

绿色发展视角下 PSO 优化城市经济发展的策略选择

陈宗富

曲靖师范学院, 云南 曲靖 655011

摘要: 针对节能减排和绿色发展的需求, 在绿色经济发展动态模型和节能减排综合指数定量分析我国各经济区域的节能减排状况的基础上, 以我国各省市自治区为研究对象, 提出一种基于绿色发展的数学评价模型, 为绿色发展模式的选择提供科学依据。

关键词: 粒子群算法; 节能减排; 绿色发展; 数学模型

中图分类号: TP391.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-2324(2017)02-0293-04

Strategical Choice for Urban Economic Development with PSO Optimization in light of Green Development

CHEN Zong-fu

Qujing Normal University, Qujing 655011, China

Abstract: According to the needs of the energy conservation and emission reduction, the mathematical evaluation model was put forward on the green development to take various provinces, cities and autonomous regions in China as objects on basis of analysis on the green economy development models and composite indexes so as to provide a conference for scientific solutions in terms of green development patterns.

Keywords: Particle Swarm Optimization Algorithm; energy conservation and emissions reduction; green development; mathematical model

改革开放以来, 城市经济的快速发展和城市大规模的城镇化和工业化导致资源过度消耗和环境污染, 在取得经济快速发展的同时付出了巨大的环境代价。目前, 通过发展绿色经济, 实现产业结构调整以及经济发展方式的转变, 有利于减少污染物排放和降低能耗, 极大地提高能源利用效率和废弃物的循环利用。Nejadkoorki 等人^[1]研究发现颗粒物、SO₂ 等污染物的排放总量和经济增长的长期关系呈现倒 U 型, 即经济的增长随污染物的排量的增加先增加后下降。Richmond^[2]以全球 36 个国家近 25 年的面板数据为研究对象, 通过格兰特检验研究发现国家的 GDP 收入和人均能源利用和 CO₂ 排放量之间存在拐点现象。迟远英^[3]从低碳经济的视角出发, 通过研究我国风电产业的实证研究发现, 由于我国在技术、管理和资金等方面的不足, 我国必须通过产业结构调整才能实现节能减排目标的实现好绿色发展模式的正确选择。

本文在分析 CO₂ 排放量的基础上, 通过建立绿色经济发展动态模型和节能减排综合指数定量分析我国各经济区域的节能减排状况, 根据节能减排和绿色发展的要求, 提出适合我国各省市自治区的节能减排措施, 为绿色发展模式的选择提供科学决策的依据。

1 粒子群算法

粒子群算法是受鸟群觅食行为启发所提出的一种群体智能算法, 其中每个粒子表示一个可能解向量, 根据适应度函数值大小判断粒子的好坏, 并通过向全局和个体最优解学习实现粒子位置和速度的不断更新, 实现全局最优搜索。 $X_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{id})$ 和 $V_i = (v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{id})$ 分别表示粒子的位置和粒子的速度, 粒子的位置和速度可通过公式 (1) 实现更新:

$$V_{id}^{(t+1)} = V_{id}^{(t)} + c_1 r_1 (p_{id}^{(t)} - X_{id}^{(t)}) + c_2 r_2 (p_{gd}^{(t)} - X_{id}^{(t)}), \quad X_{id}^{(t+1)} = X_{id}^{(t)} + V_{id}^{(t+1)} \quad (1)$$

其中, $p_{id}^{(t)}$, $p_{gd}^{(t)}$ 分别表示迭代次数 t 时刻粒子的个体最优解和全局最优解; $r_1, r_2 \in (0, 1)$ 的随机数; c_1, c_2 表示学习因子; t_{max} 和 t 分别表示最大迭代次数和当前迭代次数。

收稿日期: 2016-09-09

修回日期: 2016-10-13

基金项目: 2016 国家社科基金一般项目: 依托地区生物资源实现西部民族贫困地区精准脱贫对策研究(16BJY103)

作者简介: 陈宗富(1979-), 男, 讲师, 博士. 主要研究方向为农业经济, 绿色经济. E-mail: charlechen221@163.com

2 绿色发展数学评价模型

针对绿色发展，政府间气候变化专门委员会很早就提出了一种基于 CO₂ 排放的预测模型的绿色发展评价模型，该数学模型如公式 (2) 所示^[4]：

$$E = \sum_{i=1}^{n_1} t g_i (a_i b_i A_i - S_i) \times 10^{-3} \quad (2)$$

其中，E 为 CO₂ 排放总量；t = 12 / 44，C 转化成 CO₂ 的摩尔质量比；g_i 表示燃料的碳氧化系数 (i=1,2,...,n₁, n₁=17)；a_i 表示化石燃料的热量转化系数；b_i 表示燃料的平均碳含量；A_i 表示化石燃料当年的消费量；S_i 表示化石燃料的固有含碳量。A_i=O_i+I_i-X_i-B_i-R_i，O_i 为一次消耗能源的实际年产量；I_i 为燃料进口量；X_i 为燃料出口量；B_i 为飞机和船舶运输所消耗的实际燃料量；R_i 为燃料储备变化量。由于我国地域广阔，拥有 30 多个省市自治区，各自的经济水平差异很大，即使同一省市自治区的不同地区都存在很大差异。结合我国具体情况，政府在制定节能减排相关政策和计划的时候，除了考虑 CO₂ 排放量之外，还应考虑农村、城市在空间上的相互作用和影响，本文参考柯布-道格拉斯生产函数模型，考虑农村和城市之间的空间相互作用和影响，综合考虑区域经济发展、CO₂ 排放量、人口分布等因素，建立一个不同区域节能减排-经济发展数学模型，模型如公式 (3) 所示^[5]：

$$q = \sum_{j=1}^{n_2} (a_j \frac{y_j}{K_j} \frac{z_j}{x_j r_j^b + e})^{h_j}, \quad Fitness = F(x_j, y_j, z_j) = \sum_{j=1}^{n_2} (a_j \frac{y_j}{K_j} \frac{z_j}{x_j r_j^b + e})^{h_j} \quad (3)$$

其中，q 表示不同省市自治区的功能区影响指数；n₂ 表示全国省市自治区的数量；x_j 表示 j 省市自治区内一定规模以上企业数量；y_j 表示 j 省市自治区内一定规模以上企业的总利润；z_j 表示 j 省市自治区内非农业从业人数总量；a_j=a_{1j}/a_{0j} 表示 j 省市自治区内人口影响参数，a_{1j}, a_{0j} 分别表示 j 省市自治区内非农业从业人数总量和人口总量；K_j 表示 j 省市自治区 CO₂ 预测排放总量；h_j 表示 j 省市自治区的生产弹性；b 表示距离指数因子；e 表示相对精度浮点；r_j 表示 j 省市自治区离北京最远和最远距离的均值。

3 实证分析

3.1 数据来源

本文数据来源于《中国统计年鉴 2013》和《中国地图》中有关测量数据如表 1 所示^[6,7]，用来计算适应度函数所需的参数。

表 1 各省市自治区的统计数据
Table 1 Statistics of various provinces and autonomous regions

J	地区 District	r _{1j}	r _{2j}	a _{0j}	a _{1j}	m _{xj}	m _{yj}	m _{zj}
1	北京	1.11	129.11	169.52	1439	7216	5571111	123.41
2	天津	49.45	168.99	1176	918	7951	7527911	133.12
3	河北	31.96	442.47	6989	2928	12447	13698411	316.85
4	山西	162.97	781.31	3411	1539	4415	6342511	214.93
5	内蒙古	216.83	1617.23	2414	1248	3993	7714411	114.57
6	辽宁	228.33	789.91	4315	2591	21876	7815811	366.23
7	吉林	689.29	1281.97	2734	1455	5257	3962311	126.99
8	黑龙江	884.94	1752.25	3825	2119	4392	15816911	155.99
9	上海	976.53	1191.77	1888	1673	18792	9672411	314.11
11	江苏	542.23	1159.19	7677	4169	65495	39729311	1114.16
11	浙江	995.88	1434.15	5121	2949	58816	16342111	814.55
12	安徽	571.47	1153.69	6135	2485	11392	6167311	211.8
13	福建	1276.24	1783.64	3614	1798	17212	8961111	381.16
14	江西	1169.41	1689.14	4411	1821	7367	5179611	1 78.56
15	山东	216.72	625.65	9417	4483	42629	39235611	912.7
16	河南	421.97	932.24	9429	3397	18711	22877811	417.36
17	湖北	851.83	1336.87	5711	2581	12167	9191311	235.9
18	湖南	1127.46	1718.28	6381	2689	12391	6635611	225.55

J	地区 District	r_{j1}	r_{j2}	a_{0j}	a_{1j}	m_{xj}	m_{yj}	m_{zj}
19	广东	1584.55	2231.41	9544	6148	52574	32726111	1493.38
21	广西	1548.86	2166.34	4816	1838	5427	2311411	114.6
21	海南	2223.53	3146.98	854	411 1	548	817411	12.6
22	重庆	1171.13	1511.45	2839	1419	6119	3186811	132.13
23	四川	1197.36	2111.97	8138	3144	13725	8445611	297.54
24	贵州	1382.45	1984.45	3793	1114	2676	1818311	73.53
25	云南	1646.14	2522.81	4543	1499	3321	3111411	84.34
26	西藏	1812.45	3418.17	287	65 88	88	45111	1.79
27	陕西	443.33	1193.68	3762	1584	4125	11189911	131.83
28	甘肃	764.54	2132.18	2628	845	1941	1194611	69.13
29	青海	1221.63	2416.28	554	227	515	1771711	17.42
31	宁夏	774.43	1168.55	618	278	911	391311	25.89
31	新疆	1677.43	3591.93	2131	845	1859	7795211	57.84

3.2 实验结果

针对绿色发展评价数学模型，运用 PSO 算法求解节能减排-经济发展数学模型，PSO 参数设置如下：最大迭代次数为 100，种群大小为 20，其实验结果如图 1 所示：

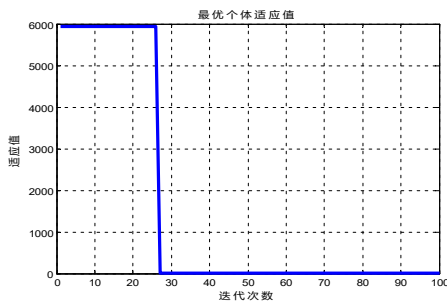


图 1 寻优结果图

Fig.1 Results of optimization

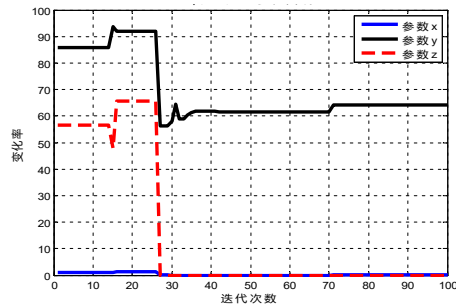


图 2 PSO 绿色发展评价结果图

Fig.2 Evaluation results for PSO green development

由图 2 绿色发展评价结果图可知，从长远来看，X、Y、Z 三个量均呈现下降趋势。X 下降说明未来一段时间规模以上工业企业总数呈现下降趋势，该分析结果和当前企业重组、个别企业做大做强的总体趋势和未来工业企业所占比重呈现逐渐下降的总体趋势是基本符合的；Y 下降说明未来一段时间规模以上工业企业创造的利润呈现下降趋势，主要原因工业化后期，工业企业利润下降，更多利润来自于第三产业；Z 下降说明未来一段时间规模以上企业的从业人员数量呈现下降趋势，符合我国工业化后期的发展趋势。

根据分析可知，1992~2011 年全国第一、三产业就业比重与产业比重基本具有相同的变动趋势，即随着第一产业在国民经济中的比重的下降，第一产业就业比重迅速下降；随着第三产业在国民经济中的比重的上升，第三产业就业比重也迅速提高。

由图 1 和图 2 可以得到与我们的直观判断取得较为一致的结果。何种原因导致第二产业的不一致性？由此引入各产业的结构偏离度和劳动生产率指标^[8]。全国 1992~2011 年三大产业的结构偏离度与劳动生产率如图 3 和图 4 所示，数据来源于《中国统计年鉴 2013》。

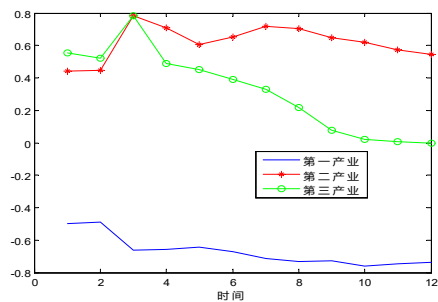


图 3 结构偏离度曲线

Fig.3 Curves of structural deviation

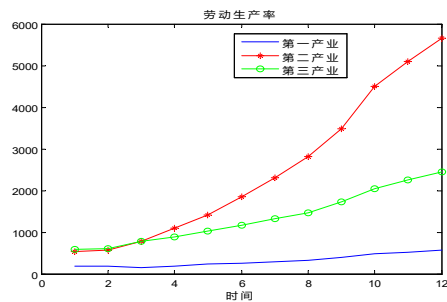


图 4 劳动生产率曲线

Fig.4 Curves of labor productivity

由图 3 和图 4 可知, (1) 第一产业的结构偏离度呈现负值, 偏离度从 1992 年的-0.4985 上升至 2011 年的-0.7366, 偏离零值越来越远。较高的负偏离度说明全国第一产业劳动力仍较富裕, 而且随着工业化进程的加快, 第一产业劳动力向其他产业转移的趋势还会增强。(2) 第二产业的结构偏离度为正值且较大, 是三个产业中偏离度绝对值最大的。随着工业化进程的加快, 资本与技术逐渐替代劳动力, 一方面, 第二产业劳动生产率显著提高, 明显高于第一、三产业, 另一方面, 第二产业对劳动力的吸纳能力却出现下降的趋势, 即第二产业发展中存在明显的“高增长、低就业”现象。(3) 第三产业的结构偏离度总体为正且数值相对较小, 并有缓慢趋于零值的趋势, 说明第三产业的产业结构和就业结构向均衡状态靠近。

通过实证分析发现, 本文提出的节能减排-经济发展数学模型的预测结果和“产业结构升级”、“节能减排”、“产业结构多元化”等政策的推行是一致的^[9], 因此本文的数学模型是切实可行的。因此, 在制定节能减排措施和政策时, 除了综合考虑各省市自治区的经济发展、资源环境、政策支持等因素的影响外, 还应考虑 CO₂ 排放量的大小。针对绿色经济发展的建议如下: (1) 转变经济发展方式; (2) 加大绿色投资, 通过科技发展促进绿色经济; (3) 建立健全发展绿色经济的保障制度; (4) 综合协调环境保护和经济发展, 加强环境保护; (5) 推进传统产业升级; (6) 建立和完善绿色发展和节能减排宣传教育和培训机制。

5 结论

本文在 CO₂ 排放量分析的基础上, 通过建立 PSO 算法的经济发展动态模型和节能减排综合指数定量分析我国各经济区域的节能减排状况, 并在此基础上提出符合各地政策的节能减排措施, 实现绿色发展模式的科学选择。在制定节能减排措施和政策时, 除了综合考虑各省市自治区的经济发展、资源环境、政策支持等因素的影响外, 还应考虑 CO₂ 排放量的大小。

参考文献

- [1] Nejadkoorki F, Nicholson K, Lake I, *et al.* An Approach for Modelling CO₂ Emissions from Road Traffic in Urban Areas[J]. *Science of The Total Environments*, 2015,4(2):269-278
- [2] Richmond AK, Kaufaiaim RK. Energy Prices and Turning Points The Relationship between Income and Energy Use Carbon Emissions[J]. *The Energy Journal*, 2012,2(7):157-161
- [3] 迟远英. 基于低碳经济视角的中国风电产业发展研究[D]. 长春: 吉林大学, 2011
- [4] 高有福. 环境保护中政府行为的经济学分析与对策研究[D]. 长春: 吉林大学, 2006
- [5] 王 鹏, 尤济红. 中国环境管制效果的评价研究——基于工业绿色发展的一个空间视角[J]. *经济社会体制比较*, 2016(5):25-42
- [6] 岳书敬, 杨 阳, 许 耀. 市场化转型与城市集聚的综合绩效——基于绿色发展效率的视角[J]. *财经科学*, 2015(12):80-91
- [7] 姚 刚, 蔡 宁, 蔡瑾琰, 等. 焦点企业创业传导与集群升级绿色发展的仿真研究——基于网络视角[J]. *生态经济: 中文版*, 2016,32(5):38-43
- [8] 刘加林, 康娉娉, 朱 强, 等. 绿色发展理念视角下民族地区生态资本运营与生态补偿耦合问题探讨[J]. *生态经济: 中文版*, 2016,32(12):177-181
- [9] 林卫斌, 苏 剑, 周晔馨. 经济发展方式转变: 加快还是减缓——基于能源环境视角的测度与分析[J]. *经济学家*, 2016(2):33-41