

## 第三章 製程安全評估報告書

鑒於危險性工作場所多具有大量危險物及有害物，或製程中涉及複雜之化學反應及高溫、高壓等操作參數，危害風險較高。傳統的工廠安全設計，係以加裝保護性的設備及依循安全操作規範來防止災害之發生，欠缺風險管理之概念。本章製程安全評估是運用系統的方法，辨識製程中之化學物質、設備、作業、環境及人為因素等，是否可能發生火災、爆炸或大量漏洩、中毒等重大潛在危害，並以科學方法分析並評估其災害風險，及是否需採取進一步的危害控制對策。本章應檢附資料包括：

### 3.1. 製程說明：

3.1.1 工作場所流程圖。

3.1.2 製程設計規範。

3.1.3 機械設備規格明細。

3.1.4 製程操作手冊。

3.1.5 維修保養制度。

### 3.2. 製程安全評估

3.2.1 初步危害分析。

3.2.2 重大潛在危害安全評估。

### 3.3. 製程危害控制

3.3.1 製程安全評估結果說明。

3.3.2 製程危害控制檢核表。

### 3.4. 參與製程安全評估人員之簽認。

3.4.1 相關證明、資格文件。

3.4.2 參與製程安全評估人員之簽認表。

## 3.1 製程說明

事業單位實施製程安全評估時，必須事前蒐集工作場所流程圖、製程

設計規範、機械設備規格明細、製程操作手冊及維修保養制度等資料，於申請時，應就前述事項分別將重點及管理做擇要說明。

### 3.1.1 工作場所流程圖

主要包括流程概述、反應方程式、管線儀表圖（P&ID）等：

#### 1. 流程概述

事業單位以方塊圖或製程流程圖（PFD）及文字敘述危險性工作場所之生產流程並說明各項設備之名稱及其功能，對於複雜流程則可劃分為若干個製程區，例如分成反應區、吸收區、回收區、純化區．．．等，於方塊流程圖上註明區域劃分，再分區說明其流程。

#### 2. 管線儀表圖（P&ID）

製程之管線儀表圖應註明壓力、溫度、流量、內容物、狀態、內容積等重要操作參數、控制設備及安全或連鎖裝置，製程若因規模太大，於單張製程管線儀表圖上無法表示者，可分割為數張說明，如屬商業機密不便公開者，可存廠備查，但仍需準備簡化之製程流程圖，並需列出反應器、蒸餾器、吸收塔、混合器、沉澱分離器、熱交換器、計量槽、儲槽容器本體、泵及壓縮機等重要設備，並對物質及設備加以編碼，俾勞動檢查機構勞動檢查員到廠時可節省時間，至於詳細物質及設備相關資料可於製程設計規範及機械設備規格明細中補充說明。

### 3.1.2 製程設計規範

事業單位應說明下列項目製程設計之選用與工程建造時所遵循之國內外法規或準則：

1. 製程設計選用之依據、製程設備、結構安全（含耐震設計）及安全防護設施所參考之國內外規範。
2. 檢附危險性設備本體構造檢查及竣工檢查之合格證明文件及清單。
3. 高壓氣體設備應檢附經以常用壓力 1.5 倍以上壓力實施之耐壓試驗

及以常用壓力以上壓力實施之氣密試驗相關證明文件。

4. 申請丙類工作場所應檢附高壓氣體類壓力容器之處理能力計算等相關資料。
5. 對可能存有可燃性氣體或易燃液體蒸氣之場所，應說明電氣防爆區域劃分等級、範圍，並檢附危險場所範圍區分圖。
6. 製程中如有化學反應者，應說明其反應方程式，如屬放熱反應者應檢附其質能平衡資料。

### 3.1.3 機械設備規格明細

1. 事業單位需填列危險性工作場所主要機械設備，如塔槽、泵、壓縮機、攪拌機、熱交換器、反應器、壓力容器、鍋爐、冷凍機組等之相關規格明細。
2. 機械設備規格明細項目至少應包括製程相關機械設備其編號、名稱、容積、內容物、設計（操作）溫度、設計（操作）壓力、設計（操作）流量、相變化等，格式可參考表 3.1.3，其他相關機械設備及其附屬設備規格明細表，可存廠備查。

表 3.1.3 機械設備規格明細表

操作條件 設備名稱	設備 編號	內容物 (註明 固相、 液相或 氣相)	設計 壓力	操作 壓力	設計 溫度	操作 溫度	設計 流量	操作 流量	容積	備註

### 3.1.4 製程操作手冊

事業單位應訂定危險性工作場所內各項重要製程、機械設備、作業，並應包括不同情境(如正常操作、緊急處置等)之相關操作手冊、

作業程序或安全標準，於申請時應說明各機械設備操作手冊名稱及相關標準作業程序並檢附目錄或清單，詳細製程操作手冊可存廠備查。

表 3.1.4 機械設備操作手冊名稱或相關標準作業程序目錄

文件編號	操作手冊或相關標準作業程序之名稱

### 3.1.5 維修保養制度

1. 事業單位應建立維持本系統安全運轉及重要設備之分級保養制度，並依製程設計規範、機械設備規格、操作條件及自動檢查結果等資料，說明相關維修保養制度、實施計畫及相關稽核管理措施，並包含進行大修、開槽等作業之安全管理機制(含負責單位、人員、稽核及檢查方法、頻率、使用之表單等)。
2. 事業單位申請時應檢附維修保養計畫及相關手冊清單，詳細資料則可存廠備查，前述計畫應包括下列項目：
  - (1) 維修流程及紀錄。
  - (2) 設備儀表各級保養週期。
  - (3) 維修保養組織權責。
  - (4) 開車前/操作中/停車之檢查與保養。
  - (5) 其他高危險作業管制事項。

### 3.2 製程安全評估

危險性工作場所製程安全評估，首先必須進行初步危害分析，以發掘重大潛在危害之系統/單元，並針對重大潛在危害選擇適當之安全評估方法實施評估，過程中應予記錄並將改善建議彙整。

本節事業單位應說明選用之危害分析方法及重大潛在危害之辨識原則，製程安全評估方法之選用，實施流程、執行方式及彙整評估紀錄及結果。

### 3.2.1 初步危害分析

初步危害分析係針對工作場所中，製造、處置、使用危險物、有害物之易燃性、安定性、毒性等本質危害，及製程系統之操作條件如溫度、壓力、流量及外在環境等系統作用危害，予以辨識及分析。

#### 1. 本質危害分析：

事業單位可參考表 3.2.1-1、表 3.2.1-2、表 3.2.1-3 製作完成下列 3 份檢核表：

- (1) 檢核表 A：物質危害檢核表。檢討化學物質的易燃性、安定性、毒性及健康危害。
- (2) 檢核表 B：物質相容性檢核表。檢討化學物質間及化學品與設備材質間之相容性，是否彼此間在製程中不正常接觸時會有化學反應發生？
- (3) 檢核表 C：處理方法檢核表。考慮化學物質危害對裝置/製程系統設計的可能需求。

#### 2. 系統作用危害分析：

- (1) 事業單位可依危險性工作場所之製程實務，劃分各系統/單元，例如劃分成反應區、蒸餾區、萃取區、分離區……等區分別予以說明。
- (2) 針對各製程區域進行檢核，以發掘重大潛在危害區域。

備註：事業單位應依實際作業特性或相關製程，可參照下列模式自行訂定評估項目，而將符合以下任一或數個條件，列為屬於重大潛在危害區域：

- $Q > 20\% TQ$ 。
- 高放熱反應：氧化、硝化、鹵化、有機金屬化、偶氮化、氫化、裂解/熱分解、聚合、磺化、縮合反應等。
- 製程中之組成在爆炸下限 (LEL) 以上，爆炸上限 (UEL) 以下，或濃度在此範圍附近者。
- 具有在  $100^{\circ}\text{C}$  以下熱不安定性，或與一般物質，如空氣、水、其他可能污染物接觸後起反應之物質， $P \geq 10\text{psig}$ 。
- $T > \text{A. I. T.}$  或為易燃性氣體。
- $P \geq 20\text{ kg/cm}^2$  或  $P \leq 500\text{ mm Hg}$ 。
- 製程中有明顯之高低壓差， $\Delta P$ ；(上游壓力) $\geq 4$ (下游壓力)。

符號說明：

Q：製程區域中瞬間可能出現之危險物或有害物的最大量，概估該製程區內塔槽與管線中的總量，單位為 kg。

TQ：勞動檢查法施行細則附表一中危險物的法定限量，或附表二中有害物的法定限量。

T：製程區中的最大操作溫度。

A. I. T.：可燃性或易燃性液體的自燃溫度。

P：製程區中的最大操作壓力。

$\Delta P$ ：製程中上下游的操作壓差。

除前述方法外，事業單位亦可採用如蒙氏指數 (Mond Index)、陶氏火災爆炸指數 (Dow F & EI) 或化學暴露指數 (CEI) 等國際上已發展並廣為運用之危害分析方法。

表 3.2.1-1 (檢核表 A：物質危害檢核表)(參考例)

危害查核表

場所：

日期：

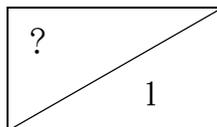
化學之危害性質如下：

危害之潛在性

✓重大

? 可能

—無



參考註解號數

→如：註解 1

查核表 A

有關化學物質危害性質之詳細資料，是否都已做了確認？

品名	狀態	總量 (庫存量/生產量)	火災爆炸之危害			反應性/ 安定性 之危害	毒性危害			其他健康之危害					
			火災	爆炸	靜電		急性	慢性	致突 變性	燙傷/ 凍傷	窒息	腐蝕 性	放射 性	臭味	其它
液氮 (LIN)	L		-	-	-	-	-	-	-	✓ 2	✓ 1	-	-	-	-
氮氣 (GAN)	G		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

註：

1. 氮氣、液氮、氫氣、液氫、氫氣、氫氣有窒息危害。應備有完善之局限空間作業管制程序。
2. 液氮、液氧、液氫有凍傷危害。現場作業人員需穿戴適當 PPE。
3. . . .

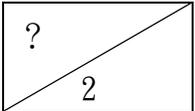
表 3.2.1-2 (檢核表 B：物質相容性檢核表)

物質相容性查核表

場 所：

日 期：

考量化學品與化學品或與結構材質間所有可能反應之情況

危害之潛在性	參考註解號數	
✓重大		
? 可能		→如：註解 2
— 無		

查核表 B

有關化學物質危害性質之詳細資料，是否都已做了確認？

化學物質 \ 化學物質反應特性	氮氣	氧氣	氫氣	氫氣	氮氣	尼龍	人造橡膠	鑄鐵	Al	SS 304	SS 316	C.S	結構材質 \ 化學物質
氮氣/液氮	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	氮氣/液氮
氧氣/液氧	—	—	✓ 2	—	—	✓ 1	✓ 1	✓ 1	✓ 1	✓ 3	✓ 3	—	氧氣/液氧

註：

1. 氧氣、液氧不可使用鑄鐵、人造橡膠、尼龍。
2. 氫氣應與氧氣隔離。
3. . . .

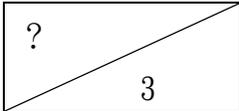
表 3.2.1-3 (檢核表 C：處理方法檢核表)

處理方法查核表

場 所：

日 期：

化學品與處理方法之相關性質如下：

危害之潛在性	參考註解號數	
✓重大		
? 可能		→如：註解 3
— 無		

查核表 C

有關化學物質危害性質之詳細資料，是否都已做了確認？

品名	狀態	總量 (庫存量/生產量)	儲存	運輸	處理	製程 條件	工廠 配置	區域 分級	氣體 排放	液體 排放	噪音 控制	品質 控制	應變 程序	公用 設施	法規 標準
液氮 (LIN)	L		—	—	✓ 3	—	✓ 4	—	✓ 5	—	✓ 7	✓ 1	✓ 6	—	—
氮氣 (GAN)	G		—	—	—	—	—	—	—	—	✓ 7	✓ 1	✓ 2	—	—

註：

1. 氮氣純度要符合本氣體場產品品質需求規範要求。
2. 氮氣洩漏之緊急應變需穿戴 SCBA、攜帶氧氣偵測器。
3. . . .

### 3.2.2 重大潛在危害安全評估

事業單位應依 3.2.1 初步危害分析之重大潛在危害與製程特性，選擇適合之方法實施評估，於製程安全評估報告書中說明選用依據。有關各種製程安全評估的方法建議使用時機及其優缺點說明如下：

1. 檢核表(Check list)：建議使用於系統/單元可能發生災害規模小，災害型態相同，而操作程序較不複雜者，如批次生產工廠。

(1)優點：

- Ⓐ不太需要太多的訓練或經驗。
- Ⓑ容易使用。
- Ⓒ可集中於特定的考慮項目。
- Ⓓ可應用於工廠設計或操作的任一階段。

(2)缺點：

- Ⓐ需發展或置備考慮周全的檢核表。
- Ⓑ好的引導者需有經驗或好的創見。
- Ⓒ因檢查範圍局限於檢核表項目，易遺漏其他的潛在危害。
- Ⓓ較難以稽核其完整性。

2. 如果-結果分析(What If)：建議使用於系統/單元可能發生災害規模小，災害型態相同，而操作程序較不複雜者，用來檢討設備設計及操作上的任何問題，What-if 分析亦可應用於特定後果的分析(如人員安全、公眾安全或環境安全)。

(1)優點：

- Ⓐ可應用於工廠設計或操作的任一階段。
- Ⓑ容易集中於特定的考慮項目。
- Ⓒ可檢討出非製程的事項(如作業實務)。
- Ⓓ僅需非正式的訓練。
- Ⓔ需要的幕僚作業少於其他的分析方法。

(2)缺點：

- Ⓐ高度依賴引導者的經驗。

ⓑ因以小組成員的經驗為主導，易遺漏某些潛在危害。

ⓒ較難以稽核其完整性。

3. 危害與可操作性分析(HazOp)：建議使用於系統/單元可能發生災害規模大小不一，災害型態不同或發生災害地方多處且操作程序複雜者，如化工製程單元。

(1)優點：

ⓐ以表格化逐項進行分析，以相關引導字及製程偏離分析災害可能原因、影響結果、改善措施、期限等，其作業方式清楚，

且有一定脈絡可循，較如果-結果分析(What if)更具系統化。

ⓑ地毯式檢討，可鑑定出各種可能發生之潛在危害，找出管理設計及操作上可能疏忽之盲點，減少分析之遺漏。

ⓒ可提供工廠預防保養規劃及標準作業程序(SOP)製作參考。

ⓓ對於較複雜之製程，亦能作完善分析，尤其對特殊及新製程。

ⓔ分析過程中彼此交換經驗，可提升工業之安全分析能力。

ⓕ可單獨使用，進行安全分析。

ⓖ廣泛應用於石化及化工業。

(2)缺點：

ⓐ花費時間及人力多。

ⓑ分析過程較繁複，若長期分析可能降低腦力激盪效率。

ⓒ可能產生一些較無重要性或意義之分析事件。

ⓓ屬於定性分析，無定量分析。

ⓔ可能無法作多種組合原因之分析。

4. 故障樹分析(FTA)：建議使用於系統/單元可能發生災害規模甚鉅，且災害型態單一者較適用故障樹分析(Fault Tree Analysis)，如大型儲槽單元。

(1)優點：

ⓐ可藉由邏輯推理方法，強迫分析者思考，使系統失效和組件故障原因能夠直接表現出來，較表格化更為方便。

- ②可明確表示出系統各部位故障情形和導致系統失效途徑。
- ③同時具有定性及定量功能及故障重要性排序功能。
- ④可作多種組合原因之分析。
- ⑤分析範圍廣，包括人為、設備、環境之失誤。

(2)缺點：

- ①適合之組件故障發生機率或頻率資料不易求得。
- ②分析時所花費時間較大(對較複雜之製程單元約需幾個星期)。
- ③定量分析需藉由電腦輔助計算出最小切割組合及頂端事件發生機率。
- ④頂端事件設定不當或有遺漏，其分析結果則不完全。
- ⑤故障樹之建立需有高度分析技巧，否則會遺漏重要事件，造成機率之誤算。

5. 失誤模式與影響分析(FMEA)：建議使用於系統/單元可能發生災害規模大小不一，災害型態不同或發生災害地方多處，而操作程序較不複雜者，如機械性操作或物理性操作。

(1)優點：

- ①適於不複雜系統中設備零件之分析。
- ②表格化分析，較有系統。
- ③對於設計改變或系統改變，更新容易。
- ④必要時可作事故嚴重排序。

(2)缺點：

- ①其分析對象僅限於硬體，對於人為因素及作業環境因素皆未納入分析。
- ②分析只限於單一失誤模式，無法分析雙重或多重組合失誤模式，可能遺漏某些危害。
- ③無法直接顯現組件發生故障之根本原因。

### 3.2.3 製程安全評估

事業單位以前述安全評估方法，進行製程安全評估時，實施過程應予記錄，並將改善建議彙整。其中危害與可操作性分析方法(HazOp)，目前正為多數學術研究單位及業界所採用，其主要分析特色係結合幾位不同背景的專業人員藉助腦力激盪，相互交換意見，找出工廠製程內部所隱藏之危險因素，地毯式搜索檢視工廠可能造成的危害，再進而對工廠提出改善建議措施，達到避免可能發生的任何災害。有別於其他傳統分析方法，僅以個人技術經驗鑑認安全危害來的更客觀與周延。故 HazOp 在工業安全分析方法上，儼然已竄升為目前評估工廠安全危害的主流，並已為各相關學術研究單位與業界相繼採用。有關分析方法之實施簡述如下：

#### 1. 危害及可操作性分析 (HazOp)

(1) HazOp 分析是 5~7 人在安全上、工程上以及操作上之專業人員組成，藉助結構化的腦力激盪來辨識出工廠潛在危害之一種程序及技術，可應用於工廠設計和操作的任何階段。其方法是使用一組已建立的引導字(Guidwords)(例如壓力過高、過低…等)，針對某一製程區段或步驟，有系統地找出具有潛在危害的製程偏離，並辨識其可能的原因、後果、以及安全防護，同時提出改善措施。它是一種較完整的定性分析技術。

(2) 危害及可操作性研究 (HazOp) 系統流程如圖 3.2.3。

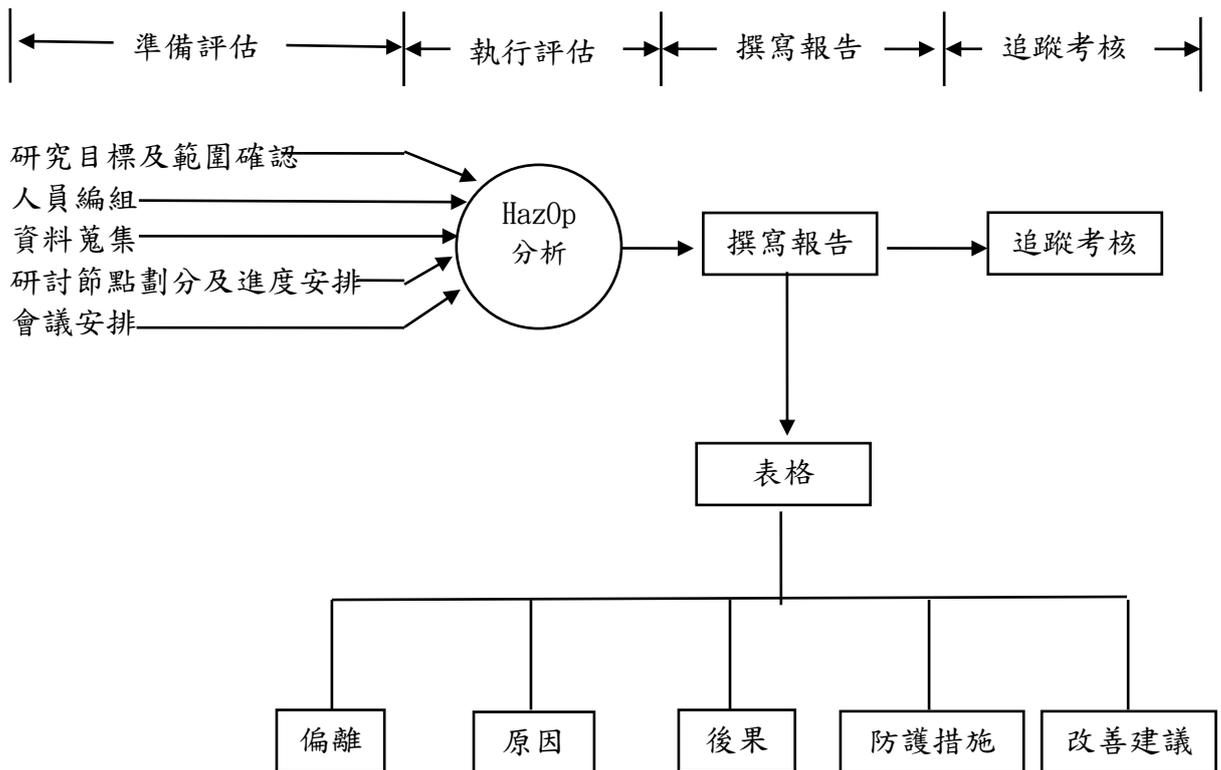


圖 3.2.3 危害及可操作性研究 (HazOp) 系統流程

(3) 檢討項目：HazOp 作業所檢討的項目包括：

- a. 工廠操作性之危害（開車、停車及維修）。
- b. 儀電與設備可能之故障危害。
- c. 人為疏忽之可能危害。
- d. 工廠配置上之安全考量。
- e. 流程設計上之安全考量。
- f. 設備設計上之安全考量。
- g. 污染防範措施是否周全。
- h. 土木結構之安全措施是否周全。
- i. 系統控制之安全考量。
- j. 消防與防災設施規劃上之檢討。
- k. 預警設施規劃是否周全。

- l. 緊急應變措施之合理性。
- m. 是否合乎勞工安全衛生法規規定。

(4) 作業程序說明

a. 工作範圍界定：

依系統/單元重大潛在危害分析結果屬重大潛在危害者，必須進行危害及可操作性分析之工作範圍。

b. 工作人員選定：

工作成員約 5~7 人，其成員包括設計及方法工程師、現場操作工程師、維修工程師、儀表工程師、機械工程師、工安人員、工作小組長及技術秘書，情況許可應邀請製程設計單位派員參與。

c. 資料蒐集：

危害及可操作性分析進行時則需準備下列資料文件：

- Ⓐ 更新的製程流程圖、管線儀表圖 (P&IDs)。
- Ⓑ 質能平衡圖。
- Ⓒ 製程設計規範。
- Ⓓ 操作手冊/程序。
- Ⓔ 製程之物質安全資料表。
- Ⓕ 機械設備規格明細。
- Ⓖ 維修紀錄。
- Ⓗ 工廠配置圖。
- Ⓘ 緊急應變程序。
- ⓵ 意外事故報告書。
- ⓶ 預防損失的標準。

d. 製程研討：

工作小組俟資料收集齊全之後，即可進行製程之研討，此時最好由製程工程師先向小組說明製程之特性，使小組成員對製程充分瞭解。

e. 製程劃分：

列出欲分析系統之單元，予以管線編號，編號原則上必需考慮設備之完整性，通常一個設備本體為一個管線編號，而一個設備到另一設備之間管線再予以另一個編號，依此原則對製程劃分，訂出欲分析系統/單元管線編號。

f. HazOp 執行步驟：

- ① 選擇一節點。
- ② 解釋此一節點的設計目的。
- ③ 選擇一製程參數。
- ④ 選擇一引導字用在製程參數上以發展出有意義的製程偏離，常用之製程偏離參數如表 3.2.3-1 所示。
- ⑤ 列出偏離可能的原因。
- ⑥ 檢驗與偏離相關的後果。
- ⑦ 辨識既存的防護措施。
- ⑧ 決定後果嚴重性等級。
- ⑨ 決定後果可能性等級。
- ⑩ 依風險評估矩陣對應出風險等級。
- ⑪ 評估風險的可接受性。
- ⑫ 依風險等級提出改善建議。
- ⑬ 重複所有引導字(步驟④)。

㉒ 重複所有製程參數(步驟㉑)。

㉓ 重複所有節點(步驟㉒)。

(5) 分析記錄格式及改善建議

其分析紀錄應包括製程參數、偏離引導字、可能原因、可能的結果、可能性、影響程度及對此項分析作出改善建議等項目，危害及可操作性分析記錄格式及改善建議之彙整，如表 3.2.3-2 所示。並於 3.3 製程危害控制與檢核中，提出改善方案與改善期限。

表 3.2.3-1 常用之製程偏離參數表

引導字 偏離 製程參數	較多 MORE	較少 LESS	無 NO	相反 REVERSE	只有部分 PART OF	不僅...又 AS WELL AS	除...之外 OTHER THAN
流量	高流量	低流量	無流量	逆流			
壓力	高壓	低壓	真空				
溫度	高溫	低溫					
液位	高液位	低液位	無液位				
成分					錯誤組成	雜質	錯誤物質
反應	高反應	低反應	無反應			副反應	錯誤反應
時間	時間太長	時間太短	動作未執行				
程序	動作太晚	動作太早	程序內容有 缺失	未依照順序 執行步驟	部分動作 未執行	執行額外 的動作	執行錯誤的 動作

表 3.2.3-2 危害及可操作性分析記錄格式及改善建議之彙整表（參考例）

○○廠製程危害分析與可操作性分析工作表

製程/操作程序名稱：○○區

製程/節點描述：C-001 到 V-001 間 P-0001 之管線

管線設備編號：P-0001-10”

設計目的：○○

圖號：000-A-00B

項目	引導字	製程偏離	可能原因	可能危害/後果	防護措施/補充說明	嚴重性	可能性	風險等級	改善建議
1	較多	高流量							
2	較少	低流量							
3	較多	高壓力							

## 2. 故障樹分析(Fault Tree Analysis)

故障樹是一種利用圖形和邏輯之方法以顯示危害發生之原因及途徑之危害分析技術，由於故障樹分析可以用來探究意外事故發生之原因及可能性，且由於電腦運用於故障樹分析，使得故障樹能從事處理複雜之定量分析，因此故障樹分析常被用來作為防止事故發生或事故發生後之調查分析工具，有關故障樹分析說明如下：

### (1) 故障樹分析應注意之重點事項：

- a. 依重大潛在危害演繹所有發生原因之系統邏輯圖示。
- b. 導出最小分割集合(MCS)。
- c. 建立失誤率及實施量化分析。
- d. 依 MCS 進行相對重要性排序及風險控制措施。

### (2) 故障樹分析步驟

通常故障樹分析步驟可分為下列數項：

- a. 定義製程之分析範圍。
- b. 決定頂端事件。
- c. 找出可能造成頂端事件發生之事件及因素。
- d. 以故障樹圖形表示以上邏輯關係。
- e. 進行定性分析，找出最小切割組合。
- f. 進行定量分析，計算各最小切割組合之失效機率及頂端事件發生機率。
- g. 結果分析。
- h. 提出改善建議。

### (3) 改善建議

事業單位進行定量分析須對各設備之維修紀錄進行統

計分析，以求得各設備元件之失誤率，若無法取得實際各設備元件之失誤率，則可引用國內外相關各設備元件之失誤率資料，但必須詳加註明資料來源，進行故障樹分析所得之結果，可存廠備查。故障樹分析改善建議之彙整可參考表 3.2.3-3，且於 3.3 製程危害控制與檢核中，提出改善方案與改善期限。

表 3.2.3-3 故障樹分析改善建議之彙整表

項次	頂端事件	可能結果	改善建議
1			
2			
3			

### 3. 失誤模式與影響分析(Failure Modes and Effects Analysis)

失誤模式與影響分析係對操作程序較複雜之系統設備，以表格化之方法找出各種元件/設備，所有型態之失誤對系統及周邊環境所造成之影響之危害分析方法。有關失誤模式與影響分析方法說明如下：

#### (1) 失誤模式與影響分析應注意之重點事項

分析項目包括設備元件、失誤模式、影響、防護措施、改善對策等事項。

#### (2) 分析步驟

失誤模式與影響分析所使用之引導原則為將化工製程中之設備元件事先列出，如：手動閥、安全閥、控制閥、泵、壓縮機、熱交換器．．．等，再將各設備元件

之失誤模式一一列出。如控制閥之失誤模式包括：故障全開 (fails open)、故障關閉 (fails close)、外部洩漏 (leaks externally)、內部洩漏 (leaks internally) 等。評估時對照 P&ID 圖逐一分析各元件，並逐一以失誤模式來檢討在這種失誤模式下之可能後果或危害，同時亦辨識其安全防護是否足夠。

進行失誤模式與影響分析必須對分析之系統/單元所有之設備/元件及其儀控系統、電氣設備進行分析。討論各設備/元件所有可能之失誤模式及可能影響，並考慮現有安全設施防護是否足夠，是否須提改善建議。

### (3) 改善建議

失誤模式與影響分析其表格請參考表 3.2.3-4，並將失誤模式與影響分析之改善建議彙整，失誤模式與影響分析之改善建議彙整表請參考表 3.2.3-5，且於 3.3 製程危害控制與檢核中，提出改善方案與改善期限。

表 3.2.3-4 失誤模式與影響分析表

項目	設備/元件	失誤模式	可能後果	安全防護	改善建議

表 3.2.3-5 失誤模式與影響分析之改善建議彙整表

項次	可能原因	可能後果	改善建議

#### 4. 檢核表(Checklist)

有關檢核表分析方法說明如下：

##### (1) 檢核表分析應注意之重點事項

由有經驗之專業人員製成列表式之檢查要項，再由查核人員針對被檢討的區域，回答檢核表上的問題，並根據分析結果提出改善建議。此分析方法是最易執行的方法，可廣泛的應用於各類型化學工廠，且是工廠或製程在設計、建廠、試車與正常運轉時常用的分析技術。但因此法局限於已設計好的檢核項目，易遺漏其他潛在危害。

##### (2) 分析步驟

1. 檢核人員應就檢核小組報告中所提之改善建議，召集相關人員舉行追蹤會議，並於會中指定負責單位及人員，預定完成日期，稽核缺失由檢核人員彙整改善完成簽核。
2. 由檢核小組長彙整檢核小組所有成員之發現與意見，於檢核結束前向負責人提出口頭重點簡報。並由小組長負責於檢核結束後一個月內將檢核之過程、發現、改善建議製作成完整之書面報告，並陳核負責人。

### (3) 改善建議

檢核表分析其表格請參考表 3.2.3-6，並將檢核表分析之改善建議彙整，請參考表 3.2.3-7 危險性工作場所製程安全檢核追蹤彙整表。

表 3.2.3-6 危險性工作場所檢核表

#### 1. 工作場所現況調查

	是	否	不適用
1.1 周界地區涵蓋三公里範圍內之住宅區、公共設施、工業設施、交通設施、地理環境、人文設施等及其可能存在之最大人數預估是否有更新並符合目前之實際狀況？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.2 現場所有的危險性機械或設備，尤其是新設者是否皆依目前之實際狀況標示於平面配置圖上？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.3 所有的危險性機械或設備，尤其是新設者是否皆依勞工安全衛生法第八條規定取得合格證，且未逾期使用？操作人員是否為勞工安全衛生法第十五條規定之合格人員？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.4 選擇一或數種機械、器具，尤其是曾經修改變更者，查看其是否依勞工安全衛生法第六條所定防護標準之機械、器具辦理？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.5 現場所有的危險物、有害物之名稱、數量、位置是否皆依目前之實際狀況標示於平面配置圖上？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.6 觀察現場所有的危害物質儲槽容器、主要處理設備是否皆依危險物與有害物標示及通識規則清楚標示？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.7 與可能接觸危害物質之員工訪談，以確認其是否曾接受危害通識訓練，並對危害物質特性及處理方式認知正確？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.8 所有的手提式滅火器、自動滅火系統、火災警報系統、消防栓系統之名稱、數量、位置是否皆依目前之實際狀況標示於平面配置圖上？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.9 觀察並檢驗手提式滅火器是否在有效期間，偵測器位置是否適當？是否有適當測試保養並留有紀錄？消防水量是否保持足夠？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 2.製程安全評估

	是	否	不適用
2.1 檢視製程安全評估報告，並由現場觀察及與相關人員訪談，以確認所有改善建議皆有指定人員進行追蹤、相關部門負責執行，並依預定進度完成？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2 製程修改時或每五年實施重新評估所為之危害與可操作性分析(HazOp)報告是否皆依必要之製程偏離引導字辨識出所有可能原因、防護措施，及防護措施失效時的可能後果或危害？並依現場之修改狀況及P&ID之更新情形核對分析節點，以評估其是否完整？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.3 與評估小組成員訪談，確認評估小組成員是否包括對此製程或修改部分熟悉之人員？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.4 於製程修改時或至少每五年重新評估一次並記錄之。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 3.正常操作程序

	是	否	不適用
3.1 檢視製程操作手冊，是否包括各操作階段之操作步驟，涵蓋日常作業、臨時性處理程序、正常停車、歲修後之開車等，並與現場操作人員進行訪談，以確認其熟知該內容？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.2 正常操作程序中是否有說明各操作限制，修正及避免製程偏離之步驟？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.3 由現場觀察、人員訪談以確認正常操作程序有因製程化學品、製程技術、製程設備之修改而依實際狀況作必要之更新？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.4 由現場觀察、人員訪談及最近一次紀錄，確認下列安全工作許可之執行是否有納入操作程序： 動火作業？ 密閉空間或入槽作業？ 製程設備或管線拆卸？ 上鎖／掛牌程序？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 4.異常處理程序

	是	否	不適用
4.1 檢視操作規範，是否包括異常處理之程序，並與現場操作人員進行訪談，以確認其熟知該內容？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.2 異常處理步驟是否包括下列安全衛生考慮： 預防外洩之工程控制？ 預防外洩之管理措施？ 個人防護器具？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.3 由現場觀察、人員訪談以確認緊急操作程序有因製程化學品、製程技術、製程設備之修改而依實際狀況作必要之更新？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### 5.製程修改安全措施

	是	否	不適用
5.1 調閱一或數件製程修改案件，確認是否依循製程修改程序說明進行提案、審核及作業管理，與必要之安全衛生影響評估，並由指定人員負責確認在製程修改操作前已依程序規定完成各項工作？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.2 前項之安全衛生影響評估之建議事項是否有指定預計完成之日期及執行單位／人員，並加以追蹤管理？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.3 訪談第5.1項中製程修改案件相關人員，以確認在製程修改操作前是否有被告知或接受訓練，而其內容包括下列各項： 製程修改之原因、目的、內容及期限？ 製程修改後可能產生之潛在危害、預防措施及緊急處理方法？ 正常及異常處理程序或維修保養程序？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.4 訪談第5.1項中製程修改案件相關人員，以確認在製程修改操作前是否有將更新後之標準操作程序、製程基本資料(包括：製程流程、P&ID、控制系統圖、警報與連鎖系統圖、電力系統圖、設備之規格與維修方式等)分發給相關單位及人員？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### 6.勞工教育訓練計畫

	是	否	不適用
6.1 檢視年度勞工訓練計畫實施表，是否有針對危險性工作場所中有關之主管人員、作業人員、業務支援人員、承攬人之勞工，規劃勞工安全衛生教育訓練規則中須辦理之教育訓練課程？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6.2 檢視年度勞工訓練計畫實施表，是否有針對危險性工作場所中有關之主管人員、作業人員、業務支援人員、承攬人之勞工，規劃依製程安全評估或檢點表評估結論之特殊危害之下列相關訓練事項： 操作規範？ 維修保養？ 自動檢查？ 緊急應變？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.3 參考訓練課程表內容、日期、受訓人員名冊及簽到表，訪談前述6.1與6.2項之員工，以確認其是否完成相關訓練並熟知其內容？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### 7.自動檢查制度

	是	否	不適用
7.1 參考年度自動檢查計畫，選擇一或數項自動檢查項目，與被指定之自動檢查人員進行訪談，以瞭解該人員是否曾參與自動檢查計畫之規劃或熟悉其目的，並實際對該項目執行自動檢查？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.2 前述項目之執行是否使用具自動檢查基準之檢查表？及適當之檢查儀器設備與個人防護具？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.3 從各層級人員(如：領班、操作員等)中選擇一或數人進行訪談，以確認其實際執行之自動檢查工作是否與自動檢查計畫中所列之職責相符？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.4 自動檢查記錄是否涵蓋以下等項目：檢查年月日、檢查方法、檢查部份、檢查結果、實施檢查者之姓名、依檢查結果採取改善措施之內容？定期檢查、重點檢查之紀錄是否依法至少保存三年？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.5 從自動檢查紀錄中選擇一或數項應改善事項，與負責改善單位或其他相關人員進行訪談，或進行必要之現場觀察，以確認是否實施追蹤改善措施？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### 8.承攬管理制度

	是	否	不適用

8.1 調閱承攬合約資料，抽查其中案件是否有依以下方式對承攬人或其員工進行工作環境、危害因素暨勞工安全衛生法及有關規定採取必要之告知： 施工安全會議？ 簽署文件？ 書面通知？ 承攬人員工訓練時？ 發出安全工作許可證時？	□	□	□
8.2 調閱共同作業承攬案件之相關文件，或與轄區相關人員進行訪談，以確認是否有採取下列措施： 設置協議組織，並指定工作場所負責人擔任指揮及協調工作？ 工作之聯繫與調整？ 工作場所之巡視？ 相關承攬事業間之安全衛生教育之指導及協助？ 為防止職業災害之必要事項？	□	□	□
8.3 是否對承攬人員工之作業進行必要之監督？ 其方式為：_____	□	□	□
8.4 各轄區是否有對承攬人之安全紀錄進行評估並作成文件紀錄，以供以後發包單位選擇承攬人之參考？	□	□	□

## 9. 緊急應變計畫

	是	否	不適用
9.1 參考緊急應變計畫書、組織架構，訪談一或數位參與應變組織之人員以確認其是否瞭解在緊急狀況下之職務、權責？	□	□	□
9.2 警報廣播系統是否符合下列要求： 每一種警報的設置目的可清楚明顯的辨識區分？ 於受影響之工作場所的噪音與燈光強度下，所有相關員工皆能查覺？ 良好的維護於可操作狀況下？ 定期測試並有記錄，於測試後可在最短時間內恢復正常可操作狀況？ 有指派人員負責維護與測試？	□	□	□

9.3 疏散路線是否符合下列要求： 經由現場觀察、疏散至安全位置的路線是否容易辨識(如：清楚的路標)？ 經由現場觀察，疏散路線是否被堵死、鎖死或障礙物擋道？ 於漆黑的環境下，疏散路線是否有適當的照明以利辨識？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.4 至現場察看，是否有適當的消防設備、搶救設備、個人防護具、急救設備、通訊器材及偵測器材等應變設備？並透過人員訪談，確認員工熟悉其位置，並能正確使用？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.5 廠外支援單位與緊急聯絡電話等資訊是否齊備及更新？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.6 透過人員訪談，以確認其是否有參與並熟悉針對一般危害，例如火災，所舉行之緊急應變演練與員工訓練？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.7 透過人員訪談，以確認其是否有參與並熟悉針對製程安全評估結論或危險性工作場所可能發生之最嚴重危害狀況，所定期舉行之緊急應變演練與員工訓練？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.8 是否有因緊急應變演練之結果、環境變更、法令變更、組織變更、製程修改等原因修正緊急應變計畫，並記錄存檔？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

表 3.2.3-7 危險性工作場所製程安全檢核追蹤彙整表

改善建議事項	負責部門/人員	預定完成日期	進度說明*	是否完成*

檢核人員簽名：

工安主管簽名：

廠長簽名：

檢核日期：      年      月      日

## 5. 如果-結果分析(What If)

分析每一階段的裝置或製程，藉由"如果裝置失效或操作失誤會造成什麼影響?"的問題來辨識出潛在危害，是一種非結構性的腦力激盪方法，可應用於大部分的設計或操作，並可由不具太多分析經驗的人員來執行。此法因採開放式的問答，故可激發出許多被忽略的潛在危害，但不易引導與規範此分析之進行。有關如果-結果分析方法說明如下：

### (1) 如果-結果分析應注意之重點事項

如果-結果(What If)本是一個具有想像力、創造力的分析技術，利用小組成員的腦力激盪來檢討製程或其操作之安全性。危害分析人員在小組研討會議上檢討製程或其活動，以鑑認出潛在的安全問題。每一成員均被激勵提出What If問題，或與其有關的特定事務。事實上，What If分析技術能用來檢討設備設計及操作上的任何問題(如：建築物、電力系統、原料、產品、儲存、物料處理、廠內環境、操作步驟、工作實務、管理實務及工廠保全等)。若分析人員皆有豐富的經驗，What If分析由一至二個人即可完成，但較複雜的系統則需由更多的人或更多次的小組研討會議才能完成。

### (2) 分析步驟

1. 利用What If分析來檢討製程，通常是由進料開始，並沿著製程流程直至製程結束為止或到所定義的分析邊界為止。What-if分析亦可應用於特定後果的分析(如人員安全、公眾安全或環境安全)。而其結果通常是描述出問題可能產生的潛在意外，且辨識其特定原因。
2. What If所分析的問題及其答案(含危害、後果、防護措施及改善建議)通常會記錄在一張工作表上。

3. 在界定研究範圍之後，What If 之分析步驟為 (1) 評估前準備，(2) 執行評估，(3) 撰寫報告。
4. 最後是準備一些 What If 問題，以便在評估會議上進行檢討之用，藉此可打開熱烈討論的氣氛，並發掘出一些潛在的問題。如果是針對上次的評估作更新，或是工廠的改善計畫進行分析，則上次報告中所列的問題可應用於此。若是新工廠或是首次應用 What If 分析技術者，縱使在會議進行中會有其他問題被提出來，則在小組研討會議進行前，小組成員亦應先研擬出一些初步的問題。
5. 執行評估：評估會議應由對工廠及製程有全面性瞭解及在小組之調查分析範圍內有相當經驗的人員對欲分析之製程作一基本的解釋開始，不僅對製程作一簡明的描述，亦應描述出工廠已採取的安全預防、安全設備及健康控制程序等等。

### (3) 改善建議

表 3.2.3-8 是 What If 分析工作表，可使記錄工作易於進行。除了完成此工作表外，亦應列出改善建議之清單。

表 3.2.3-8 What If 分析工作表

區域：

會議日期：

圖號：

分析人員：

如果…結果…？	後果/危害	防護措施	建議

### 3.3 製程危害控制與檢核

事業單位對於製程安全評估後所提出之處理對策需彙整成表或冊，經主管單位核可予以執行時，應將改善建議、改善方法、預定完成日期、執行單位及負責人等資料做成紀錄表，並由安全評估小組領導人、或由廠長或其指派人員負責考核。事業單位應將初步危害分析及進一步的製程安全評估紀錄之危害控制事項納入勞工訓練計畫、自動檢查計畫及緊急應變計畫中。

1. 製程危害控制應包括下列事項：

- ① 依製程安全評估結果，具體說明製程危害控制對策(列表說明主要作業項目、可能之災害原因及後果、安全衛生防護設施、風險分級、危害控制或改善對策、完成期限及權責單位)。
- ② 蒐集相同製程設備之災害案例、發生原因及採取之預防對策。
- ③ 說明如何使現場單位確實依本計畫執行危害控制或改善措施之監督管理機制。

2. 有關製程安全評估後所提出之製程危害控制處理對策，請參考

表 3.3

### 3.4 參與製程安全評估人員之簽認

參與製程安全評估人員應於報告書中具名簽認(註明單位、職稱、姓名，其為執業技師者應加蓋技師執業圖記)，並依危險性工作場所審查暨檢查辦法第 6 條規定檢附相關證明、資格文件影本。

本項資料應另檢附製程評估小組每次實施評估過程及結果之相關紀錄文件影本。

表 3.3 製程危害控制彙整表

節點編號 或名稱	引導 字	參數	偏離	可能危害原因	影響後果	風險 等級	現有防護措施	改善建議	方案預定 完成日期	方案狀況	執行單位	結案日期	備註
N002-67- N053	高	濃度	高濃 度										
N004-67- N117	異常	作動	異常 作動										
N009-67- N279	高	流量	高流 量										

## 附錄 申請設備之處理能力計算等相關資料

根據「勞動檢查法」第26條與「危險性工作場所審查暨檢查辦法」第2條所定義之「丙類危險性工作場所」，係指

- (一) 一千立方公尺以上之氧氣、有毒性及可燃性高壓氣體。
- (二) 五千立方公尺以上之前款以外之高壓氣體。

根據「高壓氣體勞工安全規則」第19條本規則所稱處理能力，係指處理設備或減壓設備以壓縮、液化或其他方法一日可處理之氣體容積(換算於溫度在攝氏零度、壓力為每平方公分零公斤狀態時之容積。)值。

有關高壓氣體處理設備之處理能力計算相關規定及計算如下：

### 一、法規相關規定：

#### (一) 所稱高壓氣體如下：

1. 在常用溫度下，表壓力(以下簡稱壓力。)達每平方公分十公斤以上之壓縮氣體或溫度在攝氏三十五度時之壓力可達每平方公分十公斤以上之壓縮氣體，但不含壓縮乙炔氣。
2. 在常用溫度下，壓力達每平方公分二公斤以上之壓縮乙炔氣或溫度在攝氏十五度時之壓力可達每平方公分二公斤以上之壓縮乙炔氣。
3. 在常用溫度下，壓力達每平方公分二公斤以上之液化氣體或壓力達每平方公分二公斤時之溫度在攝氏三十五度以下之液化氣體。
4. 前款規定者外，溫度在攝氏三十五度時，壓力超過每平方公分零公斤以上之液化氣體中之液化氰化氫、液化溴甲烷、液化環氧乙烷或其他中央主管機關指定之液化氣體。

(二) 所稱處理設備，係指以壓縮、液化及其他方法處理氣體之高壓氣體製造設備。

(三) 所稱處理能力，係指處理設備或減壓設備以壓縮、液化或

其他方法一日可處理之氣體容積(換算於溫度在攝氏零度、壓力為每平方公分零公斤狀態時之容積。)值。

註：減壓設備係指將高壓氣體變換為非高壓氣體，該設備之處理能力不納入危險性工作場所處理能力之計算。

## 二、處理能力之計算：

(一) 泵：泵出口側之高壓氣體處理能力計算公式：

$$\text{一日處理能力(m}^3\text{/day)} = L \times \rho \times (22.4(\text{m}^3\text{/kg-mole})/M) \times 24\text{hr/day}$$

式中：L：液泵吐出口側之高壓氣體量( $\ell$ /hr)

$\rho$ ：液態氣體 0°C 時之液體比重(kg/ $\ell$ )

M：氣體之莫耳分子量(kg/kg-mole)

(二) 壓縮機：壓縮機吐出口側之高壓氣體處理能力計算公式：

$$\text{一日之處理能力(m}^3\text{/day)} = \pi/4 \times d^2 \times S \times n \times N \times 60(\text{min/hr}) \times 24(\text{hr/day}) \times P$$

式中：d：氣缸直徑(cm)

S：活塞衝程(cm)

n：每分鐘回轉數(rpm)

N：氣缸數

P：使用狀態下壓力(絕對壓力 kgf/cm<sup>2</sup>)

(三) 氣化器：可氣化高壓氣體之能力計算公式：

$$\text{一日之處理能力(m}^3\text{/day)} = C \times 24(\text{hr/day}) \times 22.4(\text{m}^3\text{/kg-mole})/M$$

式中：C：保證公稱能力加以計算(kg/hr)

M：氣體之分子量(kg/kg-mole)

(四) 冷凝器：可液化之高壓氣體能力。但附屬於塔類為緩衝槽之冷凝器，此時有關處理能力為最大通過之液化氣體量(液

態處理能力  $\text{m}^3/\text{day}$ )

(五) 反應器：

1. 高壓氣體之莫耳數不變時，其處理能力取決於製造時之壓力、溫度與反應器前後之處理能力。
2. 高壓氣體之莫耳數有改變時，其處理能力以反應器出口側之處理設備之處理能力為反應器之處理能力。
3. 高壓氣體於輸入反應器後，因反應作用致有高壓氣體被「消費」時，除部分高壓氣體瞬間成為非高壓氣體者外，以高壓氣體之入口側處理設備能力為反應器之處理能力。

(六) 精餾、分餾塔：依(三)、氣化器及(四)、冷凝器之例計算。若單體之塔內同時有蒸發、冷凝反覆處理者，任何一次之蒸發、冷凝之操作均要計算一次之處理量以累計處理能力。

(七) 其他：

1. 以減壓閥為處理設備，當以減壓行為從事該高壓氣體之製造時，減壓閥之處理能力以  $0 \text{ m}^3/\text{day}$  計算。但以減壓閥以外之設備為減壓行為之高壓氣體之製造，則應累計其處理能力。
2. 熱交換器中，相未變化，且入口側與出口側之壓力差很少者，此熱交換器不計其處理能力。
3. 包括控制閥之閥類均不計算其處理能力。
4. 處理設備中，同一處所設置複數之設備做為備用設備時，備用設備之處理能力於計算處理能力時可不予累加計算，但備用設備於平常運轉亦須同時使用時，則應併入計算。
5. 附屬冷凍設備之壓縮機、蒸發器、冷凝器等之處理能力依前述計算方法分別累加計算。
6. 高壓氣體與高壓氣體以外物質之混合物，只以其中之高壓氣體為處理能力之計算對象。