天山北坡区域发展与生态环境协调度评价

唐 宏[1,2],杨德刚[1],乔旭宁[1,3],杨 莉[1,2],王国刚[1,2]

(1. 中国科学院新疆生态与地理研究所,乌鲁木齐 830011; 2. 中国科学院研究生院,北京 100049;
3. 河南理工大学 测绘与国土信息工程学院,焦作 454003)

摘 要:选取与区域发展水平和生态环境状况密切相关的 34 个指标,分别建立区域发展、生态环境综合评价指标体系,利用综合型协调度评价方法,构建了天山北坡经济带区域发展—生态环境协调度评价模型,对区域发展与生态环境之间的协调度及其整体发展水平作了定量研究。研究表明,天北各县市区域发展水平不均衡,生态环境条件不一致,各县市区域发展水平与生态环境的协调性也不尽相同。以协调度为分类标准,结合协调发展度与区域发展、生态环境综合评价指数,将天山北坡各县市分为 3 种类型:①同步协调型,包括石河子、米泉、阜康、奎屯、昌吉和玛纳斯;②趋近协调型,包括乌鲁木齐、克拉玛依、呼图壁、博乐、奇台、木垒;③生态主导型,包括温泉、精河、乌苏、沙湾、吉木萨尔。针对不同类型区域发展水平与生态环境状况,分析其社会经济与生态环境协调发展的制约因素与关键所在,并在此基础上提出相应的可持续发展对策。

关 键 词:协调度;区域发展;生态环境;综合评价;天山北坡

随着经济的飞速发展、社会的不断进步,“和谐”成为时代的主题,“效率优先、兼顾公平”成为社会发展的主旋律。发展是系统自身的深化过程,而协调是指多个系统或系统内部各要素间的良性关联[1]。系统内部各要素处于不断变化中,系统本身也在不断发展,导致对协调度的评价具有很强的动态复杂性。目前,国内外学者提出多种方法对协调度进行评价。Mingworth 首先提出借鉴物理学中的耦合度函数来计算协调度[2];孟庆松从系统学角度提出了协调度、协调机制等概念,并在此基础上提出了融合子系统有序度和复合系统协调度的计算模型[3];戴西超在因子分析法基础上,建立了复合系统可持续发展协调度模型[4];韩跃在进行区域经济—环境系统管理模型的协调度研究时,提出采用绝对协调度和相对协调度 2 种方法来衡量经济环境系统的协调发展水平[5]。

随着协调度评价模型的日趋成熟,不同学者分别构建了城市交通—土地利用复合系统协调度、城乡协调度、城镇化发展与产业结构演进系统等多种评价指标体系[6-9],将其运用到不同的复合系统,并提出了多种协调度测算方法。在社会、经济、资源、生态与环境之间,协调度评价模型应用最广。在国外,Konstantion 等提出在不确定信息下,利用专家知识系统进行环境—经济协调模型的构建[10],Howarth 等提出了协调发展理论,试图通过反馈环节实现社会与生态系统之间的共同发展[11]。在国内,自吴跃明等以自组织理论和协同学为依据建立了环境经济协调度模型,定量化微分方程和灰色系统理论开始引入其中,水资源生态经济系统、区域农业系统、3E 系统等评价指标体系相继建立,从多个角度对经济、资源、生态与环境间各复合系统的协调度与协调机制进行研究[12-18],环境经济复合系统协调度评价方法日益成熟和完善。

目前协调度的评价方法主要有距离协调度、变化协调度和综合协调度 3 类[19]。3 种评价方法各有优缺点,距离型协调度模型侧重于描述系统内部各要素间的协调性,而将系统协调等同于系统间的相似性或同步性;变化型协调度模型描述了系统间的协调关系,但用系统间变化的一致程度描述系统间的协调度时,协调与否的判断标准难以确定;综合型协调度模型从整体发展状态考察了系统的协调度,充分体现了系统集成的观点,但无法反映系统

收稿日期:2009-02; 修订日期: 2009-04.

基金项目:天山北坡经济带战略规划项目;中国科学院“西部博士资助项目”(XBBS200805);新疆维吾尔自治区主体功能规划研究(0743161)。

作者简介:唐宏(1985-),男,四川金堂人,博士生,主要从事农业农村发展、区域可持续发展研究。E-mail:tanghongwa@126.com

通讯作者:杨德刚(1962-),男,新疆阜康人,研究员,博士生导师,主要从事区域发展、干旱区绿洲农业研究。
E-mail:dgyang@ms.xjb.ac.cn

间的发展规律与内在关系。本文以综合型协调度评价为基础，结合多种评价方法，以天山北坡经济带为研究对象，分别建立区域发展、生态环境评价指标体系，利用层次分析法求出各自的综合指数，并进行协调度和协调发展度的计算，对各县市区域发展与生态环境之间的协调度及其整体发展水平进行评价。在评价结果的基础上，以协调度为标准，结合协调发展度与生态环境、区域发展的评价值，对天北各县市的区域发展—生态环境协调性进行分类，进一步提出了相应的可持续发展对策。

1 研究区概况

天山北坡经济带位于天山北麓，准噶尔盆地南缘，是形成于山麓洪—冲积扇的条带状绿洲带。地势南高北低，自南向北依次为中高山带、前山带、绿洲区、绿洲荒漠过渡带以及北部沙漠区，生态系统由山地、绿洲、荒漠三大类型组成。它以乌鲁木齐为中心，东起木垒县，西至温泉县，行政区划上包括乌鲁木齐市、昌吉回族自治州(简称昌吉州)、博尔塔拉蒙古自治州(简称博州)、克拉玛依市、石河子市、五家渠市、塔城地区的乌苏市和沙湾县以及伊犁哈萨克自治州的奎屯市等 17 个县市。研究区总面积 15.12 万 km^2，占全疆总面积的 9.08%，2006 年末总人口 570.85 万人，占全疆总人口的 27.85%(图 1)。由于其丰富的自然资源与便捷的交通条件，天山北坡经济带在新疆具有特别重要的战略地位，对全疆的经济发展具有举足轻重的作用。该地区城镇密集、产业集中，是新疆经济总体规模最大、产业发展速度最快、工业化发展水平最高的区域。2006 年，该地区国内生产总值达 1689.28 亿元，占全疆的 55.48%，人均 GDP 高达 29592.39 元，为全疆人均 GDP15000 元的近 2 倍。人口与经济的高密度，使得天山北坡经济带成为辐射带动全疆社会经济发展的核心区。但是，受干旱区气候环境的影响，生态环境脆弱、不稳定成为天山北坡经济带开发建设的最大限制因素。土地沙化、盐渍化等生态环境问题已严重影响了天北的社会经济发展，水资源紧缺更是主要的约束条件。作为新疆人类活动最剧烈的区域，密集的经济活动对区域大气环境与水环境的影响也很大。资源的过度开发与不合理利用，将带来严重的生态环境问题。社会经济发展与生态环境是否协调，关系着区域的发展进程，影响着新疆社会经济进步的全局。

2 协调度评价方法

2.1 评价指标体系构建

对于评价指标的选择，运用较广的方法有：频度分析法、理论分析法、专家咨询法等[20-22]。频度分析法是指从相关研究论文中查找各项指标并进行频度统计，从中选择使用频率较高的指标；理论分析法是参照研究区域的自然、经济、社会等各方面特征，选择能够反映区域特点的指标；专家咨询法是在初步提出评价指标的基础上，进一步征询专家意见，对指标进行调整。本文综合运用以上方法，结合天山北坡经济带区域发展与生态环境的特点和实际情况，按照科学性、系统性和实用性原则，经过筛选与综合，从经济发展水平、社会发展水平与生态环境状况 3 个方面选取了 34 个具有代表性的评

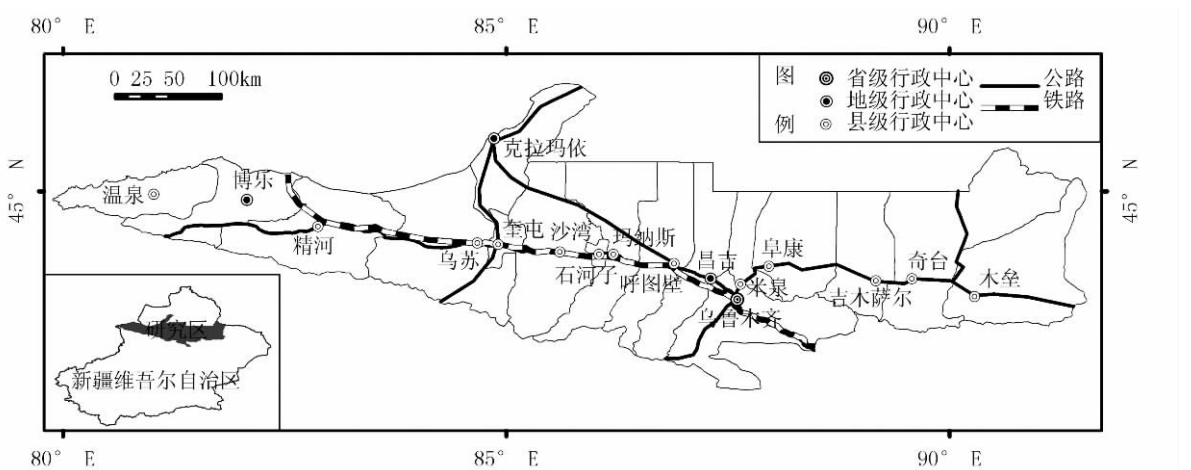


图 1 天山北坡地理位置及行政区划图

Fig.1 Geographical location and administrative divisions of the northern slope of the Tianshan Mountains

表 1　天山北坡经济带区域发展—生态环境协调度评价指标体系及权重

Tab.1　Coordination degree evaluation index system and relative weights between regional development and ecological environment

目标层	系统层		指标层				方向
			一级指标	权重	二级指标	权重	
区域发展——生态环境协调度	区域发展综合指数	经济发展水平	A 经济规模	0.27	A_1 地区生产总值	0.64	正
					A_2 工业总产值	0.36	正
			B 经济发展速度	0.24	B_1GDP 增长率	0.68	正
					B_2 规模以上工业企业工业增加值率	0.32	正
			C 经济结构	0.15	C_1 工业产值比重	0.43	正
					C_2 第三产业从业人口比重	0.57	正
			D 经济效益	0.34	D_1 规模以上工业企业工业经济效益综合指数	0.34	正
					D_2 万元 GDP 耗电量	0.20	逆
					D_3 人均 GDP	0.46	正
		社会发展水平	E 城市化水平	0.23	E_1 非农人口比重	0.63	正
					E_2 万人拥有建成区面积	0.37	正
			F 基础设施建设	0.20	F_1 公路网密度	0.44	正
					F_2 人均邮电业务量	0.15	正
					F_3 城镇人均固定资产投资总额	0.41	正
			G 人民生活水平	0.39	G_1 恩格尔系数	0.28	逆
					G_2 人均年末储蓄存款余额	0.28	正
					G_3 人均社会消费品零售总额	0.44	正
			H 科技进步水平	0.18	H_1 科教投入占财政支出比重	0.55	正
					H_2 每万人拥有专业技术人员数	0.45	正
	生态环境综合指数		I 资源条件要素	0.30	I_1 人均水资源总量	0.41	正
					I_2 人均耕地面积	0.25	正
					I_3 人均粮食作物播种面积	0.13	正
					I_4 人均有效灌溉面积	0.21	正
			J 生态条件要素	0.22	J_1 建成区绿化覆盖率	0.27	正
					J_2 人均公共绿地面积	0.26	正
					J_3 人均可开发利用水资源量	0.47	正
			K 生态压力要素	0.30	K_1 单位水资源产值	0.31	正
					K_2 亩均粮食产量	0.21	正
					K_3 水土流失面积占国土总面积比重	0.22	逆
					K_4 土地沙化面积占国土总面积比重	0.26	逆
			L 环境威胁要素	0.18	L_1 万元工业产值 COD 排放量	0.31	逆
					L_2 万元工业产值氨氮排放量	0.13	逆
					L_3 万元工业产值 SO_2 排放量	0.33	逆
					L_4 万元工业产值固体废弃物排放量	0.23	逆

价指标。

在评价指标选取的基础上,按照指标体系的构建方法,分别建立区域发展、生态环境的综合评价指标体系,再进一步构建由目标层、系统层、指标层构成的天山北坡经济带区域发展—生态环境协调度评价指标体系(表 1)。

2.2AHP 决策分析方法下的指标权重获取[23-24]

指标体系构建后,明确主题,设计指标相对重要性评价表。选择对天山北坡社会经济发展与生态环境研究较多的 20 名专家学者, 以问卷调查的形式,按判断矩阵的标度理论,进行指标间两两相对的重要性比较,确定属于同一上级指标的各指标间重要性排序,获得比较的最终标定值。

在此基础上, 由两两指标间的标定值比值 X_{ij} 和 $X_{ji}=1/X_{ij}$,建立各指标间相对重要性的标定值判断矩阵:

$$F=\begin{vmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ X_{m1} & X_{m2} & \cdots & X_{mn} \end{vmatrix} \tag{1}$$

运用方根法求出判断矩阵 F 的最大特征根所对应的特征向量 W,$W=(W_1,W_2,\cdots,W_n)^T$,其中:

$$W_i=\frac{\sqrt[n]{\prod_{j=1}^{n}X_{ij}}}{\sum_{i=1}^{m}\sqrt[n]{\prod_{j=1}^{n}X_{ij}}} \tag{2}$$

W 的各分量即为各指标的权重分配,对应于同一上级指标的各分量权重之和为 1。为考察 AHP 决策分析方法得出结果的合理性,对判断矩阵进行一致性检验。利用各分指标在上一层次中的权重分配,计算最大特征根 λ_{max},公式为: $\lambda_{max}=\sum_{i=1}^{n}\frac{(AW)_i}{nW_i}$ (3)

式中：$(AW)_i$为向量 AW 的第 i 个分量。在 λ_{max} 计算结果的基础上，计算其一致性指标 CI 与随机一致性比例 CR。

$$CI=\frac{\lambda_{max}-n}{n-1} \tag{4}$$

$$CR=\frac{CI}{RI} \tag{5}$$

式中：RI 为平均随机一致性指标。

当 CI=0 时，判断矩阵具有完全一致性，CI 越大，判断矩阵的一致性越差。当 CR<0.10 时，认为判断矩阵具有令人满意的一致性，若 $CR\geqslant 0.1$，就需要调整判断矩阵的标定值，直到满意为止。在本文中，对各层指标进行一致性检验，所得随机一致性比例 CR 均小于 0.10，因此可以认为判断矩阵令人满意，各指标的权重分配通过一致性检验。

通过计算，得到一级指标相对于系统层的权重分配，以及一级指标下各分指标的权重分配。由于社会发展水平与经济发展水平对区域发展同等重要，故其权重均为 0.5。经过简单求积，分别计算出 19 个二级指标对于区域发展综合评价指数的权重分配与 15 个二级指标对于生态环境综合评价指数的权重分配(表 1)。

2.3 数据处理

各指标数据来源于 2007 年新疆统计年鉴、新疆年鉴、新疆调查年鉴以及各县市的水利年报、环境质量报告书等。由于各类指标的数据差异很大，为消除数据的数量级以及量纲不同所造成的影响，采取极差标准化方法对数据进行标准化处理[25]，公式为：

$$X_{ij}=\frac{x_{ij}-\min(x_j)}{\max(x_j)-\min(x_j)} \tag{6}$$

式中：X_{ij} 为极差标准化后的数据，x_{ij} 为指标原数据，i 为城市序号，j 为指标序号。经过变换处理，数据的数值范围在[0-1]之间，对于同一指标来说，所有县市中最大者为 1，最小者为 0。这使得数据之间消除了量纲的影响，各县市之间的指标具有了可比性。

为统一指标的变化方向，对逆向指标 D_2、G_1、K_3、K_4、L_1、L_2、L_3、L_4 进行变向处理，公式为：

$$\hat{X}_{ij}=1-X_{ij} \tag{7}$$

变向处理后，所有指标均为值越大越好。

2.4 协调度模型的构造

2.4.1 区域发展综合评价函数与生态环境综合评价函数[1]

设正数 X_1，X_2，…，X_m 为描述区域社会经济发展的 m 个指标，正数 Y_1，Y_2，…，Y_n 为描述生态环境的 n 个指标。

$$f(X)=\sum_{j=1}^{m}a_jX_j \qquad g(Y)=\sum_{j=1}^{n}b_jY_j \tag{8}$$

式中：$f(X)$为区域发展综合评价函数，$g(Y)$为区域的生态环境综合评价函数。a_j，b_j 为各指标权重，X_j 与 Y_j 均为经过标准化与变向后的数据。根据此公式，可计算出天北各县市区域发展综合指数与生态环境综合指数。

2.4.2 区域发展—生态环境协调度与协调发展度函数

为评价各县市区域发展与生态环境的协调性，根据区域发展综合评价与生态环境综合评价结果，构造了区域发展—生态环境协调度模型予以定量评价。公式如下：

$$C_i=\left\{\frac{f(X_i)\times g(Y_i)}{\left[\frac{f(X_i)+g(Y_i)}{2}\right]^2}\right\}^K \tag{9}$$

式中：C_i 为区域 i 的协调度，$f(X_i)$为区域 i 的区域发展综合指数，$g(Y_i)$为区域 i 的生态环境综合指数，K 为调节系数。此公式借助离差系数的概念，C_i 的取值在 0~1 之间，C_i 值越大，表明 $f(X_i)$与 $g(Y_i)$之间的离差越小，区域发展与生态环境越协调；反之则越不协调。K 用来对生态环境和区域发展之间进行组合协调，一般 $K\geqslant 2$[26]。为更全面反映区域发展与生态环境的协调程度，利用 C、$f(X)$和 $g(Y)$再构造协调发展度函数：

$$T_i=\alpha f(X_i)+\beta g(Y_i) \tag{10}$$

$$D_i=\sqrt{C_i\times T_i} \tag{11}$$

式中：T_i 为区域 i 的区域发展—生态环境综合评价指数，反映区域发展与生态环境的整体水平；D_i 为区域 i 的协调发展系数，是考察区域协调度与整体发展水平的综合指标；α、β 为待定权重。$0\leqslant T\leqslant 1$，T 越大，表明区域发展与生态环境的整体水平越高；$0\leqslant D\leqslant 1$，D 越大，表明区域的协调发展程度越高。由于区域发展水平与生态环境的保护同等重要，计算 T 值时 α、β 均取 0.5；K 取值为 2[27]。

3 天山北坡经济带协调度评价结果分析

根据公式(6)、(7)对各类指标的原始数据进行标准化与变向处理后，由公式(8)、(9)、(10)、(11)依次计

算出天山北坡各县市的区域发展综合指数、生态环境综合指数、区域发展—生态环境协调度以及协调发展度,结果如表 2 所示。

3.1 区域发展综合评价

对天山北坡经济带的区域发展水平,从经济发展水平与社会发展水平两方面进行综合评价。由评价结果可知,工业化程度较高的克拉玛依、乌鲁木齐、石河子,其区域发展水平也较高,排在天山北坡经济带的前三位。克拉玛依市以石油开采为主导产业,资源丰富, 工业化水平极高,2006 年人均 GDP 为 96006 元,远高于天山北坡其他县市,是排名第二的乌鲁木齐市的 3 倍多。乌鲁木齐作为自治区首府、新疆唯一的特大城市,社会经济发展水平也远高于其他地区[28]。奎屯、昌吉、阜康、米泉等县市,由于交通便捷,社会经济发展水平也较高。农牧业大县如乌苏、沙湾、奇台、木垒等,区域发展水平则较低。除克拉玛依区域发展水平为高,乌鲁木齐为较高,吉木萨尔、温泉、木垒为低外,12 个县市区域发展水平处于中等和较低水平,占天山北坡 17 个县市的 70%(表 3)。整体来看,天山北坡的区域发展水平呈中部高、两端低的态势(图 2)。

表 2　天山北坡经济带各县市区域发展—生态环境协调度评价结果

Tab.2　Evaluation results of coordination degree between regional development and ecological environment of different cities in northern slope of the Tianshan Mountains

区域	区域发展—生态环境协调度				区域发展综合指数		生态环境综合指数	
	C 值	D 值	T 值	C 值排名	f(X)值	排名	g(Y)值	排名
石河子市	0.9999	0.6257	0.3915	1	0.3882	3	0.3949	9
米 泉 市	0.9997	0.6147	0.3780	2	0.3732	4	0.3828	12
奎 屯 市	0.9956	0.5855	0.3443	3	0.3606	5	0.3281	16
阜 康 市	0.9950	0.5918	0.3520	4	0.3343	7	0.3697	13
昌 吉 市	0.9926	0.6014	0.3644	5	0.3422	6	0.3866	11
玛纳斯县	0.9835	0.5976	0.3630	6	0.3300	8	0.3961	8
奇 台 县	0.9586	0.5336	0.2971	7	0.2541	13	0.3400	15
呼图壁县	0.9251	0.5735	0.3556	8	0.2861	9	0.4250	7
乌鲁木齐	0.9213	0.6719	0.4900	9	0.5882	2	0.3918	10
博 乐 市	0.8976	0.5749	0.3683	10	0.2838	10	0.4527	5
木 垒 县	0.8766	0.4123	0.1939	11	0.1450	17	0.2429	17
克拉玛依	0.8707	0.7167	0.5900	12	0.7426	1	0.4374	6
沙 湾 县	0.8092	0.5732	0.4060	13	0.2773	12	0.5346	3
吉木萨尔	0.8028	0.4602	0.2638	14	0.1788	15	0.3489	14
乌 苏 市	0.7889	0.5774	0.4226	15	0.2813	11	0.5640	2
精 河 县	0.7402	0.5012	0.3394	16	0.2126	14	0.4663	4
温 泉 县	0.4325	0.4195	0.4069	17	0.1688	16	0.6449	1

注:米泉市 2007 年已并入乌鲁木齐市,与东山区合并成为米东区,由于本文使用 2006 年数据,故米泉市单独列出。由于数据缺乏,五家渠市不单独列出。

表 3　天山北坡经济带区域发展评价等级

Tab.3　Evaluation grade of the regional development

评价等级	高	较高	中	较低	低
划分标准	≥0.600	0.500~0.599	0.300~0.499	0.200~0.299	≤0.199
县市个数与名称	1 个:克拉玛依	1 个:乌鲁木齐	6 个:石河子、米泉、奎屯、昌吉、阜康、玛纳斯	6 个:呼图壁、博乐、乌苏、沙湾、奇台、精河	3 个:吉木萨尔、温泉、木垒
占天北的比例/%	5.88	5.88	35.30	35.30	17.64

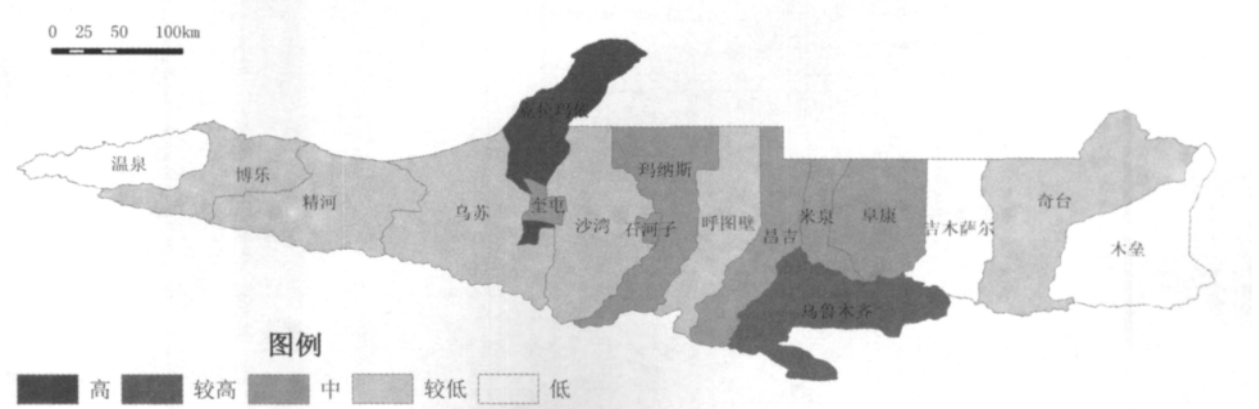


图 2　天山北坡经济带区域发展综合评价示意图

Fig.2　Schematic diagram of the regional development synthesized evaluation

3.2 生态环境综合评价

从资源条件、生态条件、生态压力、环境威胁等方面对天山北坡经济带生态环境进行综合评价，并在计算结果的基础上，对各县市的生态环境进行分等定级。评价结果得知，除温泉为优，乌苏、沙湾、精河、博乐 4 个县市为良，木垒县为差外，其余 11 个县市生态环境综合评价都为中(表 4)。总体来说，天山北坡经济带生态环境属于一般和良好水平。温泉、精河、乌苏等 5 市县境内有多个自然保护区，生态条件与资源条件均较好，生态环境综合评价位居前五。木垒县生态基础差，土地沙化严重，因此其生态环境综合指数得分低。昌吉、米泉、阜康、奎屯等地区，则是由于经济较快发展，水资源紧张，环境恶化严重，导致生态环境综合指数不高(图 3)。

3.3 区域发展—生态环境协调度评价

由协调度评价结果可知，石河子市的生态环境综合指数与区域发展综合指数得分最为接近，区域发展—生态环境协调度达 0.9999；温泉县二者差异最大，协调度仅为 0.4325(图 4)。以欧式距离为聚类依据，运用 SPSS 软件对协调度 C 值进行聚类分析，将其分为五类(表 5)，并根据实际情况做适当调整，将天山北坡经济带 17 县市划分为三种类型(图 5)。

3.3.1 同步协调型

该类型区域包括石河子、米泉、阜康、奎屯、昌

表 4 天山北坡经济带生态环境评价等级

Tab.4 Evaluation grade of the ecological environment

评价等级	优	良	中	差	劣
划分标准	≥0.600	0.450~0.599	0.300~0.449	0.150~0.299	≤0.149
县市个数与名称	1 个：温泉	4 个：乌苏、沙湾、精河、博乐	11 个：乌鲁木齐、米泉、克拉玛依、石河子、昌吉、阜康、呼图壁、玛纳斯、奎屯、吉木萨尔、奇台	1 个：木垒	
占天北的比例/%	5.88	23.53	64.71	5.88	0

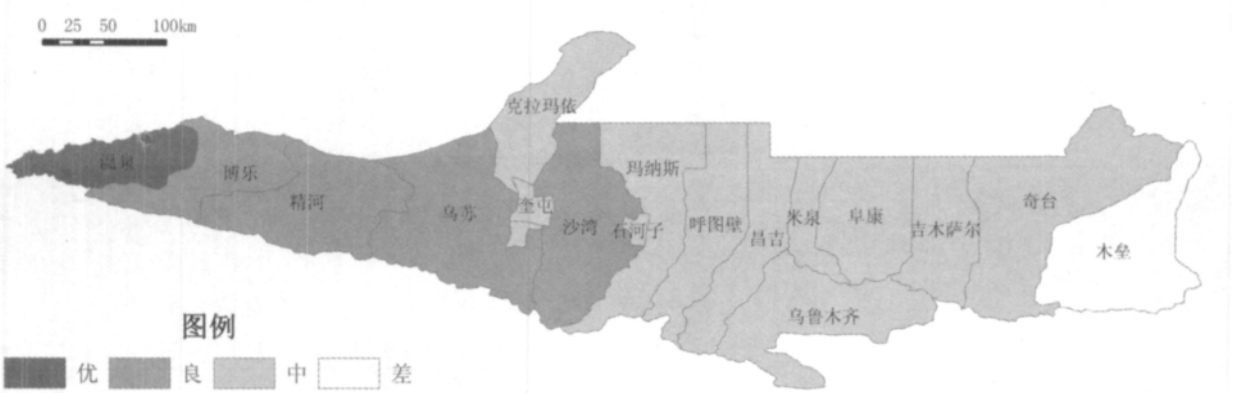


图 3 天山北坡经济带生态环境综合评价示意图

Fig.3 Schematic diagram of synthesized evaluation on ecological environment

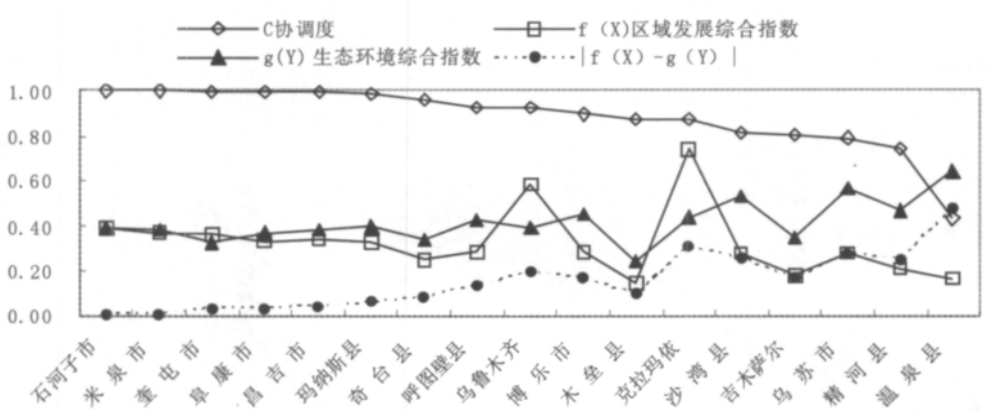


图 4 天山北坡经济带各县市协调度示意图

Fig.4 Schematic diagram of coordination degree between regional development and eco-environmnt of different cities

吉和玛纳斯 6 个县市,其区域发展水平与生态环境状况较为一致，协调度最小的玛纳斯县也达 0.9835。这些县市均为新疆经济发展的核心区域,工业基础良好,社会经济发展较为迅速,区域发展水平普遍较高,处于天山北坡经济带中上水平。人口的高密度、开发的高强度、资源的高消耗,必然对生态环境造成一定破坏。由于这些县市经济发展速度稳定，对生态环境的影响也控制在一定的程度,总体来说较为协调。奎屯的资源与生态条件有限,但地处交通枢纽,经济发展较快,因此不同于其余 5 县市,区域发展综合指数大于生态环境综合指数。

3.3.2 趋近协调型

该类型区域包括奇台、呼图壁、乌鲁木齐、博乐、木垒、克拉玛依 6 个县市。几个县市的协调度在 0.85–0.96 之间，区域发展水平与生态环境建设之间存在不同程度的差异。根据协调发展系数与生态环境、区域发展综合评价指数的大小,该类型县市又可分为三小类,乌鲁木齐与克拉玛依为区域发展超前型，呼图壁、博乐为区域发展相对滞后型,奇台、木垒为生态环境脆弱型。乌鲁木齐是新疆的经济政治中心,是新疆唯一的特大城市,经济发展速度快。克拉玛依石油资源丰富,工业发达,经济发展水平远远高于其他县市。两个城市的生态环境综合指数也较高,但由于社会经济超前发展,导致二者协调度降低。呼图壁、博乐、奇台、木垒四个县市的区域发展综合指数与生态环境综合指数均较低,$f(X)-g(Y)$小于 0,但二者差距在 0.17 以内。博乐和呼图壁生态环境在天北处于中上水平,生态环境保护政策相对严格,而博乐作为博州驻地,具有一定的政策优势,呼图壁的区位条件较好,因此区域发展速度较快,但从其自身生态环境条件来看,区域发展水平相对滞后。奇台、木垒地处天山北坡最东端,临近准噶尔盆地,自然条件较差,降水较少,土地沙化严重。据《新疆沙化土地监测报告》,2004 年奇台、木垒沙化土地面积分别达全县土地总面积的 42.37%和 34.47%。由于生态基础不好,粮食产量较低,严重限制了区域经济的发展。

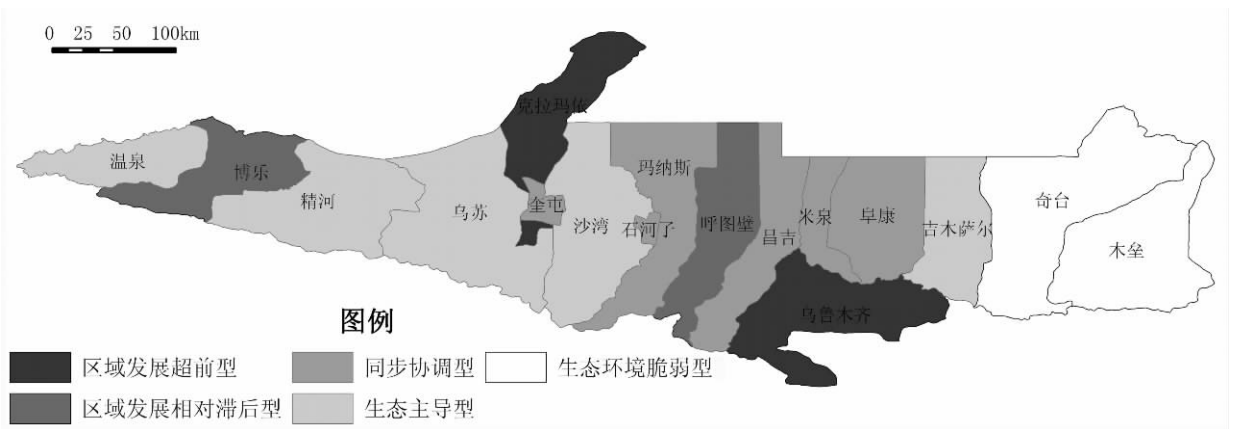
表 5　天山北坡经济带区域发展—生态环境协调度聚类结果

Tab.5　Cluster membership of coordination degree between regional development and eco-environment

县市名称	聚类结果	县市名称	聚类结果	县市名称	聚类结果
石河子市	1	奇台县	2	沙湾县	3
米泉市	1	呼图壁县	2	吉木萨尔	3
奎屯市	1	乌鲁木齐	2	乌苏市	3
阜康市	1	博乐市	2	精河县	4
昌吉市	1	木垒县	2	温泉县	5
玛纳斯县	1	克拉玛依	2		

3.3.3 生态主导型

包括温泉、精河、乌苏、沙湾、吉木萨尔,这 5 个县市多为农牧业大县,以生态条件好、区域发展水平相对不高为特征,$g(Y)-f(X)$均大于 0,除吉木萨尔为 0.17 外,其他县市均超过 0.25,温泉县甚至达到 0.48。区域内有多个国家级、自治区级自然保护区,如乌苏、精河的甘家湖梭梭林自然保护区,博州的艾比湖湿地自然保护区、夏尔希里自然保护区,温泉的北鲵自然保护区等。由于原始生态环境好,政府有严格的保护政策，加上交通条件相对较差,区域发展相对缓慢,对生态环境胁迫作用不强,生态环境维持较好。



注:区域发展超前型、区域发展相对滞后型和生态环境脆弱型是趋近协调型的三个小类。

图 5　天山北坡经济带区域发展—生态环境协调性示意图

Fig.5　Schematic diagram of coordination degree between regional development and eco-environment

4 结论与建议

4.1 结论

恶劣的生态环境限制了区域社会经济的发展，不合理的发展模式也极大的影响了区域的生态环境。区域的发展，应该是经济效益、社会效益与生态效益的综合，社会经济的发展与生态环境建设二者是不可分割的整体。天山北坡经济带作为新疆社会经济发展的核心区，生态环境较为脆弱，其发展应该注重与生态环境建设相结合。

天山北坡经济带各县市区域发展水平不均衡，生态环境条件不一致，各县市内部的区域发展水平与生态环境的协调性也不相同。由于自然环境与交通条件的差异，天山北坡区域发展水平呈现出中部高、两端低的态势，生态环境状况则由西至东逐渐下降。总体来看，天山北坡西部县市生态环境保护较好，而社会经济发展相对缓慢；东部县市由于自然条件较差，限制了区域的社会经济发展；中部地区具有较好的自然条件与地域优势，交通发达，社会经济发展较快，且对生态环境保护较为重视，在生态条件改善与环境保护上具有较大优势，区域发展与生态环境协调性相对较好。根据区域发展水平与生态环境之间的协调性，将天山北坡经济带 17 县市划分为同步协调型、趋近协调型、生态主导型三种类型。

4.2 建议

针对不同的社会经济发展水平与生态环境条件，各县市应该制定相应的经济发展政策，做到因地制宜，社会经济发展与生态环境建设并重，在改善生态环境的基础上发展经济，保证区域的可持续发展。

(1) 区域发展超前型区域，在稳定经济发展速度的同时，继续加强生态环境综合整治。该类型区域社会经济发展水平处于天山北坡乃至全疆之首，在稳定现有经济发展速度的同时，应该加大生态环境整治力度，使其生态环境条件与社会经济水平相匹配。

(2) 区域发展相对滞后型区域，应该维持现有生态环境状况，继续加快经济发展。该类型区域有较好的自然生态条件和区位条件，在严格遵守生态环境保护政策的同时，应继续发展相关产业，提高社会经济发展水平。

(3) 同步协调型地区，稳定经济发展，维护生态环境。该类型县市均地处天山北坡中部，自然生态条件较好，经济发展速度较快。该类区域的发展重点是维护和改善区域生态环境，走低消耗、低污染的产业发展道路，社会经济发展与生态环境保护并重。

(4) 生态主导型地区，维持良好生态环境，加快经济增长速度是重点。该类地区有多个自然生态保护区，主要为农业生态区，人为生态环境影响较少，总体生态环境良好。但由于地处干旱半干旱地区，生态环境仍然相对脆弱。未来的发展应当以农业为主，努力建成高标准的农业生态区。

(5) 生态脆弱型地区，应该着力改善生态环境状况，提高区域发展水平。该类型区域，恶劣的生态条件严重限制了区域的经济发展，提高区域发展水平，首先应当改善其生态环境状况。

参考文献

[1] 李小彬. 武汉市经济与环境发展协调度分析. 湖南工业大学学报(社会科学版), 2008, 13(1): 63–65.

[2] Mingworth V. The Penguin Dictionary of Physics. Beijing: Foreign Language Press, 1996.

[3] 孟庆松,韩文秀. 复合系统协调度模型研究. 天津大学学报,2000,33(4):444–446.

[4] 戴西超,谢守祥,丁玉梅.技术—经济—社会系统可持续发展协调度分析. 统计与决策,2005,(3): 29–32.

[5] 韩跃,薛惠锋,梁丽均. 面向协调的区域“经济—环境”系统管理模型. 工业工程与管理, 2006,(1): 18–22.

[6] 赵延峰,陈艳艳,罗铭. 城市交通复合系统协调度模型研究. 道路交通与安全,2006, (4): 31–33, 45.

[7] 罗铭,陈艳艳,刘小明. 交通—土地利用复合系统协调度模型研究. 武汉理工大学学报 (交通科学与工程版), 2008, 32(4): 585–588.

[8] 张竟竟,陈正江,杨德刚. 城乡协调度评价模型构建及应用. 干旱区资源与环境,2007, 21(2): 5–11.

[9] 陆远权,刘建锋,杨丹. 城镇化与产业结构协调度测度研究：以三峡库区为个案分析. 重庆大学学报 (社会科学版),2007, 13(6): 1–5.

[10] Konstantions B, Nijkamp P. Environmental –economic modeling with semantic insufficiency and factual uncertainty.Environmental System, 1996 (25): 167–183.

[11] Howarth R B, Norgaad R B .Environmental valuation under sustainable development. American Economic Review, 1998:82.

[12] 吴跃明,郎东锋,张子珩,等. 环境—经济系统协调度模型及其指标体系. 中国人口·资源与环境,1996, 6 (2): 47–50.

[13] 周敏,吴瑞明. 可持续发展的协调性特征及其描述. 科学

管理研究,2000, 18(1): 59–61.
[14] 刘艳清. 区域经济可持续发展系统的协调度研究. 社会科学辑刊,2000(5): 79–83.
[15] 邢端生. 水资源生态经济系统协调度模型研究. 黑龙江科技信息,2008(15): 51,10.
[16] 杨世琦,杨正礼,高旺盛. 不同尺度下区域农业系统协调度的评价. 西北农林科技大学学报 (自然科学版),2008, 36(5): 64–72.
[17] 刘志亭,孙福平. 基于 3E 协调度的我国区域协调发展评价. 青岛科技大学学报,2005, 26(6): 555–558.
[18] 张晓东, 池天河. 90 年代中国省级区域经济与环境协调度分析. 地理研究,2001, 20(4): 506–515.
[19] 戴淑燕,黄新建. 可持续发展协调度的评价方法分析. 科技与管理, 2004, 28(6): 22–23, 27.
[20] 温琰茂,柯雄侃,王峰. 人地系统可持续发展评价体系与方法研究. 地球科学进展,1999, 14(1): 51–54.
[21] 徐世龙. 可持续发展定量评价指标体系的构想. 统计与信息论坛,2000,15(1):7–14.
[22] 刘渝琳. 我国可持续发展指标体系的设计和评价方法探索. 生态经济,1999, 18(6): 17–20.
[23] 徐建华. 现代地理学中的数学方法. 高等教育出版社, 2002: 224–229.
[24] 梅虎. 西藏交通社会效益评价及优化研究. 地理科学, 2008, 28(2):205–209.
[25] 乔标,方创琳,黄金川. 干旱区城市化与生态环境交互耦合的规律性及其验证. 生态学报, 2006, 26 (7): 2183–2190.
[26] 邵波, 陈兴鹏. 中国西北地区经济与生态环境协调发展现状研究. 干旱区地理,2005, 28(1): 136–141.
[27] 蔡文春. 新疆区域经济协调发展分析及空间模式选择. 中国科学院研究生院,2006.
[28] 张豫芳,杨德刚,张小雷,等. 天山北坡城市群地域空间结构时空特征研究. 中国沙漠,2008,28(4):795–801.

Evaluation of Coordination Degree between Regional Development and Eco–Environment on the Northern Slope of the Tianshan Mountains

TANG Hong[1,2], YANG Degang[1], QIAO Xuning[1,3], YANG Li[1,2], WANG Guogang[1,2]
(1. Xinjiang Institute of Ecology and Geography, CAS, Urumqi 830011, China;
2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049,China;
3. School of Surveging and Land Information Engineering, Henan Polyteohnic Unviversity, Jiaozuo 454003, China)

Abstract: In this research, 34 indexes have been selected to build the regional development sub–system and the eco–environment sub–system for quantitative evaluation, which are closely related to the level of regional development and eco–environment. Accordingly, the regional development–eco–environment index system and synergisticity model of the economic belt on the northern slope of the Tianshan Mountains have been built, with which synthesized evaluation can be done to analyze the coordination degree between regional development and eco–environment and the overall development level. The results show that the level of regional development and the condition of eco–environment in different cities are quite different. What's more, the coordination level between regional development and eco–environment in different areas are different. Based on the coordination degree, combined with coordinated development degree and the evaluation results of the sub–systems, the 17 cities on the northern slope of the Tianshan Mountains have be divided into three groups: (1) regional development and eco–environment synchronous coordinate region, including Shihezi, Miquan, Fukang, Kuytun, Changji and Manas; (2) regional development and eco–environment approachable coordinated region, including Urumqi, Karamay, Hutubi, Bole, Qitai and Mori; and (3) ecological dominated region, including Wenquan, Jinghe, Usu, Shawan and Jimsar. Finally, corresponding sustainable development strategys for different regions have been put forward.

Key words:coordination degree; regional development; eco–environment; synthesized evaluation; northern slope of the Tianshan Mountains