



動火作業

演講人: 王台生理事長
中華製程安全學會

動火作業-概論

- 動火作業造成大量職場傷害和死亡。雖然具體的傷害率統計有所不同，美國勞工統計局（BLS）指出，動火作業是其調查事件中最常見的工人死亡原因之一，僅焊接事故每年就造成超過50萬名工人受傷。
- OSHA外展課程估計，動火作業活動約佔所有與工作相關的火災及爆炸死亡人數的8%，而美國消防保護協會（NFPA）的數據顯示，2017年至2021年間，每年因高溫工作相關建築火災造成19名平民死亡及120名平民受傷。

主要發現與統計



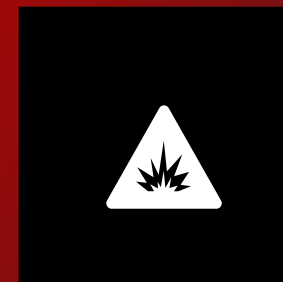
工人受傷：

焊接是主要的傷害來源，
BLS每年僅焊接事故就有
超過50萬人受傷



勞工死亡：

動火作業是導致工作相關死亡的主要原因之一。
勞工統計局指出，每年
有超過200名工人因工作
喪生。



火災與爆炸：

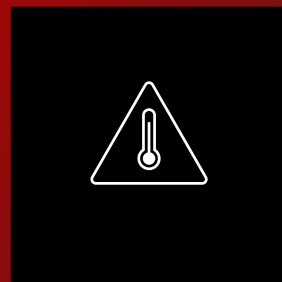
美國化學安全與危害調查委員會（CSB）發現，
動火作業是其調查中工人死亡最常見的原因之一。

主要發現與統計



平民影響：

除了工人受傷外，動火作業也是平民受傷與死亡的主要原因之一。NFPA顯示2017年至2021年，動火作業相關建築物火災每年平均造成19名平民死亡及120名平民受傷。



事故成因：

許多事故源自安全規範不佳，例如熱源過於靠近可燃物



傷害類型：

動火作業火災造成的傷害可能包括燒傷、割傷、吸入濃煙及腦震盪。



動火作業

動火作業的範例包括：

- 焊接
- 燃燒
- 釐焊
- 丙烷焊接
- 氧乙炔切割
- 研磨含鐵金屬
- torch applied roofing屋頂披覆加熱
- 熱風槍



動火作業定義

■ 台灣

動火作業：乃指位在含有可燃物或易燃物的區域內執行可能產生發火源的作業。

IOSH

■ NFPA

動火定義為任何涉及明火、火花的過程，或是能點燃易燃物的熱能工具。

■ HSE UK

熱作業是指任何涉及明火、火焰或使用工具產生熱或火花的活動，例如焊接、切割、研磨、鈎焊和焊接。



動火作業可能危害

- 火災與爆炸。
- 空氣污染物 - 有毒煙霧(例如，氟化合物、鋅、鉛、鉍)。
- 飛濺的火花。



火災與爆炸

- 由熱、火花、熔融金屬或直接接觸火焰引起的火災。
- 在含有或可能含有易燃材料的桶、罐、管道、容器附近切割、修理或工作時發生爆炸。
- 由氣體洩漏、回火或閃火反回引起的火災/爆炸。
- 因錯用氧氣而發生火災/燒傷。
- 因接觸火焰、爆炸或熱金屬而燒傷。
- 爆炸或處理鋼瓶時造成的擠壓或撞擊傷害。



空氣污染物 - 有毒煙霧

- 在動火作業期間，根據
 - a. 使用哪些材料，產生煙霧
 - b. 可能含有有毒物質（例如重金屬）
- 因此，動火作業作業應在自然通風的地方進行。
- 如果不可能（例如密閉空間），必須使用機械通風。



其他風險

- 動火作業也會揮出熱火花會灼傷皮膚或眼睛。
- 動火作業操作員必須穿戴適當的個人防護裝備（例如，手套、圍裙和護目鏡）。
- 焊接電弧和火焰發出強烈的可見光，紫外線和紅外線輻射。焊接電弧中的紫外線輻射會灼傷未受保護的皮膚，就像陽光中的紫外線輻射一樣。對於直接暴露於從金屬表面、牆壁和天花板。紫外線輻射和直接輻射來說都是一樣。因此，要執行這種操作，工人必須佩戴焊接頭盔，並且必須穿著焊接防護服。



動火作業許可單

- 動火作業許可單：欲進入動火作業管制區、高度敏感區動火作業管制區及獨立作業區之作業場所進行動火作業前，向安全相關主管單位申請之許可動火文件。
- 動火作業許可證是一種管理工具和清單，可幫助工作人員檢查和識別所有相關動火危害並採取適當的控制措施，從而降低執行動火作業時發生事故的風險。

動火作業許可單

- 動火作業許可證本質上是您的綠燈，但需據有一定條件.這是執行產生**熱量、火花或明火**的任務的正式許可。但更重要的是，這是持有人必須遵守的安全合同.它確保環境已得到評估，已經考慮了危害,每個相關人員都意識到自己的責任和潛在的傷害。
- 因此，該許可證的目的是降低動火工作的風險，並為緊急情況做好準備。

動火作業許可證 主要要素

- 工作與地點細節：說明特定動火作業任務及其確切位置。
- 危害評估：評估潛在火災危險，如易燃物質、通風不良或易燃環境。
- 防火與控制：列出施工前、中、後所需的安全措施，例如清理現場、使用防火毯，或確保有監火巡邏人員在場。
- 防護裝備：列出相關工人所需的個人防護裝備（PPE）。
- 緊急程序：緊急應變計畫及事故時應遵循的聯絡資訊。
- 授權與簽名：許可證必須由指定發證人簽署以授予許可，且工作人員必須確認其了解風險與預防措施。同時也應包含許可期限的詳細資訊。

動火作業許可證 主要要素

動火作業許可證的要件因組織而異。然而，標準的熱工作許可證應包含以下要素：

- 1.許可證發放者的授權
- 2.將執行的工作描述
- 3.所使用的設備識別
- 4.工作區域潛在火災危險評估

動火作業許可證 主要要素

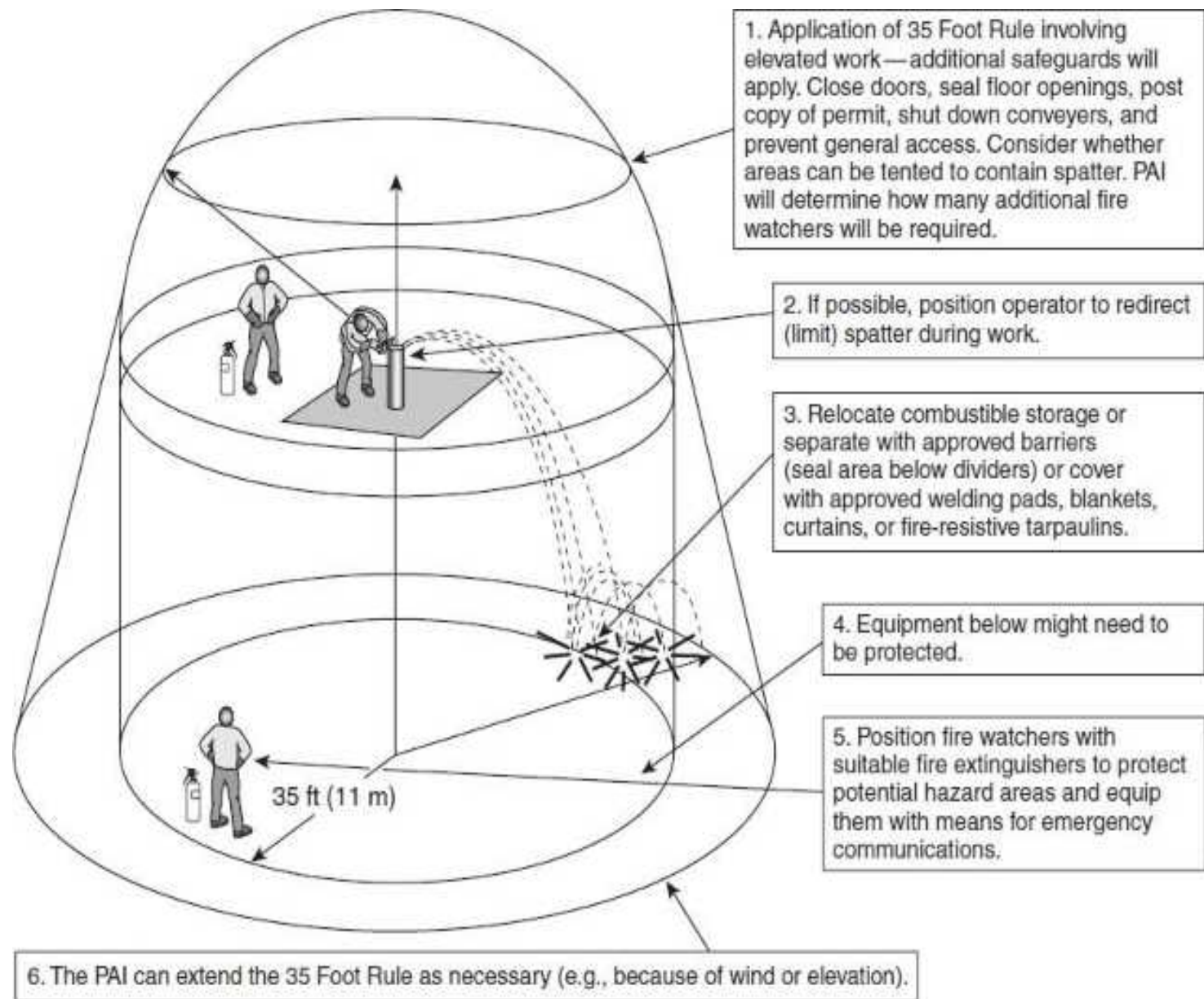
動火作業許可證的要件因組織而異。然而，標準的熱工作許可證應包含以下要素：

- 1.許可證發放者的授權
- 2.將執行的工作描述
- 3.所使用的設備識別
- 4.工作區域潛在火災危險評估

動火作業許可單內容

一.申請單位	
申請部門(工程主辦部門): 廠 課	
有效時間: 年 月 日 時 至 年 月 日 時	
作業地點:	
作業項目:	
二.簽發單位	
動火內容: 非明火作業 禁區未停車或所有入槽的明火作業 明火作業或禁區未停車之非防爆電氣作業	
其它許可配合: 入槽許可 鎖許可 挖掘許可 其它	
個人防護設備: 電鍍機絕緣接 面罩 護目鏡 安全帶 其它防護用具	
簽發課長:	
三.作業區域	
處理措施: 能源隔離 洩壓 盲封隔離 通風機 照明設備 場清理 指派監火員 滅火器配置 警告標誌呼 吸器 其它	
監火: 氣體檢測員:	
氣體檢測結果: 所有易燃性氣體測量值皆低於 20 %LEL	
氣體: LEL: % 測量值: % 時間: 時 分	
氣體: LEL: % 測量值: % 時間: 時 分	
氣體: LEL: % 測量值: % 時間: 時 分	
特殊事項及限制:	
四.核定	
作業區域課長 (非明火工作)	
作業區域組長 (明火作業或禁區未停車之非防爆電氣作業)	
廠長 (①禁區未停車或②所有入槽的明火作業)	
值班組長	
五.許可取消	
作業區域課長 (含工作完成及場清理)	
1 聯: 動火作業者 2 聯: 值班主管 3 聯: 作業區域課長	

HOT WORK PERMIT	
Seek an alternative/safer method if possible!	
Before initiating hot work, ensure precautions are in place as required by NFPA 51B and ANSI Z49.1. Make sure an appropriate fire extinguisher is readily available.	
This Hot Work Permit is required for any operation involving open flame or producing heat and/or sparks. This work includes, but is not limited to, welding, brazing, cutting, grinding, soldering, thawing pipe, torch-applied roofing, or chemical welding.	
Date	Hot work by <input type="checkbox"/> employee <input type="checkbox"/> contractor
Location/Building and floor	Name (print) and signature of person doing hot work
Work to be done	I verify that the above location has been examined, the precautions marked on the checklist below have been taken, and permission is granted for this work.
Time started	Name (print) and signature of permit-authorizing individual (PAI)
Time completed	
THIS PERMIT IS GOOD FOR ONE DAY ONLY	
<input type="checkbox"/> Available sprinklers, hose streams, and extinguishers are in service and operable.	
<input type="checkbox"/> Hot work equipment is in good working condition in accordance with manufacturer's specifications.	
<input type="checkbox"/> Special permission obtained to conduct hot work on metal vessels or piping lined with rubber or plastic.	
Requirements within 35 ft (11 m) of hot work	
<input type="checkbox"/> Flammable liquid, dust, lint, and oily deposits removed.	
<input type="checkbox"/> Explosive atmosphere in area eliminated.	
<input type="checkbox"/> Floors swept clean and trash removed.	
<input type="checkbox"/> Combustible floors wet down or covered with damp sand or fire-resistant/noncombustible materials or equivalent.	
<input type="checkbox"/> Personnel protected from electrical shock when floors are wet.	
<input type="checkbox"/> Other combustible storage material removed or covered with listed or approved materials (welding pads, blankets, or curtains; fire-resistant tarpaulins), metal shields, or noncombustible materials.	
<input type="checkbox"/> All wall and floor openings covered.	
<input type="checkbox"/> Ducts and conveyors that might carry sparks to distant combustible material covered, protected, or shut down.	
Requirements for hot work on walls, ceilings, or roofs	
<input type="checkbox"/> Construction is noncombustible and without combustible coverings or insulation.	
<input type="checkbox"/> Combustible material on other side of walls, ceilings, or roofs is moved away.	
Requirements for hot work on enclosed equipment	
<input type="checkbox"/> Enclosed equipment is cleaned of all combustibles.	
<input type="checkbox"/> Containers are purged of flammable liquid/vapor.	
<input type="checkbox"/> Pressurized vessels, piping, and equipment removed from service, isolated, and vented.	
Requirements for hot work fire watch and fire monitoring	
<input type="checkbox"/> Fire watch is provided during and for a minimum of 1 hour after hot work, including any break activity.	
<input type="checkbox"/> Fire watch is provided with suitable extinguishers and, where practical, a charged small hose.	
<input type="checkbox"/> Fire watch is trained in use of equipment and in sounding alarm.	
<input type="checkbox"/> Fire watch can be required in adjoining areas, above and below.	
<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No Per the PAI/fire watch, monitoring of hot work area has been extended beyond 1 hour.	

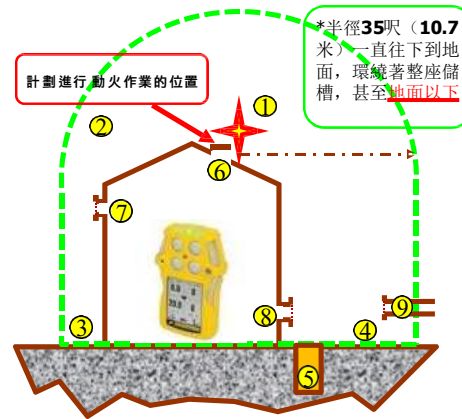


提供給製造業人員的訊息

www.aiche.org/ccps/process-safety-beacon

動火作業之前要在哪裡檢測LFL(可燃下限濃度)

2020年8月號



在動火作業之前與期間要檢查LFL的位置

多年來在我們的工業界，由於在動火作業(熱工作Hot Work)期間產生的火花所引燃，發生了許多火災和爆炸。2020年5月號的明鑑Beacon即敘述了某次此類事件的致命後果。準備動火作業的要素之一是“在35呎(10.7 米)之內”檢查並且防止可燃性物質，與/或可燃蒸氣的存在。

(*美國職業安全與健康管理局(OSHA)與美國國家消防協會(NFPA)所建議的距離)。

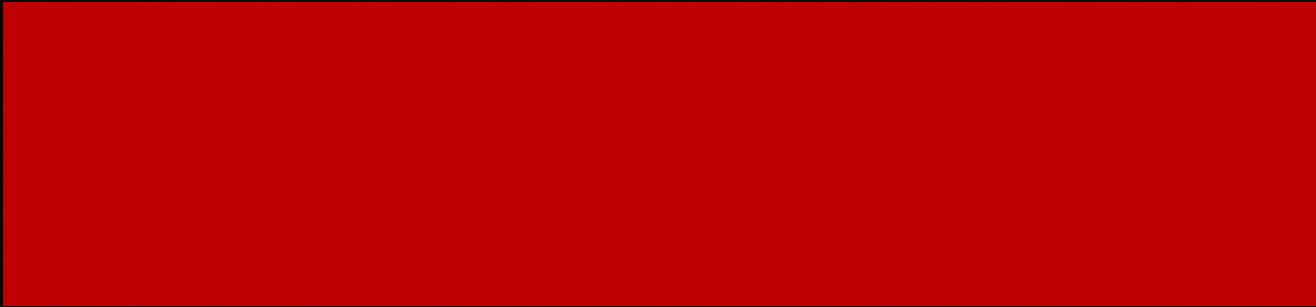
許多公司都在動火作業所生的火花可能會飛濺到的所有地方，檢查是否有易燃蒸氣。附圖標示了一些要檢查的位置。需要在動火作業本身位置的周圍，以及其熱粒子可能濺到之處的周圍與其下方等每個地方，檢查LFL(lower flammable limit可燃下限濃度)氣體偵測器的讀數。這包括使用探針(或取樣軟管)檢查已打開的製程管子的內部或集液池裡面以及製程排液口(例如點5-點9)。

你知道嗎？

- 火焰切割、焊接與磨削所產生的火花可能會飛濺得相當遠。這就是為什麼大多數工作許可證要求 移除在35呎(10.7米)以內的可燃物質並檢測是 否有可燃氣體的原因。
- 重力可以將火花與熱粒子拉到地面上，甚至降落 到坑內與集液池裡面。要在執行高架的動火作業 的下方監測LFL。
- 大多數的可燃氣體比空氣重，因此它們傾向於積 聚在較低的地方，包括下水道與集液池。
- 即使是較輕的易燃蒸氣也可能會在通風不良的地 方滯留，例如在管子、容器或防溢牆的內部。
- 承包商與維修人員並不了解你們的製程。他們不 知道所有可能會有易燃蒸氣的地方。
- 在進行動火作業時，情況可能會發生變化。製程 操作、製程異常，甚至天氣情況，都可能將易燃 物質導入正在進行動火作業的地方。

你可以做什麼？

- 要檢測在35呎(10.7米)區域或“鐘形”，或貴公 司所指定的距離內的每個開口與集液池。
- 有些公司要求經常重新檢測LFL，以管理不斷變化的情況。要監測會受影響的地方，以保持安全的狀 況。
- 要利用您對製程區域的了解，來想到易燃蒸氣或可 燃液體與固體可能存在的地方。
- 要使用氣體檢測儀所附的“探棒(wands)”或取樣 管，以檢查內部空間。
- 要使用電焊毯子與其他保護措施，以防止火花與熱 粒子掉入本應避免的地方。**但是不能單依靠這些！**





Fire watch(監火員)



監火員的職責-1

- 請確認已進行氣體測試且結果令人滿意（LEL 0%）。
- 密切注意附近是否有泄漏、火災及事故。
- 監火員不得被指派或執行其他工作。
- 確保滅火設備可用且可用。
- 在動火作業前檢查工地，確保可燃物被移除或覆蓋阻燃材料。
- 注意工地及所有暴露區域的可燃物情況。



監火員的職責-2

- 若發現任何安全隱患，停止動火作業及其他工作。
- 若發生火災，請立即發出警報。
- 只有在安全時才嘗試撲滅火勢。
- 動火作業結束後，監火員至少在動火作業區停留30分鐘。



因動火施工許可證不當 而發生火災



不當動火作業工作許可火災

- 火災可能因未妥善評估與控制風險而導致不當的動火作業工作許可,導致火花或火焰點燃易燃物.動火作業管理不當是工業火災的常見原因之一,導致財產損失、人員受傷,甚至死亡。
- 主要失效包括未清理工作區域、缺乏足夠的滅火設備,工作後監控不足,以及不當的訓練。



不當動火作業工作許可火災

- 火災可能因未妥善評估與控制風險而導致不當的動火作業工作許可,導致火花或火焰點燃易燃物.動火作業管理不當是工業火災的常見原因之一,導致財產損失、人員受傷,甚至死亡。
- 主要失效包括未清理工作區域、缺乏足夠的滅火設備,工作後監控不足,以及不當的訓練。



不當動火作業工作許可火災

- 不當監火員與監控：適當的許可確保施工期間及之後設有指定的消防監視。沒有這些，就沒有人能在小火失控前撲滅它們。
- 準備不足:許可制度確保消防設備如滅火器在施工開始前已具備且運作良好。



不當動火作業工作許可火災-範例

- 一次動火工作時火花點燃了塑膠隔熱層，因為咖啡休息時沒有確保有監火員。
- 焊接工作在倉庫附近進行，因安全考量未將零件移至戶外，火花引燃倉庫零件可燃物。
- 拆除過程中，動火作業引發火災，火災後被撲滅，導致關鍵電力室進水，整個工業園區被迫停擺



不當動火作業工作許可火災-後果

- 重大財產損失:動火作業引起的火災可能造成數百萬美元的損失,蘇黎世保險理賠顯示。
- 受傷與死亡: 若未妥善處理, 動火工作事故可能導致受傷甚至死亡。
- 營運中斷:火災可能造成重大干擾,導致營運完全喪失, 並對公司造成重大財務影響。

SAFETY ALERT

Safety Alert No. 447 July 26, 2022



事件一：可燃蒸氣從人道逸出，
合物來源。
並由落下的火星點燃。

若搬遷不便，防火毯可用來保護潛在的碳氫化

- 最近，BSEE 報告了幾起動火作業期間發生的火災。動火作業是指任何可能產生火源的工作，例如明火、火花或高溫。熱加工的例子包括焊接、使用乙炔割炬以及研磨和切割金屬。

*BSEE (The Bureau of Safety and Environmental Enforcement)



SAFETY ALERT
Safety Alert No. 447 July 26, 2022

SAFETY ALERT

Safety Alert No. 447 July 26, 2022



- 事件 2: 在用乙炔割炬切割格栅時，掉落的火花點燃了從格栅下方 15 英尺處的天然氣體立管上的針孔洩漏的氣體。消防值班注意到並停止了這項工作。一名工人使用 30 磅重的 ABC 滅火器撲滅了火焰。雖然氣體探測器在工程開始前已測得爆炸物下限0.0%，但氣體洩漏發生在不易進入檢查或氣體監測的地方。
- 事件 3: 在施工人員拆除建築物下方的鋼筋格栅之前，將其抬高了幾英寸，以便在底層地板和下面的火炬切割之間提供距離屏障。使用鹽水使底層地板飽和，並定期重新澆水。工作人員完成了工作，消防值班員在現場又停留了 30 分鐘。15分鐘後，發現建築物下側起火，用鹽水軟管撲滅。結果發現，距離屏障可能不足以防止火災，並且在火災值班期間和工作期間，可燃表面應被水浸透。



SAFETY ALERT

Safety Alert No. 447 July 26, 2022

SAFETY ALERT

Safety Alert No. 447 July 26, 2022



因此，BSEE 建議運營商和承包商考慮：

- 使用隔爆防火毯布或其他防火防護裝置來保護設備免受火花掉落和過熱的影響。可能需要鷹架來覆蓋高架區域。
- 在開始動火作業之前，覆蓋並密封附近的甲板和管綫穿越樓板間隙，以防止易燃氣體進入該區域。
- 檢查集液盤（目視和氣體探測器）是否有殘留的易燃液體，並在可能的情況下用水淹沒它們
- 在涉及明火、火花或熱源的工作中指定監火員。監火員應在焊接活動結束後保持至少 30 分鐘，並認識到某些工作可能需要更長的時間。
- 確保監火員位置良好，以查看動火作業地點附近的所有危險區域。
- 在開始動火作業之前找到並檢查最近的滅火器。如果有額外的滅火器可用，請在開始工作之前將其移至工作區域附近。



SAFETY ALERT

Safety Alert No. 447 July 26, 2022

謝謝您聆聽，歡迎提問