

上海“12·16”“浙定 59359”轮自沉事故调查报告

一、事故简况及调查情况

（一）事故简况。

2018年12月16日约0451时，舟山市定海区支某某1所有、舟山PH船务有限公司经营的干货船“浙定 59359”轮（装载石子949.05吨）由舟山定海长白石矿码头驶往上海崇明途中，在洋山漕泾东航道支线航道K104灯浮附近水域（概位：30° 34' 33" N/121° 51' 06" E）沉没，事故导致船上5人死亡、1人失踪，构成较大等级水上交通事故。

（二）事故调查情况。

2018年12月17日，上海海事局成立了上海“12·16”“浙定 59359”轮自沉事故调查组，依法依规开展事故调查工作。调查组调取了“浙定 59359”轮AIS轨迹、VTS雷达等数据，收集了事故发生水域的气象预报信息和实测风力资料，对“浙定 59359”轮沉船进行了现场勘查，对船东、管理公司以及装货码头相关人员进行调查询问，收集了“浙定 59359”轮船员、船舶和公司的有关文书资料。

（三）专业术语和标准用语标示。

1. AIS: 船舶自动识别系统 (Automatic Identification System)

2. VHF: 甚高频无线电话 (Very High Frequency)

3. VTS: 船舶交通管理服务系统 (Vessel Traffic Service System)

二、事故船舶、船员、公司管理情况

(一) 船舶概况。

船名: 浙定 59359 船籍港: 舟山

曾用名: 恒顺 78、双宁 96、兴港 96 船舶类型: 干货船

船检登记号: 2005A3100068 船舶识别号: CN20042161000

航区: 沿海

营运海区: A1+A2

总长: 52.60 米

船宽: 8.80 米

型深: 4.15 米

总吨: 498

净吨: 278

主机功率: 218 千瓦

满载吃水: 3.550 米

满载排水量: 1224.500 吨

空载排水量: 229.900 吨 参考载货量: 970 吨

货舱数量: 1 个

舱盖型式: 钢质箱型加帆布风雨密

进水角位置: 艏楼甲板室侧围壁门槛上缘

所有人: 支某某 1

经营人: 舟山 PH 船务有限公司

龙骨安放日期：2004 年 09 月 15 日

建造厂：宁波博海造船有限公司

改建日期：2018 年 06 月 12 日

船舶改建厂：舟山市定海作山船厂



图 1：“浙定 59359” 轮照片

（二）船舶证书情况。

“浙定 59359” 轮法定证书齐全有效，船舶持证情况如下：

证书名称	签发机构	签发时间	有效期
最低安全配员证书	舟山海事局	2018 年 05 月 22 日	2023 年 5 月 14 日
国籍证书		2017 年 05 月 21 日	2023 年 5 月 14 日
所有权登记证书		2018 年 04 月 13 日	
防止油污证书	浙江省船舶检验局舟山检验处	2018 年 05 月 14 日	2020 年 1 月 18 日
载重线证书		2018 年 05 月 14 日	2020 年 1 月 18 日
防止污底系统证书		2018 年 05 月 14 日	
吨位证书		2018 年 05 月 14 日	
适航证书		2018 年 05 月 14 日	

表 1：“浙定 59359” 轮持证情况

（三）船舶配员情况。

该轮最低安全配员证书由舟山海事局于2018年5月22日签发，有效期至2023年5月14日，最低配员5人，需配船长、三副各一名、值班水手2名、轮机员一名。本航次该轮在船人员共6名，其中5人持有相应等级有效船员适任证书，符合最低配员要求。厨工未持有船员服务簿。

船长徐某某，男，52岁，持舟山海事局于2016年9月1日签发的未满500总吨国内海船船长证书，有效期至2021年7月28日。2018年7月9日，徐某某在舟山大榭上船任职船长。

大副应某某，男，57岁，持舟山海事局于2017年1月5日签发的未满500总吨国内海船大副证书，有效期至2019年4月21日。2018年6月3日，应某某在舟山定海上船任职大副。

值班水手胡某，男，54岁，持500总吨及以上值班水手证书，有效期至2029年3月13日。2018年6月3日，胡某在舟山定海上船任职水手。

值班水手白某，男，28岁，持江苏海事局于2016年11月18日签发的500总吨及以上值班水手，有效期至2055年4月18日。白某同时持有GMDSS通用操作员证书，于2018年10月1日在舟山沈家门上船任职。

轮机长顾某某，男，56岁，持舟山海事局于2016年5月11日签发的未满220千瓦国内海船轮机长证书，有效期至2021年5月11日。2018年6月3日，顾某某在舟山定海上船任职轮机

长。

厨工王某某，男，60岁，未持有船员服务簿。

（四）船舶经营、管理情况。

“浙定 59359”轮原名“兴港 96”，系支某某 1 等人于 2018 年 3 月 11 日以人民币 80 万元从苍南县兴港海运有限公司购买所得，并取得了舟山海事局于 4 月 13 日签发的船舶所有权登记证书，登记所有人为支某某 1，登记船名“浙定 59359”轮。5 月 15 日，支某某 1 与舟山 PH 船务有限公司签订了“浙定 59359”轮《船舶光船租赁合同》，并于 5 月 21 日在舟山海事局办理了光船租赁登记，租期自 2018 年 5 月 15 日至 2023 年 5 月 14 日。

《船舶光船租赁合同》显示：舟山 PH 船务有限公司每年向支某某 1 支付租金 5 万元，并负责船舶日常经营与管理。经调查，舟山 PH 船务有限公司与“浙定 59359”轮之间名为光船租赁，实为挂靠关系。据公司总经理陈述，《船舶光船租赁合同》中所约定的租金、双方的权利与义务等事项是为了满足光船租赁登记的需要而虚构，“浙定 59359”轮的实际经营与管理由船东支某某 1 负责，具体包括：船员招聘、燃油加装、货物运输、船舶修理等，船东支某某 1 需每年向舟山 PH 船务有限公司支付 2 万元管理费。

舟山 PH 船务有限公司成立于 2010 年 4 月 28 日，法定代表

人支某某 2，国内水路运输许可证编号：浙舟 XK0008，主要经营范围：国内沿海及长江中下游普通货物运输，船舶租赁、船舶技术的开发及咨询服务，实业投资、船运信息咨询等。舟山 PH 船务有限公司设有海务部、机务部、航运部、人事部和财务部。总经理兼海务主管，另有海务主管 2 人、机务主管 3 人、航运部主管 1 人、人事部主管 1 人。海务、机务和航运部管理人员均具有相应航海专业背景。公司自有船舶 13 艘、与他人共有船舶 1 艘、光船租赁船舶 13 艘，其中，未满 500 总吨船舶 25 艘，500 总吨以上船舶 2 艘。公司未建立安全管理体系，2 艘 500 总吨以上的船舶委托其他体系公司管理。

（五）船舶检验情况。

“浙定 59359”轮建造图纸由象山博海船舶技术公司设计，图号 XS4025，图名为 950 沿海简易货船，图纸批准单位为浙江省船舶检验局宁波检验处，批准号为 ZNB2004027，批准日期 2004 年 6 月 8 日。

该轮建造时船名为“恒顺 78”轮，由浙江省船检局宁波检验处按《船舶建造检验规程》（1984）和批准图纸等有关要求实施了建造检验，并于 2005 年 1 月 9 日签发船检证书，船籍港为宁波，船舶所有人为尤某某，船舶经营人为宁海县第三航运公司。经查档案资料，该轮倾斜试验采用同类型船“双宁 628”轮的试

验结果，符合建造检验要求。

2008年4月至2015年6月，该轮船名变更为“双宁96”轮，船舶所有人变更为薛某某，船舶经营人变更为宁波福海海运有限公司；2015年6月，该轮转籍至温州港，船名变更为“兴港96”轮，船舶所有人变更为苍南县兴港海运有限公司，船舶经营人变更为苍南县兴港海运有限公司；2018年5月，该轮转籍至舟山港，船名变更为“浙定59359”轮，船舶所有人变更为支某某1，船舶经营人变更为舟山PH船务有限公司。2015年6月前，该轮由浙江省船舶检验局宁波检验处实施营运检验；2015年6月至2018年5月，该轮由浙江省船舶检验局温州检验处实施营运检验；2018年5月至事故发生，该轮由浙江省船舶检验局舟山检验处实施营运检验。

2018年5月30日至6月12日，“浙定59359”轮在舟山市定海作山船厂实施货舱改建，主要改建内容：拆除货舱分隔水密舱壁，使前后两货舱改建成一个货舱，舱口围板高度与改建前保持一致，货舱原有的4个舱底水吸口中3个被弃用和封闭，仅在货舱后部保留了一个舱底水吸口，增设了货舱舱底水报警系统。浙江省船舶检验局舟山检验处在舟山对“浙定59359”轮实施了改建检验，并于6月15日签发了船检证书，其中适航证书有效期至2020年01月18日，准予沿海航行，作一般干货船用。

（六）船舶安检情况。

2018年6月15日，宁波海事局大榭海事处对该轮实施安全检查，共查出缺陷6项，缺陷描述：无新版宁波至舟山港定线制海图；无2018年航标表、潮汐表、航海图书目录；机舱油柜速闭阀拉索卡阻；主机高压油管无防护遮挡；机舱与餐厅舱壁洞穿一小孔。上述缺陷在同日安检复查中均得到纠正。

（七）进出港报告情况。

2018年12月11日至14日，“浙定59359”轮向舟山海事局做了5次进出港报告，分别为：12月11日1210时，申请离哈德码头1-2泊；12月12日1556时，申请靠大榭穿山宝达潜埠水泥码头；12月14日0854时，申请离大榭穿山宝达潜埠水泥码头；12月14日1514时，申请靠太平洋海洋工程码头（即舟山定海长白石矿码头）；12月14日2058时，申请离太平洋海洋工程码头。最后一次离港报告显示，“浙定59359”轮装货数量950吨，艏吃水3米，艉吃水3.2米，下一港崇明。

（八）航次有关情况。

1. 离泊时间、地点。

“浙定59359”轮水上移动业务识别码(MMSI)412429470。根据该轮AIS航迹和动态信息显示：2018年12月15日2028时，该轮驶离舟山定海长白石矿码头，移至码头东侧水域锚泊；12

月 16 日约 0032 时，该轮速度有明显的增加，此时从锚泊位置开航。



图 2：“浙定 59359”轮历史航迹

	A	E	C	D	E	F	G
1	Date	Time	Latitude	Longitude	SOG	COG	Heading
8	2018/12/16	0:12:57	30° 9' 42.59"	122° 2' 5.67"	0	169.8	169
9	2018/12/16	0:15:57	30° 9' 42.56"	122° 2' 5.38"	0.1	169.8	169
10	2018/12/16	0:18:58	30° 9' 42.45"	122° 2' 5.08"	0	169.8	169
11	2018/12/16	0:21:58	30° 9' 42.19"	122° 2' 4.70"	0.2	202.7	202
12	2018/12/16	0:21:58	30° 9' 42.19"	122° 2' 4.70"	0.2	202.7	202
13	2018/12/16	0:24:57	30° 9' 41.95"	122° 2' 3.99"	0.3	256	251
14	2018/12/16	0:27:58	30° 9' 41.96"	122° 2' 2.98"	0.3	288.5	286
15	2018/12/16	0:30:59	30° 9' 42.65"	122° 2' 2.08"	0.3	333.8	335
16	2018/12/16	0:37:01	30° 9' 44.59"	122° 2' 7.56"	1.4	23.4	23
17	2018/12/16	0:40:01	30° 9' 45.99"	122° 1' 58.90"	5.2	253.6	253
18	2018/12/16	0:40:31	30° 9' 45.20"	122° 1' 55.82"	5.8	252.5	252
19	2018/12/16	0:41:01	30° 9' 44.21"	122° 1' 52.48"	6.4	249.4	249
20	2018/12/16	0:41:31	30° 9' 43.16"	122° 1' 48.86"	6.7	254.7	254
21	2018/12/16	0:42:01	30° 9' 42.70"	122° 1' 44.95"	6.9	267.3	267
22	2018/12/16	0:42:31	30° 9' 42.55"	122° 1' 40.67"	7.3	268.4	268
23	2018/12/16	0:43:01	30° 9' 42.42"	122° 1' 36.67"	7.4	264	264
24	2018/12/16	0:43:31	30° 9' 41.81"	122° 1' 32.08"	7.5	264.8	263
25	2018/12/16	0:44:01	30° 9' 41.51"	122° 1' 27.87"	7.6	263.6	263
26	2018/12/16	0:44:31	30° 9' 41.27"	122° 1' 23.41"	7.7	273	273
27	2018/12/16	0:45:01	30° 9' 41.89"	122° 1' 18.90"	7.5	283.7	283
28	2018/12/16	0:45:31	30° 9' 42.76"	122° 1' 14.86"	7.4	280.3	280
29	2018/12/16	0:46:01	30° 9' 43.15"	122° 1' 10.45"	7.4	273.6	273

表 2：“浙定 59359”轮 AIS 动态信息

2. 载货、存油情况。

根据装货码头舟山定海长白石矿码头提供的《船舶装卸登记表》和《销售清单》，“浙定 59359”轮本航次装载石子共 949.05 吨，与该轮出港报告货物信息基本一致。

据船东陈述，“浙定 59359”轮开航前留存轻柴油约 2-3 吨。

3. 事故发生时间、地点。

根据“浙定 59359”轮 AIS 动态信息，该轮于 2018 年 12 月 16 日约 0451 时 AIS 信号消失，地点为 $30^{\circ} 34' 33''$ N/ $121^{\circ} 51' 05''$ E。

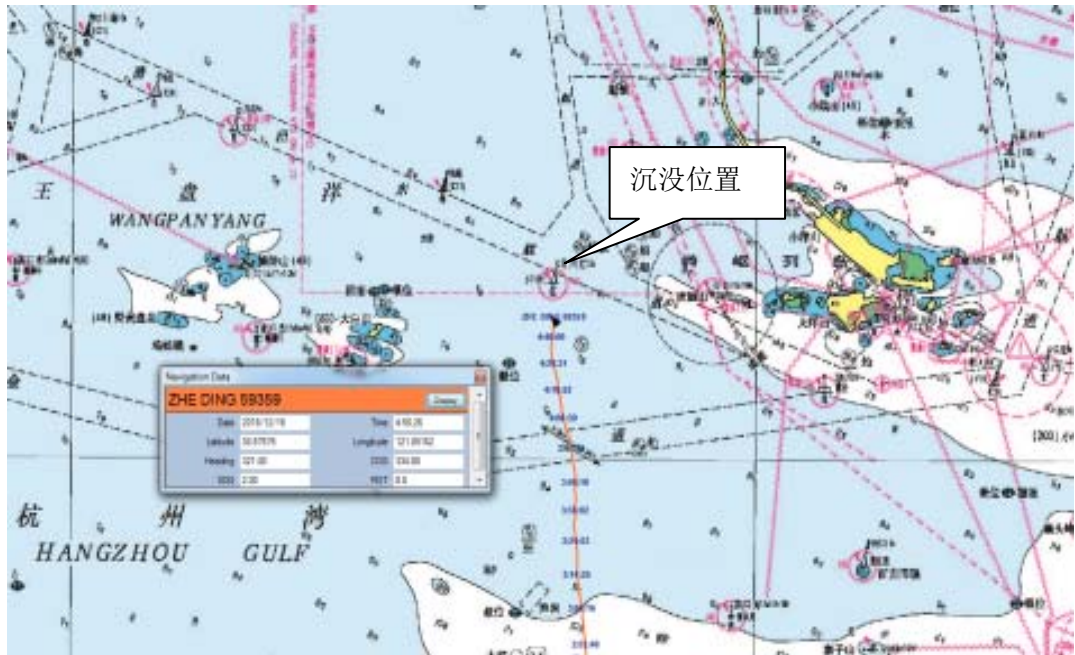


图 3：“浙定 59359”轮事故时间和位置 MADAS 截图

	A	B	C	D	E	F	G
1	Date	Time	Latitude	Longitude	SOG	COG	Heading
510	2018/12/16	4:43:27	30° 34' 8.96"	121° 51' 4.46"	5.4	358	358
511	2018/12/16	4:44:26	30° 34' 13.70"	121° 51' 4.80"	4.8	350.2	354
512	2018/12/16	4:44:26	30° 34' 13.70"	121° 51' 4.80"	4.8	350.2	354
513	2018/12/16	4:44:58	30° 34' 15.93"	121° 51' 4.80"	4.3	3.3	355
514	2018/12/16	4:45:26	30° 34' 17.95"	121° 51' 4.99"	4	1.6	11
515	2018/12/16	4:45:58	30° 34' 19.83"	121° 51' 5.17"	3.6	13.9	357
516	2018/12/16	4:46:27	30° 34' 21.46"	121° 51' 5.09"	2.8	8.1	8
517	2018/12/16	4:46:28	30° 34' 21.46"	121° 51' 5.09"	2.8	8.1	8
518	2018/12/16	4:46:58	30° 34' 23.10"	121° 51' 5.02"	2.9	21.1	14
519	2018/12/16	4:47:28	30° 34' 24.58"	121° 51' 4.96"	3.4	351.6	0
520	2018/12/16	4:47:58	30° 34' 26.03"	121° 51' 4.94"	2.9	21.6	9
521	2018/12/16	4:48:26	30° 34' 27.52"	121° 51' 5.09"	2.9	4.3	4
522	2018/12/16	4:48:56	30° 34' 29.14"	121° 51' 5.21"	3.5	4.3	4
523	2018/12/16	4:50:26	30° 34' 32.86"	121° 51' 5.83"	2	334.8	321
524							

表 3：“浙定 59359” 轮事故时间和位置 AIS 动态信息

事故位置位于洋山漕泾东航道支线航道 K104 灯浮附近水域，海图水深 7.7 米，该水域是船舶进出临港和穿越东海大桥主通航孔驶往长江口的习惯航路。

4. 历史航次情况。

根据“浙定 59359”轮历史航行轨迹，该轮习惯穿越东海大桥主通航孔进入南支航道，继而进入长江。根据船东陈述并结合事故发生位置，本航次该轮选择东海大桥主通航孔航线。



图 4：“浙定 59359”轮历史航行轨迹

三、天气与海况

舟山气象台于 2018 年 12 月 15 日 1700 时、2000 时发布 48 小时气象预报：舟山沿海海面今天东到东北风 5-6 级，下半夜偏南风 5-6 级转西北风 6 级，阵风 7-8 级。

舟山气象台于 2018 年 12 月 16 日 0900 时发布 48 小时气象预报：受冷空气影响，目前舟山沿海海面已出现 8-9 级西北风，预计舟山沿海将维持 8-9 级西北风，中午起逐渐减弱到 8 级。

舟山气象台实测大鱼山站、小戢山站、滩浒岛站、上海洋山港站 2018 年 12 月 15 日 2100 时至 12 月 16 日 2000 时气象资料（摘录）：

	15日 2100-16日 2000时		12月16日 0400-0500时	
	最大风速	极大风速	最大风速	极大风速
大渔山站	16.9m/s (7级)	20.1m/s (8级)	15m/s (7级)	19m/s (7级)
小戢山站	18.6m/s (8级)	20.9m/s (9级)	16.2m/s (7级)	19.1m/s (8级)
滩浒岛站	15.7m/s (7级)	18.6m/s (8级)	15.1m/s (7级)	17.6m/s (8级)
上海洋山港站	13.7m/s (6级)	18.7m/s (8级)	11.5m/s (6级)	15.1m/s (7级)

表 4：事发水域实测气象资料



图 5：事故水域与气象实测点位置关系图

东海救助局直升机反映事故现场气象情况：西北风 7-8 级，浪高 3 米。

综合以上气象信息分析，事故发生时该水域气象与水文情况为：涨潮，流向西；西北风 6-7 级阵风 8 级，浪高约 3 米。

四、事故救助情况

2018 年 12 月 16 日 1245 时，洋山港海事局指挥中心接“浙定 59359”轮船东支某某 1 报该轮失联，请求协助查找。经 VTS 回放，该轮 AIS 最后显示时间为 16 日 0451 时，位置在洋山漕泾

东航道支线航道 K104 灯浮附近 (概位: $30^{\circ} 34' 33''$ N/ $121^{\circ} 51' 06''$ E)。

上海海事局指挥中心接报后,立即通知东海海洋预报中心推算漂移轨迹,协调东海救助局、通报浙江海事局、通知东海海巡执法总队派力量赶往现场搜寻,发布航行警告。洋山港海事局指派海巡艇,协调海港拖轮、打捞船前往现场搜寻,发布 VTS 安全信息广播,协调过往船舶协助搜寻。

1531 时,东海救助局直升机起飞前往现场。现场西北风 7-8 级,浪高 3 米;“海巡 01”轮前往现场搜救。

2320 时,“海巡 01”轮发现“浙定 59359”轮船舶桅杆露出水面。上海海事局指挥中心发航行警告,协调东海航海保障中心设置虚拟 AIS 航标、沉船应急示位标。



图 6:“海巡 01”发现沉船桅杆和雷达天线照片 (夜间)



图 7：“海巡 01”发现沉船桅杆和雷达天线照片（白天）

17 日 1425 时，“浙岱渔 12871”轮在衢山岛和长涂岛间发现一具遗体，经确认为“浙定 59359”轮船员胡某。

1557 时，东海航海保障中心在沉船南北侧各设一沉船应急示位标。

截止 20 日 1200 时，搜救行动持续 94 小时。经专家评估，现场水温条件下失踪人员已无生还可能。上海海上搜救中心决定终止大规模搜救行动。

2019 年 1 月 3 日，“浙定 59359”沉船被整体打捞起浮，在船舱和机舱中共发现 3 名遇难船员遗体，经确认分别为厨工王某某、轮机长顾某某、水手白某。大副应某某遗体在金塘沥港附近水域被发现。船长徐某某失踪。

五、沉船探摸情况

2018 年 12 月 17 日，经现场水下探摸，“浙定 59359”轮沉

船位置：30° 34′ 56.8″ N/121° 51′ 06.8″ E，沉船船底坐底、首尾基本持平，船体没入淤泥中约 2.8 米，船艏方向为偏西北，货舱前部装载石子、后部装载瓜子片。

六、现场勘验情况

2019 年 1 月 7 日，调查人员赴舟山册子岛对打捞起浮的“浙定 59359” 难船开展现场勘验。

（一）“浙定 59359” 轮舱底无破损。

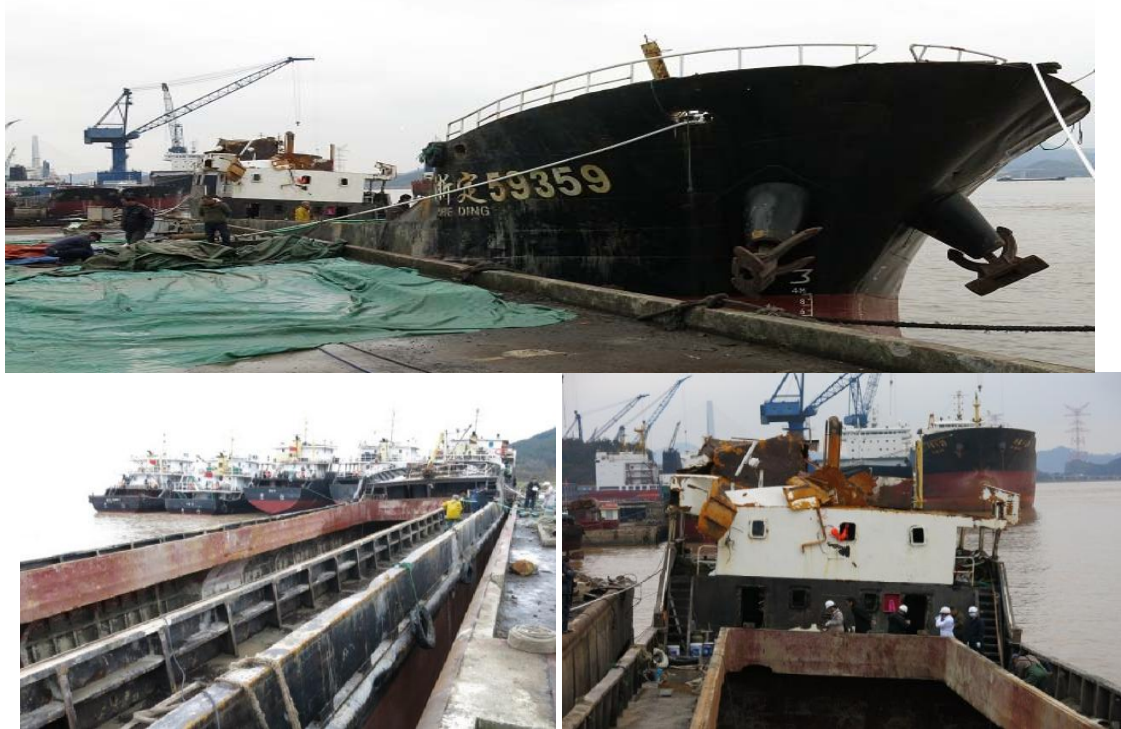


图 8：现场勘验部分照片（1）

(二) 驾驶室舱壁已变形，驾驶台顶部桅杆已灭失，驾驶室内雷达、罗经、AIS 等设备均已损毁或灭失；甲板尾部右护舷墙有 60 厘米长度撕裂。经证实，驾驶室损毁、护舷墙撕裂均因打捞起浮过程中受力钢丝绳所致。



图 9：现场勘验部分照片（2）

(三) 船舶首部留存帆布和封舱压条。

“浙定 59359” 轮舱盖型式：钢质箱型加帆布风雨密。该轮货舱舱盖 17 块，共打捞起 9 块，舱盖板无明显变形和洞穿，舱盖上无密封胶条。船首部留有帆布两捆和木质封舱压条若干，货舱舱口围板卡槽上未发现帆布、缆绳绑扎过的痕迹。



图 10：现场勘验部分照片（3）

(四) 污水井已被货品堵塞。

该轮货舱原有的 4 个舱底水吸口中 3 个被弃用和封闭, 仅在货舱后部保留了一个舱底水吸口。舱底水吸口已被货物(瓜子片) 填埋。



图 11: 现场勘验部分照片 (4)

七、稳性计算及分析

按照“浙定 59359”轮航次装载情况, 即: 装载 949.05t 石子出港, 燃油留存 3t; 石子的密度取 $1.5\text{t}/\text{m}^3$ (询问装卸码头人员所得), 并假定货物经过了平舱处理; 空船重量及重心位置、型线等数据来自存档资料。

根据《国内航行海船检验技术规则》(2011) 及修改通报第 4 篇第 7 章完整稳性的有关要求, 利用中国船级社 COMPASS 软件对该轮完整状况以及假定货舱进水状况开展稳性计算及分析。

(一) 完整状况下的船舶稳性。

该轮货舱盖处关闭状态且加盖帆布，并达到风雨密要求，进水点位置取艙楼甲板室侧壁门槛。装载时，货物顶端距离 FR19 处舱口围上缘高度约为 2.39m，排水量 1219.4t（基本达到满载排水量），平均吃水 3.531m，航速约为 8.0kn。稳性相关衡准均满足法规对沿海航区一般干货船的要求。见下图：

稳性衡准	计算值	要求值
修正后的初稳性高度.....	1.972 m	◇=0.150)
横倾30.00° 处复原力臂.....	0.833 m	◇=0.200)
最大复原力臂.....	1.054 m	◇=0.200)
最大复原力臂对应角.....	41.126 deg	◇=23.795)
横摇自摇周期.....	3.945 sec	
横摇角.....	20.871 deg	
风压倾侧力臂 Lf.....	0.007 m	
最小倾覆力臂 Lq.....	0.278 m	
稳性衡准数 K.....	39.432	◇=1.0)

SRH14I Ver.201811.001

表 5：完整状况下的船舶稳性计算

（二）货舱进水状况下的船舶稳性。

货舱进水状况系指货舱未盖帆布或货舱盖未处关闭的状态。

在此假定下，因货舱盖未能达到风雨密要求，进水点取 FR19 处舱口围板上缘。货舱最初进水均渗透到石子中，石子的浸水量最多能达到载货量的 8%；当石子的浸水量超过 8%后，将产生自由液面，对稳性产生影响。航速估算方法采用“海军常数法”。计算结果见下表：

序号 项目	一	二	三	四	五	六	七	法规要 求值

进水量 (t)	50	75.9	100	150	200	250	272	
货物或水上表面距舱口围上缘距离 (m)	2.39 货物	2.39 货物	2.33 水	2.17 水	1.97 水	1.79 水	1.77 水	
排水量 (t)	1248.3	1274.2	1298.3	1348.3	1398.3	1448.3	1470.3	—
艏吃水 (m)	3.148	3.239	3.321	3.494	3.666	3.837	3.912	
平均吃水 (m)	3.603	3.667	3.727	3.850	3.973	4.096	4.150 (达型深)	—
艉吃水 (m)	4.058	4.095	4.132	4.206	4.280	4.354	4.388	
水线至货舱口 (FR19) 围板上缘距离 (m)	1.184	1.135	1.088	0.990	0.896	0.800	0.757	—
水线至货舱口 (FR45), 围板上缘距离 (m)	1.494	1.429	1.369	1.241	1.119	0.995	0.940	
水线至货舱口 (FR72) 围板上缘距离 (m)	2.191	2.110	2.036	1.875	1.726	1.572	1.504	
进水角 (deg)	23.45	22.41	21.43	19.41	17.35	15.26	14.33	—
初稳性 (m)	1.997	2.005	0.452	0.485	0.514	0.535	0.473	≥ 0.15
横倾 30° (或进水角) 处复原力臂 (m)	0.677	0.641	0.038	0.030	0.021	0.010	0.004	≥ 0.20
最大复原力臂 (m)	0.677	0.641	0.060	0.049	0.034	0.018	0.010	≥ 0.20
最大复原力臂对应角 (deg)	23.451	22.414	12.188	11.636	11.192	10.409	9.618	≥ 23.795
稳性衡准数 K	5.598	3.436	0.081	-0.186	-0.307	-0.106	—	≥ 1.00
航速 (kn)	7.97	7.93	7.90	7.83	7.77	7.71	7.68	—

表 6: 货舱进水状况下的船舶稳性计算

从上表中可看出, 货舱内装载 949.05t 石子且货舱盖不能达到风雨密要求时, 在初期各项稳性指标均能满足法规要求。随着货舱进水量逐渐增加 (相当于载货量逐渐增加), 货舱舱口围上缘距水面的距离越来越小, 进水速度将逐渐加快, 船舶逐渐下沉, 航速缓慢下降, 船舶的初稳性仍满足要求。

在进水量超过 75.9t 后，船舶的动稳性快速下降；当进水量达到 100t 后，船舶基本丧失动稳性（K 值 0.081）；当进水量达到 150t 时，船舶已经丧失动稳性（K 值-0.186）；当进水量达到 272t 时，船舶平均吃水已经到达型深位置，主船体淹没。

八、事故经过

“浙定 59359”轮沉没，船上人员均在事故中死亡失踪。通过对该轮 AIS 动态信息综合分析，结合船舶所有人、码头装货人员调查询问，事故经过如下：

2018 年 12 月 16 日约 0032 时，“浙定 59359”轮从舟山定海长白石矿码头开航，装载石子 949.05 吨，船存轻柴油约 2-3 吨，艏吃水 3 米，艉吃水 3.2 米，驶往上海崇明。开航时，西北风 4 到 5 级。

约 0200 时，该轮位于大渔山岛西偏南侧，船位 $30^{\circ} 16' 38''\text{N}/121^{\circ} 54' 16''\text{E}$ ，航向 331° ，航速 7.7 节。此时，航经水域西北风 5 级，阵风 6 级。

约 0230 时，该轮位于小峙山岛西侧，船位 $30^{\circ} 20' 11''\text{N}/121^{\circ} 52' 55''\text{E}$ ，航向 351° ，航速 7.6 节。此时，航经水域西北风 6 级，阵风 7 级。

约 0400 时，该轮船位 $30^{\circ} 30' 24''\text{N}/121^{\circ} 51' 49''\text{E}$ ，航向 351° ，航速 6.2 节。此时，航经水域西北风 7 级，阵风 8 级。

约 0443 时,该轮船位 $30^{\circ}34' 9''\text{N}/121^{\circ}51' 5''\text{E}$,航向 358° ,航速 5.4 节。此时,航经水域西北风 7 级,阵风 8 级。

0450 时 26 秒,该轮船位 $30^{\circ}34' 33''\text{N}/121^{\circ}51' 6''\text{E}$,航向 321° ,航速 2 节。此时,航经水域西北风 7 级,阵风 8 级。

约 0451 时,“浙定 59359”轮沉没,概位: $30^{\circ} 34' 33'' \text{N}/121^{\circ} 51' 06'' \text{E}$ 。

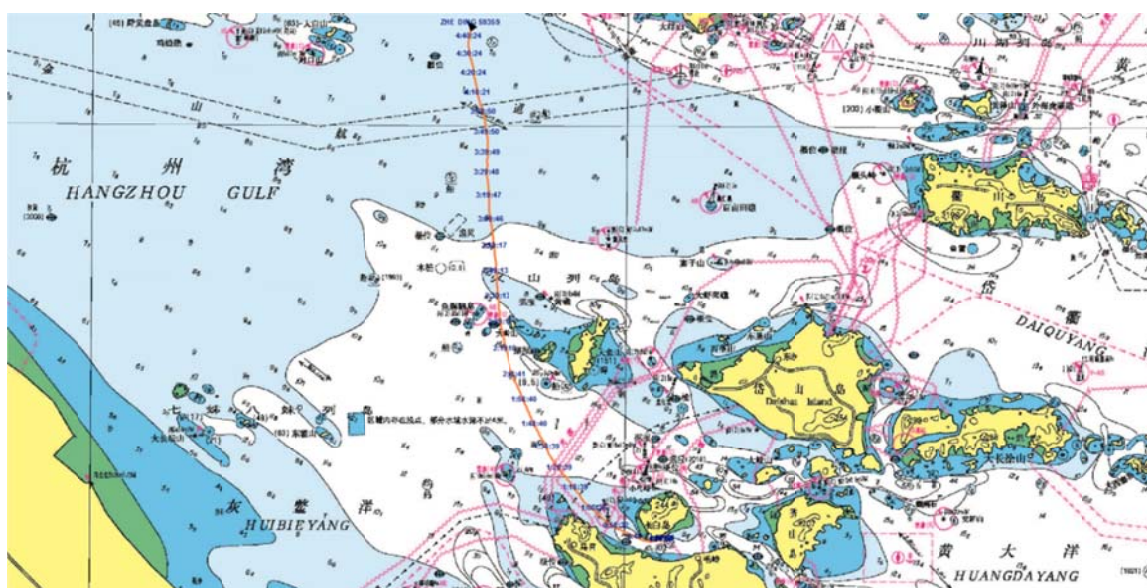


图 12: “浙定 59359”轮航行轨迹示意图

结合该轮航行轨迹和气象海况分析,事故经过大致可分成三个阶段:

正常航行阶段。0032 时至 0229 时,“浙定 59359”轮驶离装货码头,舟山沿海水域航行至小峙山岛西侧。受岛屿遮蔽,西北风对该水域影响不大,最大风力不超过 7 级,“浙定 59359”轮在该水域以 7.5 至 8 节航速航行。

持续进水阶段。0229 时至 0443 时,“浙定 59359”轮驶离小

峙山岛北上，进入开阔水域航行。受冷空气影响，该轮航经水域风力逐渐增强至西北风 8 级，左舷约 20° 方向受风浪侵袭，船体颠簸和横摇幅度增大，甲板持续上浪，货舱持续进水，干舷逐渐变小，航速从 7.5 节逐渐下降至 5 节。此时船舶的初稳性仍满足要求，但动稳性（K 值）逐步下降。

快速进水下沉阶段。0443 时起，随着货舱进水量逐渐增加，船舶动稳性快速下降直至丧失动稳性（K 值为负），货舱进水速度加快；至 0450 时，航速下降至 2 节；约 0451 时，船舶因储备浮力丧失而快速坐沉。

九、损害情况

事故造成“浙定 59359”轮沉没，船上 5 人死亡、1 人失踪。

十、调查发现

（一）浙江舟山 PH 船务有限公司。

1. 公司安全管理制度不健全。

公司《船舶安全技术规章制度》中缺少货物运输安全管理相关规定。未制定货物平舱、污水井防堵隔离、污水井检测、舱盖风雨密检查、甲板巡视等工作须知。

2. 公司经营管理责任履行不到位。

船舶所有人支某某 1 将“浙定 59359”轮光租给浙江舟山 PH 船务有限公司经营，但公司对船舶改建情况、船舶动态不掌握，实际上船员配备、船舶维修保养等经营管理均由船舶所有人支某某 1 负责。

（二）船舶未对外发出遇险求救信号。

该轮营运海区为 A1+A2，并按要求配备了 GMDSS 相关设备。事故发生后，岸台和周边船台以及公司、船东和海事部门均未收到该轮的遇险求救信息。据此推断船舶沉没前，船员未发出求救信息，卫星应急无线电示位标也未自动发出遇险求救信号

（三）舱盖风雨密失效。

现场勘验发现，打捞起的该轮 9 块舱盖板均无贯穿、无明显变形，舱盖上无密封胶条。船首部留有帆布两捆和木质封舱压条若干，货舱舱口围板卡槽上未发现帆布、缆绳绑扎过的痕迹。

“浙定 59359”轮原有舱盖板 17 块。参考同类型船舶舱盖的关闭和固定方式，以及结合当时船舶航经水域的风浪情况，该轮航行中受大风浪冲击、颠簸，存在舱盖滚轮脱离滑槽移位的可能性。

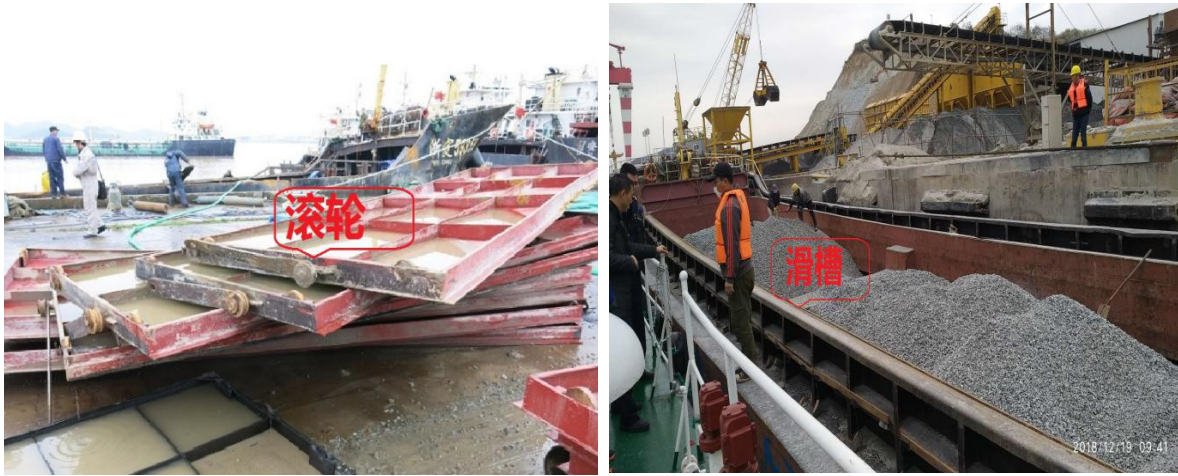


图 13：“浙定 59359” 轮舱盖情况

（四）船舶货舱改建。

船舶通过水密舱壁将船体分隔成适当数量的舱室来满足船舶抗沉性要求。该轮在改建时，割除 FR48 原货舱横舱壁（水密舱壁），将原来的 2 个货舱改建成 1 个货舱。虽然该轮改建后稳性校核与强度计算符合要求，但水密横舱壁数量由原来的 6 道减少到 5 道。

（五）船员未使用船上救生筏。

根据该轮的《海上船舶检验证书簿》显示，船上配备了 QJF-B15 型救生筏一具，定员为 15 人。滚装客船“通达 3”在事故现场附近发现一具显示船名为“双宁 96”的救生筏。该救生筏处于打开正浮状态，筏内无人。“双宁 96”为“浙定 59359”轮曾用船名。



图 14：洋山 VTS 值班记录和“通达 8”轮所拍救生筏照片

十、原因分析

根据调查和现场勘验情况，可以排除船舶在航行途中发生碰撞、搁浅、触礁等可能性。结合现有证据，“浙定 59359”轮沉没的原因如下：

（一）遭遇恶劣天气，甲板上浪。

事故发生时该水域西北风 6 级，阵风 7-8 级，平均浪高约 3 米，气象海况恶劣。该轮满载状态下夏季干舷 32.8 厘米，事故发生时以偏北航向航行，左舷约 20° 受风浪影响，导致船舶剧烈颠簸、横摇、甲板上浪，这是造成事故的客观原因。

（二）舱盖风雨密失效，货舱进水。

该轮的舱盖型式为钢质箱型加帆布风雨密，参考同类船舱口

盖关闭时的状态，其舱口盖之间、舱口盖与货舱围之间均存在明显的透光缝隙，必须加盖帆布才能保障其风雨密性。该轮在大风浪中航行，因舱盖风雨密失效导致货舱进水。舱盖风雨密失效的可能性如下：

1. 货舱舱口围板卡槽上未发现帆布、缆绳绑扎过的痕迹，该轮存在未加盖帆布或虽加盖帆布但未按要求绑扎的可能。

2. 现场勘验仅发现 9 块舱盖板。该轮受大风浪冲击、颠簸，存在舱盖滚轮脱离滑槽移位的可能性。

（三）舱底排水系统未能及时发挥作用。

“浙定 59359”轮在完成由“两舱改一舱”的改建后，货舱原有的 4 个舱底水吸口中 3 个被弃用和封闭，仅在货舱后部保留了一个舱底水吸口，增设了货舱舱底水报警系统。本航次该轮货舱污水井已被瓜子片填埋，影响货舱舱底排水功能的及时发挥。

十一、责任认定

本起事故为船舶在大风浪中航行时因货舱进水而发生的自沉事故。“浙定 59359”轮承担本起事故的全部责任。

十二、处理意见

（一）“浙定 59359”轮违反《海上交通安全法》第九条的规定，不遵守有关海上交通安全的规章制度和操作规程，造成较大等级的水上交通事故，船长徐某某承担主要责任。鉴于其本人在事故中失踪，建议免于行政处罚。

（二）“浙定 59359”轮经营人舟山 PH 船务有限公司未制定货物平舱、污水井防堵隔离、污水井检测、舱盖风雨密检查、甲板巡视等工作须知，对船舶改建情况、船舶动态不掌握，船员配备、船舶维修保养等经营管理均由船舶所有人支某某 1 负责。舟山 PH 船务有限公司规章制度不健全、经营管理责任履行不到，建议将相关情况通报公司所在港航管理部门。

（三）舟山 PH 船务有限公司聘用 1 名未取得船员服务簿的人员上船工作，建议对公司予以行政处罚。

十三、安全管理建议

（一）建议船公司健全和完善用于载运砂石的相关安全管理制度，在同类型海船的安全制度中增加对货舱平舱、污水井定期维护、舱口盖风雨密检查等方面的要求。

（二）建议船公司加强岸基对船舶的支持和保障，加强对恶劣气象的预报、预控、预警，确保船舶在第一时间掌握气象资料，提前采取安全防范措施。

（三）建议船公司加强对船员自救能力的培训，加强船员

弃船、救生等方面的演习训练,保证每个船员熟悉自己的职责和设备;把正确使用 GMDSS 遇险报警系统、船上救生器材和雷达应答器等作为重点培训和考核内容。