

## 污染引起的失控反应

2018年2月

**事故1:** 一只处于关位的阀门把一根装有精馏过程有机残留物的管道，与工艺排放系统所排放出来的液体分隔开来。这根管道有蒸汽伴热，以防止管道内的残留物固化。在一次停车期间的周末，这根管道发生了爆炸（见图1a和图1b）。所幸的是当时建筑物内没有人，因此没有人员受伤，事故所造成的损失也很有限。



**事故2:** 一辆装载有粗制甲基丙烯酸（MAA）的铁路罐车被观察到有高温迹象，而且有物料从车上的安全阀喷了出来。该区域内的人员被紧急疏散，不久之后罐车发生了爆炸，罐车损毁，周边区域也遭到严重破坏（见图2a和图2b）。由于人员疏散及时，没有人员伤亡。

### 发生了什么？

大多数事故都是由多种原因造成的。对于上述的两起事故，污染是原因之一。

**事故1:** 管道蒸汽伴热的温度控制系统发生了故障，导致温度升高。本来这还不致于导致管道内物料的分解和爆炸，但是这次残留物中混入了约1%的水。这些水是冷凝水，它是由工艺容器的水蒸气在排放系统中因冷凝而形成的，继而流入到残留物贮罐中。实验室的试验证明，即使是这么少量的水就使得残留物的分解温度大约降低了100°C。而蒸汽伴热温度控制系统故障所引发的温度升高，足以使残留物发生分解。

**事故2:** 粗制的MAA在制造过程中就带有很强的无机酸，它会腐蚀不锈钢。因腐蚀而溶解出来的金属会加剧MAA发生聚合反应的趋势。粗制的MAA本应该是贮存在有内衬的铁路罐车中，但是，在这一事故中，不锈钢罐车没有内衬。另外，生产厂并没有在粗制的MAA中添加规定数量的阻聚剂。阻聚剂可以中止哪怕是在纯净的MAA中也会缓慢发生的聚合反应，而使MAA变得稳定。铁路罐车腐蚀的金属污染物可能诱导产生了聚合反应，而不足的阻聚剂的浓度降低了MAA的稳定性，最终导致聚合反应失控并发生爆炸。

参考文献：事故1 - Hendershot, et al. 工艺安全进展 22 (1), pp. 48-56 (2003). 事故2 - Anderson 和 Skloss. 工艺安全进展 11 (3), pp. 151-156 (1992).

### 你能做什么？

- 当你检查你工厂所用物料的安全信息（如安全技术说明书、操作规程等）时，要考虑可能发生的危险反应的后果，例如因污染而产生的分解反应、聚合反应等。要关注你工厂中存在的、所有可能涉及到的污染物。
- 某些污染物是很常见的——如锈、水、热交换流体介质、润滑油、来自管道和设备腐蚀产生的金属和其它材料。要清楚这些常见的污染物对你工厂的流程有什么样的重要影响。
- 要知道即使少量的污染物也足以导致危险的反应。
- 要遵循所有避免污染你工厂和设备的相关制度。在物料卸入厂内贮罐或其它设备之前，要特别注意核实，保证所卸物料准确无误。
- 必须确认在你工厂的维修活动中所有使用的材料是正确的。必须确认你所充装的所有容器（如提桶、圆桶、槽车、铁路罐车等）的本身材料是正确的。
- 要确保你所使用的管道、容器和移动式容器都是清洁的。“清洁”是针对特定服务活动，工厂里的程序认可和规定的要求，没有沉积物、残留物、锈、或其它污染物。

### 小污染可能会造成大麻烦！

AIChE © 2018. 保留版权。鼓励用于非商业和教育目的的复制。但严格禁止除CCPS外的任何人员以销售为目的的复制。与我们联系：[ccps\\_beacon@aiiche.org](mailto:ccps_beacon@aiiche.org) 或 646-495-1371