

山东省短时极端强降水研究

高留喜 李静 刘畅 刁秀广

(山东省气象台, 济南 250031)

摘要 利用 1999—2011 年 4—10 月全省大监自动站逐时降水观测资料, 采用排序法、正态变换法(Z 指数法)、平方根变换法等 3 种计算阈值的方法, 计算了山东短时极端强降水的阈值, 采用不同方法会得出不同的阈值。传统排序法计算的结果更接近实际, 最后采用此法计算结果确定山东省及 5 个分区短时极端强降水阈值。结果显示: 鲁东南、鲁中、鲁西北地区阈值大, 鲁西南和半岛地区阈值小, 特别是鲁西南地区阈值最小。鲁西北、鲁西南、鲁东南、鲁中和半岛南部易出现短时极端强降水, 半岛北部短时极端强降水较少。短时极端强降水出现的偶然性大, 极端强降水出现次数与年平均降水量没有明确关系。7、8 月是防范短时极端强降水的关键时期。

关键词 短时极端强降水 Z 指数 阈值

引言

极端天气气候事件受到越来越多的关注, 尤其是极端降水事件, 如翟盘茂等^[1-2]、刘小宁等^[3]、闵岫等^[4]分析了中国降水极值的变化特征, 龚道溢等^[5]、孙凤华等^[6]等分别对北方农牧交错带、东北区域的强降水极端气候事件变化情况进行了研究, 冯晋勤等^[7]利用常规观测资料、自动站、卫星云图、雷达回波等资料对福建龙岩短时强降水进行成因分析, 王建鹏等^[8]对西安城市内涝原因进行研究认为短时强降水是直接因素。但目前对处于南北结合部的山东地区极端强降水研究较少。2007 年 7 月 18 日济南市区和商河出现短时强降水, 造成济南死亡 30 多人。2007 年 8 月 17 日鲁中强降水使华源煤矿发生灌水事件, 造成 172 人死亡。2009 年 5 月 9—10 日山东春季暴雨多站日降水量创历史同期极值, 短时降水强度也很大, 造成内涝严重, 直接经济损失约 8 亿元^[9]。山东省短时强降水频发, 短时强降水具有持续时间短、雨强大、突发性等特点, 易形成暴雨洪涝, 影响农作物生长; 也是引发山体滑坡、泥石流、山洪等山地灾害的直接因素, 并且难以防范, 造成社会经济损失, 甚至会威胁人类生命。极端短时强降水往往造成危害更大。所以有必要对山东短时极端强

降水进行研究和探讨。本文利用 1999—2011 年全省大监自动站降水观测资料, 探讨短时极端强降水的阈值问题, 分析研究短时极端强降水天气地理分布特征和时间变化规律。

1 资料与方法

采用 1999—2011 年 4—10 月山东省 118 站大监自动站(不含高山站泰山站, 山东省共有 122 个地面大监自动站, 其中 4 站由于资料不全弃用)降水观测资料。资料由山东省信息中心提供, 资料长度 13 年。

计算强降水极端气候事件的阈值的方法有多种。李庆祥等^[10]在“北京地区强降水极端气候事件阈值”一文中就给出排序法、插值法、正态变换法、平方根变换法和立方根变换法等 5 种计算阈值的方法。采用不同方法, 会得出不同的结果。李庆祥研究表明在 5 种计算阈值的方法中, 针对北京地区强降水极端气候事件的阈值平方根变换方法得到最好的效果。

选择传统排序法(Y1)、Z 指数法(Y2)、平方根变换法(Y3)分别计算山东省短时极端强降水阈值。

传统排序法: 其优点是计算方便, 不需要对要素序列分布的假设。将统计时段内所有的样本记录,

<http://www.qxkj.net.cn> 气象科技

山东省科技发展计划项目(2010GSF10805)资助

作者简介: 高留喜, 男, 1970 年生, 硕士, 高级工程师, 主要从事天气气候研究, Email: glx1000@sohu.com

收稿日期: 2013 年 3 月 26 日; 定稿日期: 2013 年 8 月 27 日

按大小升序排列,得到 x_1, x_2, \dots, x_n , 则百分位数为

$$x = (1 - a)x_j + ax_{j+1} \quad (1)$$

式中 j 为降水量记录按大小升序排列后的序号, $j = [p(n+1)]$, p 为百分位值对应的概率, 方括号表示数值取整: $a = p(n+1) - j$ 。如果取 1 年的降水量, 记录有 365 个值, 第 95 个百分位上的值为排序后的 347 位置的降水量 ($p = 94.9\%$) 和 348 位置的降水量 ($p = 95.2\%$) 中间的线性插值, 可以得到 $p = 95\%$ 对应的阈值。

在降水的百分位阈值确定中, 按样本的实际概率分布来确定降水量百分位阈值。一般用 Gamma 分布来描述降水量的概率分布, 可以利用 Gamma 分布函数进行计算, 但是计算麻烦。我们采用把降水量的实际概率分布转化为正态分布, 利用标准正态分布确定降水量百分位阈值的处理。把降水量的实际概率分布转化为正态分布的方法有很多^[11], 本文选取较简单的 2 种转换方法作为确定阈值的方法: Z 指数法和平方根变换方法。

Z 指数法: Z 指数转换方法又叫正态变换法, Z 指数法的具体处理如下:

$$Z_i = \frac{6}{C_s} \left(\frac{C_s}{2} \varphi_i + 1 \right)^{1/3} - \frac{6}{C_s} + \frac{C_s}{6} \quad (2)$$

式中 $C_s = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^3}{ns^3}$; $\varphi_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s}$, ($i = 1, 2, \dots, n$);

x_i 为降水量值, C_s 为偏度系数, n 为样本容量, \bar{x} 和 s 分别为样本的平均值和标准差。

确定降水量阈值时, 需要把对应的 Z 指数按下式进行反变换为降水量。即

$$x_i = s \left\{ \frac{2}{C_s} \left[\frac{C_s}{6} (Z_i + 6/C_s - C_s/6) \right]^3 - 1 \right\} + \bar{x} \quad (3)$$

由于 Z 指数遵从标准正态分布, 根据标准正态分布百分位的 Z 指数值, 容易用式 (3) 计算得到对应的降水量。

平方根变换方法: 平方根变换方法中令 $y_i = \sqrt{x_i}$, 式中 x_i 为降水量值。由于变换后的变量遵从一般正态分布, 还需要再作标准正态变换, 然后类似正态变换法 (Z 指数法) 的处理。根据标准正态分布百分位的标准化值, 计算得到变换后的值, 进一步变换为一般正态分布的值, 然后再对变换后值进行平方, 即可得到对应的降水量阈值。

2 短时极端强降水标准

山东省气象台过去对山东省进行了降水分区, 日常业务中主要分为: 鲁西北、鲁中、半岛、鲁西南和鲁东南(注: 有时鲁西南、鲁东南合称为鲁南地区) 5 个地区(图 1)。

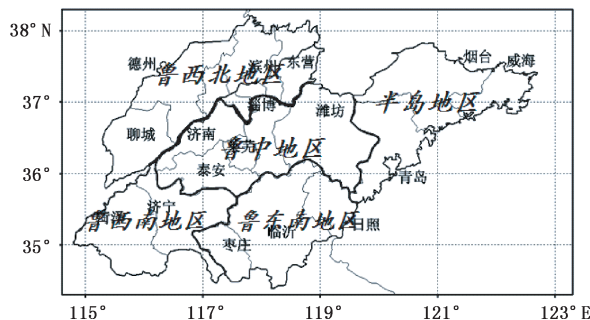


图 1 山东省降水气候分区

济南尹承美等^[12]把降水强度 $R \geq 15 \text{ mm/h}$ 作为短时强降水标准, 山东省气象台现行业务中把 $R \geq 20 \text{ mm/h}$ 作为短时强降水, 短时强降水目前也没有统一的标准, 短时极端强降水更没有明确标准, 极端短时强降水往往造成危害更大, 对山东短时极端降水阈值的探讨就显得比较有意义, 对短时强降水极端值的阈值确定, 主要目的是有利于实际防灾减灾应用, 有利于政府有关部门在极端强降水出现前及时采取对策做到提前预防, 极端降水出现后主动指导救灾工作, 达到防灾减灾的目的。例如, 城市中防汛设计标准与强降水极值有关, 水库建设也应考虑应对极端降水的影响。

闵岫等以同一月份的历年数据作为样本, 求百分位值作为阈值, 翟盘茂等用大于日降水量序列的 99% 作为划分极端事件的阈值, 龚道溢等定义降水量大于 1961—1990 年日间降水量序列 95% 的为极端降水, 王鹏祥等^[13]定义大于日降水量序列 97.5% 的为极端事件阈值的估计。序列构成和具体阈值划分、计算方法各种各样。由于本文主要考虑探讨短时极端强降水的阈值问题, 对资料采用了过滤, 只考虑降水强度大于等于 20 mm/h、大于等于 30 mm/(3 h) 和大于等于 50 mm/(6 h) 的降水, 形成资料序列, 区域内每个站次符合条件的都算 1 个样本, 采用降水 99%、95%、90% 分位法进行处理。山东省各区域的降水序列采用生成山东省降水序列的办法形

成。用 3 种方法计算了山东省及各区域短时极端降水 99%、95%、90% 百分位阈值(表 1)。 Y_1 、 Y_2 、 Y_3

分别代表用 3 种方法计算的阈值。

表 1 按 3 种方法计算的山东省及各区域短时极端强降水 99%、95%、90% 百分位阈值

		1 h 降水			3 h 降水			6 h 降水		
		Y_1	Y_2	Y_3	Y_1	Y_2	Y_3	Y_1	Y_2	Y_3
99%	全省	74.8	72.3	82.6	111.5	106.5	105.1	163.1	154.1	142.0
	鲁西北	79.7	77.9	87.0	110.1	106.7	105.3	163.5	161.1	154.2
	鲁中	81.6	79.7	90.3	116.0	107.0	104.6	174.0	155.6	147.9
	鲁西南	70.4	69.4	82.4	100.4	100.7	105.2	143.9	146.3	146.9
	鲁东南	81.6	77.0	84.3	121.0	115.5	109.0	178.5	177.9	152.3
	半岛	74.8	72.7	81.8	110.1	106.3	103.3	167.3	165.6	146.5
95%	全省	52.8	50.3	57.6	78.0	73.0	75.5	115.7	106.7	105.8
	鲁西北	53.1	50.6	57.5	79.4	76.0	77.8	111.9	109.6	109.9
	鲁中	52.3	50.4	57.0	76.5	67.6	70.0	108.6	90.2	89.6
	鲁西南	53.9	52.9	62.5	77.3	77.6	82.5	110.1	112.5	115.2
	鲁东南	52.4	47.8	53.4	81.8	76.3	76.3	127.0	126.4	116.6
	半岛	52.5	50.4	58.4	80.6	76.8	77.8	122.4	120.7	113.5
90%	全省	45.1	42.6	48.9	64.6	59.6	63.5	99.2	90.2	93.0
	鲁西北	45.2	42.7	48.8	65.9	62.5	65.7	98.8	96.5	98.6
	鲁中	46.2	44.3	50.1	62.2	53.3	57.6	92.3	73.9	78.3
	鲁西南	44.5	43.5	51.2	65.9	66.2	71.3	96.2	98.6	102.1
	鲁东南	43.7	39.1	44.1	64.7	59.2	61.8	107.5	106.9	102.6
	半岛	45.2	43.1	50.0	66.0	62.2	65.1	104.5	102.8	100.0

山东 1 h 出现 50 mm 以上的降水非常多,13 年间出现 371 站次,平均每年出现 29 站次,13 年间出现 57.6 mm/h 以上的有 190 站次,平均每年 15 站次。我们认为山东短时极端强降水每年平均发生几站次(小于 10)较为合适,否则标准偏低。显然表 1 中 95% 分位、90% 分位法计算的阈值太低,所以选择 99% 分位计算的标准。下面主要分析 99% 分位法计算结果。

由表 1 可见,3 种方法计算的阈值有所不同。1 h 极端强降水阈值 3 种方法均给出了相同的特点,鲁中阈值大,鲁东南、鲁西北次之,鲁西南最小。前两种方法计算的山东及各分区阈值差别较小,为 1~5 mm,相比于计算的阈值,基本误差多为 2%~3%。均方根法计算的阈值较传统方法计算阈值多偏高 8 mm 左右,较 Z 指数法计算阈值多偏高 10 mm 左右。鲁中有高大的山地地形,极端降水较多,阈值大容易理解,鲁东南地区是山东省降水最丰沛的地区,又有沂蒙山地影响,极端降水阈值大,鲁西北地区虽然年降水量较少,由于下垫面比较复杂,热力作用较强,短时强降雨时常发生,比如山东省 1 h 最大降水量就出现在鲁西北的德州(2003 年 7 月 30 日 19:00 出现 137.9 mm 的降水),鲁西南和半岛地

区年降水量虽然较多,但鲁西南是平原地区无特殊地形,特别强的降雨少,故极端短时强降水阈值较低,半岛虽有低山丘陵地形,但受海洋影响较大,特别强的短时强降水较其他地区明显偏少。针对 3 h 极端强降水的阈值,传统方法计算的阈值和 Z 指数算法结果基本等同,平方根算法得出阈值与之有明显不同:鲁中地区最小、鲁西南阈值比较大,显然与人们认识的山东实际情况有较大出入,例如,山东 3 h 最大降水量就出现在鲁中地区的诸城(1999 年 8 月 12 日 3 h 内出现 225.1 mm 的降水),鲁西南地区 3 h 最大降水量 137.8 mm,是山东 5 个分区中 3 h 最大降水量中最小的值。所以 3 h 极端强降水阈值选择传统方法或 Z 指数法计算的比较合理。3 种方法计算的鲁东南、鲁中 6 h 极端降水的阈值大,鲁西南的阈值小,也基本符合山东的实际分布情况。通过比较,传统法计算的 1 h、3 h、6 h 极端降水的阈值更接近实际分布。我们选择传统法计算的结果作为标准可以得出山东短时极端强降水的阈值标准(表 2)。

由表 2 可归纳:1 h 极端强降水阈值,鲁东南、鲁中、鲁西北地区可定为 80.0 mm,山东省、半岛地区可定为 75.0 mm,鲁西南地区可定为 70.0 mm。

3 h 极端强降水阈值鲁东南、鲁中地区可定为 115.0 mm,鲁西南地区可定为 100.0 mm,其他阈值定为 110.0 mm。6 h 极端强降水阈值鲁中、鲁东南定为 175.0 mm,半岛、鲁西北地区定为 165.0 mm,鲁西南地区定为 144.0 mm,山东省定为 163.0 mm。鲁东南、鲁中、鲁西北地区阈值大,鲁西南和半岛地区阈值小,特别是鲁西南地区阈值最小。

表 2 山东省及各区域短时极端强降水阈值标准 mm

	1 h 降水	3 h 降水	6 h 降水
全省	74.8	111.5	163.1
鲁西北	79.7	110.1	163.5
鲁中	81.6	116.0	174.0
鲁西南	70.4	100.4	143.9
鲁东南	81.6	121.0	178.5
半岛	74.8	110.1	167.3

3 短时极端强降水分布

3.1 短时极端强降水地理分布

山东极端强降水按各分区域标准进行统计。根据归纳的山东省短时极端强降水阈值标准,1 h 极端强降水分布(图 2)主要在鲁西北、鲁西南、鲁东南、鲁中北部和半岛南部地区,尤其鲁西北出现次数较多,特别是德州极端强降水次数最多,出现 3 次,菏泽西南部、莱芜、临沂、半岛南部的乳山分别出现 2 次,次之。3 h 极端强降水青岛附近地区最多,青岛附近的诸城次数最多,达 3 次,临沂市附近、济宁市西部、聊城地区、德州北部地区、鲁中北部地区极端强降水较多,半岛北部极端强降水较少。6 h 极端强降水出现次数少,全省共出现 21 站次,分布比较零散,鲁西南的巨野、青岛的胶南均出现 2 次,为最多。总起来看:鲁西北、鲁西南、鲁东南、鲁中和半岛南部易出现短时极端强降水,半岛北部短时极端强降水较少。

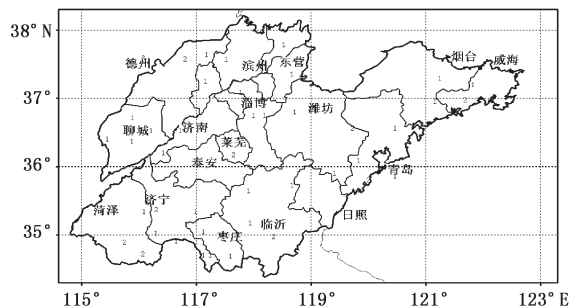


图 2 山东省 1999—2011 年 1 h 极端强降水次数分布

3.2 短时极端强降水次数月分布及年际变化特征

短时极端强降水在带来丰沛降水、缓解水资源紧缺的同时,也带来一些不利影响,水库垮坝、河流溃堤、农田积水严重涝灾、城市内涝和山体滑坡等灾害多由此引起,对自然环境和人们生活造成严重影响。山东 6 月进入汛期,7、8 月是山东的主汛期,降水集中,山东有很多湖泊、大中型水库、河流面临着繁重的防汛任务,特别是有很多中小水库防御强降水风险的能力低,尤其是遇到极端降水,溃坝风险加大,容易给人民生命财产造成重大损失。防范极端降水非常必要。从山东省短时极端强降水的月出现次数分布情况(表 3)来看,短时极端强降水 6 月开始明显增多,主要出现于 7、8 月,1 h 极端强降水占比在 80%以上,3 h、6 h 极端强降水占比在 90%以上,尤以 8 月最多(占比分别达到 54%、60%、70%以上)。1 h 极端强降水最早出现于 4 月,只有 1 站次,最晚出现于 10 月,有 3 站次。山东省历史上严重的洪涝灾害多发生在 7、8 月,如 1957 年 7 月鲁南、鲁西南出现历史罕见的大水灾,1974 年 8 月 13 日鲁东南特大暴雨造成严重洪涝灾害,2001 年 8 月 1 日青岛特大暴雨(崂山北九水 387 mm)中出现短时极端强降水(胶州 106 mm/1 h),致使部分河流出现 500 年一遇的罕见洪水,给人民财产造成重大损失,15 人死亡、300 余人受伤,直接经济损失达人民币 27.5 亿元,2007 年 7 月济南“7·18”暴雨致死 32 人的惨剧就由短时强降水造成。这说明 6 月就应该开始重视极端强降水,7、8 月是防范短时极端强降水的关键时期,特别是 8 月。山东汛期基本在 9 月底结束,按照惯例,有条件的话,汛期结束时山东水库都蓄尽可能多的水。汛期结束,人们思想上往往放松警惕,在这种情况下,10 月若突然出现极端强降水,势必会加大水库的风险,造成重大经济损失,如 2003 年 10 月 9—12 日暴雨造成山东直接经济损失 45 亿元。从表 3 看出,10 月山东仍有短时强降水出现,说明在 10 月对短时极端强降水不能掉以轻心、放松警惕。

从山东省 1 h 短时极端强降水次数的年变化和年降水量变化(图 3)来看,2000 年前后较多,2003—2004 年极端强降水处于高峰期,2003 年出现 9 次,2002 年和 2005 年没有出现短时极端强降水,从 2006 年至 2011 年极端强降水基本在 5 次以下,比较平稳。呈现出前期高位振荡,后期比较低而平稳

表3 山东省短时极端强降水各月出现次数

极端强降水	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	
1 h	次数	1	0	4	16	30	1	3
	百分比	1.8	0	7.3	29.1	54.5	1.8	5.5
3 h	次数	0	0	2	15	31	2	1
	百分比	0	0	3.9	29.4	60.8	3.9	2.0
6 h	次数	0	0	1	5	15	0	0
	百分比	0	0	4.8	23.8	71.4	0	0

变化的一个过程。1 h 短时极端强降水次数的年变化和年降水量变化趋势基本一致,但山东极端强降水出现次数与年平均降水量并没有明确关系,比如1999、2000年山东年平均降水量分别为在521、617 mm,低于常年均值,出现1 h 极端强降水次数分别为6、7次,2008—2011年山东每年年平均降水量在690 mm以上,1 h 极端强降水次数每年不超过4次,2005年山东年平均降水量在793 mm,未出现1次短时极端强降水。3 h、6 h 短时极端强降水次数年变化振荡剧烈,13年间出现4个波峰,基本上有4年左右的振荡周期,2004年以后与年降水量变化基本呈反位相。以上说明山东极端强降水出现次数与年平均降水量没有明确关系。

短时极端强降水多发生于夏季,与夏季降水关系又如何呢?这是人们普遍关心的一个问题。通过分析发现,短时极端强降水的发生与夏季降水的多寡也没有明确关系。有时夏季降雨量多,1 h 极端强降水出现次数多,比如2003、2004年夏季降水量在500 mm左右,都出现5站次,有时就不多,比如2005、2008、2010年夏季降水量都在450 mm以上,3年夏季仅出现1站次短时极端强降水,有时降雨

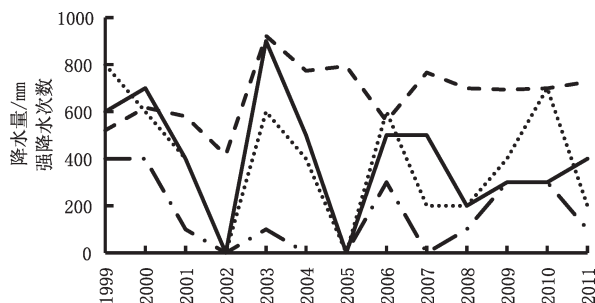


图3 山东省1999—2011年1 h、3 h、6 h 极端强降水次数(实线、点线、长虚线依次为扩大100倍的1 h、3 h、6 h 降水次数)和年降水量(虚线,mm)

量少出现短时极端强降水次数少,但有时就出现次数多,比如1999、2000年夏季降水量分别为266 mm、375 mm,分别出现6、7站次。3 h 极端强降水也有类似情况,比如2010、2003年夏季降水量分别为476 mm、490 mm,降水量比较多,分别出现7、6站次极端强降水,出现次数多,2005、2008年都出现450 mm以上的降水,降水也比较多,但分别出现0、2站次极端强降水,出现次数很少,1999年夏季降水量很少(266 mm),1999年却出现8站次极端强降水,2002年夏季降水量最少(206 mm),出现0站次极端强降水。6 h 极端强降水也是如此,不再一一说明。说明山东短时极端强降水的发生与夏季降水的多寡没有明确关系。极端强降水出现的偶然性大,难以防范。

4 结论

本文使用1999—2011年山东省118站大监自动站逐时降水量资料,用传统降水百分位法、Z指数法和平方根变换方法等3种计算阈值的方法,对山东省及5个分区短时极端强降水阈值进行计算。

(1)用传统降水百分位法、Z指数法和平方根变换方法3种不同方法计算,会得出山东省短时强降水不同的阈值。降水百分位法、Z指数法对山东省及5个分区3 h 极端降水阈值确定基本有等同的效果。

(2)传统降水百分位法计算山东省及5个分区短时极端强降水阈值更接近实际分布,采用传统降水百分位法计算的阈值作为山东省及5个分区短时极端强降水阈值。1 h 极端强降水阈值,鲁东南、鲁中、鲁西北地区可定为80.0 mm,山东省、半岛地区可定为75.0 mm,鲁西南地区可定为70.0 mm。3 h 极端强降水阈值鲁东南、鲁中地区可定为115.0 mm,鲁西南地区可定为100.0 mm,其他阈值定为110.0 mm。6 h 极端强降水阈值鲁中、鲁东南定为175.0 mm,半岛、鲁西北地区定为165.0 mm,鲁西南地区定为144.0 mm,山东省定为163.0 mm。鲁东南、鲁中、鲁西北地区阈值大,鲁西南和半岛地区阈值小,特别是鲁西南地区阈值最小。

(3)鲁西北、鲁西南、鲁东南、鲁中和半岛南部易出现短时极端强降水,半岛北部短时极端强降水较少。

(4)短时极端强降水出现次数与年平均降水量

和夏季降水量均没有明确关系,短时极端强降水出现的偶然性大,难以防范。6月就应该开始重视防范短时极端强降水,7、8月是防范短时极端强降水的关键时期,特别是8月,10月对短时极端强降水不能掉以轻心、放松警惕。

参考文献

- [1] 翟盘茂,任福民,张强. 中国降水极值变化趋势检测[J]. 气象学报, 1999, 57(2): 208-216.
- [2] 翟盘茂,潘晓华. 中国北方近50年温度和降水极端事件变化[J]. 地理学报, 2003, 58(增刊): 1-10.
- [3] 刘小宁. 我国暴雨极端事件的气候变化特征[J]. 灾害学, 1999, 14(1): 54-59.
- [4] 闵岫,钱永甫. 中国极端降水事件的区域性和持续性研究[J]. 水科学进展, 2008, 19(6): 763-761.
- [5] 龚道溢,韩晖. 华北农牧交错带夏季极端气候的趋势分析[J]. 地理学报, 2004, 59(2): 230-238.
- [6] 孙凤华,吴志坚,杨素英. 东北地区近50年来极端降水和干燥事件时空演变特征[J]. 生态学杂志, 2006, 25(7): 779-784.
- [7] 冯晋勤,童以长,张治洋,等. 一次突发性强降水过程成因分析[J]. 气象科技, 2007, 35(5): 670-675.
- [8] 杨学斌,谌芸,代玉田. 山东一次区域性暴雨中尺度特征分析[J]. 气象科技, 2012, 40(4): 627-634.
- [9] 王建鹏,薛春芳,解以扬,等. 基于内涝模型的西安市区强降水内涝成因分析[J]. 气象科技, 2008, 36(6): 772-775.
- [10] 李庆祥,黄嘉佑. 北京地区强降水极端气候事件阈值[J]. 水科学进展, 2010, 21(5): 660-665.
- [11] 黄嘉佑. 气象统计分析与预报方法[M]. 北京: 气象出版社, 2007.
- [12] 尹承美,梁永礼,冉桂平,等. 济南市短时强降水特征分析[J]. 气象科学, 2010, 30(2): 262-267.
- [13] 王鹏祥,杨金虎. 中国西北近45年来极端高温事件及其对区域性增暖的响应[J]. 中国沙漠, 2007, 27(7): 649-655.

A Study of Short-Range Extreme Heavy Precipitations in Shandong

Gao Liuxi Li Jing Liu Chang Diao Xiuguang

(Shandong Meteorological Observatory, Jinan 250031)

Abstract: Using the hourly precipitation data from April to October, 1999 to 2011 in Shandong Province, the threshold values of short-term extremely heavy precipitation in Shandong province are defined and calculated with three methods (sorting, normal distribution transformation, and square root transformation). The results show that the thresholds gotten with different methods are significantly different. The threshold values calculated by the sorting method are close to the actual distribution, so the threshold values in the five parts of Shandong Province are defined. The threshold values in the southeast, central, and the northwest parts of Shandong Province are bigger, but those in the southwest and peninsula parts of Shandong Province are lower, especially that in the southwest is the lowest. Short-term extremely heavy precipitations appear frequently in the northwestern, southwestern, southeastern, and central Shandong Province, as well as the southern Shandong Peninsula, but rarely occur in the northern Peninsula. Short-term extremely heavy precipitations are not necessarily related to the annual mean precipitation and often happen accidentally. The right measures should be taken for short-term extreme heavy precipitations, especially in July and August.

Key words: short-range extreme heavy precipitation, Z index, threshold value