

6

BRITANNIA 損害防阻見解報告

第6號 // 西元2023年10月

燻蒸 航運業概述



© Alexey Lesik | Shutterstock.com

關於我們的合作夥伴

CWA

新加坡CWA

CWA食品與農產品部門

CWA食品與農產品部門為從產地到消費者之完整供應鏈所涵蓋的多項食品、飼料和其他農產品乾貨，提供了專業的建議，特別是針對散裝、分拆、袋裝、瓶裝、桶裝、冷藏、冷凍和裝櫃貨物之運送。

該部門將科學及商業方面的專業知識運用於食品、飼料和其他農產品國際貿易的品質管理上，特別是在損害起因、範圍、食品安全與損害防阻方面。該部門亦基於其科學、營運和商業經驗，提出貨物利用、殘餘貨物處理和處置之相關建議，藉此協助損害防阻。

簡介

將農產品從一港運送至另一港時，燻蒸是徹底杜絕昆蟲或嚙齒動物等活體生物的有效方法，同時有助於減緩入侵種傳播或植物檢疫的風險。使用燻蒸氣體的好處在於能輕易地擴散至貨艙內的大片區域，而且燻蒸氣體最後可經由適當的通風排散出去，貨物上幾乎不會留下活性殘留物。不過，我們仍有必要瞭解使用燻蒸氣體可能產生的嚴重風險，才有辦法避免釀成致命後果的事故。

一般而言，貨物的燻蒸係由合格燻蒸人員進行，不應由船員處理燻蒸作業。然而，由於船舶通常在燻蒸作業結束後不久隨即啟航，可能沒有足夠的時間在航行前完成所有流程，使其徹底發揮效用。因此，常見的作法是在運送途中進行燻蒸。

燻蒸作業一般於裝貨港開始進行，並在航行中持續一段指定時間，在完成規定的燻蒸天數後即告結束。一旦證明貨艙的氣體已完全消散後，便可恢復正常的通風作業。

我們在本篇文章中強調了瞭解船上燻蒸相關風險的重要性。欲在運送途中進行燻蒸作業，不論是刻意在航行期間繼續於密閉貨艙空間內進行燻蒸，而沒有在航行前曝氣，或者是在港內進行貨物燻蒸，都應獲得港口國管理單位的同意。

燻蒸作業一般於裝貨港開始進行，並在航行中持續一段指定時間，在完成規定的燻蒸天數後即告結束。一旦證明貨艙的氣體已完全消散後，便可恢復正常的通風作業。

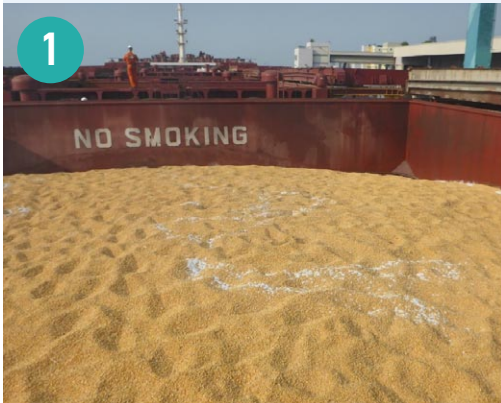


圖1: 燻蒸劑可擴散至貨艙內的大片區域，且幾乎不會有活性殘留物存在



圖2: 在穀貨上發現的蟲害

燻蒸作業概覽

在船上貨艙進行的燻蒸作業，應符合國際海事組織(IMO)針對本議題的通告：MSC.1/Circ.1264「適用船上貨艙燻蒸之殺蟲劑的安全使用建議」¹，並經MSC.1/1396²和MSC.1/Circ.1358「船上殺蟲劑安全使用建議修訂版」修正³（所有通告影本均收錄於國際海運危險品章程(IMDG)補充文件）。

國際海事組織通告明確指出，在運送途中進行的燻蒸作業，應經船長斟酌後方得進行。若船員能夠遵循產品製造商的說明，而且其作業能夠涵蓋整個蟲害區域，便可進行小規模或「局部」處理以控制蟲害。然而，範圍更廣或具危險性的處理作業，包括燻蒸和噴灑殺蟲劑，僅能由專業蟲害防治操作人員依據國際海事組織的建議進行。

船上使用的害蟲防治用藥大致可分為殺蟲劑和燻蒸劑。殺蟲劑通常特定用於直接接觸且集中殺死昆蟲，燻蒸則是一種害蟲防治方法，透過在貨艙內部注入有毒氣體的燻蒸劑，以消除害蟲。

從商業角度來看，在運送農產品時，比起接觸型的殺蟲劑，燻蒸是消滅潛在蟲害的首選方法，這是因為燻蒸作業人員處理磷化鋁片劑或丸劑較為容易，再加上貨物上幾乎不會有化學殘留物，用以達到相對降低成本並提高效率之效果。

¹ MSC.1/Circ.1264: 適用船上貨艙燻蒸的殺蟲劑安全使用建議，西元2008年

² MSC.1/Circ.1396: 適用船上貨艙燻蒸的殺蟲劑安全使用建議(MSC.1/Circ.1264)修訂版，西元2011年

³ MSC.1/Circ.1358: 船上殺蟲劑安全使用建議，西元2010年



國際海事組織之通告明確指出，在運送途中進行的燻蒸作業應經船長斟酌後方得進行。

然而，燻蒸的普及和相關風險，也是大多數海上燻蒸事故的起因。因此，本指引特別著重於燻蒸，而不是殺蟲劑。

根據國際海事組織(IMO)於MSC.1/Circ.1264「適用船上貨艙燻蒸之殺蟲劑的安全使用建議」規定的指引，最廣泛使用的兩種燻蒸劑為磷和溴甲烷。

磷化鋁有固態的片劑或丸劑，多以品牌名稱而廣為人知，例如：QuickPhos、Phostoxin、Fumitoxin和Weevil-cide。這些片劑或丸劑與空氣中的水氣起反應後，會生成一種活性燻蒸氣體 – 磷 (PH_3)。

相較之下，溴甲烷通常以液態或加壓氣體的形式供應，市售產品有時稱為Bromomethane、Brom-o-gas或Celfume。然而，溴甲烷禁止用於運送途中進行的燻蒸，且現已證實該氣體會破壞臭氧層，故已逐漸被其他燻蒸劑取代。

此外，溴甲烷之燻蒸作業必須由合格操作人員進行，且須當船舶停泊在港口並且所有船員皆離船上岸時，方得進行。過去曾經發生過船員仍在船上，就開始進行溴甲烷燻蒸的個案，此舉不僅不符合國際海事組織之指引，且具有極高的危險性，應避免此情況發生。

燻蒸劑的選擇和使用方法取決於：

- 運送商品的類型
- 可能出現的昆蟲和嚙齒動物
- 貨物所需的劑量和涵蓋範圍
- 貨艙的容積尺寸
- 蟲害出現的位置
- 在來源港發現的害蟲習性
- 運送途經的區域氣候

鑒於這些燻蒸劑相當複雜且品牌名稱眾多，船員有必要詳閱材料安全資料表(MSDS)，瞭解所使用的燻蒸氣體類型和相關要求，以及潛在危害和所需防護措施。

磷化鋁片劑與空氣中的水氣接觸後會產生放熱反應，這意味著會釋放熱量，並散發出無色磷化氫氣至大氣中。貨艙內的水氣，無論是在潮濕的貨物內部還是貨艙內的高濕度環境，都可能加速此一過程，尤其是將燻蒸劑施加於貨物表面之時。通風蓋和艙蓋應緊閉，以防止在降水或海上航行期間進水，並防止有毒氣體擴散出去。

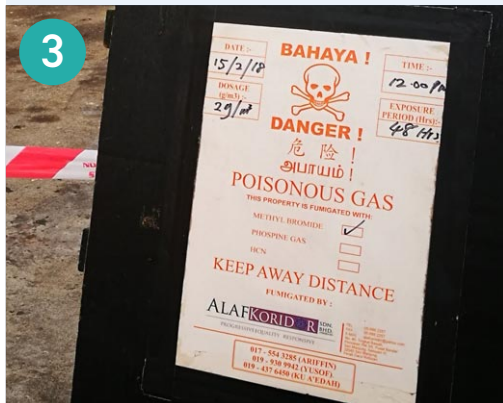


圖3：燻蒸作業進行中之告示



圖4: 殘留於玉米貨物上的燻蒸劑



圖5: 於貨艙內進行燻蒸作業使用的黃色管路



圖6: 不同國家(美國和印度)安裝於人孔的再循環風機案例



必要時，可考慮採取其他預防性措施，例如在艙蓋接縫處使用膨脹材料，達到貨艙的氣密效果。

燻蒸片劑/丸劑必須均勻地散佈在貨物表面，並確保在施用前貨物為乾燥狀態。若堆放在潮濕的貨物表面，將迅速產生放熱反應，可能會導致貨物起火。

磷化氫和溴甲烷氣體分子量均比空氣重，因此，氣體會緩慢地下沉至貨物之中，並依據深度和暴露時間，達到良好的滲透性。然而，當磷化鋁片劑或丸劑沒有與艙內的水氣產生完全反應時，便可能留下惰性殘餘副產品，通常是一種灰色的輕量粉狀的灰末物質。一旦吸入這種殘留物或是接觸到眼睛，就會形成暴露風險。當片劑/丸劑使用於低濕度的低溫環境中，或者在完全暴露期結束前就先行開放貨艙，有可能會接觸到部分反應的殘留物質。由於有毒氣體具有風險，處理磷化鋁殘留物時應特別留意。過去曾有發生過聚集在桶子或類似物品的殘留物發生自燃現象的案例。

以氣體形態供應的溴甲烷，可在24至48小時內，對貨物形成有效的燻蒸覆蓋性，典型的磷化鋁片劑則可能需要兩天以上的時間才能分解。至於磷化鋁片劑，所需暴露期約為5到20天，這取決於其覆蓋範圍、溫度和空氣相對濕度而定。低溫且較為乾燥的大氣條件會降低燻蒸劑的反應速率和氣體消散速率。為減緩這些影響，有時會使用可深入表面下方的探針，將燻蒸劑引入貨物以加快此項過程。

以下是將磷化鋁片劑和丸劑施用於貨物的幾種方法：

- 標準燻蒸：以燻蒸套式或燻蒸毯將片劑施用於表面
- 透過溝槽進行表面下方燻蒸：將燻蒸劑置於貨物中挖出的溝槽
- 探針燻蒸：使用探針插入貨物約0.3公尺至數公尺處進行燻蒸
- 通過帶有安全風扇的管路，在貨艙內部傳送燻蒸氣體

施加溴甲烷氣體的主要方法，是從連接至管路的鋼瓶以噴霧器進行。進行作業時，船員需要離船上岸。



燻蒸片劑/丸劑必須均勻地散佈在貨物表面，並確保貨物在施加前為乾燥狀態。

毒性

為求有效的燻蒸過程，貨艙空間在暴露期間應該維持氣密狀態。這是為了確保燻蒸劑在適度的時間內維持其致死濃度，才能有效消滅貨物中的任何害蟲。如果艙蓋或通風擋板滲漏，將降低整個程序的有效性，並對船員造成額外風險。有時可能需要用到其他貨艙密封措施，才能讓所有接縫形成氣密狀態。

當燻蒸劑以氣態擴散時，最有可能的暴露路徑是透過呼吸道進入人體。因此，在開啟貨艙前，應先進行強制通風，藉此降低殘留氣體的濃度，使其低於港口和船籍國規定的職業暴露限值。舉例來說，溴甲烷是在環境溫度下，容易經由肺泡吸收的氣體，在空氣中的濃度達到0.14毫克/公升時，即對人體具有毒性，據報濃度達到30毫克/公升時，吸入1.5小時便會喪命⁴。

根據美國毒性物質和疾病管制署(ATSDR)公布的資訊，美國職業安全與健康管理局(OSHA)建議，在工作區域的空氣中含磷量安全限值為0.3 PPM，意味著以8小時加權平均時間(TWA)計算，磷氣的長期呼吸暴露限值不得超過0.3⁵。

溴甲烷和磷化鋁對於人類以及預定撲滅的昆蟲和嚙齒動物都具毒性。遺憾的是，當偵測到燻蒸氣體時，有時可能因氣體濃度已經超過安全工作限值而為時已晚，無法防止中毒，而且暴露後並不會立即出現中毒症狀。

毫無雜質的磷化氫氣釋放時，為無色無味。然而，若含有污染物，磷化氫氣可能散發出白色的煙霧/腐爛死魚、大蒜或碳化物的氣味。

溴甲烷雖然無色，但濃度高時則會散發果香味或霉味。這些氣味對於在貨艙內部或附近工作的人而言，正好是氣體洩漏的警告徵兆。但是，切勿僅憑這些指標做為確定空間是否安全的標準。

⁴ 擴展毒理學網路殺蟲劑資訊概況：溴甲烷、溴化甲烷：<http://extoxnet.orst.edu/pips/methylbr.htm>

⁵ 美國毒性物質和疾病管制署(ATSDR) — 美國職業安全與健康管理局(OSHA)：<https://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tfacts177.pdf>



在進入已燻蒸處理過之貨艙時，應格外審慎小心

症狀

船員務必等到密閉貨艙空間的燻蒸程序結束後才能進入。

先前一個案例中，雖然貨艙經認證已清除燻蒸氣體，艙口也開啟，但因接觸到位於貨物表面上方、艙口緣圍下方的磷化氫氣，導致一名船員死亡，另一名船員受到重傷。磷化氫比空氣重，這意味著磷化氫會從上往下緩慢滲入貨物，但即使在氣體清除過程結束後，燻蒸氣體有時候仍可能殘留在貨艙頂部空間。因此，進入已燻蒸處理過的貨艙時，亦應格外審慎小心。

如果船員覺得眼睛、氣管/皮膚粘膜有任何刺激感，這可能是暴露於氣體的初期徵兆。船員應立即撤離該區域，並警告共事船員。後續症狀可能包括頭痛、頭暈、噁心、呼吸困難、嘔吐、腹瀉、橫隔膜痛和四肢麻木。船上可能沒有救命的解毒劑，但可以使用呼吸輔助/心血管支持裝置進行處理。最重要的是讓受害者吸入新鮮的空氣，遠離中毒來源。

吸入高濃度的磷化氫氣可能導致身體虛弱、支氣管炎、肺水腫（肺部液體積聚異常）、呼吸短促和抽搐（癲癇發作或肌肉痙攣）。接觸時間愈長，急性磷中毒的機率就越高，此類中毒主要導致肺部損傷並影響神經系統。長期接觸可能損及中樞神經系統、腎臟和肺部、鼻腔、腎上腺和睪丸。過去有許多案例皆是因船員大量接觸燻蒸氣體而喪命。



圖7：船員在清除氣體後，從貨艙收集受損貨物



船員應隨時穿戴規定的個人呼吸防護裝備(PPE)。

火災和爆炸風險

如上所述，在發生放熱反應時，磷化鋁與水氣起反應而產生磷化氫氣。當磷化鋁片劑沒有均勻散佈於貨艙時，其反應作用可能導致局部發熱，而這其中的一些熱點就足以引發貨物悶燒起火。

悶燒火勢導致貨物內部的潛熱分解，可能無法從貨物頂部看到。這種悶燒引起的另一個問題，則是遭到煙霧污染的穀物或油籽，這可能導致不適合人類或動物食用。燻蒸人員必須讓燻蒸劑均勻分佈於貨物表面或下方，以減少形成氣體集中或發熱的機會。

溴甲烷通常不具可燃性，但若存在高能點火源時，便可能成為可燃氣體，一旦著火時，將會產生溴化氫等有毒氣體。

根據《國際海運危險品法規》，磷化鋁歸類為第4.3類 - 「與水接觸會釋放可燃氣體的物質」，包括子類別第6.1類 - 「有毒和傳染性物質」。美國國家職業安全衛生研究所(NIOSH)也指出，磷化氫氣在空氣中的爆炸下限值(LEL)約為1.79%⁶。因此，如果磷化鋁顆粒聚集在少數幾個區域，有可能導致磷化氫的演化速度加快，進而在貨艙空間生成足夠的氣體，從而釀成火災危險。

有鑒於磷化氫氣的自燃溫度約為38°C⁷，分解磷化鋁片劑產生的潛熱，可能會提高爆炸風險。此外，這種熱分解反應還會產生少量的雙磷氣體，比磷化氫氣更容易發生自燃。

因此，當燻蒸氣體釋放至貨艙頂部空間時，會形成爆炸的潛在風險，尤其是接觸到不安全的貨艙照明、風扇或攜帶式設備、裸露電路以及打開艙蓋所產生的火花等起火源時，均可能點燃貨艙內部空間已達爆炸濃度的氣體。由於氣體濃度增加，此類事件可能在燻蒸進行後的幾天內發生。因此，潛在火源應移出貨艙或做出適當的隔離，主甲板 and 周圍區域應禁止明火，直至燻蒸作業完成。同樣重要的是，燻蒸人員須根據體積空間正確計算劑量，而且確保貨艙沒有過多的水氣。



圖8：燻蒸造成爆炸後的貨物表面和所使用的再循環管路

⁶ 國家職業安全與健康研究所(NIOSH)發行《磷化氫：傷肺物質》，https://www.cdc.gov/niosh/ershdb/emergencyresponsecard_29750035.html

⁷ 產品資訊源自國際同儕審查化學品安全資訊(INCHEM)：<https://www.inchem.org/documents/icsc/icsc/eics0694.htm>

9



圖9：由專業人員在船上進行燻蒸作業

為了監測貨艙的起火徵兆或燻蒸問題，可使用紅外線手持溫度計，有助於偵測艙蓋和緣圍上的熱點。磷化氫在燃燒時會產生濃密的白霧（五氧化二磷），對於呼吸造成嚴重的影響。船員在靠近這些區域時，務必採取預防措施，並穿戴規定的個人呼吸防護裝備(PPE)。

如果貨艙火警警報啟動，而且/或看見煙霧從艙口冒出，船員應啟動公司應變計畫，並遵循燻蒸人員提供的運送途中安全指引。船員亦應遵守IMDG法規所規定的「船舶運送危險品緊急應變程序」(EmS指引)。

如果火勢進一步擴大，船員和船舶管理公司應向專家請益，並尋求建議以防止貨艙頂部的壓力增加，因為壓力增加可能會導致體積性爆炸，這可能造成艙蓋和艙壁隆起且毀損。

一般而言，最好的滅火劑是二氧化碳或乾式化學滅火器，而不是水。然而，這些方法可能不適合用於穀物或油籽貨物。安全滅火雖是首要之務，但也應考慮滅火方法對貨物的影響。





圖10: 岸上工人清洗貨艙側緣圍的毀損貨物



圖11: 密閉空間救援訓練

預防措施

燻蒸人員應評估船舶的狀況和貨艙空間，以確保適合進行燻蒸作業。此外，可根據MSC.1/CIRC.1264 – 附錄3「運送途中燻蒸作業模式檢查表」⁸或美國農業部(USDA)發行之《燻蒸手冊》中的「燻蒸檢查表」⁹，草擬一份檢查表。

燻蒸氣體可能從貨艙洩漏出去，並滲入鄰近起居艙室和其他空間的進氣口，此情況係由於貨艙密封墊、子艙口、橡膠填料、通風機等主要管路或通風機翼片疏於維護所致。過去曾發生一起悲慘事故，起居艙室和相鄰船艙之間的艙壁孔遭腐蝕，導致磷化氫氣擴散至船員艙間，造成一名船員不幸罹難。

打開艙蓋並完成排氣後，貨物表面仍可能發現具致命濃度的磷化氫氣。因此，船員務必遵守進入密閉空間的指引，並在進入前檢查磷化氫氣濃度。從近期的一起死亡案例來看，即可知道艙口緣圍下方的有毒氣體區是最重要卻經常遭忽視的危險區域，即便在艙蓋已開啟的情況下，亦然。

氣體也可能穿過箱形龍骨、相鄰壓載艙、甚至是在曝氣過程後通過火災預警系統的管路擴散。燻蒸人員應提供在暴露期結束後安全排放燻蒸煙霧的相關指引。

燻蒸作業公司應在初次會議期間，以安全計畫的形式提供燻蒸指引。在進行燻蒸前，應依照這些指引對船員進行訓練。訓練內容應包括安全手冊收錄的安全程序、材料安全資料表(MSDS)規定、燻蒸製品資訊、氣體檢測法、應變程序和氣體清除程序，但不以此為限。

上述建議的安全計畫亦應涵蓋所用燻蒸劑所需的偵測設備，因為不同的氣體類型和濃度需要使用不同種類的氣體檢知管進行偵測。舉例而言，低濃度檢知管適用於0.15至5 PPM的氣體濃度。採用適合磷化氫或溴甲烷的檢知管，並搭配多氣體監測器，可用於偵測氧氣濃度、爆炸性氣體的爆炸下限值，以及一氧化碳、磷和溴甲烷。

不論偵測何種氣體，所有氣體偵測裝置都需要定期校正，並建議提供足夠的偵測器以備不時之需。

⁸MSC.1/Circ.1264 – 附錄3「運輸途中燻蒸作業模式檢查表」，西元2008年

⁹美國農業部 – 《燻蒸手冊》第2.7節：燻蒸檢查表



圖12：船員進行超音波檢測作業，檢查洩漏處



圖13：訓練船員穿戴合適的個人防護裝備進入封閉空間

以下是在航行期間或航行前應採取的一些實用預防措施：

- 抵達裝貨港之前，應進行貨艙的防風雨措施完整性維修，例如：艙蓋密封處、艙蓋壓條扣、通風機、水泥艙門以及子艙口，這是因為艙蓋和其他進出點必須具備良好的氣密性，才能確保其完整性。抵達前，務必及時進行任何必要的維修，並確認其有效性。
- 在燻蒸前，檢查和維修紀錄應於船上留存一段適當的時間。
- 燻蒸人員應檢查貨艙所有出入口，確保在燻蒸過程中保持良好的氣密性。應在貨艙淨空下，依據貨物裝卸國的要求進行這項檢查。船長應在燻蒸前檢驗報告上簽名。
- 燻蒸人員應確保使用正確劑量的燻蒸劑配方，並均勻施用於貨物表面/表面下方。施用的區域不得有過多水氣。
- 為預防釀成火災，應確保表面上的片劑和丸劑不會滾動，並積聚在貨艙艙板處。
- 船長及船員應在船上進行徹底檢查，確認貨艙內部沒有偷渡者或未經授權的人員逗留。燻蒸作業開始前，應清點全體船員人數。
- 船長和船員在燻蒸貨物區附近工作時，亦應熟悉燻蒸程序和必要的預防措施，並留意張貼在甲板貨艙入口處的警示公告。
- 船長可指派兩名以上的船員，在進行燻蒸的船舶貨艙內維持安全的作業條件，包括空氣檢測。獲指派的船員應接受氣體偵測設備的使用訓練。
- 一旦每個貨艙完成燻蒸程序後，所有進出口應上鎖，最好使用海關封條或類似物品密封（並登記封條編號），如果有任何進出艙口遭開啟，即能夠一目瞭然。掛鎖鑰匙應交由大副謹慎保管。
- 燻蒸人員應以書面方式向船員清楚說明在海上進行燻蒸的處理或暴露時間，尤其是當貨艙理保持密封狀態時。



燻蒸人員應檢查貨艙的所有出入口，以確保在燻蒸過程中維持良好的氣密性。

- 暴露期結束後，應按照燻蒸人員詳述之指引進行曝氣和通風。
- 決定貨艙通風所需時間時，應考慮若干因素，包括：使用的燻蒸劑類型、燻蒸劑使用方法和速率、航行時間、天候與溫度條件、氣體脫附的可能風險，以及氣體讀數。
- 確保在曝氣和通風過程中，燻蒸氣體不會滲入封閉的起居空間、機艙、甲板小艙或例行工作區域的通風管進氣口。
- 船長應確實依據燻蒸人員建議的指定間隔時間進行定期檢查，並偵測船員使用空間內是否有氣體洩漏的跡象，或是疑似可能滲入燻蒸氣體的任何時間和地點，尤其是船員表現出不適感時。這種情況不能掉以輕心，也不能誤認為是暈船。如果有任何懷疑，就應該對周圍空氣進行測試。
- 船員若出現任何中毒跡象，船長應立即採取行動，使用個人防護裝備，將船員撤離受影響的區域。
- 提供適用於欲燻蒸作業的氣體偵測設備，例如：氣體檢知管設備、裝設精確感應器的光電離氣體監測設備。
- 船舶在啟航前，應配置適當的呼吸防護設備（建議最少四套）。
- 燻蒸套/殘留物應交由合格的燻蒸廠商代表，在穿戴合適的個人防護裝備後，依據地方和國際法規進行處置¹⁰。
- 在釋出氣體並清除殘留物後，燻蒸廠商之代表應使用氣體偵測設備，檢測貨艙內部的環境，確認燻蒸劑濃度低於閾限值(TLV)。船員應根據燻蒸人員的說明，確認清除氣體檢測實際達到建議的最大允許PPM濃度。
- 貨艙檢測結果顯示所有殘留的燻蒸劑已從貨艙和鄰近工作區域消散，且殘留燻蒸劑材料已清除完畢，並可安全進入後，負責燻蒸作業的燻蒸廠商才可以簽發船舶氣體清除證書。

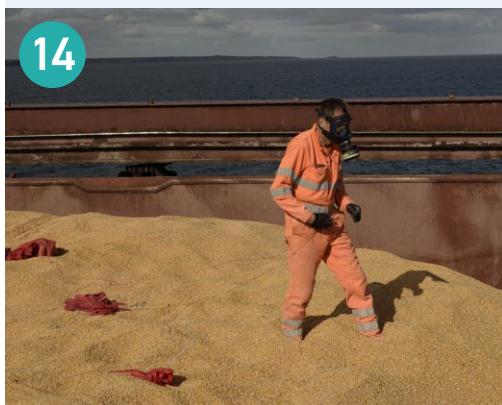


圖14：專業人員檢查貨艙內經過燻蒸的貨物

¹⁰ 取自GAFTA合格燻蒸廠商登記名冊的10家廠商：<http://www.gafta.com/Search-Approved-Registers>



經主管機關核准後，應由船東、租傭船人、託運人和船長負責同意在港口或是航行途中進行燻蒸作業。

結語

經主管機關核准後，應由船東、租傭船人、託運人和船長負責同意在港口或是航行途中進行燻蒸。
在運送契約（租傭船契約條款）加入適用條款後，全體當事人應遵循這些程序。

公司安全管理系統(SMS)應載明燻蒸指引和運送途中的燻蒸程序，詳細說明每一艘船舶的適宜性、風險評估和工作許可，其中包括：告知船員燻蒸計畫，教導他們瞭解相關風險，以及處理燻蒸相關緊急情況的應變計畫。

此外，管理團隊應確保熟悉船籍國政府的相關規定，以及在燻蒸過程前後，已於船上採取所有預防措施。

雖然在大多數情況下，開放式艙口可能無法歸類為密閉空間，但建議船員將先前經過燻蒸的開放式艙口視為密閉空間，並按照SMS詳述的程序進入這些空間，直到證明空間內已清除氣體為止。

若基於安全考量而有必要進入已燻蒸的區域，而且這些區域尚未經證明可安全進入時，則需要穿戴整套的個人防護裝備和呼吸防護設備，並遵循所有密閉空間進入和工作許可之要求。





若基於安全考量而有必要進入已燻蒸的區域，則需要穿戴整套的個人防護裝備和呼吸防護設備。

附錄

燻蒸安全計畫/手冊應涵蓋下列部分要點：

- 燻蒸計畫
- 燻蒸前檢驗報告
- 裝載已燻蒸貨物的船舶安全建議
- 風險評估計畫
- 燻蒸相關事故應變計畫
- 航行安全檢查表
- 維持安全作業條件的責任交接聲明書
- 航行期間的預防措施和程序
- 氣體偵測設備之校正說明
- 定期性和系統性大氣檢測程序
- 曝氣與通風說明
- 氣體清除檢測程序和最低要求
- 排放期間的預防措施
- 燻蒸劑殘留物危害和處置程序相關資訊
- 安全偵測及呼吸防護設備清單，例如：自給式呼吸器(SCBA)
- 急救和醫療說明
- 裝載危險物品之船舶緊急應變程序（EMS指引）
- 船舶應按照《危險貨物事故醫療急救指南》(MFAG)和應遵循的程序，攜帶必要的藥物和醫療設備
- 燻蒸氣體清除證明範例
- 材料安全資料表(MSDS)範例
- 保存紀錄
- 燻蒸人員能力要求

有關燻蒸作業相關風險的進一步資訊，本協會發行了《貨物燻蒸劑中毒而致命》之BSAFE個案研究¹¹。

¹¹ Britannia Club — BSAFE 出版品：
<https://britanniapandi.com/2021/11/bsafe-incident-case-study-13-cargo-fumigant-poisoning-leading-to-a-fatality/>，西元2021年

本協會損害防阻部門隨時為會員提供協助，
並答覆所有問題。



© Evgeny Drablenkov | Shutterstock.com

免責聲明：本損害防阻見解報告係由BRITANNIA STEAM SHIP INSURANCE ASSOCIATION EUROPE出版。截至出版日期為止所收錄的內容據信為正確無誤，但本協會對於資訊的完整性或正確性不承擔任何責任。本出版品內容不視為法律建議，會員可隨時聯絡本協會，針對特定事項尋求專業建議。

TR(E)

經理公司：
TINDALL RILEY EUROPE SÀRL
登記辦公室地址：
42 - 44 avenue de la Gare, L-1610 Luxembourg.

經理公司代理人：
TINDALL RILEY (BRITANNIA) LIMITED
Regis House, 45 King William Street, London EC4R 9AN.
電話: +44 (0) 20 7407 3588 | 傳真: +44 (0) 20 7403 3942

Britannia Steam Ship Insurance Association歐洲暨英國分公司
獲英國審慎監管局授權。受英國金融監管局及審慎監管局管理。

Britannia Steam Ship Insurance Association歐洲分公司成立於盧森堡，並登記為互助協會(編號B230379)。
經盧森堡財政部授權且由保險委員會管理。

britanniapandi.com