

有机过氧化物使用单位储存设施的设计思考及对策

杨会兵（陕西延长中煤榆林能源化工有限公司，陕西 榆林 718500）

摘要：本文从有机过氧化物的危险性和储存要求和储存设施设计方面的现状和存在问题，从总平面布置、工艺（含机械设备）、建筑、结构、电气、仪表、消防、暖通八个专业方面进行探讨，以期达到在限定的经济条件下满足技术方面的设计要求。

关键词：有机过氧化物；储存；设施；设计

有机过氧化物对热、震动、撞击和摩擦等因素极其敏感，是一种非常不稳定的助剂，极易分解，易燃易爆。这一特性对有机过氧化物的生产、包装、储存、运输、使用等环节提出相当苛刻的要求。对于使用单位来说，由于使用要求时间与供应到货时间无法完全同步，在使用单位和使用现场，建设有机过氧化物储存设施必不可少。

本文仅对使用部门建设有机过氧化物储存设施的设计思考及对策进行探讨。

1 有机过氧化物的危险性和设计储存设施时需考虑的因素

有机过氧化物是在其分子结构中包含不稳定 $-O-O-$ 过氧键的有机化学品，是高活性的热不稳定物质，其可能会显示放热性自加速分解。呈现出以下危险特征：①出现爆炸性分解；②是易燃的，且快速燃烧；③对冲击或摩擦很敏感；④会与其他物质进行危险反应；⑤显示毒性或腐蚀现象。

具体来说，在正常温度或高温下，容易放热分解，可因受热或与杂质（如酸、重金属化合物、胺）接触、摩擦或碰撞而引起。分解速度随着温度增加，并随有机过氧化物配制品而不同。分解可能产生有害或易燃气体或蒸汽。有些过氧化物，即使短暂地接触，也会对角膜造成严重的损害，或者对皮肤具有腐蚀性。有些过氧化物在运输时必须控制温度。还有些过氧化物可能发生爆炸性分解，特别是在封闭条件下。许多过氧化物燃烧猛烈。这些特性可通过添加稀释剂或使用适当的容器以降低其危险性。

尽管通过采取措施，降低了其危险性，但有机过氧化物储存设施设计时仍然必须考虑的危险因素有：温度控制、分解和/或爆炸的危险、火灾、毒性和/或腐蚀危险；生态毒性或环境危险。特别是需要对温度敏感性表现进行分析：①所有有机过氧化物均是热不稳定的。是否会出现多少剧烈程度的分解，取决于温度。因此，应保护所有有机过氧化物，使其免受阳光及热源的直接照射；②甚至某些有机过氧化物因为太不稳定，没法在环境温度下储存。

因此须在运输及储存期间进行严格的温度控制。

2 有关有机过氧化物的规范

作为使用单位，在有机过氧化物的选用时，除了满足生产、技术对方面的品种、质量要求外，还需要在采购时满足有机过氧化物作为 5.2 类危险化学品（按 GB6944-2012《危险货物分类和品名编号》）对分类、包装、标识的要求。在货物到场后，为解决使用要求时间与供应到货时间不同步的问题，建设符合安全规范要求的有机过氧化物储存设施尤其重要。遗憾的是，有关有机过氧化物的国

家规范很少。查询到的有：GB21178-2007《自反应物质和有机过氧化物分类程序》；GB28644.3-2012《有机过氧化物分类及品名表》；GB27833-2011《危险化学品有机过氧化物包装规范》；GB1521.12-2004《有机过氧化物危险货物危险特性检验安全规范》。

这些标准重仅有 GB21178-2007 第 8 部分储运要求部分提出储存原则性要求，并无具体的指导性意见。有关有机过氧化物储存方面，2010 年前后提出过《中华人民共和国有机过氧化物储运安全规范》（征求意见稿），在第 8 部分，提出 7 条原则性要求：①中转过过程保证小于 72h；②特定区域，避光直射；③隔离要求；④保存温度控制低于最低控制温度；⑤包装完好；⑥存储设施中不得进行化学操作；⑦配置消防设施设备。这些都是些原则性意见，没有具体的规定，且本征求意见稿历经近 10 年，仍然没有作为正式的规范发布实施。

3 储存关键要求

根据专利商技术文件、现有的文献资料及生产、运输、使用单位的经验，总结出如下储存关键要求：

3.1 专库转存

针对自加速分解温度（SADT）较低的有机过氧化物，必须做到专库专存，避免混入杂物，尤其是能像催化剂一样加速其分解或与有机过氧化物发生化学反应的有还原剂性质的物质。且须注意，存量不得超过设计储量。

3.2 保持低温

采取必要措施确保储存温度始终保持在控制温度（ T_c ）以下，即使在外界停电等意外发生时也能做到低温保存。

3.3 防止意外

采取有效措施，防止静电、火花、泄露等意外发生，一旦有轻微意外发生，危险性亦切实可控。

3.4 以人为本

库房操作人员、管理人员须熟知有机过氧化物性质、危害、储存要求及异常处理办法。须配足劳动防护用品及应急物品，进入库区必须佩齐。

4 使用单位有机过氧化物储存设施的设计考虑

根据总结的储存关键要求以及各专业的规范要求，对有机过氧化物储存设施的设计，思考探索了如下事项。

4.1 总平面布置

根据 LDPE/EVA 工艺包专利商和装置 EPC 承包商的要求，为 LDPE/EVA 装置储存有机过氧化物引发剂的化学品库主要储存五种过氧化物，分别为 DTBP、TBPIN、TBPEH、TBPPI、EHPC。

据此，安排有机过氧化物存储房间设三个：1#、3# 库

为 $0^{\circ}\text{C} \sim -5^{\circ}\text{C}$ 储存 DTBP、TBPIN、TBPEH 三种过氧化物；2# 库为 $-17^{\circ}\text{C} \sim -20^{\circ}\text{C}$ 储存 TBPPI、EHPC 两种过氧化物。根据装置承包商储存时间要求（1~3 个月），以电动叉车（起重量 2t）作为转运工具（合力叉车样本：转弯半径约 $R=2050\text{mm}$ ，最小通道宽度 3933mm ），结合仓库的布置条件，最终三个库的储存规模如下：

	温度	存储介质	托盘数量	最低储存要求
库 2	$-17^{\circ}\text{C} \sim -20^{\circ}\text{C}$	TBPPI、EHPC	32 个 IBC 托盘	满足最低一个月储存要求（28 个托盘）
库 1、3	$0^{\circ}\text{C} \sim -5^{\circ}\text{C}$	DTBP、TBPIN、TBPEH	82 个 IBC 托盘	满足最低一个月储存要求（41 个托盘）

考虑节能因素，把储存温度要求最低的 2 号库安排在中间（左右两侧墙与临近库公用）且设置前室作为外界进入库区的过度，以减低温差减少隔热负担；把要求储存温度允许相对较高的 1 号、3 号库安排在两边（如图 1）。

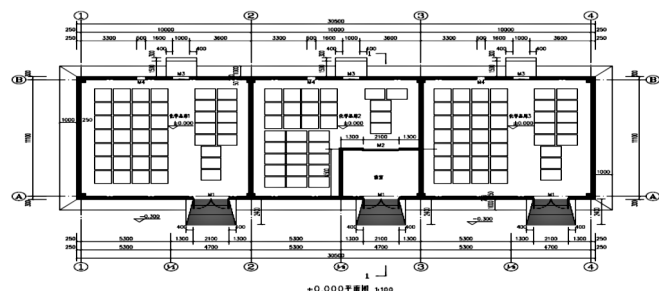


图 1 仓库建筑平面

4.2 工艺（含机械）

因为单桶重约 800~900kg，需采用电动叉车（起重量 2t）作为转运工具，据此核算化学品库 2 存储量为 32 个托盘，化学品库 1、3 存储量各为 41 个托盘。

4.3 建筑

LDPE/EVA 化学品库按防火规范要求的生产火灾危险性分类为甲类，建筑面积 357m^2 ，建筑高度 6.3m，结构形式为钢筋混凝土剪力墙结构。LDPE/EVA 化学品库共 3 个储藏间，每个储藏间为一个单独的防火分区，面积分别为 119.93m^2 、 117m^2 、 119.93m^2 ，每个防火分区的面积均小于规范要求的 120m^2 。每个防火分区有 2 个疏散门，间隔距离超过 5m，符合规范要求。

LDPE/EVA 化学品库墙体采用钢筋混凝土剪力墙，墙体耐火极限不低于 3h。屋面为轻质屋面，采用彩钢板轻质材料，通过屋面进行泄爆。泄爆面积符合规范要求。

4.4 结构

化学品库采用现浇钢筋混凝土剪力墙防爆结构，屋面为轻钢结构泄爆屋面。室外消防事故池为钢筋混凝土地下水池，池子设置顶盖或棚子。辅助用房采用现浇钢筋混凝土框架结构。

4.5 电气

考虑两期 LDPE/EVA 化学品库用电负荷，辅助房间内柴油发电机容量由 200kW 调整为 400kW，配电室内考虑二期低压柜预留位置。化学品库与辅助房间分开建设，增加连接电缆及相应的辅助材料。新增部分照明灯具及安装材料。

4.6 仪表

①每套机组自带控制柜一套，每套控制柜内安装 1 套

双 PLC 控制系统；②控制柜安装于辅助房间（仪表间）内，仪表间预留了二期控制柜的安装位置；③设置上位机 1 台，可以接收来自一期 2 个控制柜的通讯信号。同时预留接收二期控制柜通讯信号的接口。

4.7 消防

本项目 LDPE/EVA 化学品库依据《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 版）的规定，室内设置干式消防栓系统，间距小于 30m，室内消防栓的布置满足同一平面有 2 支消防水枪的 2 股充实水柱同时达到任何部位的要求。

消防栓采用 SN65 减压稳压型室内消防栓。消防水来自厂区稳高压消防水管网，压力为 $0.7 \sim 1.0\text{MPa}$ 。建筑内消防水管径为 DN100，管道上设置切断阀，切断阀为电动闸阀。

LDPE/EVA 化学品库的各个防火分区均设置固定式水喷雾灭火系统。从周边消防水管网上接入两根 DN200 消防水干管进雨淋阀室（雨淋阀室已考虑二期预留位置），共设置 3 个 DN150 的雨淋阀。水喷雾供给强度为 $20\text{L}/\text{min} \cdot \text{m}^2$ ，单个防火分区的流量为 $40\text{L}/\text{s}$ ，持续灭火时间为 0.5h，消防水量为 72m^3 。

雨淋阀组具有手动/自动远程控制功能，发生火灾时，可由感温探头报警并连锁开启雨淋阀，也可在消防控制室远程开启雨淋阀，水喷雾系统动作对化学品冷却、稀释及灭火保护。

雨淋阀前后设置的信号蝶阀，平时阀门常开，阀门关闭时输出电信号，信号上传控制室火灾报警盘。手动控制：现场手动控制。贮存化学危险品建筑物内根据仓库条件安装自动检测和火灾报警系统。以上设计考虑与《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 版）无冲突。

4.8 暖通

LDPE/EVA 化学品库制冷系统选用两套制冷机组，一用一备，故障自动切换，当一套供冷量不足时，两台同时开启；机组布置于辅助间制冷机房内，制冷机房位置见图所示；系统以乙二醇溶液为载冷剂以减少管路输送的冷损失，同时系统内设置有乙二醇溶液缓冲罐以保证系统的稳定性；库内设置防爆冷风机系统，每个库房均设有备用冷风机，故障自动切换；系统采用热水溶霜，以蒸汽为热媒加热水供溶霜系统使用；溶霜水采用厂区生活水；1#、3# 库房（ $0 \sim -5^{\circ}\text{C}$ ）大门设置防爆冷风幕以隔离库内外空气，维持库温稳定；每个库房内设置不少于两个的温度检测点，超温报警且同时开启备用设备；机组的运行状态信号、故障报警信号等均上传；库房内的所有电气及仪表设备均采用防爆型；制冷机房面积考虑预留同规模制冷机组安装空间。

参考文献：

- [1] 朱彦. 加强仓储与运输管理确保危化品物流安全[J]. 水上消防, 2016(01).
- [2] 翟永平. 危化品仓储运输问题待解[J]. 中国物流与采购, 2015(17).

作者简介：

杨会兵（1967-），男，化工工程师，从事化工厂公用工程、全厂系统工程的设计管理。