

基于主成分分析方法的乡镇可持续发展能力评价

曾奔豪, 张新英, 吴风华, 吴玉峰, 韦妮玉, 陈平, 王永壮

(广西师范学院 环境与生命科学学院, 南宁 530001)

摘要:以广西南宁市青秀区长塘镇为研究对象,建立了一套包含经济、社会、资源环境和人口在内的指标体系,共选取了18项指标,以2010—2014年的指标变量为观察值,运用主成分分析法评价了长塘镇可持续发展能力。结果显示:长塘镇2010—2014年的可持续发展能力逐年提升,综合得分从-17.18到16.85,增长了1.98倍。各子系统可持续发展速度排序为:社会>资源环境>人口>经济。表明了长塘镇近五年来在可持续发展之路上稳步前进。

关键词:可持续发展;主成分分析;长塘镇

中图分类号:F127;F224 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2016)03-0106-06

可持续发展已经成为世界各国的主流发展模式。中国也在致力于可持续发展战略的实施,1996年八届人大四次会议中可持续发展战略的确定,标志着我国开始探索有中国特色的可持续发展之路。我国自第一个可持续发展实验区建立以来已有近30年历史^[1]。随着可持续发展战略的推进,试验区单元会越来越细化,在我国聚焦“三农问题”的今天,以乡镇为单元推进其可持续发展值得提倡。本文以广西南宁市青秀区长塘镇为研究对象,尝试以主成分分析法对该地区的可持续发展能力进行评价,以为该地区政府提供可持续发展的决策依据。

1 研究区域和研究方法

1.1 研究区域

长塘镇地处南宁市的东大门,归属南宁市青秀区管辖,城市辐射作用强,被列为南宁市统筹城乡综合配套改革试点镇之一。镇域面积265平方公里。湘桂铁路、邕江河、柳南高速公路分别穿境而过,主要交通干道为伶俐至蒲庙柏油路。长塘镇地处北回归线以南,受海洋气候调节,属亚热带季风区,阳光充足,雨量充沛,少霜无雪,年平均气温21.7℃,年平均降雨量1300毫米,年平均日照1827小时。优越的自然条件,为当地农业发展创造了有利条件,总体上该镇是一个以农业为主的乡镇。

1.2 研究方法

可持续发展是个复合型系统,由经济、人口、资源、环境、社会等子系统组成,在可持续发展进程中是相互联系、相互促进的,各子系统均是同一整体的组成部分,因而各子系统的评价指标并非完全独立,而是存在一定的关联。基于上述考虑,本文选择主成分分析(Principal Components Analysis, PCA)方法对长塘镇的可持续发展水平进行评估。PCA方法的基本思想是对原变量进行线性组合,进而得到新的彼此不相关的“主成分”,即采用降维的思想,将多指标转化为少数几个综合指标,该方法特别适合处理指标和样本均较多,且指标间存在一定内在联系的问题。主成分分析方法不仅可以揭示各指标间的内在关系,而且能够将众多的指标“化合”成几个综合指标,通过对各综合指标(主成分)的分析计算,即可实现对评价对象综合水平的度量^[2]。由于主成分分析方法不仅去除了各个变量间的相关关系,而且能够客观地确定原始指标的权重,从而避免了其它赋权方法的主观性,因而通过该方法得到的评价结果更具客观性和准确性^[3]。

2 长塘镇可持续发展水平评价

2.1 长塘镇可持续发展评价指标体系及数据

遵循科学性、系统性、可获得性和可行性的原则,按照可持续发展示范区建设规划要求,本文选取了经

收稿日期:2015-10-20

基金项目:国家自然科学基金项目(41461095);广西科技开发项目(2014DD29046);青秀区科技开发项目(2013S07);广西自然科学基金项目(2011GXNSFA018094)。

作者简介:曾奔豪(1991—),男,湖南娄底人,广西师范学院,硕士研究生,研究方向:资源与环境评价;通讯作者:张新英(1970—),女,广西全州人,广西师范学院环境学院,副院长,教授,博士,研究方向:资源与环境评价。

济发展、人口发展、资源环境、社会发展 4 个子系统的

指标作为评价长塘镇可持续发展的指标体系。共选

取 18 个指标构成可持续发展实验区水平评价体系，

如表 1 所示。

表 1 长塘镇可持续发展能力评价指标体系及指标数据

系统层	准则层	指标层	计量单位	2010	2011	2012	2013	2014
经济发展 子系统	经济规模	J_1 :工业总产值	万元	13 500	12 966	8 048	2 028	2 124
		J_2 :农业总产值	万元	29 107	38 331	41 008	43 972	46 171
		J_3 :固定资产投资额	万元	5 003	9 464	14 568	11 381	20 363
	经济收入水平	J_4 :农民人均 GDP	元	5 340	6 328	7 325	8 340	9 596
人口发展 子系统	人口状况	R_1 :总人口	人	30 253	30 396	30 555	31 348	31 867
		R_2 :人口自然增长率	%	5.3	7.31	7.50	6.13	6.46
	教育水平	R_3 :九年义务教育普及率	%	99.5	99.7	99.7	100	100
		R_4 :青壮年文盲率	%	4	2	2	2	1
资源环境 子系统	生态建设	Z_1 :森林覆盖率	%	57.3	58.1	59.3	60.1	60.8
	资源利用	Z_2 :人均耕地面积	亩/人	1.24	1.21	1.21	1.17	1.14
	环境保护	Z_3 :生活垃圾无害化处理率	%	70	71.3	72	95	96
社会发展 子系统	生活质量	S_1 :饮用清洁安全 卫生水人口、比重	%	97	98	99	100	100
		S_2 :每千人拥有 卫生技术人员数	人/千人	2.4	2.4	2.5	2.7	3
		S_3 :农民年人均纯收入	元/人·年	5 310	6 328	7 325	8 340	9 341
		S_4 :住宅电话普及率	部/百人	95	96	97	98	99
		S_5 :广播人口覆盖率	%	70	80	90	100	100
		S_6 :电视(含有线电视) 人口覆盖率	%	90	95	100	100	100
	社会稳定与保障	S_7 :残疾人就业率	%	4	5	5	8	10

数据来源:长塘镇 2010—2014 政府工作报告。

2.2 原始数据标准化处理

标准化处理方法得出(如表 2 所示)。

各子系统原始数据运用 SPSS 软件中的 z-score

表 2 各子系统指标经标准化处理后的数据表

系统层	准则层	指标层	2010	2011	2012	2013	2014
经济发展子 系统	经济规模	J_1 :工业总产值	1.033	0.937	0.056	-1.022	-1.004
		J_2 :农业总产值	-1.600	-0.209	0.195	0.641	0.973
		J_3 :固定资产投资额	-1.244	-0.468	0.420	-0.135	1.428
	经济收入水平	J_4 :农民人均 GDP	-1.261	-0.601	-0.016	0.563	1.316
人口发展 子系统	人口状况	R_1 :总人口	-0.909	-0.703	-0.474	0.669	1.417
		R_2 :人口自然增长率	-1.381	0.857	1.069	-0.457	-0.089
	教育水平	R_3 :九年义务教育普及率	-1.292	-0.369	-0.369	1.015	1.015
		R_4 :青壮年文盲率	1.643	-0.183	-0.183	-0.183	-1.095
资源环境 子系统	生态建设	Z_1 :森林覆盖率	-1.274	-0.714	-0.714	0.686	1.176
	资源利用	Z_2 :人均耕地面积	1.176	0.409	1.21	1.17	1.14
	环境保护	Z_3 :生活垃圾无害化处理率	-0.811	-0.714	-0.662	1.056	1.131
社会发展 子系统	生活质量	S_1 :饮用清洁安全卫生水人口、比重	-1.381	-0.671	0.153	0.920	0.920
		S_2 :每千人拥有卫生技术人员数	-0.784	-0.784	-0.392	0.392	1.569
		S_3 :农民年人均纯收入	-0.956	-0.558	-0.558	0.637	1.434
		S_4 :广播人口覆盖率	-1.265	-0.632	0.000	0.632	1.265
		S_5 :住宅电话普及率	-1.267	-0.628	-0.002	0.635	1.263
		S_6 :电视(含有线电视)人口覆盖率	-1.381	-0.614	0.153	0.920	0.920
	社会保障与稳定	S_7 :残疾人就业率	-1.565	-0.447	0.671	0.671	0.671

2.3 相关性检验

通过分析各个子系统内变量间的相关系数,将相关性低的变量进行删除,以便可以进行主成分分析^[4-8]。

表 3 经济发展子系统指标标准化后的
相关系数矩阵

	Zscore (J ₁)	Zscore (J ₂)	Zscore (J ₃)	Zscore (J ₄)
Zscore(J ₁)	1			
Zscore(J ₂)	-0.867	1		
Zscore(J ₃)	-0.749	0.868	1	
Zscore(J ₄)	-0.941*	0.945*	0.912*	1

经济发展子系统各个变量间的相关系数都较大,因而不需要进行删除。

可以看出,R₂ 变量与 R₁ 的相关系数为-0.071、R₂ 与 R₃ 的相关系数为 0.130,均较小,因而把变量

R₂ 进行删除。

表 4 人口发展子系统标准化后的相关系数矩阵

	Zscore (R ₁)	Zscore (R ₂)	Zscore (R ₃)	Zscore (R ₄)
Zscore(R ₁)	1			
Zscore(R ₂)	-0.071	1		
Zscore(R ₃)	0.931*	0.13	1	
Zscore(R ₄)	-0.738	-0.61	-0.821	1

表 5 资源环境子系统标准化后的相关系数矩阵

	Zscore(Z ₁)	Zscore(Z ₂)	Zscore(Z ₃)
Zscore(Z ₁)	1		
Zscore(Z ₂)	-0.946*	1	
Zscore(Z ₃)	0.878	-0.931*	1

可以看出,资源环境子系统内的变量间相关系数较大,相关性较强,不需要进行删除。

表 6 社会发展子系统标准化后的相关系数矩阵

	Zscore (S ₁)	Zscore (S ₂)	Zscore (S ₃)	Zscore (S ₄)	Zscore (S ₅)	Zscore (S ₆)	Zscore (S ₇)
Zscore(S ₁)	1						
Zscore(S ₂)	0.827	1					
Zscore(S ₃)	0.871	0.977**	1				
Zscore(S ₄)	0.970**	0.930*	0.945*	1			
Zscore(S ₅)	0.970**	0.930*	0.945*	1.00**	1		
Zscore(S ₆)	1.00**	0.827	0.871	0.970**	0.970**	1	
Zscore(S ₇)	0.943*	0.658	0.69	0.884*	0.884*	0.943*	1

从相关系数矩阵来看,发现 S₄、S₅ 存在高度重复性,两个变量与其他变量相关性完全一致,需要删除一个变量,本文删除 S₄。同样,发现 S₁、S₆ 也存在这种情况,本文删除 S₆。

2.4 KMO 值检验

通过 SPSS 计算每个子系统的 KMO 值如下:

表 7 各子系统 KMO 值统计表

子系统	KMO 值	Bartlett 显著性水平
经济发展	0.682	0.022
人口发展	0.671	0.03
资源环境	0.726	0.026
社会发展	0.637	0.008

KMO 值均大于 0.6,且 Bartlett 显著性水平都小于 0.05,说明我们所选取的各个子系统的指标数据之间存在较强的相关性,可以进行主成分分析,并且每个子系统都拒绝各指标变量是独立的假

设^[9-11]。

2.5 提取主成分

利用 SPSS22.0 软件,运用主成分分析方法,提取特征值大于 1,且方差的累积贡献率达到 80%以上的几个主成分,具体如下:

表 8 各子系统的特征值、方差贡献率及
方差的累计贡献率

	特征值	方差贡献率(%)	累积方差贡献率(%)	载荷值最大变量
经济发展	3.644	91.112	91.112	J ₄ (0.995)
人口发展	2.663	88.765	88.765	R ₃ (0.976)
资源环境	2.837	94.572	94.572	Z ₂ (0.986)
社会发展	3.761	94.031	94.031	S ₅ (0.991)

由表 8 可以看出:

1)在经济发展方面,只有一个主成分,并且主成分特征值为 3.644(>1),方差贡献率远大于 80%,因

而该主成分可以解释绝大部分的原始信息,可以代表经济发展子系统的整体情况。并且,发现第四个指标(农民人均纯收入)的载荷值最大,说明,农民人均纯收入这个指标在经济发展子系统中起到主要作用。是经济发展子系统可持续发展能力的重要因素,因此长塘镇在未来发展过程中要千方百计促进经济发展,使农民增收,这样有利于促进长塘镇可持续发展。

2)在人口发展方面,也只有一个主成分,并且主成分特征值为 2.663(>1),方差贡献率也大于 80%,因而该主成分可以解释绝大部分的原始信息,可以代表人口发展子系统的整体情况。并且发现第三个指标(九年义务教育普及率%)的载荷值最大,说明,九年义务教育普及率在人口发展子系统中起到主要作用,表明长塘镇要加快提高人口素质,必须要提高九年义务教育普及率。

3)在资源环境方面,只有一个主成分,并且主成分特征值为 2.837(>1),方差贡献率远大于 80%,因而该主成分可以解释绝大部分的原始信息,可以代表资源环境子系统的整体情况。并且,发现第二个指标(人均耕地面积(亩/人))的载荷值最大,说明人均耕地面积在资源环境子系统中起到主要作用,这也是长塘镇以农业为发展基本点的正确反映。

4)在社会发展方面,只有一个主成分,并且主成分特征值为 3.761(>1),方差贡献率远大于 80%,因而该主成分可以解释绝大部分的原始信息,可以代表社会发展子系统的整体情况,与社会的发展进步关系密切,可以得出长塘镇近几年在基础设施建设和社会保障方面的巨大进步,这些因素促进了长塘镇的可持续发展^[18]。并且,发现第五个指标住宅电话普及量的载荷值最大,说明它是反映可持续发展水平的重要指标。

2.6 各子系统综合能力得分

先根据成分得分系数矩阵,可将各个子系统提取的主成分标准化后的指标变量的线性组合,得到主成分的得分函数^[14]。

经济发展子系统综合得分函数:

$$F_J=0.995J_4+0.965J_2-0.932J_1+0.924J_3$$

人口发展子系统的得分函数:

$$F_R=0.976R_3+0.947R_1-0.902R_4$$

资源环境子系统的得分函数:

$$F_Z=-0.986Z_2+0.968Z_1+0.963Z_3$$

社会发展子系统的得分函数:

$$F_S=0.999S_5+0.974S_6+0.949S_3+0.930S_2+0.880S_7$$

再将长塘镇 2010—2014 年各个指标标准化后的值代入上面四个式子,可以得到长塘镇各子系统每年的综合得分(见表 9),各子系统逐年得分趋势如图 1。

表 9 长塘镇各子系统可持续发展能力综合得分

年份	F_J	F_R	F_Z	F_S
2010	-4.91	-3.60	-3.17	-5.62
2011	-2.11	-0.86	-1.78	-2.88
2012	0.51	-0.64	-0.92	-0.15
2013	2.01	1.79	2.29	3.09
2014	4.50	3.32	3.59	5.57

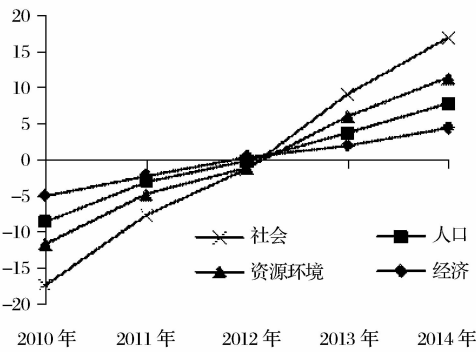


图 1 各子系统可持续发展能力得分趋势图

由图 1 可以看出,长塘镇各子系统在 2010—2014 年间可持续发展能力均呈现上升态势。经济子系统综合得分由 2010 年的 -4.91 上身到 2014 年的 4.50 分。经过指标数据分析发现,研究期间,长塘镇农业总产值、农民人均纯收入、固定资产投资取得了较快的增长,其中农业总产值总量增长率达到 58.6%,农民人均纯收入总量增长率达到 84.4%,农民人均 GDP 指标也是载荷值最大的指标。表明长塘镇发展的重中之重是发展经济,增加农民收入。研究期间,长塘镇的工业总产值由 2010 年的 13 500 万元降到 2014 年的 2 124 万元,其原因是该镇原有的一些工业停产。尽管工业总产值下降,仍不影响长塘镇总体的经济增长。长塘镇重点转为发展现代农业。全镇耕地 4.95 万亩,其中南岸水利设施条件较好,土地肥沃,为发展现代农业,走出一条可持续发展的市场化的路子,具有很好的内在优势。长塘镇以中国—东盟(南宁)现代农业园(现代农业核心示范区)为契机,在调优产业结构,发展特色高效农业,着力打造首府“果盘子”基地和乡村休闲旅游胜地等方面取得了一定成效,农业现代化水平得到了全面提升,农业产业规模不断壮大。2014 年全镇土地流转面积达 4 000 多亩,有力地推进了农业规模化、标准化发展。

从人口子系统可以看出,长塘镇人口子系统综合水平不断上升,说明长塘镇近年来的人口素质不断提高,九年义务教育普及率自2013年始达到了100%,青壮年文盲率也在不断下降,在接下来的发展中,要继续加大对长塘镇劳动力的素质提升。

从资源环境子系统可以看出,长塘镇资源环境可持续发展能力呈现逐年上升的趋势,由2010年的-3.17到2014年的3.59,增长了1.83倍,最大年增幅为2013年。在“美丽长塘·清洁乡村”的思路下,近几年来长塘镇加大了环境综合整治工作,实施了农村连片综合整治,完成了多个生活污水和垃圾处理项目建设。生活垃圾无害化处理率得到大幅度增长,政府大力推进新农村建设,围绕“生态文明美镇”思路,不断改善人居环境。长塘镇人均耕地面积在该子系统承载率大,说明长塘镇在未来发展过程中,还要加大保护耕地力度,增强环保意识,提高耕地可持续发展能力。

同样,通过2010—2014年长塘镇在社会发展方面得分可以看出:2010—2014年几乎呈现直线上升趋势,由2010年的-5.62上升到2014年的5.37,增加了1.95倍。说明社会发展方面较稳定,态势良好,这与长塘镇2010年以来扎实做好民生工作,不断推进民生工作息息相关,在这四年中,长塘镇政府将就业和劳动保障工作不断深入,农民人均收入不断增加,社会帮扶体系建设不断加强,文化广播体育事业得到繁荣发展,不断改善了基层医疗卫生设施条件,因此社会发展子系统各指标都有提升,说明长塘镇居民生活水平提升。

总体上看,各子系统可持续发展速度排序为:社会>资源环境>人口>经济。

2.7 长塘镇可持续发展综合评价

在得出长塘镇的经济、人口、资源环境、社会各子系统的可持续发展综合得分的基础上,以各个子系统的可持续发展得分值为指标,继续运用主成分分析法对各子系统进行综合评价,从而得到长塘镇2010—2014年的可持续发展的综合水平。

长塘镇可持续发展综合得分函数为:

$$F=0.998F_S+0.991F_R+0.989F_J+0.989F_Z$$

可以看出,社会发展子系统在整体主成分中载荷最大,并由此可以计算出长塘镇可持续发展的综合得分和发展趋势(见图2)。

通过对长塘镇2010—2014年在经济发展、人口发展、资源环境和社会发展4个方面的综合分析,发现长塘镇的可持续发展综合得分从2010年的一

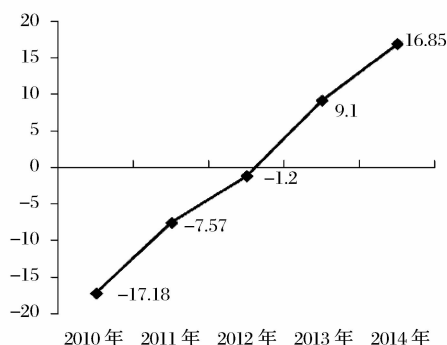


图2 2010—2014年长塘镇可持续发展综合得分

17.18上升到2014年的16.85,增长了1.98倍,总体上长塘镇可持续发展能力呈现持续上升的趋势。长塘镇在未来的可持续发展进程中,要在继续以现代农业为龙头,发展生态农业,提高耕地可持续发展能力,在提高土地资源的利用效率以及保护环境的同时,要注重加大对农民综合素质的提升。

参考文献

- [1] 胡翔. 低碳可持续发展实验区发展模式探索、评价指标体系及评价模型研究[D]. 南宁: 广西大学, 2014.
- [2] 李瑞. 唐山市可持续发展水平研究[D]. 石家庄: 河北师范大学, 2008.
- [3] 李俊莉. 可持续发展实验区状态评估——以榆林国家可持续发展实验区为例[D]. 西安: 西北大学, 2012.
- [4] 李亚梅. 基于主成分分析法的湖北省可持续发展水平综合评价[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2012.
- [5] 李朝旗, 李朝赞, 刘沛. 基于主成分分析的区域可持续发展能力评价——以江苏省为例[J]. 开发研究, 2009(1): 64—67.
- [6] 向明电. 株洲市可持续发展能力评价与发展对策研究[D]. 长沙: 湖南师范大学, 2012.
- [7] 李善峰. 科学发展观在我国可持续发展实验区的实践[J]. 理论学刊, 2004(9): 8—11.
- [8] 向兰. 省级可持续发展实验区建设研究——以郴州市苏仙区为例[D]. 长沙: 湖南师范大学, 2013.
- [9] 郑海霞. 区域可持续发展系统的分析与评价——以河南省为例[D]. 郑州: 河南大学, 2001.
- [10] 江汶芹. 四川省可持续发展实验区建设研究——以统筹城乡为主题的宜宾市南溪区的创建为例[D]. 成都: 四川师范大学, 2014.
- [11] 李江南. 娄底市可持续发展能力研究[D]. 长沙: 湖南大学, 2009.
- [12] 曹霓. 可持续发展实验区发展状态评价研究——以榆林市国家级可持续发展实验区为例[D]. 西安: 西北大学, 2010.

(下转第115页)

Cost Estimation of Liquefaction Process for the Shale Gas

LI Chui-yao

(School of Economics and Management, Southwest Petroleum University, Chengdu 610500, China)

Abstract: Liquefying shale gas into LNG product near the gas well can be of more economic flexibility in response to the problems existing in the development of shale gas in China. The cost estimation of liquefaction for the shale gas from Wei 204 # well in Weiyuan was taken as the calculation case. Based on the propane-precooled mixed refrigerant liquefaction process, chemical simulation software Hysys was employed as the simulator. Software Design-Expert and Matlab were also used to optimize the composition proportion of the mixed refrigerant with the minimum energy consumption of the mixed-refrigerant cycle as the objective function. Then the formula for cost estimation was concluded according to the composition proportion above. The merit of simplicity makes the formula convenient and practical for cost analysis of the shale gas liquefaction in field operation.

Key words: shale gas; LNG; mixed refrigerant; optimization; operation cost

(上接第 105 页)

[7] 陈云, 谭淳方, 俞立. 科技型中小企业技术创新能力评价指标体系研究[J]. 科技进步与对策, 201229(2): 110—112.

[8] 李希义, 房汉廷. 我国科技型上市公司的创新性[J]. 经济管理, 2009, 30(11): 22—27.

[9] SUOMALA P. The life cycle dimension of new product development performance measurement[J]. International Journal of Innovation Management, 2004, 8(2): 193—221.

[10] BREMSER W G, BARSKY N P. Utilizing the balanced scorecard for R&D performance measurement[J]. R&D Management, 2004, 34(3): 229—238.

[11] CRUZ-CÁZARES C, BAYONA-SÁEZ C, GARCÍA-MARCO T. You can't manage right what you can't measure well: technological innovation efficiency[J]. Research Policy, 2013, 42(6): 1239—1250.

[12] 布凌格. 聚焦创新[M]. 北京: 科学出版社, 2006: 29—31.

[13] 王立然, 周文学, 文宗川. 企业创新方法应用成熟度模型研究[J]. 科技管理研究, 2013(24): 196—198.

[14] 王晓梅, 郭中杰. 基于雷达图的中小企业管理创新评价[J]. 科学技术与工程, 2008, 8(20): 5732—5736.

[15] 冯琳, 韩震. 基于技术创新能力评价的创新模式选择[J]. 云南社会科学, 2014(1): 81—84.

Research on Enterprise Innovation Ability Measurement
Based on Time Consuming Factor

YANG Ze-kun, FAN Yi-yang, GAI Xue-min

(Business School, University of Shanghai for Science & Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: The accurate and effective measurement of innovation is an important way to boost social innovation development. Based on the idea of time internal friction factor, this paper uses program analysis to extract time internal friction factors in terms of their scopes. Then we use the normalized linear mapping and maturity grading to establish measurement model. Finally innovation scorecard is taken to measure enterprise innovation capacity so that we can propose some advice and improvements.

Key words: innovation capability measurement; time consuming factor; innovation maturity

(上接第 110 页)

Township Sustainable Development Evaluation Based on
Principal Component Analysis

ZENG Ben-hao, ZHANG Xin-ying, WU Feng-hua, WU Yu-feng, WEI Ni-yu,
CHEN Ping, WANG Yong-zhuang

(School of Environment and Life Science, Guangxi Teachers Education University, Nanning 530001, China)

Abstract: Changtang town of Qingxiu district of Nanning city was chosen as the research region. An index system including sub-system of economic, society, resource and environment, population, and 18 induces, was constructed. Principal component analysis was used to assess the sustainable development of Changtang town according the observation data of 2010 to 2014. The results showed that the sustainable development capacity of this town show an increasing trend during 2010—2014. The comprehensive score grows to 16.85 from —17.18 which grow 1.98 times. The sustainable development level rank of the sub-system is: society > resource and environment > population > economic.

Key words: sustainable development; principal component analysis; Changtang town