

詹长根,邢玉玲,杨如军. 广西城市土地综合承载力时空差异分析[J]. 江苏农业科学,2017,45(6):281-285.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.06.072

广西城市土地综合承载力时空差异分析

詹长根¹, 邢玉玲¹, 杨如军²

(1. 武汉大学资源与环境科学学院,湖北武汉 430079; 2. 广西壮族自治区国土资源厅,广西南宁 530028)

摘要:城市土地综合承载力能够反映城市土地承载的资源水平、经济规模、社会发展、环境压力等。从资源、经济、社会、环境等 4 个方面,构建城市土地综合承载力评价指标体系,采用主成分分析法、聚类分析法对广西全区及其 14 个城市 2005—2014 年城市土地综合承载力进行评价,分析其时空特征及驱动因素,为提高城市土地综合承载力提供参考。结果表明,2005—2014 年广西城市土地综合承载力整体呈上升趋势;2005—2014 年广西城市土地综合承载力空间分布差异显著,柳州、桂林、南宁等市属于高承载区,北海、玉林、梧州等市属于较高承载区,其他市承载力随时间变化处于不同等级;经济发达程度是影响城市土地综合承载力的重要因素,但并不能直接代表城市土地综合承载力水平。

关键词:城市土地综合承载力;广西;主成分分析法;时空差异;评价指标体系;影响因素
中图分类号: F293.2;F127;F062.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)06-0281-04

我国土地承载力研究兴起于 20 世纪 80 年代中后期^[1],并随着人们的认知及社会经济的发展而逐步发展,从以人粮关系为核心的土地资源人口承载力的单一指标研究^[2-7],逐步发展为从资源、经济、社会、环境等多方面指标的土地资源承载力综合研究^[8-12],并逐步出现针对城市土地的城市土地综合承载力研究^[13-15]。城市土地综合承载力研究在近 20 年兴起,并成为土地资源承载力研究的热点。究其原因,是由于城镇化进程逐步加快,城市人口不断集聚,城市化发展、城市人口增加与城市土地资源短缺之间的矛盾日益加剧,研究并改善城市土地综合承载力成为解决这些矛盾的突破口。基于前人的研究,本研究给出城市土地综合承载力的内涵,即在一定的时期、空间区域、科技发展水平下,城市土地资源承载人类各种活动的水平。

广西目前正处于经济快速发展时期,城镇化进程逐步加快,城市人口增加与土地资源短缺之间的矛盾日益显现,而关于广西城市土地综合承载力的研究尚属空白,基于此,对广西城市土地综合承载力进行研究,分析其时空特征及影响因素。

1 评价指标体系与方法

1.1 评价指标体系

城市土地综合承载力评价指标是评价城市土地综合承载力的关键。本研究根据土地资源承载力领域的相关研究,采用频度分析法统计相关指标的频率,并结合广西实际,依据科学性、系统性、可操作性等原则,从资源、经济、社会、环境等 4 个方面,选取 16 个指标(表 1)计算广西城市土地综合承载力。

收稿日期:2016-04-21

基金项目:广西壮族自治区国土资源厅公开招标项目(编号:GXZC2015-G3-0575-GTZB)。

作者简介:詹长根(1964—),男,江西抚州人,博士,教授,主要从事土地资源管理、现代地籍理论与方法研究。E-mail:290477215@qq.com。

通信作者:杨如军,硕士,高级工程师,主要从事 GIS、国土资源大数据分析研究。E-mail:1175890842@qq.com。

表 1 广西城市土地综合承载力评价指标体系

目标层	准则层	指标层
F:城市土地综合承载力	A:资源承载力	A ₁ :城市建设用地率(%)
		A ₂ :人均建成区面积(m ² /人)
		A ₃ :人均住房建筑面积(m ² /人)
		A ₄ :人均城市道路面积(m ² /人)
	B:经济承载力	B ₁ :人均国内生产总值(元/人)
		B ₂ :地均国内生产总值(元/m ²)
		B ₃ :地均工业总产值(元/m ²)
		B ₄ :第三产业占 GDP 比例(%)
	C:社会承载力	C ₁ :人口密度(人/km ²)
		C ₂ :科技教育占 GDP 比重(%)
		C ₃ :地均就业人口(人/km ²)
		C ₄ :职工平均工资(元)
	D 环境承载力	D ₁ :建成区绿化覆盖率(%)
		D ₂ :人均绿地面积(1/万人)
		D ₃ :污水处理率(%)
		D ₄ :生活垃圾无害化处理率(%)

1.2 评价模型

城市土地综合承载力评价指标较多,彼此之间有一定的相关性,从而增加了数据分析的复杂性,而主成分分析是从研究相关矩阵内部的依赖关系出发,利用降维的思想,将多个互相关联的变量转化成少数几个互不相关的综合指标的一种多变量统计分析方法,正是解决这一问题的理想方法。

1.3 计算方法

利用 SPSS 软件对原始数据进行主成分分析运算,根据特征根大于 1 的原则,得到各样本 j 个主因子得分。主成分得分为相应主因子得分乘以相应特征根的算术平方根,公式为

$$Z_{ij} = m_{ij} \times \sqrt{a_j} \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n; j = 1, 2, \dots, j)。$$

式中: Z_{ij} 为第 i 个样本第 j 个主成分的得分; m_{ij} 为第 i 个样本第 j 个因子的得分; a_j 为第 j 个特征根。再用各主成分得分乘以其对应的权重,得到城市土地综合承载力得分为

$$w_j = \frac{a_j}{\sum_{j=1}^j a_j} \quad (j = 1, 2, \dots, j);$$

$$F_i = \sum_{j=1}^j w_j \times Z_{ij} (i=1,2,3,\cdots,n; j=1,2,\cdots,j)。$$

式中： w_j 为第 j 个主成分的权重； F_i 为第 i 个样本的城市土地综合承载力得分。按照以上步骤计算的城市土地综合承载力得分有正有负，不利于比较，为使评价结果更直观，可对得分进行百分制转换，公式为

$$P_i = \frac{F_i}{F_{\max} - F_{\min}} \times 40 + 60。$$

式中： P_i 为城市土地综合承载力百分制得分； F_i 为城市土地综合承载力综合得分； F_{\max} 为样本综合得分中的最大值； F_{\min} 为样本综合得分中的最小值。

2 研究区及数据

2.1 研究区概况

广西壮族自治区位于我国华南西部，东连粤港澳，南临北部湾，背靠西南地区，面向东南亚，位于东经 104°26′~112°04′，北纬 20°54′~26°24′之间，土地总面积 23.76 万 km²，占全国土地总面积的 2.48%，居各省市第 9 位。广西现辖 14 个地级市，109 个县级行政区。2014 年广西

市辖区地区生产总值为 8 236.52 亿元，人均地区生产总值为 52 791 元；建成区面积为 8 493 km²，人均建成区面积为 76 m²；年末总人口为 1 415 万，人口密度为 335 人/km²。

由于市辖区土地行政边界相对稳定，且较为真实地反映了城市土地所能承载的各种经济社会活动^[16]，故本研究以广西全区及其 14 个地级市辖区的土地为研究对象。

2.2 数据来源

本研究中的市辖区数据来源于 2006—2015 年的《广西统计年鉴》、《中国城市统计年鉴》。对于无市辖区统计数据的评价指标，即污水处理率、生活垃圾无害化处理率指标用《广西统计年鉴》中的全市统计数据近似替代。

3 结果与分析

3.1 广西整体承载力评价及分析

根据评价指标和计算方法，对广西 2005—2014 年城市土地综合承载力进行评价。如表 2 所示，计算得出特征根大于 1 的主成分有 2 个，其累计贡献率达到 94.752%，说明这 2 个主成分提供了原始信息的足够信息。2005—2014 年广西城市土地综合承载力得分如表 3 所示。

表 2 解释的总方差

成分	初始特征值			提取平方和载入		
	合计	方差贡献率(%)	累积贡献率(%)	合计	方差贡献率(%)	累积贡献率(%)
1	13.696	85.601	85.601	13.696	85.601	85.601
2	1.464	9.151	94.752	1.464	9.151	94.752

表 3 2005—2014 年广西城市土地综合承载力得分

年份	主成分 1 得分 (分)	主成分 2 得分 (分)	综合得分 (分)	百分制得分 (分)
2005	-5.404	-1.577	-5.034	39.104
2006	-4.314	-0.715	-3.966	43.537
2007	-2.865	-0.228	-2.610	49.167
2008	-1.853	0.905	-1.586	53.416
2009	-1.221	1.797	-0.929	56.142
2010	0.751	2.090	0.881	63.656
2011	1.958	-0.256	1.744	67.238
2012	3.211	-0.285	2.874	71.928
2013	4.529	-0.688	4.026	76.709
2014	5.206	-1.043	4.602	79.104

为了能够更直观地反映出广西 10 年来城市土地综合承载力变化情况，根据综合得分，绘制出 2005—2014 年广西城市土地综合承载力的变化趋势如图 1 所示。

由图 1 可知，2005—2014 年，广西城市土地综合承载力水平不断提高，表明该区资源、经济、社会、环境间的协调度逐步提高，所承载的人类各种活动的的能力不断提高。在 2009 年，城市土地综合承载力变化趋势图出现拐点。将各年份原始数据及其变化率进行比较，可看出 2008—2009 年人均 GDP、地均 GDP、职工平均工资、地均工业总产值增长率明显降低，导致城市土地综合承载力增长速度减慢；2009—2010 年前 3 个指标增长率恢复正常，地均工业总产值增长率明显提高，此外，2009—2010 年扩大了建设规模，城市建设用地率、道路面积大幅增加，致使城市土地综合承载力增长速度加快。究其外部原因，应是受到 2008 年金融危机的影响，工业、

经济发展减慢，承载力增长速度减慢，金融危机后，政府为促进发展，出台了相关政策，如增加建设规模、促进就业等，使短时间内承载力增长速度加快。

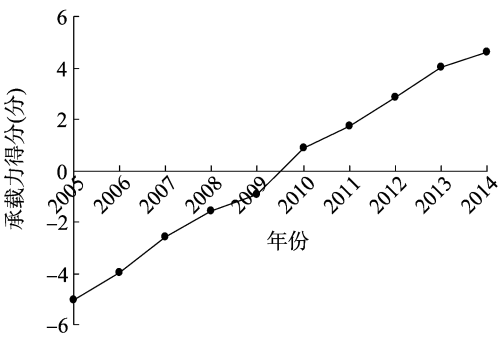


图 1 2005—2014 年广西城市土地综合承载力变化趋势

由表 3 可知，主成分 1 的得分不断提高，主成分 2 的得分起伏不定，因此，驱动广西城市土地综合承载力提升的主要指标是主成分 1 所反映的原始信息。根据载荷矩阵，主成分 1 在除污水处理率之外的指标上载荷的绝对值较大，在第三产业占 GDP 比重上的载荷为负值，主成分 2 在污水处理率上的载荷较大。可见，城市建设用地率、人均建成区面积、人均住房建筑面积、人均城市道路面积、人均 GDP、地均 GDP、地均工业总产值、人口密度、科技教育占 GDP 比重、地均就业人口、职工平均工资、建成区绿化覆盖率、人均绿地面积、垃圾处理率，这些指标的提升推动了广西城市土地综合承载力的提高。说明在经济发展过程中，政府适当增加建设规模，促进经济发展，推动工业发展，促进城镇化进程，重视科技教育问题，改善就业状况，提高工资水平，注重城市绿化，进而推动了广

西 10 年来城市土地综合承载力水平的不断提高。第三产业占 GDP 比重在主成分 1 的载荷为负值,且绝对值较大,说明近年来广西第三产业发展不乐观,反观广西原始数据,第三产业占 GDP 比重整体呈下降趋势,从 46% 下降到 42%,说明广西经济结构不够优化,不利于城市土地综合承载力的提升;污水处理率在主成分 2 上的载荷较大,而主成分 2 的得分起伏不定,说明政府对城市污水处理的重视不够,反观原始数据,除 2010 年污水处理率达到 80%,其他年份基本在 60% 以下。在这些因素的共同作用下,广西城市土地综合承载力依然逐

年增加,是由于负值的减少量小于正值的增加量,因而没有阻碍广西城市土地综合承载力的提高。政府未来应重视第三产业的发展,同时重视城市环境治理和保护,保持并继续促进广西城市土地综合承载力的提高。

3.2 广西各市承载力评价及分析

根据评价指标和计算方法,对广西 14 个市 2005—2014 年城市土地综合承载力进行评价。计算得出特征根大于 1 的主成分有 4 个,其累计贡献率为 81.441%,符合要求。广西各市 2005—2014 年城市土地综合承载力评价结果如表 4 所示。

表 4 广西各市 2005—2014 年城市土地综合承载力得分

城市	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年
南宁市	0.144	0.671	0.989	1.341	1.267	1.820	1.773	2.314	2.497	2.973
柳州市	1.405	2.013	2.225	2.777	3.283	3.718	3.036	3.724	4.324	4.657
桂林市	0.595	1.088	1.361	1.663	1.813	2.172	2.424	2.586	2.794	2.971
梧州市	-0.972	-0.573	-0.236	-0.558	-0.277	0.261	0.653	0.954	1.038	1.535
北海市	-0.424	0.233	0.503	0.160	0.678	0.876	1.319	1.540	1.932	2.009
防城港市	-2.425	-2.187	-2.023	-1.893	-1.626	-0.675	-0.181	0.184	0.388	0.537
钦州市	-2.393	-2.104	-1.419	-0.943	-0.713	-0.741	-0.456	0.054	0.304	0.328
贵港市	-2.607	-1.703	-1.537	-1.086	-0.888	-0.598	-0.893	-0.298	0.004	0.058
玉林市	-1.297	-0.728	-0.520	-0.340	0.145	0.695	1.030	1.211	1.419	1.477
百色市	-1.587	-1.558	-1.193	-0.983	-0.651	-0.495	0.071	0.299	0.108	0.680
贺州市	-2.474	-2.268	-2.127	-2.103	-1.631	-1.264	-0.835	-0.565	-0.297	-0.369
河池市	-1.784	-1.488	-1.369	-0.906	-0.769	-0.431	-0.443	-0.204	0.024	0.213
来宾市	-3.211	-2.343	-1.989	-1.824	-1.208	-0.957	-0.798	-0.432	-0.232	-0.022
崇左市	-2.036	-1.996	-1.645	-1.735	-1.766	-1.594	-1.214	-0.618	-0.434	-0.173

为了能够更直观地反映出广西各市承载力的变化趋势,根据综合得分,绘制出 2005—2014 年广西各市城市土地综合承载力的变化趋势如图 2 所示。

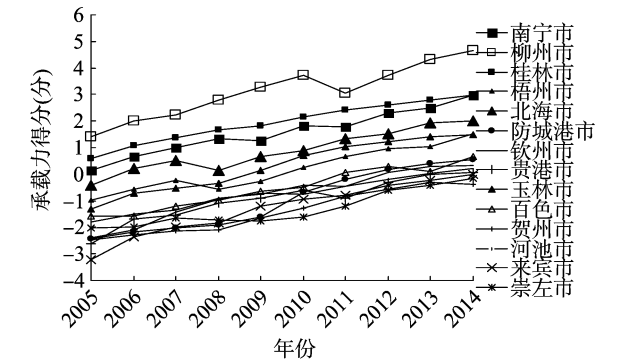


图2 2005—2014 年广西各市城市土地综合承载力变化趋势

由图 2 可知,2005—2014 年广西 14 个市的城市土地综合承载力水平虽有波动,但整体上均呈现上升的趋势,表明广西各市资源、经济、社会、环境之间的协调度越来越高,城市土地综合承载力水平逐步提高。2011 年柳州市承载力下降,是由于其在 2011 年将雒容镇划入市辖区,使辖区面积由 658 km² 增加到 1 017 km²,但新划入辖区的雒容镇发展水平落后于原市辖区水平,致使城市建设用地率、地均 GDP、工业总产值、就业人口水平下降,导致承载力水平下降。经过 1 年的发展,到 2012 年,柳州市逐渐发展均衡,承载力水平略高于 2010 年,之后逐年递增。南宁市 2009 年承载力下降是建设规模、人均住房建筑面积、道路面积、土地资源承载力下降所致;2011 年承载力下降是建成区绿化覆盖率、污水处理率、土地环境承载力下降所致。2008 年北海市承载力下降,是由于

受到严重自然灾害和金融危机的影响,城市绿化水平、人均 GDP、第三产业、科技教育比重、人均住房建筑及道路面积下降导致的。2005—2014 年广西城市土地综合承载力排名在前 6 位的城市承载力差异相对较大,排名相对稳定,从前到后依次为柳州市、桂林市、南宁市、北海市、玉林市、梧州市。排名在后 8 位的城市承载力相对差异较小,排名变动较大。柳州市是广西最大的工业城市,工业推动了柳州市的发展,其相对经济承载力最高,人均 GDP、地均 GDP、地均工业总产值始终最高,土地开发利用程度最高,建设用地率、人均建成区面积、人均城市道路面积一直居于首位,致使城市土地综合承载力始终位居首位。桂林市是著名的旅游城市,其依托旅游业,经济社会发达,建设规模较大,生态环境良好,资源、经济、社会、环境之间的协调度较高,此外,桂林市辖区面积最小,集聚程度相对较高,发展相对均衡,致使城市土地综合承载力基本位居第 2 位。南宁市是省会城市,社会、经济最发达,且协调度较高,但承载力低于柳州市和桂林市,是由于其辖区面积最大,约为柳州市的 6 倍、桂林市的 11 倍,致使地均 GDP 等指标略低,相对发展程度不够,城市土地综合承载力略低。

采用系统聚类法,并结合实际,对各市 2005 年、2010 年、2014 年城市土地综合承载力得分进行分类,将其分为 4 类:高承载区、较高承载区、中等承载区、低承载区(此处的高低是各年广西各市承载力的相对高低)。在分类结果的基础上,用 ARCGIS 分别绘制出 2005 年、2010 年、2014 年广西城市土地综合承载力空间分布图(图 3)。

由图 3 可知,2005 年、2010 年、2014 年广西各市的城市土地综合承载力等级差异较大,并呈现出一定的地域相近性,即城市土地综合承载力大致呈现出东北 > 东南 > 西北 > 中东的空间格局。此外,经济发展水平是影响城市土地综合承载

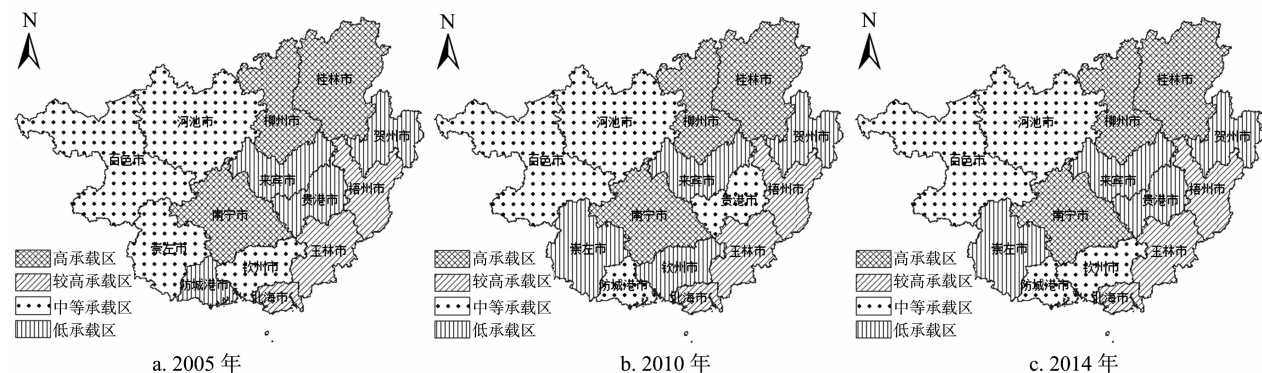


图3 广西城市土地综合承载力时空演变

力的一个重要因素,但并不能直接代表城市土地综合承载力水平的高低。

高承载区。2005—2014年,柳州、桂林、南宁等市的承载力水平高于其他市,一直属于高承载区。说明这3个市在资源、经济、社会、环境等方面协调发展的程度最好;从另一意义上讲,表明在一定的资源、经济、社会、环境的约束条件下,所承载的人类各种活动的规模和强度最大。究其原因,南宁市作为省会城市,柳州市作为广西最大的工业城市,桂林市作为著名的旅游城市,这3个市在广西各市中经济最发达,人均GDP、地均GDP等经济因子在广西处于最高水平,又由于经济和社会、资源、环境之间具有一定的相关性,经济发达的城市往往社会也较发达,土地资源开发利用规模较大,且会投入更多资金、人力、技术等来改善环境,因此,这3个市的城市土地综合承载力最高。这3个市相比较,柳州市环境方面略有欠缺;桂林市土地资源承载力略低;南宁市行政区域面积最大,相对开发程度不够。未来在保持经济、社会发展的基础上,柳州市应重视环境治理;桂林市应提高城市土地集约利用度,从而增加人均住房建筑及道路面积,提高城市土地资源承载力;南宁市应加大市辖区土地开发利用度,促进市辖区土地均衡发展,以促进城市土地综合承载力的进一步提升。

较高承载区。2005—2014年,北海、玉林、梧州等市一直属于较高承载区,说明北海、玉林、梧州等市资源、经济、社会、环境之间的协调度较高,有较大的潜力可以挖掘。这3个市在地理位置上相互毗邻,处于广西东南部。这3个市是经济较发达的城市,北海市、玉林市是广西北部湾经济区的城市,受到北部湾经济区的影响,经济发展水平较高。梧州市是广西最早的工业城市,对外贸易较发达,经济发展水平较高。这3个市相比较,北海市面积较小,土地资源开发建设规模较大,经济最发达,环境最优;玉林市开发建设规模略低,土地经济承载力较低,社会承载力较高;梧州市居于中等水平,这3个市需进一步提高城市土地开发和集约利用度、发展经济、改善社会、优化环境,促进城市土地综合承载力的提升。

中等及低承载区。2005—2014年,百色市、河池市一直属于中等承载区,来宾市、贺州市一直属于低承载区,而防城港、钦州、贵港、崇左等市由于发展速度的差异变动较大。防城港市发展速度较快,2005年属于低承载区,2010年变为中等承载区,且一直稳定在中等承载区,结合图2,可看出其2014年承载力水平已接近百色市。钦州市原属于中等承载区,逐渐被超越降为低承载区,后又恢复到中等水平。贵港市在

2005—2010年承载力水平较高,后降为低承载区。崇左市发展速度缓慢,逐渐被其他市超越,由中等承载区降为低承载区。这些城市中,防城港市经济最发达,经济承载力最高,其他方面发展程度略低,致使承载力水平略低,但由于经济的带动作用,其他方面承载力水平逐步提高,城市土地综合承载力水平增长较快。总体而言,这些城市承载力水平较为接近,因而变动较大。在广西各市中,这些城市相对来说经济发展水平落后,在未来需重点加强经济建设,逐步提高城市土地综合承载力水平。

4 结论

2005—2014年广西全区及各市的城市土地综合承载力水平总体上不断提高,说明广西全区及各市的发展总体是朝着良性的方向,兼顾了各个系统的协调发展。

广西各市的城市土地综合承载力水平空间差异较大,并呈现出一定的地域相近性,即大致呈现出东北>东南>西北>中东的空间格局;随着时间的变化,部分城市承载力水平较稳定,部分城市承载力水平由于发展速度的差异变动较大。结果表明,柳州、桂林、南宁等市一直属于高承载区;北海、玉林、梧州等市一直属于较高承载区;百色市、河池市一直属于中等承载区;来宾市、贺州市一直属于低承载区;另外4个城市随时间的变化在中等和低承载区之间变动。

经济发展水平是影响城市土地综合承载力的一个重要因素,但并不能直接代表城市土地综合承载力的高低,也不成正比或反比关系。因为虽然南宁市经济最发达,但其城市土地综合承载力水平低于柳州市。

城市土地综合承载力评价指标体系没有统一的标准,各研究者均有自己的见解。本研究是在统计相关期刊文章中指标频率的基础上,结合广西实际、可获取性数据及笔者自己的思考确定的指标体系,可能不够完善,如何建立一套规范、有效的指标体系还有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 于国华,孙才志. 环渤海沿海地区土地承载力时空分异特征[J]. 生态学报,2015,35(14):4860-4870.
- [2] 刘东,封志明,杨艳昭,等. 中国粮食生产发展特征及土地资源承载力空间格局现状[J]. 农业工程学报,2011,27(7):1-6.
- [3] 封志明,杨艳昭,张晶. 中国基于人粮关系的土地资源承载力研究:从分县到全国[J]. 自然资源学报,2008,23(5):865-875.

尤 涛. 菌源对高盐废水驯化的影响[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(6): 285–288.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.06.073

菌源对高盐废水驯化的影响

尤 涛

(辽宁省环境科学研究院, 辽宁沈阳 110031)

摘要:针对高盐废水生物处理过程中菌源难于驯化的问题,采用逐步驯化法分别考察 2 种菌源对高盐废水驯化的影响,通过监测生物相的变化和挂膜情况,考察不同微生物菌群的处理能力。结果表明,采用每次提高进水盐度 1 g/L (以 NaCl 计)的逐步驯化方法,菌源 A 可建立能适应盐度 8 g/L (以 NaCl 计)的高盐微生物处理系统,出水 COD 值可达 407 mg/L,处理效率达到 83.7%,并对盐度的增大表现出较好的稳定性。

关键词:高盐废水;耐盐微生物;优势菌群;逐步驯化法

中图分类号:X703 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2017)06-0285-04

含盐废水微生物处理系统的构建按照微生物的来源可以分 2 种,一种是采用淡水微生物进行盐度驯化,另一种是接种筛选嗜盐微生物^[1]。不同的菌源具有不同的生物多样性,导致其产生不同的生化功能特性,同时微生物体系对高盐环境的适应性也存在差异,获得高效耐盐微生物处理体系具有关键性的作用。废水生物处理反应器的功能是由微生物代谢活动和反应器运行参数共同控制实现的,而微生物的群落结构(多样性、种类、数量和分布)决定着其功能,反应器的处理效果可以通过微生物的群落结构得以反映^[2],我国对这方面的研究还很薄弱,尤其是关于高盐度废水生物处理中的微生物群落结构分析报道较少。2004 年 Uygun 等采用 SBR 工艺处理不同盐度的人工配水,当盐度从 0 升高到 6%,COD 去除率从 96% 下降至 32%;同时,盐度的增加,破坏了活性污泥内原有的群落结构,污泥性能变差^[3]。何健等研究了某化工厂的高盐废水生物处理,将污泥在高盐环境下驯化培养出具有高

降解活性的耐盐污泥,当 NaCl 浓度为 45 g/L、COD 容积负荷为 1.6 kg/(m³·d)时,COD 去除率达到 96%^[4]。王志霞等通过控制盐浓度,使其在一定范围内逐渐增加,研究了 SBR 反应器的运行情况,结果表明,污泥性能随着盐浓度的升高呈递增的趋势,出水水质良好^[5]。汪善全等采用多种类型的接种污泥,在 SSBR 中处理高盐废水,研究显示,在盐度不断提高的情况下,驯化出的好氧颗粒污泥可以高效处理含盐废水,同时,得到的污泥与对照组相比,在抗盐度冲击、污泥活性、污泥稳定性等方面都有显著优势^[6]。

本研究重点选择生活污水处理厂的活性污泥和制药废水处理厂的低盐活性污泥作为驯化的菌源,以腌制含盐废水为处理对象,探讨了采用逐步驯化法对比 2 种菌源进行高盐废水驯化的可行性及影响,以期高盐废水的生物处理奠定基础。

1 材料与方法

1.1 试验装置

试验采用的反应器由有机玻璃制成,其有效容积为 163.5 L。内设片状组合填料;通过恒温加热棒控制水温在 (25±2)℃。采用充氧泵经砂头曝气,采用“进水—反应—沉淀—排水—闲置”的连续式运行方式。

收稿日期:2016-02-01

基金项目:国家水体污染控制与治理科技重大专项(编号:2012ZX07202-003)。

作者简介:尤 涛(1981—),男,湖北荆州人,硕士,工程师,主要从事水污染防治技术研究工作。E-mail:xue0717@sina.com。

[4] 罗雁文,魏 晓,王良健,等. 湖南省各市(州)土地资源承载力评价[J]. 经济地理,2009,29(2):284–289.

[5] 孟庆香,常庆瑞,张俊华,等. 陕北农牧交错带土地承载力及提高途径探讨[J]. 干旱地区农业研究,2003,21(1):108–111.

[6] 赵敏丽,刘普幸,朱小娟,等. 基于人粮关系的土地资源承载力空间格局研究——以河西走廊绿洲为例[J]. 干旱地区农业研究,2013,31(2):203–208.

[7] 朱小娟,刘普幸,赵敏丽,等. 甘肃省土地资源承载力格局的时空演变分析[J]. 土壤,2013,45(2):346–354.

[8] 许联芳,谭 勇. 长株潭城市群“两型社会”试验区土地承载力评价[J]. 经济地理,2009,29(1):69–73.

[9] 陈 珏,雷国平,王元辉. 黑龙江省土地综合承载力空间差异研究[J]. 中国人口·资源与环境,2011,21(3):267–270.

[10] 姜秋香,付 强,王子龙. 基于粒子群优化投影寻踪模型的区域

土地资源承载力综合评价[J]. 农业工程学报,2011,27(11):319–324.

[11] 李 刚,卢晓宁,边金虎,等. 岷江上游土地资源承载力评价[J]. 水土保持研究,2015,22(1):262–268.

[12] 于广华,孙才志. 环渤海沿海地区土地承载力时空分异特征[J]. 生态学报,2015,35(14):4860–4870.

[13] 孙 钰,李新刚. 基于空间回归分析的城市土地综合承载力研究——以环渤海地区城市群为例[J]. 地域研究与开发,2013,32(5):128–132.

[14] 刘 明,高 林. 基于城镇化科学发展的京津冀区域土地资源承载力研究[J]. 城市发展研究,2015,22(4):6–8.

[15] 孙 钰,李新刚,姚晓东. 天津市辖区土地综合承载力研究[J]. 城市发展研究,2012,19(9):106–113.

[16] 李新刚. 城市土地综合承载力研究[D]. 天津:天津大学,2014.