

# 基于公开数据测算上市公司碳排放绩效的综合评价体系

赵禹博

(东北财经大学, 辽宁 大连 116025)

**摘要:**经济的快速发展往往伴随着日益严峻的环境问题。近两年来提出的实现“双碳”目标已成为国家生态文明建设极为重要的任务。本文从低碳节能的角度出发,借鉴了ESG的研究方法,利用上市公司的公开信息,提取与环境有关的经营数据,旨在建立一种可行、有效的上市公司碳排放评价体系,最终得出企业在节能减碳绩效方面的等级或排名。本文进行综合评价采取的方法有熵权法、TOPSIS法。在实际应用场景下,无论对评级机构、投资者、企业自身还是监管部门都有一定的实践意义。

**关键词:** 碳排放 熵权法 TOPSIS 综合评价

**中图分类号:** F27; X32

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1003-9082(2022)06-0094-04

## 一、上市公司碳排放评价体系

### 1. 研究背景

改革开放以来,我国经济高速发展,成了世界上第二大经济体,随之而来的是日益严峻环境问题。其中碳排放治理已成为近两年来焦点话题。2020年9月,在第七十五届联合国大会中提出,“中国将提高国家自主贡献力度,采取更加有力的政策和措施,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”,这就是著名的“碳达峰、碳中和”双碳目标的由来。

值此机遇,企业纷纷响应,一些上市公司主动披露社会责任报告,向市场上传递自身在环境保护领域所做出的贡献的积极信号,不少企业将涉及碳排放的关键数据进行了披露。

随着企业对环境问题愈发的重视,监管机构对上市公司信息披露的要求越来越完善,从公开披露的数据中可以获得更多有价值的碳排放相关信息。

科学化地处理这些信息,可以对企业上一年度在减碳层面所做出的贡献进行评价,得出一个直观的等级或排名。在实务中,各大评级机构、券商、投行对上市公司的环保情况十分重视,根据沈洪涛等(2022)研究ESG评级价值相关性所得出的结论,风险评级越低的公司,风险暴露程度越高,下一年的个股回报率越低,股价波动也越大。而碳排放作为近年来的热点环境指标,受到市场上投资者的普遍关注,有望成为评估企业价值的一个重要依据<sup>[1]</sup>。

### 2. 研究思路

首先,由于上市公司的碳排放实际情况与ESG评价体系中的“环境”层面十分相似,本文借鉴了沪深交易所的“制定环保政策情况、排污信息”,广泛地搜集与环境保护、绿

色低碳相关的指标,作为待定指标。通过人工搜集结合计算机编程的方法得到部分上市公司年报、社会责任报告的数据,将数据进行单位换算,无量纲化处理,缺失的数据用行业均值填充。在众多指标中归类,筛选出数据较为完整,代表性较好的指标。

其次,确定指标的权重。使用的是熵权法,凭借数据自身存在的“信息熵”来形成权重。

最后,建立模型。采用了TOPSIS综合评价法。将不同的指标转化成无量纲的,能够直接参与运算的形式,从而得出不同上市公司的碳排放评级。研究方法和流程如图1所示。



图1 研究流程图

## 二、模型的因子设定

### 1. 选择因子的原则

#### 1.1 可测性

根据谭跃进等(2012)的对于定量方法的表述,评价指标既包括定量指标,也包括定性指标,但是不论指标的种类,都应当能够客观真实、易于测度,避免无法量化的指标<sup>[2]</sup>。

#### 1.2 可比性

为了保证不同企业的信息完整,减少统计误差,保证统计口径一致,选择大多数公司都披露的数据,确保能够相互比较。

#### 1.3 相关性

本文尽最大可能从不同的维度来衡量上市公司的碳排放

情况，每个指标都与企业的碳排放绩效具有高度的相关性和概括性，避免冗余指标的重合问题。

## 2. 评价指标的诠释

模型的指标分成三层。第一层是目标层，用来表现上市公司碳排放评价体系的最终目标。第二层是准则层，初步将整体的目标分为三个准则，三个准则分别是对环保政策的关注和应用、环保现状、资金投入。第三层是指标层，由影响准则层的9个因子组成，分别是是否采取节能减排措施、公开信息中对环保政策的关注程度、二氧化碳排放量等。下文分别阐释了指标的含义和计算方法。部分指标除以营业收入的目的是消除企业规模对评价结果的影响。

### 2.1 环保政策的关注和应用

对于上市公司而言，如果想在未来能够逐步减少碳排放，需及时制定相应的节能减排措施，以达到“双碳”目标的要求，若这一家上市公司公开报告对国家的产业政策、发展方向等信息只字未提，很大程度上反映了上市公司发展方向的盲目性，对未来节能减排目标相当不利。

#### ①是否采取节能减排措施：

$$D_1=0 \text{ 或 } 1 \text{ (是}=1; \text{否}=0)$$

分析报告中是否存采取节能减排措施的文字表述，对上市公司的减排措施实行情况进行判断，本指标采用虚拟变量的形式，用1代表采取了节能减排措施，0代表未采取。本指标借鉴了深交所ESG信息披露要求中环境层中的“制定整体环境保护政策”

#### ②公开信息中对环保政策的关注程度：

$$D_2=\text{公开报告每一万字中节能减排关键词的数量}$$

在公开报告中搜集有关上市公司对绿色、环保、低碳等相关政策信息的文字提及频率，以确定上市公司对国家低碳政策的关注程度。

### 2.2 环保现状

此准则层主要考察的是上市公司现阶段的碳以及相关污染物的排放数据，能够直接反映现阶段上市公司的环保数据，从而衡量出上市公司碳排放现状的优劣。此准则层借鉴了上交所ESG信息披露要求中的“排污信息”。

#### ①二氧化碳排放量：

$$D_3=\text{二氧化碳排放量/营业收入}$$

本指标能够最直接地反映现阶段上市公司的碳排放数据，但是具有局限性，非污染性企业不直接排放二氧化碳，但有可能高能耗，使用大量的电能间接影响大气中的碳含量。

#### ②固体废弃物排放量：

$$D_4=(\text{一般固体废弃物质量}+\text{有害固体废弃物质量})/\text{营业收入}$$

固体废弃物包含有害的以及一般的固体废弃物，依据黄静颖等（2021）所研究的有关小型垃圾热解气化焚烧厂碳排放的计算，表明垃圾废物在焚烧处理的过程中产生大量碳排放<sup>[3]</sup>。

#### ③废水排放量：

$$D_5=\text{废水排放量/营业收入}$$

废水中可能含有多种有机污染物需要处理，在利用微生物污水处理的过程中会将一部分有机物分解为二氧化碳，因此工业产生大量的废水也和碳排放信息相关。

#### ④化学需氧量：

$$D_6=\text{化学需氧量/营业收入}$$

化学需氧量是衡量水样中的被氧化的还原性物质的量，从而能够反映废水中的有机污染物，化工企业在水样检测COD达标会才可以排放到自然环境中，依靠大自然天然的自净能力对剩余的污染性成分进行分解。根据谭夔（2007）大清河口水体自净能力实验中的表述，在自然环境中，水体自净化有三种方式，物理自净、化学自净和生物自净，最终产物都和二氧化碳有关<sup>[4]</sup>。

#### ⑤综合能耗：

$$D_7=\text{综合能耗/营业收入}$$

综合能耗反映了上市公司一整年的耗能情况，对于一些不直接排二氧化碳的企业来说，如果大量地消耗电能相当于间接地释放更多二氧化碳，因此降低企业的能耗，也是重要的一个标准。

### 2.3 资金投入

#### ①研发投入资金：

$$D_8=\text{研发投入资金/营业收入}$$

据王群伟等（2010）研究我国28个省市区的碳排放绩效的提升归功于技术进步的结论，因此使用研发投入资金作为衡量技术进步状况的代理变量<sup>[5]</sup>。

#### ②环保投入金额：

$$D_9=\text{环保投入金额/营业收入}$$

企业的环保投入包括对环保设备、环保耗材的投入，上缴的环保税，以及企业日常经营活动中采取的各种环保措施，例如垃圾分类、绿色办公等活动的支出。

## 三、模型构建

### 1. 确定权重的方法

统计学认为，当数据越分散时，熵值越小，可认为该数据包含信息越多，因此权重就越大。

将上市公司按照污染程度分为低污染企业、中污染企业、高污染企业，三类企业的碳排放差异很大，各项指标的重要性存在差异，因此对于三个污染度的企业赋予不同的指标权重，低污染企业是指几乎没有碳排放的企业，银行业、证券业等，例如中国人寿、农业银行等。中污染企业次之，例如中国铝业、江西铜业。高污染企业有复星医药、鞍钢股份等。

第一步，数据标准化处理。

仅对于低污染企业剔除化学需氧量这个指标。运用极差变换法，对于效益型数值， $x^* = (x - \min) / (\max - \min)$ ，对于成本型数值， $x^* = (\max - x) / (\max - \min)$ ，其中环保现状的5个指标适用于成本型数值，其余指标适用于效益型数值。

第二步，求各评价的对象在各个指标下的比值。

即第m个上市公司关于第i个指标值的比重：

$$P_{mi} = x_{mi}^* / \sum_{m=1}^n x_{mi}^* \quad m=1, 2, 3, \dots, n \quad i=1, 2, 3, \dots, 8, 9$$

第三步，求各个指标的熵值。

$$e_i = \frac{1}{\ln n} \sum_{m=1}^n p_{mi} \ln p_{mi} \quad i=1, 2, 3, \dots, 8, 9$$

第四步，通过熵值计算各指标的权重。

$$d_i = 1 - e_i$$

$$w_i = d_i / \sum_{i=1}^9 d_i$$

通过以上四步可以分别得到低中高污染三家上市公司的指标权重，低中高污染上市公司的权重结果分别如表1、表2、表3所示。

表1 低污染企业权重

熵权法计算低污染企业权重结果			
指标	信息熵值e	信息效用值d	权重系数w
是否采取节能减排措施	0.8871	0.1129	14.45%
公开信息中对环保政策的关注程度	0.9172	0.0828	10.60%
二氧化碳排放量	0.9901	0.0099	1.27%
固体废弃物排放量	0.9900	0.0100	1.28%
废水排放量	0.9926	0.0074	0.94%
综合能耗	0.9928	0.0072	0.92%
研发投入资金	0.7148	0.2852	36.50%
环保投入金额	0.7341	0.2659	34.03%

表2 中污染企业权重

熵权法计算中污染企业权重结果			
指标	信息熵值e	信息效用值d	权重系数w
是否采取节能减排措施	0.8109	0.1891	25.45%
公开信息中对环保政策的关注程度	0.9099	0.0901	12.12%
二氧化碳排放量	0.9963	0.0037	0.50%
废弃物排放量	0.9965	0.0035	0.47%
废水排放量	0.9954	0.0046	0.62%
化学需氧量	0.9949	0.0051	0.68%
综合能耗	0.9951	0.0049	0.65%
研发投入资金	0.8190	0.1810	24.35%
环保投入金额	0.7388	0.2612	35.14%

表3 高污染企业权重

熵权法计算高污染企业权重结果			
指标	信息熵值e	信息效用值d	权重系数w
是否采取节能减排措施	0.9455	0.0545	8.33%
公开信息中对环保政策的关注程度	0.9462	0.0538	8.23%
二氧化碳排放量	0.9902	0.0098	1.49%
固体废弃物排放量	0.9891	0.0109	1.66%
废水排放量	0.9817	0.0183	2.79%
化学需氧量	0.9774	0.0226	3.46%
综合能耗	0.9911	0.0089	1.36%
研发投入资金	0.8716	0.1284	19.62%
环保投入金额	0.6529	0.3471	53.06%

对于高污染企业，从上表可以看出：是否采取节能减排措施，公开信息中对环保政策的关注程度，二氧化碳排放量等共9项，它们的权重值分别是0.083, 0.082, 0.015, 0.017, 0.028, 0.035, 0.014, 0.196, 0.531。其中环保投入金额这项的权重最高为0.531，综合能耗这项的权重最低为0.014。同理可以得出低污染企业、中污染企业的权重。

2. 赋分的方法

依据Chen C T. (2000)的TOPSIS综合评价的方法。

步骤一：设矩阵 $C_{mi}$ ，矩阵的行表示不同的上市公司，

矩阵的列表示每一个指标的值。

步骤二：数据规范化处理。对于环境现状准则所属的 5 个逆向指标需要取倒数处理，得到  $C_{mi}^*$ ，然后去除量纲的影响最终得到  $B_{mi}$ 。

$$b_{mi} = c_{mi}^* / \sqrt{\sum_{m=1}^n c_{mi}^{*2}} \quad m=1, 2, 3, \dots, n \quad i=1, 2, 3, \dots, 8, 9$$

步骤三：根据每个指标的权重  $w=[w_1, w_2, \dots, w_p]$ ，将  $B_{mi}$  的第  $i$  列乘以权重，得到带权的规范矩阵  $E_{mi}$ 。

步骤四：确定正理想解  $E^+$  和负理想解  $E^-$ 。

$$E^+ = [e_1^+, e_2^+, \dots, e_9^+] \quad E^- = [e_1^-, e_2^-, \dots, e_9^-]$$

$e_1^+, e_2^+, \dots, e_9^+$  是  $C_{mi}^*$  每一列的最大值， $e_1^-, e_2^-, \dots, e_9^-$  是  $C_{mi}^*$  每一列的最小值

步骤五：计算每个待评价方案到正理想解和负理想解的距离。

$$\text{备选方案 } C_{mi}^* \text{ 到正理想解的距离是 } d_m^0 = \sqrt{\sum_{i=1}^9 (c_{mi}^* - e_i^+)^2}$$

$$\text{负理想解的距离是 } d_m^* = \sqrt{\sum_{i=1}^9 (c_{mi}^* - e_i^-)^2}$$

步骤六：计算相对贴近度  $f_m = \frac{d_m^0}{d_m^0 + d_m^*}$  对不同的上市公司从大到小排序，得到排名，上市公司的总数是 149 家。如果使用专家调查法得到权重，可以得到表 4 的排名情况（截取一部分）。

表 4 TOPSIS 评价法排名（部分）

TOPSIS 评价计算结果（部分）				
企业	正理想解距离	负理想解距离	相对接近度	排序结果
中化国际	0.863	0.424	0.329	58
三棵树	0.861	0.424	0.330	56
大唐发电	0.825	0.543	0.397	9
国投电力	0.947	0.261	0.216	104
大唐新能源	0.856	0.474	0.357	33
华电国际	0.768	0.548	0.416	6
华润燃气	0.830	0.488	0.370	17

#### 四、结论与前景

##### 1. 结论

本文通过客观方法进行指标的赋权。客观的熵权法利用数据自身的“信息熵”来确定权重，更加的精确、客观，能够尽最大可能降低人为赋权方法的局限性。

在赋分时，TOPSIS 法会给出企业的排名具体位次，具体结果显示在表 7 当中，通过这个排名能够展示出上市公司碳排放的综合绩效，反映了单位营业收入的碳排放绩效，既能体现出当下碳排放的情况，又能够体现出企业未来碳排放的趋势。

##### 2. 应用前景

第一，从投资角度看，根据黎文靖等（2015）的研究，评级机构可通过公示碳排放评级来为个人及机构投资者提供投资依据，同时，评级也为市场提供了“价值发现”的功能，引导投资者着眼于低碳节能的企业，间接地引导资本向绿色产业流动，起到促进资源合理配置的融通功能<sup>[6]</sup>。

第二，从企业自身角度看，公开的碳排放评级会反推企业更加积极地节能减碳，对落后产能进行转型升级，发挥一定的监督和引导作用，敦促企业发挥主观能动性，制定有效的计划来节能减排。

第三，从监管角度看，碳排放评级可成为辅助政府环境部门监督企业的有力工具之一。环境部门可依据碳排放排名对重点企业进行环保情况抽查，及时对高碳排企业进行监督。政府其他相关部门可通过评级情况掌握企业节能减碳的进展，作为接下来制定产业扶持政策的依据，助力完成 2030 年碳达峰、2060 年碳中和的政策目标。

#### 参考文献

- [1] 沈洪涛, 李双怡, 林虹慧, 王徐. ESG 评级价值相关性的再思考——基于风险的视角[J/OL]. 财会月刊: 1-9 [2022-05-17]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/42.1290.F.20220302.0903.026.html>.
- [2] 谭跃进. 定量分析方法[M]. 北京: 中国人民大学出版社. 2012.
- [3] 黄静颖, 张浩, 谭钦怀, 等. 小型垃圾热解气化焚烧厂碳排放计算[J]. 环境卫生工程, 2021, 29(04): 1-6.
- [4] 谭夔, 陈求稳, 毛劲乔, 等. 大清河河口水体自净能力实验[J]. 生态学报, 2007(11): 4736-4742.
- [5] 王群伟, 周鹏, 周德群. 我国二氧化碳排放绩效的动态变化、区域差异及影响因素[J]. 中国工业经济, 2010(01): 45-54.
- [6] 黎文靖, 路晓燕. 机构投资者关注企业的环境绩效吗? ——来自我国重污染行业上市公司的经验证据[J]. 金融研究, 2015, 42(12): 97-112.

作者简介：赵禹博（2001.08—），男，汉族，辽宁大连人，本科在读，研究方向：金融学。