

# Triple Objectives of Optimization Model about Carbon Emission Reduction of Economic Growth and Price Stability\*

Ruhua Guan<sup>1</sup>, Jian Guan<sup>2#</sup>

<sup>1</sup>Tourism College, Changchun University, Changchun

<sup>2</sup>Economy College, Jilin University, Changchun

Email: {grh480927, #guan9553}@sina.com

Received: Jan. 18th, 2012; revised: Feb. 25th, 2012; accepted: Mar. 9th, 2012

**Abstract:** In 2012, China's economy will have a steady and rapid development, at the same time, we will achieve the goal of the reductions of carbon emission and the stability of price. The Premier of the State Council Wen Jiabao has clearly put forward the desired targets at the fifth conference of the Eleventh National People's Congress. How to fulfill these targets? According to the report made by Mr. Wen, the national "12th Five-Year Plan" and the socio-economic development targets made by National Bureau of Statistics in 2012 as well as the recent statistics, this paper will divide the Primary Industry into five industries: agriculture, forestry, animal husbandry, fishery and its services, together with the 17 industries in the Secondary Industry, I will make a more comprehensive optimization and give a threefold objectives of the optimization model.

**Keywords:** Economic Growth; Carbon Intensity; The Price Index; Industrial Restructuring; Mathematical Programming

## 经济增长碳减排与物价稳定三重目标的优化模型\*

关汝华<sup>1</sup>, 关键<sup>2#</sup>

<sup>1</sup>长春大学旅游学院, 长春

<sup>2</sup>吉林大学经济学院, 长春

Email: {grh480927, #guan9553}@sina.com

收稿日期: 2012年1月18日; 修回日期: 2012年2月25日; 录用日期: 2012年3月9日

**摘要:** 2012年我国经济要稳定较快发展, 同时要实现碳减排与物价稳定。温家宝总理在十一届全国人大五次会议上明确提出了预期目标, 如何实现这些目标呢? 本文根据温总理的报告及国家“十二五”规划及国家统计局公布的2012年社会经济发展预期目标及近年来的统计数据, 把第一产业的农、林、牧、渔及其服务业, 第二产业的建筑业、制造业等十七个行业的产值和相关的平均价格指数作为决策变量, 建立了一个线性规划, 给出了一个实现经济稳定增长、碳减排和稳定物价的三重目标的优化模型, 对2012年产业结构调整决策, 做了定量的优化分析。

**关键词:** 经济增长; 碳排放强度; 价格指数; 产业结构调整; 数学规划

\*基金项目: 吉林大学大学生国家级创新项目, 项目编号: 2011A201020。

#通讯作者。

## 1. 引言

党中央对 2012 年的经济工作做出了部署,确定了稳中求进的总基调,提出加快转变经济发展方式,加快自主创新和产业结构优化升级,大力发展战略性新兴产业,强化节能减排和稳定物价保障民生等一系列强有力措施。这是中国政府面对国际上复杂多变的政治经济环境,面对国内经济运行新情况新变化,特别是面对西方一些人提出的要中国经济“实现零增长,以减轻气候危机”的论调而做出的英明决策。

国内外专家学者对经济增长与碳减排问题已有很多研究,文献[1-3]对此问题做了综述,指出多数人认为二者之间呈正相关关系,即增长就不能减排,减排就要牺牲增长,也有人认为二者之间是库兹涅茨式曲线关系,即随着经济的增长碳排放量不断增大,但增长速度逐渐下降。他们多是根据已有的经济增长、碳排放等数据做模拟分析或做出曲线图来分析二者关系,即统计分析,专家们认为碳减排与产业结构有重要关系<sup>[4]</sup>。本文则是根据已有的决策变量,如当年的生产总值、单位产值碳排放量(这体现了一个行业的生产技术水平、设备水平和人员素质)、价格指数等,来优化、确定下一年的产业结构调整的最优决策。文献[3]给出了一个静态的线性规划模型<sup>[5]</sup>,在此基础上,本文根据国家权威机构公布的更详实的数据,建立了一个可以实际应用的线性规划,对实现经济稳定较快发展、碳减排和稳定物价的策略做了优化分析。

## 2. 研究对象

在国家“十二五”规划中,在国家统计局、国家工信部等权威机构发布的公告中,对 2012 年经济工作提出了多项量化指标,温家宝总理在十一届全国人大五次会议上明确提出了预期目标,即 2012 年国内生产总值(GDP)增长 7.5%,服务业(第三产业)产值确定为 22.81 万亿元,增长 7.9%(此数据视为常数),2012 年碳强度下降大于 3.5%。上述指标和预期目标在什么条件下可以实现呢?如何调整产业结构才能保证国内生产总值稳定较快增长,并实现碳强度下降和物价稳定呢?这就是本文研究的问题。因为第一产业关系到国家经济的安全和社会的稳定,而第二产业是我国经济发展的主要产业和强力支柱,第三产业的产值及

增长率已确定为常数,故本文仅对第一、第二产业做了详细的分析与优化。第三产业内部各行业,如金融业、交通业、旅游业、商业及文化教育业等对第三产业产值、碳排放及物价的影响待另文研究。

## 3. 研究方法

就上述问题,本文建立了一个数学规划模型,做了优化分析,即以上述量化指标和预期目标为约束条件,以 2012 年国内生产总值最大为目标函数,以第一产业五个行业、第二产业十七个行业等共计 22 个行业 2012 年的产值及相应产业、行业 2012 年的价格指数为决策变量,建立线性规划  $L(p)$ ,解此线性规划,通过对求得的最优值(即 2012 年预期的总产值)、最优解(即 2012 年各行业的预期产值及平均价格指数)的分析,充分说明,我国经济稳定较快增长,碳强度逐步下降及物价稳定的三重目标是可以同步实现的。

本文所用到的变量、参数及有关数据、符号见表 1。

这些参数、数据是根据国家统计局、国家工信部、中科院预测研究中心和各产业、行业协会等相关部门公布的数据<sup>[6]</sup>以及有关文献<sup>[7]</sup>和论文<sup>[8]</sup>提供的数据,经过统计分析、核算、核对得到的。

第一产业五个行业分别为:农业、林业、畜牧业、渔业、农林牧渔的服务业,第二产业的十七个行业分别为:建筑业、皮革、毛皮制造业、医药制造业、化纤制造业、塑料及制品制造业、金属制品制造业、造纸、纸制品业、机械、电子设备制造业、采掘业、食品、烟草等制造业、纺织业、石油、炼焦及加工业、非金属矿物制造业、黑色金属冶炼压延加工业、电力、煤气、水的生产供应业、化学原料、化学制品制造业、有色金属冶炼压延加工业<sup>[9]</sup>。上述行业 2012 年的产值分别设为:

$$x_{1j}, j = 1, 2, 3, 4, 5; \quad x_{2i}, i = 0, 1, 2, \dots, 16.$$

2012 年四个价格指数分别设为:

$\mu_1$ : 全国平均价格指数;  $\mu_2$ : 第一产业平均价格指数;  $\mu_3$ : 制造业平均价格指数;  $\mu_4$ : 建筑业平均价格指数。

这样,将表 1 中的变量、相关参数、数据写入线性规划  $L(p)$ 中,引入松弛变量、剩余变量后,得到  $L(p)$ 的标准形式,即:

经济增长碳减排与物价稳定三重目标的优化模型

Table 1. Variable and parameter  
表 1. 变量和参数

科 目 参 数 产 业	年产值(GDP), (亿元)				单位产值碳排放量 (万吨/亿元)		平均价格指数		GDP 增长率(%)	
	2011 年	2012 年 (设为)	2012 年 值下界	2012 年 值上界	2011 年	2012 年 (测算值)	2011 年	2012 年 (预设)	2011 年	2012 年 (预计)
全国	$g_1 = 471564$	$g_2$			$\rho_1 = 0.692$	$\rho_2$	$\mu_{10} = 1.076$	$\mu_1$	9.2	7.5
第一产业	$g_{11} = 47712$	$\sum_{j=1}^5 x_{1j}$					$\mu_{20} = 1.128$	$\mu_2$	4.3	
第一产业	农业	24631.9	$x_{11}$	$b_{11} = 24633$	$a_{11} = 25100$	0.26	$c_{11} = 0.25$			
	林业	1883.8	$x_{12}$	$b_{12} = 2293$	$a_{12} = 4200$	0.055	$c_{12} = 0.05$			
	畜牧业	17,317	$x_{13}$	$b_{13} = 18000$	$a_{13} = 18934$	0.33	$c_{13} = 0.3$			
	渔业	4293.3	$x_{14}$	$b_{14} = 4758$	$a_{14} = 4858$	0.19	$c_{14} = 0.18$			
	农林牧渔 及服务行业	1296.9	$x_{15}$	$b_{15} = 1399$	$a_{15} = 2700$	0.2	$c_{15} = 0.18$			
第三产业	203,260	228,100 (预计)			0.205	$c_{33} = 0.18$	1.078	1.04	8.9	7.9
第二产业	220,592	$\sum_{i=0}^{16} x_{2i}$					$\mu_{30} = 1.063$		10.6	
建筑业	$g_{20} = 117734$	$x_{20}$			1.4	$c_{20} = 1.36$		$\mu_4$	22.6	15
制造业	$g_{12} = 102858$	$\sum_{i=1}^{16} x_{2i}$			$\rho_{12} = 1.03$	$\rho_{22} = \frac{\sum_{i=1}^{16} c_{2i} x_{2i}}{\sum_{i=1}^{16} x_{2i}}$	$\mu_{40} = 1.063$	$\mu_3$		11
第二产业	皮革, 毛皮等		$x_{21}$	$b_{21} = 7317$	$a_{21} = 7500$		$c_{21} = 0.2$			
	医药		$x_{22}$	$b_{22} = 14522$	$a_{22} = 14580$		$c_{22} = 0.5$			
	化纤		$x_{23}$	$b_{23} = 3000$	$a_{23} = 3500$		$c_{23} = 0.48$			
	塑料及制品		$x_{24}$	$b_{24} = 1606$	$a_{24} = 1680$		$c_{24} = 0.36$			
	金属制品		$x_{25}$	$b_{25} = 2300$	$a_{25} = 2380$		$c_{25} = 0.41$			
	造纸, 纸制品		$x_{26}$	$b_{26} = 1056$	$a_{26} = 1090$		$c_{26} = 0.83$			
	机械电子 设备等		$x_{27}$	$b_{27} = 20572$	$a_{27} = 20800$		$c_{27} = 0.58$			
	采掘业		$x_{28}$	$b_{28} = 20000$	$a_{28} = 20580$		$c_{28} = 1.33$			
	食品, 烟草等		$x_{29}$	$b_{29} = 9360$	$a_{29} = 9390$		$c_{29} = 0.71$			
	纺织业		$x_{210}$	$b_{210} = 5478$	$a_{210} = 5490$		$c_{210} = 0.46$			
	石油, 炼焦 及加工业		$x_{211}$	$b_{211} = 14960$	$a_{211} = 15100$		$c_{211} = 1.5$			
	非金属矿物制造		$x_{212}$	$b_{212} = 3564$	$a_{212} = 3590$		$c_{212} = 1.65$			
	黑色金属冶炼, 压延加工		$x_{213}$	$b_{213} = 5680$	$a_{213} = 5790$		$c_{213} = 1.8$			
	电力, 煤气, 水生产供应		$x_{214}$	$b_{214} = 2630$	$a_{214} = 2750$		$c_{214} = 1.2$			
	化学原料及制品		$x_{215}$	$b_{215} = 2820$	$a_{215} = 2910$		$c_{215} = 1.5$			
	有色金属冶炼, 压延加工		$x_{216}$	$b_{216} = 6500$	$a_{216} = 6600$		$c_{216} = 1.68$			

备注: 标煤碳源转换系数为(t/t): 0.7476。

$$\text{目标: } \min f(x) = -\left(\sum_{j=1}^5 X_{1j} + \sum_{i=0}^{16} X_{2i} + 228100\right)$$

约束条件:

$$1) -\sum_{j=1}^5 X_{1j} - \sum_{i=0}^{16} X_{2i} + 506931.3\mu_1 = 228100$$

即按可比价格计算(下同), 2012 年国内生产总值增长率确定为 7.5%, 这虽然比 2011 年的 9.2% 低, 但也是较快的增长速度, 这为我国产业结构调整 and 碳减排提供了良好的政策环境;

$$2) \sum_{j=1}^5 X_{1j} - 49620.48\mu_2 - \alpha_1 = 0$$

即 2012 年第一产业产值增长不低于 4%, 保证第一产业稳定发展;

$$3) \sum_{j=1}^5 X_{1j} - 50574.72\mu_2 + \alpha_2 = 0$$

即 2012 年第一产业产值增长不高于 6%, 农业等产业不能发展过快;

$$4) \sum_{i=1}^{16} X_{2i} - 114172.38\mu_3 = 0$$

即工信部提出 2012 年制造业增长率确定为 11%, 要保持支柱产业较快发展;

$$5) x_{20} - 135394.1\mu_4 - \alpha_3 = 0$$

即工信部提出的从 2012 年起, 建筑业每年平均增长率不低于 15%, 体现了我国工业化、城市化发展的需求;

$$6) \sum_{j=1}^5 C_{1j} X_{1j} + \sum_{i=0}^{16} C_{2i} X_{2i} + 228100C_{33} - 0.668 \left( \sum_{j=1}^5 X_{1j} + \sum_{i=0}^{16} X_{2i} + 228100 \right) + \alpha_4 = 0$$

即 2012 年我国碳排放强度下降不低于 3.5%, 说明我国政府已将碳减排确定为国家发展战略;

$$7) \sum_{i=1}^{16} C_{2i} X_{2i} - 0.979 \sum_{i=1}^{16} X_{2i} + \alpha_5 = 0$$

即工信部提出的 2012 年制造业碳排放强度下降不小于 5%, 我国经济的支柱产业也是碳排放大户碳排放强度的较大下降, 体现了我国政府保护环境的决心, 也表明我国政府已将国内政策融入到了国际承诺中。

另外, 为保证我国经济稳定增长、物价稳定, 对相应决策变量应有上下界的约束, 即:

$$b_{1j} \leq x_{1j} \leq a_{1j}, j = 1, 2, 3, 4, 5;$$

$$b_{2i} \leq x_{2i} \leq a_{2i}, i = 0, 1, \dots, 16;$$

$$1 \leq \mu_k \leq \mu_{k0}, k = 1, 2, 3, 4;$$

$$0 \leq a_n \leq M_n, n = 1, 2, 3, 4, 5;$$

$a_n$  为松弛变量或剩余变量,  $M_n$  为充分大正数。

## 4. 结果

用单纯形法在计算机上解此 31 个变量、7 个约束方程的线性规划, 迭代 14 次得到  $f(x)$  的最优值为:

$\max f(x) = 537068.9$ ; 最优解为:

$$\begin{aligned} X = (x_{11}, x_{12}, \dots, x_{15}, x_{20}, x_{21}, \dots, x_{216}, \mu_1, \dots, \mu_4, \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_5) \\ = (24633, 3419.8, 18000, 4758, 1399, 135394.4, 7317, \\ 14522, 3000, 1606, 2300, 1056, 20572, 20000, 9360, \\ 5478, 14960, 3564, 5680, 2630, 2820, 6500, 1.06, \\ 1.043, 1.063, 1.00, 475.35, 519.54, 0, 0, 1706.46). \end{aligned}$$

## 5. 分析

从上述计算结果可以看出:

### 5.1. 国内生产总值增长方面

1) 预计 2012 年我国 GDP 值约为 53.7 万亿元, 增长率为 7.5%, 可以达到温家宝总理提出的预期目标。

2) 第一产业总产值约为 5.22 万亿元, 增长 5%, 比 2011 年的 4.3% 略高, 其中林业产值增长较快, 达到 3419.8 亿元。实现了第一产业的稳定增长。

3) 建筑业总产值预计达到 13.54 万亿元, 增长率为 15%, 实现了工信部提出的目标, 但其价格指数按优化结果仅为 100%, 这表明, 为使我国 GDP 达到最大值且实现碳强度下降和物价稳定, 必须对建筑业, 特别是房地产的价格实施宏观调控。

4) 制造业总产值预计达到 12.14 万亿元, 增长率为 11%, 实现工信部提出的目标, 这是个重要的指标, 我国正处于工业化、城镇化进程的中后期, 建筑业、制造业的较快发展, 必将有力推动这一进程。

### 5.2. 碳排放强度下降方面

1) 按优化结果, 2012 年我国碳排放总量约为

35.51 亿吨, 而 2011 年的总量约为 32.63 亿吨, 虽然 2012 年总的碳排放量有所增加(这是经济发展的必然结果), 但碳排放强度却下降了 3.5%, 实现了温家宝总理提出的预期目标, 这表明经济增长与碳排放强度下降是可以同步实现的。

2) 制造业碳排放总量约为 11.71 亿吨, 碳排放强度预计下降 6.5%, 比工信部提出的目标略高, 完全可以实现预期目标。

3) 第二产业碳排放总量约为 30.12 亿吨, 占总排量的 84.8%, 而产值占全国总产值的 47.8%, 可见建筑业与制造业节能减排任重道远。

4) 服务业碳排放总量约为 4.11 亿吨, 占全国碳排放总量的 11.6%, 而产值却占全国总产值的 42.5%, 可见大力发展第三产业(比如金融业、旅游业等), 扩大其在国内生产总值中的比例, 是发展低碳经济的重要途径。

### 5.3. 从价格指数看稳定物价

全国平均价格指数预计为 106%, 比 2011 年的 107.6% 略低, 第一产业的为 104.3%, 比 2011 年的 112.8% 有较大下降, 制造业的为 106.3%, 与 2011 年的持平, 而建筑业的仅为 100%, 低于 2011 年的, 可见稳定物价的目标可以实现。

### 5.4. 从制造业各行业产值看我国工业的发展

从上述优化结果还可以看到, 因制造业碳排放强度较大, 所以在满足产值增长 11%、碳排放强度下降 5% 的条件下, 各行业产值都取得了约束允许的最小值。这并不是要我们抑制我国经济的支柱产业的发展, 而是启示我们应该把工业制造业做强, 不是盲目做大。应该通过产业结构调整, 包括产业构成、产业组织结构和产业布局等方面的调整, 淘汰那些高排放、高污染、低效率、低效益的企业和产能, 以低碳经济为目标, 及时调整能源结构, 加快自主创新和技术改造, 积极引进国内外的先进技术和先进设备, 大力发展战略性新兴产业, 大力发展新能源产业, 真正达到增值减排的目的。

## 6. 结论与建议

通过上述优化结果的分析, 可以预见, 只要我们

按照党中央的部署, 坚持科学发展, 加快转变经济发展方式, 沿着正确方向、采取有力措施积极推进产业结构调整, 就可以在短期内实现经济稳定较快增长、碳排放强度持续下降、物价稳定的三重目标。如果从长期着眼, 努力转变经济增长方式, 大力发展低碳经济, 则能从根本上突破经济发展瓶颈, 在结构优化的基础上实现更为稳定和可持续的经济增长、物价稳定与碳减排的目标。为此我们提出以下几点建议:

1) 第一产业的发展关系到我国经济的安全和社会的稳定, 因此应着力保证农、林、牧、渔业的稳定发展, 大力加强第一产业特别是农业的基础设施建设, 大力提高第一产业抵抗风险、抵抗自然灾害的能力。

2) 第二产业是我国经济发展的主体, 又是碳排放量最大的产业<sup>[10]</sup>, 因此必须改变目前的成本堆积式、资源浪费式的发展模式, 积极促进产业结构、能源结构的调整, 大力推进产业技术的改造升级和新能源的开发利用。

3) 大力发展服务业, 逐步扩大服务业在国民经济中的比例, 建议政府在政策、服务等方面给予服务业更多的扶持, 如在财政、税收、金融等方面给予必要的支持。

## 参考文献 (References)

- [1] 纪玉山, 赵洪亮. 维护中国发展权视角下的国际碳博弈——兼议经济增长与气候变化之争[J]. 社会科学辑刊, 2011, 6.
- [2] 纪玉山, 纪明. 低碳经济的发展趋势及中国的对策研究[J]. 社会科学期刊, 2010, 32(2): 83-89.
- [3] 王塑峰, 关键. 经济增长与碳减排是否只能择一——一个数学规划解及其引伸[J]. 工业技术经济, 2012, 32(2): 97-102.
- [4] 索尼娅·拉巴特, 罗德尼·R·怀特, 著, 王震, 王宇等, 译. 碳金融[M]. 北京: 石油工业出版社, 2010.
- [5] 刘满凤, 陶长琪, 柳键. 运筹学教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2010.
- [6] 刘秀丽. 国家统计局公告[Z], 2012.
- [7] 徐呈旭. 中国碳排放量与 GDP 关系预测[J]. 经营管理者 2010, 10.
- [8] 谭丹, 黄贤金, 胡初枝. 我国工业行业的产业升级与碳排放关系分析[J]. 四川环境, 2008, 27(2): 74-78.
- [9] 李军. 经济模型基本理论与应用[M]. 北京: 中国社会科学出版社, 2006.
- [10] 童抗抗, 马克明. 中国的产业产值与能源消耗碳排放相关性研究[J]. 中国环境科学, 2011, 31(7): 1212-1218.