



普通高等教育“十五”国家级规划教材

河海大学 包为民 主编

水文预报 (第三版)

SHUIWEN YUBAO



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

普通高等教育“十五”国家级规划教材

水文预报

第三版

河海大学 包为民 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书为普通高等教育“十五”国家级规划教材,介绍了水文预报的基本原理、方法与实际应用时可能遇到的问题及解决方法,主要包括:流域产流、流域汇流、河道流量演算与洪水预报、流域水文模型、实时洪水预报、枯季径流与旱情分析预报、水库水文预报、冰雪融水径流与冰情预报、水文预报结果评定等内容。

本书为高等院校水文水资源专业的教学用书,亦可供水文、水利、水电、航运及水环境等领域的教学、科研、设计与工程管理人员使用参考。

图书在版编目(CIP)数据

水文预报/包为民主编. —3版. —北京:中国水利水电出版社,2006

普通高等教育“十五”国家级规划教材

ISBN 7-5084-3886-8

I. 水... II. 包... III. 水文预报—高等学校—教材 IV. P338

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第074639号

书 名	普通高等教育“十五”国家级规划教材 水文预报 (第三版)
作 者	河海大学 包为民 主编
出版 发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路6号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266(总机)、68331835(营销中心)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16开本 21.5印张 510千字
版 次	1986年10月第1版 2001年11月第2版 2006年8月第3版 2006年8月第7次印刷
印 数	13301—16300册
定 价	35.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

出版说明

为了贯彻落实教育部《关于“十五”期间普通高等教育教材建设与改革的意见》(教高[2001]1号文件),制订好普通高等教育“十五”教材规划,教育部高等教育司于2001年8月向有关部委与高校发出《关于申报普通高等教育“十五”国家级教材规划选题的通知》。受水利部人事劳动教育司委托,高等学校水利学科教学指导委员会在刚刚完成第五轮教材建设规划的基础上组织了“十五”国家级规划教材的申报工作。经过广泛发动,积极申报,水利学科教学指导委员会与各专业教学组根据前四轮教材的使用情况、第五轮教材的建设规划以及近几年教学内容课程体系改革所取得的成绩与经验,对申报教材进行了认真的审核,并经水利部人事劳动教育司的同意,向教育部高等教育司推荐了30种教材(其中CAI、多媒体课件3种)。2002年5月教育部印发了《普通高等教育“十五”国家级教材规划选题》,水利学科共有23种(其中包括高职高专教材8种)教材入选。

在列入规划的教材中,除一部分是质量较高、在教学中反映较好的修订教材外,更多的是反映教学内容课程体系改革成果、在内容和体系上有明显特色的新教材,还有3种是经多次使用修改,教学效果较好的CAI、多媒体教材。每种规划教材的作者均是经过各专业教学组认真遴选与推荐的,他们不仅具有丰富的教学经验和较深厚的学术造诣,而且近几年活跃在教学、教改第一线,这为保证规划教材的高质量提供了最重要的条件。

一部优秀教材在保证教学质量上所起的作用是众所周知的。一部优秀教材的产生,除了需要作者的精心编著,更需要使用者将教

学实践中所取得的经验及时地反馈给作者，以便在修订再版时精益求精。因此，我们不仅推荐各院校水利类专业积极选用合适的规划教材，更希望在使用后能将有关的意见与建议告诉作者。经过作者与使用者的共同努力，出版若干种水利类的精品教材是完全可能的。

高等学校水利学科教学指导委员会

2004 年 7 月

第三版前言

《水文预报》是高等院校水利类专业的通用教材，是根据普通高等教育“十五”国家级规划教材编制计划编写完成的，同时也是教育部高教司颁布的水文与水资源工程本科专业核心课程教材。

本教材是在 1986 年 10 月和 2001 年 11 月出版的高等院校教材《水文预报》第一、二版的基础上，根据教学要求，并结合近代水文预报技术发展和研究成果编写的。在前两版基础上，本教材在内容范围、成熟新技术、突出实践性和学习研究方法论方面，做了一些大的调整。内容方面主要调整了水质预报、流域水文模型、实时洪水预报、枯季径流与干旱预报、水文预报误差与精度评定六章，其他章节也相应作了大量的修改和扩充。考虑到水质预报的重要性，专业调整中已设为独立的必修课程，所以本教材将其内容全部删去。流域水文模型考虑到其内容在水文预报中的重要地位，将原来的选修课程内容并入，使该章有很大的扩充。考虑到实时洪水预报在实际生产问题中的重要性，且近年来涌现出大量的研究成果，本教材增加了实时洪水预报系统的结构、功能和问题处理等实用性方面的内容。过去教材中枯季径流与干旱预报内容介绍较少，不能满足旱情监测分析等有关生产实际问题的需要，本教材在这方面的内容有一定的增加。绪论中还增加了水文预报研究和学习方法的内容，编者认为这部分内容对学生是很有用的，特别是水文预报这种专业性、实践性都很强的课程，介绍一些具有其特点的研究和学习方法会起到举一反三的效果，但

考虑到过去教材一般没有编写这方面内容，而且这些内容可能还不是很成熟或由于不同的人适合的研究和学习思路存在差异，所以这部分内容打上了“*”，不作教学要求，供学生自学使用。

本书由河海大学包为民主编，李致家、李杰友和李琼芳参编。其中第四章、第八章由李致家编写，第五章、第十章由李杰友编写，第三章、第七章由李琼芳编写，其余内容由包为民编写。另外，瞿思敏、黄贤庆、赵超、胡琳、胡海英、万新宇、王涛、元晓华、李荣容、王叶琴、王浩、张阳等同志还参加了本书的素材收集整理、图形描绘、校对及编写工作。

本书由水利部水文局副局长、总工张建云教授主审，张建云教授对该书提出了许多宝贵意见；河海大学芮孝芳教授对教材结构、内容编写范围与重点等都提出了建设性的意见；此外，河海大学的任立良和黄振平教授对该教材的修订出版也给予了大力的支持。本书的出版得到河海大学“211工程”项目的资助，编者在此一并表示感谢。

本教材中一些内容间接或直接引用了国内外的一些成果，特别是对长江水利委员会主编的《水文预报方法》、庄一鸽和林三益合编的《水文预报》（第一版）、林三益主编的《水文预报》（第二版）教材等引用较多，本教材在章节标题处都注上有关参考文献。

由于编者水平有限，加上编写时间仓促，书中难免存在一些不足与错误，恳请读者批评指正。

编 者

2006年2月

第一版前言

本书根据 1982 年 4 月原水利部主持召开的高等学校陆地水文专业“水文预报”教学大纲编写，共有十章，以系统介绍短期洪水预报方法为主，讲课总时数是 65 学时。

本书由庄一鸽（华东水利学院）和林三益（成都科学技术大学）两同志合编。韩承荣（长江流域规划办公室水文局）主审。其中第一、二、六、九、十章由林三益编写，其余各章由庄一鸽编写。

书中部分章节内容及预报方案实例取材于《中国湿润地区洪水预报方法》（华东水利学院编）。部分示例引用了各地交流材料。在此谨向有关作者致谢。

本书第八章主要参考及取材于张书农教授（华东水利学院）所著《环境水力学》（即将出版）等教材，张教授对本章的编写给予了帮助及指导，在此谨致谢意。

由于编者水平有限，加上编写时间仓促，书中定有不少错误及缺点，恳请读者批评指正。

编 者

1984 年 12 月

第二版前言

本教材在 1986 年 10 月出版的高等学校教材《水文预报》基础上，根据教学要求，并结合近十余年来水文预报技术发展和研究成果编写的。部分内容引用了国内外一些成果。全书共十一章，以系统介绍短期洪水预报的基本概念和方法为主。

本书由四川大学林三益主编，河海大学朱华、包为民和水利部长江水利委员会水文局葛守西参编。其中第三、九、十章由包为民编写，第六章由朱华编写，第五章由葛守西编写，其余第一、二、四、七、八、十一章由林三益编写，并对全书进行统稿和修改。

葛守西高级工程师对本书提出了许多宝贵的修改意见和建议，在此谨致谢意。

由于编者水平有限，生产实际工作经验少，书中定会有不少缺点与错误，恳请读者批评指正。

编 者

2001 年 2 月

目 录

出版说明	
第三版前言	
第一版前言	
第二版前言	

第一章 绪论	1
第一节 水文预报概念	1
第二节 水文预报的作用	1
第三节 水文预报的研究现状	3
第四节 水文预报研究思路与方法	4
参考文献	10
第二章 流域产流	11
第一节 概述	11
第二节 产流机制分析	12
第三节 流域蒸发	17
第四节 实测径流分析	23
第五节 降雨径流经验相关法	28
第六节 蓄满产流	31
第七节 超渗产流	49
第八节 混合产流	60
参考文献	63
第三章 流域汇流	65
第一节 概述	65
第二节 单位线	66
第三节 等流时线法	78
第四节 地貌瞬时单位线法	82
第五节 地下径流汇流计算	86
第六节 流域汇流的非线性问题	89
参考文献	90
第四章 河道流量演算与洪水预报	92
第一节 流量演算法的基本原理	92
第二节 特征河长法	97
第三节 马斯京根法	99

第四节	河道相应水位（流量）预报	114
第五节	有支流、分流河段的流量演算	122
第六节	回水、感潮河段的水位（流量）预报	128
第七节	水力学的河道洪水演算方法	133
第八节	问题讨论	134
	参考文献	137
第五章	流域水文模型	138
第一节	流域水文模型概论	138
第二节	概念性流域水文模型	141
第三节	分布式流域水文模型	203
第四节	流域水文模型研究与检验	209
	参考文献	213
第六章	实时洪水预报	215
第一节	概论	215
第二节	实时洪水预报建模	215
第三节	实时洪水预报误差修正	222
第四节	实时作业预报与问题处理	235
第五节	实时洪水预报系统功能简介	244
	参考文献	246
第七章	枯季径流与旱情分析预报	247
第一节	枯季径流	247
第二节	枯季径流预报方法	248
第三节	干旱分析基础	253
第四节	农业旱情分析与预报	261
第五节	城市缺水综合分析	265
	参考文献	272
第八章	水库水文预报	274
第一节	建库后河道水力要素和水文特性的变化	274
第二节	入库（湖泊）流量预报	275
第三节	水库水位与出流量预报	278
第四节	水库施工期水文预报	284
第五节	中小型水库水文预报	287
	参考文献	290
第九章	冰雪融水径流与冰情预报	291
第一节	冰雪融水径流概述	291
第二节	冰川积雪融水量计算	294
第三节	积雪融水径流预报	300
第四节	冰情概述	303
第五节	封冻预报	305

第六节	解冻预报	309
第七节	水库调蓄后的冰情预报	314
参考文献		318
第十章	水文预报结果评定	319
第一节	预报误差原因分析	319
第二节	评定和检验的目的与方法	320
第三节	洪水预报结果评定	321
第四节	其他水文预报结果评定	324
第五节	水文情报预报效益评估	329
参考文献		332

绪 论

第一节 水文预报概念

水文预报 (hydrologic forecasting) 就是据已知的信息对未来一定时期内的水文状态作出定性或定量的预测^[1]。已知信息, 广义上指对预报水文状态有影响的一切信息, 最常用的是水文与气象要素信息, 如降水、蒸发、流量、水位、冰情、气温和含沙量等观测信息。预报的水文状态变量可以是任一水文要素也可以是水文特征量, 不同的状态量预报要求的已知信息不同、预报方法不同、预见期也不同。目前通常预报的水文要素有流量、水位、冰情和旱情等。

水文预报方法以水文基本规律、水文模型研究为基础, 结合生产实际问题的需要, 构成具体的预报方法或预报方案, 服务于生产实际。一般水文预报研究的重点和关键有两部分: ①共性规律研究, 即具有一定普遍性的水文基本规律模拟方法和流域水文模型研究; ②个性问题研究, 对反映具体问题的特征、方法进行了解, 构成具有解决各种具体实际问题的、具有较高预报精度的预报方案。

第二节 水文预报的作用

水文预报在防汛、抗旱、水资源开发利用、国民经济建设和国防等领域都有广泛的应用, 经济效益巨大, 应用单位众多。

水文预报中应用最广泛的是对洪水的预报。1949 年以前, 由于防灾减灾手段少、技术落后, 我国洪旱灾害频繁, 灾害范围广、死亡人数多、损失惨重。新中国成立后, 党和政府高度重视水旱灾害防治和水资源的开发利用, 一方面进行了大规模的水利基本建设, 其中对防洪起到骨干性调控作用的大型水库就建了 442 座, 表 1-1 列举了新中国成立以来建设的部分重要的防洪骨干性大型水库; 另一方面从中央到流域机构和各地方省市都成立了水文监测、预报和管理机构, 全方位地研究、监控、预报和管理洪旱灾害, 从非工程措施角度防治和减轻灾害损失。据统计, 1901~2000 年全国发生的最严重的 30 次大灾害中, 16 次是由洪水引起, 7 次由于干旱引起, 其余为 4 次地震、1 次风暴潮、1 次鼠疫和 1 次天灾人祸, 表 1-2 是 20 世纪全国最严重的 30 次大灾害统计^[2,3]。其中, 1949 年前的 49 年间共发生 22 次大灾害, 洪灾有 13 次占 59.1%, 而新中国成立后的 51 年共发生 8 次大灾害, 洪灾 3 次, 只占 37.5%。洪灾频率大大降低, 洪灾损失大大减少, 其中洪水预

报的作用功不可没。据中国水利年鉴（2004）统计，仅 2003 年全国水文情报预报减灾效益就达 180 亿元^[4]。

表 1-1 防洪骨干性大型水库

水库名称	库容 ($\times 10^8 \text{m}^3$)	所在河流	水库名称	库容 ($\times 10^8 \text{m}^3$)	所在河流
潘家口	24.03	滦河	安康	25.9	汉江
桃林口	20.83	青龙河	湖南镇水库	19.5	乌溪江
密云	41.45	潮白河	新安江水库	198.0	新安江
官厅	41.6	永定河	紧水滩水库	30.0	龙泉溪
龙羊峡	247.0	黄河	水口水库	26.0	闽江
刘家峡	57.0	黄河	岩滩	33.8	红水河
小浪底	126.5	黄河	西津	30.0	郁江
漳河	20.23	沮漳河	新丰江	139.8	新丰江
丹江口	208.9	汉江	松涛	33.5	南渡江
东江	91.48	湘江	镜泊湖	18.2	牡丹江
柘溪	35.65	资水	丰满	107.8	第二松花江
五强溪	42.0	沅水	白山	59.1	第二松花江
万安	22.16	赣江	红山	16.2	西辽河
柘林	79.2	修水	二龙山	17.6	东辽河
陈村	26.9	青弋江	大伙房	21.9	浑河
花凉亭	23.98	皖河支流长河	观音阁	21.7	太子河
宝珠寺	25.5	白龙江			

表 1-2 灾 害 统 计

年 份	灾 害 类 型	年 份	灾 害 类 型
1906	长江中下游地区洪水灾害	1935	长江、黄河大洪水灾害
1910	长江中下游洪水灾害	1937	四川干旱灾害
1911	长江沿江所有省份洪水灾害	1938	黄河花园口决口（人祸）
1910~1911	东北三省鼠疫灾害	1939	海河洪水灾害
1915	珠江流域洪水灾害	1942	中原干旱灾害
1917	海河大水洪水灾害	1943	广东干旱灾害
1920	华北干旱灾害	1947	两广洪水灾害
1920	甘肃隆德和静宁大地震	1954	长江、淮河大洪水灾害
1921	淮河大洪水灾害	1959~1961	干旱灾害（三年自然灾害）
1922	汕头风暴潮灾害	1966	邢台地震灾害
1928~1930	西北、华北干旱灾害	1976	唐山地震灾害
1931	长江、淮河大洪水灾害	1987	大兴安岭森林大火
1932	哈尔滨大洪水灾害	1991	长江、淮河大洪水灾害
1933	黄河大洪水灾害	1998	长江、松花江、嫩江洪水灾害
1934	长江中下游干旱灾害	1999	台湾集集地震灾害

水文预报在生产上的应用领域十分广泛，主要有：流域或区域性洪水与旱情预测，河道、水库、湖泊等水体的封冻、开冻状况及冰凌等冰情预测，积雪、冰川的融雪径流预报，水利工程施工期的施工预报，水库运行管理要求的入库水流过程预报，河道航运要求的沿程水位变化预报等。

在我国应用水文预报方法开展业务的单位众多。不仅从中央到各大流域机构和地方省市都有开展水文预报业务的专门机构，而且还有数百座大型水库、水电站和 1000 余水文站也在开展水文预报业务^[5]。

第三节 水文预报的研究现状^[6]

水文预报研究具有漫长的历史，最早可以追溯到公元前 3500 年，那时人们为了生存、为了防御洪水就开始观测和研究了。例如在文明古国埃及，人们通过观测尼罗河水的涨落、记载分析年水位变化等。表 1-3 记载了早期水文规律研究方面的一些成果与年代进展。

表 1-3 水文规律研究成果与年代进展^[6]

年 份	成 果
公元前 3500~300	埃及人开始观测尼罗河水位，记载发生的洪水
公元前 4500~350	Plato & Aristotle 提出水文循环的初步概念
公元前 27~17	Vitruvius 提出完整的水文循环概念
公元前 100	Hero 提出流量计算公式
公元 200	中国开始设置雨量站观测雨量
1610	Santorio 设计了第一台流速仪
1663	Wren 设计了第一个自记雨量站
1674	Perrault 提出 $P \sim R$ 相关概念和产流计算公式： $Q = P/6$
1687~1715	Halley 做了蒸发观测试验
1738	Bernoulli 提出压力与流速的关系
1775	谢才 (A. de Chézy) 提出河道流速公式 (谢才公式)
1851	Mulvaney 提出汇流时间概念和暴雨成因公式 $Q = CIA$
1856	达西 (Darcy) 提出地下水流理论
1932	Sherman 提出单位线汇流方法
1933	Horton 提出下渗理论与下渗计算公式
1935	McCarthy 提出马斯京根河道洪水演算方法
1945	Clark 提出储蓄理论和相应的汇流方法
1951	Kohler 和 Linsley 提出合轴相关图
1955	Lighthill 和 Whithmat 提出动力波理论
1956	系统分析理论与方法应用于水资源研究
1957	Nash 提出瞬时单位线概念、理论与方法
1958	加里宁和米留柯夫提出特征河长方法
1958	美国陆军工程兵团研制了第一个概念性流域水文模型
1959	Linsley 和 Grawford 把数字计算机应用于流域水文模拟研究
1962	赵人俊提出马斯京根法多河段连续演算概念与方法
1963	赵人俊等提出蓄满产流概念、理论与方法
1965	国际水文十年开始

纵观水文规律研究,根据其研究内容和成果的复杂性大致可划分为古代萌芽状态发展时期、经验研究和简单水文规律或单因素规律研究时期,以及综合性规律的现代水文研究时期。

第一个时期是从公元前 3500~公元 1500 年,该时期的研究思想和概念都是很朦胧的,方法是很简单的,观测很少使用仪器,只凭眼睛和自然条件,凭经验计算与估计。

第二个时期是从公元 1500~1953 年,该时期在概念、实验研究和量测工具、经验相关方法、简单水文机制的实验模拟等方面都有很大的进展,在这时期内无论是研究的内容、形成的概念、理论与方法等都有大的发展,其规模与现代研究相差不大。特别是巴利西(Palissy)提出了水文循环概念,桑托利(Santorio)、卡斯特(Castelli)、霍克(Hooke)、巴斯卡(Pascal)等先后提出了使用流速仪、测雨仪、雨量计、机械计算机等,卡斯特还证实了希罗(Hero)在公元前 100 年左右据经验提出的流量计算公式,还有哈雷(Halley)的蒸发试验、伯努利(Bernoulli)的水压与水流的关系研究、谢才(A. de Chézy)的河道流速公式、达西(Darcy)的地下水流理论、马尔凡尼(Mulvaney)的暴雨成因公式、麦克瑟(G. T. McCarthy)的马斯京根河道流量演算方法、霍顿(Horton)的下渗计算公式等。

第三个时期是从 1954 年至今,高速、大容量计算机的发展与应用,使得人们对水文规律的综合研究、利用复杂模型对水流的模拟成为可能,使水文预报能解决许多生产上的实际问题,流域或区域性大范围的洪水、旱情预测研究才得以进行。

当前,水文预报研究主要还存在基本规律研究和误差修正两方面的问题。基本规律研究涉及机理研究的进一步深入、规律描述方法的物理化和综合性。误差修正主要是与修正效果有关的研究,包括修正方法、修正利用信息^[10]、修正内容等方面的研究。

第四节 水文预报研究思路与方法*

水文预报方法研究以规律描述方法研究(如流域水文模型)为核心,形成了具有特色的和一定先进性的思路与方法,总结、掌握和了解这些思路与方法,对水文预报研究和课程学习都具有重要意义。

一、分解研究

分解研究就是把复杂的系统、自然规律和事件分解为相对简单的、独立的、更易为人们所认识的子系统、简单规律和事件来研究。通常的分解有系统分解、线性化分解、空间因素分解和时间过程分解等。

系统分解就是把一个复杂的系统划分为几个相对独立的子系统研究。这种分解可根据研究的物理量特性划分,也可根据空间、时间因素条件或其他划分条件进行。水文规律研究中最常用的是按物理量特性分解,如泥沙模型可分水流和泥沙模拟两个子系统,并且水流子系统还可进一步细分为蒸发、产流、分水源、汇流等子系统,类似地泥沙也可进一步细分为产沙、汇沙等。

线性化分解就是把一个复杂的非线性的关系分解为几个线性化的结构来模拟。例如流域坡面汇流分为三水源用三个线性水库来模拟就是典型的例子。

空间因素分解就是按照空间变化的影响因素特点对模型结构进行分解。例如新安江模型中的分单元计算产流、分坡面和河道进行汇流等。

时间过程分解就是按照时间变化的影响因素特点对模型结构进行分解。如高寒地区的流域分冬季蒸发和夏季蒸发、产流分融雪产流和降雨产流计算等。

二、概化研究^[9]

概化研究就是把复杂的自然规律概化为简单的、易于研究的、与实际规律较接近的关系来研究。这一概化，一般以影响其规律的因素分析为基础，据实际情况，抓住主要的因素、忽略次要的因素，提出假设条件和简化的数学关系，使得用这概化关系去模拟自然规律误差不大或满足生产实际需要。

三、规律描述方法的物理化研究

水文预报方法研究是一个从简单到复杂、从经验相关到物理概念模型直至物理模型的一个发展过程。这过程可概化为图 1-1 所示的四个步骤。

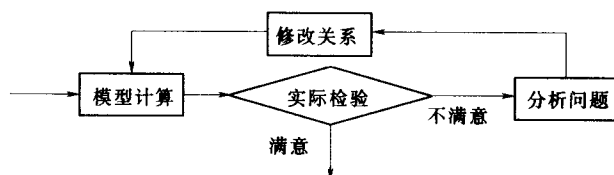


图 1-1 规律研究物理化框图

第一步提出描述水文规律的概化模型。其思路与概化研究思路接近，主要是据实际情况分析影响因素，得出与实际情况近似的概化模型。

第二步将提出的模型用实际问题的观测资料系列进行模拟检验，分析比较模型计算结果与实际观测之间的差异，通过误差分析寻找问题、分析问题，进而确定模型结构可能存在的问题。

第三步分析引起模型计算误差与影响因素之间的因果关系，存在问题解决应进一步考虑的因素，提出进一步修改的模型结构关系。

第四步把实际检验发现问题并进一步完善的规律关系纳入到模型中，构成结构更加完善、考虑因素更加符合实际问题、更加物理化的模型，再回到第二步进行实测资料模拟检验。如此依次循环，不断的分析检验、不断的发现问题和分析问题，不断的解决问题并提出更加完善的模型，直到满足实际问题要求或最终达到物理化的模型结构获得为止。

这样的研究例子很多。例如产流量预报，最早发现的主要影响因素是降雨，提出的关系是降雨与径流量的函数或相关图关系，但在大多数流域应用发现效果不满意，点出的相关图点据比较散乱，如图 1-2 所示。分析其原因，发现相同的降雨不同的土壤湿润程度产生的径流量差异很大，而土壤湿润程度受前期的降雨、日照、温度等气象因素影响。这说明前期流域气候状况对产流量是个重要的影响因素，必须考虑。由此引进描述前期气候因子的特征量 P_e 来反映次洪前期的气候状况，把每次洪水的 P_e 特征量标注到 $P \sim R$ 关系图中，变成了图 1-3 所示的相关关系。这关系在大多数湿润地区流域应用获得了较满意的结果，但在干旱地区流域却不满意，又进行误差原因、影响因素分析，发现了雨强因素