

# 城市轨道交通危险废物贮存设施设计探讨

廖永亮

(中铁第四勘察设计院集团有限公司, 430063, 武汉//高级工程师)

**摘要** 城市轨道交通运营在为社会公众提供便利交通条件的同时,也产生一定数量的危险废物。现行设计规范暂无城市轨道交通工程危险废物贮存设施设计的具体规定及要求,车辆基地危险废物的贮存条件和贮存方式存在较大的差别,危险废物贮存及管理不规范的情况较为常见。基于对城市轨道交通运营期危险废物种类、特性及产量的调研、识别、分析,提出城市轨道交通车辆基地危险废物的贮存设施设计建议,为城市轨道交通危险废物的科学化、精细化、规范化管理提供参考。

**关键词** 城市轨道交通;危险废物;贮存

**中图分类号** TU998.9

**DOI:**10.16037/j.1007-869x.2021.05.034

## Discussion on Design of Hazardous Waste Storage Facilities in Urban Rail Transit

LIAO Yongliang

**Abstract** The operation of urban rail transit not only provides convenient transportation conditions for the public, but also produces certain amount of hazardous waste. There are no specific regulations and requirements in terms of design of hazardous waste storage facilities in urban rail transit engineering in the current design specifications. There are great differences in the storage conditions and storage methods of hazardous waste in vehicle bases and that the storage and management of hazardous waste are widely not standardized. Based on the investigation, identification and analysis of the types, characteristics and output of hazardous waste during the operation period of urban rail transit, suggestions on the design of hazardous waste storage facilities in urban rail transit vehicle base are put forward, providing reference for scientific, refined and standardized management of hazardous waste in urban rail transit.

**Key words** urban rail transit; hazardous waste; storage

**Author's address** China Railway SIYUAN Survey and Design Group Co., Ltd., 430063, Wuhan, China

城市轨道交通具有运量大、速度快、安全可靠、准点舒适的特点,是一种绿色环保的出行方式。城市轨道交通的发展对于加速城市区域一体化进程、

缓解城市交通体系压力以及城市空气污染等方面具有明显优势,但其建设和运营对环境也产生一定影响。城市轨道交通工程建设阶段是其环境影响控制的关键环节,同时也是运营阶段环境影响控制的基础。因此,我国城市轨道交通项目从规划阶段到建设阶段均需开展环境影响评价工作,并形成了环境影响评价、竣工环保验收等全流程的完善控制体系,为有效控制城市轨道交通的环境影响提供了有力的保障。

目前,城市轨道交通工程环境影响报告书主要包括声环境评价、振动环境评价、水环境评价、大气环境评价和固体废物环境影响评价等内容,其中在声、振动、水、大气环境影响评价中,通常对环境敏感点及影响因素进行较为准确的识别与分析,并制定较为完善的控制措施。固体废物环境影响评价通常对生活垃圾、生产废物和危险废物等进行分类描述及分析。生活垃圾、生产废物产生环境影响隐患小,管理相对较为简单;但危险废物对环境影响风险高,对人类的潜在危害大,是固体废物管理的重中之重,对于保障人体健康、防范环境风险、促进经济社会可持续发展具有重要意义。城市轨道交通工程环评报告中对于危险废物的分析大多以定性分析为主,极少对其进行定量分析,且缺乏有针对性的危险废物贮存和处置控制措施。

本文基于对城市轨道交通车辆基地危险废物分类识别、危害特性及产量的分析,结合危险废物收集、贮存、转移、处置的现状,提出城市轨道交通车辆基地危废品贮存设施的设计建议,为城市轨道交通危险废物的科学化、精细化、规范化管理提供参考。

## 1 危险废物的识别及特性

《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》规定:危险废物,是指列入国家危险废物名录或者根据国家规定的危险废物鉴别标准和鉴别方法认定的具有危险特性的固体废物。为贯彻落实《中华

《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》,加强危险废物环境管理,生态环境部(原环境保护部)和国家发展和改革委员会于 2016 年 3 月 30 日公布了《国家危险废物名录》,并于 2016 年 8 月 1 日起施行。为全面识别城市轨道交通工程危险废物的种类及其特性,对全国各主要城市轨道交通工程运营期危险废物进行了深入调研。

### 1.1 废蓄电池

蓄电池在城市轨道交通工程各个设备系统中应用广泛,其中车载蓄电池主要采用阀控式密封铅酸蓄电池或镉镍碱性蓄电池;通信信号、综合监控、屏蔽门等系统配置的 UPS(不间断电源)主要采用铅酸蓄电池。废蓄电池对环境的危害主要是蓄电池中铅、酸、汞、镍、镉等有害成分造成的污染,对人体健康及生态环境的危害较大,应严格按照危险废品的管理进行贮存、转移和处置。

### 1.2 废润滑油及含油抹布

城市轨道交通车辆齿轮箱、电扶梯等机电设备传动系统广泛应用了润滑油。润滑油是用于减少机械摩擦的润滑产品,使用一段时间后,因基础油氧化变质、添加剂的消耗水解及污染物的进入等因素影响,性能会逐渐下降,直至最后不能对机器进行保护。为确保传动系统的有效润滑,需定期对润滑油进行更换,故而产生废润滑油。使用过的润滑油主要成分为基础油、添加剂、灰分和水,废机油中还含有汽油、柴油和一些氯化溶剂,部分具有易燃性。各机电设备传动系统维保过程中产生的抹布主要黏附润滑油,部分特性类似废润滑油。有关研究表明,废润滑油中的污染物主要以可挥发性的苯系物、多环芳烃等有机污染物为主,此外还有少量重金属,有一定的危险性,故被列为危险废物。

### 1.3 其他危险废物

城市轨道交通工程运营过程中产生的其他危险废物主要有以下几类:

1) 含油污泥。车辆大架修作业过程中将产生大量的含油生产废水,生产废水经污水处理厂处理后将产生含油污泥,污泥中含有少量润滑油和重金属。定修段及停车场在运营期几乎不产生含油污泥。

2) 废油漆桶。车辆大架修作业过程中,车辆外皮油漆进行修复,油漆使用后产生一定数量的废油漆桶,废油漆桶经晒干后进行贮存。废油漆桶具有

一定的毒性和可燃性。定修段和停车场无油漆作业,运营期不产生废油漆桶。

3) 废荧光灯管。随着 LED(发光二极管)照明灯具在城市轨道交通工程中的广泛应用,荧光灯管逐步被替代,但仍有部分设施采用了荧光灯管,城市轨道交通工程运营期仍会产生少量的废荧光灯管。荧光灯管含汞,具有毒性。

根据《国家危险废物名录》(2016 修订)规定,城市轨道交通工程运营期产生的主要危险废物为废蓄电池、废润滑油及含油抹布、含油污泥、废油漆桶、废荧光灯管等。城市轨道交通工程运营期产生的危险废物识别及特性如表 1 所示。

表 1 城市轨道交通工程运营期危险废物识别表

种类	状态	危废类别	危险代号	特性
废蓄电池	固	HW49	900-044-49	T
废润滑油	液	HW08	900-214-08	T、I
含油抹布	固	HW08	900-249-08	T、I
含油污泥	固	HW08	900-199-08	T、I
废油漆桶	液	HW12	900-252-12	T、I
废荧光灯管	固	HW29	900-023-29	T

## 2 危险废物的存储及处置现状

根据《危险废物经营许可证管理办法》相关规定,从事危险废物收集、贮存、处置经营活动的单位,应当领取危险废物经营许可证。城市轨道交通危险废物主要为废蓄电池、废润滑油等。目前我国从事废蓄电池、废润滑油的回收部门有物资回收公司、物资再生利用公司、蓄电池制造企业等,在市场上已形成了废蓄电池、废润滑油等危险废物的回收体系,相关危险废物回收、处理的社会资源较为丰富,为城市轨道交通工程危险废物的规范化管理提供了有利基础。

### 2.1 废蓄电池

城市轨道交通工程废蓄电池的产生主要集中在车站、车辆基地等。车站产生的废蓄电池主要来源于通信信号、综合监控、屏蔽门等系统 UPS 更换的铅酸蓄电池,废蓄电池的产生时间通常较为集中。为降低废蓄电池转运成本和风险,通常运营物资管理部门及时联系有资质单位到车站对废蓄电池进行转移、处置,不考虑车站废蓄电池贮存。城轨车辆车载蓄电池的更换在车辆基地完成,更换产生的废蓄电池通常暂时贮存于车辆基地,由运营物

资管理部门定期联系有资质单位到车辆基地对废蓄电池进行转移、处置。运营期各车辆基地废蓄电池贮存处所主要有以下两种:①独立的废蓄电池贮存间;②蓄电池检修间的废蓄电池存放区。

## 2.2 废润滑油及含油抹布

城市轨道交通工程废润滑油及含油废物的产生主要集中在车站、车辆基地等。车站产生的废润滑油及含油废物主要来源于电扶梯润滑油的更换,电扶梯维修养护通常采用专业外包形式,要求外包单位对废润滑油进行回收处置;运营部门自行维修养护产生的废润滑油及含油废物一般由维修作业人员转运至车辆基地进行集中贮存,定期处置。车辆基地产生的废润滑油主要来自于车辆齿轮箱换油。齿轮箱为城轨车辆主要的传动部件,为保证城轨车辆的平稳运行,需定期更换齿轮箱润滑油;车辆维保过程也产生少量的含油抹布。废润滑油及含油抹布均属于危险废物,通常暂存于车辆基地,由运营物资管理部门定期联系有资质单位到车辆基地对废润滑油和含油废物进行转移、处置。运营期含油抹布通常放置于存放桶,与废润滑油贮存于同一存放间。废润滑油及含油抹布贮存处所主要有以下两种:①独立的废润滑油贮存间;②与新润滑油贮存于同一房间。

## 2.3 其他危险废物

含油污泥、废荧光灯管、废油漆桶等危险废物的产生量均很小。含油污泥晾干后一般存放于污水处理站;废油漆桶晒干后一般与油漆存放于油漆间;废荧光灯管等其他少量废物存放较为灵活,定期由运营物资管理部门定期联系有资质单位进行转移、处置。

根据以上调研及分析得出,城市轨道交通工程的危险废物主要贮存于车辆基地。《地铁设计规范》(GB 50157—2013)等现行规范标准均未对车辆基地危险废物贮存设施的设计标准及要求的规定。各车辆基地废蓄电池贮存设施的设置标准不尽相同,部分工程存在环评竣工验收时才根据环保部门的要求对贮存设施进行完善,这对运营期危险废物的规范化管理造成一定的困扰。

## 3 车辆基地危险废物贮存设施分析

根据 GB 18597—2001《危险废物贮存污染控制标准》,为满足城市轨道交通工程运营期危险废物的贮存要求,车辆基地应设置专用的危险废物贮存

设施。从城市轨道交通危险废物的识别及特性分析可知,贮存于车辆基地的危险废物主要有废蓄电池、废润滑油、含油抹布、含油污泥、废荧光灯管、废油漆桶等,宜根据其特性进行分类集中贮存。车辆基地按功能定位可分为大架修段、定修段和停车场,各类危险废物的产量根据其功能定位、规模不同存在较大的差异,危险废物贮存设施设置时应充分考虑其产量及特性,合理设置危险废物贮存设施。

### 3.1 废蓄电池贮存设施分析

城轨车辆广泛使用的蓄电池主要有阀控式胶体铅酸蓄电池和纤维结构电极式镍镉蓄电池。以1列6辆编组(4动2拖)的B型地铁列车为例,列车两端Tc(有司机室动车)车下各配置蓄电池1组。每组蓄电池配置约70~90节。每组蓄电池箱的尺寸通常为长(1400~2600 mm)×宽(900~1500 mm)×高(550~600 mm)。每列车蓄电池的单层存放面积约5~8 m<sup>2</sup>。蓄电池通常以10 a左右(使用寿命≥10 a)周期分批按列在车辆段检修库进行更换。城轨车辆日常维护过程中仅有极少量的蓄电池需更换,废蓄电池的贮存设施绝大多数时间处于闲置状态。城市轨道交通停车场内通常无蓄电池更换作业,故停车场可不考虑废蓄电池贮存设施。为减小蓄电池贮存设施对土地、房屋的占用,建议废蓄电池存放间的面积按存储2~3列车废蓄电池的需求进行设置,面积约20~30 m<sup>2</sup>。同时,为减少蓄电池在车辆基地内的转运,建议废蓄电池存放间与蓄电池检修间临近独立设置。根据 GB 18597—2001《危险废物贮存污染控制标准》及废蓄电池的贮存、转运要求,废蓄电池存放间设置的具体要求如下:①地面与裙脚采用坚固、防渗的材料建造,建筑材料具备耐酸碱特性;②地面应考虑泄露电解液的收集措施;③废蓄电池间门的大小应满足蓄电池搬运车的通行要求;④废蓄电池存放间的防火、防爆措施按蓄电池检修间、充电间同等标准进行设置。

### 3.2 废润滑油及含油抹布贮存设施分析

车站机电设备系统维保过程中产生废润滑油的量较小,车辆基地的废润滑油绝大多数来自于城轨车辆齿轮箱的定期换油。齿轮箱的换油周期为1 a或12万 km,每个齿轮箱换油产生废润滑油5~6 L。以1列6辆编组(4动2拖)的B型地铁列车为例,每列车配置16个齿轮箱,一次更换的废润滑油80~90 L。车辆基地废润滑油通常采用200 L(直

径 0.8 m, 高 1.2 m) 的油桶容器进行贮存, 每个油桶可贮存 2 列车的废润滑油, 存放占地面积将近  $0.7 \text{ m}^2$ 。综合考虑车辆基地的停车规模, 建议废润滑油的存放面积按  $15 \sim 20 \text{ m}^2$  考虑。因废润滑油的火灾危险性与润滑油相近, 建议废润滑油存放间与润滑油存放间临近独立设置。少量的含油抹布放置于容器中, 可在废润滑油存放间存放。根据 GB 18597—2001《危险废物贮存污染控制标准》及废润滑油的贮存、转运要求, 废润滑油存放间设置的具体要求如下: ①地面与裙脚采用坚固、防渗的材料建造; ②地面应考虑润滑油的收集措施; ③废润滑油间门的大小应满足油桶搬运车的通行要求; ④废润滑油存放间的防火、防爆措施按润滑油存放间同等标准进行设置。

### 3.3 其他危险废物贮存设施分析

1) 含油污泥。含油污泥产生于大架修车辆段的污水处理站, 且量较小。为减少污泥在车辆基地内的转运, 建议在污水处理厂设置独立的污泥存放间, 面积按  $\leq 10 \text{ m}^2$  考虑, 并考虑一定的污泥晾晒场地。

2) 废油漆桶。废油漆桶产生于大架修车辆段的油漆库, 废油漆桶晒干后仍具有一定的可燃性, 建议在易燃品间设置独立的房间放置废油漆桶, 面积按  $\leq 10 \text{ m}^2$  考虑。

3) 废荧光灯管。废荧光灯管的产量较小, 且不具备挥发性、可燃性和腐蚀性, 建议用容器装好后与废油漆桶等其他危险废物分区存放于同一房间。

## 4 结论

通过上述研究及分析, 综合考虑危险废物的规范化贮存及转运要求、贮存设施占地及工程投资等因素, 提出城市轨道交通车辆基地危险废物贮存设

施的设计建议如下:

1) 大架修车辆段应考虑废蓄电池、废润滑油及含油抹布、含油污泥、废油漆桶、废荧光灯管等危险废物贮存设施, 定修车辆段应考虑废蓄电池、废润滑油及含油抹布、废荧光灯管等危险废物贮存设施, 停车场可不设置专门的危险废物贮存设施。

2) 各类危险废物宜分类集中贮存, 建议废蓄电池存放间与蓄电池检修间紧邻独立设置, 废润滑油存放间与润滑油存放间紧邻独立设置, 含油污泥存放间设置于污水处理厂, 易燃品间宜独立设置存放间用于存放废油漆桶、废荧光灯管等危险废物。

3) 各类危险废物存放间的面积不宜过大, 应重点考虑防火、防爆、防渗等措施, 便于危险废物的转运。

4) 各类危险废物存放间应按 GB 15562.2—1995《环境保护图形标志 固体废物贮存(处置)场》的规定设置警示标志。

5) 各城市轨道交通车辆检修逐步向线网车辆部件集中修方向发展, 车辆基地废物贮存设施设计宜结合工程实际进行考虑。

## 参考文献

- [1] 曹宁泓, 黄明辉. 铁路机务段含油危险废物的规范化管理[C]//“十一五”铁路环保成果及新技术应用研讨会论文集. 北京: 中国铁道学会, 2012: 57.
- [2] 唐志依. 地铁列车常用蓄电池技术经济性分析及选型建议[J]. 现代城市轨道交通, 2014(1): 56.
- [3] 赵婉丽. 废润滑油回收现状及发展[J]. 石油商技, 2020(1): 4.
- [4] 李金惠. 2019 年固体废物处理利用行业发展评述及展望[J]. 中国环保产业, 2020(3): 15.
- [5] 孙涛. 城市轨道交通车辆基地污水处理及水环境影响问题探讨[J]. 城市轨道交通研究, 2020(1): 137.

(收稿日期: 2021-01-16)

(上接第 157 页)

- [4] 王静, 刘剑锋, 孙福亮. 北京市轨道交通线网客流分布及成长规律[J]. 城市交通, 2012(2): 26.
- [5] 高丽燃, 吴海燕, 郭彧鑫, 等. 北京市轨道交通客流特征分析[J]. 道路与安全, 2015(2): 47.
- [6] 谭国威, 宗传苓. 深圳市轨道交通客流特征分析及启示[J]. 城市交通, 2013(6): 43.
- [7] 关菲菲, 张帆, 唐志远. 重庆轨道交通客流量分布特征[J]. 城市轨道交通研究, 2020(5): 97.

- [8] 刘峻峰, 程涛. 基于客流特征分析的西安地铁 2 号线行车组织优化措施[J]. 城市轨道交通研究, 2019(1): 120.
- [9] 张标, 王多龙, 王宇嵌, 等. 天津地铁的客流特征与列车开行方案优化[J]. 城市轨道交通研究, 2020(8): 27.
- [10] 平少华. 深圳地铁 1 号线不同类型车站客流时间分布特征研究[J]. 城市轨道交通研究, 2018(6): 85.
- [11] 赵晓芳, 童晓进. 郑州地铁 1 号线客流时空分布特征分析[J]. 城市轨道交通研究, 2017, 20(8): 75.

(收稿日期: 2020-12-20)