

山东半岛丘陵区典型流域影响河流径流的人文因素分析

崔步礼, 常学礼, 陈雅琳, 夏艳玲

(鲁东大学地理与资源管理学院, 山东 烟台 264025)

摘 要: 采用 3S 技术根据 1: 250 000 地形图生成 DEM, 确定出大沽夹河流域。通过选择烟台市大沽夹河流域内人口数量(总人口、非农业人口)、国内生产总值、各产业总产值(第一产业总值、第二产业总值、第三产业总值)等 6 个因子, 采用灰色关联分析, 揭示了各因素对径流量的影响。关联分析表明, 各因素与径流量的关联系数分别为: 0.715 59、0.770 47、0.705 65、0.724 79、0.699 24、0.694 82, 对关联程度进行排序为: 非农业人口> 第一产业> 总人口> 国内生产总值> 第二产业> 第三产业, 并由此讨论了烟台市水资源可持续利用的对策。

关键词: 径流; 人口; 国内生产总值; 大沽夹河流域; 山东半岛

中图分类号: P331

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)03-0115-03

Analysis of Influencing Human Factors on Runoff of Typical Basin of Hilly Area in Shandong Peninsula

CUI Bu-li, CHANG Xue-li, CHEN Ya-lin, XIA Yan-ling

(College of Geography and Resource Management, Ludong University, Yantai, Shandong 264025, China)

Abstract: This study used 1:250000 relief map to create DEM and made certain Dagujia basin by using 3S techniques. 3S software such as Erdas 8.6, Arcview 3.3, and Arcinfo 8.2, was used as an interpretation tool. The factors of population, GDP, production values (primary industry production value, second industry production value, third industry production value) were employed to judge the effect upon the runoff, due to grey correlation analysis between above mentioned factors and runoff. Results showed that: the relational coefficients between runoff and influencing factors are 0.715 59, 0.770 47, 0.705 65, 0.724 79, 0.699 24 and 0.694 82, the sequence of the factors is non-agriculture population> primary industry> population> GDP> second industry> third industry. Finally, the countermeasure of sustainable use of water resource in Yantai city is discussed.

Key words: runoff; population; GDP; Dagujia basin; Shandong Peninsula

水是自然环境中最活跃的因素,也是人类赖以生存和从事生产活动的重要资源,水资源开发利用不仅保障了人民的生活用水需求,而且有力的促进了社会进步和经济发展。因此,水资源环境变化、水资源可持续发展、水资源调度以及区域性水资源开发利用等问题成为当今资源科学研究中的焦点之一^[1~4]。特别是基于流域的水资源研究在当前的水科学研究中越来越受到人们的重视^[5,6],这不仅因为流域是一个完整的空间、具有确切的空间域^[7],而且众多的影响水资源的生产活动也具有明显的流域特征^[8,9]。流域的产流量主要受大气降水变化的影响,降水在空间和时间尺度上的分布不均匀、流域土地利用的变化也是导致流域径流量变化的主要因子^[10~12],同时人类活动对径流的影响也是不可忽视的,主要表现在追求经济利益而影响到流域径流。

目前对流域水资源的研究主要集中在黄淮海等大的河流域上^[5,6,13],对于河流较短、流域较小河流的研究相对研究较少,特别是山东半岛丘陵地区,地形以低山丘陵为主,无过境河流经过,河流属半岛边缘水系,在山东半岛形成了大量的源短流急、涨落急剧的小型流域^[14],因此,在山东半岛地区开展基于流域尺度的影响河流径流因素的分析成为该区域水资源研究的基础。同时研究影响流域产流量的文章大多集中在对自然因素的分析上^[10~12],本文以烟台市大沽夹河流域为研究对象,从流域内人口数量(总人口、非农业人

口数量)、经济指标(包括:GTP、第一产业国内生产总值、第二产业国内生产总值、第三产业国内生产总值)对大沽夹河径流量的影响进行研究,揭示它们之间内在的关系,旨在能进一步在经济生产活动方面为烟台市水资源可持续利用对策的提出提供有利的依据。

1 研究区概述

烟台市居典型丘陵地区,位于北纬 36°16′~38°23′,东经 119°34′~121°6′,地处山东半岛东部,濒临黄海和渤海属于暖温带大陆性季风气候。全市年平均降水量为 651.9 mm,年平均气温 11.8℃,年平均相对湿度 68%,年平均日照时数 2 698.4 h,太阳辐射总量年平均值为 5 224.4 kJ/m²,年平均风速内陆地区 3~4 m/s,沿海地区 4~6 m/s,全市平均无霜期 210 d。

市域内河流均为山溪型、季风雨源型,共有大小河流 4 320 多条,流域面积大于 300 km² 的河流有五龙河、大沽夹河、黄水河、界河、王河、辛安河和大沽河等七条。其中,大沽夹河位于烟台市东北部(图 1),由两条主要支流,一条发源于栖霞城南小灵山,叫清洋河,俗称内夹河,流经栖霞市、福山区;另一条发源于海阳县郭城镇牧牛山,俗称外夹河,流经海阳市、牟平区。两河在福山城东北永福园村东汇合,流经芝罘区,注入黄海。干流总长 143 km,流域面积达 2 220

* 收稿日期: 2006-06-30

基金项目: 鲁东大学校基金项目(20053201); 山东省教育厅项目(J01H03); 山东省自然基金项目(Z2003E01)资助

作者简介: 崔步礼(1981-),男,山东省东营人,硕士研究生,研究方向:景观生态学;通讯作者:常学礼。

km², 占烟台市总面积的 17%, 多年平均径流量可达 2.9×10⁸ m³。

2 研究方法 with 内容

2.1 数据获取

本项研究的空间数据采用 1: 25 万数字化地形图, 在 Arcviw 3.2 环境下完成数字化等高线和高程点, 然后在 E-das8.6 环境下生成 DEM, 根据 DEM 找到两条河流的分水岭, 从而确定流域边界^[15, 16], 在 Arcinfo 环境下用 Clip 命令

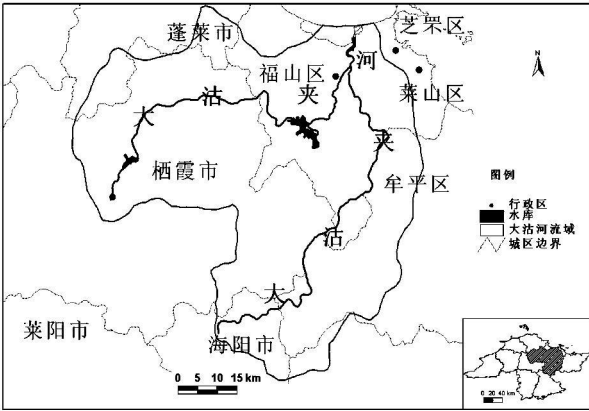


图 1 流域地理位置

2.2 分析方法

影响径流量的因素分析采用灰色关联方法来进行。灰色关联分析是邓聚龙^[14]教授灰色系统理论的主要内容之一, 主要用来分析系统中母因素与子因素的关系密切程度, 从而判断引起该系统发展的主要和次要因素。根据该理论中灰色关联度分析方法的思路和要求, 本文采用 1978~2001 年序列资料作为基础, 从中选择 6 个影响流域径流的经济因素: x_1 — 总人口数量、 x_2 — 非农业人口、 x_3 — 国内生产总值(万元)、 x_4 — 第一产业国内生产总值(万元)、 x_5 — 第二产业国内生产总值(万元)、 x_6 — 第三产业国内生产总值(万元)。计算是在 DPS5.02 统计分析软件支持下完成的。

3 结果分析

3.1 径流量变化趋势

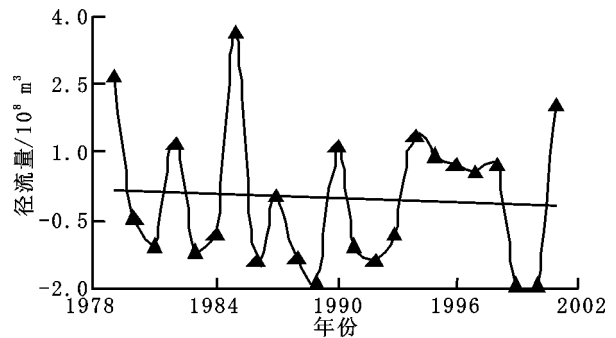


图 3 大沽夹河径流距平变化

根据大沽夹河水文站的径流数据, 做出径流量的变化趋势图(图 3), 从图 3 看, 大沽夹河径流年际变化呈波浪式, 没有规律性, 较大的年份之间可相差 5.06×10⁸ m³, 在 1994 至 1998 年间变化较小, 平均每年减少幅度为 1.60×10⁶ m³(趋势线斜率), 整体变化呈减少趋势, 最大径流量出现在 1985 年, 径流量为 5.65×10⁸ m³, 平均径流量为 1.93×10⁸ m³, 有些年份出现断流, 特别是在 80 年代后有几年径流量比较小。1989 年 4 月份, 从未断流过的大沽夹河干涸, 1992 年, 人们又看到"库塘干涸, 土地龟裂, 庄稼蔫叶, 草木枯黄"的景象^[15]。

切割出大沽夹河流域的准确范围(图 2)。叠加到行政区划图上, 可以准确的看出大沽夹河流域的核心区域包括福山区、芝罘区全部, 栖霞、莱山、牟平大部分和蓬莱、海阳部分地区(图 1), 从而为流域数据的统计准确性提供了保证。

本文研究过程中采用的流域数据是根据统计数据在 Arcview3.2 和 Arcinfo8.2 软件支持下, 采用内插值法加权平均来确定, 从而更准确的代表了大沽夹河流域内的数据资料。统计数据主要来源于烟台市水文水资源勘测局和《烟台统计年鉴》。

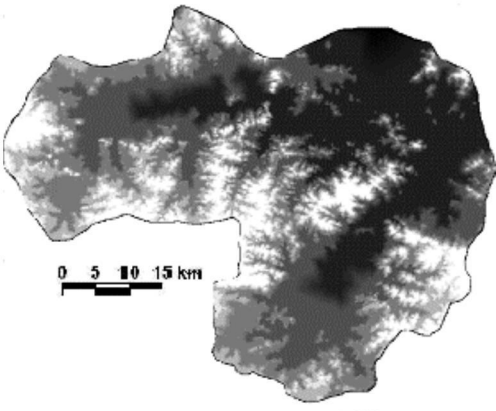


图 2 大沽夹河流域 DEM

3.2 人文因素对径流量的影响

依据灰色关联原理, 为了消除各参数间量纲化的不同, 对数据无量纲化采用初值化处理, 就是分别用同一序列的一个数除去后面的各个原始数据, 得到新的倍数数列, 即为初值化序列。然后得出径流量与影响因子的绝对差值和灰色关联度(表 1)。

表 1 1979~2003 年径流量和影响因素的绝对差值及灰色关联度

年份	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
1979	1.5159	2.0005	2.3449	2.2462	2.3624	2.3688
1980	0.1374	0.3288	0.6892	0.5842	0.7069	0.7158
1981	0.4582	0.0209	0.3734	0.2768	0.3871	0.4018
1982	0.695	1.1221	1.5315	1.4228	1.5468	1.5637
1983	0.5423	0.1153	0.2784	0.0884	0.3113	0.3255
1984	0.3492	0.0385	0.461	0.267	0.4936	0.5103
1985	2.0133	2.2923	2.8083	2.649	2.8297	2.8567
1986	0.6556	0.3351	0.1265	0.0054	0.1402	0.1724
1987	0.0725	0.3758	0.8218	0.6144	0.8484	0.8867
1988	0.6843	0.3993	0.0026	0.2798	0.0254	0.0955
1989	0.972	0.7051	0.3225	0.4838	0.3293	0.2317
1990	0.608	0.8673	1.2004	0.895	1.2246	1.318
1991	0.561	0.3154	0.0321	0.3242	0.0129	0.1289
1992	0.7354	0.5097	0.328	0.6076	0.3056	0.2237
1993	0.4432	0.2432	0.3067	0.5661	0.2692	0.2373
1994	0.7199	0.2533	0.6085	0.3246	0.6967	0.6139
1995	0.4734	0.0756	0.1517	0.2322	0.2939	0.1256
1996	0.3533	0.0748	0.1464	0.5743	0.0053	0.1657
1997	0.2655	0.1187	0.3416	0.3534	0.3569	0.3561
1998	0.3531	0.0422	0.3994	0.4543	0.3889	0.3981
1999	1.0473	1.4794	1.9523	1.7814	1.9642	2.0339
2000	1.0584	1.6142	2.2477	1.8163	2.2844	2.4275
2001	1.0306	0.4916	0.4542	0.1986	0.562	0.6417
2002	1.0617	1.6981	2.9177	1.77	3.0578	3.1665
2003	0.6055	0.0974	1.9444	0.3181	2.3409	2.2015
关联系数	0.71559	0.77047	0.70565	0.72479	0.69924	0.69482
关联序	3	1	4	2	5	6

3.2.1 人口对径流的影响

从1979年到2003年区域总人口在稳中增长,从292.71万增长到347.24万,平均每年增长2.27万;但非农业人口起伏较大,在1979年到1993年间稳定增长,平均每年增长1.32万,在1993到1994年,增长53.05万,这是因为1994年,撤销烟台市牟平县,设立牟平区、莱山区,并在同年设立了烟台高新区。并在1994到2003年间逐渐增长并有点波动性,在2003年非农业人口占总人口的40.28%。

经过关联分析知,总人口与非农业人口影响径流也不可忽视,关联系数分别为0.716和0.770(表1),并在所取因素中占据第三与第一的位置。这是因城市化水平的提高,使城市用水量增加幅度很大,1979年城市供水为 $2.659 \times 10^7 \text{ m}^3$,2001年城市供水量达到 $1.606 \times 10^8 \text{ m}^3$,增长了5倍多,从而直接影响到径流量的变化;同时从人均用水量上看,1980年人均用水量为 $0.083 \text{ m}^3/\text{人}$,1998年为 $0.137 \text{ m}^3/\text{人}$,而非农业人口用水量为 $44.73 \text{ m}^3/\text{人}$,所以,非农业人口的变化对径流的影响是不可忽视的。

3.2.2 经济因素对径流的影响

1979至2003年间,国内生产总值、一、二、三产业生产总值均在逐年增长,第一产业增长逐渐减慢,平均每年增长 2.65×10^7 元,二、三产业增长速度较快,分别为每年增长 1.70×10^8 、 1.08×10^8 元。从表1中可看出,各产业与径流量存在一定的关联度,特别是第一产业与径流的关联程度最大,关联系数为0.725,主要是第一产业与水的关系紧密,主要表现在农业灌溉、林业生产等与水资源息息相关。同时从表1中看出,第二、三产业对径流也有一定的关联,主要表现在制造业、纺织业等对水的大量需求。同时,绝对差值在1998年后逐渐增大,这主要是兴修了大量的水利设施,虽然各产业用水量在增加,但受径流量的影响程度小了,从而它们之间的相关性不表现在当年的变化。

4 结论与讨论

(1)通过3S技术确定了大沽夹河流域的范围(图2),分析了近79年以来大沽夹河径流量及其影响因素的变化趋势。得出径流量呈波浪式的减少(图3),有些年份还会出现参考文献:

- [1] 吴凯,许越先.黄淮海平原水资源开发的环境效应及其调控对策[J].地理学报,1997,52(2):114-122.
- [2] Gao Ge, Huang Chaoying. Climate change and its impact on water resources in north China [J]. Advances in Atmospheric Sciences, 2001, 18(5): 718-732.
- [3] 牟海省.我国水资源持续开发的零增长模式初探[J].地理研究,1995,14(1):80-84.
- [4] Sun Fan, Qiu Fang, Mong Linbin. Towards sustainable development of Chongqing through improved water. Journal of Southwest Agricultural University(natural science) [J]. 2004, 26(4): 501-505.
- [5] 朱九龙,陶晓燕,王世军,等.淮河流域水资源价值测算与分析[J].自然资源学报,2005,20(1):126-131.
- [6] 沈珍瑶,杨志峰.黄河流域水资源可再生性评价指标体系与评价方法[J].自然资源学报,2002,17(2):188-197.
- [7] WANG Dianzhong, HAO Zhanqing, XIONG Zaiping. Modified method for extraction of watershed boundary with digital elevation modeling[J]. Journal of Forestry Research, 2004, 15(4): 283-286.
- [8] 丰华丽,王超,朱光灿.土地利用变化对流域生态需水的影响分析[J].水科学进展,2002,13(6):757-762.
- [9] 王芳,王浩,陈敏建,等.中国西北地区生态需水研究(1)基于遥感和地理信息系统技术的区域生态需水计算及分析[J].自然资源学报,2002,17(2):129-137.
- [10] Dawdy, D R, J M Bergman. Effect of Rainfall Variability on Streamflow Simulation[J]. Water Resources Research, 1969, 5: 958-966.
- [11] Goodrich, D C, J Faures, D A Woolhiser, L J Lane, et al. Measurement and Analysis of Small scale Convective Storm Rainfall Variability[J]. Hydrology, 1995, 173: 283-308.
- [12] 郝芳华,陈利群,刘昌明,等.降雨的空间不均性对模拟产流量和产沙量不确定的影响[J].地理科学进展,2003,22(5):446-453.
- [13] 郑红星,刘昌明.黄河流域水资源演化模式分析[J].地理学报,2004,59(2):267-273.
- [14] 邓聚龙.灰色系统理论教程[M].武汉:华中理工大学出版社,1990.
- [15] 李世泰,隋干城.烟台市经济持续发展的水资源问题与对策[J].烟台师范学院学报(自然科学版),2000,16(4):297-301.

断流,最大径流量出现在1985年,径流量为 $5.65 \times 10^8 \text{ m}^3$,平均径流量为 $1.93 \times 10^8 \text{ m}^3$;1979年到2003年,区域总人口在稳中增长,但非农业人口有一定的波动性;国内生产总值、一、二、三产业生产总值均在逐年增长,第一产业增长逐渐减慢,平均每年增长 2.65×10^7 元,二三产业增长速度较快,分别为每年增长 1.70×10^8 、 1.08×10^8 元。

(2)通过各因素与径流量的关联分析知各因素与径流量的关联系数分别为:0.715 59、0.770 47、0.705 65、0.724 79、0.699 24、0.694 82。对径流的关联程度为:非农业人口(x_2)>第一产业(x_4)>总人口(x_1)>国内生产总值(x_3)>第二产业(x_5)>第三产业(x_6),分析表明:人口增长对水资源的需求增加,特别是非农业人口的增加,从而影响径流量的变化;经济因素中,第一产业与径流的关联程度最大,关联系数为0.724,主要表现在农业灌溉、林业生产等与水资源息息相关;虽然制造业、纺织业等第二、三产业对水大量需求,但由于兴修了大量的水利设施,从而它们之间的相关性不表现在当年的变化。

(3)分析了烟台市典型流域多种经济因子对河流水文特征的影响,就烟台市水资源可持续利用的战略对策,提出以下看法:

(1)烟台市无客水入境,水资源补充完全依赖于大气降水,从而采取最大限度地拦蓄大气降水,是解决烟台市工农业用水的主要途径。尽管在大沽夹河上有门楼水库、桃源水库等大型水库,但烟台市平均每年仍有 $2.9 \times 10^8 \text{ m}^3$ 水白白流入大海。因此采取修建水库、塘坝等,增加大气降水的直接拦蓄量。

(2)随着人口数量和GDP的增加,城市化进程和水平得到了很大提高,城市用水量增加幅度很大,1992年城市供水量为 $6.496 \times 10^7 \text{ m}^3$,2001年城市供水量达到 $1.606 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。因而可以逐步建立城市多水源化(地表水、地下水、污水集中处理回用水、海水),推广循环用水新工艺流程、联合调度(特别要重视环保产业的发展,加快废水统一回收、统一处理、统一使用和统一排放的进程)、按需分质论价的城市供水保证体制。