

新聞放大鏡 八仙粉塵暴燃事件

高中化學教師 高銓躍

一、主題導覽

《科學少年》新聞放大鏡〈八仙粉塵暴燃事件〉

關鍵字：1.粉塵 2.爆炸 3.暴燃 4.反應速率 5.顆粒大小

2015年6月27日，臺灣發生了繼1999年921大地震以來，傷亡人數最多的意外。在新北市八里區八仙樂園游泳池內，由「玩色創意國際有限公司」與「瑞博國際整合行銷有限公司」所舉辦的「Color Play Asia——彩色派對」活動中，玉米澱粉及食用色素所製作之色粉發生暴燃，造成了490人受傷，其中更有超過170人性命垂危，並已有多人死亡。

究竟什麼是什麼原因造成如此嚴重的傷亡？讓我們一起來探討，避免此類的悲劇再次的發生。

什麼是爆炸？

爆炸是指氣體在短時間內，體積高速率地脹大，劇烈膨脹的氣體對周圍環境產生壓力，進而造成傷害。例如：燃燒反應快速進行，大量的熱能釋放，使得氣體體積急劇膨脹，而後伴隨著熱、光及爆音的發生，即是爆炸常見的過程。此次的八仙粉塵暴燃事件，因為事發地點在戶外，燃燒生成的二氧化碳直接擴散到大氣中，沒有氣體累積壓力後衝破密閉空間而產生的衝擊波，因此從新聞影片畫面中，只看到火焰快速蔓延，而沒有爆炸聲產生。新聞大多稱此事件為「塵爆」，但其實嚴格來說，是粉塵「快速燃燒」而非「爆炸」，稱為「暴燃」會更加貼切。

彩色粉末為何會發生暴燃？

此次活動用的彩色粉末，主要成份是玉米粉。一般情況下，玉米粉只會緩慢的燃燒，並產生二氧化碳。為何此次事件會造成如此嚴重的傷亡呢？

一般而言，影響一個化學反應快慢的因素有下列幾項：

- 1.物質的活性：例如鐵比銅更活潑，在空氣中更容易與氧氣結合而氧化，因此雖然青銅器時代比鐵器時代更古早，卻比鐵器遺留下更多的古物。
- 2.濃度：濃度愈高，可以使得分子相互碰撞的頻率變大，因而加速反應的進行。例如：線香在純氧中燃燒得更旺盛。
- 3.溫度：溫度提升，會使得分子運動的速度加快，也使得分子所具有的能量更大，不僅增加分子相互碰撞的頻率，也使得每次碰撞時，可能發生反應的機率提升。例如：食物在夏天較容易腐敗，而放在冰箱中可以保存較久的時間。
- 4.顆粒大小：顆粒愈大，可接觸的總表面積愈小，分子的碰撞機率較低，反應速率會

較慢；反之，顆粒愈小，可接觸的總表面積愈大，分子的碰撞機率較高，反應速率會較快。當將物體的每一邊切成兩等份，總表面積便會增加為2倍。例如：火媒棒比木棒更容易燃燒。

5. 催化劑：會改變反應的路徑，使得反應速率改變。例如：雙氧水加入二氧化錳會加速分解。

粉塵的危險性

當玉米粉大量散布在空氣中，並被點火燃燒時，因接觸總表面積大增，便會快速地劇烈燃燒。而燃燒產生的熱量又促使周圍的粉末燃燒，如此連鎖反應下，便釀成重大災情。

事實上，不論是煤粉、鋁粉、紙粉、糖粉、甚至是胡椒粉，或此次的玉米粉，當它們飄浮在空氣中，各粒子和空氣接觸的表面積大增，此時如果有火源存在，甚至摩擦產生靜電，便容易引起劇烈燃燒，甚至爆炸。

農產品工廠在磨粉，乾燥、篩選過程中易產生粉塵，在歐美較乾燥的地區，容易因摩擦而產生靜電，粉塵暴燃事件頻傳；臺灣因氣候較為濕熱，空氣中水份較高，較不容易產生粉塵燃燒、爆炸，也因此缺少對此類事件的警覺性，才會使得本次事件如此嚴重。事實上，早在2013年臺灣開始流行彩色路跑時，就有化學老師曾在媒體上說明此活動的危險性，只可惜不論民眾或是政府，對於此警訊並未曾注意。

不幸中的大幸

國外的粉塵暴燃事件，絕大多數都是發生在密閉空間，氣體累積強大的壓力後炸開，產生的傷亡人數往往十分可觀。例如2008年，美國喬治亞州溫特沃斯港皇家糖業公司的一間糖廠發生粉塵暴燃，造成14人死亡。1942年中國本溪湖煤礦爆炸，當時煤塵爆炸造成1549人死亡，被視為世界上最嚴重的礦難。也因此粉塵暴燃，在國外早已被例為公安檢查重點項目之一。

不幸中的大幸，八仙事件是發生在戶外，若是發生在夜店、餐廳、KTV或其他密閉空間，現場除了遭火噬外，還可能因為氣體爆炸的力量，使得房屋損毀，那麼造成的傷亡將會更加的嚴重。

預防粉塵危機的策略

所謂痛定思痛，對於此次事件，除了沉重的心情外，更應該清楚知道如何避免此類事件再次發生。

1. 減少粉塵飛揚：不論是在密閉空間或是開放空間，都應該避免粉塵大量飛揚在空氣中。此事件後，行政院長即下令，在未確定彩色玉米粉安全前，禁止舉辦類似活動。而在生活中，若有需要攪拌粉末，也盡量以濕式混拌取代乾式混拌。

2. 粉塵作業場所應禁火，並盡量遠離可能產生火源或靜電的場所，例如，香菸、切割、電焊、電氣火花、機械火花……等等。
3. 增加空氣中的濕度：有文獻指出，當空氣中濕度超過50%時，便不容易發生塵爆。因此活動過程中若加以噴撒霧化水氣，便可降低塵爆的發生機率。
4. 降低氧氣濃度：加入不活潑氣體，或降低氧氣濃度可有效減少塵爆機率。有文獻指出，以聚乙烯和聚丙烯為例，只要氧氣濃度低於11%時，即使用高能量之火源也無法引爆。
5. 添加無活性粉塵：並非所有的粉塵遇熱都會燃燒爆炸，如小蘇打粉並不具可燃性，因此即使加熱也不會燃燒、爆炸。有研究指出，若加入60%的無活性粉塵時，可有效抑制爆炸。
6. 最後，政府機關也應該更謹慎地審核活動內容是否安全，並嚴格執行安全規範，才能避免此類悲劇再次發生。

二、 相關教材連結

《科學少年》新聞放大鏡〈八仙粉塵暴燃事件〉文中對粉塵危機的介紹，可以配合國中自然與生活科技課程的學習，以增加授課內容的深度及廣度。也適合資優班學生作為科學導讀的教材。以下彙整各版本教科書中是可配合教學使用的單元請參考使用。

1. 南一版
 - 自然與生活科技二上： 6-5 物質變化的粒子觀點
 - 自然與生活科技二下： 2-1 元素的活性大小
 - 自然與生活科技二下： 2-2 氧化還原
 - 自然與生活科技二下： 4-1 元素的活性大小
 - 自然與生活科技二下： 4-2 肥皂與清潔劑
 - 自然與生活科技二下： 4-3 催化劑對反應速率的影響
2. 翰林版
 - 自然與生活科技二上： 6-5 分子與化學式
 - 自然與生活科技二下： 2-1 氧化反應
 - 自然與生活科技二下： 4-1 反應速率
3. 康軒版
 - 自然與生活科技二上： 6-5 分子
 - 自然與生活科技二下： 2-1 氧化反應
 - 自然與生活科技二下： 4-1 反應速率

三、 挑戰閱讀王（奪得 10 個以上的👉，閱讀王就是你！）

看完新聞放大鏡〈八仙粉塵暴燃事件〉後，邀你一起來挑戰下列的幾個問題，加油！

- (1) 1. 將鉀金屬粒投入水中，會引起燃燒；將鐵金屬投入卻無反應，主要原因為何？（這一題答對可得到 2 個👉哦！）
- (1)鉀的活性比鐵大 (2)鐵的密度比鉀大 (3)鉀的接觸面積比鐵大 (4)鐵的

硬度比鉀大

- (2) 2. 2005 年 6 月，高雄發生一起因家中瓦斯外洩，屋主回家後發現，急忙將窗戶打開，不料卻因此產生氣爆，不僅將窗戶全震裂，屋主也受到嚴重的灼傷。屋內發生瓦斯漏氣時，下列何種作法能避免氣爆的發生呢？
(這一題答對可得到 3 個👍哦！)
- (1)迅速打開門窗讓瓦斯快點排出 (2)緩慢的開啟門窗避免靜電引起火花
(3)打開抽風或抽油煙機，將瓦斯快速排除 (4)拔除電器插座，以免發生危險
- (4) 3. 下列何者**不是**避免粉塵暴燃或氣爆的方法？
(這一題答對可得到 3 個👍哦！)
- (1)工廠加裝抽氣裝置，使粉塵量不至於累積 (2)增加空氣中的濕度 (3)添加一定比例的不可燃燒物質 (4)保持環境乾燥
- (4) 4. 中國人祭拜神明時，常會點香、燃燒金紙，這不僅是表現出人們的一種信仰，在許多細節中，更表現出古人對科學的體認與智慧。以下何者與其他三項的原理**並不相同**？
(這一題答對可得到 2 個👍哦！)
- (1)金紙投入金爐前會先摺過 (2)點香時會將香稍微散開點燃 (3)將燃燒的金紙攪拌後，會燒得更旺盛 (4)將金紙放在燃燒旺盛的金爐口，金紙會自動被吸進去

四、延伸思考

1. 進入實驗室時，若要使用酒精燈，老師總會要求先檢查酒精燈中的酒精含量，不可少於 1/2，原因為何？
2. 白磷為質軟的臘狀固體，常因含少許雜質而呈淡黃色，故又稱黃磷，熔點 44.1°C，燃點約為 35°C，放在空氣中即可發生自燃，為了安全起見，在實驗室中該如何保存呢？
3. 當察覺家中瓦斯外洩時，應該採取的措施為何？
4. 曾有學生惡作劇，將乾冰放到寶特瓶中後，將瓶蓋蓋緊，結果卻引起寶特瓶炸開，瓶蓋飛出而傷人的意外，原因為何呢？