

●中国经济热点问题研究

经济稳定增长与碳减排双重目标优化模型

纪玉山, 关 键, 王塑峰

(吉林大学 经济学院, 吉林 长春 130012)

摘要 中国的碳排放增加有必然性也有合理性。无论从理论分析还是通过数理模型进行推演和验证, 中国都应该并且能够实现经济稳定增长和碳排放降低的双重目标。当然, 这需要中国加快自主创新步伐和产业结构升级, 大力发展战略性新兴产业, 并针对不同产业出台有针对性的政策措施。

关键词 经济增长, 碳排放, 优化模型

中图分类号 F061.2

文献标识码 A

文章编号 1007-2101(2013)01-0048-05

进入 21 世纪以来, 气候问题受关注的程度不断提高, 有关这一问题国际合作的规模之大、范围之广, 以及合作过程中争斗的激烈程度, 都是人类历史上所罕见的。在互利共赢的原则下, 无论发达国家还是发展中国家都可以从气候合作中获益。然而, 2011 年 5 月 28 日在美国召开的世界政治经济学学会第六届论坛上, 吉雅拉·皮奥瓦尼和李珉琪发表了“经济增长与气候稳定是否协调?——以中国和印度为例”为题的演讲^①, 该文的一个重要观点是要求中国经济“实现零增长, 以减轻气候危机”, 其实质是要求中国牺牲经济增长和人民福利, 替西方世界承担减排义务。显然, 这种观点无论是在道义上还是在现实中都是站不住脚的。

首先, 毋庸置疑, 人类目前所面临的气候危机主要是发达国家造成的。在 1751 年至 1860 年 100 多年的时间里, 人类排放的二氧化碳几乎 100% 来自发达国家; 在 1861 年至 1950 年这 90 年间, 尽管发展中国家经济有所发展, 二氧化碳的 95% 也是来自于发达国家; 近 50 年的二氧化碳排放, 发达国家的所占比重虽然有所下降, 但是仍占据了总排放量的 77%。^②显然, 让发展中国家承担过多的减排任务无异于为发达国家制造的气候危机埋单。笔者在《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问题之争》^③一文中, 有较为详细的论述。其次, 对于发展中国家而言, 排放权就是生存权和发展权。按照联合国提出的标准, 中国目前还有 1.5 亿

人生活在贫困线以下, 发展经济仍是中国的第一要务。由于中国正处于工业化和城镇化的快速发展阶段, 各种基础设施的建设、人们正常生活都需要进行“生存性”的二氧化碳排放, 排放权作为经济发展中一种重要的“生产要素”是不可或缺的。再次, 发达国家目前所谓的低碳结构很大程度上是通过碳排放转移实现的, 即将碳排放较高的产业和产品生产转移到发展中国家, 由此产生了“隐含碳”的问题。如果按照产品最终消费者所属国籍来计算, 中国的碳排放将大为降低。例如樊纲等(2010)的研究显示 1950—2005 年中国约有 14%~33% 的碳排放实际上是为其他国家生产产品而排放的, 这部分碳排放不应计入中国的碳消费中^④。

一、经济稳定增长与碳减排双重目标的提出

面对来自国际社会日益增长的减排压力, 中国必须申明自己的排放权利和近年来已经取得的减排成绩, 同时更重要的是调整产业结构, 实现发展方式的转变。然而, 产业结构调整必须在增长持续的前提下进行, 否则产业结构调整将难以为继。那么, 增长与减排两个目标能否同时实现呢?

中国经济增长中导致碳排放增长的主要因素是三次产业的比重不合理。目前这三次产业比重大约为 1:5:4, 重化工业在国民经济中占主导地位, 低耗能的第三产业比重偏低。以产业结构调整必然要求

收稿日期 2012-08-28

基金项目 国家社科基金重点项目(11AZD100)

作者简介 纪玉山(1948-), 男, 吉林长春人, 吉林大学经济学院教授, 博士生导师, 研究方向为社会经济可持续发展。

降低重化工业的比重而提高其他排放相对较低产业的比重。重化工业是中国经济的支柱,为了实现碳排放降低和经济稳定增长的双重目标,中国的产业结构调整不能仅仅是从抑制工业特别是重化工业的发展入手,而应该是一方面对传统的工业进行改造,通过节能减排、调整能源结构与利用方式以及产业技术升级,降低传统产业的碳排放总量和强度;另一方面则应该同时推动和促进碳排放较低的产业,如战略性新兴产业和金融、教育、科研、旅游以及各种生产性服务业的发展,使之在国民经济中的比重不断增加。

通常,经济增长与碳排放之间存在一种库兹涅茨“倒U”曲线式的关系,即随着经济增长,碳排放绝对数量会不断增加,但是增速则是由高到低、由正到负变化,最终将打破经济增长与碳排放之间的正向关系而进入到此消彼长的阶段,并最终实现经济增长与碳排放的“脱钩”。大量的实证研究显示,中国碳排放的最高点尚未到来,但是碳排放的增速已经处于下降阶段,即使没有进一步的人为干预,中国的碳排放也将随着经济增长的继续而降低。

此外,中国正在努力进行节能减排,中国政府将碳减排提升至国家战略,并积极为碳减排创造制度环境和技术基础。2012年3月十一届全国人大五次会议的政府工作报告提出,2012年国内生产总值(GDP)增长的预期目标为7.5%。这为中国的产业结构调整和碳减排创造了非常良好的政策环境。中国碳排放持续增高的一个重要原因,是地方政府为了完成甚至超额完成经济增长任务,片面追求GDP增速,往往选择工艺较为成熟、见效较快的工业项目,而这些传统项目又往往属于高排放、高污染的行业。一些地方政府甚至在“保增长”的名义下继续推动高能耗、高污染、资源性等“两高一资”行业的增长。再者,2008年爆发的金融危机以及随后出现的欧美主权债务危机使来自欧洲和美国对中国商品的需求大幅度降低,同时欧美各国的贸易保护主义抬头,中国依靠对外贸易拉动经济增长的方式难以为继。GDP增速调降不仅是中国应对日益恶化的国际经济形势的举措,也使地方政府可以在一定程度上摆脱对GDP绝对数量的追求而转向提高经济增长质量,为产业结构调整开辟更大的空间,又可以为降低碳排放减少阻力。

总而言之,中国在经济增长与碳减排之间短期内看的确面临着—个非此即彼的两难选择,但是如果能够

够从长期着眼,制定并实施有针对性的产业结构调整策略,那么中国完全可以同时实现经济稳定增长和碳排放强度的降低。问题是—我们能否制定出—个同时实现经济增长与碳减排双重目标的数理规划。

二、经济增长与碳减排双重目标的数理规划

为了进一步说明中国同时实现经济稳定增长与碳减排两个目标的可能性,本文提出—个线性规划模型,尝试通过建模和实际计算,证明在中国“经济增长”与“气候稳定”完全可以协调。这个线性规划模型以温家宝总理在2012年政府工作报告中提出的主要预期目标、国家“十二五”规划提出的具体碳减排目标及国家统计局、工信部等权威机构确定的经济指标为约束条件,以2012年国内生产总值最大为目标函数,以2012年第一产业总产值、第二产业各行业总产值及2012年全国有关产业、行业的平均价格指数为决策变量,对既保证经济稳步增长,又同时实现碳减排和物价稳定的可能性与所需条件进行优化分析。

本文所用到的变量、参数列表如下(见表1),这些参数数据是根据国家统计局、工信部、中科院预测研究中心及各产业、行业协会公布的数据和有关资料、文献提供的数据经过统计分析、核算得到的。

第二产业中的制造业按十六个行业分析计算,依次为:皮革、毛皮等制造业,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,造纸及纸制品制造业,机械、电子及设备制造业,采掘业,食品、烟草及饮料制造业,纺织业,石油、炼焦及制品加工业,非金属矿物制造业,黑色金属冶炼、压延加工业,电力、煤气、水生产供应业,化学原料、制品制造业,有色金属冶炼、压延加工业。2012年的国内生产总值分别表示为 $x_{2i}(i=1, 2, \dots, 16)$, x_{11} 表示农业, x_{44} 表示建筑业,单位为亿元。预计第三产业产值为228100亿元。2012年的四个价格指数分别为: μ_1 ——全国平均价格指数, μ_2 ——第一产业平均价格指数, μ_3 ——制造业平均价格指数, μ_4 ——建筑业平均价格指数。

由此,我们可以构建如下线性规划模型:

以2012年国内生产总值最大为目标函数:

$$\text{Max}f = x_{11} + x_{44} + 228100 + \sum_{i=1}^{16} x_{2i}$$

最大化目标函数所需满足的约束可以表示为:

$$1/g_1(g_2/\mu_1 - g_1) = 7.5\% \quad (1)$$

$$1/g_{11}(x_{11}/\mu_2 - g_{11}) \geq 4\% \quad (2)$$

表1 参数及变量表

产业(行业)	科目	年产值(GDP) 单位为亿元			单位产值碳排放量(万吨/亿元)			平均价格指数		GDP 增长率	
		2010年	2011年	2012年(设为)	2010年	2011年	2012年	2011年	2012年	2011年	2012年(预计)
全国		$g_0=401\ 202$	$g_1=471\ 564$	g_2	$\rho_0=0.71$	$\rho_1=0.692$	ρ_2	$107.6\%=\mu_{21}$	$\bar{\mu}_1$	9.20%	7.50%
第一产业		$g_{01}=40\ 534$	$g_{11}=47\ 712$	x_{11}			$c_{11}=0.254$	$112.8\%=\mu_{02}$	$\bar{\mu}_2$	4.30%	
第三产业		173 087	203 260	228 100(预计)			$c_{33}=0.50$	$107.8\%=\mu_{03}$	4%	8.90%	7.90%
第二产业		$g_{02}=187\ 581$	$g_{12}=220\ 592$	$\sum_{i=1}^{16} x_{i4}+x_{44}$				$106.3\%=\mu_{04}$		10.60%	
建筑业		$g_{04}=95\ 206$	$g_{14}=117\ 734$	x_{44}	$\rho_{04}=\rho_{11}=1.36$		$c_{44}=1.32$		$\bar{\mu}_4$	22.60%	15%
制造业		$g_{03}=92\ 385$	$g_{13}=102\ 858$	$\sum_{i=1}^{16} x_{2i}$	$\rho_{02}=1.06$	$\rho_{12}=1.03$	ρ_{22}		$\bar{\mu}_3$	5.60%	11%
第 二 产 业	皮革、毛皮等			$x_{21} \geq 7\ 317=a_{21}$			$c_{21}=0.051$				
	医药			$x_{22} \geq 14\ 522=a_{22}$			$c_{22}=0.146$				
	化纤			$x_{23} \geq 3\ 000=a_{23}$			$c_{23}=0.42$				
	塑料及制品			$x_{24} \geq 1\ 606=a_{24}$			$c_{24}=0.153$				
	金属制品			$x_{25} \geq 2\ 300=a_{25}$			$c_{25}=0.182$				
	造纸、纸制品			$x_{26} \geq 1\ 056=a_{26}$			$c_{26}=0.43$				
	机械、电子及设备制造			$x_{27} \geq 20\ 572=a_{27}$			$c_{27}=0.135$				
	采掘业			$x_{28} \geq 20\ 000=a_{28}$			$c_{28}=0.48$				
	食品、烟草及饮料等			$x_{29} \geq 9\ 360=a_{29}$			$c_{29}=0.24$				
	纺织业			$x_{210} \geq 5\ 478=a_{210}$			$c_{210}=0.211$				
	石油、炼焦及制品加工			$x_{211} \geq 14\ 960=a_{211}$			$c_{211}=0.88$				
	非金属矿物制造			$x_{212} \geq 3\ 564=a_{212}$			$c_{212}=1.114$				
	黑色金属冶炼、压延加工			$x_{213} \geq 5\ 680=a_{213}$			$c_{213}=0.91$				
	电力、煤气、水生产供应			$x_{214} \geq 2\ 630=a_{214}$			$c_{214}=0.495$				
	化学原料、制品			$x_{215} \geq 2\ 820=a_{215}$			$c_{215}=0.75$				
	有色金属冶炼、压延加工			$x_{216} \geq 6\ 500=a_{216}$			$c_{216}=0.82$				

注:标煤碳源转换系数为(t/t) 0.7476。

$$1/g_{13}(\sum_{i=1}^{16} x_{2i}/\mu_{3}-g_{13})=11\% \quad (3)$$

$$1/\rho_{12}(\rho_{12}-\sum_{i=1}^{16} c_{2i} \cdot x_{2i}/\sum_{i=1}^{16} x_{2i}) \geq 5\% \quad (4)$$

$$1/g_{14}(x_{44}/\mu_{4}-g_{14}) \geq 15\% \quad (5)$$

$$1/\rho_1(\rho_1-\rho_2) \geq 3.5\% \quad (6)$$

$$\mu_i \leq \mu_{0i} \quad i=1\ 2\ 3\ 4 \quad (7)-(10)$$

$$x_{2i} \geq a_{2i} \quad i=1\ 2\ \dots\ 16 \quad (11)-(26)$$

$$x_{11} > 0 \quad x_{44} > 0 \quad x_{2i} > 0 \quad \mu_j \geq 1 \quad j=1\ 2\ \dots\ 16 \quad j=1\ 2\ 3\ 4 \quad (27)$$

这些约束具有不同的含义。(1)式表示2012年要实现按可比价格计算的GDP增长7.5%(2)式体现了农业发展稳定的要求,即2012年第一产业产值增长不小于4%(3)式表明,作为中国经济支柱产业的制造业应在2012年保持稳定较快发展,但考虑到制造业是我国碳排放的主要来源,增长11%是一个较为合理的目标(4)式表明,为了控制碳排放,制造业碳强度下降不小于5%;考虑到城市化进程仍在不断加快(5)式推测2012年建筑业产值增长不小于15%;作为一个非常重要的硬性约束(6)式严格限制了2012年全国碳排放强度下降不小于3.5%;作为经济稳定发展的重要方面,价格稳定的要求体现在(7)-(10)式,而各制造业产值稳定增

长的要求包含在(11)-(26)式当中。

将表1中的相应数据代入,并加入剩余变量、松弛变量,将该问题转化为标准形式,在计算机上用单纯形法解此46个变量、26个约束方程的线性规划,迭代15次得到的最优解为:

$$\text{Max } f=545\ 458.08$$

$$j=1\ 2\ 3\ 4, i=1\ 2, \dots, 16; (\text{单位:亿元})$$

$$X=(x_{11}, x_{44}, \mu_j, x_{2i}, \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{24})=(58\ 617.69, 137\ 375.19, 1.076, 1.034, 1.063, 1.001, 1, 7\ 317.01, 14\ 522.01, 3\ 000, 1\ 606, 2\ 300, 1\ 056.02, 20\ 572.02, 20\ 000.01, 9\ 360.01, 5\ 478.01, 14\ 960.02, 3\ 564, 5\ 680.02, 2\ 630, 2\ 820, 6\ 500.02, \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{24});$$

三、模型结论与分析

在这个静态模型中,即使不考虑各产业碳排放强度的变化,最优化的各项目标也都能实现。按照温家宝总理提出的目标,最优化的结果中2012年中国GDP值预计约为54.5万亿元,增长率为7.5%。

这个最优化目标实现所要求的各产业的增长率因其排放强度而不同。其中,由于第一产业的碳排放强度较低,因此总产值预计应增长11%。但是多年以来中国第一产业的增长率多低于10%,因此第一产业要求的增长率可能会高于实际增长率。对于第

二产业,总产值预计增长 11%。其中建筑业产值预计达到 13.74 万亿元,比 2011 年增长 16.5%,比工信部提出的 2011 年以后平均每年增长 15%的目标稍高,这是因为 2012 年建筑业的价格指数按优化结果只有 100.11%,比 2011 年的 106.3%有较大下降,这个结果表明,中国为了使 GDP 取得最大值,同时要稳定物价、降低碳排放强度,就必须将建筑业(包括房地产业)的价格降下来。

总体而言,从上述结果还可看出,2012 年全国碳排放强度将下降 3.5%,平均价格指数为 107.6%,与 2011 年持平,第一产业的平均价格指数为 110.34%,比 2011 年略低,制造业的平均价格指数为 106.3%,与 2011 年持平。从这四个预计的价格指数看,按本文的优化结果,是可以实现稳定物价的目标的。

从上面优化结果还可以看到,工业制造业因碳排放强度较高,因此在满足产值增长 11%、碳强度比 2011 年下降 5%的条件下,各行业产值基本都取到约束允许的最小值。这种处理方式反映了稳定经济增长并实现碳减排的目标,但是这两个目标的实现并不能仅仅通过单纯地抑制制造业发展来实现,毕竟制造业是中国当前经济发展的支柱产业。在这种条件下,通过产业结构调整,以低碳经济为目标进行产业构成、产业组织和产业布局等方面的调整,及时地改变能源结构,加快技术改造,引进国内外先进技术、先进新设备等来实现经济方式的转变才能够真正达到增值减排的目的。

总之,尽管中国经济中还存在着很多阻碍碳减排的因素,但是如果措施得当、调整方向正确,在短期内中国也可以实现经济稳定增长与碳排放逐步下降。如果能够从更长期着眼,着力转变经济增长方式、大力发展低碳经济、降低能源强度与碳强度,则能够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发展的经济发展与碳减排目标。

四、实现经济稳定增长与碳减排双重目标的政策建议

气候问题的大部分责任并不在中国等发展中国家,因此由中国来承担碳减排责任以缓解气候问题既不现实,也不会有实际效果。中国既不会替发达国家 100 多年来的高碳排放埋单,也不会推卸自己应尽的义务和责任。因此,中国应在以下几方面有

所突破:

1. 推动和加速低碳农业发展。尽管中国的产业结构中农业在产值或吸收劳动力数量等方面都不占据优势,农业的碳排放强度也比较低,但是农业的发展关系到中国经济的安全和稳定,同时农业的碳排放也是中国碳排放的来源之一,农业、农村、农民的三农问题和农业碳排放问题都是中国发展低碳经济不能回避的难题。针对农业的现存结构与问题,首先,应加强农业基础设施建设,提高农民抵抗风险和自然灾害的能力;其次,政府应提供更多的政策性扶持,包括财政补贴、金融支持、税收减免等,引导农业向低碳化方向发展;再次,由于农业容易受市场影响出现生产的大幅起落,因此政府应提供作为公共品的市场信息、政策指导等;最后,应积极促进农民之间的生产经营合作,提高农业专业化经营程度,扩大森林和草原种植面积,积极发展碳汇农业。

2. 加快产业结构升级,大力发展战略性新兴产业,是实现经济发展和碳减排双重目标的重要选择。改革开放 30 多年来,中国经济高速增长,取得了举世瞩目的巨大成就。然而,这种增长呈现出了“高能耗、高污染、高投入、低效益”的显著特征,难以为继。面对日新月异的科技创新和不断加剧的全球化竞争,以及日趋严峻的资源环境约束,转变经济发展方式、大力发展战略性新兴产业已成为必然趋势。从中国国情、科技水平和产业基础出发,通过金融、财政、税收等多方面扶持措施,率先发展生物技术、节能环保、新材料、新一代信息技术、新能源、新能源汽车和高端装备制造等七大战略性新兴产业,必将有力推动中国经济持续增长和碳排放的逐步降低。

3. 加快传统工业的改组、改造与升级,特别是用信息化技术改造重化工业,是实现经济发展与碳减排双重目标的重要战略举措。中国正处于工业化的中后期,碳强度较高的重化工业发展加速,加之城市化也在不断推进,因而不能简单地依赖限制工业、限制城市化的发展去追求碳排放总量和强度的降低,而应当从产业结构特别是产业内部的技术结构调整入手来实现持续增长前提下的碳减排。一方面应促进产业技术的升级和提高,在技术进步的基础上使工业碳强度降低,对于那些低效率、低效益、高排放、高污染的企业或产能应该严令禁止并尽快淘汰,为低排放的产业和企业发展开辟空间;另一方面,在中国碳排放总量中能源产业的碳排放所占比重较大,而新能源和清洁替代能源的发展尚处于初期阶段,

所以能源结构的调整具有相当大的空间,清洁替代能源的发展对于中国低碳经济的发展有着非常重要的意义。为此,应加强能源研发平台建设,探索低碳经济的能源技术创新的路径。^⑤

4. 服务业的发展也是增长与减排目标实现的重要保证。大多数服务业,如金融、旅游、教育、文化等都属于碳排放较低的行业,因发达国家的产业结构调整过程中服务业比重不断上升不仅改变了整个经济的结构特征,也使碳强度显著下降,中国的服务业发展还不够充分,因此政府应该在去除市场中阻碍服务业发展的因素方面给予更多的努力,消除不必要的政府管制,避免出现政府失灵。同时,对服务业给予必要的财税、金融支持也是促使其发展的有效措施。

注释:

①该文在《当代经济研究》2011年第9期公开发表。

② United Nations Development Programme (UNDP). Human Development Report 2007/2008. New York: Palgrave Macmillan Press, 2007.

③该文发表在《社会科学辑刊》2011年第6期,《中国社会科学文摘》2012年第4期全文转载。

④ 樊纲,苏铭,曹静:《最终消费与碳减排责任的经济学

分析》《经济研究》2010年第1期。

⑤盛光华,杜雪丹:《我国低碳经济发展的重点与路径》,《求是学刊》2010年第5期。

参考文献:

- [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问题之争[J].社会科学辑刊,2011(6).
- [2] 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(2).
- [3] 纪玉山,纪明.低碳经济的发展趋势及中国的对策研究[J].社会科学辑刊,2010(2).
- [4] 张磊.低碳经济背景下我国环境刑法面临的挑战与对策[J].河南大学学报(社会科学版),2011(1).
- [5] 李栋华,王霄.中国省际经济发展的“资源诅咒”——基于Malmquist和面板数据的分析[J].暨南大学(哲学社会科学版),2010(1).
- [6] 吴铎.经济增长方式转变研究述评[J].河南大学学报(社会科学版),2010(1).
- [7] 赵玉意.论中国在碳减排体系中的定位——基于美国“碳关税”措施的反思[J].贵州社会科学,2010(9).
- [8] 宋春江,张炜熙.发展低碳经济对于可持续发展及相关产业发展的促进价值[J].现代财经,2010(4).

责任编辑、校对:王岩云

An Optimization Model with Double Objectives of Stable Economic Growth and Decrease in Carbon Emission

Ji Yushan, Guan Jian, Wang Suofeng

(School of Economics, Jilin University, Changchun 130012, China)

Abstract: There are certain inevitability and rationality in the increase of China's carbon emission. But China can still achieve stable economic growth and decrease in carbon emission, both theoretically and through mathematical programming model. So we should fasten the innovation step and the industrial structure upgrade, fully develop the strategic emerging industries and published policies according to different industry respectively in China.

Key words: economics growth; carbon emission; optimization model