

内蒙古高耗能生态效率指标体系构建

金 铭, 洪晓青

(内蒙古开放大学教学部, 呼和浩特 010010)

摘要: 高耗能行业是国民经济的重要支柱, 同时也是能源消耗和环境影响的主要来源。资源节约和环境保护一直是国家经济发展过程中的重要议题, 也是推进内蒙古能源基地可持续发展的关键因素。通过构建内蒙古高耗能生态效率的理论框架, 搭建内蒙古高耗能生态效率指标体系, 以期为进一步内蒙古高耗能行业的转型发展做准备, 引导其向资源高效利用和环境友好型转变, 促进内蒙古经济、社会与环境的和谐共生, 实现可持续发展目标。

关键词: 内蒙古; 高耗能; 生态效率指标

中图分类号: F427 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2025)03-0150-08

产业生态效率是衡量产业绿色健康发展的指标, 体现产业发展过程中经济增长和环境保护的平衡。提升产业生态效率是提高产业发展质量、走可持续发展道路的表现。内蒙古自治区是国家重要的能源和战略资源基地, 且传统产业占比较高, 高能耗产业占比相对较重, 经济发展过度依赖高耗能、资源型产业。然而近年来, 随着国家提出加快能源绿色低碳转型、发展以绿色低碳为特征的新质生产力等重要战略举措, 内蒙古高耗能产业发展产能过剩、资源集约型为主成为内蒙古最亟待解决的问题, 而生态效率指标体系的建立将有助于评价内蒙古现有高耗能产业生态效率水平, 为下一步内蒙古能源基地的转型升级做理论准备。

1 文献综述

关于高耗能行业生态效率的理论研究主要从生态系统论、价值链、复杂系统、生态效率^[1-3]、产业集群^[4]、生态产业链、循环经济和协同^[5]等理论视角出发, 分别从不同方面研究高耗能产业集群的生态效率。何晶晶^[2]基于能源、经济以及环境状况的指标体系, 使用数据包络分析 (data envelopment analysis, DEA) 模型测算高耗能行业生态效率, 与此同时, 比较省际高耗能产业生态效率差异。丛日杰和韩洁平^[3]比较东部、中部、西部生态效率差异。彭晓婷^[5]从产业、产业链和产业集群 3 个层面对高耗能产业集群进行生态效率评价及协同效应分析和

比较。郑季良和彭晓婷^[6]测算了复合生态效率系统协同发展水平。岳燕威^[7]则在“双碳”背景下, 根据生态效率的投入指标在生产模块构建了 5 层嵌套固定替代弹性 (constant elasticity of substitution, CES) 生产函数, 从 GDP、碳排放、资源效率、环境效率、生态效率 5 个方面分析其对高耗能产业生态效率的影响。

综上所述可以看出, 关于生态效率指标体系的研究, 已具备一定的理论研究基础, 而学者们主要是从能源、环境、经济、生态以及碳排放等方面来构建指标体系, 鉴于全国性的高耗能行业生态效率指标体系可能未充分考虑到内蒙古地区的特殊性, 因此, 建立一套专门针对内蒙古高耗能行业的生态效率评价指标体系显得尤为紧迫和必要。为了更精准地评估和提升内蒙古高耗能行业的生态效率, 有必要设计一个定制化的指标体系。该体系应当综合考量内蒙古地区的资源禀赋、产业结构、环境承载力和政策导向等因素, 确保评价结果能够为当地的节能减排、绿色转型和可持续发展提供有力的数据支持和决策依据。

2 内蒙古高耗能行业发展现状

2.1 内蒙古主要高耗能行业的筛选

高耗能行业, 顾名思义, 是指在生产活动周期内, 对一次性能源或是二次能源的消耗量显著, 且能源成本在其总产出价值中占据相当大比例的产

收稿日期: 2024-07-08

基金项目: 内蒙古自治区高等学校碳达峰碳中和研究专项 (STZX202203); 内蒙古开放大学产教融合协同育人研究中心项目

作者简介: 金铭 (1990—), 女, 内蒙古呼和浩特人, 硕士, 讲师, 研究方向为经济学、远程教育; 洪晓青 (1973—), 女, 内蒙古赤峰人, 博士, 教授, 研究方向为经济学。

业门类。这一定义下,有6个行业因其能源密集型的生产特点而被公认为典型的高耗能行业,分别是黑色金属冶炼和压延加工业、非金属矿物制品业、电力热力的生产和供应业、煤炭开采洗选业、化学原料和化学制品制造业、石油加工炼焦及核燃料加工业。这些行业由于其能源密集型的特性,在推动经济发展的同时,也面临着节能减排、绿色转型的重大挑战。

从内蒙古自治区规模以上工业能源消耗的行业分布情况看,2019年内蒙古自治区电力热力生产和供应业消耗能源7 097.11万吨标准煤,占全省工业能源消费总体的32.93%,成为全省首屈一指的工业能源消费大户。而化学原料和化学制品制造业消耗能源5 336.98万吨标准煤,占全省工业能源消费总体的24.76%,为全省工业能源消费的第二大产业。除了上述提到的高耗能行业,还有几个行业因其生产过程中的能源密集型特征而显著消耗大量能源。具体而言,有色金属冶炼和压延加工业、煤炭开采和洗选业、石油加工、炼焦和核燃料加工业,以及非金属矿物制品业,在能源消耗方面也占据了相当大的份额。据统计,这些行业各自消耗的能源量分别占到了内蒙古自治区工业能源总消费量的10.36%、5.27%、5.10%和2.92%。由上述可得,传统的6大高耗能行业在内蒙古自治区能耗占比中依然居于前6位。此外黑色金属矿采选业能耗占比也将较大,为13.48%。其中电力、热力生产和供应业和化学原料和化学制品制造业两个行业的能耗占内蒙古自治区一半以上,其他传统高耗能行业在内蒙古自治区能耗占比相对较小。为使研究具有针对性,本文选定6大传统高耗能行业和黑色金属矿采选业作为本文的研究对象。

2.2 内蒙古高耗能行业的发展现状

2.2.1 高能耗

高能耗指的是某一行业或企业在获取或转化能源的生产过程中,由于转化比较低或所需能源总量较大,而消耗了相对较高的能源总量。从内蒙古2010—2019年高耗能行业能源消费情况统计(表1)可以看出,在内蒙古自治区,电力与热力的生产和供应业一直占据着高能耗行业中的首要位置。自2012年起,化学原料及化学制品制造业的能源消耗量超越了黑色金属冶炼及压延加工业,跃升至高能耗行业排名的第2位。与此同时,黑色金属冶炼及压延加工业的能源消耗量相对减少,其在高能耗行业中的排名下滑至第3位。

这一变化反映了内蒙古乃至全国范围内产业结构调整 and 能源消费模式的转变,化学原料和化学制品制造业的增长以及电力、热力行业的持续高能需求,表明了这两个行业在地区经济和能源消费中的重要地位。同时,黑色金属冶炼及压延加工业排名的变动,也可能体现了行业内部节能减排措施的成效,或是受宏观经济环境和政策导向的影响。

2.2.2 高产能

高产能指的是某一行业或企业能够在一定的时间内生产出大量的产品或提供大量的服务,具有较高的生产能力。高产能本身并不是问题,但是当高产能无法与市场需求协调发展且这种不均衡无法调整时,高产能就演变成了产能过剩。从内蒙古2010—2019年内蒙古高耗能行业工业总产值情况(表2)综合分析可以看出,煤炭开采和洗选业始终位于内蒙古高耗能行业工业总产值的第1名,其次是电力、热力生产和供应业,第3名是电力、热力生产和供应业。若从2019年的工业总产值增长率角度观察,非金属矿物制品业展现出了强劲的增长势

表1 2010—2019年内蒙古自治区高耗能行业能源消费情况

年份	能源消费/万吨标准煤						
	煤炭开采和洗选业	石油加工、炼焦和核燃料加工业	化学原料和化学制品制造业	非金属矿物制品业	黑色金属冶炼和压延加工业	有色金属冶炼和压延加工业	电力、热力生产和供应业
2010	1 229.13	488.21	1 363.99	529.14	1 798.19	707.81	4 307.85
2011	1 453.41	646.77	1 752.94	646.52	2 059.96	785.92	5 027.87
2012	1 641.80	821.88	2 016.53	544.22	1 836.22	884.68	5 055.57
2013	1 179.77	648.05	2 380.43	507.61	1 989.77	987.79	5 282.12
2014	1 207.51	673.43	2 608.76	505.49	1 944.87	1 079.76	5 472.36
2015	655.74	1 040.98	3 192.74	435.77	2 003.66	1 450.21	5 257.08
2016	707.24	986.53	3 364.62	483.96	2 073.31	1 559.09	5 179.76
2017	782.80	887.77	3 651.11	403.39	2 127.46	1 574.84	5 607.97
2018	1 025.75	1 028.61	4 543.65	433.13	2 595.25	1 961.50	6 292.82
2019	1 136.58	1 098.31	5 336.98	629.29	2 983.06	2 232.25	7 097.11

表 2 2010 年—2019 年内蒙古自治区高耗能行业工业总产值情况

年份	产值/万元						
	煤炭开采和洗选业	石油加工、炼焦和核燃料加工业	化学原料和化学制品制造业	非金属矿物制品业	黑色金属冶炼和压延加工业	有色金属冶炼和压延加工业	电力、热力生产和供应业
2010	25 437 351	3 794 540	7 792 117	5 586 969	12 538 084	12 788 533	13 748 900
2011	37 185 409	5 360 519	10 798 869	6 858 676	16 034 087	16 198 425	16 066 539
2012	38 814 431	4 516 552	13 281 552	7 113 595	16 736 080	15 944 711	17 414 039
2013	39 018 546	7 338 419	14 565 431	8 146 434	17 231 268	17 900 475	18 864 993
2014	34 871 259	9 296 279	15 384 213	7 940 222	16 211 690	15 255 137	20 918 173
2015	30 045 188	6 280 019	14 955 738	7 497 715	15 759 623	14 808 999	19 559 243
2016	34 007 303	6 305 257	16 280 693	8 187 431	16 201 592	16 762 017	19 839 529
2017	45 569 785	9 602 906	19 406 586	7 024 816	22 876 648	18 890 793	21 565 567
2018	24 156 008	7 570 363	16 429 610	2 654 588	14 964 247	14 481 185	22 009 163
2019	28 082 622	8 666 443	15 381 838	4 795 320	19 004 726	17 027 084	24 282 973

头,其产值增幅达到了 80.64%。紧随其后的是黑色金属冶炼和压延加工业,增长率为 27.00%;有色金属冶炼和压延加工业以 17.58% 的增长率位列第 3;煤炭开采和洗选业则增长了 16.26%;石油加工、炼焦和核燃料加工业的产值增长了 14.48%;电力、热力生产和供应业的增长幅度为 10.33%。值得注意的是,化学原料和化学制品制造业在这一年出现了产值的下降,降幅为 6.38%。这反映出不同行业在 2019 年的经济表现差异,非金属矿物制品业的大幅增长可能与基础设施建设和房地产市场的活跃有关,而化学原料和化学制品制造业的产值下降则可能受制于环保政策趋严、市场需求变化或国际形势的影响。

2.2.3 高排放

高排放现象主要指某一系统、活动、过程或产品在运作期间释放出大量有害物质,尤其聚焦于温室气体(如二氧化碳、甲烷)和其他空气污染物(如二氧化硫、氮氧化物、悬浮微粒)的排放。这类排放对环境的危害不容小觑,它们不仅恶化空气质量,加剧全球气候变化,还对人类健康构成威胁,并破坏生态系统的平衡。在国内,高能耗行业长期以来依赖于粗犷的经营模式,这种模式在短期内确曾有力地推动了经济增长的加速。然而,由于资源利用效率低下,这一发展模式在大量消耗能源的同时,也带来了严重的环境问题,包括空气污染的加剧和生态系统受损,对可持续发展构成了挑战。

化学需氧量(COD)排放量可以用来反映水体中有机物污染的程度,即可以代表工业废水的排放量。而高耗能行业在生产过程中同样会产生很多的废气,这些废气包括但不限于二氧化硫、氮氧化物、烟(粉)尘、挥发性有机物(VOCs)等。从 2019 年内蒙古自治区高耗能行业的“三废”(废水、废气、固废)排放状况(表 3)分析,可以看到不同的行业在各类污染物排放上占据前列。具体来说,化学原料及化学制品制造业在化学需氧量(COD)排放上居于首位,这反映出该行业在生产过程中产生的水污染负荷较大。同时,电力、热力生产和供应业在二氧化硫(SO₂)排放量上排名第 1,显示了燃煤发电和供热等活动对大气质量的显著影响。另一方面,煤炭开采和洗选业产生的一般工业固体废物量最大,这表明煤炭行业在资源开采和初级加工环节产生了大量的固体废弃物,对环境管理提出了严峻挑战。这些数据凸显了内蒙古高耗能行业在追求经济增长的同时,必须面对和解决的环境问题,特别是与“三废”排放相关的污染控制和资源循环利用问题。

3 内蒙古高耗能生态效率指标体系的构建

3.1 指标体系的构建原则

指标体系是一组相互关联、结构化的统计指标,它们共同构成了一个有机的整体,用于全面、系统地描述、分析和衡量某个特定领域的各个方面。在构建评价指标体系的过程中,需要注意以下几点。

表 3 内蒙古 2019 年高耗能行业“三废”排放情况

三废	煤炭开采和洗选业	石油加工、炼焦及核燃料加工业	化学原料及化学制品制造业	非金属矿物制品业	黑色金属冶炼及压延加工业	有色金属冶炼及压延加工业	电力、热力的生产和供应业
COD 排放量/t	955.96	110.47	3 029.88	0.62	97.96	267.58	1 823.62
SO ₂ 排放量/t	2 348.84	9 611.68	40 863.33	45 494.44	62 933.09	50 870.53	76 261.27
一般工业固废产生量/万 t	9 110.43	1 183.55	1 946.79	220.10	2 288.70	817.84	8 802.65

(1) 指标的选择应具有科学性和可操作性。指标应该在理论框架下进行设置,这意味着在选择指标时,必须选择那些能够准确反映生态效率的指标,并且这些指标的数据应该易于获取和处理。

(2) 指标体系应具有动态性。随着国务院印发《关于推动内蒙古高质量发展奋力书写中国式现代化新篇章的意见》,人们对绿色发展、低碳转型、生态效率等的认识也在不断提高。因此,需要定期更新和完善评价指标体系,以适应新的研究需求和社会变化。

(3) 指标体系应具有一定的综合性。生态效率是一个复杂的系统问题,涉及多个方面的因素,应当避免单一指标而导致的片面解读。所以,在指标选取时需要从多个角度对整体的不同侧面或关键要素进行量化从而来评价生态效率,以确保结果的全面和准确。

总的来说,评价指标体系应能够从多个角度和层面对内蒙古高耗能产业的生态效率进行全面的评估和预测。

3.2 内蒙古高耗能行业生态效率评价指标体系

构建内蒙古高耗能产业的生态效率系统,旨在全面、准确地反映这些产业在资源利用和环境保护方面的表现。所以,生态效率作为评估可持续发展水平的关键指标,可细分为资源效率与环境效率两个维度。资源效率关注的是如何更有效地利用自然资源,以最小的资源消耗实现最大的产出;而环境效率则侧重于衡量生产活动对环境的影响,即在保证一定产出的前提下,尽可能减少环境污染和生态破坏。通过这一系统,可以深入分析高耗能产业群的资源综合利用率以及环境污染状况,从而制定出更加精准有效的政策和措施,推动产业向绿色、低碳、循环的方向转型升级。这不仅有助于提升产业的整体竞争力,还能促进生态环境的持续改善,实现经济发展与环境保护的双赢局面。

在新常态经济环境下,内蒙古自治区的高耗能行业以其特有的高能源需求成为环境压力的重要源头。鉴于能源消耗量不仅是此类行业显著的投入特征,也是衡量其生态效率的关键要素,因此,选定内蒙古自治区各类高耗能行业的能源消费总量作为核心投入指标,对于深入解析其能源利用效率及其对环境的潜在影响显得尤为必要。

从长远来看,降低能源消费总量并不意味着牺牲经济增长,相反,通过技术创新和管理优化,可以实现经济效益与环境保护的双赢。高效利用能源

不仅减少了成本支出,提高了企业的市场竞争力,同时也减轻了对环境的压力,促进了社会的可持续发展。这一指标的选择基于严谨的数据分析和理论支撑,可以确保评估框架的准确性和实用性。

环境影响指标的设计遵循循环经济与生态学原理,旨在构建一个资源循环利用、环境友好的工业生态系统。首先,化学需氧量(COD)是衡量水体中有机物污染程度的指标,高COD值意味着水体可能受到工业废水、农业排水或生活污水的污染,这直接影响到水体的生态平衡和水质安全。监控COD排放量有助于评估工业废水处理设施的效能,指导企业采取更有效的废水处理措施,减少对水环境的负面影响。其次,二氧化硫(SO₂)是大气污染的重要组成部分,尤其与酸雨的形成密切相关,对植被、土壤和水体造成损害,同时也对人体健康构成威胁。控制SO₂排放量对于防止大气污染、保护生态环境和公众健康具有重要意义,同时也有助于企业履行环保责任,遵守相关法规。最后,一般工业固体废物(固废)产生量反映了企业的资源利用效率和废物管理水平,高固废产生量往往意味着资源浪费和环境污染风险的增加。监测和控制固废产生量促使企业优化生产工艺,提高资源回收利用率,推动循环经济的发展,减少对环境的负担。总之,在绿色经济的大背景下,化学需氧量(COD)排放量、二氧化硫(SO₂)排放量和一般工业固体废物(固废)产生量可作为核心环境指标。通过应用先进的监测技术和数据分析,计算出内蒙古自治区各区域这些污染物排放水平,可以客观反映工业活动对当地水体、大气与土壤的具体影响。

此外,应加入“工业总产值”作为经济效益产出指标。因为经济效益指标着重于“少投入、多产出”的高效原则,旨在探索经济增长与环境保护的和谐共存之道。而工业总产值是一个关键的宏观经济指标,它代表了工业部门在一定时期内生产的最终产品和服务的总价值。且对于高耗能行业而言,工业总产值的高低直接体现了其经济产出和市场竞争能力,是衡量其经济效益的直观指标。在内蒙古地区,高耗能行业是经济的支柱产业,对内蒙古自治区GDP的贡献显著。工业总产值能够量化高耗能行业对内蒙古自治区经济的贡献程度,帮助政策制定者了解这些行业对区域经济稳定和增长的重要性。所以,工业总产值应当作为产出指标的核心,这不仅直接反映了高耗能行业生态系统的经济效益,而且能够在宏观层面评估其对内蒙古自治区整

体经济贡献的同时,是否符合环境友好型发展模式的要求。

综上所述,通过科学合理地选取能源消费总量、化学需氧量(COD)排放量、二氧化硫(SO₂)排放量、一般工业固体废物(固废)产生量以及工业总产值的指标,构建了一个全面、精准的评估框架。该框架旨在系统地分析和优化内蒙古自治区高耗能行业在新常态下的生态效率表现,不仅涵盖了能源使用效率的考量,还充分兼顾了环境承载力和经济可持续性,为推动高耗能行业迈向绿色、高效、可持续发展道路提供了坚实的科学基础。这一体系的建立,标志着我们在应对环境挑战、促进经济社会全面发展方面迈出了重要一步,展现了内蒙古自治区在新时代背景下的绿色发展决心和智慧。此外,为了全面评价生态效率,可以考虑一些辅助性的评价指标,如技术创新能力、资源利用效率等。这些指标可以帮助更好地理解高耗能产业的发展潜力和可持续性。

3.3 内蒙古高耗能行业生态效率指标体系的检验分析

3.3.1 内蒙古高耗能行业资源效率

在对内蒙古自治区 2010—2019 年高耗能行业的能源效率进行细致分析后(图 1),发现整个行业的能源效率在 2010—2017 年呈现上升趋势,而在 2018 年及 2019 年则出现了显著下降。具体而言,2017 年达到的峰值 9 639.76 元/t 后,能源效率急剧下降至 2018 年的 5 719.30 元/t,并在 2019 年略有回升至 5 715.29 元/t。这一波动可能与全球经济环境、地区政策调整、市场需求变化以及原材料价格波动等多种因素相关。

进一步分析各细分行业,煤炭开采和洗选业的能源效率在 2017 年达到高峰 58 213.83 元/t,2018 年大幅下降至 23 549.61 元/t,2019 年小幅回升至 24 707.92 元/t;石油加工、炼焦和核燃料加工业能源效率在 2017 年后也出现下降,从 10 816.89 元/t 降至 2018 年的 7 359.80 元/t,2019 年小幅回升至 7 890.73 元/t;化学原料和化学制品制造业能源效率从 2017 年的 5 315.26 元/t 下降至 2019 年的 2 882.12 元/t,显示出持续下降趋势;非金属矿物制品业能源效率在 2017 年达到 17 414.45 元/t,2018 年大幅下降至 6 128.85 元/t,2019 年回升至 7 620.24 元/t;黑色金属冶炼和压延加工业能源效率从 2017 年的 10 753.03 元/t 下降至 2019 年的 6 370.89 元/t;有色金属冶炼和压延加工业能源效率从 2017 年的 11 995.37 元/t 下降至 2019 年的 7 627.77 元/t;电力、热力生产和供应业能源效率持续下降,从 2017 年的 3 845.52 元/t 降至 2019 年的 3 421.53 元/t。

可见,煤炭开采和洗选业的能源效率在 2017 年达到最高点后,于 2018 年和 2019 年出现显著下降,这可能与煤炭市场的价格波动和环保政策的加强有关。石油加工、炼焦和核燃料加工业以及化学原料和化学制品制造业的能源效率也呈现出类似的下降趋势,这可能反映了全球石油价格的波动和化工产品市场需求的减少。非金属矿物制品业、黑色金属冶炼和压延加工业、有色金属冶炼和压延加工业以及电力、热力生产和供应业的能源效率下降,可能与环保法规的加强和行业内部结构调整有关。

值得注意的是,这些高耗能行业的能源效率变化对整个行业的能源效率产生了显著影响。特别

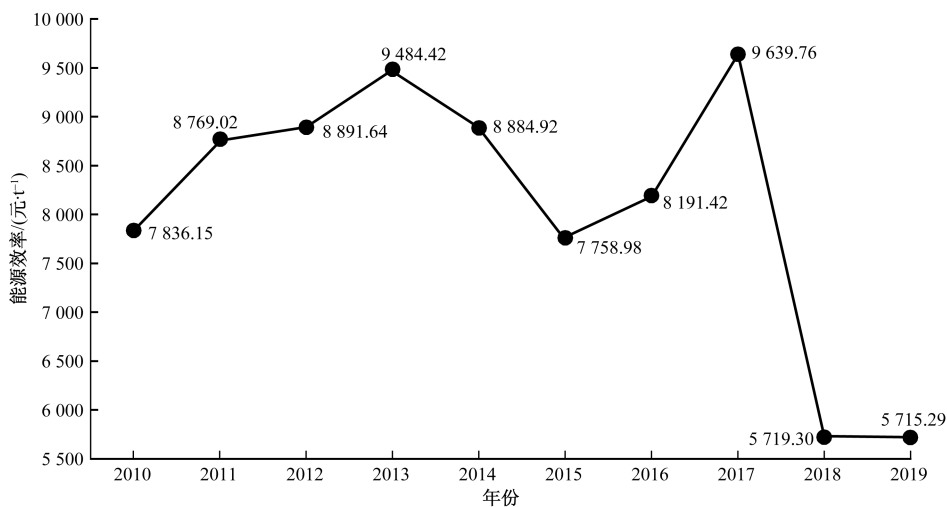


图 1 2010—2019 年内蒙古高耗能行业能源效率

是煤炭开采和洗选业,作为内蒙古的主导产业,其能源效率的大幅下降对整体行业能源效率的波动起到了关键作用。此外,化学原料和化学制品制造业的持续下降趋势,也对整体能源效率产生了负面影响。

综上所述,内蒙古自治区高耗能行业的能源效率变化揭示了该地区在能源利用效率方面面临的挑战。为了提升能源效率,需要综合考虑经济、政策、市场和技术等多方面因素,采取有效的策略和措施。这不仅对内蒙古地区的可持续发展具有重要意义,也对全国乃至全球的能源战略具有深远影响。未来的研究可进一步探讨各影响因素的具体作用机制,以及如何通过技术创新和政策引导来优化能源效率。

3.3.2 内蒙古高耗能行业环境效率

污染当量转换使得将不同污染物的影响汇总

为一个综合指标成为可能。因此,为了对内蒙古高耗能行业整体环境效率进行综合评估,需先使用污染当量将 COD、SO₂ 和固废的排放量转换为统一的度量单位即 kg。已知 COD、SO₂ 的污染当量值分别为 1、0.95 kg,计算得到内蒙古高耗能行业污染物排放总量(表 4)。

在对内蒙古自治区 2010—2019 年高耗能行业的环境效率进行细致分析后(图 2),发现从 2010—2019 年,整个行业的环境效率呈现先上升后下降的趋势。2010 年的环境效率为 8 483.30 元/t,逐年上升至 2017 年的 9 167.7 元/t,然后下降至 2019 年的 4 804.75 元/t。这表明在 2010—2017 年,尽管污染物排放量增加,但行业的经济产出增加得更快,表明环境效率提高。然而,2017 年之后,环境效率的下降可能反映了经济产出增长放缓或污染物排放量的增加。

表 4 内蒙古高耗能行业污染物排放总量

年份	排放量/万 t						
	煤炭开采和洗选业	石油加工、炼焦及核燃料加工业	化学原料及化学制品制造业	非金属矿物制品业	黑色金属冶炼及压延加工业	有色金属冶炼及压延加工业	电力、热力的生产和供应业
2010	3 062.25	176.26	534.65	285.53	1 014.75	400.21	4 155.44
2011	3 921.58	186.55	699.35	297.01	1 018.65	575.76	5 136.39
2012	4 408.47	144.60	877.66	262.32	948.87	531.99	6 201.69
2013	4 893.59	195.41	907.30	276.85	792.84	798.56	5 824.15
2014	5 219.86	306.49	1 030.88	259.14	729.62	935.59	6 659.30
2015	7 393.29	97.53	1 367.28	290.81	926.33	1 003.26	5 976.83
2016	8 899.52	713.26	1 035.73	167.58	1 305.04	630.51	6 762.78
2017	7 439.56	836.66	1 664.40	182.15	1 916.60	703.83	7 422.13
2018	7 830.00	879.84	1 750.75	192.37	2 019.02	527.72	7 855.72
2019	9 110.77	1 184.57	1 951.39	224.89	2 295.33	823.22	8 810.86

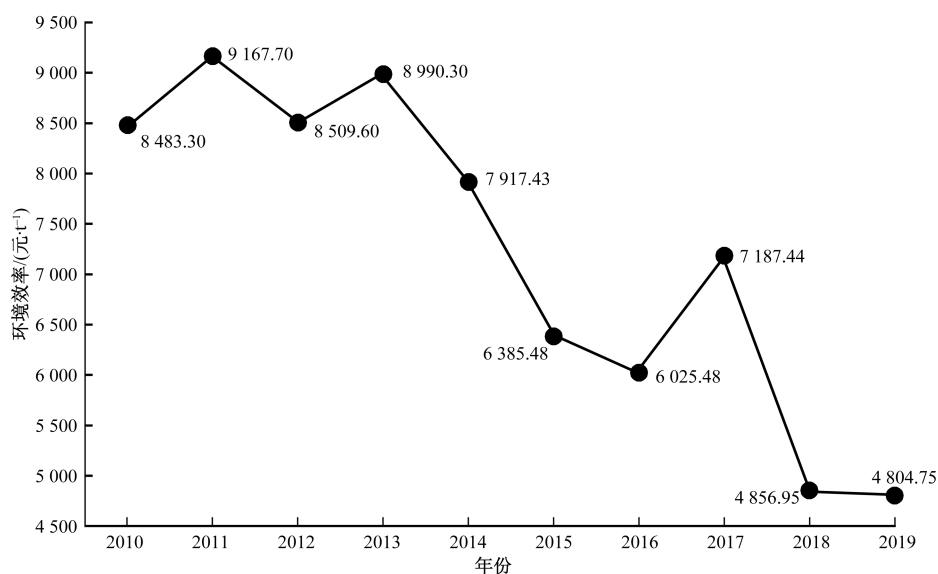


图 2 2010—2019 年内蒙古高耗能行业环境效率

进一步分析各细分行业,煤炭开采和洗选业环境效率从2010年的8306.76元/t逐年波动,到2019年降至3082.35元/t,显示出整体下降趋势。石油加工、炼焦和核燃料加工业环境效率从2010年的21528.06元/t波动上升,到2019年降至7316.09元/t。化学原料和化学制品制造业环境效率从2010年的14574.23元/t波动,到2019年降至7882.49元/t。非金属矿物制品业环境效率从2010年的19567.13元/t波动,到2019年降至21323.06元/t。黑色金属冶炼和压延加工业环境效率从2010年的12355.85元/t逐年波动,到2019年降至8279.72元/t。有色金属冶炼和压延加工业环境效率从2010年的31954.19元/t波动,到2019年降至20683.48元/t。电力、热力生产和供应业环境效率从2010年的3308.65元/t逐年波动,到2019年降至2756.03元/t。

煤炭开采和洗选业的环境效率显示出显著的下降趋势,石油加工、炼焦和核燃料加工业,以及化学原料和化学制品制造业也呈现出类似的下降趋势,这些下降趋势可能与全球能源价格波动、市场需求变化,以及环保法规的加强有关。

对于非金属矿物制品业、黑色金属冶炼和压延加工业、有色金属冶炼和压延加工业以及电力、热力生产和供应业,虽然环境效率在研究期间有所波动,但整体趋势亦呈现下降。特别是黑色金属冶炼和压延加工业,其环境效率的下降可能与全球钢铁市场的波动密切相关。有色金属冶炼和压延加工业的环境效率下降可能与有色金属价格的波动和环保政策的加强有关。

综上所述,内蒙古高耗能行业的环境效率变化揭示了该地区在环境管理和资源利用效率方面面临的挑战。这些变化趋势可能受到多种因素的影响,包括全球经济环境、市场需求变化、原材料价格波动,以及环保政策的加强等。为了提高环境效率,需要采取综合性措施,包括技术创新、产业结构调整 and 环保政策的优化。未来的研究可以进一步探讨这些因素对环境效率的具体影响,以及如何通过政策干预和技术进步来实现环境效率的提升。

4 结论与建议

构建一个科学、合理且全面的评价指标体系,无疑是深入研究和优化内蒙古高耗能产业生态效率的基石,其重要性不言而喻。这一评价指标体系的精心设计与实施,不仅能够精确地衡量高耗能产业在能源利用、环境保护和经济效益等方面的综合

表现,还能揭示各行业内部的细微差异和外部环境的动态变化,为内蒙古自治区的可持续发展之路铺设坚实的知识基础。通过这一评价指标体系,研究者和决策者得以从宏观和微观两个层面,全方位、多角度地理解和把握高耗能产业的发展脉络。

4.1 政策制定建议

宏观上,内蒙古高耗能生态效率指标体系可以揭示整个产业在新常态经济环境下的发展趋势,包括能源消耗模式的演变、环境污染程度的变化以及经济增长的质量和速度;另一方面,这一评价指标体系为相关政策的制定提供了有力的数据支撑和科学依据。通过定期收集和分析指标数据,政府能够及时发现高耗能产业发展中的瓶颈和问题,有针对性地出台激励措施,如财政补贴、税收减免、技术研发支持等,引导企业向绿色、低碳、高效的生产方式转变。同时,也能为监管机构提供预警信号,及时干预那些对环境造成重大负面影响的行为,确保产业发展的可持续性。

鉴于内蒙古地区高耗能行业的特点,内蒙古自治区政府可采取针对性的措施以提升能源与环境效率。具体而言,政策制定者应考虑对煤炭开采和洗选业等关键行业实施更为严格的能效标准和排放限制,通过差异化的税收政策激励企业减少能源消耗和污染物排放。此外,鉴于内蒙古丰富的可再生能源潜力,应通过财政补贴和优惠政策,鼓励企业采用风能、太阳能等清洁能源技术,以减少对传统化石燃料的依赖。同时,加强环境监管框架,提高污染物排放标准,并严格执行环境法律法规,确保企业在生产过程中采取有效的减排措施。为了促进技术创新,政府应投资于能源效率和环保技术的研发,并通过建立排放权交易市场,利用市场机制来优化污染物排放的控制。最后,通过开展环境教育和培训项目,提高公众和行业从业者对可持续发展的认识 and 实践能力。

4.2 行业实践建议

在微观层面,构建一个针对内蒙古自治区高耗能行业的生态效率指标体系对于深入剖析具体企业或项目的生态表现至关重要。该体系能够评估企业在节能减排、资源循环利用和绿色技术应用等方面的成效,为企业提供明确的改进方向 and 目标。通过实施精细化管理,企业可以识别生产过程中的能源消耗 and 环境影响热点,从而采取针对性措施。例如,通过引入先进的节能技术,优化生产流程,以及更新至更高效能的生产设备,企业能够显著降低

单位产品的能源消耗和污染物排放。此外,企业应积极实施废物循环利用和资源化策略,这不仅减少了废物的产生和排放,而且有助于构建循环经济模式,提高资源的利用效率。

进一步地,内蒙古自治区的企业应建立和完善能源管理体系,定期进行能源审计和环境影响评估,这有助于企业系统地识别和实施节能减排的潜在机会。通过与供应商的紧密合作,企业可以推动整个供应链的绿色化,确保原材料和生产过程的环境友好性。同时,提高运营透明度和加强信息披露是提升企业环境责任和社会信任的关键。企业应定期公布其能源消耗、污染物排放和环境管理措施等信息,接受公众和利益相关方的监督。这些措施不仅能够增强企业的环境绩效,还能在内蒙古自治区范围内促进可持续发展的实践,为实现区域环境目标和社会责任做出积极贡献。

此外,评价指标体系还有助于增强社会公众对高耗能产业生态效率的关注和理解,促进社会各界对绿色发展理念的认同和支持,形成政府、企业、社会 3 方面合力推动高耗能产业绿色转型的良好氛围。

总之,构建并运用科学、合理且全面的评价指

标体系,对于内蒙古高耗能产业的健康发展和自治区整体的生态文明建设具有不可估量的价值。它不仅为当前的决策提供指引,更为未来的规划描绘蓝图,是连接现状与愿景、现实与理想的桥梁,引领内蒙古高耗能产业向着更加绿色、智能、可持续的未来稳步前行。

参考文献

- [1] 闫晶, 韩洁平. 高耗能产业生态系统构建与运行机制研究[J]. 科技管理研究, 2014, 34(23): 126-131.
- [2] 何晶晶. 我国 13 个省市高耗能产业生态效率评估及趋同研究[D]. 吉林: 东北电力大学, 2016.
- [3] 丛日杰, 韩洁平. 基于 DEA 模型的新常态下中国区域高耗能行业生态效率研究[J]. 生态经济, 2018, 34(10): 86-90.
- [4] 张丽家. 煤炭资源型城市工业生态效率及其绿色发展研究: 基于山西省 11 个地级市面板数据[J]. 科技和产业, 2022, 22(10): 34-43.
- [5] 彭晓婷. 高耗能产业集群生态效率及协同效应评价研究[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2019.
- [6] 郑季良, 彭晓婷. 高耗能产业群复合生态效率协同及影响因素研究[J]. 科技管理研究, 2019, 39(8): 230-235.
- [7] 岳燕威. “双碳”战略背景下我国高耗能产业生态效率的驱动机制及对策研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古工业大学, 2023.

Construction of Ecological Efficiency Indicator System for High Energy-consuming Industries in Inner Mongolia

JIN Ming, HONG Xiaoqing

(Teaching Department, Inner Mongolia Open University, Hohhot 010010, China)

Abstract: High energy-consuming industries serve is a critical pillar of the national economy. Meanwhile, it is a primary source of energy consumption and environmental impact. Resource conservation and environmental protection have always been pivotal topics throughout China's economic development process, playing a crucial role in advancing the sustainable development of Inner Mongolia's energy bases. A theoretical framework for ecological efficiency within high energy-consuming industries in Inner Mongolia was constructed, and an ecological efficiency indicator system was established, in order to lay the groundwork for the transformation and development of Inner Mongolia's high energy-consuming industries. The goal is to guide these industries toward more efficient resource utilization and environmentally friendly operations, thereby fostering a harmonious coexistence among the economy, society, and the environment in Inner Mongolia, and achieving sustainable development objectives.

Keywords: Inner Mongolia; high energy-consuming; ecological efficiency indicators