



Wu Fung Brand Burner  
**吾豐機電股份有限公司**  
 Wu Fung Electric Machine Co., Ltd.

近年全球能源短缺、燃料成本增加，各行各業設備運轉成本相對大幅提高！吾豐傾全力研發空氣預熱型全系列燃燒機，開發以節能減排為訴求的燃燒系統，至今已有眾多使用實蹟，深受使用者肯定。

工業製程中常有200°C以上的高溫煙囪廢氣排出，一般可在煙囪出口處裝設空氣預熱器，並經熱傳原理，將空氣預熱後提供燃燒機使用，該技術可提升燃燒效率，並可降低煙囪排放溫度，達到節能減排的效果。

一般燃燒系統主要助燃空氣為常溫，若能提昇助燃空氣溫度，燃料可相對地減少、成本上降低許多，對於使用低壓空氣噴霧的燃燒方式且重油品質較為不穩定的地區更有著絕大優勢，亦對企業節能與成本支出有著很大的幫助。

more save more energy  
 High Efficiency Oil Burner

**Industrial burner**  
 for combustion air temperatures

# 電子空/燃比例燃燒控制系統

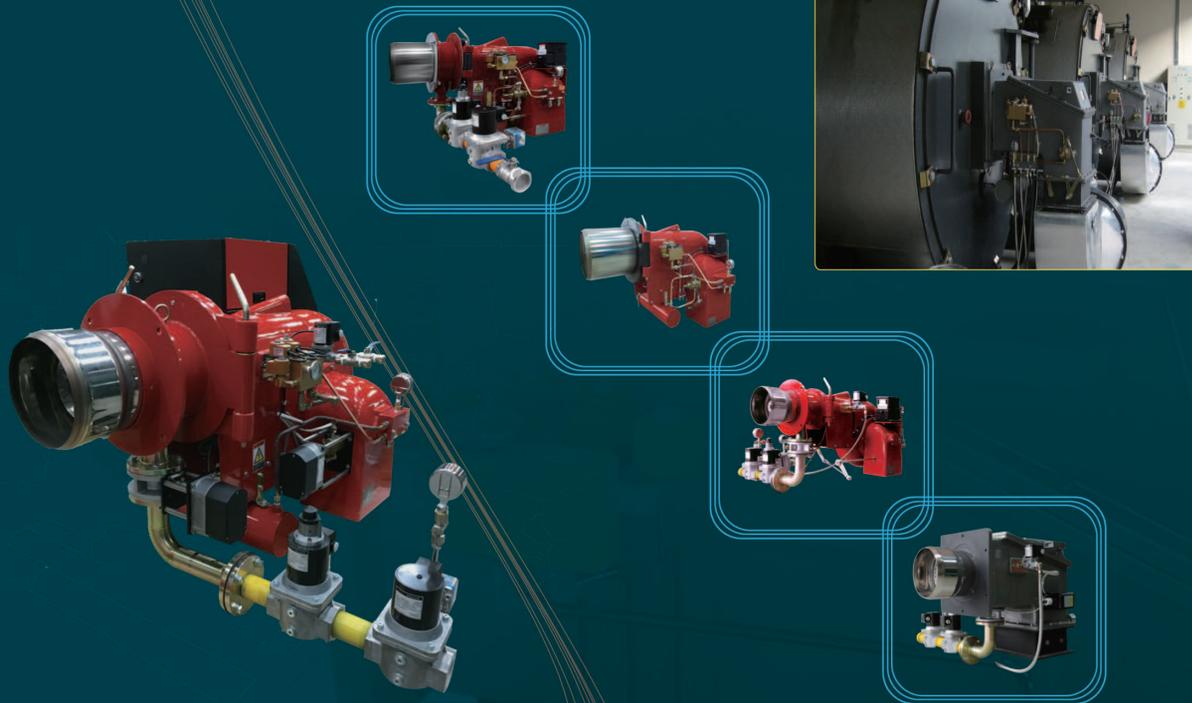
空氣預熱 燃油 燃燒機  
 燃氣 雙燃料

空氣噴霧式 重柴 油燃燒機

高壓噴霧式 重柴 油燃燒機

燃氣燃燒機 雙燃料燃燒機

節能系統設計規劃



吾豐已通過由中國特種設備檢測研究院按以下標準進行的測試 並取得型式試驗合格證書  
 TSG ZB001-2008 燃油/氣燃燒器安全技術規範 TSG ZB002-2008 燃油/氣燃燒器型式試驗規則

台北縣新莊市化成路375巷11號  
 NO. 11, LANE 375, HWA CHENG ROAD, HSIN CHUANG CITY, TAIPEI HSIEN  
 TEL: 886-2-85212056, 85215981, 886-2-85215178 / FAX: 886-2-85225981  
 Web: <http://www.wf-burner.com>  
 E-mail: [wf\\_burner@so-net.net.tw](mailto:wf_burner@so-net.net.tw)

燃燒控制產品專業設計銷售





# 志豪鍋爐

## Zu How Boiler

CNS  
鍋爐及壓力容器  
製造型式認可



志豪官方網站



### 主要營業項目

#### Main Business Items:

- 貫流式蒸汽鍋爐  
Once-Thorough Type Steam Boiler
- 熱水鍋爐  
Hot Water Boiler
- 熱煤鍋爐  
Dowtherm Boiler
- 全自動油炸機  
Auto Deep Fryer
- 雙層鍋  
Jacketed Boiler
- 熱風爐  
Air Heating Furnace
- 熱油鍋爐  
Oil Heating Boiler
- 工程配管、設計  
Construction Piping and Design
- 安裝、維修  
Installation and Maintenance
- 鍋爐水處理設備及藥品  
Boiler Water Treatment and Chemicals

### 志豪工業有限公司

ZU HOW INDUSTRY CO., LTD.

雲林縣虎尾鎮頂溪里崁腳 30 號

zuhow@ms32.hinet.net

+886-5-6223611

+886-5-6223077

www.zuhow.com.tw

#### 泰國工廠 . Rayong

TEL: +66-38650598~600

FAX: +66-38650596~597

#### 越南工廠 . 胡志明市

TEL: +8428-37968078~9

FAX: +8428-37968077

#### 河內分公司 . 河內市福壽縣

TEL: +84-938-144717

FAX: +84-2432047566



貫流式蒸汽鍋爐  
柴油 重油 瓦斯  
Once-Thorough Type  
Steam Boiler  
(Diesel Oil/Heavy Oil/Gas)  
100~3000 kg/hr



熱煤鍋爐  
柴油 重油 瓦斯  
Dowtherm Boiler  
(Diesel Oil/Heavy Oil/Gas)  
150000~2000000 kcal/hr



上燃式熱水鍋爐  
柴油 重油 瓦斯  
Up Burn Type  
Hot Water Boiler  
(Diesel Oil/Heavy Oil/Gas)  
80000~1500000 kcal/hr



下燃式熱水鍋爐  
柴油 瓦斯  
Down Burn Type  
Hot Water Boiler  
(Diesel Oil/Gas)  
60000~260000 kcal/hr



遠端監控蒸汽鍋爐  
柴油 重油 瓦斯  
Steam Boiler  
(Diesel Oil/Heavy Oil/Gas)



瓦斯蒸汽鍋爐  
Gas Steam Boiler  
60~350 kg/hr



電熱式蒸汽鍋爐  
Electric  
Steam Boiler



過濾機 軟水機  
Water Filtering  
Machine Soft Water  
Conditioner



產品應用實績  
Product  
Application

台北 Taipei  
TEL: 02-2268-6566  
FAX: 02-2269-3339

苗栗 Miaoli  
TEL: 037-676-123  
FAX: 037-676-790

台中 Taichung  
TEL: 04-2332-3111  
FAX: 04-2331-1122

嘉義 Chiayi  
TEL: 05-239-1515  
FAX: 05-230-7575

台南 Tainan  
TEL: 06-598-4525  
FAX: 06-598-2425

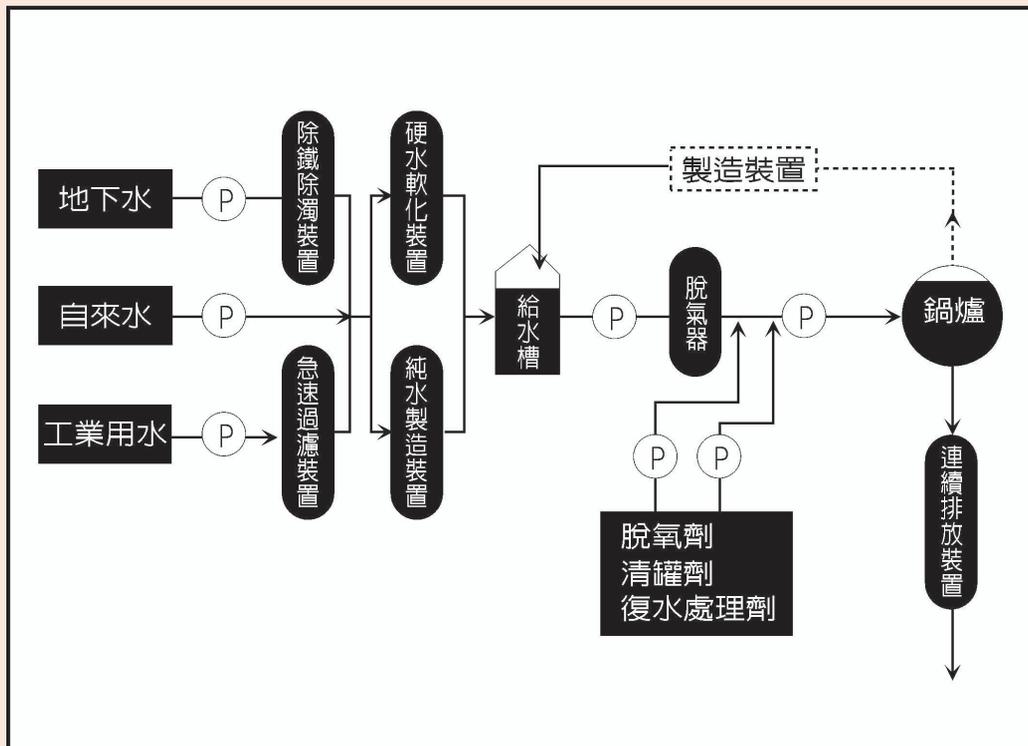
高雄 Ksohsiung  
TEL: 07-375-3111  
FAX: 07-373-9796

台東 Taitung  
TEL: 089-385-168  
FAX: 089-385-169

# 鍋爐水處理 :

鍋爐水處理系統圖

● 藥劑  
● 裝置  
● 儀器



## 藥劑

清罐劑  
脫氧劑  
保罐劑  
分散劑  
防銹劑  
復水處理劑  
複合處理劑  
重油添加劑  
鍋爐除垢劑  
樹脂洗滌劑

## 裝置

除鐵除錳裝置  
硬水軟化裝置  
急速過濾裝置  
純水製造裝置  
連續排放裝置  
自動注藥裝置  
活性炭過濾裝置  
鍋爐洗滌工程  
冷卻水處理裝置

## 儀器

水質監控氣  
P H 計  
導電度計  
光電比色計  
各式化驗儀器

# 鴻羽有限公司



地址：桃園市蘆竹區安中街12巷16號

電話：(03) 222-2528-9

傳真：(03) 222-2527

Email: horng-yeu@yahoo.com.tw

# THOMAS.C.WILSON 氣動式清管機

## 規格與使用說明

- 一、規格 THOMAS 型號 #C-6
- 二、一般使用壓力 4kgf/cm<sup>3</sup> 以上
- 三、一般使用空壓機馬力：3HP 以上
- 四、機體重量：約 4kg (不含配件及塑膠管重)
- 五、適合：一般各種煙管式鍋爐均可使用
- 六、操作簡便：單機一人即可操作



台灣總經銷 **天鴻興業股份有限公司**

地址：新竹市中南街 36 號

TEL : 03-5234050 03-5234388

FAX : 03-5240550

電子信箱：TEM.HONG@MSA.HINET.NET



為保障您工廠與人員生命的安全  
請嚴格的檢查您所使用的安全閥是否有降壓的功能



全國唯一使用壓力容器  
試驗安全閥的專業製造廠  
提供最正確的檢驗技術



唯一能與任何國內外廠牌比較的安全閥專業製造廠

興志五金企業有限公司

地址：桃園市中壢區龍興路 721 號

電話：(03)466-2335~7

傳真：(03)466-2339

E-mail：hc.iyh@msa.hinet.net

# 霖昌鍋爐系列產品



**煙管式蒸汽鍋爐**

HORIZONTAL SMOKE-TUBE BOILER

能量 :1,200-20,000kg/Hr

Capacity

燃料 : 柴油、瓦斯

Fuel: Diesel、Gas



**熱媒鍋爐**

THERMO OIL BOILER

能量 :300,000-10,000,000KCAL/HR

Capacity

燃料 : 柴油、瓦斯

Fuel: Diesel、Gas



**貫流式鍋爐**

Through-Flow Boiler

能量 :200-2,500kg/Hr

Capacity

燃料 : 柴油、瓦斯

Fuel: Diesel、Gas



**電熱熱媒鍋爐**

ELECTRIC THERMAL OIL BOILER

能量 :100,000-1,500,000Kcal/hr

Capacity



**熱交換器**

Heat Exchange

※ 客製化產品

Customized products



**電熱蒸汽鍋爐**

ELECTRIC STEAM BOILER

能量 :100-2000kg/Hr

Capacity

## 霖興機械工業股份有限公司

一廠地址：新北市林口區工九路 14 號  
NO. 14, KUNG CHIU ROAD, LIN KOU INDUSTRIAL DISTRICT, NEW TAIPEI CITY, TAIWAN  
TEL:886-2-26015626-9. 886-2-86012009  
FAX:886-2-26011326. 886-2-2615056  
hppt://www.lc-boiler.com.tw  
E-mail : linsing@ms31.hinet.net  
lc-boiler@lc-boiler.com.tw

二廠：新北市林口區粉寮路二段 281 之 1 號  
NO. 281-1, SEC. 2 FENLIAO ROAD., LIN KOU DISTRICT, NEW TAIPEI CITY, TAIWAN  
慶鋒鍋爐責任有限公司 (越南廠)  
KHANH PHONG BOILER CO., LTD  
隆安省 邊瀝縣 隆協社象葉 1 號 1930KM  
KM1930, AP VOI LA, XA LONG HIEP,  
HUYEN BEN LUC, TINH LONG AN  
TEL:84. 909-508-378

# 危險性機械及設備特刊

CHINESE BOILER ASSOCIATION

發行所 中華鍋爐協會  
台北會址 台北市中山區合江街53號2樓  
電話 (02)2517-9880  
傳真 (02)2517-3484  
代檢組 桃園市桃園區春日路1492號6樓  
電話 (03)316-3395  
傳真 (03)316-2811  
理事長 陳耀宇  
榮譽理事長 李寬信 汪清港 馬小康  
謝明輝  
常務理事 康文杰 李明偉 余建勳  
汪信棟  
理事 黃亮升 詹智宏 張春成  
陳雪萍 邱華聰 黃家慶  
安尚緯 陳壁洪 黃獻平  
周嘉揚  
常務監事 郭清祥  
監事 高文忠 曹雅蘭 蔡奇樺  
周翠蓮  
印刷廠 鴻展彩色印刷  
電話 (02)2218-2337

## 贊助廠商

台灣三浦工業股份有限公司  
大震企業股份有限公司  
吾豐機電廠股份有限公司  
志豪工業有限公司  
鴻羽有限公司  
天鴻興業股份有限公司  
興志五金企業有限公司  
霖興機械工業股份有限公司  
大華高科股份有限公司  
宇球國際興業有限公司  
泳福有限公司  
東庚實業股份有限公司  
利峰機械有限公司  
奧林集團  
崑鼎企業有限公司  
慶輝股份有限公司  
大德機械工程股份有限公司  
莊鼎實業有限公司

# 目錄

## CONTENTS

- ❄ 舊有危險性設備檢測輔導執行成果及後續作法 2
- ❄ 氣體燃料的性質與燃燒(下) 13
- ❄ 108年度危險性機械及設備檢查統計表 27
- ❄ 歐盟營建用升降機檢查及標準(EN12159)概述(下) 29
- ❄ 世界氫能源發展介紹 48
- ❄ 超音波檢測簡介 50

# 老舊危險性設備檢測輔導執行成果及後續作法

魏哲弘、黃新武、周登春

## 壹、前言

自台灣邁入工業時代以來，鍋爐、壓力容器等職業安全衛生法所稱之「危險性設備」就一直是石化業及製造業的生產重心，因其具有高溫、高壓及儲存量大等特性，管理如有疏忽，操作不當或本體強度不堪負荷將引發爆炸，除事業單位自身將造成人員傷亡及財物損失外，其附近一定範圍內皆會遭受某種程度的災害，而危險性設備中，又以第一種壓力容器及高壓氣體特定設備的設置量占大多數(約8成)。依職業安全衛生相關法規，針對第一種壓力容器及高壓氣體特定設備等危險性設備之管理機制，非經勞動檢查機構或代行檢查機構檢查合格不得使用，且在有效期限屆滿時，應定期申請檢查，方得繼續使用，另雇主須僱用合格人員擔任操作者，並實施作業前檢點及每年、每月之自動檢查等。

經勞動部職業安全衛生署(以下簡稱職安署)統計，國內使用達25年以上之危險性設備超過2成，以現行檢查制度，檢查僅能針對當下之結構強度作確認，定期檢查實施方式以結構重點部位之厚度量測為主，至於設備之疲勞、腐蝕等劣化情形，因須進一步以非破壞檢測等方式檢測後進行評估，相關過程將耗費大量時間，或需委託專業機構辦理，而國內近7萬座的危險性設備係仰賴80餘名檢查員實施本體構造及安全裝置性能檢查；前述劣化情形則由雇主自主評估及控制，職安署自105年起規劃辦理「老舊危險性設備檢測計畫」(以下簡稱本計畫)，期能有效瞭解國內經長期使用之設備腐蝕情況及事業單位之控制作為辦理情形。

## 貳、實施方法及成果

本計畫係委由中華民國工業安全衛生協會組成之專業團隊執行，內容包含辦理「老舊危險性設備檢測進廠輔導人員訓練」、「老舊危險性設備檢測說明會」、「老舊危險性設備自動檢查研習訓練」、「老舊危險性設備檢測輔導」及編撰「危險性設備(第一種壓力容器、高壓氣體特定設備)自動檢查參考手冊」等項目，藉由現場檢測及輔導，協助廠商改善老舊危險性設備之缺失、提升人員安全意識，並彙整輔導設備之態樣，瞭解老舊設備之管理現況，以預防職災發生，各工作項目及實際執行情形分述如下：

### 一、老舊危險性設備檢測進廠輔導人員訓練

- (一)訓練目的：使輔導人員瞭解進場輔導內容、相關注意事項及輔導相關表單之填寫方式，使其對於老舊危險性設備檢測輔導及設備剩餘壽命評估能符

合預期，並齊一標準。

- (二)輔導人員資格：由於老舊危險性設備檢測輔導包含「設備結構本體、附屬裝置及附屬品現況確認」、「設備剩餘壽命評估」、「設備潛在危害觀察」、「自動檢查辦理情形建議」及「潛在危害改善說明」等專業項目，故對於輔導人員之能力及相關經驗需特別加以限定，以確認其具備能執行計畫內相關工作事項之能力。

本計畫輔導人員之挑選以符合下列條件之一為原則：

- 1.曾擔任危險性設備檢查工作之勞動檢查員或代行檢查員。
- 2.取得ASME或API 510之授權檢查員(AI)資格，且具有實際檢查經驗者。

- (三)訓練內容：包含「計畫簡介及輔導重點說明(含API 510預測剩餘壽命評估方法)」、「定期與自動檢查基準介紹及檢測儀器介紹」、「輔導技術交流」。

- (四)執行方式：年度進廠輔導前，邀集各輔導人員及計畫相關人員，辦理1場次教育訓練。

## 二、老舊危險性設備檢測說明會

- (一)會議目的：使符合輔導條件之廠商瞭解老舊危險性設備檢測執行方式及需配合事項，同時施以危險性設備相關之安全衛生教育訓練，以提升其安全意識及知識。

- (二)與會人員：以廠內具有使用25年以上且當年度需辦理內部檢查之第一種壓力容器或高壓氣體特定設備的所有人或管理人為主要參加對象。

- (三)辦理地點：每年度於北區、中區及南區各辦理1場次。

- (四)說明會內容：內容包括「危險性設備相關法規說明」、「危險性設備定期檢查常見缺失及相關職業災害預防」及「計畫執行說明及問題討論」。

- (五)辦理方式及情形：

- 1.因本計畫輔導對象為使用25年以上且須辦理內部檢查之第一種壓力容器或高壓氣體特定設備廠商，其名單透過危險性機械及設備代行檢查機構提供後，發送說明會邀請函。
- 2.由於「老舊危險性設備檢測輔導」與危險性機械及設備代檢機構辦理「內部檢查」同時進行，為讓廠商能同時順利接受內部檢查及輔導，故於說明會中進行相關說明。
- 3.為提升事業單位之安全衛生知識，於說明會同時安排危險性設備相關之安全衛生教育宣導。
- 4.105年至107年於北、中、南區共辦理9場次說明會，參加人數總計455人，整體滿意度達九成以上。

## 三、老舊危險性設備自動檢查研習訓練

#### • 4 危險性機械及設備特刊

- (一)訓練目的：105年度輔導後，發現受輔導廠商中未落實自動檢查比例偏高，為強化廠商自主管理能力，以提升設備、附屬品及附屬裝置安全性。
- (二)辦理地點：106、107年度於北區、中區及南區各辦理1場次。
- (三)訓練內容：內容包括「法規介紹、自動檢查要義說明」、「實施範圍及表單範例說明」、「實施方法講解」。
- (四)辦理方式：針對前一年度已接受檢測輔導廠商，且其設備自動檢查有缺失者，或廠內有老舊設備，惟未於輔導檢測名單內，但欲瞭解如何落實自動檢查者，發函邀請該設備之所有人或管理人參加自動檢查研習訓練。
- (五)執行情形：106、107年於北、中、南區辦理6場次研習訓練，並實施課後評量，參加人數總計237人，整體滿意度達九成五以上。

#### 四、老舊危險性設備檢測輔導

##### (一)輔導目的：

- 1. 藉由設備本體結構、附屬裝置與附屬品之現況和潛在危害觀察，提出改善建議，加強設備本質安全。
- 2. 評估受輔導第一種壓力容器或高壓氣體特定設備之剩餘壽命。
- 3. 協助事業單位落實自動檢查，提升設備使用安全。

(二)輔導對象：廠內具有使用25年以上且於當年度需辦理內部檢查之第一種壓力容器或高壓氣體特定設備的事業單位。

(三)辦理方式：本計畫因輔導對象限定於廠內具有使用超過25年，當年度需辦理內部檢查之第一種壓力容器或高壓氣體特定設備的事業單位，且於實施內部檢查時一併進行，並需參考受輔導設備之原始資料及歷年相關檢測資料，故於進廠輔導前須和各危險性機械及設備代檢機構進行協調，以利定期檢查及老舊危險性設備檢測輔導同時進行，輔導之各階段重點說明如下：

##### 1. 輔導前置作業項目：

- (1) 本計畫輔導設備之材質挑選，以易腐蝕之碳鋼為主，並針對前一年度有明顯腐蝕之設備進行追蹤，以瞭解廠商維護或改善之情形。
- (2) 由危險性機械及設備代檢機構提供廠內具有使用超過25年且當年度將辦理內部檢查之第一種壓力容器或高壓氣體特定設備的事業單位名單及排程表，從中選擇設備進行輔導。
- (3) 與負責此設備內部檢查之代行檢查員聯繫，確認進廠時間，並通知事業單位需配合事項。
- (4) 由危險性機械及設備代檢機構協助提供選定輔導設備之「最近一次定期檢查結果報告表」、「竣工檢查結果報告表」或「明細表」及歷年測厚紀錄。

(5) 為確保量測品質之準確性，於輔導前先將量測儀器(超音波測厚儀)送至儀器檢驗專業機構完成校正作業。

## 2. 進廠輔導說明：

(1) 設備本體結構、附屬裝置與附屬品之現況和潛在危害觀察，並針對下列檢測點執行測厚檢查，以便辦理剩餘壽命評估：

A. 過往辦理內部檢查時，代行檢查員實施設備胴體(約3處共12點)及端板(約2處共8點)之測厚檢測點。

B. 過往曾有腐蝕紀錄之部位。

C. 易發生腐蝕之部位。

(2) 輔導人員觀察評估設備之潛在危害，並提供事業單位改善方式，若受輔導設備符合API 510 (2014)之5.5.6定義屬於易發生包覆層下腐蝕CUI (corrosion under insulation)之狀況，將針對設備穿透部分、易積水、接管處和人孔…等敏感區域，進行細部觀察，以確認設備是否有腐蝕現象發生。

(3) 輔導人員由事業單位提供之自動檢查紀錄，及配合現場實際觀察，提供業者實施自動檢查之相關建議。

(4) 如設備本體結構、附屬裝置及附屬品有需檢測但無法辦理之情形時，俟廠商清除相關保護或環境後，再作進廠檢測。

## 3. 輔導報告內容重點如下：

(1) 歷年測厚紀錄彙整

(2) 設備剩餘壽命評估

(3) 自動檢查執行狀況確認

(4) 設備潛在危害觀察建議

## (四)執行重點說明：

針對計畫之「設備壽命評估方式」及「進廠輔導執行方式」說明如下：

### 1. 設備壽命評估方式：

本計畫輔導之第一種壓力容器或高壓氣體特定設備，對於其剩餘壽命(Remaining life, 簡稱RL)評估方式，係參考API 510(2014)之規定設計，其公式為：

$$RL = \frac{\text{最近一次檢測之厚度} - \text{最小允許厚度}}{\text{年腐蝕率}}$$

其中年腐蝕率也參考API 510(2014)之規定，分為長期腐蝕率(The long-term corrosion rate, 簡稱LT)與短期腐蝕率(The short-term corrosion rate, 簡稱ST)，其定義分述如下：

## 6 危險性機械及設備特刊

$$LT = \frac{\text{第一次檢測之厚度} - \text{最近一次之檢測厚度}(\text{mm})}{\text{兩次檢測之間隔}(\text{年})}$$

$$ST = \frac{\text{前次之檢測厚度} - \text{最近一次之檢測厚度}(\text{mm})}{\text{兩次檢測之間隔}(\text{年})}$$

因設備剩餘壽命評估，需針對同一檢測點進行長期監測，方能找出具代表性之腐蝕率，故輔導人員係依過往辦理內部檢查，於各設備胴體及端板之檢測點執行測厚檢測，並藉由歷年測厚紀錄，計算出設備之長期腐蝕率、短期腐蝕率及剩餘壽命，並將取得之過往測厚紀錄彙整成圖表，以利事業單位掌握設備之腐蝕狀況。

### 2. 進廠輔導執行方式：

為協助事業單位掌握設備老舊之風險(如厚度減薄、變形、裂痕等)及提升設備使用安全，本計畫輔導除測厚外，亦針對定期檢查中未含括之項目，全面性地對設備本體結構、附屬裝置及附屬品部分進行觀察，並藉由輔導人員之豐富經驗，檢視各設備容易忽略卻易發生腐蝕劣化之部位，配合判讀事業單位提供之設備相關自動檢查執行紀錄(如配管件、閥及旋塞等)及維護紀錄，觀察現場是否有洩漏痕跡或變形，並輔導事業單位減少潛在危害。

(五)執行情形：本計畫3年來共輔導269座設備(其中105年92座、106年94座、107年83座)，挑選設備皆為使用超過25年以上，平均為32年，使用時間最久者為66年，檢測輔導發現缺失總計有19類共357項，缺失種類彙整摘要如表1，剩餘壽命較短9座名單追蹤情況如表2。

## 五、編撰自動檢查參考手冊

(一)手冊目的：提供業者及相關從業人員做為執行自動檢查時參考使用，並強化勞工作業安全觀念，提升危險性設備(第一種壓力容器、高壓氣體特定設備)之使用安全，進而減少職業災害發生。

(二)執行方式：彙整3年輔導經驗，編撰約100頁含圖文之危險性設備(第一種壓力容器、高壓氣體特定設備)自動檢查參考手冊1冊，並邀請3位外聘專家、1位業界代表召開2次審查會議，手冊內容包括常見缺失(腐蝕態樣)、預防方式、自動檢查辦理方式及檢查重點等。參考手冊提供各檢查機構，作為辦理宣導會之教材或範例。

## 參、相關問題與後續作法

### 一、相關問題

(一)本輔導計畫藉由臨廠訪視評估使用25年以上之第一種壓力容器或高壓氣體

特定設備之結構本體、附屬裝置及附屬品之潛在危害，並配合該設備之原始設計資料及歷年相關檢測數據，推估該設備之剩餘壽命，同時針對業者自動檢查辦理情形提供建議等方式輔導。由於目前危險性設備須定期接受代檢機構檢查(內部或外部)，確保設備之堪用狀況，故輔導發現真正屬於本體之嚴重缺失座數不多，但仍有少數腐蝕較嚴重的情形(包含內、外部)。

- (二)由於現行法令並未規定危險性設備得使用之年限，僅能以定期檢查結果判定設備得否繼續使用，無法強制廠商汰舊換新，如危險性設備使用時間較久，因疲勞、劣化等因素或長久使用過程中造成的損傷，其危害風險都將隨之提高。部分設備由於發生明顯腐蝕，其長、短期剩餘壽命評估結果落差甚鉅，推估可能與設備材質(碳鋼)、內容物(如具腐蝕性或流動性)、廠商操作與使用管理等情形有關，導致短期腐蝕率上升。
- (三)另彙整輔導結果發現，事業單位無自動檢查紀錄或檢查不落實計 83項(30.8%)，無維護保養紀錄計153項(56.8%)，顯示事業單位對於自動檢查規定並不熟悉，導致自動檢查之執行並不確實，亦缺少對設備維護保養之各項紀錄。
- (四)除管理類缺失外，本體外部檢查的保溫層缺失計有23項(佔8.6%)，是第二大類型的缺失，保溫層之不完整雖不具立即危害，但將會加速設備腐蝕，影響使用安全，而此種缺失樣態受保溫材質覆蓋，除非特別巡視否則不容易發現。

## 二、後續作法

- (一)本次輔導發現之現場腐蝕狀況及剩餘壽命的推估數據，除提供事業單位及早作設備汰舊換新之準備或者加強管理之參考資料外，同時可提供勞檢機構及代檢機構進一步列管。3年輔導的設備中，共發現14座老舊設備有明顯均勻腐蝕情況發生，對於有加速腐蝕情況之設備，除代檢機構於定期檢查時持續追蹤管理，亦要求事業單位應隨時觀測設備有無繼續惡化現象，方能有效預防災害發生。
- (二)代檢機構實施定期檢查係依法規項目辦理，針對設備重點部位進行量測，並評估其構造強度是否堪用，惟仍有多種劣化機制需要花費時間或委託專業機構才能實施，尚無法於定期檢查中發現，因此除請事業單位應定期巡視設備狀況外，針對特定設備(如老舊、內容物具腐蝕性)，將加強宣導有關定期委託專業廠商進行檢測之重要性。
- (三)由於保溫層破損會導致CUI之狀況，加速該處之腐蝕速度，應多加預防，如發現保溫層不完整需即早改善。代檢機構實施定期檢查如遇有類似情形，將要求事業單位於下次歲修時一併改善，而破損部位如發現洩漏，則直接判定不合格。

## 8 危險性機械及設備特刊

(四)事業單位落實自動檢查及完善設備維護紀錄對於維持危險性設備的壽命及使用安全性效果顯著，自動檢查及維護保養紀錄等相關內容已納入參考手冊內，未來仍將督促事業單位針對此部分加強辦理，手冊電子檔已置於危險性機械及設備代檢機構網站([https://www.aia.org.tw/site/message/347?tree\\_id=229](https://www.aia.org.tw/site/message/347?tree_id=229))，俾供事業單位作為落實自動檢查及完善維護保養紀錄之參考。

表1 各年度發現檢測輔導缺失種類摘要

序號	輔導項目/ (不符合比例)	缺失種類
1	內部腐蝕(5.2%)	105年 1.槽體底部嚴重點蝕。 2.本體內部已嚴重腐蝕。 3.胴體、端版及管板有不均勻腐蝕。 4.插管附近胴體有嚴重沖蝕現象。 106年 1.不連續處局部腐蝕(點腐)較嚴重。 2.胴體底部洩放管口局部腐蝕較嚴重。 107年 1.因防蝕之銅板內襯已變形，無法有效防止胴體腐蝕，僅能由外部以超音波測厚計量測結果，已有腐蝕現象。 2.內部有腐蝕現象。
2	內部變形(0.3%)	105、106年(未發現此項缺失) 107年-防蝕之銅板內襯已膨出變形。
3	外部腐蝕(1.1%)	105年 1.前端板靠近安全閥裝設管台處，表面有局部腐蝕情形。 2.胴體靠近下部處，因保溫材潮濕而有表面腐蝕情形。 106年-外部腐蝕嚴重，經計算已小於最小必要厚度。 107年(未發現此項缺失)
4	外觀(1.5%)	105年 1.保溫插管部位未有效防止水滲入，胴體外側有腐蝕之虞。 2.焊接支架部位油漆有剝離現象，胴體外側有腐蝕之虞。 106年(未發現此項缺失) 107年-儲槽底側及欄杆平台支撐部位部分脫落，需妥維護。

5	保溫層(8.6%)	<p>105年</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.保溫層破損：             <ol style="list-style-type: none"> <li>(1)保溫層外部破損</li> <li>(2)本體與底座連接處破損</li> </ol> </li> <li>2.保溫層不完整。</li> <li>3.保溫不良。</li> </ol> <p>106年</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.廠商配合拆除部分保溫層，發現有嚴重腐蝕情況。</li> <li>2.部分支架及管線轉彎處有保溫層腐蝕現象。</li> <li>3.保溫層不完整，有潛在腐蝕之虞。</li> </ol> <p>107年</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.保溫不確實有保溫層下腐蝕情形。</li> <li>2.保溫材披覆鐵皮部分已覆蓋洩漏水汽形成之積垢。</li> </ol>
6	安全閥(2.2%)	<p>105年-設定壓力超過設計壓力，事業單位已更換符合規定之安全閥。</p> <p>106年-安全閥閥箱排水孔並未接管排至適當處所。</p> <p>107年-安全閥銘牌上之文字已模糊不清，無法檢視。</p>
7	壓力表(2.6%)	<p>105年</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.壓力表安裝方式不妥，水平安裝建議改為垂直。</li> <li>2.壓力表在無壓力狀況下其指針未能歸零，建議應予修繕。</li> <li>3.壓力表已壞不能歸零，已要求立即更換。</li> </ol> <p>106年-壓力表刻度未歸零。</p> <p>107年-表面破損及表面不清楚。</p>
8	液位計(0.7%)	<p>105年-反射式玻璃板液位計與本體之連通管路熱媒油有汙積阻塞現象。</p> <p>106年</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.未標示內容積90%上限之刻度。</li> <li>2.未標示常用水位之刻度。</li> <li>3.未歸零。</li> </ol> <p>107年</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.液位計指示之液位與實際液位不符(空槽尚存有液位，液位計卻歸零)。</li> <li>2.玻璃液位計生鏽造成模糊，無法正確檢點水位。</li> </ol>
9	溫度計(0.7%)	<p>105年 (未發現此項缺失)</p> <p>106年</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.未標示溫度上限之刻度(如LPG儲槽不可超過40°C)。</li> <li>2.溫度計表面損壞且模糊無法辨識。</li> </ol> <p>107年(未發現此項缺失)</p>
10	自動警報裝置(0.7%)	<p>105年-設備無設置，原紀錄為"正常"，建議劃上"刪除線"或以"無本項之裝置"註記，以落實自動檢查項目。</p> <p>106、107年 (未發現此項缺失)</p>

## 10 危險性機械及設備特刊

11	緊急遮斷閥(1.5%)	105年-設備無設置，原紀錄為"正常"，建議劃上"刪除線"或以"無本項之裝置"註記，以落實自動檢查項目。 106年 1.緊急遮斷閥開閉狀態之標示已模糊不清。 2.壓縮空氣管內積有水分，造成氣壓式緊急遮斷閥未能關至定位。 107年(未發現此項缺失)
12	灑水裝置(高特)(1.5%)	105年-設備實際裝設灑水裝置，但自動檢查表無此項。 106年-灑水裝置作動時，部分灑水管孔阻塞。 107年-水量太小。
13	配管件(5.2%)	105年 1.上端板處之壓力表下方虹吸管有鏽蝕現象，建議應予修繕(油漆或更換為不鏽鋼材質)。 2.管件部分有顯著損傷、變形、腐蝕。 3.部分管及閥件間之保溫材有脫落不完整現象。 106年 1.附屬管件有銹蝕。 2.未於管件上標示其內容物名稱及流動方向。 3.停用管線任其損壞僅以控制閥關閉，應加以盲封。 107年 1.可燃性氣體管線連接法蘭兩端應設跨接線。 2.進出口管有保溫下腐蝕。 3.管側進出口法蘭面腐蝕嚴重。 4.管配件有水蒸汽洩漏情形。 5.蒸汽管件凸緣接合處有洩漏。
14	閥及旋塞(3.7%)	105年 1.底部排放閥開啟後，無法將容器內之積水排出，該閥已故障。 2.閥件有部分損傷、變形、腐蝕。 106年 1.未於閥件上標示其功能名稱、開閉方向及開閉狀態。 2.配管之閥桿軸封洩漏。 3.未標示操作方向，有一旋塞操作把手斷裂。 107年 1.進水管路停止閥閥體有洩漏腐蝕情形。 2.閥開閉把手已損壞。
15	欄杆平台(3.3%)	105年-平台鏽蝕。 106年-平台處有缺口，人員易踏空墜落。 107年 1.開口處的欄杆被拆除，未設防止墜落設施。 2.作業平台腐蝕斷裂。
16	液位控制(1.5%)	105年-設備無設置，原紀錄為"正常"，建議劃上"刪除線"或以"無本項之裝置"註記，以落實自動檢查項目。 106、107年(未發現此項缺失)

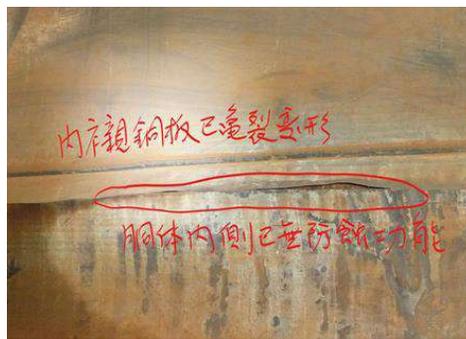
17	壓力控制(1.8%)	105年-設備無設置，原紀錄為"正常"，建議劃上"刪除線"或以"無本項之裝置"註記，以落實自動檢查項目。 106、107年 (未發現此項缺失)
18	自動檢查紀錄(30.8%)	105年 1.未實施自動檢查。 2.無檢查表中所列之項目，未以"刪除線"註記。 3.自動檢查之法規名稱未更新為職業安全衛生管理辦法。 4.表格內容錯誤 5.檢查紀錄不確實： (1)設備未有此檢查項目，紀錄卻打勾。 (2)設備有此檢查項目，紀錄卻無檢查。 106年 1.未實施自動檢查。 2.無檢查表中所列之項目，未以"刪除線"註記。 3.自動檢查之法規名稱未更新為職業安全衛生管理辦法。 4.表格內容錯誤(如應使用高壓氣體特定設備表格，卻使用高壓氣體容器表格) 5.檢查紀錄不確實： (1)設備未有此檢查項目，紀錄卻打勾。 (2)設備有此檢查項目，紀錄卻無檢查。 (3)如外部保溫，根本無法確認是否有腐蝕、變形等狀況,檢查表卻都勾合格。 107年 1.自動檢查紀錄與規定內容不符。 2.引用法規名稱未依現行法規更正。 3.未針對每一設備逐項落實實施定期自動檢查。 4.有每日檢查紀錄，無每月及年度檢查紀錄。 5.自動檢查不確實，安全閥排放管下方無洩水孔，但自動檢查紀錄[安全閥排放管下方洩水孔有無堵塞]該項卻勾正常。
19	維護保養紀錄(56.8%)	105、106、107年-無法提供維修保養紀錄。

表2 剩餘壽命較短之9座設備追蹤情形

編號	行業別	設備名稱	輔導年度	輔導團隊初步追蹤情況
1	水泥製品製造業	臥式養生槽	105年	1.槽體底部嚴重點蝕(深約3.5mm)，另一座(深約3mm)，密集處有危害槽體強度。 2.廠商表示，因業務量縮減，目前很少用，且現場勘查之後，設備底部均保持乾燥，故應可降低腐蝕率。已提醒廠商，後續如使用完時，應盡速以空氣槍吹除槽底水漬。

12 危險性機械及設備特刊

2	化學材料 製造業	臥式液化 二氧化碳儲槽	105年	1.腐蝕嚴重，降壓使用(定檢時)。 2.現場只能看外表，而外層已有保溫材包覆，包覆平整無破損。 3.現場壓力表刻度，已有標示可操作之上限值標線。已提醒廠商，後續厚度如持續減薄，應盡早作汰舊換新之準備。
3	化學材料 製造業	吸附槽	105年	測厚紀錄與之前量測紀錄相比，有減薄現象，且設備原始厚度非常接近必要厚度。現場只能看外表且有保溫層包覆，已提醒後續可利用開放檢查階段進一步做表面防腐蝕處理。
4	化學材料 製造業	臥式液化 二氧化碳儲槽	105年	追蹤情形同編號2。
5	水泥製品 製造業	臥式蒸 煮鍋	105年	追蹤情形同編號1。
6	化學材料 製造業	二氯乙烷 蒸發器	106年	內部腐蝕問題，該座因內表面有沉積物改善較麻煩，廠商將使用到不能用之後再汰舊換新。
7	倉儲業	VCM 球型儲槽	106年	外部腐蝕，檢測厚度已小於最小厚度，原判定不合格，經改善及專家會議討論，目前該座設備已合格。
8	醫療保健 服務業	臥式熱 交換器	107年	內部腐蝕問題，廠商表示為安全起見目前已規劃汰舊換新並著手招標作業。
9	醫療保健 服務業	臥式熱 交換器	107年	內部腐蝕問題，廠商表示為安全起見目前已規劃汰舊換新並著手招標作業。



內襯銅板龜裂



外觀鏽蝕



本體內部鏽蝕



保溫層下腐蝕

圖1 常見缺失圖例

## 氣體燃料的性質與燃燒(下)

陳建志

### 4.3 都市瓦斯(town gas, city gas)

都市瓦斯以前是以煤炭乾餾所得煤氣為主體的家庭用、業務用瓦斯燃料，民國50-60年代，台北市曾有一家工廠在鍊製都市用煤氣，但因煉製時空污嚴重，而政府也開始由國外進口，大台北瓦斯公司成立供給民眾日常生活所需，此工廠也關掉；目前大台北瓦斯公司所供應的隨能源情勢的變化，原料構成有油氣、LPG、天然氣等混合氣或單體瓦斯，其總發熱量分別約3000-11000 $K_{cal}/Nm^3$ ，但為避免熱量太高致空氣不足而燃燒不完全，要保持發熱量穩定於8900  $K_{cal}/Sm^3$ 以下(8500  $K_{cal}/Nm^3$ )也適度加入少量空氣。

表4.11 為一般用都市瓦的組成與性狀

類 別 瓦斯群記號		丁烷·空氣 混合瓦斯	各種瓦斯混合製造瓦斯			天 然 氣	
			6A	6B	6C	12A	13A
成分 瓦斯 含有 量 (vol%)	氫(H <sub>2</sub> )	—	38	45	5	—	—
	一氧化碳(CO)	—	4	3	—	—	—
	甲 烷(CH <sub>4</sub> )	—	28	26	93	88	—
	乙 烯(C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> )	—	—	—	—	—	—
	丙 烯(C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> )	—	6	3	—	12	—
	丙 烷(C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	—	—	—	—	—	—
	丁 烯(C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> )	—	—	—	—	—	—
	丁 烷(C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	24	—	—	1	—	—
	二氧化碳(CO <sub>2</sub> )	—	10	15	1	—	—
	氧(O <sub>2</sub> )	16	2	1	—	—	—
	氮(N <sub>2</sub> )	60	12	7	—	—	—
硫 分	g/Nm <sup>3</sup>	—	0.02以下	0.04以下	—	0.002	
高 發 熱 量	kcal/Nm <sup>3</sup>	7,000	5,000	4,500	9,200	11,000	
低 發 熱 量	kcal/Nm <sup>3</sup>	6,460	4,500	4,050	8,360	9,960	
比 重	空氣=1	1.26	0.62	0.55	0.55	0.65	
理 論 空 氣 量	Nm <sup>3</sup> /Nm <sup>3</sup>	6.67	4.86	4.21	9.29	10.95	
最大燃燒速度	cm/s	37.5	50~70	55~80	—	39	
爆 發 界 限	%	8.6~38.6	5.7~31.6	5.7~31.6	—	4.3~14.5	
理論濕燃燒瓦斯量	Nm <sup>3</sup> /Nm <sup>3</sup>	8.0	5.7	5.0	10.3	12.0	
理論乾燃燒瓦斯量	Nm <sup>3</sup> /Nm <sup>3</sup>	6.8	4.1	3.9	8.3	9.9	

### 4.4 天然氣(natural gas)

天然氣是地下天然產出的可燃性氣體，以甲烷為主成分，另含若干輕質碳化氫，其中，丙烷以上的成分含某種程度以上者在常溫常壓會凝出液體餾

## 14 危險性機械及設備特刊

分，稱為濕性瓦斯(wet gas)。輕質碳化氫少而不凝出液體餾分的瓦斯稱為乾性瓦斯(dry gas)。

高發熱量在乾性瓦斯為9000-9300K<sub>cal</sub>/Nm<sup>3</sup>，濕性瓦斯為10400-12000 K<sub>cal</sub>/Nm<sup>3</sup>。目前台灣中油公司所提供的天然氣分為天然氣1( NG\*1 ) 及天然氣2( NG\*2 ) 等二種。天然氣1( NG\*1 )高熱值為8900 K<sub>cal</sub>/Sm<sup>3</sup> (低熱值為8500 K<sub>cal</sub>/Nm<sup>3</sup>)使用於北部地區，天然氣2( NG\*2 )高熱值為9700 K<sub>cal</sub>/Sm<sup>3</sup> (低熱值為9250 K<sub>cal</sub>/Nm<sup>3</sup>) 使用於南部地區。

把天然氣冷卻，液化成液化天然氣(liquefied natural gas LNG)時，其體積為氣體的1/600左右，有利於輸送、貯藏。隨LNG專用船及貯藏技術的進步，可行大量LNG的遠距離輸送及貯藏。我國目前用專用運輸船由中東或東南亞、印尼等地進口。現有 氣儲槽的港口是高雄永安港及台中港，目前桃園觀音地區也在建設中。

LNG不只為了清潔的石油代用燃料，也是黑碳、氫、甲烷、乙炔、氯化物、甲醇、氫等的化學原料。而由液體再氣化時要吸收熱，所產生的冷能可供冷凍冷藏產業之用。

表4.12 為世界各地天然氣的組成例

產地	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	其他	kcal/Nm <sup>3</sup>
阿爾及利亞, Hassi R' Mel	87.2	8.2	2.4	N <sub>2</sub> =1.2	
法國, Lacq	70.2	3.2	0.9	H <sub>2</sub> S=14.5 CO <sub>2</sub> =9.6	8,360
荷蘭, Groningen	81.8	2.8	0.4	N <sub>2</sub> =14	8,400
義大利, Po	96	1.4	0.7	N <sub>2</sub> =1.8	9,500
班古拉迪修, Rasl dpur	99.6	0.1	—		9,540
澳洲, Gippsland Shelf	92	2	0.5	N <sub>2</sub> =3	9,410
文萊, Ampa LNG	88.8	5.6	3.7		10,800
伊朗, Gach Saran	84	8.8	4.6	CO <sub>2</sub> =2.2	
卡達, Dukhan	73.7	11.5	4	C <sub>4</sub> ~C <sub>6</sub> <sup>+</sup> =2.63 CO <sub>2</sub> =4.63 N <sub>2</sub> =0.17	11,000
蘇聯, Yakutsk 瓦斯井	96	0.5	—	N <sub>2</sub> =3	9,300
美國阿拉斯加, Kenai LNG	99.6	0.1	—	—	9,500
" , Birmingham *	90.0	5.0	—	N <sub>2</sub> =5.0	8,917
" , So. California *	84.0	14.8	—	N <sub>2</sub> =0.5 CO <sub>2</sub> =0.7	9,931
" , 德州 **	71.5	7.0	4.4	N <sub>2</sub> =15.5 C <sub>4</sub> <sup>+</sup> =1.02	
英國, 北海 (BP) **	94.0	3.2	0.6	C <sub>4</sub> ~C <sub>6</sub> <sup>+</sup> =0.4 CO <sub>2</sub> =0.5 N <sub>2</sub> =1.3	10,510***
日本, 新潟 (帝石) **	96.4	2.4	0.4	C <sub>4</sub> ~C <sub>6</sub> <sup>+</sup> =0.4 CO <sub>2</sub> =0.4	

表4.12 為世界各地天然氣的組成例

產地	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	其他	kcal/Nm <sup>3</sup>
阿爾及利亞, Hassi R'Mel	87.2	8.2	2.4	N <sub>2</sub> =1.2	
法國, Lacq	70.2	3.2	0.9	H <sub>2</sub> S=14.5 CO <sub>2</sub> =9.6	8,360
荷蘭, Groningen	81.8	2.8	0.4	N <sub>2</sub> =14	8,400
義大利, Po	96	1.4	0.7	N <sub>2</sub> =1.8	9,500
班古拉迪修, Raslumpur	99.6	0.1	—		9,540
澳洲, Gippsland Shelf	92	2	0.5	N <sub>2</sub> =3	9,410
文萊, Ampa LNG	88.8	5.6	3.7		10,800
伊朗, Gach Saran	84	8.8	4.6	CO <sub>2</sub> =2.2	
卡達, Dukhan	73.7	11.5	4	C <sub>4</sub> ~C <sub>6</sub> <sup>+</sup> =2.63 CO <sub>2</sub> =4.63 N <sub>2</sub> =0.17	11,000
蘇聯, Yakutsk 瓦斯井	96	0.5	—	N <sub>2</sub> =3	9,300
美國阿拉斯加, Kenai LNG	99.6	0.1	—	—	9,500
" , Birmingham *	90.0	5.0	—	N <sub>2</sub> =5.0	8,917
" , So. California *	84.0	14.8	—	N <sub>2</sub> =0.5 CO <sub>2</sub> =0.7	9,931
" , 德州 **	71.5	7.0	4.4	N <sub>2</sub> =15.5 C <sub>4</sub> <sup>+</sup> =1.02	
英國, 北海 (BP) **	94.0	3.2	0.6	C <sub>4</sub> ~C <sub>6</sub> <sup>+</sup> =0.4 CO <sub>2</sub> =0.5 N <sub>2</sub> =1.3	10,510 <sup>***</sup>
日本, 新潟 (帝石) **	96.4	2.4	0.4	C <sub>4</sub> ~C <sub>6</sub> <sup>+</sup> =0.4 CO <sub>2</sub> =0.4	

表4.13 LNG的主要物性

瓦斯比重 (空氣 = 1)	—	0.60 ~ 0.70
沸點	°C	- 161
液體比重 (沸點)	g/l	415
蒸發熱 (沸點)	cal/g	122
高發熱量	kcal / kg	13,270
高發熱量	kcal / Nm <sup>3</sup>	9,520
低發熱量	kcal / Nm <sup>3</sup>	8,550
色相	—	無色透明

#### 4.5油氣(oil gas)

石油系燃料提煉時藉熱分解、氫化分解、接觸分解或部份燃燒等操作，低分子化而得的燃料瓦斯稱為油氣。原料有原油、石油精、燈油、重油、LPG、煉油廠廢氣等。

表4.14 各種製造法的油氣組成例

成分	熱分解瓦斯	接觸分解瓦斯	石油精改質瓦斯	石油精製廢氣	
H <sub>2</sub>	20	48	63	57	
CH <sub>4</sub>	28	16	13	16	
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	2	2	0	15	
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	21	9	0	0	
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0	0	0	8	
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	12	1	0	0	
C <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0	0	0	0	
CO	7	15	3	0	
CO <sub>2</sub>	3	8	21	0	
N <sub>2</sub>	6	1	0	0	
O <sub>2</sub>	1	0	0	0	
發熱量	MJ/Nm <sup>3</sup>	40.6	22.6	13.6	37.7
	kcal/Nm <sup>3</sup>	9,700	5,400	3,250	9,000
對空氣密度 (空氣 = 1)		0.76	0.52	0.47	0.49

油氣常含有CO，用於都市瓦斯時，變換以CH<sub>4</sub>，H<sub>2</sub>為主成分的無臭無毒氣體而供給，但為安全見加入0.02%W的乙硫醇臭劑，以便洩漏時能有所警覺。

#### 4.6 焦碳爐瓦斯(COG)

焦碳爐瓦斯或鍊焦爐瓦斯(coke oven gas, COG)是製造焦炭時，從焦炭爐把煤炭乾餾而得的可燃性氣體，瓦組成是氫55~60%、甲烷25~30%，CO、C<sub>m</sub>H<sub>n</sub>、N<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>。發熱量約4000~5000K<sub>cal</sub>/Nm<sup>3</sup>，比重約空氣的一半。

燃燒的特性：因含氫量多，燃燒速度較快約LPG或天然氣的1.5倍以上，可燃範圍(5~30%)比LPG廣，無色，稍有臭。表4.15為焦碳爐氣體的物性及燃燒特性例。

#### 4.7 高爐瓦斯(BFG)

高爐瓦斯(blast furnace gas)稱為熔礦爐瓦斯，或單稱B瓦斯，製鋼廠高爐(熔礦爐)從鐵礦石製造生鐵時，熔生鐵1噸發生約1500Nm<sup>3</sup>，從爐頂排出。可燃成分的主體為20%的CO，另含若干H<sub>2</sub>，比重稍大於空氣，發熱量只800K<sub>cal</sub>/Nm<sup>3</sup>以下，又稱貧瓦斯(poor gas)。很少只以此為燃料，常混合其他高熱量瓦斯或副生瓦斯，當成混合瓦斯(M瓦斯)的主成分。表4.15為BFG的物性與燃燒特性，BFG含很多CO，使用時需注意預防中毒。

#### 4.8 轉爐瓦斯(LDG)

LD法(純氧轉爐法)是依據1946年Dr.R.Durrer 所研究。轉爐瓦斯是製鋼

廠對轉爐內熔融生鐵吹入純氧製鋼時，熔融生鐵中的碳氧化生大量CO(約70%)，比BFG更具毒性。

表4.15為LDG的物性及燃燒特性，發熱量取決於CO濃度，約2100~2200K<sub>cal</sub>/Nm<sup>3</sup>，比重稍大於空氣，易滯留低處，須注意換氣，理論空氣約為COG的1/2以下，理論燃燒溫度約2100°C，雖可單獨用為燃料瓦斯，因瓦發生量及發熱量變動大，常與其他副生氣體(COG、BFG)混合成混合瓦斯(M瓦斯)。

表4.15 副生瓦斯的物性燃燒特性

		單 位	COG	BFG	LDG
組 成	CO <sub>2</sub>	%	1.7	21.5	12.0
	CO	%	6.3	21.8	69.7
	H <sub>2</sub>	%	57.4	2.7	2.4
	CH <sub>4</sub>	%	27.3	—	—
	C <sub>m</sub> H <sub>n</sub>	%	3.1	—	—
	O <sub>2</sub>	%	—	—	—
	N <sub>2</sub>	%	4.2	54.0	15.9
發 熱 量	kcal/Nm <sup>3</sup>	4,451	730	2,167	
密 度	kg/Nm <sup>3</sup>	0.452	1.376	1.308	
比 熱	kcal/Nm <sup>3</sup> ·°C	0.329	0.327	0.320	
粘 度	kg/m·s	10×10 <sup>-5</sup>	16.6×10 <sup>-5</sup>	15.9×10 <sup>-5</sup>	
熱 傳 導 率	kcal/m·h·°C	21×10 <sup>-3</sup>	21×10 <sup>-3</sup>	20×10 <sup>-3</sup>	
濕燃燒瓦斯量	Nm <sup>3</sup> /Nm <sup>3</sup>	5.24	1.46	2.36	
乾燃燒瓦斯量	Nm <sup>3</sup> /Nm <sup>3</sup>	4.06	1.43	2.34	
燃 組 燒 瓦 成 斯	CO <sub>2</sub>	%	7.9	29.6	34.6
	H <sub>2</sub> O	%	22.6	0.6	1.1
	N <sub>2</sub>	%	69.5	68.8	64.3
理論燃燒溫度	°C	2,042	1,284	2,121	
着火溫度	°C	約 560	無記載	無記載	
燃 燒 速 度	cm/s	約 55	無記載	無記載	
爆 界 發 限	下 限	%	4.6	10.6	11.7
	上 限	%	32.1	74.2	74.1
理論空氣量	Nm <sup>3</sup> /Nm <sup>3</sup>	4.56	0.58	1.72	

#### 4.9混合瓦斯(M瓦斯)

混合瓦斯在通常的製鐵廠是適當組合COG、BFG、LDB三種成份(有時加LPG為四種成份)而用的燃料瓦斯，稱為mixed gas或M瓦斯。

#### 4.10煤炭氣化瓦斯

從充填於瓦斯發生爐的煤炭層下部送入空氣，緩慢燃燒下部煤炭，燃燒生成的CO<sub>2</sub>以上層的煤炭還原，在變成CO的同時也進行乾餾而生成瓦斯，以往稱為發生爐瓦斯。廣義上，除了空氣外，從爐下部吹入水蒸氣，增多含氫量的水性瓦斯也包括在內。表4.16為氣化瓦斯的組成及其特性。可燃成份是

• 18 危險性機械及設備特刊

以CO、H<sub>2</sub>為主要成份的較低熱量燃料瓦斯。煤炭的瓦斯為石油代用能源的重要技術之一，已有很多有關高熱量瓦斯的氣化方法。

表4.16 氣化瓦斯的組成及其特性

		1	2	3
CH <sub>4</sub>	vol %	4.4	3.4	5.2
H <sub>2</sub>	vol %	15.7	14.9	21.9
CO	vol %	10.7	23.0	10.4
C <sub>m</sub> H <sub>n</sub>	vol %	—	—	—
N <sub>2</sub>	vol %	30.2	50.3	36.0
CO <sub>2</sub>	vol %	10.7	8.4	17.5
其他	vol %	H <sub>2</sub> O 27.8 H <sub>2</sub> S 0.5	—	H <sub>2</sub> O 9.0
比 重	kg/Nm <sup>3</sup>	0.998	1.12	1.05
低 位 發 熱 量	kcal/Nm <sup>3</sup>	1,075	1,369	1,323
"	kcal/kg	1,077		
理 論 空 氣 量	Nm <sup>3</sup> /Nm <sup>3</sup> f	1.08	1.23	1.27
"	fuel vol %	48.1		
"	kgair/kgfuel	1.399		
可 燃 範 圍	vol %	60.57~18.0		
" (空氣比)	—	1.26~0.37		
概 略 溫 度 上 升	°C	1,284	1,899*	1,776*
燃 燒 速 度 比	—	2.8		
可 燃 界 限 最 高 最 低	—	3.3		
濃 度 比	—	7.7		
對 一 定 發 熱 量 的	—			
燃 料 容 積 比	—	9.9		
" 重 量 比	—	0.86		
空 氣 量 比	—	1.4		
瓦 斯 重 量 比	—	有		
CO <sub>2</sub> (CO)的發生	—			

\*初期溫度 250°C 的理論混合氣  
在燃燒溫度不考慮熱解離，完全  
燃燒時的單純算出值

4.11 合成天然瓦斯(SNG)

瓦斯組成以甲烷居多，可取代天然瓦斯的製造瓦斯稱為合成天然瓦斯(synthetic natural gas)或代用天然瓦斯(substituted natural gas)，簡稱SNG，以煤炭、重質油或石油精、LPG等為原料，經複雜過程製成。工業上是使用原料碳化氫與H<sub>2</sub>O、O<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>反應，以水蒸氣改質、部份燃燒、加氫分解法氣化，再以甲烷化(methanation)增多甲烷，除去CO<sub>2</sub>，形成SNG，表4.17是鎳系觸媒使石油精與水蒸氣反應，作成富甲烷的瓦斯(CRG(catalytic rich gas))法，表4.17為SNG的性狀例。

表4.17 鎳系觸媒使石油精與水蒸氣反應

		(a)	(b)	(c)	(d)
組	CH <sub>4</sub>	61.2	78.4	79.0	98.05
	H <sub>2</sub>	17.0	4.6	1.1	1.45
成 (vol%)	CO	1.0	0.2	< 0.1	< 0.1
	CO <sub>2</sub>	20.8	20.4	19.9	0.5
發熱量 (kcal/Nm <sup>3</sup> )		6,034	6,879	7,146	8,881
比重 (空氣 = 1)		0.677	0.727	0.747	0.522

#### 4.12 低熱量瓦斯

低熱量瓦斯通常指除了氫之外，高發熱量 $2500K_{cal}/Nm^3$ 以下的氣體，包括煤炭氣化瓦斯(例如發爐瓦斯)，BFG、LDG或垃圾發酵、廢水處理產生的瓦斯等。

因熱量低，不易燃燒，以前較不具開採經濟價值，故不大利用，近年來由於能源價格高漲，為了節能減碳被視為寶貴能源之一，單獨熱量不夠時，可與其他高熱量燃料如重油、LNG等混燒或用空氣預熱器把瓦斯或燃燒用空氣預熱，幫助燃燒。

#### 4.13 其他的瓦斯燃料

另有各種可燃性瓦斯依條件可用為燃料，下述其中一、二。

##### (1) 下水道污泥消化瓦斯及屎尿消化瓦斯

這是下水道污泥、屎尿在厭氣消化槽(甲烷發酵槽)消化時發生以甲烷為主的瓦斯。下水道污泥1g發生約0.35L消化瓦斯，表4.18為消化瓦斯平均組成，發熱量由甲烷含有率支配，約 $5000\sim 6000K_{cal}/Nm^3$ ，污泥消化瓦斯當成處理場鍋爐用燃料，使產生蒸汽或溫水，供消化槽的加熱熱源或處理場內各部門使用；最近亦有用組合瓦斯引擎發電機，用於消化瓦斯當發電系統。基於環保的規定，最近許多設有廢水處理的企業，在處理廢水所產生的燃氣，供鍋爐使用。

人畜屎尿消化處理的瓦斯發生狀況類似有機物1ml發生400~500ml，氣體容積為投入屎尿的8-10倍，消化瓦斯中的甲烷含有率70%以上，濃度稍高於普通污泥，通常含約1%的硫化氫，以脫硫裝置將之除去後，貯藏

人畜屎尿消化處理的瓦斯發生狀況類似有機物1ml發生400~500ml，氣體容積為投入屎尿的8-10倍，消化瓦斯中的甲烷含有率70%以上，濃度稍高於普通污泥，通常含約1%的硫化氫，以脫硫裝置將之除去後，貯藏

瓦斯成分	平均組成(%)	
	脫硫前	脫硫後
CH <sub>4</sub>	64.4	71.6
CO <sub>2</sub>	32.4	22.4
H <sub>2</sub> S	0.17	0.02
O <sub>2</sub>	0.52	0.66
N <sub>2</sub>	4.02	7.10
H <sub>2</sub>	0.02	0.02

## • 20 危險性機械及設備特刊

於貯氣器，當成消化槽的加溫用熱源，用於鍋爐蒸氣或溫水發生用。經濟部能源局推動的沼氣發電，使用於中南部的養豬場，利用豬隻排洩物產生的沼氣用來發電自用有餘且可外賣台電公司。

### (2) 廢棄物熱分解瓦斯

從資源有效利用的立場，廢棄物不只焚化處理，也藉熱分解等處理氣化，製造可燃性瓦斯，此即固態廢棄物衍生燃料產品所謂RDF-7即是。產生瓦斯的組成因廢棄物的種類或分解方法等而變化，如福德坑垃圾掩埋場產生的燃氣，供燃氣發電機使用，燃氣進入燃燒帶動燃氣發電機發電，除自用尚可外賣台電公司。

## 五、氣體的燃燒

### 5.1 燃燒反應

氣體燃料的燃燒以表5.1的反應式表示，燃燒現象是同時發生熱、光的氧化反應之一。

它們反應域的溫度關係如表5.2所示，熱的發生速度成為通過原點的下凸曲線，傳導、放射、對流等所致熱的逸散速度也同樣成為下凸的曲線，反應域的溫度等於週圍的溫度 $T_0$ 時無熱移動，成為0。

表4.17 鎳系觸媒使石油精與水蒸氣反應

燃 料	燃 燒 反 應
氫	$H_2 + 1/2 O_2 = H_2O$
一氧化碳	$CO + 1/2 O_2 = CO_2$
甲烷	$CH_4 + 2 O_2 = CO_2 + 2 H_2O$
乙炔	$C_2H_2 + 5/2 O_2 = 2 CO_2 + H_2O$
乙烯	$C_2H_4 + 3 O_2 = 2 CO_2 + 2 H_2O$
乙烷	$C_2H_6 + 7/2 O_2 = 2 CO_2 + 3 H_2O$
丙烯	$C_3H_6 + 9/2 O_2 = 3 CO_2 + 3 H_2O$
丙烷	$C_3H_8 + 5 O_2 = 3 CO_2 + 4 H_2O$
i-丁烯	$C_4H_8 + 6 O_2 = 4 CO_2 + 4 H_2O$
n-丁烷	$C_4H_{10} + 13/2 O_2 = 4 CO_2 + 5 H_2O$
苯	$C_6H_6 + 15/2 O_2 = 6 CO_2 + 3 H_2O$
碳化氫	$C_m H_n + (m + n/4) O_2 = m CO_2 + (n/2) H_2O$

藉點火燃燒器、電弧放電從外部加熱，形成比 $T_1$ 高的溫度，燃燒反應的熱發生速度比熱的逸散速度大，溫度上升，促進燃燒反應，溫度更上升。溫度為 $T_f$ (火焰溫度)， $T_1$ 稱為著火溫度(自然發火溫度)，若不保持此溫度以上，就不能繼續燃燒。

由反應式可知燃燒需要氧，理論上，燃燒必要的最少需氧量或空氣量稱為理論氧量 $O_0$ ，理論空氣量為 $A_0$ ，燃料燃燒後生成燃燒氣體。在精算上很重要的 $A_0$ 、濕燃燒氣量 $G$ ，乾燃燒氣量 $G'$ 都由燃燒氣的組成與過剩空氣比 $m$ 依表5.3各式求得，表中也列示燃燒計算或計算上必要的計算式。如果採用簡略的方式也可用如表5.4由高發熱量( $H_h = K_{cal}/Nm^3$ )找出需要的理論空氣量。也可用如表5.5由低發熱量( $H_l = K_{cal}/Nm^3$ )找出需要的理論空氣量及廢氣量。

如果沒有氣體的成份分析，只高發熱值 $H_h = K_{cal}/Sm^3$ 時

要先求低發熱值 $H_l = K_{cal}/Nm^3$ ，再由簡易式求出理論空氣量 $A_0$ 及理論燒廢氣 $G_0$ 。式中 $K_{cal}/Sm^3$ 單位熱值係以ASTMD3588方式檢測，在 $60^\circ F (15.65^\circ C)$ 及 $14.73psia (101.56Kpa)$ 的情況下所測出。

故要先求出在標準狀態下的高熱值 $H_h = K_{cal}/Nm^3$ ，即在一大氣壓下的海平面以 $0^\circ C$ 為基準的值，則

$$H_h K_{cal}/Nm^3 = H_h K_{cal}/Sm^3 \times [(460+60) / (460+32)] \times (14.696 / 14.73)$$

$$\approx K_{cal}/Sm^3 \times 1.0545$$

而依照經驗值採1.105換算 $H_l K_{cal}/Nm^3 = H_h K_{cal}/Nm^3 \div 1.105$

$$\therefore H_l K_{cal}/Nm^3 = H_h K_{cal}/Sm^3 \div (1.105 / 1.0545)$$

也就是 $H_l K_{cal}/Nm^3 = H_h K_{cal}/Sm^3 \div 1.047$  (為方便計算一般直接財用1.05)

再由 $H_l = K_{cal}/Nm^3$ 代入簡易式，求出理論各空氣量 $A_0$ 及理論燒廢氣量 $G_0$ 。

表5.3 廢氣量燃燒的計算方式

	計 算 式	(簡易式)	單 位	
理論空氣量	$A_0 = \frac{1}{0.21} \{0.5h_2 + 0.5co + 2ch_4 + \sum(x + \frac{y}{4})c_x h_y - o_2\}$	$A_0 = \frac{1.09 H_l}{1000} - 0.25$	$Nm^3/Nm^3$	
實際空氣量	$A = m \cdot A_0$		$Nm^3/Nm^3$	
濕燃燒 瓦斯量	理論	$G_0 = 0.79A_0 + co_2 + co + 3ch_4 + h_2 + \sum(x + \frac{y}{2})c_x h_y + n_2$	$G_0 = \frac{1.14 H_l}{1000} + 0.25$	$Nm^3/Nm^3$
	實際	$G = 1 + m A_0 - \{0.5h_2 + 0.5co + \sum(1 - \frac{y}{4})c_x h_y\}$		$Nm^3/Nm^3$
乾燃燒 瓦斯量	理論	$G'_0 = 0.79A_0 + co_2 + co + ch_4 + \sum x c_x h_y + n_2$		$Nm^3/Nm^3$
	實際	$G' = G - (h_2 + 2ch_4 + 2c_2h_4 + \sum \frac{y}{2} c_x h_y)$		$Nm^3/Nm^3$
發熱量	高位	$H_h = 3,035co + 3,050h_2 + 9,530ch_4 + 15,280c_2h_4 + 24,370c_3h_4 + 32,010c_4h_{10}$	$kcal/Nm^3$	
	低位	$H_l = H_h - 480(h_2 + 2ch_4 + 2c_2h_4 + 4c_3h_4 + 5c_4h_{10})$	$kcal/Nm^3$	
空氣比	$m = \frac{1}{1 - 3.76 \times \frac{(O_2) - 0.5(CO)}{(N_2) - n_2 \times \frac{(CO_2) + (CO)}{co + co_2 + ch_4 + 2c_2h_4 + xc_x h_y}}}$			

<使用記號>  $h_2, co, ch_4, c_x h_y, o_2$ ; 燃料瓦斯 $1 Nm^3$ 中的 $H, CO, CH_4$ , 碳化氫,  $O_2$ 的容積( $Nm^3$ )  
 $(O_2), (CO), (CO_2), (N_2)$ ; 乾燃燒瓦斯中 $O_2, CO, CO_2, N_2$ 的容積比率(%)。

22 危險性機械及設備特刊

表5.4 為碳化氫系及其他氣體燃料的高發熱量與理論空氣量的關係

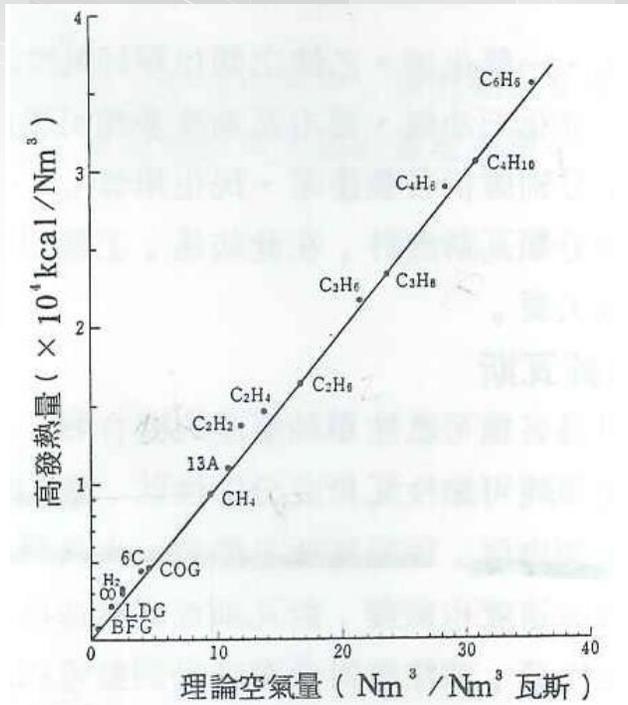
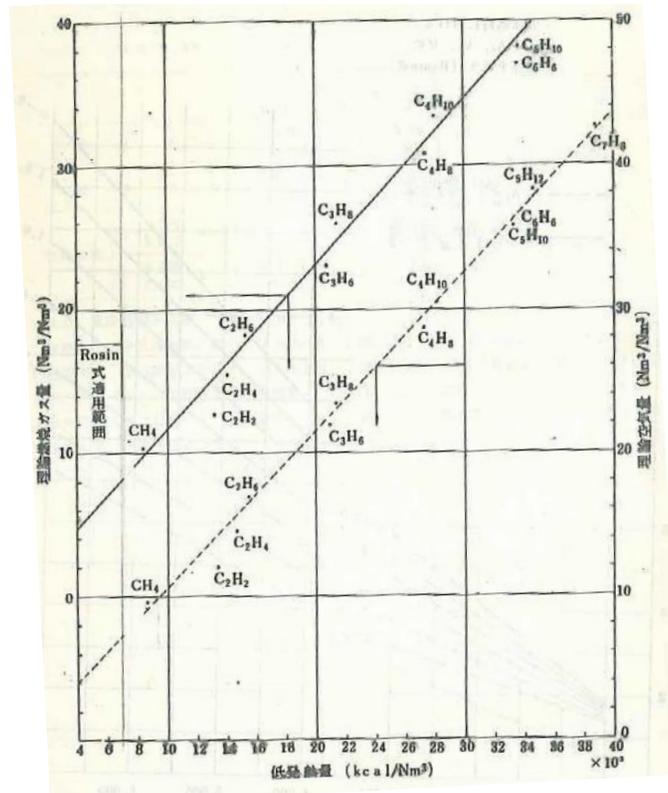


表5.5 為碳化氫系及其他氣體燃料的低發熱量與理論空氣量及廢氣量的關係



例：假設使用氣體燃料時，若燃料成份分析為體積含量如下值：

甲烷( $\text{CH}_4$ )：91.15%

乙烷( $\text{C}_2\text{H}_6$ )：5.37%

丙烷( $\text{C}_3\text{H}_8$ )：2.43%

正丁烷( $\text{n-C}_4\text{H}_{10}$ )：0.46%

異丁烷( $\text{i-C}_4\text{H}_{10}$ )：0.5%

氮( $\text{N}_2$ )：0.09%

一氧化碳( $\text{CO}$ )：0%

氧( $\text{O}_2$ )：0%

氫( $\text{H}_2$ )：0%

$\text{Hh} = 9910 \text{K}_{\text{cal}}/\text{Sm}^3$

(換算後  $\text{Hl} = 9432 \text{K}_{\text{cal}}/\text{Nm}^3$ )

方法一：則依CNS鍋爐規章2141-B1025之方法，燃燒所需之理論空氣量求法

$$\begin{aligned} \text{Ao} &= \frac{1}{21} \left[ \frac{1}{21} \text{CO} + \frac{1}{2} \text{h}_2 + \sum \left( x + \frac{y}{4} \right) \text{C}_x\text{h}_y\% - \text{O}_2 \right] \text{Nm}^3/\text{Nm}^3 \\ &= \frac{1}{21} \left[ 0 + 0 + \left( 1 + \frac{4}{4} \right) \times \text{CH}_4\% + \left( 2 + \frac{6}{4} \right) \times \text{C}_2\text{H}_6\% + \left( 3 + \frac{8}{4} \right) \times 2.43 + \left( 4 + \frac{10}{4} \right) \right. \\ &\quad \left. \times \text{C}_4\text{H}_{10}\% \right] \\ &= \frac{1}{21} \left[ 0 + 0 + \left( 1 + \frac{4}{4} \right) \times 91.15 + \left( 2 + \frac{6}{4} \right) \times 5.37 + \left( 3 + \frac{8}{4} \right) \times 2.43 + \left( 4 + \frac{10}{4} \right) \right. \\ &\quad \left. + \frac{10}{4} \right] \\ &= \frac{1}{21} [ 219.49 ] = 10.45 \text{Nm}^3/\text{Nm}^3 \end{aligned}$$

方法二：若燃料無成份分析值，但僅有高發熱值 $\text{Hh} = 9910 \text{K}_{\text{cal}}/\text{Sm}^3$

則依CNS鍋爐規章2141-B1025之方法，則可求得低發熱值( $\text{Hl}$ )= $9432 \text{K}_{\text{cal}}/\text{Nm}^3$

而式中高發熱值 $\text{H}_h = \text{K}_{\text{cal}}/\text{Sm}^3$ 單位 係表示該高發熱值是在溫度 $60^\circ\text{F}$ ( $15.6^\circ\text{C}$ )且在絕對壓力 $14.73 \text{PSIa}$ ( $101.56 \text{KPa}$ )之情況下所測值，要換算標準狀況。

$$\begin{aligned} \text{Hh } \text{K}_{\text{cal}}/\text{Nm}^3 &= \text{Hh } \text{K}_{\text{cal}}/\text{Sm}^3 \times \left[ \frac{\text{To} + 15.6}{\text{To}} \right] \times (14.696/14.73) \\ &= \text{Hh } \text{K}_{\text{cal}}/\text{Sm}^3 \times (273 + 15.6 / 273) \times (14.696/14.73) \\ &= \text{Hh } \text{K}_{\text{cal}}/\text{Sm}^3 \times 1.0548 \\ &= 9910 \text{K}_{\text{cal}}/\text{Sm}^3 \times 1.0548 = 10454 \text{K}_{\text{cal}}/\text{Nm}^3 \end{aligned}$$

而高發熱值 $\text{Hh}$ 要再換算為低發熱值 $\text{Hl}$ ，則依CNS鍋爐規章2141-B1025之方法，可如下求得

• 24 危險性機械及設備特刊

$$\begin{aligned}
 Hl &= Hh - 4.8(h_2 + 1/2 \sum y(Cxhy) + W K_{cal}/Nm^3) \\
 &= 10454 - 4.8 \times \{0 + 1/2 \times [4 \times 91.15 + 6 \times 5.37 + 8 \times 2.43 + 10 \times (0.5 + 0.46)] + 0\} K_{cal}/Nm^3 \\
 &= 10454 - 1022 K_{cal}/Nm^3 \\
 &= 9432 K_{cal}/Nm^3
 \end{aligned}$$

由本式中  $Hh(10454 K_{cal}/Nm^3) / Hl(9432 K_{cal}/Nm^3) = 1.108$  (與簡易值1.105相近)

而直接由  $Hh 9910 K_{cal}/Nm^3 / Hl 9432 K_{cal}/Nm^3 = 1.0506$  (依照經驗值採1.05相近)

而依CNS鍋爐規章2141-B1025之方法，則可求得

$$\begin{aligned}
 A_o &= 11.2 \times \frac{Hl}{10000} Nm^3/Nm^3 \\
 &= 11.2 \times (9432/10000) Nm^3/Nm^3 \\
 &= 10.55 Nm^3/Nm^3
 \end{aligned}$$

方法三：各類氣體燃料依燃燒之化學式計算求得

各類氣體	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	n-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> /i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>
燃燒之化學式	CH <sub>4</sub> + 2O <sub>2</sub> →	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> + 3.5O <sub>2</sub> →	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> + 5O <sub>2</sub> →	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> + 6.5 O <sub>2</sub> →
摩爾體積量	1 2	1 3.5	1 5	1 6.5
燃燒生成物	CO <sub>2</sub> + 2H <sub>2</sub> O	2CO <sub>2</sub> + 3H <sub>2</sub> O	3CO <sub>2</sub> + 4H <sub>2</sub> O	4CO <sub>2</sub> + 5H <sub>2</sub> O
摩爾體積量	1 2	2 3	3 4	4 5
體積含量比%	91.15%	5.37%	2.43%	0.46%/0.46
各需氧量	(2/1) × 0.9115 = 1.823	(3.5/1) × 0.0537 = 0.187	(5/1) × 0.0243 = 0.1215	3(6.5/1) × (0.005 + 0.0046) = 0.0624

$$\text{總需氧量 } Nm^3/Nm^3 = 1.823 + 0.187 + 0.1215 + 0.0624 = 2.195 Nm^3/Nm^3$$

$$\text{理論需要空氣量} = 2.195 Nm^3/Nm^3 \div 0.2095 = 10.47 Nm^3/Nm^3$$

## 5.2. 燃燒方法

氣體燃料的燃燒形態大別分為預混合燃燒與擴散燃燒。預混合燃燒是預

先混合瓦斯燃料與空氣成預混合氣，再以燃燒器助燃的方式。擴散燃燒是從噴嘴只噴出氣體燃料，藉擴散混合空氣而燃燒。一般家庭用瓦斯爐即是此種擴散燃燒。

### 5.3 爆炸界限

#### 5.3.1 各種燃料瓦斯的爆炸界限

各種燃料瓦斯的爆炸界限，在預先混合燃燒情況，其預先混合氣中的燃料瓦斯濃度範圍比其濃度低或高都不會燃燒，此界限稱為爆炸界限。以下界限、上界限之，其間可燃燒的範圍為燃燒範圍或可燃範圍，這些值受溫度、壓力影響。

表5.6為1氣壓、25°C、上向火災傳播時各種燃料的爆炸界限，但乙炔、聯氨的上界限為100%表示即使全無氧，只要管夠粗也就是空間足夠的話，也會爆炸。聯氨如果是液體不會爆炸，但若受熱而氣化成氣體則會爆炸。

表5.6 為1氣壓、25°C、上向火災傳播時各種燃料的爆炸界限

物 質	下 界 限	上 界 限	物 質	下 界 限	上 界 限
氫	4.0	75	異丙苯	0.9	6.5
一氧化碳(濕)	12.5	74	環己烷	1.3	7.8
甲烷	5.0	15.0	methyl cyclo hexane	1.1	6.7
乙烷	3.0	12.4	甲醇	6.7	36(60°C)
丙烷	2.1	9.5	乙醇	3.3	19(60°C)
丁烷	1.8	8.4	二甲醚	3.4	27
己烷	1.2	7.4	二乙醚	1.7	27
乙烯	2.7	36	乙醚	4.0	36
乙炔	2.5	100(61)	丙酮	2.6	13
丙烯	2.0	11	丁酮	1.9	10
丁烯-1	1.6	10	硫化氫	4.0	44
丁烯-2	1.7	9.7	二硫化碳	1.3	50
1.3-丁二烯	2.0	12	氨	15	28
苯	1.3	7.9	聯氨	4.7	100
甲苯	1.2	7.1	(汽油)	1.3	7.1
二甲苯(o,m)	1.1	6.4	氯乙烯單體	4	21.7
二甲苯(p)	1.1	6.6	環氧乙烷	3	100(80)

#### 5.3.2 溫度、壓力對爆炸界限的影響

表 5.7為爆炸界限與溫度的關係，可燃瓦斯的溫度升高時，上界限移往燃料較濃部，燃燒範圍稍增廣。

表 5.7 為爆炸界限與溫度的關係

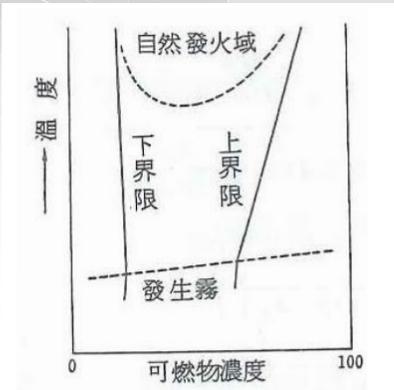


表 5.8及5.9為壓力對爆炸界限的影響例，可燃瓦斯的壓力升高時，上界限移往燃料較濃部，燃燒範圍稍增廣。然而如表5.8(b)所示也有像一氧化碳之類反而減窄的情形；更有較特殊情況如表5.9所示，乙烯無論是高溫或低溫在壓力影響下爆炸界限都增大，這些也都必須加以注意。許多的企業鑑於氣體燃料有不可測的風險而不敢使用，其實只要了解其性質，知道如何掌控安全便可防患與於未然。

表 5.8 為壓力對爆炸界限的影響例

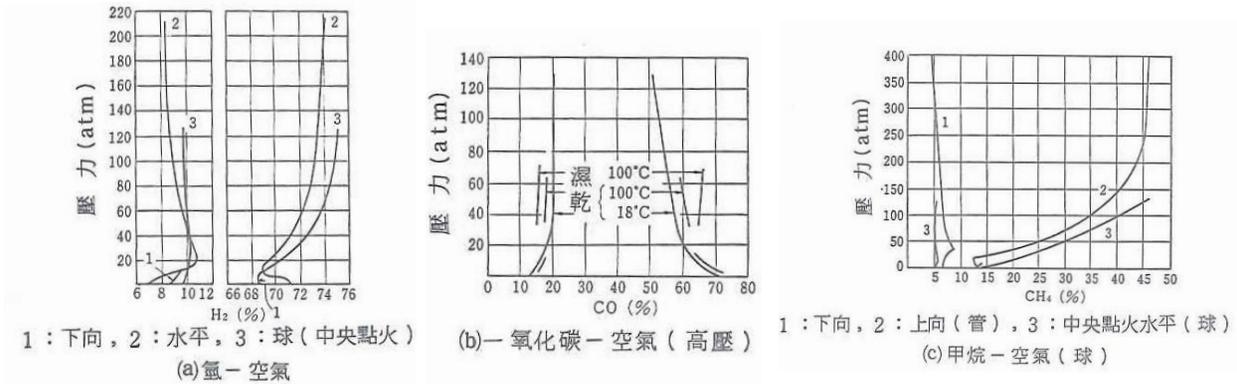
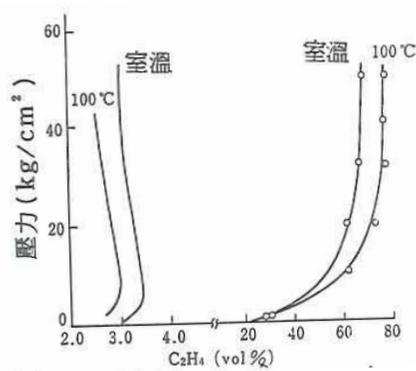


表5.9 所示，乙烯在壓力下爆炸界限



# 108年危險性機械及設備檢查統計表

## 中華鍋爐協會108年危險性設備定期檢查統計表

種類	鍋爐定期檢查				第一種壓力容器定期檢查				高壓氣體特定設備定期檢查				高壓氣體容器定期檢查			
	初檢		複檢		初檢		複檢		初檢		複檢		初檢		複檢	
	合格	不合格	合格	不合格	合格	不合格	合格	不合格	合格	不合格	合格	不合格	合格	不合格	合格	不合格
1月	230	1	6	0	960	7	9	0	534	0	3	0	80	0	8	0
2月	107	0	3	0	346	4	12	1	238	2	1	0	61	0	0	0
3月	210	1	4	0	632	3	6	0	455	2	8	0	125	0	0	0
4月	205	1	2	0	583	0	9	0	540	0	4	0	115	3	0	0
5月	188	3	9	0	718	11	13	0	691	0	6	0	129	2	1	0
6月	201	0	2	0	552	3	5	0	432	1	5	0	107	3	4	0
7月	255	3	8	0	872	2	2	0	456	2	10	1	99	6	2	0
8月	172	0	5	0	1022	3	4	0	540	2	3	1	79	1	2	0
9月	206	6	7	0	972	0	11	1	449	2	4	0	61	0	2	1
10月	198	1	5	0	658	1	8	0	463	0	4	0	59	0	0	0
11月	162	0	1	0	769	2	9	0	437	2	7	0	41	0	0	0
12月	189	0	3	0	829	1	8	0	489	1	4	0	64	0	2	0
小計	2323	16	55	0	8913	37	96	2	5724	14	59	2	1020	15	21	1
合計	2,394				9,048				5,799				1,057			

## 中華鍋爐協會108年危險性機械定期檢查統計表

種類	固定式起重機定期檢查				移動式起重機定期檢查				營建用升降機定期檢查				吊籠定期檢查			
	初檢		複檢		初檢		複檢		初檢		複檢		初檢		複檢	
	合格	不合格	合格	不合格	合格	不合格	合格	不合格	合格	不合格	合格	不合格	合格	不合格	合格	不合格
1月	533	7	12	1	264	9	10	0	10	0	0	0	58	0	0	0
2月	269	5	7	0	140	5	9	0	4	1	0	0	34	0	0	0
3月	671	7	7	0	188	9	13	0	3	0	0	0	71	0	0	0
4月	488	6	7	1	194	8	11	1	2	1	0	0	81	0	2	0
5月	577	7	11	1	219	5	12	0	8	1	0	0	62	0	7	0
6月	400	3	9	0	211	7	11	0	5	0	1	0	52	0	1	0
7月	530	12	8	0	192	7	12	1	6	0	0	0	79	0	1	0
8月	563	5	7	0	181	7	15	1	4	1	1	0	83	1	1	0
9月	485	2	8	0	187	2	10	0	8	0	1	0	42	1	2	0
10月	489	4	3	0	199	8	12	1	8	0	0	0	60	0	1	0
11月	434	1	5	0	146	6	7	0	7	0	0	0	87	0	8	0
12月	530	6	7	1	191	3	14	0	3	1	0	0	70	0	1	0
小計	5969	65	91	4	2312	76	136	4	68	5	3	0	779	2	24	0
合計	6,129				2,528				76				805			

中華鍋爐協會代檢組108年危險性設備事前檢查統計表

種類	重新				變更				竣工				既有				熔接				構造				合計						
	鍋	壓	特	容	鍋	壓	特	容	鍋	壓	特	容	鍋	壓	特	容	鍋	壓	特	容	鍋	壓	特	容	鍋	壓	特	容	鍋	壓	特
1月	3	31	30	1	8	5	1	0	15	72	44	0	0	0	0	20	130	56	0	17	53	21	0	63	291	152	1				
2月	4	4	14	0	4	1	0	0	5	11	21	0	0	0	0	16	75	28	0	12	23	9	0	41	114	72	0				
3月	4	12	31	0	4	4	2	0	7	33	34	0	0	0	0	16	107	46	0	15	46	26	0	46	202	139	0				
4月	4	8	22	0	3	3	0	0	5	38	25	0	0	0	0	17	94	57	0	16	43	27	0	45	186	131	0				
5月	1	14	22	8	9	6	1	0	5	28	34	0	0	0	0	26	109	63	0	17	44	52	0	58	201	172	8				
6月	0	24	21	1	12	7	0	0	0	41	20	0	0	0	0	22	108	66	0	20	31	41	0	54	211	148	1				
7月	5	24	15	0	13	4	11	0	8	55	20	0	0	0	0	26	132	55	0	21	31	20	0	73	246	121	0				
8月	0	25	16	0	12	7	0	0	1	31	21	0	0	0	0	23	84	72	0	23	21	48	0	59	168	157	0				
9月	1	21	21	0	16	5	0	0	3	36	26	0	0	0	0	14	83	82	0	7	42	37	0	41	187	166	0				
10月	1	19	44	0	20	3	1	0	6	50	44	0	0	0	0	28	116	59	0	24	59	32	0	79	247	180	0				
11月	1	5	22	0	14	8	2	0	6	15	22	0	0	0	0	16	91	45	0	11	40	27	0	48	159	118	0				
12月	2	15	29	0	18	11	2	0	6	29	48	0	0	0	0	31	107	59	1	27	43	23	0	84	205	161	1				
小計	26	202	287	10	133	64	20	0	67	439	359	0	0	0	0	255	1236	688	1	210	476	363	0	691	2417	1717	11				
合計	525				217				865				0				2180				1049				4836						

中華鍋爐協會代檢組108年危險性機械事前檢查統計表

種類	重新				變更				竣工				既有				合計			
	固	移	升	吊	固	移	升	吊	固	移	升	吊	固	移	升	吊	固	移	升	吊
1月	0	1	0	3	0	6	0	9	0	0	24	0	2	0	0	0	2	7	24	12
2月	0	3	0	0	0	3	0	13	0	0	13	0	0	1	0	0	0	7	13	13
3月	0	2	0	1	0	2	0	5	0	0	14	0	0	1	0	0	0	5	14	6
4月	0	2	0	2	1	3	0	17	0	0	19	0	2	3	0	0	3	8	19	19
5月	1	3	0	0	0	6	0	10	0	0	25	0	6	2	0	0	7	11	25	10
6月	2	7	0	2	0	7	0	7	0	0	32	0	0	2	0	0	2	16	32	9
7月	1	2	0	0	1	8	0	7	0	0	40	0	1	2	0	0	3	12	40	7
8月	0	6	0	0	0	4	0	3	0	0	34	0	3	0	0	0	3	10	34	3
9月	0	5	0	0	2	4	0	8	0	0	22	0	3	3	0	0	5	12	22	8
10月	1	2	0	0	1	10	0	4	0	0	15	0	2	0	0	0	4	12	15	4
11月	2	3	0	0	1	4	0	7	0	0	8	0	0	0	0	0	3	7	8	7
12月	3	3	0	1	1	6	0	8	0	0	34	0	0	0	0	0	4	9	34	9
小計	10	39	0	9	7	63	0	98	0	0	280	0	19	14	0	0	36	116	280	107
合計	58				168				280				33				539			

# 歐盟營建用升降機檢查及標準 (EN12159) 概述 (下)

王高明

3.1.2.2齒條應採用與其嚙合齒輪磨損情況相適應的材料製造，其設計應按ISO 6336-1、ISO 6336-2、ISO 6336-3和ISO 6336-5考慮其齒強度和接觸，並應考慮5.2.6的要求。

靜強度安全係數應不小於2.0，並考慮使用說明書規定最大磨損量。

### 3.1.2.3 載荷分配

當有多個驅動齒輪與齒條嚙合時，應有自我調節措施將載荷合理分配到每個驅動齒輪上，或驅動系統的設計符合載荷在齒輪間合理分配的所有正常工況。

### 3.1.3 模數齒輪與齒條的模數應：

一當驅動系統中的背輪或其他嚙合控制功能直接作用到齒條上而沒有任何其他的塔柱組成件干預時，不小於4。

一當背輪或其他嚙合控制裝置通過與齒條直接接觸的其他的塔柱組成件而作用到齒條上時，不小於6。

### 3.1.4 齒輪齒條嚙合

3.1.4.1應採取措施保證各種載荷情況下齒條和所有驅動齒輪、安全裝置齒輪的正確嚙合。這樣的措施應不僅僅依靠車廂滾輪或滑靴。

正確的嚙合應是：齒條節線和與其平行的齒輪節圓切線重合或距離不大於模數的1/3 (見圖8)

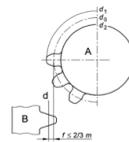
3.1.4.2應採取進一步措施，保證當5.7.3.1.4.1的方法失效時，齒條節線和與其平行的齒輪節圓切線的距離不大於模數的2/3(見圖9)。

3.1.4.3應採取措施保持齒輪與齒條嚙合的計算寬度(見圖10)。



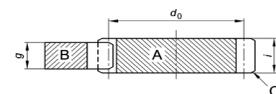
Key  
A pinion  
B rack  
d<sub>1</sub> outside diameter of pinion  
d<sub>2</sub> pitch diameter of pinion  
d<sub>3</sub> base diameter of pinion  
d pitch line of rack  
g 1/3 module max.

Figure 8 — Correct mesh of pinion tooth



Key  
A pinion  
B rack  
d<sub>1</sub> outside diameter of pinion  
d<sub>2</sub> pitch diameter of pinion  
d<sub>3</sub> base diameter of pinion  
d pitch line of rack  
f 2/3 module max.

Figure 9 — Minimum mesh of pinion tooth



Key  
A pinion  
B rack  
C chamfer  
d<sub>0</sub> pitch diameter of pinion  
g rack width  
i pinion tooth of full form

Figure 10 — Correct engagement of tooth

## • 30 危險性機械及設備特刊

3.1.4.4應採取進一步措施，保證當5.7.3.1.4.3的方法失效時，至少有90%的齒條計算寬度參與嚙合(見圖11)。

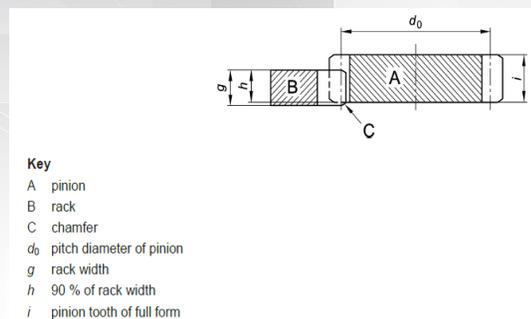


Figure 11 — Minimum engagement of tooth

### 3.1.5 懸掛車廂和配重的鋼絲繩

#### 3.1.5.1 鋼絲繩要求

##### 3.1.5.1.1 應採用鋼絲繩。

3.1.5.1.2 掛用鋼絲繩應不少於兩根，且相互獨立。若採用複繞法，應考慮鋼絲繩的根數而不是其下垂的根數。

應設置自動平衡懸掛鋼絲繩張力的裝置。任何彈簧都應在壓縮的狀態下工作。

當單根鋼絲繩過分拉長或破壞時，電氣安全裝置應停止升降機的運行。

##### 3.1.5.1.3 鋼絲繩直徑應不小於8mm。

##### 3.1.5.1.4 鋼絲繩的特性應至少符合ISO 2408的要求。

##### 3.1.5.1.5 懸掛鋼絲繩的安全係數應：

— 捲筒驅動的>12。

— 懸掛配重的>6。

鋼絲繩的安全係數是其最小破斷載荷與最大靜力之比。

3.1.5.1.6 鋼絲繩末端連接(固定)的強度應不小於鋼絲繩最小破斷載荷的80%。如果鋼絲繩的末端固定在升降機的驅動捲筒上，則捲筒上應至少保留兩圈鋼絲繩。

鋼絲繩末端應採用可靠的方法連接或固定(見圖12)，如：

— 金屬或樹脂澆鑄的接頭。

— 帶套環的編結接頭。

— 帶套環的壓制接頭。

— 楔形接頭。

— 鋼絲繩壓板。

不得使用可能損害鋼絲繩末端連接裝置，如U形螺栓鋼絲繩夾。

##### 3.1.5.1.7 為防止鋼絲繩被腐蝕應電鍍或塗抹適當的保護化合物。

##### 3.1.5.1.8 滑輪或捲筒節圓直徑與鋼絲繩直徑之比應不小於30。

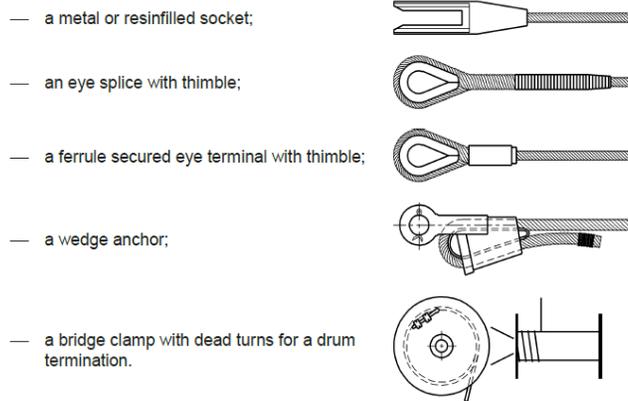


Figure 12 — Wire rope terminations

#### 3.1.5.1.9 鋼絲繩的儲存應滿足以下要求：

- 在張緊力下儲存升降機接高備用鋼絲繩時，應捲繞在帶有螺旋繩槽捲筒上。捲筒節圓直徑與鋼絲繩直徑比應不小於15。
- 如在無張緊力下儲存鋼絲繩，則可用無繩槽捲筒多層捲繞。  
釋放鋼絲繩張緊力的裝置，應使被儲存的鋼絲繩的彎曲直徑不小於鋼絲繩直徑的15倍。當鋼絲繩繩夾壓緊點之前的鋼絲繩的張緊力，是在節圓直徑不小於鋼絲繩直徑15倍的非轉動捲筒上至少繞3圈來釋放時，則因鋼絲繩夾不會對鋼絲繩造成損害而可使用。
- 捲筒兩端應有凸緣，凸緣邊緣超出最外層鋼絲繩的距離應大於鋼絲繩直徑的2倍。

### 4. 滑輪

#### 4.1 滑輪應滿足下列要求：

- 繩槽應為弧形，槽底半徑R應滿足： $1.05 r \leq R \leq 1.075 r$ ，其中r為鋼絲繩半徑；深度不少於1.5倍鋼絲繩直徑。
- 引導鋼絲繩上行的滑輪應防止異物進入。
- 應採取有效措施防止鋼絲繩脫槽。
- 鋼絲繩與滑輪軸平面法線的夾角(鋼絲繩偏角)不超過 $2.5^\circ$ 。

#### 4.2 捲筒驅動要求

- 4.2.1 鋼絲繩只允許繞一層。若使用自動繞繩系統，允許繞兩層。
- 4.2.2 留在捲筒上的鋼絲繩應不少於兩圈。
- 4.2.3 捲筒兩端應有凸緣，凸緣邊緣超出最上層鋼絲繩的距離應大於鋼絲繩直徑的2倍。
- 4.2.4 捲筒應有鋼絲繩槽。

## • 32 危險性機械及設備特刊

4.2.5 鋼絲繩與繩槽的偏斜角度(鋼絲繩偏角)應不大於 $4^{\circ}$ 。

4.2.6 繩槽應滿足下列要求：

- 繩槽的輪廓應為弧形，角度不小於 $120^{\circ}$ ，槽底半徑R應滿足： $1.05 r \leq R \leq 1.075 r$ ，其中r為鋼絲繩半徑。
- 繩槽深度不小於鋼絲繩直徑的 $1/3$ 。
- 繩槽的節距應不小於1.15倍鋼絲繩直徑。

### 5. 制動系統

5.1 每個車廂都應設有制動系統，在下列情況下制動系統應能自動動作：

- 主動力源失效。
- 電控回路失電。

5.2 制動系統中至少要有一個機-電式制動器(摩擦式的)，此外也可有其他制動措施(如電氣的)。

5.3 不應使用帶式制動器。

5.4 被制動作用部件應與捲筒或驅動齒輪剛性連接，不應使用驅動帶或鏈條。

5.5 制動器應能使裝有1.25倍額定載重量、以額定速度下行的車廂停止運行。制動器也應能使裝有額定載重量、以限速器動作速度運行的車廂停止。在任何條件下，車廂的平均減速度都應不大於 $1g$ 。

5.6 制動器中產生制動作用力的任一彈簧，其製造和安裝應滿足：如果某一彈簧失效，載荷仍為額定載重量時，制動器仍可有效地使車廂減速。

5.7 制動作用力應由壓簧產生。壓簧應被充分支撐，且其所受應力應不超過材料扭轉彈性極限的80%。

5.8 正常作業時，應有持續的電流來保持制動器的打開狀態。

對於機-電式制動器，切斷制動器電流應可由至少兩個獨立的電氣裝置單獨實現，不論這些裝置是否會切斷升降機的供電電流。

當升降機靜止時，如果其中一個裝置未能切斷制動器的電流，則最遲到下一次運動方向改變時，應防止升降機再運行。

5.9 只要切斷了對制動器的電流供應，制動器應無延遲地動作(制動線圈末端直接連接二極體或電容器，不看作是延遲方法)。

5.10 制動器應有表面磨損補償調整措施。

5.11 制動器的防護等級至少為IP23 (EN 60529：1991)。

5.12 每個制動器都應可手動釋放，且需由持續的作用力來維持釋放狀態。

### 6. 配重

6.1 車廂不應用作另一車廂的配重。

6.2 配重的上下兩端應設有合適的滑靴或滾輪導向。

- 6.3若配重使用填充物，應採取措施防止其竄動。  
應標明所需配重的總重量，每個單獨填充物上應標明其自重。
- 6.4配重應按ISO 3864-1的規定塗成警告色。
- 6.5如果製造商允許升降機配重的下方有人可到達的空間，則配重應配備超速安全裝置。

## 五、安全要求- 5.8 電氣安裝與電氣設備

1.總則：電氣安裝和電氣設備應符合EN 60204-1的規定。此外，對於電子器件，應考慮製造商規定的使用環境溫度。當使用環境溫度超出EN60204-1的規定溫度時，應採取加熱或散熱措施。

### 2.電氣故障的防護

2.1下列任何單一的升降機電氣設備的故障，應不成為導致升降機產生危險故障的原因可能出現的故障：

2.1.1失壓和無電壓。

2.1.2電壓下降20%以上。

2.1.3對地或金屬構件的絕緣破壞。

2.1.4電氣元件(如電阻器、電容器、電晶體、燈等)短路或斷路以及參數或功能的改變。

2.1.5接觸器或繼電器的可動銜鐵不吸合或不能完全吸合。

2.1.6接觸器或繼電器可動銜鐵不分離。

2.1.7觸點不能斷開。

2.1.8觸點不能閉合。

2.2對於符合EN 60947-5-1：2004 第3章要求的安全觸點，可不必考慮觸點不能斷開的情況。

2.3在電源錯相或斷相的情況下，機器應不能啟動。

2.4如果方向控制裝置的電源斷相，機器應停止運動，或者應至少不達到限速器的動作速度。

2.5控制回路應採取措施避免當驅動電動機起發電作用時引起的危險。

2.6電氣安全裝置的回路短路或由於與金屬構件接觸而造成短路，電氣安全裝置應立即停止機器運動。只應由專業人員來使其恢復到正常工作狀態。

### 3外界干擾防護

任何電氣設備都應能防護外部有害或危險影響及落物(如雨、雪、灰塵等)。

防護等級(見EN 60529：1991)應為：

—可攜式控制裝置不低於IP65。

—控制櫃、開關、制動器的電氣元件不低於IP53。

## • 34 危險性機械及設備特刊

—電動機不低於IP44。

### 4. 配線

升降機的所有電纜和配線的布位和安裝，應能防護機械損傷。尤其要注意車廂上懸掛的電纜的強度和氣候對其的影響。為防止不正確的插接，所用的插頭和插座應具有符合EN 60204-1：2006，13.4.5要求的機械編碼或等效標記。

### 5. 接觸器、繼電器

交流或直流電動機的主接觸器的使用類別應不低於EN 60947-4-1：2001規定的AC-3或DC-3。

主接觸器的繼電器，控制交流電磁鐵使用類別應不低於EN 60947-5-1：2004規定的AC-15；控制直流電磁鐵的使用類別應不低於EN 60947-5-1：2004規定的DC-13。

在採取措施以滿足5.8.2的過程中，主接觸器和繼電器都應：

—只要有一個“常閉接觸點”閉合，則所有“常開接觸點”分離。

—只要有一個“常開接觸點”閉合，則所有“常閉接觸點”分離。

### 6. 電氣安全裝置

6.1 附錄B列出的任一電氣安全裝置動作時，應按照EN 60204-1：2006中0類的停機功能要求防止或立即停止機器的運動。電氣安全裝置應包括：

—符合5.8.7要求的一個或多個安全觸點，這些安全觸點直接切斷5.9.6.1所述的接觸器。

—一個安全回路，依據EN 81-1：1998+A3：2009，14.1.2.3該安全回路是安全串聯的控制回路的一部分。

6.2 正常作業時，任何電氣設備都應不與電氣安全觸點並聯。

6.3 電氣安全裝置的控制元件在連續正常作業時產生的機械應力下，應功能正常。用簡單的方法應不能使電氣安全裝置不起作用(用橋接件不算簡單的方法)。

6.4 安全裝置開關的安裝應符合EN 1088的要求。

### 7. 安全觸點

7.1 安全觸點應符合5.8.3的要求，並且其額定絕緣電壓應至少為250 V。在交流電路中，安全觸點應符合EN 60947-5-1：2004中的AC-15，在直流電路中應符合DC-13。

7.2 電氣安全觸點在機器供電系統的作用效果應符合5.9.6的要求。

如果由於動力傳輸的原因，繼電接觸器被用於控制機器時，應視為直接控制機器的動力供應以使機器啟動或停止。

### 8. 照明

只要升降機在工作中，車廂內都應有照明。控制裝置處的照明應不小於50 lx。

## 五、安全要求- 5.9 控制和限位裝置

- 1.總則：所有的控制裝置都應符合EN 894-1。
- 2.行程限位開關
  - 2.1端點停止開關：應提供方法使以額定速度運行的車廂在未接觸終點極限開關前，到最高及最低樓層時自動停止。
  - 2.2 終點極限開關
    - 2.2.1在行程最上和最下端均應設置一個終點極限開關，其應能在車廂與其他機械式停止裝置(緩衝器)接觸前切斷動力供應，使車廂停止。
    - 2.2.2終點極限開關動作後，只有專業人員才能使車廂恢復運動。
    - 2.2.3終點極限開關與端點停止開關不應共用一個觸發元件。
    - 2.2.4終點極限開關應符合5.8.6的要求。
    - 2.2.5終點極限開關均應由車廂或其相關部件的運動直接觸發。
  - 3.防鬆繩裝置：鋼絲繩式升降機和配重用的鋼絲繩應設有防鬆繩裝置，該裝置應有符合5.8.6的鬆繩開關，並應能中斷車廂的任何運動，直到經專業人員操作後才能恢復車廂運動。
  - 4.安裝用附件：在升降機正常作業以及安裝、拆卸和維護作業期間，安裝用附件的正確位置，應通過設計或符合5.8.6的電氣安全裝置的核驗來確定。安裝用附件應包括塔柱提升設備、附牆架安裝用延伸通道等。
  - 5.停機裝置：停機裝置應能使升降機(包括動力驅動的門)停機或保持在非工作狀態。停機裝置應設置在：
    - 5.1地面防護圍欄外。
    - 5.2滑輪間。
    - 5.3車廂頂，如果車廂頂可接近。
    - 5.4安裝/拆卸/檢查控制裝置中。
    - 5.5車廂內。
      - 5.1~2中的停機裝置應符合EN 1037的要求並明確標出其功能。停機裝置應包括符合5.8.6要求的電氣安全裝置。
      - 5.3~5中的停機裝置應是符合EN ISO 13850 的急停裝置。
  - 6停機
    - 6.1由電氣安全裝置動作引發的停機，應通過切斷電動機的電力供應來實現，可由：
      - 一電氣安全裝置本身來完成。
      - 一觸點都串聯在電源回路中的兩個獨立的接觸器來完成。

## • 36 危險性機械及設備特刊

本標準沒有包括接觸器之外的其他停機裝置的使用。如果能保證與本標準安全水準相同，也可使用其他裝置，見EN 81-1。

6.2升降機停止時，如5.9.6.1提到的任何一個接觸器的主觸點沒有打開，則最遲到下一次運動方向改變時，應防止車廂再運行。

### 7.控制方式

#### 7.1正常作業

7.1.1應可在車廂內對升降機進行控制，也可在地面和層站進行控制。

7.1.2除了急停外，所有控制都應設計成只能由人工作業。

7.1.3應有防止車廂在其停止後2 s之內離開層站的裝置。

#### 7.2安裝、拆卸和維護作業

7.2.1安裝、拆卸和維護的控制操作應只能在車廂內或車廂頂進行。允許在1.1m之上的側面部分被拆除的車廂內進行安裝、拆卸和維護/檢查作業，但這些部分重新封圍的正確性應通過符合8.6的電氣安全裝置的核驗，以保證升降機的正常作業。

7.2.2在安裝、拆卸和維護時，車廂最大速度應不大於0.7 m/s，並且除下列特殊情況外，所有安全裝置均應對車廂的運行起保護作用：

—上終點極限開關和上終點停止行程開關可能不起作用，此時應採用自動越程保護措施，如用電氣開關。

—乘場門開關回路可短接。

7.2.3安裝、拆卸和維護作業應設有控制裝置，該裝置應包括：

—符合5.8.6有關電氣安全裝置要求的維護/檢查開關，該開關應是雙穩態的，能鎖住並且能不受維護/檢查控制位置以外的所有控制信號的干擾。只有通過維護/檢查開關的操作，才能使升降機恢復正常作業。

—hold to run control 寸-動控制裝置[只有當手動控制裝置(致動機構)被驅使時，才能觸發並保持具有危險性的機器功能運行的控制裝置]，應設計成只能由人工作業開啟，並且應清楚地標明運行方向。

—5.9.5的急停裝置。

## 五、安全要求- 5.10 故障

### 1.報警裝置

為了便於車廂內的人員尋求外部援助，應在車廂內安裝易於識別和接近的報警裝置。

報警裝置可以是響鈴或類似裝置，也可以是對講系統，對講系統應能在升降機斷電後至少1h內正常工作。

2.緊急逃離：乘員應可通過5.6.1.6所描述的方法從車廂內逃出。

### 3. 車廂內被困人員的手動下降

如果車廂內設有任何人都可操作的手動緊急下降設備，應符合下列要求：

- 驅動系統的制動器應可在車廂內用人工方法釋放，維持制動器釋放所需的力應不大於400 N。
- 裝置應予以保護以避免誤用，例如使用在緊急情況下可被打破保護蓋。
- 速度應可自動控制且應低於限速器的動作速度，但最大不大於1.0m/s。

### 4. 專業人員的緊急操作

4.1 通則：應有僅供專業人員用的緊急操作措施，以在緊急情況時能使車廂移動到層站。

4.2 人工緊急操作：人工作業移動裝有額定載重量的車廂所需的力應不大於400 N。只應由專業人員來操作。

### 4.3 電氣緊急操作

在設有電氣緊急操作的地方，應安裝符合5.8.6要求的緊急操作開關。

該開關只應由專業人員來操作，以防止車廂有該開關控制之外的所有其他運動。

緊急操作開關應允許通過hold to run寸-動控制裝置來控制車廂的運動，寸動控制裝置應只能由人為操作來開啟，並且設置在緊急操作開關附近。運動方向應清楚地標在上下按鈕旁。

當車廂被提升時，允許緊急操作開關直接失效或通過回路中的其他安全裝置如限速器、超速安全裝置、緩衝器的電氣安全裝置以及極限開關和鬆繩開關失效。

緊急操作開關及其按鈕的位置應合理，使用該開關時應能方便地觀察到車廂的運動。

車廂速度應不大於0.7 m/s。

## 五、安全要求- 5.11 噪音

1.1 總則：機器的設計和製造應考慮降低噪音(特別是降低聲源噪音)的技術進步和有效方法，使其噪音發射產生的風險降低到最低水準。噪音水準可參照類似機器的資料進行評定。

1.2 在設計階段減小噪音：設計機器時，應考慮EN ISO 11688-1給出的控制聲源噪音的資訊和技術措施，也可考慮EN ISO11688-2給出的資訊。最大的噪音源是齒輪齒條驅動裝置。

### 1.3 噪音的測量方法

地面防護圍欄(其外1.00 m、離地高1.60 m處)和車廂內工作位置的發射聲壓級，應按EN ISO 11201：2010，5.2.2.2，精確等級2(工程)測量。噪音測量的

## • 38 危險性機械及設備特刊

工作工況：無載荷。

噪音應按7.1.2.3的要求宣告。

### 六、驗證-6.1 設計驗證

1.設計驗證：表9列出了製造商應按第5章的安全要求和措施對每類新型升降機進行驗證的方法，同時提供了相應的條款編號。表中列出的條款包含其所屬的全部子條款，都應作為驗證的依據。製造商應保存所有的驗證記錄。

#### 2.特別驗證試驗

概述：下列部件應進行特別驗證試驗：

—乘場門和車廂門的門鎖裝置。

—超速安全裝置和限速器。

—具緩衝回復移動之線性蓄能型緩衝器和耗能型緩衝器。

升降機製造商應作試驗記錄並保存。

### 六、驗證- 6.2 特別驗證試驗

#### 1.總則：

1.1試驗應由具全品質確保系統之組織來進行，這些組織可為零部件製造商或其授權代表或測試實驗室。

1.2如製造商或其授權代表或測試實驗室對某一測試或檢查缺少適當方法，則可在其自己擔負責任下，委由他人執行。

1.3儀器的精度應在下列範圍內：

—質量、力、距離、時間、速度 $\pm 2\%$ 。

—加速度、減速度 $\pm 4\%$ 。

—電壓、電流 $\pm 2\%$ 。

—溫度 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

1.4試驗報告內容報告應至少包括以下內容：

—試驗設備的名稱。

—試驗報告編號。

—類別、型式和產品名稱(或商品名稱)。

—製造商名稱和地址。

—試驗日期。

—符合2.1.3要求的文件。

—地點、時間、試驗者姓名。

#### 2.車廂和乘場門的門鎖裝置

##### 2.1一般規定：

2.1.1 應用範圍：本程式適用於門鎖裝置。所有參與門的鎖緊和檢查鎖緊狀態的零部件均為門鎖裝置的組成部分。

2.1.2 試驗目的：應按本試驗程式檢驗門鎖裝置的結構和動作是否符合本標準。

2.1.3 相關文件：試驗報告中應包括下列文件

—帶動作說明的結構示意圖，應清楚地表明所有門鎖裝置的相關動作及其安全性細節，包括鎖緊元件的有效接合和電氣安全裝置動作位置以及緊急開鎖裝置的動作。

—門鎖裝置的類型(AC/DC)及其額定電壓和額定電流的說明。

2.1.4 試驗樣品：應在製造樣品上進行試驗，如果門鎖裝置的試驗只能在其安裝在相應的門(如有幾塊門板的滑動門或鉸鏈門)上才能進行時，則應按工作狀況將門鎖裝置安裝在一個完整的門上。在不影響試驗效果的條件下，門的尺寸可比真實門的尺寸小。

## 2.2 檢查和試驗

2.2.1 動作檢查：試驗的目的是檢驗門鎖裝置的機械和電氣元件是否能按安全要求正確動作，是否符合本標準的要求。特別應檢驗下列情況：

—在電氣安全裝置動作之前，鎖緊元件至少有7 mm接合長度。

—當門開著或未鎖緊時，人在正常接近位置不能使升降機運行。

### 2.2.2 試驗

2.2.2.1 一般規定：試驗目的是檢驗門鎖裝置機械元件和電子元件強度。

處於正常動作位置的門鎖裝置樣品，應控制其按通常的使用情況進行動作。

門鎖裝置樣品應按其製造商的常規要求進行潤滑。

動作次數應由機械或電子計數器記錄。

2.2.2.2 耐久試驗：門鎖裝置應進行200,000次(± 1%)完整循環(包括一次開鎖作業和一次重新鎖緊作業)。

門鎖裝置的驅動應平滑無衝擊。電氣安全開關應和鎖一起按正常工作狀態進行機械動作。

2.2.2.3 靜態試驗：試驗應在1 kN的靜力作用下進行，且總的持續時間應不小於5 min。

該力應作用在門打開的方向，且儘量接近使用者試圖打開門時力所作用的位置。

2.2.2.4 試驗準則：耐久試驗和靜態試驗後，不應出現任何影響安全性的磨損、變形或損壞。

## 2.3 超速安全裝置和限速器

## • 40 危險性機械及設備特刊

2.3.1一般規定：利用正常工作工況時使用的懸掛和導向系統進行試驗，超速安全裝置應與其限速器聯合起來一起進行試驗。

製造商應標明試驗載荷(kg)和額定速度(m/s)。如果超速安全裝置要在不同的載重重量和速度下進行驗證，應詳細說明。

2.3.2試驗方法：

2.3.2.1應對每類新型的超速安全裝置及其相應的限速器的典型結合進行試驗，墜落試驗的基本載荷為所有與車廂一起運行的質量的總和。

2.3.2.2試驗應在製造商規定的限速器動作速度下進行。

2.3.2.3試驗次數應不少於30次。依下列規定進行試驗至少：

- 額定載重量試驗10次，驅動裝置運行。
- 車廂空載試驗5次，驅動裝置運行。
- 1.3倍額定載重量至少試驗5次，驅動裝置運行。
- 額定載重量試驗5次，驅動裝置脫開(disengaged)。
- 1.3倍額定載重量試驗5次，驅動裝置脫開。

2.3.2.4直接或間接測量應包括：

- 下落總高度。—制動距離。
- 動作速度。—以時間為函數的減速度。

2.3.2.5應對下列內容進行檢查：

- 減速度符合5.6.2.3。
- 最大動作速度符合5.6.2.12。
- 無裂紋和變形。
- 由鋼絲繩驅動的限速器，限速器動作時作用在鋼絲繩上張力符合5.6.2.15。

2.3.3試驗報告：報告應載明

- 6.2.1.3規定的內容。
- 超速安全裝置和限速器的型式和適用性。
- 升降機的類型和型式。
- 包括慣性效應在內，超速安全裝置制停的總載荷。
- 限速器動作速度極限。
- 為使超速安全裝置在導軌上工作，導軌的許用厚度、夾緊面的最小寬度、導軌潤滑情況以及導軌表面情況。
- 由鋼絲繩驅動的限速器，其鋼絲繩的直徑、結構、限速器觸發時作用在鋼絲繩上的張力，如有牽引滑輪，則是最小張力。

2.4緩衝復位式蓄能型緩衝器和耗能型緩衝器：應按EN81-1：1998+A3：2009 中

F5的型式檢驗試驗程式進行。

#### 六、驗證- 6.3 在第一次使用之前對每台機器的驗證試驗

製造商應對升降機進行靜載試驗和動載試驗，以保證升降機正確製造和裝配，核驗所提供的全部裝置都是齊備的並能正確動作。這些試驗可在製造商控制下於製造商處或其授權代理商處或使用地點進行。

下列需要特別驗證：

- 所有極限開關的正確功能。
- 所有控制器的正確功能。
- 在規定限值內超速安全裝置的功能。
- 在1~1.2倍的額定載重量下超載檢測裝置的動作。
- 在規定限值內制動系統的制動距離。
- 門鎖裝置的正確功能。
- 1.1倍的額定載重量的動載試驗。
- 1.25倍的額定載重量的靜態試驗。
- EN 60204-1的電氣試驗。

#### 七、使用資訊

##### 1.使用說明書

1.1總體要求：台升降機都應隨機器提供符合EN ISO 12100：2010 6.4.5 使用說明書。

##### 1.2使用說明書內容

1.2.1一般規定：製造商和/或進口商/供應商提供給用戶的使用說明書，應至少包括下列的內容：

##### 1.2.2一般信息：

- 製造商或供應商的名稱和地址。
- 生產的國家。
- 型式。
- 使用說明書有效之出廠序號範圍。
- 反復說明機器上的安全標誌、警示符號及其含義。
- 升降機安裝用的所有相關零部件(塔柱節、乘場門、附牆架、控制系統等)。
- 使用說明的內容不僅應包括機器的預定使用，還應考慮到任何合理的可預見的誤用。

##### 1.2.3性能和設計資訊：

## • 42 危險性機械及設備特刊

- 工作載重量；。
- 額定速度。
- 工作狀態和非工作狀態下的最大允許獨立高度。
- 塔柱無附著的最大提升高度。
- 塔柱有附著的最大提升高度。
- 附著間距。
- 塔柱頂端自由高度。
- 安裝和拆卸時的最大允許風速。
- 工作狀態下的最大允許風速。
- 非工作狀態下的最大允許風速；對不同的風區，附牆間距等變化應清楚標明。
- 環境限制，如溫度範圍。
- 無論是實際值還是根據對以往機器的測量而確定的值，均應對機器的噪音發射作如下宣告。
- 無論是實際值還是根據對以往機器的測量而確定的值，均應對機器的噪音發射作如下宣告：
  - 車廂內工作位置的A加權聲壓級。
  - 地面防護圍欄外1.00 m、離地高1.60 m處最大的A加權聲壓級
  - 及其測量位置。
  - 說明試驗時的測量方法和工作工況。
  - 給出符合EN ISO 4871要求的雙數值噪音標示值表示形式的不確定度K值。
  - 有關銷售的印刷品中也應給出噪音的資訊。

使用說明書提供的資訊應充分完整，以使使用者能獲得每次安裝的特別細節。

### 1.2.4尺寸和重量：

- 車廂在底部時，地面到車廂底板的高度。
- 車廂內部空間尺寸(長X寬X高)。
- 塔柱節尺寸。
- 塔柱節重量，單位為千克(kg)。
- 基本單元(底架、最低的基礎節、車廂和驅動系統)的尺寸和重量。
- 安裝所需的最小面積。

### 1.2.5動力供應參數-電力驅動：

- 驅動系統功率，單位為千瓦(kW)。
- 供電電壓/頻率，單位為伏特/赫茲(V/Hz)。

- 控制電壓/頻率，單位為伏特/赫茲(V/Hz)。
- 最大啟動電流，單位為安培(A)。
- 最大消耗功率，單位為千瓦(kW)。
- 最小供電容量，單位為千伏安(kVA)。
- 主電源熔斷器和型式，單位為安培(A)。
- 可攜式工具插口的電壓和電流，單位為伏特/安培(V/A)。

#### 1.2.6安全裝置：

- 安全裝置類別(如超速安全裝置、端點和終點極限開關、乘場門開關)。
- 安裝、拆卸和維護用額外其他安全裝置。
- 緊急下降裝置的配置。

#### 1.2.7其他技術資訊：

- 塔柱節連接螺栓(直徑、性能等級、扭緊力矩、更換標準、預應力高強度螺栓使用的可能限制)。
- 升降機的功能配置使地基基礎承受的壓力。
- 在給定風區內，附牆架的配置和作用在支撐結構物上的力。
- 由裝載和卸載產生的作用在層站上的力。
- 升降機周圍需要防護的危險區域。
- 每個提升位置的資訊。
- 鋼絲繩參數。
- 對能明顯增加迎風面積的任何細節的考慮。
- 對能明顯增加風速的任何情況的考慮，如鄰近高大建築物。
- 運至工地及運出工地之設備運輸的程序。
- 對於提升附件，應給出預定使用、使用限制、安裝說明、使用和維護、靜態試驗所用係數等資訊。

#### 1.2.8安裝和拆卸說明

##### 1.2.8.2一般規定

使用說明書應明確說明製造商預定的安裝升降機各種配置。

需要非標準配置時，製造商、所有者和使用者應達成協議，該協議應作為使用說明書的補充。

##### 1.2.8.2間距

###### 1.2.8.2.1升降機周圍的間距：

—如果任一通道與任一接近其的升降機運動部件之間的安全距離小於0.85 m (額定速度不大於0.7 m/s時，為小於0.5 m)，則升降通道的防護裝置應符合EN ISO 13857：2008表1的要求且高度不小於2.0 m，或者為地板到天花板的全高度，此時可小於2 m。

## • 44 危險性機械及設備特刊

—如果安全距離不小於0.85 m (額定速度不大於0.7 m/s時，為不小於0.5 m)，則應配備高度不小於1.1 m的固定防護裝置(有扶手、中間橫杆和踢腳板)。

1.2.8.2.2車廂上方的間距：為預防車廂在升降通道的頂端超出行程限度，應有充分的導向高度作為越程餘量。

越程餘量應為：

—對於配重重量大於空車廂重量的升降機： $\geq 2\text{m}$ ；

—對於鋼絲繩式或配重重量不大於空車廂重量的升降機： $\geq 0.5\text{ m}$ 。

—對於齒輪齒條式升降機： $\geq 0.15\text{m}$ 。

越程餘量應從最後上極限開關的動作觸點算起；對於帶配重的升降機，越程餘量應從配重與其緩衝器接觸點算起。

如果額定速度大於0.85 m/s，越程餘量應增加 $0.1v^2$  (m)，其中 $v$ 為額定速度(m/s)。

當車廂運行到達越程餘量終點時，其上還應有至少1.8 m(如車廂頂部不允許有人，則應有至少0.3 m)的自由距離。

此外，車廂上任何高過車廂的部件和設備，其上方應有至少0.3m的自由距離。

1.2.8.2.3配重上方的間距：當車廂停在充分壓縮的緩衝器上時，配重上方的自由距離應至少為0.3 m。

1.2.8.3基礎：應給出能承受所有載荷的升降機用場地的資訊。支承底架和塔柱的基礎，應能承受5.2描述的力和力矩。如升降機底部的下方有可接近的空間，則任何配重都應有防墜安全裝置。

1.2.8.4安裝和拆卸

只有專業人員才能安裝和拆卸升降機。

只應由專業人員依據當地法規來進行升降機的供電連接。

使用說明書應至少包括：

—推薦使用的剩餘電流保護器。

—往工地的運輸。

—塔柱節和附牆架的安裝，包括螺栓的正確使用資訊（直徑、品質及扭力）。

—提升較重部件的建議方法。

—地面防護圍欄和乘場門的安裝和安全要求，包括每個入口位置的升降通道防護裝置。

—層站照明。

—整機試驗，試驗應至少包括以下要求：

- 升降機的核對檢查
- 功能試驗
- 驅動系統和制動
- 行程限位
- 車廂和乘場門
- 超載檢測裝置
- 升降機應在車廂裝有製造商規定的額定載重量下進行全行程的動態試驗
- 車廂防墜安全裝置應進行製造商規定的動態試驗
- 拆卸程式

1.2.9操作及使用說明：使用說明書中應有單獨的章節，向用戶提供安全操作和操作人員培訓的最低要求的明確資訊。升降機的裝載、卸載和操作可由任何被允許進入工地的人員進行操作，除非國家法規另有規定。詳細使用說明應包括：

- 預定用途。
- 層站和車廂門的操作。
- 車廂的裝載以及對裝載位置、載荷集中堆放和載荷固定的限制。
- 推行帶小腳輪的物品器具進出車廂時合適的間隙。
- 車廂頂應無載荷。
- 升降機控制，車廂內、底部防護圍欄和層站中可使用的控制裝置的功能。
- 環境條件，如工作狀態最大風速。

1.2.10緊急程序：使用說明書中應有單獨的章節，向專業人員提供緊急操作的全部必要資訊如：

- 特殊控制。
- 安全裝置(如極限開關、超速安全裝置)。
- 故障的應對。
- 電路圖。
- 車廂入口附近的資訊。

1.2.11定期檢查和維護：使用說明書中應說明按製造商要求、作業工況和使用頻率而確定的定期檢查、試驗和維護的頻率，並應給出檢查細細目和適合使用的詳細資訊。

如未隨機器提供運行維護記錄本，則還應在使用說明書中說明運行維護記錄內容。

使用說明書中還應說明易損件及其更換標準，如ISO 4309有關鋼絲繩的更換。使用說明書應有關於徹底檢查疲勞壽命(見5.2.6.1)的章節。

## 7.2標誌

1.一般規定：製造商應將標有下述內容的一個或多個持久耐用標牌固定在升

## • 46 危險性機械及設備特刊

降機相應的明顯部位，標牌的內容應符合EN ISO 12100：2010中6.4.4的要求。

### 2. 額定標牌：

- 製造商或授權代理商的名稱、位址。
- 型式。
- 出廠序號。
- 製造年份。
- 工作載重量。
- 提升高度。
- 鋼絲繩資料。
- 基本單元的重量。
- 額定速度。

### 3. 塔柱節或導軌節的識別標牌：每個塔柱節或導軌節上都應有可識別其生產日期的標誌或序號。

### 4. 基本使用倍息標牌應有下列資訊：

- 塔柱高度。
- 塔柱頂端自由高度。
- 塔柱節連接螺栓(螺栓直徑、性能等級、扭緊力矩)。
- 電力供應(殘餘電流裝置)。
- 獨立時(無附著時)的操作。
- 安全間隙。
- 附牆架示意圖，包括附牆架間距。
- 非工作狀態下車廂的位置。
- 操作說明書的 看。
- 配重位於可進入接近空間的上方時，安裝的資訊。

### 5. 車廂內的標牌。

- 字元最小高度：25 mm。
- 工作載重量和最大乘員數。
- 對載荷位置和集中堆放的限制。

### 6. 地面防護圍欄外的標牌：僅有授權之專業人員方可進入地面防護圍欄。

### 7. 超速裝置標牌：

- 製造商名稱和地址。
- 型式檢驗證書編號。
- 動作速度。
- 製造年份和出廠序號。

8. 驅動電動機標牌：
- 製造商名稱和地址。
  - 型式。
  - 製造年份和出廠序號。

### 7.3 控制元件標誌

所有的控制元件都應清楚地標誌。推薦使用圖形符號。

## 七、附錄B 電氣安全裝置

### Annex B (normative)

### Electric safety devices

Table B.1 — List of electric safety devices

Clause	Devices checked
5.5.5.1	closed position of landing gates
5.5.5.2	closed position of landing gate locking devices
5.6.1.5.1.5	closed position of cage gates
5.6.1.6	locked position of trap door or escape door
5.6.2.4	operation of overspeed safety devices
5.7.3.2.1.2	abnormal relative extension of wire rope in drive unit
5.9.2.2	final limit switches
5.9.3	slack rope in drive unit
5.9.3	slack rope in suspension of counterweight
5.9.4	erection accessories
5.9.5	stopping devices
5.9.7.2.1	closed position of movable protection (cage)
5.9.7.2.3	Service/inspection switch
5.10.4.3	electrical emergency operation switch

### 參考文獻

1. 職業安全衛生法、危險性機械及設備安全檢查規則、起重升降機具安全規則、職安署指定適用標準及函釋等法規。
2. 危險性機械及設備科/高市勞檢處。
3. 勞動及職業安全衛生所：歐盟EN 12159標準架構及妥適性分析簡介。
4. TUV：EN 12159:2012 標準介紹Builders hoists for persons and materials with vertically guided cages 垂直導向的人貨兩用營建用升降機。

## 世界氫能源發展介紹

董仲康

### 一、前言

目前氫燃料發展在各先進國家快速竄紅，尤其是全球汽車大廠紛紛搶食商機。繼日本宣示2020年東京奧運會要實現氫能源社會願景之後，汽車大廠豐田發表新一代氫燃料車，性能大幅提升引發市場熱議，附圖為TOYOTA最近展出的自動駕駛氫燃料電池車(TOYOTA FINE-Comfort Ride Concept)。加上中國、南韓、德國、法國等全力衝刺氫能源基礎建設，氫燃料商機加速成長，有望使「氫能源概念」成為舉世矚目之焦點。

事實上，氫燃料已經受到舉世廣泛關注，氫能車和加氫站漸為各國綠能發展指標。除日本正積極發展中以外；中國大陸的目標是在2030年建設1,000座加氫站，車輛數則要破百萬；南韓的目標為2040年600萬輛、歐盟更宣示2050年要有5,300萬台氫能車。日經BP清潔技術研究所、國際氫能委員會皆預測，2020-2050年國際氫能源市場規模有望從千億美元增至1.5兆美元，占全球能源比重18%以上。

### 二、國內氫能源發展

由於氫能源效率持續提升、兼具真正的環保優勢，被視為下世代的戰略資源。在各國大力發展下，國內公司中與氫生產相關的有聯華、台苯、中鋼，而可作電能產出的公司有順德、康舒、高力，以及與電池相關的中興電、九豪、南電等公司。其中康舒燃料電池，近年與美國電池商Bloom Energy合作，受惠於後者與軟銀在日設立燃料電池公司，吃下日本東京奧運會商機。高力公司也與Bloom energy合作搶攻綠能。看準氫能源商機，高力公司並在備援電力領域，技術轉移美國產氫技術，結合本身的高力板式熱交換器進行廢熱回收管理；另外南電公司則是供應薄膜及燃料電池成品。

### 三、國外氫能源發展

除了15年前，英國氧氣公司即已提供了100部氫氣公車給倫敦政府使用外，近年來美國空氣產品集團於2018年9月4日宣布已與北京中科科全科技有限公司簽署合作和設備供應協議，以加速發展氫氣基礎設施和設置第一個，也是中國第一個商業規模的液態氫燃料加氣站。兩家公司將合作從示範到商業化，包括中國液態氫加氣站的建設，營運，維護和供氣。

另外，空氣產品集團於2019年6月18日為沙烏地阿拉伯的第一個氫氣加油站揭幕。沙烏地阿拉伯國家石油公司和空氣產品公司在位於沙烏地阿拉伯達蘭科技谷科技園的空氣產品公司創新技術中心開設了沙烏地阿拉伯第一個加氫站。該實驗站將為六輛豐田未來(Mirai)燃料電池電動汽車的第一批車隊提供高純度壓縮氫氣。預計豐田未來(Mirai)車隊將擁有500公里的行駛里程，其中水是唯一的排放物，而且可以在5分鐘內完成氫氣灌充，而傳統電池電動車充電時間最少需要1小時。這將證明氫燃料汽車有可能為安全和乾淨能源的未來做出重大貢獻。

法國液空集團2019年2月21日宣布，世界上第一批零碳排放氫動力計程車Hype的發展。在法蘭西島大區推出氫燃料電池汽車及其加氫站基礎設施，目前該區域已有100輛Mirais氫能車，豐田將在2020年底前再增加500輛Mirais，以達到該區600輛計程車的目標。巴黎街頭目前已經有100輛氫氣計程車使用建造的四個氫氣加氫站。將這個車隊擴大到600輛氫氣計程車將有助於改善空氣品質。而且法國液空集團亦將在美國西部建立第一個專門用於氫能市場的世界級液態氫生產裝置，並有助於實現和補充氫燃料電池電動汽車的部署，支持全州的氫氣供應商的市場。

#### 四、結語

使用液態氫或壓縮氫氣作為汽車燃料已是全世界目前最熱門也是最先進的環保策略，在世界各國，包括中國、美國、日本、法國、英國，甚至沙烏地阿拉伯等國家，都正在積極地推展氫燃料電池汽車及加氫站，我們相信氫氣是一種未來必不可少的可持續能源載體和能源轉型的基石。這項對氫生產的新投資，進一步展示了先進國家的長期致力於開發用於移動的氫能源，並加速部署新的氫燃料電池電動汽車，這也是氫作為汽油替代品動力的另一個跡象。



圖1 TOYOTA最近展出的自動駕駛氫燃料電池車



圖2 TOYOTA目前已在市場出售的氫能源汽車(FCV PLUS—MIRAI)



圖3 中國大陸正在使用中的氫能源公車(FCCB)

# 超音波檢測簡介

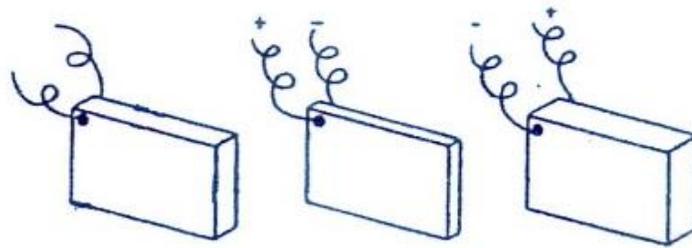
沈銀松

## 1. 超音波基本原理

### 1.1 超音波產生及波式

普通人耳可以聽見的聲音，其頻率約在16Hz到20KHz之間，如果波動的頻率高於此範圍，人類無法聽見特稱為超音波。在非破壞檢測上，常用頻率約在0.5MHz到25MHz之間，其中又以1MHz最常用。

超音波的產生方式是以反壓電效應達成，如圖一所示當施加某一方向電壓於薄片時，其厚度發生大小變化。如果外加電壓有正負變化時，會造成壓電薄片的連續厚薄變化。若將壓電薄片置於物體表面並施予適當壓力，然後施予正負交變電壓信號，則其厚度變化會造成物體表面的連續壓縮，而此壓縮波由物體表面向內部傳送，即為超音波產生的方法。



圖一 反壓電效應產生的厚薄變化

超音波利用正負交變電壓產生脈衝聲波，與一般連續聲波不同。超音波的波式有縱波、橫波、表面波、藍姆波等。縱波可傳送於任何物質，橫波是以切向力傳送，因氣體和液體無法傳送切向力，所以橫波只存在於固體。

## 2. 音波傳送特性

### 2.1 垂直入射

由於超音波檢測材料時，是利用超音波碰到缺陷斷層時，無法越過而產生一反射波，此反射波大小隨缺陷種類，音束射到缺陷表面多寡而有所不同。一般以反射係數與透過係數有關，反射係數為超音波經過兩個不同界面時，反射回來音壓的大小；透過係數表示碰到界面時，其穿透過去音壓的大小，其定義如下列公式

$$R = (Z_2 - Z_1) / (Z_2 + Z_1)$$

$$\text{或 } R = (\rho_2 c_2 - \rho_1 c_1) / (\rho_2 c_2 + \rho_1 c_1)$$

$$D = 2Z_2 / (Z_2 + Z_1)$$

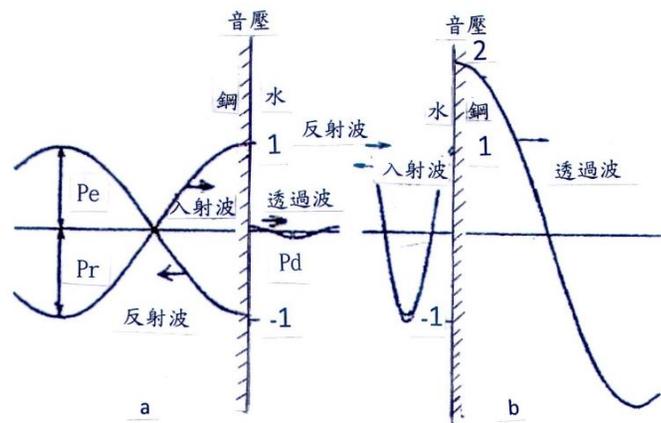
$$D = 2\rho_2 c_2 / (\rho_2 c_2 + \rho_1 c_1)$$

R：反射係數

D：穿透係數

Z：材料音阻抗(材料密度  $\rho$  與音速  $c$  之乘積；同材料中縱波與橫波之速度不同，其音阻抗亦不同)

由公式可知：當兩介面之音阻抗相差愈大時反射係數之絕對值較大，而穿透波所進入材料( $Z_2$ )其音阻抗愈大者，透過係數亦愈大。



圖二 在鋼/水介面反射波音壓大小

(a)入射波在鋼中

(b)入射波在水中

例如鋼與水界面之R及D如下

$$Z_1(\text{鋼}) = 45 \times 10^6 \text{ Kg/m}^2\text{S}$$

$$Z_2(\text{水}) = 1.5 \times 10^6 \text{ Kg/m}^2\text{S}$$

依上式計算

$$R = 1.5 - 45 / 1.5 + 45 = -0.935$$

$$D = 2 \times 1.5 / 1.5 + 45 = 0.065$$

表示若由鋼和水的界面時，超音波由鋼表面射入碰到水的界面時，會有93.5%的反射波回到鋼內，另有6.5%的超音波穿過界面達到水中，負號表示反射波和入射波方向相反。

若反過來，由水中入射於鋼，由上式中 $Z_2$ 及 $Z_1$ 互換得 $R=0.935$   $D=1.935$

因為R是正的，入射波與反射波同相位，透過波音壓為入射波音壓的1.935倍。

若再換成鋼／空氣界面時，空氣的音阻抗為 $0.0004 \times 10^6 \text{ kg/m}^2\text{s}$ ，由公式得知R幾乎為1，D則趨近於0，表示鋼／空氣界面幾乎全反射而無穿透波。

由以上說明，可知在檢測時，探頭塗上耦合劑之界面猶如水／鋼界面，超音波大部分進入鋼板，到達鋼板內部碰到疊層時，則類似鋼／空氣界面，超音波幾全反射而被探頭接收(其他情形視缺陷種類及形狀等而有不同反射比率)，超音波經此穿透及反射路徑才能得到缺陷回波。

## 52 危險性機械及設備特刊

### 2.2 偏斜入射

超音波偏斜入射時產生反射及折射。反射是指入射波返回原介質的情形，當發生反射時反射線與入射線在法線之兩側同一平面上，且反射角等於入射角。折射指超音波穿透不同密度的介面時，發生偏離入射波方向的現象。

超音波在介面反射或折射時，均可轉換成為不同的波式，反射角及折射角依折射定律計算：

$$\sin \alpha_1 / \sin \alpha_2 = c_1 / c_2$$

當超音波以縱波偏斜入射不同介面時，當入射角因折射關係，使縱波消失時稱為縱波全反射，其角度又稱為縱波臨界角，同時只存在橫波。若入射角繼續增加最後連橫波亦消失時，此時之角度稱為橫波臨界角。一般常用斜束探頭即是利用壓克力與鋼的介面即適當的入射角使鋼中只存在橫波的原理製成。

## 3. 超音波之音場

### 3.1 近場

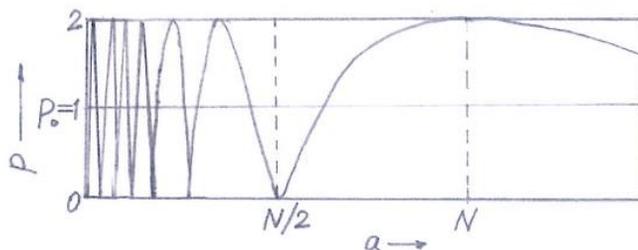
近場係指超音波從探頭髮射後，在音場中心軸上最後一個最強點到探頭表面的距離。於此區域音波互相干涉且音壓變化複雜，探頭前方中心軸上的音壓變化在零與兩倍原始音壓變化。尤其是在近場長度約1/4範圍內更是明顯，在近場長度1/2處永遠保持為零之最弱點，在近場終點(N點)中心軸上則為兩倍平均音壓的最強點，近場長度依下列公式計算：

$$N = (D^2 - \lambda^2) / 4\lambda$$

N：近場長度

D：探頭直徑

$\lambda$ ：波長



圖三 圓盤型振盪器前方音場中心軸上音壓強弱變化曲線

### 3.2 遠場

超音波在近場以平面波傳送，在遠場則以球面波傳送其音壓大小隨著距離增加而降低，此音壓減弱原因乃發散關係，發散角公式計算如下

$$\sin \gamma_0 = 1.22 * \lambda / D$$

式中  $\lambda$  為波長(由  $C = f * \lambda$  計算 C：音速 f：頻率)、D 為探頭直徑

由發散角計算式可得知，當探頭直徑愈大且為波長短之高頻探頭，其發散角愈小，表示音波之波束集中可傳送至遠距離，對缺陷定位亦較精準。

#### 4. 檢測探頭之選擇

根據波長、音速、頻率之公式、近場及發散角等公式，可知探頭大小及頻率高低，關係到近場的遠近和發散角大小，對檢測時構成很大的影響，應如何選擇探頭可參考下列原則

##### 4.1 探頭頻率選擇

- (1) 高頻探頭因波長短，可檢出較小缺陷且發散角小，對瑕疵定位較精準
- (2) 結晶顆粒粗大者為減少散射造成之衰減，宜使用低頻探頭
- (3) 檢測長距離物件適合用低頻探頭
- (4) 表面粗糙容易造成散射衰減增大，使用低頻探頭為宜

##### 4.2 探頭大小選擇

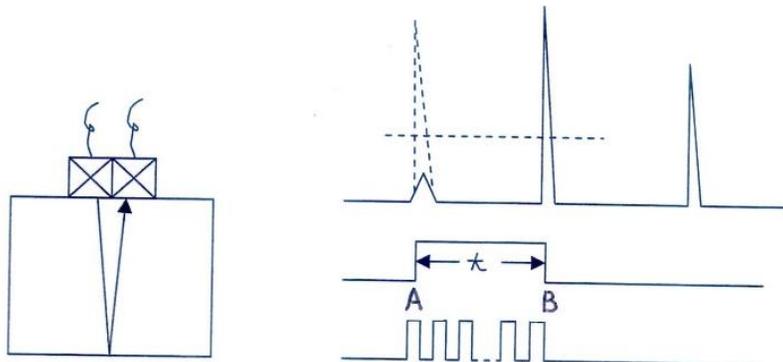
- (1) 對於較薄物件或近距離之檢測，因大探頭使得近場長度增加，影響近距離信號，因此宜用小探頭
- (2) 對於厚度大、距離遠之物件，使用大探頭，其發散角小射束集中，可獲得較佳穿透力
- (3) 對相同直徑之檢測，以大探頭易獲得較高靈敏度

#### 5. 超音波的應用-厚度量測

##### 5.1 測厚原理

超音波測厚儀乃利用脈波傳送時間法，以超音波發射後至接收到背面回波的時間換算成距離(厚度)，再以數字顯示。

目前商用雙晶(T-R)探頭測厚儀擷取信號的原理；T-R探頭的起始波很小，甚至沒有，因此由儀器激發一個代表試件表面的信號，此信號的位置可由測厚儀上的”零點調整鈕”調整之，而此信號到B1間的時間長度可代表試件的厚度，隨著試件厚度增加，時間亦增長。而測量時間的方法如圖所示的高頻連續波信號，每一小方格代表超音波傳送的單位距離，因此計算A到B間所包含的小方格數即可得知厚度。



## 54 危險性機械及設備特刊

### 5.2 測厚順序與方法

#### 5.2.1 校正

將探頭置於規塊上，校正檢測值是否正確，調整到正確讀值。校正頻率以每4小時或關機再啟動皆需校正。如再校正時，發現其校正相差值在0.3mm以上時，則需將其間已測量過者重行測量

#### 5.2.2 測量前處理

測量面，銹，垢，或塗膜等以鋼刷清除，再以紗紙等加以磨平，如不易去除以砂輪機稍微磨平

#### 5.2.3 塗敷偶合劑

以協會購買之偶合劑為主，或以機油，水、油脂等均可使用。

#### 5.2.4

依照測厚方法選擇其中一種。各種測量方法之選擇視依據指定之基準或與使用者協議而決定。如測量方式未特明示時，則以二次測量法為之。

### 5.3 測厚方法

#### 5.3.1 一般測量法

##### (1) 一次測量法

測量一點完成測量方法

##### (2) 二次測量法

以一次測量點，以探頭之分割面為準，分割為 $0^\circ$ 及 $90^\circ$ 方向作二次測量，並以較小值表示其測量值。

##### (3) $30\psi$ 多點測量法

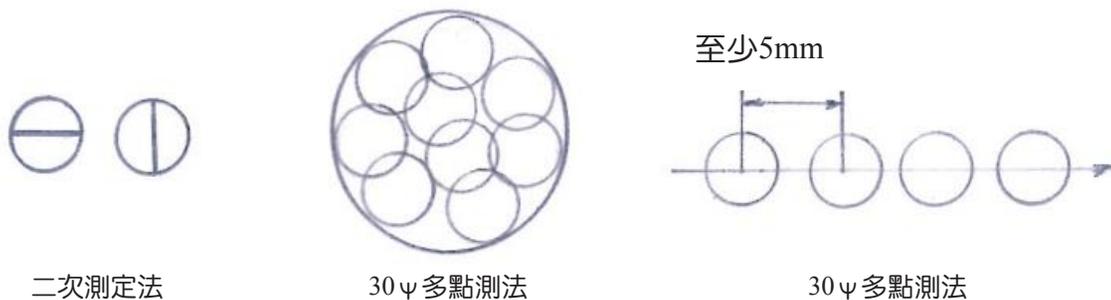
以一測量點為中心，在約 $30\phi$ 以下圓內作多點測量，並以最小值表示其測量值

#### 5.3.2 連續測量法

在已定之線上，依照一次測量法在間距5mm以下，連續測量之方法。

#### 5.3.3 精密測定法

以一測定點為中心，增加測定點，將所測得厚度變動畫成等厚線表示之。



**手持式煙氣分析儀**

**CHEMIST 500/600**

- 500  
2 - 4 個氣體感測器
- 600  
2 - 6 個氣體感測器  
可同時進行6種以上的氣體檢測

- 內建熱感應式印表機
- 15 種編程燃料  
(包括木材·顆粒·沼氣和煤炭)
- 帶防塵過濾的外置冷凝水槽
- 測量正壓、負壓和壓差
- 可充電鋰電池
- 中文、英語、義大利語
- 彩色液晶螢幕



**工業型煙氣分析儀**

**CHEMIST 900**

- 1 - 12 個氣體感測器 (多種搭配供選擇)
- 符合 EN50379-1 標準和 EN50379-2 標準
- 支援 app 軟體連結
- 內建熱感應式印表機
- 可同時進行 12 種以上的氣體檢測
- 內部儲存量: 高達 16000 次完整分析值
- 標準集水器或 Paltier 快速冷卻器



**JUMO**

台灣總代理



★USB 下載記錄數據

**觸控式無紙記錄器**

**70.6520** (另有符合FDA規範型號)  
**LOGOSCREEN 600 / 700**

- 5.7 吋彩色觸控螢幕
- 6 頻道類比輸入 · 2 頻道類比輸出
- 24 頻道外接和類比輸出
- 安裝深度: 119 mm
- 支援: Modbus, RS-232, RS-485 Ethernet
- 即時數據可由電腦或手機查看



**毛細管溫度開關**

**60.3021** (多溫度範圍選擇)

- 充液: -20 ~ 350 °C
- 充氣: 20 ~ 500 °C

**溫度控制器安全開關**

**70.1150 safetyM STB / STW**

- 輸入: Pt 100, 4 ~ 20 mA, TC (各種信號)
- 輸出: 4 ~ 20 mA, 0 ~ 10 VDC
- 溫度限制安全開關功能 (STB)
- 溫度監測安全開關功能 (STW)



◀ **各式溫度開關**

**60.2021**

- 溫度: -20 ~ 500 °C
- -20 °C 時開關安全斷開

**各式感溫棒** ▶

(可客製化)

- 溫度: -200 ~ 800 °C





# 歐洲機種塔吊 全新變頻施工電梯

**GJJ**  
 永茂建機  
 YONGMAO  
 台灣總代理

專業買賣

租賃

規劃

安裝

施工維修

歐洲機種

高穩定性

高安全性

塔式吊車規格

50m/T - 1000m/T

變頻施工電梯規格

950kg - 5000kg



JARLWAY 變頻式塔吊



宇球國際興業有限公司  
 地址: 新北市永和區保生路62號2樓  
 電話: (02)2231-9803 傳真: (02)2231-9905  
 E-mail: ucteresa0301@yahoo.com.tw

# 泳福有限公司

## YUNG FU CO., LTD.

專業：大小型液壓  
龍門吊具系統  
室內重機件吊裝定位



廠內試吊 100T



廠內試吊 130T



國營事業設備吊裝



國營事業設備吊裝



國營事業模擬吊裝 160T



大型進口設備吊裝定位



大型油壓機設備吊裝定位

總公司／統一編號：16010428  
電話：03-3617686・3621779  
地址：桃園市桃園區建國路  
163號

分公司／電話：03-3522133(代表號)  
電話：03-3224123  
地址：桃園市蘆竹區蘆竹街  
212號

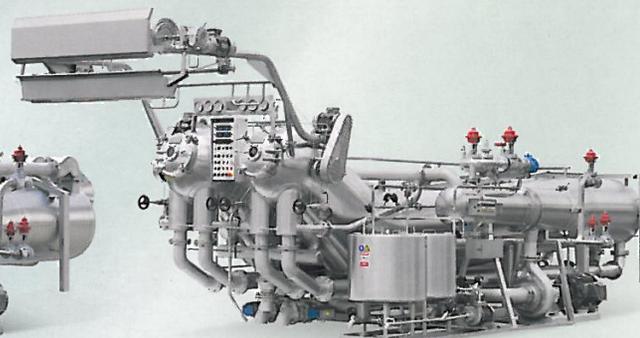
# Eco Dyeing Technology

Advanced / Energy efficient / High production capacity



## HEAP

超高速高溫高壓染布機  
Extreme-rapid High Temp &  
High Pressure Fabric Dyeing Machine



## HEJP

超高速高溫高壓染布機  
Extreme-rapid High Temp &  
High Pressure Fabric Dyeing Machine



## CH

快速高溫高壓染紗機  
Rapid High Temp High  
Pressure Yarn Dyeing Machine



## RUV<sup>2</sup>

快速高溫高壓超溢流低浴比染布機  
Rapid High Temp & High Pressure,  
Full Flow & Lowest Liquor Ratio Fabric Dyeing Machine



## CD

快速高壓筒仔烘乾機  
Rapid high pressure Cheese  
Dryer Machine



## BM

快速高溫高壓盤頭染布機  
Rapid high temp/pressure Beam Dyeing Machine



TONG GENG

東庚實業股份有限公司

TONG GENG ENTERPRISE CO., LTD.

桃園市大興西路2段6號13樓之5  
13Fl-5, No. 6, Sec. 2, Dah Hsing West Road,  
Tao Yuan City, Taiwan.

Tel : 886-3-301-6886(Rep) Fax : 886-3-301-6568

E-mail : tonggeng.sales@gmail.com

Web: www.tonggeng.com.tw



DONGLIN

杭州東霖染整機械有限公司

Hangzhou Donglin Dyeing & Finishing Machinery Co., Ltd.

中國浙江省杭州市蕭山經濟技術開發區橋南區鴻達路86號  
No. 86, Hongda Road, Economic & Technical Development Zone,  
Qiaonan District, Xiaoshan, Hangzhou City, Zhejiang, China.

Tel: 86-571-8269-7168 Fax: 86-571-8269-7178

E-mail: hzdlrz@xs.hz.zj.cn



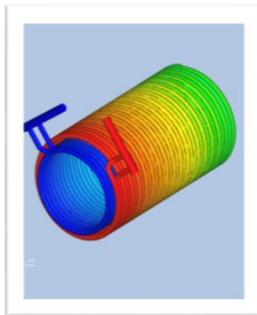
# 利峰機械有限公司

LIFONG MACHINERY CO., LTD.

產品使用3D繪圖 轉進熱流軟體分析

解析管內流體. 壓損. 熱傳 數據

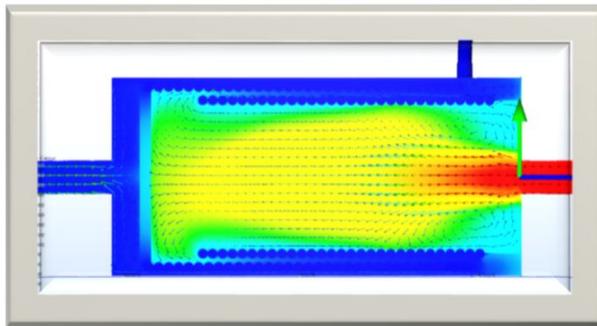
解析管外氣體. 流場的風壓. 溫度分佈



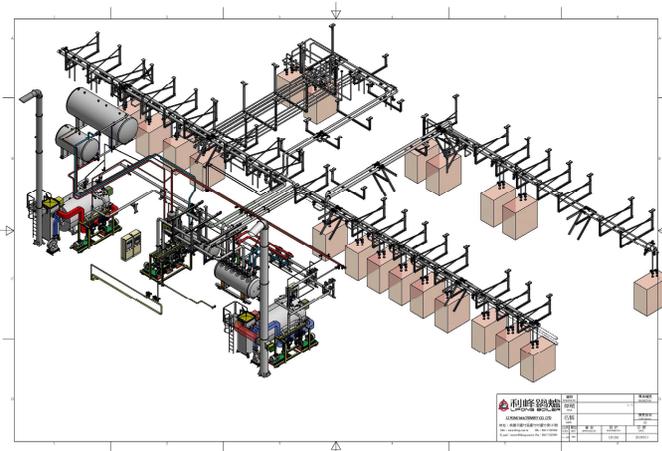
鍋爐管依分析數據 定立尺寸進行製造

自動焊接自動彎管成形, 準確尺寸高品質

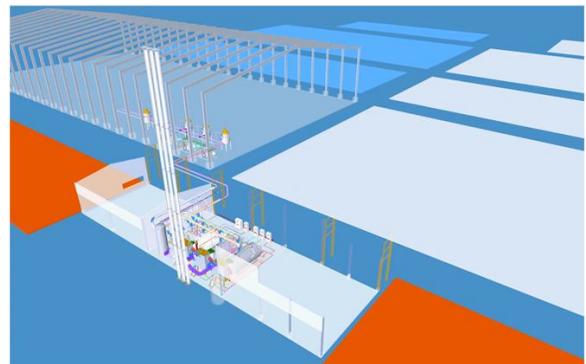
焊道. 熱媒管圈, 可組合為各型號產品 .



PCB電子壓合機加熱系統



化工反應槽加熱系統



地址：桃園市蘆竹區蘆竹街143號  
TEL：886-3-3127000 (代表號)  
FAX：886-3-3127099

No.143, Luzhu St., Luzhu Dist., Taoyuan City  
338, Taiwan (R.O.C.)  
URL: [www.lifong.com.tw](http://www.lifong.com.tw)  
E-mail: [service@lifong.com.tw](mailto:service@lifong.com.tw)

# 奥林集团 Oilon Group 温暖之道 Oilon - the warm way

奥林主张环保的能源和可持续能源解决方案  
Our mission is to provide environmental friendly energy solutions  
Our vision is to provide sustainable energy for our customers

奥林燃烧器的研发中心是欧洲最具规模的燃烧器研发基地之一  
Oilon burner R&D center is one of the largest burner R&D facilities in Europe

奥林已成为欧洲乃至全球公认的燃烧器生产与研发专家  
Oilon has been recognized as expert on burner manufacture and development in Europe and the world as a whole



奥林芬兰总部拉赫蒂工厂  
Oilon Headquarters in  
Lahti, Finland



奥林中国无锡工厂  
Oilon Factory in  
Wuxi, China



奥林美国托马斯维尔工厂  
Oilon Factory in  
Thomasville, USA



奥林芬兰科科拉工厂  
Oilon Factory in  
Kokkola, Finland



奥林俄罗斯圣彼得堡工厂  
Oilon Factory in  
St. Petersburg, Russia

## 奥林燃烧器系列 Oilon Burner Family



亚太区销售经理 黎明旭  
MOBILE: +86 13861873135  
TEL: +86 510 85342010  
FAX: +86 510 85342772  
E-MAIL: mason.li@oilon.com  
www.oilon.com



奥林热泵系列  
Oilon Heat Pump Family



**oilon**<sup>®</sup>



# 歲鼎企業有限公司

專業水處理團隊  
顧問級專業實力

WEI TING ENTERPRISE CO. LTD.



專業水質檢驗中心



全方位技術整合服務



食品及工業用水處理設備  
水資源回收處理設備  
規劃、製造、安裝工程



鍋爐專用處理藥劑製造、銷售  
冷卻水專用處理藥劑製造、銷售  
NSF G6級食品廠鍋爐專用水處理藥劑製造



通過 ISO-9001及ISO14001國際認證



獲頒經濟部工業局技術服務機構證書

歲鼎企業有限公司  
威達水處理工程有限公司  
地址：台中市西屯區工業區15路3號

電話：04-23596968  
傳真：04-23598173  
網址：[www.weiting.com.tw](http://www.weiting.com.tw)  
E-mail：[weyting@weiting.com.tw](mailto:weyting@weiting.com.tw)



# 義大利利雅路 (RIELLO) 燃燒機

本公司代理的利雅路燃燒機是由義大利 (RIELLO) 股份有限公司所生產，該公司致力於燃燒機領域的研發、生產及銷售已有近百年的歷史，為全球著名品牌企業，利雅路以其雄厚的企業團隊，旗下有50項國際技術專利，300個產品系列，4個世界一流水準的現代化研發中心，共有10個全自動生產製造廠分別設立於5個不同的國家，和遍佈全球銷售服務網而聞名於業界。



## 營業項目

燃油燃燒機  
燃氣燃燒機  
油氣專用燃燒機  
燃燒設備零配件  
鍋爐相關零配件組  
節能設計及規劃



## 應用範圍

熱水鍋爐  
熱媒鍋爐  
蒸氣鍋爐  
溶解爐  
焚化爐  
鋁鋅壓鑄機械  
各式熱風乾燥爐設備  
烤漆化工設備



## 慶燁股份有限公司 (台灣區總代理)

新北市三重區重新路5段609巷16號8樓之11 (湯城園區)

電話：02-2999-0456 (代表號)

E-mail：info@chingye.com.tw

傳真：02-2999-0455

網址：www.ching-ye.com.tw