

# 特種機械設備安全

SAFETY OF SPECIAL MACHINE AND EQUIPMENT

1991-5 創刊 2020-06 出刊

雙月刊 第66期

發行所 台灣省鍋爐協會  
發行人 邱華瑞  
總編輯 賴桂堂  
發行地址 台中市 40857 南屯區南屯路二段 290 號 12 樓之 1  
電話 (04) 2475-1232  
傳真 (04) 2475-1208  
E-mail tw.boiler@msa.hinet.net  
網址 www.tbva.org.tw  
台中職訓中心 台中市 40452 北區崇德路一段 629 號 4F-3  
電話 (04) 2236-2977  
傳真 (04) 2236-2997  
E-mail boiler.tw@msa.hinet.net  
彰化職訓中心 彰化市 50056 中央路 184 號 3 樓之 3  
南投職訓中心 南投縣 54048 南投市文昌街 45 號 4 樓之 2  
印刷廠 洪記印刷有限公司  
電話 (04) 2314-0788  
E-mail hg2527@ms32.hinet.net

行政院新聞局局版字第 11469 號  
中華郵政台中雜字第 2056 號登記證  
台中郵局許可證台中字第 1321 號登記為  
雜誌交寄 發行數：3000 本

## 廣告索引

潔康企業有限公司  
大震企業股份有限公司  
三浦鍋爐股份有限公司  
台灣紳藝實業有限公司  
岱洋股份有限公司  
大井泵浦工業股份有限公司  
辰鼎企業有限公司  
金瑛發機械工業股份有限公司  
天鴻興業股份有限公司  
興志五金企業有限公司  
東立鐵工廠有限公司  
申昌機械股份有限公司  
志豪工業有限公司  
威鼎企業有限公司  
吾豐機電廠股份有限公司  
原鈺峰工業有限公司  
奧林集團有限公司  
鴻羽有限公司  
增大股份有限公司  
宏榮鋼瓶股份有限公司  
正熊機械股份有限公司  
霖興機械工業股份有限公司  
國方化工科技股份有限公司  
能光興業股份有限公司

# 目錄

## CONTENTS

### 會務訊息

- ★安全閥測試暨耐壓氣密試驗訓練班 ..... 2
- ★109 年度第一梯次即測即評及  
發證技術士技能檢定榮譽榜 ..... 30

### 技術報導

- ★化學設施非經常性作業之安全衛生對策 ..... 3
- ★蒸汽製程系統智慧節能介紹與導入規劃 ..... 10
- ★淺談口罩一二事 ..... 18
- ★排水回收之節能 ..... 24

### 訓練訊息

- ★本會舉辦各項訓練日程表  
台中職業訓練中心 ..... 31  
彰化職業訓練中心 ..... 32  
南投職業訓練中心 ..... 32

本刊內容已刊載於本會網頁，請進  
台灣鍋爐協會網站 (www.tbva.org.tw) :  
點進“刊物報導”進入覽閱

## 安全閥測試暨耐壓氣密試驗訓練班

本會為服務各界廠商，舉辦安全閥檢測暨設備壓力試驗訓練，本次課程除安全閥介紹外，亦針對新版安全閥相關法規及吹洩量計算（CNS2139-108年版，CNS9969 第七部 -107 年版）講解，並結合勞動部勞動力發展署產業人才投資方案，凡年滿 15 歲以上、具就業保險、勞工保險或農民保險身分之在職勞工，補助其修習課程之 80% ~ 100% 訓練費用，

3 年累積最高補助 7 萬元，歡迎有興趣的勞工踴躍報名參加。

訓練費政府補助  
80% ~ 100%

名額有限，錯過可惜。（課程代號：第 02 期 129225）

- ◎ 報名日期：109.05.18 起（額滿截止）
- ◎ 上課日期：109.06.18 ~ 109.06.23 計 4 天（日間班，六、日不上課）
- ◎ 每人費用：5,000 元 學員自費 -1,000 元 政府補助 -4,000 元  
（45 歲以上，訓練費全部政府補助）
- ◎ 相關問題請洽台灣省鍋爐協會附設台中職訓中心
- ◎ 電話：（04）2236-2977
- ◎ 上課地點：台中市北區崇德路一段 629 號 4 樓之 3  
洛克斐勒大樓 B 棟 4 樓（家樂福樓上）

◎ 報名流程：

進 入 台 灣 就 業 通	加 入 會 員	填 寫 基 本 資 料	填 寫 課 程 代 碼	上 線 報 名 完 成	資 格 審 核
---------------------------------	------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	------------------



1. e-mail、電話通知繳費及資料
2. 完成手續即報名成功

勞動部勞動力發展署－產業人才投資方案線上報名（可至本會網站，政府補助課程連結報名）

**\*\* 本次課程協助報名參加管理類測驗取得結業證 \*\***

# 化學設施非經常性作業之安全衛生對策

周登春

## 一、前言

近年來，國內、外化工廠相繼發生了嚴重的爆炸和火災，造成作業勞工、甚至消防人員的重大死傷。災害發生後，無論業者或相關主管機關均會進行災害調查，尋求預防災害再發生的對策。但從災難的發生狀況來看，所有這些災難幾乎都是在非正常運轉的期間發生的，並且在發生異常反應時無法進行適當的反應控制。

因此，如何避免化工製程非經常性的作業危害是值得探討的課題，日本厚生勞動省特於平成 8 年（1996 年）針對此議題制定有完善的指引供業者遵循，並於平成 20 年（2008 年）配合產業發展做適度的修正，該指引亦可供國內業界參採，提升安全衛生管理水準。

## 二、化學設施非經常性作業安全衛生對策指引

### (一)目的

本指引結合職業安全衛生相關法規，除指定的特定化學設備外，適用於製造或處理化學物質的一般化學設備之非經常性作業（很少重複且非每天進行的工作），依據安全衛生對策採取必要的措施，以防止化學設備在非經常性作業期間發生職業災害。

### (二)非經常性作業之對象

非經常性作業，係指下列作業：

1. 保安作業：不定期或長時間定期性進行的修改、維修、清潔、檢查等作業。
2. 故障排除作業：處理諸如異常、不順、故障等操作問題的作業。
3. 轉換作業：原、材料和產品等之更改作業或啟動、關閉等之變換作業。
4. 試行作業：試運轉、試生產等結果難以預測的作業。

### (三)經營者的責任

對化學設備進行非經常性作業之業主、事業單位及各級承攬人，除應遵守職業安全衛生法令相關規定外，並應依據本指引採取適當的措施，積極防止化學設備非經常性工作期間發生職業事故。

### (四)危險性或有源性之調查

對於化學設施之非經常性作業，應參照相關規定實施危險性或有源性之調查。在

進行危險性或有害性調查時，請考慮以下所述之危險性或危害性，並採取應對措施。

具設備管理權限者於交付承攬時，承攬合約應要求實施危險性或有害性調查，同時對承包商（包括主承包商及相關承包商）應提供實施危險性或有害性調查所需之情報、指導及協助。

#### 1. 爆炸、火災和破裂

- (1) 引火性液體或可燃性氣體之去除、防止洩漏、隔離和通風措施。
- (2) 引火性液體或可易燃氣體洩漏的檢測及對策。
- (3) 電動機具、工具的防爆構造、防止因焊接、熔合等引起火花散佈的措施，以及消除靜電的措施。
- (4) 對於因不同物質接觸而有引起火災之虞者，應有防止物質接觸的措施。
- (5) 防止設備內部壓力或溫度異常升高的措施

#### 2. 與高溫物體接觸

- (1) 高溫物體之去除、防止洩漏和阻隔措施
- (2) 打開人孔、閥門、法蘭時，防止內容物洩漏之措施。
- (3) 防止接觸高溫部的措施。
- (4) 防止由於液體物質的凝固而堵塞管子、噴嘴等內部的措施。
- (5) 正確使用防護裝備。

#### 3. 與有害物質接觸

- (1) 有害物質之清除、防止洩漏、隔離和通風措施。
- (2) 氧氣、硫化氫及其他有害氣體的濃度測定。
- (3) 防止因熔合、拋光等產生有害物質暴露的措施。
- (4) 發生有害物質洩漏等異常情況時應採取的措施。
- (5) 防止因供氣面罩的供氣操作不正確而導致氧氣不足或氣體中毒的措施。
- (6) 正確使用防護裝備。

#### 4. 被夾、被捲

- (1) 轉動機器的電源採取上鎖等防止誤操作之措施。
- (2) 防止手指接觸轉動部分的措施。
- (3) 轉動機器設置緊急停止開關。
- (4) 使用固定夾具、吊具等，以確保組裝和拆卸作業的安全。

#### 5. 墜落，墜落

- (1) 設置上下設備、工作臺、扶手等設施。
- (2) 避免不穩定工作姿勢的措施。
- (3) 確保移動式工作台、施工架等穩定性的措施。
- (4) 禁止人員進入危險區域的措施。

- (5)設置安全母索或防墜網等設施。
- (6)確實使用安全帶，並正確使用。

#### (五)建立安全衛生管理體系

##### 1. 非經常性作業勞動者的管理機制

在進行非經常性作業時，除了遵守相關的職業安全衛生法令規定外，還要根據非經常性作業的類型和風險，預先確定作業之總管理者、部門主管、工作場所負責人及監造人員等。除明確職責範圍和職責分工外，如果存在有多個部門共同作業，還應建立召開聯繫會議等可以確保聯繫的協調機制。

此外，根據作業類型的不同，原事業單位應根據承攬安全衛生管理相關規定，實施必要的管理事項。

- (1)總管理者：除了監督總體工作外，並舉行聯繫會議，以確定工作方法和流程。
- (2)部門主管：作為部門的負責人，並監督部門的業務。
- (3)工作場所負責人：根據部門主管的指示，指導工作並於每日、作業開始之前和結束時報告工作執行計劃和執行結果。
- (4)監造人員：參加動火作業、入槽作業、高處作業等高危險性作業之開始前及結束後的會議，提出並確認必要的指示。
- (5)聯繫會議：總管理者、部門主管及工作場所負責人等人員參加，制定及檢討工作計劃、溝通和協調工作進度等。原事業單位應設置協議組織，俾與相關承攬人協議相關事項。

##### 2. 交付承攬時應注意事項

將作業交付承攬時，應選擇能確保防止職業災害發生的承攬人，例如能夠採取措施防止勞工危險和健康危害的經營者，以及可以確保必要的安全與衛生管理機制的經營者。

此外，對於工作期間的日期等規定，要留意不要強加可能危害安全衛生工作執行的不合理條件。

如果承包商在化學設備改建等過程中會從事拆卸或進入設備內部時，應在開始工作之前，對於該設備所製造、處置的材料之危險性和危害性、應注意的安全衛生事項、確保該作業安全衛生的相關措施，以及發生事故時的應變事項等做成書面文件，明確告知並交付承攬人。

#### (六)制定工作計畫書

在進行非經常性作業時，要根據危險性或危害性等的調查結果，準備一份記載下述項目的工作計畫書，並經總管理者（承攬人要經具設備管理權限之權責者）認可。如果需要更改工作計畫書，則每次都要重新獲得認可。

此外，工作計畫書除了除了非預期的工作外，應在作業前製作完成，同時在採用新設備、新工作方法或更改設備、工法時，亦應再進行危險性或有害性的調查，並依結果適度修正工作計畫書。具設備管理權限者對於承攬人制定工作計畫書，應提供必要的情報、指導與協助。

1. 工作時間表；
2. 指揮、命令系統；
3. 工作目的和工作程序；
4. 各部門（包括承包商）的業務分工與責任範圍；
5. 危險性或有害性等調查及基於其調查結果採取必要措施的內容；
6. 防護具的種類；
7. 必須作業許可的事項品；
8. 注意事項及禁止事項。

#### (七) 作業的實施

於進行非經常性作業時，應特別留意下列事項：

##### 1. 基本方針

- (1) 指揮、命令系統明確化；
- (2) 工作程序明確化；
- (3) 業務分工與責任範圍明確化；
- (4) 聯絡及訊號方式徹底周知；
- (5) 注意事項及禁止事項徹底周知。

##### 2. 一般注意事項

- (1) 在工作之前，透過工具箱會議（Tool Box Meeting）、危險預知等方式，將作業內容徹底告知與工作有關的所有人員，同時提早做好工作規劃，儘可能在事前完成充分的準備。
- (2) 進行作業前，應對參與作業的人員實施該工作所必要的教育訓練。
- (3) 確實切斷電源等動力源，並採取上鎖、標示等防止誤操作之措施。
- (4) 依據工作類型，提供適當的呼吸防護具、防護手套、防護衣和防護眼鏡等防護設備。
- (5) 限定可以單人獨立執行的工作，絕對不允許由個人自行決定獨自一人執行工作。
- (6) 在進行單人獨立工作時，必須攜帶通訊設備，以便工作者之間可以隨時聯繫。

##### 3. 動火作業應注意事項

- (1) 在工作開始時和工作期間，隨時測定工作現場的易燃性物質蒸氣或可燃性氣體的濃度。

- (2)除了應將容器內的可燃性氣體等完全排出，以使沒有爆炸或火災的危險外，任何可能引起火災或成為火源的機械、器具，不得攜入作業場所。
- (3)在工作場所應放置滅火器等消防設備，事先確定疏散方法，並通知有關人員。
- (4)對於工作場所，必要時應使用不燃性材質披覆。

#### 4. 入槽作業應注意事項

- (1)將槽內危險物、有害物確實排放，同時為確保作業場所沒有危險物或有害物洩漏到工作區域，必須將閥、旋塞雙重關閉，或將閥、旋塞關閉並使用盲板盲封。此外，對於閥、旋塞、盲板等應加以上鎖或有不得打開的標示。

該措施應由有權控制設備的業者實施，或者應檢查承包商施作的狀態，並對於利用上鎖等方式禁止打開的實施狀況亦應加以確認。

另外，有權控制設備的業者應盡可能將與工作有關的設備停止運轉之後再進行工作，但是如果不可避免地必須在部分設備運轉時進行工作，應特別留意下列事項：

- ①預想發生異常時，特定化學物質等可能會回流到工作場所之狀況，並確認流往工作中的設備之管路有雙重遮斷的措施。
  - ②如果作業的進行對於運轉中的設備會造成異常運轉的可能影響時，應立即通知承包商，並要求在必要時停止作業。
- (2)要檢查設備內部的殘餘壓力，除使用壓力錶外，並逐步徐徐打開通風孔、排水孔和其他開放口。
  - (3)即將進入設施之前，測量可燃性氣體、氧氣和硫化氫，以及其他可能存在的有害氣體之濃度，並確認安全後才可入槽。

暫停工作後再入槽前，應同樣的方式進行測定。

- (4)氧氣和硫化氫的濃度，應由具備必要資格的缺氧作業主管等人員實施。

另外，測定時，原則上應在水平和垂直方向上各至少進行三個點。

- (5)儲槽內部應始終保持通風，以使可燃氣體濃度為爆炸下限的 1/5 以下、氧氣濃度為 18% 以上、硫化氫濃度為 10 ppm 以下，其他可能存在的有害氣體濃度應在可能對健康造成危害的濃度以下。
- (6)應設置監視人員，並確保與入槽作業人員的聯絡不會中斷。
- (7)在工作開始之前和作業完成之後，要清點人數確認人員。
- (8)確認具有適當性能的防護設備、救援設備等可以使用的狀態

#### 5. 高處作業應注意事項

- (1)採取設置上下設備、工作臺及使用安全帶等防止墜落之必要措施，並在必要時設監視人員。

- (2)如果預期由於強風、大雨等惡劣天氣而導致危險之虞，應停止工作。
- (3)禁止同時在上、下層進行工作；如果不可避免，應彼此密切聯繫溝通。
- (4)在工作區下方張貼高處作業中的標示。
- (5)採取防止工具、工作物掉落的必要措施。

#### 6. 作業許可

涉及動火作業、入槽作業及高處作業等容易發生災害的高風險作業，必須事先獲得部門主管（承包商應取得管理設備的權責者）的書面許可。

(1)作業許可證，應記載下列事項：

- ①部門權責者（許可責任者）、作業場所負責人、監造人員、作業主管、作業人員；
- ②工作內容；
- ③與工作有關的注意事項和禁止事項；
- ④工作日期、工作開始時間、預定結束時間。

(2)如果需要更改工作內容，必須獲得新的工作許可證；如果工作未在預定時間內完成，亦須再次獲得許可。

(3)必須在工作現場張貼工作許可證。

(4)如果在工作過程中發生與設備有關的異常（緊急情況除外），應立即與部門主管（承包商應取得管理設備的權責者）聯繫，接受異常的處置方式，必要時還可以更改工作內容。

#### (八)緊急應變

在執行非經常性作業期間，應採取以下措施來應對爆炸、火災、危險物或有害物質的洩漏、或發生職業災害等緊急情況。

1. 應對下列項目制定應變手冊。

- (1)緊急狀況發生時的聯絡方法；
- (2)爆炸、火災、危險物和有害物質洩漏等的應變措施，以及指揮、命令系統。

此外，當承包商訂定手冊時，管理設備的權責者應協助建立緊急通信系統、指定疏散路線、發生事故時之救援和事故處理系統，並明確彼此之間的角色劃分。

2. 安裝消防栓、滅火器、洗眼器、淋浴裝備等。

3. 實施有關爆炸、火災、危險物或有害物質洩漏等的緊急應變、救援演習的訓練。

4. 事先規劃採取緊急措施的職業醫生和醫療機構之聯絡信息。

5. 發生緊急狀況時，立即與緊急聯絡系統聯繫（承包商應與管理設備的權責者聯繫），並撤離除救援受害者外的任何人員，以防止二次災害。此外，應使救援人員穿戴適當的防護設備。



### (九)實施安全衛生教育訓練

對於從事非經常性作業的人員，應事前實施下列事項之必要的安全衛生教育訓練。

1. 被處理物質的性質和處理注意事項；
2. 製造流程及化學設備概要；
3. 工作計劃和緊急應變手冊；
4. 需要工作許可的工作類型、注意事項和禁止事項；
5. 防護裝備的類型及其使用方法；
6. 同類型災害案例；
7. 相關法令及作業場所安全衛生標準。

### 三、結語

與化學設備有關的事故通常發生在所謂的非經常性作業過程，例如維修保養作業和故障排除作業等。亦即非經常性作業的災害發生率遠高於經常性工作。

之所以如此，是因為非經常性作業在平時很少反複和持續性進行，並且經常在沒有足夠的時間的情況下進行，因此不能事先就設備及管理面充分檢討，作業人員也很少有熟習的機會，同時該作業經常涉及多個部門，從而導致容易發生事故。

因此，對於非經常性作業必須特加關注，茲整理日本針對非經常性作業相關安全衛生作為，期望國內業者能充分了解，並採取措施，以防止化學設施在非經常性作業期間發生職業災害。

## 安全閥測試暨耐壓氣密試驗訓練班

◎上課日期：109.06.18 ~ 109.06.23

(計4天、周六日不上課、日間班)

◎上課地點：台中市北區崇德路一段629號4樓之3

台灣省鍋爐協會附設台中職訓中心 (04) 2236-2977

◎費用：5,000元 學員自費1,000元 政府補助4,000元

(45歲以上，訓練費全額政府補助)

**\*\*\*名額有限，預報從速\*\*\***

# 蒸汽製程系統智慧節能介紹與導入規劃

陳文讓／天翔系統整合股份有限公司

## 一、前言

蒸汽工程源自於英國十八世紀末的工業革命，其被應用於工業生產至今已逾百年歷史，易於控制的特性，被大量用來作為熱能傳遞的媒介，普遍使用於加熱、消毒、乾燥…等，可說是最好的傳熱媒介之一，在現代工業製程中，雖電子自動化已逐漸取代了機械化控制，但高壓蒸汽仍然是許多傳統製造工業必備的製程流體，如食品加工業、釀酒業、鋼鐵業、石化業、造紙業、化纖業、紡織業、輪胎業、醫院、大飯店等產業都需使用蒸汽製程。然而一般工廠對於蒸汽的管理付之闕如，加上我國政府能源新政策，僅止於推動國內企業廠商參與抑制溫室氣體排放改善工作，並無直接針對傳統製造工廠之蒸汽能源洩漏訂定相關的法規，造成蒸汽的使用效率普遍偏低，尚有很大的改善空間。

## 二、傳統蒸汽製造工廠轉型契機 工業 4.0 帶來新方向

高壓蒸汽是很多產業生產製程的基礎，但是整體蒸汽產線運行環境與相關設備的日常維護管理，至今仍需要仰賴大量人力採用目視或儀器的定期巡檢，如何讓工廠生產製造系統更有效率的使用能源，增加蒸汽製程系統的節能效益，降低生產單位能源的耗損，達到節能減碳並降低投入成本的目標。隨著工業 4.0 的智慧時代來臨，各個產業已經開始導入智慧製造元素，藉由雲端科技的技術即時掌握生產線的狀況，搭配 AI 的智能回饋達到智慧生產的目標。所以藉由導入設備異常偵測技術，降低瞬間失效風險，減少燃油損耗，降低溫室氣體排放量，實現傳統產業智慧化管理，促進產業升級並達到最佳的效果。

因此，本文希望藉由瞭解蒸汽製程運作原理，從蒸汽的產生、輸送和分配、各閥體操作控制、蒸汽的利用、設備疏水、冷凝水回收利用等，以上任一環節都環環相扣，如有問題存在都會影響整體蒸汽製程系統的節能效果，如何強化資源循環再生利用，並透過瞭解整個閥體及設備之間的關聯性，達到工廠蒸汽生產線提升及節省能源浪費，驅使工廠加速實現智慧製造邁向工業 4.0，提升企業創造更大經濟效益與轉型成為智慧化工廠的關鍵，並降低空氣污染與環境危害，發展環保綠能產業，全面優化監測整體蒸汽製程系統相對非常重要，都會影響蒸汽製程系統效率，針對智慧能源監控管理系統投資的經濟效益是有必要加以探討，而應用智慧化經營管理工廠模式的觀念仍需要宣導認同。

### 三、蒸汽製程系統運作原理介紹

蒸汽製程系統整體架構包含蒸汽產生系統、蒸汽分配系統、蒸汽使用系統及冷凝水回收系統，其包含鍋爐、輸送管線、分配閥、減壓閥、控制閥、祛水閥及熱交換等設備，其整套蒸汽製程系統所產製的蒸汽，透過工廠內的主管線及分配輸送至各製程設備，最後將回收已釋放出熱能的冷凝水，回收至鍋爐房再次加熱使用，形成二次使用之蒸汽熱源，以上，依據各個閥體系統間的研究及探討，透過以「多點」溫度檢測方式，監測每個閥體連續溫度變化，分析出適當的數據參數及分類模型，並結合各數學模型及機器學習的訓練資料，進行數據分析校驗，獲得正確的輸出結果，即時顯示蒸汽製程系統運轉狀況，希冀透過蒸汽各製程系統運作原理深入瞭解，據此提出相關的建議及措施，幫助工廠人員即時偵測設備異常現象，促使生產管理精實化，因而系統化分析製程，找出可能危害及關鍵位置，監控必要位置之溫度變化，配合大數據分析及機械學習，是追求節能安全智慧物聯網之關鍵。

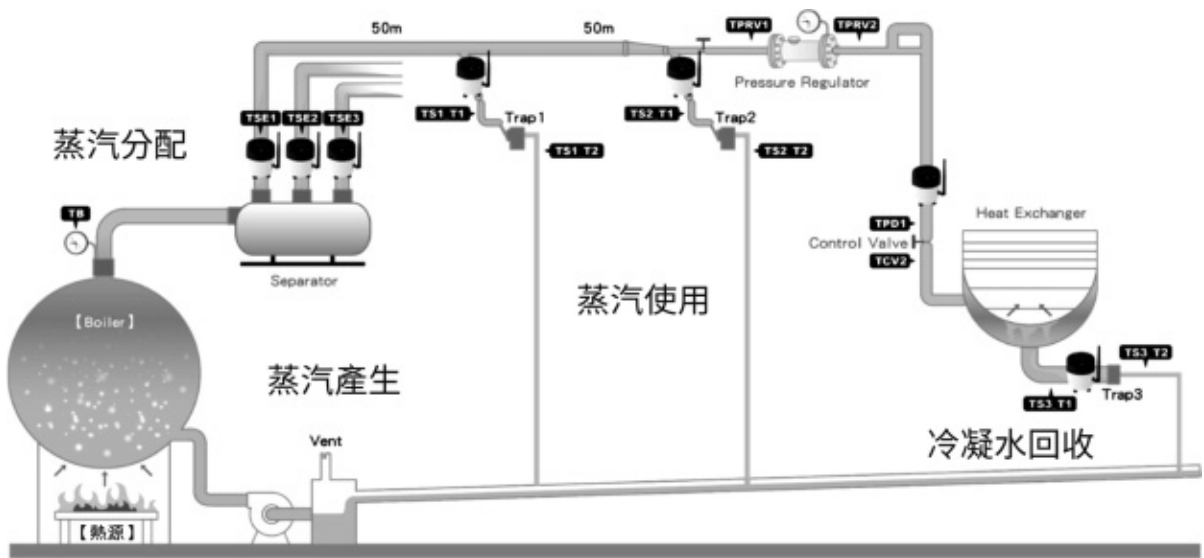


圖 1 蒸汽製程系統運作原理示意圖

#### (一) 蒸汽產生系統：

透過燃料在爐內燃燒產生的高溫煙氣，藉熱傳導、對流和輻射三種熱交換的形式，將煙氣的熱量傳給鍋爐中的水進而產生蒸汽熱能。簡言之即以燃料燃燒之方式，形成蒸汽或熱能的裝置。

#### (二) 蒸汽分配系統：

運行環境包含分配槽、蒸汽管線、減壓閥與祛水閥，主要傳輸從鍋爐產生的蒸汽，輸送至蒸汽使用端，其中祛水閥在蒸汽分配系統中，扮演相當重要角色。蒸汽

祛水閥主要是排放蒸汽管路內的冷凝水，同時防止蒸汽洩漏，其安裝於蒸汽加熱設備與冷凝水回收管線之間，為蒸汽環境監測的關鍵點。

#### (三) 蒸汽使用系統：

即為蒸汽系統最終使用者，利用蒸汽熱能與製程設備或產品做熱交換，一般分為直接加熱或間接加熱兩種。

#### (四) 冷凝水回收系統：

蒸汽冷凝水回收是提高鍋爐效率最重要因素，餘熱回收再利用除讓工廠能節省能源外，也降低爐水的排放量，減少爐水排放時的熱能損失，透過冷凝水回收，使水資源投入的成本可相對節能。

### 四、蒸汽製程系統環境監測的需求

#### (一) 落實工安管理 減少工安職災

當祛水閥蒸汽洩漏或損壞時，所引發設備及工安問題，將會引起嚴重後果如下：

1. 安全問題：水錘現象（Water Hammer）會導致設備的損壞、爆炸等工安問題。
2. 生產效率下跌：系統運作溫度會因祛水閥損壞無法控制。

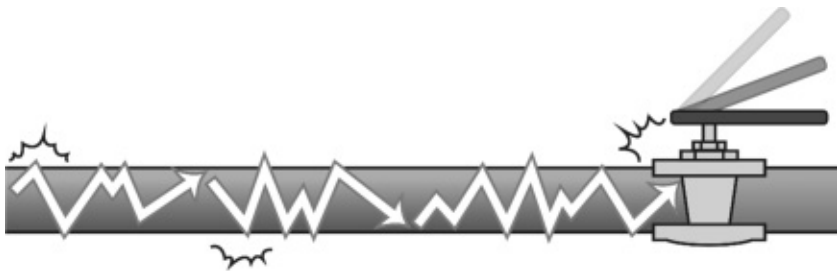


圖 2 水錘現象示意圖

#### (二) 改善人事管理成本 打造工廠最適自動化管理

傳統面對蒸汽管線，無足夠人力進行週期性檢測，也缺乏遠程管理與監測能力，檢測方式須透過有經驗的工程人員以目視的方式，檢測蒸汽洩漏是否正常及以聽的方式，檢測是否有雜音、以溫度量測，檢測蒸汽祛水閥是否正常並容易造成誤判。因此，人工定期巡檢人事成本負擔高，而蒸汽環境監測主要改善人事管理效益，達到如下目標：

1. 以即時與圖表的方式達到最佳的管理效果。
2. 減少人為的因素，達到自動化的管理。

#### (三) 克服工廠複雜環境 實現智能工廠管理

目前大部份使用蒸汽製程的工廠，缺乏智慧化全生產線體系即時監測能力、失效性預防能力，於產品製造生產過程中，產線員工如無法在熱製程生產設備前靜待 3~4

小時，將不易及時發現製程狀況，因此，即時的遠端監測與預警功能實為格外重要，因整體蒸汽製程的管理涉及在各種特殊生產環境中的產業知識、軟硬體整合挑戰。

#### (四) 建立一致的生產品質 精實產品品質的掌控

目前傳統蒸汽製造業者缺乏智慧化熱製程生產設備遠端監測能力，全倚賴技術人力以人工經驗判斷調整製程，為提高產能而縮短生產時間或提高生產溫度，進而影響產品品質，當缺乏技術人力或疏於製程監測管理時，往往造成產品品質不穩定、浪費原料。

#### (五) 節能減排 發掘節能新商機

祛水閥的蒸汽洩漏會造成燃料成本無形的浪費，造成龐大的經濟損失若祛水閥發生故障，致使蒸汽洩漏就需付出更多的燃料成本來彌補鍋爐損失的熱能效率，甚至不包含水費、電費、水處理藥劑與相關耗材成本。因此，蒸汽環境監測檢測主要改善效益應達到目標如下：

1. 減少燃油消耗。
2. 降低溫室氣體排放量。

### 五、「無線蒸汽製程偵測系統」導入規劃方案

本文所探討的無線蒸汽製程偵測系統設備節能規劃，最主要的目的為「生產線體系」及「熱製程生產設備」產線優化，欲提升高壓蒸汽管線與祛水閥等高壓蒸汽體系之遠程管理與監測能力，藉由工廠實地場勘逐一檢測及紀錄工廠內的祛水器種類，並導入蒸汽製程系統智慧節能解決方案（如下圖），觀察整體蒸汽設備的溫度變化，並紀錄列表造冊，藉由掌握設備之溫度運作及週期性的變化情況，提供客戶完整紀錄報告及建議改善與祛水器更換服務。不僅能掌握工廠設備蒸汽洩漏與積水所造成的設備問題與能源浪費原因，輕易解決這些問題。



圖 3 無線蒸汽製程偵測系統節能解決方案

## 六、「無線蒸汽製程偵測系統」導入節能案例

行業別	設備別	環境設定條件	導入節能系統解決方案 工廠設備檢測方式	設備問題	結論
某知名肉品加工業者	蒸汽分配槽	蒸汽管源頭： 175°C 蒸汽管末端： 170°C	從平台觀察各設置點溫度，發現蒸汽管線源頭處的溫度比蒸汽管線末端的溫度低，屬異常現象，經檢查後，確認為祛水閥損壞所造成，詳見圖 4。	阻塞 積水	汰舊換新祛水閥設備

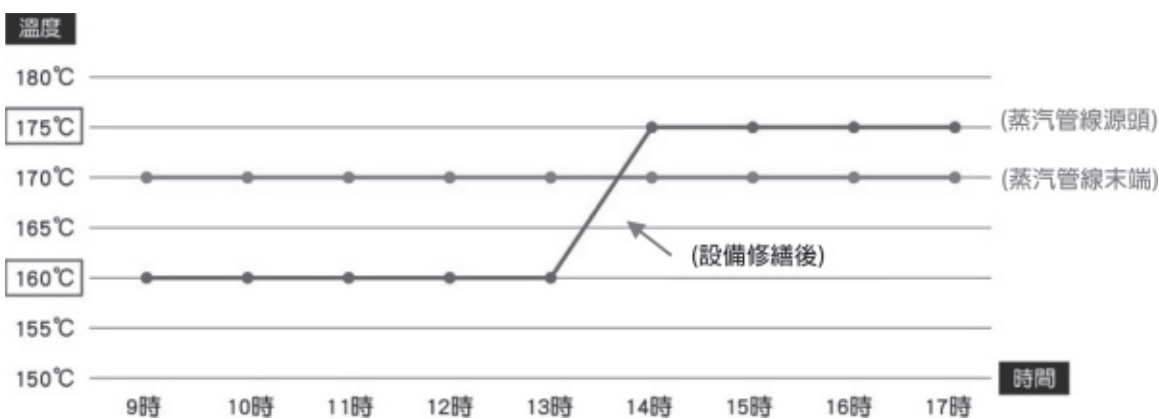


圖 4

某知名肉品加工業者	生產設備末端祛水閥	一次側：150°C 二次側：95°C	從平台觀察各祛水閥之溫度，其中一顆祛水閥二次側突然異常高溫，經檢查後，確認為祛水閥洩漏造成，詳見圖 5。	洩漏	汰舊換新祛水閥設備
-----------	-----------	-----------------------	--	----	-----------

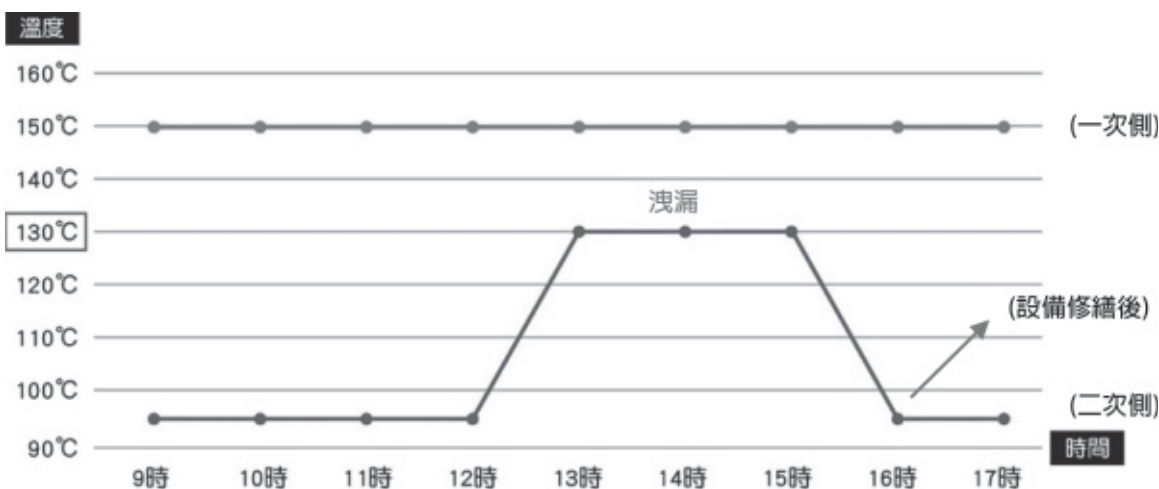


圖 5

某知名 化工業者	減壓閥	一次側：170°C 二次側：158°C	從平台觀察減壓閥發現溫度異常，蒸汽經由減壓閥由 0.7MPa 減至 0.5MPa，對照蒸汽溫度應約 158°C，但從平台數據顯示，發現減壓後溫度為 165°C，經檢查後，確認為減壓閥故障，詳見圖 6。	減壓閥故障	汰舊換新減壓閥設備
-------------	-----	------------------------	--	-------	-----------

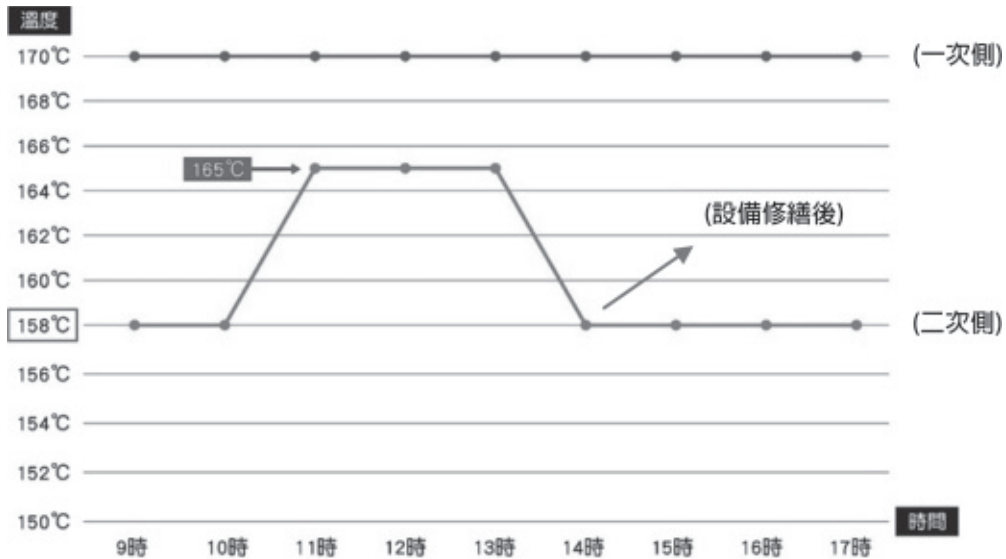


圖 6

某知名 釀酒業者	控制閥	生產時間點： 設定 1 小時	因無法知道產線人員是否會因想提高產能而縮短生產時間或提高生產溫度進而影響品質，管理者透過平台觀察其特性及溫度連續性的變化，便能一目瞭然生產時間，對品質的掌控有更大的提升，詳見圖 7。	生產製程不穩定	藉由平台可視化管理，提高工廠遠端控制。
-------------	-----	-------------------	---	---------	---------------------

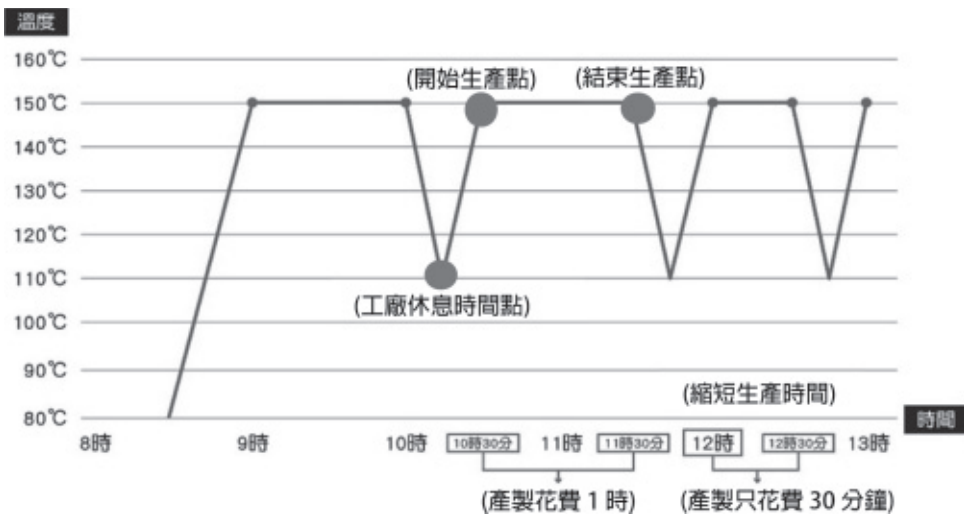


圖 7

七、「無線蒸汽製程偵測系統」導入優點



圖 8 無線蒸汽製程偵測系統導入優點

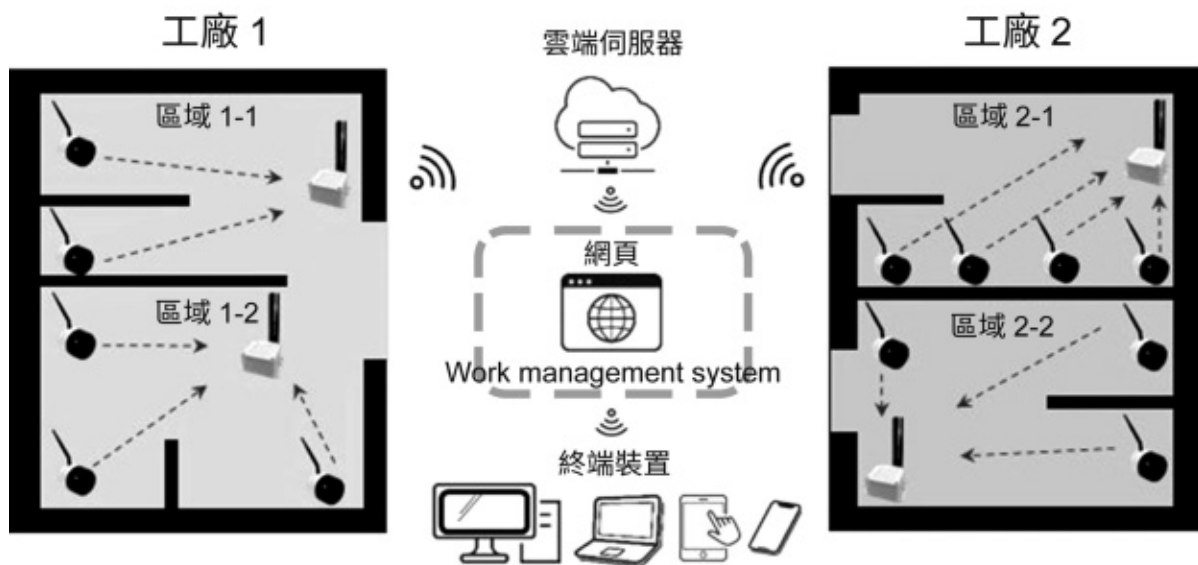


圖 9 無線蒸汽製程偵測系統工廠環境規劃示意圖





## 無線蒸汽製程偵測系統示意圖

【無線溫度感測器】

【智慧能源監控管理平台】

圖 10 無線蒸汽製程偵測系統示意圖

### 八、結語

為協助傳統產業積極轉型，促使工業生產效率提升，本文希冀透過對於蒸汽製程系統整體的研究，以及藉由以上不同產業業者導入蒸汽製程系統智慧節能解決方案的實際案例即可明白，預先部署先進的終端溫度感測技術及善用工業物聯網（IIoT）與人工智慧（AI）的重要性，幫助生產工廠的建立製程管理，將尖端物聯網之軟硬體整合技術、大數據的學習模組、雲端通訊服務及應用服務平台等技術緊密結合，為製造工廠導入「智慧製造」及「數據分析」概念，推動智能高科技發展，使過往傳統製造工廠的生產模式逐漸轉變為高度智慧化、數位自動化及客製服務化的商業模式，驅使機器與人之間可以相互溝通，提升工廠產品良率、降低能源消耗、減少工安事故、減緩技術人才斷層的衝擊；另透過巨量資料蒐集與分析，從大數據洞察提煉出最適化的執行策略，將機器決策的「速度」與人類經驗的「溫度」完美融合後，使製造企業邁向數位成熟化，成為相互依連的數位生態系統，創造虛實整合的製造產業。

# 淺談口罩一二事

吳怡禎

由於新型冠狀肺炎（COVID-19）疫情蔓延，口罩成為人們生活中不可或缺的物品，戴口罩、勤洗手、保持社交距離都是降低病毒傳播、預防遭受感染的方式，也是台灣防疫成功的重要因素之一。目前政府提供一般民衆使用的口罩為平面式口罩，主要功能為攔阻病毒經由飛沫或氣膠傳播，但不能 100% 過濾阻擋病毒，加上口罩穿脫方式、口罩密合程度等均會影響口罩防護效果，因此並不是戴上口罩就萬無一失。本文就來介紹口罩的種類、防護機制以及配戴注意事項。

口罩屬於呼吸防護具的一種，防護具的目的在於避免危害物進入人體，隔離或避免人體暴露於各種潛在危害中，因此首要強調的觀念在於防護具是用來阻絕危害而非消除危害，很多人以為戴上防護具就好像百毒不侵，可以隨意進入危害區域；殊不知，防護具有其限制，要認知危害的種類和強度（如現場有毒化學品的種類和逸散濃度），選用正確的防護具，確實戴用（確認密合）並在有效時間內使用（超過使用時限有可能造成破出而失去防護效果）。

## 一、呼吸防護具種類

- (一)拋棄式口罩：包括紙口罩、活性碳口罩、醫用口罩、外科口罩、N95 口罩等。
- (二)半面式防塵/防毒面具：使用濾罐吸收、吸附有害氣體或蒸氣，需針對欲預防對象物質種類選擇相對應的濾罐種類，如於濾罐外層加上濾棉，即可增加過濾粒狀有害物之功效。半面式僅覆蓋口鼻區域。
- (三)全面式防塵/防毒面具：和半面式防塵/防毒面具相同，使用濾罐吸收、吸附有害氣體或蒸氣，濾罐外層加上濾棉可兼具過濾粒狀有害物功效；不同之處在於全面式面具覆蓋整個面部，包括眼睛、鼻和口。
- (四)送風式防塵/防毒面具：利用輸氣管將清淨空氣送入配戴者面罩，因有輸氣管連結，會限制戴用者的作業範圍；現另有動力空氣濾淨式呼吸防護具（PAPR），搭配適用的濾毒罐連結使用。
- (五) SCBA 自給式空氣呼吸器：配戴者自行攜帶空氣瓶供應呼吸使用。

## 二、口罩種類

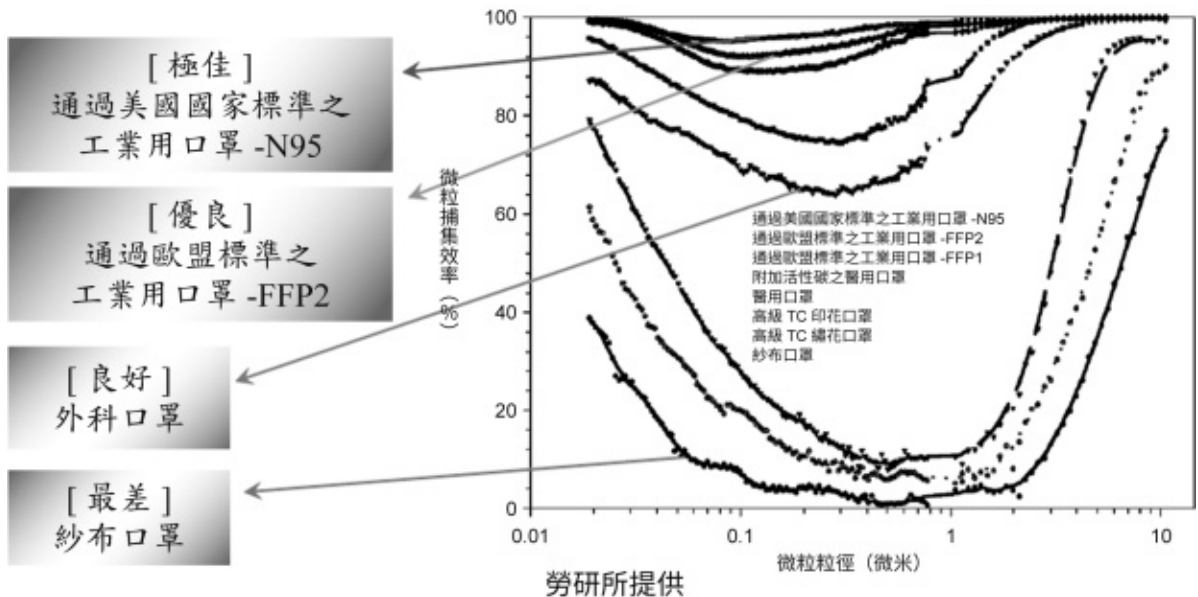
- (一)棉布或紗布口罩：主要用於保暖、擋風、防塵，僅能過濾阻擋大型顆粒。
- (二)活性碳口罩：藉由口罩內活性碳薄層，可吸附異味和部分揮發性物質，不具殺菌功

能，適用於騎機車、刷油漆、噴農藥使用。

- (三)一般醫用或外科口罩：一般醫療用，細菌過濾效率達 95% 以上，可阻擋大部分 5 微米顆粒。醫用口罩主要為三層，內層為吸水親膚的複合纖維不織布，中層為聚丙烯熔噴不織布，它是將白色粉末狀 PP 聚丙烯高溫抽絲熔融噴出加壓緻密化做成熔噴不織布，在不織布上面加上「靜電駐極」技術而做成口罩內最重要的靜電過濾層，利用靜電吸附細菌，外層則是防潑水的聚丙烯紡黏不織布。
- (四) N95 口罩：可阻擋 95% 以上的次微米顆粒，因此可以阻擋病毒飛沫傳染，然而 N95 口罩要求配戴的密合度，而且呼吸阻抗較高（透氣性較差），人員長時間穿戴不舒適。

### 三、口罩性能

依據勞動部勞動及職業安全衛生研究所（以下簡稱勞研所）的資料顯示，口罩對於粒狀有害物的濾除效率，呈現一個 U 形曲線，也就是口罩對於大型顆粒和超小微粒均有不錯的捕集效果，但在氣動粒徑 0.1~1 微米之間的捕集效率較差，最差之捕集效率發生在 0.3 微米之氣動粒徑（如下圖）。



世界各國均訂有防護具相關標準與規範，我國為中國國家標準（Chinese National Standard, CNS），依據「CNS 14774 醫用面（口）罩」之分類，醫用面（口）罩分為一般醫用、外科手術用（一級防護、二級防護、三級防護）及外科手術 D2 防塵用，在一般醫用面（口）罩要求細菌過濾效率應  $\geq 95\%$ 、壓差  $\leq 5\text{mm H}_2\text{O}/\text{cm}^2$ ；外科手術面（口）罩和一般醫用面（口）罩的差別在於外科手術面（口）罩的性能級別要求多了三項測試，第一項是抗合成血液穿透性試驗，外科手術面（口）罩必須可以防止血液、

體液及其他潛在性感染物質體液因潑濺而穿透；第二項是外科手術面（□）罩需經次微米粒子防護效率試驗，即為捕集小於 1 微米氣懸膠粒子（aerosolized particles）之效能，而依據抗合成血液穿透性和次微米粒子防護效率級別，外科手術面（□）罩又細分為一級、二級和三級；第三項則是防焰性，也就是依照 CNS 10285 的燃燒速度試驗進行試驗。詳細之醫用面（□）罩性能級別要求如下表：

性能	一般醫用面（□）罩	外科手術面（□）罩			外科手術 D2 防塵面（□）罩
		一級 <sup>(a)</sup>	二級	三級	
抗合成血液穿透性，最小通過壓力（mmHg）	--	80	120	160	80
細菌過濾效率（%）	≥ 95	≥ 95	≥ 98	≥ 98	--
次微米粒子防護效率（%）	A 法：乳膠球，0.1 μm	≥ 95	≥ 98	≥ 98	--
	B 法：鹽霧	≥ 80	--	--	≥ 95
壓差（mm H <sub>2</sub> O/cm <sup>2</sup> ）	≤ 5	≤ 4	≤ 5	≤ 5	≤ 5
防焰性	--	1 級	1 級	1 級	1 級

註<sup>(a)</sup> 一級之次微米粒子防護效率的試驗法，A 法或 B 法擇一進行。

至於大家熟知的 N95 口罩，則是依據美國國家職業安全衛生研究所（National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH）制定的分級標準，將濾材區分為 N、R、P 三個系列，N 系列為非抗油” Not resistant to oil”，用來防護非油性粒狀物；R 系列為抗油” Resistant to oil”，可用來防護非油性及含油性懸浮微粒，對含油性粒狀物限制使用時間 8 小時；而 P 系列表示耐油” oil proof”，對油性粒狀物有更好的抵抗效能（沒有使用時間限制）。此外，NIOSH 針對口罩濾材的過濾效率，分為三個等級：95 等級表示可以過濾空氣中 95% 以上的懸浮微粒；99 等級為最低過濾效率 ≥ 99%；100 等級則是最低過濾效率 ≥ 99.97%。因此所謂的 N95 口罩即為過濾效率達 95% 以上的非抗油性口罩，普遍用於工業上防護。在醫療上，也用在高暴露風險的醫護人員的防護。

N95 口罩雖然有較好的防護等級，但由於呼吸阻抗較大，戴用起來會有悶熱不舒適感，時間較長時也可能引起頭暈，因此除了第一線醫護人員的必要防護之外，不建議一般民衆長時間戴用。此外戴用 N95 口罩還需要注意口罩密合度，戴用時將口罩貼緊於口鼻上，將上、下固定帶越過頭頂，固定於頭部上方和兩耳頸後位置（必要時可打結將其綁緊），雙手壓緊鼻翼處壓條，確認口罩和臉部契合貼緊。每次戴上 N95 口罩後，要進行密合檢點，用雙手摀在口罩上（摀住口鼻），吸氣時感覺口罩是否有微微塌陷，吐氣時注意口罩是否膨脹，在口罩邊緣是否有漏氣情形，常見容易洩漏的地方在鼻樑兩側、臉頰兩側及下巴。務必確認口罩正確戴用，密合良好，才能進入污染環境或者照護高風險病人。



※ N95 口罩正確戴用流程（摘自職安署宣導海報）



※ 口罩密合檢點

#### 四、口罩密合度測試

依據職業安全衛生設施規則第 277 條之 1 規定，事業單位勞工人數達 200 人以上者，雇主應依中央主管機關公告之相關指引，訂定呼吸防護計畫，並據以執行。職業安全衛生署於 108 年 10 月 16 日訂定發布「呼吸防護計畫及採行措施指引」（自 109 年 7 月 1 日施行），指引第四點說明呼吸防護計畫應包括：(一)危害辨識及暴露評估、(二)防護具之選擇、(三)防護具之使用、(四)防護具之維護及管理、(五)呼吸防護教育訓練以及(六)成效評估及改善；另第六點第二項要求每年至少進行一次「密合度測試」，其他測試時機包括首次或重新選擇呼吸防護具時、勞工之生理變化會影響面體密合時以及勞工反映密合有問題時，均應辦理。

##### \* 密合度測試分為

##### 1. 定性密合度測試

定性密合度測試是利用受測者嗅覺或味覺主觀判斷是否有測試氣體洩漏進入面體內。常用的是「糖精」或是「苦味劑」，人員戴好 N95 口罩之後，戴上測試專用頭套，噴入「糖精」或「苦味劑」，受測者用嘴呼吸並告知是否有感受到甜味或苦味。

##### 2. 定量密合度測試

利用儀器量測呼吸防護具面體外測試物濃度及面體內測試物濃度，以其比值評估洩漏情形。測試方法為在選用的 N95 口罩上使用專用設備打洞，連接管子到儀器上面，執行各項動作，由儀器測量口罩內外的粒子數，據以判定是否有洩漏。

無論定性或定量的密合度測試，由受測者戴好口罩後，執行正常呼吸、深呼吸、左右轉頭、上下點頭、說話（從 100 倒數）、做鬼臉（僅定量測試）、彎腰摸腳趾等動作，最後再回到正常呼吸。定性密合度測試，由受測者主觀判斷告知，容易因為人員不耐煩或是害怕測試不通過而未誠實告知，導致結果失真；而定量密合度測試經由

儀器測量得到密合度值（Fit Factor, FF），具有客觀數值且不容易作假或做錯，唯一缺點是儀器昂貴，委由專業廠商進行人員測試成本高，如依「呼吸防護計畫及採行措施指引」之規定，每人每年執行將會是一筆不小的支出。



定性密合度測試

圖片來源：<https://www.ceachain.com.tw/product.aspx?ccno=lv-962>



定量密合度測試

圖片來源：<https://www.ceachain.com.tw/product.aspx?ccno=lv-961>

## 五、結論

無論使用口罩或是任何一種呼吸防護具，都要經過事前教育訓練，知道正確戴用方法，確實配戴（戴好戴滿），才能達到良好的防護效果。使用拋棄型口罩，若有汗損或弄濕，或者進出高危險地區（如醫院、密閉狹窄人潮眾多空間）後，建議應更換。使用其他各類型呼吸防護具要注意使用前的檢點和使用後的清潔保養，保存於陰涼通風之處，紀錄濾罐、濾材等使用期限和更新日期，適時汰換。個人防護具是作業環境危害預防之最後一道防線，「使用失效或錯誤的個人防護具」比「未使用防護具」更糟，因此務必要小心選用、正確使用，才能發揮保護的效果。

### ※參考資料：

#### 1. 個人防護具介紹

([cgeweb.csu.edu.tw/aseip\\_folder/e.../個人防護設備\\_970527（上傳）.ppt](http://cgeweb.csu.edu.tw/aseip_folder/e.../個人防護設備_970527（上傳）.ppt))

2. 個人防護具，葉文裕，工研院環安中心顧問  
([www.thvs.mlc.edu.tw/sf/materials/ppt/個人防護具完整版.ppt](http://www.thvs.mlc.edu.tw/sf/materials/ppt/個人防護具完整版.ppt))
3. 勞安教材-管理師/防護具/嘉藥職安所 (<http://www.tcftu.com/news1/4-3.pdf>)
4. 個人防護具之正確使用口罩說明，賴燦榮理事長，臺北市工業安全衛生器材商業同業公會 ([www.kmuh.org.tw/.../個人防護具之正確使用口罩說明](http://www.kmuh.org.tw/.../個人防護具之正確使用口罩說明))
5. 實驗室個人護具選擇及使用，黃奕孝，工業技術研究院工業安全衛生技術發展中心  
([memo.cgu.edu.tw/ching-fen/個人防護.ppt](http://memo.cgu.edu.tw/ching-fen/個人防護.ppt))
6. 個人防護具使用及操作，陳春萬，勞工委員會勞工安全衛生研究所  
([www.cdc.gov.tw/public/Attachment/92121764071.doc](http://www.cdc.gov.tw/public/Attachment/92121764071.doc))
7. 個人防護具選擇及使用，方澤沛，成功大學環境醫學研究所暨工業衛生科  
([esh.nutn.edu.tw/esh/index.php?option=com\\_phocadownload...](http://esh.nutn.edu.tw/esh/index.php?option=com_phocadownload...))
8. 口罩知識你瞭解嗎？陳春萬、杜宗明，勞動及職業安全衛生簡訊 No.6
9. 外科手術面罩使用與注意事項 賴全裕，中山醫學大學職業安全與衛生系（所）
10. 呼吸防護具密合度測試大專校院實驗室安全衛生考試中心  
(<http://www.eshc.kuas.edu.tw/bin/downloadfile.php?file=WVhSMFIXTm9MeIV3TDNCMFIWOHhORGcwTTE4ME1UUXpOemszWHpVd09EQXIMbkJrWmc9PQ==&fname=HDJHSTOP15JHZTVXSXRP50B5KLYXCDCDUXRPFDPK35STB5CHB1UTVXVXKLYXLORP51RPVXFHJDOPXSXGHQPGDCHCDVTZTOPJDVTHDEHUXIH5055STSTYXB5UXMLDDFHSXJHCDUXSXUTDGEHHD0150FHA5OPCDLOUXRPJD5015RPDGCH51VTHCEHRLVTHC45MLVTYXCHJDOPZXSXCDSTGD45SXVT01QP14EDQLRPJDUTZX4545QPUWB5STYX25ST>)
11. 2000 年國內市售呼吸防護具選用手冊 勞工委員會勞工安全衛生研究所
12. 口罩分類教學！醫療用口罩差別是什麼？口罩種類\_等級怎麼分？  
(<https://shopee.tw/blog/face-mask-types-classifications/>)
13. 拋棄式口罩面面觀 邱舜、黃玉成 長庚兒童醫院兒童感染科
14. CNS 14774
15. 我國醫用口罩管理制度 衛生福利部食品藥物管理署
16. 呼吸防護計畫及採行措施指引 職業安全衛生署

# 排水回收之節能

摘自日本ボイラ研究 NO.417

鴻羽有限公司 黃馨儀 譯

## 一、前言

鍋爐產生蒸汽提供給負載設備作為間接加熱之熱能，其使用後還保有大量之能源；本文將介紹鍋爐系統中可能更進一步節能之排水回收。

## 二、蒸汽之一般性質

將水加熱後最終會變為蒸汽，如圖 1 所示將水加熱後，最初是用熱使水溫上升；此時，加熱時熱蓄積在內部僅產生溫度變化之熱稱為顯熱。到達飽和溫度之飽和水，其溫度會維持一定，液體變成氣體產生蒸汽；此時，並無溫度變化，而是液體轉變成氣體之狀態變化，其伴隨之熱稱為潛熱。完全蒸發完稱為乾飽和蒸汽，乾飽和蒸汽所持比焓（顯熱+潛熱）稱為全熱。如再持續加熱，以熱量使溫度上升即變為過熱蒸汽。

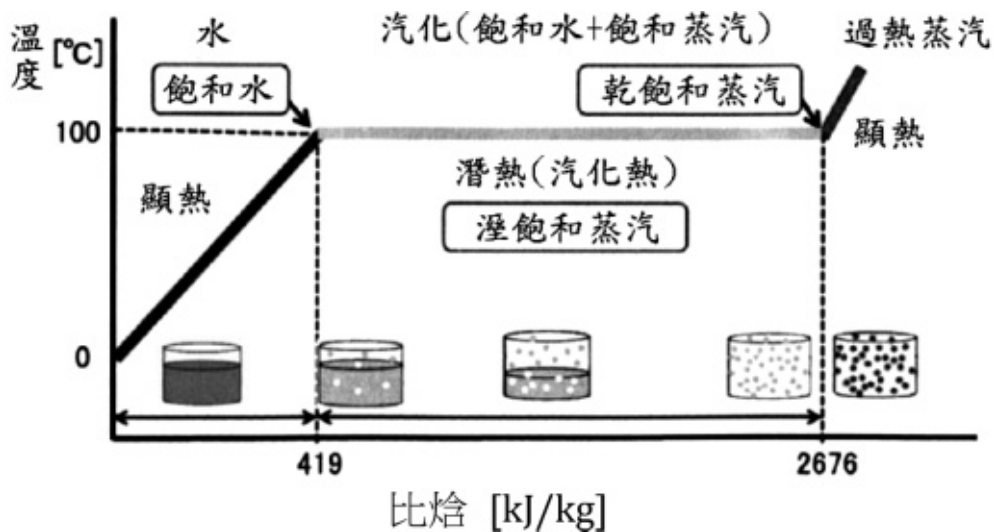


圖 1 水之相變化

## 三、排水回收

鍋爐產生蒸汽提供給負載設備作為間接加熱之熱能，其使用後產生冷凝水稱之排水亦稱為復水。

產生之蒸汽運送至負載設備，藉由熱交換器使用間接加熱之熱源。此時，由於僅能使用蒸汽所持潛熱部分，因此只能利用蒸汽所持全熱之 80%，剩餘之 20%常會變成



排放水進行廢棄。若將廢棄之排放水所持顯熱回收，加熱鍋爐給水，可減少將水轉變成蒸汽所需之全部熱量，即能削減燃料費用。

另，若排放水可以滿足鍋爐給水之水質條件，亦可使用排放水直接作為鍋爐給水，能減少鍋爐給水之水處理費用。進行排水回收，能回收現階段被廢棄之熱，若能進一步將水有效利用，更能提高節能效果。

關於給水溫度上升能減少之燃料消費量，如圖 2 所示，橫軸為給水溫度，縱軸為燃料消費量之低減率。此計算表示，蒸汽壓力 0.8MPa 之飽和蒸汽（溫度為 175.4℃，比焓為 2,773.1kJ/kg）時，給水溫度分別以 20℃、40℃及 60℃作為基準溫度時，於給水溫度上升時燃料消費量之低減率。

給水之基準溫度為 40℃時，若能將給水溫度提高至 60℃，燃料消費量約可減少 3%。另，若能將給水溫度提高至 80℃，約能降低 6%。將給水溫度提高，可減少將水轉變成蒸汽所需之全部熱量，即能削減燃料費用。

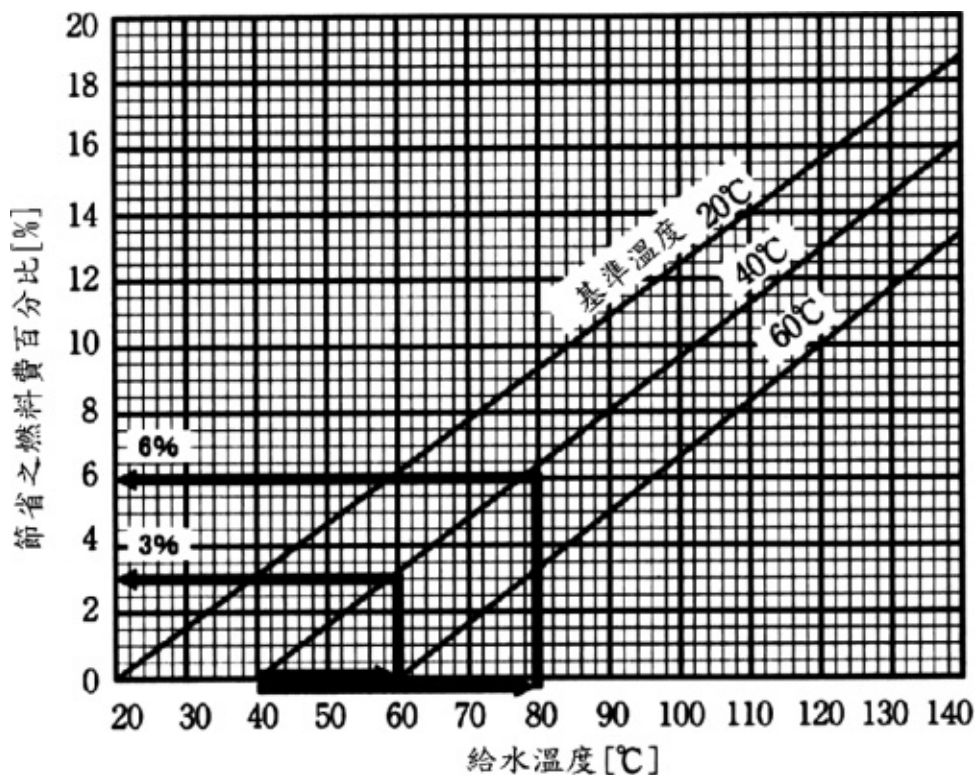


圖 2 給水溫度與燃料消耗量關係圖

#### 四、排水回收方法

排水回收之方法有開放式排水回收法及封閉式排水回收法。實際選定需考量排水回收量及變動、排水溫度、或排水壓力等。

### (一)開放式排水回收法

開放式排水回收法一般是將排放水直接導回鍋爐位於開放大氣中之給水儲槽，此方法使用於排水回收率對於鍋爐蒸汽量低於 40~50% 時，或 100℃ 以下之低溫排放水時。圖 3 為開放式排水回收法之代表例。

本方法僅需進行施工加裝回收配管將排放水直接導回給水儲槽，能實施之場合較多，施工費用也較低；但排放水回收管線有開放至大氣之部分，排放水量增加或溫度上升會導致給水儲槽內溫度超過 100℃ 時，此時會產生閃化蒸汽，會降低排水回收率。

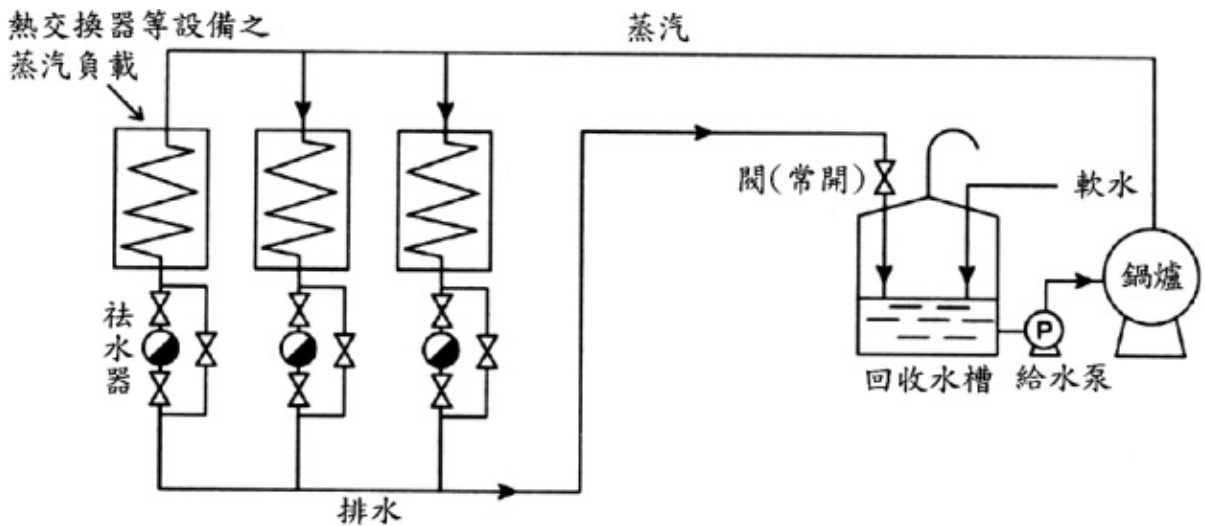


圖 3 開放式排水回收法之流程

### (二)封閉式排水回收法

封閉式排水回收法跟開放式排水回收法相較，特徵為其管線未經過開放於大氣部份；排放水可直接導回鍋爐中，可視為最有效率之排水回收方法。圖 4 為封閉式排水回收法之代表例。

本方式能將負載設備所產生之高溫排水大部分回收，屬於高排水回收效率之方法，但需要投入排水回收水泵等設備費用。

圖 5 為排水回收法所能回收比焓之案例。假設排水回收能回收 0.2MPa 飽和水之狀況下，實施封閉式排水回收時，理論上可將排放水所持比焓 562.1kJ/kg 全部回收。但若為開放式排水回收時，由於有開放於大氣之部分，排放水所持比焓之一部分 (143.1kJ/kg) 會變成閃化蒸汽，實際能回收之熱量為 419kJ/kg，約為封閉式排水回收之 75%。

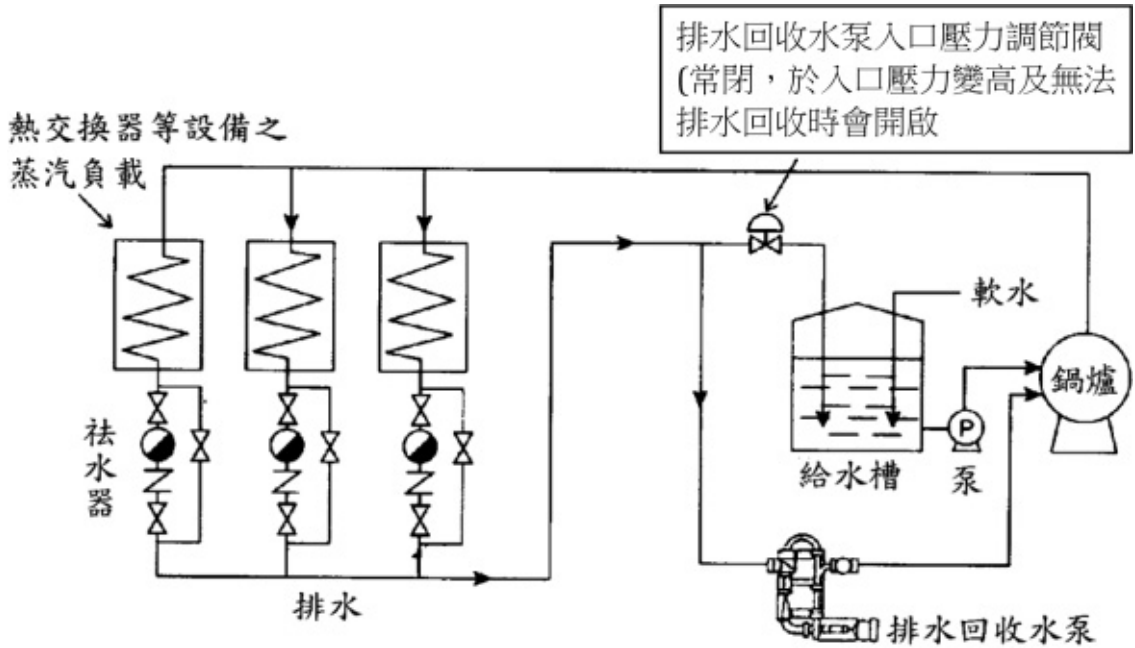


圖 4 封閉式排水回收法之流程

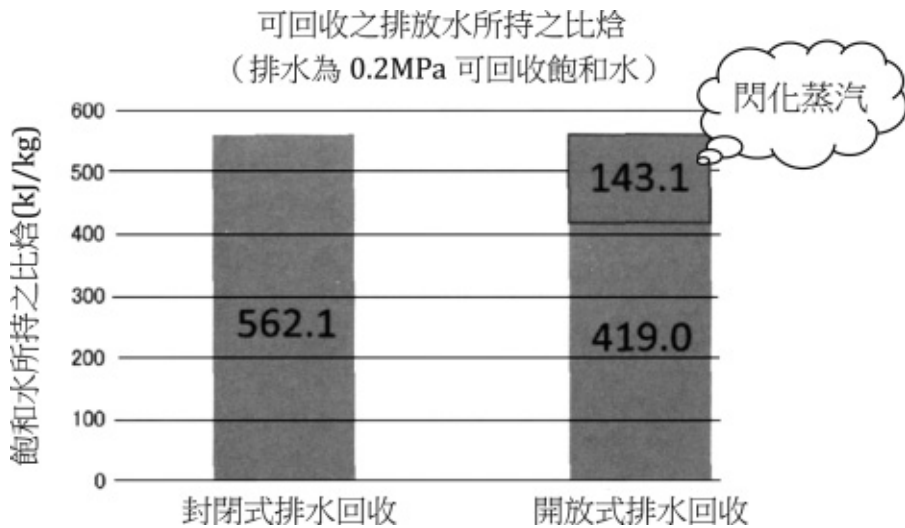


圖 5 排放水所持比焓

### 五、實行排水回收後燃料降低效果

關於排水回收所產生之燃料費削減，以下使用排水回收率增加之案例進行說明。

問題：以開放式排水回收法將 90°C 排放水之回收率從 10% 增加至 60%，其燃料低減率及一年間燃料削減費用為多少？假設效率並無任何變化。一年間運轉時間為 8,000 小時，燃料單價為 80 日圓 / m<sup>3</sup>N。（計算條件請參照表 1）

表 1 計算條件

實際蒸汽量	kg/h	5,000
蒸汽壓力	MPa (G)	0.8
蒸汽溫度	°C	175.4
給水溫度	°C	20
復水溫度	°C	90
鍋爐效率	%	90
燃料種	--	13A
低發熱量	MJ/m <sup>3</sup> N	40.6
燃料使用量	m <sup>3</sup> N/h	368
給水比焓	kJ/kg	84.9
排放水比焓	kJ/kg	377.5

\* 壓力=大氣壓

排水回收率 10% 時，給水比焓：

$$377.5 \times \frac{10}{100} + 84.9 \times \frac{100 - 10}{100} = 114.2 \text{ kJ/kg}$$

排放水回收率 60% 時，給水比焓：

$$377.5 \times \frac{60}{100} + 84.9 \times \frac{100 - 60}{100} = 260.5 \text{ kJ/kg}$$

燃料減少量：

$$5,000 \times \frac{260.5 - 114.2}{40.6 \times 1,000 \times 0.9} = 20.0 \text{ m}^3\text{N/h}$$

燃料削減比例：

$$\frac{20.0}{368} \times 100 = 5.4 \%$$

年間燃料削減費用：

一年間運轉 8,000 小時之燃料削減費用

$$20.0 \times 8,000 \times 80 = 12,800,000 \text{ 日圓}$$

排水回收率從 10% 增加至 60% 時燃料可削減 5.4% (1,280 萬日圓)

## 六、實施排水回收之注意事項

排水回收是將至今廢棄之排放水進行回收，進而產生節能之觀點，其效果大，需注意之要點統整如下。

### (一)產生閃化蒸汽時熱損失及美觀性之注意事項

實施開放式排水回收時，給水儲槽內溫度會上升產生閃化蒸汽，其熱可能會釋放至系統外。另，儲槽會冒出白煙，周遭居民會認為是工廠所產生之白煙，可能會有影響觀瞻之怨言。改善對策為，將閃化蒸汽供給給更低壓之蒸汽產線做為級聯使用、將排水回收儲槽容量最適化、或進一步將儲槽變更為具有回收閃化蒸汽之功能等。

圖 6 為排水儲槽上部裝有可拆卸之閃化蒸汽回收裝置（混合箱）。由於排水儲槽內上部及下部之水會有溫度差，因此從儲槽下部利用循環水泵將水運送至儲槽上部所設置之混合箱進行花灑噴淋，直接接觸排水產生之閃化蒸汽，將其凝縮並進行回收之裝置。

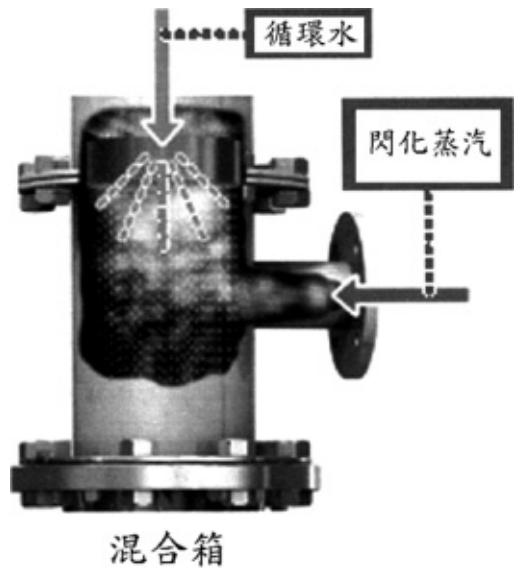


圖 6 閃化蒸汽之回收例

### (二)回收排放水之水質相關注意事項

排水回收之排放水由於是蒸餾水，理論上應該為純水，適用為鍋爐之給水；排放水作為鍋爐給水使用時，通常可減少脫氧劑或清罐劑之使用量，進而削減給水處理費用。但實際上，排放水中可能會有因鍋爐汽水共出導致藥品混入、或從生產設備混入異物、另還有從負載機器設備或蒸汽配管中混入鐵鏽或污泥等。若考慮實施排水回收，必須於一開始就先確認其排放水是否能滿足鍋爐給水之要求。

其改善對策為若有污泥或鐵鏽等混入時，可使用排水過濾器去除。若排水過濾器亦難以去除之狀況下，可使用熱交換器僅將排放水所持之熱能提供給鍋爐給水進行熱交換之方法；但於此狀況下，已進行熱交換之排放水無法提供給鍋爐給水使用。

## 七、結論

不僅只考慮鍋爐等機械本體，若考量到蒸汽系統整體，將至今未回收之排放水進行回收再利用，將能更進一步節能。但，必須要注意回收排放水時可能會發生至今未曾發生過之問題點。如第 6 節所述，排放水提供給鍋爐給水使用時，由於可能會發生至今從未被鍋爐帶入過之污泥或鐵鏽等被帶入之狀況，長期下來可能會對蒸汽系統之耐久性產生不安感。進行節能時，不僅只針對機器本體進行改善，於導入之際即需更深入地評估風險，期望能注意蒸汽系統整體必須要保持平衡。

# 109 年度第一梯次即測即評及 發證技術士技能檢定



陳秀芬小姐

郭映惠小姐

第一種壓力容器操作 單一級 學科測驗成績滿分



黃進碩先生

固定式起重機操作 單一級 學科測驗成績滿分