

動火作業危害預防

113年05月10日

主講人：許曉鋒



CONTENTS

1. 前言
2. 動火作業危害基本概念
3. 動火作業危害預防
4. 動火作業危害案例探討



1. 前言

燒金紙引發火災 112.12.22



1根菸燒掉39億元! 110.10.21



mnews

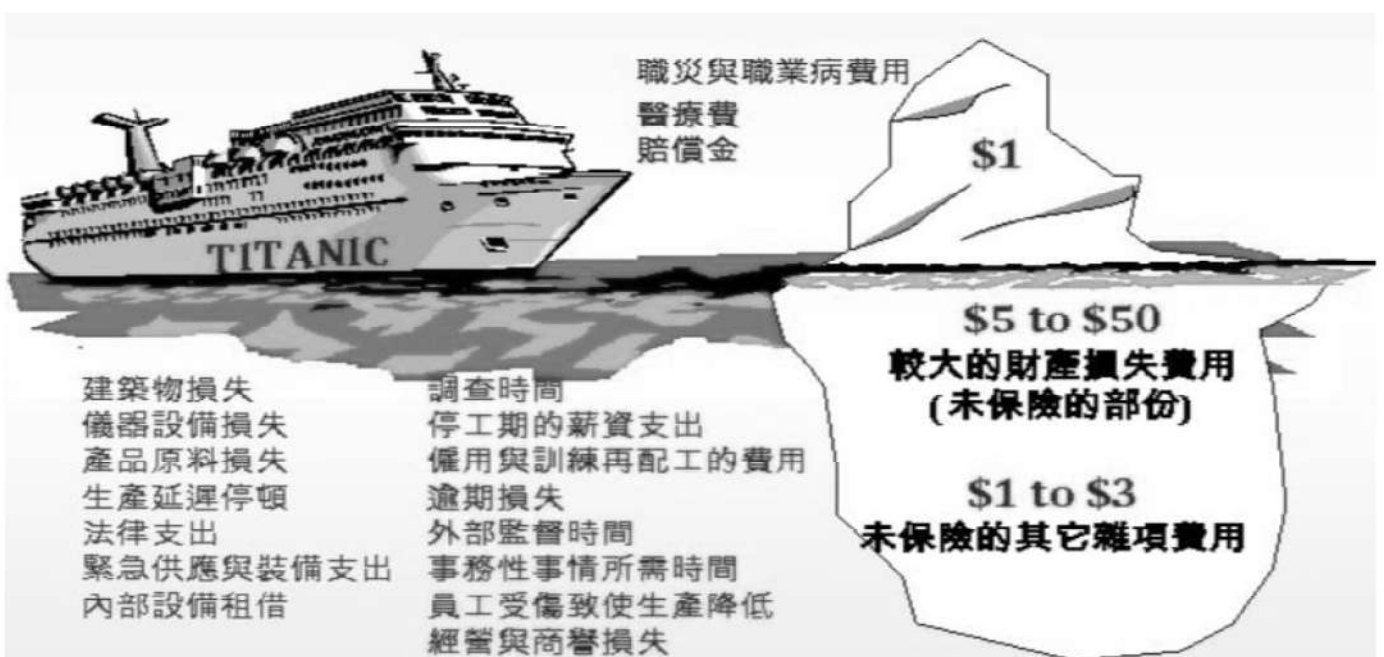
畫面來源 | 記者爆料網

一根菸財損39億!楊梅倉儲大火偵結起訴臨時工

OSHA COAPRE

4

Iceberg Theory (災害事故費用)



OSHA COAPRE

5

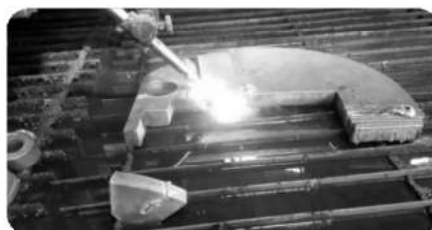
2. 動火作業危害 基本概念

動火作業介紹 - 焊接、切割、燃燒、加熱

工作過程中會使用到熱或產生的熱會引起火花，利用火燄、電弧或其它起動源對金屬、非金屬之硬質器材或設施作切割、焊接、破碎等工作。



火焰切割



氣電焊



鋼鋸



研磨機

想想看，動火作業除了焊接、切割、燃燒、加熱、研磨外，還有哪些型態嗎!?

8



動火作業不止銲接、切割、燃燒、加熱、研磨

2020年9月21日，於某造紙廠，一桶用於重新給玻璃纖維增強塑膠(FRP)塔添加內襯的易燃樹脂著火了。火災所產生的煙霧造成兩名承攬商死亡。



圖 1：
熱風槍
點火源

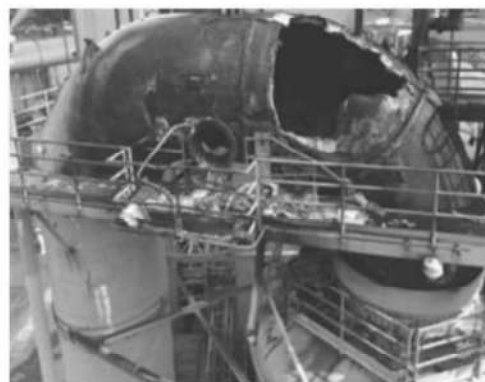


圖 2：火災之後

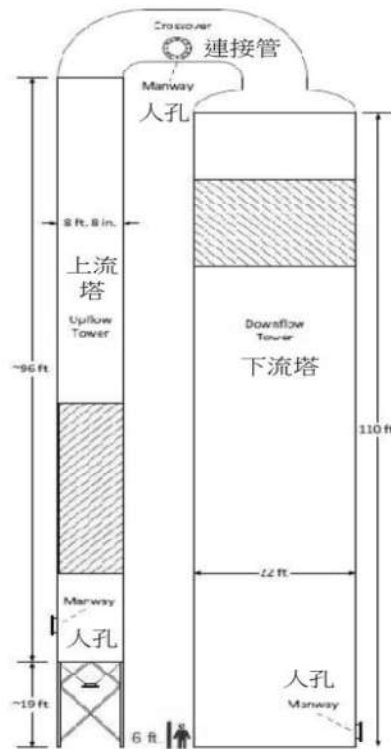


動火作業不止銲接、切割、燃燒、加熱、研磨

這些維修是以兩份局限空間進入（入槽Confined Space Entry, CSE）許可證管理的。其任何一項工作都未計劃有動火作業(Hot Work)，也沒有授權。塔內沒有易燃物質，但上流塔內的FRP內襯塔壁是可燃的。

火災當天，由於氣溫較低，在上流塔（左側）內工作的人員難以讓樹脂正常固化。當他們發現塔外的鐵桶沒有鐵桶加熱器時，他們決定在其工作地點（標記為紅色）對樹脂桶使用熱風槍。

熱風槍不慎掉入一樹脂桶中，點燃了此可燃物。工作的人員沒有滅火器，火勢蔓延——最後點燃了FRP內襯塔壁。在相連的下流塔（右側；標記為綠色）中工作的兩名承攬商來不及逃離就被氣體給燻倒了。



Source: CCPS Beacon 2022.03

10

動火作業危害特性

動火作業過程中存在多方面的潛在危險性，其主要潛在危害可分為：

火災、爆炸

感電、灼傷

強光、中毒



11

動火作業危害特性_火災、爆炸對人體的危害

- 氧氣耗盡
- 火焰：超過66°C顯著傷害
- 熱： 超過66°C顯著傷害
- 毒性氣體
- 煙：視線遮蔽
- 結構強度衰減
- 爆炸產生的震波、碎片波及



12



111.12.29 豐原工廠大火釀4死1傷 疑施工地板塗料起火釀禍



13



動火作業危害特性_火災爆炸-燃燒四要素

燃燒四要素同時存在→燃燒
只要去除燃燒四要素中任何
一要素 →即可滅火



14

火災之分類與特性

類別	名稱	說明	備註
A類火災	普通火災	普通可燃物如木製品、紙纖維棉、布、合成之樹脂、橡膠、塑膠等發生之火災。通常建築物之火災即屬此類。	可以藉水或含水溶液的冷卻作用使燃燒物溫度降低，以致達成滅火效果。
B類火災	油類火災	可燃物液體如石油、或可燃性氣體如乙烷氣、乙炔氣、或可燃性油脂如塗料等發生之火災	最有效的是以掩蓋法隔離氧氣，使之窒息。此外如移開可燃物或降低溫度亦可以達到滅火效果。



15

火災之分類與特性

類別	名稱	說明	備註
C類火災	電氣火災	涉及通電中之電氣設備，如電器、變壓器、電線、配電盤等引起之火災。	有時可用不導電的滅火劑控制火勢，但如能截斷電源再視情況依A或B類火災處理，較為妥當。
D類火災	金屬火災	活性金屬如鎂、鉀、鋰、鋅、鈦等或其他禁水性物質燃燒引起之火災。	這些物質燃燒時溫度甚高，只有分別控制這些可燃金屬的特定滅火劑能有效滅火。(通常均會標明專用於何種金屬)

火災之分類與特性

依CNS1387提及火災的分類(Classification of fires)(參照ISO 3941)

A類(class A)：與固體材料有關，通常由於其有機特性，通常燃燒後會生成熾熱之餘燼。

B類(class B)：與液體或可以液化之固體有關。

C類(class C)：與氣體有關。

D類(class D)：與金屬有關。

F類(class F)：與炊煮器具所用之烹調用介質(如植物或動物油或脂肪)有關。

補充-美國分類(NFPA)

A型：燃燒木頭、布料、橡膠、紙張及某些塑料的火。

B型：燃燒汽油、油、油漆、天然氣、丙烷以及其他可燃燒液體、氣體和油脂的火。

C型：任何A型或B型的火若發生在電器、電線或任何帶電體旁邊皆屬此類。

D型：燃燒可燃燒金屬的火，包括鈉、鎂、鉀。

K型：燃燒烹調用油的火。根據定義，這是B型火的子類，不過這類火的特徵顯著，被認為十分重要，值得特別關注。

動火作業危害特性_感電、灼傷對人體的危害

➤ 感電

依電流種類、通過人體大小、時間與部位而影響程度不同，最嚴重會致死



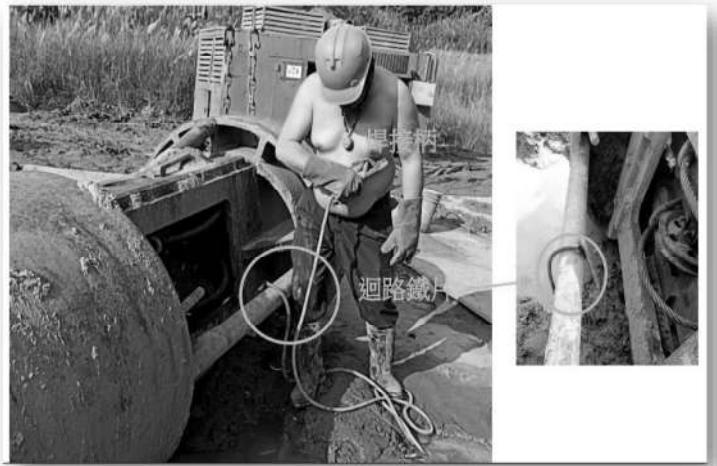
➤ 灼傷

動火作業產生的火焰/火花，接觸到人體而造成灼傷



112.10.08 收拾電焊機導線(含焊接柄)發生感電致死災害

- 發生地點：台南市左鎮區
- 罹災者未穿上衣於焊接作業完成後，右側腿部膝蓋外側靠在圓管鐵件旁正在收拾電焊機導線(含焊接柄)，焊接柄夾頭的帶電金屬部分不慎碰觸左胸部，導致感電電流由左胸→心臟→右腿膝蓋外側→抓土斗外部圓管鐵件→迴路鐵片而形成電流迴路，造成罹災勞工感電死亡。



(照片由泓○工程有限公司勞工示意)

※參考資料：職安署 重大職災案例(核備文號：1121815641)

20



112.10.08 收拾電焊機導線(含焊接柄)發生感電致死災害

六、原因分析：

- 雇主使罹災者葉○○於收拾電焊機導線(含焊接柄)時，因所使用之交流電焊機自動電擊防止裝置功能失效及焊接柄未有絕緣耐力，致使罹災者於身體流汗潮濕狀態下進行焊接線路之收線作業時，焊接柄帶電金屬部分不慎碰觸左胸部，造成電擊休克，傷重死亡。

(一)直接原因：罹災者進行焊接線路之收線作業時，遭受交流88.3伏特電焊機電擊，致傷重死亡。

(二)間接原因：不安全狀況：

- 1、雇主對電焊作業使用之焊接柄，未有相當之絕緣耐力。
- 2、雇主對勞工於鋼架等致有觸及高導電性接地物之虞之場所，作業時所使用之交流電焊機，未有自動電擊防止裝置。

(三)基本原因：略

※參考資料：職安署 重大職災案例(核備文號：1121815641)

21



動火作業危害特性_強光、中毒對人體的危害

➤ 強光

如：光照性角結膜炎主要導因於角膜及結膜受到紫外線傷害，因為常見於電焊業，所以又稱為電弧眼(arc eye)或焊工閃(welder's flash)※



➤ 中毒

如：電焊作業在高溫下產生煙塵，較常暴露的重金屬有鉛、鎘、錳、鎳與鉻，金屬煙塵熱症狀包括頭痛、發燒、發冷、肌肉痛、噁心及嘔吐等症狀



※參考資料：職安署 光照性角結膜(photokeratoconjunctivitis) 職業疾病認定參考指引



22

106.04.15 船艙冒煙赫見2工人燒死 臺船停工挨罰

臺船公司昨（15日）下午發生工安意外，2名工人在船艙內施工慘遭燒死，高市勞工局勞檢處勞漏夜展開工安檢查，初判有可能是因電銲機漏電，使得工人觸電後身體著火燒死。工程由臺船委託包商進行，初步研判是電銲作業2次側漏電引起，臺船未做好承攬管理，依《職業安全衛生法》開出6萬元罰單，而承攬商設備不良，依《職業安全衛生法》開罰3萬元。



疑似漏電導致臺船2名工人被燒死在船艙內的電銲機



23

3. 動火作業危害 預防

動火作業-安全重點

- ✓ 風險評估(環境、方法、...)
- ✓ 硬體安全(安全機具、滅火設備...)
- ✓ 軟體安全(動火許可、監督...)
- ✓ 個人防護具(護目鏡、手套、...)
- ✓ ...



動火作業-安全重點

✓ 風險評估(環境、方法、...)

□ 動火作業對象物是否含有內容物或已隔離遮斷?

□ 動火作業可能影響範圍?

□ 是否有共同作業、施工介面影響?

□ 環境量測工具與其代表性?

□...

26



109.10.26 切割鐵桶作業發生爆炸致死災害

• 發生地點：高雄市

OO 實業社負責人賴 OO 指派勞工彭 OO，使用變頻式空氣電漿切割機進行鐵桶切割作業，預計切除鐵桶上蓋，於切割過程中發生鐵桶爆炸，鐵桶擊中彭員頭顱，致彭員死亡。



照片來源:事業單位監視器畫面)

※參考資料：高市勞檢處 重大職災案例(核備文號：1091064821)

27



109.10.26 切割鐵桶作業發生爆炸致死災害

六、災害原因分析：

(一)直接原因：罹災者彭○○遭爆炸之鐵桶擊中頭部，造成顱顏損傷及顱內出血，致神經性休克死亡。

(二)間接原因：使用變頻式空氣電漿切割機從事鐵桶切割作業，未事先確實清除鐵桶內殘存之香蕉水，並確認無危險之虞。

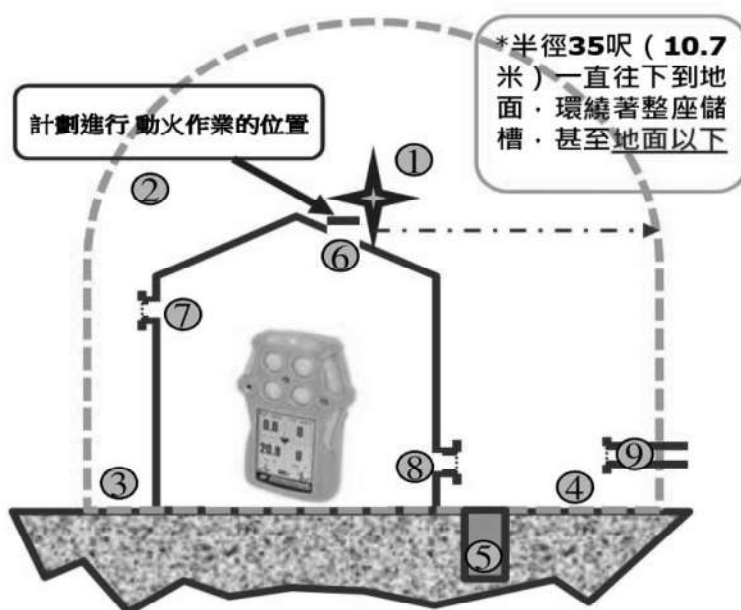
(三)基本原因：略。

※參考資料：高市勞檢處 重大職災案例(核備文號：1091064821)

28



風險評估_動火作業前要在哪檢測LFL(可燃下限濃度)



✓35呎(10.7公尺)為美國OSHA與NFPA的建議距離值。

✓點5~點9，為製程管線、通風口或集液池及製程排液口。

在動火作業之前與期間要檢查LFL的位置

Source: CCPS Beacon 2020.08

29



動火作業-國內又如何規定呢?

動火作業案例手冊

二、動火作業危害防護措施

(一)火災爆炸區知預防規劃評估

3. 火源與易燃物隔絕處理原則-基本原則

(1) 動火作業處，建議方圓5~10公尺(實際距離可依現場危害風險判斷)內將易燃物/可燃物移除。



指導單位：勞動部職業安全衛生署

編撰單位：TOSHMS 中區促進會

資料來源：職安署指導-動火作業案例手冊 105.10

30



四用氣體偵測器

■ 偵測器體種類及濃度限制

- 氧氣大於18% vol.
- 可燃性氣體 小於30% LEL
- 硫化氫 小於10 ppm
- 一氧化碳 小於35 ppm

採樣導管 (延伸管)

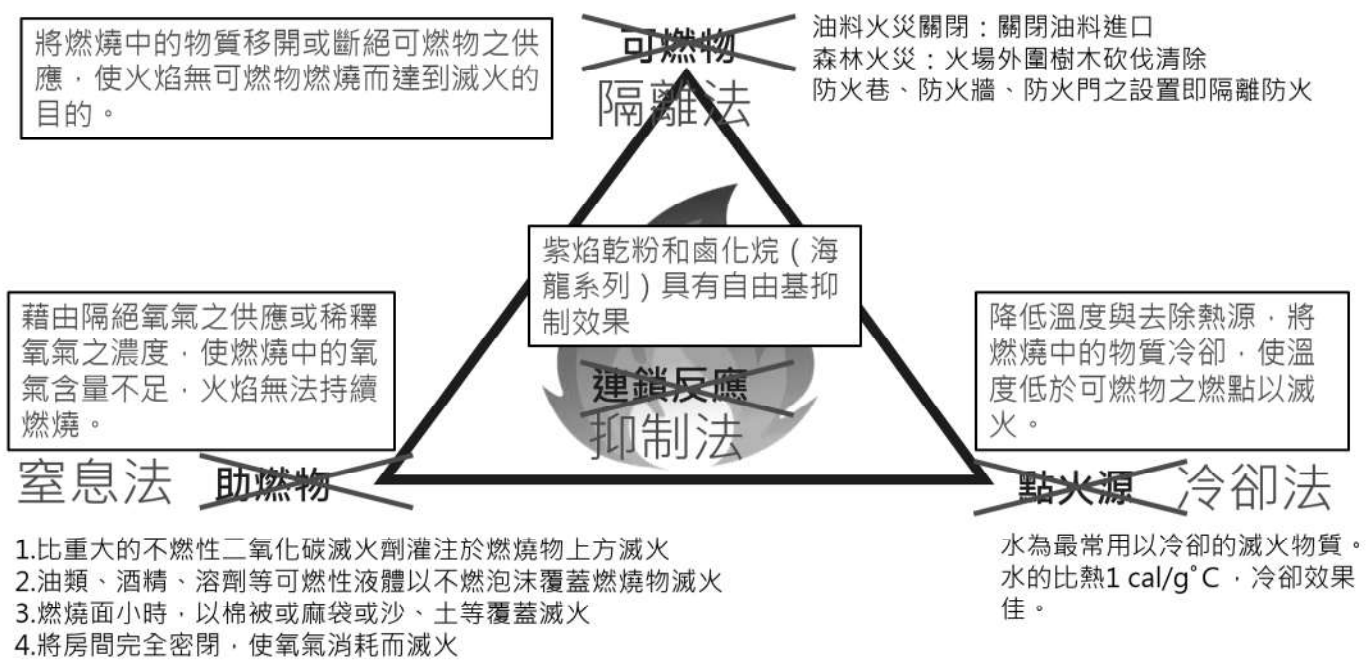


✓ 氣體偵測器定期校正

31



滅火原理



1091106 汽油桶起火! 工人提水救火險害民宅被燒

Camera 01

油類燃燒勿用水撲滅

- ✓「掩蓋法」隔絕氧氣
- ✓泡沫滅火器

嘉義

汽油桶起火竟提水救火 險害住家火燒厝

台視新聞 HD

翻攝自爆爆2公社

各類火災適用滅火劑

	水	泡沫	CO ₂	鹵化烷	乾粉				TMB 及 Ar,He
					BC類	ABC類	D類	K類	
A類火災	○	○				○			
B類火災-易燃液體、氣體、油脂		○	○	○	○	○			
C類火災-通電中之電機設備			○	○	○	○			
D類火災-易燃性金屬與禁水性物質，如：鎂、鋁							○		
K類火災								○	○

常見消防安全設備

1. 消防水系統

- (1) 水的特性：密度 1 g/cm³
 比熱 1 cal/g°C
 蒸發熱 539 cal/g
 水汽化時體積膨脹1700倍

- (2) 滅火方式：**冷卻式滅火**
窒息式滅火
稀釋式滅火



常見消防安全設備

2.化學乾粉滅火系統

一、藥劑成分的不同

- ABC乾粉滅火器：主要成分為**磷酸二氫銨**適用於A、B、C類火災
- KBC乾粉滅火器：主要成分為**碳酸氫鉀**，適用B、C類火災

二、外觀形式的不同

- 蓄壓式乾粉滅火器：市面上最常見的滅火器
- 加壓式乾粉滅火器：早期使用的傳統乾粉滅火器

三、藥劑容量的不同

- 可分為3、5、10、20、30型手提滅火器
- 可分為50、100、150、200型輪架式滅火器

36



111.08.01 滅火器爆炸事故



資料來源:三立新聞台

37



以電焊&氧乙炔 切割作業為例

職業安全衛生設施規則§250

第245條

雇主對電焊作業使用之焊接柄，應有相當之絕緣耐力及耐熱性。

第250條

雇主對勞工於良導體機器設備內之狹小空間，或於鋼架等致有觸及高導電性接地物之虞之場所，作業時所使用之交流電焊機，應有自動電擊防止裝置。但採自動式焊接者，不在此限。



交流電焊機-自動電擊防止裝置

※電焊機二次側設置電壓表
方便觀測自動電擊防止裝置
有作用否

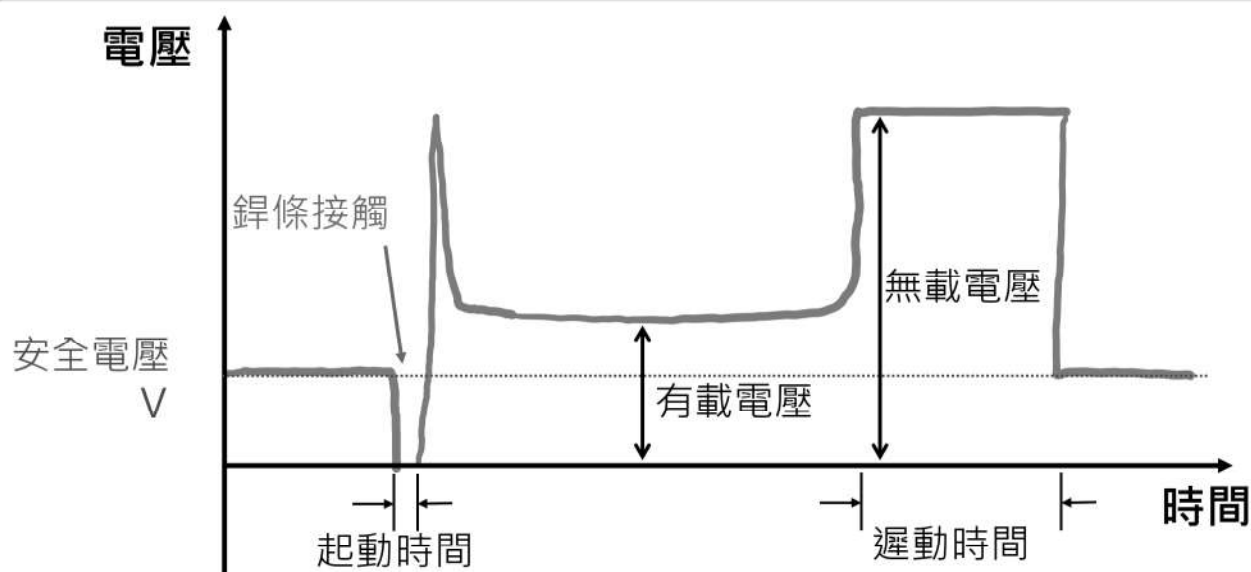
■電焊機二次側

- 電壓測試在25V以下，
自動電擊防止裝置正常作動
- 電壓測試為80V，
自動電擊防止裝置未作動。



40

交流電焊機-自動電擊防止裝置



自動電擊防止裝置可在焊接前輸出安全電壓(25V)，於焊條接觸到母材時0.06秒起動電焊機至空載電壓進而附載引弧熔接，並於無負載時能在 1 ± 0.3 秒內降至安全電壓

職業安全衛生法§8

製造者或輸入者對於中央主管機關公告列入型式驗證之機械、設備或器具，非經中央主管機關認可之驗證機構實施型式驗證合格及張貼合格標章，不得產製運出廠場或輸入。...

電焊機

自動電擊防止裝置

自107年7月1日起製造者或輸入者應將該裝置送經勞動部認可驗證機構實施型式驗證合格並於裝置張貼合格標章，否則不得產製運出廠場或輸入。

交流電焊機必須使用自動電擊防止裝置

須符合最新版次CNS 4782電擊防止裝置國家標準，完成型式驗證及張貼合格標章。

TC000000-XXX (代碼+機構代號)

勞動部 關心您

電焊機作業安全

安全+第一

交流電焊機

內藏式自動電擊防止裝置

二次側電壓指示錶

使用電焊用防護面罩

使用絕緣隔熱手套 (羊皮防護手套)

電焊機金屬 外殼接地

二次側電源端子 應有絕緣保護套

電焊作業使用之 焊接柄，應有相當之絕緣耐力及耐熱性

一次側電源及各分路 加裝「漏電斷路器」

用電防護多用心 作業安全可放心

- 電氣設備非帶電金屬部分應行接地。
- 應防護合格之漏電斷路器。
- 電線有破皮、絕緣被電氣化學情形，應即更換。
- 交流電焊機應有自動電擊防止裝置，並經型式驗證合格。
- 電線應予以保護，避免承受外力致絕緣層損壞。

OSHA 勞動部職業安全衛生署 關心您

電焊機接地

1. 須做外殼接地
2. 盡量接在接地端
3. 接地棒埋入深度須充足
4. 接地線不可續接



44

電焊機缺失-自動電擊防止裝置

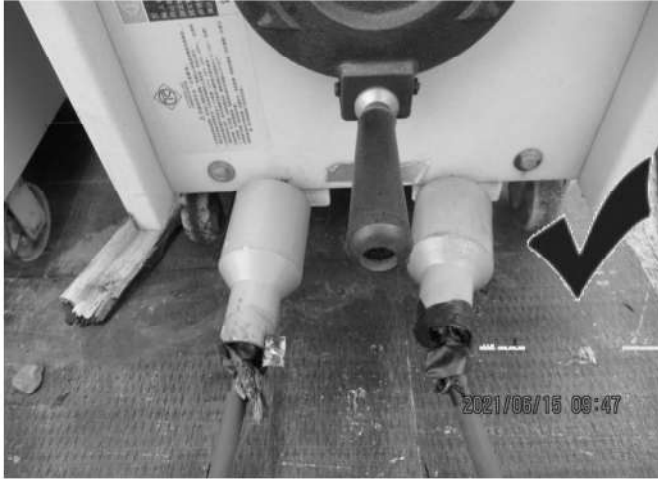
電焊機自動電擊防止裝置By pass



45

電焊機缺失-二次側電源接線處

電焊機二次側電源接線處金屬裸露或包覆損壞

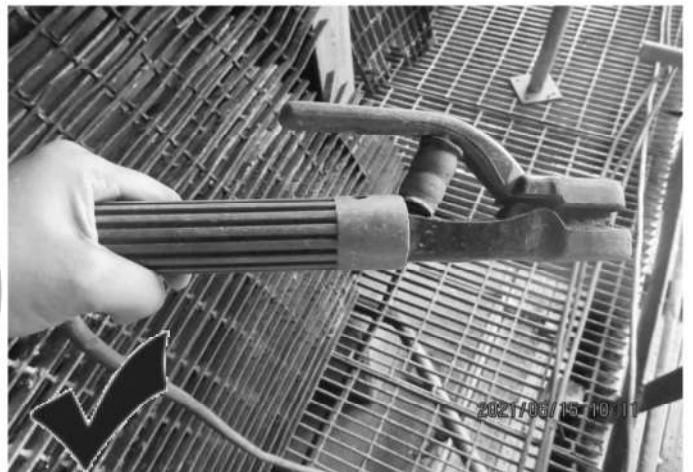
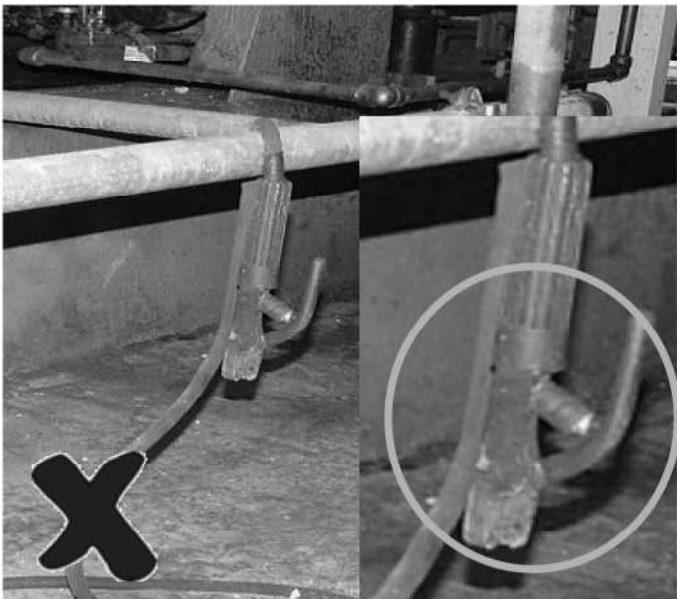


46



電焊機缺失-電焊機迴路線夾柄

配管作業電焊機迴路線夾柄上/下絕緣電木不良



47



氧乙炔熔接裝置

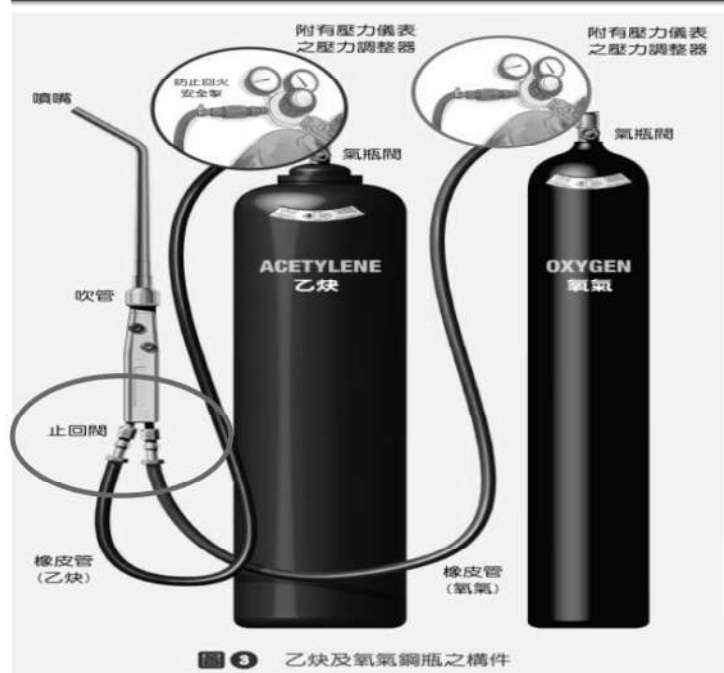
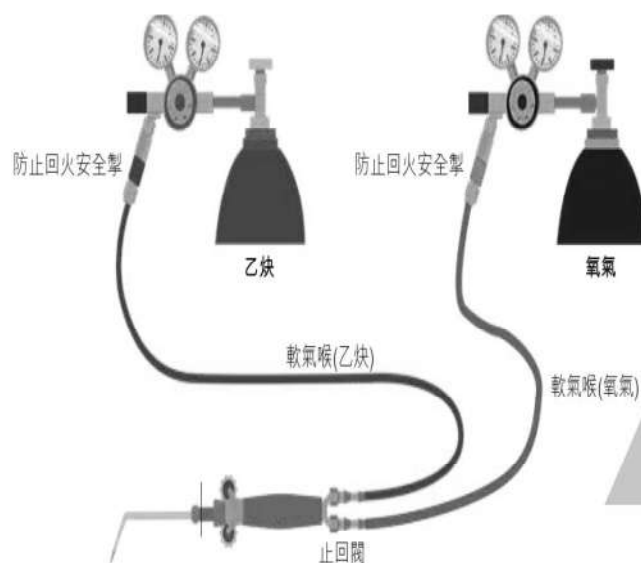


圖 3 乙炔及氧氣鋼瓶之構件



資料來源:職安署 中小企業安全衛生資訊網



氧乙炔切割作業-火花飛散距離

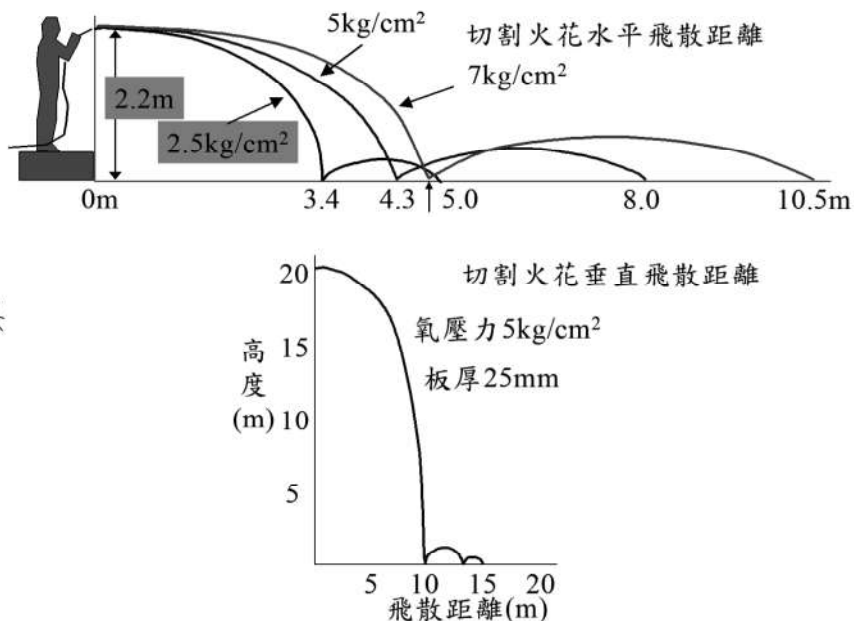


氧乙炔切割作業-火花飛散距離

切割危害預防



切焊作業常引燃附近易燃物而造成火災。

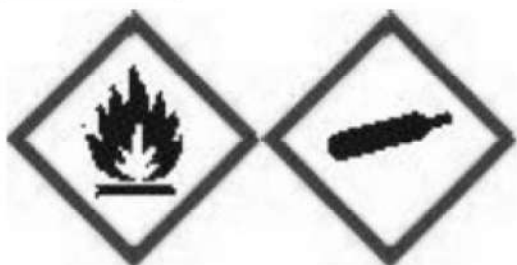


50



鋼瓶GHS標示

乙炔



- ✓ 易燃氣體第1級
- ✓ 加壓氣體

氧氣



- ✓ 加壓氣體
- ✓ 氧化性氣體第1級

51



供氣系統著火和爆炸的兩大主因

「持續後燃」及「回火」是導致供氣系統著火和爆炸的兩大主因。

不正確操作吹管容易造成「持續後燃」及「回火」兩種現象，尤其是在燃點吹管時。

大多數回火都是因未有於操作前妥善清除吹管及喉管內的氣體混合物而造成的。



52

持續後燃 v.s. 回火

「持續後燃」(Sustained Backfire)

指火焰退回吹管頸部或吹管主幹，並持續燃燒引致吹管受熱。發生這種現象時，會有「撲撲」聲或尖銳的聲音，尖細火焰會從噴嘴噴出，又或會在過熱的噴嘴內產生一連串急促而輕微的爆炸。

「回火」(Flashback)

指火焰從吹管噴嘴退回，沿供氣喉管逆流而上退至氣瓶，而導致爆炸。當火焰到達供氣軟管時，軟管可能會爆炸或者在最壞的情況下，火焰可能會繼續進入調節器和氣瓶。吹管回火或乙炔氣瓶過熱，導致乙炔在缺氧或欠缺空氣的情況下分解或被引爆。

53

止回閥

止回閥用於避免氧氣倒流入乙炔氣喉或乙炔倒流入氧氣氣喉。止回閥標有氣體流動方向。



54



防止回火安全掣(國內用語)

防止回火安全掣能夠在發生回火時提供保護。

它有兩個主要功能，除了能像止回閥般防止氣體回流，更可藉著冷卻火焰以達致防止回火發生的功能。

防止回火安全掣一般附有壓力或溫度斷流閥，它們藉不同的原理啟動以防止回火由吹管和供氣喉管蔓延至氣瓶內。



55



想一想...

□氧乙炔回火裝置是否要裝四顆!?

56



職業安全衛生設施規則第209條

僱主對於乙炔熔接裝置及氧乙炔熔接裝置，為防止氧氣背壓過高、氧氣逆流及回火造成危險，應於每一吹管分別設置安全器。但主管及最近吹管之分岐管分別設有安全器者，不在此限。

57



職業安全衛生設施規則第212條

僱主對於乙炔熔接裝置、氧乙炔熔接裝置與氣體集合熔接裝置之導管及管線，應依下列規定：

- 一、凸緣、旋塞、閥等之接合部分，應使用墊圈使接合面密接。
- 二、為防止氧氣背壓過高、氧氣逆流及回火造成危險，應於主管及分岐管設置安全器，使每一吹管有兩個以上之安全器。

職安署資料這麼說...

擊：イセ、

預防逆燃

- ✓調節器附近的氧氣及乙炔橡皮管上設置防止回火安全掣。
- ✓對於較長之橡皮管，在吹管及調節器上皆設置防止回火安全掣。



勞動部職業安全衛生署
OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION, MINISTRY OF LABOR

中小企業安全衛生 電子報

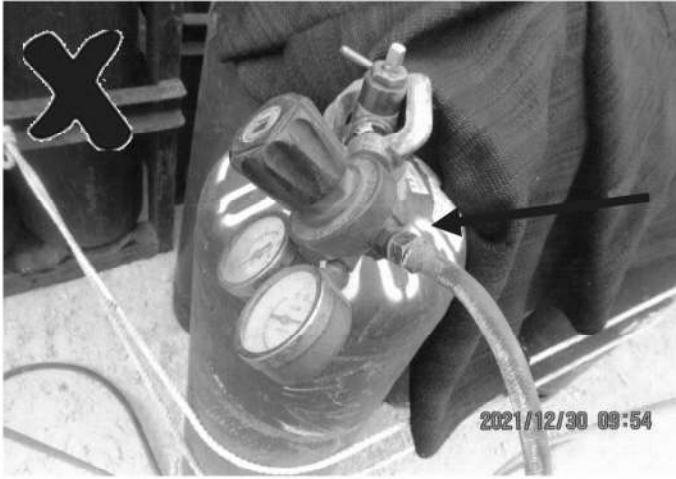
回中小企業安全衛生資訊網

第七十五期電子報 - 氧乙炔熔接裝置 · 發刊日：2019/06/30 》電子報發行總數：109 》總訂閱份數：82599

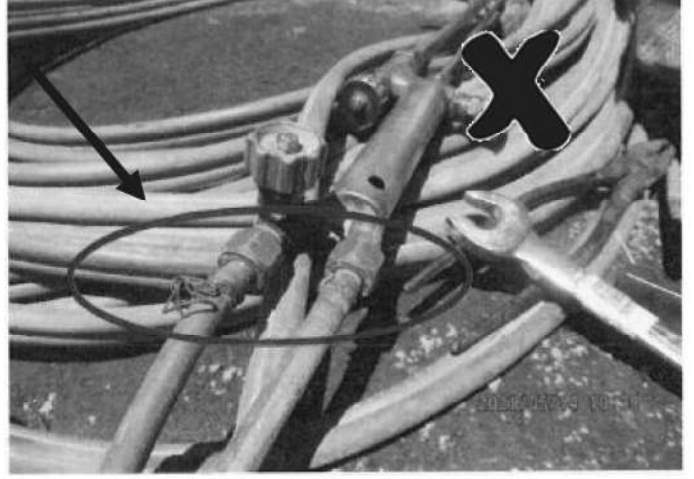
資料來源：職安署 中小企業安全衛生資訊網

常見缺失

未裝回火裝置



每一吹管未設置安全器。



60



其實氧氣很安全的，不用太在意，所以...

下課了！



61



氧氣瓶爆炸 伊拉克醫院大火造成92人喪命20210714

- 醫院人士透露，此次火災原因，是因為院內存放的氧氣鋼瓶爆炸引起；該醫院同時也是當地重要的新冠肺炎診治與隔離院所，不少病患當時正在隔離治療中，才因此釀成如此嚴重的悲劇。
- 回顧110年4月24日一間位於首都巴格達的醫院發生氣爆大火，當時就是因為院內存放大批氧氣瓶引發氣爆所致，共造成82死、110人受傷，...



資料來源：上報(up media)新聞

62



職業安全衛生設施規則§ 108條(節錄)

雇主對於高壓氣體之貯存，應依下列規定辦理：

- 一、貯存場所應有適當之警戒標示，禁止煙火接近。
- 二、貯存周圍二公尺內不得放置有煙火及著火性、引火性物品。
- 三、盛裝容器和空容器應分區放置。
- 四、可燃性氣體、有毒性氣體及氧氣之鋼瓶，應分開貯存。
- 五、應安穩置放並加固定及裝妥護蓋。
- 六、容器應保持在攝氏四十度以下。
- 七、貯存處應考慮於緊急時便於搬出。
- 八、通路面積以確保貯存處面積百分之二十以上為原則。
- 九、貯存處附近，不得任意放置其他物品。
- 十、貯存比空氣重之氣體，應注意低窪處之通風。

63



一、貯存場所應有適當之警戒標示，禁止煙火接近



三、盛裝容器和空容器應分區放置



職業安全衛生設施規則§ 190條(節錄)

對於僱主為金屬之熔接、熔斷或加熱等作業所須使用可燃性氣體及氧氣之容器，應依下列規定辦理：

- 一、容器不得設置、使用、儲藏或放置於下列場所：
 - (一) 通風或換氣不充分之場所。
 - (二) 使用煙火之場所或其附近。
 - (三) 製造或處置火藥類、爆炸性物質、著火性物質或多量之易燃性物質之場所或其附近。
- 二、保持容器之溫度於攝氏四十度以下。
- 三、容器應直立穩妥放置，防止傾倒危險，並不得撞擊。
- 四、容器使用時，應留置專用扳手於容器閥柄上，以備緊急時遮斷氣源。

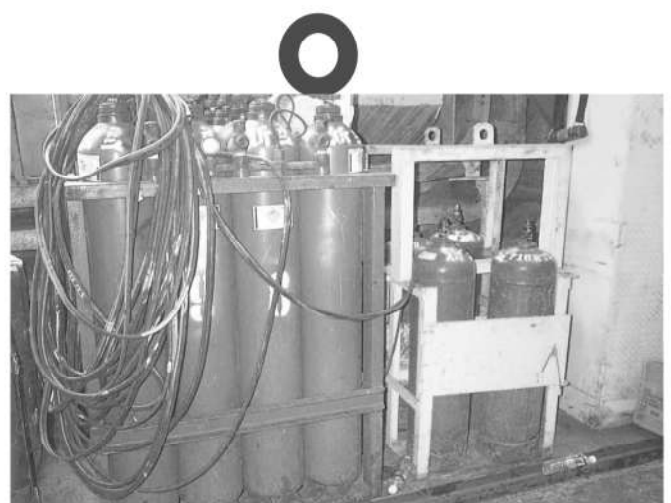
66



三、容器應直立穩妥放置，防止傾倒危險，並不得撞擊。



鋼瓶無固定

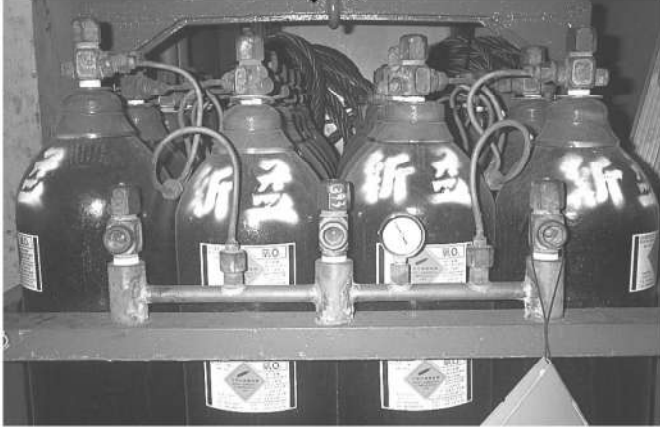


置於固定吊架

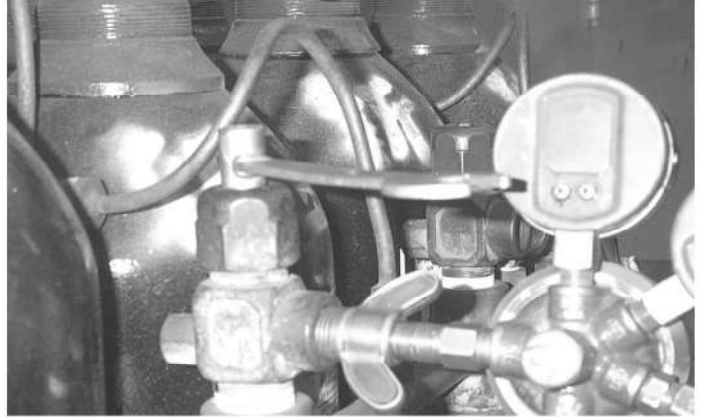
67



四、容器使用時，應留置專用扳手於容器閥柄上，以備緊急時遮斷氣源。



瓶閥未置開關扳手



瓶閥置開關扳手

68



氧乙炔熔接裝置-作業注意事項



安裝彈弓以減少軟氣管因長期屈曲老化



典型的軟氣管老化特徵

69



氧乙炔熔接裝置-作業注意事項



供氣系統的洩漏測試



當有氣體洩漏，肥皂水會產生泡沫

氧乙炔熔接裝置-切除鋼板作業常見缺失



鋼捲切割人員僅戴眼鏡
無面罩

乙炔氣管過於接近鋼板有
割破、洩漏引火之虞



身體過於接近鋼板有燙、割
傷之虞

切割火花噴濺乙炔氣管引
火之虞

氧乙炔熔接裝置-鋼瓶/附屬裝置常見缺失

鋼瓶鏽蝕



空瓶及實瓶未分開放置



鋼瓶未固定



鋼瓶護蓋未裝妥



氧乙炔熔接裝置-鋼瓶/附屬裝置常見缺失

鋼瓶橫置



鋼瓶軟管破損



鋼瓶置於車上且未使用專用座



鋼瓶危害標示破損



氧乙炔熔接裝置-鋼瓶/附屬裝置常見缺失

乙炔壓力超過表壓力1.3kg/cm²



氧氣壓力調節閥失效



氧乙炔熔接裝置-鋼瓶/附屬裝置常見缺失

壓力表累了嗎?



偷吃沒擦嘴?





4. 動火作業危害 案例探討



TSMC南科再生水廠火警事故110.10.21



78



1120419 北京長峰醫院動火作業火花引發至少29死...



79



1130125 江西店鋪施工起火! 一二樓補習班.網咖釀39死9傷



80



Q & A



勞動部職業安全衛生署



財團法人
職業災害預防及重建中心
Center for Occupational Accident Prevention and
Rehabilitation (COAPRE)

安全不是口號，
第一需要落實。

