

2000 年 -2023 年我国危化品储运泄漏事故分析

来继发 李艺超 姜永康 李向欣^[通讯作者](中国人民警察大学, 河北 廊坊 065000)

摘要:为了研究危化品储运泄漏事故发生时间、空间、泄漏部位、危化品泄漏物质种类等因素特点和事故致因, 并归纳我国危化品储运泄漏事故产生的一般规律, 对我国 2000-2023 年发生的危化品储运泄漏事故进行统计分析。结果表明, 我国危化品储运泄漏事故在山东、浙江、江苏等化工业发达省份发生频率较高; 每年的 4-7 月为事故高发时期; 罐体、管道、阀门是发生危化品运输泄漏的主要部位; 天然气、汽油、液氨是泄露次数最多的危化品。研究结果有助于针对性地预防危化品储运泄漏事故的发生, 保障我国化工行业安全生产。

关键词: 危化品; 泄漏; 统计分析

0 引言

随着工业化进程的发展, 化学品已成为人类生产与生活不可缺少的组成部分^[1]。目前, 我国化工总产值约占世界的 40%, 国内现有进口、生产危险化学品(下文简称危化品)约 2800 种^[2]。危化品指具有爆炸、毒害、助燃、燃烧、腐蚀等性质且在运输、储存、生产过程中易造成人员伤亡、财产损失和环境污染的化学物品^[3]。因其本身的特殊性质, 危化品一旦发生事故不仅要造成不可预知的经济损失而且会对人的生命健康安全造成极大的威胁。在我国化工行业逐渐繁荣的同时, 危化品事故层出不穷。据统计, 超过 65% 的危险化学品事故都会发生泄漏^[4]。泄漏事故发生后, 如果处置不及时, 引发爆炸、火灾、中毒窒息等次生灾害概率会大幅度提升。剖析历史事故, 对现在、将来事故的预防以及风险防范有着重要的意义。本文以 2000-2023 年国内发生的危化品储存和运输过程中泄漏事故为研究对象, 综合分析了危化品泄漏事故发生的时间、空间、泄漏部位、和危化品泄漏种类等特征, 探寻危化品储存和运输过程中泄漏事故规律。依据我国化工行业发展现状, 预测我国今后的危化品储存和运输过程中泄漏防治重点。

1 数据来源及研究方法

1.1 事故数据来源

2000-2023 年国内发生的危化品泄漏事故数据主要源于化工安全人网站与化学品事故信息网和中国化学品安全协会网案例库。

1.2 研究方法

统计分析不仅在我国经济社会发展中被广泛应用, 在危化品安全管理领域也被经常使用, 通过对事故梳理统计和分析, 可以揭示事物间的相互关系、变化规律和发展趋势从而从中吸取经验教训, 以达到更

好的安全管理。张磊^[4]对 100 起危化品泄漏事故分析得出危险化学品事故主要发生在运输阶段, 并给出针对性意见; 程硕^[5]基于化学品事故信息网公布的事故数据信息发现危化品事故类型中泄漏事故占比最高; 王伟^[6]通过对我国较大及以上危化品事故统计分析, 得出精细化工行业是危化品事故主要发生行业。因此, 本文对两百多起危化品泄漏事故数据进行整理分析, 对统计的事故进行时间、空间特征分布, 以及泄漏部位和危化品泄漏物质进行分析。

2 危化品储运泄漏事故数据分析

2.1 事故总体概况统计分析

2000 年 -2023 年共发生危化品泄漏事故 108 起, 平均每年发生 4~5 起, 共造成 5 人死亡, 17 人受伤。108 起事故中, 有 1 起较大事故, 造成 5 人死亡。发生危化品储运泄漏事故最多的是 2016 年, 该年全年共发生 33 起危化品储运泄漏事故。2000 年 -2016 年事故次数波动性增加, 在 2016 年达到顶点, 2016-2023 年事故次数大幅度下降。

近 9 年来危化品储运泄漏事故逐渐下降, 有回到 2006 年的趋势。这说明近年来我国危化品储运泄漏得到了有效得管控并取得了一定的成果, 危化品储运泄漏事故整体趋势向好, 然而危化品本身所具有的危险性质, 危化品泄漏防范工作仍需加大力度。

2.2 事故月份时间特征分析

危化品储运泄漏事故在各月份的统计分析可知: 2 月份事故最少, 3~6 月份事故较多, 7 月份事故最多。整体趋势为春夏季节为事故高发期、秋冬两季事故较少。

造成各月份储运泄漏事故频次差异的原因有以下几点: 春夏两季气温逐渐回升, 尤其是到夏季气温最盛, 在温度高、湿度大等情况下, 危化品的物理化学性质易发生变化, 更容易引发安全事故^[7], 比如一些

常见挥发性强的危化品，如：液氯、氨水、浓盐酸、浓硝酸等受温度影响更容易挥发引起泄漏事故；另一方面随着天气转热，会让人出现心情烦躁、注意力不集中、困乏等不安全行为，会出现违章指挥、违规作业等现象，从而导致事故的发生。此外：4—9月份处于贸易旺季，危化品生产和流通的强度加大、速度加快、数量增加，部分商人为经济利益让工人加班作业、机器超负荷运载^[8]；从事危化品运输的驾驶员为了效益最大化而疲劳驾驶、不按规定路线行驶、超载、混运等都容易造成危化品储运泄漏事故的发生。

由事故统计规律可知，夏季可以改善员工的工作环境，提升员工的精神面貌，确保员工在健康的身体条件下工作；加强安全检查，防范人为失误出现，对机器保养维护，对危化品运输车辆进行重点监督、检查，以减少事故的发生。

2.3 空间特征分析

2000~2023年我国部分省份危化品储运泄漏事故起数及死亡人数的统计分析得出：我国七大地理分区储运泄漏事故起数及占比分别为东北地区(3, 2.78%)、华北地区(8, 741%)、华中地区(17, 15.74%)、华南地区(9, 8.33%)、西北地区(9, 8.33%)、西南地区(11, 10.19%)、西南地区(51, 47.22%)。我国危化品储运泄漏事故分布整体上呈东多西少，华中多，华北、华南少的特点；其中东部地区山东、江苏和浙江事故起数最多，分别占全国危化品储运泄漏事故总数的6.28%、17.59%和12.96%；东北地区事故较少；同时，危化品泄漏事故分布广泛，在2000~2023年月这24年间，我国26个省级行政区均发生危化品泄漏事故。

华东地区事故起数占比最大，一方面华东地区位置沿海，另一方面传统化工大省：山东、江苏、浙江都在华东地区。在统计的28地区中（不包括港澳西藏地区），危化品储运泄漏事故发生起数排名前三的省份依次为江苏省(19起)、浙江省(14起)、山东省(7起)。这三省的储运泄漏事故起数高与化工园区密切相关，在中国石油和化学工业联合会公布的2023年化工园区30强中，江苏省以10个位居第一，浙江以5个排名第二，山东以4个位居第三，前30强化工园区中三省份的化工园区的数量占比63.33%；其中山东省截至2022年底，已连续29年居全国第一化工大省；而江苏省作为产业规模长期位居全国第二位的传统化工大省，化工实力不容小觑；浙江省的化工产业同样有着坚实基础。因此该三个省份的储运泄

漏事故数量多与他们作为传统化工大省及其未来的产业布局有着很大的关系。而在其他地理分区中，辽宁、河北、河南、湖北、广东、四川，这几个省份同样作为传统化工大省，事故起数在各自所在的地理分区占比皆很高。

因此，应重点加强对传统化工大省、化工园区密集的省地区的危化品管控，减少危化品储运泄漏事故。对于不是传统化工大省的省份，也应该加强管理，做好预防和突发泄漏事故紧急应急处理工作，加大对员工安全技能培训力度，提升员工的安全素质。“十四五”推动石化行业高质量发展的指导意见中，在产业布局方面，明确提出未来将形成70个左右具有竞争优势的化工园区，在优化调整产业布局的同时会面临着更多的危化品储运泄漏事故，因而快速发展化工园区的地区应该更加重视危化品储运泄漏问题，加强化工园区的管理工作，落实安全责任制。

2.4 泄露部位分析

在108起储运泄漏事故中，运输泄漏事故一共发生了71起，占比66.67%。因此在此主要统计分析危化品运输过程中的泄漏部位。

2.4.1 事故原因

目前，统计分析运输过程中的危险化学品事故原因时，通常将事故分为两大类：一是在行驶时因发生交通事故引发的危险化学品事故，称由交通事故引发的危险化学品事故；二是在行驶时不是因交通事故而发生的危险化学品事故，称非交通事故引发的危险化学品事故。在71起运输阶段的案例中均发生在公路运输事故中。其中，由交通事故引起的泄漏32起，由非交通事故引起的泄漏8起。

由交通事故引起泄漏的事故占到总数的80%。在32起交通事故中，事故车辆主要分为3种破坏形式：侧翻、追尾和剐蹭。其中，侧翻12起，追尾16起，剐蹭4起。

在非交通事故引起的事故中，主要原因包括：落石、卡在涵洞内、槽罐底部焊接处发生泄漏、轮胎起火、爆胎、软管脱落、卸料管发生破裂。

2.4.2 运输泄漏部位分析

在70起生产事故案例中，已知介质运输泄漏部位的为69起，一共有8种不同部位，分别是槽车、货仓、阀门、船舶、管道、储罐、货舱、储运设备，各种设备出现的次数占总次数的比例如图1所示。

可以看出在运输环节中主要是槽车发生泄漏，槽车泄漏出现了51次，占运输阶段事故次数的73.91%，

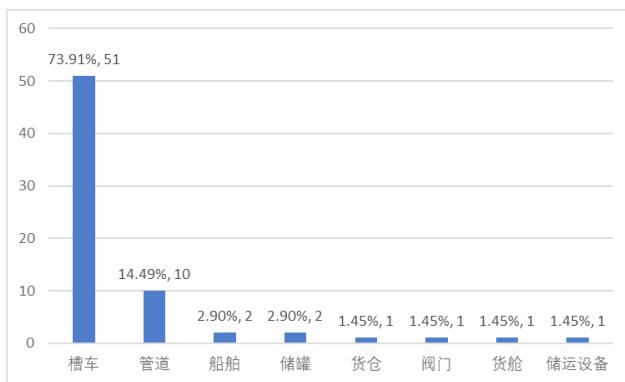


图 1 泄露部位分布图

因此将泄漏事故为槽车的数据再拿出来分析，分析槽车泄漏事故中槽车的泄漏部位及事故发生的原因。

经过数据处理发生，槽车的泄漏部位一共有四个，分别为：罐体（包括各类储存介质的容器）、阀门（进液阀、呼吸阀、排污阀、海底阀等）、管道、闷盖。其中，槽罐车发生泄漏的部位接近一半都发生在罐体，达到了 48.72%，接近一半；其次是阀门，达到了 28.21%。由此可见在槽车运输泄漏事故中，一半的泄漏部位都发生在罐体。

2.5 危化品种类分析



图 2 高频危化品词云示意图

在目前收集的 71 起危化品运输泄漏事故，共有 43 种危险化学品，以现有数据为例，将事故泄漏的危险化学品进行了词频制图，如图 2 所示，图中字体大小代表其出现的次数多少，字体越大则出现的次数越多。由图 2 不难发现，天然气是出现次数最多的，其次是汽油、液氨；其中天然气占总出现次数的 8.57%，汽油占总出现次数的 7.14%。从导致危化品运输泄漏事故的直接原因上分析，一些单位施工不当是导致天然气管道运输泄漏屡次发生的主要原因。一些单位在未查明地下燃气管线布置情况下，组织施工，导致挖掘机等在作业时将地下燃气管道挖破导致天然气泄漏。随着城市化进程的不断加速，修路、建房等土木工程越来越频繁，而一些城市的天然气管道年代久远，工作人员在施工之前应及时查明天然气管道线路布

局，防止天然气运输泄漏事故的发生。

3 结论

我国危化品泄漏事故趋势整体向好，近 9 年事故起数逐渐减少，受伤人数也呈下降趋势，然而死亡人数时有增加；华东地理分区，江苏、山东、浙江等传统化工大省及化工园区密集的省份是危化品泄漏安全工作的重点区域；春夏季、气温高时为泄漏事故高发期。

运输过程中主要是槽车发生泄漏事故，槽车泄漏的部位主要是罐体和阀门，应加强对罐体和阀门的检查、排查和安全管理；泄漏物质次数最多的是天然气、汽油、液氨，而造成死亡人数最多的是硫酸。危化品泄漏事故发展趋势为：随着化工园区的增加，化工园区的储运泄漏事故也会逐渐增加，各地区应实时调整危化品储运泄漏安全管理工作。

参考文献：

- [1] 曹建, 施式亮, 曹华娟, 等. 基于 GM(1,1)-Markov 的危化品道路运输事故与交通事故预测及关系研究 [J]. 中国安全生产科学技术, 2019, 15(01):26-31.
- [2] 钱锋, 黄辛, 卜叶. 危险化学品安全管控需多方发力 [N]. 中国科学报, 2020-06-03(003).
- [3] 杜晓燕, 程五一, 吴建华, 等. 我国危险化学品事故发生规律的统计分析与对策 [J]. 安全与环境工程, 2017, 24(05):158-162.
- [4] 张磊, 阮桢. 100 起危险化学品泄漏事故统计分析及消防对策 [J]. 消防科学与技术, 2014, 33(03):337-339.
- [5] 程硕, 阳富强. 2011~2020 年我国危险化学品事故统计及灰色关联分析 [J]. 应用化工, 2023, 52(01):193-198.
- [6] 王伟, 刘志云, 崔福庆, 等. 1981~2020 年我国较大及以上危化品事故统计分析与对策研究 [J]. 应用化工, 2021, 50(08):2187-2193.
- [7] 罗通元, 段礼祥, 王金江, 等. 道化学评价法的改进及其在联合站安全评价中的应用 [J]. 中国安全生产科学技术, 2016, 12(06):153-157.
- [8] 廖婵娟, 赵淑琪, 刘燊, 等. 2010—2015 年我国危险化学品泄漏事故统计分析与对策 [J]. 安全与环境工程, 2017, 24(05):151-157.

作者简介：

来继发 (1998-)，男，硕士研究生，主要从事灾害应急救援与风险评估等方面的研究工作。

通讯作者：

李向欣 (1977-)，女，硕士，副教授，主要从事灭火救援指挥与技术等方面的教学和科研工作。