

水文水资源 分析研究

Shuiwen Shuiziyuan Fenxi Yanjiu

金光炎

东南大学出版社
Southeast University Press

水文水资源分析研究

金光炎

东南大学出版社

内 容 提 要

本文集包括水文统计篇和水文水资源篇,是作者近 20 多年来发表的相关论文经收集和整理而成。它系统地介绍了概率统计在水文计算中的应用和水文水资源分析评价等方面的内容,总结了实际工作中出现的问题以及解决问题的思路和方法,对成果的合理性分析和建立水文专家系统提供了作者的经验和意见。

本文集可作为水文水资源专业人员和高等学校相关专业的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

水文水资源分析研究/金光炎. —南京:东南大学出版社,2003.9

ISBN 7-81089-211-8

I. 水... II. 金... III. ①水文分析—文集②地下水资源 计算 文集 IV. ①P333-53②P641.2-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 027138 号

东南大学出版社出版发行
(南京四牌楼 2 号 邮编 210096)

出版人:宋增民

江苏省新华书店经销 南京工大印务有限公司印刷

开本:787 mm×1092 mm 1/16 印张:17.25 字数:430 千字

2003 年 9 月第 1 版 2003 年 9 月第 1 次印刷

定价:28.00 元

(凡因印装质量问题,可直接向发行科调换。电话:025-3795801)

前 言

本文集选入 20 世纪 80 年代以来在刊物上发表的部分论文,主要包括水文统计和水文水资源两方面的内容。

概率统计方法在水文计算中的应用,已成为水文学科的重要分析途径之一。文集中这类文章较多,将其单独列为水文统计篇,归纳为以下 6 个方面的内容:

1. 综述性文。“水文与统计”一文,简述了概率统计方法在水文学中应用的发展过程和可能出现的问题,强调不可机械地应用统计方法和偏信数字计算的结果,应进行合理性分析,并注重与水文物理概念相结合。第 18 和 19 章分别叙述了我国在水文频率分析和水文时间序列方面的研究进展,反映了具有中国特色的水文统计在研究和实践上的创新与应用。

2. 回归与相关。回归分析中,将离差绝对值之和最小法,简称为最小一乘法,论述了最小二乘和最小一乘的线性回归计算过程,并叙述了降维搜索的最小一乘回归分析法。相关系数是判断两变数系列之间关系密切程度的指标,以抽站法为基础,提出了不同暴雨历时、流域平均高程和允许误差条件下用相关系数确定站与站之间距离的方法,用以推算类似地区在指定误差时雨量站网的密度。

3. 水文频率分布模型。对广义极值分布、对数 Γ 分布和指数 Γ 分布的统计特性和实际应用作了较为详细的探讨;对各类常见的分布做出比较,其差异主要在外延部位,有资料范围内的结果相差不大。为了方便计算,附录中摘列出了 4 种分布常用部分的高均系数 Φ 值或模比系数 K 值表,这些都是新研究或新修订的,查算范围有所扩大,以适应不同情况时使用。

4. 洪水频率计算和适线法。所谓适线法,顾名思义是所选配的频率曲线应与经验频率点子拟合较好,但有特大值时,常常不能如愿。为此,建议先对实测系列进行适线,然后在该线上加若干倍抽样误差,作为计算的“上限”值,此倍比由特大值系列的分布实况而定,即将上限值连线,使其与特大值点群也有较好的配适,应用时可按工程的等级分别选用。分析了最小二乘和最小一乘方法应用于频率计算适线中的特点,找出了最小一乘适线会出现多极值的原因。适线是以经验频率为基础的,“水文分析中的经验频率”一文讨论和比较了各类公式,列出了用 Γ 次序统计量推出的较为详细的经验频率公式。

5. 与频率计算中统计参数和设计值有关的统计分析。利用统计试验法对统计参数和设计值进行不确定性分析;讨论了标准差和离差系数的数学期望值;对各种频率时计算保证修正值需用的 B 值,进行了较详细的编制;对 Γ 分布离均系数 Φ 值各种近似公式的近似性做出评析等。

6. 城市设计暴雨的频率计算。比较了超定量选样法、一年多次选样法与年最大值选样法,改进了经验频率的计算公式,根据城市设计暴雨的特点提出了用两端有限频率分布模型进行适线的方法。

以上是水文统计篇的简要内容。再一部分为水文水资源篇,其中除城市水文水资源等问题外,其他多为与地下水文水资源有关的论述,后者是地下水资源评价计算的基础。几十年来,我国在地下水资源评价计算上有着重要的进展:(1) 以水均衡法替代了四大储量法,使补给、径流、排泄和储存都有了明确的概念和量值,同时还可以计算不同保证率年份的资源量和可利用量;(2) 在方法上,采用水文学和水文地质学相结合,开阔了思路,丰富了内容,更易于解决计算中的问题;(3) 变值系统的确立,如地下水计算参数中的给水度和降雨入渗补给系数等,它们不仅与岩土结构相关,还随地下水位埋深而变,埋深较浅时更为明显。这些进步,对计算参数精度的提高和资源量的合适定量都有十分重要的作用。本篇概括为以下 4 个方面:

1. 综述性文。地下水文学是一门年轻的学科,了解其发展过程颇为有益,第 27 章简单地叙述了地下水文学的发展历史、研究途径和实际应用等。水资源开发利用对环境的影响,城市化会改变水文水资源的变化规律,深层地下水的开发利用有利有弊以及充分利用雨水资源能缓解供水矛盾等问题,作为知识性或信息类的文章,选入了数篇,有助于读者了解这方面的情况。城市化后,由于建筑物林立、道路纵横交叉和人为热的释放等,对降雨、径流和蒸发等水文要素产生较大的影响,从实例分析可见,城市中的降水量多于农村、蒸发却小于农村,说明城乡观测站点上的水文观测值常会有明显的差别。

2. 地下水计算参数变化规律的探讨。主要表现在以下 4 个方面:(1) 给水度是地下水资源计算中的重要参数,有多种方法可以估算,我们提出的简测法,概念清晰,便于操作,能重复试验,容易得到给水度随埋深而变的规律;通过多次试验,发现不同注水方式因土壤孔隙中空气的作用而有不同的给水度值;用抽水试验法得到的给水度,由于强迫释水的作用,其值大于前者,采用时应按不同情况选取不同的值。(2) 用非稳定流抽水试验所得到的由各观测孔资料分析而得的参数(如给水度和导水系数等),因观测孔离主井距离不同而异,因此提议采用参数在变化区间内取平均值的方法。(3) 降雨入渗补给系数是又一个重要参数,将雨量分级,通过实测资料进行分析,可得到它随埋深而变的规律,有助于提高降雨入渗补给地下水量的计算精度。(4) 对于潜水蒸发,计入地表有

无作物和土壤输水能力两个因素,将计算公式做了修正。

3. 地下水资源可开采程度分析。在地下水可开采资源量和供水保证率的计算中,开采程度是一个重要的因素。对于实际的布井方法,一般不可能在开采区内整个面积上都布满井,故有一部分地下水是不能抽取出来的;另一方面,因在抽水过程中受漏斗的影响,其平均下降的水位线不可能到达水泵进水口处的水位。这两种情况均会在不同程度上影响可抽取的水量,可用小于1的不均匀系数来表示,通过这个系数,可设计出符合实际情况的地下水资源的开采程度。

4. 水文专家系统。众所周知,要做好水文水资源的分析计算工作,必须具备可靠的资料和合适的模型或方法,由此所得的结果,还需进行合理性分析,后者要靠工作者或专家的知识 and 经验来完成。这些专家的经验,比较分散、各家不一、各有所长,如果能汇集起来,加以整理,编成程序,建立水文专家系统,则能发挥更大的作用。文中简要介绍了人工智能与专家系统、人类专家与专家系统的关系以及专家系统的特点、基本结构和水文中应用的简例等内容。要想建立很好的水文专家系统,应广泛总结经验,汇集专家解决问题的思路和方法,积极开展水文专家系统的研制工作。

以上是水文水资源篇的简要内容。文集按发表的时间排列,其中所叙述的多为实际工作中出现的问题以及解决问题的思路和方法。因为时间跨越了20多年,有的数据和情况改变了,且当时只考虑用简单的计算工具,而现在可直接使用计算机,但就解题的思路和方法而言,仍然有一定的参考价值。

衷心感谢安徽省·淮委水利科学研究院领导的支持和帮助,使本文集得以与读者见面。同时,向对论文提出过宝贵意见的同志、刊物的编辑以及论文的合作者致以深切的谢意!希望本文集能对读者有所帮助,不足之处,恳请批评指正。

金光炎

2003年1月于蚌埠

目 录

第一篇 水文统计篇

1 论洪水频率计算问题	(1)
1.1 洪水频率计算中的假定	(1)
1.2 现行洪水频率计算中存在的问题	(2)
1.3 对频率计算若干问题的看法	(3)
1.4 建议的频率曲线适线法	(5)
2 用统计法计算设计洪水的若干问题	(7)
2.1 设计洪水的发展过程	(7)
2.2 频率曲线线型问题	(7)
2.3 经验频率问题	(8)
2.4 建议的适线方法	(9)
2.5 资料生成问题	(10)
2.6 假相关问题	(12)
2.7 其他问题	(12)
参考文献	(13)
3 标准差和离差系数的数学期望	(14)
3.1 概述	(14)
3.2 标准差的数学期望	(15)
3.3 离差系数的数学期望	(17)
参考文献	(19)
4 水文与统计	(20)
4.1 发展过程	(20)
4.2 统计分析必须与水文概念结合	(21)
4.3 统计分析中的几个问题	(22)
4.4 结语	(22)
参考文献	(23)
5 论水文频率计算中的适线法	(24)
参考文献	(30)
6 Γ 分布保证修正值系数 B 的确定	(31)
参考文献	(34)
7 水文系列展延后的有效性和等价记录长度	(35)
7.1 展延系列的统计参数	(35)
7.2 插补展延的有效性	(36)
7.3 等价记录长度	(38)

参考文献	(39)
8 水文分析中的经验频率	(40)
8.1 经验频率公式概述	(40)
8.2 中值公式	(42)
8.3 正态分布时的公式	(43)
8.4 极值分布时的公式	(44)
8.5 Γ 分布时的公式	(45)
8.6 其他公式	(49)
8.7 结语	(51)
参考文献	(51)
9 线性回归与最小一乘法	(53)
9.1 计算方法	(53)
9.2 解的几个问题	(58)
9.3 结语	(60)
参考文献	(60)
10 回归模型的灵敏度分析	(61)
10.1 线性回归模型	(61)
10.2 非线性回归模型	(65)
10.3 结语	(66)
参考文献	(66)
11 相关系数法在雨量站网密度分析中的应用	(67)
11.1 以抽站法为基础的相关系数法	(67)
11.2 抽站法的雨量站网密度分析	(68)
11.3 实例研究	(70)
11.4 结语	(72)
12 广义极值分布及其在水文中的应用	(73)
12.1 广义极值分布的统计性质	(73)
12.2 离均系数 ϕ 值	(78)
12.3 应用示例	(79)
参考文献	(80)
13 水文频率分析中的优化适线技术	(81)
13.1 无特大值时的分析计算	(81)
13.2 有特大值时的分析计算	(83)
13.3 结语	(85)
参考文献	(86)
14 水文频率计算中统计参数的不确定性	(87)
14.1 统计参数的估计	(87)
14.2 系列的模拟和参数估计	(88)
14.3 统计参数的不确定性分析	(88)

14.4	结语	(91)
	参考文献	(91)
15	城市设计暴雨频率计算问题	(92)
15.1	取样问题	(92)
15.2	经验频率计算	(93)
15.3	频率曲线的绘制	(94)
15.4	暴雨强度公式	(95)
15.5	结语	(97)
	参考文献	(97)
16	水文设计值的不确定性分析	(98)
16.1	水文设计值的不确定性	(98)
16.2	水文设计值的模拟与不确定性分析	(99)
16.3	结语	(101)
	参考文献	(102)
17	水文频率计算中对数 Γ 分布的应用	(103)
17.1	对数 Γ 分布统计特性简述	(103)
17.2	模比系数 K_p 值	(105)
17.3	统计参数估计	(106)
17.4	结语	(108)
	参考文献	(109)
18	水文频率分析的进展	(110)
18.1	水文频率分析的历史回顾	(110)
18.2	频率曲线线型	(111)
18.3	经验频率公式	(116)
18.4	统计参数的估计	(118)
18.5	特殊水文资料的应用	(123)
18.6	结语	(125)
	参考文献	(126)
19	水文时间序列研究的进展	(128)
19.1	水文时间序列的历史回顾	(128)
19.2	水文时间序列的组成与分离	(129)
19.3	水文时间序列的模拟	(133)
19.4	统计模拟的应用	(136)
19.5	结语	(138)
	参考文献	(139)
20	Γ 分布 Φ 值近似公式评析	(141)
20.1	通过 χ^2 分布推求 Φ 值概述	(141)
20.2	立方根变换法推求 Φ 值	(142)
20.3	Campbell 近似公式	(146)

20.4	几点认识	(148)
	参考文献	(149)
21	城市设计暴雨频率曲线线型的研究	(150)
21.1	短历时暴雨系列	(150)
21.2	频率曲线线型	(151)
21.3	结语	(154)
	参考文献	(154)
22	水文频率分布模型述评	(155)
22.1	各类分布简述	(155)
22.2	各类分布的比较	(158)
22.3	结语	(160)
	参考文献	(160)
23	广义 Γ 分布的特性和应用	(162)
23.1	Γ 分布概述	(162)
23.2	对数 Γ 分布	(163)
23.3	指数 Γ 分布	(165)
23.4	几点说明	(167)
	参考文献	(167)

第二篇 水文水资源篇

24	地下水资源评价中的几个问题	(168)
24.1	给水度的确定问题	(168)
24.2	降雨入渗补给问题	(170)
24.3	有作物时的潜水蒸发问题	(171)
24.4	地下水的调节问题	(171)
	参考文献	(173)
25	论用地下水动态资料推求给水度问题	(174)
25.1	地面有无作物的影响	(175)
25.2	曲线外延的不可靠性	(176)
25.3	地下径流和其他排泄量的影响	(176)
25.4	水面蒸发的影响	(177)
25.5	土壤输水能力问题	(177)
25.6	实际给水度	(178)
26	地下水埋深较浅时给水度的概念与实例	(180)
26.1	毛管水对给水度的影响	(180)
26.2	计算实例	(182)
26.3	几点说明	(182)
27	地下水文学的进展与应用	(184)
27.1	地下水文学的进展	(184)

27.2	地下水文学的研究途径	(185)
27.3	地下水文学的应用	(186)
27.4	问题和建议	(187)
	参考文献	(187)
28	论给水度的确定方法	(188)
28.1	筒测法	(188)
28.2	漏斗疏干法	(189)
28.3	水量平衡法	(190)
28.4	非稳定流抽水试验法	(190)
28.5	实际开采量法	(191)
28.6	移用法	(191)
28.7	动态资料相关法	(191)
28.8	结语	(192)
	参考文献	(192)
29	地下水开发利用和环境的关系	(193)
29.1	地面沉陷和建筑物破坏	(194)
29.2	海水入侵	(194)
29.3	污染地下水	(195)
29.4	天然景点破坏	(195)
	参考文献	(196)
30	城市化对地下水资源的影响	(197)
30.1	地下水资源的垂直补给明显减少	(197)
30.2	城市的污水、污染物造成地下水污染	(197)
30.3	酸雨导致地下水资源酸化	(198)
30.4	超采地下水造成种种不良后果	(198)
	参考文献	(199)
31	城市化与水文水资源问题	(200)
31.1	人类活动引起城市气候的变化	(200)
31.2	城市水文水资源的特点	(201)
31.3	城市的防洪	(204)
31.4	城市的供水	(205)
31.5	城市的排水和污水处理	(206)
31.6	其他问题	(208)
	参考文献	(209)
32	筒测给水度再探	(210)
33	蒸发的城市化效应及城乡差异	(213)
33.1	水面蒸发值的折算	(213)
33.2	水面蒸发的城乡差异举例	(215)
33.3	结语	(216)

参考文献	(216)
34 地下水计算参数的测定与估计	(217)
34.1 给水度	(217)
34.2 降雨入渗补给系数	(220)
34.3 潜水蒸发系数	(222)
34.4 结语	(224)
参考文献	(225)
35 地下水资源可开采程度的分析	(226)
35.1 不同布井方式对抽水量的影响	(226)
35.2 抽水时地下水位漏斗对抽水量的影响	(227)
35.3 结语	(228)
36 地下水计算参数的合理测定问题	(230)
36.1 参数变值系统的实践与推广,提高了地下水资源评价的精确度	(230)
36.2 物理模型与统计方法相结合,能更有效地测定参数	(231)
36.3 成果的多方面论证是合理确定参数的关键	(231)
36.4 专家系统的建立,有助于做好参数的测定工作	(232)
37 水文实践与专家系统	(233)
37.1 专家系统概述	(233)
37.2 专家系统的特点	(234)
37.3 专家系统的基本结构	(235)
37.4 简例	(236)
37.5 结语	(237)
38 降雨对地下水补给的规律性分析	(238)
38.1 次降雨入渗补给系数随埋深的变化规律	(238)
38.2 实例	(239)
38.3 几个问题的说明	(240)
38.4 结语	(240)
39 深层地下水资源的开发利用问题	(241)
40 雨水资源的开发利用	(243)
40.1 山丘区雨水利用	(243)
40.2 城市雨水的利用	(243)
40.3 结语	(245)
参考文献	(245)

附 录

附录1 极值分布离均系数 Φ 值表	(246)
附录2 广义指数分布离均系数 Φ 值表	(249)
附录3 对数 Γ 分布模比系数 K 值表	(253)
附录4 指数 Γ 分布模比系数 K 值表	(259)

第一篇 水文统计篇

1 论洪水频率计算问题

水利工程在规划设计时,必须进行设计洪水的分析计算,为工程规模和建筑物尺寸的确定提供依据。推求设计洪水有不同的途径,频率计算法是其中的一种,在实践中已进行了大量的研究并得到了广泛应用。在实际工作中,常常由于实测系列和历史洪水记录的短缺、有关水文概率统计理论的研究不足以及频率计算成果结合水文概念进行分析的欠缺等,致使在应用频率计算法推求设计洪水时仍存在不少问题。

本文叙述了现行洪水频率计算中的一些问题,提出了对这些问题的见解。考虑到洪水资料精度的不一致性以及特大洪水与一般洪水的不同成因,建议实行“分别适线,相互联系,合理分析,分别取用”的原则,作为洪水频率计算中的又一种方法,供分析时作比较之用。

1.1 洪水频率计算中的假定

目前,在进行洪水频率计算时,取用了下列 5 个基本假定:

- (1) 以年最大值取样的洪峰流量和洪量系列是随机系列,在时间上是独立的。
- (2) 历史上发生过的大洪水,经调查、考证、定性和定量后,能与实测洪水系列联合进行频率计算。
- (3) 这种联合系列服从某种指定的频率分布(包括经验频率分布)。
- (4) 洪水系列(加入历史洪水或进行插补延长后的系列)的样本容量足以估计各种统计参数,所采用的计算公式或方法是合适的。
- (5) 洪水频率计算成果,在邻近或相似区域内有一定的规律性,可进行综合平衡比较。

这些假定,似乎已成为公认的事实,但在具体工作时,还有许多待定的问题。例如,采用何种频率分布(皮尔逊Ⅲ型分布、克里茨基-门克尔分布等),选取哪个经验频率公式(数学期望公式、中值公式或其他公式)以及用什么样的适线方法(目估适线法、最小二乘法 and 极大似然法等)。实际上,取用不同的分布、公式和方法,会得到不同的结果。虽然,我们通过洪水频率计算的大量实践,规定了一种与实际资料符合较好的分布、公式和方法,但仍不免带有一定的主观成分。

1.2 现行洪水频率计算中存在的问题

洪水频率计算中首先碰到的是与洪水资料有关的问题,如系列短、代表性差以及历史洪水和实测大洪水的定位定量问题。如果资料的精度较差,并且代表性不足,那么最后结果是不可靠的。其次,当洪水系列确定后(假如在频率格纸上已对点子的重叠或脱节现象做了适当处理),根据一定规则进行适线时,往往出现这样几种情况:

一是其他点子适线尚可,但最大的一、两个洪水,在适线上方高高挂起,形如图 1-1。图中以“+”号表示特大洪水(包括历史洪水和从实测洪水中挑出者),以“○”号表示实测洪水(包括插补延长的洪水)。如果要使频率曲线硬性通过高挂之点,势必会配出更大的统计参数,并使若干特大洪水和实测大洪水同曲线脱节。二是特大洪水与实测小洪水适线较好(即频率曲线的头、尾部配得较好),但偏离了宝贵的实测系列中的大洪水,如图 1-2。要想照顾这些实测大洪水,是比较困难的。三是频率曲线的上、中部适线较好,但偏离实测小洪水,如图 1-3。这种情况可经改换频率曲线线型而得以解决。

在实际工作中,常常是错综复杂的,可能在一次适线中,上述两种或三种情况兼而有之。本文着重讨论这类问题。

再一个问题是,经过适线求得统计参数(如均值 $\bar{Q}$, 离差系数 C_v 和偏态系数 C_s) 和设计洪水值(如万年、千年一遇的洪峰流量或洪量),需要根据当地的气象、水文、流域等特性进行合理性分析和地区综合平衡。这就要求对当地情况要相当熟悉,对本工作要有丰富的经验,所以说,做好此项工作不是件容易的事。

另外,在工作中还会遇到其他一些问题,如各种计算方案的组合和计算工作量等,这里不一一列举。

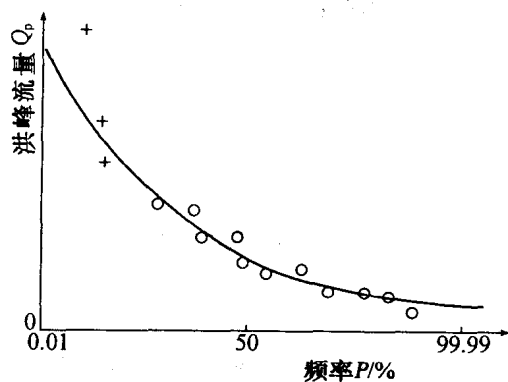


图 1-1 特大洪水高挂的适线图

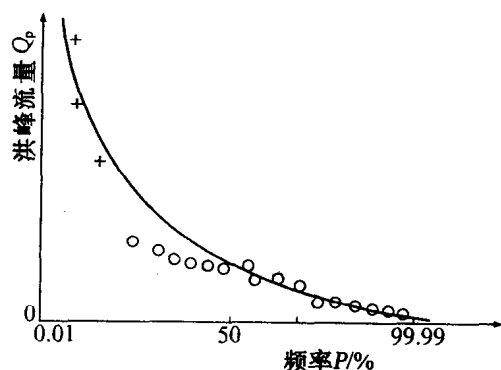


图 1-2 实测洪水脱离的适线图

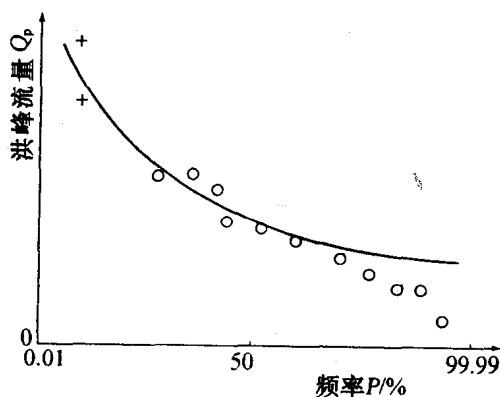


图 1-3 洪水系列尾部脱离的适线图

1.3 对频率计算若干问题的看法

1.3.1 关于历史洪水和实测洪水的精度问题

历史洪水和实测洪水的精度是不一样的。实测洪水主要含有水文测验误差和计算误差(包括因测流时间较长所引起的误差和用水位插补流量作外延的误差)。经过水文资料整编和测流条件的改进,这些误差一般能得到控制。

历史上出现的大洪水,由于年深日久,通常只能根据调查、访问和查阅记载等途径而取得,并按目前的认识来估算。这种洪水在调查、考证过程中,常发现一些虚虚实实和含糊其辞的信息。例如:封建统治阶级为了多领赈济粮款而有意夸大事实;历史记载(如州志、县志等)的编纂者对当时发生的洪水并非亲眼目睹,而据道听途说做出书录,特别是对洪水位的估计高度(如水高三丈、浪击庙檐等)出入更大;以及在调查时被访问者有回忆不清或传说失实等情况。在实际工作中应当注意此类问题,并通过审慎的考证,与上、下游和邻近地区已有的资料作分析对比,做出定性或定量的估算,但这种估计洪水的误差可能是大的。

从水文测验误差上来看,实测洪水流量具有5%~10%甚至达20%的误差是可能的。调查洪水估算值的误差会比实测洪水的误差更大。即使是调查洪水位比较可靠,当地的河床变化不大,但在比降和糙率的确定以及由曼宁公式引起的误差,常常也是较大的。由此可见,历史调查洪水与实测洪水是不等精度的,所以在频率适线或计算时,不宜将它们同等看待,正如不能把普通测量与精密测量的结果混在一起来评定一样。

历史洪水和实测洪水各有特点。对于这两类洪水资料,必须进行全面的分析和评价。实测洪水误差较小,又因发生年代较近,当地干部群众均耳闻目睹,印象深刻,如需复查也比较容易;但其记录年数短,抽样误差大,单独进行频率计算,代表性不足。另一方面,由于历史洪水的考证期长,虽可能含有较大的误差,但经仔细考证可在一定程度上作定性定量分析,只要引入一定的误差概念且不过分迷信它们,可以参加频率计算,用以弥补实测洪水系列短少的欠缺。

1.3.2 关于有效应用数学方法的问题

在洪水频率计算中,运用了概率统计方法。大家知道,概率统计在数学理论上是严谨的,但必须注意这些理论和方法所要求的条件,如果不恰当地应用,就会得出不切实际的结果。因此,采用数学方法来解决水文问题时,只有在使用正确和密切结合实际时,才有效。下面举两个例子。

第一个例子是用极大似然法来确定皮尔逊Ⅲ型分布的统计参数。理论上已经证明,这种方法比矩法有效。现在我们来剖析一下极大似然法的有关内容:

(1) 皮尔逊Ⅲ型分布在 $C_s > 2$ 时,成为单调的乙字形曲线,其众值处的密度成为无穷大。所以在 $C_s > 2$ 的情况下,难以求得似然函数为极大时的单一统计参数值。这就是说,只有在 $C_s \leq 2$ 时才能应用此法,但水文资料(特别是洪水资料)常为 $C_s > 2$,虽然理论上有效,实际上已无意义。

(2) 用极大似然法来推求皮尔逊Ⅲ型分布的三个参数,只需使用三个一阶矩,即算术平均数、对数平均数和倒数平均数。由于一阶矩对确定统计参数的不敏感性,所解得的往往是

数字形式上的结果。比方说,样本值的有效数只取三位,而似然函数达到极大过程中,参数的结果却要用三位以上的数才能定出,这就失去了意义。

(3) 由于极大似然法用了倒数平均数,样本中的小值(相当于洪水系列中的小洪水)对此起主要作用。当这种小值略有变更时,统计参数的结果也随之而变。这与洪水计算中应以大中洪水为主的原则相违背。

(4) 用极大似然法求得频率分布函数后,可分别据此算出各样本点的频率,但此频率常常同样本点的实际经验频率有较大的差别。例如,有30年的年最大洪峰流量系列,其最大年份的重现期直观地视为30年一遇,但用此法所得的结果,有时与实际值相差甚大。

从上述可见,理论上较好的方法,实际应用中不一定也好。所以在取用某种数学方法时,必须仔细进行判别。

第二个例子是用一定的判别准则来配适频率曲线。例如我们选取最小二乘准则,意思是使样本点和待定频率曲线上相应点之距离平方和为最小。这个方法的优点是不因人而异,似乎有了一种客观适线的准则。对于资料分布比较规则且离散程度较小者,用这类准则适线较好。可是,对于资料分布不甚规则时,如图1-1至图1-3那样,用此准则配出的频率曲线,很可能比目估适线效果更差。因为,实际适线时,工作者对某些精度较高或需着重照顾的点子是心中有数,可有意识地把曲线靠近这些点子。纵然在用最小二乘法时,可对点子加权,但往往难以确切定出各点的权重。另一方面,用判别准则来适线,手算工作量很大,必须使用计算机。取一定准则来适线,可用于大量资料(资料本身要求单纯和一致)的统计试验工作,对于实际问题,需视具体情况而定。

因此,应用数学方法解决水文问题,必须弄清方法的条件和限制,应着眼于水文概念(水文成因和水文现象的特性)和与水文现象有关的因素(气候、土壤和流域等),而不要被一些纯数学和纯理论的结论所迷惑。尤其应注意它们的条件和限制以及与水文问题相矛盾的地方,而且一定要对所得结果作合理性分析。

1.3.3 关于识别假象方面的问题

洪水频率计算与其他水文计算一样,常常会出现一些假象。例如,瞬时洪峰流量系列较长(因为它还可加入调查洪水),而各种历时的洪量系列较短,能否用转轱相关法将流量系列依次对各种历时的洪量系列进行延长?比方说,把瞬时洪峰流量同6小时洪量相关,再取6小时与24小时、24小时与3天、……的洪量相关最后得出30天、洪量的延长系列。这当然是不行的!虽则各分段的相关系数较高(因相隔时段短的两系列相关,其相关系数总是高的),但瞬时洪峰流量同30天、洪量直接相关的相关系数却很低(因同一瞬时洪峰流量相应的洪水过程,有胖有瘦,有单峰有多峰,情况不单一,故相关不好),这是转轱相关法造成的假象。

再如,用纵坐标均匀分格的频率格纸来配适频率曲线,配适不好时,若改用纵坐标对数分格的频率格纸,就会配得好一些。同样是一种频率分布曲线,为什么纵坐标分格不同,却配适有好有坏呢?这也是一种假象,因为对数分格,愈向上愈密,使大值的点子同分布曲线的离差缩小了。如果,把此缩小了的离差,再用反对数读出,其真正离差仍然很大。国外,经过对实际资料检验,发现用对数皮尔逊Ⅲ型分布比用普通的皮尔逊Ⅲ型分布更好,也许同这类假象有关。

水文计算中,还有一种假相关,就是在自变数和倚变数中加入共同因子而进行相关。本

来是无关的系列,加入共同因子后,能得到相关较好的结果。

实际工作中常常会碰到这类假象和假相关的情况,要认真识别,设法避免。

1.3.4 关于考虑误差范围和尽量简化计算的问题

各项水文资料以及对它的计算过程都含有误差,包括测验误差、计算误差、模型误差和抽样误差等。这些误差往往不能逐项分割,而是以综合误差的形式出现的。处理实际问题时,放进误差概念并加以考虑,乃是颇有裨益的事。

频率分布函数是一种属概率统计模型类的水文模型。模型制作者总是将复杂的水文系统进行合理的简化,以便于在允许误差范围内进行分析和处置。如果把水文模型弄得过于复杂,大大小小的有关因素都考虑得面面俱到,结果往往是计算工作量很大,精度却没有增加。因此,将复杂的水文问题作些简化,很有必要。

例如,图1-1至图1-3的情况,适线不满意。如果我们用更多的参数或更复杂的函数形式,把它配适好了,是不是可以说这种结果更可靠和更合理呢,当然不能。因为,估计更多的参数,配适更复杂的函数,不但会使估算带来更多困难,甚至还会得出难以置信的结论。例如根据图1-2的点子分布,配出一条复合的曲线(见图1-4)。从表面上看,点线配得很好,但这种奇特的结果,有谁敢相信这更代表真实的客观规律呢?

图1-1至图1-3中点线脱节的问题,一般不是靠改变线型或增加参数所能解决的,还需详细分析其原因。对于目前使用的三参数分布函数——皮尔逊Ⅲ型配不好,换一种线型是否会好一点呢,有时是可以的,但在点子严重脱节和错位的情况下,换任何一种线型都不可能改善。

既然如此,那么把实测洪水的经验频率变动一下,是否能好些呢。根据各地的实践表明,对大多数的情况来说,仍然得不到改善或者略有改善,但问题还是存在。实测洪水的经验频率,尽管系列短,存在着抽样误差,但还是比较直观的。如果要按照某些理论对所有实测洪水的经验频率进行“调整”,而适线基本上得不到改进,所以没有必要多此一举。

诸如上面的例子,说明水文问题本来是比较简单的,其误差不大也易于处理,却硬要把它们凑成复杂事件,反而弄巧成拙,值得我们注意。

1.4 建议的频率曲线适线法

现行频率曲线适线法,认为历史洪水和实测洪水属于精度相同和条件一致的统一系列,故把它们当作一个整体系列来适线。在适线时,常常出现如图1-1至图1-3那样的情况。笔者认为历史洪水和实测洪水、特大洪水(包括实测洪水中的特大洪水)与一般洪水在本质上是属于两种类型(在频率格纸上也可看到,它们表现为明显的上下两种分布趋势)。因为它们的精度不同,成因也不一样。特大洪水常常是由于特殊气象条件组合而形成的,而一般洪水

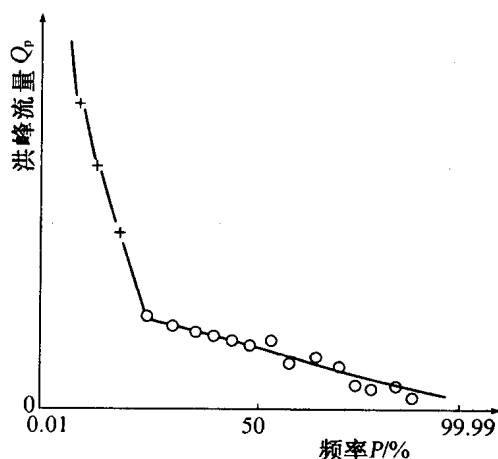


图1-4 硬性配线的频率曲线图