

工艺安全管理

-----印度博帕尔事故

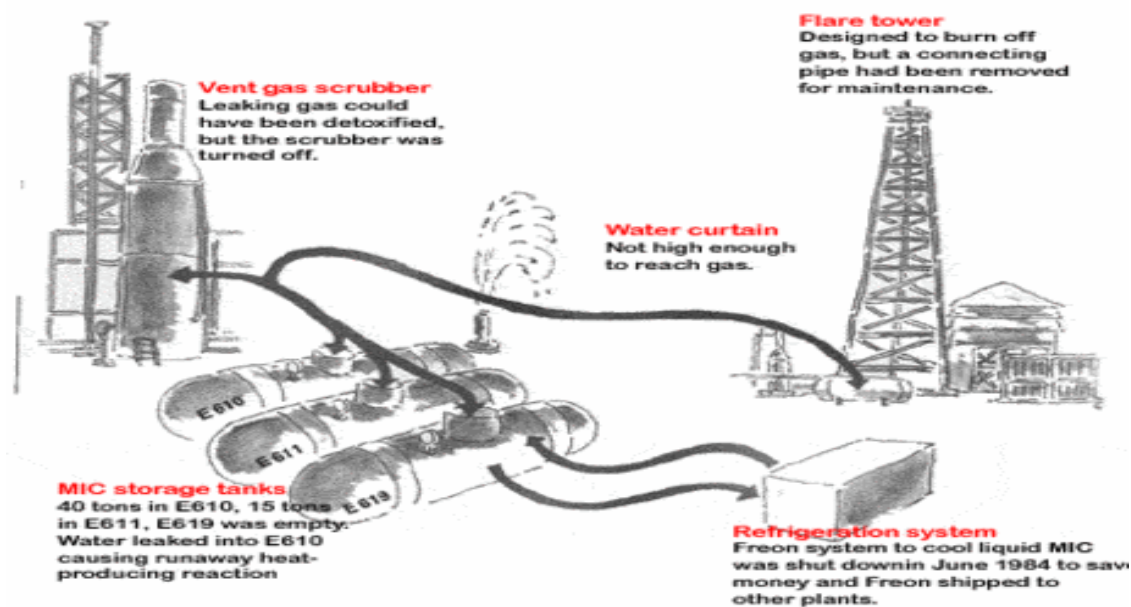
1984年12月3日，位于印度博帕尔市的美国联合碳化物公司农药厂发生甲基异氰酸酯(Methyl Isocyanate, 简称 MIC)毒气泄漏事故。据国际聚氨酯协会异氰酸酯分会提供的数据，该起事故共造成6495人死亡、12.5万人中毒、5万人终身受害。这是一起发生在石油和化工行业典型的工艺安全事故，在全世界范围引起长期关注，影响重大。



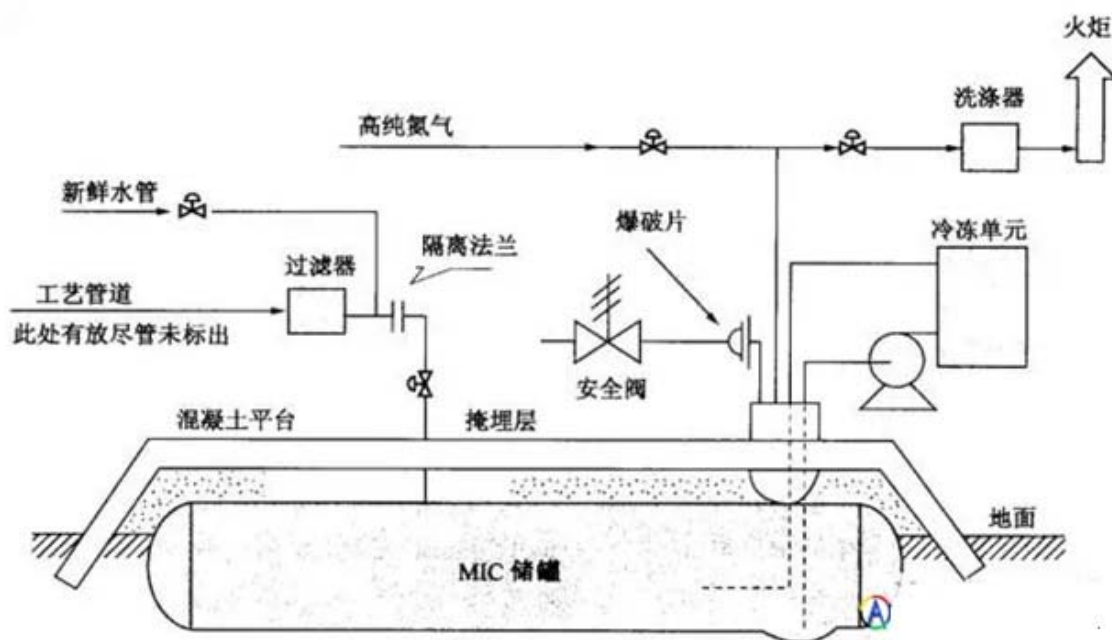
甲基异氰酸酯 SDS 数据

- 名称：甲基异氰酸酯，又称为异氰酸甲酯，简称 MIC(methyl isocyanate)。
- 分子式：CH₃NCO，分子量 57.06。
- 物理性质：沸点 39.1℃，蒸气密度 1.42，蒸气压 46.39kPa(348mmHg 20℃)。
- 化学性质：容易与包含有活泼氢原子的化合物，如胺、水、醇、酸发生反应。与水反应生成甲胺、二氧化碳；在过量水存在时，甲胺再与 MIC 反应生成 1,3-二甲基脲，在过量 MIC 时则形成 1,3,5-三甲基缩二脲。这二个反应均为放热反应。遇碱分解。
- 燃爆特性：闪点 < -15℃(闭杯)，爆炸极限 5.3%~26%，自燃点 534℃。
- 毒理学性质：本品属剧毒化学品。美国职业安全健康局(OSHA)规定的 8h 允许暴露极限浓度是 0.047mg/m³。

1 事故经过



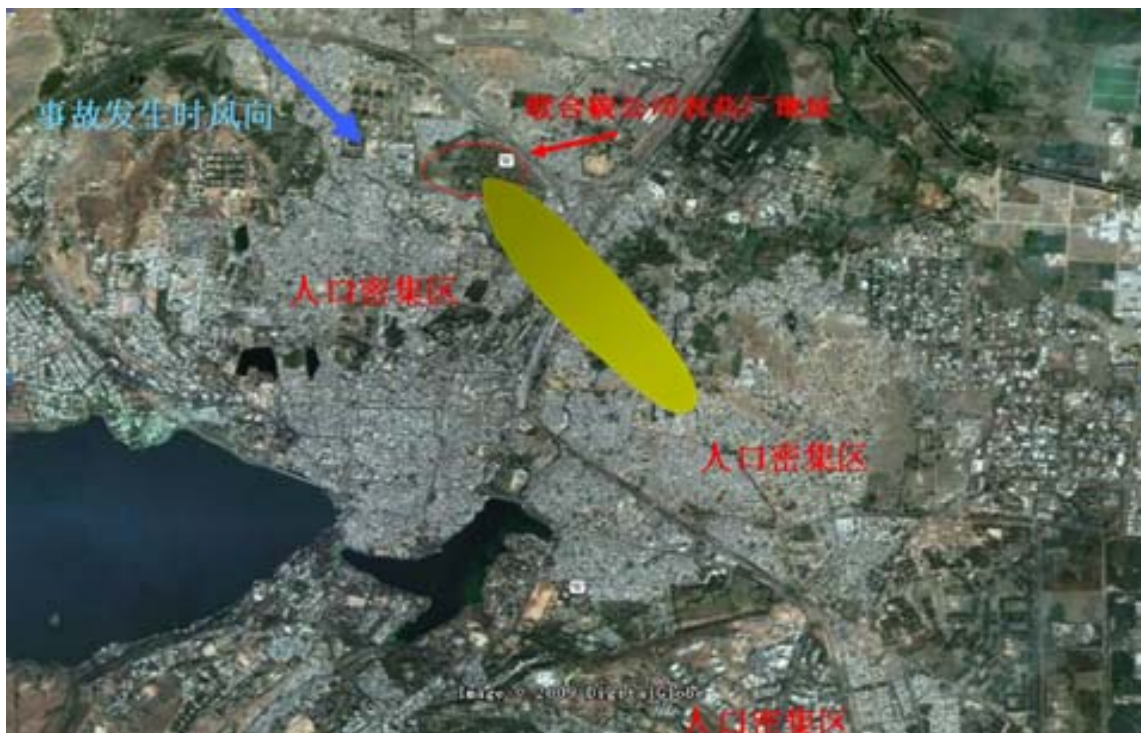
1984年12月2日，当事故企业用氮气将MIC从储罐E610（储存了大约40吨MIC）向反应罐压送物料时发现管道堵塞，部门负责人命令工人对管道进行清洗。按操作规程要求，应在管道与储罐连接处加盲板，但实际作业时并没有按要求加盲板，由于阀门内漏，致使清洗水进入储罐E610。清洗水进入储罐E610后，与MIC发生反应，生成甲胺（ CH_3NH_2 ，无色气体，易燃、易爆、有强烈刺激性）和二氧化碳（ CO_2 ），并放出热量。这类反应在 20°C 时进行缓慢，但为了降低成本，原本用于冷却MIC的氟利昂制冷系统在当年6月已被关闭，制冷系统中的氟利昂转而用于其它工厂。



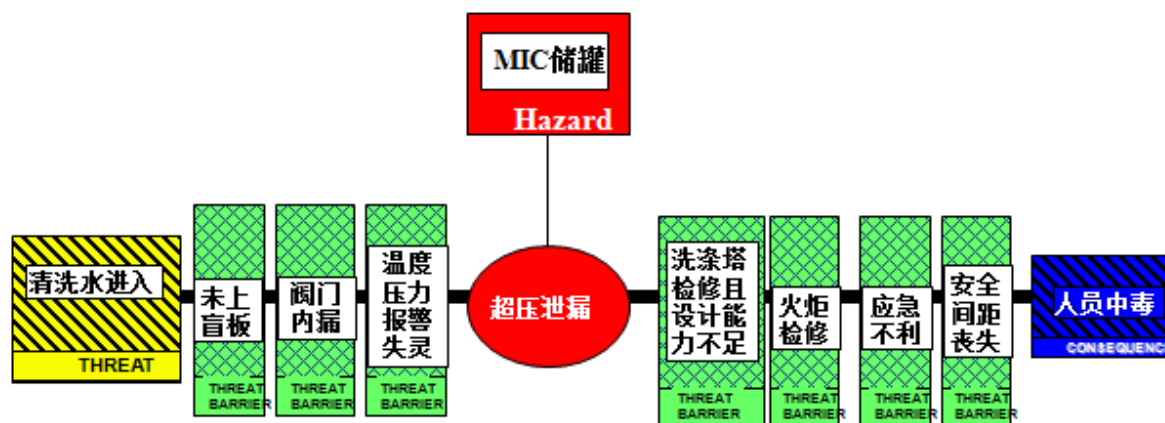
反应产生的热量在储罐 E610 中逐渐积累，加之储罐 E610 中存在的杂质——氯仿和光气提供的氯离子起催化作用，加速了水与 MIC 之间的反应。当天晚上 11 时，一名维修工巡检时，发现储罐 E610 上的温度表指示的温度已达 38℃（当时的室温只有 17℃），而储罐 E610 上的温度报警器没有发出报警信号！（MIC 根据其纯度的不同，沸点应在 39-44℃之间，此时储罐 E610 中的 MIC 已近沸腾）。MIC 储罐上装有紧急排放阀，压力增高时它可以自动打开。但是，那天恰巧紧急排放阀失灵了。维修工想打开手动泄压阀泄压，结果没成功。储罐温度继续上升；使 MIC 蒸发和反应加剧，储罐 E610 中的压力越来越高。情急之下，维修工急忙向农药厂有关负责人报告。农药厂负责人迅速指派了 2 个人用水管用对储罐 E610 进行喷淋，希望借此对储罐 E610 进行冷却。但储罐 E610 内的压力继续上升……

12 月 3 日午夜零时 56 分，储罐 E610 的安全阀起跳，有毒气体大量进入排放吸收塔。排放吸收塔原本可通过碱溶液对有毒气体进行中和，破坏毒性。但当时排放吸收塔正在检修。事发后调查发现，即使事发时排放吸收塔能正常运转，但设计的处理能力远远不能满足处理这样极端事故的需要。未中和的有毒气体从排放吸收塔排出，进入最后一道安全防线——火

炬。但是，当时火炬因一处管道腐蚀需维修更换而停用。一股股浓烈的毒气云团从火炬处喷射出来，形成一个蘑菇状气团，并迅速向四周扩散开来，开始笼罩厂区。当晚上夜班的 120 名工人，在毒气的驱赶下纷纷逃命。大约 1 个小时后，厂区报警的铃声响了。博帕尔市政府当局立即从巴哈拉特重型电器有限公司调来了大批技术人员。经过 1 个多小时的努力，技术人员封堵住了储罐 E610 的排放，但储罐中的 40 吨异氰酸甲酯已泄漏殆尽。

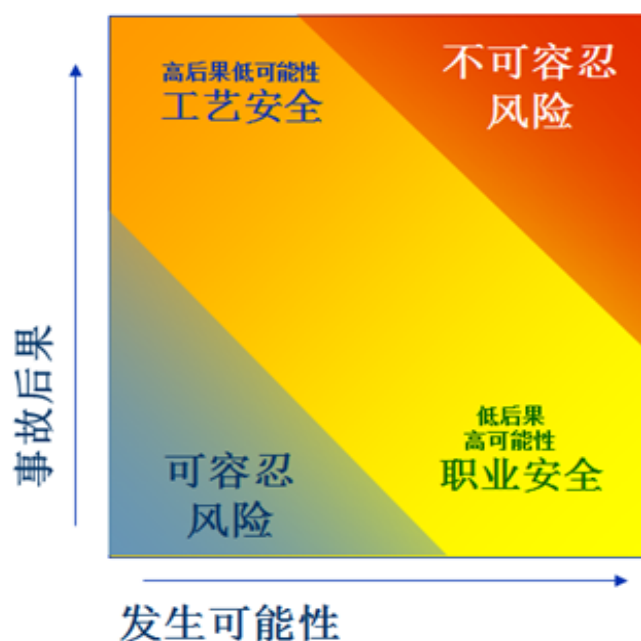


2、事故原因



- (1) 违章操作，没有按操作规程加盲板。
- (2) 设备管理不到位。制冷系统和排放吸收塔设备不完好，火炬管道腐蚀正在维修，紧急排放阀和手动排放阀失灵，储罐温度报警失灵。
- (3) 工厂设计存在先天不足。博帕尔农药厂涉及剧毒的 MIC，却只有一般性的安全措施，未装备先进的自动报警装置。用来消减 MIC 气雾的水幕设计高度只有 50 英尺，而这次 MIC 毒气喷射高度达到 100 英尺，难以起到效果。
- (4) 员工安全培训不够。工人清洗管道时未能严格遵行安全操作规程要求，致使清洗水进入 MIC 储罐 E610。面对储罐 E610 内温度高达 38℃时，工人缺乏有效的应变能力，在手动泄压阀失效后，未能立即采取其它紧急处置措施。
- (5) 应急管理薄弱，缺乏跟当地政府应急联动。
- (6) 未能认真吸取事故教训。事故后调查发现，博帕尔农药厂此次事故之前已发生光气、氯气、MIC 等泄漏事故，但没有对这些事故进行认真调查和分析原因，更没有认真吸取这些事故教训。
- (7) 周边安全距离丧失。当地居民因受博帕尔农药厂周围交通方便、水源充足的吸引，纷纷来此安家落户，最后竟与工厂一街之隔形成了两个贫民聚居的小镇，在这次事故中，由于两个小镇位于工厂的下风口，导致两个小镇的居民死伤最多，受害最重。

3、事故启示



(1) 需要对危害较大的工艺系统进行系统的工艺危害分析。辨别工艺系统可能出现的偏离正常工况的情形，找出相关的原因与后果，并提出消除或控制危害的改进措施，从而提高系统的安全性能。

(2) 建立和切实执行工艺系统的变更管理制度，严肃对待工艺系统和操作/维修程序的变更。工艺系统的重要安全设施(如本案例中的冷冻系统和火炬)之所以存在，都是为了实现一定的工艺意图，不能随意取消或绕过它们;如果确实需要这样做，应事先按照变更管理程序的要求，对新的做法进行必要的危害分析，并依据分析结果落实必要的安全措施。

(3) 加强对操作人员和维修人员(包括承包商)的培训和管理。帮助员工和承包商一了解工艺系统中存在的危害、相关的控制措施以及工厂的各项安全管理制度(如作业许可证制度)。

(3) 加强对事故和未遂事故的根源分析。在本次灾难性事故发生之前，博帕尔工厂就发生过多起小规模 MIC 泄漏事故，工人们都有过眼睛不适的经历(MIC 损伤眼睛、肺部和神经系统等)。但是，这些前兆并没有引起工厂管理层的足够重视。经验表明，后果轻微的事故和未遂事故是重大事故的前兆，需要重视工厂所发生的哪怕是不起眼的小事故，仔细分析和消除它们的根源。

(5) 重视职业安全的同时，更需要高度重视工艺安全。职业安全和工艺安全都是工厂总体安全的重要组成部分，但两者又有区别：职业安全事故往往是伤害一个人或几个人；而工艺安全事故的后果通常会严重得多，它不仅仅是伤害几个人而已，有可能严重损坏工艺系统本身、造成大量人员伤亡、使整个公司倒闭、甚至给周围公众或环境带来灾难性的后果，博帕尔事故就是一个典型的例子。

康安保公司以有效的工艺安全管理和诚信声誉，竭诚为您服务。
我们向您保证：将确保您得到及时和最佳的工艺安全管理服务。



康安保化工安全咨询有限公司是专业从事工艺安全及风险管理的公司，主要致力于危险与可操作性分析（HAZOP）、安全完整性等级（SIL）评估、定量风险评估（QRA）等工艺危害分析、工艺风险管理和QHSE咨询服务。公司拥有国内外一流的高级咨询专家，为企业提供完整的QHSE解决方案！目前，康安保公司分别在北京、上海、青岛和成都设有办公室。

宗旨

卫生命与财产安全, 保护环境

价值观

我们建立互信与自信

我们坚持品质与信誉

我们关心顾客与彼此

我们热衷协作与创新

我们拥抱变革并注重成效

愿景

安全是我们的信仰！

如您需要任何信息，欢迎您与康安保公司联系：

李奇

技术总监

康安保化工安全咨询有限公司

手机：18611947316

Q Q:121438347

E-mail: Service@qdhse.com

www.qdhse.com