

文章编号:1008-1534(2021)02-0085-06

# 工贸企业危险化学品使用安全现状探析

刘韦光<sup>1,2</sup>, 梁峻<sup>1,2</sup>, 欧阳刚<sup>1,2</sup>, 叶亚明<sup>1,2</sup>, 刘柏清<sup>1,2</sup>

(1. 广州特种机电设备检测研究院, 广东广州 510760; 2. 国家防爆设备质量监督检验中心(广东), 广东广州 510760)

**摘要:**为进一步加强危险化学品使用环节的规范化,对广东省 M 市工贸企业危险化学品的使用情况进行了广泛调研,并选取 141 家重点企业作为研究对象,利用大数据和粗糙集的约简功能,分别确定一级安全指标(安全资料、储存场所、使用场所)的 18 项二级安全指标的权重,并据此对使用危险化学品的工贸企业进行事故隐患分析。结果表明:工贸企业危险化学品使用过程中应将风险管理重点放到物理危险的管控上,其中易燃液体、加压气体、金属腐蚀物、易燃气体、氧化性液体的总占比达到 91.6%,普遍具有火灾、爆炸、腐蚀等风险;权重结果显示,安全资料方面没有显著问题存在,储存场所中安全警示标志和仓储管理问题较突出,使用场所中需重点整治安全警示标志、防火间距、防雷与静电的问题。研究结果对工贸企业构建覆盖危险化学品使用的安全风险管控长效机制具有指导意义。

**关键词:**工业灾害控制;工贸企业;危险化学品使用;粗糙集;安全预防控制体系

中图分类号:TQ0 文献标识码:A DOI: 10.7535/hbgykj.2021yx02002

## Analysis on safety situation of the use of hazardous chemicals in industrial and commercial enterprises

LIU Weiguang<sup>1,2</sup>, LIANG Jun<sup>1,2</sup>, OUYANG Gang<sup>1,2</sup>, YE Yaming<sup>1,2</sup>, LIU Boqing<sup>1,2</sup>

(1. Guangzhou Academy of Special Equipment Inspection & Testing, Guangzhou, Guangdong 510760, China; 2. China National Quality Supervision and Testing Center of Explosion-proof Equipment (Guangdong), Guangzhou, Guangdong 510760, China)

**Abstract:** In order to enhance the normalization of the use of hazardous chemicals, an extensive investigation on the use of hazardous chemicals in industrial and commercial enterprises of M city in Guangdong province was carried out, and 141 key enterprises were selected as the research objects. The weight of 18 secondary safety indicators under the first class safety indexes such as safety data, storage places and usage areas, were determined respectively by using big data and reduction function of rough set. Then the potential accidents of the use of hazardous chemicals in industrial and commercial enterprises were analyzed based on the weights. The results show that risks management should focus on the control of physical hazards during the using of hazardous chemicals in industrial and commercial enterprises, and the total proportion of flammable liquid, pressurized gas, metal corrosion, flammable gases and oxidizing liquids can reach to 91.6% in physical hazards, which generally has the risk of

收稿日期:2020-06-02;修回日期:2020-11-30;责任编辑:王海云

第一作者简介:刘韦光(1987—),男,江西吉安人,工程师,硕士,主要从事防爆设备认证和化学品检测评估方面的工作。

E-mail: whLiu163co@163.com

刘韦光,梁峻,欧阳刚,等. 工贸企业危险化学品使用安全现状探析[J]. 河北工业科技, 2021, 38(2): 85-90.

LIU Weiguang, LIANG Jun, OUYANG Gang, et al. Analysis on safety situation of the use of hazardous chemicals in industrial and commercial enterprises[J]. Hebei Journal of Industrial Science and Technology, 2021, 38(2): 85-90.

fire, explosion and corrosion; The weight results show that there is no significant problem in safety data, the problems of safety warning signs and storage management were prominent in storage places, and the problems of safety warning signs, fire prevention distance, lightning protection and static electricity should be focused on governing in usage areas. The research is of guiding significance to the construction of the long-term mechanism of safety risk control in the use of hazardous chemicals for industrial and commercial enterprises.

**Keywords:** industrial disaster control; industrial and commercial enterprises; use of hazardous chemicals; rough set; safety prevention and control system

近30年,中国使用危险化学品的行业在发展的同时,逐步实现了与国际标准体系的同步,法律法规日臻完善,危险化学品使用的安全状况得到根本好转<sup>[1-3]</sup>。从安全生产角度来看,目前中国使用危险化学品的企业数量巨大,涉及的危险化学品种类繁多复杂;企业主体、监管单位、研究学者等<sup>[4-8]</sup>普遍将关注重点聚焦在危险化学品的生产、储存、经营、运输环节,但仅仅局限于法律法规、安全制度的“外形”,对于危险化学品的使用监管、技术整改往往难以真实有效落地。2020-04-02 应急管理部对《关于全面加强危险化学品安全生产工作的意见》的宣讲公开资料显示,近年来,中国化工事故起数和死亡人数逐年下降,但重特大事故处于历史高位;2019年中国发生危险化学品事故164起,死亡274人。危险化学品的使用环节发生的事故严重冲击着工业企业的健康发展,它不仅关系着危险化学品行业的安全生产,更是对使用危险化学品的众多工贸企业的安全具有重要影响。随着中国危险化学品安全生产水平的不断提高,应对危险化学品的安全使用更加高度重视,真正实现危险化学品的生产、储存、使用、经营、运输的全链条、全方位、全领域的安全。

笔者选取广东省M市141家工贸重点企业,进行危险化学品使用安全状况的调查与分析,明确需重点整治的问题,为构建企业安全风险管控长效机制提供借鉴。

## 1 工贸企业危险化学品使用概况

1)涉及的行业多、企业多 工贸的八大行业包括冶金、有色、建材、机械、轻工、纺织、烟草、商贸等,危险化学品作为原料、燃料、添加剂、辅助用品而被广泛使用,且成为工贸企业正常生产的必需品。以广东省M市为例,720家危险化学品使用企业涉及八大行业,按数量占比降序排列依次为轻工(57.7%)、机械(20.7%)、纺织(7.2%)、冶金(5%)、建材(4.1%)、商贸(3.9%)、有色(1.4%)、烟草(0%,1家)。根据数量分析,危险化学品使用企业与行业主体体量存在一定正相关,例如轻工企业在M市八大行业中占比最多,其中使用危险化学品的企业数

量占比也最多;同时与企业属性存在直接关系,如冶金、有色、烟草企业虽然数量少,但全部使用危险化学品,轻工、机械、纺织行业使用危险化学品的企业数量占本行业份额很大。

2)危险化学品种类多 化学品种类成千上万,五花八门,从原料、中间产品、成品等各个生产环节均能产生成分、属性、种类不同的化学品,其中危险化学品更是被广泛使用,这就造成工贸企业存在使用危险化学品种类繁多、成分复杂、属性不清等现象。从安全生产角度,化学品按照物理危险可分为16大类,工贸企业涉及使用的危险化学品覆盖了这16类中的大部分。

3)从业人员多 工贸企业中危险化学品从业人员多的特点体现在两方面:一是行业企业数量大、种类多,涉及使用人员多;二是工贸企业危险化学品外委作业多。纵观目前工贸企业的危险化学品从业人员情况,普遍存在从业人员数量大、专业水平不高且差异化大,外委作业人员疏于管理等现象和问题。

4)事故隐患复杂 工贸企业涉及使用的危险化学品覆盖了16类物理危险的大部分,每一种类型的危险化学品都具有特有的危险属性,其相关的理化特性、储存与使用安全条件千差万别,可能引发的安全事故类型及相应的应急处置措施也各不相同,如:火灾、爆炸(物理爆炸、化学爆炸)、中毒、腐蚀、窒息。

5)受生产、经营影响大 危险化学品使用位于生产、运输、经营的后端,受前端各环节的影响很大,体现在:①危险化学品生产企业未按要求编制安全技术说明书,粘贴安全标签,流转 to 使用环节时隐患仍然存在,隐患主体责任的承担方发生变化;②使用环节涉及人员对危险化学品种类的熟悉程度存在理解偏差,受前端环节错误信息的误导显著;③生产、经营环节产品质量、科技水平、技术机密等重要因素直接决定危险化学品的品质与安全属性。

## 2 工贸重点企业安全风险分析

### 2.1 安全风险现状分析

根据《涉及危险化学品安全风险的行业品种目

录》分析,发现工贸企业使用危险化学品的主要安全风险为火灾、爆炸、中毒、腐蚀、窒息,涉及物理危险、健康危害、环境危害 3 类,其中物理危险是指化学品本身具有的爆炸、易燃、氧化性、腐蚀性等特性,这些特性在一定条件下将危险特性转变成危害因素导致事故发生。从安全生产角度来看,直接决定安全生产风险,成为安全生产的重点研究对象。为充分了解工贸企业使用危险化学品的风险状况,在 M 市选取了 141 家工贸重点企业(覆盖八大行业),对使用危险化学品进行系统调查、安全检查、隐患整改指

导,统计结果见表 1。调查研究发现,工贸企业实际使用危险化学品的物理危险、健康危害、环境危害分别占比为 89.1%,9.4%,1.5%,这也说明工贸企业使用危险化学品的风险管理重点应放在物理危险方面;在物理危险的 16 项中,易燃液体、加压气体、金属腐蚀物、易燃气体、氧化性液体这五类危险化学品居多,总占比达到 91.6%,分别占比为 37.1%,17.7%,15.6%,11.8%,9.3%,其体现的风险状况与《涉及危险化学品安全风险的行业品种目录》发布的风险类型相佐证。

表 1 141 家工贸企业危险化学品分类统计

Tab.1 Classified results of hazardous chemicals of 141 industrial and commercial enterprises

危险化学品类别	涉及企业数量/家	种类示例
爆炸物	0	—
易燃气体	28	LNG、丁烷、天然气、乙炔、LPG、氢气、丙烷
气溶胶	0	—
加压气体	42	LNG、液化氮气、液氨、氟气、氢气、乙炔、液氧
氧化性气体	8	氧气
易燃液体	88	苯、油漆、天那水、甲基丙烯酸甲酯、甲醇、丙酮
易燃固体	7	涂料、硫磺、粉末涂料
自反应物质和混合物	0	—
自燃液体	0	—
自燃固体	1	连二亚硫酸钠(保险粉)
自热物质和混合物	0	—
遇水放出易燃气体的物质和混合物	0	—
氧化性液体	22	浓硫酸、硝酸、双氧水
氧化性固体	2	过硫酸钠、三氧化铬、重铬酸钠
有机过氧化物	2	过氧化氢异丙苯、叔丁基过氧化氢
金属腐蚀物	37	氢氟酸、硝酸、硫酸、氢氧化钠、蚀刻液、碱洗液
健康危害	—	25 液氨、苯、丙酮、二氯甲烷、甲苯、氰化钠
环境危害	—	4 苯酚磺酸、除油剂、白电油、丙烯酸-2-羟基乙酯

注:①本次分析结果重点研究安全生产风险,体现在物理危险方面,只对物理危险进行了细分(16项);②一家企业可能涉及不止一种危险化学品的危害,如一家企业同时使用油漆、乙炔,则涉及易燃气体、易燃液体 2 种危害;③同一种危险化学品可能同时具有物理危险、健康危害(与/或环境危害)多种危害类型,如苯同时具有物理危险(易燃液体)和健康危害 2 种危害类型。

## 2.2 安全隐患分析

### 2.2.1 安全指标体系

工贸企业使用危险化学品的事故隐患与危险化学品的使用过程有关,根据现场检查发现主要包括安全资料、储存场所、使用场所(一级指标)3 个方面。为全面分析工贸企业使用危险化学品主要事故隐患状况,选取 M 市的 141 家使用危险化学品的重点企业作为研究对象,依据《危险化学品安全管理条例》《常用化学危险品贮存通则》等法规、标准和规

范,列举了 18 条重点安全指标(二级指标,见图 1),对企业进行二级指标现场检查后分析结果见图 2。根据图 2,能直观看出安全评价(指标 8)、安全警示标志(指标 9)、仓储管理(指标 13)的不符合企业数量占比都超过 50%,普遍问题需引起重视;防火间距(指标 12)、防雷与静电(指标 14)、危险化学品档案(指标 1)的不符合企业数量占比在 30%左右;规章制度(指标 2)等指标的不符合企业数量占比比较小。

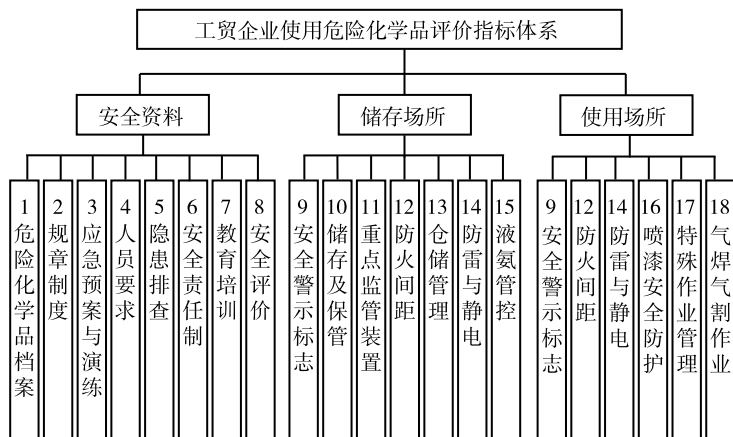
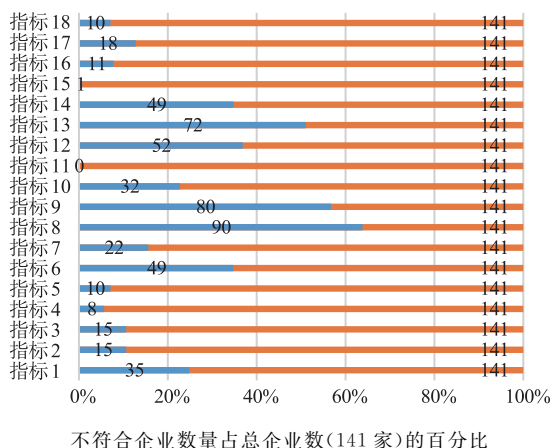


图 1 工贸企业使用危险化学品安全指标体系

Fig. 1 Safety index system of the use of hazardous chemicals in industrial and commercial enterprises



不符合企业数量占总企业数(141家)的百分比

图 2 18 条重点安全指标不符合统计结果

Fig. 2 Statistical results of 18 nonconforming key safety indicators

结合现场检查情况,总结造成隐患的原因主要有:1)化学品生产企业未提供规范的安全技术说明书和安全标签;2)部分企业安全管理资料不完善;3)安全投入不足,储存与使用场所安全设备设施不够完善;4)现场安全管理不到位,如危险化学品混放;5)企业负责人安全生产意识欠缺;6)企业负责人与安全管理人员专业知识欠缺较明显;7)从业人员对安全的认识程度不够;8)从业人员专业技术水平普遍偏低,对危险化学品的正确使用、应急处置等能力不够;9)承租厂房、企业自身工艺变更等因素使得厂房使用功能发生改变;10)因老旧厂房历史原因,造成企业储存场所不符合防火距离的要求。

### 2.2.2 安全指标权重

粗糙集理论是由波兰 PAWLAK 教授于 20 世纪 80 年代初提出的一种研究不完整、不确定知识和数据的表达、学习、归纳的理论方法<sup>[9]</sup>。粗糙集理论

用一个四元组  $S=(U, A, V, f)$  描述一个知识系统,用该知识系统及其属性分别与评价对象及其评价指标对应关联,通过属性和属性值来完成对评价对象的描述<sup>[10-11]</sup>。其中:  $S$  表示知识表达系统;  $U$  表示研究对象的非空有限集合;  $A$  表示属性的非空有限集合;  $V$  表示属性的属性值;  $f$  代表信息函数。粗糙集在处理信息时无需提供数据之外的先验信息,可以客观描述问题的不确定性,观测数据分析知识系统的粗糙度、属性间依赖性与重要性<sup>[12-13]</sup>。利用粗糙集这一功能,对去除单一属性后的知识系统,采用剩余属性集合评价该去除属性对整个知识系统的重要度,并依次计算出所有属性在系统的重要度。

为了量化描述评价指标的重要性,本次研究邀请应急管理部门监管人员、技术服务机构专家共 5 人,对 141 家受检企业的 18 条重点安全指标(二级指标)实际情况,依次按照劣优程度进行 1—10 打分评判<sup>[14-15]</sup>,取均值形成评价表,如表 2 所示。

依据表 2 分别对安全资料、储存场所、使用场所的二级指标的重要度(权重)予以确定,液氨管控(指标 15)只涉及 1 家企业,样本太少,计算重要度无意义。根据前述可知,本评价系统一级指标安全资料  $U_1 = \{ \{1\}, \{2\}, \{3\}, \dots, \{141\} \}$ ,去除指标 1 后得到正域为  $pos_{\text{指标-指标1}} = \{ \{2\}, \{3\}, \{4\}, \dots, \{139\} \}$ ,计算安全资料(一级指标  $U_1$ )系统对指标 1 的依赖度为  $\gamma_1 = \frac{|pos_{\text{指标-指标1}}|}{|U_1|} = \frac{56}{140}$ ,指标 1 对安全资料(一级指标  $U_1$ )系统的重要度(权重)为  $\sigma_1 = 1 - \gamma_1 = \frac{84}{140}$ ,依次去除指标 2、指标 3、…、指标 8,可分别计算出指标 1、指标 2、…、指标 8 对安全资料(一级指

表 2 141 家工贸企业重点安全指标评价表

Tab.2 Key safety indicators evaluated chart for 141 industrial and commercial enterprises

评价指标	企业序号							
	1	2	3	4	5	...	141	
安全资料 $U_1$	指标 1	10	10	10	10	10	...	10
	指标 2	10	10	9	10	9	...	8
	指标 3	10	10	9	10	9	...	9
	指标 4	10	10	10	10	10	...	10
	指标 5	9	8	8	10	9	...	9
	指标 6	10	9	9	10	9	...	9
	指标 7	10	9	9	10	9	...	9
	指标 8	10	0	0	0	0	...	0
储存场所 $U_2$	指标 9	7	9	6	9	9	...	7
	指标 10	9	8	7	9	9	...	9
	指标 11	—	—	—	—	—	...	—
	指标 12	5	5	4	8	5	...	10
	指标 13	8	7	4	9	8	...	6
	指标 14	10	10	10	9	9	...	5
	指标 15	—	—	—	—	—	...	—
使用场所 $U_3$	指标 9	7	9	6	9	9	...	7
	指标 12	5	5	4	8	5	...	10
	指标 16	—	—	—	—	—	...	5
	指标 17	8	9	9	8	9	...	8
	指标 18	—	—	8	9	9	...	5
指标 14	10	10	10	9	9	...	5	

标  $U_1$ ) 系统的重要度(权重)为  $\sigma_1 = \frac{84}{140}, \sigma_2 = \frac{69}{140}$ ,

$\sigma_3 = \frac{67}{140}, \sigma_4 = \frac{70}{140}, \sigma_5 = \frac{67}{140}, \sigma_6 = \frac{93}{140}, \sigma_7 = \frac{81}{140}$ ,

$\sigma_8 = \frac{117}{140}$ , 归一化处理后可得到指标 1、指标 2、...、

指标 8 在安全资料(一级指标  $U_1$ ) 系统的权重分别为 0.130, 0.106, 0.103, 0.108, 0.103, 0.144, 0.125, 0.181; 同理, 可依次计算出指标 9、指标 10、...、指标 14 在储存场所(一级指标  $U_2$ ) 系统的权重分别为 0.218, 0.149, 0.057, 0.186, 0.212, 0.178; 指标 9、指标 12、指标 14、指标 16、...、指标 18 在使用场所(一级指标  $U_3$ ) 系统的权重分别为 0.303, 0.219, 0.206, 0.073, 0.112, 0.087。

### 2.2.3 指标权重结果分析

计算结果显示, 安全资料(一级指标)中各二级指标权重相差不大, 说明危险化学品档案等 8 个二级指标存在问题较平均, 没有显著问题存在; 储存场所(一级指标)中安全警示标志、仓储管理 2 项二级

指标权重相对较大, 反映出这两项实际问题较突出, 是储存场所的普遍问题; 使用场所(一级指标)中安全警示标志、防火间距、防雷与静电 3 项二级指标权重明显偏大, 凸显出这三项问题普遍存在于工贸企业生产当中, 是使用场所的重点整治对象。根据现实数据对一级系统的二级指标进行权重确定, 可以直观反映出各二级指标间的重要程度, 或者说在管理过程中可以依据指标权重的大小优先予以重视、关注。需要说明的是, 这里认为 3 个一级指标同等重要缺一不可, 本次权重计算是对单个一级指标的评价, 不同一级指标的二级指标相互间没有直接可比性。

### 2.2.4 安全生产面临难题

对于工贸企业来说, 危险化学品的使用不属于危险化学品行业, 分别隶属于冶金等八大行业, 结合指标权重分析的突出问题, 当前工贸企业危险化学品的使用存在特有的棘手难题, 比如: 1) 因老旧厂房历史问题及城市规划布局, 企业承租厂房使用功能发生变化或新建仓库无法获批, 造成企业危险化学品储存场所与周边防火距离不足; 2) 受限于场地因素, 部分企业采用中间仓形式对危险化学品进行储存, 中间仓缺乏相关规范、标准予以约束; 3) 根据《危险化学品安全管理条例》规定: “使用危险化学品从事生产的企业应当对本企业的安全生产条件每 3 年进行 1 次安全评价”, 受目前安全评价市场不规范的影响, 考虑评价结果的准确性与实用性, 目前多数安全监管部门没有强制要求企业执行本条规定, 大多数企业也未主动执行本条规定。

## 3 结 语

本研究通过对工贸企业使用危险化学品的状况进行了大数据的调研, 分析出了工贸企业使用较多的危险化学品种类为易燃液体、加压气体、金属腐蚀物, 且其广泛具有火灾、爆炸、腐蚀、中毒等安全风险。利用粗糙集处理知识系统重要度功能, 分别计算出工贸行业危险化学品使用场所三大方面中各重要安全指标之间的权重大小。针对主要危险化学品(易燃液体、加压气体、金属腐蚀物)的火灾、爆炸、腐蚀、中毒特性, 监管部门、工贸企业可结合各指标权重大小, 有针对性地采取整治措施: 1) 安全资料方面稳中求进, 继续完善管理体系, 支持、保障危险化学品的安全使用; 2) 储存场所应优先处理现场安全警示标志不规范、仓储分类管理两项主体问题, 解除危险化学品储存安全隐患; 3) 使用场所须重点整治安全警示标志不规范、防火间距不足、防雷与静电设施

欠缺3项突出问题,从根源上消除隐患,谨防事故的发生。同时,危险化学品的使用应紧随工贸行业安全生产发展的步伐,结合工贸企业使用危险化学品的特点及现状难题,在创建企业安全生产标准化、构建双重预防机制的基础上,有步骤、有计划地响应监管部门新政策;建设企业安全预防控制体系,建立适宜于企业自身生产的安全风险管控长效机制,真正做到将危险化学品的使用提升到安全、可控的范畴,更安全地服务于经济发展。

危险化学品的使用安全与生产、储存、经营、运输同样需要特别关注。本文以M市工贸企业数据为基础展开分析,数据存在局限性,结果存在地域差异性,下一步如能掌握更广泛的企业基础数据,将使得研究成果更具有代表性和说服力。

### 参考文献/References:

- [1] 李聃.我国危险化学品安全管理现状与国际经验借鉴[J].中国公共安全(学术版),2018(3):19-23.  
LI Dan.Present situation of hazardous chemicals management in China and international experience for reference[J].China Public Security(Academy Edition),2018(3):19-23.
- [2] 王鑫.危险化学品安全管理现状及对策探讨[J].安全,2016,37(8):52-53.
- [3] 魏广庆,张景钢,宋国强,等.危险化学品安全监管现状及对策研究[J].华北科技学院学报,2015,12(3):73-77.  
WEI Guangqing, ZHANG Jinggang, SONG Guoqiang, et al. Research on dangerous chemical materials safety supervising actuality and strategy[J].Journal of North China Institute of Science and Technology,2015,12(3):73-77.
- [4] 罗丹,廖娟娟,余欣柔.2013—2017年我国危险化学品运输事故统计分析及预防对策[J].中国公共安全(学术版),2019(1):28-32.  
LUO Dan, LIAO Chanjuan, YU Xinrou. 2013-2017 statistics and preventive measures of hazardous chemicals transportation accidents in China [J]. China Public Security (Academy Edition),2019(1):28-32.
- [5] 李艳昌,刘哲含,贾进章.2006~2015年我国化工企业生产事故统计分析[J].应用化工,2017,46(8):1620-1623.  
LI Yanchang, LIU Zhehan, JIA Jinzhang. Statistic analysis of chemical enterprises accidents occurring in China during 2006~2015[J]. Applied Chemical Industry, 2017, 46(8): 1620-1623.
- [6] 李娜,陈建宏.2013~2019年我国危险化学品统计分析[J].应用化工,2020,49(5):1261-1265.  
LI Na, CHEN Jianhong. Statistical analysis of dangerous chemicals in China from 2013 to 2019[J].Applied Chemical Industry,2020,49(5):1261-1265.
- [7] 郝军.抓好危险化学品安全生产的关键环节[N].中国应急管理报,2020-03-07(7).
- [8] 吕卓.危险化学品仓储经营企业的安全现状及对策研究[J].当代化工研究,2018(8):112-113.  
LYU Zhuo. Research on safety status and countermeasures of hazardous chemicals warehousing operation enterprise [J]. Modern Chemical Research,2018(8):112-113.
- [9] KHAN M A, PATEL V S. Knowledge and approximations: A formal study under the perspective of information systems and rough set theory[J]. Information Sciences,2020,524:97-115.
- [10] LI T S, LI Z Y, ZHAO W, et al. Analysis of medical rescue strategies based on a rough set and genetic algorithm: A disaster classification perspective[J]. International Journal of Disaster Risk Reduction,2020,42:1-15.
- [11] LUO J F, FUJITA H, YAO Y Y, et al. On modeling similarity and three-way decision under incomplete information in rough set theory [J]. Knowledge-Based Systems, 2020, 191(5): 251-264.
- [12] ZHOU J N, ZHANG B, TAN R H, et al. Using neighborhood rough set theory to address the smart elderly care in multi-level attributes[J].Symmetry,2020,12(2):297.
- [13] YAO N, MIAO D Q, PEDRYCZ W, et al. Causality measures and analysis: A rough set framework [J]. Expert Systems With Applications,2019,136:187-200.
- [14] 沈洪艳,胡小敏.不同环境介质中污染物生态风险评价方法的国内研究进展[J].河北科技大学学报,2018,39(2):176-182.  
SHEN Hongyan, HU Xiaomin. Research progress on ecological risk assessment methods of pollutants in different environmental media at domestic [J]. Journal of Hebei University of Science and Technology,2018,39(2):176-182.
- [15] 刘立功,张丽萍,薛会来.基于层次分析法的高校安全稳定问题研究[J].河北科技大学学报(社会科学版),2017,17(2):41-46.  
LIU Ligong, ZHANG Liping, XUE Huilai. Research of the security and stability problems of universities based on the analytic hierarchy process [J]. Journal of Hebei University of Science and Technology (Social Sciences),2017,17(2):41-46.