

大沽河流域近60年降水量时空变化特征分析

盛茂刚, 黄修东, 左林远, 陈 沭

(青岛市水文局, 山东 青岛 266071)

摘 要:以大沽河流域内及周边的28个雨量站1952–2011共60年的逐日降水资料,采用常规统计、变差系数、ArcGIS软件>IDM空间差值方法,分析了大沽河流域降水量的时间和空间分布特征。流域降雨时间分布特征主要表现为:汛期多年平均降雨量占全年的73.7%,而7、8两个月份降水占全年的51.8%;年降水量连丰、连枯年多以连续2年出现,降水量总体变化的倾向率为 $-21.0\text{ mm}/10\text{ a}$,下降趋势明显。年最大1 d降水量总体变化的倾向率为 $0.34\text{ mm}/10\text{ a}$,有上升趋势。空间分布特征主要表现为:大沽河流域的年降水量、雨量站 $\geq 50\text{ mm}$ 暴雨日数分布均与流域内的地势有着密切的关系,高值区主要分布在丘陵、山区;低值区主要分布在流域内的平原区。

关键词:降水特征;空间差值;变差系数;大沽河流域

中图分类号:P332.1

文献标识码:A

文章编号:1672-643X(2016)02-0065-04

Analysis of temporal and spatial variation characteristics of precipitation in Dagū river basin for recent 60 years

SHENG Maogang, HUANG Xiudong, ZUO Linyuan, CHEN Shu

(Qingdao Hydrology and Water Resources Survey Bureau, Qingdao 266071, China)

Abstract: Based on the daily rainfall data from 1952 to 2011 of 28 rainfall stations in Dagū river basin, the paper analyzed the rainfall temporal and spatial distribution characteristics by conventional statistical, coefficient of variation and IDM spatial interpolation method respectively. The results showed that the precipitation mainly distributes in July and August. The precipitation of the two months accounts for more than half of the annual precipitation. The inclination rate of annual precipitation and the maximal 1-day precipitation is -21.0 mm per 10 years and 0.34 mm per 10 years respectively. The precipitation in the basin shows upward trend. The spatial distribution characteristics of annual precipitation indicated that the maximal 1-day precipitation and the storm rainfall days ($\geq 50\text{ mm}$) have close relationship with the terrain in the basin. The high values of annual precipitation, the maximal 1-day precipitation and the storm rainfall days ($\geq 50\text{ mm}$) mainly distribute in hilly and mountain area and the low values distribute in plain area generally.

Key words: precipitation characteristics; spatial interpolation; variation coefficient; Dagū river basin

大沽河是胶东半岛的最大河流,位于东经 $119^{\circ}40' \sim 120^{\circ}25'$,北纬 $35^{\circ}55' \sim 37^{\circ}12'$,发源于烟台市招远阜山,干流全长 179.9 km ,流域总面积 6131.3 km^2 ,大沽河流域是青岛市最重要的供水水源地。降水是地球淡水资源的唯一补给来源,是影响水资源的最直接因素,通过影响入渗、径流等水文过程,进而影响土壤侵蚀、作物生长和流域水资源可利用量等。摸清流域内的降水时间、空间分布特征对于指导区域水资源开发利用和防汛抗旱均具有重要的意义^[1-3]。徐晨光等^[4]采用克里金插值等方法分析了江苏省降雨时空分布特征,朱珊珊等^[5]基于时间

序列分析了滇池流域降雨变化特征,以上研究仅对流域降雨随时间变化特征进行了分析,对降雨随空间变化分析较少,姚宛艳等^[6]采用算术平均、线性倾向估计、滑动平均方法对近50a黄河流域降水特点和变化趋势进行了分析,对暴雨时空变化特征分析不够,霍正文等^[7]以定西市1956–2009年降水资料为基础,采用线性趋势、Mann-kendall、滑动t检验等方法,分析了定西市近54a降水的变化特征,主要着重于降水量突变特征的分析。姜德娟等^[8]分析了胶东半岛大沽河流域径流变化特征,着重降雨径流变化规律的研究。本文以大沽河流域内及周

收稿日期:2015-10-23; 修回日期:2016-01-08

基金项目:青岛市应用基础研究计划项目(14-2-4-24-jch);水利部公益性行业科研专项项目(201301089)

作者简介:盛茂刚(1978-),男,山东成武人,大学本科,工程师,主要从事水文情报预报及水资源方面的研究。

边的 28 个雨量站 1952 – 2011 共 60 a 的逐日降水资料,采用常规统计方法、变差系数、Arcgis 软件的 IDM 空间差值方法,分析了大沽河流域降水量的时间和空间分布特征,并着重分析了最大 1d 降水量和暴雨时空变化特征。

1 降水资料和分析方法

1.1 资料来源

全流域共选用南墅、霞坞、产芝水库、南村、岚西头、红旗等 28 个雨量站的降水资料(见图 1),采用 1952 – 2011 年同步系列。各站的实测日、月、年降水量资料均摘自《水文年鉴》和《山东省水文特征值统计资料》。对少数系列较短的雨量站降水资料,借用气候和地形条件相似的邻近站降水资料或采用本站与邻站资料相关分析的方法进行插补延长。

1.2 分析方法

(1)降水量统计。首先采用算术平均法利用各站年降水量求出逐年大沽河流域平均年降水量,然后求出 1952 – 2011 系列共 60 a 平均年降水量。统计多年平均降水量的月分配。统计逐站、逐年的最大 1 d 降水量和逐站、逐年日降水量≥50 mm 个数。

(2)均方差 σ 、变差系数 C_v 和模比系数 K 。对于

样本数为 n 的时间序列 $x_i(i = 1, 2, \cdots, n - 1, n)$,均方差 σ 变差系数 C_v 和模比系数 K 分别为:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 / n}$$
 (1)

$$C_v = \sigma / \bar{x}$$
 (2)

$$K = X_i / \bar{x}$$
 (3)

(3)空间插值分析。影响插值精度的主要因素就是插值法的选取,本文以反距离权重插值法(Inverse Distance Weighting, IDW)为依据,利用 Arcgis9.3 中的 Sptial Analyst 工具中的 Interpolate to Raster – > Inverse Distance Weighting 功能,做出降水量、变差系数分布图。反距离权重插值综合了泰森多边形的自然邻近法和多元回归渐变方法的长处,在插值时为待估点 Z 值为邻近区域内所有数据点的距离加权平均值^[9]。

2 降水的时间变化特征

2.1 多年平均月分配特征

大沽河流域 1952 – 2011 多年平均降水量 688.2 mm,降水主要集中在汛期(6 – 9 月),汛期多年平均降雨量为 507.0 mm,占全年的 73.7%,而 7、8 两个月份降水为 356.6 mm,占全年的 51.8%,见表 1。

表 1 大沽河流域多年平均降水量月分配

降水月分配	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
降水量/mm	8.6	11.6	17.3	32.7	44.7	82.3	183.4	173.2	68.1	33.4	22.4	10.5	688.2
占全年比例/%	1.3	1.7	2.5	4.7	6.5	12.0	26.7	25.2	9.9	4.8	3.3	1.5	100.0

2.2 年降水量的年际变化特征

根据历年旱涝资料的旱涝等级(1 ~ 5 级)与实测年降水量,确定统一的丰枯等级标准^[10](见表 2)。由表 2 得知,年降水量大于等于 746.6 mm 为丰水年,年降水量小于等于 481.0 mm 为枯水年。60 a 的降水资料中,丰水年有 19 a,最大年降水量为 1420.2 mm(1964),其 K 值为 2.06;枯水年有 8 a,最小年降水量为 349.7 mm(1981),其 K 值为 0.51。流域平均年降水量最大值与最小值比为 4.06,年降水量变差系数 C_v 为 0.29,不同年份年平均降水量差异显著。

从大沽河流域年降水量丰、平、枯变化情况表来看(见表 3),大沽河流域年降水量连续两年连丰或连枯的出现次数较多。连丰期平均年降水量模比系数 $\bar{K}_{\text{丰}}$ 较大,如 1964 – 1965 年连丰 2 年, $\bar{K}_{\text{丰}}$ 达 1.61;连枯期平均年降水量模比系数 $\bar{K}_{\text{枯}}$ 较小,最长连枯期

达 2 年,出现在 1988 – 1989 年, $\bar{K}_{\text{枯}}$ 仅为 0.69。说明连丰期降水量偏丰程度明显,连枯期降水量偏枯程度一般。

图 2 为大沽河流域年降水量年际变化趋势线图,从图 2 可以看出,大沽河流域年降水量有着明显的下降趋势,年降水量 1952 – 2011 年近 60 年总体变化的倾向率为 – 21.0 mm/10a。总体上来看,20 世纪 50 年代至 60 a 代上半期属于丰水期,80 年代属于枯水期,90 年代属于平水期,60 年代下半期和 70 年代以及 21 世纪以来为丰枯交替变换明显时期。

表 2 丰、枯等级标准

等 级	丰枯等级计算公式	相应频率/%
一级(丰水年)	$P_i > (\bar{p} + 1.17\sigma)$	$P < 12.5$
二级(偏丰年)	$(\bar{p} + 0.33\sigma) < P_i \leq (\bar{p} + 1.17\sigma)$	$12.5 \leq p < 37.5$
三级(平水年)	$(\bar{p} - 0.33\sigma) < P_i \leq (\bar{p} + 0.33\sigma)$	$37.5 \leq p < 62.5$
四级(偏枯年)	$(\bar{p} - 1.17\sigma) < P_i \leq (\bar{p} - 0.33\sigma)$	$62.5 \leq p < 87.5$
五级(枯水年)	$P_i \leq (\bar{p} - 1.17\sigma)$	$P \geq 87.5$

注: $\bar{p}$ 为多年平均降水量; P_i 为逐年降水量; P 为频率; σ 为均方差。

表 3 大沽河流域年降水量丰、平、枯变化情况

年 份	年降水量/ mm	丰平枯 情况	年 份	年降水量/ mm	丰平枯 情况	年 份	年降水量/ mm	丰平枯 情况	年 份	年降水量/ mm	丰平枯 情况
1952	659.9	平	1967	662.5	平	1982	579.6	平	1997	587.1	平
1953	925.2	丰	1968	441.1	枯	1983	463.9	枯	1998	719.3	平
1954	664.1	平	1969	564.2	平	1984	563.3	平	1999	663.2	平
1955	739.3	平	1970	897.5	丰	1985	857.1	丰	2000	532.9	平
1956	799.4	丰	1971	921.7	丰	1986	457.7	枯	2001	728.9	平
1957	708.7	平	1972	519.5	平	1987	568.5	平	2002	480.3	枯
1958	630.2	平	1973	669.4	平	1988	431.6	枯	2003	925.5	丰
1959	833.6	丰	1974	796.3	丰	1989	472.0	枯	2004	642.9	平
1960	862.3	丰	1975	934.8	丰	1990	903.9	丰	2005	746.8	丰
1961	721.9	平	1976	700.0	平	1991	494.0	平	2006	468.2	枯
1962	956.0	丰	1977	437.9	枯	1992	552.0	平	2007	897.5	丰
1963	629.7	平	1978	679.8	平	1993	686.2	平	2008	843.0	丰
1964	1420.2	丰	1979	675.6	平	1994	785.3	丰	2009	597.4	平
1965	792.3	丰	1980	661.8	平	1995	640.3	平	2010	698.1	平
1966	626.6	平	1981	349.7	枯	1996	672.7	平	2011	751.0	丰

3 可以看出,大沽河流域降水量的高值区主要有两个位置:一个在北部大沽河、小沽河的上游,以黄同水库、南墅、霞坞雨量站为中心;另一个在南部大沽河的二级支流胶河的上游,以红旗、六汪雨量站为中心,这两个高值区处于大沽河流域的丘陵、山丘地带。年降水量的低值区是以堤湾、挪城雨量站为中心,而这两个站均处于平原区。最大点比均值偏多 6.5%,最小点比均值偏小 8.1%。最大点是最小点的 1.16 倍。

大沽河流域年降水量变差系数 C_v 值的分布与降雨量分布相反,在山丘、丘陵地区年降水量越大,变差系数 C_v 值小;在平原地区年降水量小,反而变差系数 C_v 值大。

3.2 最大 1d 降水量年际变化特征

大沽河流域平均年最大 1d 降水量为 197.2 mm (1997),其 K 值为 2.71;年最小 1 d 降水量为 25.4 mm(1981),其 K 值为 0.35;即最大 1d 降水量比均值偏大 173%;最小年降水量比均值偏小 65%。年最大 1d 降水量最大值与最小值比为 7.76,变差系数 C_v 为 0.42,说明大沽河流域年最大 1 d 降水量有着明显的差异;年最大 1 d 降水量 1952 - 2011 年总体变化的倾向率为 0.34 mm/10a,说明年最大 1 d 降水量有着上升趋势,但上升趋势不明显。

3.3 暴雨空间分配特征

根据气象业务部门的标准,日降水 ≥ 50 mm 的降水称为暴雨降水,本文用此标准统计出 1952 - 2011 共 60 a 各测站 ≥ 50 mm 的日数^[7],从雨量站暴雨日数分布图(图 4)来看,近 60 年暴雨日数累计较多的雨量站主要分布在在北部大沽河、小沽河上游,

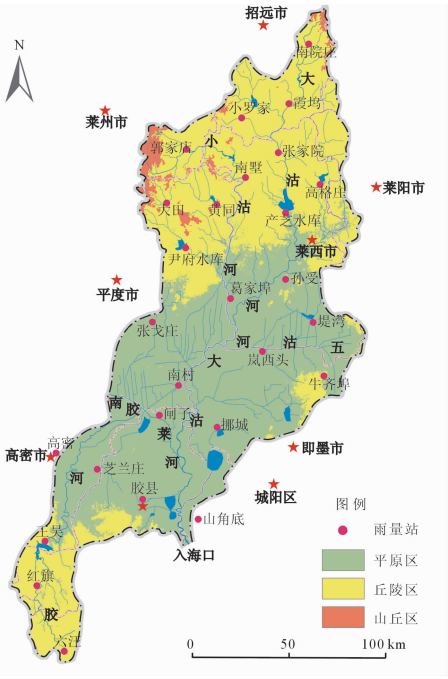


图 1 大沽河流域地势和雨量站分布图

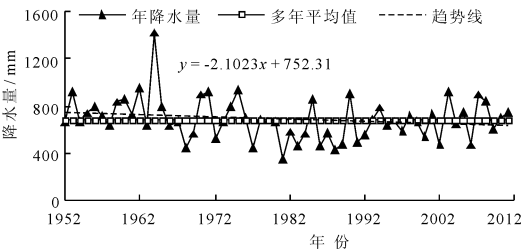


图 2 大沽河流域年降水量年际变化

3 降水的空间变化特征

3.1 年降水量空间分配特征

图 3 为大沽河流域年降水量空间分布图,从图

以黄同水库、南墅、霞坞、小罗家雨量站一带,暴雨日数最多的是黄同水库、南墅雨量站(173 次);而这一带高值区正处于大沽河流域的山丘、丘陵地带;最少次是处于平原区的高密雨量站(121 次)。大沽河流域内雨量站暴雨日数最多值比最少值多 52 个,比值为 1.43,差异显著。

4 结 论

本文以大沽河流域内及周边 28 个雨量站 1952–2011 共 60 a 的逐日降水资料,采用常规统计方法、变差系数 C_v 、Arcgis 软件的 IDM 空间差值方法,分析了大沽河流域降水量的时间和空间分布特征,

结果表明:

(1)流域降雨时间分布特征主要表现为:汛期多年平均降雨量占全年的 73.7%,而 7、8 两个月份降水占全年的 51.8%;年降水量连丰、连枯年多以连续 2 年出现,降水量总体变化的倾向率为 $-21.0 \text{ mm}/10\text{a}$,下降趋势明显。年最大 1d 降水量总体变化的倾向率为 $0.34 \text{ mm}/10\text{a}$,有上升趋势。

(2)空间分布特征主要表现为:大沽河流域的年降水量、雨量站 $\geq 50 \text{ mm}$ 暴雨日数分布均与流域内的地势有着密切的关系,高值区主要分布在丘陵、山区;低值区主要分布在流域内的平原区。

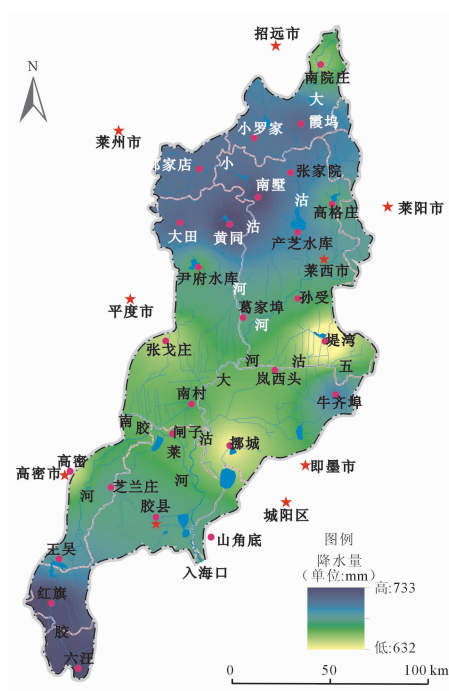


图 3 大沽河流域年降水量空间分布图

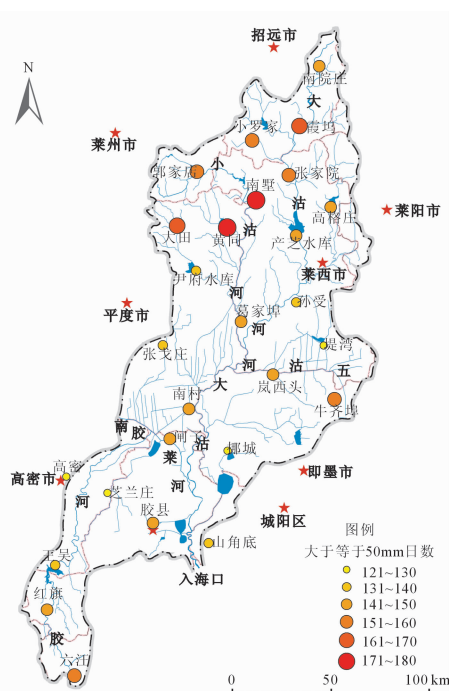


图 4 大沽河流域雨量站暴雨日数分布图

参考文献:

- [1] 尹义星,陈海山,赵君,等.鄱阳湖流域 1951–2010 年极值降水指数变化趋势分析[J].中国农村水利水电,2015(3):1–5+9.
- [2] 罗燕,田永丽,戴敏,等.云南近 50 年极端气温及降水事件变化特征与区域气候变暖的关系[J].云南大学学报(自然科学版),2015,37(6):870–877.
- [3] 陆建宇,周政辉,朱夏阳,等.1954 年–2010 年沂沭河流域降水序列变化特征[J].南水北调与水利科技,2015,13(6):1060–1064.
- [4] 徐晨光,冯新峰,郑志伟,等.江苏省降雨时空分布特征研究[J].现代农业科技,2014(20):236–239.
- [5] 朱珊珊,姚林,黄辉曦.基于时间序列的滇池流域降雨

- 变化特征分析[J].水电能源科学,2014,32(3):15–18.
- [6] 姚宛艳,吴迪.近 50a 来黄河流域温度和降水基本特征和变化趋势分析[J].中国农村水利水电,2014(8):104–109+114.
- [7] 霍正文,陈文,凡炳文.近 54 年定西市降水趋势及突变分析[J].水文,2012,32(3):88–92.
- [8] 姜德娟,王晓利.胶东半岛大沽河流域径流变化特征[J].干旱区研究,2013(6):965–972.
- [9] 郭渠,龙中亚,程炳岩,等.我国三峡库区近 49 年暴雨气候特征分析[J].水文,2011,31(6):86–91.
- [10] 青岛市发展和改革委员会,青岛市水利局.青岛市水资源调查评价[R].2006.