

溴素作业安全规程

Safety requirements for Bromine

2022 - 09 - 27 发布

2022 - 10 - 27 实施

前 言

本标准按照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》的规则起草。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别专利的责任。

本标准由浙江省应急管理厅提出并组织实施。

本标准由浙江省安全生产标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：浙江工业大学、日出实业集团公司、临海市建新化工有限公司。

本标准主要起草人：李振明、苏长流、康泉胜、孙阳、刘斌、陈丰、阮继锋、王睿、田新娇。

溴素作业安全规程

1 范围

本标准规定了溴素在生产、贮存、装卸、运输、防护和应急处置、职业安全卫生管理要求。本标准适用于化学品生产经营单位涉及的溴素作业。

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标准必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本标准；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

- GBZ 2.1 工作场所有害因素接触限值 第1部分：化学有害因素
- GB 150.1 压力容器 通用要求
- GBZ 158 工作场所职业病危害警示标识
- GB 190 危险货物包装标志
- GB 2894 安全标志及其使用导则
- GB 18218 危险化学品重大危险源辨识
- GB/T 18664 呼吸防护用品的选择、使用与维护
- GB/T 20801 压力管道规范 工业管道
- GB/T 24536 防护服装 化学防护服的选择、使用和维护
- GB/T 29639 生产经营单位应急预案编制导则
- GB 30871 危险化学品企业特殊作业安全规范
- 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
- GB 50016 建筑设计防火规范
- GB/T 50046 工业建筑防腐蚀设计标准
- 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 51283 精细化工企业工程设计防火标准
- AQ 3035 危险化学品重大危险源安全监控通用技术规范
- AQ 3036 危险化学品重大危险源罐区现场安全监控装备设置规范
- AQ 3047 化学品作业场所安全警示标志规范
- JT/T 617（所有部分） 危险货物道路运输规则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

溴素 Bromine

溴素，别名溴，是常温下的唯一呈液态的非金属单质，化学式为Br₂，呈深红棕色液体，有刺激性气味，活性介于氯与碘之间，被列为第二类易制毒化学品管控，是一种化学元素，有腐蚀性，并且有毒。

3.2

时间加权平均容许浓度（PC-TWA） permissible concentration-time weighted average
以时间为权数规定的8 h工作日、40 h工作周的平均容许接触浓度。

3.3

短时间接触容许浓度（PC-STEL） permissible concentration-short term exposure limit
在实际测得的8 h工作日、40 h工作周平均接触浓度遵守PC-TWA的前提下，容许劳动者短时间（15 min）接触的加权平均浓度。

3.4

安全膜片 blowout disc

利用膜片的断裂来泄压的，具有防腐功能的衬四氟的爆破片。

4 一般要求

4.1 生产、贮存、使用溴素的厂房、库房、场所的建（构）筑物应符合 GB 50016、GB 51283 和 GB/T 50046 中有关规定和要求。

4.2 生产、使用溴素的企业应距离人员密集公共场所不小于 100 m，贮存区距离人员密集场所不小于 200 m。

4.3 溴素生产、使用、贮存、运输、经营的单位相关从业人员，应经专业培训，考核合格方可上岗操作。

4.4 溴素生产、使用、贮存、运输、经营的负责人（含技术人员）、安全管理人员以及班组长，应熟练掌握工艺过程和设备性能，具备溴素泄漏的处置能力。

4.5 生产、贮存、运输、使用、经营溴素的场所，应配备应急常备抢修器材和防护用品，见表 1 和表 2，并定期检查、维护。

表1 常备抢修器材表

器材名称	规格	常备数量
活动扳手	300 mm	2 把
克丝钳	200 mm	1 把
竹签、木塞、铅塞、橡皮塞	Φ3 mm~10 mm	各 5 个
铁丝	8 号	20 m
铁箍	配合生产、使用、贮存系统不同管径和罐径，宽 50 mm 厚 3 mm	各 2 对
软聚四氟乙烯垫	厚 5 mm	不同尺寸若干块
纯碱	20 kg/袋	20 袋以上
氨水（查漏使用）	浓度 10%	2 L
瓶装氨气（配备氨气减压阀、耐压导气软管和手持硬喷管）	100 L	2 瓶以上

表2 常备防护用品表

名称	常用数	备用数
自给式空气呼吸器（自给开路式压缩）	与作业人数同	2套
氯丁胶全封面式呼吸器（防酸性）	与作业人数同	1套
氯丁胶手套	与作业人数同	2套
防护眼镜（或面罩）	与作业人数同	2套
聚氯乙烯（PVC）带衬化学防护服	与作业人数同	1套
氯丁胶靴子	与作业人数同	1套
氯丁胶围裙	与作业人数同	1套

- 4.6 对于半敞开式溴素生产、使用、贮存等厂房结构，应利用自然通风条件换气。
- 4.7 溴素不应存放于地下室，存放温度不应在-5℃以下，溴素存放区域应提供足够的照明。
- 4.8 生产、使用、贮存溴素过程中产生的尾气，应经纯碱吸收处理，并达标排放。
- 4.9 溴素罐区（或贮存点）内不应有下列与其性质抵触或可能起化学反应的物质同库存放：
- 易燃流体；
 - 易爆气体；
 - 易燃固体；
 - 自燃物质；
 - 遇湿易燃物质；
 - 氧化物；
 - 有机过氧化物；
 - 放射性物质；
 - 腐蚀品；
 - 食品；
 - 金属。
- 4.10 溴素生产、使用、贮存场所应按 GB/T 50493 要求设置有毒气体检测报警装置。
- 4.11 作业人员接触溴素的职业接触限值应按 GBZ 2.1 的要求：
- 时间加权平均容许浓度为 0.6 mg/m³；
 - 短时间接触容许浓度为 2.0 mg/m³。
- 4.12 溴素生产、贮存、输送、使用等涉及的压力容器和压力管道，应按 GB 150.1、GB/T 20801 等规定进行定期检测和管理。
- 4.13 溴素的生产、使用、贮存、运输和经营单位，应按 GB/T 29639 规定编制应急预案，并向有关部门备案，定期组织相关人员培训和演练，并适时修订。
- 4.14 发生溴素泄漏时，作业人员应朝上风向迅速撤离到安全地带。
- 4.15 溴素的生产、使用、贮存等场所应按 GB/T 38144.2 规定，设置应急喷淋和洗眼设备。
- 4.16 废弃的溴素及其溶液，应收集使用碱性溶液中和并冲洗，废液应达标排放。
- 4.17 溴素的生产、使用、贮存、运输和经营等场所，应按 GBZ 158、GB 2894 和 AQ 3047 等相关规定设置风向标和安全危害警示标志。

5 生产安全

5.1 设备设施

- 5.1.1 生产中的涉溴容器应采用搪玻璃或衬氟容器，输送泵宜采用无泄漏屏蔽泵。
- 5.1.2 生产中的尾气应进入尾气吸收塔，可采用氢氧化钠和亚硫酸氢钠混合溶液吸收；其设备材质宜采用搪玻璃或其它含氟塑料，管线材质宜采用聚偏氟乙烯（PVDF）。
- 5.1.3 管线附件如阀门、栓塞、垫片等应采用搪玻璃、陶瓷和氟塑料等材质；法兰上应加防喷法兰罩。
- 5.1.4 生产管线不应埋地，以防止阀门或栓塞的腐蚀而造成泄漏。

5.2 控制系统

- 5.2.1 涉及溴素使用的设备应按工艺生产和安全的要求安装压力、温度、液位等检测仪表，并根据操作岗位的设置要求，配置现场或远传指示报警设施。
- 5.2.2 就地安装的仪表应全密封。温度仪表宜采用电接点双金属温度计；压力表宜采用钽（合金）压力表或隔膜式压力表；流量显示宜采用电磁流量计或转子流量计。
- 5.2.3 液位仪表宜采用脉冲型雷达或智能外测液位仪等。
- 5.2.4 执行器电磁阀等宜采用防腐隔膜阀。
- 5.2.5 定期对控制系统，尤其是自动控制系统进行检测，防止因腐蚀造成误动作或误操作。

6 贮存安全

- 6.1 溴素储罐应采用搪玻璃或衬铅（衬氟）的钢制容器，不应在底部或侧面开进出料口。
- 6.2 溴素储罐贮存上限为 90%。
- 6.3 溴素储罐进出料可用泵或惰性气体驱动，惰性压缩气体应干燥，尾气应进入处理系统。
- 6.4 储罐液位显示应采用脉冲型雷达物位计或智能外测液位仪等，其重量宜采用电子称计量，并设上下限报警装置，定期校验。
- 6.5 溴素储罐区应设置应急备用罐，其容积不小于最大一只储罐的容积。储罐区四周应设不低于 500 mm 的围堰，并在围堰内存放 150 mm~200 mm 高的清水。该围堰内可设置 200 mm×200 mm（高×宽）的地沟并铺设盖板，储存区外可设置 1 m³~2 m³溴素应急收集池，池内应急水的体积不少于 80%。
- 6.6 溴素贮存区应按 GB 18218 的规定进行辨识，构成重大危险源的应按国家相关要求配置安全控制系统，并按 AQ 3035、AQ 3036 的规范设置重大危险源监控预警系统，实时监控生产状况，规范管理。

7 装卸安全

7.1 槽罐要求

- 7.1.1 槽罐宜采用搪玻璃或衬铅或滚涂氟塑料的钢制容器。
- 7.1.2 槽罐阀门和安全膜片应定期检查或更换，槽罐及附件每 3 年作一次全面检测。
- 7.1.3 槽罐充装溴素后，打压至 0.30 MPa，并保压 10 min 不渗漏后方可起运。
- 7.1.4 槽罐装卸过程中的尾气应接入尾气处理系统。

7.2 装卸管理

- 7.2.1 作业现场装卸搬运人员和机具操作人员，应遵守劳动纪律，服从指挥。无关人员不应在现场逗留。
- 7.2.2 在装卸操作前，应按照操作规程和有关规定，预先做好准备工作，检查装卸搬运工具及操作设备。作业结束后，应清除沾染在工具上面的溴素。

7.2.3 装卸搬运时应检查包装容器是否符合规定，并保持完好；作业人员应穿戴 PVC 带衬化学防护服、氯丁胶手套、氯丁胶围裙、氯丁胶靴子、防毒面具，见表 2 所示。

8 运输安全

8.1 溴素运输时，应按 GB 190 和 GB 2894 规定设置危险品标识，并遵守运输行业对危险化学品运输管理规定。

8.2 汽车运输溴素应符合 JT/T 617 的相关规定。

8.3 溴素汽车运输时，承运单位应取得相应危险货物运输资质，并配备符合要求的运输车辆押运员，驾驶员、押运员应经培训合格，取得相应的资格证。

8.4 溴素运输车辆停车时应可靠制动，规范管理。

8.5 溴素本身为非燃烧物质，但当装溴素的容器遇火时，应将容器迅速撤离火源或进行喷水冷却。发生泄漏应立即将其移至空旷处，并进行应急处理。

9 防护用品管理与应急处置

9.1 防护用品应定期检查，应按 GB/T 18664 规定，定期更换。

9.2 防护用品存放位置应便于作业人员快速取用。

9.3 当发生泄漏时，参加救援的人员应穿戴专用防护工作服，包括护目镜、呼吸保护装置、尼龙衬里的氯丁胶雨衣（裤子和上衣）、安全帽、氯丁胶手套和氯丁胶靴子。在含溴气的环境下时，要戴上有效的氯丁胶全封面式呼吸器（防酸性）。当已知溴气浓度高于 10mg/L 时，应穿戴自给式空气呼吸器（自给开路式压缩）。

9.4 溴素泄露时可采取如下方法：

- a) 疏散与隔离：立即启动现场处置方案，迅速将人群保护在上风向，并远离低洼地段；
- b) 液态溴的中和：事故现场，采用纯碱对流淌的泄漏溴素围堤作堰，防止流散面积扩大，并用纯碱覆盖；
- c) 气相溴雾的中和：
 - 1) 溴素泄漏时，出现大量气化的红色溴雾，应使用氨气来中和红色的溴雾；
 - 2) 推出液氨钢瓶，置于上风向，打开气相阀门上氨气专用减压阀（减压至 0.15 MPa~0.20 MPa），解开耐压软管，手持软管末端的硬杆喷管，将氨气喷入溴雾中，立即生成白色溴化铵烟雾，一瓶 400 kg 液氨气化成氨气后可中和 1.6 t 的溴素；
 - 3) 气相溴雾应采用喷射氨气来中和，有效控制用量，不应过量使用氨气，更不应使用液氨或高浓氨水来中和溴素。

10 职业安全卫生管理要求

10.1 宜配备专用的劳动防护用品和器具，由专人保管、定期检修，并保持状态完好。

10.2 不应直接接触溴素，不应在作业现场饮食。

10.3 作业人员应正确穿戴劳动防护用品，工作结束后更换工作服、做好个人清洁后方可离开作业场所。

10.4 涉及特殊作业应按照 GB 30871 的要求执行。

10.5 维护、检修储溴装置时，应按照维护、检修方案和操作规程进行，现场应当有专人监护，并设置警示标志。

10.6 需要进入储溴容器或者狭窄封闭场所作业时，应事先采取有效的事故预防措施。

- 10.7 从事溴素作业的用人单位应当按照国家有关规定开展职业病危害因素日常监测和定期检测,并进行职业卫生评价。
- 10.8 从事溴素作业应穿戴专用防护工作服,特别是从事溴卸载的人员都要佩戴护目镜、呼吸保护装置、尼龙衬里的氯丁胶雨衣(裤子和上衣)、安全帽、氯丁胶手套和氯丁胶靴子。
- 10.9 所有在溴环境下暴露过的防护服应及时清洗,并按 GB/T 24536 要求进行卫生处理。
- 10.10 作业人员不应穿氯丁胶靴子在液态溴中行走;与液溴接触的鞋袜应作为危险废物处置。
- 10.11 当有可能暴露在含溴气的环境中时,作业人员应佩戴有效的氯丁胶全封面式呼吸器(防酸性)。
-