



RATIONALITY EVALUATION ON
DESIGN RESULTS IN HYDROLOGY

水文设计成果 合理性评价

王国安 李文家 著

黄河水利出版社

黄河水利委员会治黄著作出版资金资助出版图书

水文设计成果 合理性评价

王国安 李文家 著

黄河水利出版社

图书在版编目(CIP)数据
水文设计成果合理性评价/王国安,李文家著.
—郑州:黄河水利出版社,2002.12
ISBN 7-80621-435-6

I. 水… II. ①王…②李… III. 水文计算—评价
IV. P333

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 098537 号

出版社:黄河水利出版社
地址:河南省郑州市金水路 11 号 邮政编码:450003
发行单位:黄河水利出版社
发行部电话及传真:0371-6022620
E-mail:yrp@public2.zz.ha.cn
承印单位:黄委会设计院印刷厂
开本:787 毫米×1 092 毫米 1/16
印张:20.75
字数:477 千字 印数:1-1 000
版次:2002 年 12 月第 1 版 印次:2002 年 12 月第 1 次印刷

书号:ISBN 7-80621-435-6/P·13 定价:49.00 元

内 容 提 要

水文设计成果是江河治理开发规划和水利水电工程规划、设计、施工及运作管理的基本依据。本书集作者近 50 年一直从事水文设计工作,并不断亲身参加各种大中型工程水文设计报告的审查,以及有关水文方面的学术、技术讨论和生产、科研成果鉴定会议积累的丰富实践经验,就水文设计成果合理性评价的准备、内容、基本思路和具体方法进行了详细的阐述,还就影响水文发展的几个重要问题进行了探讨。同时,书中还收录了作者已发表过的与水文设计成果合理评价有关的 5 篇文章,并列出了大量珍贵的水文气象资料,对搞好合理性评价工作具有很大的参考价值

本书属首创性的技术专著,可供水利水电、气象、铁道、交通、城建等部门从事水文、泥沙、气象和环境评价等工作的生产、科研人员以及大专院校相关专业的师生参考。

Summary

The result of hydrology design is the basis of a river management and development plan also the basis of planning, design, construction, operation and management of hydraulic and hydro – electric projects. The book is the summary of the author's experiences for about 50 years on hydrology design. The book has made a detailed elaboration on the significance, preparation work, involved contents, basic consideration and specific methods of rationality evaluation and made approaches to some important issues related to influencing hydrology development. In addition, the book has collected 5 articles published on rationality evaluation of the results of hydrology design and listed a large number of precious hydrologic and meteorological data, which is an important reference for rationality evaluation.

The book is an original monograph in technology and can be applied by researchers and professional workers on hydrology, sediment, meteorology and environmental assessment in the fields of hydraulics, hydro – power, meteorology, railway, communications and city construction and used as reference by teachers and college students of correlated fields.

序一

水文设计成果是江河治理开发规划和水利工程规划、设计、施工及运行管理的基本依据。由于水文事件的随机性、影响因素的复杂性、资料条件的局限性、计算方法的不完善和多样性,对于同一水文特征值的分析计算成果,往往会有较大的差异。因此,必须对所得成果,从多方面进行合理性评价,方能保证成果具有足够的可靠性。这也是中国水文工作者,在如何作好水文设计工作方面的一条重要认识。

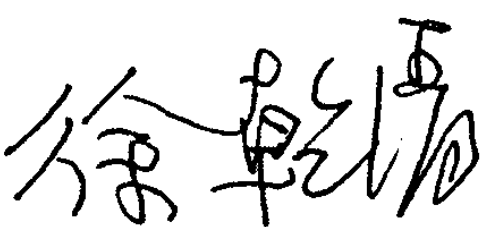
王国安先生,在大学期间攻读水文专业,毕业近 50 年来,一直从事水文设计工作,并不断亲身参加各种大中型工程的水文设计报告的审查,以及有关水文方面的学术、技术讨论和生产、科研成果的鉴定会议,在水文设计成果合理性评价方面,具有丰富的实践经验。现在,他将这些经验,全面系统地进行总结、归纳,写成本书,奉献给读者,这无疑是一件好事。

本书对水文设计成果合理性评价的内容、基本思路和具体方法,作了全面的概括,提出了判断标准,对如何评价计算方法的合理性作了有益的探索,对水文研究中一些带有方向性的问题作了阐述。

书中列出了大量珍贵的水文气象等资料,对于搞好合理性评价工作具有很好的参考价值。

显然,本书的出版,对于搞好生产、科研和教学都会有很大的帮助。

中国工程院院士



2002 年 11 月 9 日

序二

对水文设计成果进行合理性检查分析,是中国水文工作者多年以来在实际工作中的一条重要经验。在 20 世纪 50 年代末和 60 年代初,其内容及相关方法已经见于文献,但主要侧重于对水文频率计算成果的分析。在 20 世纪 60 年代初提出的《水工建筑物设计洪水计算规范(草案)》以及在 70 年代和 90 年代修订的《水利水电工程设计洪水计算规范》中,都对此有具体规定,成为有水文设计中的必然内容,通过各地的大量实践,这项内容也不断得到充实与完善。

王国安教授从事水文设计工作将近 50 年,在工作中积累了大量资料和经验。此次将其在有关水文设计成果合理性分析方面的心得体会,集中论述,内容全面,这对后来的水文设计人员,无疑会有很大的参阅价值。

现行的各类水文计算途径和方法,无论是经验的、统计的,或具有一定的成因推理的,都是采用一定的概化和假定条件,各有其适用的条件和范围。不同的途径和方法,对水文、气象以及地理、地貌等基本资料要求不同,方法中有关计算参数的定量精度不同,对成果的影响及其可信度也不相同。各种方法在计算过程中,计算人员的主观因素干扰对成果的影响也有大有小。这就决定了对水文设计成果的合理性分析,要对计算过程中每个环节都须认真核查。正是从这一点出发,王国安教授在书中对水文计算过程中各个方面的问题,包括基本资料的审查、各类计算参数的定量等,在分析中如何发现问题,应当从哪几方面入手等,都结合生动的实例作了比较详细的论述。这些来自实践的经验非常宝贵,也必将对后来者有所启发。时刻联系水文计算的服务对象即工程本身的需要,时刻想到所提出的水文设计成果在工程建筑物设计中如何运用以达到什么目的,对工程本身及下游地区的安全有什么作用和影响,这也正是这本书所强调的。王国安教授提出,应鼓励水文计算人员在工作中多动脑筋,不盲从传统的、权威的或经典的结论;提倡结合实际,从科学的、客观的和全面的角度看问题,防止主观主义和偏见;既尊重客观真理,尊重事实,又不墨守成规,要敢于创新,在实践中敢于纠正自己偏离事实的偏见。这正是本书所提倡的精神。这种精神,正是中国水文工作者的基本精神,也希望后来者能以这种精神,正确对待一切前人的经验或观点。

水文科学还是一门正在发展中的科学,我们对水文规律的认识也不断深入,对水文学中的大量问题的解答方法也随认识的深入而不断前进。由于各人的经历、经验和接触实际问题的不同,对一些问题的看法可能未必一致,这是正常的现象。本书中有些观点(如 PMF 一定会在 600 年记录中找到等),在水文界也不一定都能达成共识。有争议的观点,都要放在长期的实践中去检验。只要都尊重客观事实,尊重科学,敢于纠正认识上的偏差,终究会从不同的“大路”进入“罗马”。水文学学术界不能老是一潭死水,要能激起一些波澜,要有不同意见,这才有助于人们去认真思考,并使水文科学再上一个新台阶。王国安教授在本书中敢于大胆提出看法,也增加了本书的意义,很有一读的必要。

原水利电力部水文局局长
原国际水文科学协会副主席
教授级高级工程师

陈家琦

2002 年 12 月 3 日

自序

水文分析计算,属于工程水文学的范畴,从工作性质看,是预估未来设计断面在指定标准或设计条件下,某一或某些水文特征值的具体数值,因此,具有设计性质,故水文分析计算工作可以简称为水文设计。

对水文设计成果,要从多方面进行合理性检查、评价,这是中国水文工作者通过多年工作实践总结出来的一条重要经验。

一方面,多年来,在中国与水文有关的一些规程规范和教科书上,都强调了要对水文分析计算成果认真进行合理性检查、评价,并列出了一些评价方法。但是,由于分析计算内容的多种多样、实际情况的千差万别,书本上的知识远远不能满足客观现实的要求。

另一方面,近 20 年来,由于电子计算机在水文领域里广泛运用,使得过去用手算无法进行的工作,现在已变成轻而易举的事,并把其他学科的一些理论(如模糊数学、灰色系统理论等)引入水文领域,这无疑对推动水文科学的发展,很有帮助。

但是,目前在许多有关水文方面的生产、科研报告和书刊里,常常可以看到,只重视计算,不重视合理性分析的现象。同时,在与水文相关的某些领域(如水保、泥沙、环评等),忽视合理性分析的事例,也屡见不鲜。

产生以上这些问题的主要原因有三:一是对合理性评价的重要性认识不足;二是对合理性评价的思路和方法不太了解;三是头脑中根本就没有合理性评价的概念。

还有,我们经常看到,在一些生产、科研成果的汇报、审查、鉴定会议上,有些人能很快提出问题,并能说到点子上,使人心服、口服;有的则只能提一些小问题;有的甚至提不出问题。出现这些现象的原因,除了本人的技术水平的高低、工作经验的多少以外,还有一个技巧问题,也就是会不会发现问题,以及如何判断是非。

有鉴于此,作者特写出这本专著,把与水文分析计算成果合理性评价有关的一系列问题,诸如评价前的准备、评价的内容、评价的基本思路和评价的方法等,作一全面系统的论述,同时,将衡量和判断某些水文数值大小的若干学术见解和宏观尺度(见附录、附表和附图),一并奉献给读者。

本书的素材来自三个方面:

首先是作者从事水文设计工作 50 年来自己积累的经验。在漫长的工作期间,作者亲自参加过各种大中小型工程(包括三峡、二滩、漫湾、水口、紧水滩、岗南、黄壁庄等)的水文设计报告的审查,以及有关水文方面的学术、技术讨论,规程、规范的编制与审定的讨论,生产、科研成果的鉴定会议,共计数百次,故耳闻目睹和积累的经验颇多。

其次是总结概括现有各种文献,包括规程、规范、生产、科研报告和有关书刊中所载的涉及合理性评价的材料。

最后是从老专家头脑中开发出来的资源。也就是把一些长期从事水文分析计算方面的成果审查、科研和教学的老专家、老教授头脑中蕴藏着的丰富经验,挖掘出来,融入本书。挖掘办法是登门拜访收集或请他们审稿。求其将自己的经验献出,补充到本书中,留给后人。特别需要说明的是,这些专家、教授都非常热情、十分乐意把自己的宝贵经验贡献出来。审阅本书的专家是陈家琦、叶永毅、陈清濂、孙双元、杨远东和马秀峰。叶永毅教授还对最终定稿提了宝贵意见。提供经验素材的专家有史辅成、高治定、易元俊、徐建华等。作者在此谨向他们表示由衷的感谢。

此外,作者在几十年的工作中,发现在水文界存在有许多认识问题,关系着水文科学的发展,关系着成果的质量。虽然,这些问题有不少人都明白,但是无人全面系统地作过书面阐述。本书拟将这些问题作一论述,供大家讨论。这些问题是:

- (1)水文设计成果的精度;
- (2)水文计算与分析的关系;
- (3)学习与创新的关系;
- (4)工程安全与风险的关系;
- (5)特殊与一般的关系;
- (6)数学与水文的关系;
- (7)计算机与水文的关系;
- (8)天文与水文的关系。

以上(1)到(7)项问题在 1.2 节和 1.3 节中叙述,第(8)项问题在 4.5.3.2 中叙述。

本书的编写是在黄河水利委员会和黄委会勘测规划设计研究院各级领导,特别是李国英、沈凤生、张会言同志等的大力而热情的支持下进行的,作者特此表示由衷的感谢。

李文家参与了本书第二章、第四章和附表的编写。参与和协助作者编写

及翻译本书内容提要与目录的人员还有李海荣、王玉峰、张志红、王内、王玉、刘占松、刘红珍、李保国、王军良、李世民、王煜、王道席、贺顺德。他们的工作使本书的内容得到充实,图表得以完善,并能尽快完成,谨此致谢!

多年来,在学术上对作者一直给予大力支持的中国工程院徐乾清院士和中国水文界的著名专家、原水利电力部水文局局长、国际水文科学协会副主席陈家琦教授热情为本书作序,作者谨向他们致以深切的谢意。

最后,欢迎读者对本书的不当之处提出批评指正!

水利部黄河水利委员会勘测规划设计研究院教授级高级工程师
联合国世界气象组织可能最大降水和洪水专家

王国安

2002年12月5日

目 录

序一	徐乾清
序二	陈家琦
自序	王国安
1 绪论	(1)
1.1 缘由	(1)
1.1.1 问题的重要性	(1)
1.1.2 现实状况	(1)
1.2 如何看待水文设计工作	(2)
1.2.1 水文设计应用的方法	(2)
1.2.2 水文设计成果的精度	(3)
1.2.3 水文计算与分析的关系	(3)
1.3 几个具有普遍性的问题	(4)
1.3.1 学习与创新的关系	(4)
1.3.2 安全与风险的关系	(5)
1.3.3 特殊与一般的关系	(5)
1.3.4 数学与水文的关系	(6)
1.3.5 计算机与水文的关系	(8)
参考文献	(8)
2 评价的准备	(9)
2.1 了解设计工程的有关情况	(9)
2.1.1 工程性质	(9)
2.1.2 工程任务	(9)
2.1.3 防洪标准	(9)
2.1.4 设计阶段	(10)
2.1.5 要求分析计算的内容	(10)
2.2 了解流域自然地理特性	(11)
2.2.1 地理位置	(11)
2.2.2 流域面积和流域形状	(12)
2.2.3 地形地势	(12)
2.2.4 地质、土壤和植被	(12)

2.2.5 河网和干流河道情况	(13)
2.3 了解水文气象有关情况	(13)
2.3.1 气候情况	(13)
2.3.2 暴雨洪水情况	(13)
2.3.3 径流和泥沙情况	(13)
2.4 了解人类活动情况	(13)
2.4.1 水利水电工程	(13)
2.4.2 水土保持措施	(14)
2.4.3 其他措施	(14)
参考文献	(15)
3 评价的内容	(16)
3.1 基本资料	(16)
3.1.1 可靠性	(16)
3.1.2 一致性	(18)
3.1.3 代表性	(21)
3.1.4 随机性	(23)
3.1.5 独立性	(23)
3.1.6 同步性	(24)
3.2 计算方法	(24)
3.2.1 绪言	(24)
3.2.2 理论公式	(24)
3.2.3 半理论半经验公式	(25)
3.2.4 纯数学公式	(27)
3.2.5 经验公式	(27)
3.2.6 水文模型	(29)
3.3 计算成果	(30)
3.3.1 成果数字	(30)
3.3.2 成果图	(30)
3.3.3 成果表	(34)
参考文献	(40)
4 评价的基本思路	(41)
4.1 从方法的应用上评价	(41)
4.1.1 方法是否适当	(41)
4.1.2 是否抓住了主要矛盾	(43)
4.1.3 考虑因素是否全面	(44)
4.1.4 是否考虑人类活动影响	(45)

4.1.5 是否遵守“往返一致”的原则	(46)
4.2 根据成因规律评价	(47)
4.2.1 按平衡原理分析	(47)
4.2.2 按连续原理分析	(49)
4.2.3 按对应原理分析	(49)
4.2.4 按相关原理分析	(51)
4.2.5 按同期性分析	(51)
4.2.6 结合流域具体条件分析	(52)
4.2.7 按物理极值分析	(53)
4.3 根据统计规律检查	(54)
4.3.1 按抽样误差分析	(54)
4.3.2 按周期变化规律分析	(54)
4.3.3 按地理分布规律分析	(56)
4.3.4 长短历时比较	(59)
4.3.5 相似类比	(63)
4.3.6 历年对比	(65)
4.3.7 古今对比	(66)
4.3.8 按历史演变趋势分析	(67)
4.3.9 用已有成果比较	(67)
4.3.10 用经验极值比较	(68)
4.3.11 用双累积曲线分析	(69)
4.3.12 用树木年轮比较	(70)
4.3.13 用差积曲线分析	(70)
4.4 根据数学物理特性评价	(71)
4.4.1 马斯京根法	(71)
4.4.2 水库调洪演算	(71)
4.4.3 临界断面水位流量关系	(72)
4.5 根据方法的基本要求评价	(72)
4.5.1 蓄满产流	(72)
4.5.2 频率计算法	(74)
4.5.3 相关分析	(76)
4.5.4 高切林调洪公式	(77)
4.5.5 设计洪水地区组成	(79)
4.5.6 河道冲淤计算	(79)
4.6 验证	(82)
4.6.1 用实测资料验证	(82)
4.6.2 用调查资料验证	(82)
4.6.3 用历史文献资料验证	(83)

4.6.4	用模型试验验证	(84)
4.6.5	用考古资料验证	(84)
4.6.6	用遥感资料验证	(84)
4.7	用多种途径、方法、方案比较	(85)
4.7.1	多种途径比较	(85)
4.7.2	多种方法比较	(86)
4.7.3	多种方案比较	(86)
4.7.4	进行敏感性分析	(86)
4.8	多动脑筋认真思考	(87)
4.8.1	世界记录——也许有错误	(87)
4.8.2	流行方法——不一定正确	(88)
4.8.3	传统观念——有可能不合理	(88)
4.8.4	权威结论——未必合乎实际	(89)
4.8.5	经典定义——难免也有漏洞	(89)
4.9	根据某些经验和理论认识判断	(90)
4.9.1	流域产流类型的识别	(90)
4.9.2	PMP 产汇流计算特点	(90)
4.9.3	洪水有近似极限	(91)
4.9.4	PMF 的天气成因类型	(92)
4.9.5	溃坝洪水计算	(92)
4.9.6	冰凌洪水的成因规律	(92)
4.9.7	多沙河流的输沙和冲淤特性	(94)
4.9.8	对马斯京根法的槽蓄曲线的认识	(94)
4.9.9	水位流量关系曲线延长	(94)
4.9.10	入库洪水	(96)
4.10	运用新技术分析	(96)
4.10.1	优化技术	(96)
4.10.2	模拟技术	(97)
4.10.3	电算技术	(100)
4.10.4	其他技术	(101)
4.10.5	注意问题	(102)
	参考文献	(102)
5	评价的方法	(104)
5.1	直接观察	(104)
5.1.1	审视数字	(104)
5.1.2	审视图形	(105)
5.1.3	审视结论	(110)

5.2 简单计算后分析	(112)
5.2.1 框算	(112)
5.2.2 变换单位	(112)
5.2.3 求出新的变量	(113)
5.2.4 推出对应的另一特征值	(114)
5.2.5 变换公式形式	(114)
5.3 借助数学物理公式进行分析	(114)
5.3.1 马斯京根法中的 K 、 X 系数	(114)
5.3.2 洪水波速 ω	(115)
5.3.3 洪水期的水位流量关系曲线的形状	(115)
5.3.4 最高水位和最大流量的出现顺序	(116)
5.4 列表观察	(118)
5.4.1 按时间列表	(118)
5.4.2 按空间列表	(119)
5.4.3 按方法列表	(120)
5.4.4 按方案列表	(120)
5.4.5 综合列表	(120)
5.5 作图观察	(121)
5.5.1 用方格纸作图	(121)
5.5.2 用过程线纸作图	(123)
5.5.3 用几率格纸作图	(124)
5.5.4 用双对数纸作图	(125)
5.5.5 用半对数纸作图	(125)
5.5.6 作等值线图	(126)
参考文献	(127)

附录

1 关于水利水电工程防洪标准的说明	(128)
2 国标《防洪标准》何以把 PMF 与万年洪水并列	(142)
3 坝体瞬间全溃最大流量通用公式的推导 ——兼论波堰流交会法负波流量公式之误	(156)
4 中国设计洪水及标准问题	(170)
5 对淮河 75·8 洪水垮坝主要原因及其引出问题的认识与建议	(180)

附表

1 暴雨	(193)
1.1 中国暴雨	(193)

附表 1.1.1	中国实测最大点雨量记录	(193)
附表 1.1.2	中国接近全国记录的实测最大点雨量	(194)
附表 1.1.3	中国调查点雨量记录	(196)
附表 1.1.4	中国各省(区)重要的最大 24 小时点雨量记录	(197)
附表 1.1.5	中国南北方最大和接近最大暴雨时面深记录	(198)
附表 1.1.6	中国、美国、印度最大暴雨时面深记录	(200)
1.2	世界暴雨	(201)
附表 1.2.1	世界实测点雨量记录	(201)
附表 1.2.2	接近世界记录的实测点雨量	(203)
附表 1.2.3	菲律宾碧瑶站 1911 年 7 月实测雨量	(206)
附表 1.2.4	日本点雨量记录	(206)
附表 1.2.5	澳大利亚和美国的暴雨记录比较	(207)
附表 1.2.6	澳大利亚实测点暴雨记录	(207)
附表 1.2.7	美国实测最大时面深资料	(208)
附表 1.2.8	印度暴雨时面深记录	(209)
附表 1.2.9	中国、印度和美国实测最大时面深	(210)
附表 1.2.10	澳大利亚最大暴雨时面深关系	(211)
附表 1.2.11	北美最大的台风和衰减台风雨量	(211)
附表 1.2.12	湄公河 Tilda 台风和 Vae 台风求得的外包雨量	(212)
2	洪水	(213)
2.1	中国洪水	(213)
附表 2.1.1	中国洪水记录	(213)
附表 2.1.2	中国主要河流调查及实测最大洪峰流量	(214)
附表 2.1.3	东北地区主要河流最大洪水	(215)
附表 2.1.4	黄河干、支流最大洪水	(216)
附表 2.1.5	中国西北地区若干小河的最大洪水	(217)
附表 2.1.6	中国西北地区主要内陆河最大洪水	(217)
附表 2.1.7	淮河干支流最大洪水	(218)
附表 2.1.8	海滦河主要河流最大洪水	(219)
附表 2.1.9	长江干支流主要控制站调查及实测最大洪水	(219)
附表 2.1.10	浙闽地区主要河流最大洪水	(220)
附表 2.1.11	台湾省主要河流最大洪水	(221)
附表 2.1.12	珠江干支流最大洪水	(222)
附表 2.1.13	海南岛主要河流最大洪水	(222)
附表 2.1.14	藏滇国际河流最大洪水	(223)
2.2	世界洪水	(224)
附表 2.2.1	世界洪水记录	(224)

附表 2.2.2	美国洪水记录	(226)
附表 2.2.3	印度洪水记录	(227)
附表 2.2.4	巴西洪水记录	(228)
附表 2.2.5	澳大利亚洪水记录	(229)
附表 2.2.6	苏联洪水记录	(230)
附表 2.2.7	加拿大洪水记录	(231)
附表 2.2.8	世界一些国家的历史洪水	(232)
3	古洪水	(237)
3.1	中国古洪水	(237)
附表 3.1.1	中国四大江河古洪水成果	(237)
附表 3.1.2	中国河谷地层考古洪水	(237)
3.2	美国古洪水	(238)
附表 3.2.1	美国通过平流沉积物和古洪水水位标记所得到的若干古洪水	(238)
4	PMP/PMF	(239)
4.1	PMP	(239)
附表 4.1.1	美国 105°W 以东各历时各面积 PMP 大致范围	(239)
附表 4.1.2	美国中东部各历时各面积最大实测雨量和 PMP	(239)
附表 4.1.3	澳大利亚在地面露点为 28℃ 条件下短历时 PMP 的时面深关系	(240)
附表 4.1.4	湄公河下游台风最大 1 天 PMP 值	(240)
附表 4.1.5	印度四流域 PMP 估算成果	(241)
4.2	PMF	(242)
附表 4.2.1	美国约 600 座工程 PMF 的外包值(在外包线过程的 PMF)	(242)
附表 4.2.2	世界一些国家的 PMF 成果(a)	(243)
附表 4.2.3	世界一些国家的 PMF 成果(b)	(248)
5	产汇流参数	(249)
5.1	产流参数	(249)
附表 5.1.1	中国部分省区 $\bar{f}$ 值	(249)
附表 5.1.2	不同土壤的稳渗率 f_c	(249)
附表 5.1.3	中国部分省(市、区)土壤最大含水量 I_m 与设计 P_a	(250)
附表 5.1.4	降雨历时等于 24 小时的径流系数 a 值	(251)
5.2	汇流参数	(252)
附表 5.2.1	汇流参数 m 值	(252)
6	年降水量	(253)
附表 6.1	中国部分站多年平均不同时段降水量	(253)