恒定饱和水流求解程序	1008
22.6 非恒定饱和水流和溶质运移求解程序	1011

22.7 其他类型的求解程序	1013
22.8 地下水运动和溶质运移程序发行商	1014
参考文献	1015
第二十三章 水文计算进展	1025
23.1 计算机硬件进展	1025
23.2 用户界面与图形的完善	1029
23.3 软件工程	1030
23.4 数据库管理系统(DBMS)	1032
23.5 水文学中的图形应用	1036
23.6 人工智能	1043
参考文献	1045
第二十四章 遥感	1047
24.1 引言	1047
24.2 基本原理	1047
24.3 资料分析	1052
24.4 降水	1054
24.5 雪	1055
24.6 蒸散发	1057
24.7 径流	1058
24.8 水质	1063
24.9 未来发展	1064
参考文献	1065
第二十五章 数据自动采集与传输	1069
25.1 水位传感	1070
25.2 流速观测	1075
25.3 水质传感	1077
25.4 数据采集和存储系统	1078
25.5 数据传输	1080
25.6 数据采集和传输系统	1084
参考文献	1086
第二十六章 水文预报	1089
26.1 水文预报的价值和应用	1089
26.2 短期预报方法	1091
26.3 长期预报方法	1105
参考文献	1115