
迈向“双碳”研究系列报告

《石油公司能源转型指数》

(I 系列-2023I01)

中国石油大学（北京）中国油气产业发展研究中心
中国石油大学（北京）碳中和与能源创新发展研究院

2023 年 10 月 21 日



中国油气产业发展研究中心

Research Center for China's Oil and Gas Industry Development

中国石油大学（北京）中国油气产业发展研究中心成立于 2010 年，并挂靠在经济管理学院。中心定位为“国际知名、国内一流的油气产业发展研究基地”，围绕五大研究方向和五大应用领域，重点承担和开展一批基础理论与实践应用研究课题。自成立以来，中心学术影响力和社会影响力在不断提升，已经累计承担课题 100 多项，其中国家社科基金重大项目 1 项、教育部人文社科基金重大项目 1 项、国家自然科学基金/社会科学基金项目 9 项、国际合作基金 2 项、国家部委项目 31 项、企业项目 75 项；出版了学术专著 19 部、教材 4 部。近 5 年，中心发表学术论文 100 多篇，多数被 SCI/SSCI/CSSCI/CSCD 收录；获得国家能源局、商务部、中国石油和化学工业联合会等省部级科技奖励 16 项。目前中心有研究人员 12 名，其中教授 5 名，博士生导师 5 人。



中国石油大学(北京)碳中和与能源创新发展研究院(简称“中石大碳能院”)是在国家碳达峰和碳中和目标(简称“双碳”目标)下,中国石油大学(北京)主动服务国家需求,积极响应国家建设高校特色智库的要求,结合学校自身优势,于2021年9月成立的智库性质的研究机构,也是支持中国石油大学(北京)“一带一路”能源合作伙伴关系合作网络高校(青年)工作组组长单位业务开展的主要研究机构。中石大碳能院为应对气候变化和“双碳”目标下的国际、国家、行业、企业在能源与油气领域的发展提供第三方分析、评价与政策建议。通过每年向社会公众发布指数类、研究类、专题类系列报告,并向国家决策部门和行业决策者提供政策建议,定期举办相关特色论坛等,逐步打造“立足中国、面向世界”、“聚焦油气、辐射能源”的特色鲜明的能源类高校“双碳”政策类研究智库。

石油公司能源转型指数

核心摘要

随着《巴黎协定》的全面实施，全球已有超过 130 个经济体提出了不同形式的碳中和目标。外部环境以及内部股东的多重压力驱使下，使得全球石油公司也正在加快从传统化石能源供应商向低碳能源供应商进行转型。因此，本报告通过建立一套评价石油公司面对低碳转型的“言”“行”“果”指标体系，对不同石油公司的低碳转型进行多维度综合评价。具体在指标体系的构建过程中，“言”指石油公司在低碳转型中的言论或对外宣示材料中所体现出来的应对气候变化或低碳转型的态度，“行”指针对自己的言论及宣示所采用的措施，“果”指各种措施实施下所取得的效果。在此基础上，融合三个指标对各石油公司的低碳转型情况进行综合研判。主要得出以下结论：“言”评价方面，位居前三名的是日本国际石油开发株式会社、意大利埃尼集团、美国安特罗资源公司；“行”评价方面，位居前三名的分别是：哥伦比亚国家石油公司、道达尔能源公司、意大利埃尼集团；“果”评价方面，位居前三名的分别是挪威国家石油公司、英国石油公司、道达尔能源公司。综合上述三方面来看，道达尔能源公司、挪威国家石油公司、意大利埃尼集团、英国石油公司、沙特阿美相较于其他石油公司的能源转型表现相对优秀。

1. 研究背景

2015年由178位缔约方共同签订的具有法律效应的《巴黎协定》明确提出长期目标：将全球平均气温较前工业化时期上升幅度控制在2摄氏度以内，并努力将温度上升幅度限制在1.5摄氏度以内。《巴黎协定》以长期目标为根据，为工业化国家制定了整体的减排目标，这使得各国政府将管理焦点转移至高耗能、高排放行业，并通过政策的制定去督促上述行业进行系统化低碳转型，而油气行业作为全球的支柱型能源，油气公司的低碳转型成为实现减排目标的重中之重。

迫于外部环境以及股东压力，国际上的大型石油公司正在加快从传统化石能源供应商向低碳能源供应商的转变。目前绝大部分国际石油公司已经在其发布的《可持续发展报告》或者《企业社会责任报告》中公布了其预期实现自身碳中和的大致年份以及为实现企业低碳转型而制定的减排目标或承诺。而对于各石油公司在其公开出版物中所披露的低碳转型承诺与其为实现上述所说承诺而进行的一系列举措以及最终各石油公司转型效果三方面的综合表现是当前国际共同关注的热点。本报告通过对上述三个方面进行综合细致分析，来判断国际上各类石油公司面对气候压力所推进的低碳转型情况。

2. 研究思路与方法

2.1 研究思路

本报告的目标是建立一套评价石油公司低碳转型的指标体系，如表1所示。利用上述的指标体系构建综合转型指数，来判断各石油公司低碳转型的承诺、进程和效果。在本报告中，低碳转型指数越高，

说明该企业的低碳转型力度越大、进程越快、效果越好。在指标体系的构建过程中，我们考虑以下三个维度，分别是石油公司在低碳转型中的言论或对外的宣示材料中所体现出来的对气候变化或低碳转型的态度（“言”）、针对自己的言论及宣示所采用的措施（“行”）、各种措施综合下实现的结果（“果”）。最后对各公司“言”“行”“果”的结果进行整合，观察言行果综合情况，如图 1 所示：

表 1 石油公司低碳转型指标体系

一级指标	二级指标	三级指标
石油公司能源 转型指数	态度展现	新闻稿
		年报
		可持续发展报告
	实际行动	董事会监管
		低碳目标设定
		参与行业协会
		委员会结构调整
		低碳投资强度
	转型成果	碳强度变化率

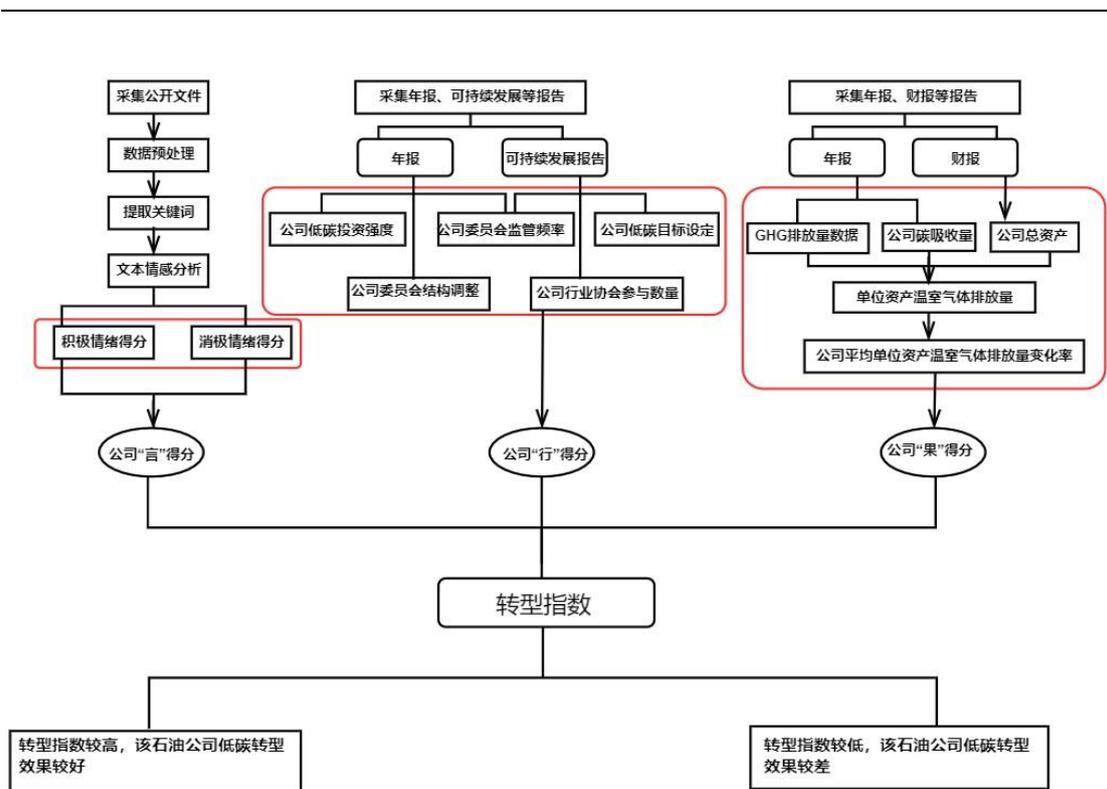


图 1 石油公司能源转型步骤

2.2 研究对象

本报告依据数据的可获取性与可衡量性原则，选取美国《石油情报周刊》（Petroleum Intelligence Weekly 简称 PIW）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，进一步筛选沙特阿美、埃克森美孚、BP 等 24 家石油公司进行分析，如表 2 所示。

表 2 国际石油公司选取

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

3. 研究结果

3.1 “言”：石油公司应对的态度评价

“言”，即为各石油公司应对气候变化的态度。本报告收集 24 家国际石油公司 2016-2022 年间发表过的新闻稿、年报、可持续报告，并将其全部转化为 pdf 格式，通过 python 提取与气候变化相关的关键词所在语句，利用情感分析技术判断每一句话的积极与消极情感得分情况，从而确定各石油公司应对气候变化的态度。收集到的国际石油公司 2016-2022 年间公开发表涉及气候变化的文件共 2468 份，最终统计所有的文档包含语句 783439 条，字符数 171286676 个。

为定位石油公司有关低碳转型态度所对应的文本语句，本报告选取“climate”，“emission”等作为关键词，提取包含这些关键词的所有语句以及紧邻后一语句，然后去除重复语句和不在正常句子长度范围的语句，最终提取含有以上关键词的语句共 161567 条，字符数 50728132 个。

在得到上述信息后，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”的语义一共六类英文单词，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。

文本的情感分为三类情绪，积极、中性与消极情绪，因中性情绪是没有立场的情感分类，本报告只选取积极与消极情绪做分析。本报告选取 WordNet、Howet 以及 NTSUSD 三类情感词典，结合专业相关人士收集的有关能源方向的积极与消极情感词汇构建分析石油公司文本的情感词典。通过载入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对每一个情感词进行赋分。过程如图 2 所示：



图 2 基于词典的文本情感分析步骤

本报告使用的情感词典会分别计算积极情绪和消极情绪得分，然后通过上述两类数据的计算得出石油公司的积极情绪倾向平均分，具体计算过程如公式（1）所示。

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

式中， 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； score 为积极情绪倾向平均分。

为方便后续综合评价计算，通过归一化方法对各公司积极情绪倾

向平均分进行放大，具体见公式（2）

$$Speak_score_i = \frac{score_i - \min(score)}{\max(score) - \min(score)} \quad (2)$$

式中， $score_i$ 代表第 i 家公司的积极情绪倾向平均分， $\min(score)$ 表示 24 家公司积极情绪倾向平均分的最低值， $\max(score)$ 表示 24 家公司积极情绪倾向平均分的最大值， $Speak_score_i$ 表示 i 公司在言层面的最终得分。

石油公司应对气候变化或低碳转型态度（言）排名前十位的公司如图 3 所示：

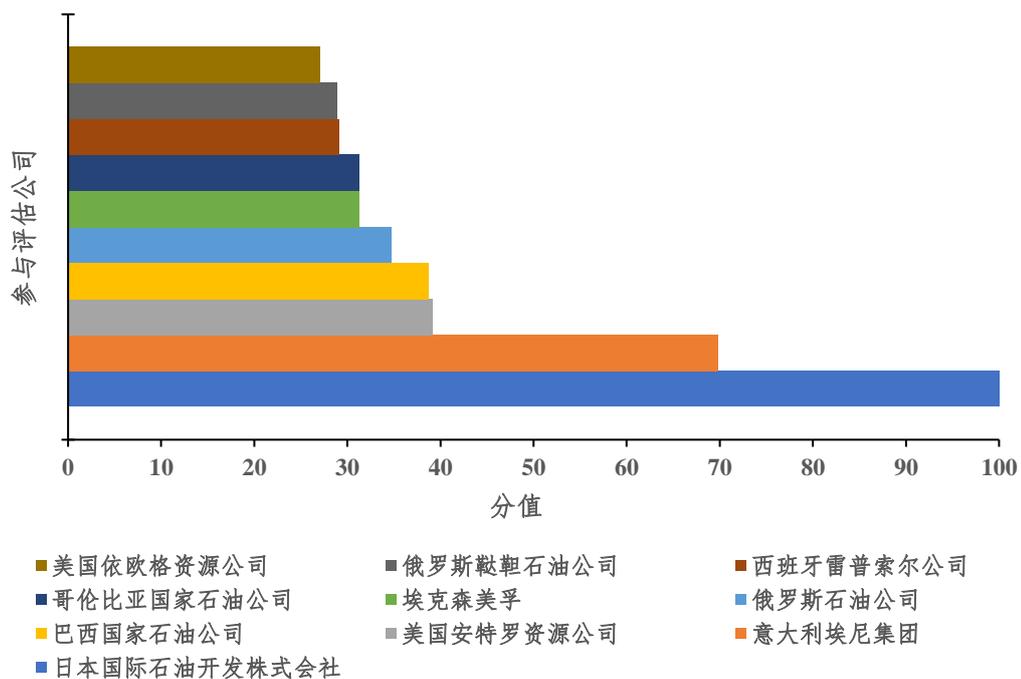


图 3 石油公司应对气候变化（言）排名前十的公司

根据排名结果，应对气候变化（言）排名前五位的公司分别是：日本国际石油开发株式会社、意大利埃尼集团、美国安特罗资源公司、巴西国家石油公司、俄罗斯石油公司。从公司所属区域来看：欧洲地

区石油公司整体的平均情感得分相较于其他地区偏高；而对于北美洲地区,国家不同,得分差异较大,比如该地区具有代表性的两大发达国家美国与加拿大,位于美国的石油公司的整体平均情感得分较高,而位于加拿大的石油公司的整体平均情感得分偏低。

3.2 “行”：石油公司低碳转型的行为评价

“行”即各石油公司为实现低碳转型而付诸的一系列行动。通过查阅 24 家公司年报、可持续发展报告等相关报告,获得各公司在董事会监管频率、公司低碳目标设定、公司行业协会参与数量、公司委员会结构调整以及公司低碳投资强度五项指标方面的相关信息。其中:

1. 董事会监管频率:本报告查询各石油公司董事会在 2016-2022 各年间召开了多少次以低碳转型、可持续发展等为主题的董事会会议,并统计累计六年各石油公司会议总数目。

2. 低碳目标设定:本报告将企业 2016-2060 年间设置减排目标的强度作为衡量各石油公司低碳转型的行为强度指标之一。并且从四个方面对企业低碳目标设定强度进行综合评估,分别是:公司是否设立中期目标、是否设立长期目标、是否明确提出预期实现“企业零排放”的年限以及为达到“零排放”企业需降低的平均年温室气体排放量。

3. 行业协会参与数量:本报告查询统计了 2016-2022 六年来公司相关行业协会(这里的行业协会特指与气候变化、环境保护、可持续发展、低碳转型等相关)的累计参与数量。

4. 委员会结构调整:本报告查询记录了公司董事会专门委员会(这里委员会指由董事会直属的专门对低碳转型、可持续发展等相关

业务进行管理的董事会委员会)的相关结构调整。

5.低碳投资强度：本报告通过收集企业 2016-2022 各年间发布的年报、财报等，计算并统计出各公司六年的平均低碳投资强度。

关于公司低碳转型行为评价总分的计算步骤，如下所示：

(1) 对五个子指标进行标准化处理，具体见公式 (3)

$$y = \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (3)$$

式中， 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。

(2) 采用熵权法对以上五个指标进行权重分配，具体步骤如下

1.计算个指标信息熵，公式如式 (4) 所示：

$$E_j = -\frac{1}{\ln 24} \times \sum_{i=1}^{24} \frac{y_{ij}}{\sum_{i=1}^5 y_{ij}} \times \ln \frac{y_{ij}}{\sum_{i=1}^5 y_{ij}} \quad (4)$$

2. 通过信息熵计算各指标权重，公式如式 (5) 所示：

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

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， W_j 即为权重 j 的指标。

(3) 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：9%、20%、12%、12%和 47%，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。

石油公司应对气候变化或低碳转型态度（行）排名前十位的公司

如图 4 所示：

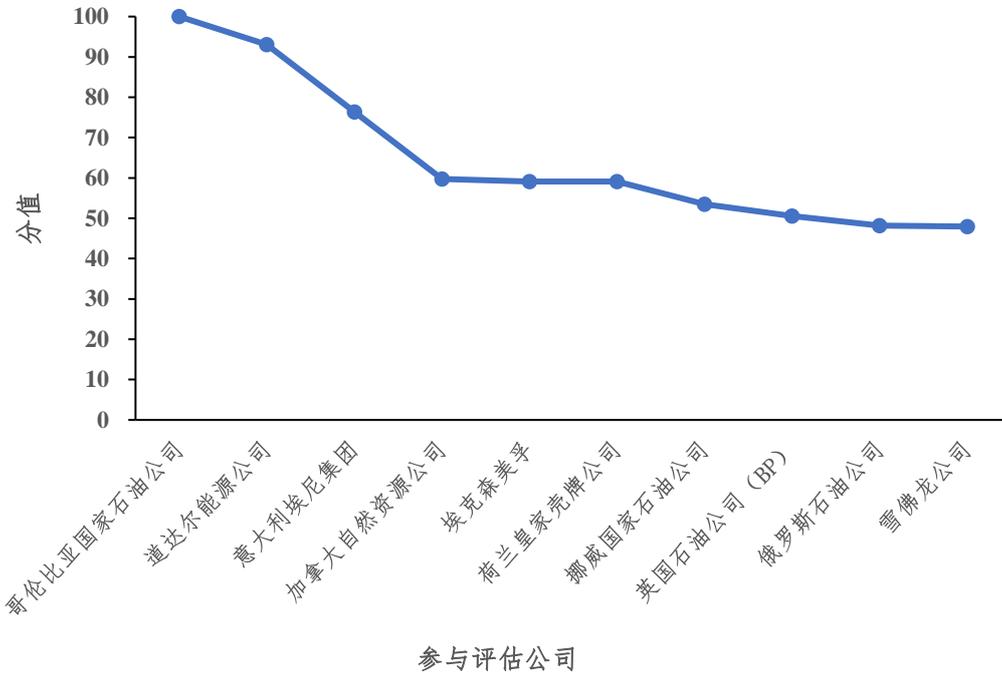


图 4 石油公司应对气候变化（行）排名前十的公司

根据排名结果，应对气候变化（行）排名前五位的公司依次是：哥伦比亚国家石油公司、道达尔能源公司、意大利埃尼集团、加拿大自然资源公司、埃克森美孚。从石油公司所属地区来看，欧洲地区石油公司整体表现远高于其他地区，在应对气候变化（行）排名前十位的公司属于欧洲地区的就有六家，其它地区石油公司表现两极化严重，虽然属于同一地区，但是表现分值差距较大。

3.3 “果”：石油公司低碳转型的效果评价

“果”即为各石油公司实施一系列措施后的低碳转型效果。本报告通过查阅 24 家公司年报、SEC 报告、可持续发展报告等相关报告，获得公司的 2016-2021 年各年温室气体排放量、公司总资产、温室气

体吸收(回收)量等数据,整合以上数据得到企业温室气体净排放量,即 Scope1 (温室气体直接排放数据)+Scope2 (温室气体间接排放数据)-企业碳捕捉数据。然后根据上述数据,求得企业单位资产温室气体排放量的变化率,以碳强度变化率作为石油公司低碳转型的效果评价指标。最后,对企业碳强度变化率排名打分获得公司应对气候变化或低碳转型的效果评分。石油公司应对气候变化态度(“果”)排名前十位的公司如图 5 所示:

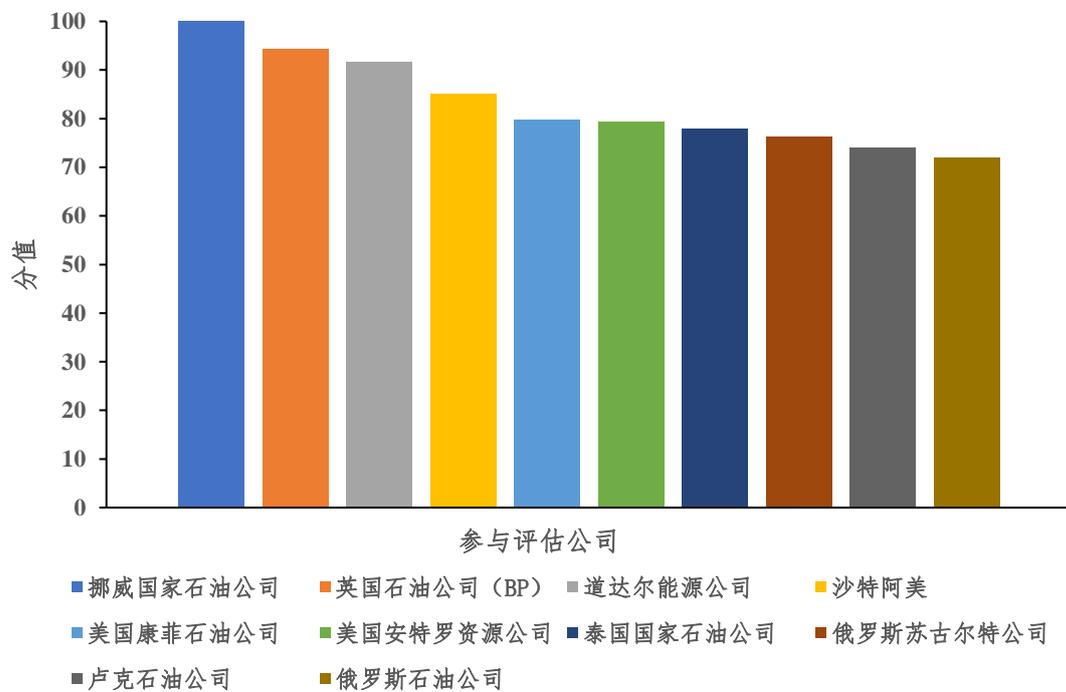


图 5 石油公司应对气候变化(果)排名前十的公司

根据排名结果,应对气候变化(“果”)排名前五位的公司依次是:挪威国家石油公司、英国石油公司、道达尔能源公司、沙特阿美、美国康菲石油公司。从石油公司所属地区来看,欧洲地区石油公司表现持续稳定且表现优秀,值得注意的是,亚洲地区和俄罗斯地区在“果”层面表现远远高于在“言和行”两个层面表现。

3.4 综合“言行果”多维评价指标的石油公司能源转型指数

本报告通过熵权法，对言、行、果三个指标进行权重分配，具体见公式（4）、公式（5）。最终计算结果得出言、行、果的权重分别为19%、23%、58%。通过综合评价法计算后，得出各石油公司低碳转型的综合评价指数。在本报告中指数越大，表明该企业的低碳转型态度越积极、进行越快、效果越好。各国际石油公司在应对气候变化的转型指数如表3所示。

根据排名结果：道达尔能源公司的转型指数位列榜首，位居前五名的公司还有挪威国家石油公司、意大利埃尼集团、英国石油公司、沙特阿美，说明这些公司在应对气候变化或低碳转型方面不仅态度积极，而且举措力度大，并取得了相对优秀的成果。

从选取24家石油公司所属地区来看，欧洲地区的石油公司整体表现最好，在24家石油公司转型指数排名前五的石油公司中有四家属于欧洲地区，本报告推测欧洲地区石油公司在低碳转型方面取得较好成果的主要原因是欧洲地区各国政府对于气候问题的关注时间和重视程度都先于和高于全球其他地区，这为石油公司提供了明确的政策导向和市场需求，推动了它们加快低碳转型的步伐。亚洲地区和美洲地区均出现了石油公司表现两极化的特点：以沙特阿美以及美国康菲石油公司为例，其优秀表现值得同地区的其他石油公司去学习借鉴。对于俄罗斯地区石油公司的表现，除俄罗斯石油公司外，其余四家石油公司的综合表现较差。但是本报告对于俄罗斯地区石油公司综合表现也仅供参考，因为选取的四家属于俄罗斯地

区的石油公司在 2022 年皆未披露数据，比如 2022 年的公司年报以及可持续发展报告，所以并不能及时更新俄罗斯石油公司低碳转型动态，但为了本报告研究的持续性，也没有选择更换研究对象，而是沿用俄罗斯地区石油公司 2021 年言行果表现评估数据作为 2022 年石油公司低碳转型评估的参考。

从选取的 24 家石油公司的公司类型来看，国际石油巨头在应对低碳转型和气候变化的较为积极，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；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三个维度单独分析，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、和结果得分排名为例，有明显的差异性，对于此类差异的出现，作者认为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；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。比如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。

低碳转型是石油公司想要实现可持续发展的必经之路，本报告也旨在通过对国际知名石油公司的低碳转型评估来筛选出表现良好的企业，作为其他石油公司转型之路上可以学习和参考的榜样。

表 3 国际石油公司能源转型指数

序号	公司名称	转型指数
1	道达尔能源	79.58
2	挪威国家石油公司	72.09
3	意大利埃尼集团	71.15
4	英国石油公司 (BP)	68.86
5	沙特阿美	62.39
6	俄罗斯石油公司	59.47
7	美国安特罗资源公司	58.66
8	埃克森美孚	56.66
9	美国康菲石油公司	54.64
10	哥伦比亚国家石油公司	54.18
11	奥地利 OMV	53.92
12	泰国国家石油公司	52.94
13	荷兰皇家壳牌公司	52.41
14	美国依欧格资源公司	52.01
15	俄罗斯苏尔古特公司	51.90
16	卢克石油公司	51.77
17	西班牙雷普索尔公司	49.78
18	马来西亚石油公司	49.61
19	雪佛龙公司	46.16
20	加拿大森科能源公司	35.29
21	巴西国家石油公司	32.52

22	俄罗斯鞅鞅石油公司	29.62
23	日本国际石油开发株式会社	28.79
24	加拿大自然资源公司	25.77

中石大碳能院软科学智库

关于作者

系列报告总协调人：王建良

本报告主笔人：



王建良（1987.11-），男，中国石油大学(北京)教授，博导，经济管理学院院长,校青年拔尖人才。主要研究领域为油气系统工程、能源经济管理。以第一作者或通讯作者在 SCI/SSCI/EI/CSCD 等期刊发表文章 50 余篇，多篇文章入选 ESI 全球高被引文章、中国石油科学十佳论文提名奖、《天然气工业》期刊高被引论文、领跑者 5000 论文等。出版中英文著作 6 部，教材 2 部。先后承担国家自然科学基金项目等多个省部级以上项目。教学科研成果获省部级奖 2 项,主编教材全部入选北京高校“优质本科教材课件”等。



陈珊（1999.10-），女，中国石油大学（北京）经济管理学院管理科学与工程专业硕士研究生在读，兴趣领域为石油天然气行业未来发展趋势、信息管理与智能决策。



彭婧（1998.02-），女，中国石油大学（北京）经济管理学院管理科学与工程专业硕士研究生在读。兴趣领域为能源消费结构，天然气发展与天然气消费量。



许鹏昊 (2001.05-), 男, 中国石油大学(北京)经济管理学院管理科学与工程专业硕士研究生在读, 兴趣领域为天然气消费趋势预测、信息系统。



李冲 (2001.02-), 男, 中国石油大学(北京)经济管理学院管理科学与工程专业硕士研究生在读。兴趣领域为天然气未来发展趋势与天然气消费预测。

本报告校对入: 朱潜挺

报告引用: 王建良、陈珊、彭婧、李冲、许鹏昊. 石油公司能源转型指数[R]. 中国石油大学(北京)碳中和与能源创新发展研究院, 2023101, 2023年10月21日.



中石大碳能院

ICED-CUPB

中国石油大学（北京）碳中和与能源创新发展研究院

Institute of Carbon Neutrality and Innovative Energy Development, China University of Petroleum,
Beijing (ICED-CUPB)

联系电话：010-89733072

邮箱：iced-cupb@cup.edu.cn

微信公众号：ICED-CUPB

地址：北京市昌平区府学路 18 号

Add: No. 18, Fuxue Rd., Changping District, Beijing, 102249, China

