

介紹

1. 使用範圍：乾燥為化學工廠的重要操作之一，舉凡原料產品、中間物等常需乾燥以除去揮發性液體或去除水分，以得乾燥狀態或高濃度之物料所使用之噴霧乾燥設備，均屬之。
2. 原理：噴霧乾燥的原理為將含固體之漿液或溶液，以高壓噴灑成霧狀分散在熱氣流中，細滴上之水分可迅速蒸發，留下乾燥之固體粉末，然後從氣流中分離。
3. 構造：一般噴霧乾燥裝置包含入料系統、噴霧系統、供氣系統、產品輸送系統等四部分，其設備如圖 1 所示。進料漿液經泵輸送至噴霧器噴霧分散，微小液滴乾燥成粉體後，由重力抵達乾燥機底部，乾燥之空氣由鼓風機吸入後，經由過濾器及加熱器進入乾燥機內，而與霧狀微小液滴接觸以行乾燥，濕空氣自空氣出口經旋風分離器將夾帶之粉體分離後，從排氣口排出。乾燥後之產品即由乾燥機底與旋風分離器底以旋轉閘洩出。
4. 優點：其主要優點是具有很短的乾燥時間，可容許高度熱敏感物的乾燥，且溶液經由乾燥條件設計與控制達到快速乾燥，且粉體品質均一。溶液操作與可自動控制，適用性廣等，由於噴霧乾燥可在單一步驟中，從一溶液、漿液或稀薄糊狀物，產生隨時可包裝的乾燥產品，且可與蒸發器、結晶器、乾燥器、粉化單元及選粒器的功能合併，簡化其他的製造程序，因此已成為目前化學工業採用的重要乾燥系統。

危害

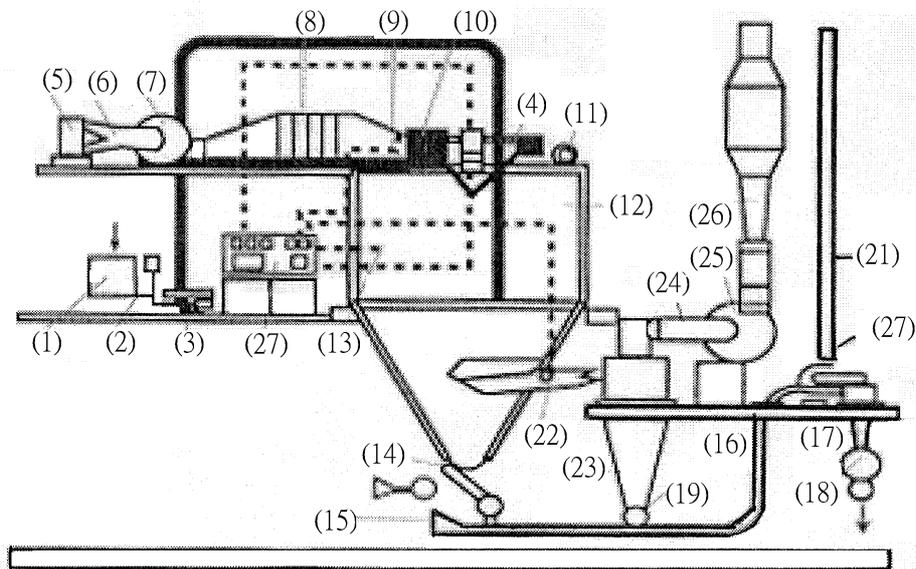
1. 潛在危害：噴霧乾燥製程以熱空氣為熱源乾燥物料，而其乾燥產品為粉體，且處理過程屬熱暴露狀態，在整個乾燥過程同時存有燃燒三要素：物質、熱源及空氣，可能發生粉塵爆炸的危害，故物質欲採用噴霧乾燥時，需進行物質的火災爆炸特性等安全數據的測試，方能掌握物質的安全特性，設計適當的操作控制條件，並依其危害特性，制訂適當之防護措施。
2. 危害分析：由噴霧乾燥設備的流程，分析瞭解乾燥製程可能之危害源。

- (1) 當具可燃性固體的溶液或漿液以噴霧乾燥方式處理時，至少在乾燥機下半部分會有乾燥粉體與空氣混和而產生爆炸的可能性。
- (2) 乾燥的產物是屬於熱暴露狀態，依危害與可操作性分析（HazOp），發生噴霧乾燥火災爆炸事故必須是可燃物已達爆炸界限，且有不當的引火源提供適切的能量。
- (3) 考慮可燃物的型態，可能為浮游塵、堆積粉體，甚至噴霧設計不當引起的黏壁附著物，亦可為入料溶液含有之可燃溶劑蒸氣或粉體產物，因具熱敏感性而引起分解反應，產生燃燒氣體等。
- (4) 當乾燥入料經設備頂部噴霧器噴灑後與熱空氣接觸，逐漸成為乾燥粉體落至噴霧乾燥器底部，在設備的中下部存在乾燥的粉塵，故具有塵爆的危害性，而沈積的粉體亦會因空氣的擾動而成浮游狀態。
- (5) 設備底部因出料速度的影響會有沈積粉塵存在，亦可能產生架橋現象，使某些粉塵在設備內長期滯留，由於熱的提供造成堆積粉塵受熱，累積熱量、昇溫而達放熱分解或自燃，甚或引起粉塵爆炸。
- (6) 若進料的漿液含有易燃溶劑，則會形成粉塵/蒸氣/空氣的混和物，較無溶劑存在的粉塵/空氣混和物更容易著火，且若發生爆炸，會較複雜與激烈，若易燃溶劑的蒸氣濃度達到此溶劑爆炸下限的 20% 時，即有可能產生危害。
- (7) 引火源的提供可能來自於進口溫度控制系統失常，溫度設定錯誤等種種因素，造成進口溫度過高、或熱空氣夾帶雜質進入乾燥器中，成為赤熱固體，形成火源。
- (8) 物料濃度控制不佳或噴霧不良造成黏壁附著現象時，黏壁附著物因受熱使表面成過度乾燥狀，造成結塊物內部熱散失不良，因蓄熱引發分解或自燃形成火源；設備維護不良、疏忽造成硬質異物掉落於噴霧乾燥設備中引起火花形成火源。
- (9) 因接地不完善使靜電累積而放電成為火源。

災害防止對策：

為預防這些危害，需瞭解乾燥物質的特性，如燃燒反應；是否具有放熱分解反應、自燃行為或分解產生可燃性氣體、爆炸敏感度與激烈程度等。很多噴霧乾燥器的粉塵爆炸發生火源來自分離系統的濾袋或因旋風分離器的一次爆炸而擴散引發乾燥設備之大爆炸，故旋風分離器

與濾袋亦需列入安全評估，方能完整防範噴霧乾燥製程的粉塵爆炸事故。



- | | |
|----------------|---------------------|
| (1) 原料槽 | (15) 輸送空氣之過濾器 |
| (2) 水槽 | (16) 氣體輸送管 |
| (3) 入料泵 | (17) 旋風分離器 |
| (4) 旋轉葉片轉輪式噴霧器 | (18) 粉體漏斗 |
| (5) 空氣過濾器 | (19) 旋轉閥 |
| (6) 氣流節氣閥 | (20) 輸送空氣風車 |
| (7) 空氣供給風車 | (21) 氣體輸送排氣管 |
| (8) 空氣加熱器 | (22) 空氣出口溫度量測器 |
| (9) 空氣進口溫度量測器 | (23) 主要粉體輸送旋風分離器 |
| (10) 空氣分散器 | (24) 經旋風分離器之排氣管與節氣閥 |
| (11) 空氣冷卻風車 | (25) 排氣風車 |
| (12) 噴霧乾燥室 | (26) 洗滌塔 |
| (13) 乾燥室壓力偵測器 | (27) 噴霧乾燥器控制板 |
| (14) 粉體下料處 | |

圖 1 平行流向噴霧乾燥設備

主要參考資料

1. F. P. Lees, 1996; "Loss Prevention in the Process Industries", 2nd Edition, ISBN 0-7506-1547-8, Butterworth-Heinemann, Oxford, UK, Vol. 1 :3/12-16.
2. Vinit Mody and Raj Jakhete, 1988; "Dust Control Handbook", ISBN 0-8155-1182-5, Noyes Data Corporation, NJ, USA.
3. R. K. Eckhoff, 1997; "Dust Explosions in the Process Industries", 2nd Edition, ISBN 0-7506-3270-4, Butterworth-Heinemann, Oxford, UK.
4. Geoff Lunn, 1992; "Guide to Dust Explosion Prevention and Protection", 2nd Edition, ISBN 0-85295-293-7, Institution of Chemical Engineers, Rugby, UK.
- 1.