



June 2024. Issue 311 in the series

TT Talk 第311期

1. 集装箱灭失
2. 屋顶光伏系统火灾风险
3. 起重机吊臂与船舶碰撞持续发生

1. 集装箱灭失



受恶劣的天气条件所影响，海上集装箱丢失的数量虽逐年都有波动，但问题一直存在。[国际海事组织规定](#)从2026年1月起应对海上丢失的集装箱作出报告，这可以改善航行安全并减轻对环境的影响。尽管如此，做好预防工作仍是全球供应链中许多利益相关人的首要任务；防止此类事故的发生符合所有人的普遍利益。

了解导致集装箱倒塌和落水事故的原因对于降低这类风险非常重要。在此背景下，TT Club从一开始就参与了MARIN（荷兰海洋研究所）的[TopTier联合行业项目](#)，该项目召集了40多个利益相关人，以便能共同确定这类事故的原因并找到解决方法。

TopTier项目已成立多个[工作小组](#)，重点关注与事故有关的大量因素，这说明了其中的复杂性。

TT Club对过往事故的分析清楚表明，天气状况是最具影响力的单一因素，但数据也表明，这是一个很难解决的问题，牵涉到很多相互关联的操作。

“TT Club对过往事故的分析清楚表明，天气状况是最具影响力的单一因素”

考虑流程

该流程从托运人开始，托运人通常会下运输订单，包括对要运输的货物进行申报。货物的准确度当然至关重要（货物类型、性质和特性等）——考虑到落水风险，所申报的重量或经验证总重量的数据也至关重要。还应注意到，若装货时负载分布不均也会削弱安全程度。

当船舶在港口时，码头操作系统（TOS）会配合船上的装载以及支持积载规划的软件，这些软件需要接收货物类型和总重量的申报信息。本质上，这些系统试图将较重的集装箱装载在任何指定的甲板堆中。TopTier 研究发现，积载计划与实际最终积载之间的差异高达 20%。若这一数据能代表所有操作情况，这本身就令人担忧。

“TopTier 研究发现，积载计划与实际最终积载之间的差异高达 20%”

这一点很重要，特别是当重箱被错误地堆放在集装箱堆垛顶部时，在任何恶劣的海况下，堆叠的集装箱受外部的力作用，其倒塌的风险会增加。此外，如果重箱堆叠于堆垛中间，则相邻堆叠的轻箱会倒塌的可能性就更大。

事故分析

TT Club对2020/2021 年冬季的经历进行了某些分析。通过访问[Geollect](#)提供的地理空间数据，可以确定多起事故之间具有潜在的共性，尽管这些数据单独来看并无定论。浪高是比较明显的因素之一，但浪长和波浪周期似乎更为重要。

通过与[Brookes Bell](#)合作，我们认识到波浪周期会导致共振现象，例如参数横摇（parametric roll）和同步横摇（synchronous rolling），这些现象可能会导致集装箱落海。随着波高增加，波浪周期也会延长，这是同步横摇响应的一个因素。在暴风雨条件下，波浪组和波浪陡度也会有很大的变化，并可能影响某些船型的组合运动（纵摇、起伏甚至横摇）。有关参数横摇方面的建议是 [TopTier 项目的早期成果](#)之一。

从海员的角度来看，还有其他因素需要考虑。堆放的集装箱落海灭失不仅受海浪高度的影响，还受到其他因素的影响，例如来自不同方向的海浪和涌浪、快速变化的环境以及船员缺少可以提前预测涌浪的信息。对于较大的集装箱船，其他因素也会影响集装箱的灭失，包括过高的稳性 (GM)、摇晃和在浅水中发生底部接触。

此外，在确定设计余量时，集装箱堆叠计算实际上并未充分考虑动态力下的所有组成部件。绑扎带的安全工作负载为最大断裂负载的 50%，但 ISO 集装箱堆垛和上挂试验将该负载力设定为认证强度。因此，在考虑集装箱堆叠所需的拉力时不能只使用绑带。总而言之，在船舶规划模型中应使用的压缩和上挂的组合力可能高于单个集装箱的认证强度值。这对于堆至10到11个集装箱高度的堆叠尤其重要。

研究和创新

了解所有可能影响海上安全的因素至关重要，TT Club期待 TopTier的研究能最终完成，并将继续参与随后的辩论，特别是由[国际海事组织](#)安排的辩论。然而，船舶永远不可能完全避免波涛汹涌的大海所带来的影响。因此，TT Club正在参与另外两项创新计划，以能进一步履行让全球物流行业更安全、更可靠和更可持续发展的使命。

“船舶永远不可能完全避免波涛汹涌的大海所带来的影响”

第一项，可参考最新的 [TT Club 安全创新奖](#)中的介绍，它是由 [Trendsetter Vulcan Offshore](#) (TVO) 借鉴海工行业的成熟系统，而开发的两种互补的数字化和工程解决方案，以减低集装箱落水的风险。

他们的Janus监测系统能够预测和检测参数横摇，从而能够在船舶和集装箱因堆叠而产生的动力进入破坏性范围之前采取规避措施。

TVO 的第二个核心技术是一种被称为“下一代绑扎” (NGL) 的工程解决方案，它从根本上彻底改变了当前的甲板绑扎系统。该方案减少了集装箱运动并控制了集装箱堆叠所形成的动态力。通过系住集装箱堆叠最外层的顶部，NGL 可形成一个翼墙，通过增强张力稳定性来稳定贝位内的集装箱，并在堆叠的顶部提供额外的约束，从而消除了动态扭锁张力，这种张力可能是许多集装箱堆倒塌的诱因。

TT Club的第二项创新合作是与[劳氏货物火灾的安全技术加速器](#)和[损失创新计划](#)（CLFII）合作，以能在更广泛的技术范围内，对船上的货物予以控制，包括货物在运输过程中是否已被正确地装载、系固和监控。

结论

传统观点认为，航行中应尽可能地避免暴风雨，从而能最大程度地降低集装箱落海的风险。然而，部署创新技术可以帮助建立更大的安全边际，包括利用捕获的数据来提高对不断变化的海况的理解和预测。

2. 屋顶光伏系统火灾风险



随着人们越来越关注全球排放到大气中的温室气体，港口、码头、仓储和物流企业都在努力实现运营脱碳化。其中一个重要选择，是转向使用“绿色”电力作为可行的能源来为其经营作业提供动力。

目前制造商所提供的令人较为熟悉的能源，和越来越多的电动设备的出现，已经能作为替代品取代传统的碳氢化合物燃料，电力已被证明是实现我们行业脱碳后的主要燃料来源。

物流运输行业对电力需求的增长率已超过了传统能源供应商的供给能力，导致人们对利用风能、水力发电和太阳能进行现场发电的兴趣日益增加，并且在某些情况下使用电池储能系统 [BESS] 进行补充供电。

能源转型挑战

大多数国家都在努力满足日益增长的电力需求，而满足电力需求是实现碳零排放的基础。增强传统“电网”的基础设施以缩短向工业化企业（包括港口和码头）输送电力所需的前置时间，并鼓励采用和扩大现场发电和本地/私人配电的规模。

如图 1 所示，目前太阳能发电产生的可再生能源比例已经很高，且市场预测该比例将继续加速增长，另港口和码头仓库及相关建筑物通常拥有很大的屋顶空间，由此

很容易得出结论：屋顶光伏（PV）板作为一种新的发电形式，在我们的行业中可能会实现显著增长。

“屋顶光伏（PV）板作为一种新的发电形式，在我们的行业中可能会实现显著增长”

然而，屋顶光伏板的部署并非没有风险，这些装置引发火灾的例子不胜枚举。因此，需要谨慎管理，以便 i) 降低火灾风险；ii) 限制火灾影响；iii) 在处理屋顶太阳能光伏火灾时，向应急服务/急救人员提供所需的数据和信息。

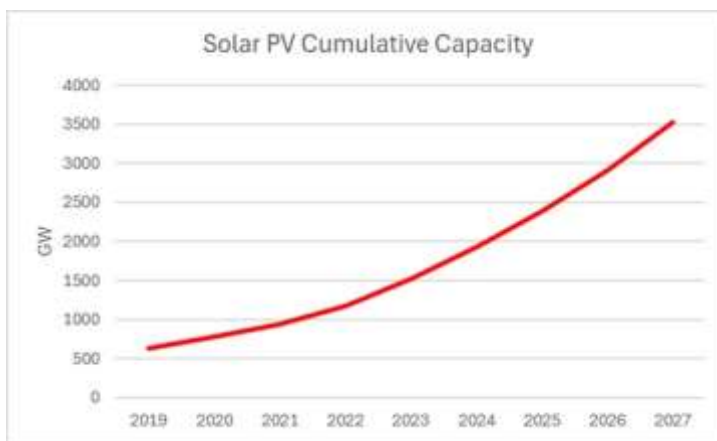


图 1 - 太阳能 [PV] 累计容量预测 [数据摘自 statista]

屋顶光伏系统火灾风险

屋顶光伏系统着火的可能性较低，但与其他发电技术一样，仍然存在火灾风险。以下情况可能会加剧火灾风险：

- 安装错误或工艺不良
- 系统组件存在缺陷
- 水渗入电气组件
- 系统组件上及周围积聚污垢、碎屑和鸟粪。

在《建筑工程杂志》上发表的[最新论文](#)中，作者 Mohd 等人利用“故障树分析法”，重点研究了组成屋顶光伏系统的各个组件，结果显示每千兆瓦 [GW] 光伏容量估计能发生 29 起火灾。

如图 2 所示，将每 GW 火灾数量的估计值与光伏市场的预测增长情况相叠加，可以预测未来三年内火灾数量可能会增加 100%。这应该引起关注，并推动我们行业内已经安装这些系统和/或正在寻求部署或扩大这种发电方式的资产管理人予以学习和理解。

“可以预测未来三年内火灾数量可能会增加 100%”

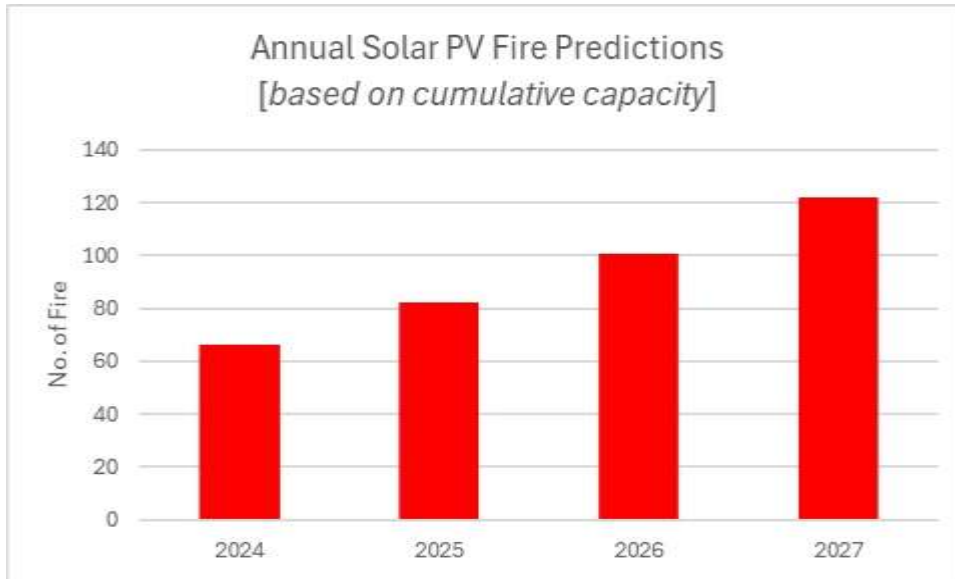


图 2 - 根据容量估算的光伏系统火灾 [使用来自 Statista（一家德国的在线数据平台）和 Mohd 等人在 2022 年研究的数据]

消防挑战

虽然这类火灾仍很少见，但这种技术部署率的提高值得关注。通常，消防员在处理火灾时，在响应紧急呼叫之前对现场的了解很有限。因此，资产所有人需要提供有关建筑物和光伏系统的重要信息。作为指导，这应包括：

建筑/基础设施

- 消防栓的位置和压力
- 屋顶结构，应包括任何易碎和易燃材料的位置
- 通道位置和进出方式
- 建筑物材质及其任何特定的火灾风险

光伏系统

- 光伏系统布局
- 光伏系统详细信息，例如类型、使用年限和任何现有的安全系统

光伏系统的资产管理

与大多数资产一样，制定周密且定期审查的资产管理计划是维持安全和效率的关键因素。在管理光伏系统时尤其如此，包括：

- 应了解光伏系统所在的当地法规，并相应更新安装系统所在建筑的资产管理计划
- 应根据 OEM（原始设备制造商）的建议，由具有适当资格和经验的工程师进行预防性维护。这应包括但不限于检查组件和进行相关清洁
- 应根据 OEM 的建议，由具有适当资格和经验的工程师进行纠正性维护，并使用经验证、与已安装系统兼容的替换部件。

主要收获

- 屋顶光伏系统为建筑物带来了潜在的火灾风险，而此前建筑物并不存在这种风险。因此，需要对建筑物进行新的火灾风险评估，以考虑这一变化，并向消防员提供光伏系统的详细信息
- 这些系统必须安装在建筑物顶部，因此无法被看到，这可能导致火灾在完全形成之前无法被发现
- 火灾期间系统有可能继续发电；在任何灭火过程中都应考虑到这一点，并让消防员了解这一点
- 应考虑建筑物的保险价值，因为光伏系统可能会大大增加任何索赔的成本。

3. 起重机吊臂与船舶碰撞持续发生



由于起重机吊臂暴露在外，因此其吊臂与船舶相撞的风险始终存在。岸桥吊臂防撞电子传感器的引入无疑减轻了这种操作风险。然而，由于各种原因，这种损失仍然经常发生。

吊臂碰撞成本

起重机吊臂与船舶上部结构的碰撞所带来的结果各有不同，从船桥受轻微影响，到某一事故中造成起重机本身约 200 万美元的损失都有可能。船舶损坏还可能导致昂贵的维修和操作延误。并且如果起重机停用六个月，通常不仅要担心其物理的损坏和维修，还要担心业务中断的影响。如果起重机发生全损，可能会导致在长达 24 个月的时间内没有可替换的起重机（具体取决于制造商的交货时间）。这会如何影响您的业务运营？

“可能会导致在长达 24 个月的时间内没有可替换的起重机”

TT Club 对理赔数据的最新分析显示，此类事故仍然很常见。在过去五年中（2019-2023 年），TT Club 处理了 95 起起重机吊臂与船舶相撞的索赔，赔偿金额超过 900 万美元。不可低估的是，除了保险成本外，还会产生许多其他成本，例如声誉损害和处理业务中断所花费的管理时间。

73% 的索赔涉及吊臂在横移穿越船上生活区/船桥区域（包括桅杆和雷达）时撞击到了船舶。27% 的索赔报告指出吊臂撞击到了船上的起重机。在其中一项索赔记录中显示，码头起重机安装了吊臂防撞系统，但操作员故意忽略该系统。如果安装并运行吊臂防撞系统，所有其他索赔都可以避免。

不幸的是，有一起事故是码头起重机撞上了船上的起重机，随后倒塌砸中了一名码头工人，导致一人死亡。

虽然建议对起重机驾驶员进行更严格的培训，特别注意要使用驾驶模拟器，但我们应认识到操作失误还是有可能发生的。鉴于岸吊起重机的价值和操作的重要性，安装合适的吊臂防撞系统应被视为防损的最低标准。

电子传感器工作

预防此类事故的技术已经成熟，并由 TT Club 推广多年。但码头经营人普遍没有保护他们的资产并消除这种责任风险，这点令人困惑。不幸的是，只有经营人在经历了碰撞事故之后，防损工作才可能变得令人信服。

最常见的吊臂防撞装置是绊线系统。一般在操作规范中要求吊臂防撞时，制造商通常会提供这些装置。它们是同类系统中最便宜的，但需要定期维护，因为保持绊线的张力是必要的。此外，该装置可能无法完全防止碰撞。起重机全速运作时通常需要大约 3.5 米才能完全停止，而绊线仅在距离吊臂约一米处才被激活。虽然总比没有好，但这种绊线系统远非有效，绝对不是一种自动防撞装置。它们只提供碰撞检测，而不是避免碰撞。

“这种绊线系统远非有效，绝对不是一种自动防撞装置”

电子传感器现已被证实是有效的，它可以提供警告、减速和停止信号以消除此类事故。最新的传感器在大多数天气条件下都是有效的。建议将它们加装到所有现有起重机上，并指定用于所有新造的起重机。业内许多人认为 Sick Sensor Technologies 的激光传感器系统是最成熟和最具成本效益的系统；TT Club 的专家和相关经验均支持这一点。最新的传感器安装简单，维护要求极低。有许多公司可以提供这一传感器，或提供有关完整吊臂防撞电子传感器系统的建议，包括 Lase、Arc、Kone、Siemens、ABB。包括安装在内，每台起重机的成本约为 30,000 美元，这可能是一项非常值得的投资。

尽职调查

虽然传感器在操作上有效，但必须由合格的工程师予以安装和调试。TT Club 发现，传感器安装和/或调试不当的情况屡见不鲜。起重机制造商、码头和/或签约的第三方均存在过错。

有一次，码头采取措施拆除所有的吊臂防撞传感器，原因是它们经常误“跳闸”。起重机吊臂朝向正东，由于太阳的角度，传感器每天早上 10 点都会误触发。因为是第三方安装了传感器，但却不知道有调试设置可以防止此问题。在实施了正确的设置后，系统运行正常。另一个码头在起重机的前腿上安装了传感器，可监测吊臂两侧。当吊臂升起越过船桥时，吊臂防撞装置却需要关闭。有一天，在这样做的时候，吊臂没有完全升起并撞到了船；同样，这是由于安装和调试不正确造成的。码

头经营人不应绕过或禁用已安装的系统，而应在发现问题时与工作人员和工程师沟通。

总之，在所有码头起重机吊臂上安装经过验证的电子传感器设备，以防止其与船舶相撞，每年可以为港口行业节省数百万美元的损失，并可防止运营中断。此外，经营人不应忽视由合格的工程师来安装此类设备的重要性。

“经营人不应忽视由合格的工程师来安装此类设备的重要性”

结束语

我们真诚地希望上述内容对您的风险管理有所帮助。如果您想了解更多信息，或有任何意见，请给我们发电子邮件。我们期待着您的回音。

百富勤·斯托斯-福克斯(Peregrine Storrs-Fox)
风险管理总监
TT Club

TT Talk是TT Club不定期出版的免费电子通讯文件，原稿由TT Club伦敦发放，其地址是英国伦敦芬彻奇街90号，邮编EC3M 4ST。(90 Fenchurch Street, London, EC3M 4ST, United Kingdom)

您也可以登录我们的网站阅读本通讯和过去所有的通讯文件，网址是：
[TT Talk: Tackling emerging challenges \(ttclubnews.com\)](http://ttclubnews.com)

我们在此声明，TT Talk 中的全部内容仅供参考，不能代替专业的法律意见。我们已采取谨慎措施，尽量确保此份电子通讯的材料内容的精确性与完整性。但是，编者、文章材料的撰写者及其他相关工作人员，以及TT Club 协会本身，对于任何依赖TT Talk 信息内容所造成的灭失与损害将不承担法律责任。