

海上救捞的 海洋环境效应

Marine Environmental Effect
on Rescue and Salvage

刘汉明 曾广会 顾泽月 | 著



海上救捞的海洋环境效应

Marine Environmental Effect on Rescue and Salvage

刘汉明 曾广会 顾泽月 著

海洋出版社

2017年·北京

内 容 提 要

本书概述了与海上救捞相关的海洋环境主要要素,简要分析了海洋环境对海上救捞的影响;论述了海洋环境对失事难船、落水人员、潜艇失事浮标、沉船等救捞对象作用效应的分析方法;对潜水员下潜、水下移动和水下定点作业的抗流能力进行了分析;介绍了救捞船、吊船等救捞平台通过布设定位锚、水鼓和使用动力定位时的海洋环境效应分析方法;分别对无人遥控潜水器吊放运动及安全性、深潜救生艇吊放运动及安全性、救生钟对接援潜能力、难船拖航航向稳定性、吊船起吊稳性等分析方法进行了阐述。

本书可作为救捞工程硕士研究生课程教材,以及从事救捞工程技术与指挥人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

海上救捞的海洋环境效应/刘汉明,曾广会,顾泽月著. —北京:海洋出版社,2017.3
ISBN 978-7-5027-9738-6

I. ①海… II. ①刘… ②曾… ③顾… III. ①海洋环境-影响-海难救助-研究
IV. ①U676.8

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第050684号

责任编辑:白燕 程净净

责任印制:赵麟苏

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

北京市海淀区大慧寺路8号 邮编:100081

北京朝阳印刷厂有限责任公司印刷 新华书店发行所经销

2017年3月第1版 2017年3月北京第1次印刷

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:13.25

字数:320千字 定价:57.00元

发行部:62132549 邮购部:68038093 总编室:62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

前 言

海上救捞受到海洋环境的严重影响,这种影响和作用的高度复杂的,对海上救捞的方案设计和指挥决策都提出了很高的要求,若设计和决策发生失误,轻则延误援救时机,造成不必要的损失,重则可能造成海上救捞失败、人员牺牲、装备损失。目前,国内对于海上救捞的海洋环境效应尚缺少比较系统、全面的阐述,因此,本书的编写旨在为从事海上救捞的研究、设计与指挥人员提供参考。

本书重点讨论海洋环境对海上救捞影响的分析方法,介绍最新的研究现状。第一章概述了与海上救捞相关的海洋环境主要要素,简要分析了海洋环境对海上救捞的影响;第二章针对海洋环境主要要素对难船水面漂流运动、落水人员生存能力、潜艇失事浮标漂浮状态、沉船起浮海底土壤吸附力和沉船扳正底质土壤阻力进行了讨论;第三章分析了海洋环境主要要素对潜水员下潜、水下移动和水下定点作业抗流能力的影响;第四章介绍了救捞船多点锚泊定位能力、基于水鼓的救捞船大深度定位能力和救捞船动力定位能力的分析方法;第五章分别阐述了无人遥控潜水器吊放运动及安全性、深潜救生艇吊放运动及安全性、救生钟对接援潜能力、难船拖航航向稳定性和吊船起吊稳性等分析方法。

本书采用了国内外有关海上救捞海洋环境效应的主要研究成果,以期成为该领域科学工作者和工程技术人员的重要参考书籍,在此谨向本书中引用文献的作者表示感谢和致敬。同时,本书也是作者近10年来在海上救捞海洋环境效应领域研究成果的综合体现。需要指出的是,海洋环境对海上救捞的影响是全方位的,本书仅针对其中部分内容进行了分析和介绍,希望有更多同仁开展海上救捞海洋环境效应的研究,有更多的研究成果为海上救捞实践提供理论依据。

由于海上救捞的海洋环境效应涉及知识面既广又深,而作者水平有限,书中不当及至错误之处在所难免,诚请广大读者批评指正。

作 者

于2016年10月8日

目 录

第一章 绪论.....	(1)
1.1 海洋环境概述	(1)
1.1.1 海风	(1)
1.1.2 波浪	(2)
1.1.3 海流	(3)
1.1.4 海雾	(4)
1.1.5 能见度	(7)
1.2 海洋环境对海上救捞的影响	(8)
1.2.1 海上救捞的主要任务	(8)
1.2.2 援救水面失事船舶(飞机)及落水人员的任务	(8)
1.2.3 援救失事潜艇的任务	(9)
1.2.4 海洋环境影响海上救捞能力的发挥	(9)
第二章 救捞对象的海洋环境效应	(11)
2.1 难船水面漂流运动分析.....	(11)
2.1.1 难船水面漂流运动模型.....	(11)
2.1.2 难船外载力计算模型.....	(12)
2.1.3 难船水动力系数估算方法.....	(16)
2.1.4 模型仿真计算.....	(17)
2.1.5 定常海流水面难船漂流运动模拟与特性分析.....	(19)
2.2 落水人员生存能力分析.....	(23)
2.2.1 落水人员耐风、浪能力分析	(24)
2.2.2 落水人员耐低温能力分析.....	(31)
2.3 潜艇失事浮标漂浮状态分析.....	(33)
2.3.1 风、流、浪对失事浮标影响方式分析.....	(34)
2.3.2 失事浮标的静力分析.....	(35)
2.3.3 失事浮标的动力分析.....	(42)
2.3.4 失事浮标的运动特性分析.....	(52)
2.3.5 失事浮标漂浮状态及浮标缆受力规律分析.....	(55)
2.4 沉船起浮海底土壤吸附力分析.....	(59)
2.4.1 吸附力的形成机理.....	(59)

2.4.2 吸附力计算模型	(63)
2.4.3 沉船吸附力数值计算	(68)
2.4.4 基于试验的吸附力计算模型	(71)
2.5 沉船扳正底质土壤阻力分析	(72)
2.5.1 沉船底质扳正阻力组成及影响因素分析	(73)
2.5.2 沉船底质扳正阻力计算方法分析	(74)
2.5.3 验证分析	(76)
第三章 潜水员水下作业的海洋环境效应	(78)
3.1 潜水员下潜能力分析	(79)
3.1.1 潜水员下潜抗流方式分析	(79)
3.1.2 潜水员水下抗流能力分析评估方法	(80)
3.1.3 弹簧钩沿入水缆上移的计算与分析	(85)
3.1.4 弹簧钩沿入水缆下移分析	(89)
3.1.5 潜水员下潜能力分析	(94)
3.2 潜水员水下移动能力分析	(94)
3.2.1 潜水员水下移动抗流方式分析	(94)
3.2.2 水下移动时潜水员抗流能力分析	(95)
3.2.3 潜水员水下移动动力的实验研究	(95)
3.2.4 水下移动时潜水员抗流能力分析	(96)
3.3 潜水员水下定点作业抗流能力分析	(98)
3.3.1 在结构内部作业时的抗流分析	(98)
3.3.2 在结构表面作业时的抗流分析	(98)
3.3.3 水中悬停作业时潜水员抗流分析	(99)
第四章 救捞平台定位的海洋环境效应	(100)
4.1 救捞船多点锚泊定位能力分析	(100)
4.1.1 救捞船作业场锚泊定位的布置形式	(100)
4.1.2 救捞作业场布置的一般原则	(104)
4.1.3 救捞作业场布置方案的设计要求	(104)
4.1.4 锚泊系统预张力计算	(106)
4.1.5 锚泊系统锚泊特性计算	(107)
4.1.6 定位锚抓力机理与计算	(114)
4.1.7 典型救捞船定位能力分析	(117)
4.2 基于水鼓的救捞船大深度定位能力分析	(119)
4.2.1 基于水鼓的单点系泊系统分析	(119)
4.2.2 基于水鼓的救捞船多点系泊作业场稳定性分析方法研究	(128)
4.2.3 基于水鼓和定位锚的救捞船多点系泊系统稳定性分析方法研究	(142)

4.2.4 模型的验证分析	(147)
4.3 救捞船动力定位能力评估	(150)
4.3.1 动力定位能力的枚举评估法	(151)
4.3.2 动力定位能力评估的模拟退火算法	(155)
第五章 救捞装备的海洋环境效应	(164)
5.1 无人遥控潜水器吊放运动及安全性分析	(164)
5.1.1 救捞船纵摇、横摇和垂荡运动模型	(164)
5.1.2 小 A 形门架上吊点运动分析模型	(165)
5.1.3 无人遥控潜水器吊放运动分析模型及求解	(167)
5.1.4 无人遥控潜水器吊放安全性分析	(171)
5.2 深潜救生艇吊放运动及安全性分析	(171)
5.2.1 船尾 A 形门架吊点运动分析模型	(173)
5.2.2 深潜救生艇吊放运动模型与解算	(176)
5.2.3 深潜救生艇吊放过程的安全性分析	(181)
5.3 难船拖航航向稳定性分析	(183)
5.3.1 拖带船舶与被拖带船舶运动方程	(183)
5.3.2 拖缆运动方程	(185)
5.3.3 拖缆的边界条件	(187)
5.3.4 缆船非线性系统拖带数值计算	(188)
5.4 吊船起吊稳性分析	(192)
5.4.1 基于稳性的吊船设计要求	(193)
5.4.2 吊船起吊中的稳性分析方法	(194)
5.4.3 风力计算	(197)
参考文献	(201)

第一章 绪 论

1.1 海洋环境概述

海洋环境包括海洋地理环境、海洋水文环境、海洋气象环境、海洋生物环境、海洋工程化学环境等，本书中研究的海洋环境特指海洋水文环境和海洋气象环境，以下简称海洋环境。

海洋环境具有非常强的复杂性与随机性，各种自然现象与环境因素相互关联、相互影响，共同组成了海洋这个复杂多变的环境系。海洋水文气象要素种类繁多，其中对海上救捞影响较大的因素有海风、波浪、海流、海雾等，本节将对这些要素进行简要的介绍。

1.1.1 海风

空气相对于海水表面的运动叫作海风。海浪和海流主要也是由海风引起的。

1.1.1.1 风的变化特性

通过对风速及风向的长期观测，可以总结出风具有以下几点特性：

(1) 风速与风向会根据具体地形特点以及具体高度的不同而产生变化。地形特点以及地表的粗糙度会对风速的大小造成影响，风作用空间的广性或狭窄度也会对风速以及风向的分布产生影响；

(2) 自然界中风的运动具有一定的阵发性。观测时间不同时，风速与风向的变化规律会有差异；

(3) 在自然环境中，风的大小以及方向并非一直保持不变，而是会随时在某一平均风速或主导风向附近进行随机变化，并且其变化规律十分复杂。

1.1.1.2 风力等级以及风向方位

海风作为矢量，包括风速与风向两个变量参数，在实际测量中也会同时测量风速与风向各自数值与分布情况。

在单位时间里，水平方向上空气的运动距离被定义为风速，常用的单位为 m/s 或者 km/h ，在进行海上风速的描述时，也会使用 kn 作为风速单位。通常情况下，可以按照具体风速大小及其所对应海面特征，称为“风力等级”或“风级”。常用的风级划分法为“蒲福风级”（Beaufort Wind Scale）。

风向为风吹来的方向。通常以北向作为起始方向,以 22.5° 作为方位间隔,共设定 16 个风向方位。分别为北向(N)、东北偏北向(NNE)、东北向(NE)、东北偏东向(ENE)、东向(E)、东南偏东向(ESE)、东南向(SE)、东南偏南向(SSE)、南向(S)、西南偏南向(SSW)、西南向(SW)、西南偏西向(WSW)、西向(W)、西北偏西向(WNW)、西北向(NW)以及西北偏北向(NNW)。

1.1.2 波浪

1.1.2.1 波浪成因及分类

波浪是海洋环境中非常常见的自然现象。有很多因素可以导致波浪的产生,如海面上风的作用、潮汐作用、海底地震作用以及船舶行驶等。其中,风是波浪形成的最主要原因。通常情况下,可以根据波浪的成因将其分为三类。

(1) 风浪

风浪是指在风的直接作用下海面上形成的波浪。风浪是分布最为广泛、出现频率最高的波浪类型,通常情况下也是对海上救捞影响最大的波浪类型。风浪通常具有波峰尖削、周期较小、波峰线短的特征,而且波面的分布不具有规律性。当海面上出现大风天气时,海水的波动形成了浪花。随着风力的减小,由大风所产生的波浪在摩擦力和重力的作用下也会随之减弱。风浪的运动方向始终和风的方向保持一致,风浪的波高和风力的大小关系密切,通常情况下,风力越大,与之对应的波高也就会越高。实际上,风浪的大小除了与风力大小有关之外,还会受到风区以及风时的影响。风区所覆盖的范围越大,风浪的等级就会越高;风区的范围越小,风浪的等级就会越低。如海岸附近的风区很小,在海岸附近风作用下所产生的波浪通常都很小。一般情况下作用在海水表面上的风时越长,随之而来的风浪也就越大;风的作用时间越短,随之而来的风浪也不会很大。当风作用在海面上的时间很短时,即使风力等级很大,也未必会有较大的浪产生。

(2) 涌浪

海水表面由风浪离开风区后传来的或者当地风力迅速减小、平息,或者风向改变后水表面遗留下来的波动叫作涌浪。涌浪的波峰线比较长,波长也较长,周期比较大,波面比较平坦,具有较高的光滑度,并且在海面上的分布也比较规则。海面上的风向和涌浪的运动方向没有必然联系,二者之间的夹角可以是任意角度。由于涌浪没有外部作用力来使其保持自身形态,当受到不同海区的空气阻力作用时,或者由涡动黏滞性引起的能量消耗时,涌浪的波高会随着传播距离的增大而逐渐减小。涌浪的波长与周期也会在波高减小的同时而随之渐渐变大。长波波速比短波波速要大,在涌浪的运动过程中,长波始终超过短波,而且短波衰减速度较快,对于周期较长、波长较长的波随着传播距离的变长,它的这种特性表现的就越为明显。通常情况下,波浪的衰减速度与波长以及周期相关,波长较小并且周期较短的波浪衰减速度较快。因此,涌浪在经过一定时间的传播与衰减之后,通常会只剩余具有较长波长的波浪,从而形成规则且平缓的波浪状态,具有明显的线性特征。

(3) 混合浪

在海洋中还会同时存在风浪与涌浪，此时两种波浪会相互叠加，所形成的波浪类型称为混合浪。

1.1.2.2 波浪等级

风作用于海面时，不仅会形成波浪，还会对海面形态与外部特征造成影响，产生飞沫、碎浪等海洋现象。因此，应制定风浪的等级。通常情况下选取相应风级在足够长的作用范围以及作用时间下所形成的充分发展的风浪波高作为依据来划分浪级，具体浪级划分如表 1-1 所示。

表 1-1 浪级划分表

浪级	名称	有效波高 (m)	海面特征
0	无浪	0	海面十分平静或偶尔有涌浪出现
1	微浪	0~0.1	海面出现涟漪或者同时存在涌浪与涟漪
2	小浪	0.1~0.5	出现很小的波浪，波峰开始出现碎裂
3	轻浪	0.5~1.25	出现相对较大的波浪，波峰出现翻卷，白色浪花开始形成
4	中浪	1.25~2.5	形成具有明显形状的波浪，波峰翻卷，白浪普遍出现
5	大浪	2.5~4	形成大浪，浪花分布非常广泛
6	巨浪	4~6	出现风暴波，浪花沿波浪形成条纹状
7	狂浪	6~9	浪花分布于整个波浪面，波峰完全由浪花覆盖
8	狂涛	9~14	白色浪花分布更加广泛，海面呈现白色
9	怒涛	≥14	海面布满白色浪花，空气中布满飞沫，能见度很小

1.1.3 海流

海水由于温盐效应、气象要素及地球偏向力的影响而产生的长时间、流经途径较稳定的大规模流动叫做海流。通常情况下，海流的流速、流向以及流动路径虽然会随时间产生随机变化，但是变化幅度较小，因此，海流与风及波浪相比具有较高的稳定性。海洋中存在着非常多的海流，大部分海流在较长的一段时间里所流经的路线及其流速、流向是比较固定的。

1.1.3.1 海流分类及成因

在全球范围内海流的规模以及海流持续的时间均各不相同，形成海流的原因也多种多样。根据不同的成因，海流会呈现周期性与非周期性两种形态。通常将周期性的海流称为潮流，将非周期性的海流称为余流。余流的成因较为复杂，根据具体成因不同，又可以进一步分为风海流、密度流等各种海流类型。风海流指由风作用于海水产生流动进而形成的海流，这种海流的强度会随着海水深度的增加而不断减弱，当达到一定深度（几百米）的

时候可以将其忽略不计。密度流是指由于不同区域海水盐度及密度存在差异而产生的海流。海水密度的不规则分布主要是由海水的盐度、温度变化而造成的，而海水密度的差别使海水的水位发生了变化，从而导致海面发生倾斜而形成密度流。另外，根据研究及观测发现，海洋中还存在着具有很强随机性及突发性的海流，称为海洋激流。

潮流的形成原因主要是地月引力，因此潮流呈现明显的周期性。通常，潮流的流速、流向都会有周期性的变化。近海岸大多数区域中的海流强度一般都远小于其潮流的强度，所以通常这种情况下可以将潮流近似地当作实际的海流。

根据潮流流向的变化方式，通常将潮流归为旋转式潮流和往复式潮流两类。

(1) 旋转式潮流

在比较开阔的海域中，潮流的大小、方向是随着时间的改变而不断变化的，南、北半球潮流的流向分别不断地向左、向右偏，图 1-1 是某点海域在不同时间的潮流矢量图，各矢量末端的连线叫作潮流椭圆，这种潮流被称为旋转式潮流。

(2) 往复式潮流

在比较狭窄的海域中，由于受地形的限制，潮流椭圆的形状变得比较扁平，这种潮流叫做往复式潮流，如图 1-2 所示。

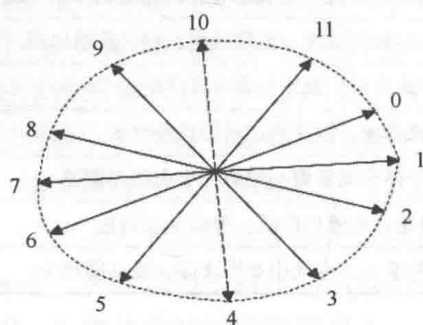


图 1-1 旋转式潮流

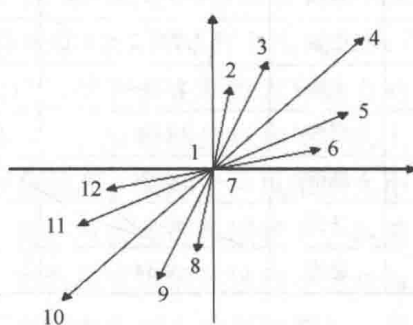


图 1-2 往复式潮流

1.1.3.2 海流的方向

海流同样为矢量，即同时具有流速与流向。海流流向的表示与风向类似，通常以地理方位来表示。在习惯表示方法中，将北向作为起始方位，沿顺时针进行旋转，得到各个方位的具体角度，即北向为 0° ，东向为 90° ，南向为 180° ，西向为 270° 。

海流的运动主要按不同水深，在某一水层内进行水平运动。然而在自然海洋环境中，还存在着小范围内的流速较小的垂向海流运动。根据垂向流动的具体方向可以将这部分海流分为上升流与下降流。

1.1.4 海雾

海雾是悬浮在贴近海面的大气中的大量微细水滴（或冰晶）的可见聚合体。海雾是影响船舶安全航行的危险要素之一，发生海雾后，海面上的能见度会变得非常低，不利于船

舶的安全航行。每年海上的触礁、偏航、撞船等事故，大部分都是由海雾造成的。

1.1.4.1 雾的形成

主要是空气中水汽达到（或接近）饱和，在凝结核（飞入空气中的海水泡沫蒸发后留在空气中的细微盐粒）上凝结而成。形成的途径是空气温度的降低、空气中水汽的增加。

1.1.4.2 雾的分类

雾按其能对能见度的影响分为两类，按国际气象组织规定，使能见度降低到 1 km 以下的称为雾，能见度 1~10 km 的称为轻雾。雾按其形成过程通常分为以下三类。

(1) 冷却雾

冷却雾由空气温度的降低而形成。按冷却的原因不同，又可分为：

a. 辐射雾：在晴朗、微风的夜间，由于近海面空气的辐射冷却，水汽达到饱和凝结而成的雾。在近海岸或港湾里，夜晚或清晨常可看到这种雾，尤其是秋冬季常见。辐射雾的特点是范围小、浓度小、低而薄、持续时间不长，一般日出之前最浓，日出后随地面气温升高，雾滴蒸发而逐渐消散或抬升为低云。

b. 平流雾：由于暖湿空气移到冷的海面上，其下部水汽因冷却凝结形成的雾。当海洋上的暖湿空气向较冷的大陆上流动，或热带洋面上的暖湿空气流向中高纬度海区相对较冷的洋面上时，都易产生平流雾，是海雾的主要形式。中国海区的雾，多属于平流雾的性质。

平流雾或海雾的特点是：范围较广，水平范围可达数百海里；厚度大，可高达数百米，有“上接高天，下垂厚地”的景象。另外，海雾浓度大，持续时间一般较长，日变化不明显。

c. 上坡雾：湿空气沿山坡等障碍物抬升时，绝热冷却形成的雾。一般在山区及地形复杂的地区可见。

(2) 蒸发雾

蒸发雾由较暖水面上蒸发的水汽，因遇到冷空气冷却达到饱和而成。当寒冷空气流经暖水面时，就会在水面上产生蒸发雾，江河湖面上冬季可见。我国渤海一到冬天，就会出现蒸发雾。

(3) 混合雾

由上述两种或多种因素共同作用下形成的雾，称为混合雾。混合雾常在冷暖气团交汇处即锋面附近形成，冬季常出现混合雾。混合雾的特点介于平流雾和辐射雾之间，主要受冷暖气团的特性影响。

1.1.4.3 平流雾的生消及分布

由于平流雾对航海的影响最大，因此，重点讨论其生消及分布规律。

(1) 平流雾的形成条件

平流雾是低层大气与海洋之间相互作用的产物，是在特定的海洋水文气象条件下产生的。研究表明，平流雾的形成需要满足一定的冷却条件、环流条件、水汽条件和稳定度条件。

a. 冷的海面

观测表明，水平温度梯度较大的海陆交界区域和冷暖海流交界的水域是平流雾发生最多的区域。平流雾大都出现在这些交汇区的冷海面上，移经其上的暖湿气流容易变性冷却而形成平流雾。统计资料表明，当表层海水温度低于某个临界值时可能发生海雾，而高于此值时则不能发生海雾。在北太平洋，海雾发生的区域大致限于表层水温低于 20°C 的冷海面上，且 4—9 月海雾的南界随着等水温线的季节性北上而相应地从 30°N 向较高纬度推移。

b. 适当的海气温差

从气候资料可以看到，月平均水温低于月平均气温的季节往往就是多雾季节。当海气温差大于 8°C 时，雾就很少发生。这是因为海水的热容量比空气大得多，海面水温不会太低，若气温比水温高很多时，空气的饱和水汽压就变大，反而难以达到饱和，从而不利于雾的形成。

c. 适宜的风场

据统计，有平流雾时的风力多在 2~4 级之间，这是因为风力太大时乱流强，容易将上层空气的热量向下传递，从而削弱低层空气的冷却作用，不易生成雾；风力太小时乱流很弱，仅能使近海面上很浅薄的一层空气冷却，即使形成雾也很浅薄。因此，只有在中等风力条件下，才能源源不断的输送暖湿空气，同时产生一定强度的乱流使雾达到一定的厚度。

就风向而言，要求它与表层海水等温线水平梯度的方向大致相同，或者换言之，大致与表层海水等温线垂直为宜。

d. 充沛的水汽

平流过来的暖空气要含有充沛的水汽，即湿度要大。这股气流经过暖海水面时，不断得到大量水分和热量，一旦到达冷水面上，极易生成雾。如前所述，不论何种雾生成，空气中必须要有凝结核，海面上丰富的吸湿性极强的凝结核的存在，利于雾的形成。实际上，大气的相对湿度只要达到 80% 左右，就能凝结成雾了。当相对湿度小于 70% 时，一般难以形成雾。

e. 低层逆温层

在平流雾的形成过程中，通常低层大气有平流逆温层存在，它能有效地抑制低层大气中对流的发展，好像一个无形的盖子，阻挡着水汽向高空的扩散，从而使水汽和凝结核大量聚集在底层大气中，对雾的形成极为有利。

(2) 平流雾的消散条件

由以上分析可知，海雾的生成和维持是以一定条件为依托的，而一旦这些条件发生逆

转或遭到破坏而不复存在时，海雾失去赖以生存的条件，即趋于消散。

平流雾向消散方向转化的条件有两个：一是流场改变，使暖湿平流中断，如冷锋过境或风向有较大转变；二是低层空气增温或风速增大，使近地（海）面层大气稳定状态遭到破坏，雾便消失或抬升成低云。

1.1.5 能见度

正常视力的人在当时的天气条件下还能够看清楚目标轮廓的最大水平距离，称为能见度。正常视力的人在海上所能见到的最大水平距离称为海面能见度。能见度的好坏，反映出大气的透明程度。

1.1.5.1 能见度的主要影响因素

(1) 目标物与背景之间的亮度对比

在同样条件下，二者亮度对比越大，越容易将目标物从背景中辨认出来。

(2) 大气透明度

大气对自然光的吸收和散射作用，会使目标物与背景之间原来的亮度对比减小。减小的程度与目标物和观测者之间的大气的透明度有关，大气透明度越好，减小得越少。大气透明度与空气中水汽、臭氧以及悬浮物质的含量有关，并且随光线波长的不同而变化。当出现雾、风沙、浮尘、雨、雪等天气现象时，能见度较差。

(3) 人眼的对比视觉阈

在一定距离时，当亮度对比小到一定数值时，人眼就无法将目标物从背景中区别出来，此时的亮度对比值称对比视觉阈。该值大小由人眼的视觉特征决定。

海面能见度以链或海里（n mile）表示（1 n mile = 10 链 = 1 852 m）。对船舶航行而言，主要是观测和掌握海上能见度的情况。

1.1.5.2 海上能见度分级

能见度等级划分如表 1-2。通常在气候资料 and 世界各国发布的天气报告中，能见度不用等级（0~9），而是以等级鉴定，即：能见度恶劣（Poor Visibility）、能见度中等（Moderate Visibility）和能见度极好（Excellent Visibility）等用语来表示。

表 1-2 能见度等级表

等级	能见距离		能见度鉴定等级	海上可能出现的天气现象
	海里（n mile）	千米（km）		
0	<0.3	<0.05	能见度低劣	浓雾
1	0.03~0.1	0.05~0.2		浓雾或雪暴
2	0.1~0.25	0.2~0.5		大雾或大雪
3	0.25~0.5	0.5~1.0	能见度不良	雾或中雪

续表

等级	能见距离		能见度鉴定等级	海上可能出现的天气现象
	海里 (n mile)	千米 (km)		
4	0.5~1.0	1.0~2.0		轻雾或暴雨
5	1.0~2.0	2.0~4.0	能见度中等	小雪、大雨、轻雾
6	2.0~5.0	4.0~10.0		小雪、中雨、轻雾
7	5.0~11.0	10.0~20.0	能见度良好	小雨、毛毛雨
8	11.0~27.0	20.0~50.0	能见度很好	
9	>27.0	>50.0	能见度极好	

1.2 海洋环境对海上救捞的影响

1.2.1 海上救捞的主要任务

海上救捞是指对海上遇险人员、装备（如船舶、飞机等）进行救助和打捞的一种海上活动。其主要任务是：

- (1) 搜索失事的船舶、飞机及落水人员；
- (2) 援救水面失事的船舶、飞机及落水人员；
- (3) 援救失事沉没潜艇；
- (4) 打捞沉没船舶、飞机，清除港湾、航道障碍物。

1.2.2 援救水面失事船舶（飞机）及落水人员的任务

海上救捞的每一项任务又有众多的子任务，以援救水面失事船舶（飞机）及落水人员、援救失事沉没潜艇任务为例，对其子任务进行简要介绍。其中，援救水面失事船舶（飞机）及落水人员的主要子任务包括以下方面。

(1) 援救破损进水船舶

主要用于因遭受武器攻击，或与其他船舶、物体碰撞后船体破损进水但仍具有一定不沉性的船舶。常用的方法有堵漏排水法、浮筒绑架法、抢滩法等。

(2) 援救搁浅触礁船舶

主要用于因航行错误、机械故障、台风袭击等原因而搁浅于浅滩或礁石上的船舶。常用的方法有拖船拖曳法、主机倒车法、抛锚拖绞法、强力收绞法等。

(3) 援救失火船舶

常用的方法是先用大功率消防水炮消除难船甲板可见明火，再组成登船损管队进入船舱消除余火，抢救被困人员。

(4) 海上救助拖航

船舶因机械故障等原因失去机动能力，在海上随风浪漂流时，将其拖带回港口或船厂的技术方法。

(5) 海上搜索与救生

搜寻营救海上遇难船舶船员及落水飞行员的技术方法。当难船未沉没而无法保持其不沉性时，援救船舶根据气象条件和海区情况，停靠失事船舶旁或下风下流方向抢救难船人员及重要物品，同时布设好难船的首尾浮标，准确测定难船的经纬度、填写好日志，为打捞沉船提供准确的位置；当难船已经沉没，此时援救的主要任务是搜救落水人员及重要物品，常用的方法是使用水面船舶和救助飞机，以失事海域为中心，根据风向、风速、流向、流速等判断落水人员和物品的漂流范围并进行搜寻；使用救生艇、救生筏、橡皮舟、救生吊篮等专业救助工具将落水人员救起并对其进行医疗救护。

1.2.3 援救失事潜艇的任务

援救失事沉没潜艇的子任务包括以下方面。

- (1) 潜艇失事推断及失事信息推测。
- (2) 对失事潜艇进行搜索定位。
- (3) 拟定援救方案。
- (4) 救生船锚泊或动力定位。
- (5) 为潜艇艇员创造生存和生活条件。主要包括为潜艇舱室通风换气，提供高压气和失事照明，为潜艇输送食品、装具、再生药板及工具等。
- (6) 协助艇员离艇脱险。
- (7) 利用救生钟、救生艇等救生装备援救艇员脱险。
- (8) 为潜艇吹除主水柜，使潜艇浮出水面。

1.2.4 海洋环境影响海上救捞能力的发挥

由上可见，海上救捞的对象众多、装备多样。由于人员、装备海上遇险的突发性，海洋环境的普遍性、复杂性，所以海上救捞通常是在复杂、甚至恶劣的海洋环境条件下进行的，使得海上救捞对象与救捞装备都受到海洋环境的严重影响。如：

风对海上救捞的两个典型影响，一是风直接作用在飞机和船舶等的水面以上部分，对飞机和船舶等的定位、航行、姿态等产生影响，进而影响海上救捞人员的作业能力。二是风通过产生浪而对船舶等产生影响，这种影响甚至比其自身产生的影响还要大，强烈的大风会产生狂涛巨浪，使船舶产生剧烈的横摇和纵摇，使船舶失稳并发生漂移等。

海浪对海上救捞的影响也是多方面的，如对救捞船定位、潜艇失事浮标漂浮、救捞装备布放、水面脱险艇员生存等产生较大影响。

海流也对海上救捞产生广泛影响，如对救捞船定位、潜艇失事浮标漂浮、水面遇险人员漂流、打捞浮筒的水下布放、救生钟水下对接等产生较大影响。

海水温度对脱险艇员和潜水员的生存能力产生重大影响，其主要体现在暴露在寒冷海水中的艇员和潜水员会导致体温过低，即异常低于人体正常体温，从而直接影响到艇员和潜水员的生命安全。

潮汐、海冰、海洋上的雾及能见度、海底底质、海洋水声环境等因素对海上救捞也有相当的影响，如海雾是影响海上作战、训练的重要气象要素之一。当出现海雾时，一切目测通信联络方法，如信号旗、信号灯等都不能使用；不能用天文、地文方法测定舰位，航标灯失去作用。因此，船舶航行十分困难，雾中航行极易产生互撞、触礁。海雾对海上救捞的最大影响是严重妨碍了水面失事船舶和落水人员的搜索工作。

由于海上救捞是一项突发性强、时间紧、强度大、风险高、技术复杂的综合性海上活动，海洋环境产生的影响和作用的高度复杂的，海上救捞的有效程度受到海洋环境的严重影响和制约，从而对海上救捞方案设计和指挥决策提出了很高要求。若海上救捞方案或决策发生失误，轻则延误援救时机，造成不必要的损失，重则可能造成海上救捞失败、人员牺牲、装备损失。目前，提高海上救捞工程技术人员和指挥员关于海洋环境对海上救捞的影响规律的认识和应用水平，是摆在我国海上救捞领域的重要问题，也是制约我国海上救捞事业发展的瓶颈之一。