

高等学校给水排水工程专业指导委员会规划推荐教材

水文学 (第四版)

黄廷林 马学尼 主编
张世芳 主审



中国建筑工业出版社

CHINA ARCHITECTURE & BUILDING PRESS

高等学校给水排水工程专业指导委员会规划推荐教材

水 文 学

(第四版)

黄廷林 马学尼 主编

张世芳 主审

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

水文学/黄廷林, 马学尼主编. —4 版. —北京:
中国建筑工业出版社, 2006

高等学校给水排水工程专业指导委员会规划推荐
教材

ISBN 7-112-08052-5

I. 水... II. ①黄...②马... III. 水文学-高
等学校-教材 IV. P33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 021069 号

高等学校给水排水工程专业指导委员会规划推荐教材

水 文 学

(第四版)

黄廷林 马学尼 主编

张世芳 主审

*

中国建筑工业出版社出版 (北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

北京中科印刷有限公司印刷

*

开本: 787×960 毫米 1/16 印张: 16 字数: 320 千字

2006 年 6 月第四版 2006 年 6 月第十八次印刷

印数: 78801—82300 册 定价: 22.00 元

ISBN 7-112-08052-5

(14006)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书是在第三版基础上,根据现行规范对教材内容进行了适当的修订和补充。重新编写了第3章水文统计基本原理与方法;按照1999年颁布的国家标准《水文基本术语和符号标准》,对教材中符号和专业术语进行了修改和规范化;引入了目前常用的和比较新的水文分析理论与方法;补充了新的降水观测方法;增补了流域汇流的相关的理论和计算方法、城市降雨径流污染控制以及降雨综合利用等方面的内容。全书共7章,主要包括:绪论,水文学的一般概念与水文测验,水文统计基本原理与方法,年径流及洪、枯径流,降水资料的收集与整理,小流域暴雨洪峰流量的计算,城市降雨径流等。

本书为普通高等教育土建学科专业“十一五”规划教材,高校给排水工程专业指导委员会规划推荐教材,可供给排水工程、环境工程及相关专业的技术人员使用。

* * *

责任编辑:齐庆梅 王美玲

责任设计:赵明霞

责任校对:张树梅 刘梅

第四版前言

给水排水工程专业用《水文学》初版教材于1979年12月发行，在历经八届教学实践的基础上进行修订后于1989年12月再版发行。《水文学》（第三版）于1998年5月修订出版至今已近8年时间。根据2003年全国高校给水排水工程学科专业指导委员会会议精神和专业指导委员会制订并出版的《全国高等学校土建类专业本科教育培养目标和培养方案及主干课程教学基本要求——给水排水工程专业》中关于《水文学》课程教学基本要求，充分考虑其他院校近几年《水文学》教学实践和使用第三版教材过程中所提出的建议和意见，在《水文学》（第三版）的基础上进行了修订。

此次修订，根据新的教学基本要求和新编规范对教材内容作了适当的增删，对原书图表及公式中的错误进行了更正，更新或补充了全国多年平均最大24h雨量等值线图、年降水量分布图等图表，对第1~2章和第4~7章的部分内容进行了调整和修改，重新编写了第3章水文统计基本原理与方法。按照1999年颁布的国家标准《水文基本术语和符号标准》，对教材中符号和专业术语进行了修改和规范化；引入了目前常用的或较新的水文分析理论与方法；第5章降水资料的收集与整理中补充了新的降水观测方法等；第6章增补了流域汇流的相关理论和计算方法等；第7章增补了城市降雨径流水质污染控制等方面的内容，以满足城市发展对给水排水工程专业的新要求。

修订后的教材内容包括：河川流域及其径流，水文统计基本理论与方法，年径流及洪枯径流，降水资料的收集与整理，小流域暴雨洪峰流量的计算，城市降雨径流与水质控制等，并附有水文计算用表。书中例题均结合我国实际，每章之后附有复习思考题，便于学生复习。考虑到不同地区对水文学教学内容广度、深度上的不同要求，凡带有*形符号的章节作为选学内容，各院校可根据教学需要和具体情况进行取舍。

这次编写和修订，尽可能结合给水排水工程专业的需要，力求做到重点突出，层次分明，逻辑性强；做到深入浅出，便于阅读；重视理论与实践紧密结合，既努力反映现代科学技术的新成就，又考虑到能与我国给水排水事业的发展相适应，进一步完善给水排水工程专业《水文学》教材的内容与体系。

本教材除可作为高等学校给水排水工程专业教学用书外，也可供有关专业人

员参考。

本书由西安建筑科技大学黄廷林、马学尼主编。其中第1、5章由黄廷林、马学尼修编；第3、4章由王俊萍、黄廷林修编；第2、6章由马学尼、王俊萍修编；第7章由黄廷林修编；文稿校对、计算程序调试和插图绘制由卢金锁承担。本书由重庆建筑大学张世芳教授主审，特此致谢。敬请读者对书中存在的错误和不当之处予以批评指正。

第三版前言

给水排水工程专业用《水文学》教材于1979年12月初版发行，在历经八届教学实践的基础上进行修订后于1989年12月再版发行。现根据1995年全国高校给水排水工程学科专业指导委员会会议精神和专业指导委员会1993年12月制订的高校给水排水专业本科四年制《水文学》课程教学基本要求，按照1983年11月全国高校给水排水专业教学大纲，充分考虑其他院校通过近几年《水文学》教学实践和1990年6月在同济大学召开的《水文学》课程研讨会所提意见，在原有教材内容基础上进行了重新编写和修订。

此次改编和修订，根据新的教学基本要求和新编规范对教材内容作了适当的增删，对原书图表及公式中的错误进行了更正，重新编写了第3、4章；按照1994年颁布的国家标准《量和单位》，对教材中的物理量及计量单位进行了统一和规范化；引入了计算机的应用，增加了频率分析、回归分析和暴雨强度公式中参数的非线性最小二乘估计等计算程序；考虑到城市降雨径流特点及地表径流污染，增补了第7章“城市降雨径流”，以满足城市发展对给水排水工程专业的新要求。

修订后的教材内容包括：河川流域及其径流，水文统计基本理论，年径流及洪枯径流，降水资料的收集与整理，小流域暴雨洪峰流量的计算，城市降雨径流等，并附有水文计算用表。书中例题均结合我国实际，每章之后附有复习思考题，便于学生复习。考虑到不同地区对水文学教学内容广度、深度上的不同要求，凡带有*形符号的章节只作选学内容，各院校可根据本地区的具体情况进行取舍。

这次编写和修订，尽可能结合给水排水工程专业的需要，力求做到重点突出，层次分明；加强逻辑性；做到深入浅出，便于阅读；重视理论与实践密切结合，既努力反映现代科学技术的新成就，又考虑到能与我国给排水事业的发展相适应，建立起给水排水工程专业《水文学》教材的新体系。本教材除可作为高等院校给水排水工程专业教学用书外，也可供有关专业人员参考。

本书由西安建筑科技大学给水排水工程教研室马学尼、黄廷林主编。其中第1、2、5、6章由马学尼、黄廷林修编；第3章由贾玉新编写；第4章由马学尼、贾玉新编写；第7章由黄廷林编写；文稿校对、计算程序调试和插图绘制由方海

红、王俊萍承担。本书由沈阳建筑工程学院董辅祥教授初审，重庆建筑大学张世芳教授主审，特此致谢。

敬请读者对书中存在的错误和不当之处予以批评指正。

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 水文现象及水文循环	1
1.2 水文学的研究领域及发展	3
1.2.1 水文学的研究领域	3
1.2.2 水文学的发展	4
1.3 水文学与给水排水工程的关系	5
1.4 水文现象的特性	5
1.4.1 水文现象时程变化的周期性与随机性的对立统一	5
1.4.2 水文现象地区分布的相似性与特殊性的对立统一	6
1.5 水文现象的研究方法	6
第 2 章 水文学的一般概念与水文测验	8
2.1 河流和流域	8
2.1.1 干流及支流	8
2.1.2 河长及弯曲系数	8
2.1.3 河槽基本特征	9
2.1.4 河流的分段	11
2.1.5 分水线及流域	12
2.2 河川径流及其表示方法	14
2.2.1 河川径流的基本概念	14
2.2.2 河川径流量的表示	14
2.3 河川径流形成过程及影响径流的因素	16
2.3.1 河川径流形成过程及其特征时期	16
2.3.2 影响径流的主要因素	18
2.3.3 地下径流	20
2.3.4 固体径流	20
2.3.5 溶解质径流	20
2.4 流域水量平衡	21
2.5 水文资料的观测方法与收集	23

2.5.1 水位观测	23
2.5.2 流量测算	24
2.5.3 泥沙测算	25
2.5.4* 冰凌观测	26
2.5.5 水文资料的收集	26
2.6 水位与流量关系曲线	27
2.6.1 水位与流量关系曲线的绘制	27
2.6.2 水位与流量关系曲线的延长	28
2.6.3 水位与流量关系曲线的应用	30
复习思考题	31
第3章 水文统计基本原理与方法	33
3.1 水文统计的意义及基本概念	33
3.1.1 水文统计的意义	33
3.1.2 事件	33
3.1.3 总体、样本、样本容量	34
3.1.4 数理统计法对水文资料的要求	35
3.2 频率和概率	36
3.2.1 频率和概率	36
3.2.2 概率运算定理	38
3.2.3 随机变量的概率分布	40
3.2.4 累积频率和重现期	42
3.2.5 设计标准	44
3.3 经验频率曲线	45
3.3.1 经验频率公式	45
3.3.2 经验频率曲线的绘制和应用	46
3.3.3 经验频率曲线的外延	46
3.4 随机变量的统计参数	47
3.4.1 均值	47
3.4.2 均方差和变差系数	48
3.4.3 偏态系数	50
3.4.4 矩	51
3.5 理论频率曲线	52
3.5.1 皮尔逊Ⅲ型曲线	53
3.5.2 指数 Γ 分布曲线	59
3.6 抽样误差	60

3.6.1	误差来源	60
3.6.2	抽样误差概述	60
3.6.3	抽样误差分布	61
3.6.4	抽样误差计算公式	62
3.7	水文频率分析方法	63
3.7.1	适线法	64
3.7.2*	参数估计法	68
3.8	相关分析	71
3.8.1	相关分析的意义	71
3.8.2	相关分析的概念和类型	71
3.8.3	简单直线(线性)相关	73
3.8.4*	曲线(非线性)选配	78
3.8.5*	复相关	79
3.9*	频率分析综合程序	79
3.9.1	综合程序的内容	79
3.9.2	变量和数组说明	80
3.9.3	程序框图	81
3.9.4	计算程序	81
3.9.5	程序应用举例	86
	复习思考题	88
第4章	年径流及洪、枯径流	90
4.1	概述	90
4.2	设计年径流量	91
4.2.1	年径流变化特点和分析方法	91
4.2.2	具有长期实测资料时设计年径流量的推算	91
4.2.3	资料不足情况下设计年径流量的推算	93
4.2.4	缺乏实测资料时设计年径流量的推算	96
4.3	设计年径流量的年内分配	100
4.3.1	径流的年内分配	100
4.3.2	有长期实测径流资料时设计年径流量年内分配的确定	102
4.3.3	缺乏实测径流资料时设计年径流量年内分配的确定	103
4.3.4	日流量(或水位)历时曲线的绘制和应用	103
4.4	设计洪水流量和水位	104
4.4.1	洪水及设计洪水	104
4.4.2	推求设计洪水的方法	106

4.4.3	设计洪水标准	106
4.4.4	洪水资料审查	107
4.4.5	洪水资料选样	108
4.4.6	洪水资料的插补延长	109
4.4.7	特大洪水资料的处理	110
4.4.8	设计洪峰流量(或水位)的计算	115
4.5	设计枯水流量和水位	120
4.5.1	影响枯水径流的因素	120
4.5.2	有长期实测资料时枯水径流的计算	121
4.5.3	资料短缺时枯水径流的计算	123
4.5.4	缺乏资料地区枯水径流的计算	123
4.6*	径流调节	125
4.6.1	径流调节的意义	125
4.6.2	水库调节类型及其特征水位	125
4.6.3	水库对年径流的调节	127
4.6.4	水库对洪水的削减	129
4.7*	潮汐河口的设计水位	131
4.7.1	潮汐河口的水文情势	131
4.7.2	潮汐河口的设计潮水位计算	133
	复习思考题	134
第5章	降水资料的收集与整理	136
5.1	降水	136
5.1.1	降水的观测	136
5.1.2	降水的特征	137
5.2	降水分布	138
5.2.1	流域平均降水量	138
5.2.2	多年平均最大24h降水量	141
5.2.3	我国年降水量的分布	141
5.3	点雨量资料的整理	144
5.4	暴雨强度公式的推求	146
5.4.1	暴雨强度公式	146
5.4.2	公式 $i = \frac{A}{t^n}$ 中参数的推求	148
5.4.3	公式 $i = \frac{A}{(t+b)^n}$ 中参数的推求	153

5.4.4* 公式 $i = \frac{A_1(1 + ClgT)}{(t+b)^n}$ 中参数的非线性最小二乘估计	153
5.4.5 利用等值线图求暴雨强度	162
5.5 可能最大降水(PMP)简介	164
复习思考题	166
第6章 小流域暴雨洪峰流量的计算	167
6.1 小流域暴雨洪水计算的特点	167
6.2 设计净雨量的推求	168
6.2.1 暴雨损失及分类	168
6.2.2 下渗	168
6.2.3 设计净雨量的推求	170
6.3 流域汇流	171
6.3.1 暴雨洪水形成过程	171
6.3.2 等流时线原理	172
6.3.3 不同净雨历时情况下的径流过程	173
6.3.4 暴雨洪峰流量公式	175
6.4 暴雨洪峰流量的推理公式	176
6.4.1 水科院水文所公式	177
6.4.2 铁一院两所公式	188
6.5 地区性经验公式及水文手册的应用	201
6.5.1 以流域面积 F 为参数的地区经验公式	201
6.5.2 包含降雨参数的地区经验公式	201
6.5.3 水文手册的应用	202
复习思考题	202
第7章 城市降雨径流	204
7.1 城市化与城市水文过程	204
7.2 城市化与城市暴雨径流	205
7.2.1 城市化过程	205
7.2.2 城市暴雨径流特点	206
7.3 城市水文资料的收集	208
7.3.1 降水和其他气象资料	208
7.3.2 河道及管渠流量资料	209
7.3.3 水质监测资料	209
7.3.4 土地利用情况资料	210
7.3.5 城市水文测验系统	210

7.4 城市设计暴雨	211
7.5 城市降雨径流的水质特性	212
7.5.1 城市径流中污染物的来源及种类	212
7.5.2 地表污染物的聚集及去向	213
7.6 城市降雨径流的水质控制	214
7.6.1 城市径流水质控制的基本原则	214
7.6.2 渗滤	216
7.6.3 滞洪措施	218
7.6.4 扩展功能的(干)滞洪区与水质控制	219
7.6.5 滞洪塘与水质控制	220
7.6.6 水量水质控制的多用途滞洪区	221
7.6.7 区域性和就地滞洪设施的比较	222
复习思考题	222
附录	224
附录1 经验频率 $P = \frac{m}{n+1} \times 100\%$ 表	224
附录2 海森概率格纸的横坐标分格表	227
附录3 皮尔逊Ⅲ型曲线的离均系数 Φ_p 值表($0 < C_s < 6.4$)	228
附录4 皮尔逊Ⅲ型曲线的模比系数 K_p 值表	231
附录5 皮尔逊Ⅲ型分布频率权重矩估计参数的 $C_s \sim R \sim H$	233
附录6 天然河道粗糙率	234
附录7 海森概率格纸	236
主要参考文献	237

第1章 绪 论

1.1 水文现象及水文循环

地球上的水主要受太阳辐射和地心引力的两种作用而不停地运动，其表现形式可概括为四大类型，即降水、蒸发、渗流和径流，统称为水文现象。降水的形式有雨、雪、雾、霰、雹等，大气中水汽凝结后以液态水或固态水的形式降落到地面的现象都属降水。蒸发则是水分子从水面、冰雪面及其他含水物质表面以水汽形式逸出现象，这种使水上升成为水汽的途径有截留蒸发、地面蒸发、叶面散发、水面蒸发和海洋蒸发等五种。所谓截留蒸发是指那些并未落到地面而被植物截留了的降水重新蒸发的现象；所谓叶面散发是指从植物叶孔中逸出水汽的现象，有时也称为蒸腾。渗流是水从地表渗到地内，以及在地内流动的现象，可分为下渗和渗透两步：下渗（或入渗）是指地表水经过土壤表面进入土壤的过程；渗透是指水分在土壤内的运动。径流是指陆地上的降水汇流到河流、湖库、沼泽、海洋、含水层或沙漠的水流，分为地面径流和地下径流两种：地面径流是水在地面上流动的现象，包括坡地漫流和河槽流动两个过程；地下径流是水在地下含水层内流动的现象。在这些水文现象中，和人类经济活动关系最密切的就是河川径流，是水文学研究的主要对象。

地球上的水在太阳热能的作用下，不断蒸发而成水汽，上升到高空，随大气运动而散布到各处。这种水汽如遇适当条件与环境，则凝结而成降水，下落到地面。到达地面的雨水，除部分被植物截留并蒸发外，一部分沿地面流动成为地面径流，一部分渗入地下沿含水层流动成为地下径流，最后，它们之中的大部分都流归大海。然后，又重新蒸发，继续凝结形成降水，运转流动，往复不停。这种过程称为自然界的水文循环，其示意图可见图 1.1 和图 1.2。

根据水文循环过程的整体性和局部性，可把水文循环分为大循环与小循环两类。由海洋蒸发的水汽，被气流输送到大陆形成降水降落到大陆，其中一部分以径流的形式流归海洋，另一部分通过蒸发重新返回大气，这种海陆空间的水分交换过程称为大循环或外循环。在大循环运动中，水一方面在地面和上空通过降水和蒸发进行纵向交换，另一方面通过河流在海洋和陆地间进行横向交换。海洋上蒸发的水汽在海洋上空凝结后以降水的形式又落在海洋里，或者陆地上的水在没有

流归海洋之前，通过蒸发凝结又降落到陆地上，这种局部的水文循环称为小循环或内循环。陆地上小循环对内陆地区降水有着重要作用，蒸发所产生的水汽，既增加了当时大气中的水汽含量，又改变了大气的物理状态，因此创造了降水的有利条件，直接影响到人类的经济活动。

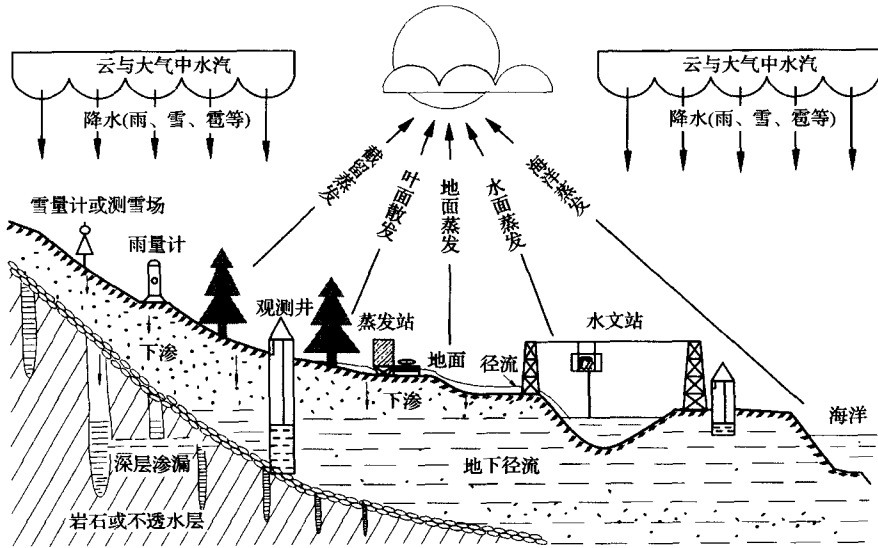


图 1.1 水文循环示意图

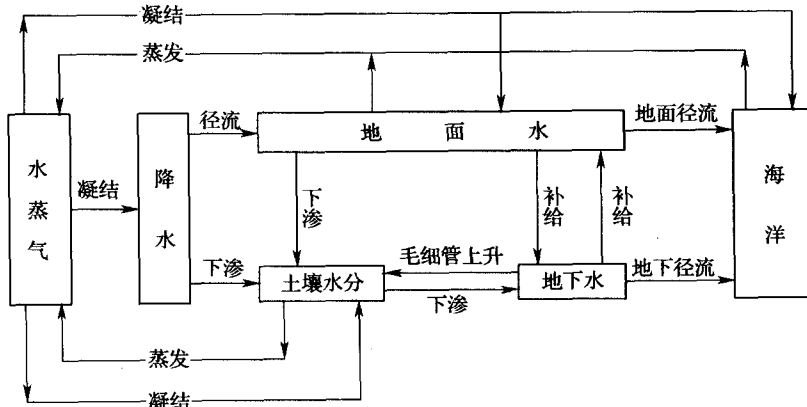


图 1.2 水文循环图解

水文循环是地球上最重要、最活跃的物质循环之一。在水文循环过程中，水的物理状态、水质、水量等都在不断地变化，并通过蒸发、水汽输送、降水和径流四种形式进行着交换。水在自然界中的循环运动，为人类带来了取之不尽、用

之不竭的水资源，对人类的生活和生产活动有着重大的影响。研究水文循环的目的，在于认识它的基本客观规律，了解其各影响因素间的内在联系，这对合理开发和利用水资源，抗御洪旱灾害，改造自然，利用自然都有十分重要的意义。

1.2 水文学的研究领域及发展

1.2.1 水文学的研究领域

水文学是研究存在于地球大气层中和地球表面以及地壳内水的各种现象的发生和发展规律及其内在联系的学科。它包括水体的形成、循环和分布，水体的化学成分，生物、物理性质以及它们对环境的效应等。水文学开始主要研究陆地表面的河流、湖泊、沼泽、冰川等，以后逐渐扩展到地下水、土壤水、大气水和海洋水。

(1) 传统水文学按研究的水体可划分为：河流水文学、湖泊水文学、沼泽水文学、冰川水文学、海洋水文学、地下水水文学、土壤水文学和大气水文学等。

(2) 根据水文学采用的实验方法，派生出三个分支学科：水文测验学、水文调查、水文实验。

(3) 按照研究内容分为：水文学原理、水文预报、水文分析与计算、水文地理学和水文动力学等。

(4) 作为应用科学，水文学分为：工程水文学、农业水文学、土壤水文学、森林水文学和城市水文学等。

(5) 随着科学技术的发展，水文学出现新的分支：随机水文学、模糊水文学、灰色系统水文学、遥感水文学、同位素水文学等。

总之，水文学的研究领域非常广泛，研究内容非常丰富和复杂。结合给水排水工程专业的需要，本书所阐述的内容只是水文学领域中的一部分，主要包括叙述水文循环运动中，从降水到径流入海的这一过程中，关于地面径流的运动规律、量测方法及在工程上的应用等问题，基本上属工程水文学的范畴。它包括河川及径流的基本概念，河川水文要素量测方法，水文分析中常用的数理统计的基本原理，河川径流的年际变化与年内分配，枯水径流与洪水径流的调查分析与计算，降雨资料的整理与暴雨公式的推求，小流域暴雨洪水流量的计算，城市降雨径流等。

通过本课程的学习，要求能了解河川水文现象的基本规律，掌握水文统计的基本原理与方法，能够独立地进行一般水文资料的收集、整理工作；具有一定的水文分析计算技能。由于水文现象本身所具有的特点，一般在处理上多运用数理统计方法进行分析，注重实际资料的收集，强调深入现场进行调查研究。因此在