

特種機械設備安全

SAFETY OF SPECIAL MACHINE AND EQUIPMENT

1991-5 創刊 2016-2 出刊

雙月刊 第40期

發行所 台灣省鍋爐協會
發行人 汪清港
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 54241 草屯鎮中正路 601-7 號 5 樓

印刷廠 洪記印刷有限公司
地址 台中市西區明智街 25 號
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

志豪工業有限公司
大震企業股份有限公司
三浦鍋爐股份有限公司
岱洋股份有限公司
葛蘭富泵浦股份有限公司
榮能環保科技股份有限公司
光宏保溫有限公司
台灣大吳股份有限公司
台灣紳藝實業有限公司
增太股份有限公司
天鴻興業有限公司
金瑛發機械工業股份有限公司
威鼎企業有限公司
興志五金企業有限公司
申昌機械股份有限公司
銘達工業有限公司
東立鐵工廠
辰鼎企業有限公司
原鈦峰工業有限公司
吾豐機電股份有限公司
正熊機械股份有限公司
潔康企業有限公司
霖興機械工業股份有限公司
莊鼎實業有限公司

目錄

CONTENTS

會務訊息

- ★邀請中國特種設備檢測研究院專業人士
來台技術交流 2

技術報導

- ★ASME 第 IX 卷《焊接和鉛焊評定》中母材
厚度評定範圍的圖示法 3
- ★蒸汽用安全閥之故障案例 9
- ★磷酸鈉添加量之討論 14

政令宣導

- ★水污染防治費收費辦法 22
- ★勞動部職業安全衛生署 函 30

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

本會邀請中國特種設備檢測研究院 岳林、邱楊專業人士來台技術交流

104.11.17~
104.12.2

▼岳林等人拜訪本會



105.1.12~
105.1.27



▲邱楊等人到七信公司參訪



▲▼岳林等人參訪宏榮鋼瓶公司



▲金瑛發公司參訪



華震公司參訪▶



ASME 第 IX 卷《焊接和鉛焊評定》中母材厚度評定範圍的圖示法

靳茂明（江蘇省特種設備安全監督檢驗研究院 南京）

摘 要：本文對 ASME 第 IX 卷《焊接和鉛焊評定》中有關母材厚度評定的 QW451.1 和 QW403.6 規定進行分析，提出用座標圖示法建立試件厚度和產品厚度之間的評定關係，圖示法相比語言描述可以更快速地判斷出試件厚度和產品厚度之間的評定關係。

一、產品無衝擊要求時的厚度評定

ASME 評定標準中對試件厚度和產品厚度沒有進行符號定義上的區分，為了明確區分這兩個厚度概念，本文規定產品厚度為 T_p ，試件厚度為 T_s 。相關焊接方法（並非對所有的焊接方法）的母材厚度評定和焊縫金屬厚度評定應遵守 QW451.1 的要求（見圖 1-ASME 第 IX 卷《焊接和鉛焊評定》2010 中文版）。產品有衝擊要求時首先也應滿足該條款，且同時按 QW403.6 規定對 QW451.1 的評定範圍做進一步的限制（這裏的衝擊要求是指：只要求焊縫衝擊或同時要求焊縫和熱影響區衝擊兩種情況）。本文不討論焊縫金屬厚度的評定，僅考慮母材厚度評定，則試件的厚度 T_s 與產品的母材厚度 T_p 關係如表 1 所示（設定 3/4 英寸為 20mm）。

QW-451.1 坡口焊縫拉伸試驗和橫向彎曲試驗

焊接试件厚度 T in. (mm)	母材评定厚度 T 的范围 in. (mm) 〔注(1)和(2)〕		熔敷焊缝金属 评定的最大厚度 t , in. (mm) 〔注(1)和(2)〕	试验项目和数量 (拉伸试验和导向弯曲试验) 〔注(2)〕			
	最 小	最 大		拉伸	侧弯	面弯	背弯
				QW-150	QW-160	QW-160	QW-160
$< \frac{3}{16}(1.5)$	T	$2T$	$2t$	2	...	2	2
$\frac{3}{16} \sim \leq \frac{1}{2}(1.5 \sim 10)$	$\frac{3}{16}(1.5)$	$2T$	$2t$	2	〔注(5)〕	2	2
$> \frac{1}{2}(10) \sim < \frac{3}{4}(19)$	$\frac{1}{2}(5)$	$2T$	$2t$	2	〔注(5)〕	2	2
$\frac{3}{4}(19) \sim < 1\frac{1}{2}(38)$	$\frac{3}{4}(5)$	$2T$	$2t$, 当 $t < \frac{3}{4}(19)$	2〔注(4)〕	4	...	...
$\frac{3}{4}(19) \sim < 1\frac{1}{2}(38)$	$\frac{3}{4}(5)$	$2T$	$2T$, 当 $t \geq \frac{3}{4}(19)$	2〔注(4)〕	4	...	...
$1\frac{1}{2}(38) \sim \leq 6(150)$	$\frac{3}{4}(5)$	8(200) 〔注(3)〕	$2t$, 当 $t < \frac{3}{4}(19)$	2〔注(4)〕	4	...	...
$1\frac{1}{2}(38) \sim \leq 6(150)$	$\frac{3}{4}(5)$		8(200)〔当 $t \geq \frac{3}{4}(19)$ 注(3)〕	2〔注(4)〕	4	...	...
$> 6(150)$	$\frac{3}{4}(5)$	1.33T	$2t$, 当 $t < \frac{3}{4}(19)$	2〔注(4)〕	4	...	...
$> 6(150)$	$\frac{3}{4}(5)$		1.33T〔当 $t \geq \frac{3}{4}(19)$ 注(3)〕	2〔注(4)〕	4	...	...

圖 1

對評定產品厚度的最小值和最大值建立兩條 T_s - T_p 函數曲線 L1 和 L2，L1 既是試件評定產品厚度的最小值，也是產品要求試件厚度的最大值；L2 既是試件評定產品厚度的最大值，也是產品要求試件厚度的最小值。在 L1 和 L2 區域中（包括 L1 和 L2）的座標值即表示產品厚度和試件厚度之間的評定關係可以成立（見圖 2），區域之外則表示不可以評定。由圖 2 可以得到以產品厚度的角度來要求試件的厚度範圍（見表 2）。

二、產品有衝擊要求時的厚度評定

產品有衝擊要求時，相關的焊接方法（並非對所有的焊接方法）還應受到 QW403.6 的限制（見圖 3- ASME 第 IX 卷《焊接和鉛焊評定》2010 英文版截圖）。

表 1 從試件厚度的角度規定產品的厚度範圍（無衝擊要求）

試件 T_s	對產品 T_p 的評定範圍
$T_s < 1.5\text{mm}$	$T_s \leq T_p \leq 2T_s$
$1.5\text{mm} \leq T_s \leq 10\text{mm}$	$1.5\text{mm} \leq T_p \leq 2T_s$
$10\text{mm} < T_s < 38\text{mm}$	$5\text{mm} \leq T_p \leq 2T_s$
$38\text{mm} \leq T_s \leq 150\text{mm}$	$5\text{mm} \leq T_p \leq 200\text{mm}$
$150\text{mm} < T_s$	$5\text{mm} \leq T_p \leq 1.33T_s$

表 2 從產品厚度的角度要求試件的厚度範圍（無衝擊要求）

T_p （產品）	對試件厚度 T_s 的要求範圍
$T_p < 1.5\text{mm}$	$0.5T_p \leq T_s \leq T_p$
$1.5\text{mm} \leq T_p < 5\text{mm}$	$0.5T_p \leq T_s \leq 10\text{mm}$
$5\text{mm} \leq T_p < 76\text{mm}$	$0.5T_p \leq T_s$
$76\text{mm} \leq T_p \leq 200\text{mm}$	$38\text{mm} \leq T_s$
$200\text{mm} < T_p$	$0.75T_p \leq T_s$

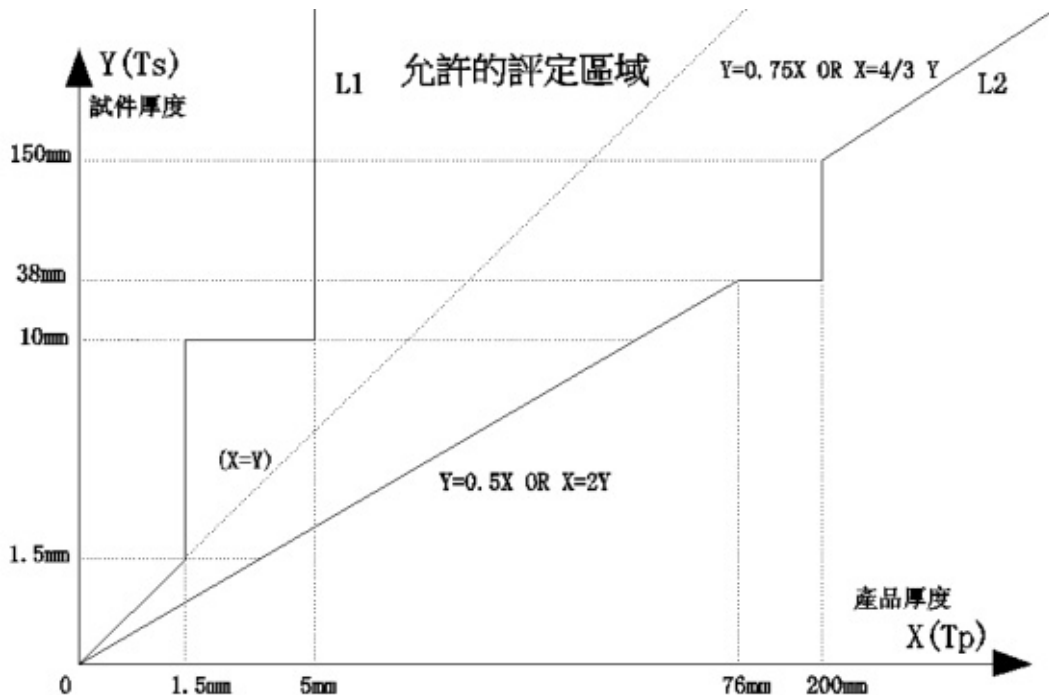


圖 2 QW451.1 的圖示法（僅示意，未完全按比例繪製）

根據 QW403.6 所描述的內容，經過嚴密的邏輯分析可以得到這樣的結論（本文暫不討論有關熱處理對評定的影響）：當產品厚度 T_p 在 6mm-32mm 之間時，要求試件厚度的下限不再是 $0.5T_p$ （即不再是直線 ad），而要求提高試件厚度至曲線 bcd（見圖 4）。QW403.6 並非是試件對產品評定厚度下限的限制，而是產品對試件厚度下限的限制，也可以說是試件對所評定的產品厚度上限的限制，即是對曲線 L2 的限制，而不是對曲線 L1 的限制。（個人認為 ASME 標準在 QW403.6 的描述存在不同語言體系之間理解上的偏差）

QW403.6 真正想表達的含義是：產品有衝擊要求時，當產品厚度大於 6mm 時，允許的最小試件厚度是產品厚度和 16mm 兩者較小者（事實上當產品厚度大於 32mm 時，允許的試件最小厚度已經大於 16mm，這個限制將失去作用），當產品小於 6mm 時，允許的最小試件厚度為 0.5 倍產品厚度（即與無衝擊要求相同，仍然是 L2 曲線），當產品大於等於 32mm 以後，允許的最小試件厚度仍然與無衝擊要求相同（即仍然是 L2 曲線）。

根據圖 3 和圖 4 我們發現無衝擊要求時試件和產品的厚度分別被劃分為 5 個評定區間，有衝擊要求時試件和產品的厚度分別被劃分為 8 個評定區間，從圖 4 中按 8 個區間關係可以得到“從試件厚度的角度規定產品的厚度範圍”和“從產品厚度的角度要求試件的厚度範圍”，見表 3 和表 4。

QW-403.6 The minimum base metal thickness qualified is the thickness of the test coupon T or $\frac{5}{8}$ in. (16 mm), whichever is less. However, where T is less than $\frac{1}{4}$ in. (6 mm), the minimum thickness qualified is $\frac{1}{2}T$. This variable does not apply when a WPS is qualified with a PWHT above the upper transformation temperature or when an austenitic or P-No. 10H material is solution annealed after welding.

圖 3（ASME 第 IX 卷 2010 英文版截圖）

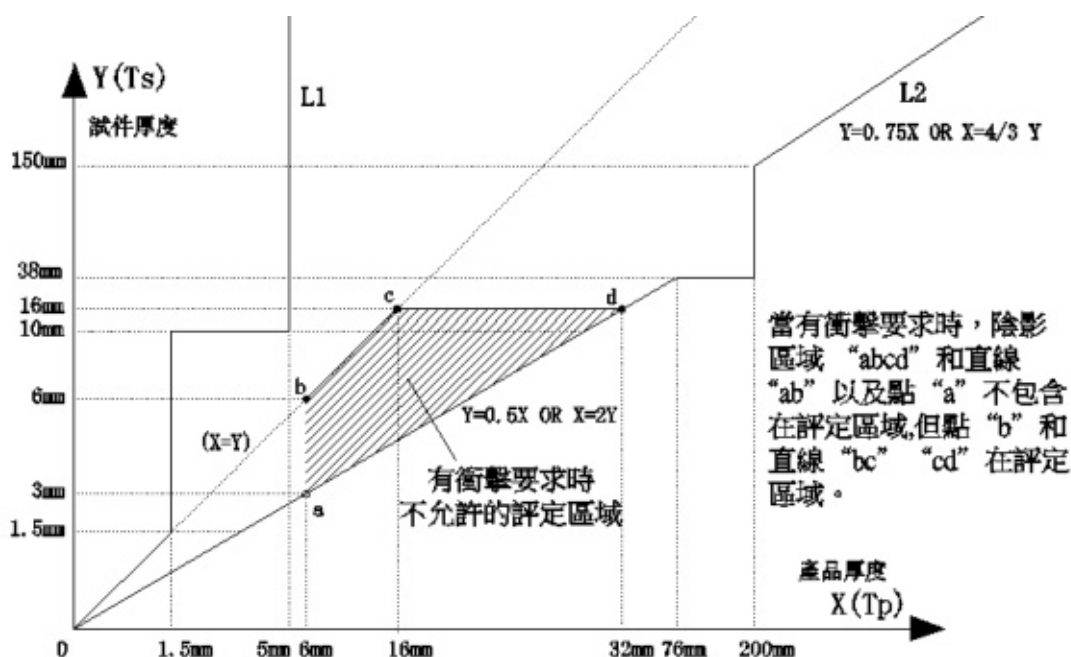


圖 4 QW451.1 + QW403.6 圖示法（僅示意，未完全按比例繪製）

表 3 從試件厚度的角度規定產品的厚度範圍

評定的產品厚度 T_p （無衝擊時）	試件厚度 T_s			評定的產品厚度 T_p （有衝擊時）	
$T_s \leq T_p \leq 2T_s$	$T_s < 1.5$			$T_s \leq T_p \leq 2T_s$	與無衝擊 要求相同
$1.5 \leq T_p \leq 2T_s$	$1.5 \leq T_s \leq 10$	$1.5\text{mm} \leq T_s < 3$		$1.5 \leq T_p \leq 2T_s$	
		$3 \leq T_s < 16$	$3 \leq T_s < 6$	$1.5 \leq T_p < 6$	限制對產品的 向上評定範圍
			$6 \leq T_s \leq 10$	$1.5 \leq T_p \leq T_s$	
$5 \leq T_p \leq 2T_s$	$10 < T_s < 38$	$10 < T_s < 16$	$5 \leq T_p \leq T_s$		
		$16\text{mm} \leq T_s < 38$		$5 \leq T_p \leq 2T_s$	
$5 \leq T_p \leq 200$	$38 \leq T_s \leq 150$			$5 \leq T_p \leq 200$	與無衝擊 要求相同
$5 \leq T_p \leq 1.33T_s$	$150 < T_s$			$5 \leq T_p \leq 1.33T_s$	

表 4 從產品厚度的角度要求試件的厚度範圍

要求的試件厚度 T_s (無衝擊)	產品厚度 T_p		要求的試件厚度 T_s (有衝擊)	
$0.5T_p \leq T_s \leq T_p$	$T_p < 1.5$		$0.5T_p \leq T_s \leq T_p$	與無衝擊 要求相同
$0.5T_p \leq T_s \leq 10$	$1.5 \leq T_p < 5$		$0.5T_p \leq T_s \leq 10$	
$0.5T_p \leq T_s$	$5\text{mm} \leq T_p < 76\text{mm}$	$5 \leq T_p < 6$		$0.5T_p \leq T_s$
		$6 \leq T_p < 32$	$6 \leq T_p < 16$	$T_p \leq T_s$
			$16 \leq T_p < 32$	
		$32 \leq T_p < 76$		$16 \leq T_s$
$38 \leq T_s$	$76 \leq T_p \leq 200$		$0.5T_p \leq T_s$	與無衝擊 要求相同
$0.75T_p \leq T_s$	$200 < T_p$		$38 \leq T_s$	
			$0.75T_p \leq T_s$	

三、整理後的母材厚度評定示意圖

在有衝擊要求時，試件厚度和產品厚度之間的評定關係用 8 個區間關係來表示比較複雜，而用座標圖示法則非常清晰直觀（見圖 5）。假設在產品厚度 $T_p \geq 5\text{mm}$ 以後也存在一條“L1”曲線，該曲線為 $T_s = +\infty$ ，則由曲線 L1 和 L2 “封閉”的區域即為允許的評定區域，有衝擊要求時陰影區域為不可以評定區域（從試件評定產品角度看，可以認為 L2 曲線向下移動，從產品要求試件角度看，可以認為 L2 曲線向上移動）。任意一個產品厚度值和任意一個試件厚度值形成的座標點在允許的評定區域時評定關係才成立。

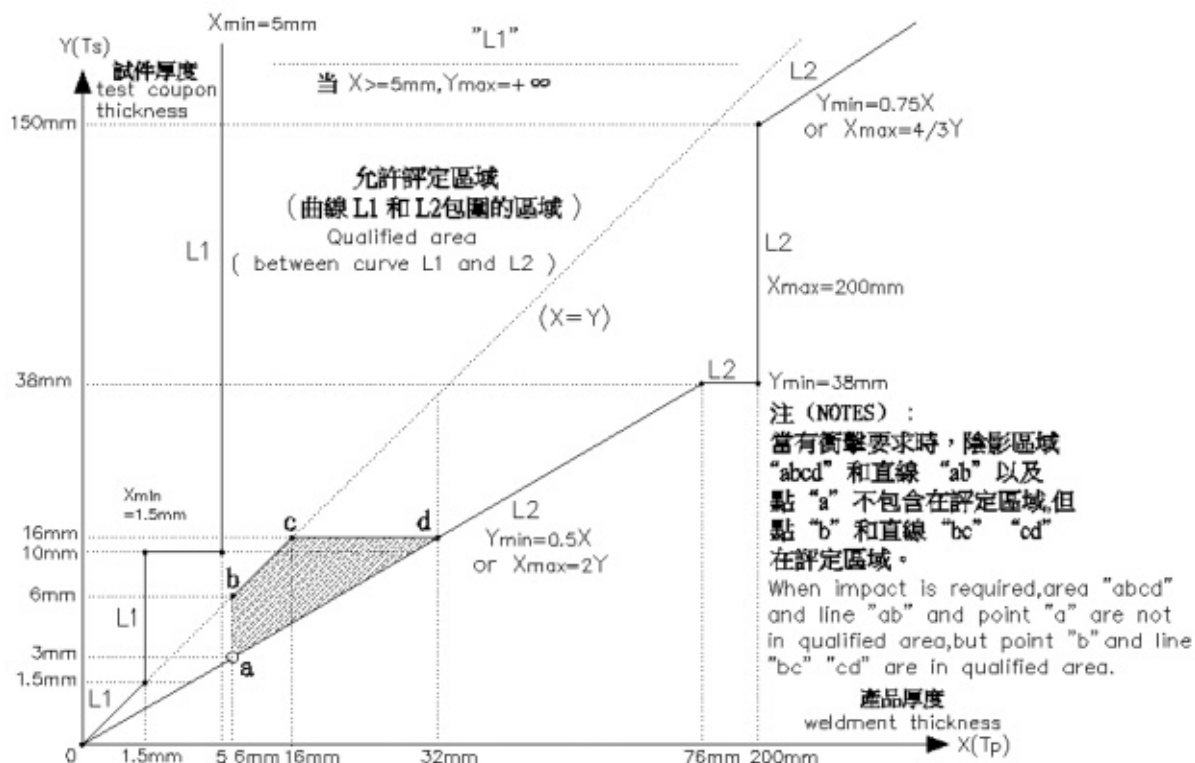


圖 5 母材厚度評定示意圖

四、假設按 QW403.6 的中文翻譯對有衝擊要求時厚度評定的解釋

圖 6 是 QW403.6 的中文翻譯 (ASME 第 IX 卷《焊接和鉛焊評定》2010 中文版截圖)，從這個翻譯結果來看好像是從試件的角度對產品最小評定厚

QW - 403.6 評定的母材最小厚度為試件厚度 T 或 $\frac{5}{16}\text{in.}$ (16mm)，取兩者中較小值。但如試件厚度小於 $\frac{1}{4}\text{in.}$ (6mm)，則評定的最小厚度為 $\frac{1}{2}T$ 。

圖 6

度的限制，按這個翻譯內容同樣可以繪製出試件厚度和產品厚度的評定關係示意圖 (詳見圖 7)。在示意圖中灰色部分為有衝擊要求時不可以評定區域，但是當試件 $T_s < 3\text{mm}$ 以後，評定產品的最小厚度降低了，即有衝擊要求時允許的評定範圍比無衝擊要求時允許的評定範圍增加了三角形 Oab，這違背了基本邏輯關係。

此外在 ASME 英文版中對 QW403.6 的引用如圖 8 所示，在這個引用中很明確地說明 QW403.6 是有衝擊要求時對“最小衝擊值” (T Limits impact) 的規定，所以 QW403.6 應該是從產品角度對試件最小厚度的限制。

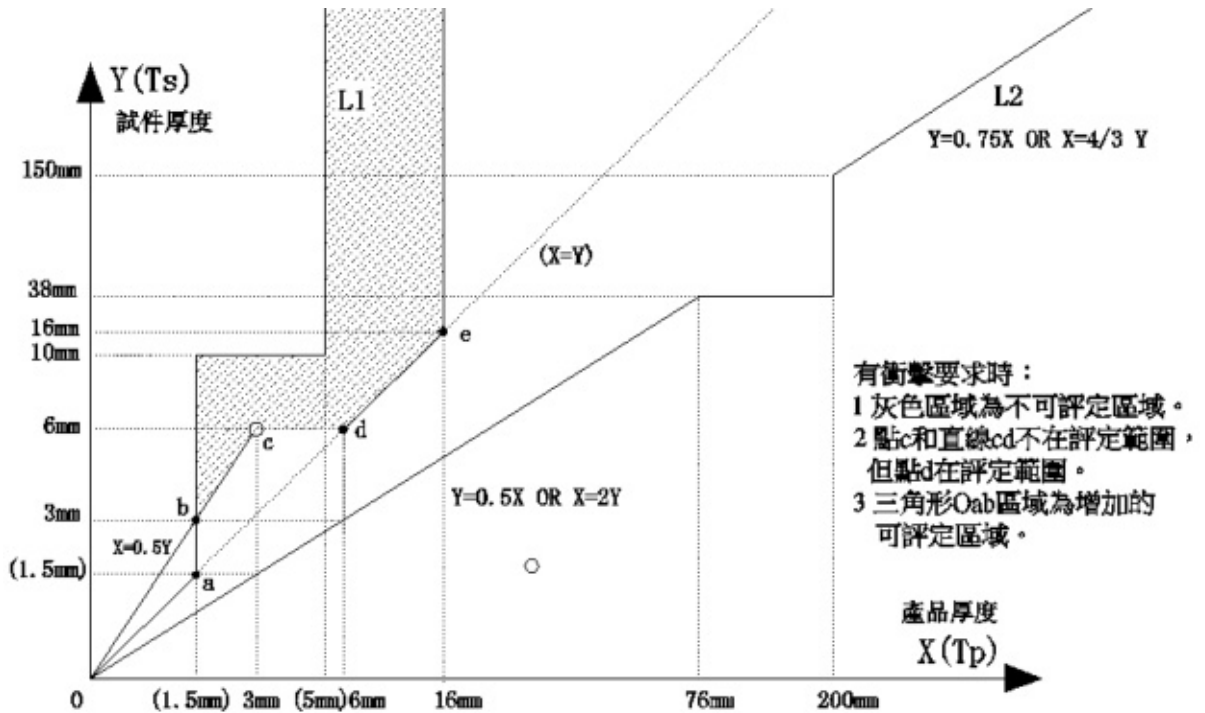


圖 7 按中文翻譯對 QW403.6 的理解

QW-253 WELDING VARIABLES PROCEDURE SPECIFICATIONS (WPS) Shielded Metal-Arc Welding (SMAW)				
QW-403 Base Metals	.5	φ Group Number		X
	.6	7 Limits Impact		X
	.8	φ 7 Qualified	X	
	.9	z Pass > ½ in. (13 mm)	X	
	.11	φ P-No. qualified	X	

圖 8

五、結束語

QW451.1 和 QW403.6 兩條規定的邏輯角度是相反的，前者是以試件評定產品，後者是以產品來要求試件，ASME 標準原文在 QW403.6 條款中的語言描述容易造成非英語體系在翻譯和理解上出現嚴重偏差。本文觀點僅代表個人對 ASME 標準的理解，希望大家共同探討和指正。

六、參考文獻

- [1] ASME 第 IX 卷《焊接和鉛焊評定》（2010 版，英文版/中文版-中國石化出版社）[S]
- [2] NB/T 47014-2011《承壓設備焊接工藝評定》[S]

蒸汽用安全閥之故障案例

福井製作所 長谷川千尋、筱原俊博

黃馨儀 譯

關於蒸汽用安全閥，使用者反應的故障案例之數量近年來有減少趨勢，分析這些故障案例發現，因不適當的設置或使用安全閥而發生故障問題並不在少數。本文中，將以 3 個典型案例為主軸介紹上述之安全閥相關故障問題。

一、前言

安全閥可稱為壓力設備的最終安全裝置，身為安全閥專業製造企業的福井製作所（以下稱本司），從 2001 年開始統整使用者反饋的故障案例，並進行資料分析。包含輸出到海外的商品，自 2001 年開始統計以來，故障案例的總件數有減少趨勢，由統計結果來看，閥座洩漏問題最多，共占總件數的 36%，其中約 30% 之案例是與彈簧型安全閥相關，其他大多與有液壓閥之氣體用安全閥相關，可說是安全閥故障中最常見的案例。

從本司之蒸汽用安全閥中，具代表性的 SJ/SL 型（安全閥入口的安裝部為 JIS 法蘭/ANSI 法蘭）來看，閥座洩漏的故障案例有減少趨勢，而其中還包含約 30% 客戶不當使用安全閥造成故障，需有償處理的客訴案件。

安全閥的閥體及閥座在組裝時，需要注意其軸心跟接觸面間之壓力是平均的，偏離軸心、閥體跟閥座接觸面的不密合會發生閥座洩漏問題。例如，在閥座面上的灰塵等，異物咬蝕產生的物質，都是可想像的。然而，實際上造成洩漏原因有很多。

以下是以 SJ/SL 型所發生閥座洩漏問題為主，介紹安全閥發生故障情形的典型案例。

二、蒸汽用安全閥之故障案例

1. 事例 1：在排氣管增加重量造成安全閥本體變形導致閥座洩漏

＜發生洩漏之安全閥＞

種類：爐筒鍋爐

形式：SL633

設定壓力：69.0 bar（gauge）

入口/出口尺寸（inch）：2.1/2 * K * 6^{注 1}

圖 1 為安全閥出口側配管示意圖，這種故障在以前很常見。冷罐時排氣管跟排水管間有間隙，點檢的鍋爐操作者在排氣管上增加重量時，判斷其重量不會經由排水管轉嫁到安全閥本體。但是，暖爐時排氣管各部分會產生熱膨脹，膨脹後造成原有間隙

消失，排氣管與出口側配管或排水管接觸後，排氣管變形產生的應力會轉嫁到安全閥本體。此排氣管跟排水管的接觸力會導致閥本體變形，造成座面接觸不均而引起洩漏發生，其解決方法是在排氣管跟排水管之間留下足夠間隙。

此故障案例為，在出貨前經本司內部試驗鍋爐進行功能測試後，認定為不會洩漏之良品，但在客戶端裝設後數月發生洩漏問題，因此當時無法及時判斷故障原因，耗費相當多時間才解決問題。

圖 2 為洩漏結果，閥體發生蒸汽鍋蝕問題^{註 2}之示意圖。閥座的接觸面不均引起洩漏發生，剛開始的洩漏量雖然少，但經過數月後發生因蒸汽熱而導致出口配管發熱至人手無法觸摸的狀況。

在日本法令有規定，鍋爐用的安全閥須安裝原廠之安全閥，在鍋爐停止運轉時實施點檢。

2. 事例 2：閥體顫導致閥座洩漏

＜發生洩漏的安全閥＞

種類：爐筒鍋爐

形式：SJ230

設定壓力：216MPa

入口/出口尺寸（mm）：115*Q2*200

圖 3 為防止沸水混入爐筒鍋爐蒸汽設備之沸水防止器（蒸汽分離器）與安全閥裝設位置之關係圖。沸水防止器全長約 6 公尺，可以連接到安全閥的下方。安全閥安裝部位尺寸，即為安全閥入口徑尺寸，不能是造成影響安全閥蒸汽流入量的狹窄區域。

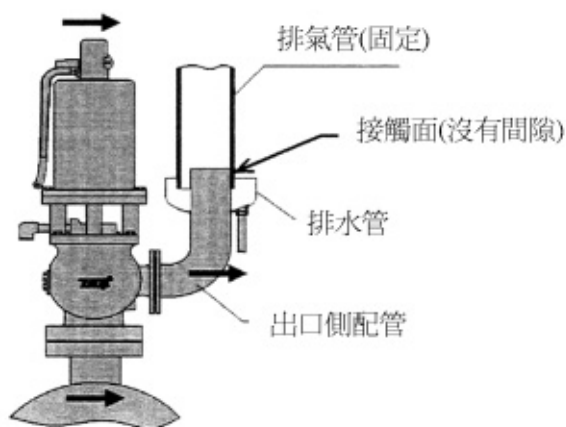


圖 1 出口側配管設置之示意圖

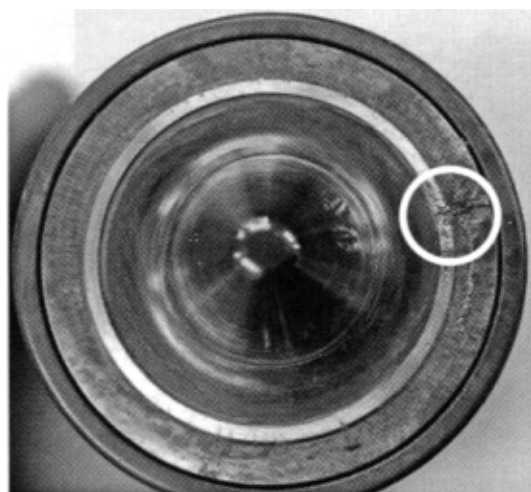


圖 2

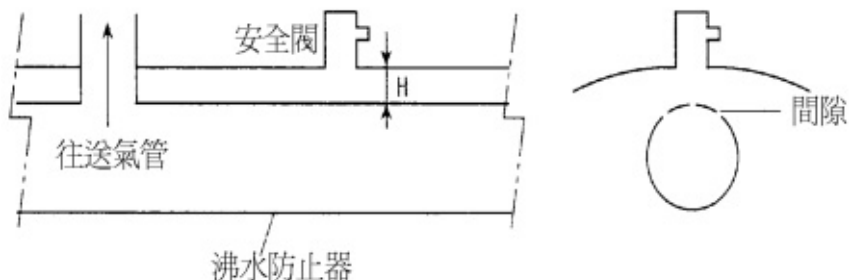


圖 3 沸水防止器與安全閥的設置位置圖

圖 4 為上端設有聯通管^{注3}的圓筒型沸水防止器（全長約 6 公尺）之示意圖，由於裝設位置與安全閥的管台太過接近（如圖 3 之 H 符號所示，距離太短），造成蒸汽流量在不穩定狀態下傳導至安全閥而產生閥體顫動現象。此解決方案為，更換不同彈簧係數的彈簧以防止顫動發生，並確保其所需吹洩量。

圖 5 為與沸水防止器同日地而設置的反射板（導板）示意圖。圖 6 為反射板設置狀況模式圖。使用者反應安全閥有異常吹洩作動的問題，檢點後發現聯結反射板的支架材料熔接部分有破損，導致反射板塞在送氣管入口處，而使安全閥發生顫動，此為安全閥異常吹洩原因。因此重新熔接使其能更牢靠的固定。

3. 案例 3：冷凝水排水不良導致閥內產生鐵鏽咬死固定

＜產生鐵鏽的安全閥＞

種類：排熱回收鍋爐用

形式：SL131

設定壓力：11.0 bar（gauge）

入口/出口尺寸（inch）：4*N*6

安全閥出口側配管在與外界氣體接觸之狀況下，如冷凝水不能適時排出，則容易產生鐵鏽。

圖 7 是水殘留在出口側配管的示意圖。如圖 8 所示，殘留水導致閥內產生鐵鏽。冷凝水的螺塞的塗料直接殘留在閥上，安全閥設置時冷凝水配管無法拆裝。拆解安全閥後發現導管與支架被鐵鏽咬死固定（圖 9a），下部調節輪亦同樣與閥座咬死固定（圖 9b）。



圖 4

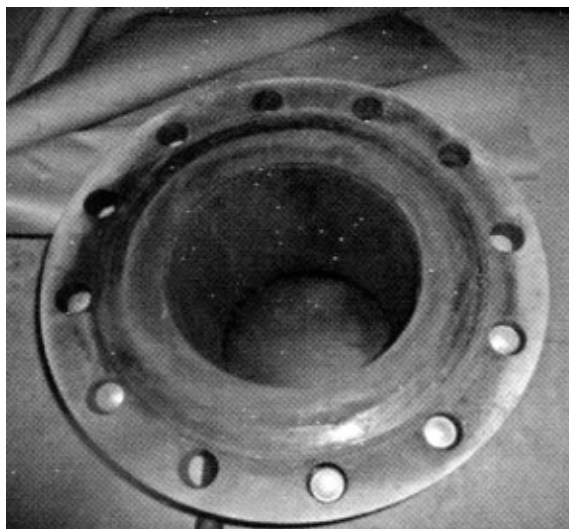


圖 5

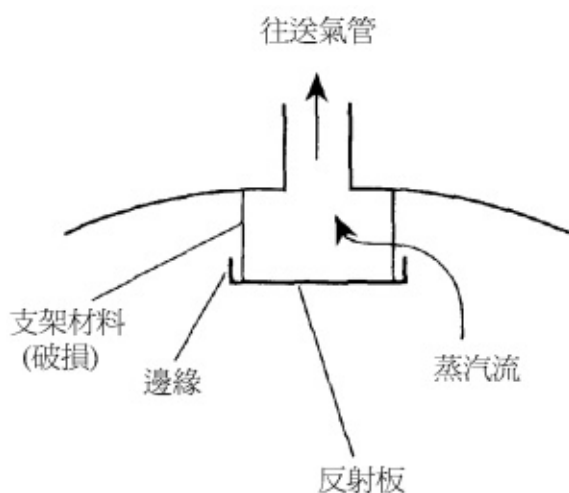


圖 6 反射板的設置狀況

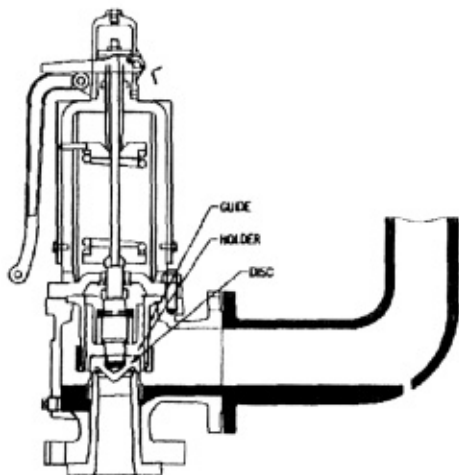


圖 7 在出口配管處的殘留水

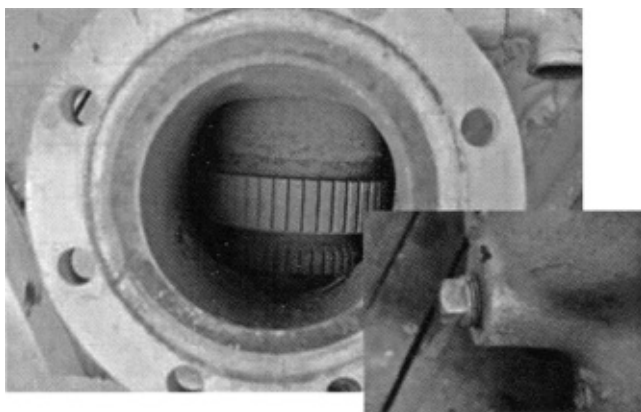


圖 8



圖 9

三、其它原因

導致洩漏之其它原因，如鍋爐運轉壓力與安全閥設定壓力太過接近亦是其一。有些使用者還有“安全閥在達到設定壓力之 99% 前不會洩漏”的錯誤認知。過去，使用者以此錯誤認知使用安全閥，導致閥座洩漏問題的案例很多，但近年來已逐漸減少。

乎然而，近年來為了提高鍋爐運轉效率，可發現許多將運轉壓力設定於近乎上限之趨勢，導致運轉壓力非常接近安全閥設定壓力而產生洩漏問題。相較於一般停止閥，安全閥需要以非常小之面壓力以保持氣密。因此，運轉壓力與設定壓力之壓差建議為 10% 以內，JIS B 8210 等洩漏檢查壓力為設定壓力之 90%。調查洩漏原因得知，亦有將運轉壓力調整為設定壓力 97% 之案例，還有為了增加運轉壓力差，大幅調整洩壓處上部的上限容許值之案件。

就算忽視讀取數值時可能有的些微差異，眾所皆知的是，壓力計雖顯示為 1.0MPa 但也無法斷定壓力為 1.0000MPa。安全閥包含壓力計等工業機器，其作動之不確定性（Uncertainty）是無可避免。安全閥運轉壓力之設定，需考量安全閥及其他機器的不確定性，必須預留一定程度誤差值。因此，本司業務部門目前積極推動對客戶進行運轉壓力相關之教育訓練，讓使用者能夠更深切地瞭解有正確認知。

四、結語

不只 2 章節所舉之例子，本司出貨檢查為全檢，通常正常使用條件下是不會產生洩漏問題，但也並非完全沒發生閥座洩漏故障案例，不過有越來越少趨勢。為此，本司提出了下列防止再發生對策。

- A. 推動公司人員皆能迅速對應客訴狀況及排除故障問題。
- B. 業務部門對客戶進行教育訓練，閥體從原本固定構造變更成閥體與支架可自由調整且有彈性之構造。
- C. 使用三次元測量儀，確認閥體與閥棒先端的接觸面等硬體檢證。

客訴原本是由技術部門提出報告進行對應，變更成與使用者關係較緊密的業務部門進行主導。如此一來有”可快速初期對應，且減少對報告書有異議之部分”等優點。由於商品故障問題會導致使用者不悅，本司以”不易發生問題，創造優良系統”為目標作為行動方針。

本文所闡述之內容，如能做為使用者進行整備及點檢之參考是本司極大的榮幸。

注 1：*間之英文代號及數字是美國石油協會規格 API526 所示記號，代表閥之流通管溝部分之有效面積（有效孔面積）（下列案例 2.3 相同）。

注 2：如高溫蒸汽洩漏，其斷熱膨脹的能量會造成閥座接觸面產生腐蝕，沿著洩漏路徑產生溝蝕這就叫做蒸汽鍋蝕。

注 3：罐內蒸汽通過聯通管進入沸水防止器，流入主蒸汽管接合部

註 4：關於實際值，實際值跟測量值之差被稱為測量的“誤差”，工業測量的物理量不能被稱為實際值。JIS 等已不使用“誤差”這個詞彙，改用“不確定性”來表示測量值的散布比例之定量值。在測定中如有不確定性，針對不同的測定量及測定儀設定其專屬的不確定性。

〔摘自日本鍋爐協會ボイラー研究 391 期〕

磷酸鈉添加量之討論

<本會資料室>

前言

傳統上，一般對於中低壓鍋爐的水處理是以添加化學藥劑控制為主。化學藥劑包括俗稱之清罐劑與脫氧劑；在使用回收水的系統中，另需加入復水處理劑用來處理回收水。清罐劑以磷酸鈉為主要成份，其作用是與給水中硬度離子（如鈣、鎂離子）反應，防止硬度成份進入鍋爐中形成水垢；另一主要成分為矽土，它能防止鎂類硬度在爐水中形成水垢；一般對於爐水 pH 及鹼度之調整也包含在清罐劑配方中。

脫氧劑則以亞硫酸鈉為主要成份，目的是去除給水中溶氧，以防止溶氧進入爐水中造成傳熱面點蝕；對於清罐劑與脫氧劑的主要作用，相信一般使用者都有粗略的概念，下一章中有簡敘述，在此就不另做說明 1。

一般鍋爐操作員對於化學藥劑添加量的調整，未能充份的瞭解，以致於多數鍋爐處理效果，遠較預期者差。今特舉化學藥劑中為大家所熟悉的磷酸鈉為例，深入探討在給水水質改變的情況下，添加量如何隨著調整，藉以告知操作員控制給水水質的重要性。

一、總論

表 1 列出經濟部能源委員會編印之“節約能源技術手冊”提供之藥劑添加量。由表 1 所列出之公式，可知化學藥劑的添加量需隨著給水硬度、溶氧量以及進行爐水排放操作時，流失的藥劑量的改變而做調整。一般鍋爐的操作員多以間歇性的底部排放操作為主，此種排放操作將造成爐水中藥劑殘留濃度呈現不穩定狀態。因此，在這種情況下，對於藥劑添加量之討論，遠較連續排放複雜。在此為使讀者易於了解，本文只做連續排放操作下，磷酸鈉添加量的詳細探討。關於鎂硬度的處理和亞硫酸鈉添加量的討論，因與磷酸鈉添加方式相同，讀者諸君可根據同樣原理推算，因限於篇幅，在此就不另做說明。

（一）清罐劑的處理量

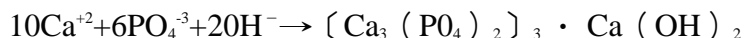
清罐劑成份中磷酸鈉、矽土的添加是為處理給水硬度與維持爐水中磷酸根、矽土最低殘留濃度（稱做餘裕量）。每種清罐劑的配方都有其設定的給水硬度處理範圍。現在若給水的硬度超過該範圍時，現有的清罐劑量是否足以應付呢？我們可經由檢測爐水中磷酸根及矽土的殘留濃度，是否能維持在合理範圍去了解。

表 1

磷酸鈉添加量 Na_3PO_4 : 0.98HF+1.7PB 或 0.98H+0.017Pb		
亞硫酸鈉添加量 Na_2SO_3 : 7.9DF+1.58SB 或 7.9D+0.0158Sb		
代號	單位	定義
B	t/h	鍋爐水的連續排放量
D	ppm	給水中溶解的濃度
F	t/h	給水流量
H	ppm	(as CaCO_3) 給水中的 Ca^{+2} 硬度
P	ppm	某時刻的鍋爐水中之 PO_4^{-3} 濃度
S	ppm	某時刻的鍋爐水中之 SO_3^{-2} 濃度
b	%	鍋爐水的連續排放率 (對給水)

根據 CNS、JIS 的標準，磷酸根在爐水中的殘留濃度應維持在 20~40ppm 之間，矽土量則要維持在小於苛性鹼度的 0.4 倍。所以我們可根據爐水化驗報告中磷酸根與矽土殘留濃度值的大小，去判斷添加量是否足夠處理給水的硬度。

磷酸鈉對於鈣硬度的處理效果較佳，因為磷酸鈉與水中鈣硬度離子反應，形成鹼式磷酸鈣，此為軟化較不易附著的淤渣。其反應式如下：



↙
鹼式磷酸鈣

以磷酸鈉處理鎂硬度時，將生成鹼式磷酸鎂 $\left[\text{Mg}_3 (\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Mg} (\text{OH})_2 \right]$ ，這是一種不良的水垢。由於爐水中通常有足夠的苛性鹼度 (OH^-) 存在，所以爐水中若另有足量的矽土存在，將可避免鹼式磷酸鎂的形成，而另形成鹼式矽酸鎂 $\left[\text{Mg}_3 (\text{SiO}_3)_2 \cdot \text{Mg} (\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \right]$ ，這是一種較柔軟而不附著的淤渣。至於矽土的添加量隨著鎂硬度的變化而改變；當給水硬度無法控制得很穩定時，添加多少亦很難拿捏。鎂硬度離子與矽土之反應式如下：



↙
鹼式矽酸鎂

(二) 脫氧劑的處理量

鍋爐給水中，除了硬度離子若洩漏進入爐水中將形成水垢，對鍋爐造成相當不良影響外；溶氧亦會造成爐內傳熱面的點蝕，嚴重者甚至會使管壁穿透，因此給水中溶氧量的控制亦是相當重要。

脫氧劑的添加即是為去除給水中的溶氧，防止氧進入爐內造成傳熱面的點蝕。脫氧劑的主要成份是亞硫酸鈉，其添加量主要考量，需能處理給水中的溶解氧，並同時

維持爐水中亞硫酸根的餘裕量。根據 JIS 標準，這餘裕量必需維持 10ppm 以上。殘留濃度若太低，將無足夠的濃度與洩漏進入爐水的溶氧反應，使得鍋爐傳熱面可能受到溶氧侵蝕。因此我們可藉由檢驗爐水中亞硫酸根的殘留濃度多少，去判斷添加量是否需調整。

中低壓鍋爐以亞硫酸鈉做防蝕處理時，因未使鍋爐表面鈍化，所以給水的溶氧標準必須控制在 0.03ppm 以下。氧在 25℃ 時溶解度為 9.1ppm，當溫度升至 90℃ 時溶解度只剩 0.87ppm。隨著溫度的改變，水中溶氧量變化相當大，因此當給水溫度不穩定時，應隨時檢測爐水中亞硫酸根的餘裕量是否仍維持在合理範圍，以便調整亞硫酸。

二、磷酸鈉添加量的探討

洩漏進入鍋爐內的硬度可分為鈣、鎂兩種離子。其處理方式，在本文的前言及第一章總論中已有說明，現僅就磷酸鈉處理鈣硬度的劑量來做深入的探討。經濟部能源委員會編印之“節約能源技術手冊”已提供藥劑之添加量，我們將根據這公式來討論在不同給水硬度下，磷酸鈉添加量的改變，及安全係數的大小。

為了容易討論起見，我們以 10 噸鍋爐為例，穩定在 70 % 負載，使用連續排放操作，並使爐水導電度控制在 4,000 μ S/cm 以下，為方便讀者閱讀，將操作此條件列於表 2。根據 JIS 鍋爐給水硬度的標準，應控制在 1ppm 以內，但多數鍋爐操作者往往無法將給水硬度控制在此嚴格標準內；所以我們來討論在一般狀況下，以軟化水硬度 5ppm 及 30ppm 為例，對磷酸鈉處理鈣硬度的添加量做詳細的討論。本章討論中，未特別指明時，硬度均代表鈣硬度，不再另作聲明。

表 2

鍋爐	10 噸之鍋爐（其操作穩定在 70% 負載，每小時蒸發量約 7 噸）
排放操作	進行穩定連續排放操作，使鍋爐導電度控制在 4,000 μ S/cm 以下
PO ₄ ⁻³ 殘留濃度	依 JIS 標準須控制在 20~40ppm

（一）軟化水硬度控制在 5ppm 以內

軟化水硬度控制在 5ppm 以內時，磷酸鈉的添加量為何？現就下列兩種狀況討論之：

a. 給水全部是軟化水

鍋爐之操作條件見表二：

假設給水硬度為 5ppm 以內/導電度 400 μ S/cm

其每小時連續排放量（B）：

$$B = E / (n - 1) \quad \dots\dots\dots (1)$$

E：鍋爐每小時實際蒸發量

n：爐水濃縮倍數

$$\therefore n = 4000 / 400 = 10 \quad \text{故 } B = E / 9$$

$$F: \text{給水流量} = E + B = 10E/9 \dots\dots\dots (2)$$

磷酸鈉添加量 Na_3PO_4 為 (單位: 克小時)

$$0.98HF + 1.7PB = 0.98 \times 5 \times 10E/9 + 1.7 \times E/9 \quad (\text{在此選擇 } P=20\text{ppm})$$

$$= 49E/9 + 34E/9 = 83E/9 \dots\dots\dots (3)$$

(處理給水硬度之量) (維持爐水 PO_4^{3-} 最低殘留濃度之量) $\dots\dots\dots (4)$

$$\therefore \text{磷酸鈉添加量}: 83 \times 7/9 = 64.6\text{g/hr} \quad (\text{在 } E=7\text{BT 時}) \dots\dots\dots (5)$$

由上述之結果我們可得知 10 噸鍋爐使用 70% 負載 (即每小時蒸發量 7 噸), 其給水導電度 $400\mu\text{S/cm}$ 、硬度能控制在 5ppm 以內, 使用連續排放使爐水導電度控制在 $4000\mu\text{S/cm}$ 以內時, 所需添加磷酸鈉為 64.6g/hr。若以磷酸鈉飽合溶液配置清灌劑 (磷酸鈉在 20°C 之溶解度為 11.1g/L , 參見表 3), 應添加清灌劑飽合溶液 5.8L/hr。

換言之, 10 噸鍋爐在上述標準操作條件下, 每小時添加清灌劑的量為 5.8 公升。各種磷酸鹽的化學性質。

表 3

化學品	分子式	溶解度 (g/l 20°C)	ph (100ppm)
磷酸一鈉	NaH_2PO_4	69.0	5.1
磷酸二鈉	Na_2HPO_4	4.8	8.6
磷酸三鈉	Na_3PO_4	11.1	10.3

維持磷酸根富裕量安全係數之討論

添加清灌劑的劑量, 除了需能處理給水中之硬度外, 同時要能維持爐水中磷酸根的餘裕量, 但一般鍋爐操作員在給水硬度改變時, 並未隨之調整處理劑量或濃度。假定鍋爐仍維持在原來操作狀況下, 現在若給水硬度因某種因素而超過 5ppm 時, 我們並未隨之調整藥劑量, 則所添加的量將優先與給水硬度反應, 無法充份補充因排放爐水而減少的磷酸根濃度。所以在現實環境下, 探討這樣的轉變 (稱為安全係數) 確有必要。以目前的安全係數, 所能處理洩漏的給水硬度最高可達多少 ppm? 茲進一步探討如下:

由式 (3) (4) 之計算, 處理給水硬度的磷酸鈉量和維持爐水 PO_4^{3-} 最低殘留濃度的磷酸鈉量, 二者的比例可知:

$$\begin{aligned} & (\text{處理給水硬度的磷酸鈉量}) : (\text{維持爐水 } \text{PO}_4^{3-} \text{ 最低殘留濃度的磷酸鈉量}) \\ &= (49E/9) : (34E/9) \\ &= 38.11 : 26.44 \div 1.44 : 1 \dots\dots\dots (6) \end{aligned}$$

式 (6) 中比例式之前者係處理給水硬度為 5ppm 的磷酸鈉量, 後者若優先處理超過 5ppm 的硬度, 依此比例推算僅得 3.5ppm 的硬度。

由上述之討論得知, 給水中所添加磷酸鈉的總量 (含上述兩者的總量), 在硬度超過 5ppm 時, 其彈性最高僅達 8.5ppm, 其安全係數只有 3.5ppm。超過 8.5ppm 即無剩餘磷酸鈉可與之反應, 故可知軟化水操作達到標準之重要。且當給水硬度超過 8.5ppm

時，硬度開始洩漏進入爐內，與爐水中的磷酸根反應。經過一段時後，爐水中磷酸根殘留濃度完全與洩漏硬度反應，則洩漏進入爐水中的硬度，將因無多餘之磷酸根可與之作用，而在傳熱表面沉積形成水垢。

b.給水為回收水（70%）和軟化水（30%）之混和

蒸汽熱回收水的利用，目前在蒸汽鍋爐的系統中常可見到。因為在爐水導電度能控制在標準 3 情況下，回收水水質均較一般軟化水佳，且回收水的溫度高，加熱沸騰較快，可節省不少能源。所以接下來我們來討論在使用部份回收水狀況下，添加藥劑量與安全係數的範圍：

鍋爐操作條件同表 2

假設給水為回收水（70%）和軟化水（30%）之混和，若回收水導電度 $20\mu\text{S}/\text{cm}$ ，硬度微量可忽略；軟化水導電度 $400\mu\text{S}/\text{cm}$ ，硬度為 5ppm。則給水水質為：

3 依 JIS 標準爐水導電度應控制在 $4000\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下，溶解固體量（即 TDS）應控制在 2500ppm 以下。

$$\therefore \text{給水硬度} : 0 \times 70\% + 5 \times 30\% = 1.5 \text{ (ppm)}$$

$$\text{給水導電度} : 20 \times 70\% + 400 \times 30\% = 134 \text{ (}\mu\text{S}/\text{cm})$$

其每小時連續排放量（B）：

$$B = E / (n - 1) \quad E : \text{鍋爐每小時蒸發量}$$

$$n = 4000 / 134 = 30 \quad n : \text{濃縮倍數}$$

$$\text{故 } B = E / 29$$

磷酸鈉添加量 Na_3PO_4 （單位：克/小時）

$$0.98\text{HF} + 1.7\text{PB} \quad (F : \text{給水流量} = E + B = 10E/9)$$

$$= 0.98 \times 1.5 \times 30E/29 + 1.7 \times 20 \times E/29$$

$$= 44.1E/29 + 34E/29 = 78.1E/9 \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$(\text{處理給水硬度之量}) (\text{維持爐水 } \text{PO}_4^{3-} \text{ 最低殘留濃度之量}) \quad \dots (8)$$

$$\therefore \text{磷酸鈉添加量} : 78.1 \times 7/29 = 18.9\text{g/hr} \quad (E = 7\text{BT}) \quad \dots\dots\dots (9)$$

由式（5）（6）的計算結果得知，在鍋爐操作條件不變下，當給水由全部軟化水改換為 30% 軟化水與 70% 回收水時，磷酸鈉添加量由原來 64.6g/hr 減少至 18.9g/hr。若以飽合溶液計算，清罐劑添加量也由 5.8L/hr 減少至 1.7L/hr，減少約 70% 的藥劑用量，由此可了解回收水所佔的比例越大所節省藥量越多。

安全係數之討論

在爐水導電度能控制在標準狀況下，回收水水質多不易產生太大變化。所以我們僅討論當軟化水硬度超過標準，造成給水硬度過高時，清罐劑的添加量，仍未隨之增加，同樣僅能處理原先所設定之硬度。現在若給水硬度超過 1.5ppm 時，我們所添加的

量將優先與給水硬度反應，無法充份補充因排放爐水而減少的磷酸根濃度。在此情況其安全係數進一步探討如下。由式（7）（8）之計算，可知處理給水硬度的磷酸鈉量和維持爐水 PO_4^{3-} 最低殘留濃度的磷酸鈉量其比例為：

$$\begin{aligned} & (\text{處理給水硬度的磷酸鈉量}) : (\text{維持爐水 } \text{PO}_4^{3-} \text{ 最低殘留濃度的磷酸鈉量}) \\ &= (44.1\text{E}/29) : (34\text{E}/29) \\ &= 10.64 : 8.20 \div 1.3 : 1 \quad \dots\dots\dots (10) \end{aligned}$$

式（10）中比例之前者係處理給水硬度為 1.5ppm 的磷酸鈉量，後者若優先處理超過 1.5ppm 的硬度，依此比例持算所能處理的硬度僅得 1.2ppm。

由上述之討論得知，在給水中所添加磷酸鈉總量約可處理給水硬度至 2.7ppm。其安全係數只有 1.2ppm，超過即無法處理，與 a 之結果比較安全係數由 3.5ppm 減少 1.2ppm，安全係數減少很多，相對軟化水水質控制在標準內更顯得重要。

（二）當軟化水硬度控制在 30ppm 以內

軟化水硬度控制在 30ppm 以內時，磷酸鈉的添加量為何？仍就下列兩種狀況分別討論之：

a. 給水全部是軟化水

鍋爐操作條件表 2

假設給水為軟水硬度為 30ppm，導電度 $400\mu\text{S}/\text{cm}$

磷酸鈉添加量 Na_3PO_4 （單位：克/小時）

$0.98\text{HF} + 1.7\text{PB}$ （F：給水流量 = $\text{E} + \text{B} = 10\text{E}/9$ ）

$$\begin{aligned} &= 0.98 \times 30 \times 10\text{E}/9 + 1.7 \times 20 \times \text{E}/9 \\ &= 294\text{E}/9 + 34\text{E}/9 = 328\text{E}/9 \quad \dots\dots\dots (11) \end{aligned}$$

$$(\text{處理給水硬度}) : (\text{維持爐水 } \text{PO}_4^{3-} \text{ 最低殘留濃度}) \quad \dots\dots\dots (12)$$

$$\therefore \text{磷酸鈉添加量} : 328 \times 7/9 = 255.1\text{g}/\text{hr} \quad (\text{E} = 7\text{BT}) \quad \dots\dots\dots (13)$$

由上述計算結果我們可得知 10 噸鍋爐在相同操作條件下，當給水硬度提高至 30ppm 時，所需添加磷酸鈉劑為 255.1g/hr；換算為磷酸鈉飽合溶液之清灌劑，則添加量為 23.1L/hr。

即 10 噸鍋爐在操作條件不變下，給水硬度若為 30ppm 時，則應添加清灌劑的在給水硬度提高為 30ppm 時，清灌劑的添加量增加為 23L/hr。此添加量與給水硬 5ppm 所需的添加量 5.8L/hr 相比較，增加為四倍，造成處理成本增加。衡量軟水操作和清灌劑的成本，二者之中顯然做好軟水操作，將較為有利。讀者諸君不可不知！

安全係數之討論

回頭討論當給水硬度超過 30ppm 時，與一 a 及 b 兩小節相同的討論，安全係數是

否增加？目前清罐劑添加量的安全係數，最高能處理洩漏的硬度達多少 ppm？

由式 (11) (12) 之計算，處理給水硬度的磷酸鈉量和維持爐水 PO_4^{3-} 最低殘留濃度的磷酸鈉量，二者的比例可知：

$$\begin{aligned} & (\text{處理給水硬度的磷酸鈉量}) : (\text{維持爐水 } \text{PO}_4^{3-} \text{ 最低殘留濃度的磷酸鈉量}) \\ &= (294\text{E}/9) : (34\text{E}/9) \\ &= 228.67 : 26.44 \div 8.6 : 1 \quad \dots\dots\dots (14) \end{aligned}$$

式 (14) 中，前者添加量 228.67L/hr，可處理給水硬度 30ppm，依此比例推算，得後者安全係數為 3.5ppm。

由上述之討論得知，給水中所添加磷酸鈉的總量，在給水硬度超過 30ppm 時，約可處理給水硬度其彈性至 33.5ppm。安全係數只有 3.5ppm，超過即無法處理，故可知軟化水操作達到標準之重要。且當給水硬度超過 33.5ppm 時，硬度開始洩漏進入爐內，與爐水中磷酸根反應，一旦爐水中磷酸根殘留濃度消耗淨盡，則洩漏進入爐水中的硬度，將因無多餘之磷酸根與之作用，而沈積於傳熱表面形成水垢。

b. 給水為回收水 (70%) 和軟化水 (30%) 之混和

操作條件見表 2

假設給水為回收水 (70%) 和軟化水 (30%) 之混和，且回收水導電度 $20\mu\text{S}/\text{cm}$ ，硬度微量可忽略，而軟化水硬度為 30ppm，導電度 $400\mu\text{S}/\text{cm}$ ，則給水水質為：

$$\text{給水硬度} : 0 \times 70\% + 30 \times 30\% = 9 \text{ (ppm)}$$

$$\text{給水導電度} : 20 \times 70\% + 400 \times 30\% = 134 \text{ (}\mu\text{S}/\text{cm})$$

其每小時連續排放量 (B)：

$$B = E / (n - 1) \quad E : \text{鍋爐每小時蒸發量}$$

$$n = 4000 / 134 = 30 \quad n : \text{濃縮倍數}$$

$$\text{故 } B = E / 29$$

磷酸鈉加量 Na_3PO_4 (單位：克/小時)

$$0.98\text{HF} + 1.7\text{PB} \text{ (F : 給水流量} = E + B = 10\text{E}/9)$$

$$= 0.98 \times 9 \times 30\text{E}/29 + 1.7 \times 20 \times \text{E}/29$$

$$= 294.6\text{E}/29 + 34\text{E}/9 = 298.6\text{E}/9 \quad \dots\dots\dots (15)$$

$$(\text{處理給水硬度之量}) : (\text{維持爐水 } \text{PO}_4^{3-} \text{ 最低殘留濃度之量}) \quad \dots (16)$$

$$\therefore \text{磷酸鈉添加量} : 298.6 \times 7/29 = 72.1\text{g}/\text{hr} \text{ (E=7BT)} \quad \dots\dots\dots (17)$$

由式 (12) (11) 的計算結果得知，在鍋爐操作條件不變下，當給水由全部軟化水改換為 30% 軟化水與 70% 回收水時，磷酸鈉添加量由原來的 255.1g/hr 減少至 72.1g/hr。若以飽合溶液的清罐劑計算，添加量將由 23L/hr 減少至 6.5L/hr。由此可了解回收水所佔的比例越大所減少藥量越多。

安全係數之討論

在爐水導電度能控制在標準狀況下，回收水水質多不易產生太大變化。所以我們來討論當軟化水硬度超過原處理劑量的標準，造成給水硬度提高時，依現有之添加量能否完全處理？其安全係數如何？

由式（15）（16）之計算，可知處理給水硬度的磷酸鈉量和維持爐水磷酸鈉量和維持爐水磷酸根最低殘留濃度的磷酸鈉量的比例：

$$\begin{aligned} & (\text{處理給水硬度的磷酸鈉量}) : (\text{維持爐水 } \text{PO}_4^{3-} \text{ 最低殘留濃度的磷酸鈉量}) \\ & = (264.6\text{E}/29) : (34\text{E}/29) \\ & = 63.87 : 8.20 \div 7.8 : 1 \quad \dots\dots\dots (18) \end{aligned}$$

由上述之討論得知，在給水中所添加的磷酸鈉總量，約可處理給水硬度至10.2ppm。較之原硬度9ppm，其安全係數只有1.2ppm，超過時仍無法在進入鍋爐前處理，一旦硬度開始洩漏進入爐內，與爐水中磷酸根反應，很快的爐水中殘留濃度反應完，則洩漏進入爐水中的硬度，也將因無多餘之磷酸根與之作用，而沉積於傳熱表面形成水垢。

（三）當給水硬度不穩定時

這是最糟糕的情況。不單是磷酸鈉添加量無法預測及判斷，爐水的變化亦無法掌握。既然連簡單易懂的軟水操作都無法管理好，複雜而不易瞭解的化學藥劑操作當然更難做好。造成鍋爐處理不當的結果，自然成為預料中的事。

（四）結論

由上述之討論可知，一般鍋爐使用者應隨時檢查軟化水的硬度，並隨時調整藥劑添加量；否則軟化水硬度一旦超過藥劑添加量所能處理範圍時，將使硬度洩漏進入爐水中，形成水垢的機會將大大增加。回收水水質較一般軟化水佳，可減少藥劑的添加量，但相對安全係數小了很多，若與軟化水混合使用，則軟化水的製造更要注意檢查，控制在標準以內。

「即測即評及發証」，
輕鬆考照現場取証

水污染防治費收費辦法

修正日期 民國 104 年 12 月 31 日

第 1 條 本辦法依水污染防治法（以下簡稱本法）第十一條第四項規定訂定之。

第 2 條 本辦法專用名詞，定義如下：

一、費率：依收費對象，區分為下列三類：

（一）指事業及污水下水道系統每單位污染物重量之收費金額。

（二）指使用自來水家戶每單位污水量之收費金額。

（三）指未使用自來水家戶每戶每年之收費金額。

二、家戶：指非屬事業或污水下水道系統之污水排放者。

第 3 條 中央主管機關得依下列規定委託或委辦水污染防治費徵收相關事宜：

一、委辦直轄市、縣（市）主管機關或委託專業機構執行事業及污水下水道系統水污染防治費之收取、通知、審查、查核、核定、查帳、清查收費對象、催繳、處分、行政執行及其他有關事宜。

二、委託自來水供水機構徵收使用自來水家戶之水污染防治費。

三、委辦直轄市、縣（市）主管機關或鄉（鎮、市）公所徵收未使用自來水家戶之水污染防治費。

第 4 條 水污染防治費之徵收對象，依開徵年度分別規定如下：

一、開徵第一年：

（一）畜牧業以外之事業。

（二）工業區專用污水下水道系統（含石油化學專業區、科學園區、農業生物技術園區及其他工業區等）。

二、開徵第三年：畜牧業。

三、開徵第四年：

（一）公共污水下水道系統。

（二）其他指定地區或場所專用污水下水道系統。

（三）社區專用污水下水道系統。

（四）家戶。

前項第一款第一目及第二款徵收對象之員工，其生活污水與作業廢水及洩放廢水分開處理排放，或合流收集處理排放，且裝設累計型流量計測設施，得以區分員工生活污水水量者，其員工生活污水之水污染防治費自開徵第四年起徵收。

第 5 條 水污染防治費之費額，依下列方式計算：

一、事業及污水下水道系統：費額＝ $\Sigma[(\text{費率} \times \text{排放水質}) i \times \text{排放水量}]$ 。

(一) i ：指第六條第一項所定各徵收項目。

(二) 排放水質：指依第十一條規定計算之排放濃度。

(三) 排放水量：指依第十二條規定計算之水量。

二、家戶：

(一) 使用自來水者：費額＝自來水用水量 $\times 0.8 \times$ 費率。

1. 自來水用水量：指自來水供水機構向家戶收取自來水費之用水量。

2. 0.8 ：指用水量與污水量之轉換係數。

(二) 未使用自來水者：費額＝每戶每年之收費金額。

第 6 條 事業及污水下水道系統水污染防治費之徵收項目如下：

一、化學需氧量。

二、懸浮固體。

三、鉛、鎳、銅、總汞、鎘、總鉻、砷、氰化物等項目。

四、其他經中央主管機關指定公告之項目。

事業及污水下水道系統所排放之廢（污）水，不含前項第三款徵收項目者，得檢具製程及廢（污）水處理程序中，不使用且不產出該等項目之證明文件，或排放廢（污）水含該等項目小於放流水標準最大限值百分之十之水質檢測報告，經直轄市、縣（市）主管機關認定後，向中央主管機關申請免繳納該項目當期之水污染防治費，並自下一期起得免再申報該項目。

水污染防治許可證（文件）未登載第一項第三款徵收項目者，得免檢具前項規定文件，逕行申請免繳納該項目之水污染防治費。

第 7 條 水污染防治費之費率，經本法第十一條第七項規定之費率審議委員會審議後，訂定如附表。

徵收對象	徵收項目	費率（元/公斤）
一、事業。 二、工業區專用污水下水道系統（含石油化學專業區、科學園區、農業生物技術園區及其他工業區等）。	化學需氧量（COD）	12.5
	懸浮固體（SS）	0.62
	鉛	625
	鎳	625
	銅	625
	總汞	31,250
	鎘	6,250
	總鉻	1,250
	砷	1,250
	氰化物	6,250

第 8 條 第四條第一項第一款徵收對象，其水污染防治費之費額，除依第五條第一款規定計算外，依下列規定徵收：

- 一、開徵第一年，依費額百分之五十收取。
- 二、開徵第二年，依費額百分之六十收取。
- 三、開徵第三年，依費額百分之七十收取。
- 四、開徵第四年，依費額百分之八十收取。
- 五、開徵第五年，依費額百分之九十收取。
- 六、開徵第六年起，全額收取。

第四條第一項第二款徵收對象，其水污染防治費之費額，除依第五條第一款規定計算外，依下列規定徵收：

- 一、開徵第一年，依費額百分之七十收取。
- 二、開徵第二年，依費額百分之八十收取。
- 三、開徵第三年，依費額百分之九十收取。
- 四、開徵第四年起，全額收取。

第四條第一項第三款徵收對象，其水污染防治費之費額，除依第五條第一款及第二款規定計算外，依下列規定徵收：

- 一、開徵第一年，依費額百分之八十收取。
- 二、開徵第二年，依費額百分之九十收取。
- 三、開徵第三年起，全額收取。

第 9 條 事業及污水下水道系統排放之廢（污）水水質低於放流水標準最大限值者，其費額依下列優惠方式徵收：

- 一、徵收項目排放濃度大於該項目放流水標準最大限值百分之六十，未逾百分之八十者，費額依前條規定百分之八十收取。
- 二、徵收項目排放濃度大於該項目放流水標準最大限值百分之四十，未逾百分之六十者，費額依前條規定百分之六十收取。
- 三、徵收項目排放濃度大於該項目放流水標準最大限值百分之三十，未逾百分之四十者，費額依前條規定百分之四十收取。
- 四、徵收項目排放濃度為該項目放流水標準最大限值百分之十以上，未逾百分之三十者，費額依前條規定百分之十五收取。

第 10 條 事業及污水下水道系統申報水污染防治費，該期有下列情形之一者，其費額不適用前條所定優惠方式：

- 一、廢（污）水未經許可稀釋。
- 二、廢（污）水繞流排放。
- 三、經主管機關認定違反本法所定之情節重大。

- 四、水質、水量資料申報不實。
- 五、未依貯留許可核准事項運作而傾倒或棄置廢（污）水。
- 六、未依本法取得水污染防治許可證（文件）。
- 七、未依規定期限申報繳費。
- 八、申報繳費資料有欠缺或不合規定，經通知限期補正，屆期末補正。

第 11 條 事業及污水下水道系統之排放水質，依下列方式之一計算：

- 一、以該業別放流水標準最大限值百分之九十計算。
- 二、以申報繳費當期之定期檢測申報（以下簡稱定檢申報）最大值或依規定無須定檢申報者得以水質檢測值計算。
- 三、依規定設置水質自動監測設施者，得以申報繳費當期傳輸之自動監測數據計算。
- 四、其他經中央主管機關認可之計算方式。

有前條第一款至第六款情形之一者，該期排放水質依該業別放流水標準最大限值計算。但該業別放流水標準最大限值低於主管機關之查核檢測值時，以主管機關之查核檢測值計算。

有前條第七款、第八款情形之一者，該期排放水質依第一項第一款規定計算。

事業及污水下水道系統同時發生前二項情形者，該期排放水質依第二項規定計算。

第一項第三款水質自動監測數據之計算公式規定如下：

$$\text{排放水質} = \frac{\sum (Ci \times Qi)}{(\sum Qi)}$$

- 一、Ci：各徵收項目每日水質之算術平均值。
- 二、Qi：每日累計排放量。

事業及污水下水道系統依第一項第二款、第三款規定申報之水質，其數值小於主管機關之查核檢測值，達百分之二十以上時，逕以主管機關之查核檢測值計算。但主管機關之查核檢測值大於該業別放流水標準最大限值百分之九十時，依第一項第一款規定計算。

第 12 條 事業及污水下水道系統之排放量，依下列方式之一計算：

- 一、依水污染防治許可證（文件）登記之每日最大量之百分之九十計算。
- 二、以申報繳費當期之定檢申報總水量計算。
- 三、依規定設置水量自動監測設施者，得以申報期間傳輸之自動監測數據累加計算其排放量。
- 四、依規定無須定檢申報者：

(一)依累計型流量計測設施量測之排放水量計算。

(二)畜牧業依當期實際在養頭數產生之廢水量計算，養豬業每頭豬隻以每日廢水產生量二十公升計算。

(三)經直轄市、縣（市）主管機關核准之計測設施或計量方式計算。

五、其他經中央主管機關認可之計算方式。

有第十條第一款至第五款情形之一，且取得水污染防治許可證（文件）者，該期排放水量依其水污染防治許可證（文件）登記之每日最大排放量計算。但水污染防治許可證（文件）登記之每日最大排放量低於主管機關之查核量時，以主管機關之查核量計算。

有第十條第三款且未取得水污染防治許可證（文件）或有第十條第六款情形者，該期排放水量依申報繳費當期前一年全國該業別水污染防治許可證（文件）登記之前百分之五十之每日最大排放量平均值計算。但該每日最大排放量平均值低於主管機關之查核量時，以主管機關之查核量計算。

有第十條第七款、第八款及流量計測設施未定期校正或未能正確計量情形之一者，該期排放水量依第一項第一款規定或畜牧業依向目的事業主管機關登記之規模計算。

事業及污水下水道系統發生前項之情形，同時有第二項情形者，該期排放水量依第二項規定計算；同時有第三項情形者，該期排放水量依第三項規定計算。

累計型流量計測設施校正期間，無法計測之水量，以申報當期流量計測設施設置之日平均水量計算。

事業或污水下水道系統應依實際運作情形申報排放水量，其運作日數未達六個月者，得檢具相關證明文件，經直轄市、縣（市）主管機關認定後扣除該未運作之日數。

第 13 條 事業及污水下水道系統應於每年一月三十一日前，申報繳納前一年七月至十二月之水污染防治費；每年七月三十一日前，申報繳納當年一月至六月之水污染防治費。但應於中華民國一百零四年七月三十一日前申報繳納水污染防治費者，其運作期間為開徵日至六月三十日，其申報繳納期限得延長至十月三十一日止。

事業及污水下水道系統應依中央主管機關規定之格式，填具水污染防治費申報書及繳款單，自行向中央主管機關指定金融機構代收專戶繳納水污染防治費後，將水污染防治費申報書及繳款單掃描檔或照片檔以網路傳輸方式，向中央主管機關申報。但報經中央主管機關同意者，得以書面方式申報。

事業及污水下水道系統因歇業、污染源設備拆除或其他因素致無須繳

納水污染防治費者，當期繳納日數以該期實際運作日數計之，並得於事實發生之日起三十日內，檢具相關證明文件，經直轄市、縣（市）主管機關認定後，向中央主管機關辦理結算及停徵作業。

- 第 14 條 使用自來水家戶之水污染防治費，隨自來水水費徵收，其繳納頻率及期限，依自來水供水機構收費規定辦理。

未使用自來水家戶之水污染防治費，按戶定額徵收；隨一般廢棄物清除處理費徵收者，其繳納頻率及期限，依廢棄物清理法相關規定辦理；無法隨一般廢棄物清除處理費徵收者，其繳納頻率及期限，於中央主管機關委辦直轄市、縣（市）政府或鄉（鎮、市）公所之公告中定之。

- 第 15 條 事業及污水下水道系統因製程及操作條件改變，致水污染防治費徵收項目增加或減少者，應於完成水污染防治許可證（文件）核准變更日起，調整該徵收項目之水污染防治費。

前項水污染防治費費額，依下列方式計算：

費額=Σ[(費率×排放水質_{變更前})i×排放量變更前+(費率×排放水質_{變更後})i×排放量變更後]。

一、i：指第六條第一項所定各徵收項目。

二、排放水質：指依第十一條規定計算之排放濃度。

三、排放量：指依第十二條規定計算之水量。

- 第 16 條 中央主管機關為執行水污染防治費查核作業，得通知事業及污水下水道系統於十五日內提報下列資料：

一、水質採水質檢測值者：

(一)水樣水質檢測報告及計算表。

(二)廢（污）水處理設施操作紀錄。

(三)其他經中央主管機關指定之文件。

二、水量採累計型流量計測設施者，或經直轄市、縣（市）主管機關核准之計測設施或計量方式者：

(一)排放水量量測設施方式及計算表。

(二)水量計測設施之校正紀錄及廢（污）水處理設施操作紀錄。

(三)其他經中央主管機關指定之文件。

三、水質、水量採自動監測設施傳輸數據申報者：

(一)水質相對誤差測試查核紀錄、水質水量自動監測設施校正、維護紀錄及有效監測記錄值百分率紀錄。

(二)水質檢測值計算表、排放水量量測設施方式及計算表。

(三)廢（污）水處理設施操作紀錄。

(四)其他經中央主管機關指定之文件。

第 17 條 事業及污水下水道系統申報繳納之水污染防治費，經審查核算不足者，應依期限補足差額；溢繳者，充作其後應繳納費額之一部分。

第 18 條 事業、污水下水道系統及家戶，有下列情形之一者，免繳納水污染防治費：
一、事業、家戶排放之廢（污）水，全量納入專用或公共污水下水道系統。
二、社區專用污水下水道系統排放之廢（污）水，全量納入公共污水下水道系統。
三、其他經中央主管機關認定者。

前項第一款及第二款未全量納入專用或公共污水下水道系統者，應就其未納入且排放於地面水體之廢（污）水，繳納水污染防治費。全量納入專用或公共污水下水道系統者，由其納入之污水下水道系統繳納水污染防治費。

事業、污水下水道系統排放廢（污）水有下列情形之一者，免繳納該部分廢（污）水之水污染防治費：

- 一、採單獨排放之未接觸冷卻水及逕流廢水。
- 二、經主管機關許可與作業廢水合流排放，且裝設累計型流量計測設施，得以區分未接觸冷卻水及逕流廢水水量。
- 三、受主管機關委託，代為截流處理水體之廢（污）水，且裝設累計型流量計測設施，或經直轄市、縣（市）主管機關核准之計測設施或計量方式，得以區分代處理之水量。
- 四、抽取海水作為污染防治用途，且檢具海水進水水質、放流水水質檢驗報告及其他經指定之證明文件，經中央主管機關認定之海水進流水質之濃度。

第 19 條 事業及污水下水道系統有下列情形之一者，得免繳納水污染防治費：
一、徵收項目之排放濃度，小於放流水標準最大限值百分之十。
二、當期應繳納水污染防治費費額，未達新臺幣五十元。

符合前項之規定者，仍應依第十三條規定申報水污染防治費申報書，並依第十六條規定提報資料。

第 20 條 事業及污水下水道系統因天然災害或其他不可歸責於己之事由，致無法依第十三條規定申報或繳納水污染防治費者，應於其原因消滅後三十日內由申報義務人檢具相關資料報經中央主管機關同意後據以調整申報或繳納期限。

本法第四十四條所稱未於期限內繳納費用，指下列情形之一：

- 一、未依第十三條第一項、第十四條及前項規定期限繳納。

二、未依第十七條規定期限補足差額。

第 21 條 水污染防治費應繳金額及利息之計算取至整數，小數點後無條件捨去。單次計息總額未達新臺幣十元者，免繳利息。

第 22 條 水污染防治費之階段用途如下：

一、開徵第一年至第三年：

- (一)地面水體污染之整治與水質之監測。
- (二)飲用水水源水質保護區水質之改善。
- (三)水污染總量管制區水質之改善。
- (四)廢（污）水處理設施產生之污泥，集中處理設施之建設。
- (五)水污染防治技術之研究發展、引進及策略研發。
- (六)執行收費工作相關必要之支出及所需人員之聘用。
- (七)其他有關水污染防治工作之費用。

二、開徵第四年起，除前款用途外，增加污水處理廠與廢（污）水截流設施之建設、水肥投入站與水肥處理廠之建設及公共污水下水道系統主、次要幹管之建設。

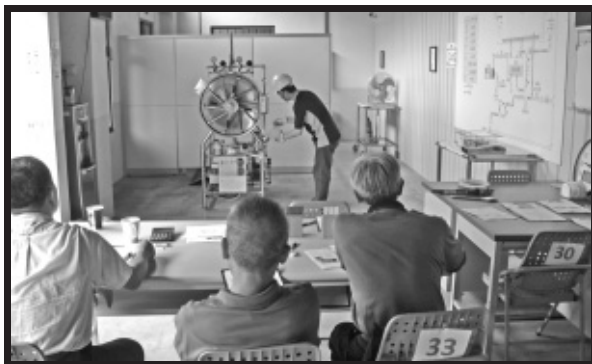
第 23 條 本辦法自中華民國一百零四年五月一日施行。

即測即評及發証

當天考照 現場取証



▲固定式起重機操作



▲第一種壓力容器操作

專業、品質、服務

…… 台灣省鍋爐協會附設職業訓練中心 ……

勞動部職業安全衛生署 函

發文日期：中華民國 104 年 5 月 22 日

發文字號：勞職安 3 字第 1041013800 號

主 旨：有關所詢由東南亞或印度進口，依 ASME 標準製造之危險性設備，其 Data Report 是否須向 NB（National Board）登錄乙案，請參照本部（前行政院勞工委員會）98 年 1 月 14 日勞安 2 字第 0980145039 號函譯（如附件）辦理。

勞動部職業安全衛生署 函

發文日期：中華民國 104 年 10 月 27 日

發文字號：勞職安 3 字第 1040013640 號

主 旨：有關中國大陸進口依 ASME 標準製造之危險設備，請依本部（前行政院勞工委員會）98 年 1 月 14 日勞安 2 字第 0980145039 號函譯（如附件）辦理。

勞動部職業安全衛生署 函

發文日期：中華民國 98 年 1 月 14 日

發文字號：勞安 2 字第 0980145039 號

主 旨：有關外國進口或於國內依合約約定採用 ASME Section I-Rules for construction of power boilers 設計、製造之蒸氣鍋爐，依本會 86 年 12 月 27 日台 86 勞安 2 字第 055419 號函已同意依該標準實施檢查，請 查照。

說 明：

- 一、復貴公司 97 年 12 月 30 日增管字第 0812001 號函。
- 二、本案請依「危險性機械及設備安全檢查規則」第 6 條第 2 項規定：「與該標準相關之材料選用、機械性質、施工方法、施工技術及檢查方式等相關規定，亦應一併採用」辦理。
- 三、本案蒸氣鍋爐如由中國大陸依 ASME 標準製造者，請依 ASME 標準相關規定辦理，包括製造者應被認可註冊，授權檢查員（AI）之檢查結果應登陸，以確保製造及檢查品質。
- 四、查所附本案鍋爐相關資料，其中尚有採用中國大陸 GB 標準者，與 ASME 標準規定不合，請予補正。