

介紹

1. 使用範圍：洩爆設計為利用在密閉容器或設備加裝洩放口，可於設備發生高於設定壓力的爆壓時，將壓力及火焰迅速往沒有危害的方向或空間洩放，防止容器或裝置的損壞，此種設計可以比耐壓的設備成本降低許多。但並不適合裝置於處理毒性或腐蝕性物質的設備上，因此類物質會於洩爆時排放至大氣中，造成環境的危害。

爆炸釋放口和破裂管之不同：爆炸壓力釋放口（**explosion vent**）是安裝於粉體、氣體、乾燥器、脫臭裝置等具有爆炸危險之設備上，用於爆炸發生時釋放爆炸壓力。近年來特別是由於處理小粒徑之可燃性粉體工廠增加，爆炸釋放口的設置也增加。爆炸釋放口雖是由破裂板發展而來，但破裂板是用以防止過高上升壓力、兩者的目的並不相同。破裂板到達全開的作動時間是 0.1 秒，而爆炸釋放口則大幅縮短此全開作動時間，具有在極短時間應付壓力上升之爆炸的性能，至於實際的作動時間則視各種爆炸之情形而定，可以充分應付一般的爆炸燃燒。再加上可以設定極低壓力之破裂設定，其破裂公差非常小（標準破裂公差為± 25mmAq~35mmAq）。[Aq:水柱高]

2. 洩爆設計

洩爆裝置的種類有破裂片、洩爆門等形式。破裂片是於爆炸發生時、薄膜因壓力而破裂，形式有圓頂狀拉張型、複合型。安裝破裂片時需特別注意凹面的朝向及承受的壓力限制，有些製程需耐真空的要求。

除了破裂片外，在製程設備中亦有洩爆門裝置，此種裝置的洩爆效果可能較破裂片洩放能力弱，惟可藉由加大洩放面積或加強設備強度來改善，另外為防止洩爆門於洩壓時破損或飛射出而造成傷害，故常加裝鏈條或磁鐵式、彈簧式的裝置連接。

當設備裝置於密閉室內，常需藉由洩爆導管將爆壓引導，往無危害的大氣中排放。此時需仔細加以考量，容器的耐壓強度應加大，防止因爆炸發生後至壓力到洩放口洩放前，因聚壓影響使壓力在洩放口破壞設備。洩爆導管的強度需與設備本體的強度同等，且長度宜短不可過

分彎曲而成爲弱點，若致使爆壓非由排放口洩放，便失去洩爆防制設計的功能。

洩放面積的估算在洩爆設計是很重要的部分，需利用物質的最大爆炸壓力（ P_{max} ），最大壓力上升速率（ dP/dt ） $_{max}$ ，依 **Cubic Law** 立方定律計算物質的爆炸等級並依容器體積及所要求洩爆後殘餘的最大壓力 $P_{red, max}$ 與殘餘最大壓力上升速率（ dP/dt ） $_{red, max}$ 來進行洩放面積的估算。其估算方法可參考 **NFPA 68** 規範計算而得。

洩爆雖爲爆炸控制消滅的一種方法，但不可忽略的是爆炸時將部分爆壓洩放至設備外，同時物質及燃燒物一併洩放在設備外會產生火焰傳播之現象，故不可忽略洩爆火焰的影響。設備洩爆時，洩爆口方向附近亦受洩放出之壓力及火焰影響，一般洩爆後之火焰長度隨設備體積增加而增加，均勻粉塵分佈之爆炸現象最長火焰距離估計可達 $LF \cdot H=8V^{1/3}$ ；非均勻態粉塵分佈之爆炸現象則洩爆後火焰長度隨設備體積增加而減少，其最長火焰距離約可達 $LF_1=15V^{0.25}$ 。如果設備內爲可燃氣體或蒸氣洩爆時，於設備外之最長火焰距離將可達 $LF_G=3.1V^{0.402}$

工廠實際配置上，很難在其洩爆口方向毫無其他設備或裝置。故洩爆後設備外之火焰長度及壓力分佈亦是洩爆安全所需考量的重要項目。

3. 爆炸釋放口的使用目的

爆炸的防護方法有數種，而爆炸釋放則是最簡單且可期待有良好效果之方法，爆炸釋放口是爆炸發生後作動的被動性裝置，其基本思考方法是設置足夠大的開口部，以便在爆炸發生時設備不會因膨脹氣體而造成內壓上升，此時膨脹氣體在瞬間會由開口部排出。

圖 1 是在密閉狀態的設備（容器）內，設置爆炸釋放口和未設置釋放口二種情況之爆炸壓力的時間變化情形，未設置爆炸釋放口的情況，圖中虛線所示之最大壓力（ P_{max} ）超過設備的設計壓力（ P_{des} ），設備會被破壞；在設置爆炸釋放口的場合，作動情形如圖中實線所示，最大壓力可抑制在設計壓力以下，此時之最大壓力便稱釋放爆炸壓力（ P_{red} ）。爆炸釋放口之破裂壓力在製作和作動試驗中，並不是處於爆炸所引起的急劇壓力上升下，由於是在靜的壓力上升下進行，所以稱爲靜的動作壓力（ P_{stat} ），由圖中實線來看，爆炸釋放口在到達靜的動

作壓力後便開始破裂，緊接著瞬間即全開以得到充分的釋放面積，此點便是釋放爆炸壓力（ P_{red} ）；當釋放面積不足時，即使爆炸釋開口全開後，設備內部壓力也會持續上升，爆炸燃燒結束時便為釋放爆炸壓力（ P_{red} ）。因此，設備耐壓比較大的場合中，可以設置小的爆炸釋開口，且釋放爆炸壓力設定也可較高。

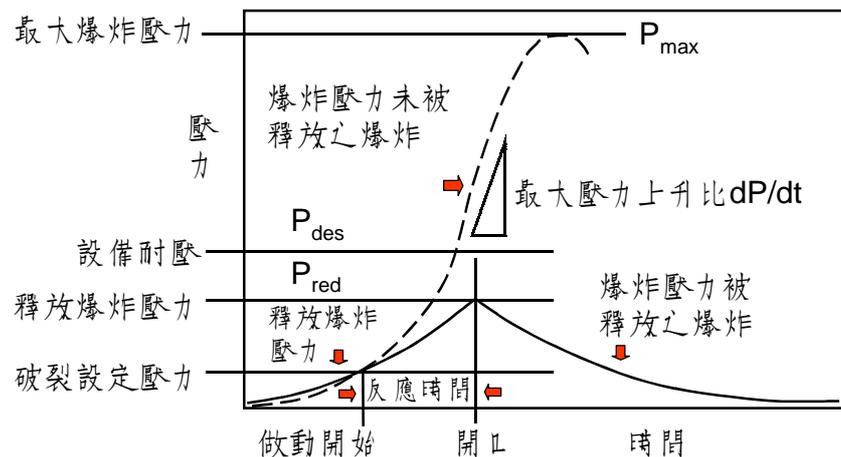


圖 1 爆炸釋開口之效果

4. 爆炸釋放口的適用範圍

以下則是爆炸釋開口必要的要求事項：

- (1) 控制可在瞬間得到全開的開口形狀。
- (2) 不會有金屬等破片飛散所造成的二次災害。
- (3) 不使用配重（counter weight）物。
- (4) 可動部分質量在 12.2 kg/m^2 以下。
- (5) 合乎使用條件之長壽命、堅固設計。
- (6) 每個製造批號皆進行破裂試驗（靜的動作壓力試驗）。
- (7) 製造商要保證破裂壓力、破裂公差。
- (8) 破裂壓力要明示於製品和書面文件上。
- (9) 要考慮破裂試驗溫度和使用溫度間之差異所造成的影響。
- (10) 進行爆炸釋放之實證試驗。
- (11) 適用於 NFPA68（美國火災防止協會規範 68）和 VDI 3673（德國粉塵爆炸釋放規範）。

釋出口必需要在靜的動作壓力時正確地破裂，具有鉸鏈（hinge）式、鉤環式等機構部分的釋放裝置，由於會受到生鏽和腐蝕之影響，有偏向靜的動作壓力高壓側和在低於靜的動作壓力下誤動作之危險，因為缺乏可靠度，所以應該不能使用。另外，爆炸釋出口是在瞬間作動，可動部位質量有上述第 4 項之限制，其結果若是使用配重法之釋放裝置，依據上述第 11 項兩種規範限制，則是禁止使用。

破裂板式的爆炸釋出口未具有機構部位，由於質量極輕、已成為爆炸釋出口之主流。上述第 11 項二種規範之釋放面積計算方法用於破裂板式的爆炸釋出口，使用於其他釋放裝置時，必需增加釋放面積以平衡爆炸釋放效率之減少部分，但是，即使是破裂板式的爆炸釋出口設計也會製作出不能控制開口形狀、無法在瞬間全開及只有部分開口而形成開口不齊的製品。爆裂時間落差只是 1/1,000 秒之極短時間，但在釋放急劇上升之爆炸壓力場合中，卻是重大的延遲，設備被破壞的危險性也相對提高。為了防止此種情況，便預先在爆炸釋出口表面進行細縫（slit）加工，以控制開口形狀。

如果符合 NFPA 68 和 VDI 3673 規範之爆炸釋出口，便皆已滿足這些廣泛範圍的要求事項。

5. 爆炸釋放口的選擇基準

符合製程使用（運轉）條件之爆炸釋出口有幾種型式，圖 2 所示是最標準的爆炸釋出口，此型式是在不銹鋼板的兩側有鐵氟龍（teflon）製密封（seal）；三明治型式者，外圍部則是用點焊，由於在不銹鋼板上要做開口型式之控制，所以有細縫加工，此型式的釋出口是使用於筒倉（Silo）、容器、配管等壓力變動不大，且操作壓力在接近大氣壓之設備。

粉塵爆炸可能性極高的最新袋濾機（bag filter），大多是裝置空氣脈衝式清淨器（cleaner），此空氣脈衝會對上述標準爆炸釋出口之不銹鋼板造成金屬疲勞，短期間內便會破損，為了解決此項問題，便在鐵氟龍製密封和不銹鋼板間注入 PU 樹脂，以吸收會敲打爆炸釋出口表面之空氣脈衝，如圖 3 所示。其它型式尚有具備可使用於高度真空操作之真空支撐者、組裝入陶瓷中可使用於電氣爐等高溫製程者及裝有捕焰器之屋內，可為大氣釋放之爆炸滅焰式者。

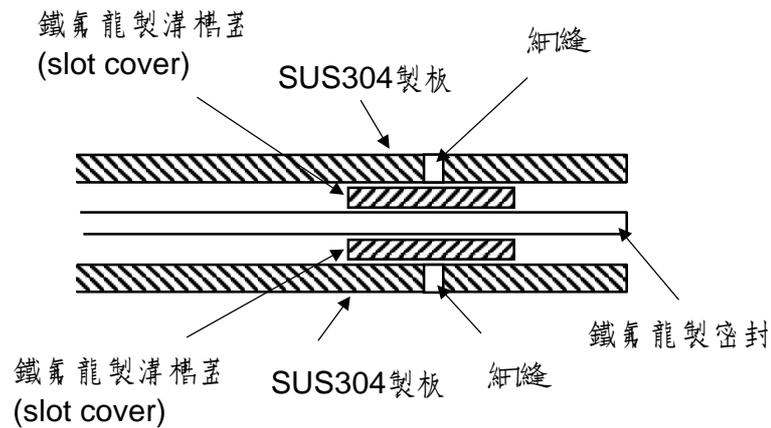


圖 2 標準型爆炸釋放口之構造

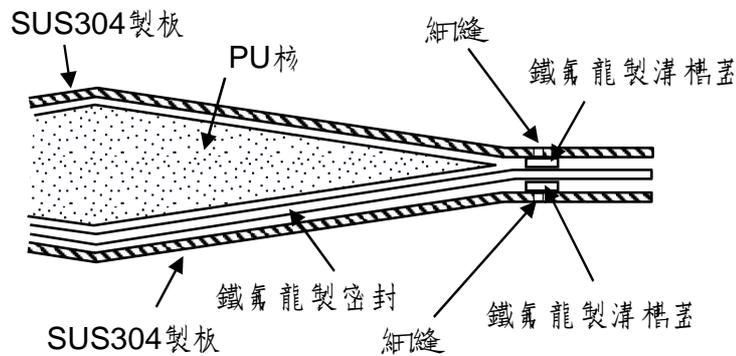


圖 3 耐空氣脈衝型爆炸釋放口

6. 爆炸釋放口之設置方法

爆炸釋放口有圓形和角形，圓形是以市面上規格法蘭裝配；角型是以 L 型焊接構造安裝於專用的框架上，角型在取得寬廣釋放面積上較有利。

理論上，安裝位置應設置於爆炸發生點的附近，這是因為由爆炸發生點到爆炸釋放口的距離最短時，可減少時間的延遲，然在很多情況中，由於無法預測具有潛在著火危險之位置，所以須假設最壞之情況一，般而言，假如考慮及此，那麼爆炸釋放口便應儘可能地設置於靠近設備中心的地方，但是不能設置於會因設備內構造物（濾袋、鋼架等）而阻礙爆炸釋放之位置。

當設備是置於屋內時，為了爆炸的大氣排放不致有二次災害之危險，以前所採取的對策是裝設釋放管，但是釋放管道的安裝，其壓力損失造成連續 爆炸釋放的阻礙，大幅減少爆炸釋放效果，結果導致釋放

爆炸壓力大幅上升，所以耐壓小的設備並不容許設置排放管道，其對策有：

- (1) 儘可能將設備移至屋外。
- (2) 設備往牆壁的橫、直向移動，直到爆炸釋放口有足夠大之斷面及短的釋放管道，而沒有壓力損失。
- (3) 改造設備，提高耐壓程度，或更換為具有充分耐壓設計的新設備。
- (4) 設備位於建築物中心附近，而需要長的釋放管道時，可在屋內設置可做大氣釋放且具爆炸消焰功能之爆炸釋放口。但是，由於此種型式之壓力損失大（但比釋放管道小），所以必需要提高設備的耐壓設計。

7. 爆炸釋放面積的計算

在 NFPA 68 和 VDI 3673 中有規定爆炸釋放面積的計算方法。NFPA 613 是由美國火災防止協會所擬就，是處理粉塵爆炸、氣體爆炸之規範，已被廣泛使用；世界標準規格 VDI 3673 是由德國工程師協會（Verein Deutscher Ingenieure）所擬就之粉塵爆炸規範，由於包含很多最新理論，廣泛使用於歐洲。

在日本有勞働省委託產業安全技術協會所完成有關爆炸壓力釋放設備之技術基準的調查研究委員會報告書（以下簡稱為勞動省委託報告書）。此報告書是以 NFAGS 為基準所完成的，這是因為 VDI 3673 只針對粉塵爆炸處理，而 NFPA 68 也涵蓋氣體爆炸之處理；此外，NFPA 68 在日本國內比較普及也是原因之一。首先說明即 NFPA 68 之爆炸釋放面積計算方法，勞動省委託報告書也有相同內容，可參考使用。

(1) NFPA68 之爆炸釋放面積計算方法

A. 用語

A_v ：釋放面積[m²]...爆炸釋放之必要面積。

V ：設備容積[m³]。

P_{stat} ：靜的動作壓力[barg].....爆炸釋放口破裂設定壓力。

P_{red} ：釋放爆炸壓力[barg].....經由爆炸釋放口之作動，設備內被降低之爆炸壓力的最大值。

P_{max} ：最大爆炸壓力[barg]....經由爆炸試驗，所採用之密閉容器內爆炸壓力的最大值。

S_u ：氣體之燃燒速度[cm/s]。

K_{st} ：粉塵的爆炸指數【bar·m/s】表示粉塵固有之爆炸指數，是一固定值。

K_{st} ：是由爆炸試驗所求得。

爆炸等級：表示粉塵爆炸危險性之強弱，依照爆炸指數之大小來分類。

表 1 爆炸等級

K_{st} (bar·m/s)	爆炸等級	內容
0~100	St-1	爆炸激烈程度弱的粉塵
201~300	St-2	爆炸激烈的粉塵
大於 300	St-3	爆炸激烈程度大的粉塵

P_{stat} 和 P_{red} 是依據設備之常用壓力和設備的破裂壓力所決定的，在此將以設備耐壓在 0.1 barg 以上之情況來說明，由於 P_{stat} 值小時，釋放面積幾乎可以較小，所以爆炸釋出口在能承受常用壓力之範圍內，便可儘量降低設定值，儘管 P_{red} 必須設定在設備破壞壓力 (P_{ult}) 的 2/3 以下，但實際上設備的破壞力並不易求得，所以一般大多是以 P_{red} 等於設備耐壓來計算，在此情況下，設備或許不至於因受損而至破壞，然而變形應該是無法避免的，另外 P_{red} 至少需比 P_{stat} 大 0.05 bar，其他之必要條件則如下。

$$0.05 \text{ barg} \leq P_{stat} \leq 1.95 \text{ barg}$$

$$0.1 \text{ barg} \leq P_{red} \leq 2.0 \text{ barg}$$

B. 計算方法之種類

NFPA 68 中設備用之爆炸釋放面積計算方法有以下三種方法：

(a) 耐壓未滿 0.1 barg 之設備中，氣體爆炸之情況。

(b) 耐壓 0.1 barg 以上之設備中，粉塵爆炸之情況。

(c) 耐壓 0.1 barg 以上之設備中，氣體爆炸之情況。

C-1：爆炸等級 St-1， St-2， St-3 之一般爆炸情況。

C-2：爆炸等級 St-1，最大爆炸壓力不會超過 9 barg 之爆炸情況。

C-3：爆炸等級 St-2，最大爆炸壓力不會超過 9 barg 之爆炸情況。

上述 (a) 之計算方法，爲了彌補較低之設備耐壓，所以會算出極寬廣之釋放面積，但實際上，爆炸釋放手口無法安裝的可能性高，在此情況下，必須改造設備，使其設備耐壓在 0.1 barg 以上，再採用上述 (a)、(b) 之計算方法。因爲這些原因，所以 (a) 的計算方法就不在此解說。

C. 耐壓 0.1barg 以上之設備中，氣體爆炸之情況。

NFPA 68 釋放面積計算是利用所具備之計算圖表 (nomograph) 來進行，此一氣體爆炸用計算圖表係用於丙烷氣體和氫氣氣體，圖 4 爲丙烷氣體用之計算圖表，應用設備容積、爆炸釋放手口之靜動作壓力、釋放爆炸壓力數值，計算出爆炸釋放面積，參照圖 4 之點線箭頭。計算圖表之選擇是依據氣體的燃燒速度，也就是說，燃燒速度在 60 cm / sec 以下之氣體，使用丙烷氣體用計算圖表；超過 60 cm / sec 之場合，則是使用氫氣氣體用計算圖表。

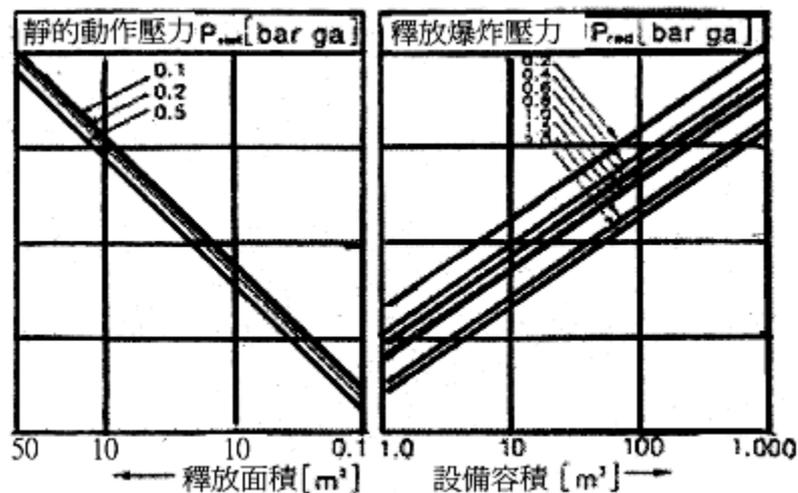


圖 4 氣體爆炸用計算圖表

計算圖表對於在預先區分好之數值參數以外的部分並不易使用，所以便將計算圖表予以數學式化，而成爲以下之計算式子。

$$A_v = a(V)^b \cdot e^{c(P_{stat})} \cdot (P_{red})^d$$

$$e = 2.718 \quad (\text{自然對數底})$$

a, b, c, d: 常數 (參照表 2)

D. 在耐壓 0.1 barg 以上設備中粉塵爆炸之場合。

C-1: 爆炸等級 St-1, St-2, St-3 之一般爆炸場合。

粉塵爆炸用計算圖表有靜動作壓力 0.1 barg 用 0.2 barg 用及 0.3 barg 用，各個爆炸參數有使用爆炸等級者和使用爆炸指數者，所以將這些計算圖表予以數學式化，成爲以下之計算式。

$$A_v = a \cdot V^{2/3} \cdot (K_{st})^b \cdot (P_{red})^d$$

$$a = 0.000571 \cdot e^{2 \cdot (P_{stat})}$$

$$b = 0.978 \cdot e^{-0.105 \cdot (P_{stat})}$$

$$c = 0.687 \cdot e^{0.226 \cdot (P_{stat})}$$

$$e = 2.718 \quad (\text{自然對數底})$$

C-2: 爆炸等級 St-1, 最大爆炸壓力未超過 9 barg 之爆炸場合。

表 2 氣體爆炸用計算式之常數值

氣體名稱	常 數			
	a	b	c	d
丙 烷	0.148	0.703	0.942	-0.671
氫 氣	0.279	0.680	0.755	-0.393

在爆炸等級 St-1, 最大爆炸壓力未超過 9 barg, 以比較小的最大爆炸壓力作成爆炸用計算圖表, 比起一般爆炸用計算圖表可以得到較小的釋放面積, 不過, 由於是專用於 $P_{stat} = 0.1 \text{ barg}$, 所以 P_{stat} 必需設定在 0.1 barg 以下。然並未將計算圖表數學式化, 計算圖表如圖 5 所示。

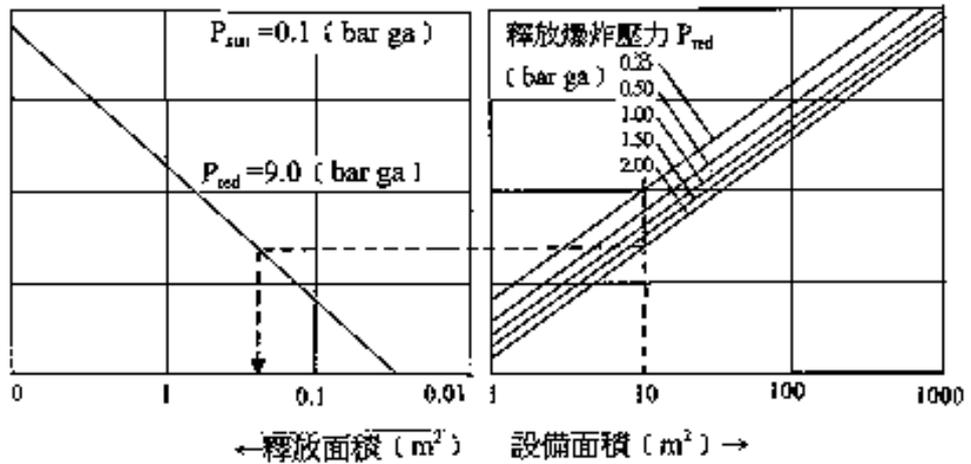


圖 5 爆炸等級 St-1，最大爆炸壓力未超過 9 barg 之爆炸用圖表

C-3：爆炸等級 St-2，最大爆炸壓力未超過 9 barg 之爆炸情形

在爆炸等級 St-2，最大爆炸壓力未超過 9 barg，以比較小的最大爆炸壓力作成爆炸用計算圖表，與一般爆炸用計算圖表相較，可得到較小的釋放面積，然而，由於是專用於 $P_{stat} = 0.1 \text{ barg}$ ，所以 P_{stat} 尚必需設定在 0.1 barg 以下，另外，計算圖表並未數學式化，計算圖表如圖 6 所示。

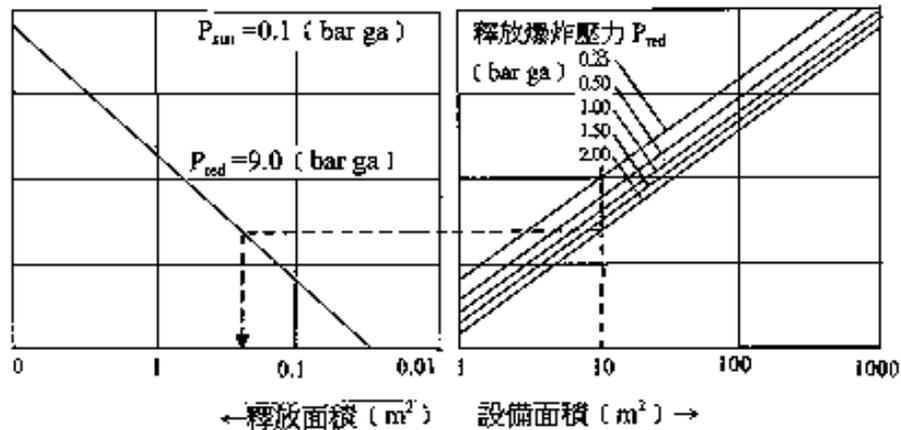


圖 6 爆炸等級 St-2，最大爆炸壓力未超過 9 barg 之爆炸用圖表

E. 釋放管道之影響

其壓力損失會變成連續爆炸釋放之障礙，大幅度地減少爆炸釋放效果。其結果導致釋放爆炸壓力大幅上升，所以不能使用於設備在屋內之情況中。圖 7 是氣體爆炸、圖 8 是粉塵爆炸中，

安裝有釋放管道對於釋放爆炸壓力之影響，利用這些圖便可算出安裝釋放管道時之爆炸釋放壓力。

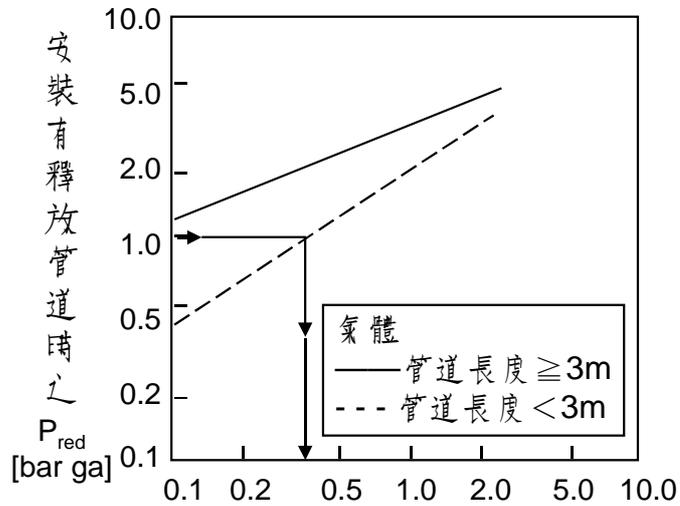


圖 7 釋放管道之影響（氣體爆炸用）

例如，在圖 8 中，管道長度未滿 3 m、設備耐壓=1 barg 之情況，由安裝有釋放管道時之 $P_{red}=1 \text{ barg}$ 點，畫出與橫軸平行之線，再由和虛線之交點處畫出垂直線，便可得到大氣釋放時 $P_{red}=0.35 \text{ barg}$ 。此 $P_{red}=0.35 \text{ barg}$ 使用於 D 之釋放面積計算方法時，便可算出已抵消釋放管道影響之爆炸釋放面積。

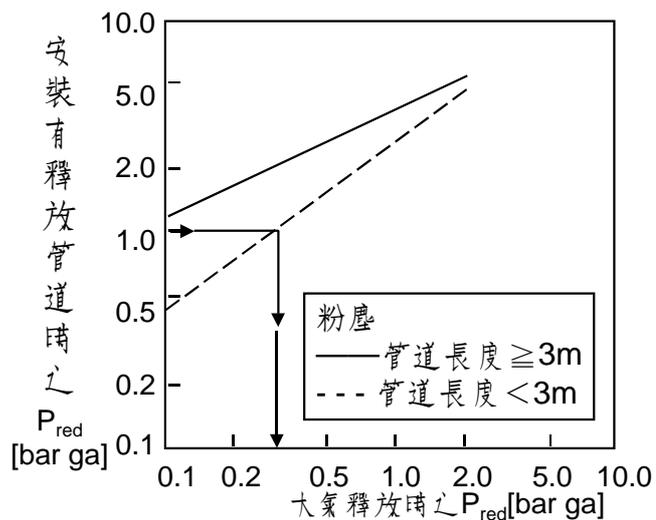


圖 8 釋放管道之影響（粉塵爆炸用）

(2) VDI 3673 之爆炸釋放面積計算方法

VDI 3673 只處理粉塵爆炸，所以比 NFPA 68 將粉塵爆炸更細分化，以進行爆炸釋放面積之計算。NFPA 68 是將設備高度/直徑比（以下稱爲 H/D）在 5 以下之場合皆一起處理，而 VDI 3673 則是將 H/D 比小於 2 者規定爲球形體容器（cubic vessel），H/D 比在 2 以上者規定爲延伸長形容器（elongated vessel），並提供不同之計算方法。一般而言，在 H/D 比不是 2 之情況，VDI 3673 會得到比 NFPA68 還小之釋放面積；而在 H/D 比在 2 以上之情況，NFPA 68 會得較小之釋放面積，這是因爲 VDI 3673 對於 H/D 不足 2 之情況，是將設備假設成完全球狀來做計算，而對於 H/D 比在 2 以上之情況，則是針對設備假設是球形外之加長部分，再以另一種方法加算其釋放面積來修正。另外，VDI 3673 將粉塵爆炸的粉塵雲區分爲均勻粉塵雲（homogeneous dust distribution）和不均勻粉塵雲（heterogeneous dust distribution）來處理，均勻粉塵雲是在集塵器等之內部中均勻形成，爲造成極大爆炸強度的粉塵雲；不均勻粉塵雲則是在由配管至設備間，以空氣輸送來搬送粉體之情況中，發生於設備配管連接部至設備之一部分附近的粉塵雲爆炸是比較弱的爆炸。

A. 用語

- (A) 釋放面積【 m^2 】……爆炸釋放所必需之面積。
- (B) $P_{red,max}$ ：釋放爆炸壓力【barg】……藉由爆炸釋出口之作動。減低設備內爆炸壓力的最大值。設定值在設備耐壓以下。
- (C) DF：連接設備之空氣輸送管內徑【m】。
- (D) 其他用語定義和 NFPA 68 同，另外，在 VDI 3673 中，令 $P_{stat} = P_{red}$ ，這意謂著在有夠大之釋放面積場合中，於爆炸釋出口作動後，釋放爆炸壓力未上升，便能夠結束爆炸釋放，但是，由於爆炸釋出口會有作動公差，所以必須要由釋放爆炸壓力扣除作動公差的正值部分，才能成爲靜的動作壓力，例如一般的作動公差是 $\pm 250 \text{ mmAq}$ ，當釋放爆炸壓力爲 $1,500 \text{ mmAq}$ ，則得到 $1,500 \text{ mmAq} - 250 \text{ mmAq} = 1,250 \text{ mmAq}$ ，也就是靜的動作壓力必需要在 $1,250 \text{ mmAq}$ 以下。在使用袋濾機的爆炸釋放場合，使用

於釋放面積計算之設備容積，NFPA 68 是使用沒有濾袋所計算出來之全內容積，而 VDI 3673 則是允許扣除濾袋、鋼架部分之容積。

B. 球形體容器（H/D 比不足）之場合

(A) 均勻粉塵雲所引起粉塵爆炸場合，以下列之計算式可算出由均勻粉塵雲所引起粉塵爆炸之球形體容器的釋放面積。

$$A=[3.264 \cdot 10^{-5} \cdot P_{\max} \cdot K_{st} \cdot P_{\text{red.max}}^{-0.569} + 0.27(P_{\text{stat}} - 0.1)P_{\text{red.max}}^{-0.5}] \cdot V^{0.753}$$

使用此計算式之場合條件如：

$$P_{\text{stat}} \leq P_{\text{red}} \quad (\text{不過，要考慮爆炸釋放口之作動公差})$$

$$0.1 \text{ barg} \leq P_{\text{stat}} \leq 1 \text{ barg}$$

$$0.1 \text{ barg} \leq P_{\text{red, max}} \leq 2 \text{ barg}$$

$$\text{設備操作壓力} \leq 0.2 \text{ barg}$$

$$0.1 \text{ m}^3 \leq V \leq 10,000 \text{ m}^3$$

$$5 \text{ barg} \leq P_{\max} \leq 10 \text{ barg 時}$$

$$10 \text{ bar} \cdot \text{m} / \text{s} \leq K_{st} \leq 300 \text{ bar} \cdot \text{m} / \text{s}$$

$$5 \text{ barg} \leq P_{\max} \leq 12 \text{ barg 時}$$

$$300 \text{ bar} \cdot \text{m} / \text{s} \leq K_{st} \leq 800 \text{ bar} \cdot \text{m} / \text{s}$$

此公式之外，VDI 3673 也有用於最大爆炸壓力為 9 barg 之計算圖表，內容和 NFPA 68 之圖表幾乎相同。

(B) 不均勻粉塵雲所引起之粉塵爆炸場合

以下列之計算公式，可算出由不均勻粉塵雲所引起粉塵爆炸之球形體容器的釋放面積，與均勻粉塵雲所引起之爆炸釋放相比，所需之釋放面積較小。

$$A=[(8.6 \log P_{\text{red.max}} - 6)(1 / Dz) - 5.5 \log P_{\text{red.max}} + 3.7] \cdot 0.011 \cdot K_{st} \cdot DF$$

使用此計算之場合條件表示於下：

$P_{stat} \leq P_{red}$ (但是, 要考慮爆炸釋放口之作動公差)

$0.1 \text{ barg} \leq P_{stat}$

$0.1 \text{ barg} \leq P_{red,max} \leq 2 \text{ barg}$

$1 \text{ m/s} \leq \text{空氣輸送速度} \leq 40 \text{ m/s}$

$5 \text{ m}^3 \leq V \leq 10,000 \text{ m}^3$

$8 \text{ barg} \leq P_{max} \leq 9 \text{ barg}$

$50 \text{ bar} \cdot \text{m} / \text{s} \leq K_{st} \leq 300 \text{ bar} \cdot \text{m} / \text{s}$

C. 延伸長形容器 (H/D 比在 2 以上) 之場所

H/D 比在 2 以上之設備場合中, 因為在其較長的方向爆炸火焰的傳播會加速進行, 所以跟相同容積而 H/D 比不足 2 之設備相比時, 就需要較大之釋放面積, 以下列計算式針對粉塵爆炸之延伸長形容器釋放面積計算的修正式, 然而釋放爆炸壓力在 1.5 barg 以上時, H/D 比便沒有影響, 此時使用球體容器用之計算式為宜。

$AL = A + \Delta A$

AL: 延伸長形容器之釋放面積。

A: 同容積之球形體容器的釋放面積。

ΔA : H/D 比在 2 以上所需增加之釋放面積。

(A) 均勻粉塵雲所引起之粉塵爆炸場合

下列計算式, 適用於均勻粉塵雲所以引起之粉塵爆炸, 容器 H/D 比在 2 以上時, 計算釋放面積的增加部分 ΔA_H

$\Delta A_H = A (-4.305 \cdot \log P_{red,max} + 0.758) \cdot \log H/D$

(B) 不均勻粉塵所引起粉塵爆炸場合

下列計算式, 適用於不均勻粉塵雲所以引起之粉塵爆炸, 容器 H/D 比在 2 以上時, 計算釋放面積的增加部分 ΔA_I

$\Delta A_I = A \cdot 1.071 \log P_{red,max}^{-1.27} \cdot \log H/D$

同容積之球形體容器的釋放面積 A, 在設備高度 (較長方向長度) 是 10 m 以下時, 可使用之計算式, 當超過 10 m 時, 就需使用下列計算式:

$$A = [(8.6 \log P_{red,max} - 6) (1 / Dz) - 5.5 \log P_{red,max} + 3.7] \cdot 0.0011 \cdot Kst \cdot H \cdot DF$$

爆炸釋放口是在爆炸時，要安全的排放出壓力的一種裝置，必需要求極高的可靠度，因此，有關爆炸釋放口的選擇、規格決定、釋放面積的確認等各方面。必需要跟專家及可信賴之製造商討論。

相關法令、標準及解釋令

CNS 13284 Z1046，「洩爆指導要點」。

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. American Society for Testing and Materials,1983 ;"A Guide to the Safe Handling of Hazardous Materials Accidents", USA.
3. Trevor Kletz,1991; "Plant Design for Safety : A User-Friendly Approach", ISBN 1-56032-068-0, Hemisphere Publishing Corporation, Loughborough, UK .
4. Daniel A. Crowl and Joseph F. Louvar, 1990;"Chemical Process Safety : Fundamentals with Applications", ISBN 0-13-129701-5, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
5. CNS 13284 Z1046，1994;"洩爆指導要點"。
6. 謝明宏，1997;"火災爆炸危害控制與安全防護"，工業安全衛生，第 91 期:19-31。
7. 許隆結、陳政任、何大成、周文國，1996; "危險物質儲槽過壓防護規範（技術報告）"，工研院工安衛中心。