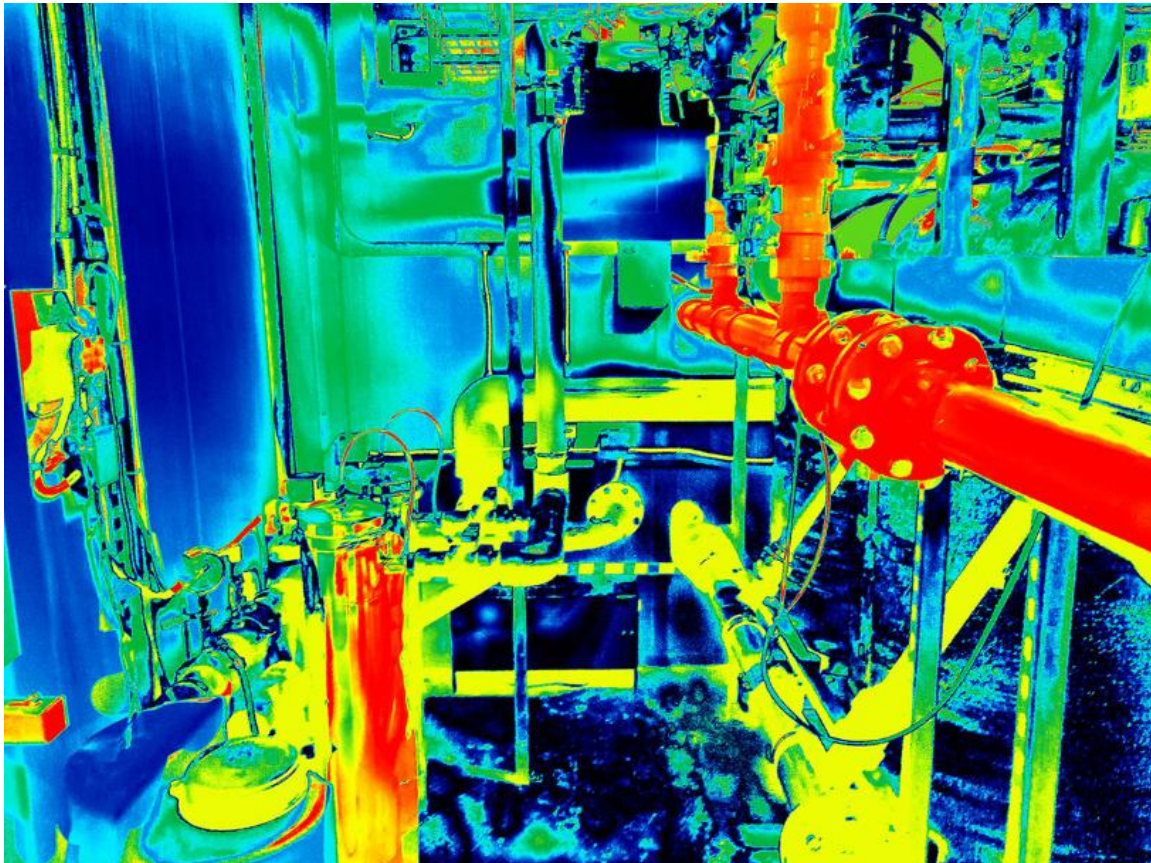


當心機艙內燃油洩漏和無防護高溫部位

大多數的船上火災都始於機艙，而且此類火災的發生率正在呈上升趨勢。雖然引發這些火災的主要原因可能不盡相同，但其基本模式存在某些相似之處。



引言

每年，船上火災都會導致人員傷亡和船舶本身嚴重受損。大多數船上火災都始於機艙，因為機艙內存在大量的火災三要素，即燃料、氧氣和著火源，它們不僅會引發火災，還會使火災持續並且越燒越旺。消防安全不僅在於發現和撲滅火災，還在於首先要防止著火。

在本文中，我們將重點關注如何預防這類火災。我們會先簡單討論一下機艙火災的一些主要原因，並嘗試根據我們掌握的理賠資料，分析這類火災的發生率，再就如何降低這些火災發生的風險提出一些建議。

大多數機艙火災是如何開始的？

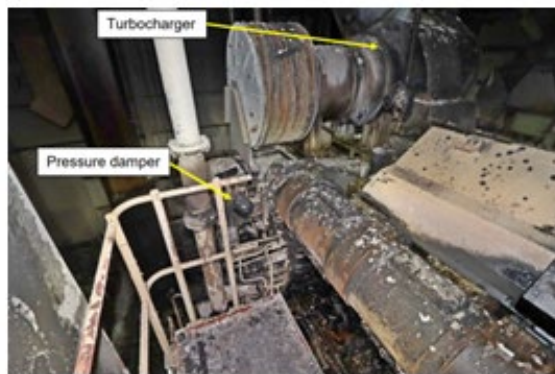
通過回顧 2017-2021 年與船上火災和爆炸相關的 Gard 船殼險（H&M）索賠案件，我們發現全部火災中有近 60%起源於機艙。這些機艙火災中有近三分之二發生於主機、輔機或其相關

部件（如渦輪增壓器）。這些事故大多數是由於易燃油料系統（最常見於低壓燃油管路）故障，導致油類噴濺到沒有防護的高溫表面上引起的。以下是我們負責理賠的一起案件。

案例研究

一台船舶輔機的燃油壓力表供油管道中，有一根銅管斷裂。由於金屬防濺護罩缺失，燃油噴濺至附近渦輪增壓器和排氣系統溫度超過 400°C 且沒有防護的高溫表面上。燃油起火燃燒，導致輔機和配電電纜大範圍受損。該船停運 40 天進行修理。

專家調查顯示，斷裂的銅管與原設計不符，且管壁厚度偏薄。燃油系統管路並沒有之前的修理記錄。另外三台輔機的管道組合件看上去是由一根鋼管組成的原裝件。防濺護罩在進行保養時被拆除了，之後也沒有裝回原位。疑似隔熱也不充分，因為在另外三台輔機上的排氣歧管和渦輪增壓器周圍均發現有裸露部分。調查人員的結論是，火災中受損的輔機上的熱防護裝置不符合《SOLAS 公約》第 II-2/2.2.6.1 條的相關規定。



Fire damaged area of auxiliary engine



Fractured copper pipe

以上案例中，有兩個主要方面需要強調。

- 首先是易燃油料發生洩漏；
- 其次是防護措施不充分，不能防止高度易燃燃油與點火源接觸。

由於燃油系統故障導致燃油洩漏或噴濺

下面我們列出了低壓管路系統發生燃油噴濺的一些最常見原因。所列原因並非詳盡無遺，但對 Gard 以往案件的回顧表明，下列故障經常發生。

管路、管路接頭和其他相關部件（例如 O 形圈）不是原裝部件或不是製造商推薦的型號。在某些案件中，改裝是由船員在現有管理公司管理船舶期間進行的，但在另一些案件中，由於改裝是在前船東或前管理公司擁有或管理船舶期間進行的，因此船員並不清楚改裝的情況。

- 管路接頭的擰緊扭矩不達標，隨著時間的推移由於振動等原因而鬆動。此外，保養後組裝不正確是另一個可能的原因。
- 法蘭或濾清器的螺栓因長時間過緊導致疲勞而斷裂。在有些案件中，還發現固定螺栓全部鬆動或丟失的情況。

- 管道疲勞斷裂。這種管道通常不是整段都有良好的支撐，導致由於振動而承受過大的應力。缺乏支撐可能是設計問題，也可能是由於進行保養後未將支撐支架裝回原位所致。
- 燃油濾清器蓋由於各種原因出現鬆動，軸子從頂蓋移位。
- 橡膠軟管因附近機器設備產生的熱量發生老化而斷裂。

油與高溫表面接觸

可以採取的防護措施有：使用耐熱絕緣帶或防濺膠帶對高溫部位進行隔熱，和/或使用防濺護罩等物理屏障。以下是我們在理賠檔案中發現的一些與隔熱有關的典型問題：

- 品質因船廠而異，
- 會隨著使用年限的增加而損壞，
- 保養完成後，可能沒有正確地裝回去，以及
- 由於輕微洩漏，經過一段時間會被油浸透。

與物理屏障有關的典型問題：

- 可能原設計中沒有，因而未予安裝，或者
- 如果安裝有物理屏障，可能跟我們的案例研究一樣，在對燃油系統進行保養後沒有裝回原位，過一段時間甚至可能放錯位置。

船齡較大的船舶需要更多關注

在評估機艙火災風險時，必須考慮的一項因素是船舶船齡。隨著船齡增長，機器設備洩漏的風險可能增加。我們會在下文中對此做進一步討論，但在此需要強調一些可能會導致較大船齡船舶的機艙火災風險增大的主要問題。

- 高溫表面的防護可能老化，同時隔熱材料的品質可能變差，由此增加著火的幾率和火災的風險。
- 隨著臨近使用年限，船齡較大的船舶可能面臨保養和安全預算的削減。
- 船舶在其使用年限內可能多次更換船東和管理公司，這可能對機艙保養的一貫性產生直接的影響。

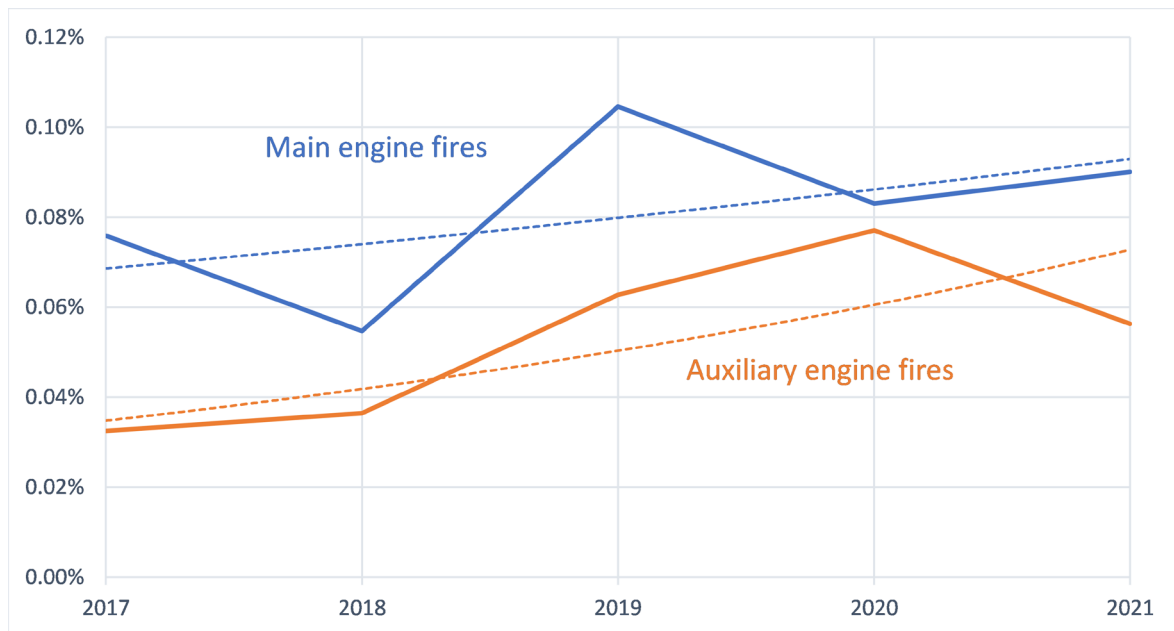
機艙內的典型高溫部位

根據 Gard 之前處理的火災事故，我們發現大部分案件中，下列區域成為了著火源。這些區域的溫度很容易超過 500°C，可能遠高於油類的自燃溫度。

- 排氣歧管、管道和相關法蘭
- 鍋爐裸露區域
- 渦輪增壓器
- 汽缸上的示功閥
- 淨化器加熱器
- 電線/電氣部件和配電板。電纜熔化或陰燃也會幫助熱量傳輸

資料分析——數位講述了自己的故事麼？

Gard 在分析趨勢時，和 Cefor（北歐海上保險人協會）一樣，密切關注一定時間段內的事故頻率趨勢。通過這種方式，我們還可以解釋我們保險業務量逐年增長的原因。2017 至 2021 五年間，各種船殼險（H&M）理賠領域的事故頻率呈下降趨勢，但機艙火災類理賠除外。上升原因主要是主機或輔機發生火災，如之前所述，這類火災在所有機艙火災中占了大多數。



機艙火災發生率 (GARD 船殼險資料)

2017-2021 年期間，機艙火災年均發生率為 0.13%，即每一萬艘船中，每年有 13 艘發生這類火災事故。這一數字看起來並不高，但這類火災對於人命、環境和財產可能產生嚴重後果，造成重大商業損失。

人們最擔心的問題之一是主機和輔機火災的發生率呈上升趨勢。客船和集裝箱船主機和輔機火災的發生率最高，幾乎是 Gard 五年平均水準的兩倍。在集裝箱船領域，支線船舶（<3,000 標準箱的集裝箱船）的發生率最高。

Cefor 在其最近發佈的“[火災趨勢分析](#)”中得出了類似的結論。

船齡因素

我們之前提到過，在評估火災風險時，船齡是需要考慮的一項因素。我們的資料表明，船齡較大的船舶更容易發生機艙起火，船齡介於 25-30 年之間的船舶發生這類火災的頻率最高。有趣的是，幾年前港口國監督諒解備忘錄組織對“消防安全系統”進行集中大檢查（CIC）後的結論是，船舶因特定 CIC 項目不合格而遭滯留的比率隨著船齡的增加而上升。見[巴黎備忘錄報告](#)和[東京備忘錄報告](#)。

建議

燃油系統發生故障後，油料沉積在高溫表面是機艙起火的主要原因。我們有以下三點重要建議，可以幫助船東、管理公司及其船員降低這類火災發生的風險。

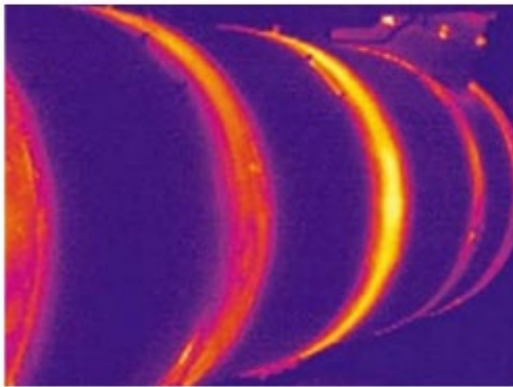
1. 識別洩漏源

油料可能會從燃油和潤滑油管道上的鬆動配件、法蘭上的缺失螺栓、溫度可能超過油料燃點處的非金屬軟管等位置噴濺至高溫表面，因此檢查這些位置應納入船舶的計畫內保養體系。建議定期進行評估，以發現潛在的洩漏源。

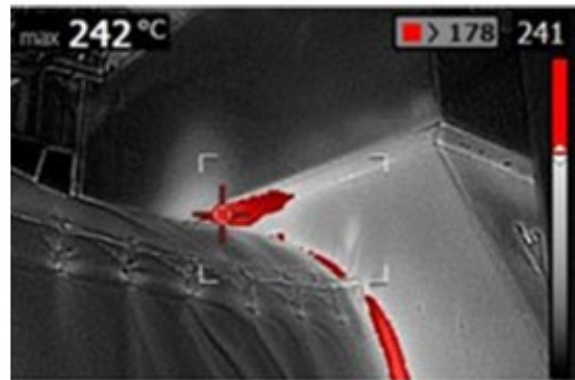
還要注意油管系統的部件是否為原裝，是否符合製造商的規格。在接管或購買二手船舶時這點尤為重要。

2. 使用熱成像儀進行高溫表面繪圖

船東/管理公司可以在正常運營時，結合使用船上熱成像儀來探測高溫表面，檢查隔熱情況。船東應考慮在新造船隻規範中納入熱成像檢查，並在試航時進行該等測試。應定期在發動機和電氣設備運行情況下，對機艙和船舶電氣裝置進行熱成像檢查。



Thermo of the exhaust manifold of the main engine shows a max. temperature of 250°C.



Exhaust manifold showing a max. tempetuare of 242°C.

3. 高溫部位防護

隔熱：由於經過一段時間高溫表面的隔熱材料可能會老化或被油浸透，因此應進行定期檢查。即使排氣管/排氣系統隔熱看起來狀況良好，仍可能存在隱蔽的隔熱不充分區域和較小的高溫裸露部位，一旦與油接觸，就可能引發火災。

防濺護罩：高壓和低壓易燃油料管線的防濺護罩的位置和狀況應定期檢查，燃油套管排放裝置也應定期檢查。原裝設計沒有防濺護罩，而相關區域被識別為潛在“油料洩漏源”的，應考慮安裝防濺護罩。還需特別注意，在保養完成後，應及時將防濺護罩和隔熱材料裝回原位。



Spray shield around the pressure damper on auxiliary engine



Shielding to protect the turbocharger



Guard fabricated to cover fuel system buffer (damping) tank

對於上文第一則案例研究，如果確保管路符合原始規格，在保養後將防濺護罩裝回原位，並且使用熱成像儀發現輔機渦輪增壓器和排氣歧管周圍隔熱材料的裸露部分，本可以避免火災的發生。

拓展資料

Gard

- [船上消防安全——隱憂不斷](#)
- [案例研究：機艙火災和固定消防系統故障](#)
- [案例研究：機艙火災](#)
- [案例研究：使用固定式二氧化碳滅火系統](#)
- [海報（高解析度和低解析度）和警示通函“火災蔓延比你想像的要快”](#)
- [船上火災演示文稿：火災源于疏忽大意](#)

國際海事組織及其他

- [MSC.1/Circ.1321：機艙和貨泵火災預防措施指南](#)
- [美國海岸警衛隊安全警示通告“似曾相識的燃油噴濺失火——做好準備，防患於未然！”](#)
- [Cefor 的火災趨勢分析](#)



作者：Siddharth Mahajan
高級防損主管，新加坡



作者：Svend Leo Larsen
高級理賠顧問，卑爾根



作者：Kim Watle
高級業務分析師，奧斯陸