

河南省能源消费碳排放的历史特征及趋势预测

王 铮^{1,2}, 翟石艳², 马晓哲^{2,3}

(1. 中国科学院科技政策与管理科学研究所, 北京 100080;

2. 华东师范大学教育部地理信息科学重点实验室, 上海 200062; 3. 河南省科学院地理研究所, 郑州 450052)

摘要: 根据联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)2006年版碳排放计算指南计算了河南省1995—2006年的能源消费碳排放量。预测了2007—2050年河南省平稳经济增长路径下的最优经济增长率和2007—2050年的河南省能源消费结构和产业结构。进一步, 计算了河南省2007—2050年在经济平稳增长路径下的能源消费与碳排放总量以及人均量。结果表明: 1995年以来, 河南省的碳排放量逐年增加, 碳排放强度先是逐年下降, 到2003年发生转折, 出现上升的趋势; 同时, 预测的2007—2050年的能源结构显示, 河南省煤炭资源在能源消费总量中所占的比重有较大幅度的下降, 石油与其他清洁能源的比重不断上升; 另外, 河南省分别在2036年和2034年达到能源消费和碳排放总量高峰; 人均能源消费量和碳排放量的高峰则出现在2033年和2032年。另外, 尝试预测了河南省森林碳汇潜力, 发现2006—2050年累计森林碳汇量持续上升, 到2050年, 累计碳汇量达131.14 Mtc。

关键词: 能源消费; 碳排放; 内生经济增长; 河南省

中图分类号: X24

文献标志码: A

文章编号: 1003-2363(2010)06-0069-06

0 引言

最近20年来, 全球变暖诱发的一系列环境问题引起各国政府对碳排放的高度关注。2009年12月, 中国在哥本哈根的世界气候大会中承诺, “到2020年, 单位GDP二氧化碳排放比2005年下降40%至45%”。王铮, 朱永彬等(2008)^[1]通过计算各省区的碳排放系数, 并将全国碳排放量分摊到各地区, 研究各省的碳排放现状。进一步地我们要问, 中国各省区未来的碳排放量如何? 目前对于全国性问题, 已经有了研究。例如, 王中英等^[2](2006)采用相关分析探讨了中国国内生产总值(GDP)的增长与碳排放量的关系。杜婷婷等(2007)^[3]研究采用库茨涅茨曲线(EKC)模拟经济发展与碳排放之间的关系, 并认为碳排放与收入水平之间遵循倒“U”曲线关系、“N”型关系。朱永彬, 王铮等(2009)^[4]将动力学机制引入EKC曲线, 研究了中国经济增长与碳排放之间的关系。

20世纪以来, 河南经济社会全面发展, 成功实现了由传统农业大省向全国重要经济大省、新兴工业大省的跨越。然而, 发展的质量和效益比较低。经济发展是建

立在大量的能源消费和投资的基础上, 在降低碳排放量的问题上, 使得河南省面临巨大压力。故本研究以IPCC碳排放计算公式和朱永彬, 王铮(2009)^[4]等的动力学模型为基础, 利用河南省1978—2007年的历史数据, 试图测算河南省1995—2006年的能源消费总量、碳排放总量、碳排放强度; 并预测河南省2007—2050年的最优经济增长率, 以及在最优经济增长率下的各年能源消费总量、碳排放总量等。同时, 尝试预测和分析了河南省的森林碳汇潜力。

1 模型

1.1 碳排放计算公式

碳排放包括人工排放和自然排放, 一般计算的是人工排放。人类通过化石燃料向大气中排放的CO₂占到全球排放总量的80%(international energy annual, IEA)。本研究仅对煤、石油、天然气能源消费产生的碳排放进行预测。所采用的能源数据来自1995—2007年中国能源统计年鉴, 能源消费碳排放量计算采用IPCC碳排放计算指南^[5], 结合本研究相关数据的计算特征得如下公式

$$A = \sum_{i=1}^3 B_i \times C_i \quad (1)$$

式中: A 为碳排放量, 10^6 t 碳(Mtc); B_i 为能源 i 消费量, 按标准油计算, 10^6 t 标准油(Mtoe); i 为能源种类, 本研究中主要是煤、石油、天然气; C_i 为能源 i 碳排放系数, 采用朱永彬, 王铮等^[5]计算的碳排放系数, 煤、石油、天然气的碳排放系数分别为1.005 2, 0.75 3, 0.617 3(每单位

收稿日期: 2010-02-08; 修回日期: 2010-10-15

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40771076); 国家863项目(2008AA12Z204); 中国科学院创新工程重点项目(kzcx2-yw-305-4)

作者简介: 王铮(1954-), 男, 云南陆良人, 博士(后), 博士生导师, 主要从事理论地理学、计算地理学、政策模拟等研究, (E-mail) maxiaozhe163@163.com。

标准油所释放的单位碳等价物)。

1.2 模型与参数估计

1.2.1 模型介绍。朱永彬,王铮等^[4],改进了 Moon-Sonn 的内生经济增长模型,将能源投入和劳动力引入生产函数,构造的模型为

$$Y(t) = Ae^{vt}K^{\alpha}E^{1-\alpha}L^{\gamma} \quad (2)$$

假设:社会总人口为 N_0 ;资本为 K ;能源强度为 τ ;劳动参与率为 ω (就业人口占总人口的比重);未来人口平均年增长率为 n_0 。含有能源强度投入和人口增长的生产函数为

$$Y(t) = (A_0e^{vt})^{1/\alpha}\tau(t)^{(1-\alpha)/\alpha}(\omega N_0e^{nt})^{r/\alpha}K(t) \quad (3)$$

$$0 < A < 1$$

根据动态最优理论,得到模型改进后的经济最优增长率为

$$g = gc = (n - \frac{\rho}{\sigma}) + \frac{1}{\sigma}(\varepsilon - \theta\tau)(A_0e^{vt})^{1/\alpha}\tau^{(1-\alpha)/\alpha}(\omega N_0e^{nt})^{r/\alpha} \quad (4)$$

基于此,公式可预测河南省 2007—2050 年经济最优增长率,以及经济最优增长情况下的历年 GDP 总量。历年 GDP 总量与能源强度的乘积即为满足经济最优增长下的能源消费总量。之后,依据马尔可夫链的方法预测河南省 2007—2050 年的能源消费结构,与能源消费总量的乘积即为各种能源的消费量。根据公式(1),便可得出历年的碳排放量。

1.2.2 参数估计。对式(2)进行变换,得到用于参数估计的统计模型:

$$Y' = a_0 + vt + \alpha K' + \gamma L' + \varepsilon \quad (5)$$

式中: $Y' = \ln(Y/E)$; $a_0 = \ln(A_0)$; $K' = \ln(K/E)$; $L' = \ln(L)$ 。本研究采用河南省国内生产总值(GDP)作为经济产出数据;采用 GoldSmith1951 年开创的永续盘存法^[6]核算资本存量;沿用张军等^[7]对各变量意义的解释和对相关参数的测算。最终将 GDP 和资本投入换算为 2000 年可比价格。劳动力采用《河南统计年鉴》中 2001—2007 年中的年底从业人数,能源消费量数据来自 1995—2007 年的《中国能源统计年鉴》。各经济变量取 1978—2005 年的时间序列作为样本数据。回归结果如表 1 所示。

表 1 生产函数参数估计结果

Tab.1 Production function parameter estimates

函数	参数值	<i>T</i> 值	显著性水平
a_0	3.918	3.553	0.003
α	0.764	18.437	0.000
γ	-0.398	-2.679	0.016
v	0.000	-0.044	0.965

通过对统计模型进行回归,发现方程的拟合程度非常好($R^2 = 0.995$),其中,除全要素生产率 A 的增长率 v 不

能通过显著性检验外,其余参数均在 5% 的水平上显著。

对于式(3)中的参数 σ, ρ , 根据河南的实际数据对其进行校准,取 $\sigma = 2, \rho = 0.12$ 。对于 ε , 需要确定折旧率,本研究采用张军等^[7]对固定资本折旧率的测算值 9.6%,令 $\varepsilon = 0.904$ 。分析河南省 1978—2005 年的人口情况,发现和全国的人口增长率基本持平,故该模型的参数人口增长率与劳动参与率 n, ω 取值魏高峰^[8]预测的人口数据和王金营^[9]预测的劳动力数据计算而来。

2 河南省能源结构变动分析

利用 1995—2007 年中国能源统计年鉴中的分地区能源平衡表,统计出河南省能源消费数据,并计算河南省 1995—2006 年的能源结构,如表 2 所示。1995—2006 年,河南省能源消费结构中,煤炭所占的比重一直维持在 65% 左右,油比重在 13% 左右,天然气的比重则在 3% 左右。

表 2 1995—2006 年河南省能源消费结构构成比例 %

Tab.2 The energy consumption structure of Henan Province in 1995—2006

年份	煤比重	油比重	天然气比重	其他能源比重
1995	67.01	13.94	3.04	16.01
1996	66.50	13.46	2.82	17.22
1997	63.26	12.66	3.12	20.96
1998	63.09	15.23	3.11	18.58
1999	64.28	13.90	3.34	18.48
2000	63.04	14.19	3.40	19.38
2001	61.28	13.99	3.74	20.98
2002	59.32	13.54	4.09	23.04
2003	56.75	11.82	4.61	26.81
2004	58.60	14.80	3.96	22.64
2005	64.23	12.8	3.52	19.37
2006	65.19	11.74	4.23	18.84

说明:其他能源主要指电力。下同。

根据马尔可夫链的计算方法,可利用已计算出的能源结构得出概率转移矩阵,进而预测得出河南省 2007—2050 年的能源结构,如表 3 所示,主要呈现以下特征。

2.1 煤炭的比重不断下降

煤炭我国的能源生产结构和消费结构中一直占有重要地位。河南境内蕴藏大量的煤炭资源,其中规模较大的是平顶山煤矿、郑煤、义煤、神火等。另外,各个地区还分散许多 15 万~30 万 t 的小型煤矿。多年来,河南能源消费一直以煤炭为主。然而,煤炭的碳排放系数在各种能源中是最高的。面对碳排放的压力,河南省加大煤炭资源的整合、整治,同时大力发展低碳产业,开发利用低碳能源,走可持续发展的道路。从表 3 可以看出,能源消费结构中,煤炭的比例在不断地降低,其比重

表3 2007—2050 年河南省能源消费结构变化 %

Tab.3 Changes of energy consumption structure of Henan Province in 2007—2050

年份	煤比重	油比重	天然气比重	其他能源比重
2007	64.71	12.61	2.03	20.65
2010	63.29	14.89	2.13	19.68
2015	60.99	16.81	2.15	20.05
2020	58.78	17.94	2.24	21.04
2025	56.64	18.84	2.36	22.15
2030	54.59	19.67	2.48	23.26
2035	52.61	20.45	2.60	24.35
2040	50.70	21.19	2.72	25.39
2045	48.86	21.91	2.82	26.40
2050	47.08	22.61	2.93	27.38

将由 2007 年的 64.71% 下降到 2050 年的 47.08%。

2.2 清洁能源比重不断上升

清洁能源主要包括电力和天然气。天然气和电力等清洁能源的比重不断上升。2007 年,两种清洁能源的比重为 22.68%,到 2050 年此比重将增加到 30.31%。清洁能源消费比重的增加在一定程度上也将减轻河南的环境压力。

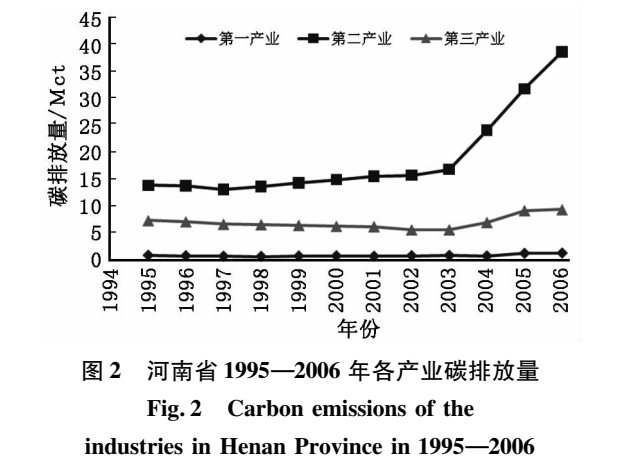
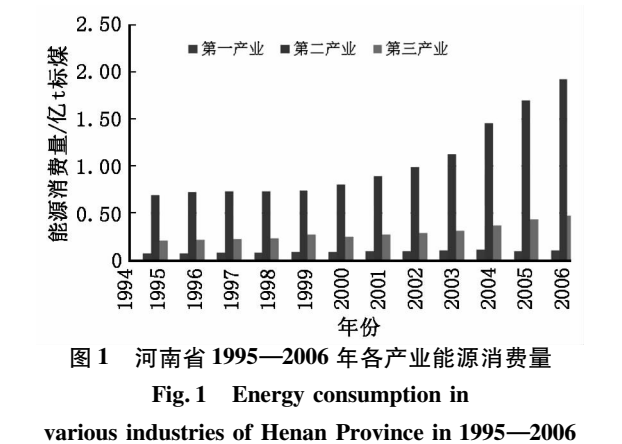
2.3 石油消费比重有所上升

随着中部崛起战略的不断实施,河南省经济迅速发展,2000—2006 年间,GDP 年均增长率为 11.57%。同时,河南车辆拥有量迅猛上升,2000 年车辆为 819 791 台,2006 年则上升为 1 731 664 台。未来,公共车辆、私家车的数量将进一步增多。车辆的增多导致石油消费量的上升。河南省 2007 年石油所占的比例为 12.61%,到 2050 年石油所占的比例将上升为 22.61%。尽管石油的碳排放系数较煤炭低,但随着它在河南碳排放中的比重不断上升,庞大的城市车辆拥有量对河南省减低碳排放构成巨大的压力。因此,交通运输将成为河南碳减排的重要内容之一。

3 河南省产业能耗部门分析

一个地区碳排放量的多少与该地区的产业结构具有直接而重大的关系。本研究所指的产业结构主要包括第一产业、第二产业(工业和建筑业)、第三产业。根据 1995—2007 年的中国能源统计年鉴,统计了河南省各产业的能源消费量。该能源消费量主要是指统计年鉴中的终端能源消费量。其中第一产业的能源消费主要部门包括:农、林、牧、渔、水利业;第二产业能源消费主要部门是工业和建筑业;第三产业的能源消费主要部门为交通运输、仓储和邮政业,批发、零售业和住宿、餐饮业,生活消费和其他(图 1)。其中,第一、三产业能源消费量均略有上升,但是变化不大;第二产业能源消费量

在三大产业中最大,且从 1995—2006 年有快速上升的趋势。用计算出来的能源消费量乘碳排放系数,可得出 1995—2006 年河南省各产业的碳排放量(图 2)。



从图 1,图 2 中可以看出,河南省 1995—2006 年各产业碳排放量的变化趋势和各产业能源消耗量趋势基本一致。河南省能源消耗以煤炭为主,同时煤炭的碳排放系数较大,故造成第二产业碳排放量较高。

根据 1990—2007 年的中国统计年鉴,计算河南省 1978—2006 年的产业结构,按照马尔科夫链的计算方法,预测了河南省 2007—2050 年的产业结构(表 4)。

表4 河南省2007—2050年产业结构构成 %

Tab.4 Composition of the industrial structure of Henan Province in 2007—2050

年份	第一产业比重	第二产业比重	第三产业比重	年份	第一产业比重	第二产业比重	第三产业比重
2007	16.02	52.21	31.75	2030	9.40	53.37	37.22
2010	14.95	50.77	34.27	2035	8.37	53.95	37.67
2015	13.31	51.21	35.47	2040	7.46	54.46	38.07
2020	11.85	51.99	36.14	2045	6.64	54.92	38.43
2025	10.56	52.72	36.71	2050	5.91	55.33	38.75

说明:表中只列出了主要年份的产业结构。

从表 4 中可以看出,第一产业的比重将稳步下降;第二产业的比重在摇摆中将不断上升;第三产业比重稳步上升。在未来形成“二、三、一”顺序的产业格局。从图 1,2 中得出,第二产业是高能耗和高碳排放的部门。因此,未来河南省的碳排放压力将会较大。面对此项压力,河南省应以中部崛起为契机,抓住承接全球和东部地区产业转移的历史新机遇,加快调整和优化产业结构。加强科技和资金的投入,用信息化带动工业化,积极推进高新技术产业化,提高能源利用率,走可持续低碳的发展道路。

4 结果分析

4.1 能源消费碳排放的历史特征

1995—2006 年河南省能源消费量、碳排放量逐年增长。碳排放量由 1995 年的 36.13 Mtc 增长到 2006 年的 87.48 Mtc,年均增长率为 9.08%,高于全国能源消费碳排放量的年均增长率(5.4%)。碳排放增加是由于能源消费增多所致,将碳排放量与能源消费量对比(图 3)发现,碳排放量与能源消耗量增长趋势相同,2003 年以来能源消费碳排放量显著增长。就一个国家或地区的发展历程而言,碳排放强度可以反映其在经济发展的同时对减缓气候变化的贡献,从某种程度上碳排放强度下降率可反映出能源利用和相应碳排放的经济效益提高程度^[10]。碳排放强度即是单位 GDP 的碳排放量。1995—2006 年河南省的碳排放强度见图 3,1995 年碳排放强度为 1.158 t/万元,2006 年下降到 0.882 t/万元。2003 年为转折点,自此开始,碳排放强度有上升的趋势。

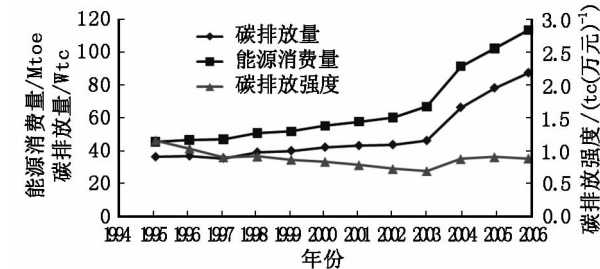


图 3 1995—2006 年河南省

能源消费量、碳排放量与碳排放强度变化

Fig.3 Energy consumption, carbon emissions and carbon emission intensity of Henan Province in 1995—2006

4.2 能源消费碳排放的趋势分析

4.2.1 能源消费量预测。利用河南省 1978—2006 年的能源强度数据拟合发现,能源强度随时间存在指数下降的趋势 ($R^2 = 0.9489$),且能源强度下降率为 -0.055 。依据能源强度下降率,容易计算出 2007—2050 年的能源强度。将每年的能源强度带入式(3),可得出历年的最优经济增长率,进而计算出历年的经济总量。历年 GDP 与能源强度的乘积即为在最优经济增长率下的能源消

费量。结果如表 5 所示。从表 5 可以看出,能源消费量出现了先增而后降的现象。由于产业结构惯性作用,能源消费量的增长还会保持一定的时期,但最终将会下降。这一方面是由于能源强度不断下降(生产单位 GDP 的能耗降低);另一方面通过产业结构的调整及优化升级,能源量投入减少。这在一定程度上减缓了经济增长,其表现为最优经济增长率逐年下降。

表 5 2010—2050 年河南省经济及能源消费预测

Tab.5 The estimates of economic development and energy consumption of Henan Province in 2010—2050

年份	能源强度/ (toe · (万元) ⁻¹)	最优经济增 长率/%	GDP ¹⁾ / 亿元	能源总消费 量/Mtoe ²⁾
2010	0.663	11.32	15 180.0	100.6
2015	0.503	10.05	25 078.7	126.2
2020	0.382	8.96	39 422.4	150.7
2025	0.290	7.94	59 060.5	171.5
2030	0.221	6.99	84 613.6	186.6
2035	0.168	5.98	115 454.5	193.4
2040	0.127	5.06	150 663.2	191.7
2045	0.097	4.21	188 558.1	182.3
2050	0.073	3.47	227 409.4	167.0

说明:1)按 2000 年价格计算;2) Mtoe = 10⁶ t 标准油

4.2.2 碳排放量变化趋势分析。根据马尔可夫链的计算方法,已经预测出河南省 2007—2050 年的能源结构(表 3)。将历年的能源消费量乘以能源结构得到分品种能源消费量。分品种能源消费量与各自碳排放系数的乘积为分品种能源的碳排放量。本研究采用朱永彬,王铮(2009)等计算的系数^[5],煤、石油、天然气的碳排放系数分别为 1.005 2,0.75 3 和 0.617 3(每单位标准油所释放的单位碳等价物)。我们最终将各能源品种产生的碳排放量进行加总即得总的碳排放量(图 4)。

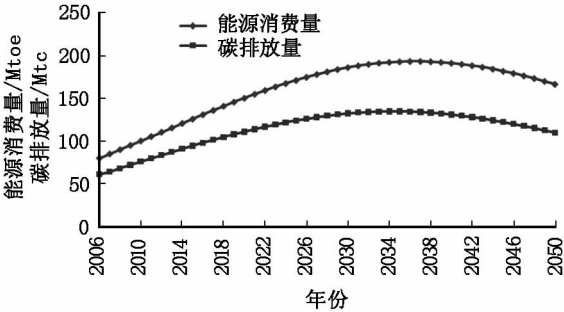


图 4 2006—2050 年河南省

能源消费量及碳排放量变动

Fig.4 Annual energy consumption and carbon emissions of Henan Province in 2006—2050

从图 4 中可以看出,预测的河南省能源消费量和碳排放量呈先上升而后下降的趋势,能源消耗量在 2036

年、碳排放量在 2034 年分别达到峰值点后开始逐渐回落。两曲线之间距离逐渐拉大,说明能源消费结构中高碳排放能源比重逐渐降低,而低碳排放能源比重逐渐升高,使得碳排放上升速度低于能源消费量。

4.2.3 人均能源消费和碳排放量趋势分析。以河南省 1978—2005 年的人口数据为基础,人口增长率采用的是魏高峰^[8]所计算的值,预测了河南省 2006—2050 年的年底人口数。用 2007—2050 年河南省每年的碳排放量除以人口数,则得到河南省每年人均碳排放量。能源消费总量除以人口数,则得河南省人均能源消费量。其趋势如图 5 所示。

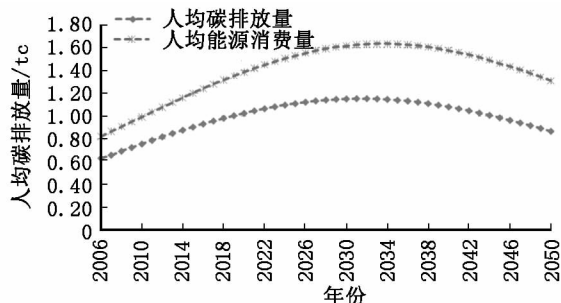


图 5 2006—2050 年河南省人均碳排放量变动

Fig. 5 Changes of per capita

carbon emissions in Henan Province in 2006—2050

图 5 表明,从 2006 年开始,河南人均能源消费量和碳排放量是先增加后降低,具有同质性。人均能源消费量在 2033 年达到高峰,值为 1.636(t 标准油/人),人均碳排放量在 2032 年达到峰值,值为 1.154(t 碳/人)。该值仍低于 2006—2050 年全国年均人均碳排放量 1.95(t 碳/人)。

4.3 森林碳汇潜力分析

应对气候变化,控制大气中 CO_2 等温室气体浓度的持续升高,主要有两条途径:一是工业建筑、交通减排;二是森林碳汇。袁嘉祖^[11]等指出:“碳汇是指森林吸收并储存二氧化碳的多少或者说是森林吸收并储存二氧化碳的能力”。本研究所提到的森林主要是指用材林、防护林和新造林。2005 年,河南省的森林面积为 243.0958 万 hm^2 ,碳汇能力为 2.5316 Mtc。我国林业发展目标,至 2020 年,森林覆盖率达到 23% 以上,至 2050 年,森林覆盖率达到并稳定在 26% 以上。按照此目标,河南省以目前造林现状(可用于造林的无林地面积 78.54 万 hm^2)为基础,新造林应以每年 5% 的速率增长。2004 年,河南省新造林面积为 6923.05 百 hm^2 。之后,2005—2024 年,每年计划新造林 342.53 hm^2 ,2025 年新造林为 72.42 hm^2 。至此,已经完全利用了可用于造林的无林地。将历年的森林面积乘以单位面积的碳汇量,即得每年森林的碳汇量。2005—2050 年河南省历年森林碳汇量趋势如图 6 所示。

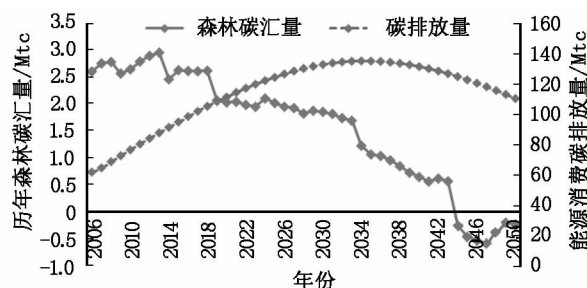


图 6 河南省 2005—2050 年

能源消费碳排放量与森林碳汇量趋势图

Fig. 6 Carbon emissions

and energy consumption and forest carbon

sequestration trends of Henan Province in 2005—2050

图 6 表明,河南省未来 40 年内历年森林碳汇量将呈波动下降趋势。这是由于到 2025 年时,河南省所有可利用的造林地理论上均已完成造林,森林的碳汇潜力与其生长周期基本一致。树种长到一定年限时,其碳汇能力处于一个稳定的状态,不能随着生长年限的增长而增加碳汇量。然而,2006 年森林累计碳汇量为 10.59 Mtc,2050 年累计将增加到 131.14 Mtc。

5 结论与对策

本研究计算了河南省 1995—2006 年总的和分产业的能源消费量、碳排放量、碳排放强度,并预测了 2007—2050 年的产业结构、能源结构、能源消费量、碳排放量和森林碳汇潜力。研究发现:(1)2006 年河南省的能源结构为煤炭占 65.19%,油占 11.74%,天然气占 4.23%,其他能源(电力)占 18.84%,2050 年能源结构为煤炭占 47.08%,油占 22.61%,天然气 2.93%,其他能源(电力)占 27.38%。能源结构有所优化,但是高碳能源煤、油所占的比重依旧很大。(2)根据产业结构的计算,发现河南省从 1995—2050 年,第一产业的比重将不断下降,第二、三产业的比重稳步上升。(3)河南省第二产业的比重较大,形成“二、三、一”顺序的产业结构,这均表明河南的减排压力仍然很大。(4)预测发现,2007—2050 年河南省能源消费量和碳排放量呈先上升而后下降的趋势,并且均存在高峰。另外,河南省的人均碳排放量峰值低于全国 2006—2050 年年均人均水平,且远远低于东部及沿海地区的水平,各个省区人均碳排放量存在极不平衡现象。(5)河南省森林碳汇潜力巨大,2006—2050 年累计碳汇量达到 131.14 Mtc。

面对上述结论,一方面河南省在减排方面将存在极大的压力,另一方面,在我国省区碳排放权分配上,河南省存在一定的优势。河南省可以采取积极的措施,走可持续、低碳的发展道路:(1)按照“强一产、优二产、促三

产”的原则,创新发展思路,调整发展方式,提升发展质量。(2)以中部崛起为契机,加大、加快优化产业结构。工业领域,要通过结构性调整切实减少能源使用量,加大科技创新的力度,大力发展能耗低的机械、电子、汽车等现代装备制造业和高新技术产业。第三产业,优化产业结构,发展现代服务业。(3)站在现代林业的高度,加强森林资源的管护和合理利用,扩大森林资源面积和提高森林单位面积蓄积量。

参考文献:

- [1] 王铮,朱永彬.我国各省区碳排放量状况及减排对策研究[J].中国科学院院刊,2008,23(2):109-115.
- [2] 王中英,王礼茂.中国经济增长对碳排放的影响分析[J].安全与环境学报,2006,6(5):88-91.
- [3] 杜婷婷,毛锋,罗锐.中国经济增长与CO₂排放演化探析[J].中国人口·资源与环境,2007,17(2):94-99.
- [4] 朱永彬,王铮,庞丽,等.基于经济模拟的中国能源消费与碳排放高峰预测[J].地理学报,2009,64(8):935-944.

- [5] IPCC. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume II [EB/OL]. (2008-07-20) [2009-11-08]. Japan: the Institute for Global Environmental Strategies, <http://www.ipcc.ch/ipccreports/Methodology-reports.htm>.
- [6] Goldsmith R W. A Perpetual Inventory of National Wealth [M]//Goldsmith R W. Studies in Income and Wealth. New York: National Bureau of Economic Research, 1951.
- [7] 张军,吴桂英,张吉鹏.中国省际物质资本存量估算:1952—2000[J].经济研究,2004(10):35-44.
- [8] 魏高峰,龙克柔.中国人口演化模型与中国未来人口预测研究[J].科技咨询导报,2007(13):102-104.
- [9] 王金营,蔺丽莉.中国人口劳动参与率与未来劳动力供给分析[J].人口学刊,2006(4):19-24.
- [10] 何建坤,刘滨.作为温室气体排放衡量指标的碳排放强度分析[J].清华大学学报(自然科学版),2004,44(6):740-743.
- [11] 袁嘉祖,范晓明.中国森林碳汇功能的成本效益分析[J].河北林果研究,1997,12(1):20-24.

The Historical Characteristics and Trend Forecasting of Carbon Emissions form Energy Consumption in Henan Province

Wang Zheng^{1,2}, Zhai Shiyan², Ma Xiaozhe^{2,3}

(1. Institute of Science and Technology Policy and Management,

Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China; 2. Key Laboratory

of Geographic Information Science, Ministry of Education and East China Normal University,

Shanghai 200062, China; 3. Institute of Geography, Henan Academy of Sciences, Zhengzhou 450052, China)

Abstract: This paper calculates the energy consumption and the carbon emissions in 1995—2006 in Henan Province according to the United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2006 edition of Guide to the calculation of carbon emissions formula. And it also forecasts 2007—2050 optimal economic growth, energy consumption structure, industrial structure, total carbon emissions and per capita carbon emissions in Henan Province. The results include: since 1995, carbon emissions increased year by year, and carbon emission intensity decreased, however, since 2003, the upward trend in both; During 2007—2050, the share of coal resources are relatively substantial decline, the proportion of oil slightly increased, and the proportion of gas gradually increased; Henan Province in 2036 and 2034, respectively, reaches the total energy consumption and carbon emissions peak; per capita energy consumption and carbon emissions peak appeared in 2033 and 2032. Also, this paper predicts carbon sequestration potential of forests in Henan Province, and finds that the cumulative forest carbon sinks increased during 2006—2050. In 2050, the total carbon sink capacity is 131.14Mtc.

Key words: energy consumption; carbon emissions; endogenous growth; Henan Province