

从日照 LPG 爆炸谈起（1） ----BLEVE 简介

2015 年 7 月 16 日上午 7 时 40 分左右，山东日照某化工公司液态烃球罐（LPG）泄漏引发火灾爆炸。从现场视频可见，火灾引发罐区爆炸，空中腾起巨大火球，并伴有黑色浓烟。这是一起典型的沸腾液体膨胀蒸气爆炸(Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion),简称 BLEVE。



1. BLEVE 定义

沸腾液体膨胀蒸汽爆炸(Boiled Liquid Evaporate Vapor Explosion)，是指液体急剧沸腾产生大量过热气体而引发的一种爆炸式沸腾现象。对于 BLEVE 来说，容器内的液体可以是可燃液体，也可以是不可燃的液体，如热水锅炉的热水。如果是不可燃的，那么 BLEVE 的主要危害是超压和容器碎片冲击破坏。如果是可燃的液体，立刻被周边的火焰点着可能发生火球，没有立刻点燃可能发生闪火或 VCE 爆炸。BLEVE 的发生需要三个条件：

- 液体储存温度高于其常压下的沸点；
- 储存的压力足够高，来避免沸腾；

- 容器突然破裂导致压力迅速的下降。

2. BLEVE发生的基本过程

以装有加压的可燃液化气体的金属容器为例，说明一下 BLEVE 的基本过程：

- 1) 初始事件：容器周围发生火灾，器壁受到火焰烘烤。



- 2) 液体响应：容器壁周围的液体受到烘烤后温度升高，导致容器内压力升高。液体从器壁周围向液体内部进行对流传热。

- 3) 器壁材质弱化和开始开裂：随着器壁的持续受热，其强度开始弱化。随着火焰的继续烘烤，容器内不断上升的压力和器壁材质持续的弱化会导致器壁的局部屈服强度降低，产生鼓包，壁厚变薄，最终产生裂纹。这就是所谓的在时候爆炸碎片上观察到的“刀刃”现象。

- 4) 裂纹的传播：在外部火焰和内部压力的作用下，如果裂纹再继续扩大传播达到开裂的临界长度，容器就会发生灾难性的失效，BLEVE 就开始发生了。

- 5) 再加压：一旦液体发生泄漏，容器内的压力就会降低。随着压力的降低，液体开始变的过热并开始沸腾。由于局部的热传递形成气泡，这就致使压力的降低到液体沸腾需要一段的时间间隔。当液体开始沸腾后，容器内的压力会继续上升，从而超过最初的容器失效压力，这就造成了裂纹的进一步扩大。如果这个再加压的过程没有造成容器的灾难性破裂，那么结果可能是发生容器内流体的对外喷射；如果这个再加压的过程导致了容器的灾难性破裂，那么 BLEVE 就发生了。

- 6) 液体闪蒸：容器破裂后，过热的液体迅速闪蒸为常压下的饱和液体和蒸气。押题膨胀为两相和从初始压力膨胀后降低常压，这两个过程产生的压力波推动爆炸碎片飞向周围的环境。如果液体可燃，膨胀的液体和蒸气遇到周围的火焰后马上点燃产生火球，其余的液体在地面上产生池火。

3. BLEVE的后果

BLEVE产生的后果主要有三个方面：

- 冲击波：来自于液体的迅速闪蒸和容器内气相空间的气体膨胀；
- 火球热效应；
- 破裂的碎片冲击破坏



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）、运行阶段工艺安全分析（OPS）、工艺安全审核和HSE量化审核等工艺风险管理和QHSE咨询服务。

目前，康安保公司分别在北京、上海、青岛和成都设有办公室，整个公司的技术团队有SHELL（壳牌）、DNV（挪威船级社）、BP（英国石油）、WorleyParsons（新加坡沃利帕森），Capgemini（法国凯捷）、SINOPEC（中国石化）、Petrochina（中国石油）等工程技术背景的人员组成。



安全是我们的信仰！

Safety is Our Belief!

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

Blog: blog.sina.com.cn/hsse

E-mail: Service@qdhse.com

www.qdhse.com