

分形理论在洪水分期研究中的应用

方崇惠¹, 雒文生²

(1. 湖北省水利水电勘测设计院, 湖北 武汉 430070;
2. 武汉大学水资源与水电工程科学国家重点实验室, 湖北 武汉 430072)

摘要 分析水文现象的非线性、随机性和确定性、相似性, 以一定尺度范围内(如年内季节间)洪水表现出的自相似性和分形特性, 作为应用分形理论的论据, 探讨用分形理论进行洪水分期的方法, 给出了按时间尺度容量维和空间尺度相似维计算相应分维数的具体算法。以漳河水库历年汛期日最大流量为系列样本进行研究, 结果表明, 无论是用容量维数算法还是用相似维数算法, 划分的洪水分期一致, 且与经验统计方法划分的洪水分期一致, 但分形方法比经验统计方法进行洪水分期具有定量和客观、计算简便的明显优点, 有利于在生产实际中推广应用。

关键词 分形理论; 洪水分期; 分维算法; 漳河水库

中图分类号: TV213.9 D18

文献标识码: A

文章编号: 1006-7647(2005)06-0009-05

Application of fractal theory to stage research of flood events//FANG Chong-hui¹, LUO Wen-sheng²(1. Hubei Institute of Survey & Design for Water Resources and Water Power Engineering, Wuhan 430070, China; 2. State Key Laboratory of Water Resources and Hydropower Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

Abstract The nonlinearity, randomness, determinability, and similarity of hydrological phenomena were analyzed. The self-similarity and fractal characteristic of floods events for a certain duration (e.g. a season of a year) provide a theoretic basis for adoption of fractal theory. In the study, the method for dividing flood in stages with fractal theory was discussed, and certain methods for calculating the fractal dimension according to the capacity dimension in temporal scale and the resemble dimension in spatial scale were put forward. The calculation methods were used to divide the flood stage for the Zhanghe Reservoir in terms of the maximal daily discharge in flood season of each year, and the results of the two methods agree with each other and are in accordance with that from empirical statistics. Compared with empirical statistics, the fractal method is of quantitative and objective characteristics and convenient in calculation, and it is of wide scope of application in practice.

Key words: fractal theory; division of flood stage; fractal dimension; Zhanghe Reservoir

1 分形理论的本质与应用概述

分形(fractal)一词,是曼德尔勃罗特(Benoit B Mandelbrot)教授独创出来的,其原意为“不规则的、分数的、支离破碎的”^[1~3]。分形理论揭示了非线性系统中有序与无序的统一、确定性与随机性的统一。自相似性与标度不变性是分形的两个重要特性。分形的定量化方法即分维^[1~9]。

分形的维数 D 是由特征尺度(即边长为 r 的小块)去覆盖(度量)整体,量出小块的最小个数 $N(r)$,从而计算出来的。从数学角度来看,分形的维数 D 是分数维,一定大于拓扑维数 D_T ,而小于整体所占领的空间维 D_K ^[4~6],即 $D_T < D < D_K$ 。

分形同混沌(chaos)一起正成为继相对论和量

子力学问世以来对人类整个知识体系的又一次巨大冲击,这也是 20 世纪后半叶数理科学所作的意义最为深远的贡献^[7~9]。虽然分形理论在 20 世纪 70 年代才首次被提出,但经过 30 多年的发展,已成为一门重要的新科学,几乎被广泛地应用到自然科学和社会科学的所有领域,成为当今国际上许多学科的前沿研究课题之一。世界上 1 257 种学术刊物在 20 世纪 80 年代后期发表的论文中,与分形有关的占 37.5%,所涉及的领域包括哲学、数学、物理、化学、材料科学、电子技术、计算机科学、生物学、医学、农学、天文学、气象学、地理学、地震学、经济学,甚至音乐、美术等都有应用^[1,7,9]。

然而,分形理论在水文水资源方面尤其是在洪水分期方面应用还不够深入,因此,本文初步探讨分

2 水文现象的分形特性

大量实测资料表明,水文过程既受确定因素的作用,又受随机因素的作用^[10],是非常错综复杂的非线性过程.但是,不管水文过程如何复杂,一般地说,与其他自然现象一样,其表现在水文现象上面总具有它的非线性、随机性和确定性、相似性.

水文过程具有随机性和非线性,主要是受到水文过程形成和演变过程中的许多随机因素的影响,如径流(流量)过程的形成和演变中,受到降水量大小、时间及空间分布随机性和非线性影响,受到下垫面的地形、地势、地质、植被、湖泊、土壤及其含水量等众多随机性和非线性因素影响,因此,随机的径流(流量)过程表现出非线性的分形理论特性.

水文过程受确定性因素的影响,突出表现在过程中年、季节甚至日等周期性变化.如日、旬、月径流(流量)过程明显存在以年为周期的变化.这是由于影响水文过程的主要因素——气候因素存在以年为周期的季节性变化,这种水文过程中局部(年际间)与整体(长系列)的关系对分形理论来说,可视为水文过程年际间的自相似性.同样,由于受一次降水量的过程影响,一场洪水过程都是由起涨到达顶峰最后消退的过程,年内汛期洪水总趋势与场次洪水过程间具有自相似性.这是由于西风带、季风活动、副热带高压等天气系统的季节性活动的自相似性^[2],形成的暴雨以及相应的洪峰流量及其洪水过程在年内季节间具有自相似性的分形理论特性.

由此可见,洪峰散点序列年内分布等水文现象,从统计意义上来说,每年中一定时期内,洪水的发生具有较相似的机制,也就是说,其点据系列具有确定性与相似性、随机性与非线性,与分形理论研究的对象一致,故可应用分形理论研究洪水分期.

河流洪水(流量)随季节、时间变化的过程是自然界中的一种复杂现象,在这种复杂现象的背后隐藏着特定的规律性,它在一定原则下则显而易见,把满足这种原则的特定规律性洪水的年内时间段作为一个洪水分期^[11].这个原则主要是连续时段内洪峰量级相近.

考虑本次分形分析研究的最小时段为1d(即以1d为步长),研究对象为汛期(4月1日至10月31日)洪水分期^[12~17],选用1960~2002年漳水库汛期日最大流量作为研究系列样本^①,系列长度为214,系列散布图见图1.先粗略划分为3~4个分期,其分界点

大概在6月30日、7月30日、8月29日前后.

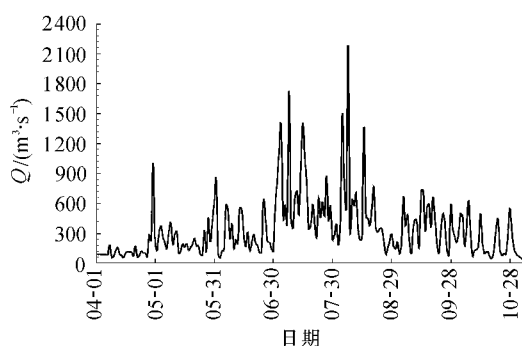


图1 漳水库历年日最大流量散布图

3 洪水分期的分维选择与算法

目前国内外在分形研究中普遍的做法是在对研究对象自相似性定性认识的基础上,根据 $\ln r - \ln N(r)$ 点据关系曲线是否为直线(或斜率 D 是否相等),即分形维数 D 是否一定(或是否具有标度不变的特性)来判断 r 度量的形状是否为同一分形.为此,将具有维数 D 相同或相近汛期日最大流量散点系列所处的时间段作为一个洪水分期.

分形理论中分维的算法有多种,最基本的是 Hausdorff 维数(即覆盖维数),又称为量规维数,还有信息维数、关联维数、谱维数、填充维数、分配维数、Lyapunov 维数等.研究目的和研究对象的性质不同,分维和其测定的方法也不同,这里介绍所使用的分维算法为容量维数和相似维数.

3.1 容量维数算法

容量维数是由 Kolmogorov 推导的,其定义与 Hausdorff 维数很相似,也是以包覆作为基础的.假定要考虑的图形是 n 维欧氏空间 R^n 中的有界集合,用半径为 ϵ 的 d 维球包覆其集合时,取得 $N(\epsilon)$ 是球的个数的最小值,则容量维数 D_c 可定义为^[1~2]

$$D_c = \lim_{\epsilon \rightarrow 0} \frac{\ln N(\epsilon)}{\ln(1/\epsilon)} \quad (1)$$

在上面定义中,首先用同样大小的 n 维球尽量无浪费地把给予的图形包覆并加以近似.每个球的 D 维测度因与 ϵ^D 成比例,用球近似的图形的 D 维测度大致可与 $N(\epsilon)\epsilon^D$ 成比例.因此, $N(\epsilon)\epsilon^D$ 在 $\epsilon \rightarrow 0$ 为有限,这意味着当 ϵ 接近零时, $N(\epsilon)$ 与 ϵ^{-D} 成比例.可见,当 $\epsilon \approx 0$ 时,有下式成立:

$$\ln N(\epsilon) \approx -D_c \ln \epsilon = D_c \ln(1/\epsilon) \quad (2)$$

即可计算出容量维数.

对于本次在径流、洪峰散点分布的 $Q-t$ 二维面上,研究洪水分期,容量维的定义可表述如下:对于一

①赵金河,陈崇德.漳水库调度运用手册.湖北省漳河工程管理局,2001.

个时间序列,对于任意 ϵ ,在尺度小于 ϵ 的不规则集下,观察 $\epsilon \rightarrow 0$ 时其度量 $N(\epsilon)$ 的变化,有 $\ln N(\epsilon) / \ln(1/\epsilon)$ 的极限存在,即存在容量维数 D_c ,符合分形。

在实际操作上,点绘 $\ln(\epsilon) - \ln N(\epsilon)$ 图形,如果序列点据分布的曲线中间有直线段存在,则可认为此序列为分形,此曲线中间直线段 ϵ 的范围称为无标度区。

R F 斯曼利等在计算新赫布里底群岛地震谱系列的时间分维时,引入了一个新的量 N_N ,即相对量:

$$N_N(\epsilon) = \frac{N(\epsilon)}{N_T} \tag{3}$$

式中: $N(\epsilon)$ 为绝对度量; N_T 为划分的总时段数, $N_T \approx T/\epsilon$, T 为研究时段总长, ϵ 为时段步长。作出 $\ln N_N(\epsilon) - \ln \epsilon$ 关系图,若无标度区直线段的斜率为 b ,则分维 D_b 由下式求出:

$$D_b = d - b \tag{4}$$

式中: d 为拓扑维。洪峰散点分布在 $Q-t$ 二维面上,故 d 应取 2,即可求得容量维数 D_b 。

3.2 相似维数算法

设分形整体 S 由 N 个非重叠的部分 $s_1, s_2, \dots, s_n$ 组成,如果每一个部分 s_j 经过放大 $1/r_i$ 倍后可与 S 全等($0 < r_i < 1, i = 1, 2, \dots, N$),并且 $r_i = r$,则相似维数为

$$D_s = \frac{\ln N}{\ln(1/r)} \tag{5}$$

如果 r_i 不全等,则定义

$$\sum_{i=1}^N r_i^{D_s} = 1 \tag{6}$$

4 容量维算法的洪水分期探讨

根据上述容量维数的定义,按照 R F 斯曼利等的算法,就可以推算径流、洪峰点据关于时间系列的容量维数。具体步骤如下:①取样本点据系列 $X_1, X_2, \dots, X_i, \dots, X_N$; ②按样本发生时间的先后顺序将样本点据点绘在以时间为横坐标、样本值为纵坐标的坐标系中,这就是通常所说的样本散布图;③根据样本点据的跨度确定总时段长 T ;④取定能反映某一洪水分期的样本固定值 Y_Q ;⑤取某一时段长 ϵ 作为时间尺度,量度样本值 X_i 超过 Y_Q 的时段数 $N(\epsilon)$;⑥根据总时段长 T 和时间尺度 ϵ 计算相对的时间尺度 $N_T = T/\epsilon$;⑦计算相对量度值 $N_N(\epsilon) = N(\epsilon)/N_T$;⑧计算 $\ln N_N(\epsilon)$ 及 $\ln \epsilon$,并将点据 $(\ln \epsilon, \ln N_N(\epsilon))$ 点在 $\ln \epsilon - \ln N_N(\epsilon)$ 相关图上,获得一个点;⑨取变换的(不同的)时间尺度 ϵ ,重复上述⑤~⑧步,获得一系列点;⑩在一系列点中,确定所存在的直线段,并求直线的斜率 b ,即可计算出总时段长为

T 的样本分形的容量维数 $D_b = 2 - b$;⑪重复上述①~⑩步,得到不同总时段长为 T 的样本分形的容量维数 D_b ,如 D_b 在某一时段 T 左右为基本相等,则这个 T 时段即为分形法确定的一个洪水分期。

首先,计算以 4 月 1 日为起点的第一洪水分期(前汛期),初取第一分期时间为 4 月 1 日至 5 月 31 日,即 $T = 61 \text{ d}$,同时,取 $Y_Q = 300 \text{ m}^3/\text{s}$ (略大于平均流量)作为固定流量,变换不同的时间尺度 ϵ ,分别取 $1 \text{ d}, 2 \text{ d}, 3 \text{ d}, \dots, 9 \text{ d}, 10 \text{ d}$,根据上述步骤,绘制出 $\ln \epsilon - \ln N_N(\epsilon)$ 相关图,找到直线段及其斜率 b ,亦可求得该 T 分期的容量维数 D_c 。具体计算可利用电子表格完成。

不断加长或缩短 T ,即可求得一组随 T 变化的 $\ln \epsilon - \ln N_N(\epsilon)$ 关系线。可以看出,随着时间尺度 ϵ 的加长,线性关系逐渐变差,一般情况下 ϵ 取不大于 6 时线性关系非常好。

编号为 A、B、C、D 的 4 个分期的容量维数计算结果见表 1。

表 1 前汛期不同分期容量维数计算结果

编号	分 期		相关系数 R	斜率 b	容量维数 D_c
	T/d	起止时间			
A	61	04-01 ~ 05-31	0.990 8	0.590	1.41
B	81	04-01 ~ 06-20	0.992 3	0.629	1.37
C	91	04-01 ~ 06-30	0.992 2	0.614	1.39
D	101	04-01 ~ 07-10	0.979 4	0.470	1.53

由表 1 可知, A、B、C 3 个分期的容量维数绝对值相差在 0.04、相对值在 5% 以内,故认为是同一个分期,分期起止日期为 4 月 1 日至 6 月 30 日。

根据前汛期分期成果可知,第二个洪水分期(主汛期)计算以 7 月 1 日为起点,初取第一分期时间为 7 月 1 日至 20 日,即 $T = 20 \text{ d}$,同时,取 $Y_Q = 700 \text{ m}^3/\text{s}$ (略大于平均流量)作为固定流量,变换不同的时间尺度 ϵ ,分别取 $1 \text{ d}, 2 \text{ d}, 3 \text{ d}, \dots, 9 \text{ d}, 10 \text{ d}$,根据上述步骤,绘制出 $\ln \epsilon - \ln N_N(\epsilon)$ 相关图,找到直线段及其斜率 b ,求得该 T 分期的容量维数 D_c 。见表 2。

表 2 主汛期不同分期容量维数计算结果

编号	分 期		相关系数 R	斜率 b	容量维数 D_c
	T/d	起止时间			
A	20	07-01 ~ 07-20	0.981 0	0.522 4	1.48
B	31	07-01 ~ 07-31	0.990 8	0.590 0	1.41
C	41	07-01 ~ 08-10	0.998 0	0.632 1	1.37
D	51	07-01 ~ 08-20	0.992 5	0.665 0	1.34
E	62	07-01 ~ 08-31	0.995 5	0.835 5	1.16

由表 2 可知, A、B、C、D 4 个分期的容量维数相近,故认为是同一个分期,主汛期分期起止日期为 7 月 1 日至 8 月 20 日。

同样,根据主汛期分期成果可知,第三个洪水分期(后汛期)计算以 8 月 21 日为起点,初取第一分期

时间为 8 月 21 日至 9 月 30 日,即 $T = 41\text{ d}$,同时,取 $Y_Q = 300\text{ m}^3/\text{s}$ (略大于平均流量)作为固定流量,变换不同的时间尺度 ϵ ,分别取 1 d 2 d 3 d 4 d 5 d 6 d,根据上述步骤,绘制出 $\ln\epsilon - \ln N_N(\epsilon)$ 相关图,找到直线段及其斜率 b ,求得该 T 分期的容量维数 D_c 。见表 3。

表 3 后汛期不同分期容量维数计算结果

编号	分 期		相关系数 R	斜率 b	容量维数 D_c
	T/d	起止时间			
A	41	08-21 ~ 09-30	0.972 7	0.256 4	1.74
B	51	08-21 ~ 10-10	0.919 2	0.265 7	1.73
C	61	08-21 ~ 10-20	0.906 0	0.286 5	1.71
D	72	08-21 ~ 10-31	0.924 1	0.295 8	1.70

由表 3 可知,A,B,C,D 4 个分期的容量维数基本相近,故认为是同一个分期,后汛期分期起止日期为 8 月 21 日至 10 月 31 日。

综上所述,引入分形技术,采用时间尺度,对漳河水库入库洪水汛期 4 月 1 日至 10 月 31 日进行分期成果为:前汛期 4 月 1 日至 6 月 30 日、主汛期 7 月 1 日至 8 月 20 日、后汛期 8 月 21 日至 10 月 31 日。

对于取不同固定流量 Y_Q ,虽对计算得到容量分维大小有影响,但对相对关系即分期没有影响,下面以主汛期分形维数的计算为例说明。取 $Y_Q = 500\text{ m}^3/\text{s}$ 作为固定流量,求得主汛期不同分期的容量维数 D_c 。见表 4。

表 4 $Y_Q = 500\text{ m}^3/\text{s}$ 时主汛期不同分期容量维数计算结果

编号	分 期		相关系数 R	斜率 b	容量维数 D_c
	T/d	起止时间			
A	20	07-01 ~ 07-20	0.893 0	0.263 4	1.74
B	31	07-01 ~ 07-31	0.834 3	0.341 7	1.66
C	41	07-01 ~ 08-10	0.963 9	0.355 3	1.64
D	51	07-01 ~ 08-20	0.972 5	0.390 1	1.61
E	62	07-01 ~ 08-31	0.550 1	0.557 2	1.44

由表 4 可知,固定流量 $Y_Q = 500\text{ m}^3/\text{s}$ 时主汛期分期容量维数为 1.61,与固定流量 $Y_Q = 700\text{ m}^3/\text{s}$ 时(表 2)主汛期分期容量维数(1.34)有差异,但确定的分期不变,均为 7 月 1 日至 8 月 20 日。

5 相似维数算法的洪水分期探讨

根据相似维数的定义,对于某一个分期径流,洪峰散布图外包线的相似维数是一定的。按照这种特性,分析计算不同样本值该时间段的相似维数,当相似维数相近时,即认为该时间段是同一个分期。具体步骤如下:①取样本点据系列 $X_1, X_2, \dots, X_i, \dots, X_n$;②按样本发生时间的先后顺序将样本点据绘在以时间为横坐标(步长为 t)、样本值为纵坐标的坐标系中,这就是通常所说的样本散布图;③根据样本点据的跨度确定总时段长 T ,计算该时间段样本散布图所围的面积 S ;④确定 T 时段不同空间尺度 Y_j 时的 S_i ,

$S_i = Y_j^d$;⑤计算比值 $1/r_i = S/S_i$, $\epsilon = S_i/S$;⑥量度样本值 X_i 超过 Y_j 的时段数 $N(\epsilon)$;⑦计算量度值 $N_N(\epsilon) = N(\epsilon)/T$;⑧计算 $\ln N_N(\epsilon)$ 和 $\ln \epsilon$,并将点据 $(\ln \epsilon, \ln N_N(\epsilon))$ 点在 $\ln \epsilon - \ln N_N(\epsilon)$ 相关图上,获得一个点;⑨取不同的空间尺度 Y_i ,重复上述④~⑧步,获得一系列点;⑩在一系列点中,确定所存在的直线段,并求直线的斜率 b ,即可求得计算时段长为 T 的样本分形的相似维数($D_s = b$);⑪重复上述③~⑩步,可得到不同总时段长 T 对应的样本分形的相似维数 D_s ,如 D_s 在某一时段 T 左右基本相等,则这个 T 时段即为分形法确定的一个洪水分期。

按照该步骤,取汛期 4 月 1 日至 10 月 31 日为样本系列,对于某一分期 T ,取空间尺度 Y_j 分别为 100,200, ..., 900,1 000,作空间尺度分形分析分维统计,结果见表 5。

表 5 汛期不同分期相似维数统计结果

编号	分类	分 期		相关系数 R	斜率 b	容量维数 D_c
		T/d	起止时间			
1	前汛期	61	04-01 ~ 05-31	0.969 9	1.893 0	1.89
2		81	04-01 ~ 06-20	0.946 4	1.857 7	1.86
3		91	04-01 ~ 06-30	0.937 3	1.917 5	1.92
4		101	04-01 ~ 07-10	0.962 0	1.386 6	1.39
5	主汛期	20	07-01 ~ 07-20	0.939 4	1.426 1	1.43
6		31	07-01 ~ 07-31	0.977 7	1.410 2	1.41
7		41	07-01 ~ 08-10	0.982 7	1.483 1	1.48
8		51	07-01 ~ 08-20	0.976 6	1.457 2	1.46
9		62	07-01 ~ 08-31	0.985 3	1.596 3	1.60
10		72	07-01 ~ 09-10	0.985 3	1.596 8	1.60
11	后汛期	21	08-21 ~ 09-10	0.835 2	1.755 8	1.76
12		41	08-21 ~ 09-30	0.896 3	1.780 7	1.78
13		61	08-21 ~ 10-20	0.876 2	1.740 5	1.74

由表 5 可知,根据相似维数基本相近为同一个洪水分期的原则,那么确定前汛期为 4 月 1 日至 6 月 30 日,主汛期为 7 月 1 日至 8 月 20 日,后汛期为 8 月 21 日至 10 月 31 日。

6 结 语

a. 水文现象的非线性、随机性和确定性、相似性,在一定尺度范围内(年内季节间)洪水表现出自相似性,如汛期历年日最大流量在时间轴上的表现,其隐藏着一定的规律性,洪水点据分维的客观存在,说明水文现象具有分形特性,可以此作为应用分形理论进行洪水分期的依据。

b. 从容量维数和相似维数两种分形维数计算成果看,它们均达到定量划分洪水分期的目的,且成果一致。漳河水库汛期 4 月 1 日至 10 月 31 日历年日最大入库洪水流量按时序作为样本,并绘制时序散点分布图,从分形理论入手分析,按照时间尺度和空间尺度两个方面,采用分形理论中计算容量维数

和相似维数的方法,对某一时间段 T 变换尺度,维数相近时则具有标度不变的特性,故可认为时间段 T 为同一个洪水分期.将分形技术引入到洪水分期划分确定之中,成功地解决了洪水分期的定量分析,填补了分形理论在洪水分期中应用的空白,使分形技术进一步在水文领域得到发展.

c. 根据文献[18~20]的经验统计方法对洪水分期的分析,以及分形方法对洪水分期的分析,取得对漳河水库汛期洪水分期相同的成果,说明分形理论应用于生产和设计、研究流域的洪水分期是可行的.分形技术采用分维值来定量判断分形,具有客观性.分维计算可以采用时间尺度和空间尺度,可进行对比分析,保证了分期成果的可靠性.此外,计算可采用电子表格完成,计算方便、操作简单.因此,用分形技术解决洪水分期的技术具有推广应用价值.

参考文献：

[1] 张济忠.分形[M].北京:清华大学出版社,1995.
[2] 刘式达,刘式适.分形和分维引论[M].北京:气象出版社,1995.
[3] Mandelbrot B B. Fractal form, chance and dimension[M]. San Francisco: Freeman, 1977.
[4] 谢和平,张永平.分形几何——数学基础与应用[M].重庆:重庆大学出版社,1991.
[5] Kenneth J F. Techniques in fractal geometry[M]. Portland: Wiley, John & Sons, 1996.
[6] Mandelbrot B B. The fractal geometry of nature[M]. San Fran-

cisco: Freeman, 1982.
[7] 王东生,曹磊.混沌、分形及其应用[M].合肥:中国科学技术大学出版社,1995.
[8] 李水根,吴纪桃.分形与小波[M].北京:科学出版社,2002.
[9] 吕金虎,陆君安,陈士华.混沌时间序列分析及其应用[M].武汉:武汉大学出版社,2002.
[10] 丁晶,侯玉.随机模型估算分期洪水的初探[J].成都科技大学学报,1988(5):93—98.
[11] 方崇惠.漳河水库洪水分期与调度研究[D].武汉:武汉大学,2004.
[12] SL104-95.水利工程水利计算规范[S].
[13] SL44-93.水利水电工程设计洪水计算规范[S].
[14] 雒文生.河流水文学[M].武汉:武汉大学出版社,2002.
[15] 陈钧材.分期设计洪水及其计算研究[J].河海大学学报(自然科学版),2000,28(增1):116—118.
[16] 郭荣文.大洪河水电站分期洪水分期防洪发电研究[J].水利水电科技进展,1997,17(6):21—25.
[17] 畅建霞,黄强,王义民.水电站水库优化调度几种方法的探讨[J].水电能源科学,2002,18(3):19—22.
[18] 湖北省科学技术协会.第二届湖北科技论坛优秀论文集A].见:方崇惠,黄秀英.漳河水库雨洪资源利用研究C].武汉:湖北科学技术出版社,2003.240—245.
[19] 方崇惠,徐高洪,黄秀英.漳河水库动态汛限水位研究[J].人民长江,2004,35(5):26—28.
[20] 方崇惠,徐高洪.漳河水库分期设计洪水研究[J].长江工程职业技术学院学报,2004,21(3):1—3.

(收稿日期:2004-12-10 编辑:高建群)

· 简讯 ·

河海大学隆重召开建校 90 周年庆祝大会

2005 年 10 月 27 日上午,3000 余名来宾、校友和万余名师生欢聚在河海大学江宁校区体育场,参加河海大学建校 90 周年庆祝大会.出席庆祝大会的主要领导有:全国政协原副主席钱正英院士,教育部部长周济院士,水利部部长汪恕诚,江苏省委书记李源潮,江苏省省长梁保华,国务院南水北调办公室主任张基尧,海军政治部副主任刘纪林少将,海军后勤部副部长张世英少将,武警水电指挥部政治部主任段映东少将,科技部副部长程津培,水利部副部长索丽生,江苏省委副书记任彦申,江苏省委常委、南京市委书记罗志军,江苏省人大常委会副主任柏苏宁,海军指挥学院政委张希隆少将,海军工程设计研究局李京武少将,江苏省副省长黄莉新,江苏省政协副主席王荣炳、冯健亲,南京市市长蒋宏坤,南京市人大常委会主任胡序建,黄河水利委员会主任李国英.出席大会的还有两院院士和国家部委有关部门、江苏省及南京市有关部门、江苏各省辖市、全国 92 所高校、水利系统各流域机构、电力交通等系统有关单位、河海大学合作发展委员会成员单位、各友好单位的负责人和代表以及 24 个国家和港澳台地区的 31 所高校与科研机构的校长和代表.校党委书记林萍华主持了庆祝大会,他首先宣读了温家宝总理 10 月 23 日视察河海大学时的重要讲话.校长张长宽发表了题为“春风化雨九十载,河海奔腾向未来”的讲话.周济部长、汪恕诚部长、梁保华省长、张基尧主任分别代表教育部、水利部、江苏省委省政府及校友讲话.东南大学、法国里尔科技大学、荷兰代尔夫特科技大学分别代表国内外高校致辞.学生代表也献了词.会上还举行了教育部、水利部继续共建河海大学协议书签字仪式.周济部长和汪恕诚部长分别代表教育部和水利部在两部继续共建河海大学协议书上签字.

(本刊编辑部供稿)