

江苏省治涝设计暴雨研究

纪小敏, 周 毅, 曹 帅, 聂 青, 刘 淼

(江苏省水文水资源勘测局, 江苏 南京 210029)

摘要: 本文收集了江苏省 431 个和山东省 7 个雨量站长系列资料, 分析了江苏省降雨规律和暴雨特征。按照均匀分布、资料可靠一致的原则, 挑选出 287 个雨量站进行设计暴雨分析, 共分析计算了 31 个四级涝区、79 个涝片与计算单元历年逐日面平均雨量; 对各片区历年最大 1、3、7 天面平均雨量, 进行 P-Ⅲ型曲线适线, 分析计算各片区不同历时 5、10、20 年一遇设计暴雨。

关键词: 治涝; 设计暴雨; 雨量研究

中图分类号: TV122

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839 (2017) 07-0044-04

Study on design storm of waterlog control in Jiangsu

Ji Xiaomin, ZHOU Yi, CAO Shuai, NIE Qing, LIU Miao

(Jiangsu Hydrology and Water Resources Survey Bureau, Nanjing 210029, Jiangsu)

Abstract: Data of 431 rainfall stations in Jiangsu province and 7 rainfall stations in Shandong Province are collected in this paper. The rainfall pattern and the rainstorm characteristics are analyzed. According to the principle of uniform distribution, reliable data consistency, 287 rainfall stations are selected for designed rainstorm analysis. 31 level four waterlogging area and 79 flood waterlogging district are analyzed. Calculation unit the daily average precipitation was calculated for each area over the years. The P-type III curve is fitted to the maximum 1, 3 and 7 day mean rainfall in each district. Design storm of different durations of 5, 10, 20 years of each area is analyzed and calculated.

Key words: waterlog control; design storm; rainfall research

随着国民经济的快速发展, 工业化进程和城镇化建设步伐不断加快, 洪水灾害造成的经济损失越来越大, 经济社会发展对各类水利工程的规划设计准确性与可靠性要求越来越高。我省中小流域绝大多数河流都缺少流量资料, 难以直接通过河道洪峰流量资料进行频率分析计算得到设计洪水, 常通过设计暴雨推求设计洪水。设计暴雨是设计洪水分析计算的核心组成内容, 设计暴雨直接影响设计洪水的设计过程和设计洪峰流量(水位)。因此, 设计暴雨的分析研究与合理选用,

是保证设计洪水及其过程计算精度、合理确定水利工程建设规模的关键环节。

1 计算单元划分

1.1 治涝分区

本次计算根据《全国治涝规划技术大纲》确定的涝区分级及划分方案, 全国涝区区划体系按四个层级划分, 分为一、二、三、四级区划, 其中一、二级区由全国层面统一确定, 三、四级区由省规划办和设计院研究提出成果。

收稿日期: 2017-03-07

作者简介: 纪小敏 (1981-), 女, 硕士, 高级工程师, 主要从事水文水资源相关工作。

根据《江苏省治涝区划报告》成果,淮河流域分为 8 个三级涝区 19 个四级涝区,长江流域分为 4 个三级涝区 5 个四级涝区,太湖流域分为 4 个三级涝区 7 个四级涝区。

1.2 涝片划分

在四级涝区的基础上,综合考虑地面高程、排涝体系和工程布局;区内植被及地面附着物、下垫面情况;区内湖泊洼地等蓄涝条件、承泄区水位;堤防、道路或其它地物的分隔情况外;高低分排、就近排水;因地制宜、大小适度等因素,并兼顾行政区划对四级涝区适当进行分片,划分相对独立的涝片。淮河、长江流域共划分为 91 个涝片。其中沂沭泗 33 个涝片、淮河水系 29 个,长江水系 14 个涝片,太湖流域根据计算需求,只划分至四级区。

2 暴雨特征

江苏暴雨江淮之间发生最多,苏南西部多于东部,淮北西北部为全省最少^[1]。暴雨发生时间主要集中在 6 ~ 9 月。从暴雨成因和洪涝灾害分析,前期(6 月上旬~ 7 月上旬)为梅雨,后期为台风暴雨;梅雨易引发流域性大水,台风暴雨一般是区域性大水的主要原因。另外,短历时雷暴雨,易造成小范围局部洪涝。

梅雨期间南北暖气团交错,气旋性降水最为发达,西太平洋副热带高压西进北抬,北方冷空气与低纬度暖气团交汇于长江中下游地区,常

产生锋面低压和静止锋,出现“梅雨”型连续阴雨天气。梅雨期间常出现暴雨,暴雨特点是:南方暖气团带来大量的水汽,在遭遇北方冷空气后,容易形成历时长、强度大、范围广的大暴雨,影响时间也长。

我省出现的台风暴雨,多是在强台风登陆北上过程中,台风环流或其倒槽遭遇西风槽或其带来冷空气,不仅出现大风天气,也极易形成大暴雨或特大暴雨。从时空分布看,多发生在 8 ~ 9 月,沿海地区发生机率较高,但也有深入大陆腹部的。暴雨特点是:降雨范围相对较小,历时较短,但暴雨强度大、风力大、破坏力强,往往是区域性洪涝的主要原因,但一般不会引发流域大洪水。

短历时雷暴雨不会引发流域性或区域性大水,但对局部地区特别是城镇,涝水无法及时排出,会积水成灾。从时间上,每年 8 ~ 9 月,由于光照强,湿润的空气升降较为强烈,形成强对流性天气,发生强对流天气型暴雨(槽型雷暴雨)。对于城市而言,由于大规模的城市化,城市的热岛效应、阻碍效应、城市凝结核效应,更使城市发生槽型雷暴雨的几率增大。在地域分布上,全省各地区均曾发生过成灾性短历时强暴雨。暴雨特点是:历时短,范围小,但出现机率多,有的强度很大。

以三级区为单元,在每个单元中找一个雨量站为代表站做雨量特征值统计其长短历时特征暴雨。长历时实测雨量特征值统计情况见表 1,短历时实测雨量特征值统计情况见表 2。

表 1 代表站长历时实测雨量特征值统计表

区域	站点	最大 1 d			最大 3 d		
		暴雨(mm)	发生年	发生日期	暴雨(mm)	发生年	发生日期
南四湖湖西区	鹿楼	212.6	2006	7-02	231.8	2006	7-01
骆马湖以上中运河两岸区	运河	242.8	1972	7-05	331.8	1972	7-04
沂北区	临洪	240.0	2012	7-08	357.8	2012	7-07
沂南区	响水口	563.1	2000	8-30	877.4	2000	8-28
洪泽湖周边及以上区	金锁镇	282.3	1974	8-12	432.6	1974	8-11
渠北区	滨海	304.1	1985	8-21	325.5	1983	7-19
白马湖高宝湖区	庙沟	236.4	1976	6-29	251.2	1991	7-06
里下河区	兴化	306.5	1953	9-02	320.7	1953	9-02
滁河区	六合	198.3	2003	7-04	300.0	2003	7-04

续表 1

区域	站点	最大 1 d			最大 3 d		
		暴雨 (mm)	发生年	发生日期	暴雨 (mm)	发生年	发生日期
秦淮河区	南京	266.6	1974	7-30	321.1	2008	7-30
石臼湖固城湖区	高淳	280.9	1960	6-19	395.1	1960	6-19
通南沿江区	焦港闸	206.3	1994	10-09	358.0	2011	7-11
太湖湖西区	金坛	231.4	2002	6-20	352.0	2002	6-19
武澄锡虞区	常州	176.6	1970	7-12	271.4	1991	6-30
阳澄淀泖区	苏州	238.1	1962	9-05	438.1	1962	9-04
浦南区	平望	270.9	1960	8-03	314.5	1962	9-04

表 2 代表站短历时实测雨量特征值统计表

区域	站点	最大 60 min			最大 6 h		
		暴雨 (mm)	发生年	发生日期	暴雨 (mm)	发生年	发生日期
南四湖湖西区	鹿楼	76.1	1994	7-15	193.5	2006	7-02
骆马湖以上中运河两岸区	运河	83.0	1951	7-03	239.0	1972	7-05
沂北区	临洪	104.9	1973	7-29	176.4	2001	6-28
沂南区	响水口	105.8	2000	8-30	388.5	2000	8-30
洪泽湖周边及以上区	金锁镇	106.2	1964	7-31	188.4	1964	7-31
渠北区	滨海闸	103.4	2000	8-30	245.9	2000	8-30
白马湖高宝湖区	金湖	85.9	2008	8-02	152.5	2000	8-28
里下河区	兴化	87.9	1991	6-29	184.8	1991	6-29
滁河区	晓桥	95.2	1995	7-26	215.5	2008	8-01
秦淮河区	南京	80.5	2004	8-14	189.5	1974	7-30
石臼湖固城湖区	高淳	85.1	2004	8-03	259.1	1960	6-20
通南沿江区	焦港闸	98.5	1995	8-22	171.0	2011	7-13
太湖湖西区	丹阳	84.2	1995	7-17	180.2	1965	8-20
武澄锡虞区	常州	79.3	1961	7-08	123.3	1974	7-31
阳澄淀泖区	枫桥	129.7	1984	8-23	199.1	1984	8-23
浦南区	平望	88.0	2009	8-04	201.6	1960	8-04

3 水文基础资料

本次分析共收集全省独立的雨量站 237 处,加上水文站、水位站中的雨量观测项目,合计 431 处,雨量站网密度为 238 km²/站。从总体上来看已布置的站网大致均匀分布,基本上能掌握降水时空

变化规律和降水量等值线转折变化。
根据各涝片所在范围,兼顾分布平衡、系列长、资料可靠等原则,在全省雨量站及部分山东省雨量站中分别选取能代表各片的面平均雨量的站点共 287 个(包含山东省 7 个)。
本次计算所选雨量站均为水文部门设立的国

家基本站,雨量资料采集后经水文部门资料整编入库,资料来源可靠。计算所得的各片区面平均雨量分布情况符合我省从南到北、从沿海到内地的雨量分布规律。本次分析主要为20年一遇以下的治涝工程规划服务,未对样本进行特大值处理,不宜直接将本文50年一遇及以上频率的设计暴雨量直接用于规划设计。各涝区雨量系列选择所属涝片中系列最短的年份^[2]。

4 分析方法

4.1 重现期及降雨历时

本文研究内容主要为江苏省治涝设计暴雨,治涝标准通常以涝区发生一定频率或重现期的暴雨不成灾为准。根据治涝区域的防护等级、重要性等因素确定治涝标准的重现期,一般取5年一遇、10年一遇、20年一遇。对特别重要的城市,可超过20年一遇。对现状标准较低、标准提高困难的省际边界地区,仍可采用3年一遇。因此,本次主要分析5年、10年、20年一遇设计暴雨^[3]。

降雨历时根据致涝历时确定,一般区域采用24 h~3 d降雨。城区、集镇等面积较小的区域一般采用24 h降雨,甚至12~6 h降雨。本次大部分片区分析了最大1、3、7 d设计暴雨,太湖及里下河部分片区增加最大15、30 d设计暴雨。在实际应用本成果时,具体降雨历时要根据区域汇流时间分析后确定,根据本次治涝规划区域划分情况,一般片区是1~3 d,少数汇水范围大的区间采用7 d^[4]。

4.2 面平均雨量

在全省雨量站中分别选取能代表各片的面平均雨量的站点,采用算术平均法计算各涝片的历年逐日面平均雨量,然后计算历年最大1、3、7 d(里下河、太湖地区增加15、30 d)雨量,形成各涝片设计暴雨计算样本。

四级涝区(太湖片除外)的面平均雨量的计算方法,是根据各涝区内的小涝片逐日面平均雨量和涝片的面积加权得出一个逐日的面平均雨量系列,然后计算出历年最大1、3、7 d雨量,形成各四级涝区设计暴雨计算样本。

根据计算需求,太湖流域只划分至四级区,没有划分更小涝片。太湖片四级涝区面雨量计算方法同小涝片面雨量计算方法。

4.3 设计暴雨

由上述方法得到的历年最大1、3、7 d降雨资料系列,分别通过频率分析得到各涝区、涝片不同历时不同保证率设计雨量。

频率分析采用P-Ⅲ型曲线,取 $C_s = 3.5C_v$,根据适线情况对参数进行调整。在适线过程中,尽量使曲线通过点群中心,并根据频率曲线与经验点据的配合情况,使设计频率曲线与经验点据配合较好,同时考虑不同历时的频率曲线之间不能交叉,长历时 C_v 值一般会比短历时 C_v 值大等因素及邻近区域对比协调来确定。

5 结语

根据上述方法分析计算得出各涝片的年最大1、3、7 d降雨量不同频率设计暴雨,根据涝片逐日面雨量加权计算出各四级涝片逐日降雨量成果,挑出年最大3 d雨量,形成长系列样本,即可得出江苏省各四级涝区面平均最大3 d设计暴雨。

本次研究对加强重点涝区治理,提高涝区防灾减灾能力,为江苏省治涝规划提供了技术支撑。通过收集江苏省实测水文、气象等资料,分析采用数据均为国家基本站资料,系列长、资料可靠,站点选择上照顾到分布均匀,代表性好,并对挑选出来的资料进行了认真核对和合理性检查。

频率曲线选取我省常用的、符合我省降雨特性的P-Ⅲ型曲线,样本选择采用年最大值法,分析计算了151个计算单元、不同历时5、10、20、50年一遇设计暴雨;根据各四级涝区的设计暴雨成果,计算方法基本正确,参数基本合理。在初步成果基础上,采用目估法,对计算成果的时间序列的合理性和空间的合理性进行了检查,成果基本符合江苏省降雨时空分布特点。

参考文献:

- [1] 秦成云,吴洪军,顾善齐,等.近49年江苏省暴雨气候分布特征[C].长三角气象科技发展论坛,2011.
- [2] 水利部水文局.水文年鉴[R].1950-2014.
- [3] 詹道江,叶守泽.工程水文学[M].北京:中国水利水电出版社,2000.
- [4] 梁忠民,钟平安,华家鹏.水文水利计算[M].北京:中国水利水电出版社,2008.

(责任编辑:徐丽娜)