

# 艾比湖流域城镇化与水土资源效益测评及协调性分析

吕梦婷<sup>1</sup>,王宏卫<sup>1</sup>,杨胜天<sup>1,2</sup>,王慧<sup>1</sup>,王盼<sup>1</sup>,刘香云<sup>1</sup>,王媛媛<sup>1</sup>

(1.新疆大学 资源与环境科学学院;绿洲生态教育部重点实验室,乌鲁木齐 830046;

2.北京师范大学 水科学研究院,北京 100875)

**摘要:**为推动艾比湖流域城镇与水土资源开发的协调发展并深化研究,以艾比湖流域各县市为研究对象,构建城镇化与水土资源效益评价指标体系,运用熵值法和主成分分析法计算并评价 2005、2010 和 2015 年 3 个时间点的城镇化水平、土地资源效益和水资源效益;利用耦合协调度模型分析三者的耦合状况及协调发展状态。结果表明:2005—2015 年艾比湖流域城镇化水平与水土资源效益整体不高,水资源效益发展速度明显低于其他二者的发展速度,其中独山子区发展最好,温泉县较低;各县市的城镇化水平和水土资源效益的耦合度和协调发展度类型差异较大,各城镇的耦合度类型从主要集中在拮抗阶段到磨合阶段,协调发展度类型由勉强失调转变为初级协调。

**关键词:**艾比湖流域;城镇化;水土资源效益

**中图分类号:**K901.8;X24

**文献标志码:**A

中国在实施西部大开发和丝绸之路战略过程中,水土资源为城镇化水平的不断提高起着重要的支撑作用,其高效利用是城镇发展的重要目标和必要保障<sup>[1]</sup>。对于干旱区内陆河流域而言,以绿洲灌溉农业为基础的城镇是人地关系最为敏感的区域<sup>[2]</sup>。水土资源作为绿洲城镇发展的关键因素,其开发利用与城镇发展的相互作用强烈,随着城镇化的推进,水土资源对绿洲城镇发展的制约性愈发明显<sup>[3-4]</sup>。绿洲城镇化发展水平应当与水土资源利用效益保持一致。学者们在城镇化与水资源研究方面,主要探讨了水资源对城市化的约束强度及其时空变化<sup>[5-6]</sup>、城市化对水质的影响<sup>[7-8]</sup>、城市化对水量的影响<sup>[9]</sup>、城市发展与水环境变化之间的耦合协调关系<sup>[10-12]</sup>等。在城镇化与土地资源研究方面,分析了城镇化过程中土地利用特征及城镇扩展的空间格局演化<sup>[13-15]</sup>、城镇化与土地生态系统服务价值空间相关特征<sup>[16]</sup>、土地利用效益与城镇化的耦合协调关系<sup>[17]</sup>等。对城镇化与水土资源的研究包括对城镇化与水土资源效益耦合协调度分析<sup>[18-20]</sup>及其时空格局演化研究<sup>[1,3]</sup>。艾比湖是新疆维吾尔自治区的第一大咸水湖泊,整个流域是天山北坡地区的生态环境屏障,也是典型的生态环境脆弱区<sup>[21]</sup>。近年来,对艾比湖流域的研究主要集中在水资源供需分析及承载力研究<sup>[22-23]</sup>、气候变化及人类活动对水资源的影响<sup>[24]</sup>等方面。国内外学者们将水资源或土地资源作为单一要素分析与城镇发展之间的关系和对艾比湖流域水文及生态安全的研究较多,将水土资源与艾比湖流域城镇发展相结合对其进行评价并探讨三者是否处于协调状态的研究目前还没有。

本文通过构建城镇化与水土资源效益的评价指标体系,运用熵值法和主成分分析法计算并评价 2005、2010 和 2015 年 3 个时间点的城镇化水平、土地资源效益和水资源效益,两种方法对比提高评价的准确性;利用耦合协调度模型分析三者的耦合状况和协调发展状态。这对深化绿洲城镇与水土资源研究,推动艾比湖流域城镇与水土资源开发的协调发展具有重要的理论意义。

**收稿日期:**2018-04-08;**修回日期:**2018-06-19.

**基金项目:**国家自然科学基金(41861037;U1603241);新疆维吾尔自治区自然科学基金项目(2016D01C053).

**作者简介:**吕梦婷(1994—),女,新疆乌鲁木齐人,新疆大学硕士研究生,主要研究方向为绿洲聚落变迁与区域发展,E-mail:lvmt428@163.com.

**通信作者:**王宏卫(1967—),男,新疆石河子人,新疆大学教授,主要从事干旱区绿洲生态环境与人文影响研究,E-mail:wanghw\_777@163.com.

## 1 研究区概况

艾比湖流域位于新疆准噶尔盆地内陆区,界于  $43^{\circ}38' \sim 45^{\circ}52'N, 80^{\circ}53' \sim 86^{\circ}02'E$  之间,南、西、北三面环山,东部与准噶尔盆地平原相连;流域面积为  $50\,621\text{ km}^2$ ,其中艾比湖为新疆最大的咸水湖,湖泊面积为  $542\text{ km}^2$ [22]。由于博尔塔拉河、精河、奎屯河,分别从西、南、东三个方向注入艾比湖,成为湖水的主要来源,因此流域地跨博尔塔拉蒙古自治州(简称博州)的博乐市、双河市、精河县和温泉县,塔城地区的乌苏市,伊犁哈萨克自治州直属的奎屯市以及克拉玛依的独山子区。流域深居内陆且水汽被高山阻挡,气候干燥少雨,蒸发量大,沙尘暴活动频繁,水资源短缺,生态环境脆弱。流域内为典型的绿洲灌溉农业,面积虽不大,但总人口有 105.3 万人,占新疆的 4.46%,GDP 有 729 亿元,占新疆的 7.8%。近年来,由于城镇化进程加快,水土资源利用强度加大,导致城镇化、水资源与土地资源之间的矛盾日益突显。

## 2 数据来源与研究方法

### 2.1 城镇化与水土资源效益评价指标体系构建

本文的数据资料来源于艾比湖流域各县市 2005、2010 及 2015 年的统计公报和《新疆维吾尔自治区统计年鉴》。通过借鉴有关城镇化与水土资源利用效益的研究成果[11,17-20]并结合艾比湖流域各县市的特点,按照客观性、科学性、可行性、数据的可获得性等原则,城镇化水平从人口、经济、社会城镇化 3 个方面选取了 10 个评价指标,水土资源利用效益从经济、社会与生态环境效益 3 个方面选取了 21 个评价指标,构建了艾比湖流域城镇化与水土资源效益评价指标体系(表 1)。

### 2.2 研究方法

熵值法是一种客观赋权法,其根据各项指标观测值所提供的信息的大小来确定指标权重。研究采用熵值法确定指标权重,可以消除主观因素的影响,得到较为客观可信的结果[18],具体步骤如下:1)将数据进行标准化,正向指标(指标值越大对系统越有利): $X_{kij} = \frac{a_{kij} - \min\{a_{kij}\}}{\max\{a_{kij}\} - \min\{a_{kij}\}}$ ,逆向指标(指标值越小对系统越

有利): $X_{kij} = \frac{\max\{a_{kij}\} - a_{kij}}{\max\{a_{kij}\} - \min\{a_{kij}\}}$ ;2)计算第  $k$  个年份第  $i$  个地区第  $j$  项指标的比重: $P_{kij} = X_{kij} / \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^m X_{kij}$ ;3)计算第  $j$  项指标的信息熵: $e_j = -\frac{1}{\ln(n \times m)} \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^m (P_{kij} \times \ln P_{kij})$ ;4)计算第  $j$  项指标的

信息效用价值: $d_j = 1 - e_j$ ;5)计算第  $j$  项的权重: $W_j = d_j / \sum_{j=1}^g d_j$ ;6)计算各评价对象的综合得分: $H_i =$

$\sum_{j=1}^g (W_j \times X_{kij})$ 。以上公式中: $X_{kij}$  为标准化后的值, $a_{kij}$  为第  $k$  个年份第  $i$  个地区第  $j$  项指标的值, $\max\{a_{kij}\}$  和  $\min\{a_{kij}\}$  为  $a_{kij}$  的最大值和最小值, $n$  为年份数, $m$  为区域数, $g$  为评价指标数,并且  $1 \leq k \leq n, 1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq g$ 。

主成分分析法旨在利用降维的思想,把多指标转化为少数几个综合指标[25]。本文利用 SPSS17.0 统计分析软件进行数据处理,得出标准化矩阵的特征根和方差贡献率,然后依据累积贡献率选择主成分并得到成分矩阵[26]。各主成分得分和综合得分的公式如下: $U_{ij} = X_{ij} \sqrt{Y_{ij}}$ ;  $U_j = \frac{Y_{1j}}{Y_{1j} + \dots + Y_{nj}} \times U_{1j} + \dots +$

$\frac{Y_{nj}}{Y_{1j} + \dots + Y_{nj}} \times U_{nj}$ ;其中: $U_{ij}$  为第  $j$  个地区主成分  $i$  的得分, $X_{ij}$  为相应的因子得分, $Y_{ij}$  为相应的方差, $U_j$  为第  $j$  个地区的综合得分, $Y_{nj}$  为第  $j$  个地区主成分  $n$  的方差, $U_{nj}$  为第  $j$  个地区主成分  $n$  的得分。

### 2.3 耦合协调度模型

耦合度是描述各子系统通过相互作用而彼此影响程度的强弱。为评判艾比湖流域各县市城镇化水平与水土资源效益之间的协调程度和发展水平,引入协调发展度,是衡量系统之间或系统内部之间协调状况的指标[27]。计算公式为: $C = \{f(x) \times g(y) \times q(z) / [f(x) + g(y) + q(z)]^3\}^{\frac{1}{3}}$ ,式中: $f(x)$ 、 $g(y)$  和  $q(z)$  分别

表示城镇化水平、土地资源效益、水资源效益的综合评价函数; $C$ 为耦合度,取值范围为 $[0,1]$ ,值为1表明各子系统之间达到高水平耦合,耦合度划分标准如表2所示, $T = \{C \times [f(x) + g(y) + q(z)]/3\}^{\frac{1}{2}}$ ,式中: $T$ 为协调发展度,取值范围为 $[0,1]$ ,值为1,说明三者处于最佳协调状态,值越小,则说明3个系统之间越不协调.其类型划分<sup>[19]</sup>如表3所示.

表1 城镇化与水土资源效益的评价指标体系及权重

Tab.1 Urbanization and land-water resources efficiency comprehensive evaluation index system and weight

目标层	准则层	指标层	权重	属性
城镇化水平	人口城镇化	$X_1$ 非农业人口比例/%	0.025	+
		$X_2$ 二、三产业从业人口比例/%	0.041	+
	经济城镇化	$X_3$ 人均生产总值/(元/人)	0.032	+
		$X_4$ 二、三产业产值占GDP比例/%	0.025	+
		$X_5$ 人均社会消费品零售总额/(元/人)	0.027	+
		$X_6$ 人均工业总产值/(元/人)	0.103	+
	社会城镇化	$X_7$ 城镇居民人均可支配收入/元	0.019	+
		$X_8$ 城镇拥有卫生技术人员数/人	0.020	+
		$X_9$ 城镇普通中学在校学生数/人	0.023	+
		$X_{10}$ 燃气普及率/%	0.035	+
土地资源利用效益	经济效益	$X_{11}$ 地均国内生产总值/(万元/km <sup>2</sup> )	0.055	+
		$X_{12}$ 地均固定资产投资/(万元/km <sup>2</sup> )	0.048	+
		$X_{13}$ 地均工业总产值/(万元/km <sup>2</sup> )	0.104	+
		$X_{14}$ 地均社会消费品零售额/(万元/km <sup>2</sup> )	0.047	+
	社会效益	$X_{15}$ 人口密度/(人/km <sup>2</sup> )	0.045	+
		$X_{16}$ 城镇居民人均居住面积/(m <sup>2</sup> /人)	0.017	+
		$X_{17}$ 人均耕地面积/(hm <sup>2</sup> /人)	0.021	+
	生态效益	$X_{18}$ 人均拥有道路面积/(m <sup>2</sup> /人)	0.016	+
		$X_{19}$ 工业固体废物综合利用率/%	0.020	+
		$X_{20}$ 人均公共绿地面积/(m <sup>2</sup> /人)	0.017	+
		$X_{21}$ 建成区绿化覆盖率/%	0.018	+
水资源利用效益	经济效益	$X_{22}$ 第一产业万元GDP用水量/m <sup>3</sup>	0.015	-
		$X_{23}$ 第二产业万元GDP用水量/m <sup>3</sup>	0.016	-
		$X_{24}$ 第三产业万元GDP用水量/m <sup>3</sup>	0.024	-
	社会效益	$X_{25}$ 城镇供水总量/(10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> )	0.036	+
		$X_{26}$ 城镇用水普及率/%	0.019	+
		$X_{27}$ 排水管道密度/(km/km <sup>2</sup> )	0.024	+
		$X_{28}$ 有效灌溉面积/(hm <sup>2</sup> )	0.022	+
	生态效益	$X_{29}$ 城镇生活污水处理率/%	0.023	+
		$X_{30}$ 工业废水达标排放率/%	0.019	+
		$X_{31}$ 生态环境用水量/(10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> )	0.044	+

表2 耦合度类型划分

Tab.2 Coupling degree of type

$C$ 的取值范围	$0 \leq C \leq 0.3$	$0.3 < C \leq 0.5$	$0.5 < C \leq 0.8$	$0.8 < C \leq 1$
$C$ 的类型	低水平耦合	拮抗耦合	磨合耦合	高水平耦合

表 3 协调发展度类型划分  
Tab.3 Coordinate the development of type

T 的取值范围	$0 \leq T < 0.10$	$0.10 \leq T < 0.20$	$0.20 \leq T < 0.30$	$0.30 \leq T < 0.40$	$0.40 \leq T < 0.50$
T 的类型	极度失调	严重失调	中度失调	轻度失调	濒临失调
T 的取值范围	$0.50 \leq T < 0.60$	$0.60 \leq T < 0.70$	$0.70 \leq T < 0.80$	$0.80 \leq T < 0.90$	$0.90 \leq T \leq 1$
T 的类型	勉强协调	初级协调	中级协调	良好协调	优质协调

### 3 结果分析

#### 3.1 城市化水平与水土资源效益综合水平测度

利用熵值法计算得到 2005、2010、2015 年艾比湖流域各县市的城镇化水平和水土资源效益的综合得分并在空间上表示出来(图 1)。

艾比湖流域城镇化水平在这 10 多年内基本上实现稳步提高,但整体水平不高,独山子区的城镇化水平综合得分远远高于其他城镇,奎屯市次之,乌苏市、博乐市再次,精河县、温泉县较落后,这种格局在 10 多内基本未发生变化;其中双河市城镇化水平的增长速度最快.2005—2015 年艾比湖流域土地资源利用效益,除独山子区以外,基本上实现稳步提高,但独山子区的综合得分始终远高于其他地区;其中精河县土地资源效益的增长速度最快.然而,在水资源利用效益方面,乌苏市、奎屯市和独山子区呈现逐步降低趋势。

2005、2010、2015 年艾比湖流域总体城镇化水平指数均值分别为 0.103、0.106、0.116,土地资源效益指数均值为 0.117、0.128、0.130,水资源效益指数均值为 0.104、0.104、0.103.在发展速度上,水资源效益发展速度明显低于城镇化水平和土地资源效益的发展速度,说明艾比湖流域城镇化与水土资源效益的发展不是同步进行、协调一致的,且城镇化和土地资源效益的发展并未有效带动水资源效益的增长。

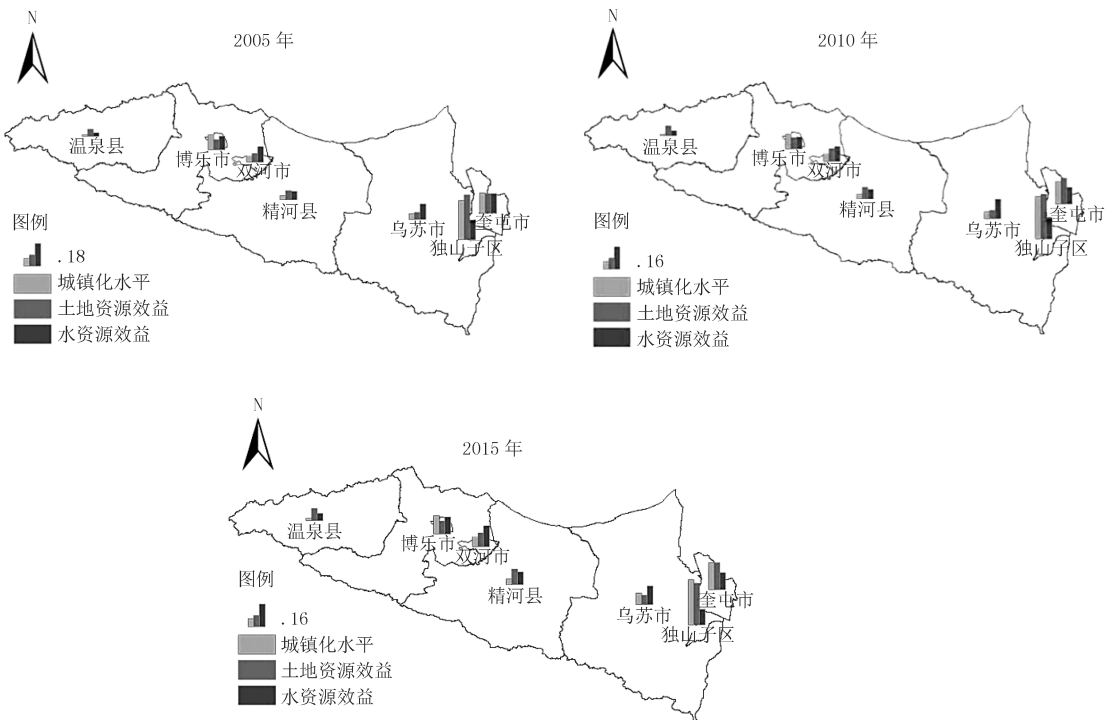


图 1 城镇化水平与水土资源效益综合水平

Fig.1 Comprehensive level of urbanization and land-water resources efficiency

#### 3.2 主成分分析

运用 SPSS17.0 软件,基于构建的艾比湖流域城镇化与水土资源效益评价指标体系和获取的数据,进行主成分分析.特征值是表示主成分影响程度大小的指标,累计贡献率大于 85% 的才可被纳入选取标准<sup>[25]</sup>.根据计算结果,在 2005 年、2010 年、2015 年城镇化与水土资源效益指标体系中均选取前 3 个作为主成分因子,

前3项的累计值分别为94.139%、87.654%、85.525%，基本可以反映原指标的大部分信息。

为了更好地表明各主成分与各指标之间的关系,利用SPSS17.0继续分析,得到了主成分矩阵(表4),反映了各主成分因子对原始指标的载荷状况.表4的主成分结果分析表明,2005及2010年城镇化与水土资源效益指标体系中二、三产业从业人口比重( $X_2$ )、人均GDP( $X_3$ )、地均国内生产总值( $X_{11}$ )、人口密度( $X_{15}$ )、城镇生活污水处理率( $X_{29}$ )和生态环境用水量( $X_{31}$ )在主成分1中作用明显,2015年则是二、三产业从业人口比重( $X_2$ )、地均国内生产总值( $X_{11}$ )和固定资产投资( $X_{12}$ )显著;2005年在主成分2中占比较大的是城镇居民人均居住面积( $X_{16}$ )、人均拥有道路面积( $X_{18}$ )和第三产业万元GDP用水量( $X_{24}$ ),2010年则是城镇拥有卫生技术人员数( $X_8$ ),2015年占比较大的是建成区绿化覆盖率( $X_{21}$ )、第三产业万元GDP用水量( $X_{24}$ )和城镇用水普及率( $X_{26}$ );2005年第一产业万元GDP用水量( $X_{22}$ )和城镇供水总量( $X_{25}$ )在主成分3中占据绝对的影响地位,2010年占比较大的是人均社会消费品零售总额( $X_5$ )和工业废水达标排放率( $X_{30}$ ),2015年则是人均公共绿地面积( $X_{20}$ ).以上对指标提取分析的结果表明,人口增长、经济发展水平、城市化与居民生活水平的提高及城镇配套设施及人员的完善,促进了土地资源利用效益和城镇化水平的提高;产业结构和水资源利用结构是区域经济效益增长和生态环境优化的关键影响因素。

按照主成分分析公式,计算各主成分得分和综合得分,所得结果(图2)与熵权法计算综合得分所得的结果基本一致.若综合得分为正,表明该主成分在平均发展水平之上,且得分越高,说明该地区城镇化与水土资源效益越好.图中横轴表征2010年艾比湖流域城镇化与水土资源效益主成分分析综合得分,纵轴表示2015年综合得分,气泡大小则表示2005年综合得分.从图中可以看出,2005、2010及2015年独山子区的城镇化与水土资源效益发展最好,奎屯市次之,温泉县、精河县的效益较低。

### 3.3 耦合协调度分析

以上两种方法所得结果大致相同,基本符合实际情况,说明本文所建的指标体系具有一定的合理性和可行性.按照耦合度和协调发展度计算公式,计算艾比湖流域各城镇在2005、2010、2015年的耦合度和协调发展度,然后对照类型划分表,得出流域内各城镇的耦合度及协调发展度类型(表5)。

艾比湖流域各县市的城镇化水平和水土资源效益耦合度值介于0.115 8~0.942 3之间,涵盖耦合度的全部类型,表明2005、2010、2015年各县市的城镇化水平和水土资源效益耦合差异较大.精河县由低水平耦合变为拮抗阶段,博乐市和乌苏市由拮抗耦合变为磨合阶段;温泉县、双河市、奎屯市和独山子区的耦合度类型则一直保持不变;其中独山子区最优是高水平耦合,温泉县的耦合状况较差.各城镇的耦合度类型从主要集中在拮抗阶段到磨合阶段。

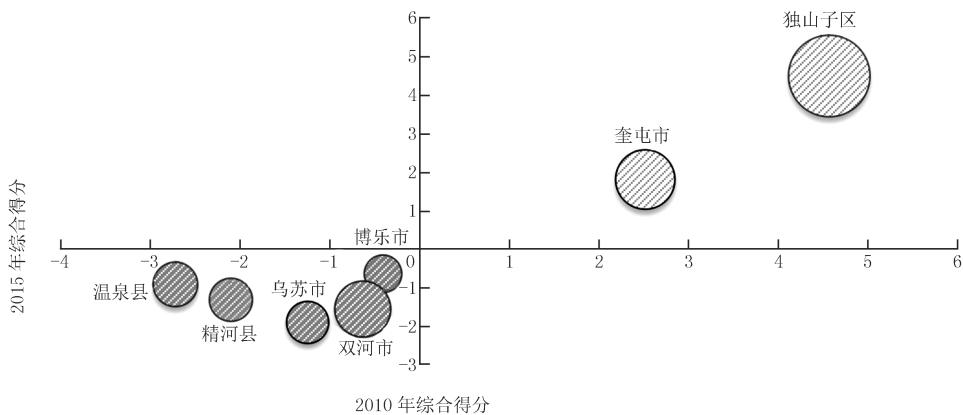


图2 主成分分析综合得分气泡图

Fig.2 Comprehensive score bubble diagram of principal component analysis

协调发展度方面,艾比湖流域各县市的城镇化水平和水土资源效益协调发展度值介于0.255 4~0.923 8之间,2005、2010、2015年各城镇间的协调发展度类型差异较大,且各城镇的协调发展度类型都发生了转变.各城镇的协调发展度均值在逐步提高分别为0.539 0、0.596 2、0.636 8,由勉强失调转变为初级协调发展类型.其中独山子区的协调发展度一直优于其他地区,温泉县和精河县基本还处于较低水平的协调阶段。

表 4 主成分因子对原始指标的载荷状况

Tab.4 The availability of the load factor for the original indicators

	2005			2010			2015		
	成分 1	成分 2	成分 3	成分 1	成分 2	成分 3	成分 1	成分 2	成分 3
X <sub>1</sub>	0.918	-0.032	0.276	0.931	-0.009	-0.148	0.922	-0.002	0.279
X <sub>2</sub>	0.955	-0.013	0.287	0.972	0.066	-0.222	0.973	-0.036	0.186
X <sub>3</sub>	0.986	-0.028	-0.132	0.970	-0.196	0.333	0.859	0.435	-0.147
X <sub>4</sub>	0.920	-0.071	0.293	0.931	0.231	-0.095	0.890	-0.003	0.375
X <sub>5</sub>	0.794	-0.188	-0.563	0.641	0.099	0.695	0.576	0.061	-0.365
X <sub>6</sub>	0.833	0.327	-0.441	0.803	-0.380	0.413	0.746	0.611	-0.143
X <sub>7</sub>	0.906	0.024	-0.400	0.586	-0.265	0.462	0.670	0.002	-0.610
X <sub>8</sub>	0.222	-0.889	0.336	0.213	0.928	-0.186	0.353	-0.908	0.116
X <sub>9</sub>	-0.204	-0.806	0.174	-0.109	0.802	-0.047	-0.004	-0.806	0.106
X <sub>10</sub>	0.941	0.086	-0.141	0.945	-0.008	-0.053	0.819	-0.291	-0.099
X <sub>11</sub>	0.980	0.147	-0.111	0.970	-0.141	0.154	0.941	0.325	-0.075
X <sub>12</sub>	0.942	0.218	-0.222	0.962	0.154	-0.170	0.934	-0.238	0.041
X <sub>13</sub>	0.841	0.329	-0.422	0.812	-0.378	0.402	0.753	0.607	-0.140
X <sub>14</sub>	0.925	-0.067	0.247	0.869	0.313	-0.342	0.771	-0.489	0.092
X <sub>15</sub>	0.954	-0.123	0.189	0.971	0.170	-0.107	0.873	-0.330	0.119
X <sub>16</sub>	-0.361	0.822	0.033	-0.776	0.176	0.079	-0.805	0.289	0.091
X <sub>17</sub>	-0.765	-0.040	-0.448	-0.870	-0.092	0.254	-0.888	0.034	-0.427
X <sub>18</sub>	-0.361	0.837	0.205	-0.497	-0.287	0.058	-0.594	0.194	-0.355
X <sub>19</sub>	0.229	-0.662	-0.435	0.074	0.046	0.604	-0.308	0.439	0.411
X <sub>20</sub>	0.014	-0.002	0.107	0.115	-0.721	-0.334	-0.029	0.434	0.866
X <sub>21</sub>	0.763	0.505	-0.284	0.391	-0.683	0.146	0.001	0.654	0.415
X <sub>22</sub>	0.214	-0.087	0.927	0.351	0.309	-0.840	0.635	0.102	0.557
X <sub>23</sub>	-0.430	0.652	0.468	-0.324	-0.744	-0.578	0.577	0.346	0.146
X <sub>24</sub>	0.361	0.829	0.401	0.567	-0.258	-0.493	0.213	0.687	-0.240
X <sub>25</sub>	0.142	-0.434	0.851	-0.243	0.528	0.040	0.347	-0.787	0.202
X <sub>26</sub>	0.736	-0.256	0.413	0.500	-0.390	-0.225	-0.258	0.777	0.197
X <sub>27</sub>	0.889	0.056	0.168	0.795	0.508	-0.155	-0.368	-0.478	0.468
X <sub>28</sub>	-0.838	-0.287	-0.425	-0.751	0.371	0.536	-0.681	-0.198	-0.651
X <sub>29</sub>	0.956	-0.055	0.098	0.905	-0.011	0.150	0.836	0.124	-0.382
X <sub>30</sub>	0.745	-0.353	-0.528	0.660	0.276	0.652	0.659	-0.011	-0.485
X <sub>31</sub>	0.968	0.110	0.161	0.869	0.169	-0.015	0.721	0.047	-0.458

根据表 5,可以看出:2005—2015 年艾比湖流域各县市的城镇化水平和水土资源效益耦合度及协调发展度的变化趋势大致呈同步稳定上升态势,特别在 2015 年,这种上升趋势更加明显,表明三者彼此相互作用程度不断加强,内部协调性也在不断提高。

## 4 结论与讨论

(1)运用熵值法和主成分分析法所得结果大致相同,基本符合实际情况,说明本文所建的指标体系具有一定的合理性和可行性.通过这两种方法进行测评得到以上结果的原因如下:

表5 城镇化与水土资源效益耦合协调度及类型

Tab.5 Coupling degree of urbanization and land-water resources benefits and coordinated development degree types

	2005				2010				2015			
	C	C的类型	T	T的类型	C	C的类型	T	T的类型	C	C的类型	T	T的类型
博乐市	0.492 1	拮抗耦合	0.573 2	勉强协调	0.571 8	磨合耦合	0.632 1	勉强协调	0.640 2	磨合耦合	0.686 0	初级协调
双河市	0.360 6	拮抗耦合	0.474 5	濒临失调	0.432 3	拮抗耦合	0.524 7	勉强协调	0.480 9	拮抗耦合	0.562 5	勉强协调
精河县	0.241 2	低水平耦合	0.334 3	轻度失调	0.291 2	低水平耦合	0.381 1	濒临失调	0.329 7	拮抗耦合	0.445 9	濒临失调
温泉县	0.115 8	低水平耦合	0.255 4	中度失调	0.181 9	低水平耦合	0.332 8	轻度失调	0.255 8	低水平耦合	0.380 3	轻度失调
乌苏市	0.437 6	拮抗耦合	0.581 1	勉强协调	0.485 9	拮抗耦合	0.629 8	初级协调	0.580 7	磨合耦合	0.642 9	初级协调
奎屯市	0.744 6	磨合耦合	0.713 1	中级协调	0.751 7	磨合耦合	0.771 6	中级协调	0.760 5	磨合耦合	0.816 4	良好协调
独山子区	0.882 2	高水平耦合	0.841 5	良好协调	0.931 6	高水平耦合	0.901 1	优质协调	0.942 3	高水平耦合	0.923 8	优质协调

博州经济基础较为薄弱,以农业为主导,与独山子区、奎屯市和乌苏市的距离较远,相互作用程度较低,随着G312、G30等新疆境内国道建设的顺利完成,艾比湖流域各城镇间的联系日益紧密。独山子区作为我国西部重要的石油化工基地,人口密集,单位面积产出的经济效益较高,但由于其城镇规模较小、土地资源有限等导致土地利用结构不合理,从而降低土地资源利用效益。奎屯、乌苏和独山子以工业为主,产业结构不合理,二、三产业用水量大,环境污染较为严重,生态效益较低,而博州近些年来大力建设节水型社会,优化产业结构,积极实施退耕还林还草项目,提高生态用水比例,因而前者水资源效益在逐年降低,博州水资源效益稳步增长。2014年双河设市并由新疆生产建设兵团第五师实行“师市合一”的管理模式,既使政府充分发挥其职能作用,又使师发挥其在组织化、执行力等方面的优势,并且师利用市这个平台,吸引外资,鼓励非公有制经济发展,有力地推动了双河市二、三产业发展,使人口集聚,就业机会增多,经济快速发展,生产生活条件得到改善,维稳戍边实力不断提高,因而其城镇化水平的增长速度最快。精河县土地资源效益的增长速度最快,是因为近些年精河县政府实行招商引资策略,引进外资投资建厂,城镇扩建增加了建设面积,且三北防护林建设,使得精河县开荒力度加大,许多自然保留地转变为耕地或林地。

综合以上,说明2005—2015年艾比湖流域城镇化与水土资源效益之间并不是同步发展的,且各城镇的发展水平差异大,但总体呈上升趋势。

(2)2005—2015年艾比湖流域各县市的城镇化水平和水土资源效益的耦合度和协调发展度类型差异较大,但总体呈上升态势,耦合度类型从主要集中在拮抗阶段到磨合阶段,协调发展度类型由勉强失调转变为初级协调,与上述评价结论基本一致。

独山子北、西面分别于奎屯市和乌苏市相邻且地处交通要塞,由于其丰富的石油资源,国家还颁布鼓励石油化工产业发展的优惠政策等使独山子的耦合度和协调度最高。温泉县、精河县因为经济基础薄弱,主要以农业为主,发展吸引力不足,基本还处于较低水平的耦合协调阶段。在这10多年内由于艾比湖流域城镇化水平的快速提高,要求扩大城市空间,对水土资源的需求日益旺盛,三者相互交织渗透,因此城镇化发展与水土资源效益相互带动作用逐渐增强。

为促进艾比湖流域绿洲城镇化与水土资源效益和谐发展,未来应围绕建设丝绸之路经济带上重要节点城市为目标,打造独山子特色城区,推动“独奎乌”一体化,向西辐射带动整个博州,通过产业集聚带动人口聚集,完善城市基础设施和公共服务设施,增强综合承载能力,促进兵地协调发展和油地融合发展,同时也要坚持绿化,不断增加城市绿地面积,改善生态环境。

(3)由于数据的获取受到限制,尤其是水资源方面的数据,本文只选取了2005—2015年的3个时间节点进行分析,针对更长的连续的时间序列研究以及更微观区域的研究有待进一步深入。

## 参 考 文 献

- [1] 杨宇,刘毅,金凤君,等.天山北坡城镇化进程中的水土资源效益及其时空分异[J].地理研究,2012,31(7):1185-1197.
- [2] 杜宏茹,刘毅.我国干旱区绿洲城市研究进展[J].地理科学进展,2005,24(2):69-79.
- [3] 杨宇,刘毅,金凤君,等.塔里木河流域绿洲城镇发展与水土资源效益分析[J].地理学报,2012,67(2):157-168.

- [4] 陆大道,陈明星.关于“国家新型城镇化规划(2014—2020)”编制大背景的几点认识[J].地理学报,2015,70(2):179-185.
- [5] Gao X, Yu T F. The temporal-spatial variation of water resources constraint on urbanization in the northwestern China: examples from the Gansu section of west Longhai-Lanxin economic zone[J]. Environment Earth Science, 2014, 71: 4029-4037.
- [6] Fang C L, Xie Y. Sustainable urban development in water-constrained Northwest China: A case study along the mid-section of Silk-Road-Hexi Corridor[J]. Journal of Arid Environments, 2010, 74(1): 140-148.
- [7] Zhao W J, Zhu X D. Water quality changes in response to urban expansion: spatially varying relations and determinants[J]. Environment Science Pollution Research, 2015, 22(21): 16997-17011.
- [8] Ren L, Cui E, Sun H. Temporal and spatial variations in the relationship between urbanization and water quality[J]. Environmental Science and Pollution Research, 2014, 21(23): 13646-13655.
- [9] Huang J C, Lin C C. Stream discharge characteristics through urbanization gradient in Danshui River, Taiwan: perspectives from observation and simulation[J]. Environment Monition Assessment, 2012, 184: 5689-5703.
- [10] 鲍超. 中国城镇化与经济增长及用水变化的时空耦合关系[J]. 地理学报, 2014, 69(12): 1799-1809.
- [11] 张胜武, 石培基, 王祖静. 干旱区内陆河流域城镇化与水资源环境系统耦合分析——以石羊河流域为例[J]. 经济地理, 2012, 32(8): 143-148.
- [12] 熊东旭, 陈荣. 南京城市化与水资源环境耦合关系实证研究[J]. 河南师范大学学报(自然科学版), 2015, 43(5): 95-101.
- [13] Sun A C, Chen T. Land use/cover change and the urbanization process in the Wuhan area from 1991 to 2013 based on MESMA[J]. Environment Earth Science, 2016, 75: 1214-1225.
- [14] Lin X, Wang Y, Wang S, et al. Spatial differences and driving forces of land urbanization in China[J]. Journal of Geographical Sciences, 2015, 25(5): 545-558.
- [15] 杨宇, 刘毅, 董雯, 等. 新疆城镇化与土地资源产出效益的空间分异及其协调性[J]. 生态学报, 2011, 31(21): 6568-6578.
- [16] 姚小微, 曾杰, 李旺君. 武汉城市圈城镇化与土地生态系统服务价值空间相关特征[J]. 农业工程学报, 2015, 31(9): 249-256.
- [17] 王芳萍, 师燕. 西宁市土地利用效益与新型城镇化耦合协调度研究[J]. 水土保持研究, 2016, 23(6): 253-259.
- [18] 梁变变, 石培基. 河西走廊城镇化与水资源效益时空格局演变[J]. 干旱区研究, 2017, 34(2): 452-463.
- [19] 王红. 绿洲城镇化与水土资源利用效益协调度分析——以武威市为例[D]. 兰州: 西北师范大学, 2013.
- [20] 王海英, 贾萍. 武陵山特困区脆弱生态环境与贫困耦合关系空间分布研究[J]. 河南师范大学学报(自然科学版), 2017, 45(6): 18-25.
- [21] 许兴斌, 王勇辉, 姚俊强. 艾比湖流域气候变化及对地表水资源的影响[J]. 水土保持研究, 2015, 22(3): 121-126.
- [22] 董雯, 刘志辉, 朱健. 新疆艾比湖流域水资源供需分析与调控对策研究[J]. 冰川冻土, 2009, 31(4): 766-770.
- [23] 董雯, 刘志辉. 艾比湖流域水资源承载力综合评价[J]. 干旱区地理, 2010, 33(2): 217-223.
- [24] 孟现勇, 孟宝成. 近 60 年气候变化及人类活动对艾比湖流域水资源的影响[J]. 水文, 2015, 35(2): 90-96.
- [25] 李心慧, 朱嘉伟, 王旋, 等. 基于主成分分析的河南省粮食产量影响因素[J]. 河南农业大学学报, 2016, 50(2): 268-274.
- [26] 曹银贵, 周伟. 基于主成分分析与层次分析的三峡库区耕地集约利用对比[J]. 农业工程学报, 2010, 26(4): 291-296.
- [27] 熊建新, 陈端吕. 洞庭湖区生态承载力系统耦合协调度时空分异[J]. 地理科学, 2014, 34(9): 1108-1116.

## Evaluation and coordination analysis of urbanization and land and water resources efficiency in Ebinur Lake Basin

Lyu Mengting<sup>1</sup>, Wang Hongwei<sup>1</sup>, Yang Shengtian<sup>1,2</sup>, Wang Hui<sup>1</sup>, Wang Pan<sup>1</sup>, Liu Xiangyun<sup>1</sup>, Wang Yuanyuan<sup>1</sup>

(1. College of Resources and Environment Science; Key Laboratory of Oasis Ecology, Ministry of Education, Xinjiang University, Urumqi 830046, China; 2. Department of Geography, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

**Abstract:** In order to promote and deepen the coordinated development of urbanization, water and land resources in Ebinur Lake Basin, counties and cities of which were taken as the study area. With evaluation index system constructed, by means of entropy method and principal component analysis, this paper calculated and evaluated the urbanization level, water and land resources efficiency in year 2005, 2010 and 2015, respectively. Coupled degree model was applied to analyze the coupled coordination development. The results showed that from 2005 to 2015, the urbanization level, water and land resources efficiency of Ebinur Lake Basin were not high and the development speed of water resources efficiency was obviously lower than the others. Among all counties and cities, the efficiency development of Dushanzi district was the best and that of Wenquan country was the lowest. With the coupled coordination development degree of counties and cities varied greatly, the coupled types concentrated from the antagonism stage to the grinding stage, and the coordination development types were turned from uncoordination into primary coordination.

**Keywords:** Ebinur Lake Basin; urbanization; land and water resources efficiency

[责任编辑 赵晓华]