

# 工业品质量安全隐患指标体系和分级方法研究

卜剑楠<sup>1</sup> 杨 畅<sup>2</sup> 王岩峰<sup>1</sup> 彭 琴<sup>1\*</sup>

(1.中国标准化研究院; 2.国家管网集团西南管道有限责任公司)

**摘要:**本文以市场监管部门重点关注的工业品为研究对象,从工业品质量安全相关的监督抽查、专项检查、舆情监测、生产企业等风险要素出发,利用均方差法、归一化处理、聚类分析等统计方法,对构建工业品质量安全隐患指标体系和隐患分级方法进行了探索,并实际应用到电线电缆产品上,为工业品质量安全分级监管提供参考。

**关键词:**工业品,隐患,指标体系,分级,质量安全

DOI编码: 10.3969/j.issn.1674-5698.2023.01.017

## Research on Index System and Classification Method of Hidden Danger of Industrial Product Quality and Safety

BU Jian-nan<sup>1</sup> YANG Yang<sup>2</sup> WANG Yan-feng<sup>1</sup> PENG Qin<sup>1\*</sup>

(1. China National Institute of Standardization; 2. National Pipe Network Group Southwest Pipeline Co., Ltd.)

**Abstract:** This paper takes the industrial products as the research object, which are the focus of the market supervision department. Based on the quality and safety of industrial products related to the supervision and spot check, special inspection, public opinion monitoring, manufacturing enterprise and other risk factors, by means of statistical methods such as mean square difference, normalization, and cluster analysis, etc., this paper explores the construction of hidden danger index system and the hidden danger classification method for industrial product quality and safety, and applies them to wire and cable products, providing reference for classified supervision of industrial product quality and safety.

**Keywords:** industrial products, hidden danger, index system, classification, quality and safety

## 1 引言

工业品是指购买以后用于加工生产或企业经营的产品,即根据产品的购买目的来区分工业品和消

费品,工业品的产品质量安全虽不如消费品那么引人关注,但是其质量安全出现问题,往往会造成较大的经济损失甚至人员伤亡,不容小觑。了解工业品质量安全隐患,除了实地进行隐患排查,还可以通

**基金项目:** 本文受中央基本业务费项目“基于知识图谱的典型工业产品质量安全识别的研究”(项目编号:262020Y-7506)资助。

**作者简介:** 卜剑楠,硕士,从事工业产品质量安全标准化理论与应用技术研究、工业产品质量安全数据统计方法研究。

杨畅,工程师,从事油气管道智能工地、油气管道标准化理论与应用技术研究。

王岩峰,博士,高级工程师,从事工业产品质量安全标准化理论与应用技术研究。

彭琴,通讯作者,高级工程师,从事工业产品质量安全标准化理论与应用技术研究、工业产品质量安全监管信息化技术研究。

过现有的隐患指标进行推测,当然,某个隐患指标不足以反映总体概貌,需要同时使用多个相关又独立的指标,这多个指标所构成的统一整体,即为指标体系<sup>[1]</sup>。指标体系一般为量化的数据,不便于直接进行监督管理,若进一步进行隐患分级,针对不同等级产生的危害程度和影响范围,采用分级监管方式,可以在监管人力、财力有限的情况下,更有效地发挥监管作用,消除工业品质量安全隐患。

## 2 研究现状

国内外学者对于工业品质量安全隐患指标体系的研究较少,多是针对某类特定产品或特点指标进行研究。如:冷洁<sup>[2]</sup>等基于质量新闻分析重点工业品的质量风险情况;徐一<sup>[3]</sup>等基于多元回归方法,针对出口类工业品的质量安全水平监测评价体系进行研究。在隐患分级方面,国内外主要是从危险源的角度理解隐患,侧重于风险管理<sup>[4]</sup>和安全生产的角度提出隐患分级方法,针对工业品隐患分级方法的研究寥寥无几。

现有研究为工业品质量安全隐患指标体系的建立和分级方法提供了重要思路,但多数停留在理论研究层面,也没有形成统一全面的论述,对工业品质量监管和提升的意义不大。本文提出一套规范可拓展至各类工业品的隐患指标体系和分级方法,从区域维度识别区域性风险隐患,同时结合实际数据给出应用示例,直观、有效地为工业品质量监管工作提供参考。

## 3 工业品质量安全隐患指标体系构建

本文研究对象为市场监管部门重点纳入监管的、对生产生活产生较大影响的工业品,其质量安全相关的指标繁复庞杂,全部纳入研究耗时耗力,且较多指标数据不便于获取,需要对各类指标进行抽丝剥茧,精选出具有分析价值的隐患指标体系。本研究基于系统性、典型性、可获取、可量化等指标选取原则,从政府工业品监管过程中产生的质量安全数据出发,辅以网络舆情信息,提取出有实际应用价值的指标数据,构建反映工业品区域性质量安全隐

患的数据指标体系。构建指标体系过程包括指标选取、数据清洗、建立指标体系等步骤。

### 3.1 指标选取

基于工业品监督抽查、专项检查、舆情监测、生产企业等风险因素和映射因素,梳理、提取出较好反映工业品质量安全隐患的统计指标,形成工业品质量安全隐患指标集合。

**监督抽查:** 市场监管部门为了监督管理产品质量,依法对产品有计划地进行随机抽样、检验,并将监督抽查结果向社会公布<sup>[5]</sup>。国家和各地方市场监管部门每年都会对重要工业品进行监督抽查,产生大量国抽、地抽数据,从中可提取出批次不合格发现率、移送和拒检批次占比等质量安全隐患指标。

**专项检查:** 为化解工业品产品质量安全存量风险,市场监管部门定期深入工业品生产企业、销售企业,针对证照信息、生产设备、进货验收等质量环节开展专项检查,排查企业是否存在质量安全隐患,从中可梳理出发现问题占比、问题企业处置进度、重点企业排查进度等质量安全隐患指标。

**网络舆情:** 随着互联网和各类社交媒体的发展,公众惯以信息化的方式发表各自看法,某些热点、焦点问题的探讨产生的影响力越来越强,重点工业品的网络舆情中往往蕴含该产品质量相关的信息,是了解该产品质量安全的重要参考。本文采用人机结合的方式,收集工业品质量安全相关的舆情信息并进行风险分级,量化提取出网络舆情相关的质量安全隐患指标。

**生产企业:** 各工业品在各个地区的生产企业分布往往不均匀,各区域的监管力度应与企业分布相关,集中产区需要侧重关注,本文将各省生产企业占比作为权重,用于对各区域的隐患指标进行加权计算。

### 3.2 数据清洗

针对基础指标集合中的各类数据,通过异常数据处理、垃圾信息过滤、数据量化等技术,对指标进行预处理。

**异常数据处理:** 因可获取的数据量有限,一些隐患指标中存在自然异常值,如:监督抽查中部分产品在某些省份仅抽查1个批次,那么这个数据不具有统计学意义,视为异常值。结合业务实际,本研究采用的异常值处理方法为均值替代的方式。

**垃圾信息过滤:** 目前智能化的舆情采集方法为关键词检索,但收集的网络舆情中常常含有垃圾信息,如:根据关键词电缆、起火查询电线电缆产品的舆情,会包含电缆着火试验、安全防范宣传等无效舆情,这些信息需要过滤。因场景复杂,利用过滤算法得出的结果很难符合预期,本研究中采用专业人员人工过滤垃圾信息的方式,得到有效可用的舆情信息。

**数据量化:** 网络舆情信息属于非结构化的数据,无法直接作为隐患指标,本研究中对舆情信息进行区域信息提取和风险分级,量化得出网络舆情隐患指标。其中,区域信息采用关键词匹配的方式进行提取;风险分级采用德尔菲法进行分级,即专家们综合考虑人员伤亡、经济损失、传播力、敏感度等风险要素进行打分,根据得分结果判定各舆情的风险等级,进而计算出各区域各级风险舆情数和生产企业数比值,得到量化的网络舆情隐患指标。

### 3.3 建立指标体系

考虑到指标数值与风险隐患的正负相关性要保持统一,最终建立的工业品质量安全隐患指标体系见表1。

表1 工业品质量安全隐患指标体系

序号	数据来源	指标名称	备注
1	监督抽查	国抽流通领域不合格发现率	
2		国抽生产领域不合格发现率	
3		地抽流通领域不合格发现率	
4		地抽生产领域不合格发现率	
5		外省抽查流通领域不合格发现率	
6		移送和拒检批次占比	
7	专项检查	生产企业检查进度落后情况	
8		重点企业检查进度落后情况	重点企业指抽查出现过不合格的企业
9		流通领域问题企业占比	
10		生产领域问题企业占比	
11		流通领域问题个数占比	
12		生产领域问题个数占比	
13		问题企业处置进度落后情况	
14	网络舆情	高风险舆情与生产企业数比值	区域信息提取、风险分级后计算得出
15		中风险舆情与生产企业数比值	
16		低风险舆情与生产企业数比值	
17	生产企业	生产企业占比	作为权重指标

## 4 工业品质量安全隐患分级方法研究

隐患指标体系建立后,运用德尔菲法、均方差法、归一化处理、聚类分析等统计手段,通过确定权重、构建量化模型,逐步实现隐患分级。

### 4.1 确定权重

确定指标权重的方法有主观赋值法和客观赋值法两大类。主观赋值法主要由评估者根据经验判断各指标的权重,如:德尔菲法、主观加权法、层次分析法等,该方法客观性较差,但可解释性强。客观赋值法由数据指标在被测评过程中的实际数据确定权重,如:主成分分析法、熵值法、均方差法等,该方法精度较高,但容易与实际情况相悖,解释性较差。

为客观、准确、贴合实际地确定权重,本研究中将主、客观赋值方法结合起来,采用德尔菲法(即专家打分方法)和均方差法分别确定权重值,对权重值加权得到各类指标的权重,继而依据该权重得到初步的隐患分级结果。一段时间后,根据质量安全事件发生情况、质量专项排查结果等新产生的数据,校核隐患分级结果是否贴合实际,如有明显不符重新调节各指标的权重,动态拟合出高精度、强有效的指标权重。流程如图1所示。

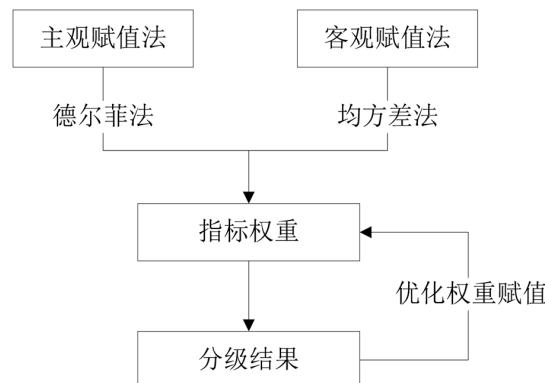


图1 指标权重确定流程

### 4.2 构建量化模型

用变量  $x_{ij}$  表示各省各类隐患指标,其中下标  $i$  ( $i=1,2 \cdots 31$ ) 表示我国境内 31 个省(区、市),  $j$  ( $j=1,2 \cdots 17$ ) 表示表1中列出的 17 类隐患指标。量化模型构建步骤如下。

(1) 计算各地区各类指标风险值。将表1中第17个指标生产企业占比作为权重指标,计算出各省各

类隐患指标 $x_{ij}$  ( $i=1,2\cdots 31$ ;  $j=1,2\cdots 16$ ) 的风险值(用 $\delta_{ij}$ 表示), 计算公式如下:

$$\delta_{ij} = x_{ij} \times \frac{x_{i17}}{\sum_{i=1}^{31} x_{i17}}$$

(2) 归一化处理。各类隐患指标风险值的量纲存在差异, 故而进行归一化处理。用 $\delta_j$ 表示31个省份第j个隐患指标组成的数组, 即 $\delta_j = [\delta_{1j}, \delta_{2j} \cdots \delta_{31j}]$ , 用 $\delta'_{ij}$ 表示 $\delta_{ij}$ 归一化后的结果, 计算公式如下:

$$\delta'_{ij} = \frac{\delta_{ij} - \min(\delta_j)}{\max(\delta_j) - \min(\delta_j)}$$

(3) 加权计算综合风险值。对归一化后的隐患指标风险值进行加权计算, 得出各省的综合风险值(用 $\gamma_i$ 表示), 用 $w_j$ 表示第j个指标对应的权重, 计算公式如下:

$$\gamma_i = \sum_{j=1}^{16} w_j \delta'_{ij}$$

### 4.3 隐患分级

利用统计学中的聚类分析方法, 对本文4.2中计算出的各省综合风险值进行聚类, 进而实现隐患分级。本研究采用K-means均值聚类方法, 将聚类中心设置为4个, 通过SPSS统计工具, 运行得出各省聚类结果。根据聚类中心数值大小, 将4类区域定义为高风险区域、较高风险区域、中风险区域、低风险区域, 对不同区域可采用不同的监管手段, 实现各区域工业品质量安全隐患分级。

## 5 电线电缆隐患指标体系和分级方法

本研究选取市场监管部门重点关注的电线电缆产品作为示例, 按照本文第4部分中的步骤, 计算出各省各类隐患指标相关数据, 建立电线电缆产品的质量安全隐患指标体系。因涉及数据较多, 本文仅列

出部分省份部分隐患指标相关数据(见表2)。

根据本文4.1中描述方法, 采用德尔菲法、均方差法分别计算出两类权重值, 对这两类权重值再通过德尔菲法设置权重(德尔菲法权重0.7, 均方差法权重0.3), 初步确定出电线电缆产品各类隐患指标的权重数据(见表3)。

表3 电线电缆产品各类隐患指标权重

序号	变量	指标名称	德尔菲法权重	均方差法权重	综合权重
1	$x_{i1}$	国抽流通领域不合格发现率	0.07	0.088	0.0754
2	$x_{i2}$	国抽生产领域不合格发现率	0.08	0.024	0.0632
3	$x_{i3}$	地抽流通领域不合格发现率	0.05	0.102	0.0656
4	$x_{i4}$	地抽生产领域不合格发现率	0.05	0.044	0.0482
5	$x_{i5}$	外省抽查流通领域不合格发现率	0.08	0.024	0.0632
6	$x_{i6}$	移送和拒检批次占比	0.07	0.002	0.0496
7	$x_{i7}$	生产企业检查进度落后情况	0.07	0.247	0.1231
8	$x_{i8}$	重点企业检查进度落后情况	0.06	0.167	0.0921
9	$x_{i9}$	流通领域问题企业占比	0.07	0.029	0.0577
10	$x_{i10}$	生产领域问题企业占比	0.07	0.036	0.0598
11	$x_{i11}$	流通领域问题个数占比	0.07	0.014	0.0532
12	$x_{i12}$	生产领域问题个数占比	0.07	0.003	0.0499
13	$x_{i13}$	问题企业处置进度落后情况	0.07	0.195	0.1075
14	$x_{i14}$	高风险舆情与生产企业数比值	0.06	0.002	0.0426
15	$x_{i15}$	中风险舆情与生产企业数比值	0.04	0.017	0.0331
16	$x_{i16}$	低风险舆情与生产企业数比值	0.02	0.006	0.0158

表2 部分省份部分隐患指标数据

省份	国抽流通领域不合格发现率 $x_{i1}$	国抽生产领域不合格发现率 $x_{i2}$	生产企业检查进度落后情况 $x_{i7}$	流通领域问题企业占比 $x_{i9}$	问题企业处置进度落后情况 $x_{i13}$
北京	0.0%	7.7%	25.0%	15.2%	0.0%
天津	0.0%	1.3%	35.1%	2.3%	5.3%
河北	18.5%	2.0%	27.5%	4.7%	3.5%
山西	42.9%	0.0%	10.0%	4.6%	0.0%
吉林	0.0%	0.0%	37.1%	5.9%	0.0%
上海	7.7%	2.3%	30.3%	9.8%	16.7%
江苏	0.0%	4.4%	49.8%	6.9%	44.8%
浙江	5.0%	2.5%	62.6%	2.4%	3.3%
安徽	20.0%	3.2%	9.7%	10.7%	2.9%

基于表3中的权重,按照本文4.2中步骤,计算出各省的综合风险值。继而依据4.3中提及方法,利用SPSS工具对各省综合风险值进行聚类分析,得出最终聚类中心(见表4)。

表4 各分类聚类中心

	聚类			
	1	2	3	4
聚类中心	.63053	.04472	.18601	.36031

根据聚类中心数值大小,得出各省隐患分级结果,经专家确认,分级结果较符合各省电线电缆产品质量安全情况,权重设置较为合理,基本实现了电线电缆产品的隐患分级,结果见表5。

## 6 结语

本文围绕监督抽查、专项检查、舆情监测、生产企业等典型风险要素,对构建工业品质量安全隐患指标体系和隐患分级方法进行了探索,并实际应用到电线电缆产品上,分级结果与实际情况较为贴合,具有一定的参考价值。但是工业品质量安全相关的隐患指标种类繁多,不同工业品之间存在个体差异,还有待建立出更加全面可靠的隐患指标体系和分级方法,更有效地支撑工业品质量安全监管工作。

表5 电线电缆产品各省隐患分级结果

省份	综合风险值	聚类结果	隐患分级结果
广东省	0.69434	1	高风险区域
河北省	0.63008	1	高风险区域
江苏省	0.56718	1	高风险区域
浙江省	0.36031	4	较高风险区域
河南省	0.26039	3	中风险区域
山东省	0.24954	3	中风险区域
安徽省	0.15560	3	中风险区域
辽宁省	0.15371	3	中风险区域
江西省	0.14880	3	中风险区域
四川省	0.14802	3	中风险区域
云南省	0.09755	2	低风险区域
陕西省	0.08767	2	低风险区域
新疆维吾尔自治区	0.07916	2	低风险区域
上海市	0.07521	2	低风险区域
湖南省	0.07220	2	低风险区域
湖北省	0.06807	2	低风险区域
福建省	0.06763	2	低风险区域
天津市	0.05076	2	低风险区域
重庆市	0.04817	2	低风险区域
广西壮族自治区	0.04780	2	低风险区域
吉林省	0.04484	2	低风险区域
山西省	0.04000	2	低风险区域
黑龙江省	0.03672	2	低风险区域
贵州省	0.02636	2	低风险区域
宁夏回族自治区	0.02332	2	低风险区域
内蒙古自治区	0.02176	2	低风险区域
北京市	0.01403	2	低风险区域
青海省	0.01331	2	低风险区域
甘肃省	0.01302	2	低风险区域
海南省	0.00833	2	低风险区域
西藏自治区	0.00313	2	低风险区域

## 参考文献

- [1] 陈建宏.统计学基础[M].北京:北京理工大学出版社,2013.
- [2] 冷洁,唐锡晋,闫志华,等.基于质量新闻的工业品质量风险分析[J].系统科学与数学,2021,41(12):3405-3421.
- [3] 徐一,宋晓峰.基于多元回归分析的出口工业品质量安全水平监测评价体系研究[J].求实,2013(S2):130-133.
- [4] 刘升福.企业战略风险管理理论综述[J].现代管理科学,2003(12):31-32+23.
- [5] 谢波,杨旸,王岩峰.工业产品的质量要素作用机理初探[J].标准科学,2022(03):100-103+112.
- [6] 陈浩平.基于舆情分析的信息安全质量风险监测研究[D].北京:北京邮电大学,2019.
- [7] 万娟秀,蒋建平,管庆玲.制造业产业链高质量发展评价指标体系构建初探[J].中国标准化,2022(15):50-53+71.
- [8] 刘欣欣,孙良泉,全锡良.基于政府监管角度的消费品质量评价体系研究[J].标准科学,2020(12):157-160.
- [9] 岳高峰,李果,夏培松.农机安全隐患因素分析和排查指标体系研究[J].农机质量与监督,2022(05):31-32.
- [10] 卓德保,陈良猷.质量评价及其模型研究[J].北京航空航天大学学报(社会科学版),2000(04):14-16+55.
- [11] 蒋家东,李相稹,郑立伟.国家质量基础设施研究综述[J].工业工程与管理,2019,24(2):8.