中国钢铁企业环保舆情大数据分析

王 媛[1] 朱荣杰[1] 伯 鑫[2*] 薛晓达[3] 郭 静[3] 贾 敏[3] 刘坤坤[4] 蔡博峰[5] 程 华[6]

(1. 天津大学 环境科学与工程学院,天津 300354; 2. 北京化工大学 环境科学与工程系,北京 100029; 3. 北京航空航天大学 经济管理学院,北京 100191; 4. 冶金工业规划研究院,北京 100013; 5. 生态环境部环境规划院,北京 100012; 6. 首钢股份公司 迁安钢铁公司 环保部,河北 唐山 064400)

摘要: 旨在从公众舆情视角出发,研究我国钢铁行业环境问题的公众态度,结合大数据算法对举报信息进行关键词提取及可视化分析,为钢铁行业舆情管理提供参考。以 2017—2020 年“12369”环保举报平台钢铁行业有效环保舆情数据为研究对象,采用 TF-IDF 数据挖掘算法,研究了我国钢铁企业的环保舆情。对公众举报的主要企业类型、污染物种类和排放环节进行挖掘,对舆情数据的时空变化特点进行分析,并对公众举报半径进行总结。结果表明:被举报企业数量和平均举报半径均呈下降趋势,公众对钢铁企业环境问题的不满意程度降低;夏季舆情较多,秋冬季显著减少;舆情主要分布在华东、华北地区,其中江苏省的舆情总量最大,占比达到 28.7%;长流程、中小规模钢铁企业是被公众举报频次最多的“工业噪声”是最突出的举报问题,其次是“粉尘”和“黑烟”等大气污染问题;噪声污染主要来自空气动力设备的运转,“粉尘”和“黑烟”则分别来自烧结和焦化作业;企业半径 3 km 内舆情集中度最高。此外,突发性的生产安全事故也会造成环保举报的激增。

关键词: 钢铁行业;环保;舆情;数据挖掘;中国

BIG DATA ANALYSIS OF THE PUBLIC OPPOSITION ABOUT ENVIRONMENTAL PROTECTION OF IRON AND STEEL ENTERPRISES IN CHINA

Wang Yuan[1] Zhu Rongjie[1] Bo Xin[2*] Xue Xiaoda[3] Guo Jing[3] Jia Min[3] Liu Kunkun[4] Cai Bofeng[5] Cheng Hua[6]

(1. School of Environmental Science and Engineering, Tianjin University, Tianjin 300354, China; 2. Department of Environmental Science and Engineering, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China; 3. School of Economics and Management, Beihang University, Beijing 100191, China; 4. China Metallurgical Industry Planning and Research Institute, Beijing 100013, China; 5. Chinese Academy of Environmental Planning, Beijing 100012, China; 6. Environmental Protection Department, Qian'an Iron and Steel Company, Shougang Group, Tangshan 064400, China)

Abstract: This paper aimed to study the public attitude on environmental issues in China's iron and steel industry from the perspective of public opinion. Combined with big data algorithm, keyword extraction and visual analysis were carried out on the report information to provide reference for the management of public opinion in the steel industry. Based on the data of valid public opposition about steel enterprises in China from 2017 to 2020, this study analyzed the public attitudes related to steel enterprises in China with TF-IDF data mining algorithm. The main types of enterprises reported by the public, the types of pollutants and the emission links were excavated, the spatio-temporal variation characteristics of public opinion were analyzed, and the radius of public reports was calculated. The results showed that the number of reported enterprises and the reporting radius both show a decreasing trend, and the public's dissatisfaction with environmental problems had beening decreased. From the seasonal point of view, public opinion were more in summer than in autumn and winter. From the perspective of

收稿日期: 2021-05-21

基金项目: 国家自然科学基金项目(41871211,72174125);2019 年度四川省生态环境保护科技计划项目(2019HB12)

第一作者: 王媛(1977-),女,教授,博士生导师,主要研究方向为资源与环境管理。wyuan@tju.edu.cn

* **通信作者:** 伯鑫(1983-),男,教授级高工,主要研究方向为大气环境质量模拟、污染源清单。boxinet@gmail.com

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

region, public opinion is mainly distributed in east and north China, among which Jiangsu Province has the largest total public opinion, accounting for 28.7%. From the perspective of enterprise, long process, small and medium-sized steel enterprises were the most frequently reported by the public; From the perspective of pollutant, "industrial noise" was the most prominent problem, followed by "dust" and "black smoke". From the point of view of emission link, noise mainly came from the operation of aerodynamic equipment, and "dust" and "black smoke" came from sintering and coking machines respectively. From the perspective of the reporting radius, most public opinion happened within the radius of 3km around the plant. In addition, safety accidents will also lead to a surge in environmental reports.

Keywords: steel industry; environmental protection; public opposition; data mining; China

0 引 言

据世界钢铁协会(TWSA)发布的最新统计报告,2020 年中国粗钢产量 10.53 亿 t,占世界粗钢总产量的 50%以上[1]。钢铁制造是典型的流程工业,其生产所导致的污染具有污染因子复杂和污染排放量大的特点[2]。钢铁冶炼主要流程为炼焦、烧结(球团)、炼铁、炼钢、轧钢等工艺,这些过程中包括原矿石的粉碎、燃料燃烧、高温熔炼等复杂过程[3,4],涉及大气、噪声等环境污染问题[5,6]。

Berglund 等[7]提出环境污染对于人情绪的影响主要体现在居民烦恼的增加,这里烦恼包括对环境污染的感知,对环境风险的厌恶和对健康损害的担心,这一理论为研究人对环境污染的感知以及环境对人的影响奠定基础。Stenlund 等[8]在通过对焦化企业关闭前后,居民对空气污染的感知与其情绪和健康的关联研究,论证了人们对环境污染的感知会显著影响其情绪和健康。比如长期暴露在钢铁生产噪声环境中,会提高心血管疾病的患病风险[9-11];SO_2、NO_x 等气态污染物会在大气中形成二次气溶胶,对人体感官造成刺激[12],也会对肺部和神经造成危害[13,14]。因此公众会对影响自身的钢铁企业提出抗议,通过多种途径表达自己的观点和不满,从而形成钢铁行业的环保舆情。现代舆情理论认为舆情是对“民意及其作用于执政者及其政治取向规律”的一种描述[15]。环保舆情代表公众对环境事件的态度,其对公共环境的改善有着重要的促进作用。Dennis 等[16]在瑞士的结果表明公众舆论比政府管制更有利于促进私营企业的绿色转型;吕长明等[17]检验了各类地级城市舆论爆发前后工业废气排放差异,结果表明有舆论政策效应存在的城市具有更大的工业减排优势。Zhang 等[18]对 109 个地级市的空气质量与公众舆情进行研究,结果表明空气质量显著影响当地环保舆情,同时舆情也会在短期内对环境产生积极影响。此外,舆情也是研究公共安全事件的重要角度,Huang 等[19]在日本福岛核电站泄漏事件发生前后分别对同处于核电站附近的连云港居民进行了舆情调查,来研究公众对核电的接受程度和风险感知水平。

随着移动互联网的发展,公众表达观点的渠道更加畅通,网络舆情成为政府决策的重要考量。王金水[20]在其研究中提出中国的网络舆情将一系列公众诉求通过政治输入系统进入政策过程,政府不断回应产生公共政策并输出的内在逻辑。Zhou 等[21]为评估港珠澳大桥建设项目的公众态度,采用潜在狄利克雷分配(LDA)算法对中国香港、澳门特别行政区和内地的相关网络舆情进行数据挖掘,得出三地居民支持的态度占多数的结论。Cha 等[22]通过抓取谷歌搜索趋势关键词和社交平台 Twitter 上的发文,来评估美国俄亥俄州饮用水水源蓝藻事件的社会反映,为政府的环境管理提供参考。Lu 等[23]基于百度搜索引擎的雾霾搜索指数研究了公众对雾霾污染的关注,揭示公众关注与空气质量监测数据间的重要关系。也有学者利用关键词聚类方法研究网络上环境与健康的年度热点问题[24-28],对环境与健康政策的制定提出建议。综上,公众舆情能够对公共事件的解决起到重要促进作用,而利用数据挖掘算法来对舆情进行研究,技术成熟且高效。目前国内尚无对全国尺度钢铁舆情的研究,我国钢铁行业正落地超低排放要求[29,30],公众监督对政策的合理制定、钢铁行业的绿色发展都有着重要的参考和促进作用,所以有必要对全国钢铁行业的环保舆情进行研究。

本研究以生态环境部“12369”环保举报平台的公众环保举报数据为研究依据,环保举报平台是生态环境部的官方举报渠道,举报信息涵盖各个行业和多种环境污染物,内容涵盖面广且来源相对精准。根据生态环境部的工作要求各级政府均须对平台举报案件进行处理和及时反馈,所以本研究的数据来源具有一定的权威性。首次通过数据挖掘对中国钢铁企业环保舆情进行研究,识别了公众举报钢铁企业的主要

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

内容和关键原因，分析了舆情变化的时间和空间趋势，提出以公众舆情为依据的钢铁企业环境影响范围及其变化趋势。本研究为进一步制定环境政策，精细化治理钢铁企业的环境污染，降低民众对环境的不满意程度提供了科学依据。

1 研究方法与数据

1.1 舆情数据

本文研究区域为中国 31 个省、市、自治区（不包括港澳台地区），研究对象为钢铁企业，通过舆情数据来分析公众对我国钢铁企业的态度。对 2017—2020 年通过电话、微信和互联网 3 种方式进行环保举报的舆情大数据进行技术处理和大数据分析。研究期间，收集到的环保舆情共 15056 条，约 150 万字的举报内容，涉及大气、噪声、固体废弃物多种污染。因为影响群众举报的因素较多，举报信息存在“是否属实”的问题，根据办理人员的反馈信息可对舆情的有效性进行甄别，本研究将属实舆情定义为“有效”舆情，经筛选共 1570 条有效舆情数据，约 15 万字举报内容，涉及 265 家钢铁企业。舆情包含举报对象名称、举报内容、举报时间、所在行政区划等信息，还包括举报人坐标、举报方式、举报是否属实等辅助信息。

1.2 舆情分析方法

数量庞大的舆情数据需要通过高效的算法进行识别和关键词抽取，然后将关键举报信息可视化，从而能够快速地获举报信息中的关键信息。常用的文本相似度算法主要有 TF-IDF 算法和 BM25 算法，也称可拔插的相似度算法[31]，根据大部分从业者和学界的实践证明，TF-IDF 算法能够解决大部分的关键词抽取场景，实用高效。TF-IDF 是一种用于信息检索与数据挖掘的常用加权技术，TF 是词频（term frequency），IDF 是逆文本频率指数（inverse document frequency），其基本思路是词语的重要性与它在文件中出现的次数成正比，但同时会随着它在语料库中出现的频率成反比下降，可通过 R 语言计算。文本词频可视化操作是在 TF-IDF 词频计算的基础上，调用 WordCloud 绘图工具完成，文字的大小表示词语的重要性[32]。TF-IDF 关键词抽取算法的表达式如下[33]：

$$TF-IDF_{i,j}=TF_{i,j}\times IDF_i \tag{1}$$

$$TF_{i,j}=\frac{n_{i,j}}{\sum_k n_{k,j}} \tag{2}$$

$$IDF_i=\lg\frac{N}{n_i} \tag{3}$$

式中：$n_{i,j}$ 为词语 t_i 在 j 类所有文本中出现的次数；$\sum_k n_{k,j}$ 为 j 类所有文本词语出现的次数总和；N 为数据集中的文本总数；n_i 为包含词语 t_i 的文本数。

根据被举报钢铁企业名称，采用 Baidu Map 地址坐标识别技术（API）和人工检验相结合的方法来确定被举报钢铁企业的地理坐标确定其所属省份，然后对舆情数据和被举报企业进行时空统计分析；举报人的经纬度可根据举报人发送信息的位置进行定位，进而采用球面两点间坐标的直线距离公式，计算出被举报企业与举报人的距离，以此表示钢铁企业对居民的影响范围。

假定钢铁生产企业坐标点位为（x_1，y_1），举报人坐标点位为（x_2，y_2），y_1 和 y_2 为经度，x_1 和 x_2 为纬度，两点间计算公式为[34]：

$$D=R\times 2\times\arcsin\left(\sqrt{\sin^2\left(\frac{y_1-y_2}{2}\right)+\cos y_1\times\cos y_2\times\sin^2\left(\frac{x_1-x_2}{2}\right)}\right) \tag{4}$$

式中：D 为两坐标点位的最短距离，km；R 为地球半径，为 6378.14 km；x_1、y_1、x_2、y_2 均转化为弧度坐标参与计算。

2 结果与分析

2.1 舆情数据关键词挖掘

对经筛选和抽取关键词处理后的环保舆情进行可视化，结果如图 1 所示，“噪声”“粉尘”“烟尘”关键词出现频率较高，分别出现 1031，648，525 次，说明噪音和烟（粉）尘污染是最主要的公众举报原因。舆情反映的噪声污染主要分为“工业噪声”“交通噪声”和“建设施工噪声”，以“工业噪声”为主，占比达到 95.6%。钢铁企业的工业噪声是最主要的扰民原因，这可能与近几年钢铁行业的污染控制主要在大气污染治理方面下功夫，噪声关注较少有关。因此下一步应着重管控相关地区钢铁企业的噪声污染问题。一方面控制相关地区钢铁企业的数量和产量，优化产业布局，加大搬迁或改造力度。2018 年，工业和信息化部出台《钢铁行业产能置换实施办法》，大力推进钢铁行业供给侧结构性改革，随着改革的深入推进，钢铁行业进入了“减量、调整”时代，京津冀和长三角区域钢铁企业都面临着减量转移、搬迁的发展问题[35]。另一方面，参考杨智伟等[36]对典型钢铁企业的噪声源研究，噪声主要来自动力工序的热电鼓风设备、炼铁工序的高炉助燃风机、轧钢工序的加热炉风机等高

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

噪声的空气动力设备，因此企业应重点关注鼓风设备的噪声控制，根据工艺特点采取加装消声器、更换变频风机等措施来减少噪声污染。



图 1　中国钢铁企业舆情数据关键词分析结果

综上“粉尘”“烟尘”也是公众举报的主要原因，在分别含“粉尘”和“烟尘”关键词的舆情进行关键词抽取分析，结果如图 2 所示，举报对象为“粉尘”“烟尘”的舆情主要来自烧结工序，“黑烟”关键词则主要来自对焦化工序的举报。烧结工序的工艺粉尘分为烧结机头和烧结机尾 2 个来源，烧结机头的粉尘是因为烧结原料中含有大量的微细物料，这些物料经过抽风进入主管道成为粉尘，而烧结机尾的粉尘来自烧结机上烧成的烧结矿在卸矿、破碎、冷却过程中产生的粉尘。除尘技术的高效应用是降低烧结环节粉尘污染的主要途径，建议进行“电改袋”，增加除尘效率更高的布袋除尘器的占比或者增加静电除尘技术的电场级数来提高静电除尘的效率[37]。焦化工序的“黑烟”污染来自焦炉烟囱，焦炉正常生产生产时从烟囱排出的烟气是无色的，煤气的不完全燃烧使煤气中的甲烷与不饱和烃形成石墨悬浮在废气中，从烟囱排出，导致居民对“黑烟”污染的举报。因此，钢铁企业的焦化作业需要严格操作规范，避免因煤气流量增大造成燃烧不完全导致的黑烟；同时也要定时检修烟道系统防止因废气走形系统故障导致炉顶正压增大，立火道黑烟集聚。



图 2　中国长流程钢铁企业烧结和焦化工序舆情数据关键词分析结果

2.2　舆情数据的时间变化

2017—2020 年居民对钢铁企业的举报数量总体呈下降趋势如图 3 所示。历年的舆情分别为 623，405，162，380 条，同时被举报钢铁企业数量也呈逐年下降趋势，分别为 138，73，39，33 家企业，单位钢铁企业舆情数分别为 4.5，5.5，4.2，11.5 条。2017—2020 年被投诉钢铁企业持续减少有以下原因：1）行业排放标准加严，自 2018 年生态环境部提出《钢铁行业超低排放改造工作方案》，江苏、河北、河南等省份相继出台地方减排行动方案，全面推进钢铁行业超低排放改造工作[38-40]；2）政策推动，2018 年国务院发布《打赢蓝天保卫战三年行动计划》[41]，深化钢铁行业污染治理，持续推进全面达标排放。汤玲等[6,42]的研究结果显示，2018 年中国钢铁行业 SO_2、NO_x 和 PM_{10} 排放量相比 2015 年减少了 7.61%～22.57%。2020 年舆情总量回升，被举报企业数量减少，单位企业舆情数量显著提高，表明公众举报减少的同时，群众举报也更加集中。

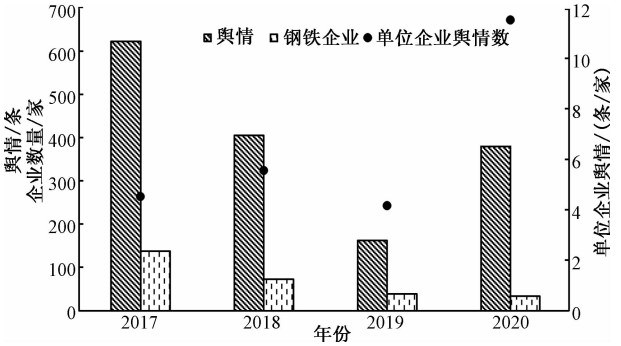


图 3　2017—2020 年中国钢铁企业舆情数据年变化趋势

如图 4 所示，2018 年 10 月—2019 年 3 月、2019 年 10 月—2020 年 3 月、2020 年 10 月—2020 年 12 月 3 个时间段舆情总量显著减少。事实上秋冬季天气和温度条件对大气污染扩散是不利的，例如，较弱的风和较冷的天气会导致更高的能源需求，因此可能会发生更多的烟尘污染[43]。但舆情数据在秋冬季节显著减少表明公众对钢铁企业环境污染的敏感度降低，可能原因如下：一方面，2018 年开始各地秋冬季大气污染综合治理攻坚行动全面实施，有利于限制钢铁企业的秋冬季生产，减少相关污染物排放。如根据《京津冀及周边地区 2018—2019 年秋冬季大气污染综合治理攻坚行动方案》的目标要求 2018 年 10 月 1 日—2019 年 3 月 31 日，京津冀及周边地区细颗粒物（$PM_{2.5}$）平均浓度同比下降 3%左右，重度及以上污染

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

天数同比减少 3%左右[44]。另一方面，冬季居民为取暖关闭门窗可能有助于降低噪声、废气的不利影响。

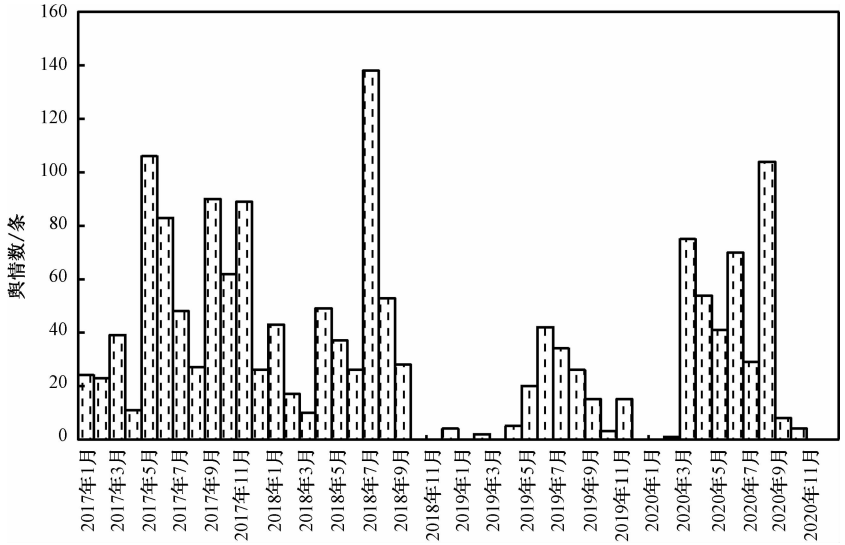


图 4　2017—2020 年中国钢铁企业舆情数据月变化趋势

2.3　舆情数据的空间分布

由 2017—2020 年全国钢铁舆情的地区分布情况可知，钢铁有效舆情集中分布在华东和华北地区，其次是西南和东北地区。其中，江苏是有效舆情总量最大的省份达到 417 条，占全国舆情总量的 28.7%，2020 年江苏省粗钢产量约占全国总量的 11.5%。江苏省舆情总量变化情况如图 5 所示，江苏省 2020 年舆情总量显著高于前 3 年达到 309 条，占当年全国舆情的 81.3%，单位企业舆情数量超 40 条，这直接导致江苏省钢铁舆情总量最大。分析江苏省舆情 2020 年激增的可能原因：1）个别企业问题出，从举报对象来看，江苏省该年舆情 70%举报的是同一家钢铁企业，该企业可能对周边居民存在较大的环境问题。2）生产安全也会影响环保舆情，从举报内容来看，该企业除噪声污染引起居民投诉外，企业 8 月曾发生安全事故，周边居民对此反应强烈，对该事故的举报占全年环保舆情的 40%。3）江苏省地处经济发达的东南沿海，区域经济发展水平较高，居民整体环境保护意识较高，维权意识较强。河北省是传统钢铁大省，2020 年粗钢产量约占全国总产量的 23.7%，居全国第 1，而河北省的舆情总量和被举报钢铁企业数量仅占全国总量的 5.3%和 8.8%，公众举报相对较少，这一现象一方面可能与河北省钢铁行业超低排放改造和供给侧改革推进较快有关；另一方面也可能与河北省居民习惯与钢铁企业为邻和环保意识相对较弱有关。

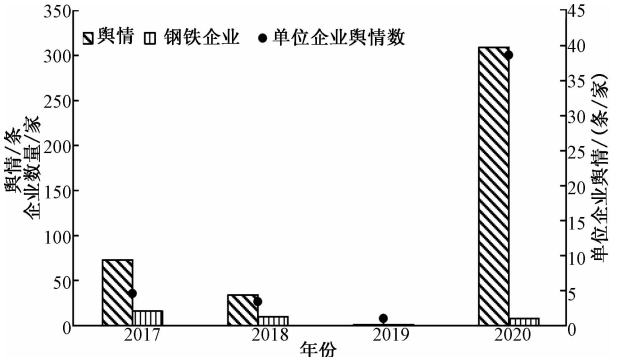


图 5　2017—2020 年江苏省钢铁企业舆情数据年变化趋势

2.4　舆情数据的企业特征

对被举报钢铁企业进行细分，如图 6 所示。从生产流程看，长流程生产企业 226 家，舆情 1108 条，舆情总量占比 70.6%；短流程企业 39 家，舆情 462 条，占比 29.4%；从企业规模来看，大规模（>1000 万 t）钢铁企业 10 家，舆情 94 条，占比 6.0%；中等规模（100 万~1000 万 t）企业 169 家，舆情 719 条，占比 45.8%；小规模（<100 万 t）企业 86 家，舆情 757 条，占比 48.2%。可看出被公众举报的钢铁企业以长流程企业为主，这主要是因为目前我国钢铁生产仍以长流程转炉钢为主，短流程的电炉钢仅占 10%左右[6]，且本身电炉炼钢的环境影响较小，因此建议完善废钢的回收机制，提高电炉钢占比。被举报钢铁企业以中小规模为主，可能因为中小规模企业的技术水平和末端治理措施较为落后，污染物直接排放占比较大，建议大力推进钢铁行业供给侧结构性改革，推动优势企

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

业兼并重组，用先进产能置换落后产能。

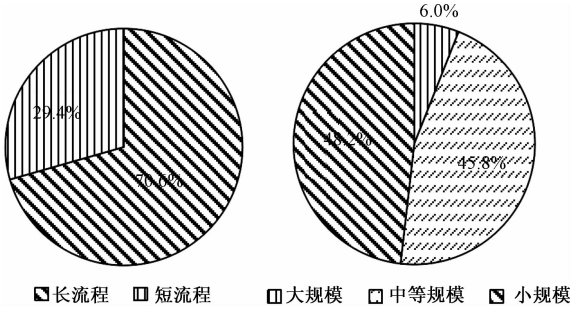


图 6　不同生产流程和规模钢铁企业的舆情占比

2.5　平均举报半径分析

钢铁企业平均举报半径逐渐减小如图 7 所示。2017—2020 年平均举报距离分别为 2.4，3.2，1.1，0.9 km。钢铁企业和举报人间距离为 0.4 ~ 66.7 km，中位数值为 1.9 km，其中在 3 km 以内的频次最高，占比 67.1%，表明在横向空间上，以钢铁企业为中心，半径约为 3 km 的范围内，人群举报的集中度最高。从不同生产规模角度来看，企业生产规模越大公众举报半径相应增大，以 2020 年的平均举报距离为参考，按规模从小、中、大递增举报半径均值分别为 0.7，1.7，2.3 km。所以，产能置换后具有规模优势的大型钢铁企业的空间布局需要发生转变，以减少大型钢铁企业的对居民的影响。钢铁产业布局应由资源依托型向沿海沿江型布局转变，沿海沿江型布局钢铁企业不但能够远离城市主城区，降低对居民的噪声影响，更能利用优越的港口资源降低钢铁企业外部物流成本，同时面临相对较轻的大气污染防治压力。

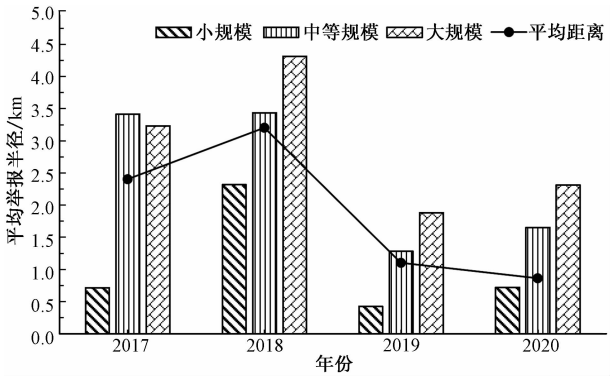


图 7　2017—2020 年中国钢铁企业平均举报距离年变化趋势

2.6　不确定性分析

本研究涉及的钢铁企业和舆情数据，对影响范围的结果产生一定的偏差：

1）舆情数据举报人坐标不确定性。本研究采用的舆情数据中，存在信息不全、举报人坐标定位不精准等信息误差。舆情数据中提供的举报位置，不一定具有时效性，尤其是通过网络和微信的方式提供的信息，存在一定的滞后，这可能是钢铁企业影响距离最大值达到 60 km 以上的主要原因。另外，通过电话举报渠道提供的举报人地理位置缺失较多，导致数据的时效性和代表性出现部分偏差。

2）钢铁企业坐标不确定性。本研究通过对舆情数据的分析，运用 Baidu Map 地址坐标识别技术（API）提取相应钢铁企业地理位置信息，企业的坐标点位具有一定的不确定性，尤其针对位于农村山区范围内的钢铁企业的地理位置产生偏差较大。

3）公众的举报意愿具有一定的差异性，可能受教育水平、收入水平、了解程度等多种因素影响。举报内容也有一定的主观性，舆情信息中可能会包含较多对污染源的模糊描述，这也是数据分析的要点。

3　结论及建议

本文通过对 2017—2020 年“12369”环保举报的全国钢铁企业环保舆情大数据进行挖掘和分析，得到如下主要结论：

1）“工业噪声”是最主要的公众举报原因，这是以往钢铁行业污染管控不够重视的因素，下一步应着重管控相关地区钢铁企业的噪声污染，可以从优化钢铁产业布局和重点生产设备的噪声控制 2 个方面着手。长流程企业烧结工序的的“粉尘”污染和焦化工序的“黑烟”排放也是公众举报的重要因素，建议重点提升钢铁烧结、焦化工序作业的规范性和末端治理技术的有效性。此外，钢铁企业的生产安全也会对环保舆情产生影响，这给环保舆情的管理以启发。

2）2017—2020 年被举报钢铁企业数量、舆情总量（剔除个别企业影响）和举报半径均逐年下降，钢铁行业超低排放改造和供给侧结构性改革成效显著；秋冬季舆情总量显著减少，秋冬季大气污染综合治理攻坚行动起到积极作用；舆情重点区域相对较少，但部分省份（如江苏）仍存在舆情突出的问题，有必要根据地方情况开展“一市一策”“一厂一策”的精细化和差别化管理。

3）中小规模钢铁企业被公众举报次数最多，大型钢铁企业公众举报较少；2020 年小、中、大规模钢铁企业举报半径均值分别为 0.7，1.7，2.3 km。具有规模优势的大型钢铁企业应由资源依托型向沿海沿

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

江型布局转变，一方面减轻环境的负面影响，一方面节约外部物流成本。

参考文献

[1] World Steel Association (WSA). Steel Statistical Yearbook 1990—2020 (World steel Association, 1990—2020) [EB/OL]. https://www. Worldsteel. org/steel-by-topic/statistics/steel-statistical-yearbook. html.

[2] 伯鑫. 我国钢铁企业大气污染影响研究 [M]. 北京: 中国环境出版集团, 2020: 2-11.

[3] 殷瑞钰. 冶金工序功能的演进和钢厂结构的优化 [J]. 金属学报, 1993(7): 51-77.

[4] 殷瑞钰, 蔡九菊. 钢厂生产流程与大气排放 [J]. 钢铁, 1999(5): 63-67.

[5] LONG Y, PAN J, FAROOQ S, et al. A sustainability assessment system for Chinesesteel enterprises [J]. Journal of Cleaner Production, 2016, 125: 133-144.

[6] 汤铃, 贾敏, 伯鑫, 等. 中国钢铁行业排放清单及大气环境影响研究 [J]. 中国环境科学, 2020, 40(4): 1493-1506.

[7] BERGLUND B, BERGLUND U, LINDVALL T. Measurement and control of annoyance. [J]. Developments in Toxicology and Environmental Science, 1987, 15(2): 29-36.

[8] STENLUND T, LIDEN E, ANDERSSON K. Annoyance and health symptoms and their influencing factors: a population-based air pollution intervention study [J]. Public Health, 2009, 123(4): 339-345.

[9] THOMAS M, METTE S, TOMMASO G, et al. Environmental stressors and cardio-metabolic disease: part Ⅱ-mechanistic insights [J]. European Heart Journal, 2016(8): 557-562.

[10] BABISCH W. The noise/stress concept, risk assessment and research needs [J]. Noise & Health, 2017, 4(3): 56-73.

[11] 马崇淇, 廖雅静, 秦真威, 等. 钢铁工人累积噪声暴露量对颈动脉内膜中膜厚度影响 [J]. 中国职业医学, 2019, 46(1): 50-54, 60.

[12] CHEN T, GOKHALE J, SHOFER S, et al. Outdoor air pollution: nitrogen dioxide, sulfur dioxide, and carbon monoxide health effects [J]. The American Journal of the Medical Sciences, 2007, 333(4): 1215-1226.

[13] PAZ C. Some consequences of ozone exposure on health [J]. Archives of Medical Research, 1997, 28(2): 36-45.

[14] 向晓东. 气溶胶科学技术基础 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2011: 113-232.

[15] 余才忠, 熊峰, 陈慧芳. 舆情民意与司法公正——网络环境下司法舆情的特点及应对 [J]. 法制与社会, 2011(12): 120-121.

[16] DENNIS K, THOMAS B. Greening the economy through voluntary private sector initiatives or government regulation? a public opinion perspective [J]. Environmental Science and Policy, 2021, 115(1): 61-70.

[17] 吕长明, 李跃. 雾霾舆论爆发下城市减排差异与大气污染联防联控 [J]. 经济地理, 2017, 37(1): 148-154.

[18] ZHANG S L, LI Y, HAO Y, et al. Does public opinion affect air quality? Evidence based on the monthly data of 109 prefecture-level cities in China [J]. Energy Policy, 2018, 116(3): 299-311.

[19] HUANG L, ZHOU Y, HAN Y T et al. Effect of the Fukushima nuclear accident on the risk perception of residents near a nuclear power plant in China [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2013, 110(49): 19742-19747.

[20] 王金水. 网络舆论与政府决策的内在逻辑 [J]. 中国人民大学学报, 2012, 26(3): 127-133.

[21] ZHOU Z P, ZHOU X N, QIAN L F. Online public opinion analysis on infrastructure megaprojects: toward an analytical framework [J]. Journal of Management in Engineering, 37(1): 365-387.

[22] CHA Y, STOW C A. Mining web-based data to assess public response to environmental events [J]. Environmental Pollution (Barking, Essex: 1987), 2015, 198(3): 97-99.

[23] LU Y L, WANG Y, ZUO J. Characteristics of public concern on haze in China and its relationship with air quality in urban areas [J]. Science of the Total Environment, 2018, 6: 637-638.

[24] 韦正峥, 王建生, 张淑杰, 等. 2013 年我国环境与健康事件网络舆情分析 [J]. 环境与健康杂志, 2014, 31(9): 825-827.

[25] 韦正峥, 张淑杰, 杨瑞星, 等. 2014 年我国环境与健康事件网络舆情分析 [J]. 环境与健康杂志, 2015, 32(5): 446-447.

[26] 韦正峥, 黄炳昭, 金笛, 等. 2015 年我国环境与健康网络舆情分析 [J]. 情报杂志, 2016, 35(6): 75-79, 69.

[27] 韦正峥, 金笛, 黄炳昭, 等. 2016 年我国环境与健康事件网络舆情分析 [J]. 环境与可持续发展, 2017, 42(2): 17-21.

[28] 韦正峥, 金笛, 黄炳昭, 等. 2018 年两会期间生态环保话题舆情分析 [J]. 环境与可持续发展, 2018, 43(5): 85-90.

[29] 生态环境部. 钢铁企业超低排放改造工作方案(征求意见稿) [EB/OL]. http://www. jsyj. org. cn/default. php? mod = article&do = detail&tid = 975883/2018-05-07.

[30] 生态环境部. 关于推进实施钢铁行业超低排放的意见 [EB/OL]. http://www. mee. gov. cn/xxgk2018/xxgk/xxgk03/201904/t20190429_701463. html/2019-04-28.

[31] 高劲松, 黄梅, 付家炜. 基于年度高频关键词的研究热点提取与可视化研究 [J]. 现代情报, 2020, 40(12): 130-139.

[32] 唐家渝, 刘知远, 孙茂松. 文本可视化研究综述 [J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2013, 25(3): 273-285.

[33] 李昌兵, 赵玲, 李晓光. 基于 TF-IDF 加权的卷积神经网络文本情感分类模型 [J/OL]. 重庆理工大学学报(自然科学): 1-6 [2021-05-15]. http://ifffgc1d129f57bb244a4hxp9wxv9nv9kb6pc5. fgfy. eds. tju. edu. cn/kcms/detail/50. 1205. T. 20210425. 1252. 002. html.

[34] 韩忠民. 知经纬度计算两点精确距离 [J]. 科技传播, 2011(11): 196, 174.

[35] 谢迪. 钢铁企业"异地搬迁"厂址选择影响因素分析 [J]. 冶金经济与管理, 2020(4): 7-9.

(下转第 459 页)

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

与识别系统，将监管精准提高了一个层级。

4.3.2 实习示例 2：刘祎（17120839）、张晓峰（18120796）、尚方剑（18125734）

在实习期间，实习人员每周一、三、五与项目小组其他成员开项目进展会沟通协商，其余工作时间独立完成分配工作，周末就完成效果与小组领导汇报并进一步完善。主要工作内容如下：

1）泥头车配件状态分析。

根据车辆 GPS 报文数据，结合实际的业务场景，分析泥头车数据的可用性；主要分析的数据字段涉及载重、厢体开闭、举升状态。

效果：清理出车载设备存在故障的泥头车，提高泥头车 GPS 数据可用性。

2）台账与运单节点匹配情况分析。

为了分析电子联单的准确性，需要采取将人工台账与运单节点信息相对照的方式，来判断哪些电子联单是有效的；针对匹配不上的人工台账，分析产生原因。

效果：提供同规格可靠的人工台账信息，分析和完善目前运单系统中存在的问题。

3）电子运单工地评分权重计算。

为了给运单节点制定科学有效的评分策略，需要辅助完善计分过程中每个得分规则，并对每一项得分细目安排分值权重。根据实际业务场景，与项目小组其他成员一起罗列各种得分规则条目，这部分数据量约为 120 万条/日。

效果：通过 2 种方式比较提供可靠的评分模型来对车辆是否进入电子围栏进行判断。

安全研究院作为建筑垃圾智能管控行业先锋，对培养我校相关专业的学生可起到非常良好的促进作用。目前部分实习学生经过安全研究院培养基地的相关培训已经完成学业，步入自己的职业生涯。

参考文献

[1] 吴次芳，鲍海君. 土地资源安全研究的理论与方法[M]. 北京：气象出版社，2004.

[2] 赵起越，李令军，张立坤，等. 建筑垃圾的危害、监测及管理[J]. 环境保护与循环经济，2019(7)：75-80.

[3] 王若飞，张广智，王宁，等. 施工建筑垃圾相关标准和专利分析[J]. 环境工程，2020，38(3)：30-35.

[4] 周红康. 双导师制：创新型研究生培养的新机制[J]. 江苏高教，2006(5)：91-93.

[5] 杜静，丁忠. 应用型研究生培养实践中的双导师制探索[J]. 高等农业教育，2011(6)：78-80.

[6] 楼岱，张广智，任福民，等. 基于地下管廊施工建筑垃圾产生特征的定量预测模型的建立[J]. 环境工程，2020，38(3)：9-14，38.

[7] 陈蕊，杨凯，肖为，等. 工程渣土的资源化处理处置分析[J]. 环境工程，2020，38(3)：22-26.

[8] 任福民，黄定仪，杨月芳，等. 铁路运输业碳排放的评定方法[J]. 北京交通大学学报(自然科学版)，2015.

[9] 任福民，郭鑫楠，梁锐，等. 铁路建设生命周期二氧化碳排放评价[J]. 北京交通大学学报，2013，37(1)：115-119.

[10] 任福民，高明，陶若虹，等. 铁路复合垃圾衍生燃料(C-RDF)的燃烧特性研究[J]. 北京交通大学学报，2012，36(4)：72-75.

[11] 丁宇晶，陈红路，莫蕾，等. 浅谈建筑垃圾的污染防治和资源化利用[C]//2012 中国环境科学学会学术年会论文集(第三卷). 2012.

[12] 李美蓉，谢瑞强，江燕航，等. 建筑垃圾的资源化利用是保护生态的有效途径[J]. 新疆环境保护，2006，28(3)：40-43.

[13] 周祖禹. 深圳市建筑工地智慧监管平台的建设与实践[D].

[14] 王恒俭，张庆生，康庆，等. 一种危险废物转移电子联单管理系统及方法：，2017.

[15] 李小卉. 城市建筑垃圾分类及治理研究[J]. 环境卫生工程，2011，19(4)：61-62.

(上接第 432 页)

[36] 杨智伟，金勇. 钢铁企业噪声污染控制实践[J]. 中国金属通报，2020(7)：31-39.

[37] 邢奕，张文伯，苏伟，等. 中国钢铁行业超低排放之路[J]. 工程科学学报，2021，43(1)：1-9.

[38] 江苏省环保厅. 关于开展全省非电行业氮氧化物深度减排的通知[EB/OL]. http://hbt.jiangsu.gov.cn/art/2017/6/14/art_1581_6691922.html，2017-06-14.

[39] 河北省政府办公厅. 河北省人民政府关于印发河北省打赢蓝天保卫战三年行动方案的通知[EB/OL]. http://info.hebei.gov.cn/eportal/ui?pageId=6778557&articleKey=6806185&columnId=329982，2018-08-23.

[40] 河南省人民政府办公厅. 河南省人民政府办公厅关于印发河南省 2018 年大气污染防治攻坚战实施方案的通知[EB/OL]. https://www.henan.gov.cn/2018/02-23/249520.html，2018-02-06.

[41] 国务院. 国务院关于印发打赢蓝天保卫战三年行动计划的通知[R]. 北京：国务院，2018.

[42] 汤铃，薛晓达，伯鑫. 中国钢铁行业大气环境影响[J]. 环境科学，2020，41(7)：2981-2994.

[43] YANG T，GBAGUIDI A，YAN P Z，et al. Model elucidating the sources and formation mechanisms of severe haze pollution over Northeast mega-city cluster in China[J]. Environmental Pollution，2017，230(11)：692-700.

[44] 生态环境部. 京津冀及周边地区 2018—2019 年秋冬季大气污染综合治理攻坚行动方案[EB/OL]. http://www.mee.gov.cn/gkml/sthjbgw/sthjbwj/201809/W020180927352408273675.pdf.

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net