

国际石油公司应对气候变化评价指数研究

王建良^{1,2,3*}, 彭婧¹, 陈珊¹, 范静静¹, 刘一¹

1 中国石油大学(北京)经济管理学院, 北京 102249

2 中国石油大学(北京)中国油气产业发展研究中心, 北京 102249

3 中国石油大学(北京)碳中和与创新能源发展研究院, 北京 102249

* 通信作者, wangjianliang305@163.com

收稿日期: 2023-04-28

国家自然科学基金(72274213、71874201)资助

摘要 随着《巴黎协定》的全面实施, 全球已有超过 120 个经济体通过立法、法律提案、政策文件等不同形式提出了碳中和目标。在内外环境日趋严峻的压力下, 石油公司逐渐意识到企业的低碳转型不仅是国家政策的需求, 更是适应新的市场和社会趋势的必要举措, 促使了全球石油公司加快能源转型的步伐。本文基于国际石油公司应对气候变化的态度(“言”)、行为(“行”)和效果(“果”)3个维度构建了国际石油公司应对气候变化的评价指标体系, 其中积极情绪倾向平均分、低碳投资强度、平均净碳强度变化率分别是评价指标体系中最重要评价指标, 随后根据评价结果对 24 家公司应对气候变化的综合表现进行量化评价。研究表明: (1)在应对气候变化态度方面, 日本国际石油开发株式会社、意大利埃尼集团、美国 EOG 公司态度最为积极。(2)在应对气候变化行为方面, 哥伦比亚国家石油公司、日本国际石油开发株式会社、意大利埃尼集团表现最为优异。(3)在应对气候变化效果方面, 挪威国家石油公司、BP、道达尔所展现出的效果最佳。(4)综合评价来看, 意大利埃尼集团、BP、挪威国家石油公司应对气候变化转型表现最为出色。上述评估结果凸显了各国际石油公司在应对气候变化方面所采取的努力和已经获取的成就, 本文旨在通过上述结果帮助各石油公司更好地了解自己在气候变化应对方面的现状, 识别其在态度、行为和效果方面的优点和应改进之处。最终本文对可能影响各石油公司排名结果的原因进行分析, 根据石油公司的不同类型提出相应的建议, 并结合中国油气行业的形势对中国的石油企业提出一些建议。本文的研究结果可以为投资者、政策制定者和公众提供有效信息, 帮助他们更好地做出决策, 选择支持环境友好型公司进行投资或政策支持, 从而进一步督促石油公司更好地实现低碳转型。

关键词 气候变化; 评价指标体系; 低碳转型; 国际石油公司; 温室气体减排; 油气行业

Study of the evaluation index of international oil companies' response to climate change

WANG Jianliang^{1,2,3}, PENG Jing¹, CHEN Shan¹, FAN Jingjing¹, LIU Yi¹

1 School of Economics and Management, China University of Petroleum-Beijing, Beijing 102249, China

2 Research Center for China's Oil and Gas Industry Development, China University of Petroleum-Beijing, Beijing 102249, China

引用格式: 王建良, 彭婧, 陈珊, 范静静, 刘一. 国际石油公司应对气候变化评价指数研究. 石油科学通报, 2023, 05: 682-694

WANG Jianliang, PENG Jing, CHEN Shan, FAN Jingjing, LIU Yi. Study of the evaluation index of international oil companies' response to climate change. Petroleum Science Bulletin, 2023, 05: 682-694. doi: 10.3969/j.issn.2096-1693.2023.05.064

3 Institute of Carbon Neutrality and Innovative Energy Development, China University of Petroleum-Beijing, Beijing 102249, China

Abstract With the full implementation of the Paris Agreement, more than 120 economies around the world have proposed carbon neutrality targets through different forms of legislation, legal proposals and policy documents. Under the pressure of an increasingly severe internal and external environment, oil companies are gradually realizing that the low-carbon transformation of their enterprises is not only a demand of national policies, but also a necessary move to adapt to new market and social trends, which has prompted oil companies around the world to accelerate the pace of energy transformation. This paper constructs an evaluation index system for international oil companies' response to climate change based on the three dimensions of attitude ("words"), behavior ("actions") and effect ("results") of international oil companies' response to climate change, in which the average score of the positive sentiment tendency, the low carbon investment intensity, and the average rate of change of net carbon intensity are the most important evaluation indexes in the evaluation index system, and then quantitatively evaluates the comprehensive performance of 24 companies' response to climate change based on the results of the evaluation. The results of the study show that: (1) In terms of attitudes towards climate change, Japanese Petroleum Company (INPEX), Eni Group of Italy, and EOG of the United States have the most positive attitudes. (2) In terms of climate change response behaviors, Colombian Petroleum Company (Ecopetrol), INPEX, and Eni are the best performers. (3) In terms of effectiveness in addressing climate change, Statoil, BP, and Total have shown the best results. (4) In terms of overall evaluation, Eni, BP, and Statoil have the best performance in climate change transformation. The above results highlight the efforts and achievements of international oil companies in addressing climate change. This paper aims to use the results to help oil companies better understand their current situation in addressing climate change, and to identify strengths and areas for improvement in their attitudes, behaviors and effectiveness. Finally, the paper analyses the reasons that may affect the ranking results of each oil company, and makes recommendations according to the different types of oil companies, as well as some recommendations for Chinese oil companies in the light of the form of China's oil and gas industry. The findings of this paper can provide investors, policy makers and the public with effective information to help them make better decisions and choose to support environmentally friendly companies for investment or policy support, thus further urging oil companies to better realize the low-carbon transition.

Keywords climate change; evaluation indicator system; low carbon transition; international oil companies; Greenhouse gas emission reduction; oil and gas industry

doi: 10.3969/j.issn.2096-1693.2023.05.064

0 引言

2015年《巴黎协定》通过后,国家层面开始加速应对全球气候变化,已有超120个国家和地区提出了碳达峰碳中和目标,以传统油气业务为主的油气企业面临多重环保监管和碳减排压力,油气行业作为能源的支柱产业,全球油气在一次能源中占比超过55.4%^[1],油气相关的二氧化碳排放占比约为55%。在绿色低碳发展的背景下,油气行业转型对油气行业本身的转型升级意义重大,低碳转型战略受到广泛关注^[2],如何优化能源企业和行业转型发展路径,对未来油气行业的健康发展非常重要,油气公司普遍加快了低碳能源转型的步伐,低碳转型从战略观望期步入战略实施期。研究表明,为了确保全球温升控制在1.5℃以下,必须严格控制人为温室气体排放。国际能源署在发布的2050年净零排放报告^[3]中表明为实现2050年净零排放目标,世界能源供给至少70%应来自风能和太阳能。由此,国际石油公司不可避免地需要重新思考其商业模式,以适应低碳未来。

张宁宁等^[4]以全球化石能源行业最具代表性的欧美国际大型石油公司为主要研究对象,通过梳理其低碳转型背景和实践,系统分析了国际石油公司转型路径差异的原因。结果表明欧美石油公司在转型意愿和转型路径的具体选择上存在显著差异。欧洲国家选择大力投资新能源,走石油开发以外的道路,而美国石油公司则选择投资高碳能源和低碳利用技术,走石油开发利用减少碳排放的道路。解佳^[5]通过分析BP、埃克森美孚等7家国际石油公司应对气候变化的态度,利用共现网络模型分析石油公司应对气候变化的共性态度及其阶段性演变,并利用态度度量模型,量化石油公司应对气候变化的个性态度,分析了《巴黎协定》、新冠疫情两个事件对石油公司应对气候变化言语态度的影响。Lu等^[6]收集了全球部分油气企业的低碳转型信息,从碳减排目标、低碳投资、低碳行动以及可再生能源运营4个方面去分析9家大型油气公司的碳转型,研究表明加大可再生能源的投资是油气公司的长期行为,也是油气公司向综合能源公司转型的关键。

评估国际石油公司在低碳转型方面的成果并不仅仅局限于其宣言和措施,还需要从更广泛的维度进行分析。本文通过借鉴上述论文部分思路,并进行拓展延伸,考虑各石油公司应对气候变化所呈现出的态度,为实现低碳转型所采取的具体措施,以及最终呈现的转型效果3个维度来全方位分析各石油公司的低碳转型成果。这一分析框架的创新性在于将关注点从单一的行动层面扩展到了多个维度,通过从“言、行、果”3个维度去分析国际石油公司的低碳转型效果,构建了一个全面、客观的评价指标体系,以帮助我们更好地评估国际石油公司在低碳转型方面的综合表现,由此提出针对性的对策建议,并为未来各石油公司的转型道路提供有益的参考和借鉴。

1 国际石油公司应对气候变化的评价指标体系构建

本文通过构建评价指标体系,对各石油公司相关指标进行量化分析,从而对国际石油公司应对气候变化能源转型做出评价。因此构建一个科学、系统、合理的评价指标体系是科学评价各石油公司能源转型情况的重要基础。

1.1 构建原则

在实践操作中,基于不同的评价对象和评价目的,需要设计不同的评价指标体系。构建一套科学合理的评价指标体系,除需遵循系统性、动态性等指标体系构建的一般性原则外,还需要结合实际,根据不同评价对象和评价目的遵循特殊性原则。本文在构建国际石油公司应对气候变化的评价指标体系时,主要遵循以下原则:

(1)一致性原则。所构建的指标体系需要在一段时期内保持稳定,便于进行纵向对比分析。由于各国际石油公司政策具有时效性,在指标体系构建时应结合各公司自身情况,尽可能避免不同时期对评价指标的影响。

(2)可操作性和可对比性原则。指标体系中各指标要简单明了,数据便于收集,且在各公司之间具有一定的横向可比性,可以反应不同公司的差距。同时选择指标时也应考虑能否进行定量处理,以便于进行数学计算和分析。

(3)简明科学性原则。指标体系的设计以及评价指标的选择应以科学性为原则,能客观真实地反应各石油公司能源转型的具体状况。各评价指标应该具有典

型代表性,不宜过多过细,使指标过于繁琐、相互重叠;也不宜过少过简,避免指标信息遗漏,出现错误、不真实现象。

1.2 构建思路

王建良等^[7]将各石油公司应对气候变化的态度以及各公司温室气体排放强度及变化率作为研究对象,综合评价各公司应对气候变化的表现。本文参考各石油公司应对气候变化的态度评价方法作为本文“言”评价方法,参考温室气体排放强度并考虑平均净碳强度变化率作为本文“果”评价方法,并进一步完善数据来源。

朱子涵等^[8]对各石油公司在公司治理、低碳战略与风险管理、低碳投资与行动及参与公共政策4大方面进行应对气候变化的策略分析。余岭等^[9]对国外石油公司能源转型的主要动因、能源转型战略、主要做法和特点进行分析。本文参考上述文献中低碳减排目标、低碳投资等方面作为本文“行”评价方法的设计依据。

基于上述参考及指标体系构建原则,本节分别从情绪指数、实施力度和转型效果3个维度构建国际石油公司应对气候变化的评价指标体系。

(1)情绪指数

情绪指数是衡量石油公司应对气候变化态度的综合指数,能够体现公司关于能源转型的立场,通过企业的积极情绪倾向平均分这一指标可以反映出公司对气候变化、能源转型的积极程度,是衡量企业态度的重要指标。

(2)实施力度

实施力度是公司为实现能源转型、应对气候变化所采取具体行动的力度,是衡量石油公司转型表现最基本和最重要的因素之一,共包含董事会监管频数、低碳目标设定、参与行业协会数量、委员会结构调整和低碳投资强度5个子指标。

董事会监管频数是指公司召开的以低碳转型、节能减排等为主题的董事会会议次数,董事会作为企业最高决策机构,其针对相关议题的监管强度反映了公司的重视程度。

低碳目标设定是指公司以减少温室气体排放为主题的相关目标的设定,明确的目标表明企业有明确的前进方向,可以很好地反映出企业的长远眼光。

参与行业协会数量是指公司参加的以可持续发展、环境保护等相关方向为主题的协会数量。行业协会是众企业之间沟通的平台,各企业参与的积极程度

可以在一定程度上反映出其为实现转型而付诸行动的力度。

委员会结构调整指公司对董事会直属委员会进行的相关调整，建立专门的委员会可以很好地避免低碳减排等相关问题涉及公司部门较多，交叉管理效率低下。

低碳投资强度是指公司在节能减排、提高能源利用率等相关技术的研发投资占公司总投资的比重^[10]，投资强度能很好的反映出公司参与能源转型的行动力度。

(3) 转型效果

转型效果是公司应对气候变化、能源转型的最终呈现效果，通过平均净碳强度变化率，即平均单位资产温室气体净排放量变化率(为方便称呼，下文将单位资产温室气体净排放量统一书写为净碳强度)这一指标反映公司转型效果的优劣。企业进行能源转型的最终目的是减少碳排放，故平均净碳强度变

化率是最直观的结果，该指标可以清晰地显现出企业的在能源转型方面取得的成绩，对企业进行转型效果评估。

本文严格按照指标体系构建原则，最终选取了3个二级评价指标，7个三级指标，评价指标体系如表1所示。

2 国际石油公司应对气候变化的评价方法

2.1 评价对象

结合1.2节中构建的评价指标体系以及数据的可获取性原则，本文拟选取美国《石油情报周刊》公布的2020年世界最大50家石油公司进行分析。由于部分石油公司的数据无法完全获取，最终选取了沙特阿美、埃克森美孚、BP等24家石油公司进行分析(表2)。

表1 石油公司应对气候变化评价指标体系

Table 1 Evaluation index system for oil companies to respond to climate change

一级指标	二级指标	三级指标
石油公司 能源转型	情绪指数	积极情绪倾向平均分 董事会监管频数 低碳目标设定
	实施力度	参与行业协会数量 委员会结构调整 低碳投资强度
	转型效果	平均净碳强度变化率

表2 国际石油公司选取

Table 2 International oil company selection

序号	石油公司名称	序号	石油公司名称
1	沙特阿美	13	俄罗斯苏尔古特油气公司
2	埃克森美孚	14	西班牙雷普索尔公司
3	英国石油公司(BP)	15	美国康菲
4	俄罗斯石油公司	16	加拿大自然资源公司
5	荷兰皇家壳牌公司	17	哥伦比亚国家石油公司
6	道达尔能源公司	18	美国依欧格资源公司
7	雪佛龙股份有限公司	19	日本国际石油开发株式会社
8	卢克石油公司	20	美国安特罗资源公司
9	巴西国家石油公司	21	奥地利石油天然气集团(OMV)
10	意大利埃尼集团	22	俄罗斯鞑靼石油公司
11	马来西亚石油公司	23	加拿大森科能源公司
12	挪威国家石油公司	24	泰国国家石油公司

2.2 评价方法

2.2.1 “言”评价方法

“言”即石油公司应对气候变化的态度。本文通过文本情感分析对石油公司的态度进行评价。文本情感分析又称意见挖掘,是指对带有情感色彩的主观性文本进行分析,挖掘其中蕴含的情感倾向,对情感态度进行划分。本文通过对企业在2016—2021年间公开发表的新闻稿、年度报告和可持续发展报告3类文本进行分析计算(如图1所示)。文本情感分析的过程包括原始数据的获取、数据的预处理、特征提取、载入情感词典以及结果的输出^[11]。

文本的情感分为3类情绪,积极、中性与消极情绪,鉴于中性情绪属于没有立场的情感分类,本文只选取积极与消极情绪做分析,体现各石油公司对低碳转型的态度^[12]。

运用石油公司态度度量模型衡量石油公司应对气候变化或低碳转型的态度。其中程度副词包含:“极其”、“非常”、“较为”、“稍稍”、“欠、不足”,加上“相反”的语义一共6类单词,每一类包含5个及以上表示程度的副词,如“极其”类中包含“absolutely”,“alarmingly”等45个英文词汇^[13]。对所提取语料进行情感词典分析,得出各石油公司应对气候变化的态度得分。

为了尽可能减少情绪指数计算过程中的主观性,本文选取WordNet, Howet以及NTSUSD 3类情感词典^[14],结合专业人士收集的有关能源方向的积极与消极情感词汇,构建出分析石油公司公开文件态度的情感词典。通过载入积极情感词典、消极情感词典以及各类程度副词词典和反转语义的词典,遍历每个情感词前的程度副词并对每一个情感词进行赋分。通过情感词典得出的积极、消极情绪得分,进而计算出各石油公司的积极情绪倾向平均分,具体计算过程如下所示:

$$\text{score} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{pos}_i - \sum_{i=1}^n \text{neg}_i}{n} \quad (1)$$

式中, score为公司积极情绪倾向平均分; n为总语句

数; pos_i 为第*i*条语句的积极得分值; neg_i 为第*i*条语句的消极得分值。

为方便后续综合评价计算,对各公司积极情绪倾向平均分进行统一放大,使得评分第一名公司在“言”这一指标下得分为100分,其他公司得分进行等比例放大。

2.2.2 “行”评价方法

“行”即各国际石油公司为应对气候变化所付诸的一系列行动。本文统计了各石油公司董事会在2016—2021各年间召开的以低碳转型、节能减排、可持续发展等为主题的董事会会议次数,统计了公司低碳减排相关的中期、长期目标、预期实现“零排放”的年限,并计算了公司为实现“零排放”每年需减少的温室气体排放量,统计了公司加入可持续发展、气候变化、环境保护、低碳技术升级等相关协会的累计数量,统计了公司是否建立与气候变化、可持续发展等相关的董事会直属委员会并计算出委员会人数占董事会总人数比例,统计并计算了公司6年平均低碳投资强度这5项内容,并对这5个子指标进行标准化处理,本文主要采用min-max标准化方法,具体公式如下所示:

$$y = \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (2)$$

其中, x_i 为原始数据; y 为标准化的数据; x_{\max} 为标准化过程中所选指标的最大值; x_{\min} 为标准化过程中所选指标的最小值。

采用熵权法^[15]对5个指标进行赋权计算,具体计算步骤如下:

① 计算各指标信息熵,公式如下所示:

$$E_j = -\frac{1}{\ln 24} \sum_{i=1}^{24} \frac{y_{ij}}{\sum_{i=1}^{24} y_{ij}} \ln \frac{y_{ij}}{\sum_{i=1}^{24} y_{ij}} \quad (3)$$

式中, E_j 为指标*j*的信息熵, y_{ij} 为*j*公司在第*i*个指标的标准化数据。

② 通过信息熵计算各指标权重,公式如下所示:

$$w_j = \frac{1 - E_j}{5 - \sum E_j} \quad (4)$$

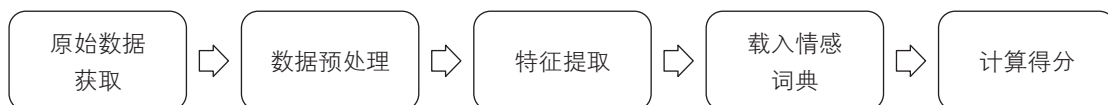


图1 情感词典计算态度得分流程图

Fig. 1 Flowchart for calculating attitude scores by sentiment dictionary

式中, w_j 即为指标 j 的权重, E_j 为式(3)所求得指标 j 的信息熵。

得出董事会监管频数、低碳目标设定、行业协会参与数量、委员会结构调整、低碳投资强度的权重分别为 7.3%、18.6%、23.5%、5.2% 和 45.4%, 根据此权重计算出各公司“行”指标下综合得分, 并进行等比例放大处理, 使得“行”这一指标评分第一名的公司得分为 100 分, 其他公司得分进行等比例放大。

2.2.3 “果”评价方法

“果”即石油公司应对气候变化的最终效果。通过查阅 24 家石油公司年度报告、可持续发展报告以及财务报告等相关文件, 获得各石油公司在 2016—2021 年间公开披露的温室气体排放量、企业总资产、温室气体吸收量等相关数据, 经过计算得出各公司 6 年内平均碳强度变化率^[16], 并进行归一化处理、赋分后获得企业转型效果相关得分, 计算过程如图 2 所示。

具体计算步骤如下:

①通过石油公司公开披露的各年碳排放数据及碳复吸数据得到各企业的净碳排放量, 为了消除各公司资产差异的影响, 本文统一计算各石油公司净碳排放强度, 公式如下所示:

$$\text{intensity} = \frac{\text{scope1} + \text{scope2} - \text{absorption}}{\text{asset}} \times 100000 \quad (5)$$

式中, intensity 为净碳强度; scope1 为企业温室气体直接排放数据; scope2 为温室气体间接排放数据; absorption 为企业碳复吸数据, 单位均为百万吨二氧化碳; asset 为各国际石油公司对应年总资产平均值, 单位为百万美元。

②计算获得各企业平均净碳强度变化率, 计算公式如下所示:

$$\text{rate} = \frac{\sum_{t=1}^5 \frac{\text{intensity}_t - \text{intensity}_{t-1}}{\text{intensity}_{t-1}}}{5} \quad (6)$$

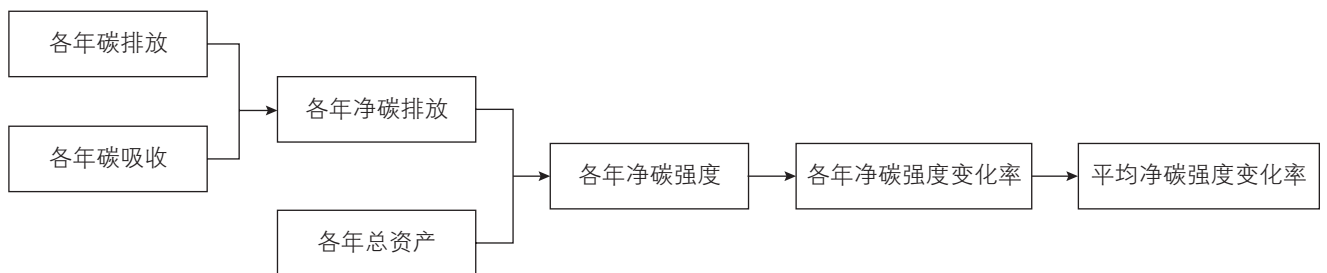


图 2 企业平均碳强度变化率计算过程

Fig. 2 Enterprise average carbon intensity change rate calculation process

式中, rate 为企业平均净碳强度变化率, intensity_t 为企业第 t 年的单位资产温室气体排放量, intensity_{t-1} 为第 $t-1$ 年的单位资产温室气体排放量。

③用负向指标标准化将各企业平均净碳强度变化率转化为相应得分, 计算公式如下所示:

$$\text{score} = \frac{x_{\max} - x_i}{x_{\max} - x_{\min}} \times 100 \quad (7)$$

式中, score 为企业在“果”这一指标下的得分; x_i 为各企业平均净碳强度变化率; x_{\max} 为各企业中平均净碳强度变化率中的最大值; x_{\min} 为各企业中平均净碳强度变化率中的最小值。

2.2.4 综合评价方法

通过熵权法计算, 对相应指标进行赋权, 得出各石油公司应对气候变化“言”、“行”、“果”所占权重分别为 15.8%、40.2%、44.0%。

2.3 描述性统计

通过对原数据进行信度、效度检验^[17-19]、折半信度的结果显示, 前半部分的项数为 4.0 与后半部分项数 3.0 不相等, 因而应该采用不等长的折半系数, 模型的折半系数为 0.978, 说明该问卷的信度非常好。KMO 检验的结果显示, KMO 的值为 0.798, 同时, Bartlett 球形检验的结果显示, 显著性 P 值为 0.000***, 水平上呈现显著性, 拒绝原假设, 各变量间具有相关性, 因子分析有效, 程度为一般。结果表明该数据具备可用性, 描述性统计结果如表 3 所示。

3 国际石油公司应对气候变化的评价与结果分析

3.1 态度评价与结果分析

图 3 为国际石油公司应对气候变化的态度评价排名前十的公司。日本国际石油开发株式会社在情绪指数方面得分最高且远超前于其他公司, 其应对气候变化

表3 描述性统计结果

Table 3 Descriptive statistics results

	最小值	最大值	平均数	中位数
言得分	12.7	25.8	16.1	15.7
董事会	0	62	23.7	24
低碳目标	0	3.7	1.1	0.8
行业协会数量	0	12	4.9	4
委员会调整/%	0	90	30	40
低碳投资/%	0	50	10	2.23
平均净碳强度变化率/%	-11.73	13.04	-2.71	-4.16

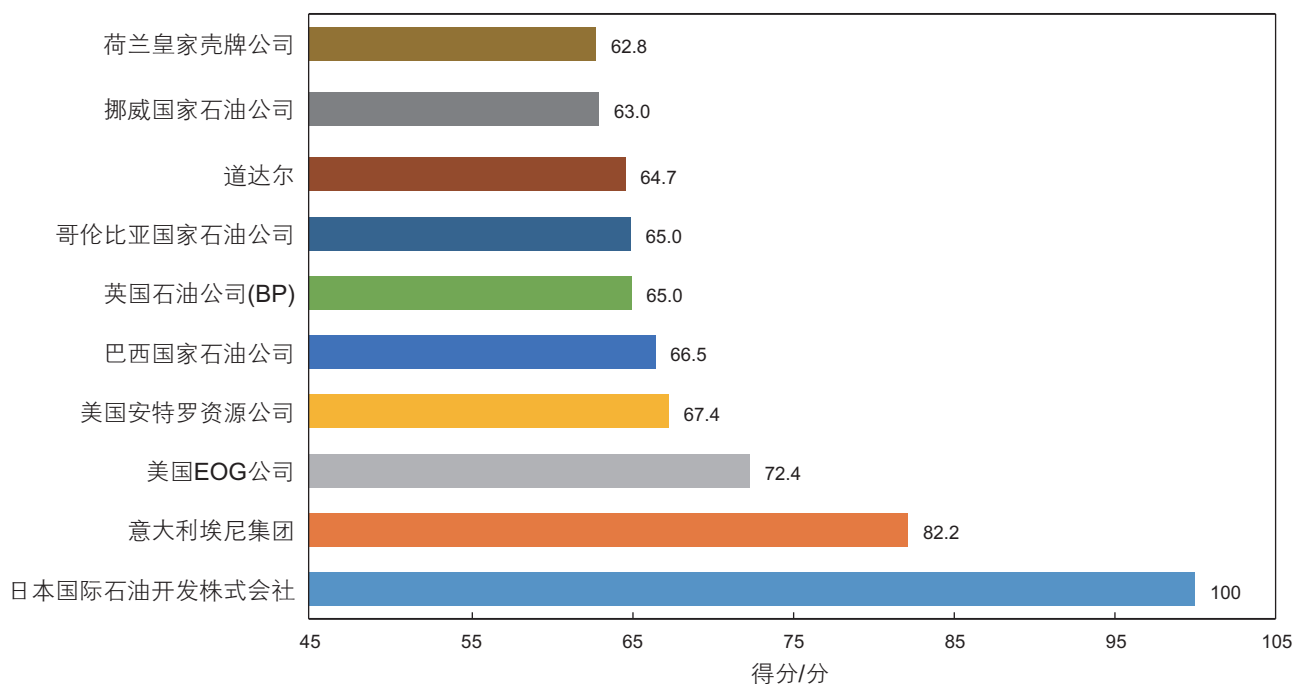


图3 国际石油公司应对气候变化的态度评价排名前十的公司

Fig. 3 Top 10 companies in the evaluation of international oil companies' attitude to climate change

能源转型的态度最为积极。其次为意大利埃尼集团，该公司虽与第一名相差幅度较大，但仍领先其他公司较多。美国EOG公司位列第三，随后其他公司得分虽稍有差距，但总体而言得分差距不大。国家政策是影响石油公司态度的主要因素，如日本政府将保障能源安全作为能源政策的首要任务，致力于提高新能源比重。2020年，日本承诺将在2050年实现“净零”碳排放，出台《绿色增长战略》^[20]。2021年该战略更新为《2050碳中和绿色增长战略》，将可再生能源作为经济增长的核心驱动因素之一，推出包括强调海上风力发电行业关键性等一揽子政策措施^[21]。日本国际石油开发株式会社在政府的影响下，在企业新闻稿、年报等公开文件中彰显出应对气候变化、能源转型的积

极态度。

公司使命调整也是彰显石油公司态度的重要因素，跨国油气公司对于可持续发展这一全球性议题的关注和响应度越来越高，纷纷调整或修正公司使命，立足能源转型问题，回答公司存在的目的和意义。例如埃尼集团认为，当前及今后能源行业面临的重大挑战是，如何在最大限度获取能源与应对气候变化之间取得平衡，于2019年提出公司使命应围绕联合国2030年可持续发展议程的17项目标展开，将其内涵阐述为“公司切实支持公正的能源转型，以保护地球并促进人人高效、可持续地获取能源为目标，同时坚信能与有业务往来的所有国家和地区建立长期合作伙伴关系，以创造持久的共享价值。”

3.2 行为评价与结果分析

图4为国际石油公司应对气候变化的行为评价排名前十的公司，哥伦比亚国家石油公司在“行”这一维度下总分排名第一；日本国际石油开发株式会社虽在低碳目标设定和委员会结构调整两方面得分为0分，但由于其6年平均低碳投资占比高达50.15%，在这一指标下得分最高，此外低碳投资指标占行为评价权重为45%，故其综合行为评价得分排名第二；意大利埃尼集团6年累计董事会监管频率为62次，在这一指标下得分最高，且其他指标得分均为中等靠上，其综合得分为排名第三；埃克森美孚虽在低碳目标设定指标得分最高，但其在低碳投资这一指标下得分为0分，故综合得分排名仅为第六名。

早在本世纪初，多家欧洲石油公司出于树立良好形象、实现可持续发展等考虑，率先投资风电、太阳能、生物乙醇等可再生能源业务，《巴黎协定》签署后，全球低碳环保意识大幅提升，越来越多的国家提出碳中和目标，密集出台严苛的环保标准及限制化石能源发展的政策，同时，出台促进可再生能源发展的优惠政策和投资计划，引导企业和社会资本进入，这

成为推动石油公司转型发展最主要的因素。

3.3 效果评价与结果分析

图5为国际石油公司应对气候变化的效果评价排名前十的公司，挪威国家石油公司在应对气候变化能源转型所取得的效果方面最为成功，企业平均碳排放强度变化率最低，为-11.73%，说明该公司每一年的单位资产温室气体排放量在逐年降低且下降幅度较快。第二名英国石油公司的平均净碳强度变化率为-10.30%，与挪威国家石油公司相差不大，该公司所取得的效果也较为优异，从排名第五的美国康菲石油公司开始随后几家公司得分呈缓慢下降趋势，各公司之间相差效果并不明显，未拉开显著差距。

在行为评价指标内排名较高的公司并未在应对气候变化的效果评价中排名靠前，推测是由于各石油公司所采取具体措施的效果具有滞后性，并不能很好地反映各石油公司的实际转型效果。

3.4 综合评价与结果分析

根据3.1、3.2、3.3相关评价结果，本文已分别得出各石油公司在“言”、“行”、“果”3个指标中的

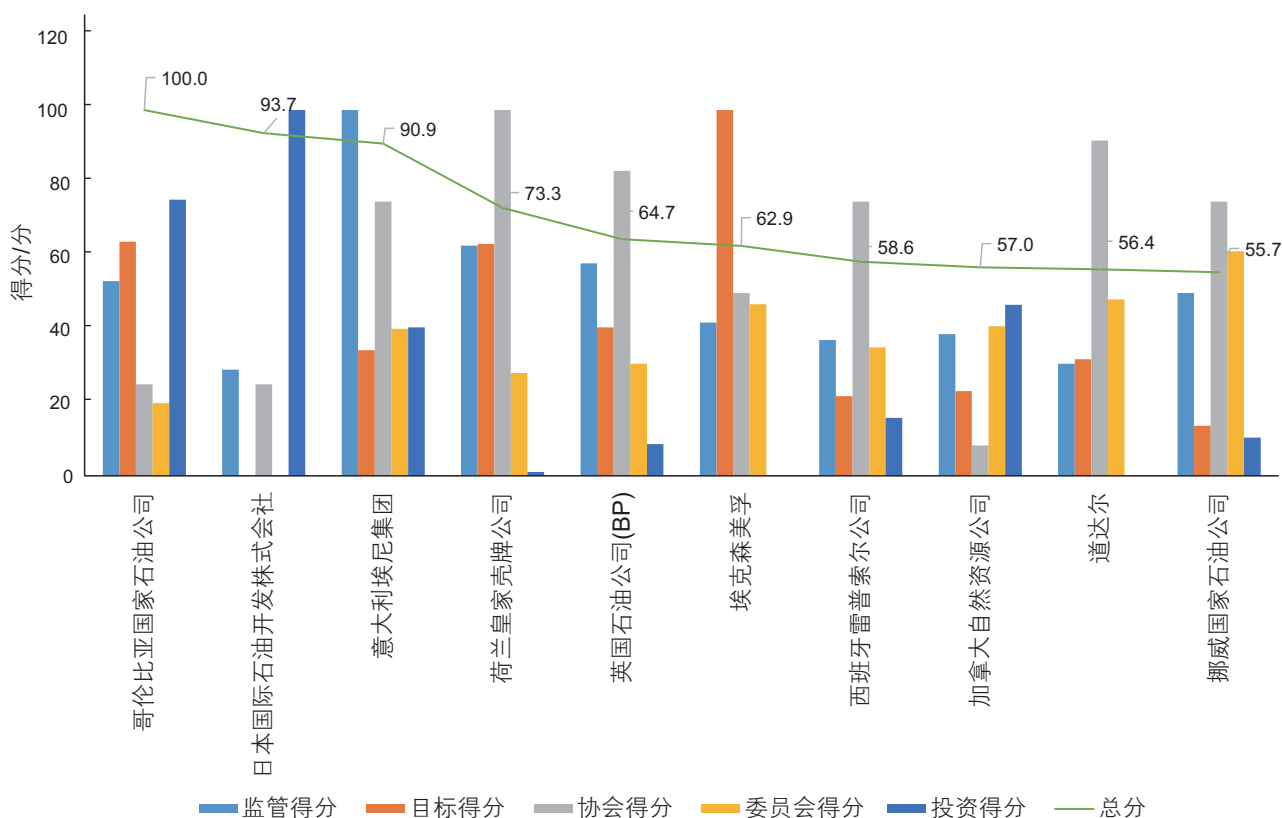


图4 国际石油公司应对气候变化的行为评价排名前十的公司

Fig. 4 Top 10 international oil companies rated for their behavior in response to climate change

相应分值,由2.2综合评价方法确定“言”一情绪指数、“行”一实施力度、“果”一转型效果的权重分别为15.8%,40.2%和44.0%,根据上述综合评价方法对以上3个指标进行权重分配并计算,得出对各公司应

对气候变化的综合表现评价分析。各石油公司综合评价指数如图6所示。

综合评价指数越大,则企业应对气候变化的整体转型效果越佳。由图6所示,意大利埃尼集团在各

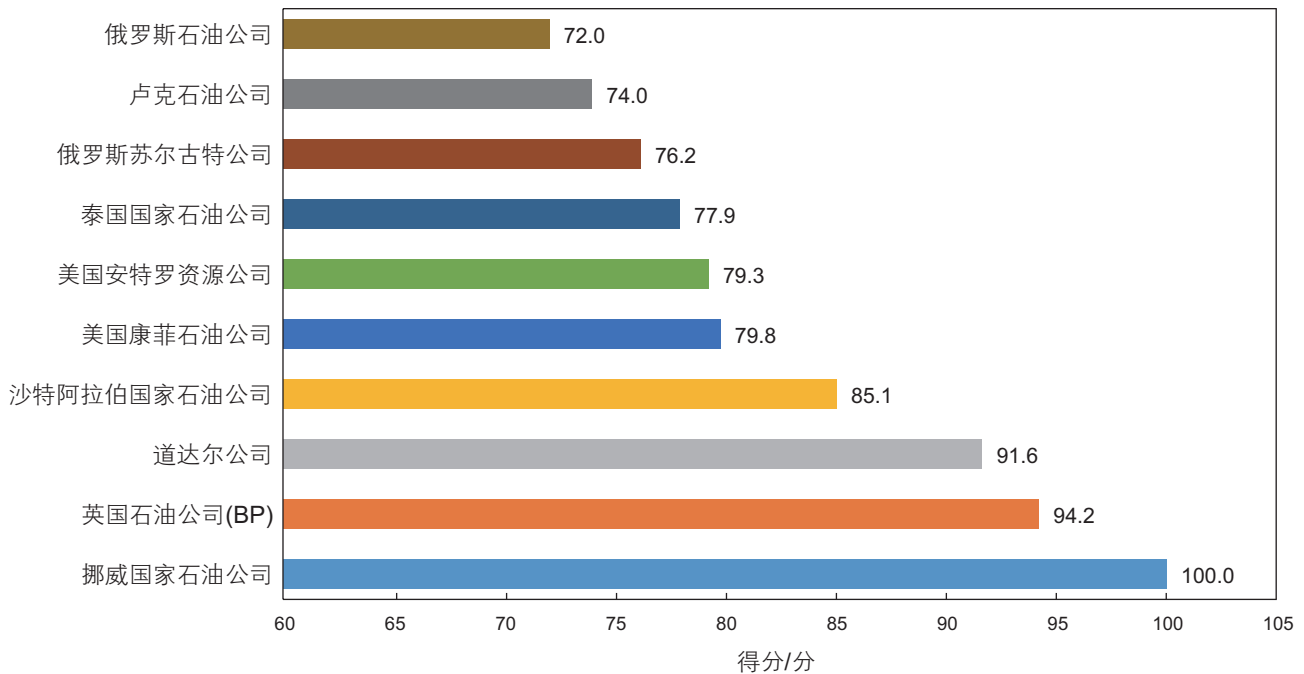


图5 国际石油公司应对气候变化的效果评价排名前十的公司

Fig. 5 International oil companies ranked in the top 10 for effectiveness in addressing climate change

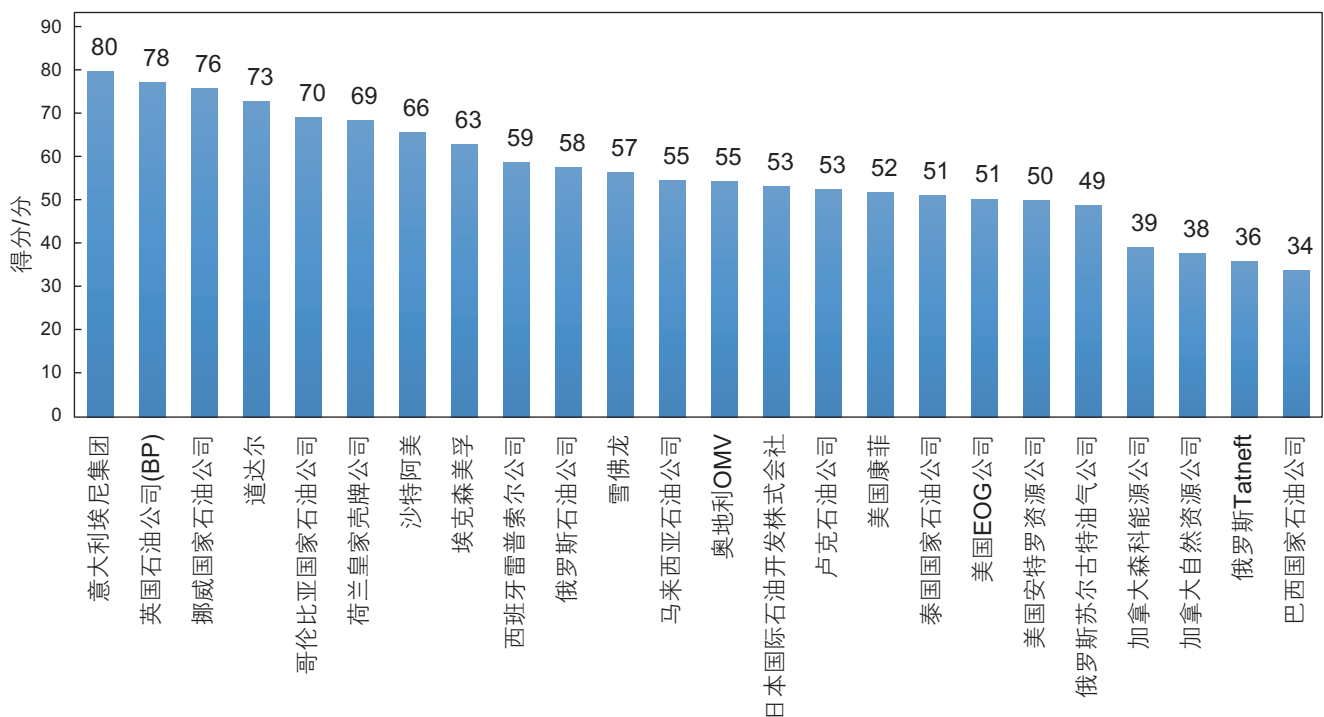


图6 国际石油公司应对气候变化综合评价指数

Fig. 6 Comprehensive evaluation index of international oil companies' response to climate change

际石油公司应对气候变化能源转型中综合排名第一,说明该公司应对气候变化整体表现效果最好。BP、挪威国家石油公司、道达尔能源,分别排名第二至第四,这些公司总体表现评价也极为优秀。根据选取的24家石油公司的公司类型来看(表4),国际石油巨头在应对低碳转型和气候变化方面较积极,因为国际石油公司经济实力雄厚,所以其在促进公司转型方面具有更广泛的资源、更高的品牌知名度和更多的外界关注和监管,这使得它们更有能力和动力采取更积极的措施来应对环境挑战,以埃克森美孚为例,自2000年以来,埃克森美孚已经在减少排放的技术和项目上投资了100多亿美元,其中包括发展碳捕捉和储存技术。埃克森美孚在这方面的产能占世界总产能的20%以上,该公司的科学家和技术人员正在与美国领先的

国家实验室以及80多所研究型大学合作,开发可扩展的、负担得起的低排放技术,2021年初,埃克森美孚宣布成立一个新的业务部门,以将其低碳技术产品组合商业化,并计划投资30亿美元用于在未来几年全球推进碳捕集与封存(CCS)项目。

大中型国际石油公司在应对低碳转型和气候变化方面表现良莠不齐,出现这种情况的原因第一可能是公司的量级不同,二是通过对各个公司“言、行、果”3个维度单独分析,大中型国际石油公司出现“瘸腿”现象比国际石油巨头和国家石油公司要普遍,以日本的低碳转型态度得分、行为得分和结果得分排名和美国康菲在“行”的3个三级指标得分为例,有明显的差异性,结果得分较差,对于此类差异的出现,作者认为第一对于日本株式会社石油公司这类差异唯

表4 国际石油公司类型

Table 4 Types of international oil companies

序号	石油公司名称	公司类型 ^[22]
1	沙特阿美	国际石油巨头
2	埃克森美孚	国际石油巨头
3	英国石油公司(BP)	国际石油巨头
4	俄罗斯石油公司	国家石油公司
5	荷兰皇家壳牌公司	国际石油巨头
6	道达尔能源公司	国际石油巨头
7	雪佛龙股份有限公司	国际石油巨头
8	卢克石油公司	大中型国际石油公司
9	巴西国家石油公司	国家石油公司
10	意大利埃尼集团	大中型国际石油公司
11	马来西亚石油公司	大中型国际石油公司
12	挪威国家石油公司	国际石油巨头
13	俄罗斯苏尔古特油气公司	大中型国际石油公司
14	西班牙雷普索尔公司	大中型国际石油公司
15	美国康菲	大中型国际石油公司
16	加拿大自然资源公司	大中型国际石油公司
17	哥伦比亚国家石油公司	国家石油公司
18	美国依欧格资源公司	大中型国际石油公司
19	日本国际石油开发株式会社	大中型国际石油公司
20	美国安特罗资源公司	大中型国际石油公司
21	奥地利石油天然气集团(OMV)	大中型国际石油公司
22	俄罗斯鞑靼石油公司	大中型国际石油公司
23	加拿大森科能源公司	大中型国际石油公司
24	泰国国家石油公司	国家石油公司

注:以沙特阿美公司为例,其既属于国际石油巨头,也属于国家石油公司,但在本文中统一归类于国际石油巨头

一,可能由于文章的时间局限性,众多大中型国际石油公司已经付出了很多行动,但是结果还未表露出,进而影响到对该石油公司的评价,第二可能是公司的低碳转型关注点不同,以康菲公司为例,在低碳投资强度和委员会结构调整方面差异较大。

国家石油公司在低碳转型和应对气候变化方面属于保守派,因为国家石油公司是由政府控制的石油公司,这些公司一般是其所在国家的主要石油生产者和出口商,鉴于这些公司需要达成通过石油和天然气产生的收入来支持其国家的经济和政府预算的任务,国家石油公司在低碳转型方面的投资相较于其它类型公司表现较为谨慎,然而这并不意味着所有公司都是如此,因为每个公司都有其独特的情况和发展限制。以哥伦比亚国家石油公司和巴西国家石油为例,二者类别均属于国家石油公司,但是在言行果综合表现中却差距较大,主要原因作者认为是巴西过于依赖传统能源产业,巴西是一个石油和天然气资源丰富的国家,传统能源产业对其经济和能源供应具有重要意义。因此巴西国家石油公司在低碳转型方面可能面临来自国家经济和能源需求的压力,使其难以完全放弃传统能源产业。但是哥伦比亚国家石油公司在传统能源依赖方面相对较低。哥伦比亚国家石油公司在能源领域的业务范围较广,除了石油和天然气,它还涉及到其他能源资源的开发和生产,在可再生能源领域也有一定的投资和参与,例如太阳能和风能项目。此外,哥伦比亚政府一直在推动能源多元化和可持续发展。他们鼓励投资者和能源公司在可再生能源领域进行投资,并提供相应的政策和支持措施。这种政策环境可能有助于减少对传统能源的依赖,并促进哥伦比亚国家石油公司在能源转型方面的努力。

4 结论及建议

在各国际石油公司推进碳中和、能源转型的进程中,构建国际石油公司应对气候变化的评价指标体系,评价企业能源转型进程,是一项具有现实意义的工作。本文构建了包括1个一级指标、3个二级指标、7个三级指标的石油公司应对气候变化评价指标体系,并对石油公司转型效果做出评价。评价结果表明,日本国际石油开发株式会社应对气候变化能源转型的态度最

为积极;意大利埃尼集团在应对气候变化的行动最为积极;挪威国家石油公司在应对气候变化能源转型所取得的效果方面最为成功,企业平均碳排放强度变化率最低;意大利埃尼集团在各国际石油公司应对气候变化能源转型中综合排名第一,该公司不仅态度积极、行动力强,且效果优异。

根据对24家石油公司“言、行、果”3个维度的分析,本文提出以下建议:

(1)国际石油公司一要明确目标,直接将净零排放目标和强度减排目标列入公司战略并对外发布,实现明确的目标指引以及外部监督,促使企业积极应对;二是增气降油,大力发展天然气、LNG等业务,降低石油业务占比;三是能源多样,多种低碳可再生能源业务发展相结合,如生物质能源、光伏发电、充电基础设施等;四是技术减碳,聚焦于森林自然碳汇和CCUS等人为负碳技术来降低碳排放;五是组织结构助力减碳,重构组织架构,以保障上述举措的实施,提升公司对于低碳转型环境下市场适应力以及资源整合合力。

(2)中国石油企业应根据实际情况,有选择的学习其他油气公司的减排经验:中国油气行业发展面临的新形势和新要求是服务国家战略和碳达峰碳中和目标、保障国家能源安全。中国石油企业既不同于国际石油巨头,也不同于大型国际石油公司和资源国国家石油公司,所以能源转型既要借鉴国外石油公司的经验,也要理性看待转型过程中存在的问题。中国石油公司既有转型发展的内在需要,还肩负着保障国家能源安全的责任和使命,在坚定做好增储上产、确保国家能源安全的前提下把握适度节奏,坚定走中国特色的能源转型之路。

(3)无论何种类型的石油企业,都应该严格关注“行”与“果”之间的性价比:石油公司实现低碳转型的方式多样化,不同的低碳转型措施给企业带来不同的低碳转型效果,石油公司不可盲目跟随国际石油巨头而采取不符合企业自身实际情况的减排措施,从对24家公司“行”与“果”的表现对比皆可看出,相对一部分公司的“行”与“果”出现不对比性,虽然不排除有时间滞后性的原因,但是公司采取措施不当也是出现这一现象的主要原因。

参考文献

sions-in-2021-2

- [2] 李鹏飞, 唐旭, 姜钰卿, 等. 全面风险管理对油气企业经营绩效的影响[J]. 石油科学通报, 2022, 7(02): 270-280 [LI P F, TANG X, JIANG Y Q, et al. The impact of comprehensive risk management on the operating performance of oil and gas enterprises[J]. Petroleum Science Bulletin. 2022, 7(02): 270-280.]
- [3] IEA, Net zero by 2050[R/OL]. IEA, Paris, 2021. <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050?language=zh>, License: CC BY 4.0
- [4] 张宁宁, 王建良, 刘明明, 等. 碳中和目标下欧美国际石油公司低碳转型差异性原因探讨及启示[J]. 中国矿业, 2021, 30(09): 8-15. [ZHANG N N, WANG J L, LIU M M, et al. Exploring the reasons for the differences in low-carbon transition between European and American international oil companies under the carbon neutrality goal and its implications[J]. China Mining Magazine, 2021, 30(9): 8-15.]
- [5] 解佳. 基于文本分析的国际石油公司应对气候变化态度度量及低碳转型研究[D]. 中国石油大学(北京), 2023. [XIE J. Research on the measurement of climate change attitudes and low-carbon transition of international oil companies based on text analysis[D]. China University of Petroleum-Beijing, 2023.]
- [6] LU H F, GUO L J, ZHANG Y T. Oil and gas companies' low-carbon emission transition to integrated energy companies[J]. Science of The Total Environment, 2019, 686: 1202-1209.
- [7] 王建良, 刘明明, 唐旭, 等. 石油公司应对气候变化言行指数[R]. 中国石油大学(北京)碳中和与能源创新发展研究院, 2021I02, 2021. [WANG J L, LIU M M, TANG X, XIAO H B, Index of oil companies' words and actions on climate change[R]. Institute of Carbon Neutrality and Energy Innovation and Development. China University of Petroleum-Beijing, 2021I02, 2021.]
- [8] 朱子涵, 刘强, 李强, 等. 国际石油公司应对气候变化策略与行动研究[J]. 国际石油经济, 2019, 27(12): 1-9. [ZHU Z H, LIU Q, LI Q, A, et al. Study of international oil companies' strategies and actions to address climate change[J]. International Petroleum Economics. 2019, 27(12): 1-9.]
- [9] 余岭, 李春烁, 唐旭伟, 等. 国外石油公司能源转型的主要特点及其启示[J]. 国际石油经济, 2022, 30(03): 44-51. [YU L, LI C S, TANG X W, et al. Main features of energy transition of foreign oil companies and its inspiration[J]. International Petroleum Economics. 2022, 30(03): 44-51.]
- [10] 王建良, 李琴. 中国东中西部地区天然气需求影响因素分析及未来走势预测[J]. 天然气工业, 2020, 40(02): 149-158. [WANG J L, LI N. Analysis of factors influencing natural gas demand in China's east, central and western regions and forecast of future trends[J]. Natural Gas Industry. 2020, 40(02): 149-158.]
- [11] 王婷, 杨文忠. 文本情感分析方法研究综述[J]. 计算机工程与应用, 2021, 57(12): 11-24. [WANG T, YANG W Z. A Review of research on text sentiment analysis methods[J]. Computer Engineering and Applications. 2021, 57(12): 11-24.]
- [12] 王颖洁, 朱久祺, 汪祖民, 等. 自然语言处理在文本情感分析领域应用综述[J]. 计算机应用, 2022, 42(04): 1011-1020. [WANG Y J, ZHU J Q, WANG Z M, et al. A review of natural language processing applications in the field of text sentiment analysis[J]. Journal of Computer Applications. 2022, 42(04): 1011-1020.]
- [13] 喻影, 陈珂, 寿黎但, 等. 基于关键词和关键句抽取的用户评论情感分析[J]. 计算机科学, 2019, 46(10): 19-26. [YU Y, CHEN K, SHOU L D, et al. Sentiment analysis of user comments based on keyword and key sentence extraction[J]. Journal of Computer Applications. 2019, 46(10): 19-26.]
- [14] 刘建伟, 刘媛, 罗雄麟. 半监督学习方法[J]. 计算机学报, 2015, 38(08): 1592-1617. [LIU J W, LIU Y, LUO X L. Semi-supervised learning methods[J]. Chinese Journal of Computers. 2015, 38(08): 1592-1617.]
- [15] 周军, 彭井宏, 孙建华, 等. 基于模糊综合评价法的气藏型储气库注采方案优选研究[J]. 石油科学通报, 2021, 6(03): 494-504. [ZHOU J, PENG J H, SUN J H, et al. Study of the optimization of an injection and production scheme of gas storage in depleted gas reservoirs based on a fuzzy comprehensive evaluation method[J]. Petroleum Science Bulletin, 2021, 6(03): 494-504.]
- [16] 刘明明, 胡欢, 王建良. 基于DEA方法的中国油气勘探开发行业技术进步贡献率测算与分析[J]. 石油科学通报, 2020, 6(02): 290-298. [LIU M M, HU H, WANG J L. Calculation and analysis of the contribution rate of technological progress in China's oil & gas exploration and development industry based on the DEA method[J]. Petroleum Science Bulletin, 2020, 6(02): 290-298.]
- [17] Scientific Platform Serving for Statistics Professional 2021. SPSSPRO[EB/OL]. (Version 1.0.11)[Online Application Software]. Retrieved from <https://www.spsspro.com>.
- [18] 张虎, 田茂峰. 信度分析在调查问卷设计中的应用[J]. 统计与决策, 2007(21): 25-27. [ZHANG HU, TIAN M F, Application of confidence analysis in questionnaire design[J]. Statistics and Decision. 2007(21): 25-27.]
- [19] 曾五一, 黄炳艺. 调查问卷的可信度和有效度分析[J]. 统计与信息论坛, 2005, (06): 13-17. [ZENG W Y, HUANG B Y, Analysis of the credibility and validity of the questionnaire[J]. Journal of Statistics and Information. 2005, (06): 13-17.]
- [20] 経済産業省. 2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略[EB/OL]. (2020-12-25)[2022-01-16]. [Ministry of Economy, Trade and Industry. 2050 carphone "Neutral with Cri "ng growth strategy[EB/OL]. (2020-12-25)[2022-01-16.] <https://www.meti.go.jp/press/2020/12/20201225012/20201225012-2.pdf>]
- [21] 経済産業省. 2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略を策定しました[EB/OL]. (2021-06-18)[2022-01-16].

- [Ministry of Economy, Trade and Industry. Green growth strategy in association with carbon neutrality in 2050[EB/OL]. (2021- 06-18)[2022-01-16]] <https://www.meti.go.jp/press/2021/06/20210618005/20210618005.html>.]
- [22] 侯明扬.2022 年全球油气资源并购市场特点及前景展望[J]. 国际石油经济, 2023, 31(03): 24-32. [HOU M Y.Global oil and gas resources mergers and acquisitions market characteristics and outlook to 2022[J]. International Petroleum Economics. 2023, 31(03): 24-32.]

(编辑 付娟娟)