

中华人民共和国国家标准

GB/T 44705—2024

道路运输液体危险货物罐式车辆 罐体清洗要求

Requirements for cleaning the tanker body of road transport of
liquid dangerous goods

2024-10-26 发布

2025-05-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准委员会发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 一般要求	2
4.1 清洗机构	2
4.2 人员	2
4.3 场地	2
4.4 设备	2
4.5 介质换装	2
4.6 介质确认	3
4.7 作业指导书	3
4.8 过程管控	3
5 作业	3
5.1 预处理	3
5.2 蒸罐	3
5.3 通风	4
5.4 清洗	4
5.5 干燥	5
5.6 质量要求及检验方法	5
6 安全	5
6.1 基本要求	5
6.2 劳动防护用品配备	6
6.3 应急处置方案及救援物资	6
6.4 作业工具及场所安全设施	6
7 环保	7
附录 A (资料性) 罐体清洗培训内容	8
附录 B (资料性) 受限空间(槽罐)安全作业票和人工清罐过程管控清单	9
附录 C (资料性) 遇水反应产生毒性气体的物质目录	13
附录 D (资料性) XX公司常压储罐槽车清洗作业指导书(模板)	17
参考文献	20

前　　言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国危险化学品管理标准化技术委员会（SAC/TC 251）提出并归口。

本文件起草单位：山东京博物流股份有限公司、山东宏鑫信息科技有限责任公司、宁波市镇海危化品车辆清洗有限公司、浙江镇石物流有限公司、河南盛宏丰化工有限公司、复盛能源科技（绍兴）有限公司、中国石油和化学工业联合会、北京大凤太好环保工程有限公司、科立盈智能装备科技（广州）有限公司、通亚汽车制造有限公司、中国物流与采购联合会、山东省标准化研究院、长安大学、广东石油化工学院、山东亿点互连管理咨询有限责任公司、黄河三角洲滨州物流有限公司、中石化化工物流有限公司、四川安信科创科技有限公司、陕西省安全生产科学技术有限公司四川分公司、宁波中钦检测科技有限公司、浙江省特种设备科学研究院、密尔克卫智能供应链服务集团股份有限公司、信联电子材料科技股份有限公司。

本文件主要起草人：赵东、徐文龙、杨沣江、翁巍、钟友政、崔雅丽、刘智勐、刘战平、李高飞、马蕾、王之锴、傅春雨、田忠猛、蔡执阳、沈书乾、郭金红、何卫、郭建、干忻雨、楼红军、邓祥祥、石旭、叶佳楣、贾成林。

道路运输液体危险货物罐式车辆 罐体清洗要求

1 范围

本文件规定了道路运输液体危险货物罐式车辆罐体清洗的一般要求、作业、安全、环保要求。

本文件适用于相关清洗机构对道路运输液体危险货物常压罐式车辆罐体的清洗，其他货物罐体清洗可参考使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 8978 污水综合排放标准

GB 16297 大气污染物综合排放标准

GB 18564.1 道路运输液体危险货物罐式车辆 第1部分：金属常压罐体技术要求

GB 30871—2022 危险化学品企业特殊作业安全规范

GB 37822 挥发性有机物无组织排放控制标准

GB 39800.1 个体防护装备配备规范 第1部分：总则

GB 50016 建筑设计防火规范

GB 50140 建筑灭火器配置设计规范

GB 50160 石油化工企业设计防火标准

GB/T 50493 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准

GB 50974 消防给水及消火栓系统技术规范

GBZ 2.1 工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素

GBZ/T 195 有机溶剂作业场所个人职业病防护用品使用规范

GBZ/T 223 工作场所有毒气体检测报警装置设置规范

HJ 1259 危险废物管理计划和管理台账制定技术导则

SY/T 6524 石油天然气作业场所劳动防护用品配备规范

3 术语和定义

GB 18564.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

道路运输液体危险货物罐式车辆 road tanker for dangerous liquid goods transportation

罐体内充装液体危险货物，且与定型汽车底盘或罐式半挂车行走机构采用永久性连接的道路运输罐式车辆。

[来源：GB 18564.1—2019，3.3]

3.2

罐体清洗 tank cleaning

道路运输液体危险货物罐式车辆罐体改变充装介质或需要进入罐体进行维修、安全性能检验时，对罐体进行清除残余介质换装清洁或检、维修清洗的作业。

3.3

遇水反应 water-sensitive

遇水可能产生易燃和/或毒性物质的化学现象。

[来源：GB/T 39652.4—2021, 3.1]

3.4

预处理 pretreatment

对待清洗罐车槽罐内介质确认、排尽、收集的过程。

4 一般要求

4.1 清洗机构

清洗机构应进行环境影响评价并取得批复；申请排污许可证后方可排污。

4.2 人员

4.2.1 罐体清洗作业人员、监护人员应经过安全、环保、危险化学品知识、应急处置等专业技能培训并通过考核。相关培训内容可参照附录A。

4.2.2 罐体清洗作业人员应进行职业健康体检，符合职业健康相关标准规定，无接触过敏或其他职业禁忌等疾病。

4.2.3 清洗机构应设置技术负责人，技术负责人负责组织对介质确认及罐体清洗作业指导书制定。

4.3 场地

4.3.1 场地的选择应符合城市规划、环保、消防、防洪等要求且应具备良好的排水条件。

4.3.2 具备独立的预处理、清洗、装配、危废贮存库等区域，清洗场地的规模应满足各清洗环节的基本要求。

4.3.3 预处理、清洗、危废库建构筑物的耐火等级不应低于二级。

4.3.4 清洗、蒸洗、烘干等作业应在建筑物内进行。

4.3.5 预处理、清洗建构筑物与相邻建筑物、构筑物的安全距离应符合GB 50160中的规定。

4.4 设备

罐体清洗机构至少配备以下设备设施：

- 清洗用水、蒸气热源、动力电源设备；
- 对罐体内气体置换和废气回收的设备；
- 对清洗罐体内、外气体浓度监测设备；
- 对清洗中产生废弃物的回收设备。

4.5 介质换装

油品换装参照GB/T 50507—2019中附录B执行。油品以外介质换装要求，按照委托清洗方要求执行。

4.6 介质确认

4.6.1 根据用户提供的最后一次装运的货运单对介质进行确认，如罐体内运输介质品种不明确，用户应提供介质化验报告，最后一次装运的货运单或化验报告不应超过48 h。

4.6.2 危险货物运输单证包括危险货物包装容器使用证书、危险货物说明书、危险货物技术证明书等。

4.7 作业指导书

4.7.1 清洗机构应根据罐体清洗介质类别制定作业指导书。

4.7.2 作业指导书应根据危险货物的危险有害特性全面辨识清洗过程中的安全风险，明确对应措施和作业要求。

4.7.3 清洗机构应每年对作业指导书的适应性和有效性进行确认，至少每三年对作业指导书进一次审核修订。清洗机构发生生产安全事故事件或行业内发生典型事故时，应及时对作业指导书审查；设备设施等发生变更或风险分析提出修订要求时，应及时组织对相应内容进行修订。

4.7.4 作业指导书应经主要负责人签字发布。

4.7.5 若清洗机构长期只是对几种特定的危险介质汽车槽罐进行清洗，可在作业指导书使用成熟的情况下，逐步简化为不同作业单元的操作规程，但同时应与过程管控清单配合进行管理。

4.8 过程管控

4.8.1 安全管理部门应根据作业指导书制定过程管控清单，技术负责人、监护人员、作业人员应根据过程管控清单逐项进行确认。

4.8.2 人工清罐过程管控清单可参考附录B，机械清罐过程管控清单宜参考人工清罐过程管控清单制定。

5 作业

5.1 预处理

5.1.1 预处理区应设置在通风、非封闭空间，如厂房入口处，且与蒸罐、清洗区高温表面或明火设备的距离不低于30 m。

5.1.2 对火灾危险性为甲类、乙类和高毒性液体应用密闭容器进行收集，且材质应满足预装介质化学品安全技术说明书中关于材质的要求。

5.1.3 打开罐底卸料口阀门，将罐内残余物料排除，无线状流出时，视为排放干净。

5.1.4 预处理收集的残液应当天进入危废库房进行贮存。

5.2 蒸罐

5.2.1 蒸罐前应将温度计、海底阀熔断螺栓进行拆除。

5.2.2 排污管与卸料口连接并确认密封良好。

5.2.3 蒸罐前将罐顶探杆等设施拆除，防止高温蒸坏探杆及其附件。

5.2.4 将蒸气胶管插入罐内并固定好，卸料口保持开启状态。

5.2.5 开启废气回收系统并将废气收集罩放下，罩口覆盖人孔，蒸罐期间严禁废气从收集罩外散发。

5.2.6 对蒸气胶管采取可靠的固定方式。

5.2.7 缓慢开动蒸气阀门，设定蒸气温度和蒸罐时间，并对蒸气胶管做好防烫伤防护。

5.2.8 蒸罐完成后，关闭蒸气阀门，待罐体表面温度降低至常温，将蒸气胶管收至指定位置。

5.2.9 关闭卸料口阀门，将排污管与卸料口断开，并收至指定位置。

5.3 通风

5.3.1 将变径后的防爆风管通过人孔插入槽罐内，确保风流到达槽罐内的两端，并固定牢固；若罐车只有一个人孔，宜使用防爆型轴流风机通风。

5.3.2 人孔打开，将废气罩安装在人孔，废气罩罩口应全部覆盖人孔，周围无漏气。

5.3.3 先开启废气回收系统，然后启动风机对罐体内进行通风。通风时间不应少于0.5 h。不应使用同一套废气回收系统处理性质相忌化学品。

5.3.4 使用温度计沉入罐体内，检测罐内温度。测量温度计（仪）应具有拿出罐体后温度值不改变的功能。

5.3.5 当罐体内部温度下降至常温，关闭风机开关，使用泵吸式气体检测报警器在上部、中部和下部分别进行检测。

5.4 清洗

5.4.1 人工清洗

5.4.1.1 在清洗作业前应根据作业指导书对作业人员进行安全教育、技术交底，并按照GB 30871—2022要求办理受限空间（槽罐）安全作业票。

5.4.1.2 监护人员、作业人员应根据作业指导书检查佩戴的防护用品及相应安全器材。

5.4.1.3 作业现场应常备长管式呼吸机，数量不应少于2套。

5.4.1.4 作业开始前作业人员应清点作业工具，作业完成后，作业人员应将工器具全部从罐体内带出并进行清点。

5.4.1.5 进罐作业人员应佩戴便携式多合一检测报警器，当罐内介质为高毒物料时，使用的监测报警器，应具备进罐作业人员随身便携检测报警器与罐外监护人使用的检测报警器信息互联互通功能，如移动式气体检测报警器。

5.4.1.6 在罐车顶部或其他高处作业、进入槽罐内均应穿戴五点式安全带，并将拴挂在安全带上的安全绳一头留在槽罐外，且固定绳头。

5.4.1.7 监护人员确认通风正常后，作业人员方可进入罐内。

5.4.1.8 现场监护人员不应少于1人，在清洗罐期间应坚守岗位，并用对讲机随时与罐内作业人员进行联系，连续工作时间不宜超过20 min。

5.4.1.9 工作中断超过60 min，应重新进行气体浓度检测。

5.4.1.10 污油罐、重油罐、特殊介质因黏度较大出现残余挂壁附着难以清除时，可用70℃热水清洗或人工钢丝清刷、风镐凿除等方式先进行清理。

5.4.2 机械清洗

5.4.2.1 清洗设备抽吸口与罐车卸料口或排污口连接。

5.4.2.2 打开罐车上部人孔插入清洗机，与清洗管线连接。

5.4.2.3 混合惰性气体注入管线连接。

5.4.2.4 罐内氧气和可燃气体检测管线连接。

5.4.2.5 启动罐内气体检测仪，开始注入惰性混合气体。

5.4.2.6 罐内有残留液体时，启动抽吸系统进行抽吸，移送至指定回收地点。

5.4.2.7 罐内氧气含量小于或等于8% vol时，启动清洗系统，清洗介质通过清洗机向罐内进行冲洗。清洗压力不宜大于0.8 MPa。清洗温度小于或等于80℃。

5.4.2.8 清洗启动的同时，启动抽吸系统进行回收，抽吸出的介质移送至指定的回收地点。

5.4.2.9 机械清洗后进行通风、罐内气体检测。

5.4.2.10 机械清罐后，需要罐内作业时，按照5.4.1执行。

5.4.2.11 机械清洗工艺图如图1所示。

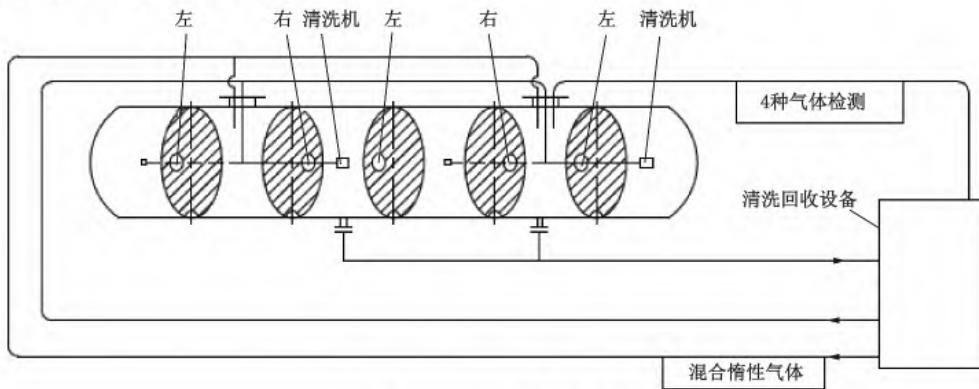


图1 机械清洗工艺图

5.5 干燥

5.5.1 按照5.3.1~5.3.3要求安装废气罩并开启废气回收系统。

5.5.2 开启烘干机从人孔向罐体内通风进行干燥，干燥时间不少于30 min，干燥完成后关闭烘干机。

5.5.3 开启风机降温，待温度降到常温后，作业人员参照5.4.1.4~5.4.1.8要求进入罐内，对罐内检查，要求罐体底部、缝隙等地方无积水，如有积水应使用干棉布擦拭干净。

5.5.4 擦拭完成后，人员出罐，关闭风机开关，将人孔关闭，废气罩复位，罐底海底阀紧固完成。

5.6 质量要求及检验方法

清洗质量要求及检测方法见表1。

表1 清洗质量要求及检测方法

步骤	质量要求	检测方法
清洗残留物质	卸料管洁净无残留物	目视
蒸罐	无可燃气体、有毒气体	气体检测报警器分别对每个舱室进行上、中、下或者通过人孔及进出料孔、液位计测孔或机械连接点等取3处~6处监测点，对罐体内气体进行检测，要求一个点至少检测1 min，气体检测报警器不报警
通风	温度降为常温或以下，无可燃气体、有毒气体	
清洗	罐内无死角，无泥沙、木屑、油迹、纤维线毛、明显铁锈、黑色污物等	使用棉质抹布擦拭罐体，无杂质
干燥	罐内无死角，无水（冰）、泥沙、木屑、油迹、纤维线毛、明显铁锈、黑色污物等，罐体外卸油口洁净，凹槽处无积水、污物	在清洗的罐体内，用清洁干燥的白色滤纸用力往返擦拭1次，观察滤纸上是否有油脂、黑点等痕迹，至少取3个不同部位同时满足要求

6 安全

6.1 基本要求

6.1.1 运输介质为遇水反应、腐蚀性、毒性危险货物的罐体，不应进行蒸罐作业，遇水反应介质参见附录C。

6.1.2 对遇水反应的介质，应先进行满罐浸泡后再清洗，清洗作业指导书参见附录D。

6.1.3 满罐浸泡要求，从海底阀注水直到人孔出水方可，浸泡时间不少于1 h。排出的污水应进入污水处理系统。

6.1.4 罐内气体检测，经过清洗、通风后应达到下列要求：

- 氧气体积分数为19.5%~23.5%；
- 罐内有毒气体（物质）浓度应符合GBZ 2.1的规定；
- 可燃气体或蒸气体积浓度不大于10%爆炸下限（LEL）；
- 罐内气体不能达到上述要求的，不应进罐进行作业，应再次对罐内进行通风，直到达到要求为止；
- 不应在作业现场进餐和饮水。

6.2 劳动防护用品配备

6.2.1 清洗机构应按照GB 39800.1要求配备个体防护用品。

6.2.2 清洗机构应当根据不同介质配备不同的作业防护用品。若介质为有机溶剂，预处理及清洗作业过程应当按照GBZ/T 195要求配备防护用品；若介质为石油类物料，预处理及清洗作业过程应当按照SY/T 6524油气运输部分要求进行配备防护用品。

6.3 应急处置方案及救援物资

6.3.1 清洗机构应根据不同事故类型制定相应的应急处置方案，方案应包括事故风险分析、应急工作职责、应急处置措施和注意事项等内容。

6.3.2 应急物资配备应搭配合理、功能齐全、数量充足且具有针对性，确保满足作业人员现场应急处置和清洗机构应急救援队伍所承担救援任务的需要。

6.3.3 应急救援物资应明确专人管理，严格按照产品说明书要求，对应急救援物资进行日常检查、定期维护保养；应急救援物资应存放在便于取用的固定场所，不应随意挪作他用。

6.3.4 应急救援物资的使用人员，应接受相应的培训，熟悉装备的用途、技术性能及有关使用说明资料。

6.3.5 作业场所应备有抢救人员用的急救用品，包括但不限于止血绷带、碘酒、创可贴、氧气袋、治疗中暑用药等，并由专人保管。

6.4 作业工具及场所安全设施

6.4.1 作业设备、作业工具、照明工具、通信工具应符合防爆要求。

6.4.2 气体检测报警器检测报警点和报警值的确定、检测报警仪的选型、安装、管理、维护应符合GBZ/T 223、GB/T 50493的要求。同时应满足以下要求：

- 手持式气体检测报警器配备应符合GB/T 50493的相关规定；
- 现场应至少配备两个气体检测报警器，确保一用一备。

6.4.3 作业场所应配备必要的消防器材，包括但不限于灭火器、消防水带、消防沙、消防水枪、消防栓等，并满足GB 50140、GB 50974等规范要求。

6.4.4 作业场所应设置检修、消防和安全通道，场地安全疏散和消防车道应符合GB 50016的规定。

6.4.5 作业区域应设置对应安全标识。

6.4.6 作业区域内的金属管道、设备、构筑物等应等电位连接并与接地系统连成一体。

6.4.7 在爆炸性气体环境危险区域、预处理区域作业时，应使用符合防爆要求的防爆电器、防爆工具和防爆通信工具。

6.4.8 不应使用纯氧对槽罐进行通风换气。

6.4.9 作业场所不能有暗沟、窨井，明沟应设置实时监测点。

7 环保

- 7.1 清洗场所及设施在新建、改建、扩建前，应进行建设项目环境影响评价并取得生态环境保护部门的批复。
- 7.2 现场产生的废气应收集处理，并设置无组织排放在线监测，废气排放应符合 GB 16297、GB 37822 的要求。
- 7.3 清洗作业产生的危险废物，应按照 HJ 1259 要求做好台账记录，并按照有关规定利用/处置，利用/处置记录保存 5 年及以上。
- 7.4 现场产生的废水应收集处理，排放水质应符合 GB 8978 及罐体清洗作业所在地有关污染物排放标准的规定。

附录 A
(资料性)
罐体清洗培训内容

罐体清洗培训内容见表 A.1。

表 A.1 罐体清洗培训内容

序号	培训内容
1	中华人民共和国安全生产法
2	GB 30871—2022
3	AQ/T 3048—2013
4	GB 18564.1
5	作业指导书
6	罐体清洗质量交付要求
7	应急处置方案
8	防护用具及应急器材的使用及要求
9	设备设施的使用等

附录 B

(资料性)

受限空间(槽罐)安全作业票和人工清罐过程管控清单

B.1 受限空间(槽罐)安全作业票

受限空间(槽罐)安全作业票见表B.1。

表 B.1 受限空间(槽罐)安全作业票

申请单位			申请人		作业证编号				
槽车所属单位				车牌号					
作业内容				槽车内原有介质名称					
作业时间	自 年 月 日 时 分始至 年 月 日 时 分止								
作业班组负责人									
监护人									
作业人									
涉及的其他特殊作业									
危害辨识									
分析	分析项目	有毒有害介质	可燃气	氧含量	时间	部位	分析人		
	分析标准								
	分析数据								
序号	安全措施					确认人			
1	槽罐已经过清洗、通风或干燥								
2	对进入槽罐危险性进行分析								
3	打开人孔进行自然通风，温度适宜人员作业；必要时采用强制通风或佩戴长管式呼吸器，不可采用纯氧通风								
4	长管式呼吸器运行正常，便携式报警器、气体检测报警仪、对讲机使用正常								
5	作业人员防护服无破损，防毒面具、防护手套、手套等穿戴正确，拉链闭合、门襟叠合等完好平整无破漏								
6	作业人员安全带穿戴正确，安全绳身体端和槽罐外端分别栓挂牢靠								
7	罐内气体检验正常								
8	作业人员清楚槽罐内存在的其他危险因素，如内部附件								
9	作业监护措施：消防器材（）、救生绳（）、气防装备（）								
10	其他安全措施： 编制人：								

表 B.1 受限空间（槽罐）安全作业票（续）

申请单位		申请人		作业证编号	
实施安全教育人					
申请单位意见				签字：	年 月 日 时 分
审批单位意见				签字：	年 月 日 时 分
完工验收				签字：	年 月 日 时 分

B.2 人工清罐过程管控清单

人工清罐过程管控清单见表 B.2。

表 B.2 人工清罐过程管控清单

罐体清洗作业证编号			
责任人	作业过程	管控内容	确认情况
技术负责人 (签字)	确定作业 指导书	1.确认罐体介质，查阅介质化验报告，并确定作业指导书 2.根据作业指导书对监护、作业人员进行技术交底并填写相应记录表单，相关人员均应签字	
	预处理	1.车辆熄火，用停车楔、轮挡对车辆进行固定，使用等电位静电接地夹将罐车与承接容器连接 2.启动通风设备，确认通风正常 3.连接软管管道与罐底卸料口连接可靠严密 4.罐体内残余物料已排尽 5.关闭阀门后，将连接软管收至指定位置，确保无液体洒漏 6.封闭承接残余物料的容器 7.当天作业结束后，危废料转运到危废库（由库管和当班班长签字）	
作业班组班长 (签字)	蒸罐	1.温度计、海底阀熔断螺栓、罐顶探杆已拆除 2.排污管与卸料口连接可靠严密 3.蒸气胶管已牢固，做好防烫伤防护，蒸气胶管接口处连接可靠严密 4.废气回收系统选用正确，放下废气收集罩，废气罩面积全部覆盖人孔，开启运行 5.缓慢开启蒸气阀门，蒸气温度和时间达到作业指导书要求 6.关闭蒸气阀门，罐体表面温度降低至常温 7.蒸气胶管收至指定位置 8.关闭卸料口阀门，将排污管与卸料口断开 9.排污管收至指定位置，确保无液体洒漏	

表 B.2 人工清罐过程管控清单（续）

罐体清洗作业证编号			
责任人	作业过程	管控内容	确认情况
作业班组班长 和安全员 (分别签字)	通风	1.防爆风管通过人孔插入罐槽内	
		2.放下废气收集罩，废气罩罩口全部覆盖人孔，周围无漏气	
		3.废气回收系统正常开启运行	
		4.风机开启，且通风时间达到0.5 h以上	
		5.罐体温度降低至常温，使用温度计测温，关闭风机	
		6.使用泵吸式气体检测报警器在罐内上部、中部和下部分别进行检测，且检验结果正常	
现场监护人和 作业人员 (签字)	人工清洗	1.作业人员防护服无破损，防毒面具、防护手套、手套等穿戴正确，拉链闭合、门襟叠合等完好平整无破漏	
		2.作业人员安全带穿戴正确，安全绳栓挂可靠	
		3.长管式呼吸机运行正常，便携式报警器、气体检测报警仪、对讲机使用正常	
		4.进罐前清点要带入罐内作业的工器具	
		5.通风机开启，罐内通风正常，开始入罐作业	
		6.与罐内作业人员联系正常，作业时间未超过20 min	
现场监护人 (签字)	干燥	7.作业结束，人员全部出罐	
		8.核查作业工器具与作业前一致，关闭通风机	
		1.放下废气收集罩，废气罩罩口全部覆盖人孔，周围无漏气	
		2.废气回收系统正常开启运行	
		3.开启烘干机从人孔向罐体内通风进行干燥	
		4.干燥时间达到30 min以上	
		5.关闭烘干机	
		6.防爆风管通过人孔插入罐槽内，开启风机	
		7.罐体温度降低至常温，关闭风机	
		8.使用泵吸式气体检测报警器在罐内上部、中部和下部分别进行检测，且检验结果正常	
		9.作业人员防护服无破损，防毒面具、防护手套、手套等穿戴正确，拉链闭合、门襟叠合等完好平整无破漏	
		10.作业人员安全带穿戴正确，安全绳栓挂可靠	
		11.长管式呼吸机运行正常，便携式报警器、气体检测报警仪、对讲机使用正常	
		12.开启风机，罐内通风正常，开始入罐检查	
		13.与罐内作业人员联系正常，作业时间未超过20 min	
		14.作业结束，人员出罐	

表 B.2 人工清罐过程管控清单（续）

罐体清洗作业证编号			
责任人	作业过程	管控内容	确认情况
现场监护人 (签字)	干燥	15.核查作业工器具与作业前一致，关闭通风机	
		16.关闭人孔，废气罩复位	
		17.罐底海底阀紧固完成	

附录 C

(资料性)

遇水反应产生毒性气体的物质目录

遇水反应产生毒性气体的物质目录见表 C.1。

表 C.1 遇水反应产生毒性气体的物质目录

UN号	中文名称	英文名称	类别或项别	指南号	产生的毒性气体
1162	二甲基二氯硅烷	Dimethyldichlorosilane	3, 8	155	氯化氢 (HCl)
1183	乙基二氯硅烷	Ethyldichlorosilane	4.3, 3, 8	139	氯化氢 (HCl)
1196	乙基三氯硅烷	Ethyltrichlorosilane	3, 8	155	氯化氢 (HCl)
1242	甲基二氯硅烷	Methyldichlorosilane	4.3, 3, 8	139	氯化氢 (HCl)
1250	甲基三氯硅烷	Methyltrichlorosilane	3, 8	155	氯化氢 (HCl)
1295	三氯硅烷	Trichlorosilane	4.3, 3, 8	139	氯化氢 (HCl)
1298	三甲基氯硅烷	Trimethylchlorosilane	3, 8	155	氯化氢 (HCl)
1305	乙烯基三氯硅烷	Vinyltrichlorosilane, stabilized	3, 8	155P	氯化氢 (HCl)
1340	五硫化二磷，不含 黄磷或白磷	Phosphorus pentasulphide, free from yellow or white phosphorus	4.3, 4.1	139	硫化氢 (H ₂ S)
1360	磷化钙	Calcium phosphide	4.3, 6.1	139	磷化氢 (PH ₃)
1384	连二亚硫酸钠	Sodium dithionite (Sodium hydrosulphite)	4.2	135	硫化氢 (H ₂ S), 二氧化硫 (SO ₂)
1397	磷化铝	Aluminum phosphide	4.3, 6.1	139	磷化氢 (PH ₃)
1419	磷化铝镁	Magnesium aluminum phosphide	4.3, 6.1	139	磷化氢 (PH ₃)
1432	磷化钠	Sodium phosphide	4.3, 6.1	139	磷化氢 (PH ₃)
1541	丙酮合氰化氢，稳定的	Acetone cyanohydrin, stabilized	6.1	155	氰化氢 (HCN)
1680	氰化钾，固态	Potassium cyanide, solid	6.1	157	氰化氢 (HCN)
1689	氰化钠，固态	Sodium cyanide, solid	6.1	157	氰化氢 (HCN)
1716	乙酰溴	Acetyl bromide	8	156	溴化氢 (HBr)
1717	乙酰氯	Acetyl chloride	3, 8	155	氯化氢 (HCl)
1724	烯丙基三氯硅烷，稳定的	Allyltrichlorosilane, stabilized	8, 3	155	氯化氢 (HCl)
1725	无水溴化铝	Aluminum bromide, anhydrous	8	137	溴化氢 (HBr)
1726	无水氯化铝	Aluminum chloride, anhydrous	8	137	氯化氢 (HCl)

表 C.1 遇水反应产生毒性气体的物质目录（续）

UN号	中文名称	英文名称	类别或项别	指南号	产生的毒性气体
1728	戊基三氯硅烷	Amyltrichlorosilane	8	155	氯化氢 (HCl)
1732	五氟化锑	Antimony pentfluoride	8, 6.1	157	氟化氢 (HF)
1741	三氯化硼	Boron trichloride	2.3, 8	125	氯化氢 (HCl)
1745	五氟化溴	Bromine pentafluoride	5.1, 6.1, 8	144	氟化氢 (HF), 溴 (Br ₂)
1746	三氟化溴	Bromine trifluoride	5.1, 6.1, 8	144	氟化氢 (HF), 溴 (Br ₂)
1747	丁基三氯硅烷	Butyltrichlorosilane	8, 3	155	氯化氢 (HCl)
1752	氯乙酰氯	Chloroacetyl chlorid	6.1, 8	156	氯化氢 (HCl)
1753	氯苯基三氯化硅	Chlorophenyltrichlorosilane	8	156	氯化氢 (HCl)
1754	氯磺酸 (含或不含三氧化硫)	Chlorosulfonic acid	8	137	氯化氢 (HCl)
1758	氯氧化铬	Chromium oxychloride	8	137	氯化氢 (HCl)
1762	环己烯基三氯硅烷	Cyclohexenyltrichlorosilane	8	156	氯化氢 (HCl)
1763	环己基三氯硅烷	Cyclohexyltrichlorosilane	8	156	氯化氢 (HCl)
1765	二氯乙酰氯	Dichloroacetyl chloride	8	156	氯化氢 (HCl)
1766	二氯苯基三氯硅烷	Dichlorophenyltrichlorosilane	8	156	氯化氢 (HCl)
1767	二乙基二氯硅烷	Diethyldichlorosilane	83	155	氯化氢 (HCl)
1769	二苯基二氯硅烷	Diphenyldichlorosilane	8	156	氯化氢 (HCl)
1771	十二烷基三氯硅烷	Dodecyltrichlorosilane	8	156	氯化氢 (HCl)
1777	氟璜酸	Fluorosulphonic acid	8	137	氟化氢 (HF)
1781	十六烷基三氯硅烷	Hexadecyltrichlorosilane	8	156	氯化氢 (HCl)
1784	己基三氯硅烷	Hexyltrichlorosilane	8	156	氯化氢 (HCl)
1799	壬基三氯硅烷	Nonyltrichlorosilane	8	156	氯化氢 (HCl)
1800	十八烷基三氯硅烷	Octadecyltrichlorosilane	8	156	氯化氢 (HCl)
1801	辛基三氯硅烷	Octyltrichlorosilane	8	156	氯化氢 (HCl)
1804	苯基三氯硅烷	Phenyltrichlorosilane	8	156	氯化氢 (HCl)
1806	五氯化磷	Phosphorus pentachloride	8	137	氯化氢 (HCl)
1808	三溴化磷	Phosphorustribromide	8	137	溴化氢 (HBr)
1809	三氯化磷	Phosphorus trichloride	6.1, 8	137	氯化氢 (HCl)
1810	三氯氧化磷(磷酰氯)	Phosphorusoxytrichloride	6.1, 8	137	氯化氢 (HCl)
1815	丙酰氯	Propionyl chloride	3, 8	132	氯化氢 (HCl)
1816	丙基三氯硅烷	Propyltrichlorosilane	8, 3	155	氯化氢 (HCl)
1818	四氯化硅	Silicon tetrachloride	8	157	氯化氢 (HCl)

表 C.1 遇水反应产生毒性气体的物质目录（续）

UN号	中文名称	英文名称	类别或项别	指南号	产生的毒性气体
1828	氯化硫	Sulphur chlorides	8	137	氯化氢 (HCl) 二氧化硫 (SO ₂)， 硫化氢 (H ₂ S)
1834	硫酰氯	Sulphuryl chloride	6.1, 8	137	氯化氢 (HCl)
1836	亚硫酰氯	Thionyl chloride	8	137	氯化氢 (HCl)， 二氧化硫 (SO ₂)
1838	四氯化钛	Titanium tetrachloride	6.1, 8	137	氯化氢 (HCl)
1898	乙酰碘	Acetyl iodide	8	156	碘化氢 (HI)
1923	连二亚硫酸钙 (亚硫酸氢钙)	Calcium dithionite (Calcium hydrosulphite)	4.2	135	硫化氢 (H ₂ S) 二氧化硫 (SO ₂)
1929	连二亚硫酸钾 (亚硫酸氢钾)	Potassium dithionite (Potassium hydrosulphite)	4.2	135	硫化氢 (H ₂ S)， 二氧化硫 (SO ₂)
1931	连二亚硫酸锌 (亚硫酸氢锌)	Zinc dithionite (Zinc hydrosulphite)	9	171	硫化氢 (H ₂ S)， 二氧化硫 (SO ₂)
2004	二氨基镁	Magnesium diamide	4.2	135	氨气 (NH ₃)
2011	二磷化三镁	Magnesium phosphide	4.3, 6.1	139	磷化氢 (PH ₃)
2012	磷化钾	Potassium phosphide	4.3, 6.1	139	磷化氢 (PH ₃)
2013	磷化锶	Strontium phosphide	4.3, 6.1	139	磷化氢 (PH ₃)
2308	液态亚硝基硫酸	Nitrosylsulphuric acid, liquid	8	157	二氧化氮 (NO ₂)
2353	丁酰氯	Butyl chloride	38	132	氯化氢 (HCl)
2395	异丁酰氯	Isobutyryl chloride	38	132	氯化氢 (HCl)
2434	二苯基二氯硅烷	Dibenzyl dichlorosilane	8	156	氯化氢 (HCl)
2435	乙基苯基二氯硅烷	Ethylphenyldichlorosilane	8	156	氯化氢 (HCl)
2437	甲基苯基二氯硅烷	Methylphenyldichlorosilane	8	154	氯化氢 (HCl)
2495	五氟化碘	Iodine pentafluoride	5.1, 6.1, 8	144	氟化氢 (HF)
2691	五溴化磷	Phosphorus pentabromide	8	137	溴化氢 (HBr)
2692	三溴化硼	Boron tribromide	8	157	溴化氢 (HBr)
2806	氮化锂	Lithium nitride	4.3	138	氨气 (NH ₃)
2977	放射性物质六氟化铀， 易裂变的	Radioactive material, Uranium hexafluoride, fissile	7, 8	166	氟化氢 (HF)
2978	放射性物质六氟化铀，非易裂 变的或例外的易裂变的	Radioactive material, Uranium hexafluoride, non-fissile or fissile excepted	7, 8	166	氟化氢 (HF)
2985	氯硅烷，易燃，腐蚀性， 未另作规定的	Chlorosilanes, flammable corrosive, n.o.s.	3, 8	155	氯化氢 (HCl)
2986	氯硅烷，腐蚀性，易燃， 未另作规定的	Chlorosilanes, corrosive, flammable, n.o.s.	8, 3	155	氯化氢 (HCl)

表 C.1 遇水反应产生毒性气体的物质目录（续）

UN号	中文名称	英文名称	类别或项别	指南号	产生的毒性气体
2987	氯硅烷，腐蚀性，未另作规定的	Chlorosilanes, corrosive n.o.s.	8	156	氯化氢 (HCl)
2988	氮硅烷，遇水反应，易燃，腐蚀性，未另作规定的	Chlorosilanes, Water-reactive, flammable, corrosive, n.o.s.	4.3, 3, 8	139	氯化氢 (HCl)
3048	磷化铝农药	Aluminum phosphide pesticide	6.1	157	磷化氢 (PH ₃)
3361	氯硅烷，毒性，腐蚀性，未另作规定的	Chlorosilanes, toxic, corrosive, n.o.s.	6.1, 8	156	氯化氢 (HCl)
3362	氯硅烷，毒性，腐蚀性，易燃，未另作规定的	Chlorosilanes, toxic, corrosive, flammable, n.o.s.	6.1, 3, 8	155	氯化氢 (HCl)
3456	固态亚硝基硫酸	Nitrosylsulphuric acid, solid	8	157	二氧化氮 (NO ₂)
3507	六氟化铀，放射性材料，例外包件，每个包件小于0.1 kg，非易裂变的或不属于易裂变的	Uranium hexafluoride, radioactive material, excepted package, less than 0.1 kg per package, nonfissile or fissile-excepted	8	166	氟化氢 (HF)

附录 D

(资料性)

××公司常压储罐槽车清洗作业指导书(模板)

D.1 目的

本作业指导书旨在规范本公司常压罐式车辆清洗作业流程，明确作业操作步骤和各项安全防范措施，确保清洗过程的安全、高效，避免各项安全生产和环境污染事故的发生。

D.2 适应范围

如本作业指导书适用于运输易燃易爆且有毒的液体危险货物常压储罐车清洗，如甲苯。

D.3 介质危险性

如在常温常压下，甲苯具有一定的挥发性，其蒸气比空气重，可以与空气形成爆炸性混合气体，爆炸下限体积分数为1.2%。其具有中等毒性，对人体具有一定的危害，长时间接触甲苯或吸入高浓度的甲苯蒸气，会引起头痛、头晕、恶心、呕吐、食欲不振等症状。同时，甲苯对皮肤和眼睛也有刺激性，可能引起红肿、疼痛等不适症状。

D.4 作业流程

D.4.1 预处理

D.4.1.1 风险辨识

如在放出槽罐内甲苯时，如果因为连接管线未连接好，可能是甲苯泄漏到地面，进而引起人员中毒。如果甲苯蒸气与空气混合后达到了爆炸极限范围，会在人体高度以下扩散，暗沟、窨井、明沟、低凹处都可能聚集，有可能因为人体的静电、电气的火花、钢制工具碰撞火花或明火等引发爆炸事故。如果不能及时收集处理，在地面没有硬化或地面有裂纹、裂缝情况下，还有可能污染地下水或土壤。

D.4.1.2 技术防范措施

如要先判断罐内有多少残液体，选择的承接容器要能够装得下；放液软管一定要与槽车放料管连接可靠，并另一端也要可靠地插入承接的容器内；要保证槽罐与承接容器处于等电位下，所以应使用静电接地夹将承接容器和槽罐连接在一个电位系统内。

D.4.1.3 详细操作流程

如将车辆开至划定位置后熄火并使用停车楔或轮挡对车辆进行固定等。

D.4.2 蒸罐

D.4.2.1 风险辨识

如高温导致人员烫伤等。

D.4.2.2 技术防范措施

如设置警戒区域，蒸罐期间严禁无关人员进入等。

D.4.2.3 详细操作流程

如缓慢打开蒸气阀门至 3/4 处，设置蒸气温度为 160 ℃，蒸罐时间 4 h 等。

D.4.3 通风

D.4.3.1 风险辨识

如作业人员未穿戴长管式呼吸器直接进入罐内导致中毒窒息等。

D.4.3.2 技术防范措施

如进入罐内作业人员必须正确穿戴长管式呼吸器等。

D.4.3.3 详细操作流程

如作业人员穿戴长管式呼吸器和五点式安全带，经监护人员再次确认无误后，由人孔进入罐内等。

D.4.4 清洗

D.4.4.1 人工清洗

D.4.4.1.1 风险辨识

如罐内角落残余甲苯导致人员中毒等。

D.4.4.1.2 技术防范措施

如入罐 30 min 内，使用气体检测报警器在对罐内上部、中部和下部分别进行检测，无异常报警后，方可进入等。

D.4.4.1.3 详细操作流程

如使用高压水枪对罐壁、隔板、焊缝、缝隙等部位进行初步冲洗等。

D.4.4.2 机械清洗

D.4.4.2.1 风险辨识

如清洗结束后进入罐内检查导致人员中毒窒息等。

D.4.4.2.2 技术防范措施

如入罐 30 min 内，使用气体检测报警器在对罐内上部、中部和下部分别进行检测，无异常报警后，方可进入等。

D.4.4.2.3 详细操作流程

如启动系统，将惰性混合气体通过管线注入罐内等。

D.4.5 干燥

D.4.5.1 风险辨识

如从罐车顶部意外坠落导致作业人员受伤等。

D.4.5.2 技术防范措施

如在罐车顶部或其他高处作业时，作业人员穿戴五点式安全带等。

D.4.5.3 详细操作流程

如启动烘干机，保持设定烘干时间为 45 min 等。

D.4.6 验收

如清洗完成后，罐内无死角，无水（冰）、泥沙、木屑、油迹、纤维线毛、明显铁锈、黑色污物等，罐体外卸油口洁净，凹槽处无积水、污物等。

D.5 注意事项

注意事项包括：

- a) 现场工作人员要做好防护措施，并穿戴包括防护服、化学护目镜、防毒面具、耐化学品手套等；
- b) 现场工作人员工作前应检查工作场所工具、机具是否安全完好，车辆总电源是否关闭；
- c) 开始作业前，应核对介质是否在允许范围内等。

参 考 文 献

- [1] GB 12268 危险货物品名表
- [2] GB/T 24001 环境管理体系 要求及使用指南
- [3] GB/T 24536 防护服装 化学防护服的选择、使用和维护
- [4] GB 31571 石油化学工业污染物排放标准
- [5] GB/T 38144.1 眼面部防护 应急喷淋和洗眼设备 第1部分：技术要求
- [6] GB/T 38144.2 眼面部防护 应急喷淋和洗眼设备 第2部分：使用指南
- [7] GB/T 39652.4—2021 危险货物运输应急救援指南 第4部分：遇水反应产生毒性气体的物质

目录

- [8] GB/T 45001 职业健康安全管理体系 要求及使用指南
 - [9] GB/T 50507—2019 铁路罐车清洗设施设计标准
 - [10] AQ/T 3048—2013 化工企业劳动防护用品选用及配备
 - [11] AQ/T 6107 化学防护服的选择、使用和维护
 - [12] SY/T 6340 防静电推荐作法
-