

王阳,施式亮,钟利达,等. 2013年—2017年危化品罐式车辆公路运输事故时空分布[J].湖南科技大学学报(自然科学版), 2022,37(2): 1-5. doi:10.13582/j.cnki.1672-9102.2022.02.001

WANG Y, SHI S L, ZHONG L D, et al. Temporal and Spatial Distribution of Road Transportation Accidents of Dangerous Chemicals Tank Vehicles in 2013-2017[J]. Journal of Hunan University of Science and Technology (Natural Science Edition), 2022,37(2): 1-5. doi:10.13582/j.cnki.1672-9102.2022.02.001

2013年—2017年危化品罐式车辆 公路运输事故时空分布

王阳¹,施式亮^{1,2*},钟利达³,曹建¹,刘勇¹,周荣义¹

(1.湖南科技大学 资源环境与安全工程学院,湖南 湘潭 411201;

2.湖南科技大学 煤矿安全开采技术湖南省重点实验室,湖南 湘潭 411201;

3.辽宁师范大学 海洋经济与可持续发展研究中心,辽宁 大连 116029)

摘要:为了有效地预防和控制危化品罐式车辆公路运输事故,明确事故发生的原因,运用统计学方法整理了我国2013年—2017年所发生的危化品罐式车辆公路运输事故,从时空角度研究事故发生的基本规律与特点.结果表明:2014年发生的危化品罐式车辆公路运输事故最多,达545起,之后逐年递减;3月—8月的危化品罐式车辆公路运输事故数都在170~200起,12月份达到了235起;在时段分布上,4:00—16:00是危化品罐式车辆公路运输事故的多发期,最高达258起;华东地区、华南地区是危化品罐式车辆公路运输事故的主要发生地;在高等级公路发生的危化品罐式车辆公路运输事故约占总事故起数的81.5%.

关键词:危化品;公路运输;时空分布;罐式车辆

中图分类号:X951 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-9102(2022)02-0001-05

Temporal and Spatial Distribution of Road Transportation Accidents of Dangerous Chemicals Tank Vehicles in 2013—2017

WANG Yang¹, SHI Shiliang^{1,2}, ZHONG Lida³, CAO Jian¹, LIU Yong¹, ZHOU Rongyi¹

(1. School of Resources, Environment and Safety Engineering, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan 411201, China;

2. Hunan Provincial Key Laboratory of Safe Mining Techniques of Coal Mines, Hunan University of
Science and Technology, Xiangtan 411201, China;

3. Center for Studies of Marine Economy and Sustainable Development, Liaoning Normal University, Dalian 116029, China)

Abstract: In order to effectively prevent and control tank-type hazardous chemicals road transport accidents and identify the cause of the accident, statistical methods are used to organize the accidental tank-type road transport accidents that occurred in China from 2013 to 2017. The basic laws and characteristics of accidents are studied from the perspective of time and space. Result shows that between 2013 and 2017, there were up to 545 accidents in 2014 and then it declined year after year. The hazardous chemicals accidents from March to August were between 170~200 times. It reached 235 times in December. In the time distribution, from 4 to 16 o'clock,

收稿日期:2019-07-14

基金项目:国家自然科学基金资助项目(51774135);湖南省2017年安全生产专项资金资助项目(湘财企指[2017]20号);湖南省自然科学基金青年基金资助项目(2019JJ50152)

*通信作者,E-mail:xtpussl@vip.sina.com

it is the period of frequent road transport accidents up to 258 times. The East China and South China are the main places for road transport accidents of hazardous chemicals tankers, and road transport accidents involving hazardous chemicals on high-grade roads account for about 81.5%.

Keywords: dangerous chemicals; road transport; time and space distribution; tank vehicles

随着我国物流贸易和化工行业的不断发展,危化品依托公路运输仍然是化工行业的较优选择,而使用罐式车辆运输液态危化品是危化品公路运输的主要方式.据统计,危化品罐式车辆公路运输事故约占总发生事故的77.6%^[1-2],导致的火灾、爆炸和泄漏事故给人民的生命财产及周边环境造成了严重伤害.

为了有效地预防和控制危化品罐式车辆公路运输事故,明确事故发生的原因,就需要了解事故发展的规律,而运用统计学来研究事故的发展规律是一种重要的方法,很多学者在这方面做出了贡献.Fabiano等^[3]从交通情况、天气情况、路面特点及事故地点等方面,研究了危化品罐式车辆公路运输事故发生的概率;吴宗之等^[4-5]从事事故的发生环节、化学品种类、事故发生时空情况等方面,研究危化品罐式车辆公路运输事故发生的规律;陈晓勇等^[6]从事事故发生路段、化学品类别及事故致因因素等方面,研究危化品罐式车辆公路运输事故发生的规律并提出了对策措施;卢均臣等^[7]对2012年全球发生的危化品运输事故,从事发时间、事故类型、事故物质、事故原因等多角度进行了统计分析,并提出了预防的建议措施;沈小燕等^[8]统计了886起危化品罐车道路运输事故发生的时间、地点、形态、道路等级、路段特征及事故原因等,研究了事故发展规律.以上学者均是从事事故本身的“3W2H”方面进行统计分析,揭示了危化品罐式车辆公路运输事故发展的规律及特点,但统计事故的年代较为久远,不能体现统计学的时效性,因此,考虑统计分析具有时效性,更加能够揭示危化品罐式车辆公路运输的发展规律,通过网站获取、文献查阅等方式,整理了2013年—2017年危化品罐式车辆公路运输事故共2 075起,从时空角度分析事故发生的基本规律及特点,为预防事故的发生提供重要的理论依据.

1 数据来源及结果分析

通过使用化学品事故网、中国危化品物流网的历史数据与查阅相关文献等渠道^[9-12],统计了2013年—2017年危化品罐式车辆公路运输事故共2 075起.所涉及的案例均发生在危化品的运输过程中,不包括危化品装卸、车辆维修过程中所发生的事故.

1.1 危化品罐式车辆公路运输事故时间维度分布特征

1.1.1 事故发生年份分析

2013年—2017年危化品罐式车辆公路运输事故统计结果如表1.由表1可知:我国年均发生危化品罐式车辆公路运输事故415起,因事故死亡的有759人,受伤的有304人,其中,2014年发生的事故最多,达545起,占2013年—2017年总事故的26.3%,之后逐年递减.

表1 2013年—2017年危化品罐式车辆公路运输事故

年份	2013	2014	2015	2016	2017
伤/亡人数	127/106	224/92	187/38	173/41	48/27
事故起数	320	545	438	388	384

1.1.2 事故发生月份分析

2013年—2017年危化品罐式车辆公路运输事故按月份统计的结果如图1所示.由图1可知:平均每年每月发生事故约35起.1月、2月由于处于寒冬季节及春节,不管是从企业订单量减少或者公路条件上看,都不适合危化品公路运输,使得危化品运输量减少.虽然事故发生的起数降低,但由于南、北方特殊的气候条件,如道路结冰、温度寒冷、雨季等气候条件,使得道路环境极差,运输难度提高,事故发生的概率提高^[13-14],因此,事故发生的起数与其他月份相比不会下降太多.而3月—8月的危化品事故都在170~200起,12月份达到了235起,占总事故起数的11.3%.其中,由于春节过后,各大工厂都有大批订单交易以及危化品的使用量增加,使得危化品的公路运输量达到了巅峰,事故发生的可能性也随之提高.12月正处于年末及温

度变低的时间,各大物流企业为了在年末之前完成任务以及公路环境等气候条件变差等原因,危化品公路运输量及危险性增加,这是事故多发的另一个原因.

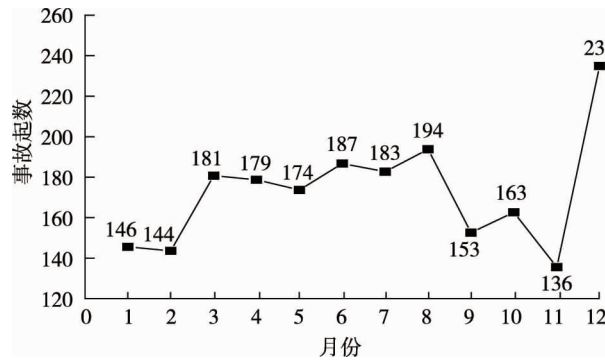


图 1 2013 年—2017 年危化品罐式车辆事故月份统计

1.1.3 事故发生时段分析

2013 年—2017 年危化品罐式车辆公路运输事故时段统计的结果如图 2 所示.由图 2 可知:在 0:00—2:00,4:00—16:00 时间内发生的事故较多,最低 184 起,最高达到 258 起,占事故总起数的 12.4%;在 16:00 以后发生的事故数有所减少,但平均每小时也都会发生 112 起左右.根据对工作时间及道路交通流量的分析,事故高发时段往往交通流量也会提高,而在晚上,罐车运输处于夜间行车,视野所能观察的范围缩小,加上照明不良,使得事故发生的概率提高.

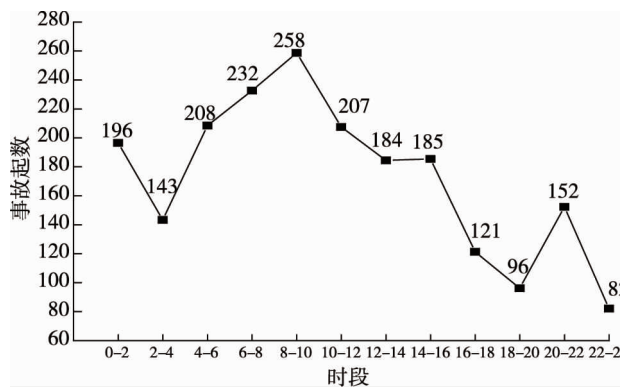


图 2 2013 年—2017 年危化品罐车事故时段统计

1.2 危化品罐式车辆公路运输事故空间维度分布特征

1.2.1 事故省份分布情况

2013 年—2017 年危化品罐式车辆公路运输事故分省份进行统计的结果如表 2.由表 2 可知:华东地区 (32.5%)、中南地区是事故的多发地区 (24.4%);由于江苏 (7.3%)、浙江 (6.1%)、山东 (9.3%)、湖北 (6.2%)、广东 (5.6%)、四川 (5.2%)、陕西 (6.5%) 是工业发达或运输网络的集中区域,每年运输大量的危化品,公路上的危化品运输车所占的比例比其他区域大,导致这几个省份的危化品罐式车辆公路运输事故所占的比例较大;而黑龙江、吉林、天津、重庆、上海、海南、西藏、青海等由于气候、地理位置、城市经济发展等原因,危化品运输量比较小,事故数量较低.

表 2 危化品罐式车辆公路运输事故分省份分布情况

事故统计	东北地区			华东地区				华北地区				中南地区				西南地区			西北地区			港澳台地区											
	黑龙江	吉林	辽宁	上海	江苏	浙江	安徽	福建	江西	山东	北京	天津	山西	河北	内蒙古	河南	湖北	湖南	广西	广东	海南		重庆	四川	贵州	云南	西藏	陕西	甘肃	青海	宁夏	新疆	
事故数/起	19	27	33	15	151	112	69	90	69	52	190	44	24	47	62	51	91	128	73	78	117	19	24	108	68	45	1	135	71	15	38	60	4
共计/起	79			693				228				506				246			319			4											

1.2.2 道路等级及路段特征情况

将事故发生的地点划分为正常路段和特殊路段2类,特殊路段^[15]为十字路口、桥梁、隧道、涵洞、收费站、服务区等.2013年—2017年危化品罐式车辆公路运输事故发生的地点分布如图3.由图3可知:约75.9%的危化品罐式车辆公路运输事故发生在正常路段,常见的发生事故的原因大多是先发生交通事故,因而引发了罐体破裂,致使危化品泄漏或发生火灾爆炸等二次事故;而在特殊路段,约6.6%的事故发生在十字路口,3.4%的事故发生在弯道、陡坡,且多为侧翻事故,约3%的事故发生在加油站或服务区附近,约5.3%的事故发生在桥梁、隧道、涵洞,虽然这类事故发生的次数较少,但由于发生路段的位置特殊,导致救援困难;5.8%的事故发生在其他路段.

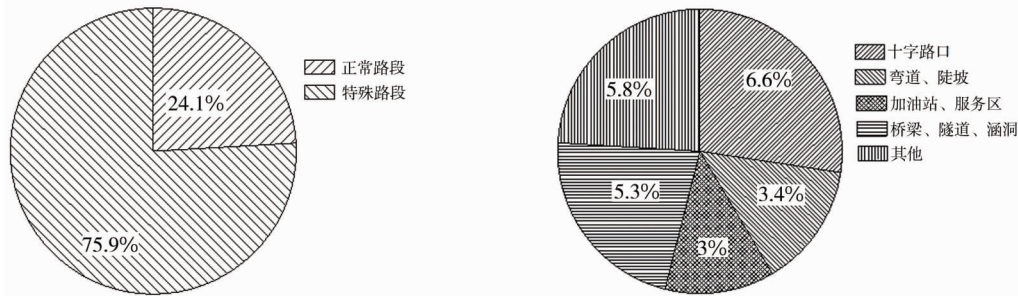


图3 2013年—2017年危化品罐式车辆公路运输事故发生的地点分布

1.2.3 公路等级与事故发生形态分布

公路等级按功能可分为5级,并将高速公路、一级公路和二级公路划分为高等级公路,三级公路和市区及其他道路划分为低等级公路.2013年—2017年危化品罐式车辆公路运输事故案例的统计结果如表3.由表3可知:高等级公路仍然是我国危化品罐式车辆公路运输事故的主要多发地,而低等级公路由于工业不发达,道路环境条件一般,且受运输时间的限制,使得管理者在选择运输路径时一般不选择支线运输,因此,事故发生较少^[15].

表3 道路等级及路段特征分布

道路类型	事故数量 及比例	交通事故引发										非交通事故引发				原因	
		车辆单独事故			车辆碰撞事故							罐体附 件泄漏	起火 爆炸	车辆 故障	天气 因素		
		单方 翻车	避让 翻车	冲出 路外	撞固 体物	撞非 机动车	撞停 驶车	两车 正碰	两车 侧碰	两车 追尾	两车 相撞						
高速公路 (830起)	事故数/起	211	11	16	15	0	1	75	19	216	28	74	58	46	7	3	50
	事故比例/%	25.4	1.3	1.9	1.8	0	0.1	9.1	2.3	26.1	3.4	8.9	7.0	5.5	0.8	0.4	6.0
	同类比例/%	35.6	1.9	2.7	2.5	0	0.2	12.7	3.2	36.5	4.7	39.4	30.9	24.4	3.7	1.6	/
一级公路 (371起)	事故数/起	153	9	5	3	0	3	39	7	69	1	32	15	7	2	2	24
	事故比例/%	41.3	2.4	1.3	0.8	0	0.8	10.5	1.9	18.6	0.3	8.6	4.1	1.9	0.5	0.5	6.5
	同类比例/%	52.9	3.2	1.7	1.0	0	1.0	13.6	2.4	23.9	0.3	55.2	25.9	12.1	3.4	3.4	/
二级公路 (491起)	事故数/起	187	4	12	12	1	2	41	20	92	14	53	30	14	1	5	3
	事故比例/%	38.1	0.8	2.4	2.4	0.2	0.4	8.4	4.1	18.7	2.9	10.8	6.1	2.9	0.2	1.0	0.6
	同类比例/%	48.7	1.0	3.1	3.1	0.3	0.5	10.7	5.3	23.7	3.6	51.5	29.1	13.5	1.0	4.9	/
三级公路 (171起)	事故数/起	73	1	1	4	0	0	20	9	9	2	13	17	5	2	2	13
	事故比例/%	42.6	0.6	0.6	2.3	0	0	11.7	5.3	5.3	1.2	7.6	9.9	2.9	1.2	1.2	7.6
	同类比例/%	61.3	0.8	0.8	3.4	0	0	16.8	7.6	7.6	1.7	33.4	43.6	12.8	5.1	5.1	/
市区及 其他道路 (219起)	事故数/起	55	3	0	6	1	2	32	8	17	5	41	27	7	1	2	12
	事故比例/%	25.1	1.4	0	2.7	0.5	0.9	14.6	3.7	7.8	2.2	18.7	12.3	3.2	0.5	0.9	5.5
	同类比例/%	42.6	2.3	0	4.7	0.8	1.6	24.7	6.2	13.2	3.9	52.6	34.5	9.0	1.3	2.6	/

不同等级的公路因为线型、路面条件、车流特征等的不同,其事故频率、形态分布也有所不同^[16-17].在高速公路、一级公路、二级公路发生追尾、侧翻的情况最为常见,约占44.7%,进而会引发罐体破裂泄漏、火

灾爆炸等更为严重的后果.在低等级公路中,由于车辆较多,行车环境复杂,两车正碰及单方侧翻发生的比例较高.在非交通事故引发的事故中,由罐体附件泄漏引发的事故所占的比例较高,天气因素最低.

2 结论

1)在2013年—2017年期间,2014年发生的事故最多,达545起,之后逐年递减;3月—8月和12月,危化品罐式车辆公路运输事故平均每月发生190起,12月份最高为235起,11月份最少为136起;在时段分布上,4:00—16:00是危化品罐式车辆公路运输事故的多发期,最高达258起.

2)从地理位置上看,华东地区、华南地区是危化品罐式车辆公路运输事故的主要发生地,其数量明显高于其他地区.

3)高等级公路仍是我国危化品罐式车辆公路运输事故的主要多发地.在特殊路段,发生在十字路口、桥梁、隧道及涵洞的危化品罐式车辆公路运输事故是事故发生重点路段.

4)由交通事故引发的危化品罐式车辆公路运输事故以单车事故和车辆追尾为主,由非交通事故引发的危化品罐式车辆公路运输事故以罐体附件泄漏为主.

参考文献:

- [1] 王阳,施式亮,刘勇,等.危险化学品道路运输系统突变机理研究[J].安全,2019,40(3):16-19.
- [2] Qu H L, Xu J L, Wang S J, et al. Dynamic Routing Optimization for Chemical Hazardous Material Transportation under Uncertainties[J]. Industrial & Engineering Chemistry Research, 2018, 57(31):10500-10517.
- [3] Fabiano B, Curro F, Palazzi E, et al. A framework for risk assessment and decision-making strategies in dangerous good transportation[J]. Journal of Hazardous Materials, 2002,93(1):1-15.
- [4] 吴宗之,张圣柱,张悦,等.2006—2010年我国危险化学品事故统计分析研究[J].中国安全生产科学技术,2011,7(7):5-9.
- [5] 吴宗之,孙猛.200起危险化学品公路运输事故的统计分析及对策研究[J].中国安全生产科学技术,2006,2(2):3-8.
- [6] 陈晓勇,施式亮,任竞舟,等.2013~2014年我国道路危险化学品运输事故统计分析及对策[J].湖南科技大学学报(自然科学版),2017,32(3):91-95.
- [7] 卢均臣,王延平,袁纪武,等.2012年全球危化品运输事故统计分析[J].安全、健康和环境,2013,13(9):7-10.
- [8] 沈小燕,李小楠,谢培,等.886起危化品罐式车辆道路运输事故统计分析研究[J].中国安全生产科学技术,2012,8(11):43-48.
- [9] 国家统计局.中华人民共和国国家统计局数据查询[EB/OL].(2014-4-3)[2019-3-5].<http://data.stats.gov.cn/search.htm?s=2015%E5%90%84%E7%9C%81GDP>.
- [10] 中国石化青岛安全工程研究院.化学品事故信息网[EB/OL].(2013-1-2)[2019-3-5].<http://accident.nrcc.com.cn:9090/portalsite/list.aspx?pmenu=599438a7-9782-421b-8551-87bf419938ce&menu=4fbb3f04-715f-4791-aff2-a1aaef7dcf59>.
- [11] 青岛诺诚化学品安全科技有限公司.中国化学品安全网[EB/OL].(2013-1-11)[2019-3-5].<http://service.nrcc.com.cn/>.
- [12] 中物联危化品物流分会.中国危化品物流网[EB/OL].(2015-7-3)[2019-3-5].<http://www.hcls.org.cn/>.
- [13] 刘勇,施式亮,李润求,等.危险化学品公路隧道运输风险评价模型及应用[J].湖南科技大学学报(自然科学版),2018,33(4):20-25.
- [14] 辛春林,王金连.危险化学品运输事故历史数据研究综述[J].中国安全科学学报,2012,22(7):89-94.
- [15] Luo Y, Cao Y, Mu X. Risk Analysis and Control of Land Transport of Hazardous Chemicals Based on Fault Tree[M]// Heidelberg: Springer, 2015.
- [16] 冷源,张明广,燕然,等.易燃液态危化品道路运输燃爆事故演化概率研究[J].工业安全与环保,2016,42(12):21-24.
- [17] Bu Q M, Tong X. Study on Reasons For Accidents in Transport of Dangerous Chemicals and Corresponding Countermeasures[C]// International Green Energy Conference & Dnl Conference on Clean Energy, 2012.