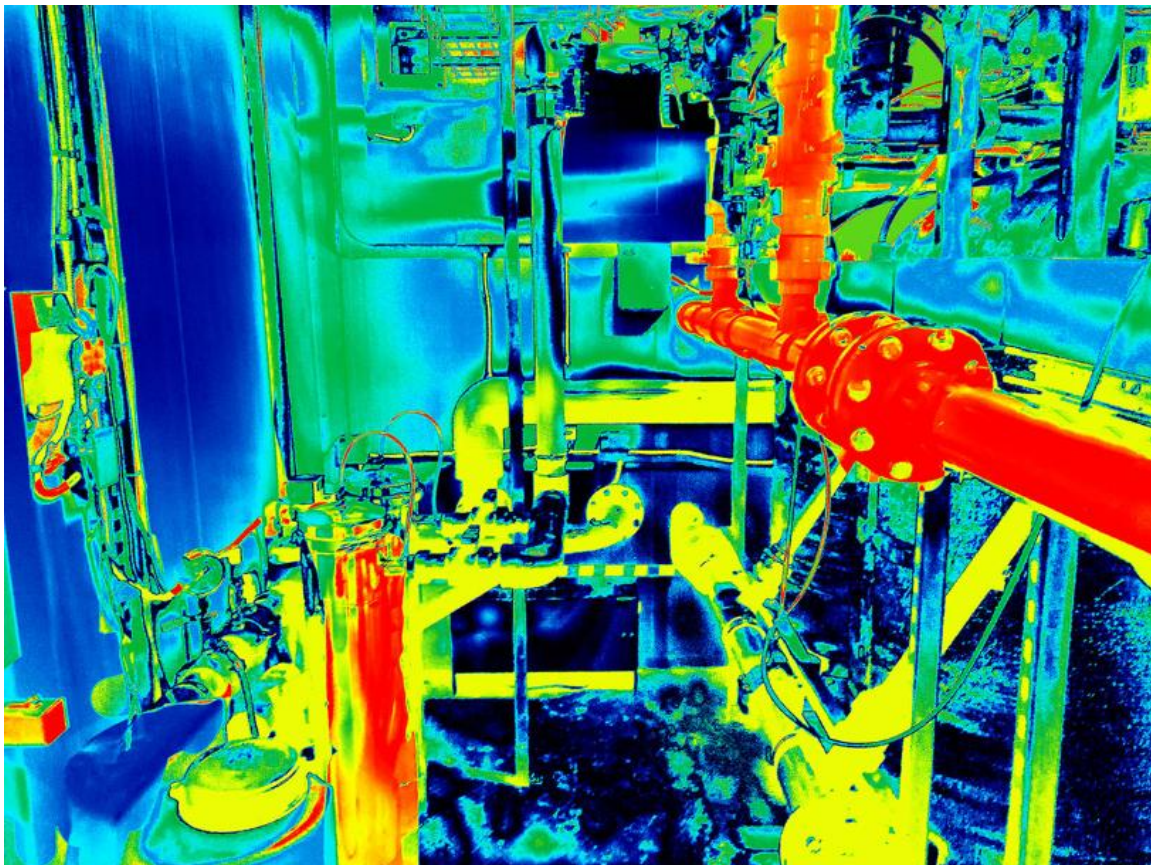


当心机舱内燃油泄漏和无防护高温部位

大多数的船上火灾都始于机舱，而且此类火灾的发生率正在呈上升趋势。虽然引发这些火灾的主要原因可能不尽相同，但其基本模式存在某些相似之处。



引言

每年，船上火灾都会导致人员伤亡和船舶本身严重受损。大多数船上火灾都始于机舱，因为机舱内存在大量的火灾三要素，即燃料、氧气和着火源，它们不仅会引发火灾，还会使火灾持续并且越烧越旺。消防安全不仅在于发现和扑灭火灾，还在于首先要防止着火。

在本文中，我们将重点关注如何预防这类火灾。我们会先简单讨论一下机舱火灾的一些主要原因，并尝试根据我们掌握的理赔数据，分析这类火灾的发生率，再就如何降低这些火灾发生的风险提出一些建议。

大多数机舱火灾是如何开始的？

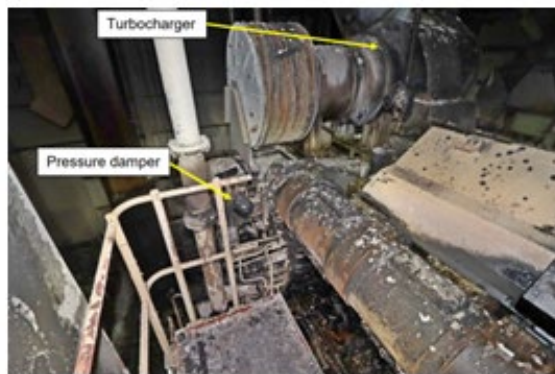
通过回顾 2017-2021 年与船上火灾和爆炸相关的 Gard 船壳险（H&M）索赔案件，我们发现全部火灾中有近 60%起源于机舱。这些机舱火灾中有近三分之二发生于主机、辅机或其相关

部件（如涡轮增压器）。这些事故大多数是由于易燃油料系统（最常见于低压燃油管路）故障，导致油类喷溅到没有防护的高温表面上引起的。以下是我们负责理赔的一起案件。

案例研究

一台船舶辅机的燃油压力表供油管道中，有一根铜管断裂。由于金属防溅护罩缺失，燃油喷溅至附近涡轮增压器和排气系统温度超过 400°C 且没有防护的高温表面上。燃油起火燃烧，导致辅机和配电电缆大范围受损。该船停运 40 天进行修理。

专家调查显示，断裂的铜管与原设计不符，且管壁厚度偏薄。燃油系统管路并没有之前的修理记录。另外三台辅机的管道组件看上去是由一根钢管组成的原装件。防溅护罩在进行保养时被拆除了，之后也没有装回原位。疑似隔热也不充分，因为在另外三台辅机上的排气歧管和涡轮增压器周围均发现有裸露部分。调查人员的结论是，火灾中受损的辅机上的热防护装置不符合《SOLAS 公约》第 II-2/2.2.6.1 条的相关规定。



Fire damaged area of auxiliary engine



Fractured copper pipe

以上案例中，有两个主要方面需要强调。

- 首先是易燃油料发生泄漏；
- 其次是防护措施不充分，不能防止高度易燃燃油与点火源接触。

由于燃油系统故障导致燃油泄漏或喷溅

下面我们列出了低压管路系统发生燃油喷溅的一些最常见原因。所列原因并非详尽无遗，但对 Gard 以往案件的回顾表明，下列故障经常发生。

管路、管路接头和其他相关部件（例如 O 形圈）不是原装部件或不是制造商推荐的型号。在某些案件中，改装是由船员在现有管理公司管理船舶期间进行的，但在另一些案件中，由于改装是在前船东或前管理公司拥有或管理船舶期间进行的，因此船员并不清楚改装的情况。

- 管路接头的拧紧扭矩不达标，随着时间的推移由于振动等原因而松动。此外，保养后组装不正确是另一个可能的原因。
- 法兰或过滤器的螺栓因长时间过紧导致疲劳而断裂。在有些案件中，还发现固定螺栓全部松动或丢失的情况。

- 管道疲劳断裂。这种管道通常不是整段都有良好的支撑，导致由于振动而承受过大的应力。缺乏支撑可能是设计问题，也可能是由于进行保养后未将支撑支架装回原位所致。
- 燃油过滤器盖由于各种原因出现松动，轴子从顶盖移位。
- 橡胶软管因附近机器设备产生的热量发生老化而断裂。

油与高温表面接触

可以采取的防护措施有：使用隔热或防溅胶带对高温部位进行隔热，和/或使用防溅护罩等物理屏障。以下是我们在理赔档案中发现的一些与隔热有关的典型问题：

- 质量因船厂而异，
- 会随着使用年限的增加而损坏，
- 保养完成后，可能没有正确地装回去，以及
- 由于轻微泄漏，经过一段时间会被油浸透。

与物理屏障有关的典型问题：

- 可能原设计中没有，因而未予安装，或者
- 如果安装有物理屏障，可能跟我们的案例研究一样，在对燃油系统进行保养后没有装回原位，过一段时间甚至可能放错位置。

船龄较大的船舶需要更多关注

在评估机舱火灾风险时，必须考虑的一项因素是船舶船龄。随着船龄增长，机器设备泄漏的风险可能增加。我们会在下文中对此做进一步讨论，但在此需要强调一些可能会导致较大船龄船舶的机舱火灾风险增大的主要问题。

- 高温表面的防护可能老化，同时隔热材料的质量可能变差，由此增加着火的几率和火灾的风险。
- 随着临近使用年限，船龄较大的船舶可能面临保养和安全预算的削减。
- 船舶在其使用年限内可能多次更换船东和管理公司，这可能对机舱保养的一贯性产生直接的影响。

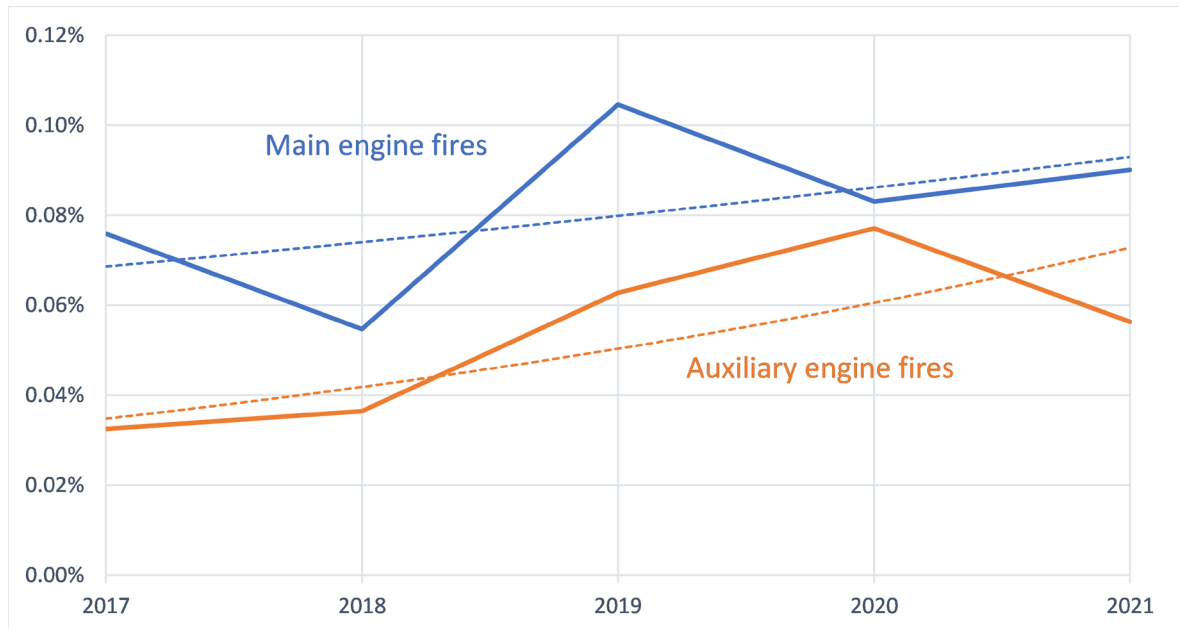
机舱内的典型高温部位

根据 Gard 之前处理的火灾事故，我们发现大部分案件中，下列区域成为了着火源。这些区域的温度很容易超过 500°C，可能远高于油类的自燃温度。

- 排气歧管、管道和相关法兰
- 锅炉裸露区域
- 涡轮增压器
- 汽缸上的示功阀
- 净化器加热器
- 电线/电气部件和配电板。电缆熔化或阴燃也会帮助热量传输

数据分析——数字讲述了自己的故事么？

Gard 在分析趋势时，和 Cefor（北欧海上保险人协会）一样，密切关注一定时间段内的事故频率趋势。通过这种方式，我们还可以解释我们保险业务量逐年增长的原因。2017 至 2021 五年间，各种船壳险（H&M）理赔领域的事故频率呈下降趋势，但机舱火灾类理赔除外。上升原因主要是主机或辅机发生火灾，如之前所述，这类火灾在所有机舱火灾中占了大多数。



机舱火灾发生率 (GARD 船壳险数据)

2017-2021 年期间，机舱火灾年均发生率为 0.13%，即每一万艘船中，每年有 13 艘发生这类火灾事故。这一数字看起来并不高，但这类火灾对于人命、环境和财产可能产生严重后果，造成重大商业损失。

人们最担心的问题之一是主机和辅机火灾的发生率呈上升趋势。客船和集装箱船主机和辅机火灾的发生率最高，几乎是 Gard 五年平均水平的两倍。在集装箱船领域，支线船舶（<3,000 标准箱的集装箱船）的发生率最高。

Cefor 在其最近发布的“[火灾趋势分析](#)”中得出了类似的结论。

船龄因素

我们之前提到过，在评估火灾风险时，船龄是需要考虑的一项因素。我们的数据表明，船龄较大的船舶更容易发生机舱起火，船龄介于 25-30 年之间的船舶发生这类火灾的频率最高。有趣的是，几年前港口国监督谅解备忘录组织对“消防安全系统”进行集中大检查（CIC）后的结论是，船舶因特定 CIC 项目不合格而遭滞留的比率随着船龄的增加而上升。见[巴黎备忘录报告](#)和[东京备忘录报告](#)。

建议

燃油系统发生故障后，油料沉积在高温表面是机舱起火的主要原因。我们有以下三点重要建议，可以帮助船东、管理公司及其船员降低这类火灾发生的风险。

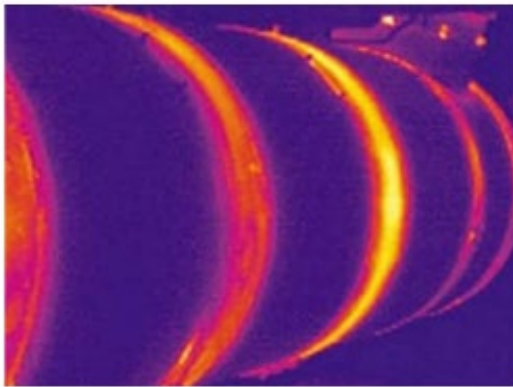
1. 识别泄漏源

油料可能会从燃油和润滑油管道上的松动配件、法兰上的缺失螺栓、温度可能超过油料燃点处的非金属软管等位置喷溅至高温表面，因此检查这些位置应纳入船舶的计划内保养体系。建议定期进行评估，以发现潜在的泄漏源。

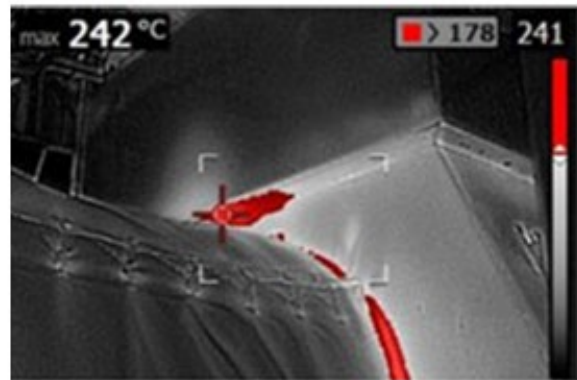
还要注意油管系统的部件是否为原装，是否符合制造商的规格。在接管或购买二手船舶时这点尤为重要。

2. 使用热成像仪进行高温表面绘图

船东/管理公司可以在正常运营时，结合使用船上热成像仪来探测高温表面，检查隔热情况。船东应考虑在新造船舶规范中纳入热成像检查，并在试航时进行该等测试。应定期在发动机和电气设备运行情况下，对机舱和船舶电气装置进行热成像检查。



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.

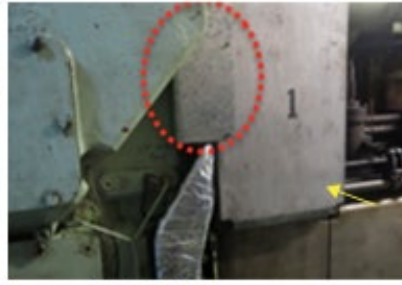
3. 高温部位防护

隔热：由于经过一段时间高温表面的隔热材料可能会老化或被油浸透，因此应进行定期检查。即使排气管/排气系统隔热看起来状况良好，仍可能存在隐蔽的隔热不充分区域和较小的高温裸露部位，一旦与油接触，就可能引发火灾。

防溅护罩：高压和低压易燃油料管线的防溅护罩的位置和状况应定期检查，燃油套管排放装置也应定期检查。原装设计没有防溅护罩，而相关区域被识别为潜在“油料泄漏源”的，应考虑安装防溅护罩。还需特别注意，在保养完成后，应及时将防溅护罩和隔热材料装回原位。



Spray shield around the pressure damper on auxiliary engine



Shielding to protect the turbocharger



Guard fabricated to cover fuel system buffer (damping) tank

对于上文第一则案例研究，如果确保管路符合原始规格，在保养后将防溅护罩装回原位，并且使用热成像仪发现辅机涡轮增压器和排气歧管周围隔热材料的裸露部分，本可以避免火灾的发生。

拓展资料

Gard

- [船上消防安全——隐忧不断](#)
- [案例研究：机舱火灾和固定消防系统故障](#)
- [案例研究：机舱火灾](#)
- [案例研究：使用固定式二氧化碳灭火系统](#)
- [海报（高分辨率和低分辨率）和警示通函“火灾蔓延比你想像的要快”](#)
- [船上火灾演示文稿：火灾源于疏忽大意](#)

国际海事组织及其他

- [MSC.1/Circ.1321：机舱和货泵火灾预防措施指南](#)
- [美国海岸警卫队安全警示通告“似曾相识的燃油喷溅失火——做好准备，防患于未然！”](#)
- [Cefor 的火灾趋势分析](#)



作者: Siddharth Mahajan
高级防损主管, 新加坡



作者: Svend Leo Larsen
高级理赔顾问, 卑尔根



作者: Kim Watle
高级业务分析师, 奥斯陆