

熱膨脹變化多端！

2025年8月號

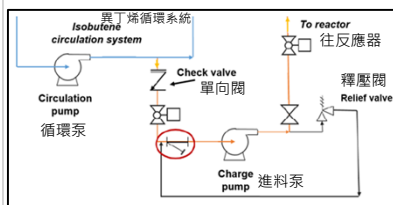


圖1. 左：2019 年事故示意圖（資料來源：美國化學品安全委員會 CSB 報告 2019-02-I-TX）。右：爆裂的過濾器實物照片（來自紅圈所示位置）。

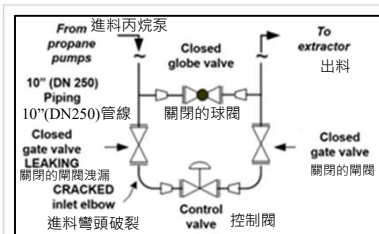


圖2. 左：2007 年事故示意圖（資料來源：美國化學品安全委員會 CSB 報告 2007-05-I-TX）。右：被凍裂的丙烷進口彎頭照片。

2019年4月 – 美國某特用化學品工廠事故：一段充滿液態異丁烯的管線被封閉後，溫度逐漸升高，導致一個鑄鐵過濾器破裂，破洞約有手掌大。此液體洩漏引發爆炸與火災，導致 31 人受傷，其中 1 人不治，並造成重大設備損壞。（詳見 2024 年 5 月與 7 月期「明鑑Beacon」報導）

2007年2月 – 美國某煉油廠事故：一段已停用長達 15 年，卻仍與現行管線相連的丙烷管段出現裂縫並洩漏。事件原因是：一個漏水的隔離閥讓微量水分（來自丙烷原料）積於管線最低處，冷天時結冰脹裂管道；冰融後，丙烷洩出，引發火災，造成 4 人受傷與重大損失。（詳見 2008 年 10 月期「明鑑Beacon」）

你知道嗎？

- 當溫度升高時，物質通常會膨脹，因為分子或原子的活動範圍變大、佔據的空間也隨之增加。
- 氣相的體積遠大於同一物質的固相或液相。氣體佔據了大量空間，且容易被壓縮。
- 以空氣為例，若溫度從 32°F (0°C) 上升到523°F (273°C)，其體積會增加一倍。若管線或容器無法提供多餘空間，則壓力也會增加一倍。
- 液體與固體的分子排列緊密，即使施加極高壓力也難以壓縮。因此，當這類物質受熱時會膨脹，液體的膨脹幅度更大於固體。高溫運轉的管線會設置伸縮環以補償熱膨脹。若液體被密封於無氣相空間或無洩壓裝置的空間內，就可能造成設備破裂（見圖 1）。
- 當水結冰成固體時，體積會膨脹約 9%。這個特性使冰能浮於水面，也會讓冷凍庫中的水瓶炸裂，甚至如圖2所示導致丙烷管線彎頭破裂。

你可以做甚麼？

- 設備若有某些部位未被剛性固定，可能是為了因應熱脹冷縮設計的伸縮空間。若發現這種情形，請勿自行調整，應立即通報主管。
- 當液體充填於軟管或管線內，且曝露於日曬或熱源時，若未設置洩壓裝置，請避免封閉，以防破管。此類錯誤常發生於故障排除時，請務必遵循正確的隔離與降壓程序。
- 若環境溫度可能降至32°F (0°C) 以下，請確認可能積水處是否有防凍措施。其他液體的凝固點不同，可能需在更高溫度下進行防凍保護。

溫度過高或過低，都可能讓你的設備「出包」！