

碳中和目标下内蒙古碳排放与经济增长之间的脱钩分析

李玉玺

摘要：通过研究碳排放与经济增长两者之间的关系，在促进低碳经济发展的过程中，有利于进一步提出并制定有效的建议与政策。文章利用 2010—2020 年内蒙古八类能源消费的相关数据，计算出消费这八种能源所产生的碳排放总量。进一步运用脱钩理论的 Tapio 脱钩模型，对内蒙古 2010—2020 年能源消费的碳排放总量与经济增长两者之间的脱钩关系进行分析，得出近年来内蒙古及各盟市碳排放与经济增长之间的脱钩状态，未达到持续强脱钩的理想状态。在此研究结果分析的基础上，对如何促进低碳经济发展、使经济增长与碳排放达到长期的强脱钩状态给出相应的对策及建议。

关键词：内蒙古 碳中和 脱钩模型

内蒙古作为国家重要的能源和战略资源基地，同时也是碳排放大区，人均碳排放量要远高于全国的平均水平。将内蒙古打造成低碳能源基地，按时或提前完成内蒙古碳达峰与碳中和目标，这将是一项紧迫而又艰巨的任务。结合国家在 2060 年前实现碳中和的总目标，要想改变当前内蒙古在碳排放方面对国家部署任务中背道而驰的状况，可以从内蒙古碳排放与经济增长的现状出发，进而分析其脱钩状况，得出内蒙古在近年来碳排放、经济增长两者之间的脱钩程度状况以及趋势，以此为推进内蒙古碳排放的减排工作调整及部署工作更好地建言献策。

一、内蒙古能源消耗与经济增长的现状

（一）煤炭高消耗行业状况

内蒙古一直都是我国煤炭的主要产地，作为生产煤炭的重要能源基地，以煤炭为主要原料支撑，相关企业成为二氧化碳排放的主要源头。内蒙古消耗煤炭资源的主要

行业为火力发电和供热两大行业，这两个行业所消耗的煤炭会产生大量的二氧化碳排放到自然界中。此外，炼焦、炼油、煤制油以及制气等行业也会消耗原煤，产生二氧化碳排放，但煤炭消耗比例相对较小。

（二）经济增长的现状

2020 年内蒙古地区生产总值为 17359.82 亿元，在全国各省市（不含港、澳、台）排名第 22 位，人均生产总值为 72062 元，在全国排名第 10 位。整体来看内蒙古的地区生产总值正处于一个不断上升的较好态

势，但是从以生产总值作为地区排名来说，内蒙古具有较大的上升空间。2010—2020 年内蒙古地区生产总值占国内生产总值的比例略小，且两者的差距具有逐渐拉大的趋势。这说明内蒙古在经济发展的进程中，相对于全国整体的经济发展速度来说较慢。

二、内蒙古碳排放与经济增长的脱钩状态测算

（一）碳排放总量

表 1 2010—2020 年内蒙古地区主要能源分类消耗 单位：万吨

年份	煤炭	焦炭	柴油	煤油	汽油	天然气	燃料油	原油
2010	27004.04	1416.87	863.56	9.35	325.68	45.30	15.15	140.74
2011	34683.51	1559.21	922.86	10.10	310.24	40.81	24.61	118.66
2012	36620.49	1411.86	877.10	23.19	302.53	37.80	16.90	87.02
2013	34915.72	1800.65	658.93	26.89	255.23	43.47	4.76	411.07
2014	36465.97	1493.66	577.25	28.36	271.66	44.48	4.92	411.36
2015	36283.33	1532.74	475.13	32.60	305.76	39.15	10.60	383.67
2016	36460.55	1635.40	426.62	34.96	353.24	45.06	3.27	419.55
2017	38372.19	1669.24	439.20	42.87	357.05	52.04	3.74	452.25
2018	44138.47	2125.06	430.53	46.85	352.99	61.97	2.54	362.35
2019	49035.95	2378.28	451.65	50.03	367.70	53.74	1.25	428.71
2020	54126.72	2694.49	460.32	56.38	372.65	72.21	0.91	431.81

注：2010—2019 年数据来源于中国能源统计年鉴，2020 年数据通过复合增长率估算得来

表 2 各类能源碳排放系数

能源种类	煤炭	焦炭	柴油	煤油	汽油	天然气	燃料油	原油
碳排放系数(吨 C/吨)	0.449	0.776	0.83	0.865	0.830	5.905	0.835	0.856

基金项目：本文系内蒙古自治区研究生科研创新项目，编号 S20210259Z。

现阶段所使用的碳排放量数据通常是基于能源消费量与碳排放的关联性估测算得出。根据以往的研究,可将与碳排放关联性较强的能源消耗种类划分为煤炭、焦炭、柴油、煤油、汽油、天然气、燃料油、原油八类。表1为2010-2020年内蒙古地区八类能源消耗情况。

由于各类能源的碳排放系数的不稳定性,各个研究所和机构所测得的碳排放系数有所差异,本文所采用的碳排放系数数据是来自IPCC及国家气候变化对策协调小组办公室和国家发改委能源研究所。(见表2)

依据IPCC在2006年公布的《IPCC国家温室气体排放清单指南》碳排放公式:

$$\text{能源消费碳排放总量} = (\text{能源消费量} \times \text{各类能源碳排放系数})$$

通过计算得出2010-2020年内蒙古地区碳排放总量。(见表3)

(二) Tapio 模型及脱钩状态

参照 Tapio 脱钩模型,选取国内(地区)生产总值与碳排放量作为衡量经济增长与碳排放的主要指

标,构造模型如下:

$$N = \% C_n \div \% G_n$$

其中 N 表示第 n 年碳排放与 GDP 的脱钩弹性指数; % C_n 表示第 n 年碳排放量相对于第 n-1 年碳排放量的变化率; % G_n 表示第 n 年国内生产总值相对于第 n-1 年国内生产总值的变化率。C_n 表示第 n 年的碳排放量, G_n 表示第 n 年的国内(地区)生产总值。并根据碳排放变化率、GDP 变化率的正负及脱钩弹性指数值的不同,将碳排放与经济增长脱钩分为强脱钩、弱脱钩、扩张连接、扩张负脱钩、强负脱钩、弱负脱钩、衰退连接与衰退脱钩八种状态。

1. 内蒙古碳排放与经济增长脱钩状态

根据 Tapio 脱钩模型及内蒙古 GDP 和碳排放量,得到以下结果。(见表4)

从表4中可以看出内蒙古经济增长与碳排放之间的脱钩状态,2010-2011年、2017-2020年内蒙古的碳排放与碳排放处于扩张负脱钩状

态,从数据上来看 GDP 与碳排放量均增长,但是碳排放量的增长率要大于 GDP 的增长率。2012-2013年、2014-2015年经济增长与碳排放处于强脱钩状态,此时处于一种经济增长 GDP 增加、碳排放量下降的理想状态。而2011-2012年、2013-2014年、2015-2017年期间,经济增长与碳排放处于弱脱钩状态,GDP与碳排放量均降低,但此时 GDP 要比碳排放量的变化幅度大。从2010-2020年整体来看,内蒙古绝大多数年份的经济增长与碳排放的关系处于扩张负脱钩及弱脱钩状态,只有少数年份处于强脱钩状态,这说明内蒙古的经济增长与碳排放若想实现强脱钩是可行的,但从近几年的两者脱钩状态趋势来看,现实的脱钩状态与理想脱钩状态逐渐偏离,从理想到现实的实现,任务还是比较繁重。

2. 内蒙古各盟市碳排放与经济增长脱钩状态

由于2018年、2019年、2020年内蒙古各盟市的碳排放数据缺失,本文做了2010-2017年各盟市经济增长与碳排放的脱钩状态分析(见表5)

具体来看,2010-2011年内蒙古各盟市经济增长与碳排放的脱钩状态是主要处在弱脱钩、扩张连接以及扩张负脱钩状态,与全区的扩张负脱钩状态形成对应。

2012-2013年内蒙古各盟市经济增长与碳排放的脱钩状态,除了包头市和乌海市处于强脱钩状态外,其他各盟市均处于弱脱钩状态。此期间包头市和乌海市的脱钩状态已经达到理想状态,与全区的强脱钩状态形成对应。

表3 内蒙古2010-2020年内蒙古地区碳排放量 单位:万吨

年份	2010	2011	2012	2013	2014	2015
碳排放总量	14620.05	18178.16	18849.19	18469.02	18880.34	18725.41
年份	2016	2017	2018	2019	2020	
碳排放总量	18945.33	19919.96	22836.29	25271.38	27930.74	

表4 内蒙古经济增长与碳排放脱钩相关指标结果

年份	% C _n	% G _n	脱钩弹性 N	脱钩状态
2010-2011	0.243372	0.153449	1.586012	扩张负脱钩
2011-2012	0.036914	0.107000	0.344991	弱脱钩
2012-2013	-0.020169	0.088087	-0.228968	强脱钩
2013-2014	0.022271	0.067220	0.331312	弱脱钩
2014-2015	-0.008206	0.065040	-0.126167	强脱钩
2015-2016	0.011744	0.064891	0.180988	弱脱钩
2016-2017	0.051444	0.080410	0.639778	弱脱钩
2017-2018	0.146402	0.083414	1.755124	扩张负脱钩
2018-2019	0.106632	0.066401	1.605875	扩张负脱钩
2019-2020	0.105232	0.008557	12.29758	扩张负脱钩

表 5 内蒙古各盟市经济增长与碳排放的脱钩弹性以及脱钩状态

	2010-2011 年脱钩状态	2011-2012 年脱钩状态	2012-2013 年脱钩状态	2013-2014 年脱钩状态	2014-2015 年脱钩状态	2015-2016 年脱钩状态	2016-2017 年脱钩状态
呼和浩特市	扩张连接	强脱钩	弱脱钩	弱脱钩	强脱钩	弱脱钩	弱脱钩
包头市	弱脱钩	强脱钩	强脱钩	弱脱钩	强脱钩	强脱钩	强负脱钩
乌海市	弱脱钩	强脱钩	强脱钩	弱脱钩	弱负脱钩	强脱钩	弱负脱钩
赤峰市	弱脱钩	强脱钩	弱脱钩	弱脱钩	强脱钩	弱脱钩	强负脱钩
通辽市	扩张连接	强脱钩	弱脱钩	扩张负脱钩	强脱钩	弱脱钩	强负脱钩
鄂尔多斯市	扩张负脱钩	弱脱钩	弱脱钩	弱脱钩	强脱钩	强脱钩	强负脱钩
呼伦贝尔市	扩张连接	强脱钩	弱脱钩	弱脱钩	强脱钩	扩张负脱钩	弱负脱钩
巴彦淖尔市	扩张连接	强脱钩	弱脱钩	弱脱钩	强脱钩	扩张负脱钩	弱负脱钩
乌兰察布市	扩张负脱钩	弱脱钩	弱脱钩	弱脱钩	强脱钩	强脱钩	强负脱钩
兴安盟	扩张连接	弱脱钩	弱脱钩	弱脱钩	强脱钩	扩张负脱钩	强负脱钩
锡林郭勒盟	扩张负脱钩	弱脱钩	弱脱钩	弱脱钩	强脱钩	强脱钩	弱负脱钩
阿拉善盟	扩张连接	弱脱钩	弱脱钩	弱脱钩	强脱钩	强脱钩	弱负脱钩

2014-2015 年内蒙古各盟市经济增长与碳排放的脱钩状态不管是从整体还是各盟市具体来看,除了乌海市为弱负脱钩状态外,其他各盟市均已经达到了强脱钩状态,与全区的强脱钩状态形成对应。

2016-2017 年内蒙古各盟市的经济增长与碳排放的脱钩状态主要是处于强负脱钩、弱负脱钩以及弱脱钩状态,与全区的弱脱钩状态形成对应。

三、内蒙古碳排放与经济增长脱钩状态的路径及其原因分析

(一) 脱钩路径分析

碳排放脱钩是一种理想化的经济发展模式,也就是在经济保持高速发展的同时,碳排放也能达到一种不断减少的状态,经济增长并不是需要依靠高碳排放量得以支撑的。现在所提倡的“低碳经济”在本质上是与碳排放脱钩相同的,即“减小碳排放的同时又要保持经济发展”。当碳排放的增长率小于经济增长率时,就可以称此时处于脱

钩状态。所以说,某一地区或者国家要想使经济增长与碳排放达到脱钩状态,要么使碳排放量放任不管致使其高速增长,同时使经济高速发展,但是得保证经济增长率高于碳排放量增长率;要么就是控制碳排放量,使碳排放量增长率低于经济增长率,让经济的增长摆脱对高能耗碳排放产业的依赖,使经济增长与碳排放达成真正意义上的脱钩状态。考虑到我国二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值,努力争取 2060 年前实现碳中和的宏大目标背景,无疑后者是最好的选择。

当经济增长率为负时,经济增长率高于碳排放增长率,此时可以认为处于良好的脱钩状态。但是也可能出现这种情况,某一段时间,政府对能源消费的管制力度大,使得企业在此时期表现出较好地控制碳排放量,表面上使得现阶段处于良好的脱钩状态。但当放松管制之后,企业的碳排放量又恶化到以前的状态。所以说要想实现真正意义上的脱钩,必须从源头上改变经济的增长方式,使经济的发展不是作为以损害环境为代价。要缓和工业

经济增长与碳排放之间的联系,需要从发展低碳经济、大幅度提高能源利用效率着手,逐步实现以较少的能源消耗和碳排放来换取区域经济的协调发展。

(二) 现阶段未脱钩的原因分析

通过上面的脱钩分析,可以看出近几年内蒙古碳排放与经济增长逐步表现为扩张负脱钩,碳排放量增长率明显快于经济增长,产生此种原因可从如下分析:

1. 产业结构不合理,高能耗产业比重较大

从内蒙古的产业结构分布可以看出,电力、热力、石油加工、炼焦等高耗能产业扩张比较快,从而造成能源碳排放量过大。随着工业产值增加值和第三产业比重的增加这就意味着能源消费的上升,所带来的碳排放量也会相应的增加。此外在工业内部,规模以上的重工业的增长速度要远远高于轻工业,导致重工业在整个工业中所占的比重不断上升。由于重工业的能源消耗要远大于轻工业,所以重工业比重的上升也会带来更大的能源消耗。

2. 能源消耗结构单一,长期以煤炭为主

由于受到地区资源优势和政策环境的影响,内蒙古煤炭能源基地建设所带来的问题是:对煤炭资源的过度依赖以及对煤炭资源的掠夺式开采、使用,使得内蒙古经济增长很难摆脱能源消耗的支撑,这对内蒙古经济的发展造成严重的制约限制。长期以来,内蒙古地区的煤炭消耗占能源消耗总量 90% 以上,而原油、天然气和水电占能源消耗总量不到 10%。内蒙古的能源消耗

结构依然是煤炭主导型，对煤炭存在过度依赖。

3. 能源利用效率低，低碳意识淡薄

煤炭是内蒙古多个地区的主导产业，但大多数中小型煤炭企业的开采技术不完善、生产装备落后等原因，导致回采率比较低。同时工业产品的技术附加值也比较低，比如煤焦油的深加工、煤层气的回收技术都还处于初级阶段，能源利用效率较低。一些非法开采点，对资源开采行为管理不规范会造成煤炭等能源的消耗过大，从而造成资源的过度浪费。受传统的发展观念的影响，以利润索取为目的的企业，低碳意识比较薄弱，对环境保护和节能减排的重视程度还需进一步提高。

四、结论与建议

通过以上分析得出，内蒙古的经济增长对能源消耗的依赖程度很大，还未实现长久的经济增长与碳排放之间的脱钩。为了更好地推动经济增长与碳排放之间达到强脱钩状态，未来可以从以下几个方面来着手：

（一）优化产业与能源结构，推动低碳产业发展

通过不断地优化产业与能源结构，推进以低碳化为导向的“供给侧改革”，大力发展低碳产业。高能耗产业内部的“供给侧改革”要以低碳化转型发展为重要导向，在产业发展规划以及政策制定上要将碳排放与经济增长两者考虑在同一层面，在发展结果中做到碳排放与

经济增长实现强脱钩。通过政策和资金不断地发展节能减排技术和项目，逐步替代、淘汰高能耗产业，最终达到优化产业与能源结构的目的。

（二）减少煤炭资源的使用，提高能源利用率

通过借鉴其他能源消耗与经济增长实现强脱钩地区的成功经验，大力推进清洁能源应用，逐步减少煤炭资源等的使用。以煤炭为主的能源生产方式和粗放型的能源消费导致了大量的碳排放，给人们生存环境带来了严重危害。但内蒙古长期以煤为主的能源生产、消费方式在短期内很难被彻底取缔，所以应该从新能源、清洁能源的发展方面另辟蹊径。大力发展绿色产业，积极发展可再生能源，推动绿电制氢，提高经济部门的电气化水平，提高能源利用率。

（三）提高自主创新能力，强化低碳、零碳、负碳技术研发

高耗能企业应该注重自主创新，在产品生产整个过程中提高生产工艺水平和效率，使废气的处理达到相关规定标准。企业在研制新产品、新技术、延长产业链条等方面加大科研投资力度，不断地研发低碳、零碳、负碳技术，并将此技术应用到企业生产中，加快产业产品生产转型升级步伐，提高产品科技含量和附加值。

（四）加大相关部门监管力度，提高公众低碳意识

政府层面应从完善治理体系着手，建立完善财政、税收、产业等一系列和能源消耗与经济发展相联系的政策。同时要加强对企业碳排

放的监管，对于那些无法循环利用的废弃物，要在符合国家标准的前提下进行无公害化处理，避免出现有些不法企业排污超标等情况。要改变传统的思想观念，企业不能只重视利润问题，同时要增强节能减排和环境保护的意识。节能既是生产技术上的节能，也是意识上的节能，应该提高每一个公民的节约意识，真正做到资源的充分利用、不浪费。■

参考文献：

- [1] 文风. 把内蒙古打造成为国家低碳能源基地 [J]. 北方经济, 2020, (11).
- [2] 赵云平. 大力发展绿色产业，助推实现双碳目标——《内蒙古绿色产业体系及产业绿色化发展对策》书评 [J]. 北方经济, 2022, (2).
- [3] 李国志, 李宗植. 中国二氧化碳排放的区域差异和影响因素研究 [J]. 中国人口·资源与环境, 2010, (5).
- [4] 李忠民, 宋凯, 孙耀华. 碳排放与经济增长脱钩指标的实证测度 [J]. 统计与决策, 2011, (14).
- [5] 王虹. 利用“脱钩”理论对我国经济增长与能耗关系的测度 [J]. 软科学, 2010, (9).
- [6] 李忠民, 姚宇, 庆东瑞. 产业发展、GDP增长与二氧化碳排放脱钩关系研究 [J]. 统计与决策, 2010, (11).
- [7] 马军, 陈雪梅. 内蒙古经济增长与能源消耗的脱钩分析 [J]. 前沿, 2013, (1).
- [8] 罗芳, 郭艺, 魏文栋. 长江经济带碳排放与经济增长的脱钩关系——基于生产侧和消费侧视角 [J]. 中国环境科学, 2020, (3).

（作者单位：内蒙古师范大学）

责任编辑：代建明