



科学方法大系

“十二五”国家重点图书出版规划项目

水文学方法研究丛书

水文学方法—基础篇

王文圣 李跃清 王浩 严登华 编著



科学出版社



科学方法大系

“十二五”国家重点图书出版规划项目

水文学方法研究丛书

水文学方法—基础篇

王文圣 李跃清 王浩 严登华 编著

科学出版社

北京

内 容 简 介

水文学是一门有关水问题的自然科学,同时兼具技术科学和社会科学属性。为了适应涉水工程的规划设计、施工建设及管理运营需求,需要了解和掌握当前水文学的分析计算方法,包括水文资料收集及整理方法、水文计算方法、水文过程分析方法、短期水文预报方法、中长期预报方法和水资源评价方法。为此,本书简要介绍了当前主要的分析计算方法。

本书可供水文学、水资源领域的研究人员和相关工作人员参考,也可作为高等院校水文水资源专业的高年级本科生和基层水文工作者的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

水文学方法:基础理论. 李敏等编著. —北京:科学出版社, 2014. 4

(水文学方法研究丛书)

ISBN 978-7-03-040201-4

I. 水… II. 李… III. 水文学-方法-论 IV. P33-03

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第048963号

责任编辑:李 敏 吕彩霞/责任校对:李 影

责任印制:赵德静/封面设计:黄华斌

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>

骏杰印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

2014年4月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2014年4月第一次印刷 印张:15 1/2 插页:2

字数:300 000

定价:98.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《水文学方法研究》丛书编委会

主 编	胡四一			
编 委	陈志恺	刘昌明	王 浩	王光谦
	张建云	钟登华	康绍忠	王 超
	沈 冰	芮孝芳	刘国纬	胡春宏
	许唯临	谈广鸣	唐洪武	夏 军
	杨大文	丁 晶	任立良	秦大庸
	严登华	王文圣	杨志勇	

《水文学方法——基础篇》编委会

主 笔	王文圣		
副主笔	李跃清	王 浩	严登华
成 员	丁 晶	金菊良	李眉眉

总 序

水文学和水资源学是水资源可持续利用的科学基础和技术手段。20 世纪 90 年代以来,由于人口、社会、经济的高速发展,除防洪形势依然严峻外,水资源短缺与水环境恶化的问题(并称为水问题)也突显出来,并成为国家可持续发展的制约因素。应对这些水问题,满足可持续发展所需要的水供给和水环境支持条件,自然成为这一时期水文学和水资源学研究的中心任务,这就向水文水资源科技工作者提出了新的更高要求。为防洪减灾提供水文水资源信息和知识支撑,需要加强特大洪水形成规律、水文信息采集传输预报调度决策现代化、非工程措施的研究;为水资源可持续利用提供科学基础,需要加强水资源形成、演化机理研究和全球变化对水资源影响的研究,注重水资源系统、经济社会系统、生态环境系统在其耦合演进过程中相互依存与相互制约定量关系的研究,以及水资源评价与规划、水资源承载能力评价、水资源开发利用与保护的研究;为生态安全和环境保护提供水文水资源知识服务,需要揭示水对于生态安全的控制机理和水作为环境要素的基础作用,研究不同自然地理条件下生态需水量计算方法,制定描述河流健康状态的评价体系和人类-经济社会-生态环境系统中水分配策略;在流域规划和工程设计中,需要加强高强度人类活动条件下的水文水资源预测研究,探索新的水文水资源分析计算途径与方法;为建设节水防污型社会提供水文水资源科技支撑,需要开发水资源循环再生利用、综合节水和水资源高效利用技术,建立水资源利用效率评价与水资源价值的综合核算方法,以及加强水管理制度安排和政策设计的科学基础与应用研究。

科学认识和创造性地解决我国的水问题,离不开科学技术,水文和水资源领域的科技创新与技术进步将为我国水资源可持续利用提供坚实的科学理论和有效的关键技术。科技创新,方法先行,方法对路,事半功倍。随着水文学研究内容 and 应用方向的多样化,水文学界对学科发展的兴趣与日俱增,更加关注其学科方法和哲学基础,发展与创新传统的水文学研究方法,已成为解决我国在变化环境下复杂水问题的迫切需求。随着近几十年来科学技术的突飞猛进,大量新技术、新方法广泛应用于水文学研究,传统水文学方法也从技术进步中受益匪浅,促进了水文学研究方法体系的日趋成熟完善。受数量化、系统论和信息技术的影响,也为了适应可持续发展日益增长的需求,水文学已经发生了显著的变化,逐步实

现了从传统水文学向现代水文学的过渡，即以学科综合交叉发展为主线，以天—地—一体化的系统视角，运用“原型观测+数值模拟+地理信息技术”的研究途径，模拟预测“自然—人工”范式下的二元水循环过程的演化趋势和动态变化，揭示水量、水沙、水质、水生态过程的耦合机制和相互作用，强调人类活动对水循环的重要性，注重复杂水资源系统的优化配置和综合调控，为提高水旱灾害的预测防控水平、提升水利工程的建管调控能力和加强水资源与水环境的协调管理提供科学原理及实践方法。在这一转变过程中，新的水文实验、水文观测、水文模拟、水文预测预报方法快速发展，在我国水问题研究和实践中获得了广泛应用，取得了丰硕的研究成果，水文学的方法体系也不断丰富完善，有力地推动了复杂水问题解决思路、研究平台和技术手段的现代化转型。系统回顾和总结水文学研究方法的发展历程，深入揭示水文学方法的演进规律和驱动机制，科学评估水文学方法的学科前沿和发展趋势，对于水文学的知识传承和学术创新发挥着基础性和先导性作用，对于进一步推动水文科学发展、实现水资源可持续利用具有重要意义。

2010年，中国水利水电科学研究院王浩院士和科学出版社共同发起，组织活跃在水文学研究领域的专家学者，成立了《水文学方法研究》丛书编委会。历经近三年的酝酿，通过组织召开多次编写工作协调会议及学术委员工作会议，在充分讨论并征求由多名院士组成的学术委员会意见的基础上，结合当前水文学方法研究中的热点和前沿问题，确定了《水文学方法研究》丛书的编写框架、主要内容、体例要求。丛书面向水文水资源相关领域学者、管理人员和基层水文工作者，针对不同读者的阅读需求，组织各主要分册编写。该丛书集成了当前国内外水文学研究领域主要的研究方法及相关的基本理论和分析思路，注重认识论和方法论层面的研究和总结，许多内容都是这些编著者多年潜心研究的成果，集中了众多水文学者的集体智慧，凝结了参与这项工作的全体同志的心血和汗水。该丛书的出版发行，必将助益于水文学科的传承和创新，进而对推动我国水文学科的发展发挥积极作用。

水利部副部长

2012年6月

前 言

水文科学既涉及大自然中水的变化规律，又关系到如何利用这些规律为人类服务、促进整个社会持续和谐发展，是一门众所周知的复杂科学。对于复杂水文现象的描述，通过大量的研究，取得了显著的进展。本书旨在归纳一些成熟的水文学方法，为初级水文学研究者提供入门的水文学知识，同时为基层水文学工作者开发利用水资源提供技术支撑。显然，这样的归纳工作无疑是十分必要的。

本书尽力突出水文学方法的基础性、综合性和实用性，其主要内容可归纳为如下几方面。

1) 水文信息采集与整理方法：描述关于降水、蒸发、水位、流量、泥沙、水质等项目的观测、调查及资料整编的方法，为水文分析计算、水文预报、水资源科学利用和水灾害防治提供基础资料。

2) 水文分析计算方法：根据水文现象的变化特性，描述各种资料条件下推求水文设计值的方法和途径，为涉水工程的规划、设计和施工提供水文依据。

3) 水文过程分析方法：运用随机过程理论和时间序列分析技术对水文过程的随机变化特性进行分析的基本框架。

4) 水文预报方法：介绍当前可行的洪水预报、枯水预报和中长期预报方法。

5) 水资源评价方法：介绍水资源评价方法，包括随机评价法、模糊评价法、灰色评价法、集对评价法。

全书共分8章，由作者共同编写而成。

本书的撰写和出版既是集体智慧的结晶，又是各方关心、支持和帮助的结果。衷心感谢四川大学水力学与山区河流开发保护国家重点实验室、四川大学水利水电学院、中国水利水电科学研究院和成都高原气象研究所的大力支持、关心及帮助。

本书的大量资料引自有关高等学校、科研和生产单位以及个人出版的书籍、发表的论文和科技文献资料。在此对相关单位和作者一并致谢。

本书得到了国家重点基础研究发展计划(2013CB036401)、科技基础性工作

专项（2009IM020100, 2011IM011000）和国家自然科学基金项目（51179110）的资助。

由于时间紧迫和撰写人水平有限，书中不妥之处在所难免，诚请读者批评指正。联系方式：成都 四川大学水利水电学院 王文圣，邮编 610065。

王文圣

2014 年 1 月

目 录

第 1 章 水文学概论	1
1.1 水循环和水文学	1
1.2 水文学研究对象的主要特性	5
1.3 水文学的研究和分析方法	7
1.4 水文学的核心内容和本书的目的	9
第 2 章 水文信息采集与整理方法	11
2.1 概述	11
2.2 降水的采集与整理方法	13
2.3 蒸散发和下渗的收集与整理方法	21
2.4 水位观测与整理方法	26
2.5 流量测验与整编方法	30
2.6 泥沙测验及计算	47
2.7 水质监测	52
2.8 水文调查和水文资料收集	56
第 3 章 水文分析计算方法	60
3.1 概述	60
3.2 水文相关分析法	60
3.3 水文频率分析计算法	74
3.4 水文比拟法和参数等值线图法	99
3.5 推理公式法	105
第 4 章 水文过程分析方法	117
4.1 概述	117
4.2 水文序列相关分析	117
4.3 水文序列的谱分析	120
4.4 水文序列组成识别	124
4.5 水文序列极差分析和轮次分析	133
4.6 纯随机序列随机模拟	136
4.7 随机模型	139
第 5 章 水文短期预报方法	157

5.1	概述	157
5.2	降雨径流预报方法	157
5.3	河道洪水预报方法	164
5.4	施工洪水预报	169
5.5	实时洪水预报	173
第6章	水文中长期预报方法	174
6.1	枯水预报方法	174
6.2	水文相似预测方法	177
6.3	门限（自）回归模型	187
6.4	人工神经网络模型	191
第7章	水资源评价方法	197
7.1	概述	197
7.2	贝叶斯评价法	197
7.3	模糊评价方法	200
7.4	灰色评价方法	206
7.5	集对评价方法	214
第8章	结语	228
	参考文献	229
	附录	230

第 1 章 水文学概论

1.1 水循环和水文学

1.1.1 水循环

地球表面约 70% 的面积为海洋所覆盖，其余为陆地。地球上的水都是以一定形态存在于自然界中，一般称为水体，如海洋水体、地表水体（河流水体、湖泊水体、沼泽水体、冰川水体）、地下水体、土壤水体、大气水体、生物水体等。全球水储量约为 13.86 亿 km^3 ，其中，海洋水占总水量的 96.54%，陆地水占总水量的 3.46%，淡水占总水量的 2.53%。地球上各类水体的数量见表 1-1（詹道江和叶守泽，2000）。

表 1-1 地球上各类水体的数量

水体种类	水量		咸水		淡水	
	数量 (10^3 km^3)	比例 (%)	数量 (10^3 km^3)	比例 (%)	数量 (10^3 km^3)	比例 (%)
海洋水	1 338 000	96.54	1 338 000	99.04	—	—
地表水	24 254.1	1.75	85.4	0.006	24 168.7	69.0
冰川/永久雪	24 064.1	1.736	—	—	24 064.1	68.7
湖泊水	176.4	0.013	85.4	0.000 6	91.0	0.20
沼泽水	11.47	0.000 8	—	—	11.47	0.033
河流水	2.12	0.000 2	—	—	2.12	0.006
地下水	23 700	1.708	12 870	0.953	10 830	30.92
土壤水	16.5	0.001	—	—	16.5	0.05
大气水	12.9	0.000 9	—	—	12.9	0.04
生物水	1.12	0.000 1	—	—	1.12	0.003
全球总量	1 385 984.6	100	1 350 955.4	100	35 029.2	100

注：1 $\text{km}^3 = 10$ 亿 m^3

自然界的水在太阳能的作用下，不断地从水面（海洋、河流、湖泊）、陆面和植物叶面蒸（散）发，化为水汽升入天空，然后被气流带到他处，在适当条

件下凝结，又以降水（雨、雪、雹、露）形式落到地面，部分形成地面径流，部分在重力作用下渗入地下，最终回归河流、湖泊、海洋。这种不断运动和循环的过程，称为水循环（水文循环），如图 1-1 所示。从图 1-1 中可以看出，水循环中的要素主要包括降水（ P ）、蒸发（ E ）、下渗（ I ）、径流（ R ）。

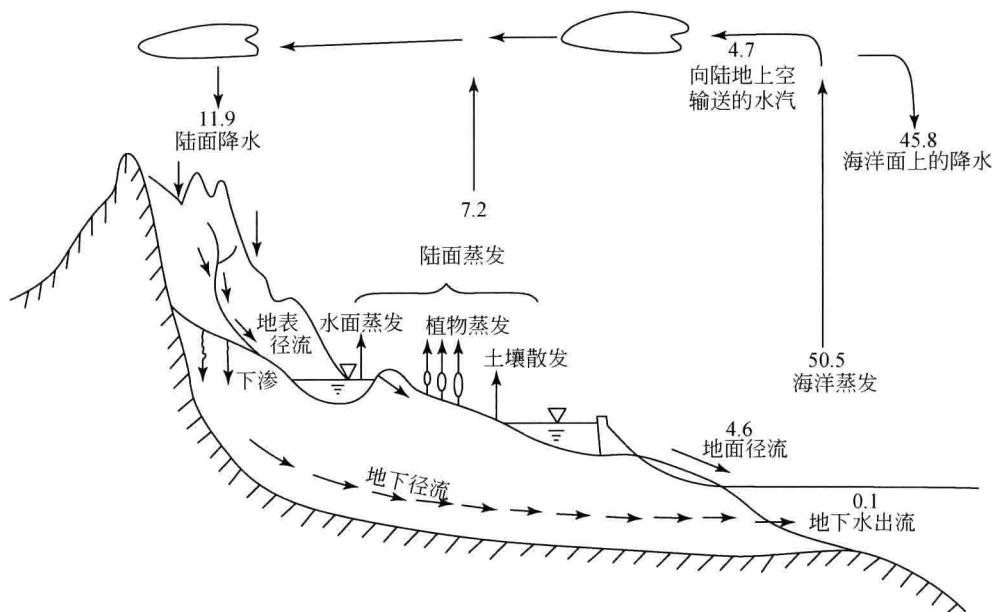


图 1-1 水循环示意图

单位: 10^4 km^3

水循环有大循环和小循环之分，大循环是指海洋与陆地之间的水分交换，小循环是指海洋与大气之间、陆地与大气之间的水分交换。大气是水循环的重要载体。大气中的水分仅占全球总水量的 0.0009%，但平均每年进出大气的总水量高达 $6\,000\,000 \text{ km}^3$ ，为地球上的各类水体提供了水源。

地球上一切形态的可供人类直接或间接利用的水称为水资源（water resources），包括水量、水质和水能。水资源的基本特性为再生性、有限性、时空分布不均匀性和用途的多样性（饮用、灌溉、养殖、航运、发电、生态、景观等）。由于水资源时空分布不均，汛期水多洪水泛滥，枯期水少干旱频发。同时，人类社会对水资源过度开发和利用，缺乏有效保护，导致水污染，加剧了水环境恶化和生态脆弱。洪水灾害历来是我国最严重的自然灾害之一，据不完全统计，公元前 206 ~ 1949 年的 2155 年间，我国共发生可查证的洪灾 1092 次，平均约每两年发生一次；1950 ~ 2000 年全国因洪涝灾害累计受灾面积达 $47\,800 \text{ 万 km}^2$ ，倒

塌房屋 1.1 亿间,死亡 26.3 万人。我国也是一个干旱灾害频发的国家,据不完全统计,公元前 206 ~ 1949 年的 2155 年间,我国发生过较大的旱灾 1056 次,平均约每两年就发生一次大旱;目前灌溉和城市缺水现象相当严重,在已有的 600 多座城市中,400 多座城市缺水。水环境恶化现象在我国尤为严重,水污染的发展趋势未得到有效控制。根据我国 2006 年水资源质量公报,参与水资源质量评价的 14 万 km 河流中,未达到Ⅲ类水质标准的河长占 41.7%,劣Ⅴ类水质标准的河长占 21.8%。

1.1.2 水文学

水是生命的源泉,是社会经济可持续发展的基石。研究水循环中各种水体的存在、数量、分布、变化规律及其对环境的影响和作用的一门科学,称为水文学(hydrology)。水文学依研究对象可分为水文气象学、地表水文学和地下水文学;地表水文学又可以细分为河流水文学、湖泊水文学、沼泽水文学、冰川水文学和海洋水文学。

随着人类对水循环及其变化的认识日益加深,以及水资源的开发利用规模不断加大和范围的不断拓宽,水文学的研究领域日渐扩大和延伸,并且为适应迫切需求形成了独特的分支学科,其中作为水资源合理开发、可持续利用、先进管理和全面保护的科学基础而兴起的水资源水文学,引起高度关注(陈家奇等,2002)。水资源水文学从总体上就是把地球上的一切水资源都看作是一个整体系统进行研究,为水资源的开发、利用、管理和保护提供科学依据。水文学和水资源水文学在本质上无明显的差异,只是前者的领域更宽,后者侧重于水资源问题而已。

随着社会的进步和水资源战略地位的提升,水文学将与其他学科相互渗透并将发展成一门具有自然科学、技术科学、社会科学属性的综合性学科。

1.1.3 水文学的发展史

水文学与人类社会的发展有着密切关系,是人类改造自然的必然产物,它随着人类的诞生而形成。总体而言,水文学的发展经历了从萌芽到成熟、从定性到定量、从经验到理论的发展过程,大致可以归纳为 4 个阶段(詹道江和叶守泽,2000)。

第一阶段:萌芽时期(1400 年以前)

在古代,人们为了灌溉和了解河水变化,已经有了简单的水位、雨量及河水

的观测,并对水文循环现象进行了简单推理解释。3000年前,埃及人对尼罗河进行过观测。2000年前,大禹治水时已用“随山刻木”(立木于河中)观测水位。公元前450~公元前350年,希腊哲学家柏拉图和亚里士多德提出水文循环的臆说。公元前250年李冰父子在四川省都江堰设立石人观测水位,用来了解灌溉的用水量。公元前250年《吕氏春秋》完整地提出水循环概念。公元4年,西汉张戎提出“以水攻沙”概念。公元527年,《水经注》记述了1252条河流和其他水文知识。这一阶段人们只是进行一些简单的水文观测和应用,关于水的研究处于萌芽时期,还没有成为一门科学。

第二阶段:奠基时期(1400~1900年)

这一时期雨量器、蒸发器、流速仪接连出现,为水文现象观测、定量计算及表达和科学实验提供了必要条件,为水文科学的形成奠定了基础。这一时期的特点是实验水文学兴起,水文现象由概念性的描述进入定量表达,以及水文理论逐渐形成。中国1424年使用了测雨器。1452~1519年意大利达·芬奇提出了水文循环观点并使用浮标法测量流速。1663年C.雷恩设计了自己雨量计,1687年E.哈雷研制了蒸发器,1870年T.G.埃利斯制造了流速仪。19世纪以来,世界各国普遍建立了水文站网,制定了统一的观测规范。1674年法国人P.贝罗特(P. Perrault)提出了水量平衡概念并建立了降雨径流定量关系,1775年建立了谢才公式,1802年道尔顿提出了蒸发公式,1856年达西提出了达西定律,这些理论和公式的出现,促使水文学真正成为一门科学。

第三阶段:应用水文学的兴起(1900~1950年)

进入20世纪后,由于社会的进步,水利、水电、交通事业得到了大力发展,为水文学提出了大量新问题和新课题,从而推动了水文学的发展。本阶段的特点是水文观测理论体系进一步成熟,应用水文学进一步发展,水文学发展成为完整、系统的学科。1924年,福斯特提出P-Ⅲ频率曲线,韦伯尔提出经验频率计算公式;1932年, Sherman 提出水文单位线;1935年,美国麦卡锡提出马斯京根河道流量演算法,同年霍伊特提出随机过程并引入水文学;1940年, Horton 提出下渗理论,恩斯坦提出了泥沙推移质的理论分析;1949年R.K. 林斯雷的《应用水文学》、D. 姜斯簪的《应用水文学原理》等著作出版。

第四阶段:水文的现代特色与发展(1950年以后)

20世纪50年代以来,由于水文理论的深入发展和其他科学(概率论、统计学、计算数学、系统工程学、气象学等)的渗透,加之计算机、遥感、遥测等新技术的应用,水文学进入了现代化时期。这一时期的显著特点是应用新视角、新技术和新方法研究水文系统。目前有两个发展轨迹:一个是人类对水的认识和需求支撑着应用水文学的发展,形成了工程水文学、资源水文学、环境水文学、生

态水文学等分支；另一个是科学和技术的发展为解决应用水文学中的各种实际问题建立了系统的理论和方法，如确定性理论、随机过程理论、灰色理论、模糊理论、分形混沌理论、神经网络分析方法、小波理论、集对分析方法等。

1.2 水文学研究对象的主要特性

1.2.1 研究对象和水文特征量

水循环中的有关要素称为水文现象。水文现象有降水 (P)、蒸发 (E)、下渗 (I)、径流 (R)、流量 (Q)、水位 (Z)、气温 (T)、泥沙等。水文现象是一种自然现象，它的发生和发展受气象、地质、地貌、植被和人类活动的影响。

水文学的研究对象就是水文现象，一般用水文变量来表征。水文现象随时间的变化是连续的，但为了研究和计算的方便，常常将连续水文现象进行离散化处理。在水文学中常探讨的水文变量被称为水文特征量，一般应用较多的有3种：①时间区间上的统计值，即取时间区间上的总量或平均值，这是应用最多的一种情况，如年、月、旬、日、小时径流总量或平均流量或平均水位，一定时段的洪水量（时段洪量），一定时段的枯水量等；②按某种规则选择特征值，如按年（月、季等）内最大规则选择年（月、季等）最大流量（如洪峰流量），按年（月、季等）内最小规则选择年（月、季等）最小流量，超过某一门限（threshold）的变量值等；③在离散时刻上的取样值。

1.2.2 影响水文特征量的各种因素

从水循环过程看，水文特征量的影响因素主要包括气候、下垫面和人类活动三个方面，气候（降水、气温）属急变因素，下垫面（地理位置、地形、植被、湖泊和沼泽率、流域大小等）是一个不可忽略的因素。图1-2给出了河流水文水系特征量的影响因素。

人类在流域上进行了各种活动，如兴建水利工程、大面积灌溉、水土保持措施实施、土地利用方式改变、都市化等。人类活动直接改变了流域下垫面条件，如增加了产流面积，减少了下渗量，改变了河道形态。随着社会经济活动的日益强烈，人类活动对水文特征量的影响逐渐加重。对国内外大量已建水库资料的统计分析发现，河流拦蓄后，多数都引起库区上游流域降水量和径流量的改变，绝大部分表现为降雨量和径流量减少，且减少程度与河流拦蓄规模有关，拦蓄规模

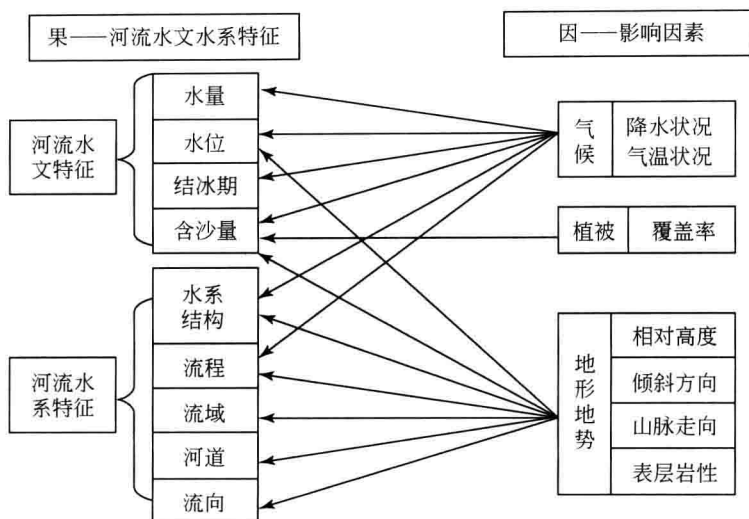


图 1-2 河流水文水系特征量的影响因素

(即水库总库容与年径流量的比值) 越大, 减少的程度也越大 (詹道江等, 2010)。

1.2.3 水文现象 (特征量) 的变化特性

受众多因素影响的水文现象 (特征量) 既具有确定性又具有不确定性的变化特性。

确定性表明了水文现象存在确定性变化规律, 即所谓的成因规律。例如, 河流一般具备以年为周期的丰枯变化特性, 融雪补给型河流流量变化则以日为周期, 这是地球公转和自转的周期性变化所造成的; 流域内的暴雨会造成下游河流的洪水过程, 洪水量的大小与暴雨总量和强度存在着因果关系; 一些水文特征值会随地理位置而变化, 这主要由地理位置、地形地貌、气象条件所确定; 河流上下游径流具有较强的相关性; 水具有自净能力; 气候及地理条件相似的流域, 其水文现象具有一定的相似性。探索、揭示水文现象的变化特性时不能不考虑其确定性规律。

水文现象的变化特性并不完全表现为确定性的, 如相同的暴雨产生的洪水大小却不同, 各年的最大洪峰流量相差较大; 汛期与非汛期的时间分割点是不明确的, 大洪水与小洪水之间不存在明确的分界点, 水质优劣的概念难以界定; 水文信息的不充分导致模型结构、功能和参数不确定; 水文现象间的关系不是确定

的,可能是这样的关系,也可能是那样的关系;水文现象的局部在某一方面(形态、结构、功能、信息、能量、时间)表现出与整体不同但却有相似性;水文系统具有涨落不可逆性,具有永不重复的非周期运动,可能存在“蝴蝶效应”等。也就是说,水文现象还具有广泛的不确定性变化规律。这种不确定性变化规律是由不确定性影响因素(现象)所致。大量的研究表明,水文现象的不确定性主要表现为随机性、模糊性、灰色性、未确知性、分形和混沌性等方面。

1.3 水文学的研究和分析方法

由于水文现象具有确定性和不确定性特性,对应的研究和分析方法就有确定性分析方法和不确定性分析方法。另外,为了适应水文学的更高要求,出现了确定性分析方法和不确定性分析方法相互耦合的途径。

1.3.1 确定性分析方法

确定性分析方法是利用水文现象的确定性变化特性描述水文现象的方法体系,其基本思路是建立某种水文现象与其影响因素之间的确定性关系。这种确定性关系的一般表现形式为数学方程和物理模型。

成因分析法就是常用的一种确定性分析方法。它根据水文现象的形成机理,定量分析水文现象与其影响因素之间的成因关系并建立相应的数学物理方程。例如,根据实测降雨、蒸发、河道流量资料,建立降雨径流关系;在水文资料整编中,建立了水位-流量关系曲线;在河流洪水短期预报中,根据降雨过程预报某一地点河流断面出现的洪水过程等(长江流域规划办公室,1978)。

地理综合法是另一种常用的确定性分析方法,它依据水文现象所具有的地区性和地带性分布特征,综合气候、地质、地貌、土壤、植被等自然地理要素,分析水文要素的地理分布规律,利用已有的水文资料建立地区性经验公式,绘制水文特征量等值线图。地理综合法应用较为简易,主要用于无资料中小流域的水文特征值的分析计算。

概念性水文模型(新安江模型、Tank模型、Sacramento模型、斯坦福模型、HBV模型、SHE模型、VIC模型等)也是一类常用的确定性分析方法,它是用数学模型来模拟水文现象的形成过程,表现为集总式和分布式两大类。概念性水文模型的原理和算法日趋成熟,应用较广泛。