

贵州产业增长与隐含碳排放的脱钩效应研究¹

胡剑波，桂姗姗

(贵州财经大学，贵州 贵阳 550025)

【摘要】：经济发展与生态保护是贵州的两项重任，如何坚守发展与生态两条底线是一项重要的研究课题。借鉴投入产出思想，构建起 Tapio 脱钩模型，基于 1997 年、2002 年、2007 年及 2012 年贵州投入产出表，深入剖析贵州产业增长与其隐含碳排放的脱钩关系，实证结果表明：（1）从总体来看，贵州产业部门总产出与隐含碳排放之间的脱钩状态除 1997~2002 年为增长负脱钩外，其余年份均处于弱脱钩状态；（2）从 27 个产业部门来看，越来越多的产业部门产出增长的同时不再伴随 CO₂ 的大量排放，并朝着弱脱钩或强脱钩方向演进；（3）从三次产业来看，只有 1997~2002 年内三次产业产出与隐含碳排放表现为增长负脱钩状态，其余阶段全部为弱脱钩或强脱钩状态。为更有效地促进贵州产业增长与隐含碳排放实现脱钩，促进贵州产业低碳发展，建议应大力构建生态环保的低碳农业、低碳循环的工业体系以及集约高效的服务业。

【关键词】：贵州；产业增长；隐含碳排放；Tapio 脱钩模型

【中图分类号】：F062.2 **【文献标识码】**：A **【文章编号】**：1002-6924 (2017) 12-156-162

一、引言

随着全球经济的不断增长和人口的急剧膨胀，导致对资源能源的需求也呈现扩大趋势，并引发了一系列的环境问题，而其中当属气候变暖问题最为严重。目前，诸多国家积极开展气候变化问题的相关研究。《联合国气候变化框架公约》缔约方会议第 21 次大会于 2015 年 12 月成功举行，将近 200 个缔约方在有关气候变化方面达成新的协议，无疑展现了全球共同治理气候问题的信心和决心；全球碳项目在 2016 年 11 月发布了最新的《2016 年全球碳预算报告》，报告显示：2015 年全球范围内由于化石燃料的燃烧以及工业活动引起的碳排放总量大约为 363 亿吨，而中国年排放量（105.27 亿吨）比美国与欧盟排放量之和还要大，在目前只有我国年排放量超过 100 亿吨。我国碳排放量的迅猛增长吸引了全世界的目光，导致中国成为众矢之的，面临的减排压力与日俱增。而贵州集资源富集区、生态屏障区以及贫困地区于一身，既担负着“赶”与“超”的重任，又面临保护生态环境的重任。另外，其因受喀斯特地貌限制，生态环境极为脆弱，在“应对气候变化，实现低碳发展”的主旋律下，其碳减排的形势十分紧迫。产业部门作为碳排放的重要来源地之一，其行为方式成为碳减排目标能否顺利实现的关键所在。因此，合理测算贵州产业部门的碳排放量，深入剖析产业增长与碳排放两者之间的脱钩关系，这对作为首批国家生态文明试验区的贵州，构建完善的生态文明制度体系，实现经济社会可持续发展和生态环境保护双赢局面无疑具有重要的现实意义。

二、文献综述

¹**【基金项目】**：贵州省教育厅自然科学研究项目（科技拔尖人才支持项目）“低碳贸易竞争力指数构建及贵州实证”（黔教合 KY 字[2017]068）；商务部国际贸易经济合作研究院与贵州财经大学联合研究基金项目“生态脆弱地区碳排放与碳承载力评估研究”（2016SWBZD05）。

【作者简介】：胡剑波，博士，贵州财经大学经济学院教授、硕士生导师，主要研究方向：贸易与气候变化、低碳经济；桂姗姗，贵州财经大学经济学院硕士生。

随着碳排放量的不断攀升，各国不约而同地选择发展低碳经济，而所谓低碳经济实质上就是一种经济增长与碳排放的脱钩方式，因此，脱钩弹性分析法引起了广大学者极大关注。“脱钩”最早用于物理学范畴，随着脱钩含义拓展，适用领域也在不断延伸，其中就包括环境领域，在这一领域中对脱钩定义使用最普遍的就是 OECD 做出的解释，即脱钩就是指打破经济增长与资源环境冲击之间的联系或者说使资源消耗或环境污染与经济增长的变化速度不同步。^[1]Tapio 利用 Tapio 脱钩指标体系，对 1970~2001 年欧洲交通产业经济增长与运输量、温室气体排放之间进行脱钩分析，根据脱钩值的大小，将其区分为连接、脱钩和负脱钩；^[2]Lu et al. 对比了 1990~2002 年这一时间段内的德国、日本、韩国及台湾等国家（地区）的经济增长与碳排放、能源消耗间的脱钩情况；^[3]Lin & Beidari & Lewis 利用 Tapio 弹性脱钩模型研究了南非 1990~2012 年间 CO₂ 和 GDP 之间的脱钩关系。^[4]近些年，脱钩分析在国内也得到了较快的发展。彭佳雯等建立我国经济增长与由于能源消耗而产生的碳排放量之间的脱钩模型，分析两者之间的脱钩关系及所处的状态，并对两者之间的脱钩趋势做出一定的判断；^[5]庞家幸等测算了甘肃省实现节能规划的能源消耗目标的脱钩指数，结果发现甘肃省的脱钩指数近年来一直处于下降的态势；^[6]胡渊等以 1990~2013 年作为研究期间，分析我国 GDP 增长与能源消耗碳排放之间的具体脱钩关系以及所处的状态，结果表明：能源碳排放与 GDP 之间呈现出较强的关联性；^[7]周星、周梅华和张明借鉴 Tapio 脱钩思想分别对 4 个时间段（1996~2000 年，2001~2005 年，2006~2010 年，2010~2012 年）内我国东部地区 11 个省份的经济增长与碳排放的脱钩关系进行定量分析。^[8]综上可知，大量学者利用脱钩方法对不同区域进行了深入研究，取得了丰硕成果，但还存在以下不足：（1）在以往脱钩分析中，以生态环境极为脆弱的贵州作为研究对象更是鲜有涉及；（2）许多学者是从宏观层面上来分析经济增长和碳排放之间的脱钩关系，而忽略了在中观层面上，即各产业部门之间会通过相互作用影响经济活动，进而对碳排放造成影响；（3）大多数学者对碳排放测算是基于 IPCC 排放系数法，该方法仅计算了直接能源消费碳排放，而忽略了间接能源消费碳排放，导致计算结果偏小，而运用投入产出模型可以对隐含碳^①排放的来龙去脉进行分解和分析。因此，本文基于 1997 年、2002 年、2007 年及 2012 年的贵州投入产出数据，^②测算贵州各产业部门的隐含碳排放，并在此基础上运用 Tapio 脱钩模型探究贵州产业增长与隐含碳排放之间的脱钩关系及其程度，从而为提高产业部门生产效率以及制定低碳发展政策提供实证支撑。

三、模型构建

（一）隐含碳排放模型构建

若把投入产出模型用到环境领域，产品部门碳排放量可表示为：

$$C_i = Q_i \times EF \quad (1)$$

其中：C_i 是指第 i 产业部门能源消费的 CO₂ 排放量，Q_i 是指第 i 产业部门各种能源消耗转换成标准煤的消费量（单位：吨标准煤），EF 是指标准煤的 CO₂ 排放系数（单位：吨/吨标准煤），即每吨标准煤的 CO₂ 排放量。

若记 CO₂ 的直接排放系数为 E_i（i=1, 2, …, n），它是指第 i 部门每单位产出 X_i 的直接 CO₂ 排放量，其计算公式为：

$$E_i = \frac{C_i}{X_i} = \frac{Q_i \times EF}{X_i} \quad (2)$$

若用行向量 E 来表示 CO₂ 的直接排放系数矩阵，则一国或地区为了满足最终需求 Y 而引起的国内或区域内隐含碳排放量的计算公式为：

^①隐含碳是指产业活动过程中产生的直接碳排放和间接排放碳的总和。

^②贵州投入产出数据来源于《贵州投入产出表》，而《贵州投入产出表》由贵州省统计局每隔五年发布一次，截至目前，最近的投入产出数据是 2012 年的《贵州投入产出表》。

$$C = EX = E(I-A)^{-1}Y \quad (3)$$

将(3)式移项整理可得：

$$C/Y = E(I-A)^{-1} \quad (4)$$

我们在此将各产业部门 CO₂ 的完全碳排放系数记为 F_i (i=1, 2, …, n)，它是指第 i 部门每单位产出的直接和间接 CO₂ 排放量，若用行向量 F 作为完全碳排放系数矩阵，则有 F=C/Y，即各产业部门的完全碳排放系数可以表达为：

$$F = E(I-A)^{-1} \quad (5)$$

(二) 脱钩弹性系数测算方法

1. OECD 脱钩指数模型

OECD 构建了脱钩指数与脱钩因子，具体计算公式为：

$$S = 1 - D = 1 - \frac{\frac{EP_{t_i}}{DP_{t_i}}}{\frac{EP_{t_0}}{DP_{t_0}}} \quad (6)$$

其中：S 为脱钩因子；D 为脱钩指数；EP 为环境压力指标值，可由能源消耗或废物排放表示说明；DP 为驱动力指标值，大多情况下由 GDP 或产出表示说明；t₀ 为基准年，t_i 为终期年。脱钩因子 S 取值在 [-∞, 1] 范围内，当 S 大于 0，表示资源消耗与经济增长间存在脱钩关系，并且值越大越能说明两者间的脱钩关系越强烈，即绝对脱钩 (S>0，且接近 1) 或相对脱钩 (S>0，且接近 0)；若 S 值小于等于 0，则资源消费与经济增长存在一定程度的耦合关系，即没有脱钩 (S≤0)。

2. Tapio 脱钩弹性模型

2005 年，芬兰的 Petri Tapio 教授提出了“脱钩弹性” (Decoupling Elasticity) 的概念，即引入货运量的 GDP 弹性因子以测度货运量的增长与经济增长的脱钩关系，具体计算公式为：

$$E = \frac{\% \Delta VOL}{\% \Delta GDP} \quad (7)$$

其中：E 为脱钩弹性系数，%ΔVOL 为运输量的变化率，%ΔGDP 为 GDP 或者产出的变化率。Tapio 根据脱钩弹性的大小，将脱钩状态区分为三种，分别为负脱钩、脱钩以及连接状态，并在此基础上进一步细分为弱负脱钩、强负脱钩、增长负脱钩、衰退脱钩、强脱钩、弱脱钩、衰退连接和增长连接等八大类。

3. 产业增长与其隐含碳排放脱钩弹性模型

Tapio 的“脱钩弹性”模型相较于 OECD 的“脱钩指数”，综合考量了总量变化与相对量变化两类指标，进一步提高了脱钩关系测度和分析的客观性、科学性和准确性。^[9]基于此，本文学习借鉴 Tapio 脱钩弹性来分析产业增长与其隐含碳排放间的脱钩关系，计算公式为：

$$DI = \frac{\frac{(C_t - C_{t-1})}{C_{t-1}}}{\frac{(G_t - G_{t-1})}{G_{t-1}}} = \frac{\frac{\Delta C}{C}}{\frac{\Delta G}{G}} = \frac{\% \Delta C}{\% \Delta G} \quad (8)$$

其中：DI 为脱钩弹性系数，%ΔC 为能源消耗产生的 CO₂ 排放量的变化率，%ΔG 为产业部门产出的变化率。t 为当期，C_t、G_t 分别为当期的 CO₂ 排放量和产业部门产出；t-1 为基期，C_{t-1}、G_{t-1} 分别为基期的 CO₂ 排放量和产业部门产出。ΔC 表示当前与基期的 CO₂ 排放差额，ΔG 表示当期与基期的产业部门产出差额。根据 CO₂ 排放变化率与产业部门产出变化率的正负以及脱钩弹性系数值的不同，借鉴 Tapio 的分类标准，我们可以将产业部门产出与其隐含碳的脱钩关系也区分为八种类型（见表 1）。

表 1 产业部门产出与其隐含碳脱钩等级分类表

脱钩状态		脱钩状态		弹性系数 DI
一级指标	二级指标	% Δ CO ₂	% Δ GDP	
负脱钩	弱负脱钩	<0	<0	0 < DI < 0.8
	强负脱钩	>0	<0	DI < 0
	增长负脱钩	>0	>0	DI > 1.2
脱钩	衰退脱钩	<0	<0	DI > 1.2
	强脱钩	<0	>0	DI < 0
	弱脱钩	>0	>0	0 < DI < 0.8
连接	衰退连接	<0	<0	0.8 < DI < 1.2
	增长连接	>0	>0	0.8 < DI < 1.2

资料来源：Tapio P. Towards a Theory of Decoupling: Degrees of Decoupling in the EU and the Case of Road Traffic in Finland between 1970 and 2001[J]. Transport Policy, 2005, 12 (02) : 137-151.

四、数据来源及处理

考虑到数据资料可获取的详细程度、统一性和可靠性，本文主要以 1997 年、2002 年、2007 年和 2012 年《贵州投入产出表》中的产业部门投入产出数据和《贵州统计年鉴》中各产业能源消费量为基础，用于评估测算贵州产业部门的隐含碳排放。其中：《贵州投入产出表》和《贵州统计年鉴》来源于贵州省统计局。《贵州投入产出表》和《贵州统计年鉴》中能源消耗的产业分类都是以国民经济产业分类标准为依据和基础的，但是略存在一些差异，为了统一不同产业部门类型之间的口径和便于数据处理，本文最终将产业划分为 27 类（见表 2）。

表 2 产业部门分类划分及代码

代码	产业分类	代码	产业分类
1	农业	15	通用、专用设备制造业
2	煤炭开采和洗选业及石油天然气开采业	16	交通运输设备制造业

3	金属矿采选业	17	电气机械及器材制造业
4	非金属矿及其他矿采选业	18	通信设备、计算机及其他电子设备制造业
5	食品制造及烟草加工业	19	仪器仪表及文化办公用机械制造业
6	纺织业	20	其他制造业
7	服装皮革羽绒及其制造业	21	电力、热力的生产和供应业
8	木材加工及家具制造业	22	燃气生产和供应业
9	造纸印刷及文教体育用品制造业	23	水的生产和供应业
10	石油加工、炼焦及核燃料加工业	24	建筑业
11	化学工业	25	交通运输、仓储及邮政业
12	非金属矿物制品业	26	批发零售业及餐饮业
13	金属冶炼及压延加工业	27	其他服务业
14	金属制品业		

资料来源：根据《贵州投入产出表》和《贵州统计年鉴》行业分类整理归纳所得。

五、实证结果与分析

根据前面数据的预处理、相应的计算公式及相应估算模型和数据，可以求得贵州产业部门增长与其隐含碳排放之间的脱钩关系，其实证结果与分析如下：

（一）总体视角

受总产出增长和隐含碳排放变化两方面的影响，产业部门总产出与隐含碳之间的脱钩弹性，从表 3 中可以看出，脱钩弹性值具体情况为：1997~2002 年脱钩弹性为 2.59，2002~2007 年脱钩弹性为 0.13，2007~2012 年脱钩弹性为 0.43，1997~2012 年脱钩弹性为 0.50，与此同时，总产出与隐含碳排放之间的脱钩状态只有两种，其中，1997~2002 年表现为增长负脱钩，表明贵州总产出在增加的同时也引起了隐含碳排放的增加，但是隐含碳排放增加的幅度要大于总产出增长幅度，故总产出增长是以大量的碳排放为代价的；其余年份表现为弱脱钩，表明贵州隐含碳排放增加的幅度要小于总产出的增长幅度，说明贵州产出增长的方式越来越趋向合理化，从而有利于经济的低碳化发展。

表 3 1997~2012 年贵州总产出与隐含碳排放脱钩评价

时间段	脱钩弹性	脱钩状态
1997~2002	2.59	增长负脱钩
2002~2007	0.13	弱脱钩
2007~2012	0.43	弱脱钩
1997~2012	0.50	弱脱钩

数据来源：根据前述相关公式及数据整理计算所得。

（二）27 个产业部门的视角随着贵州产出的增长、经济的发展，越来越多部门产出增加的同时不再伴随大量 CO₂ 的产生。具体实证结果为：在 1997~2002 年，贵州各部门产出与隐含碳排放之间的脱钩状态为增长负脱钩的有 20 个，即超过 70% 的部门产出增加的幅度远远小于隐含碳排放增加的幅度，增加了社会减排的压力，表现为强负脱钩状态的部门有 3 个，分别为：金属矿采选业、纺织业以及木材加工及家具制造业，这 3 个部门的生产方式极度不合理，在其产出减少的情况下，由它们引起的隐含碳排放量不减反增，增加了社会应对气候变化的负担；除了增长负脱钩与强负脱钩外，还有三种状态：有 2 个部门表现为弱负脱钩，具体为造纸印刷及文教体育用品制造业和其他制造业，即这 2 个部门在隐含碳排放减少的同时产出也在减少，但是隐含

碳排放的减少是以产出的减少为代价的，是一种不可取的减碳方式，需要尽力避免。化学工业这个部门表现为增长连接，即化学工业产出增加的同时隐含碳排放也在不断增加，其产出与隐含碳排放呈现出同步增长的关系。煤炭开采和洗选业及石油天然气开采业这个部门表现为弱脱钩，其在 1997~2002 年相对于其他 26 个部门来说，产出是以一种比较好的方式增加，即产出增加的幅度大于隐含碳排放增加的幅度。在 2002~2007 年，接近一半的部门在产出增加的同时大幅度减少隐含碳排放，缓解社会的减排压力，其产出与隐含碳排放之间的脱钩弹性值小于 0，脱钩状态表现为强脱钩，是最理想的生产方式，此时，这些部门产出高速增长的背后隐含碳排放量不断减少。除了强脱钩外，还有 13 个部门的产出与隐含碳排放之间表现为弱脱钩的状态，相对于 1997~2002 年，弱脱钩的部门也明显增加。另外，还有 1 个部门即服装皮革羽绒及其他制造业的产出与隐含碳之间的脱钩弹性值为 1.26，脱钩状态为衰退脱钩，其在 2002~2007 年，产出和隐含碳排放均减少。在 2007~2012 年，有 20 个产业部门的产出与隐含碳之间的脱钩状态为弱脱钩，仅有 1 个部门即通用、专用设备制造业的产出与隐含碳之间的脱钩状态为强脱钩，与上一个阶段相比，弱脱钩的部门增加了 6 个，但是强脱钩的部门减少了 11 个，另外金属矿采选业，纺织业，电气、机械及器材制造业以及仪器仪表及文化办公用机械制造业，这 4 个部门的脱钩弹性值分别为 68.64、1.48、2.76 以及 110.17，脱钩状态均为衰退脱钩，即这 4 个部门在隐含碳排放减少的同时产出大幅度减少，虽然有效地降低了碳排放，但以经济增长衰退为代价，是一种极其不合理的减排方式，需要极力杜绝，其他制造业的脱钩弹性值为 0.62，脱钩状态为弱负脱钩。在 2007~2012 年，除了上面的 4 种状态外，石油加工、炼焦及核燃料加工业表现为增长连接，其脱钩弹性值为 0.95。在 1997~2012 年，有 5 种脱钩状态，分别为衰退脱钩（1 个）、增长负脱钩（1 个）、增长连接（2 个）、强脱钩（1 个）以及弱脱钩（22 个），其中，表现弱脱钩的部门占有所有部门的比重超过 80%，这些部门产出增加的幅度大于隐含碳排放增加的幅度，相比较来说，是一种比较好的增长方式。

表 4 1997-2012 年贵州 27 个产业部门隐含碳排放与经济增长脱钩评价

产业部门	1997~2002 年		2002~2007 年		2007~2012 年		1997~2012 年	
	脱钩弹性	脱钩状态	脱钩弹性	脱钩状态	脱钩弹性	脱钩状态	脱钩弹性	脱钩状态
农业	14.29	增长负脱钩	-0.64	强脱钩	0.36	弱脱钩	0.18	弱脱钩
煤炭开采和洗选业 及石油天然气开采业	0.53	弱脱钩	0.15	弱脱钩	0.24	弱脱钩	0.08	弱脱钩
金属矿采选业	-6.22	强负脱钩	0.42	弱脱钩	68.64	衰退脱钩	0.39	弱脱钩
非金属矿及其他 矿采选业	7.09	增长负脱钩	-1.08	强脱钩	0.04	弱脱钩	0.23	弱脱钩
食品制造及 烟草加工业	2.61	增长负脱钩	-0.38	强脱钩	0.24	弱脱钩	0.25	弱脱钩
纺织业	-0.05	强负脱钩	-0.72	强脱钩	1.48	衰退脱钩	1.41	衰退脱钩
服装皮革羽绒 及其他制造业	2.39	增长负脱钩	1.26	衰退脱钩	0.43	弱脱钩	0.14	弱脱钩
木材加工 及家具制造业	-10.38	强负脱钩	-0.14	强脱钩	0.03	弱脱钩	0.13	弱脱钩
造纸印刷及文教 体育用品制造业	0.33	弱负脱钩	-0.18	强脱钩	0.27	弱脱钩	-0.48	强脱钩
石油加工、炼焦 及核燃料加工业	26.84	增长负脱钩	0.06	弱脱钩	0.95	增长连接	1.31	增长负脱钩
化学工业	1.20	增长连接	0.63	弱脱钩	0.57	弱脱钩	0.61	弱脱钩
非金属矿物制品业	13.89	增长负脱钩	0.37	弱脱钩	0.49	弱脱钩	0.97	增长连接
金属冶炼及压延加工业	1.72	增长负脱钩	0.35	弱脱钩	0.26	弱脱钩	0.60	弱脱钩
金属制品业	1.88	增长负脱钩	-0.53	强脱钩	0.07	弱脱钩	0.20	弱脱钩

通用、专用设备制造业	8.00	增长负脱钩	0.29	弱脱钩	-4.28	强脱钩	0.53	弱脱钩
交通运输设备制造业	1.36	增长负脱钩	0.26	弱脱钩	0.26	弱脱钩	0.47	弱脱钩
电气、机械及器材制造业	2.26	增长负脱钩	0.20	弱脱钩	2.76	衰退脱钩	0.63	弱脱钩
通信设备、计算机及其他电子设备制造业	1.55	增长负脱钩	-0.56	强脱钩	0.27	弱脱钩	0.42	弱脱钩
仪器仪表及文化办公用机械制造业	3.76	增长负脱钩	-0.02	强脱钩	110.17	衰退脱钩	0.19	弱脱钩
其他制造业	0.00	弱负脱钩	0.24	弱脱钩	0.62	弱负脱钩	0.51	弱脱钩
电力、热力的生产和供应业	3.37	增长负脱钩	0.00	强脱钩	0.57	弱脱钩	0.33	弱脱钩
燃气生产和供应业	5.63	增长负脱钩	-0.05	强脱钩	0.22	弱脱钩	0.92	增长连接
水的生产和供应业	1.35	增长负脱钩	0.20	弱脱钩	0.18	弱脱钩	0.27	弱脱钩
建筑业	2.28	增长负脱钩	-0.99	强脱钩	0.57	弱脱钩	0.70	弱脱钩
交通运输、仓储及邮政业	2.50	增长负脱钩	0.00	强脱钩	0.61	弱脱钩	0.47	弱脱钩
批发零售业及餐饮业	1.58	增长负脱钩	0.20	弱脱钩	0.34	弱脱钩	0.40	弱脱钩
其他服务业	1.57	增长负脱钩	0.29	弱脱钩	0.50	弱脱钩	0.43	弱脱钩

注：文中数据受两位小数的限制，显示为 0.00 的数据实际值并不等于 0。

数据来源：根据前述相关公式及数据整理计算所得。

（三）三次产业的视角

从整个研究期间看，只有 1997~2002 年这个时间段内三次产业产出与隐含碳排放间表现为增长负脱钩的状态，其余阶段全部为弱脱钩或强脱钩，说明随着产业结构的不断调整，产出增加方式不断朝着低碳化的方向发展（见表 5）。具体实证结果为：1997~2002 年，一次、二次和三次产业的脱钩弹性分别为 14.29、2.33 和 1.88，脱钩状态均为增长负脱钩，此时三次产业的产出和隐含碳排放量均增加，但产出增加的幅度远远小于隐含碳排放增加的幅度，是一种比较畸形的生产方式，导致大量能源的浪费以及隐含碳排放量的增加，在以后的生产过程中，需要不断提高生产效率。2002~2007 年，一次产业的产出与隐含碳排放之间的脱钩弹性为-0.64，两者表现出强脱钩的关系，说明一次产业在产出增加的同时减少了隐含碳排放，是我们追求的一种理想的经济增长方式。而在这个时间段内，二次产业和三次产业的脱钩弹性分别为 0.15 和 0.17，这两个产业的脱钩状态均为弱脱钩，与上一时间段相比，两个产业的脱钩弹性值均下降，并且脱钩状态都从增长负脱钩转变为弱脱钩，说明这两个产业在产出增加时，不断注意资源能源的利用，避免了消耗不必要的能源，有效地减少了隐含碳排放。2007~2012 年，三次产业的脱钩状态均为弱脱钩，脱钩弹性从大到小依次为三次产业的 0.55，二次产业的 0.42 和一次产业的 0.36，可以清晰地看到，在这个时间段内，一次产业的减排效果最大，其次为二次产业和三次产业。1997~2012 年，三次产业的脱钩弹性分别为 0.18、0.51 和 0.46，脱钩状态全为弱脱钩，减排效果从大到小的产业依次为一次产业、三次产业和二次产业，在以后的减排工作中，要不断借鉴一次产业和三次产业的做法；要不断调整产业结构，淘汰高碳产业，大力发展低碳产业，不断促进二次产业内部优化以及向三次产业不断转化。

表 5 1997-2012 年贵州三次产业隐含碳排放与经济增长脱钩状况评价

三次产业	1997~2002 年		2002~2007 年		2007~2012 年		1997~2012 年	
	脱钩弹性	脱钩状态	脱钩弹性	脱钩状态	脱钩弹性	脱钩状态	脱钩弹性	脱钩状态
一次产业	14.29	增长负脱钩	-0.64	强脱钩	0.36	弱脱钩	0.18	弱脱钩
二次产业	2.33	增长负脱钩	0.15	弱脱钩	0.42	弱脱钩	0.51	弱脱钩

三次产业	1.88	增长负脱钩	0.17	弱脱钩	0.55	弱脱钩	0.46	弱脱钩
------	------	-------	------	-----	------	-----	------	-----

数据来源：根据前述相关公式及数据整理计算所得。

六、结论与政策建议

本文借鉴投入产出模型思想，基于1997年、2002年、2007年及2012年贵州投入产出数据，并运用Tapio脱钩理论模型，分别从总体视角、27个产业部门视角以及三次产业视角测度了贵州产业增长与其隐含碳排放之间的脱钩关系，研究结果如下：

(1) 总体的视角。受总产出增长和隐含碳排放变化两方面的影响，产业部门总产出与隐含碳之间只有两种脱钩状态，其中，在1997~2002年表现为增长负脱钩，剩余的时间段全属于弱脱钩，说明贵州产出增长的方式越来越趋向于合理化，从而有利于经济的低碳化发展。(2) 27个产业部门的视角。随着贵州产出的增长、经济的发展，越来越多部门产出的同时不再伴随大量CO₂的产生。纵观整个研究阶段，即在1997~2012年，有5种脱钩状态，分别为衰退脱钩(1个)、增长负脱钩(1个)、增长连接(2个)、强脱钩(1个)以及弱脱钩(22个)，足以看出，贵州各部门近十几年的产出增长方式趋向合理化。(3) 三次产业的视角。从整个研究期间看，只有在1997~2002年这个时间段内三次产业产出增加与碳排放间表现为增长负脱钩的状态，其余阶段全部为弱脱钩或强脱钩，说明随着产业结构的不断调整，产出增加方式不断朝着低碳化的方向发展。

根据实证结果，我们提出如下建议：(1) 构建生态环保的低碳农业。在农业生产中不断推广使用符合低碳标准的农机具，同时加大财政政策的力度，促进政府对农业的专项补贴资金优先用于节水灌溉、精准施肥施药以及秸秆还田等绿色生产活动以确保资金使用的有效性和规范性；另外，各级政府工作人员积极进行下乡活动，通过座谈会以及走访等方式不断对发展低碳经济的重要性进行详细解说，让广大农民群众切实感受到节能减排的好处；(2) 构建低碳循环的工业体系。有效监督新项目的审批，保证在源头上对于高能耗高污染的项目进行严格把控。同时，逐步淘汰落后产能，并重点培育以大数据为引领的电子信息产业、以大健康为目标的医药养生产业、以环保低碳为主导的新型建筑建材业等新兴产业，不断推广“生态+”产业集聚区，形成示范效应，以此促进传统产业向绿色低碳方向转型；(3) 构建集约高效的服务业。服务业具有低能源消耗和高附加值的特点，而且能够极大拉动其他产业的发展。不断拉动服务业尤其是现代服务业的发展，一方面能够实现产业发展的集聚效应，另一方面能够拓展技术发展带动经济增长的新模式。在当前服务业发展基础上，逐步与“大数据”、“互联网+”等智能系统相结合，促进服务业向高新技术产业方向过渡，实现与制造业等传统产业的逐步融合，逐渐构建集约高效的服务业，形成服务业与其他产业协同发展的新型产业链。

[参考文献]：

[1]OECD. Indicators to Measure Decoupling of Environmental Pressures from Economic Growth[R]. Paris: Organization for Economic Co-operation and Development, 2002 .

[2]Tapio P. Towards a Theory of Decoupling: Degrees of Decoupling in the EU and the Case of Road Traffic in Finland between 1970 and 2001[J]. Transport Policy, 2005, 12 (02) : 137-151.

[3]Lu I J, Lin S J, Lewis C. Decomposition and Decoupling Effects of Carbon Dioxide Emission from Highway Transportation in Taiwan, Germany, Japan and South Korea[J]. Energy Policy, 2007, 35 (6) : 3226-3235.

[4]Lin S J, Beidari M, Lewis C. Energy Consumption Trends and Decoupling Effects between Carbon Dioxide and Gross Domestic Product in South Africa[J]. Aerosol and Air Quality Research, 2015, 15 (07) : 2676-2687.

[5]彭佳雯, 黄贤金, 钟太洋, 等. 中国经济增长与能源碳排放的脱钩研究[J]. 资源科学, 2011 (4) : 626-633.

[6]庞家幸, 陈兴鹏, 王惠榆. 甘肃省能源消耗与经济增长的关系研究及能源消耗预测[J]. 干旱区资源与环境, 2014 (2) : 31-36.

[7]胡渊, 刘桂春, 胡伟. 中国能源碳排放与 GDP 的关系及其动态演变机制——基于脱钩与自组织理论的实证研究[J]. 资源开发与市场, 2015 (11) : 1358-1362.

[8]周星, 周梅华, 张明. 产业结构视角下我国东部地区碳脱钩效应研究[J]. 中国矿业大学学报, 2016 (4) : 849-858.

[9]UNEP. Decoupling Natural Resource Use and Environmental Impacts from Economic Growth[R]. International Resource Panel (IRP) of the United Nations Environment Programme, 2011 .