

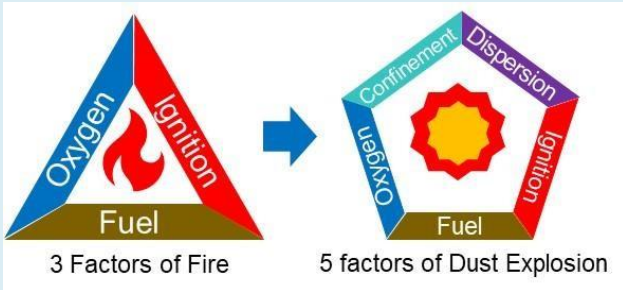
Đánh giá và Bảo vệ Chống Nổ Bụi



Các nguyên liệu thô khác nhau được xử lý trong công nghiệp sản xuất như khí, lỏng, rắn và bột. Hiện tượng "nổ bụi" là một rủi ro duy nhất đối với việc xử lý bột. Không giống như hàng hóa nguy hiểm và khí dễ cháy, nguy cơ nổ bụi không được nhận biết rõ ràng. Vì vậy, các nhà sản xuất nên quan tâm nhiều hơn đến việc xử lý các loại bột. Bài viết này tóm tắt các rủi ro, phương pháp đánh giá và các biện pháp bảo vệ để vận hành an toàn với sự nhận biết đúng đắn về nguy cơ nổ bụi công nghiệp.

1. Tóm tắt về vụ nổ bụi

Bụi nổ là sự tăng áp suất do bột cháy nhanh. Khi chất cháy trở thành bột, nó cháy nhanh chóng giống như khí dễ cháy. Hiện tượng phá hủy do bức xạ nhiệt và khí nở ra là "nổ bụi". Điển hình là các trường hợp tai nạn do bụi bay trong máy hút bụi bốc cháy và phát nổ do tĩnh điện, và tai nạn khi máy nghiền bị lẫn vật liệu lạ và sinh ra tia lửa điện gây nổ.



Hình 1: 5 Yếu tố gây nổ bụi
 Nguồn: Tạo bởi tác giả

Để hiểu cơ chế của một vụ nổ bụi, cần phải biết "năm yếu tố của một vụ nổ bụi" (Hình 1). Trong phòng cháy chữa cháy, "3 yếu tố đốt cháy", "Nhiên liệu", "Ôxy" và "Nguồn đánh lửa" được sử dụng, nhưng trong chống cháy nổ, các yếu tố "Phân tán" và "Ngăn chặn" được thêm vào.

Năm yếu tố hình thành lên Nổ Ngũ giác cần thiết để tạo ra và bùng nổ sự kiện. Loại bỏ bất kỳ phần tử đơn lẻ nào sẽ ngăn sự kiện xảy ra. Nếu điều này xảy ra trong một vòng vây, sẽ không có lối thoát cho áp suất và các cơ sở sẽ phát nổ. Vì vậy, cần phải chú ý đến các yếu tố sau khi xem xét các biện pháp chống cháy nổ do bụi.

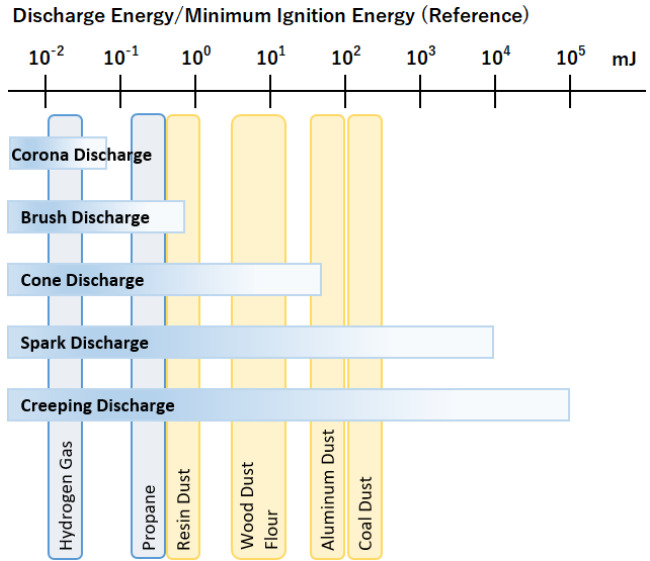
- «Biện pháp phòng ngừa»
- Loại bỏ nhiên liệu
 - Loại bỏ oxy
 - Loại bỏ nguồn đánh lửa
 - Ức chế trôi nổi
- Các biện pháp giảm thiểu thiệt hại»
 Các biện pháp ngăn ngừa tăng áp suất

Ngoài những yếu tố trên, còn có các yếu tố khác ảnh hưởng đến nguy cơ cháy nổ, chẳng hạn như nồng độ của các đám mây bụi, kích thước hạt và hàm lượng nước, cường độ của năng lượng bắt lửa, và ngay cả khi sử dụng cùng một chất, rủi ro sẽ tăng lên tùy theo về các điều kiện xử lý. Bảng 1 chỉ ra các điều kiện tiên quyết điển hình đối với nổ bụi. Có thể dự đoán ở mức độ nào đó loại bột nào có nguy cơ cháy nổ từ các tài liệu. Tuy nhiên, để đánh giá định lượng xem nó có thực sự là thuốc nổ hay không và những biện pháp nào cần thiết, điều cần thiết là phải đánh giá các đặc tính của chất nổ thông qua các thử nghiệm lấy mẫu.

Nhân tố	Điều kiện tiên quyết để nổ (tham khảo)	Nhận xét
Khả năng cháy	• Dễ cháy ở dạng bột	Gỗ, nhựa, cao su, thực phẩm, giấy, kim loại, v.v.
Sự phân tán	• Bột nổi - đường kính hạt 500 μm trở xuống	Hãy cẩn thận khi phát sinh bụi ngay cả với các nguyên liệu thô như bột viên.
LEL Nồng độ hoặc cao hơn	• Nhiều loại như 20-1000g / m ³	Theo hướng dẫn, sẽ rất nguy hiểm nếu nó tích tụ đủ để lại dấu chân.
Oxygen	• Xấp xỉ 10% hoặc hơn - 21% trong khí quyển nói chung	Nguy hiểm trừ khi nó ở trong môi trường oxy thấp do quá trình tây N ₂ , v.v.
Độ ẩm	• Độ ẩm ≥6% - Giảm độ phân tán • Độ ẩm 20-30% - Không nổ (phụ thuộc vào hạt) • Độ ẩm ≥60% - Giảm nguy cơ tĩnh điện	Nguyên liệu dạng bột thường được sấy khô
Nguồn đánh lửa	• Nhiều loại như tĩnh điện, nhiệt ma sát, cháy tự phát, v.v.	

Bảng 1: Các điều kiện tiên quyết để nổ bụi

Bước đầu tiên hướng tới chống cháy nổ do bụi là đánh giá các đặc tính của vụ nổ. Trong đánh giá này, các thông số cho từng loại bột như trong Bảng 2 có thể được sử dụng để nghiên cứu các biện pháp đối phó và thiết kế. Phương pháp đánh giá thử nghiệm được xác định trong JIS Z8817 và JIS Z8818 ở Nhật Bản và ISO / IEC 80079 quốc tế. Nếu yêu cầu đánh giá, mẫu bột phải được nộp cho tổ chức đánh giá. Các giá trị đo như Chỉ số cháy nổ (Kst) và áp suất nổ cực đại (Pmax) là các thông số cho biết cường độ của vụ nổ. Nếu bột có giá trị càng cao thì càng tiềm ẩn nguy cơ cháy nổ cao. Các giá trị này có thể được sử dụng để thiết kế các biện pháp bảo vệ cơ học như lỗ thông hơi, hệ thống ngăn chặn nổ, van cách ly nổ và giảm áp suất. Kst có thể rất cao đối với bụi nhựa và bụi nhôm. Năng lượng đánh lửa tối thiểu (MIE) liên quan đến khả năng bắt lửa. Ví dụ, phóng tia lửa điện do tĩnh điện, là nguyên nhân điển hình của sự đánh lửa, có năng lượng xấp xỉ 1.000 mJ, vì vậy có thể nói rằng bột có năng lượng đánh lửa thấp hơn có nguy cơ cháy nổ cao. Hình 2 cho thấy một ví dụ về năng lượng đối với từng loại phóng điện tĩnh và MIE đối với một số chất khí và bột. Nếu có nguy cơ bắt lửa do tĩnh điện, cần thực hiện các biện pháp phòng ngừa như nói đất cho thiết bị. Khi tiến hành bảo vệ chống nổ bụi, điều quan trọng đầu tiên là phải kiểm tra các số liệu này và hiểu chính xác các rủi ro. Xin lưu ý về giới hạn cháy nổ thấp hơn (LEL). Thông số này là một giá trị cho biết nồng độ của bột có thể gây nổ và thường được biểu thị bằng g / m3. Trong vụ nổ khí, theo dõi nồng độ khí và khống chế dưới mức LEL là biện pháp điển hình, nhưng trong vụ nổ bụi, khả năng phân tán thấp và nồng độ không cố định nên khó kiểm soát nồng độ và phòng ngừa nổ một cách đáng tin cậy.



Hình 2 Năng lượng phóng điện của tĩnh điện. Nguồn: Do tác giả sáng tạo dựa trên thông tin từ JNIOOSH (<https://www.jniosh.johas.go.jp>)

3. Rủi ro tiềm ẩn trong quá trình

Nguy cơ nổ bụi khác nhau tùy thuộc vào cấu trúc của quy trình. Hình 3 trong trang tiếp theo cho thấy thống kê các nguồn phát lửa trong các vụ nổ bụi trong quá khứ. Nguồn đánh lửa phổ biến nhất là "tia lửa cơ học". Điều này bao gồm tia lửa từ các lực tác động như nghiền. Ở vị trí thứ hai là "âm ỉ" (Đốt nhiều khói mà không cháy). Đây là hiện tượng thường xảy ra với các loại bột có khả năng tản nhiệt kém như bột gỗ. Ví dụ điển hình, các tia lửa nhỏ tạo ra từ máy cắt có thể bị chôn vùi trong lớp cặn bụi trong ống dẫn và phát triển, đồng thời sự dao động áp suất có thể khiến lớp cặn bắn cuộn lại, tạo thành một lượng lớn tia lửa và đốt cháy bộ hút bụi. "Nhiệt cơ học" liên quan đến máy sưởi và không khí nóng của máy sấy. "Tĩnh điện" là nguyên nhân phổ biến thứ tư của đánh lửa.

Mục đánh giá	Giải Thích	Nhận xét
Chỉ số giảm phát (Kst)	<ul style="list-style-type: none"> Giá trị thể hiện cường độ của vụ nổ Cần thiết cho việc thiết kế van cách ly và lỗ thông hơi 	St1 : 0 ~ 200 Vụ nổ thông thường St2 : 200 ~ 300 Vụ nổ Bạo lực St3: 300 ~ Vụ nổ Bạo lực Đặc biệt
Áp suất nổ tối đa (Pmax)	<ul style="list-style-type: none"> Áp suất tối đa từ quá trình xì hơi Được sử dụng cho thiết kế chống nổ của tàu 	Thường khoảng 8-11 thanh g. Đây không phải là trường hợp nếu vụ nổ chuyển từ quá trình xì hơi * 1 sang phát nổ * 2. * Vui lòng tham khảo Trang 4.
Năng lượng đánh lửa tối thiểu (MIE)	<ul style="list-style-type: none"> Năng lượng cần thiết để đốt cháy một đám mây bụi. MIE thấp hơn có nguy cơ nổ cao. Ảnh hưởng đến việc đánh giá khả năng bắt lửa tĩnh điện 	Khí nhẹ hơn (butan) : 0,25mJ Bụi nhựa : 1mJ Bột : 50mJ Bụi than : 100mJ, v.v.
Giới hạn nổ dưới (LEL)	<ul style="list-style-type: none"> Đo phạm vi nồng độ nơi đám mây bụi bốc cháy 	Xấp xỉ 20 ~ 1,000g / m3

Table 2 : Evaluation Items of Sample Test

Hình 4 cho thấy số liệu thống kê về thiết bị xảy ra tai nạn. Các vụ tai nạn được ghi nhận nhiều nhất ở “Cơ sở silo”. Tai nạn thường xảy ra trong silo vì các thiết bị như thang máy gầu dễ hình thành đám bụi, có động năng lớn do tia lửa cơ học và dễ bị vật liệu lạ. Để phòng tránh tai nạn, cần quan trọng là loại bỏ các vật liệu lạ bằng thiết bị phân tách từ tính và phát hiện các bất thường như phát hiện uốn khúc và trượt. Ngoài ra, sự phá hủy nhiệt của bụi đối với quá trình truyền nhiệt của lò hơi của tàu chở dầu trong quá trình vận chuyển có thể dẫn đến hiện tượng cacbon hóa và cháy âm ỉ. Điều quan trọng là phải thực hiện kiểm tra kỹ lưỡng trước khi nghiệm thu các nguyên liệu thô. “Bộ thu bụi” có nguy cơ nổ cao do bên trong có đám mây bụi nồng độ cao và có cấu trúc dễ dàng tạo ra tĩnh điện do bị quét sạch bởi xung rửa ngược. Nếu lắp đặt trong nhà, nguy cơ cháy nổ rất lớn. Cần sử dụng loại chống tĩnh điện cho bộ lọc túi và đảm bảo rằng toàn bộ thiết bị được nối đất. Ngoài ra, bụi tích tụ bên trong ống dẫn có thể làm tăng nguy cơ cháy nổ, việc kiểm tra và vệ sinh thường xuyên là biện pháp quan trọng. Nếu các lỗ thông hơi nổ được lắp đặt, vui lòng tham khảo phần giải thích ở trang tiếp theo. “Máy nghiền” đặc biệt có rủi ro cao đối với loại quay tốc độ cao như máy nghiền búa và máy nghiền pin. Có nguy cơ nổ do khe hở bất thường của các bộ phận quay hoặc sự xâm nhập của vật liệu lạ. nếu một vụ nổ xảy ra, nguy cơ thiệt hại lớn là thấp, nhưng thiệt hại có thể lan rộng do sự lan truyền của vụ nổ sang các quá trình lân cận. Nếu đầu vào / đầu ra của máy nghiền không được cách ly bằng vít tải, van quay, v.v. và được kết nối trực tiếp với bộ hút bụi hoặc phễu, nó có nguy cơ cao lan truyền một vụ nổ trong nhà máy.

4. Bảo vệ chống Bụi nổ

Có các biện pháp phòng ngừa và các biện pháp giảm thiểu thiệt hại để ngăn ngừa nổ bụi.

■ Biện pháp phòng ngừa

Các biện pháp phòng ngừa là quan trọng để ngăn ngừa tai nạn. Chúng tôi khuyên bạn nên kiểm tra các điểm sau từ "Bụi Nổ Ngũ Giác".

✓ Loại bỏ nhiên liệu

Làm sạch là cơ sở của phòng chống cháy nổ. Bụi tích tụ cả bên trong và bên ngoài tàu có nguy cơ lan rộng thiệt hại do tai nạn nổ. Có rủi ro cao trong môi trường có dầu chân. Khi làm sạch, sử dụng lực hút thay vì thổi khí. Khi sử dụng máy hút bụi, hãy đảm bảo máy có khả năng chống cháy nổ. Xin lưu ý rằng có những trường hợp do tác động của vụ nổ khiến bụi tích tụ trên đèn, đường ống, thiết bị phát tán lên trên, gây ra nổ thứ cấp bên ngoài bình.

✓ Loại bỏ oxy

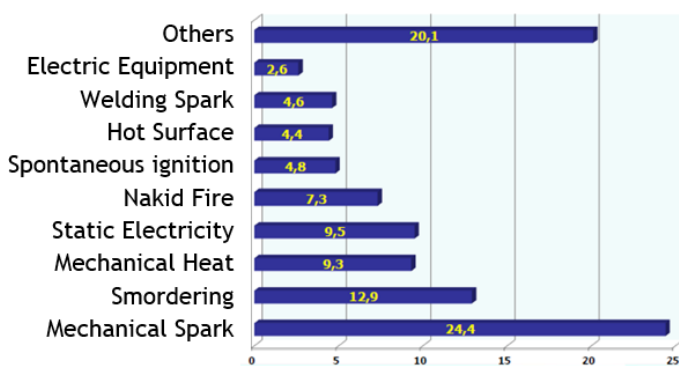
Đối với bột dễ bắt lửa, nó có hiệu quả làm trơ bình bằng cách tẩy nitơ.

✓ Loại bỏ nguồn đánh lửa

Hãy đảm bảo kiểm tra thiết bị, thực hiện các biện pháp chống tĩnh điện và thực hiện các biện pháp chống lại sự xâm nhập của vật chất lạ. Cháy do khe hở bất thường của máy móc đang quay và sự ô nhiễm cacbon trên thiết bị sưởi ấm là một trường hợp tai nạn điển hình. Các biện pháp cơ bản chống tĩnh điện là nối đất thiết bị, liên kết mặt bích, loại bỏ các chất không dẫn điện, làm cho công nhân và sàn làm việc dẫn điện. Nó phải được thiết kế và bảo trì phù hợp theo cấu trúc thiết bị.

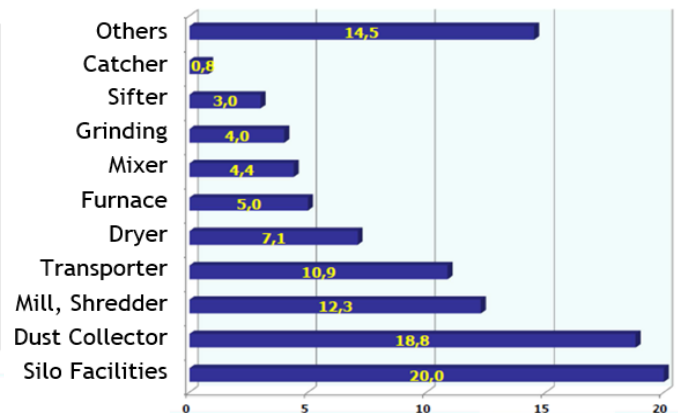
✓ Ức chế thả nổi

Có nhiều nguy cơ cháy nổ khi bốc hàng thủ công từ cửa sập. Có hiệu quả để loại bỏ các đám mây bụi bằng cách cải tiến phương pháp vận chuyển / chất tải và lắp đặt ống dẫn thu gom bụi.



Hình 3 Thống kê nguồn đánh lửa

Nguồn: Cung cấp bởi REMBE GbmH (<https://www.rembe.com>)



Hình 4 Thống kê Quy trình Tai nạn

Nguồn: Cung cấp bởi REMBE GbmH (<https://www.rembe.com>)

■ Các biện pháp giảm thiểu thiệt hại

Khác với hỏa hoạn, cháy nổ xảy ra trong một thời điểm từ khi xảy ra cho đến khi thiệt hại lan rộng, do đó cần phải có các thiết bị xử lý cháy nổ đặc biệt.

✓ Nổ thông gió

Giảm vụ nổ bên trong bình ra bên ngoài qua lỗ có nắp đậy để ngăn thiết bị phát nổ. Yêu cầu thiết kế kích thước phù hợp theo cấu trúc bình (giảm áp suất, thể tích) và đặc tính (Kst, Pmax). Về nguyên tắc, nó bị cấm sử dụng trong nhà, và nó phải được lắp đặt ngoài trời. Ngoài ra, vì cần phải chú ý đến hướng lắp đặt, nên trao đổi với nhà thầu.

✓ Van cách ly nổ

Các lỗ thông hơi không có chức năng cách ly sự lan truyền của vụ nổ với quá trình liên kế và do đó được sử dụng kết hợp với van cách ly. Xin lưu ý rằng van phải được lắp đặt ở vị trí cách xa bình khoảng 1 đến 5 m. Ngoài ra, cần kiểm tra và làm sạch đối với các kết cấu dễ bị bám bột.

✓ Hệ thống ngăn chặn vụ nổ

Phát hiện chớp cháy hoặc tăng áp suất, giải phóng chất chữa cháy và ngăn chặn vụ nổ trước khi vượt quá khả năng chịu áp suất của thiết bị.

Việc kiểm tra thường xuyên là rất quan trọng do sử dụng đầu báo áp suất và hệ thống phóng điện nhanh. Không giống như lỗ thông hơi nổ, bụi không lọt ra ngoài thiết bị, vì vậy nó được sử dụng trong các thiết bị sản xuất hóa chất.

✓ Thiết kế giảm áp

Vì áp suất "khử cháy * 1" tối đa của vụ nổ bụi lên đến 1MPa, thiết bị có thể được thiết kế với khả năng chịu áp suất khoảng 2MPa. Chi phí thiết bị sẽ tăng lên đáng kể, nhưng đây là một biện pháp có độ tin cậy cao.

Cần biết rằng nếu xảy ra "nổ * 2", có nguy cơ áp suất cao hơn.

- 1 Sự cháy nổ: Hiện tượng cháy với tốc độ dưới đây như một vụ nổ.
- 2 Kích nổ: Hiện tượng nổ mạnh với sóng xung kích vượt quá tốc độ âm thanh bằng cách gia tốc khi vụ nổ lan truyền.

5. [Tham khảo] Khả năng nổ và đặc điểm của bụi điển hình

Tên / Kst * 3 (Tham khảo)	Đặc trưng
Bụi than Kst : ~ 100 = St1	Khối lượng xử lý lớn và vật liệu lạ dễ bị trộn lẫn. Có nhiều quy trình rủi ro cao như sấy khô và xay xát, sinh nhiệt trong quá trình bảo quản và tạo ra khí dễ cháy.
Bụi gỗ Kst : ~ 150 = St1	Các vật liệu lạ như đinh và đá rất dễ bị trộn lẫn. Vì có nhiều quá trình cắt và nghiền nên có nguy cơ bắt lửa rất lớn. Do khả năng tản nhiệt thấp nên dễ xảy ra hiện tượng carbon hóa và cháy âm ỉ do tích nhiệt.
Flour, Soi, Grain, Cone Kst : ~200 = St1	Khối lượng xử lý lớn và vật liệu lạ dễ bị trộn lẫn. Ngoài nhiệt thổi rữa, còn có trường hợp bốc cháy do truyền nhiệt từ nồi hơi trong quá trình vận chuyển bằng tàu dầu. Thang máy xô là đặc biệt hư hại.
Bụi nhựa Kst : ~ 450 = St3	Bụi có nguồn gốc từ dầu mỏ thường cực kỳ dễ bắt lửa và dễ nổ (MIE = 1mJ trở xuống), vì vậy cần phải đặc biệt cẩn thận khi xử lý chúng.
Nhôm, Magie Kst : 600 = St3	Nó bốc cháy dữ dội với nhiệt lượng tỏa ra cao. Nó có thể tạo ra hydro, vì vậy hãy cẩn thận khi dập lửa. Do sự bùng nổ dữ dội, các biện pháp có thể được lựa chọn có thể bị hạn chế.
Mực, Toner Kst : ~ 400 = St3	Mực đen rất dễ nổ vì nhựa và bột kim loại có thể được nhào với cacbon (axeton) đen. Thiệt hại xảy ra tại các nhà sản xuất và nhà máy tái chế.
Thuốc Kst : ~ 300 = St2	Nguyên liệu thô từ dầu mỏ được sử dụng làm cơ sở là chất nổ. Dược chất có nguy cơ gây ô nhiễm môi trường khi bị rò rỉ. Hỗn hợp bột và hơi dễ cháy gây ra nguy cơ nổ hỗn hợp đặc biệt nghiêm trọng.

*3 Kst: Giá trị cho biết cường độ của vụ nổ.

Lên đến 200 được gọi là St1, 200-300 được gọi là St2, và khi vượt quá 300, nó được gọi là St3.

Tài liệu tham khảo

- [1] Các biện pháp chống cháy nổ do bụi, Hiệp hội công nghiệp và kỹ thuật chế biến bột Nhật Bản
- [2] Hướng dẫn An toàn Điện tĩnh 2007, JNIOOSH
- [3] NFPA652 (2019): Tiêu chuẩn về các nguyên tắc cơ bản về bụi dễ cháy

Published By:
Risk Engineering Department
Email: TMA_RE@tokiomarineasia.com

Tokio Marine Asia Pte. Ltd.
20 McCallum Street #13-01
Tokio Marine Centre Singapore 069046

A member of the
Tokio Marine Group

[Contact]

Disclaimer: The information, suggestions, and recommendations contained herein are for general informational purposes only. This information has been compiled from sources believed to be reliable. No warranty, guarantee, or representation, either expressed or implied, is made as to the correctness or sufficiency of any representation contained herein.

Writer: Mr. Genya Takahashi, Senior Risk Engineer, Tokio Marine Safety Insurance (Thailand) PCL