

河海大学 211 工程重点学科专著

古洪水研究

詹道江 谢悦波 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

中国书画函授大学肇庆分校建校二十周年纪念册

古洪水研究

肇庆分校建校二十周年纪念册



中国书画函授大学肇庆分校建校二十周年纪念册

河海大学 211 工程重点学科专著

古 洪 水 研 究

詹道江 谢悦波 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 简 介

利用河流洪水平流（憩流）沉积物和放射性同位素技术可求得数千年的大洪水资料，使洪水的考证期大为扩展，可以避免现行靠数学方法外延洪水频率曲线的弊端，为洪水计算开辟了一条新的途径。本书阐述这种古洪水研究的原理、方法、误差评估以及我国四大河流应用这种研究的经验与成果。

本书可供重要水利水电工程规划和洪水分析计算工程师、决策者和大学水利水电及地质、地理气候等师生参考。

图书在版编目（CIP）数据

古洪水研究/詹道江，谢悦波著. —北京：中国水利水电出版社，2001.6
ISBN 7-5084-0713-X

I. 古… II. ①詹… ②谢… III. 洪水—研究 IV. P331.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2001）第 041111 号

书 名	古洪水研究
作 者	詹道江 谢悦波 著
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: sale@waterpub.com.cn 电话：（010）63202266（总机）、68331835（发行部）
经 售	全国各地新华书店
排 版	北京安锐思科贸有限公司
印 刷	水利电力出版社印刷厂
规 格	787×1092 毫米 16 开本 10.25 印张 237 千字
版 次	2001 年 8 月第一版 2001 年 8 月北京第一次印刷
印 数	0001—2000 册
定 价	25.00 元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

谨以此书纪念
中国第一个水文系的创办人
——一代宗师刘光文先生

序

与物理学、化学等学科主要通过实验室揭示所研究对象的科学事实和规律不同，水文学主要通过对地球水圈直接进行观测，积累水文信息，揭示水文现象的科学事实和规律，大自然就是水文学的实验室。因此，千方百计从大自然获取尽可能多的水文信息，从来就是水文科学的重要方面。

就设计洪水而言，其发展历程在一定意义上也是不断利用新手段、新技术获取洪水信息的历程。19世纪末，罗马人通过调查河流曾经发生过的最大洪水流量作为河道治理的设防依据。20世纪20年代，概率论与数理统计引入水文科学，于是开始了利用逐年最大洪峰流量系列推求具有某种出现概率的洪水作为设计洪水。20世纪50年代以来，中国充分发掘浩瀚历史文献中的洪水信息，并与实地调查相结合，揭示了中国主要江河近500年来发生过的历史大洪水，显著改善了用频率分析推求设计洪水的效果。20世纪60年代，美国开始利用气象资料推求可能最大暴雨，进而推求可能最大洪水，将其作为特别重要工程的设防依据。差不多在相同的时期，古洪水研究也逐渐兴起。古洪水就是利用地质学中的沉积学、水文学、同位素测年技术等相结合，发掘隐含在第四纪全新世河流沉积物中的洪水信息，并据以推算距今数千年的大洪水流量。由上述回顾可见，古洪水研究大大延伸了我们获取洪水信息的时间跨度，使对设计洪水的分析在大多数情况下从外延转变为内插，从而有效地提高了设计洪水的可靠性。

不过，我也想借此指出，古洪水作为河流远年洪水信息，其作用显然不仅局限于改善设计洪水，而且对于认识河流发育史、古气候、古地貌和古生态环境也有重要的价值。因此，古洪水研究的前景是广阔的。

大约在1984年，詹道江教授就向我谈起他计划从事古洪水研究。我觉得他的想法很有意义，很富开拓精神，积极鼓励和支持他开展这一领域的研究工作，转眼已是十几个寒来暑往。现在，他和课题组同志已先后完成了淮河响洪甸水库、滹沱河黄壁庄和岗南水库、黄河小浪底水利枢纽、长江三峡工程的古洪水研究，均取得了很好的成果。通过这些研究，也积累了丰富的经验，形成了古洪水研究理论和方法，并在此基础上写出了《古洪水研究》学术专著。这是很令人欣喜的。

这项研究也生动地说明，做科学研究，只要认准方向、执著追求，就一定会取得有价值的成果。这对于我们克服研究过程中的浮躁心理和功利主义思想，无疑也是有益的启示。

祝愿古洪水研究取得更大成绩。

严 恺

2000年8月25日

前 言

重要水利水电工程及不可淹没地区（如核电站）的设计洪水关系人民生命财产的安危，这类高危工程需要诸如百年、千年甚至万年标准的洪水。实测洪水资料不足以计算这样稀遇洪水。我国历史悠久，史志碑刻甚丰，洪水调查遍及全国河流，但历史洪水的考证期仍嫌太短且易变动，也不能满足这种洪水计算的要求，于是不得不外延洪水频率曲线，以求设计洪水。

外延洪水频率曲线在水文学中一直是一个争论并为世所诟病的问题。外延是由于资料年代过短，古人未为洪水计算遗下够用的洪水资料，但洪水本身却留下了物证——古代洪峰平流（憩流）沉积物，利用第四纪地质学、水文学和水力学可以把它发掘出来，用放射性同位素测定其发生年代，再以水力学模型由所在水位计算洪水流量，构成古洪水资料系列，使特大洪水资料大为增加，解决洪水频率曲线外延问题。

十余年来，我们结合长江三峡工程、黄河小浪底水利枢纽、淮河响洪甸水库、海河黄壁庄水库加固工程等，对于如何选定研究古洪水河段、如何取样、如何恢复当年洪水行洪断面、如何由古洪水水位转换为流量以及由古洪水、历史洪水、实测洪水系列进行频率计算、误差评估等做了一些实际工作。由于资料较多，易于散佚，于是汇总成册，名曰《古洪水研究》。其中第一、四章由詹道江执笔，第二、三章由杨达源执笔，第五、六章由谢悦波、李致家执笔，其中詹道江撰写第五章第四、五两节，钱铁撰写了第六章的第三节，全书由詹道江汇总。

念及古洪水十余年研究中，各单位实际参加人员共达百余人，特别要提的是长江水利委员会的杨玉荣、王辉，黄河水利委员会的高治定；淮河水利委员会的王兴祥、曹厚增，河北省水利水电规划勘测设计院李灿章、蔡阿祥、姜玉洪以及河海大学叶水庭、丁贤荣等同志的贡献。

严恺先生始终指引本项科研方向，并为本书作序。国家自然科学基金（59179377），长江三峡工程总公司陈赓仪、陆佑楣，黄河水利委员会陈先德，淮河水利委员会郭起光、王玉太等领导同志的关心和经费上的支持，谨此一并致谢。

著 者

2001 年

目 录

序

前言

第一章 引论	1
第一节 洪水频率分析问题	1
第二节 可能最大降水与洪水	4
第三节 风险分析法	5
第四节 古洪水水文学	6
参考文献	7
第二章 古洪水沉积	8
第一节 洪水作用	8
第二节 洪水沉积	12
第三节 洪水地貌	28
第四节 古洪水平流沉积特征	34
参考文献	41
第三章 古洪水沉积年代学研究	42
第一节 放射性同位素测年	42
第二节 热释光 (TL) 测年	44
第三节 古文化层断代	45
第四节 古地层分析	47
参考文献	47
第四章 古洪水分析计算的原理与方法	49
第一节 概述	49
第二节 古洪水平流沉积物	49
第三节 古洪水平流沉积物的地点	50
第四节 古洪水沉积剖面的地层分析	52
第五节 古洪水沉积的年代分析	54
第六节 古洪水系列的构成	55
第七节 古洪水方法假设的检验	56
参考文献	58
第五章 古洪水流量计算	59
第一节 概述	59
第二节 古洪水行洪断面	59

第三节	比降面积法	63
第四节	简化比降面积法	65
第五节	古洪水的水力学模型	71
第六节	扩散波方程的数值解法	76
第七节	古洪水流量计算的几个注意点	83
第八节	古洪水流量的误差计算	84
	参考文献	89
第六章	古洪水研究在洪水计算中的应用	91
第一节	概述	91
第二节	中国的古洪水研究	91
第三节	古洪水的频率分析计算	137
第四节	古洪水资料加入洪水频率分析计算的作用	140
第五节	加入古洪水资料后的设计洪水成果合理性分析	146
	参考文献	151

第一章 引 论

世界上每年都有洪水发生，洪水造成人民生命财产巨大损失。

中国由于地理、地形和气候条件，历来洪水频繁。据统计自公元前 206 年即汉朝立国起至晚清 1840 年的 2046 年间，较大的洪水灾害共计 984 次，平均约 2 年发生一次^[1-1] 洪灾。

全世界每一年代（即十年）在一些地方平均有十座重要大坝失事及许多接近失事的险情发生^①。大水库蓄水后有很大的势能，一旦失事会造成生命和财产的巨大损失。

中华人民共和国成立以来，中国共修水库 86000 余座，其中 3000 多座有险情，需要复核、加固、翻新，其洪水量有待重新估算，还有许多大型水库有待兴建。

规划设计运营水利水电工程和与水有关的设施如核电站、不可淹没地区等都需考虑一种“设计洪水”，以抵御将来可能发生的洪水。一般希望这些建筑物能为社会服务 100 ~ 200 年或更长时间，要预估这么长时期的洪水情况，当然是科学研究中很难的问题之一^[1-2]。

按工程的需要，设计洪水可以是洪水位、洪峰或洪水过程线。水文学中推求设计洪水有下述几种途径：

第一种途径为频率法，根据洪水发生的随机性，由大致符合洪水现象的概率密度分布函数和累计分布函数，求得指定频率或平均重现期的洪水作为设计洪水。这种方法对于堤防、桥梁、道路及一般洪水控制设施，次要工程等尚属适合，但对于失事后有巨大生命财产损失高度危险的高危（high hazard）工程就不适合，因为这些工程需要稀遇的洪水作为设计洪水，而稀遇洪水需要很长的洪水资料才能比较精确地推求，一般情况下是难于具备这种条件的。

第二种途径为可能最大降水与洪水（PMP/PMF）法，利用设计流域所在的地区内特大的暴雨资料，结合水文学气象学原理，推求设计流域内的可能最大暴雨，转换成洪水过程线。此法以暴雨的空间代替时间（移置），避免频率法需要长期资料的困难。这种途径的各种步骤均有可见的成因理由，所以也称为成因法或确定法。

第三种途径为工程所承担的风险与工程费用之间的经济平衡研究，选用一种合理的设计洪水，这种方法尚在研究阶段。

本章将进一步说明这些途径在实用中存在的问题。

第一节 洪水频率分析问题

风险：根据洪水的随机性，如设计洪水定为 T 年一遇，大于或等于这种洪水发生的

① 毫斯纳等著，张振邦等译：《大坝安全》，北京：水电部水利水电规划设计院，1987 年。

概率为 $1/T$ 。

如工程的有效服务年数为 N 年, 则在 N 年至少发生一次 T 年一遇洪水的概率 U 为^[1-2]

$$U = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^N \quad (1-1)$$

U 称为失事概率或破坏率, 也就是工程所承担的洪水风险。当 $N > 10$ 年时, 上式可简化为

$$U = \frac{N}{T + \frac{N}{2}} \quad (1-2)$$

或
$$T = N \left(\frac{1}{U} - \frac{1}{2} \right) \quad (1-3)$$

由式 (1-2)、式 (1-3) 两式可以制成表 1-1。

表 1-1 在工程有效服务时段内超过设计洪水的概率 U (按百分数计) 表

设计洪水平均重现期 (年)	有效服务时段长 (年)				
	1	25	50	100	200
25	4	64	87	98	100
50	2	60	84	87	98
100	1	22	39	63	87
200	0.5	12	22	39	63
1000	0.1	3	5	10	20
10000	0.01	0.25	0.5	1	2
100000	0.001	0.025	0.05	0.1	0.2
1000000	0.0001	0.002	0.005	0.01	0.02

由表 1-1 可以查得工程有效服务年数 100 年, 设计重现年数为百年洪水, 则其破坏率 (风险) U 为 63%, 因此很不安全。对于特别重要的高危工程, 采用千年设计洪水标准, 破坏率仍达 10% ~ 20%, 即使用万年洪水其破坏率仍有 1% ~ 2%。这就是《规范》为什么对高危水库定出千年、万年一遇或可能最大洪水为洪水标准。

洪水频率法问题: 用于频率法的洪水资料, 须符合下列统计学假定:

- (1) 随机性。河流洪水的变化源于自然的原因。
- (2) 一致性。所用的洪水资料均来自同一总体; 水文上可由洪水发生的物理原因判断是否具有-致性。
- (3) 独立性。河流各年洪水互相独立。
- (4) 平稳性。除了随机变动而外, 洪水系列应不随时间而变动。最明显的不平稳是跳动和长期趋势。但气候或水文的长期趋势需要很长的资料才能发现。
- (5) 资料的代表性。用样本作频率分析时, 应能代表总体。

洪水资料系列, 经过上述五项检验后, 如资料适合于某种概率密度或分布函数 (表 1-2),

即可据以进行频率分析。如中国多采用 P—Ⅲ分布。必须指出, 选用某种分布线型即是认定了一种数学模型。由于水文资料一般不是很长, 由这种模型推出的百年、千年、万年洪水, 实际上是大幅度外延得来的。

表 1-2 洪水频率分析常用概率密度及分布函数

分 布	概率密度函数或分布函数	变量的取值与参数
GG3 (S, α, λ) Generalized Gamma3—parameter	$f(x) = \frac{ \alpha s e^{-(\alpha x)^s} (\alpha x)^{\lambda-1}}{\Gamma(\lambda)}$	if $\alpha > 0, x \geq 0$; if $\alpha < 0, x \leq 0$; $\lambda > 0; s \neq 0$
P—Ⅲ (α, λ, m) Pearson Type III	$f(x) = \frac{ \alpha e^{-\alpha(x-m)} [\alpha(x-m)]^{\lambda-1}}{x \Gamma(\lambda)}$	if $\alpha > 0, x \geq m$; if $\alpha < 0, x \leq m$; $\lambda > 0$; $-\infty < m < +\infty$
LP—Ⅲ (α, λ, m) Log—Pearson Type III	$f(x) = \frac{ \alpha e^{-\alpha(\ln x - m)} [\alpha(\ln x - m)]^{\lambda-1}}{x \Gamma(\lambda)}$	if $\alpha > 0, x \geq e^m$; if $\alpha < 0, 0 \leq x \leq e^m$; $\lambda > 0$
GEV (α, λ, m) Generalized extreme value	$f(x) = \frac{1}{\alpha} \left[1 - \lambda \left(x - \frac{m}{\alpha} \right)^{(1-\lambda)/\lambda} \right] \times \exp \left\{ - \left[1 - \lambda \left(\frac{x-m}{\alpha} \right) \right]^{1/\lambda} \right\}$ $F(x) = \exp \left\{ - \left[1 - \lambda \left(\frac{x-m}{\alpha} \right) \right]^{1/\lambda} \right\}$	if $\lambda < 0$, $x \geq m + \alpha/\lambda$; if $\lambda > 0$, $x \leq m + \alpha/\lambda$; 其中: $\alpha > 0$
GU (ξ, s) Gumbel	$f(x) = s \exp \{ -e^{-s(\xi+x)} - s(x+\xi) \}$ $F(x) = \exp \{ -e^{-s(\xi+x)} \}$	$-\infty < x < +\infty$ $-\infty < \xi < +\infty$ $s > 0$
LGU (ξ, s) Log—Gumbel	$f(x) = se^{-\xi} x^{-(s+1)} \exp \{ -x^{-s} e^{-\xi} \}$ $F(x) = \exp \{ -e^{-s(\ln x + \xi)} \}$	$x \geq 0$, $-\infty < \xi < +\infty$ $s > 0$
N (μ, σ) Normal	$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp \left\{ -\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2} \right\}$	$-\infty < x < +\infty$ $-\infty < \mu < +\infty$ $\sigma > 0$
LN (μ, σ) Log—Normal 2—parameter	$f(x) = \frac{1}{\sigma x \sqrt{2\pi}} \exp \left\{ -\frac{(\ln x - \mu)^2}{2\sigma^2} \right\}$	$x > 0$, $-\infty < \mu < +\infty$ $\sigma > 0$

关于外延, Di Francia^[1-3]指出:

“有时因为缺乏好的信息, 不得不假定对 P 群符合的规律对 P 群以外也符合, 这称为外延, 外延常有显著的含有某种预期的实用构想, 但每个物理学家都知道它不是严格的办法。外延有时被作家、哲学家、历史学家、政治家所应用, 而不是物理学家, 特别是好的物理学家 (所用的方法)”。

中国历史悠久, 有许多历史洪水资料, 这是事实。但历史洪水的重现年数 (频率) 往

往难于定得正确。例如长江三峡(宜昌站)历史上最大的1870年洪水,19世纪50年代考证期仅能追溯到1530年,当时定1870年洪水的重现期为439年,到了20世纪70年代,查到忠县等地宋代绍兴二十三年(1154年)资料,其重现期改为830年。近年根据三峡古洪水研究取得的洪水资料,说明1870年洪水是2500年中的首大项,其重现期应定为2500年。又如黄河小浪底工程最大的1843年洪水,在1976年由于历史调查资料的限制,其重现期定为210年。后经进一步考证,修订其重现期为600年、600~900年。1985年考证了三门峡的文物,改定重现期为1000年,后又修订为至少1000年。经过古洪水研究,在过去2500年中尚有2360年前的一场大于1843年的洪水,因而1843年洪水的重现期应定为1250年。历史洪水还有一缺点,就是年代愈久远,洪水的数量就愈不可靠。历史洪水的重现期一般易于偏小。外延频率曲线的上端如迁就历史洪水点据,易使设计洪水偏大,造成工程浪费。

把历史洪水和实测特大值作为特出值(outlier)处理,一般只是由一些水文上的假设,作出一些数学推导,其结论不能代替实测洪水资料计算的结果。

国际水文科学协会前主席V.柯莱姆希^[14]在大量洪水分析的基础上,认为现行频率分析方法“只是一种权宜措施,方法的基本概念在水文学上是很差的,方法的严格形式是虚伪的,追求这些东西将远离水文学”。物理学家波尔(Bohr)从不相信形式的或数学的结论。他认为一个科学家常识不可能只用数学推得,例如我们不可能只用数学分析发现雷诺数。

第二节 可能最大降水与洪水

洪水资料年限过短,不能求得重要工程设计洪水所需要的稀遇洪水。现行频率分析法用数学概念模型来外延,而外延确实存在很大的问题。洪水来自特大降水,从天气图上来看,孕育和制约中小尺度系统的大尺度天气系统摆动范围很广。近来特大暴雨的天气系统说明:暴雨往往是几种不同尺度、不同来源系统互相组合的结果,而可能发生这种组合的地区范围也是很广阔的。由此可以推断相应于这些系统的暴雨可以互相移位,在水文学中称为移置。能互相移置的地区称为“一致区”。利用移置一致区的暴雨资料就可以空间换取时间,意味着把资料延长了。

所谓可能最大降水(PMP),就是“一定历时内的最大降水量。这种降水量对于特定地理位置,给定暴雨面积雨面上,在一年某一时期是可能发生的。”定义强调可能最大降水是降水面积(雨面)的函数而不是流域面积的函数,因为降水是不受流域边界限制的。当然还必须把雨面上的PMP化算为流域上的降雨过程,才能求得设计洪水过程线,这种流域上PMP的全降雨过程,称为可能最大暴雨(PMS)^①。

可能最大降水/洪水研究,近来提出一些重要的新概念^[1-6],大致说明如下:

暴雨面积内的降雨量:PMP的面积~雨深关系线是许多经过放大(移置、水汽放大等)的外包曲线簇,各条曲线的历时分别为6h、12h、24h、……、72h。例如在图1-1中,某一雨面A(例如某一设计流域面积A)被选定推求24h可能最大降水,则在此雨面A上的雨量应当恰

① 在我国常把可能最大降水称为可能最大暴雨是不严格的。

好是 PMP,而在 A 内的雨量应当不是 PMP (通常应小于相应面积的 PMP 值),在雨面 A 外的应当也不是 PMP(通常也小于相应面积的 PMP 值),如图 1-1 所示。

应用这一概念,Hansen 等(1987)^[1-6]提出一种由时面深(DAD)曲线以试算法推求设计流域可能最大暴雨的新方法。另外还有根据天气学原理的可能最大暴雨模型转轴来调整雨量等新概念和推求设计流域上游或下游流域相应暴雨的新方法,较之频率组合方法更为合理,因为这些方法具有水文和物理概念,Hansen 方法在美国已是标准 PMP 方法。新近出版水文学书中大都有所介绍^[1-11]。

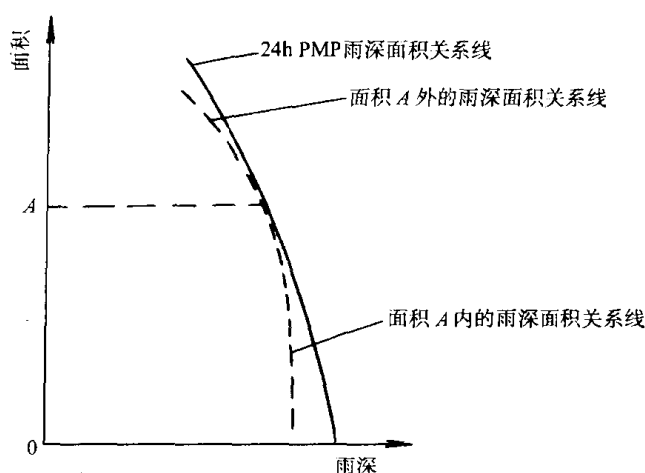


图 1-1 雨面 A、雨面 A 内外的雨深与 PMP 关系对比图

PMP/PMF 方法在美国已用了五十多年,据统计只发生过接近于 PMP 的暴雨而没有超过的^[1-6,1-7]。

美国和另外一些国家对于高危工程采用 PMP/PMF 作为设计标准。次要工程则用频率方法或用 PMP/PMF 的折扣处理。

有人认为 PMP 的概率无法估计,有人假定为 10^{-6} 。有人认为可以用古洪水研究成果论证其合理与否。

第三节 风险分析法^[1-8]

风险分析法不依靠规范而依建坝后的风险与经济分析来选定设计洪水。

对于工程风险的基本分析按下列四个基本条件:

- (1) 可能的人身伤亡;
- (2) 水库的水位、溢流及垮坝灾害的经济损失;
- (3) 大坝、水库和有关渠系及防洪警报费用;
- (4) 垮坝致使工程效用中断的损失。

图 1-2 为 T.R.Sedinger^[1-8]等提出的因素考虑模拟图,由此图可以看出问题的复杂性。

虽然风险~费用分析方法可能是大坝安全适宜方法,它使险情、失事概率和可接受的灾害定量化,但是美国大坝安全委员会(ICODS)提请注意下列几点:

- (1) 估算水文情况的超过频率是不精确的。
- (2) 那些不能用经济衡量的因素,如人的生命损失、社会损失、环境影响很不易计入风险中,但却是决策的重要因素。
- (3) 下游社会的发展往往无法预料。
- (4) 下游警报系统的真实性未必可靠。
- (5) 垮坝洪水的水力学估算不够精确。
- (6) 漫坝水深和历时是不知道的,没有可靠的资料可以保证大坝的安全。

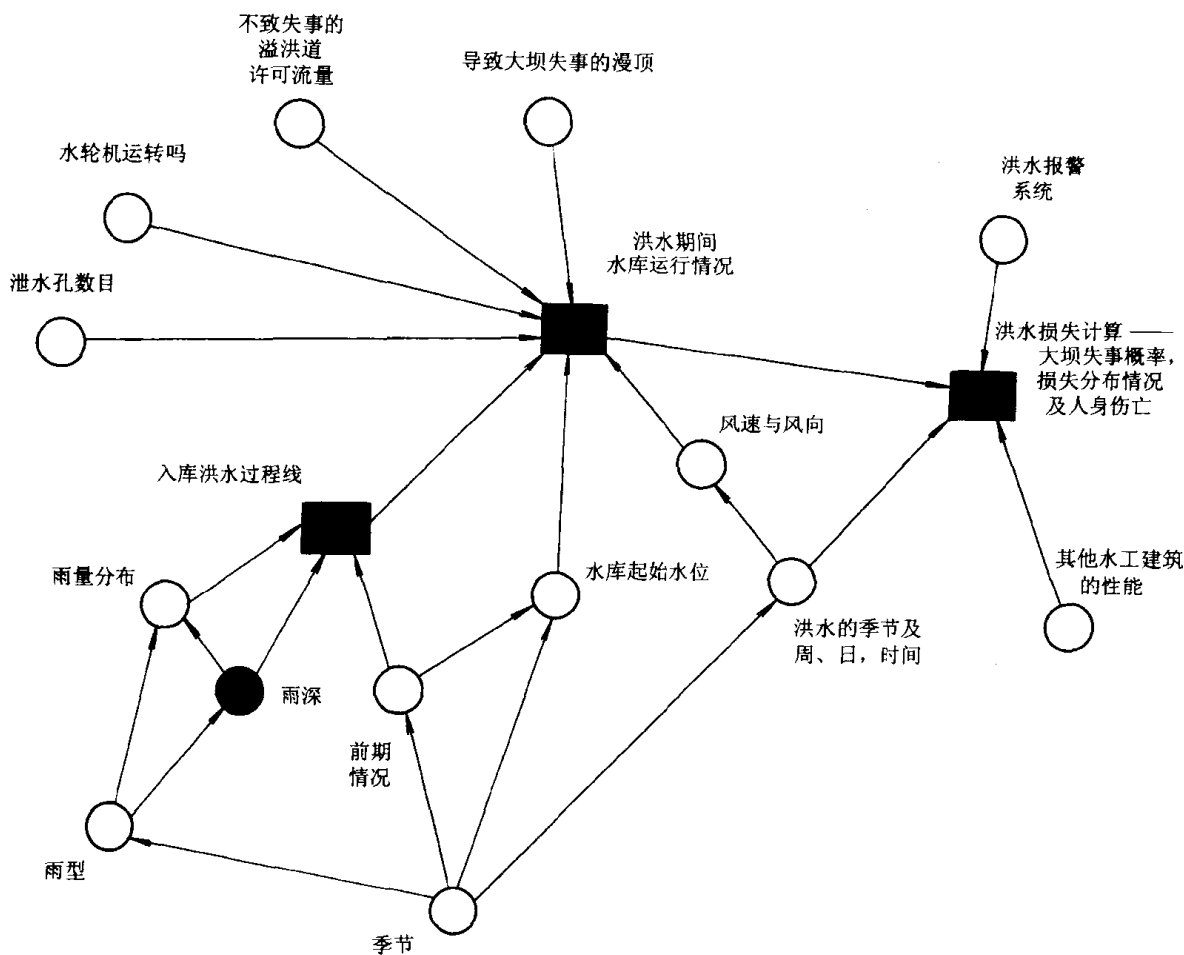


图 1-2 工程风险因素考虑模拟图

风险分析一般不是代替设计标准，只是决策的参考。
风险分析是尚待进一步研究的方法。

第四节 古洪水水文学

从上述设计洪水计算方法可以看出：洪水频率法的基本概念存在许多问题，特别是外延更是历来争议的问题。目前所用的方法，只是一种“权宜”之计，不是有科学根据的水文学真理。洪水频率法需要更多更长的大洪水资料，而现有的实测洪水和历史调查洪水资料，很难满足这种需要。

可能最大降水/洪水方法，以空间移置代替时间，由特大暴雨研究洪水，论者谓为“近距射击”，是其优点，但此法的成果是否合宜，也有待于大洪水资料的验证。

洪水计算问题在于需要更多的资料。洪水资料在何处？除了我们已测到和史志碑刻的记载而外，还存在于地下资料库^[1-9]——古洪水平流沉积物中，这种沉积物是洪水水位和发生年代记录的载体，利用第四纪地质学和水文学可以把它发掘出来并用放射性同位素测定它发生的年代，这便是古洪水研究^[1-9,1-10]。

古洪水研究可以把洪水资料扩展几千年。它有物理实证,其成果可靠,也不致因人而异,而且费用不多,耗时有限。

本书第二章阐述河流古洪水的沉积原理、洪水地貌及古洪水平流沉积物的形成。第三章介绍放射性测年的原理与方法。第四章详述古洪水研究的原理方法。由于古洪水研究所取得的是古洪水水位,第五章说明由古洪水水位推求古洪水流量的方法。第六章阐述古洪水成果的应用及误差估计。

参 考 文 献

- 1-1 骆承政,乐嘉祥.中国大洪水.北京:中国书店,1996
- 1-2 刘光文.设计洪水需要革命.水文计算进展和展望学术讨论会论文选集.南京:河海大学出版社,1998
- 1-3 DiFrancia, G.T. The investigation of the physical world. Cambridge University Press. New York. 1981
- 1-4 V.Klimes, Dilettantism in Hydrology; Transition or Destiny? Water Resources 1986, Vol. 22 No. 9 177S~188S
- 1-5 詹道江,邹进上.可能最大暴雨与洪水.北京:水利电力出版社,1983
- 1-6 Hansen E. M. Probable Maximum Precipitation for Design Flood in U. S., Journal of Hydrology, 1987. 96: 267~278
- 1-7 Hansen E. M., Schreiner L. C., Miller J. F. Application of probable maximum precipitation Estimation-US East of the 105 meridian, NOAA Hydrometeorological Report No. 51 (1978), No. 52 (1982)
- 1-8 J.R.Stedinger, D. C. Heath, K. Thompson. Risk analysis for dam safety evaluation hydrological risk. 1996
- 1-9 詹道江,谢悦波,杨玉荣.中国古洪水研究.朱光亚,周光召主编.中国科学技术文库地学科学卷.北京:科学技术文献出版社,1998.380~381
- 1-10 詹道江.可能最大降水与古洪水研究.水科学进展.1991.Vol.2.No.2:106~109
- 1-11 詹道江,叶守泽.工程水文学.北京:中国水利水电出版社,2000