



June 2025. Issue 323 in the series

TT Talk 第323期

1. 港口承接项目货物的风险
2. 智能系泊系统的优势
3. 如何在起重机卡阻发生前进行预防

1. 港口承接项目货物的风险



项目货物，尤其是海上风电组件，正为全球港口带来日益增长的商业机遇。但这些特殊货物通常具有庞大的体积和重量，这也使港口运营商面临前所未有的风险，包括基础设施损坏、业务中断、第三方责任以及人身伤害索赔等。针对每一批货物，均需开展详细的风险与工程评估，并辅以妥善的规划及明确的责任合同界定。

什么是项目货物？

项目货物通常是指对特定项目至关重要的大型、重型、高价值或复杂的设备或材料。承接项目货物通常被视为港口内的一种非典型商业活动，可能超出原有设施的设计规格。

近年来，这一领域的最大增长来自海上风电行业，但项目货物也可能是港口不常承接且构成特殊挑战的货物。创新技术和市场的出现，也意味着可能需要通过新地点或进口枢纽运输新型专业货物。

项目货物的示例包括海上导管架结构和单桩基座、风力涡轮机及叶片、电站涡轮机和发电机、变电站组件、预制桥梁结构，以及钢坯、钢卷和管道等大型散装货物。

港口面临的风险

项目货物或许能为航运公司带来丰厚利润，但对港口运营商而言，这可能是一项高风险、低回报的业务。项目货物物流的最大隐患之一是港口基础设施过载与损坏，尤其是路面、码头、涵洞、地下公用设施和桥梁跨距。通常情况下，货物及其重型起重机和运输工具的载荷会超过原始设计值，即便未超过，基础设施也可能因老化而弱化。此外，若涉及专业船舶，这些船舶可能不适合在港口内航行，从而对基础设施和其他船舶构成风险。

另一风险是港口运营的业务中断。项目货物通常通过大型、低速的自走式模块化平板车（SPMT）往返船舶装卸，这类运输工具需要全面的交通管控体系才能安全地穿行于港口及其进场道路。码头前沿通常需要大量空间用于项目货物堆存区，重型起重机和自走式模块化平板车也需要占用大量场地。

项目货物还可能对港口安全产生不利影响。除了普通码头工人对货物类型和起重吊装作业缺乏专业认知外，现场还会有一系列新的第三方人员（如专业吊装作业承包商和托运人），他们对港口作业流程也缺乏了解。

起重吊装的操作规范

在同意承接需要重型起重吊装作业的项目货物之前，港口运营商需了解起重吊装作业相关的国家法规及最佳操作规范。以英国为例，相关法规包括 **L113**：《起重设备安全使用：起重吊装作业及起重设备法规》（**LOLER 1998**）和 **BS 7121** - 《起重机安全使用操作规范》。英国健康与安全执行局（**HSE**）还发布了 **LOLER** 的免费在线指南。需注意的是，这些法规不适用于船舶自身配备的起重机，除非其操作由非船员执行或对非船员构成危险。**TT Club** 亦发布了一份关于安全吊装作业的免费风险管理指南。

吊装业务承包商应向港口提供其起重机对码头路面及下层地基影响的评估报告，随后港口需考量是否需要进一步开展基础设施评估。承包商还应针对主起重机的安装与拆卸工作（可能涉及辅助起重机）编制风险评估报告及作业方法说明书。该文件应包含所有起重机及其支腿垫板的地面承压数据，以及主起重机配重的相关数据。

其他需考虑的因素包括架空障碍物（如飞行航道、电缆和桥梁），以及针对起重机和超大型项目货物的交通管理要求——这类货物可能需要获得当地公路管理部门和警方的许可。

降低风险

一旦港口决定承接此类货物，应指派一名具备资质的人员对起重吊装作业负责全面管控。此角色在《起重吊装作业及起重设备法规》（**LOLER**）和《起重机安全使用操作规范》（**BS 7121**）

中有明确规定，但无论当地适用何种法规，指派类似的专职人员均属必要举措。根据货物价值，可能还需委任一名海上保修检验师，就起重吊装作业及其对货运合同的影响提供专业意见。

作业需经过周密规划，包括选用合适设备、评估作业任务、制定防范措施，以及对作业活动进行监督与管控。起重吊装作业方案制定的核心要素之一是对码头地面的承压评估及工程性评估。应指派具备资质的土木工程师，对起重机操作人员提供的地面承压数据进行计算，判断其是否会对局部及整体稳定性构成隐患。

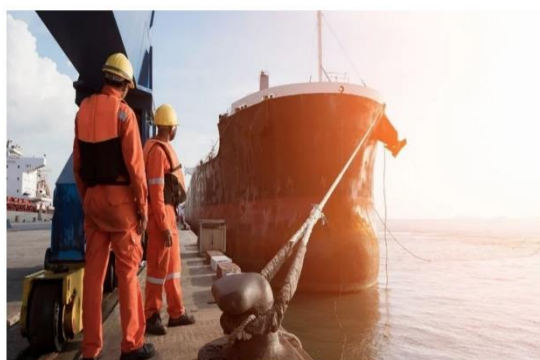
港口与托运人之间需签订一份合同，明确双方关系、责任及义务，并要求托运人及其承包商遵守港口的健康、安全与环境标准。合同应详细阐明港口基础设施的限制条件，以及对吊装业务承包商设备的要求，包括安全承压参数和使用合适且刚度足够的支腿垫板来分散载荷。合同还应规定指定人员在起重吊装作业前及作业期间的责任。

结论

项目货物属于特殊的超大型货物，港口可能不常承接此类货物，因此风险更高。除常规货物物流要求外，这类货物还有特殊需求，包括货物装卸船的起重吊装作业要求。

在同意承接项目货物前，尤其是当货物需要专用起重机时，港口运营商需知晓起重吊装作业的相关法规与操作规范，了解起重机的承压数据及其对港口基础设施可能造成的影响，并意识到其可能对港口运营和安全造成的干扰。此外，应与托运人签订合同，明确界定双方的所有责任与义务。

2. 智能系泊系统的优势



数千年来，港口一直使用传统系泊缆绳和系泊柱来固定船舶。然而，一旦这些设施失效，可能会造成灾难性后果。在截至 2021 年的五个保单年度内，国际保赔协会集团成员接到通报，系泊作业期间共发生 858 起人员受伤事故和 31 起死亡事故。

随着更大型船舶的出现以及气候变化导致的极端天气增多，系泊载荷的增加意味着此类设施失效情况可能会愈发频繁。幸运的是，一系列新型自动化系泊系统或许能为港口运营商提供解决方案，使其基础设施更安全、更具抗风险能力。

系泊面临的挑战

正如 2024 年 3 月一期[关于系泊柱的 TT Talk 文章](#)中所强调的，在过去 50 年里，集装箱航运领域的船舶尺寸增长了约 1500%，同时大型邮轮和滚装船的尺寸也在扩大。该文章引用了《ICE 港口设计师手册》，其中指出，对于排水量超过 20,000 吨的船舶，系泊柱应具备 204 吨的载荷能力，且间隔 35 米布置。

气候变化是系泊作业面临的另一大挑战。如今，极端天气事件发生概率显著增加，这反过来会增加系泊缆绳和系泊柱承受的载荷，而且这类情况往往预警时间极短。正如 2019 年 11 月一期关于船舶靠泊事故的 TT Talk 所指出的，在恶劣天气条件下，船舶系泊缆绳断裂的风险极大，而临时部署额外的系泊缆绳往往因时间仓促而难以实施。TT Club 在其《风暴 II》指南中针对风暴天气下的船舶系泊操作提供了更为详尽的建议。

但除船舶尺寸和气候变化外，传统系泊系统面临的最大挑战在于：船舶通常难以通过开展系泊分析或评估，明确特定港口的最佳系泊缆绳布置方案。码头的具体条件——包括盛行风、海况、水深、码头类型及系泊柱/系泊钩的布局——会显著影响船舶系泊的最优安全方案，涉及缆绳角度、类型及数量等诸多要素。

因此，系泊柱或系泊缆绳的承载能力是否充足往往无法确定，这不仅使岸上作业人员面临缆绳断裂引发致命回弹事故的风险，还可能导致港口及船舶运营方因船舶脱缆而承受重大损失及责任。

创新解决方案

2024 年 3 月，在 TT Club 与港口战略（Port Strategy）共同举办的安全系泊[研讨会](#)上，展示了多项系泊自动化技术创新成果。这些创新成果能够显著提升系泊作业的安全性，并增强港口基础设施的抗风险能力。

荷兰 [Straatman 系泊系统公司](#)推出了[智能系泊柱（Smart Bollard）](#)，旨在避免系泊缆绳出现因过载而引发的危险情况。这些永久安装的系泊柱配备了传感器，可自动测量系泊绳索中的受力情况，并将载荷、方向、角度、潮汐、天气和船舶历史等数据实时传输至日志系统。该系统在 2025 年 [TT Club 安全创新奖](#)中荣获“人机隔离奖”，目前已在鹿特丹、瓦伦西亚和安特卫普的港口完成安装。

荷兰公司 [HaskoningDHV](#) 也介绍了其[智能系泊](#)系统，该系统入围了 2024 年 TT Club 安全创新奖。这款软件应用可创建港口及其停泊船舶的数字孪生体，能够根据未来几天的气象和海况预报，自动模拟每艘船舶的系泊缆绳载荷。如果预测到即将来临的风暴可能导致系泊缆绳载荷超限，船舶可选择增加系泊缆绳或在锚地锚泊以度过风暴。

市场上的其他智能系统包括配备载荷补偿器和阻尼器的系泊钩，这些装置可自动缓冲单根系泊缆绳的冲击力，并在多根缆绳间实现载荷平衡。此外，还有多种无需系泊缆绳的自动化机械系统，包括与船舶（如渡轮）专用配件连接的销式或臂式装置，以及码头边大型设备通过真空或磁力装置吸附并牵拉船体垂直面的系统。

自动化的优势

上述所有自动化解决方案均有助于降低传统系泊系统失效时可能引发的灾难性缆绳回弹及船舶脱缆风险。无论是专利智能系泊柱还是智能系泊系统，均可通过直接测量或数字建模的方式，呈现系泊载荷的预期情况。这有助于港口运营商及船员确保在环境条件变化时，系泊绳索与系泊柱不会过载。

配备系泊钩、载荷补偿器及阻尼器的系统可持续调节并平衡系泊缆绳，以最大程度降低单根缆绳失效的概率，并提升装卸作业的效率。这同时避免了船员人工值守系泊缆绳，从而降低人员受伤风险、减轻船员工作负荷并减少人为失误的可能性。

自动化机械系统、真空系统及磁力系统通过摒弃传统缆绳操作，大幅简化并加快了系泊作业流程，实现船舶更快速安全的靠离泊操作，同时提升泊位作业效率。这类系统可由操作人员在船舶驾驶台或岸上单独操控以完成快速释放。此外，该系统还可与岸电供电系统结合使用，包括为电动船舶充电。

结论

智能系泊系统将持续发展，相比传统系泊缆绳和系泊柱，其展现出显著优势。这些优势包括降低系泊缆绳或系泊柱的失效风险、提升船员与岸上作业人员的安全保障、提高泊位作业效率，并为进一步自动化发展奠定基础。

鉴于各港口情况各异，港口运营商需审慎评估市场上各类系统的成本效益，并与航运公司及船东紧密协作以满足其需求。随着船舶大型化趋势加剧、气候变化及作业人员安全等因素亟待考量，传统系泊方式的沿用可能很快将难以为继。

3. 如何在起重机卡阻发生前进行预防



在自动化程度日益提高的集装箱装卸环境中，港口风险管理技术正成为码头抗风险能力建设的重要组成部分。港口设备面临的一项重要安全风险是：集装箱门式起重机（STS）在起吊集装箱时发生卡阻。

预防性防卡阻系统与数据分析及射频识别（RFID）安全协议协同应用，成为现代码头为保障资产、人员安全及业务连续性所采用的最新主动防护措施之一。这些技术对于防范集装箱门式起重机事故、提升集装箱码头安全性及确保供应链安全至关重要。

卡阻负载会对集装箱门式起重机的结构、机械部件和钢丝绳施加巨大应力与负荷，可能导致设备损坏，并因卡阻负载后的检测及后续维修引发非计划停机。同样，集装箱卡阻造成的反复过载会影响这些港口与码头关键一线资产的使用寿命。

预防系统

随着集装箱门式起重机的运行需求日益增强——受更大型船舶、更快周转时间和更高吞吐量预期的推动——业界正大力推进防卡阻系统的研发。相关技术路径正从卡阻过载发生后通过称重传感器或液压装置等进行被动检测，转向从源头避免卡阻过载发生的预防性方案。

最新的防卡阻系统可通过将倾角仪、加速度计和称重传感器的实时测量数据，并结合机器学习分析，在集装箱门式起重机的起吊和下降作业过程中预防潜在的卡阻情况。这些系统与集装箱门式起重机的控制系统联动，可在任何机械过载应力出现前，快速且安全地停止起重机动作。

这类系统可避免或至少最大限度降低对起重机钢丝绳及结构的损伤，这是对集装箱门式起重机进行有效维护的关键环节，有助于更快恢复正常作业，降低维护成本，并减少对集装箱门式起重机作业效率的影响。

数据分析及射频识别系统

除了预防卡阻事故外，工业物联网（IIoT）平台还使码头能够实时采集和分析起重机运行数据。这种方法通过预测设备磨损和故障，为港口的预测性维护提供支持。

起重机运行强度、作业应力及撞击事件等指标，为运营维护决策提供了全新的分析视角。

工业物联网平台可通过提供实时监控仪表盘、自动化报表及预测性维护预警，与防卡阻系统形成技术协同，同时可无缝集成至码头操作系统（TOS）。

另一项备受关注的创新技术是采用射频识别检测系统来管理集装箱门式起重机周边作业区域。射频识别安全系统正逐步集成到自动化码头作业中，以实现更优的风险防控。

通过识别人员吊笼、超高框架及绑扎设备的使用情况，这些系统可触发作业模式的自动调整，最大限度降低因人为失误或流程疏漏所引发的风险。

码头可获得的效益

采用最新防卡阻系统及相关分析解决方案的码头已实现可量化的改善结果。具体包括：起重机非计划停机时间和机械损伤事故减少，通过预测性分析优化维护计划，事故发生频率与严重程度降低——这有望减少保险理赔支出。

此外，还可制定新的运营关键绩效指标（KPI）以改进员工培训与规划。这些指标可与港口实时分析数据联动，以优化作业绩效。

结论

随着集装箱码头作业规模与复杂度的持续提升，对前瞻性安全技术和运营智能技术的投入已成为必选项。从防卡阻保护系统到实时分析与资产探测系统，这些集成化工具正成为构建弹性高效港口作业体系的不可或缺的组成部分。

TT Talk 谨此致谢 [SIBRE 公司](#) 的 Jose García 为本文提供基础内容。其 SLP 防卡阻负载保护系统、Guardian 物联网平台及 Reader 射频识别附加模块，正为全球构建更安全、更自动化的码头环境提供支持。



集装箱卡阻可能导致集装箱门式起重机遭受严重的过载损伤。



先进的防卡阻系统可在卡阻发生前进行预判。



射频识别检测技术使起重机能够自动识别高风险起吊作业，例如人员吊笼作业。

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。

Michael S. Yarwood

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）

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。