

浅析提高集装箱船救助效率的必要因素

梁兴高，黄益威

浙江满洋船务工程有限公司，宁波 315000

摘要：本文以“鸿源 02”轮救助为例，管中窥豹，探讨遇到类似甚至更大型集装箱船发生海上安全事故时，把握哪些因素才是抢险取得成功的致胜法宝。

关键词：集装箱船；抢险；集装箱；安全；高效

引言

由于当今世界原油市场的价格高企不下，以及“一带一路”和“海运强国”战略的实施深化，船舶大型化趋势已经成为造船界和航运界的共识。随着 21000TEU 集装箱船、30 万吨级原油船、40 万吨级矿石船纷纷投入运营，超大型船舶的时代已经来临。伴随着大吨位船舶的增多，海上应急抢险打捞形势也愈加严峻。在我国，港区或主航道一旦出现大吨位船舶搁浅沉没，因抢险救助能力不足，导致一船沉没、全港瘫痪的状态时有发生：2001 年 8 月 23 日，5 万吨满载运煤船“鹏洋”号在香港妈湾水道触礁搁浅，使香港进入广州、深圳的唯一深水航道严重受阻；2006 年 12 月 2 日，万吨级挖泥船“银锄”轮在黄浦江南浦大桥附近意外自沉，时刻威胁着来往船舶的安全；2007 年 3 月 8 日，在天津港唯一的主航道上，当时世界最大的挖泥船“奋威”轮与一艘世界最大的集装箱船相撞，世界第六大港天津港面临全港瘫痪的严重危机；2017 年 5 月 10 日，装有 129 个集装箱的“顺港 19”轮航行至吴淞口警戒区时 37 个集装箱翻倒落江，导致世界第一大港上海港全面封航。集装箱船的历史可以追溯到 1956 年，当时美国美森航运公司（Matson，海陆公司 Sea-Land 的前身）的“理想 X 号”（Ideal X），载运着 58 个 33 英尺集装箱从纽约港出发，前往得克萨斯州的休斯敦港，世界海运从此步入集装箱运输时代。这种运输方式的发明者——马尔康·麦克莱恩（Malcom McLean），也因此被称作“世界集装箱船之父”。然而，即使麦克莱恩再有想象力也无法想到的是：半个多世纪之后，世界上最大集装箱船的容量已经超过 20000TEU——相当于 370 艘“理想 X 号”的容量总和。集装箱船的大型化更对海上应急抢险打捞的考验尤为严峻。集装箱船货舱口宽度几乎和货舱宽度一样大，这样的开口设计明显对船体的抗弯、抗扭和横向强度不利。并且集装箱船甲板外飘、航速快，船体受到波浪的冲击力比普通船舶要大，造成的冲荡应力也增大，加上总纵合成应力大，所以集装箱船船体内部结构所受的弯矩值也就大，和一般货船比，疲劳问题更严重。加上集装箱船舱面大量积载，而又没有配备卸载设备，当发生险情时根本不具备自救的能力，完全依靠外力施救。由此引发的思考：当遇到诸如此类事故时，如何快速、高效的采取应急措施，在最短的时间内消除不利影响？这将是作为专业海上应急抢险救助企业接下来应该研究的课题。

1 概况

2016 年 12 月 15 日晚上 23:00 左右，宁波籍集装箱船“鸿源 02”轮（简称：难船）在舟山嵎泗岛以南 5 海里的东半洋礁海域触礁，导致船体破损进水，右倾最大角度 20°左右并伴有集装箱落水漂移和船体完全沉没的危险，救援行动刻不容缓。

2016 年 12 月 16 日上午，浙江满洋船务工程有限公司（简称，满洋公司/公司）在接受船东委托后，立即派遣救助“先遣队”赶赴现场采取紧急措施控制险情，同时排专家组前往现场了解情况，并根据实际情况制定科学合理的施救方案。在经过近 1 个月的全力施救（有效作业时间 8 天左右），采取对难船进行紧急减载过驳、难船艏部抛锚固定以及抽排油污水等措施。至 2017 年 1 月 9 日，共将 660 个集装箱（包括舱面上的所有集装箱）安全的转移

到公司堆场；抽排油污水 1500m³、轻油 35m³、重油 145m³，清理油泥油渣 49m³；排除集装箱落水、飘移或船舶完全沉没的风险，险情得以控制。有效地避免了难船完全沉没对国际航道造成不利影响和海洋生态环境遭受破坏等次生灾害的发生。抢险在较短时间内取得成功，解除了马迹山国际航道所遭受的安全隐患，充分展现亚洲第一矿石中转深水大港所应有的应急抢险力量配备，这也是我国继韩国“岁月号”成功打捞出水之后，向全世界彰显民营抢险救助的实力，为进一步实现我国打捞强国梦留下辉煌的印记。

2 难船概况

船名：鸿源 02

造船地址及造船厂：波兰，Stocznia Gdynia SA, Poland

建成日期：1997 年 11 月 17 日

主尺度：总长 188.1m，型宽 30.0m，型深 16.75m

船舶类型：集装箱船。

总吨：23734 净吨：13291

装载情况：共计装载 933 个集装箱。

周围水深及海底泥质情况：海图水深约 13 米左右，海底质为淤泥。

朝向及沉没位置：艏向朝西北约 68°，船艉朝东南约 248°；东面临近大、小黄龙岛；坐标 30°39.991'N/122°30.110'E。

船舶状态：前倾约 10°，右倾约 15°~20°。

船体进水情况：首尖舱、1#、2#、3#、4#、5#货舱全部进水；1#~3#货舱口位于水面下方，4#舱舱口一半位于水面上方，5#货舱舱口位于水面上方，海水通过横舱壁进入；机舱缓慢进水。右舷甲板船长三分之二没入水中，左舷船首甲板没入水中。

难船 0#~95#肋位悬空，95#~240#肋位和海底面接触，并且船艏陷入海床中。

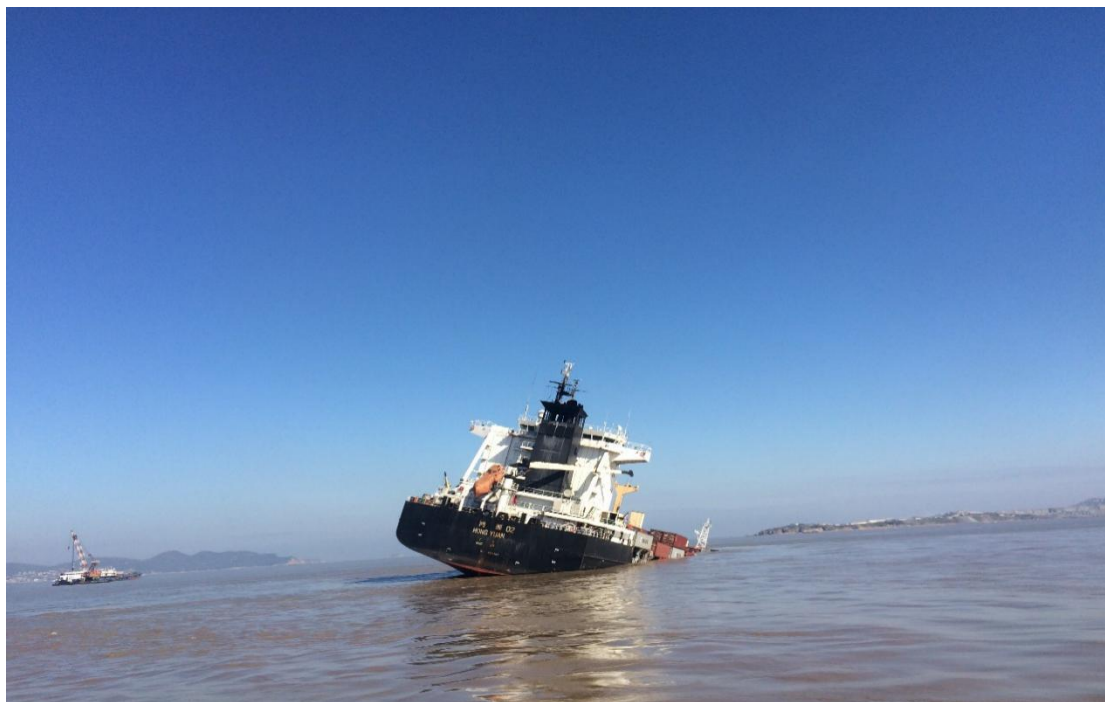


图 1 难船沉没概况 1



图 2 难船沉没概况 2

3 抢险救助方案

2016 年 12 月 16 日中午，我公司接受委托后，立即调遣首批救助船舶于次日凌晨抵达事故现场，首先将舱面上易掉落的集装箱过驳至甲板驳上，在最短的时间内有效的控制住险情。与此同时，排遣专家前往事故现场了解情况，为后续制定施救方案提供依据。根据前期专家组前往现场了解到的情况，接下来救助难船需要解决以下四个问题：

1) 难船舱面上积载量大，重心高，加上冬季冷空气频繁，有效作业时间段，且极易发生次生事故；

2) 难船状态不稳定，船体随潮流转动，阻碍了现场抢险救助的开展；

3) 难船货舱满载，导致 5#舱及机舱持续进水，完全沉没的风险始终存在；

4) 难船油舱内剩余大量燃料，对海洋环境是一个严重的污染隐患；

针对上述四个问题，公司专家组通过研究讨论，最终制定出如下总体施救方案：

1) 争分夺秒对舱面上的集装箱进行卸载，并且确保在下一个冷空气来临前完成。降低难船重心，防止高位集装箱落水和船体倾覆。

2) 卸载舱面集装箱的同时，对难船艏部左右两舷进行稳固，防止难船受潮流影响状态不断变化妨碍现场的施救进度。

3) 采取合理的方案对货舱进行减载，增加船体浮力，彻底排除难船完全沉没的风险。

4) 对机舱内燃料油进行抽排，防范于未然，杜绝污染灾害的发生；

4 抢险过程中遇到的难题及应对措施

难题一：救助初期，难船处于严重倾斜的状态，现场使用非专用吊钩和传统的钢丝吊具，不仅拖慢了整体施救的速度，更增加了现场安全隐患。

应对措施：公司紧急联系专业集装箱堆场，向专业堆场人员“取经”，使现场施工人员少走“弯路”。在最短的时间为现场作业人员配备了集装箱专用吊钩，同时将笨重的钢丝绳

替换为轻便且起吊富余量更大的超高分子迪尼玛缆绳。此举不仅增加作业的效率也减轻了施救人员的劳动强度。

难题二：难船处于舢沉艏浮的状态，导致船体其随流转动，严重阻碍了现场作业的进度。

应对措施：对此，我公司考虑必须首先让船舶状态稳定下来。通过专家组多次进行模型模拟和研究讨论，将难船现有的不利状况转化成有利条件，最终将三角形的特性运用到本次抢险施救措施当中。三角形具备稳固性、坚定性和耐压性，目前难船艏部陷入泥中，正好形成一个支点，如果能再产生两个支点，那么难船也同样具备上述三个特点，状态也就始终能够保持稳定。对此现场指挥部在难船艏部左右两舷各抛一头重 7 吨，钢丝长度为 250 米的锚，牵引着难船艏部两舷，使整个船体形成一个三角形支点，确保难船始终处于稳定的状态。而抛设在难船艏部左右两舷的钢丝绳又互相起对抗的作用，进一步增加了难船的稳定性。

难题三：难船触礁事故发生在冬季，受到冬季海上冷空气频繁的影响，现场有效作业时间非常有限。

应对措施：对此，我公司现场指挥部合理的布置现场的船舶，有序的安排现场船舶的作业秩序，调动附近资源助力本次抢险。为更快的完成对难船的救助，消除对航道的影响，主要采取了以下措施。1、详细了解现场状况，了解现场作业的需要之后，充分调动宁波、舟山、上海等各地适合的船机设备资源参与到现场的应急抢险当中；2、在抢险现场，在难船左右两舷分别布置一艘吊力较大的起重船，同时对集装箱进行起吊以加快卸载的速度；3、在装箱过程中，调遣 4 艘甲板驳轮流装载。安排两艘甲板驳分别在两条起重船一侧装箱，剩余两艘则在附近待命，等其中一条或两条将要装满时，提前通过高频通知待命的两条甲板驳起锚并慢慢往难船方向移动。通过现场记录，平均吊一个箱子的时间大约为 20~30min，等甲板驳装载上最后一个集装箱，工作人员起吊下一个集装箱的时间内，完成两条驳船的对接。而满载甲板驳在离开起重船之后临时抛锚候潮，等到顺潮时起航将集装箱运至公司码头进行卸载；通过甲板驳和码头卸载的有效配合，确保在现场驳船再次装满前返回现场，从而尽量减少两船交换而浪费的时间，最大限度的接近不间断装箱；4、当恶劣海况影响船期时，则充分利用现场其余救助船舶的甲板空间，将集装箱暂时放在其他船舶的甲板上，等甲板驳进场后，由吊力相当的起重船将集装箱从临时堆放点过驳至驳船，以此减少恶劣天气对现场施工进度影响。

难题四：难船船体处于舢沉艏浮的状态，造成船体局部应力集中，船体存在随时可能断裂的风险。

应对措施：对此，我公司详细了解难船的配载情况，通过船舶强度计算书和由 CCS 或其他专业机构提供的相关计算书，最终拟定以下卸载方案：首先对 5#舱进行排水作业，同时将该舱的集装箱卸载掉一半。该措施是考虑到难船 1#舱、2#舱、3#舱、4#舱全部进水失去浮力，且 0#~95 #肋位悬空，95#~240#肋位和海底面接触，并且船艏陷入海床中，通过对 5#舱的卸载保持沉船艏部浮力能够达到内外平衡的效果；其次将 4#舱、3#舱的集装箱卸载掉一半左右，进一步减轻对难船 4#舱船体结构强度造成的影响，使难船断裂的风险大幅减少；再次分别对 2#舱、1#舱的集装箱全部卸载；然后对 3#舱、4#舱剩余集装箱进行卸载；最后对 5#舱剩余集装箱进行卸载。在卸载货舱的过程中，现场指挥部排专人时刻关注船舶状态发生的变化，根据实际情况随时据情调整完善过驳计划。

难题五：集装箱数量大货物种类多，货主数十家，集装箱的堆放及后期开箱验损难度大。

应对措施：由于我公司并非专业的集装箱堆场，在堆放集装箱的过程中，即要快速的将运抵码头的集装箱进行卸载，又要考虑到后期货主的看货方便，因此工作量非常大，分工非

常繁杂。对此，我公司专门成立后勤保障组，充分利用公司场地现有的条件，将运抵的集装箱暂时吊至码头临时堆放，利用现场卸载及甲板驳运输途中的这段时间，将集装箱分类堆放在龙门机下方，以此即不会影响抢险现场的作业进度，又解决了货主看货和提箱困难的问题。

5 抢险救助效果

5.1 避免难船机舱进水，排除完全沉没的风险

通过对难船进行合理的减载，使难船的右倾角度从最大的 20° 左右减小到的 4° 左右，使难船从原先机舱前甲板完全淹没到最后使机舱前甲板离海面 3~4 米高度；

对难船的 3#、4#、5#舱以及机舱进行封舱排水、避免了船舶尾部的沉没，并减少进水对机舱设备造成更大的损害；

对难船艏部左右两舷进行抛锚固定稳定船舶，避免船舶飘移影响海上航行安全。

避免了次生灾害的发生。

5.2 挽救所有集装箱，减少船东及相关利益方所遭受的损失

完成对难船甲板上集装箱的卸载以及对漂浮在海上、翻沉海底的集装箱的打捞工作，避免集装箱落水对事故海域航行安全造成的危险；

过驳减载 660 个集装箱。其中：难船舱口盖上方共计 289 个集装箱全部起吊无一丢失，包括 68 个 40 英尺集装箱和 249 个 20 英尺集装箱。1#~5#货舱内共计过驳 20 英尺集装箱 371 个。

5.3 抽排油污水及燃料油，避免海洋环境遭受破坏

对机舱内的油污水、燃料油进行抽除，共计抽除油污水 1500m³，轻柴油 35m³，重油 145m³，油渣油泥 49m³，有效避免了海洋环境污染。

6 总结

本次应急抢险包括后期的商业打捞时间跨度 1 个月（有效作业时间 8 天）。作业过程中，我公司调配了包括 1000T、350T 和 200T 浮吊以及 5000T、3000T 甲板驳等共计 21 艘船舶；使用了潜水装备、应急发电机组、水泵等大量的设备物资；出动各专业人员共计 13508 人次。通过克服各种难题，最终将难船所载 660 个集装箱全部卸载，并采取对货舱排水、难船艏部左右两舷抛锚固定等一系列措施，有效地保全了难船的机舱，排除难船完全沉没的风险，为后续难船的整体起浮打下坚实的基础。；在难船面临倾覆沉没危险的情况下，进入机舱抽排油污水，有效避免有无泄漏，杜绝环境污染。



图3 “鸿源 02” 轮起浮后现场照片

7 通过本次抢险探讨在类似救助终取得成功的关键因素

从本次对“鸿源 02”的抢险结果来看，无疑是非常成功的。然而成功的要素却非常多，包括应急响应的速度、资源的有效整合、施救方案的科学合理性以及强有力的配套力量等。以下就以本次救助为例，证明上述四点是此类抢险救助取得成功的关键因素。

1) 应急响应速度

“鸿源 02”轮于 2016 年 12 月 15 日 23 时发生触礁事故，我公司在 12 月 16 日中午接到通知，到救助“先锋队”出动仅仅用了半天时间，16 日凌晨即抵达事故现场，并及时采取相应措施，控制事故现场的态势，这也充分反映了我公司应急启动速度之快、效率之高。

2) 资源的有效整合，现场的有序管理

本次抢险动用了大量的船舶和潜水员等资源，所谓养兵千日用兵一时，如此规模的船机、设备及人员绝非一家民营救助单位平时闲置所能达到的供养能力，因此在这种情况下，能够迅速的整合资源并且有序的对现场作业秩序进行管理就显得尤为重要。否则再迅速的应急响应，再完善的施救方案也是于事无补。本次抢险过程中，我公司有效利用了宁波、舟山、上海等地的船舶资源，以最快的速度调遣 120T、350T 和 1000T 浮吊，以及多艘甲板驳参与抢险，并且在施救现场各救助船舶始终保持良好的秩序，这是抢险取得成功的关键因素之一。

3) 施救方案的科学合理性

在抢险起吊集装箱过程中，由于难船倾斜角度大，集装箱起吊过程中受力方向与轨道不在同一方向，相较于正常集装箱卸载阻力要增加许多，因此对作业的进度产生了极大的影响；其次，难船沉没状态比较特殊，船头陷入泥中，船艏浮于水面，合理的采取卸载计划乃是本次抢险成败的重中之重。对此，在本次抢险过程中，我公司总结经验，并及时向集装箱堆场“取经”，在普通吊钩使用效果不佳的情况下立即换上专用吊具，并且使用新型超高分子迪尼玛缆绳减轻工作人员的劳力负担，同时调遣的起重船吊力均为正常重载集装箱重量的几倍，以此保障作业人员安全，同时大大提高了起吊进水集装箱的成功率，加快抢险的效率。作业

过程中为防止船体断裂,公司还专门邀请 CCS 等相关专业机构的专家亲临现场通过对船体强度的分析计算,制定科学合理的集装箱卸载方案。在执行方案过程中,施救人员密切关注船舶状态发生的微妙变化,及时根据实际情况适当调整方案。

4) 强有力的配套力量

本次抢险,我公司除设立抢险作业指挥部外,还设有潜水组、清污组、码头集装箱装卸组等辅助力量。现场指挥部作为抢险作业的核心,是整个抢险现场的灵魂,但是抢险最终取得成功,更离不开这些辅助力量的密切配合。比如码头集装箱装卸组,对于集装箱船抢险来说,就起到了无可替代的作用。“鸿源 02”虽为小型集装箱船,所载集装箱不过 900 多个,但对于非专业堆场来说,如何快速的卸载运抵码头的集装箱并合理的堆放也是一个棘手的问题。如果配套力量速度跟不上,就会拖了抢险现场的后腿;另外集装箱船的货主往往有数家甚至数十家之多,如果对集装箱的堆放不合理,就会对后期货物利益方的验损和提货产生较大的影响,增加不必要的翻箱倒箱费用。单从本次案例来看,出动的码头集装箱装卸组人次就达到 4508 人次,占据全部人次的 34%,因此对于本次抢险涑水,辅助力量——堆场指挥部所起到的关键作用完全不亚于现场指挥部。除此之外,潜水组、清污组等也起到了关键的作用。



图 4 集装箱堆放在公司场地的全景图

综上所述,最终得出以上四点是遇到类似抢险救助案例时,提高效率、节约成本、减少船东及相关利益方损失的关键因素。