[文章编号] 1002-0624(2003)10-0032-02

水文预报误差分析

崔传华

(海河水利委员会,天津 300170)

[摘 要] 本文从雨量信息精度入手，经过分析计算，认为目前的资料信息精度与国家规定预报成果标准有很大差距,应该进一步提高信息的精度以满足洪水预报要求。

[关键词] 水文预报;误差;分析

[中图分类号] P338+.8 [文献标识码] A

影响洪水预报精度的因素很多，降雨是主要因素之一。降雨信息正确与否，都对洪水预报极其方案的制订有重要影响。现对海流域降雨产流的各个环节进行讨论。

正确计算降雨量是制作高精度水文预报方案的主要环节之一，平均雨量的计算基于3个方面：观测值正确,站网控制性好,计算方法正确。实际上述3个环节的误差不仅存在,而且很大。

1 降雨观测误差

影响雨量观测误差（记为ΔP）的因素有风力、湿润、蒸发、溅水、积雪漂移、仪器、测记等7种误差,分别计作ΔPa,ΔPw,ΔPe,ΔPs,ΔPb,ΔPg,ΔPr。根据《降雨量观测规范》规定,在影响精度的因素中，经过严格技术控制后，雨量观测误差ΔPa中尚存在风力误差ΔPa、湿润误差ΔPw和蒸发误差ΔPe。

雨量观测误差范围见表1。

表1 雨量观测误差范围

ΔPa	ΔPw	ΔPe	综合误差$\Delta P1$
2~10	0.3	1~2	3.3~12.3

3部分误差总和$\Delta P1=\Delta Pa+\Delta Pw+\Delta Pe$，最小为3.3%。也就是观测降雨量最高精度为96.7%，至于因仪器失准，观测员误操作所带来的误差尚不记录在内。

2 雨量站分布代表性误差

由于降雨量空间变化大，要想得到降雨的真值，必须把落到地面的雨全部收集，这只有在径流试验场中才能做到，防汛中往往是在流域内，在F面积上,布设N个雨量站,平均每个雨量站控制fi,$fi=F/N$,当$N\to\infty$时，则$fi\to0$,流域内的降水量$W=\sum Pi(i=1,2,\cdots\cdots,n)$,才是降水量真值，但是，我国雨量站分布较稀疏，平均单站控制面积在200 km²,受经济条件的制约,实际报汛站数更少,海河流域预报方案用单站控制面积为217 km²，太行山区的单站控制面积400 km²以上，所以对降雨的控制明显不理想。

这相当于在雨量站数总体N中,抽取了容量为N个样本，以此观测值Pi作为流域面积F上的降雨量数学期望值$m(t)$,由于$n<<N$,所以$Pi\neq m(t)$,存在误差$\Delta P2=Pi-m(t)$,一般情况下,雨量单站控制面积越大,误差$\Delta P2$也越大,在海河流域太行山、燕山山区，做了4个小流域的不同面积与量站数的对比分析，流域面积最小25.2 km²，最大500 km²,单雨量站控制面积在5~83 km²,假定这一密度能够控制实际降雨分布。用算数平均法计算流域平均雨量P，以此作为真值，各个雨量站的观测值Pi与真值P间有一相对误差$\Delta P2$,现在以李营小流域为例,计算雨量站代表性误差的大小。

李营小流域位于滦河流域中部南沟河上，流域面积25.2 km²,共计有5个雨量站,分别是李营、凿子岭、山嘴、东沟、苗营等,分布相对均匀。

选择1973~1984年的15场降雨，用算数平均法计算次雨的流域平均雨量P,假定每个站都能代表流域平均值，因为该区域面积25.2 km²，单站控制面积5 km²,所以各站的雨量Pi都可作为流域平均雨量P使用,所以各个站与平均雨量间有一相对

[收稿日期] 2003-06-09

[作者简介] 崔传华(1956—),山东邹平人,高级工程师,主要从事半干旱地区的洪水预报、降雨分析方面的研究。

© 1995-2005 Tsinghua Tongfang Optical Disc Co., Ltd. All rights reserved.

误差 $\sigma i(i=1\cdots5)$，则 5 个站的平均相对误差为 $\sigma=1/5\sum\sigma I$。

计算了 1973 年至 1980 年的 8 年间 15 场降雨后，平均相对误差 $\Delta P2=12.7\%$。

同样的方法，计算王家会站，流域面积 333 km²，雨量站个数 7 个，单站控制面积 47.3 km²，降雨场次 15 场，平均相对误差 17.4%。恒山库站，流域面积 164 km²，雨量站 6 个，单站控制面积 27.3 km²，降雨场次 10 场，平均相对误差 15.6%。野沟门站，流域面积 500 km²，雨量站个数 6 个，平均单站控制面积 83.3 km²，降雨场次 15 场，平均相对误差 20.7%。

雨量站代表性误差计算见表 2。

表 2　雨量站代表性误差计算表

站名	流域面积 (km²)	雨量站数	相对误差 (%)	降雨场次
李营	25.2	5	12.7	15
恒山水库	164	6	15.6	10
王家会	333	7	17.4	15
野沟门	500	6	20.7	15

点绘代表性面积相对误差相关图，见图 1。

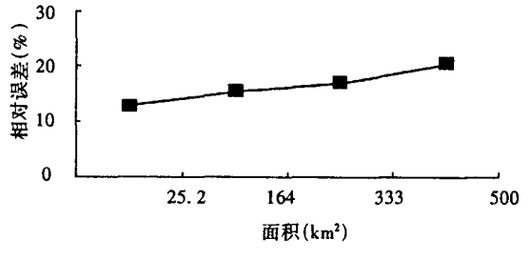


图 1　信息相对误差与面积相关图

由图可见，雨量站的代表性误差与代表面积呈正比关系，代表面积越大，误差越大，这 4 个流域分布在太行山和燕山山区，横跨滦河和子牙河，跨度比较大，代表性比较好，可以反映海河流域的降雨规律和布设水文站特性，海河流域的水文预报选用站的单站代表面积为 217 km²，查图得，平均相对误差 $\Delta P2$ 为 16%，即由于雨量站的分布不合理，使得到的降雨量最高精度为 84%。

3　流域平均雨量计算方法误差

在同一流域上，相同的降雨资料，用不同的方法计算流域平均雨量，则有不同的结果。平均雨量的计算方法有算数平均法、泰森多边形法、等雨量线法方法各有优缺点。等雨量线法精度最高，但计算复杂，泰森多边形法要求报汛条件严格，难以作业预报；算数平均法计算简单方便，但是误差大。根据南运河水系卫河上游新村站 14 场降雨的资料，新村站位于河南省卫河上游的琪河支流，流域面积 2 100 km²，用等雨量线法作为真值，其他方法作为比较，求相对误差 $\Delta P3$，发现算数平均法和泰森多边型法的计算结果比较接近，14 场雨的平均相对误差 $\Delta P3$ 为 7.4%。泰森多边形法的相对误差为 7.0%，两者平均为 7.2%，即，因为雨量计算方法引起的降雨计算精度为 92.8%。

4　误差综合计算

以上分析了降雨量观测、雨量站布设和雨量计算方法 3 个方面带来的误差，由于各个环节间是相互独立的，没有关联关系，计算方法间也是独立的，因此总的降雨量精度是观测精度、代表性精度、计算方法精度的积。即：

$$E=(1-\Delta P1)(1-\Delta P2)(1-\Delta P3)$$

计算结果为：$E=0.97\times0.84\times0.928=75.6\%$。

海河流域的降雨量信息精度为 75.6%，这个精度说明：在没有进行洪水预报的时候，你手头的资料已经有了 24.4% 的误差，预报出的结果至少不会高于这个精度，已经突破了《洪水预报规范》规定的甲级方案最低不小于 80% 的标准，也就是严格说来，你用任何模型做出的洪水预报方案，都很难真正达到国家规定的甲级方案标准，还有洪水测验误差没有计算在内，测得的洪水成果不可能是真值。预报方案和洪水预报精度可想而知。

资料信息精度 75.6% 是比较低的，在实际应用中，可能各个因素间的互相独立性会使误差部分中和，掩盖部分信息误差，偏大部分和偏小部分恰好中和掉。但是在制定法律法规的时候要考虑到特殊情况，要考虑到最不利的情况，如果各个因素恰好都偏大或者恰好都偏小，就会使信息资料明显不合理。为了运用有限的资料做预报方案，不得不尽量调整模型参数，待到模型参数调整的“很合适”的时候，这些参数已经失去了本来意义，下次在实际洪水预报中，测得的降雨信息又不是全部偏大或者偏小，所以就无法真正利用预报方案做预报。这就是众多的水文预报模型不能在海河流域真正利用的原因之一。

© 1995-2005 Tsinghua Tongfang Optical Disc Co., Ltd. All rights reserved.