

## 环氧乙烷的易燃、易爆、易自聚和毒害性

环氧乙烷（EO）又称“氧化乙烯”，具有易燃、易爆、易自聚和毒害性，但其用途比较广泛，所以在运输、储存、使用过程中，应十分小心，防止事故的发生。

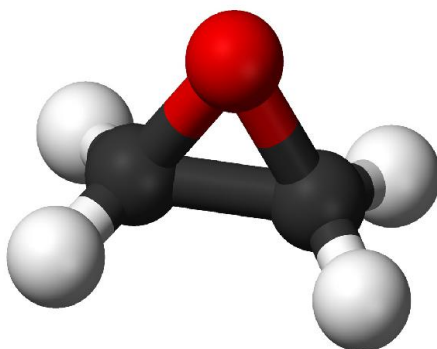
### 1 环氧乙烷的用途

环氧乙烷是重要的一种有机合成原料，用于制造乙二醇作为涤纶纤维的原料，食品添加剂牛磺酸的原料，用来合成洗涤剂、非离子型活性剂，也用来作为消毒剂、杀虫剂、谷物熏蒸剂、乳化剂、缩乙二醇类产品，也还用于生产增塑、润滑剂、橡胶和塑料等。环氧乙烷还可用作火箭等喷气式推进器的燃料，用作军事武器制造炸弹（相当于小型核爆）。

### 2 环氧乙烷的危险特性

#### 1) 环氧乙烷的理化性质

结构式： $\text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2$   
 $\quad \quad \quad \backslash \quad /$   
 $\quad \quad \quad \text{O}$



危险货物编号：

21039

分子量:	44.05
环氧乙烷纯品是一种无色气体，具有芳香醚的气味。	
熔点:	-111.3℃
沸点:	10.7℃
相对密度（水=1）:	0.87
相对蒸汽密度（空气=1）:	1.50
临界温度:	195.8℃（属低压液化气体）
临界压力:	7.19MPa
饱和蒸气压:	0.146MPa（20℃）
溶于水、乙醇和乙醚等有机溶剂和油脂。	
闪点:	-18℃（O.C）
爆炸极限:	3~100（V/V%）
最小引燃能量:	0.065mJ
引燃温度:	429℃
燃烧热值:	-1306.1kJ/mol
分解爆炸温度:	571℃
禁忌物：酸类、碱、醇类、氨、铜	

## 2) 具有易燃易爆性

从以上数据可以看出环氧乙烷闪点很低，环氧乙烷的沸点只有10.7℃，在常温下为无色的气体，在一般日常操作中人员更可能处于环氧乙烷气体环境，环氧乙烷气体对人的嗅觉有麻痹作用，长期处于低浓度环境的工作人员不易觉察其浓度的变化。

环氧乙烷的蒸气密度比空气重，能在低洼处扩散到很远的地方，对环境造成污染。

环氧乙烯闪点低（ $-18^{\circ}\text{C}$ ）、最小引燃能量小（ $0.065\text{mJ}$ ）。

环氧乙烷没有爆炸上限，能与空气形成范围广阔的爆炸性混合物，爆炸威力非常大，试验表明， $1\text{kg}$  环氧乙烷相当于  $2.7\sim 5.0\text{kg}$  TNT 爆炸所产生的冲击波效应。环氧乙烷遇氯磺酸、盐酸、氟化氢、硝酸、发烟硫酸猛烈反应，有爆炸危险。

### 3) 环氧乙烷的自聚性

在较低温度时，环氧乙烷的自聚速度缓慢，虽然不会发生爆炸，但形成的聚合物会堵塞管道、仪表、泄放设施等。达到一定温度，聚合速度很快，同时产生大量的热，引起爆炸性降解。所以应该严格控制环氧乙烷的温度，储存温度一般在 $-5^{\circ}\text{C}$ 左右。除温度因素外，还有很多化学物质，如酸、碱金属、金属氧化物、氢氧化物、高活性催化剂（如铁、锡的无水氯化物及铁和银的氧化物）及一些有机物（如醛）也能诱发环氧乙烷的自聚。铁锈是环氧乙烷自聚的一个诱因，因此环氧乙烷的管道、容器应避免选用容易生锈的碳钢材质，甚至连保温层也要用不锈钢制作。

环氧乙烷接触铁锈、酸、碱金属、金属氧化物、氢氧化物、铝的氧化物、高活性催化剂、醛等一些有机物能诱发其自聚作用，放出大量热，引起爆炸。

环氧乙烷与水反应也能放出大量的热。

环氧乙烷经摩擦、震荡，易产生静电，带来静电危害。

禁配物：酸类、碱、醇类、氨、铜。

避免接触条件：受热、光照。

包装标志：有毒气体；易燃气体。

包装类别：II类包装。

### 3 环氧乙烷的毒害性

环氧乙烷为强麻醉剂，是一种中枢神经抑制剂、刺激剂和原浆毒物，对人的毒性高于四氯化碳和氯仿。

主要经呼吸道和皮肤吸收。可致中枢神经系统、呼吸系统损害，重者引起昏迷和肺水肿，可出现心肌损坏和肝损害，可致皮肤和眼灼伤。人体吸入后，产生呕吐、恶心、腹泻、头痛、眩晕、中枢抑制、呼吸困难，严重者产生肺水肿、脑水肿、肝肾损害、溶血。皮肤接触会产生灼热感、出现水疱、皮炎等。

环氧乙烷有毒，为确认人类致癌物，具麻醉性、刺激性、致敏性和腐蚀性。

环氧乙烷的接触限值：PC-TWA( $\text{mg}/\text{m}^3$ )：2。

### 4 环氧乙烷案例分析

由于环氧乙烷化学性质非常活泼，极易燃易爆，其危险、有害性大，所以一旦发生泄漏、火灾、爆炸其危害性很大，在其生产、运输、储存、使用应谨慎。以下列举几个案例进行分析。

#### 【案例 1】陕西某饲料添加剂厂发生环氧乙烷计量槽爆炸

##### 1) 事故概况

2000 年 7 月 10 日 12 时 20 分，陕西省某饲料添加剂厂合成车间二楼环氧乙烷 1# 计量槽自下封头和筒体连接环缝处撕裂 150mm 长的焊缝，液态环氧乙烷在 0.196~0.294MPa 的压力下高速喷出，急剧气化（环氧乙烷沸点 10.7℃，夏天高温，远远高于其沸点），与周围空气迅速混合达到爆炸极限（环氧乙烷爆炸极限宽，为 3~100 (V/V%)，高速喷出的物料与裂缝槽壁摩擦产生大量静电，而该合成车间的管道、设备无静电跨接装置，静电火花点燃了环氧乙烷（最小引燃能量

很低，为 0.065mJ)，随即发生了第一次爆炸并引发火灾，一次爆炸使合成车间二层部分建筑倒塌，2 名操作工被埋在废墟中。12 时 30 分，大火蔓延烘烤距合成车间 4.5m 处贮槽内约储有 9t 的 50m<sup>3</sup> 环氧乙烷贮槽，环氧乙烷吸热大量气化，罐内压力急剧升高，终因超压而发生爆炸。造成 2 人死亡，4 人重伤，11 人轻伤，直接经济损失 640 万元。

距 50m<sup>3</sup> 环氧乙烷储罐的汽车槽车（为该储罐加环氧乙烷 35t，其爆炸的冲击波效应至少相当于 94.5tTNT 的威力），而汽车槽车出料阀未关闭，当然也未驶出火灾、爆炸区域，于 13 时 20 分汽车槽罐发生爆炸，爆炸冲击波、热辐射造成现场消防官兵、周围群众 30 人受伤，建（构）筑物不同程度受损，并且爆炸飞溅物同时引起厂内多处起火。

## 2) 事故原因分析

### （1）直接原因

①环氧乙烷 1#计量槽属非法自制压力容器，制造质量低劣，焊缝、钢板存在着严重缺陷；

②合成车间属甲类易燃易爆生产场所，未按规定设计、未安装防静电接地装置，导致环氧乙烷从裂口喷出产生的大量静电并积聚，静电火花引发环氧乙烷的火灾、爆炸；

③装有液化环氧乙烷的槽车，未及时关闭出料阀，解下接口，驶至安全地带（约有 1h 的缓冲时间）；

④该厂对本厂的压力容器、压力管道的安全管理，未执行国家的有关法律、法规、标准、规范，非法设计、制造、使用，造成各个环节失控。

### （2）间接原因

①该厂在技改项目增建氯化胆碱合成车间过程中，对安全生产的重要性认识不足，对环氧乙烷的危险、有害性认识不足，安全管理机构、安全生产规章制度、安全操作规程不健全、缺乏有效且操作性强的应急救援预案。

②对有关执法部门检查、提出的问题置若罔闻，未落实整改。

整体设计布局不合理，贮罐与贮罐之间，贮罐与生产厂房及周围建筑物之间的安全距离均不符合有关规定，导致了二次、三次事故的连续发生。

③厂内无专职安全管理人员，安全教育、培训不到位，特种作业人员未经法定部门培训、考核、持证上岗，安全意识淡薄，责任不落实。

④该厂所在地招商区管委会在建设项目中，未认真履行职责，部门主管和经办人未尽尽职尽责，使生产、储存、使用危险化学品的工厂处于市区、居民区中，管委会亦未严格把关，使事故损失进一步扩大。

⑤该厂所在地区的区计划局作为项目主管单位，未严格遵照国家关于技改项目的有关规定，对该厂扩建项目进行严格管理，监督不力，未及时对项目进行全面竣工验收，使可能发生事故的不安全因素未被及时发现。

⑥政府有关部门疏于对民营企业的管理，监督检查不力，对查出的问题未进行整改，未跟踪管理到位。

### 3) 防范措施

(1) 建设项目应按国家、省、市有关规定进行规划、审批、管理和验收；

(2) 压力容器、压力管道等特种设备应由有资质的单位进行设

计、制造、检验、检测、安装、验收、登记，质监局检验、发证后方可使用；

（3）该厂所在地区计划和劳动行政部门，要进一步加大工作力度，对辖区的技术改造项目和所有锅炉、压力容器等特种设备进行一次全面的清理检查；

（4）公安消防、城建规划部门、招商区等单位要切实负起责任，严把基本建设项目审批与规划关；

（5）该厂在恢复生产之前应按照有关规定进行“三同时”审查验收，补办手续；

（6）建（构）筑物的安全间距、静电跨接和接地等安全设施应符合国家标准、规范的要求；

（7）该厂要加强安全管理，建立安全机构和专职安全管理人员，落实安全生产责任制，加强安全教育、培训，特种作业人员应持证上岗；

（8）制定应急救援预案并进行演练。

## **【案例 2】河南某化工厂一只环氧乙烷钢瓶爆炸**

### **1) 事故概况**

河南省某化工厂在 1988 年 9 月从北京某厂购进了设计压力为 2 MPa，容积 410L，直径 600mm 的液氯钢瓶，于 1996 年 9 月由南阳市一家石油化工厂液氯钢瓶检验站检验后改装环氧乙烷。1996 年 9 月 6 日，从南京充装环氧乙烷运回，9 月 24 日下午用氮气压送环氧乙烷至装置准备使用，因钢瓶阀门堵塞，压送环氧乙烷未成，操作工将钢瓶搬至工房中放置。两天后（26 日 15 时 36 分），该钢瓶自行发生爆炸，车间 8 个窗户的玻璃几乎全被震碎，车间东北角屋顶 6 块楼板

塌落，东墙壁上部向外倾斜 15cm，钢瓶爆裂成两块，一块飞出 6m 远，一块落在 9m 外的东北门处。因该厂待料停工放假，无人员在场，未造成人员伤亡。

## 2) 事故原因分析

经调查，现场无人（工人放假）；环境温度不高，爆炸现场无明火，无可燃物泄漏。经检测、现场勘查、人员查询，事故原因分析如下。

### （1）直接原因

①该钢瓶原是液氯钢瓶，经检测后灌装环氧乙烷，瓶内残留有铁锈和氯化物（经中国人民解放军防化研究所检测铁离子浓度达到 150 PPm，氯离子浓度为 4PPm）；

②盛装环氧乙烷的钢瓶材质必须是不锈钢或经表面处理的碳钢，该钢瓶在改装环氧乙烷前，未对内部进行任何表面处理；

③该钢瓶在爆炸前 3 天向环氧乙烷计量罐加料时，操作工未对瓶口进行清洁处理，就直接进行管线连接；充氮作业又未将连接管内的空气用氮气置换出来，管中的空气全部进入钢瓶，并携带入瓶口处的少量铁锈、氯化物，引发环氧乙烷的聚合反应，放出热量，导致瓶内温度和压力升高；安全装置又不能及时卸压，最终因钢瓶超压发生爆炸；

④钢瓶的安全泄压装置未按规定安装，而是用堵丝直接堵死，钢瓶超压时，不能及时卸压。

### （2）间接原因

①该厂重生产、重效益，轻安全，安全管理薄弱；



②压力容器无健全的档案，也未向有关管理部门申办压力容器使用许可证和易燃易爆产品生产使用许可证；

③该厂安全意识淡薄，没有编制正规的安全操作规程，对生产过程中的危险、有害性认识不足，没有分析在生产过程中可能发生的事，错误地认为试生产成功了就掌握了引进的技术，不会发生意外，未对工艺操作进行严格的管理；

④有关技术人员和操作人员缺乏相关的专业知识，未认识到液氯钢瓶改装环氧乙烷存在着潜在的危险性，对操作人员未提出明确、科学的要求；

⑤环氧乙烷充装单位未核查，非环氧乙烷钢瓶应拒绝充装；

⑥使用环氧乙烷的新项目未申请进行“三同时”审查。

### 3) 防止发生同类事故的措施

(1) 要加强多种经营生产企业的安全管理，提高领导的安全意识，积极消除重生产、重效益、抢速度、轻安全的现象。强化对职工的安全教育、培训、考核，提高对事故的防范能力；

(2) 在引进技术的同时，不能只重视技术的关键部分，要设想整个生产过程、环境、人员每一个细节存在的危险、有害性，采取措施，加以防范，实现全员、全过程、全方位、全时空、全天候的安全管理；

(3) 严格执行特种设备、气瓶的相关规定、要求，严禁用液氯钢瓶充装环氧乙烷；

(4) 在本案例中，有关技术人员在事发后，还不知道氯化物是环氧乙烷聚合的催化剂，因此生产技术人员必须掌握丰富的与生产相关的专业知识，杜绝盲目指挥，冒险蛮干；

(5) 必须严格做好“三同时”审查；

(6) 充装单位应严格检查、检测气瓶质量，对不符合要求的气瓶应拒绝充装。

### 【案例 3】1988 年美国 EMPAK 公司一节环氧乙烷槽车爆炸

#### 1) 事故概况

1988 年 8 月 28 日 1:00 左右，停放在得克萨斯州迪尔帕克的 EMPAK 公司停车线上的一节 UTLX-96283 号环氧乙烷槽车爆炸。爆炸时出现一个火球，离 762m 处发现有槽车车体碎片，槽车大部分也远离铁轨，邻近的 10 节槽车遭到破坏，附近的许多建筑物被损坏，离爆炸现场 244m 的一座大楼被槽车的一个封头击中。可见此次爆炸破坏相当严重，幸而没有造成人员伤亡。

#### 2) 事故原因分析

原属于壳牌公司的槽罐车所装的环氧乙烷颜色不合格而被客户退回，壳牌公司要卸掉环氧乙烷，于是就送至 EMPAK 公司进行清洗。按照常规先从槽车顶部插入管子用泵向外抽料，操作人员根据流量计指示及泵抽不上料误判断环氧乙烷已卸完，实际上这是假象。事故后从铁道衡称量记录知该槽车还有 13t 环氧乙烷。

EMPAK 公司接到此槽车后（事故发生前一天上午），立即向槽车中加消防用海水，在打开盖排空时闻到环氧乙烷异常气味，未及时处理，请示壳牌公司的处理方案是将灌满海水及环氧乙烷的槽车退到停车线上待处理，结果在 14h 后发生了这起破坏性爆炸事故。

后经调查采集到的液体样品进行分析，其中含有一定量的环氧乙烷与海水反应的甘醇类（主要为乙二醇和二乙二醇）和氯代甘醇类物质。

从总共有 76m 以上大量穿孔性裂缝证明，此次爆炸不是简单的超压爆炸。按轴向的大裂缝在环氧乙烷—水界面与壳体的接触处表明，在界面发生过化学反应，经计算反应可使壁温升高 400℃ 以上，在高温下环氧乙烷进一步加速分解，这就加速了环氧乙烷的液相爆炸。

### 3) 防止发生同类事故的措施

(1) 槽车应严格计量，卸完后应对槽车进行称量，验证槽车是否卸完；

(2) 槽车维修用水清洗前，一定要将环氧乙烷卸干净，并用氮气吹扫气相空间，将残存的环氧乙烷挥发吹扫干净；

(3) 严格清洗操作，清洗前首先应检查是否将环氧乙烷残液排净；氮气吹扫气相空间排除环氧乙烷残液也应检查是否完全气化排除干净；

(4) 环氧乙烷槽车充装环氧乙烷应检查环氧乙烷是否合格，合格的环氧乙烷方能充装。

### 【案例 4】美国海漂联合企业环氧乙烷再蒸馏塔发生爆炸

#### 1) 事故概况

美军海漂联合企业 1#E0 蒸馏塔于 1991 年 3 月 12 日发生爆炸，爆炸碎片击坏甲烷和其他易燃易爆管路，物料大量泄漏引起火灾，造成 1 人死亡、32 人受伤，多套生产装置被迫停产。

#### 2) 事故原因分析

(1) 1#E0 再蒸馏塔加 E0 过量达 29t。

(2) 盛装 E0 容器无隔热设施，无测定过热温度的装置，温度升高，E0 分解，压力增大。

(3) E0 蒸馏塔再沸器中止了液体循环。

(4) EO 储罐与 EO 装置太近。

(5) 物料中存在对 EO 有高度催化活性的氧化铁，而该公司不了解这一点。

## 5 结语

环氧乙烷有着优异的性能，其用途极其重要、广泛；由于其沸点低（ $10.7^{\circ}\text{C}$ ）、闪点低（ $-18^{\circ}\text{C}$ ）、最小引燃能量小（ $0.065\text{mJ}$ ）、爆炸极限宽（ $3\sim 100$ （ $\text{V}/\text{V}\%$ ）），活性大，易产生并积聚静电，有自聚性（铁锈等能诱发其自聚）并放出大量热，是致癌物等特性。所以，环氧乙烷毒害性大，易发生燃烧、爆炸，可以说是“液体炸药”，生产、运输、储存、使用时要特别小心，加强防范。