

製程安全聚焦

高架火炬火雨危害和預防

期號：2017-06

總第065期

發佈時間：2017年06月

英商勞氏檢驗股份有限公司
台灣分公司

台北市中山北路2段96號10
樓1008室(嘉新大樓前棟)
郵遞區號：10449
電話：02-27152033
傳真：02-25630018

營運經理：

董小剛

Email:

xiaogang.dong@lr.org

連絡電話：

0970-513180

營運副理：

王嘉輝

Email:

eric.wang@lr.org

連絡電話：

0966-510078

製程安全聚焦LINE群組

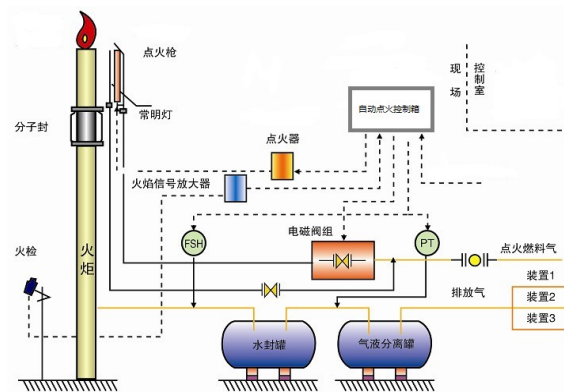


製程安全聚焦微信平台



事故案例

當高架火炬排放的可燃氣體中夾帶可燃液體時，可能因為不完全燃燒而產生火雨。調查發現，火雨情形在石油天然氣和化工行業多有發生，且有引發火災後果的案例。如2007年10月26日中國某石化公司由於生產裝置對高、低壓管網突然大量排液，造成氣體含液量增多，液體沖入火炬塔，造成大面積火雨；2015年6月5日中國某石化公司乙烯裝置碳四火炬排放夾帶液滴，火雨將場地雜草點燃，所幸被及時發現、撲滅，未威脅遠處的可燃液體儲罐區；2016年某石化公司乙烯廠因設備故障導致停工緊急排放火炬，火雨點燃了火炬西側150米外的可燃物料堆放點。



相關規範的要求和產生火雨的原因分析

依中國國家標準GB50160《石油化工企業設計防火規範》規定，可能攜帶可燃液體的高架火炬與甲、乙、丙類製程裝置（單元）、全廠重要設施、地上可燃液體儲罐、可燃氣體儲罐、液化烴儲罐等危險設施的防火間距不應小於90m。此防火距離的依據是“據調查，火炬火雨灑落範圍為60m~90m。”但有不少實際火雨案例表明，高架火炬的火雨灑落範圍遠大於90m。

依中國石油化工行業標準《石油化工可燃性氣體排放系統設計規範》（SH3009-2013）有關條款明確了消除火炬系統帶液排放的條件，以及分液罐尺寸計算、校核方法，包括：

- 第4.5條：對含有C5及以上烴類或水蒸汽的可燃性氣體排出裝置前，應經過分液罐分液，除去大於或等於600um的液體。

- 第7.1.2條：排放系統管網的馬赫數不應大於0.7；可能出現凝結液的可燃性氣體排放管道末端的馬赫數不宜大於0.5。

高架火炬火雨危害和預防

- 第8.1.2條：含凝結液的可燃性氣體（C5和C5以上）排放管道宜每1000m~1500m進行一次分液處理。
- 第8.1.5條：計算分液罐尺寸時，被分離液滴直徑宜取600um

儘管相關國內外設計標準、規範對預防火雨危害給出了明確要求和指導做法，但調研發現，導致火炬火雨危害的原因，仍然是設計和裝置運行管理環節存在問題，比如：

- 設計時分液罐尺寸不能滿足要求。比如一些火炬供應商不具備火炬裝置的成套能力，計算分液罐尺寸錯誤，導致分液罐尺寸選小；或者低價中標的供應商為了壓縮成本，有意選小、算小分液罐尺寸。
- 製程安全管理不當，將重組份排入火炬；設計或安裝不當導致分液罐、水封罐無法正常投用（比如氣流速度大衝擊振盪罐體）；分液罐液位高（排液不及時），等。
- 多年運行後產能增加，但火炬系統沒有升級，處理能力不夠。
- 單套裝置生產能力過大，分液罐處理能力不匹配。比如中國某些甲醇裝置的單套能力達到100萬噸，火炬排放量巨大，但由於造價和技術原因，人為地縮小了分液罐尺寸。

If liquids are not drained from the system, flare flows with gas velocities exceeding about 3m/s or 4m/s can entrain liquid droplets up to 1000 um in size. Liquid droplets exceeding 1000 um can readily lead to burning rain regardless of flare type. Burning rain can occur at smaller droplet size for some flare types. — API Std. 521:2014 <Petroleum, petrochemical and natural gas industries: Pressure relieving and depressuring system > 5.7.9.4

預防火雨危害的措施

應當以下設計和運行管理環節全方位地預防火炬火雨危害，包括：

- 參考《石油化工可燃性氣體排放系統設計規範》（SH3009）、《泄壓和減壓系統指南》（SY/T10043）的要求，確定合理的火炬系統設計排放條件、分液罐的尺寸和附屬安全設施（高低液位警報和聯鎖、伴熱、溫度計、壓力錶、凝液輸送泵等）。特別是確保分液罐尺寸能夠提供充分的液滴沉降時間（如針對直徑600um以上的液滴），以及合理的氣流通過速度，盡可能消除可燃氣體排放夾帶液體的條件。
- 運行階段採取合理的維護保養措施，確保分液罐及其附屬安全設施處於良好投用狀態，比如避免分液罐高液位。如果臨時或永久改變火炬系統的排放條件，比如改變伴熱條件或季節性取消伴熱措施、旁通排氣出裝置前的分液罐等，應按照公司變更管理程序（MOC）或專項的製程危害分析（PHA），避免或消除變更產生的危害條件
- 採用計算流體力學CFD數值模擬技術預測火雨擴散範圍。現階段已經出現了高度超過100m高架火炬、甚至200m的超高火炬，實際案例的火雨灑落範圍也超出了規範提出的90m防火距離。因此，有必要根據物料排放條件、火炬筒高度、廠址當地自然風條件等因素，在數值模擬結果的基礎上，確定充分的防火距離。