

# 基于时空大数据的工业企业综合能效评价

## ——以徐州市沛县为例

汪娟娟<sup>1</sup>, 周松<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>江苏省金威测绘有限责任公司, 江苏 南京

<sup>2</sup>江苏省测绘工程院, 江苏 南京

收稿日期: 2023年2月21日; 录用日期: 2023年3月22日; 发布日期: 2023年3月29日

### 摘要

工业是我国县域经济的支柱, 工业企业的效益会对地区的经济社会发展产生重大影响。做好工业企业提质增效、产业升级转型, 提升资源的利用率是地区实现高质量发展的关键, 其前提是对工业企业的能效进行全面、准确的评价。本文以江苏徐州沛县为研究区域, 在汇集经发、税务、统计、资规等部门相关时空数据的基础上, 通过数据治理形成工业企业时空数据集, 并提出一种由五项一级指标、十一项二级指标、十六项因子的工业企业综合能效评价模型, 以此来对研究区内391家规上工业企业2022年综合能效情况进行测算和评价。从模型评价结果来看, 与该地区的工业经济发展现状大致相符, 证明了模型的有效性和实用性, 能够为工业企业转型升级方略的制定提供决策支持。

### 关键词

时空大数据, 多因子评价法, 工业企业, 综合能效

# A Comprehensive Efficiency Evaluation of Industrial Enterprise Based on Spatiotemporal Big Data

## —Taking Peixian County of Xuzhou City as an Example

Juanjuan Wang<sup>1</sup>, Song Zhou<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Jiangsu Jinwei Surveying and Mapping Co. Ltd., Nanjing Jiangsu

<sup>2</sup>Jiangsu Surveying and Mapping Engineering Institute, Nanjing Jiangsu

Received: Feb. 21<sup>st</sup>, 2023; accepted: Mar. 22<sup>nd</sup>, 2023; published: Mar. 29<sup>th</sup>, 2023

\*通讯作者。

## Abstract

Industry is the pillar of economy, and the efficiency of industrial enterprises will have a significant impact on the regional economic and social development. Improving the quality and efficiency of industrial enterprises, industrial upgrading and transformation, as well as improving the utilization rate of resources are the key to achieving high-quality development in the region. The premise is to comprehensively and accurately evaluate the efficiency of industrial enterprises. This paper takes Peixian County, Xuzhou, Jiangsu Province, as the research area, on the basis of collecting the relevant spatial-temporal data of the economic development, tax, statistics, natural resources and other departments, and forms a spatial-temporal data set of industrial enterprises through data governance, and proposes a comprehensive energy efficiency evaluation model of industrial enterprises consisting of five first-level indicators, eleven second-level indicators, and sixteen factors, so as to measure and evaluate the comprehensive efficiency of 391 above designated size industrial enterprises in the research area in 2022. From the evaluation results of this model, it is generally consistent with the current situation of industrial economic development in the region, which proves the effectiveness and practicability of the model and can provide decision support for the formulation of industrial enterprise transformation and upgrading strategies.

## Keywords

Spatiotemporal Big Data, Multi-Factor Evaluation Method, Industrial Enterprise, Comprehensive Efficiency

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

2021年9月11日, 国家发展改革委印发《完善能源消费强度和总量双控制度方案》, 明确提出坚持节约优先、效率优先, 严格能耗强度控制, 倒逼转方式、调结构, 引导各地更加注重提高发展的质量和效益[1]。江苏省历来人地矛盾突出, 在生态文明建设不断推进、工业用地供给几无增量[2]的背景下, 以低效利用、高速扩张为特征的传统工业用地利用模式已无法满足未来城市发展的需求。对工业空间中“一低两高”(低能效、高能耗、高污染)企业进行筛选和预警、对低效工业用地进行排查、对工业企业的能效进行合理评价, 从而促进工业企业提质增效、产业升级转型, 已成为社会经济高质量发展亟待解决的难题。本文以江苏省徐州市沛县为研究区, 在汇集多源时空大数据的基础上, 面向研究区规上工业企业提出了一种基于多因子评价法的工业企业能效评价模型, 并对研究区规上工业企业2022年的综合能效进行定量分析和评价, 以期政府管理部门制定相关措施提供辅助决策服务。

## 2. 国内外研究现状

我国有关工业用地绩效评价的研究开展较晚, 2000年后才有学者开始陆续研究[3], 研究方法主要有指标体系法、参数估计法和非参数估计法三种[4]。目前对于低效工业企业和工业用地的评价尚无统一的国家或行业标准, 但各地结合自身的实际情况和生产经营实践出台了一些指导性的评价方法。如江苏无锡宜兴市出台的《宜兴市工业企业资源利用绩效评价办法》规定: 工业用地绩效评价可参考亩均税收、

亩均销售收入等经济评价指标[5]。田红保指出工业用地绩效评价“核心指标”主要用到市区工业用地及园区用地规模、工业企业、从业人员数、营业收入、税收等数据[6]。这些评价方法虽然能在一定程度上反映出工业企业和工业用地的生产经营状况,但多数限于经济数据指标评价,使用各种统计报表,缺乏空间位置分布的直观检索、定位、对比等信息化管理方法[7],存在一定的局限性,无法对工业企业和工业用地进行全面定量评价。

### 3. 研究区概况

沛县位于江苏省西北端,东靠微山湖、昭阳湖,与山东省微山县毗连,西北与山东省鱼台县接壤;西邻丰县;南界铜山区。地处北纬 34°28'到 34°59', 116°41'到 117°09',全境南北长约 60 公里,东西宽约 30 公里,总面积 1806 平方公里。沛县地处黄淮平原中部,境内无山,地形单一,全部为冲积平原,地表坦荡。地势由西南部海拔 41 米向东北部降至 31.5 米左右。沛县境内河网密布,有 9 条骨干河流,属淮河流域泗水水系中的南四湖水系。拥有林地面积 40 万亩,活立木蓄积量 160 万立方米。煤炭资源丰富,已探明储量为 23.7 亿吨[8]。沛县是典型的资源型工业城市,已形成铝、盐、煤、电、农产品加工五大支柱产业,经济结构具有显著“高能耗”特征。

### 4. 数据基础

#### 4.1. 数据来源

本文所涉及的数据分为三大类:一是研究区工业企业相关的专题时空数据,包括工业企业用地数据、企业基本信息等,主要来自沛县自然资源和大数据管理部门;二是研究区规上工业企业 2022 年生产、销售等行业专题数据,主要来自经发、税务、统计、供电等部门;三是遥感影像、电子地图、地名地址和兴趣点等基础时空数据,主要来自沛县的大数据管理部门和测绘地理信息部门,少部分来自互联网。本文涉及的数据大多是由政府相关部门提供的准确、权威、鲜活的政务数据,数据质量和可信度较好,能够有效支撑本文的研究工作。

#### 4.2. 数据内容

##### 4.2.1. 基础时空数据

1) 覆盖研究区全域的 0.2 米~1 米分辨率的航空遥感和卫星遥感数据,均采用 2000 国家大地坐标系,作为基础空间数据体系建设中遥感影像数据的数据源。

2) 覆盖研究区全域的 2012 年到 2022 年多年份 Landsat 影像,多光谱分辨率为 30 米,热红外分辨率为 120 米,经过地理纠正的后坐标为 2000 国家大地坐标系,波段及分辨率情况如表 1 所示,该数据作为工业企业用地测算和污染物评价的数据源。

Table 1. Landsat image parameters

表 1. Landsat 影像参数

波段	波长范围(μm)	分辨率/米
1	0.45~0.52	30 米
2	0.52~0.60	30 米
3	0.63~0.69	30 米
4	0.76~0.90	30 米
5	1.55~1.75	30 米
6	10.40~12.50	120 米
7	2.08~2.35	30 米

3) 研究区 1:10000 DLG 数据, 采用 2000 国家大地坐标系, 现势性为 2021 年, 数据格式为 File Geodatabase, 用于矢量底图的编制。

#### 4.2.2. 专题时空数据

主要有研究区第三次全国国土调查成果数据、工业用地调查数据、征供地数据, 均采用 2000 国家大地坐标系, 共同作为工业企业空间数据集的基础。

#### 4.2.3. 行业专题数据

本文涉及的工业企业行业主要由研究区经发、统计、税务、市场监管、资规、生态环境、供电等单位提供, 作为工业企业行业专题数据集的数据源, 详情如表 2 所示。

**Table 2.** Sources and contents of industrial enterprise thematic data

**表 2.** 工业企业专题数据来源及内容

数据来源	数据项	格式	更新频率	提供方式
统计	综合能源消费量(万吨标准煤)	.xlsx	月度	离线
	平均能源消费量(万吨标准煤)	.xlsx	月度	离线
	工业总产值	.xlsx	季度	离线
	规模以上工业总产值	.xlsx	月度	离线
	规模以上工业增加值	.xlsx	月度	离线
	工业企业利润总额	.xlsx	季度	离线
	工业企业营业收入	.xlsx	季度	离线
税务	工业企业产出总税收	.xlsx	月度	离线
	工业企业开票收入	.xlsx	月度	离线
	工业企业实缴税费	.xlsx	月度	离线
市场监管	企业注册信息	.xlsx	季度	在线
	企业主体信息	.xlsx	季度	在线
资规	企业(用地单位)名称	.dbf	年度	在线
	土地面积(实际用地面积)	.dbf	年度	在线
	建筑面积	.dbf	年度	在线
	容积率	.dbf	年度	在线
	绿地率	.dbf	年度	在线
生态环境	空气监测指标数据	.dat	实时	在线
供电	规上工业企业月度用电量	.xlsx	月度	离线
供气	规上工业企业月度使用燃气量	.xlsx	月度	离线
水务	规上工业企业月度用水量	.xlsx	月度	离线
人社	规上工业企业参保人员数据	.xlsx	季度	在线
民政	地名数据	.docx	年度	离线
经发	全社会综合能源消费数据	.xlsx	年度	离线
	宏观经济数据	.xlsx	季度	离线
	规上工业企业名录	.xlsx	季度	离线
	战略新兴企业名录	.xlsx	季度	离线
	重点能源消费企业配额	.xlsx	季度	离线

### 4.3. 数据处理

#### 4.3.1. 影像空间数据

将上述的遥感影像数据通过影像拼接、调色、制作缓存等处理而形成影像数据成果, 步骤有:

- 1) 拼接、调色: 将分块的影像数据拼接为一幅完整的图像, 并调整影像的色彩, 使得影像表现为接近自然的真彩色效果;
- 2) 影像重采样: 根据指定的规格对影像源数据进行重采样, 统一影像的地面分辨率。
- 3) 创建影像电子地图数据集和切片文件, 作为影像底图。

#### 4.3.2. 矢量空间数据

通过对数据的图层分类、分级、属性归整、符号化、标注、缓存发布等处理, 形成矢量空间数据集, 步骤有:

- 1) 数据预处理: 包括数据检查、范围确定、数据提取和入库。
- 2) 矢量图层处理: 包括对各要素进行相应图层的要素提取、分类、分级、属性归整等处理, 最终得到图形正确、属性完整的各要素矢量图层。
- 3) POI 要素处理: 对 POI 点按要求进行 NAME 值归整(散点合并处理)、分类、优先级等相应属性归整处理, 再进行点抽稀处理、同名点查重处理、落水落路处理、NAME 标注换行处理等, 最终得到符合电子地图配图要求的图形正确、属性完整的 POI 点图层。
- 4) 创建矢量电子地图数据集和切片文件, 作为矢量底图。

#### 4.3.3. 行业专题数据

##### 1) 数据清洗

处理过程主要包括对象界定, 字段规格化, 数据去重, 补充缺失值, 一致化, 排序, 异常值校对等。其中, 对于缺失值的处理为关键环节, 采用的措施是: 对于数据较少且语义明确时, 参考“企查查”、百度等资料进行人工手动补全; 当缺失值字段非必需时, 直接删除缺失值; 其他情况下根据字段内容采用根据平均值补全或根据统计值进行补全。不同单位提供的专题数据存在同一工业企业不同名称、不同计量单位等现象, 在数据缺失值处理后, 进行一致化处理, 提取企业统一社会信用代码; 对于企业名称互相矛盾的, 参照“企查查”网站等资料进行核查, 确保企业名称的规范化; 计量单位统一采用标准单位。

##### 2) 数据结构化

结构化处理的对象主要是文本信息。由于原始数据中存在大量有价值的文本非结构化数据, 而本项目进行数据分析时的对象均为表单对象, 首先将文本数据先进行语义理解, 提取描述文本信息的概念模型, 即: 数据实体类型、属性和联系方式, 经语义分隔后清洗, 将定义好的实体模型与文本分隔结果进行关系映射, 最后生成关系数据库模型(ER 图)。

#### 4.3.4. 数据脱敏脱密

数据脱密脱敏主要依据自然资源部《测绘地理信息管理工作国家秘密范围的规定》(自然资发〔2020〕95号), 做如下处理:

- 1) 将影像电子地图进行降低位置精度处理, 使其符合“不得公开军事禁区以外平面精度优于 10 米或者地面分辨率优于 0.5 米、且连续覆盖范围超过 25 平方千米的正射影像”的要求。
- 2) 去除敏感信息, 使其符合“不得公开涉及军事、国家安全要害部门的点位名称及坐标; 与军事、国家安全相关的国民经济重要设施精度优于(含)  $\pm 10$  米的点位坐标及其名称属性” [9]。

## 5. 评价指标体系

本文根据研究区工业发展的实际状况, 建立了一套涉及五项一级指标、十一项二级指标和十六项因子的评价指标体系, 详见表 3。其建立的主要依据有:

- 1) 指标体系建立的目的: 排查“低能效、高能耗、高污染”工业企业, 及时发现低能效的工业用地, 助力工业企业提质增效、产业升级转型, 服务为地方经济高质量发展。
- 2) 当前国内外对于工业企业和工业用地能效评价的研究进展等文献资料。
- 3) 研究区发改、资规等行业主管部门的意见和需求。
- 4) 相关数据的获取难度, 即进行指标评价的可行性。

**Table 3.** Index system of comprehensive energy efficiency evaluation model for industrial enterprises  
**表 3.** 工业企业综合能效评价模型指标体系

一级指标	二级指标	影响因子	性质	说明
土地利用	开发强度	容积率	定量	工业用地建筑总面积/工业用地面积, 无量纲。反映的是工业用地的综合利用强度, 属于正相关指标。
		建筑系数	定量	工业用地上的建筑物构筑物基底面积、露天堆场和露天操作场地的总面积与工业用地面积之比, 数值以%表示。反映工业用地的平面利用状况, 属正向相关指标。
	建设情况	建筑质量	定量	工业用地上的建筑物构筑物质量情况, 属正向相关指标。
综合效益	经济效益	地均产值	定量	工业(物流)企业产值总额与工业用地面积之比, 单位万元/亩。反映工业用地的产出效益, 属正向相关指标。
		地均纳税	定量	工业(物流)企业税收总额与工业用地面积之比, 单位万元/亩。反映工业用地的产出效益, 属正向相关指标。
	社会效益	参保人员	定量	工业(物流)企业参保人员数, 反映工业用地的解决社会就业情况和人员活动强度, 属正向相关指标。
		企业信用	定量	工业(物流)企业信用等级, 反映企业信用情况, 属正向相关指标。
生态环境效益	排污	定量	已经过标准化处理的工业废水、废气、固废的比例, 单位为%。反映工业三废处理能力, 属正向相关指标。	
产业类别	工业门类	落后/鼓励/其他	定性	工业(物流)企业建设类别为国家鼓励、限制、淘汰中的某一类。
	资源密集	是/否	定性	工业(物流)企业是否属于资源密集型。
企业能耗	综合能源消费量	万元产值标煤	定量	工业(物流)企业综合能源消费量(吨标准煤)与工业总产值的比值, 单位为吨标煤/万元。
		万元纳税标煤	定量	工业(物流)企业综合能源消费量(吨标准煤)与税收总额的比值, 单位为吨标煤/万元。
	耗水	万元产值用水	定量	工业(物流)企业用水总量(立方米)与工业总产值(万元)的比值, 单位为立方米/万元。
		万元纳税用水	定量	工业(物流)企业用水总量(立方米)与税收总额(万元)的比值, 单位为立方米/万元。
双控达标	碳排放	碳排放量	定量	工业(物流)企业碳排放折算总量, 单位为万吨。
	能耗达标	是否超限	定性	工业(物流)企业能源消耗总量是否超过主管部门下发的指标限额要求。

对该评价指标体系的说明如下:

- 1) 定量指标: 表示该指标可进行定量评价, 根据数据计算结果获得对应的分数。
- 2) 定性指标: 表示该指标只进行定性分析, 不进行定量分析。若达到标准则得到该指标可得分数的全部, 否则不得分。
- 3) 量纲: 参与评价的所有数据在预处理环节中均做了量纲的统一, 避免出现因计量单位不同产生的错误。
- 4) 得分: 总分为 100 分。其中正向相关表示该指标的结果对最终得分产生正向影响, 反则为负向相关。
- 5) 异常值处理: 对于参与评价的数据, 若经数据清洗和数据结构化处理后仍然缺失或存在明显错误的数值, 则作为异常值, 在该统计周期内不参与计算, 对应的指标项不得分并进行标识。

## 6. 评价结果与分析

基于上文的数据基础和评价方法, 本文以研究区 391 家规上工业企业为分析目标, 对其 2022 年全年的综合能效进行的定量评价, 结果如表 4 所示。应数据版权方的要求, 本文对企业信息做了处理。

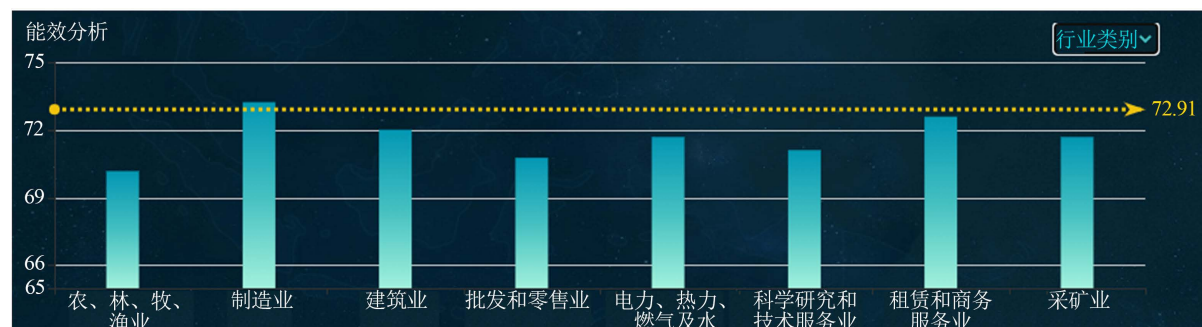
**Table 4.** Scores of the top 10 comprehensive energy efficiency enterprises in the study area in 2022

**表 4.** 研究区工业企业 2022 年综合能效前 10 名得分情况

序号	工业企业	产业类别	企业能耗	双控达标	土地利用	综合效益	综合能效
1	某矿产采掘企业	6.3	31.2	6.0	5.9	47.6	97.0
2	某户外用品企业	6.0	30.3	8.4	8.8	38.9	92.4
3	某金属加工企业	4.1	27.6	6.0	10.6	45.3	93.6
4	某塑业企业	4.1	34.3	7.7	8.3	38.2	92.5
5	某硅业企业	4.9	31.0	8.4	9.9	38.2	92.3
6	某材料加工企业	6.6	31.8	8.4	8.1	37.5	92.4
7	某金属加工企业	4.4	32.1	7.8	8.6	39.1	92.0
8	某钢铁冶炼企业	3.4	29.4	6.2	8.6	43.1	90.6
9	某材料加工企业	5.1	28.4	8.4	11.0	37.4	90.4
10	某水务发展企业	6.1	30.4	6.0	8.6	40.8	91.9

从研究区整体情况来看, 基于本文提出的评价方法, 研究区 391 家规上工业企业 2022 年整体平均综合能效得分为 72.9 分。其中各项一级指标的总均分分别为: 土地利用 74.7 分, 综合效益 65.3 分, 产业类别 82.3 分, 企业能耗 85.0 分, 双控达标分 67.3 分。

从行业分类的角度来看, 本文对研究区 8 个主要行业的综合能效情况进行了对比, 结果如图 1 所示。



**Figure 1.** Comprehensive energy efficiency comparison of eight major industries in the study area

**图 1.** 研究区 8 个主要行业综合能效对比

从工业门类的角度来看, 本文对研究区 13 个主要工业门类的综合能效情况进行了对比, 结果如图 2 所示。

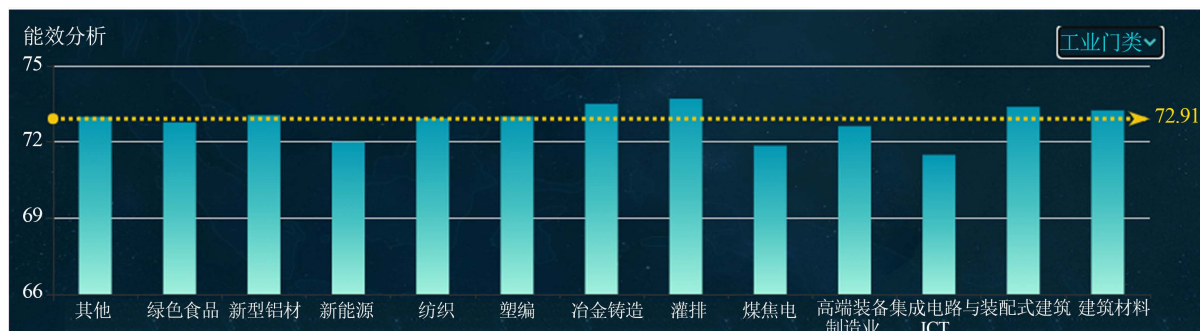


Figure 2. Comprehensive energy efficiency comparison of 13 main industrial sectors in the study area

图 2. 研究区 13 个主要工业门类综合能效对比

从评价结果来看, 研究区 391 家规上工业企业中, 综合能效最高的是某矿产采集企业, 主要由于本文选择的研究区是本身是我国华东地区重要的产煤基地, 煤炭采集业在经济结构中占有较大比重, 能够产生大量的地区生产总值和税收, 因此在综合效益方面得分较高。除此以外, 材料加工、金属加工企业在综合能效前 10 名中也占据了较大比重, 与该地区当前的工业经济结构大致相符。分析行业和工业门类对比情况可知, 制造业、建筑业、冶金铸造业、纺织业的评分较高, 主要原因是资源和能源利用效率较好、亩均产出较高。而综合能效较低的企业和行业, 最主要的影响因素为综合效益, 也就是对资源的利用率和经济产出。此外, 由于 2022 年该地区受到新冠疫情的影响, 复产复工情况对企业效益的影响较大, 在一定程度上影响了工业企业综合能效评价结果的客观性。

## 7. 结束语

开展工业企业综合能效评价工作主要是为了客观综合研判研究区内工业企业的运行现状, 为地区产业升级转型提供决策支持。本文通过整合经发、资规、统计、税务、人社、供电等多个部门的政务数据、经数据治理形成时空大数据集, 在此基础上结合研究区行业主管部门的具体需求构建了较为完善的评价指标体系。评价工作主要在两个目标维度上进行: 一方面综合客观反映研究区内不同区域间的工业企业能效水平, 排查“一低两高”工业企业, 变“事后监管”为“事前、事中预警”; 另一方面还可反映出不同时间段内工业用地的发展状况, 并且根据这些状况在一定程度上揭示未来演化趋势。从本文的评价结果来看, 与该地区的工业经济发展现状大致相符, 证明了模型的有效性和实用性, 能够为工业企业转型升级方略的制定提供决策支持。

工业企业提质增效、转型升级策略是改善我国目前工业现状的关键, 综合能效评价体系为低效工业企业的甄别提供了一个评价标准, 可以针对性地对低效工业企业转型策略进行谋划, 有利于提升城镇化水平, 提高工业用地利用强度, 改善工业区布局, 对于工业空间供给侧结构性改革和推动经济发展质量变革、效率变革、动力变革, 促进地区高质量发展具有重要意义。

## 参考文献

- [1] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 国家发展改革委关于印发《完善能源消费强度和总量双控制度方案》的通知[EB/OL]. [https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/202109/t20210916\\_1296856.html](https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/202109/t20210916_1296856.html), 2021-09-11.
- [2] 周松, 陶金梅. 融合深度学习对象识别技术的工业用地能效分析评价——以常州市武进区为例[C]//第二十二届



---

华东六省一市测绘学会学术交流会. 第二十二届华东六省一市测绘学会学术交流会论文集(一), 2021 年卷. 南京: 江苏省测绘地理信息学会, 2021: 61-64.

- [3] 景涛, 刘玉亭, 程娟. 小城镇工业用地空间绩效研究——以中山 XL 镇为例[J]. 小城镇建设, 2019, 37(8): 27-35.
- [4] 宜兴市人民政府. 市政府办公室关于印发宜兴市工业企业资源利用绩效评价办法的通知[Z]. 宜政办发[2019] 93 号.
- [5] 金程, 侯玉柱, 胡从文. 工业用地绩效综合评价及增效对策研究——以南通市海门区为例[C]//面向高质量发展的空间治理——2021 中国城市规划年会. 面向高质量发展的空间治理——2021 中国城市规划年会论文集, 2021 年卷. 成都: 中国城市规划学会, 2021: 84.
- [6] 田红保. 基于国土资源“一张图”平台的工业用地绩效管理系统研究[J]. 国土资源信息化, 2016(1): 17-21.
- [7] 夏丽华, 薛炜, 王振刚. GIS 技术在工业用地能效提升中的应用研究[C]//江苏省测绘地理信息协会 2022 年学术年会. 江苏省测绘地理信息协会 2022 年学术年会论文集, 2022 年卷. 南京: 江苏省测绘地理信息学会, 2022: 86.
- [8] 沛县人民政府. 沛县概况[EB/OL]. [http://www.px.gov.cn/mlpx/009002/009002002/subPage\\_ml.html](http://www.px.gov.cn/mlpx/009002/009002002/subPage_ml.html), 2022-01-29.
- [9] 自然资源部. 测绘地理信息管理工作国家秘密范围的规定(自然资发[2020]95 号) [Z]. 2020-06-18.