

影响历史黄河水患因素的综合分析

周旗^{1,2}, 卫旭东²

(1. 陕西师范大学 地理系, 陕西 西安 710062; 2. 陕西省灾害监测与机理模拟重点实验室 宝鸡文理学院, 陕西 宝鸡 721007)

摘要: 根据历史记载和灾害系统分析方法, 认为黄河自东汉以来确实存在相对稳定的时期。黄河水患较低是多种因素综合作用的结果, 其主要原因包括 3 个方面: (1) 由气候原因导致的黄河下游来水量的减少和由于黄土高原地区土地利用方式由农转牧导致的水土流失的减少, 进而使黄河下游河水含沙量的减少, 河道淤积速率低。(2) 王景治理黄河和黄河下游大量湖泊沼泽的存在大大提高了黄河下游地区的防洪能力。(3) 由战乱导致的华北平原人口稀疏, 经济发展的脆弱性低。

关键词: 黄河水患; 灾害系统; 成因分析

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2003)01-0050-05

中图分类号: P333

Systematic Analysis on Factors of Historic Flood Disaster on Lower Reaches of Yellow River

ZHOU Qi^{1,2}, WEI Xu-dong²

(1. Geography Department of Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, Shaanxi Province, China;

2. Baoji College of Arts and Sciences, Baoji 721007, Shaanxi Province, China)

Abstract: There is a dispute about existence of a long period from Eastern Han Dynasty to Tang Dynasty (90—870 A D) in history, when flood was rarely on the lower reaches of Yellow River. It was considered that the long period without severe flooding on the lower reaches of Yellow River during 70—870 A D is assuredness based on the historical recordation and by using the disaster system analysis. The cause of rare flooding on the lower reaches of Yellow River was resulted from the integrated effect of multi-factors. The main causes include three factors as following. (1) The water quantity reduction of lower reaches of Yellow River results in the cold—dry climatic period, and the decrease of the loss of water and soil owing to the change of land use mode in the Loess Plateau which lead lessen of sandy quantity in the lower reaches of Yellow River. (2) Greatly improve the prevent flood ability because of the control engineerings of Yellow River and there are lots of lake and swampy in the lower reaches of Yellow River. (3) The sparse population of North China Plain was resulted from war, and conduce the lower on the social frangibility.

Keywords: the flood disaster in the lower reaches of Yellow River; disaster system; cause analysis

自 1962 年谭其骧先生在《学术月刊》第 2 期发表了《何以黄河在东汉以后出现一个长期安流的局面》一文后, 引起学术界的广泛重视和争论^[1-6]。争论的焦点在于历史时期黄河是否存在长期安流的局面? 影响历史时期黄河水患的因素是什么?

1 资料来源与分析方法

从系统论的角度看, 在一定的历史时期, 人类与环境基本处于准平衡的状态, 人类可以承受一定幅度的环境因素的变化。如图 1 所示, 环境因素的变化在一定范围之内时, 环境因素会为人类所利用, 从而成为资源性因素; 相反, 如果环境因素的变化大于某一

阈值时, 人类的某些活动就会受到限制, 甚至产生灾害。环境因素是有利还是有害的判断条件是人类的承受范围。对于河道来说, 水多水少都会对人类的生存与发展产生不利影响。水过多是洪水灾害, 水过少形成断流灾害。洪水灾害的形成取决于以下两方面的因素。一方面是环境因素——水的变化因素, 主要取决于气候的变化; 另一方面是河道的防洪能力, 它不仅取决于河堤的高度和稳固程度, 而且还取决于河道的淤塞程度。后者与河水的泥沙含量密切相关。然而河水含沙量又是由其上中游流域的水土流失量决定的。因此我们可以认为, 任何河流的洪水灾害都是多种因素共同作用的结果。

收稿日期: 2003-03-06

修回日期: 2003-05-17

资助项目: 国家自然科学基金(40071006); 陕西省重点实验室重点项目(01JS06, 02JS38); 陕西省教育厅自然科学基金(00JK147)

作者简介: 周旗(1963—), 男(汉族), 重庆市人, 副教授, 博士生, 自然地理学专业。

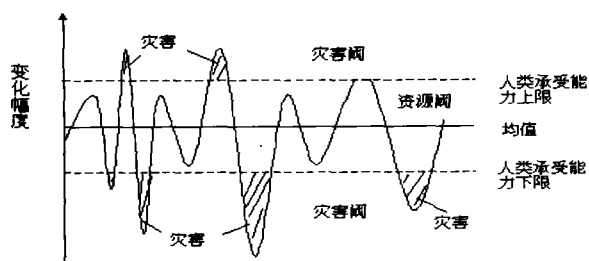


图 1 环境因素的变动幅度与人类承受范围示意图

资料来源于郑肇经《中国水利史》和水利部黄河水利委员会《黄河水利史述要》编写组提供的资料统计(见表 1)。黄河水患发生的频率是反映其运行状况的有效指标。根据记载,在秦代以前的近 2 000 a 间,黄河下游仅漫溢过 7 次,改道 1 次,水患很少。以秦代为起点,统计每 10 a 黄河下游发生水患的次数,绘出黄河水患发生频率图(见图 2)。由此可见历史时期黄河下游水患的发生状况有如下特点。秦代以前黄河下游水患很少。西汉时水患显著增加,214 a 间共发生各种水患 12 次。自东汉至隋代的 600 a 间,黄河下游出现相对稳定的局面,仅漫溢 7 次。唐代以后,黄河下游水患逐渐增多,频率加快,由约每 10 a 平均 1 次上升为民国时期每 10 a 40 次。水患所造成的损失也有加重的趋势。从图 2 可看出,东汉至隋(25—618AD)仅有 7 次漫溢而无决口和改道,相比其它时期,确实是黄

河下游水患发生的低频期。而在唐以后的水患相对高频期中,还存在 1130—1280AD 期间有 150 a 的相对低频期。造成这种状况的原因是多方面的。

表 1 历史时期黄河下游洪水灾害统计 a

朝 代	累计年数	漫溢	决口	改道	合计
秦	14	1	0	0	1
西汉	214	3	7	2	12
新王莽	17	0	0	1	1
东汉	195	2	0	0	2
三国	45	1	0	0	1
西晋	52	1	0	0	1
东晋十六国与南北朝	72	3	0	0	3
隋	38	0	0	0	0
唐	290	23	7	1	31
五代十国	54	6	28	1	35
北宋、南宋与辽、金	320	68	101	6	175
元	98	77	190	1	258
明	277	138	301	15	454
清	268	83	383	14	485
中华民国元年至 25 年	25	9	90	4	103

据历史记载,黄河灾害并非直线上升,的确存在一个从东汉到唐代后期约 800 a 的相对稳定期^[1,2],其形成原因主要是黄河中游土地利用方式的转变。但是也有人所谓黄河“安流”是因为战乱和统治者腐朽而导致的史料缺失所造成的假象^[3],即使存在安流,也主要是王景治河工程发挥了效益^[4]。土地利用方式改农业回归牧业,不能够使下游洪水泥沙减少^[5]。

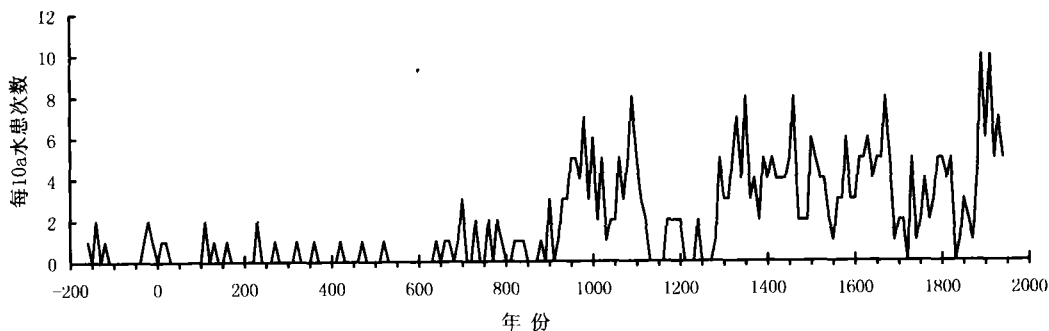


图 2 黄河水患频次

2 历史时期黄河下游水患原因分析

从系统论的角度分析,黄河水患发生频率的高低主要取决于以下 3 大要素。(1) 水。即黄河水的物理及水文特性。(2) 河道。即黄河河道的防洪能力和河网的调蓄能力。(3) 人地矛盾。黄河洪水之所以称之为水患,是根据其对黄河下游生活的人群所产生的损害来判断的。下面分别从这 3 个方面进行分析历史时期黄河水患。

2.1 黄河下游来水来沙分析

对于黄河来说,影响其下游水患频率高低的主要因素应该是黄河中游河水量变化及其含沙量。

黄河下游来水量的变化主要由其中游的生态环境变化决定,尤其是气候决定的。我国历史时期气候变化研究首先要推出竺可桢先生的经典论文《中国近五千年气候变迁的初步研究》^[7]。在这篇经典论文中,将中国气候划分 4 个温暖期和 4 个寒冷期。第 1 个温暖期在 3 500—1 000 BC 左右,第 2 个温暖期在

850BC—公元初年,第 3 个温暖期是在 600—1 000 AD,第 4 个温暖期约在 1 200—1 300 AD。第 1 个寒冷期在 1 000—850 BC 左右,第 2 个寒冷期在公元初年—600 AD,第 3 个寒冷期是在 1 000—1 200 AD,从 1 300 AD 以后进入第 4 个寒冷期。竺先生认为,过去 3 000 a 来,“有一系列上下波动,其间最低温度在公元前 1 000 年,公元 400 年、1 200 年和 1 700 年;摆动范围为 1 C~2 C”。葛全胜^[8]等通过集成近 30 a 研究成果和新的自然证据,证实竺先生的气温变化曲线是客观存在的。根据中国季风气候区暖湿冷干的对应关系,中国气候的干湿变化也应该具有相应的变化。根据钮春燕等的研究^[9],黄土高原及其毗邻地区近 2 000 年经历了 2 个相对干旱时期和 3 个相对湿润期。即 1—150 AD,700—1 100 AD 和 1 600 AD 以后为 3 个湿润期,150—700 AD 以前和 1 100—1 600 AD 分别为 2 个干旱期。干旱期水旱变化幅度较大,湿润期水旱变化幅度较小。由此可见,黄河从东汉到隋的安流时期和南宋水患相对低频期对应的是中国气候干冷期,来水量自然比暖湿期要少。

另一方面,伴随着气候的变化,黄河不仅在水量上做出反映,而且在来水含沙量上也有所反映。据徐海亮的研究^[10],前 2 世纪至公元 1—2 世纪,10 世纪末至 12 世纪末,13 世纪中至 15 世纪初,15 世纪中至 19 世纪中这几个时段,黄河下游来沙相对增多,河床加积,沉积物颗粒明显细化。来水来沙有过几次间歇式波动,但是总趋势是变化加剧,来沙量增多。来沙量

增加期基本与黄河流域气候暖湿期相对应。因此黄河安流期黄河下游河水含沙量相对较小。造成这种现象的原因除了气候处于冷干期之外,黄河中游地区的土地利用方式的改变起着非常大的作用。

据确切记载,从秦 35 年(211BC)至汉元鼎 6 年(111BC)历时 101 a 里有 6 次大规模的农业人口迁人黄土高原,迁移人口总数达 1.78×10^6 ,占汉代黄土高原 18 个郡人口总数的 27%。与此相对应,黄河下游出现从 40BC—10AD 期间水患高频期,50 a 即发生 7 次水患。这一时期恰为暖湿期,黄土高原大部分地区适合农耕。土地利用方式由牧转农,使得黄土高原植被破坏严重,水土流失加剧,黄河下游河水来沙量增加。相反,当中国气候进入冷期时,也就是从东汉开始,黄土高原环境开始恶化,北方的游牧民族由于政治、经济等多方面原因南迁而逐渐占据黄土高原,使西汉时期开垦的大部分耕地恢复成草原。植被的恢复抑制了土壤侵蚀,加上冷干期水分偏少,从而减少了流入黄河的泥沙量。黄土高原土地利用方式由农耕转为畜牧业是黄河安流的重要原因。

随着隋唐暖期的来临,唐代以后,黄土高原进入农业发展的第 2 个高潮期,人口迅速增多,唐代黄土高原人口已达 8.68×10^6 人,比西汉还多 1.60×10^6 人。到了清代,人口更达到 3.12×10^7 (见表 2)^[11]。巨量的人口使黄土高原人地矛盾尖锐,开垦耕地越来越多,自然植被越来越少,生态环境恶化。黄河泥沙增多,水患加重。

表 2 西汉以来黄土高原人口统计

朝代与年代	县数	人口/ 10 ⁴ 人	占全国人口 比例/%	河谷平原区人 口数/10 ⁴ 人	丘陵山原地区 人口数/10 ⁴ 人
西汉 平帝元始 2 年(公元 2 年)	254	684	11.5	364	320
东汉 顺帝永和五年(公元 140 年)	181	213	4.3	120	93
西晋 武帝太康初年(约公元 280 年)	138	190	11.8	84	106
隋 炀帝大业五年(公元 609 年)	211	956	20.8	374	582
唐 玄宗天宝元年(公元 42 年)	241	868	17.8	428	440
北宋 徽宗崇宁元年(1102 年)	204	642	14.3	228	414
金 哀宗正大、天兴年间(公元 1224—1234 年)	499	920	12.1	266	654
明 世宗嘉靖与穆宗隆庆年间(公元 1567—1572 年)	194	527	8.3	174	353
清 仁宗嘉庆二十五年(公元 1820 年)	208	3 115	8.6	1 012	2 103
公元 1979 年	268	6 302	6.4	2 618	3 684

2.2 黄河河道分析

黄河水患的发生频率不仅取决于黄河中上游来水来沙量的大小,而且还取决于河道的泄洪能力。黄河下游自东汉以来长期安流不能不提到王景对黄河的治理。王景依靠数十万人的力量,一方面修了 500 km 的黄河大堤以及其它相应的工程,另一方面又治

理了汴渠渠道,新建了汴渠水门。工程期为 1 a。经过治理的新河,自济阴以下,流经于西汉大河故道与泰山北麓之间的低地中,距海较近,地形低下,行水比较浚利^[12]。防洪标准大大提高。邹逸麟^[2]通过对历史文献的分析证实,自王景治河以后,河道稳定少变,魏晋南北朝时期自孟津以下至海口,全线可以通航;黄河

下游河床低于两岸地面,尚未形成悬河;公元2世纪至公元6世纪黄河下游尾间没有变化。

但是,王景新河的防洪标准并不是一成不变的。在不加高河堤高度的情况下,河道防洪能力会随着泥沙的淤积而降低。如前所述,黄河下游来水在气候冷干期不仅水量相对较小,而且含沙量也相对较少。但这不能说黄河下游水是清的。事实上,从历代记述的情况看,在近3000a的时间里,黄河下游河水一直是浑浊的,而且后期比前期要更为浑浊。黄河下游河水的高含沙量必然导致河道的堆积。历史时期,黄河下游河道淤积抬升的速度在不同时段是不同的。徐海亮依据历史文献和钻孔资料,估算出不同时段黄河下游河道抬升的速度。其中豫北故道(滑县—濮县段)西汉初—北宋初的平均淤积速率为 $0.26\sim 0.34\text{ cm/a}$,北宋初—1194年为 $1.92\sim 2.14\text{ cm/a}$ 。贾鲁大河(虞城—夏邑段)在元末—1558年的平均淤积速率是 $2.18\sim 3.13\text{ cm/a}$ 。明清故道不同的河段淤积速率整体较高,差别很大。如开封河段在1450—1642年和1642—1855年平均淤积速率分别为 1.56 和 $3.99\sim 4.93\text{ cm/a}$ 。兰考段在1495—1781年和1781—1855年的河道平均淤积速率分别为 $2.45\sim 3.49\text{ cm/a}$ 和 $8.33\sim 12.50\text{ cm/a}$ 。可见,在王景治理黄河后,由于黄河下游河水的泥沙含量相对较低,所以其河床的平均淤积速率较低,只有 $0.26\sim 0.34\text{ cm/a}$,这是王景治河以来,黄河下游河道防洪能力得以保持的重要原因,同时也是黄河下游湖泊沼泽相对稳定的原因。研究表明,在这一时期,黄河下游的湖泊沼泽也相对稳定。在北魏时期,先秦西汉时代出现的湖沼绝大部分还存在着^[13]。从西汉到唐的近800a里,黄河下游的湖沼不仅在数量上没有多少减少,整个地理分布也无根本性变化^[13]。湖沼多意味着黄河下游的洪水调蓄能力高,在一定程度上可以减少水患的发生频率。

即使如此,由于淤积的作用,王景新河的防洪能力仍然是逐年下降的。随着气候的变化和黄河中游地区人地矛盾的激化,水土流失日趋严重,黄河下游河水含沙量越来越多,河道和调蓄湖泊淤积日趋加剧,必然导致下游水患频次加快。

2.3 华北平原人地关系的变化

黄河东汉以后长期安流还与黄河下游地区人口数量关系密切。据梁方仲^[14]《中国历代户口、田地、田赋统计》,可选择西汉(206 BC—8 AD)、魏晋南北朝(220—589 AD)、唐(618—907 AD)、元(1271—1368 AD)、清(1644—1911 AD)5个时间断面来说明。

西汉时期,中国处于相对暖湿期。华北平原由于地形平坦,靠近当时国都长安,已经成为全国最主要

的农业区。政府在其统辖的范围内设置了一个司隶校尉部与13州,辖103个郡国1587个县邑道,其中华北平原就有41个郡国及600多个县邑道,占全国的2/5。西汉后期平帝元始2年(2AD)的官方统计,华北平原有人口近 3.00×10^7 ,占当时全国人口总数 5.90×10^7 人的1/2以上。可见当时的经济重要程度。巨量的人口和当时的生产技术水平,迫使华北平原上的土地开发逐步由适宜土地向边缘土地拓展,特别是受洪水威胁的土地。因此,在没有提高河防能力的条件下,华北平原经济发展的脆弱性增加。面对相同规模的洪水,人口密集要比人口稀疏更易受到伤害。

魏晋南北朝时期,这是我国动乱历时最长的时期,也是黄河安流的核心时期。由于战争的破坏和影响,除了大批军民死于战乱外,原居住在华北平原的大批官僚士绅和平民为躲避战乱而纷纷向南方迁移,人口数量剧减。根据《魏书·地形志》记载,东魏武定年间(543—550AD)华北地区仅有 6.17×10^6 人。大部分县户不漫百,人不过千。人口的稀少和劳动力短缺,使田地大量荒芜,人们事实上退出了对边缘土地的开发利用,减少了洪水风险。在无人居住和已经荒芜的土地上的洪水泛滥,可以看作是黄河河道的自然发展,并不造成经济损失和人员伤亡。因此人口稀疏在一定程度上提高了人们躲避灾害的能力。

唐代是我国封建社会的鼎盛时期。华北平原发展在全国前列。根据《新唐书·地理志》记载,唐天宝元年(742AD)全国人口恢复到 5.10×10^7 人,其中华北平原有人口 2.00×10^7 人,魏晋南北朝时期弃耕荒芜和改农为牧的土地又被大量开垦成为耕地。经济发展的脆弱性恢复到与西汉时期相当的水平。此时又恰为暖期,雨水相对较多,配合黄土高原农垦的发展,黄河下游河水泥沙含量增加,河道淤积严重。王景新河在经历仅600a安流之后,防洪标准大大降低,从而造成唐开始黄河水患剧增的局面。元代又是一个战乱的年代。由于华北平原是争夺的战略之地,战争频繁,形成人口南迁高潮。根据《元史》记载,至元二十八年(1291AD),全国共有人口 5.98×10^7 人,然而华北平原仅有 3.53×10^6 人,比魏晋南北朝时期的人口还少。朱士光认为这一时期今河北省邢台市至山东省德州市一线以南,淮河以北,京杭运河以西,邢台至今郑州及涡水以东地区已经成为半农半牧区,今北京附近也属于这一类型^[15]。由于人口稀少,人们利用最安全的土地是首选,因此,黄河洪水泛滥成灾的记录应该减少。事实也是如此。据图1可以看出,尽管自唐以后黄河水患频次迅速增多,基本均处于水患高频区,但是,仍然可以明显看出存在低谷。

清代是我国历史上人口增长最为迅速的时期。到咸丰元年(1851AD)全国总人口达到 4.30×10^8 , 华北平原人口也激增至 7.73×10^7 人。如此巨量的人口不仅使平原的宜耕地得到充分开垦, 还促使人们围湖造田。自然淤积和人为围垦使的华北平原湖泊沼泽大量消亡。华北平原经济的脆弱性远远高于以往各个时期, 水患风险空前提高。

3 基本结论

根据历史记载和灾害系统分析方法, 认为黄河自东汉以来确实存在相对稳定的时期。黄河安流局面是多种因素综合作用的结果, 其主要原因包括以下 3 个方面。

(1) 由于气候原因导致的黄河下游来水量的减少和由于黄土高原地区土地利用方式由农业转换为牧业导致的水土流失的减少, 进而导致了黄河下游的河水含沙量减少。

(2) 王景治理黄河和黄河下游大量湖泊沼泽的存在大大提高了黄河下游地区的防洪能力。

(3) 由战乱导致的华北平原人口稀疏, 经济发展的脆弱性低。

[参 考 文 献]

- [1] 谭其骧. 何以黄河在东汉以后出现一个长期安流的局面[J]. 学术月刊, 1962(2).
- [2] 邹逸麟. 东汉以后黄河下游长期安流局面问题的再认识

[J]. 人民黄河, 1989(2): 60—66.

- [3] 赵淑珍, 任伯平. 关于黄河在东汉以后长期安流问题的研究[J]. 人民黄河, 1997(8): 53—55.
- [4] 任伯平. 关于黄河在东汉以后长期安流问题的原因[J]. 学术月刊, 1962(9): 51—56.
- [5] 赵淑贞, 任伯平. 关于黄河在东汉以后长期安流问题的再探讨[J]. 地理学报, 1998, 53(5): 465—469.
- [6] 邹逸麟. 历史时期华北平原湖泊变迁述略[J]. 历史地理(第五辑), 上海人民出版社, 1987.
- [7] 竺可桢. 中国近 5000 年来气候变迁初步研究[J]. 考古学报, 1972(1): 168—189.
- [8] 葛全胜, 方修琦, 郑景云. 中国历史时期气候变化特征的新认识[J]. 地理科学进展, 2002(4): 311—317.
- [9] 钮春燕, 等. 近两千年我国黄土高原湿润状况变迁[J]. 山西大学师范学院学报(综合版), 1991(1).
- [10] 徐海亮. 历史上黄河水沙变化与下游河道变迁[A]. 黄河流域环境演变与水沙运行规律研究文集(第四集)[C]. 地质出版社, 1993. 68—76.
- [11] 朱士光. 黄土高原地区环境变迁及其治理[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 1999. 41—43.
- [12] 水利部黄河水利委员会《黄河水利史述要》编写组. 黄河水利史述要[M]. 水利出版社, 1982. 79—80.
- [13] 山西大学黄土高原地理研究所. 黄土高原整治研究[M]. 科学出版社, 1992. 27—28.
- [14] 梁方仲. 中国历代户口、田地、田赋统计[M]. 上海: 上海人民出版社, 1980.
- [15] 朱士光. 历史时期华北平原的植被变迁[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版), 1994(4): 79—85.

(上接第 29 页)

这将导致一般不存在雨滴动能大于 45.1 J 的部分, 即雨滴动能也存在上界值 e_{\max} 值。这样, 雨滴动能实际上服从的只能是截断的韦伯分布, 它与完全的韦伯分布之间存在一截断误差。雨强愈大, 该截断误差也愈大。观测表明, 韦伯分布可很好地描述雨滴直径的分布, 亦能很好地描述降雨强度较小时雨滴速度的分布。但当降雨强度较大从而导致大雨滴数量较多时, 雨滴速度呈现为截断的韦伯分布。对高强度的阵性降水及暴雨而言, (4), (5) 式的精度将受到一定影响, 由于该“截断误差”的存在, 使用 (4), (5) 式将过大估计雨滴动能的均值。如何消除截断误差的影响, 需继续研究。

[参 考 文 献]

- [1] Salles C, J. Poesen and D. Sempere-Torres. Kinetic energy of rain and its functional relationship with intensity[J]. J. Hydrology, 2002, 257(1—4): 257—271.

- [2] Kinnell P I A. Rainfall intensity—kinetic energy relationship for soil loss prediction[J]. Soil. Sci. Soc. Am. Proc, 1981(45): 153—155.
- [3] Ulbrich, C W, Atlas D. The effects of drop size distribution truncation on rainfall integral parameters and empirical relations[J]. J. Clim. Appl. Meteorol, 1985 (24): 580—5904.
- [4] 周佩华, 等. 降雨能量的试验研究初报[J]. 水土保持通报, 1981, 1(1): 51—60.
- [5] 江忠善, 等. 黄土地区天然降雨雨滴特性研究[J]. 中国水土保持, 1983(3): 32—36.
- [6] Best A C. The size distribution of raindrops, Quarterly Journal of the Royal Meteorological, 1950, 76(16): 16—36.
- [7] 钱允祺, 陶士珩, 等. 黄土高原降雨雨滴最终速度的分布律[J]. 西北农业大学学报, 1998, 26(6): 20—26.
- [8] 牟金泽. 雨滴速度计算公式[J]. 中国水土保持, 1983 (3): 40—41.