

# 新疆喀什地区水资源利用时空变化 及其驱动力分析\*

安瓦尔·买买提明<sup>1,2,3)</sup> 张小雷<sup>2)</sup> 塔世根·加帕尔<sup>2)</sup>

(1) 新疆师范大学地理科学与旅游学院, 830054, 乌鲁木齐;

2) 中国科学院新疆生态与地理研究所, 830011, 乌鲁木齐; 3) 中国科学院研究生院, 100049, 北京)

**摘要** 以喀什地区各县市水资源利用数据为基础, 对喀什地区 2001—2007 年间的水资源利用数量、类型及空间变化进行了分析。结果表明, 6 年间喀什地区总用水量呈增长趋势, 其中, 农业用水增加量最大, 生态环境用水增加量位居第二, 工业、城镇公共和生活用水量的增加量均比较少。各县市在水资源利用类型的变化上也有一定的差异。6 年中除了伽师县和疏附县总的用水量减少以外, 其他县市的用水量都呈增长趋势, 其中以莎车县的用水增长量最大, 麦盖提、叶城和巴楚县占第二, 喀什市和泽普县排在第 3 位。从不同的水资源利用类型来看, 除了伽师县和疏附县以外, 其他县市农业用水量都呈增长趋势; 喀什市和叶城县的工业用水量增长量最大; 喀什地区所有县市的城镇用水量都呈增长趋势; 生活用水量的变化比较特殊: 莎车县、叶城县、巴楚县、英吉沙县、麦盖提县、疏附县和疏勒县等呈增长趋势, 而岳普湖县、伽师县、泽普县和喀什市呈减少趋势; 除了伽师县以外, 其他的县市的生态环境用水量都呈增长趋势。笔者认为, 人口因素、经济因素和城市化因素是喀什地区水资源利用结构变化的主要驱动力。

**关键词** 喀什地区; 水资源; 利用类型; 变化特征; 驱动力

## 0 引言

由于全球人口增长和社会发展, 社会对水资源的需求不断增加, 供需矛盾日益突出。2000 年 3 月 17 日, 国际水问题联合会在荷兰召开了“世界水问题论坛”会议, 就水的安全性问题进一步向人们提出警告, 各国政府相继提出了明确的行动纲领<sup>[1]</sup>。我国也明确指出<sup>[2]</sup>: “水资源的可持续利用是我国经济社会发展的战略性问题, 要以提高用水效率为核心, 把节水放在突出位置, 改进水资源利用方式, 建立节水型社会。”“中国可持续发展水资源战略研究”提出<sup>[3]</sup>, 中国水资源供求矛盾将影响国家整体性的可持续发展。

我国干旱区土地面积约占全国总面积的 24.5%<sup>[4]</sup>, 但是喀什地区地表水和地下水分别占全国的 3.3% 和 5.5%, 且时空分布不均, 导致水资源十分短缺, 生态问题严峻, 影响着干旱区地理系统的稳定性, 引起众多学者的关注。李元寿<sup>[5]</sup>通过对西北干旱区水资源利用引起的生态环境问题的研究, 提出了水资源利用的生态环境保护对策。丛振涛<sup>[6]</sup>通过对干旱区地下水利用的分析, 提出了保证地下水可持续发展的前提。任倩<sup>[7]</sup>通过对干旱区水资源的流域管理分析, 提出了干旱区流域可持续利用的对策。李海涛<sup>[8]</sup>通过对

民勤绿洲水资源利用分析, 提出水资源开采将维持在高强度, 地下水水质会恶化, 生态危机将加重。周宏飞<sup>[9]</sup>通过对新疆的水资源利用量及其承载能力的分析, 提出了新疆水资源可以支撑社会经济的可持续发展。叶茂<sup>[10]</sup>通过对塔里木河水资源利用面临的问题的分析, 提出了塔里木河流域水资源可持续利用的基本对策。桂东伟等<sup>[11]</sup>通过用虚拟水理论探讨干旱区生态用水问题, 提出了干旱区水资源合理利用的措施。上述研究多是从水资源利用与生态自然环境的关系进行研究, 少有水资源利用与社会、经济、生态环境的全面的、定量的研究, 本文拟采用地理信息系统(GIS)方法与一般统计分析法对新疆喀什地区水资源利用的时空变化特征进行定量的分析, 试图从时间和空间上找出喀什地区水资源利用的变化特征, 并给出对策。

新疆喀什地区地处在中亚腹部, 属暖温带大陆性干旱气候带, 气温年变化和日变化大, 降水变化显著, 日照长, 蒸发强, 气候干燥。近些年来, 随着喀什地区经济的发展、人口的增加、城乡生活方式的转变、水土资源需求量的增大以及生存环境压力的加大, 使得喀什地区水资源利用的深度、广度以及速度较以前出现明显的变化。因此, 对喀什地区水资源利用变化进行研究是很有必要的。

\* 国家自然科学基金资助项目(40761008)

- 通信作者

收稿日期: 2009-12-12

1 研究区概况

喀什地区地处欧亚大陆中部, 我国西北部, 新疆维吾尔自治区西南部( 见图 1). 地处东经 71°39′ ~ 79°52′, 北纬 35°28′ ~ 40°16′ 之间, 东西宽约 750 km, 南北长 535 km, 全区总面积 16. 2 万 km<sup>2</sup>, 约占新疆土地总面积的 8. 3%. 喀什地区三面环山, 一面敞开, 北有天山南脉横卧, 西有帕米尔高原耸立, 南部是绵亘东西的喀喇昆仑山, 东部为一望无垠的塔克拉玛干大沙漠. 该地区的帕米尔山、喀喇昆仑山、昆仑山, 冰川分布很广.

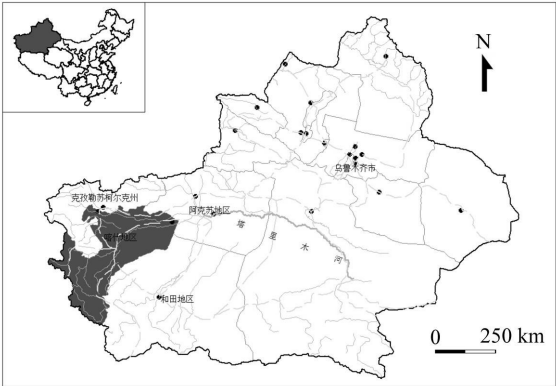


图 1 喀什地区地理位置

喀什地区处在中亚腹部, 受地理环境的制约, 属暖温带大陆性干旱气候带. 年均气温在 11. 4~ 11. 7 ℃, 年降水量 39~ 664 mm, 春夏秋冬四季分明. 气温年变化和日变化大, 降水变化显著. 日照长, 蒸发强, 气候干燥. 冬季低温期长; 夏季长而炎热; 秋季短促, 降温迅速; 春季升温快多大风、沙尘、浮尘日数频繁常有倒春寒. 全区 2006 年水资源总量为  $97. 68 \times 10^8 \text{ m}^3$ , 其中地表水资源量  $93. 00 \times 10^8 \text{ m}^3$ <sup>[13]</sup>. 截至 2008 年, 境内主要民

族有维吾尔族、汉族、塔吉克族、回族、柯尔克孜族、乌孜别克族、哈萨克族、俄罗斯族、达斡尔族、蒙古族、锡伯族、满族等 31 个民族. 2008 年底, 喀什地区下辖 1 个市和 11 个县, 全区年末总人口 383. 49 万人, 其中非农业人口 95. 33 万人. 2007 年喀什地区生产总值 216. 5 亿元, 人均生产总值 5 958 元, 3 次产业比重为 42. 23: 33. 34: 7; 全社会固定资产投资 105. 72 亿元, 其中, 城镇投资 57. 20 亿元; 喀什市城镇居民人均可支配收入 9 010 元; 农牧民人均纯收入 2 472 元<sup>[14]</sup>.

2 资料来源

采用新疆水资源综合规划规定用水分类口径, 将水资源利用类型分为农业用水、工业用水、城镇公共用水、生活用水和生态环境用水量共 5 个一级类型<sup>[15]</sup>. 本文的统计数据主要来源于历年喀什地区水资源公报和喀什地区统计年鉴. 鉴于资料的可得性, 主要以喀什地区 1 个市 10 个县( 由于塔什库尔干塔吉克自治县的资料短缺, 本文没有对该县的水资源利用情况进行分析) 为基本研究单元进行分析.

3 喀什地区水资源利用变化分析

3. 1 喀什地区水资源利用的时间变化分析

3. 1. 1 水资源利用总体变化分析 区域水资源利用变化包括水资源利用类型的数量变化和质量变化. 水资源利用的数量变化反映在不同类型的总量变化上. 通过分析水资源利用类型的总量变化, 可了解水资源利用变化总的态势和水资源利用结构的变化. 利用上述资料, 对喀什地区三期水资源利用数据分别进行统计分析可以看出 3 个特点( 见表 1).

表 1 喀什地区水资源利用总体变化

年份	用水量( 百分比)					用水总量 亿 m <sup>3</sup> (%)
	农业	工业	城镇公共	生活	生态	
2001	76. 78( 98. 22)	0. 15( 0. 19)	0. 03( 0. 04)	0. 89( 1. 13)	0. 32( 0. 41)	78. 17
2004	82. 25( 96. 54)	0. 12( 0. 14)	0. 42( 0. 49)	0. 87( 1. 02)	1. 54( 1. 81)	85. 20
2007	91. 06( 95. 87)	0. 56( 0. 59)	0. 65( 0. 68)	1. 22( 1. 28)	1. 49( 1. 57)	94. 98
净增减						
2001—2004	5. 47	- 0. 03	0. 39	- 0. 02	1. 22	7. 03
2004—2007	8. 81	0. 44	0. 23	0. 35	- 0. 05	9. 78
2001—2007	14. 28	0. 41	0. 62	0. 33	1. 17	16. 81

1) 2007 年, 喀什地区农业用水量占用水总量的 95. 87%, 而工业、城镇公共、生活及生态环境 4 项用水量的比重才占用水总量的 4. 13 %.

2) 2001—2007 年的 6 年间, 喀什地区总用水量呈增长趋势, 各种水资源利用类型发生了较明显的变化. 农业用水量在 6 年间净增加 14. 28 亿 m<sup>3</sup>, 工业用水量

增加 0. 41 亿 m<sup>3</sup>, 城镇公共用水量增加 0. 62 亿 m<sup>3</sup>, 生活和生态环境用水量分别增加 0. 33 和 1. 17 亿 m<sup>3</sup>.

3) 不同时段内水资源利用量变化的幅度有所不同. 分析表明, 2001—2004 和 2004—2007 年 2 个时间段内, 农业和城镇公共用水量呈增长趋势, 工业和生活用水量呈先减少后增长趋势; 相反, 生态环境用水量呈

先增长后减少趋势.

3 1 2 水资源利用变化的速度 根据上述资料计算出喀什地区 5 种水资源利用类型的年变化率. 结果表明(见表 2), 前 3 年喀什地区用水总量的年均变化率为 2.91%, 水资源利用类型年均变化率较大的为城镇公共、生态环境和农业用水量, 分别为 133.48%、68.83%和- 7.17%; 年均变化率较小的为工业和生活用水量, 分别为 2.23%和- 0.61%; 后 3 年用水总量的年均变化率为 3.69%, 水资源利用类型年均变化率较大的为工业、城镇公共和生活用水量, 分别为 67.11%、15.67%和 11.93%; 年均变化率较小的为农业和生态环境用水量, 分别为 3.45%和- 1.09%.

表 2 喀什地区水资源利用年均变化速率 %

时间段	农业	工业	城镇公共	生活	生态	总用水量
2001—2004	2.37	- 6.67	390.91	- 0.60	127.08	3.00
年均	2.32	- 7.17	133.48	- 0.61	68.83	2.91
2004—2007	3.57	122.22	18.25	13.41	- 1.08	3.83
年均	3.45	67.11	15.67	11.93	- 1.09	3.69
2001—2007	3.10	45.56	311.62	6.28	60.94	3.58
年均	2.88	24.55	64.34	5.48	29.22	3.30

3 2 喀什地区水资源利用的空间变化分析 喀什地区各县市在水资源利用类型的变化上也有一定的差异. 2001—2007 年的 6 年中, 除了伽师县和疏附县总的用水量减少以外, 其他县市的用水量都呈增长趋势, 其中以莎车县的用水增长量最大, 增长了 4.91 亿 m<sup>3</sup>; 盖提、叶城和巴楚县占第二, 分别增长了 2.96、2.94、2.45 亿 m<sup>3</sup>; 喀什市和泽普县排在第三位, 用水量分别增长了 1.27 和 1.21 亿 m<sup>3</sup>(见图 2-a). 从不同的水资源利用类型来看, 农业用水量除了伽师县和疏附县减少以外, 其他县市都呈增长趋势, 其中, 莎车县、麦盖提县和叶城县的农业用水量增长量比较大, 分别为 4.41、2.63、2.46 亿 m<sup>3</sup>(见图 2-b); 工业用水量在喀什市和叶城县的增长量最大, 分别为 0.13 和 0.07 亿 m<sup>3</sup>. 在 6 年尺度上, 巴楚县的工业用水量没有发生变化, 而泽普县的工业用水量减少了 0.04 亿 m<sup>3</sup>(见图 2-c); 从城镇用水的变化情况来看, 喀什地区所有县市的城镇用水量都呈增长趋势, 其中增长量比较大的县市有疏附县、疏勒县、莎车县和喀什市, 分别为 0.08、0.08、0.08、0.07 亿 m<sup>3</sup>(见图 2-d); 生活用水量的变化比较特殊: 莎车县、叶城县、巴楚县、英吉沙县、麦盖提县、疏附县和疏勒县等呈增长趋势, 而岳普湖县、伽师县、泽普县和喀什市呈减少趋势, 其中, 以叶城县和莎车县的增长量最大, 分别为 0.19 和 0.14 亿 m<sup>3</sup>, 以岳普湖县和伽师县的减少量最大, 分别减少 0.12 和 0.11 亿 m<sup>3</sup>(见图 2-e); 除了伽师县生态环境用水量减少了 0.05 亿 m<sup>3</sup> 以外, 其他的县市该项用水量都呈增

长趋势, 增长量最大的有莎车县、巴楚县和叶城县, 分别增长了 0.22、0.17 和 0.16 亿 m<sup>3</sup>(见图 2-f).

4 喀什地区水资源利用变化的驱动力分析

纵观国内外有关水资源利用变化驱动机制的研究, 对于不同区域, 水资源利用变化的影响因素不同, 主要的驱动因子也不一样, 驱动力与水资源利用变化的关系具有时空动态性. 本文从人口因素、经济因素和城市化因素等 3 个方面对喀什地区水资源利用变化的驱动力进行研究.

4 1 人口因素 在各种水资源利用类型中, 生活用水与人口的关系很密切. 人口数量的增加和居民生活水平不断提高, 对生活用水的要求越来越高<sup>[16]</sup>. 因此, 下面利用生活用水的变化来分析探讨水资源利用变化与人口增长的关系.

2001—2007 年, 喀什地区经历了一个人口急速膨胀的阶段, 总人口由 342 万人增加到 376 万人, 增长率 9.8%. 从喀什地区生活用水量和总人口在研究时段内的变化(图 3)可以看出, 2001—2007 年喀什地区生活用水量和总人口呈上升趋势. 为了进一步探讨生活用水量与人口的关系, 将生活用水量和总人口分别作因变量和自变量, 对二者进行线性回归分析, 发现二者存在明显的相关关系, 相关系数为 0.91, 建立的一元线性回归模型为:

y = 65.915x + 302.31. (1)

从模型中可以看出生活用水量与总人口之间存在显著正相关关系. 因此, 人口作为一种持续的外界因素, 对生活用水比例的变化起着重要作用, 是驱动生活用水量变化的主要因子之一.

4 2 经济因素 影响水资源利用结构的经济因素很多<sup>[17]</sup>. 本文从产业结构的调整角度分析喀什地区水资源利用与经济因素的关系. 2001—2007 年, 喀什地区第二产业产值在 GDP 中的比重增长了 8 个百分点, 而在工业用水量净增了 45.56%. 从二者回归模型(式 2)可以看出, 它们之间存在明显的正相关关系, 相关系数为 0.66.

y = 0.0455x - 0.5686. (2)

4 3 城市化因素 城市化是一个复杂的动态过程. 通过城市化可以改变区域产业模式、加快经济发展速度以及提高居民生活水平. 区域经济的发展和产业模式的改变, 会改变区域的用水结构, 主要表现为城镇公共和工业用水比重的增加而农业用水量的减少. 随着人们生活水平、教育水平的提高, 城市生态环境的要求逐渐提高, 生态环境用水将会普遍增加, 需水总量必将飞

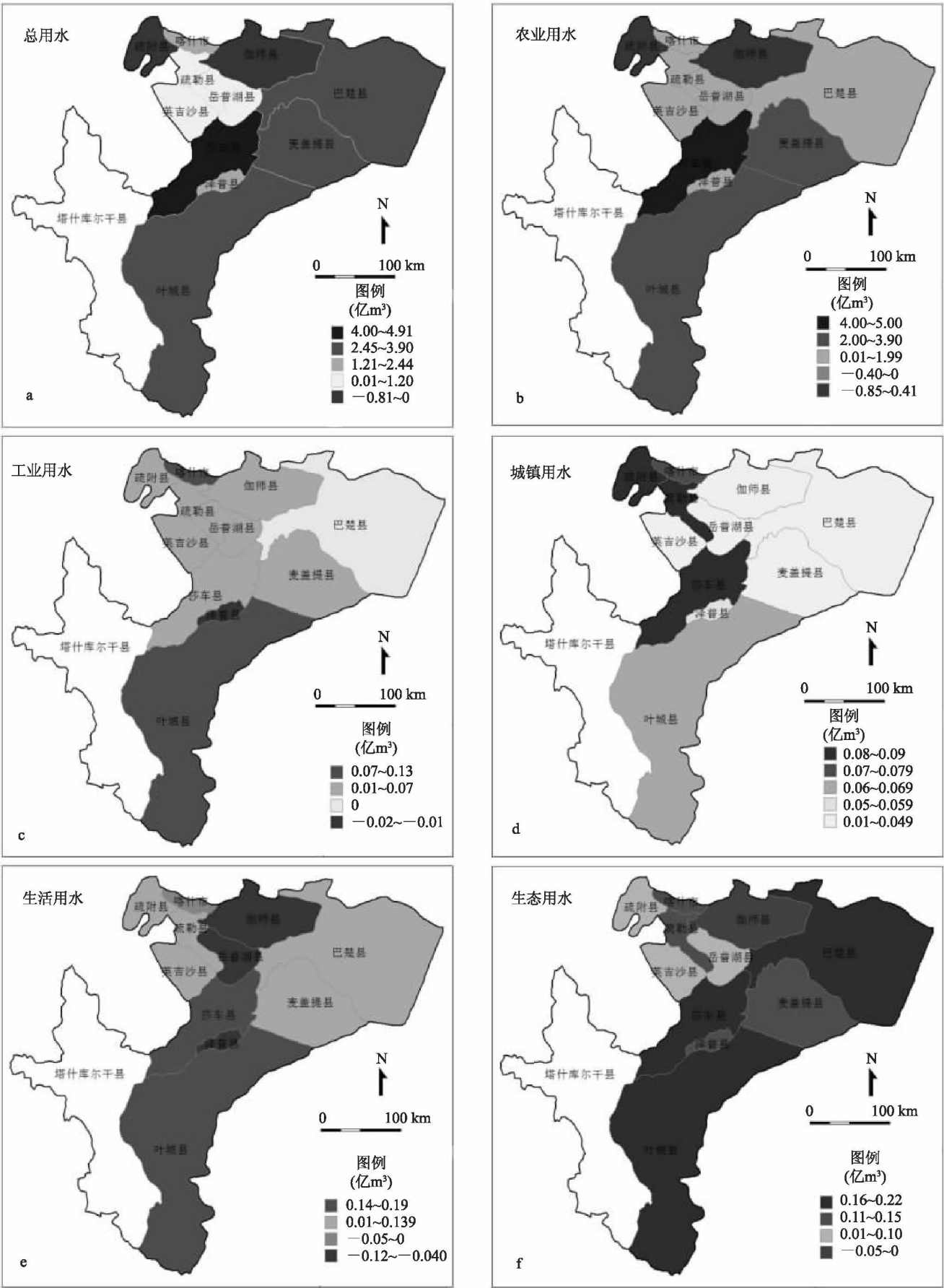


图 2 2001—2007 年喀什地区水资源利用的空间变化

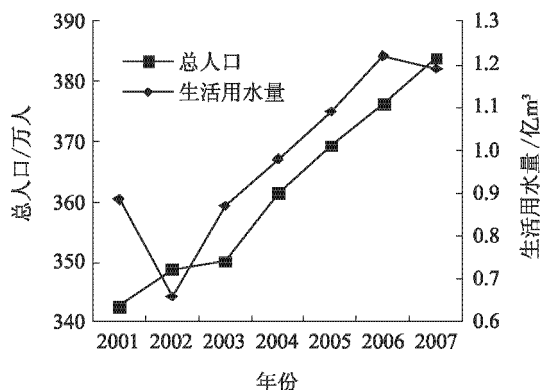


图 3 2001—2007 年喀什地区总人口与生活用水量的变化

速增长<sup>[18]</sup>。从图 4 可以看出, 2001—2007 年喀什地区城镇公共用水量、生态用水量和城市化率呈上升趋势。将城市化率作为因变量, 城镇公共用水量、生态用水量分别作为自变量, 对它们进行线性回归分析, 发现喀什地区城镇公共用水量、生态用水量和城市化率之间存在明显的相关关系, 相关关系分别为 0.98 和 0.8。

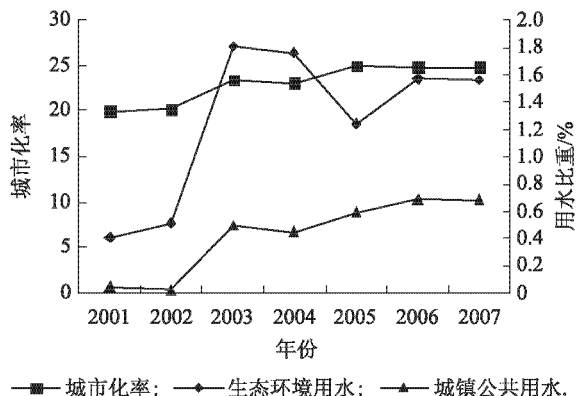


图 4 2001—2007 年喀什地区城市化与城市供水及生态用水比重的变化

## 5 结论与讨论

1) 喀什地区主要的水资源利用类型为农业用水, 研究时段内农业用水量所占比例最大; 工业、城镇公共、生活和生态环境用水量所占比例都很小; 2001—2007 年的 6 年间, 喀什地区总用水量呈增长趋势, 但是, 各种用水类型的比重发生了较明显的变化。

2) 喀什地区各县市在水资源利用类型的变化上也有一定的差异。除了伽师县和疏附县总的用水量减少外, 其他县市的用水量都呈增长趋势, 其中以莎车县的用水增长量最大, 麦盖提、叶城和巴楚县占第二, 喀什市和泽普县排在第三位。

3) 喀什地区水资源利用类型变化的主要驱动力有人口因素、经济因素以及城市化因素。它们从不同的

角度影响喀什地区用水结构。

4) 在今后的水资源利用过程中, 必需严格控制农业用水量不再减少, 在保证粮食安全的前提下, 保持现有生态用水量, 适当增加城镇公共用水量, 提倡日常生活节约用水, 通过各种方式控制生活用水量。同时, 促使水资源高效利用, 不能以盲目的扩大工业用水增量来换取经济发展的低水平、粗放性增长。

## 6 参考文献

- [1] 吴鹏飞. 韩城水资源利用变化的时空特征分析[J]. 中国地质大学学报: 社会科学版, 2008, 8(2): 76
- [2] 鲍超, 方创琳. 河西走廊城市化与水资源利用关系的量化研究[J]. 自然资源学报, 2006, 21(2): 301
- [3] 王静爱, 苏筠, 刘目兴. 渤海海冰作为淡水资源的开发利用与区域可持续发展[J]. 北京师范大学学报: 社会科学版, 2003, 177(3): 85
- [4] Office to Combat Desertification and Drought. Aridity zones and dry land populations: an assessment of population levels in the world's dry lands [M]. New York: UNSO/UNDP, 1997
- [5] 施雅风. 气候变化对西北华北水资源的影响[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 1995
- [6] 李元寿, 贾晓红. 西北干旱区水资源利用中的生态环境问题及对策[J]. 水土保持研究, 2006, 13(1): 217
- [7] 丛振涛. 干旱区地下水的可持续利用[J]. 中国给水排水, 2006, 26(增刊): 152
- [8] 任倩. 西北干旱区水资源可持续利用的流域管理浅析[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(32): 10427
- [9] 李海涛, 许学工. 民勤绿洲水资源利用分析[J]. 干旱区研究, 2007, 24(3): 287
- [10] 周宏飞, 张捷宾. 新疆的水资源可利用量及其承载能力分析[J]. 干旱区地理, 2005, 28(6): 756
- [11] 叶茂, 徐海量, 宋郁东, 等. 塔里木河流域水资源利用面临的主要问题[J]. 干旱区研究, 2006, 23(3): 388
- [12] 朱宏, 周宏飞, 陈小兵, 等. 新疆喀什地区的地下水资源特征分析[J]. 干旱区研究, 2005, 22(2): 152
- [13] 陈小兵, 周宏飞, 张学仁, 等. 新疆喀什噶尔冲积平原区地下水水化学特征[J]. 干旱区地理, 2004, 27(1): 75
- [14] 喀什地区统计局. 喀什地区统计年鉴 2008[M]. 喀什: 年鉴社, 2008
- [15] 方创琳, 鲍超, 乔标, 等. 城市化过程与生态环境效应[M]. 北京: 科学出版社, 2008
- [16] 赵卫, 刘景双, 顾康康, 等. 辽宁省水资源利用的比较优势分析[J]. 资源科学, 2008, 30(10): 1449
- [17] 马国军, 林栋, 王万雄. 石羊河流域水资源利用与经济发展系统分析[J]. 中国沙漠, 2009, 29(5): 1003
- [18] 王小军, 蔡焕杰, 张鑫, 等. 区域水资源开发利用与城镇化关系研究: 以榆林市为例[J]. 水土保持研究, 2008, 15(3): 108

## TEMPORAL AND SPATIAL CHANGE OF WATER USE AND THE DRIVING MECHANISM IN KASHGAR DISTRICT, XINJIANG

ANWAER Maimaitiming<sup>1, 2, 3)</sup> ZHANG Xiaolei<sup>2)</sup> TASHKIN Jappar<sup>2)</sup>

( 1) School of Geographic Sciences and Tourism of Xinjiang Normal University, 830054, Urumchi, China;

2) Institute of Ecology and Geography of Chinese Academy of Science, 830011, Urumchi, China;

3) Graduate Institute of Chinese Academy of Science, 100049, Beijing, China)

**Abstract** Located in the middle of central Asia, Kashgar district has a very dry climate (total water resources of  $97.68 \times 10^8 \text{ m}^3$ ). In recent years, along with economic development and population growth, demand on water resources in Kashgar district increased rapidly and significant changes in water utilization have occurred. Based on water use data in each county, this paper analysed total water uses, types and spatial changes from 2001–2007. It was found that, during the 6 years in this study, total water use increased, but there were marked disparities in different water use types. Agricultural water use increased most rapidly, followed by water used for biological protection. Industrial water use, public water use and consumption increased slightly. There were considerable spatial disparities in water use types in different counties and cities. In these 6 years, except for the Payzawat county and Shufu county, total water use showed increasing trend, among which Yarkent county demonstrated the highest increase. From the view point of different water use types, water used for agriculture increased in all counties excluding Payzawat and Shufu counties; water use for industry showed the highest increase in Kashgar city and Kagilik county; water for public use increased in all counties and cities; water use for consumption increased in Yarkent, Kagilik, Barchuk, Yengisar, Makit, Shufu and Shule counties, but decreased in Yopurga, Payzawat counties and Kashgar city; water use for biological protection increased in all counties and cities with the exception of Payzawat county. It is concluded that population growth, economic development and urbanization are the main driving factors for changes in water use in Kashgar district.

**Key words** Kashgar district; water resources; utilization types; changing characteristics; driving mechanism