

可移动智能危险废物贮存设施的安全环境保护设计及应用展望

Safety and environmental protection design and application prospect of mobile intelligent hazardous waste storage facilities

王艳萍¹ 王精精^{1,2*} 岳天佐^{1,3} 吴辉廷^{1,3} 左敬贤^{1,2} 牛腾^{1,2} 程健康^{1,2} 赵露露^{1,3} 李雪君^{1,3}
王明阳^{1,3} 蔡国庆^{1,3}

(1 中国国检测试控股集体股份有限公司, 北京 100024; 2 国检测试控股集团仪器装备(北京)有限公司, 北京 100024; 3 北京奥达清环境检测有限公司, 北京 100023)

摘要: 本文分析了我国危险废物现状和危险废物贮存管理面临的问题。通过融合智能化和信息化技术,可移动智能危险废物贮存设施成为解决我国危险废物贮存难题的重要手段。本文从一般要求、主体结构设计要求、智能管控硬件配置要求、智能管控软件系统要求等方面提出了可移动智能危险废物贮存设施的安全环境保护设计要求。本文还对可移动智能危险废物贮存设施的应用前景进行了展望。

关键词: 可移动; 智能; 危险废物贮存设施; 安全防护

Abstract: This paper analyzes the current situation of hazardous waste and the problems faced by the storage and management of hazardous waste in China. By integrating intelligent and information technology, mobile intelligent hazardous waste storage facilities have become an important means to solve the problem of hazardous waste storage in China. This paper puts forward the safety protection design requirements of mobile intelligent hazardous waste storage facilities from the aspects of general requirements, main structure design requirements, intelligent control hardware configuration requirements and intelligent control software system requirements. This paper also prospects the application prospect of mobile intelligent hazardous waste storage facilities.

Keywords: mobile; intelligent; hazardous waste storage facilities; safety protection

中图分类号: X327 文献标志码: B 文章编号: 1003-8965(2022)07-116-03

1 危险废物贮存设施需求分析

1.1 我国危险废物现状

根据 2021 年,生态环境部会同国家发展改革委、公安部修订发布的《国家危险废物名录》(2021 年版)将我国危险废物分为 50 大类 467 种危险废物,包括工业危险废物、医疗废物和其他社会源危险废物等。根据 2020 年中国生态环境统计年报,2020 年全国工业危险废物产生量为 7282 万吨。受新冠疫情影响,全国医疗废物产出量大幅增加,据推测,2021 年我国危险废物的实际产量超过 1 亿吨,其中工业危险废物超过 8000 万吨。

根据国家统计局数据,2020 年我国危险废物贮存量 11900 万吨。2020 年中国生态环境统计年报数据,而同期危险废物生产量和利用处置量分别为 7282 万吨和 7631 万吨。我国危险废物综合处理能力已经高于实际危险废物产生量,未来几年我国危险废物市场将逐步消化现有存量。

1.2 我国危险废物贮存管理面临的问题

我国有近 30 万家危险废物产生单位,而且地域分布广,产废规模不一,大部分企业的危险废物产生量小,产废种类和特性各不相同。我国危险废物的产生呈现小而散的现状。伴随着我国工业化进程的不断推进,危险废物的产生总量不断增长,危险废物分布离散,增加了危险废物贮存的难度。

目前,我国大量采用固定式危险废物贮存设施。固定式危险废物贮存设施建设审批严格,建设周期长,投入大。因此,目前危险废物贮存企业数量与危险废物产生企业的数量和区域分布难以很好匹配。很长一段时间,我国普遍存在贮存的大量工业危险废物不能得到及时有效处置的问题,且由于危险废物贮存管理不规范造成危险废物泄露、导致大气、土壤和地下水污染等环境事件时有发生。

1.3 可移动智能危险废物贮存设施的市场应用现状

近年来,通过融合智能化和信息化技术,可移动智能危险废物贮存设施已成为解决我国危险废物贮存难题的重要手段。可移动智能危险废物贮存设施建设审批流程简单(大部分不需要审批),安装快捷,实现了危险废物贮存过程的安全可靠、环保无害、智能高效,成为目前危险废物贮存的重要选择,并快速得到推广应用。2020 年,可移动智能危险废物贮存设施生产企业不足 10 家。到目前,我国可移动智能危险废物贮存设施生产企业超过 100 家,可移动智能危险废物贮存设施的危险废物贮存量已经超过 1000 万吨。据估计到 2025 年,可移动智能危险废物贮存设施生产企业会超过 500 家,可移动智能危险废物贮存设施的危险废物贮存量将超过 5000 万吨,占我国危险废物总贮存量的一半左右。

2 可移动智能危险废物贮存设施安全

通讯作者:王精精(1981.12-),男,高级工程师,从事仪器设备研究。

环保防护设计^[1-5]

2.1 一般要求

危险废物从接收到最终交付处置的全过程应可追溯，危险废物收集、贮存和运输应符合 HJ 2025-2012《危险废物收集 贮存 运输技术规范》的规定。使用设备前应首先确认系统电路连接正确，其中电路系统进线的火线 L 和零线 N 不能接反，系统进线为交流单相 220V ± 10%，50Hz。在接收危险废物之前，应进行废物准入评估。准入评估时，应对拟处置废物的来源、产生过程进行调查分析，在此基础上，制定取样分析方案对废物进行安全环保风险分析，并制定相应的管控措施。应根据准入评估结果，确定废物是否可以接收。

危险废物的贮存应根据其特性，进行分类贮存。常温常压下不水解、不挥发的危险废物可在贮存设施内分别堆放，其它类危险废物应装入容器内贮存。应制定危险废物专项环境应急预案，并定期进行培训与应急演练。应按照应急救援预案配备相应的应急物资，并对应急物资进行定期的检查、维护、保养。应配备必要的急救器材及药品。应配置消防设施，设置可靠的防雷、防静电措施，按相关要求采用防爆型电气设备，所有电气设备应可靠接地。

电气设备应符合不低于 Exd II B T2 的防爆规范，连接电缆采用镀锌管或防爆挠性管进行连接，接头处要使用防爆接线盒。电气设备全部连接至控制系统，依照指定控制逻辑自动运行。电气设备中的动力部件（电机与压缩机）在运行时稳定可靠，无异响与异常震动。电控箱应符合不低于 Exd II B T2 的防爆规范，内部元件排布合理并保留足够的散热空间。电控箱和工控一体机位于门内，利于操作，保障人员安全，节省内部空间。

传感器应符合不低于 Exd II B T2 的防爆规范，具备耐潮湿，较高的抗盐类腐蚀、酸性腐蚀的能力，有抗污染气体干扰的能力，可以在 -20~60℃ 的温度区间稳定工作，能适应强烈振动、冲击环境下正常工作，还应抗噪声能力强，信噪比高。

安防设备包含摄像头，硬盘录像机与门禁。安防设备具备耐潮湿，抗震动与电磁干扰，可以在 -20~60℃ 的温度区间稳定工作，并具备联网功能，提供远程连接接口。

危险废物暂时贮存设施内部地面与裙脚要用坚固、防渗的材料建造，建筑材料必须与危险废物相容，渗漏收集措施应满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）（2013 年修订）要求。

危险废物暂时贮存设施需要部署在硬化地面区域。危险废物暂时贮存设施部署区域不应靠近环境敏感地区，如水源地，保护区、高压线、天然气管线等。场地能够提供稳定的 4G 信号覆盖。

2.2 主体结构设计要求

可移动智能危险废物贮存设施主体结构为根据需求定制的长方体钢质箱体结构，如图 1 所示。箱体型钢质量应符合 GB/T 700、GB/T 706、GB/T 2101 的要求，钢板质量应符合 GB/T 3274 的要求。箱体宜采用 6m*3m*2.7m

的设计，可采取单层箱体或复合层箱体的设计。尺寸允许偏差应小于 ±3mm。箱体内侧封板、外侧封板、保温层的质量应符合国家相关标准的规定；内外封板外观光滑平整，无凹凸形变，接缝整齐，规格一致。

危险废物柜尾部需预留 ≥ 2m 操作空间。部署区域应该具有足够的摆放面积与作业区域（运输，吊装等作业），并且保障出入口通畅。危险废物暂时贮存设施的部署地点应为箱式运载车辆 / 吊装设备等必要的运载 / 作业工具能够达到的地点。危险废物暂时贮存设施部署区域不应发生积水。



图 1 可移动智能危险废物贮存设施外观照片

2.3 智能管控硬件配置要求

外部配有观察窗、危险废物标志、报警灯、智能门禁系统、视频监控系统等。

应安装智能门禁系统，包括门禁控制器（含 UPS）、电控门锁、防水 IC 卡读卡器、液压缓冲闭门器等。可生成开锁日志；开锁方式分为指纹、IC 卡、密码三种。智能门禁系统的门禁控制器（含 UPS）通讯方式可采取无线 WiFi 或有线 TCP/IP；可读取卡器数量可为单门一对读卡器或双门两对读卡器。

应设置完善的数据采集和传感系统，包括 VOCs 气体探测器、温湿度传感器、泄漏传感器、工业电子秤等。

内部配有气体净化装置、应急强排设施及空调，可对空气净化，当气体浓度过高，智能启动应急强排设施，气体经净化排出；还应配置 VOCs 气体探测器、温湿度传感器、泄露传感器、工业秤等，当探测到异常时，气体净化装置自动启动、泄漏的液体自动收集。

应设置工控一体机及远程电控开关，可实时采集设施内部设备的参数。标配红外人体感应功能摄像头，可远程喊话操控，可存储 30 天视频记录。设施可连接通讯网络，安全加密，可将设备参数、门禁开锁记录、气体探测记录、监控记录等传至网络平台，方便管理。设施内所有设备均采用防爆标准，尺寸、设备需求可定制。

应安装视频监控系统，包括室内摄像头、室外环境摄

像头、硬盘录像机等。应安装通讯网络系统,包括4G工业路由器+交换机、4G工业路由器、应急通讯终端等。应安装防爆型报警器,支持声光信号输出。

2.4 智能管控软件系统要求

可移动智能危险废物贮存设施的智能管控软件系统应操作方便,授权用户可以使用多种终端进行访问。建议采用Linux操作系统。图2所示为典型的智能管控软件系统的用户界面,系统包括监控管理中心、数据中心和系统设置3个主要的功能分区。

监控管理中心的“实时数据”模块可展示环境数据、库存数据及告警数据;“材料入库”模块可展示进入危险废物品入库称重情况、污染物种类、重量及相关刷卡人的信息等;“材料出库”模块显示内容可选择清空库存种类,支持部分清空和全部清空。

数据中心的“系统状态报表”模块显示系统内部温度、湿度、VOC当日各个时段的平均值;“出入库数据”模块可按时间区间查询站房内出入库信息,并支持U盘导出,或者通过云平台账号登录后导出。

系统设置的“温控设置”模块设置温控相关的告警参数,包括空调告警、VOC告警,以及告警测试;“设备连接”模块展示与服务器连接的门禁控制器、自动控制继电器、各类空气传感器等下位机的连接状态展示及管理平台状态修改;“人员设置”模块展示站房人员信息,并支持增删改操作;“站房设置”模块展示站房基本信息,并支持编辑修改操作。



图2 典型的智能管控软件系统的用户界面

3 可移动智能危险废物贮存设施的应用展望

可移动智能危险废物存储设施解决了我国长时间普遍存在的危险废物贮存管理难题,大幅度减少危险废物泄露、导致大气、土壤和地下水污染等环境事件发生。可移动智能危险废物贮存设施的广泛应用将为提升我国危险废物贮存、监管和利用处置能力,有效防控危险废物安全环保风险,贯彻落实《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》等相关规定,提供重

要的技术支撑。

参考文献

- [1] 季文佳.[J] 危险废物贮存的地下水环境健康风险评估.环境科学与技术.2010(04)
- [2] 季文佳.[J] 危险废物贮存的大气环境健康风险评估.环境工程.2010(S1)
- [3] 黄启飞.[J] 典型危险废物污染控制关键环节识别研究.环境工程技术学报.2013(01)
- [4] 庞换芳.[J] 基于环境治理目标的环保设施全过程信息化管理实现路径研究.天津城建大学学报.2017(04)
- [5] 杨盛凯.[J] 医疗废物全过程信息化管理研究.有色设备.2021(02)