

军队“2110工程”

“军事海洋学”重点建设学科教材

海军武器装备与

海战场环境概论

中册

中国船舶重工集团公司

编著



海军出版社

责任编辑：王 溪
封面设计：徐 蓓



HAIJUN WUQI ZHUANGBEI YU

HAIZHANCHANG HUANJING GAILUN

海军武器装备与海战场 环境概论

中 册

中国船舶重工集团公司 编著

海军出版社

2007年·北京

目 次

第一篇 绪 论

第0章 绪论	(3)
0.1 海军武器装备与海战场环境的相关性	(3)
0.2 海洋环境对海军装备性能的影响分析	(4)
0.2.1 概述	(4)
0.2.2 海战场环境对海军武器装备性能的影响	(4)
0.2.2.1 海洋环境对舰船水面航行的影响	(5)
0.2.2.2 海洋环境对潜艇水下航行的影响	(5)
0.2.2.3 海洋环境对雷达探测与无线传输的影响	(5)
0.2.2.4 海洋环境对导航的影响	(6)
0.2.2.5 海洋环境对水声探测与传输的影响	(6)
0.2.2.6 海洋环境对鱼雷与水下导航定位的影响	(6)
0.2.2.7 海洋环境对水雷的影响	(6)
0.2.2.8 海洋环境对导弹空中飞行的影响	(7)
0.2.2.9 海洋环境对红外、激光等光电设备的影响	(7)
0.2.2.10 海洋环境对材料腐蚀与生物污损的影响	(7)
0.2.3 海军武器装备受海洋环境影响概要分析	(7)
0.2.3.1 海洋环境对雷达探测与无线传输影响的情况分析	(7)
0.2.3.2 海洋环境影响对声呐探测和水声传输情况分析	(8)
0.2.3.3 舰艇尾迹物理特性与海洋环境相互影响情况分析	(9)
0.3 海战场环境信息感知和数据获取	(10)
0.3.1 概述	(10)
0.3.2 海洋作战和海军武器装备对海洋信息感知的需求和途径	(10)
0.3.2.1 水面平台对目标的探测	(10)
0.3.2.2 水下平台对目标的探测	(11)
0.3.2.3 空中平台和卫星对目标的探测	(11)
0.3.2.4 陆基和海基军民兼用的海洋探测装置	(11)

0.3.3 海洋环境信息网络建设和数据共享	(12)
0.4 措施建议	(12)

第二篇 海战场环境

第1章 海洋风浪流动力场	(17)
1.1 海洋风浪流环境	(17)
1.1.1 风	(17)
1.1.2 海浪	(19)
1.1.3 海流	(19)
1.1.4 海洋风浪流的数学描述	(20)
1.1.4.1 风速随高度和时距的变化,阵风谱和长期分布	(20)
1.1.4.2 规则波,海浪的随机模式、统计特性和海浪谱式	(21)
1.1.4.3 风海流的估算和海流随深度的变化	(32)
1.1.5 中国近海风和浪分布概况	(33)
1.1.5.1 我国近海的主要风系与波浪	(33)
1.1.5.2 风和浪要素的统计资料	(34)
1.2 水面舰船在波浪中的增阻和失速	(36)
1.2.1 概述	(36)
1.2.2 船舶在波浪中阻力增加的理论预报	(37)
1.2.3 规则波中阻力增加试验	(37)
1.2.4 不规则波中的阻力增值	(38)
1.2.5 船舶在波浪中失速的预报	(38)
1.3 水面舰船风浪中操纵性	(39)
1.3.1 概述	(39)
1.3.2 静水操纵性能	(39)
1.3.2.1 操纵性衡准	(39)
1.3.2.2 诸因素对水面舰船操纵性的影响	(44)
1.3.2.3 实船与船模操纵性相关	(46)
1.3.3 水面舰船风浪中操纵特性	(46)
1.3.3.1 风浪中操纵特性	(46)
1.3.3.2 风浪中操纵可控区计算	(49)
1.3.3.3 风浪中操纵横甩	(50)
1.3.4 大风浪中舰船操纵措施	(52)
1.3.4.1 滞航	(53)

1.3.4.2	顺航	(53)
1.3.4.3	漂滞	(53)
1.3.4.4	大风浪中掉头	(53)
1.3.5	风浪中操纵性预报方法	(53)
1.3.5.1	坐标系	(54)
1.3.5.2	运动方程	(54)
1.3.5.3	与操纵运动有关的船体、桨、舵水动力的计算表达	(55)
1.3.5.4	与升沉和纵摇有关的船体水动力	(57)
1.3.5.5	与摇荡运动有关的附加质量和阻尼系数	(58)
1.3.5.6	作用在上层建筑的风载荷	(58)
1.3.5.7	波浪力	(59)
1.4	水面舰船在波浪中的耐波性	(60)
1.4.1	耐波性定义	(60)
1.4.2	耐波性重要性	(61)
1.4.3	耐波性指标及衡准	(62)
1.4.4	耐波性的预报方法	(63)
1.4.5	提高耐波性的主要措施	(64)
1.4.6	舰船运动对武器发射及飞机起降的影响	(65)
1.5	水面舰船减摇技术	(66)
1.5.1	概述	(66)
1.5.2	几个基本概念	(67)
1.5.2.1	舰船在波浪中横摇运动的频响特性	(67)
1.5.2.2	减摇装置减摇的力学机理	(68)
1.5.2.3	减摇装置的最大减摇能力——静特征数	(68)
1.5.2.4	减摇装置的减摇效果——减摇百分数	(70)
1.5.3	舳龙骨	(70)
1.5.3.1	简介	(70)
1.5.3.2	舳龙骨减摇的基本原理	(70)
1.5.3.3	舳龙骨产生的稳定力矩的特点	(71)
1.5.3.4	舳龙骨的减摇效果	(72)
1.5.3.5	舳龙骨减摇装置的优缺点	(72)
1.5.4	减摇鳍	(72)
1.5.4.1	简介	(72)
1.5.4.2	减摇原理	(72)
1.5.4.3	减摇鳍产生的稳定力矩与静特征数	(73)

1.5.4.4	鳍转动的控制规律	(74)
1.5.4.5	减摇鳍的减摇效果	(77)
1.5.4.6	减摇鳍的优缺点	(77)
1.5.5	舵减摇	(77)
1.5.5.1	简介	(77)
1.5.5.2	减摇原理	(78)
1.5.5.3	舵产生的稳定力矩与静特征数	(78)
1.5.5.4	转舵的控制规律	(79)
1.5.5.5	舵减摇与减摇鳍之间的区别	(79)
1.5.5.6	应用舵减摇技术所必须具备的条件	(80)
1.5.5.7	舵减摇的减摇效果	(80)
1.5.5.8	舵减摇的优缺点	(80)
1.5.6	被动(或可控被动)式减摇水舱	(81)
1.5.6.1	简介	(81)
1.5.6.2	被动式减摇水舱的工作原理	(82)
1.5.6.3	被动式减摇水舱的静特征数	(82)
1.5.6.4	被动式减摇水舱中水流振荡的固有频率	(83)
1.5.6.5	被动式减摇水舱的阻尼	(84)
1.5.6.6	可控被动式减摇水舱	(85)
1.5.6.7	被动式减摇水舱的减摇效果	(86)
1.5.6.8	被动式减摇水舱的优缺点	(86)
1.6	海洋风浪流环境与水面舰船结构性能	(86)
1.6.1	概述	(86)
1.6.2	海洋风浪流对水面舰艇结构受载的分类及其主要特征	(87)
1.6.2.1	水面舰艇结构受载的类型	(87)
1.6.2.2	波浪载荷的细分及其主要特征	(87)
1.6.2.3	舰艇波浪载荷的随机性	(88)
1.6.2.4	舰艇波浪载荷的线性与非线性	(88)
1.6.2.5	舰艇在风浪流环境下的结果响应存在着流固耦合性	(89)
1.6.3	舰艇的使用寿命	(89)
1.6.3.1	海洋异常波条件下对具体结构的波浪载荷	(89)
1.6.3.2	舰艇液舱内的晃荡载荷	(89)
1.6.4	水面舰艇受载引起的危害及其船体损坏的模式	(89)
1.6.4.1	轻度的危害	(90)
1.6.4.2	严重的危害	(90)

1.6.5	水面舰艇在风浪流环境中使用的对策	(91)
1.6.5.1	被动性对策	(91)
1.6.5.2	主动性对策	(91)
1.7	海洋内部环境	(92)
1.7.1	海洋分层与海洋内部环境简介	(92)
1.7.1.1	海洋分层	(92)
1.7.1.2	海洋内波环境	(94)
1.7.2	海底地形地貌环境简介	(96)
1.7.2.1	海底的深度	(96)
1.7.2.2	海洋的地形地貌	(96)
1.7.2.3	四大洋的海底地貌典型特征	(97)
1.8	潜艇近水面航行性能	(98)
1.8.1	概述	(98)
1.8.2	潜艇近水面航行特点	(99)
1.8.2.1	近水面潜艇的动态“机动性”	(99)
1.8.2.2	近水面航行潜艇波频运动	(99)
1.8.2.3	近水面航行潜艇受“吸力”作用引起的非线性运动响应	(100)
1.8.2.4	波浪中近水面航行潜艇垂直面运动稳定性	(104)
1.8.3	潜艇近水面航行运动响应的影响因素	(107)
1.8.3.1	初始潜深的影响	(107)
1.8.3.2	航速影响	(107)
1.8.3.3	相对浪向角的影响	(109)
1.8.3.4	海浪浪级的影响	(109)
1.8.4	潜体近水面运动非线性响应区域的计算与试验验证	(109)
1.8.5	潜艇近水面航行与武器发射	(111)
1.8.5.1	艇体运动对发射武器影响的分析	(111)
1.8.5.2	潜射武器发射成功离艇评估	(112)
1.8.5.3	近水面航行潜艇的运动控制技术	(114)
1.9	潜艇近海底航行特点	(116)
1.9.1	概述	(116)
1.9.2	近海底航行潜艇的运动控制策略	(117)
1.10	海洋内波环境与潜艇	(117)
1.10.1	概述	(117)
1.10.2	内波对潜艇航行性能的影响	(118)
1.10.3	内波对潜艇隐身性能的影响	(118)

1.10.4	内波对潜艇的威慑力的影响	(119)
1.10.5	内波对潜艇安全性的影响及其相关生命力评估	(119)
1.11	海洋环境与潜艇结构性能	(120)
1.11.1	概述	(120)
1.11.2	海水压力对潜艇外载荷作用	(121)
1.11.2.1	均布压力 p_0	(122)
1.11.2.2	三角形分布压力 p_1	(123)
1.11.3	海洋腐蚀环境对潜艇结构性能的影响	(124)
1.11.4	潜艇在长期海洋环境使用中的疲劳损伤	(125)
1.11.5	海洋环境对潜艇结构安全监测的影响	(126)
1.11.5.1	海水环境对粘贴在潜艇耐压艇体上应变片的影响	(126)
1.11.5.2	海水温度变化对应变测量的影响	(127)
1.11.5.3	消除海洋环境干扰的措施	(127)
1.12	海洋环境与潜艇的尾迹	(128)
1.12.1	概述	(128)
1.12.2	潜艇尾迹场的生成与分类	(128)
1.12.2.1	伯努利水丘	(129)
1.12.2.2	开尔文尾迹	(129)
1.12.2.3	漩涡尾迹	(130)
1.12.2.4	内波尾迹	(130)
1.12.2.5	其他尾迹	(131)
1.12.3	潜艇尾迹特征识别与反探测技术	(132)
1.12.3.1	潜艇尾迹特征识别	(132)
1.12.3.2	潜艇尾迹的反探测	(133)
第2章	海面海空电磁效应场	(138)
2.1	概述	(138)
2.1.1	第二次世界大战前	(138)
2.1.2	第二次世界大战后的25年	(139)
2.1.3	最近30年	(140)
2.1.4	我国电磁环境效应的发展	(141)
2.2	海军武器装备与海战场电磁环境概况	(142)
2.2.1	海军武器装备的电磁环境效应	(142)
2.2.1.1	电磁环境效应的定义	(142)
2.2.1.2	电磁环境效应的特点	(142)
2.2.1.3	电磁环境效应所研究的内容	(143)

2.2.2	电磁环境效应的种类	(146)
2.2.3	电磁干扰源的分类	(147)
2.2.3.1	电磁干扰源的分类法	(147)
2.2.3.2	自然电磁干扰源	(147)
2.2.3.3	人为干扰源	(148)
2.2.4	电磁环境效应对海军武器装备系统效能的影响	(158)
2.2.5	电磁环境效应与海战场自然环境	(159)
2.3	海战场电磁环境与海军武器装备的相关性研究	(159)
2.3.1	海战场的电磁环境	(159)
2.3.1.1	舰船平台内的电磁环境	(159)
2.3.1.2	现代海战场的电磁环境	(161)
2.3.2	海军武器装备的电磁环境效应	(177)
2.3.2.1	电磁环境效应对海军武器装备的影响	(178)
2.3.2.2	海军武器装备系统和设备的敏感性现象	(179)
2.3.2.3	电磁辐射对人员、燃油和军械的危害	(189)
2.3.2.4	雷电效应	(200)
2.3.2.5	核电磁脉冲的效应	(204)
2.3.2.6	ESD 的危害	(207)
2.3.3	海战场电磁环境效应的预测、分析和评估	(209)
2.3.3.1	舰船电磁环境效应的预测、分析和评估	(209)
2.3.3.2	干扰预测方程	(211)
2.3.3.3	数学模型	(211)
2.3.3.4	电磁干扰预测的基本方法与范围	(213)
2.3.3.5	干扰预测程序(IPP-1)	(216)
2.3.3.6	系统电磁兼容性分析程序(SEMCAP)	(217)
2.3.3.7	系统内电磁兼容性分析程序(IEMCAP)	(218)
2.3.3.8	系统间电磁干扰预测分析程序	(222)
2.3.3.9	电磁环境的干扰预测模型	(223)
2.3.4	基本电磁环境效应控制技术	(225)
2.3.4.1	概述	(225)
2.3.4.2	屏蔽	(225)
2.3.4.3	接地与浮置	(232)
2.3.4.4	滤波	(234)
2.3.4.5	一些专门的防护措施	(236)
2.3.5	电磁频谱及使用	(239)

2.3.5.1	电磁频谱	(239)
2.3.5.2	电磁频谱的划分	(240)
2.3.5.3	电磁频谱的分配	(241)
2.3.5.4	频谱管理	(241)
2.3.5.5	电磁频谱的使用现状	(242)
2.3.5.6	目前使用电磁频谱存在的问题	(243)
2.3.5.7	针对频谱使用问题的对策	(245)
2.3.6	电磁环境效应的测试和标准	(255)
2.3.6.1	电磁环境效应的测试	(255)
2.3.6.2	电磁环境效应的国军标简介	(258)
2.4	海军武器装备受电磁环境效应影响的个例分析	(260)
2.4.1	舰载卫星通信受电磁环境干扰的分析	(260)
2.4.2	计算机电磁环境效应的分析	(260)
2.4.2.1	计算机电磁环境效应综述	(261)
2.4.2.2	计算机电源系统的电磁环境效应问题	(264)
2.4.2.3	静电对计算机的危害及防护	(267)
2.4.2.4	计算机的电磁信息泄漏	(267)
2.5	海战场电磁环境效应技术的未来发展	(271)
2.5.1	21世纪海军电子装置的变化对电磁环境效应的影响	(271)
2.5.2	电磁环境效应技术的发展趋势	(272)
2.5.2.1	舰船综合化甲板面的设计	(272)
2.5.2.2	数字化电磁环境效应设计	(276)
2.5.2.3	民品军用是未来海战场电磁环境效应控制技术的重要任务	(276)
2.5.2.4	标准规范更加适用于未来海军装备和海战	(277)
第3章	海洋环境物理场	(278)
3.1	概述	(278)
3.1.1	噪声场	(278)
3.1.2	磁场	(278)
3.1.3	水压场	(279)
3.1.4	电场	(279)
3.1.5	舰艇尾流场	(279)
3.1.6	海洋混响场	(279)
3.1.7	其他物理场	(279)
3.1.8	海域自然环境	(280)
3.2	海洋环境噪声场	(280)

3.2.1	水动力噪声	(280)
3.2.1.1	潮汐噪声	(280)
3.2.1.2	海洋湍流	(280)
3.2.1.3	海面波浪	(281)
3.2.2	雨噪声	(282)
3.2.3	热噪声	(283)
3.2.4	生物噪声	(283)
3.2.4.1	鱼类噪声	(284)
3.2.4.2	鲸类噪声	(284)
3.2.4.3	甲壳类噪声	(285)
3.2.5	地震噪声	(285)
3.2.6	工业噪声	(285)
3.2.6.1	航运噪声	(286)
3.2.6.2	工业设备噪声	(286)
3.2.7	冰面下噪声	(286)
3.2.8	爆炸声	(287)
3.2.8.1	冲击波的压力峰值	(288)
3.2.8.2	激波衰减时间	(288)
3.2.8.3	气泡脉冲	(288)
3.2.9	噪声与海洋深度的关系	(289)
3.2.10	噪声源的指向性	(289)
3.2.11	浅海环境噪声	(290)
3.3	地球磁场及海洋环境磁场	(291)
3.3.1	地磁场的构成	(292)
3.3.2	地磁要素	(293)
3.3.2.1	垂直坐标系(X, Y, Z)	(294)
3.3.2.2	柱坐标系(H, D, Z)	(294)
3.3.2.3	球坐标系(B_r, I, D)	(294)
3.3.3	地磁图	(295)
3.3.3.1	世界地磁图	(295)
3.3.3.2	中国地磁图	(298)
3.3.4	变化磁场	(301)
3.3.4.1	变化磁场的分类	(301)
3.3.4.2	地磁指数和国际地磁静扰日	(304)
3.3.4.3	磁暴	(305)

3.3.5	电磁感应和电导率异常	(309)
3.3.5.1	海水中感应的电磁场	(310)
3.3.5.2	由于海水在地磁场中运动所感应的电磁场	(310)
3.3.5.3	海陆交界处的地磁异常	(311)
3.3.6	地震引起的磁场	(313)
3.3.6.1	震磁现象	(313)
3.4	海洋环境水压场	(314)
3.4.1	进行波水压场	(314)
3.4.1.1	基本方程和边界条件	(314)
3.4.1.2	平面波一般解	(315)
3.4.1.3	进行波的特性	(316)
3.4.2	海浪水压场	(319)
3.4.2.1	海浪基本要素及其统计表示法	(320)
3.4.2.2	风浪、涌浪和近岸浪	(321)
3.4.2.3	海浪谱	(326)
3.4.2.4	海浪水压场计算	(329)
3.4.2.5	根据海面波浪数据预测海底水压场特性	(330)
3.4.2.6	海浪水压场的特点	(331)
3.4.2.7	我国近海海浪概况	(335)
3.4.3	潮汐水压场	(337)
3.4.3.1	海洋潮汐的起因	(337)
3.4.3.2	潮汐基本要素	(337)
3.4.3.3	潮汐类型	(337)
3.4.3.4	潮汐水位变化的一般表达式	(338)
3.4.3.5	潮汐水压场的特点	(339)
3.4.3.6	河口潮汐	(340)
3.4.3.7	我国近海潮汐和世界潮汐概况	(342)
3.4.4	水流水压场	(344)
3.4.5	其他自然因素产生的海洋环境水压场简介	(346)
3.4.5.1	风暴潮	(346)
3.4.5.2	地震海啸	(347)
3.4.5.3	海震	(348)
3.4.5.4	内波	(348)
3.4.5.5	大气压力变化	(349)
3.5	海洋环境中的自然电场	(350)

3.6 舰艇尾流场	(355)
3.6.1 尾流几何特性	(357)
3.6.1.1 气泡群的外形结构	(357)
3.6.1.2 尾流的深度	(358)
3.6.1.3 尾流深度 h_w 沿其长度方向的变化	(360)
3.6.1.4 尾流的宽度 w	(360)
3.6.1.5 气泡尾流的横截面分布	(361)
3.6.2 尾流中气泡运动规律	(361)
3.6.2.1 远程尾流区中气泡浮升速度	(362)
3.6.2.2 由气泡动力学推导气泡在水中的升浮速度	(363)
3.6.2.3 气泡尺度的变化规律	(363)
3.6.2.4 尾流气泡分布和数密度变化规律	(364)
3.6.3 尾流物理场特性	(371)
3.6.3.1 尾流声学特性	(371)
3.6.3.2 尾流光学特性	(374)
3.6.3.3 尾流热特性	(378)
3.6.3.4 尾流磁特性	(379)
3.6.3.5 尾流电场特性	(381)
3.6.3.6 尾流重力场和射线场特性	(381)
3.7 海洋混响	(381)
3.7.1 海洋混响的种类	(382)
3.7.2 混响理论概述	(383)
3.7.2.1 体积混响	(384)
3.7.2.2 界面混响的理论基础与信混比	(389)
3.7.3 混响的特征	(394)
3.7.4 混响预报举例	(396)
第4章 材料在海洋环境中的腐蚀污损与防护	(400)
4.1 概述	(400)
4.2 海洋腐蚀环境分类及特性	(401)
4.2.1 海洋大气区	(402)
4.2.2 海水飞溅区	(402)
4.2.3 海水潮差区	(402)
4.2.4 海水全浸区	(403)
4.2.5 海泥区	(404)
4.3 海军武器装备的腐蚀	(404)

4.3.1	水面舰船	(404)
4.3.1.1	钢船结构腐蚀	(405)
4.3.1.2	铝船结构腐蚀	(405)
4.3.2	潜艇	(407)
4.3.3	舰载飞机、鱼雷、水雷	(409)
4.3.3.1	舰载飞机	(409)
4.3.3.2	鱼雷	(410)
4.3.3.3	水雷	(410)
4.3.4	典型案例	(411)
4.3.4.1	船体结构遭海洋环境腐蚀而直接影响海战的案例	(411)
4.3.4.2	海洋生物的附着及堵塞管道对舰船作战性能的影响案例	(411)
4.3.4.3	舰船在造、修、停泊和使用中杂散电流腐蚀案例	(411)
4.4	海军武器装备的腐蚀防护	(412)
4.4.1	腐蚀防护的作用	(412)
4.4.1.1	延长海军武器装备服役寿命	(412)
4.4.1.2	提高海军武器装备的可靠性和安全性	(413)
4.4.1.3	发挥海军武器装备作战效能	(413)
4.4.2	腐蚀防护技术的分类及选用原则	(413)
4.4.2.1	腐蚀防护技术的分类	(413)
4.4.2.2	腐蚀防护技术的选用原则	(414)
4.5	海军武器装备材料环境适应性研究未来发展趋势	(415)
4.5.1	特定海洋环境腐蚀与防护研究	(415)
4.5.2	舰船关键部位、构件腐蚀防护检测及预测技术	(415)
4.5.3	材料及构件模拟加速腐蚀试验技术	(416)
4.5.4	海军武器装备运行期腐蚀防护数据收集及失效分析技术	(416)
4.5.5	材料室内外腐蚀试验结果相关性研究	(416)

第三篇 海军武器装备与海战场环境相关性研究

第5章	舰船机电设备	(421)
5.1	概述	(421)
5.1.1	海军舰船机电设备所处的海战场环境	(421)
5.1.2	海场环境对舰船机电设备的影响	(422)
5.1.3	我国舰船环境科研工作的发展历史	(422)
5.1.3.1	起步阶段	(422)

5.1.3.2	恢复发展阶段	(422)
5.1.4	国外舰船环境试验的发展情况及其发展趋势	(425)
5.2	舰船机电设备与海战场环境概况	(428)
5.2.1	舰船机电设备的作用	(428)
5.2.2	舰船机电设备的种类	(428)
5.2.3	舰船机电设备的特点	(429)
5.2.4	舰船平台环境分类及技术内涵	(429)
5.2.4.1	舰船平台环境分类	(429)
5.2.4.2	舰船平台环境技术内涵	(429)
5.2.5	舰船平台环境数据与数据分析技术	(430)
5.2.5.1	舰船设备环境数据采集与测量技术	(431)
5.2.5.2	舰船设备环境数据处理技术	(437)
5.2.5.3	舰船设备环境数据应用技术	(443)
5.2.6	设备环境适应性设计技术	(443)
5.2.6.1	高温环境适应性设计	(443)
5.2.6.2	潮湿与霉菌环境适应性设计	(445)
5.2.6.3	盐雾环境适应性设计	(445)
5.2.6.4	机械环境适应性设计技术	(446)
5.2.6.5	电磁环境适应性设计	(446)
5.2.7	舰船设备实验室环境试验与评价技术	(447)
5.3	海战场环境与舰船设备的相关性研究	(448)
5.3.1	高温	(449)
5.3.2	低温	(450)
5.3.3	高温高湿	(451)
5.3.3.1	湿度的影响	(452)
5.3.3.2	湿度对设备的效应	(453)
5.3.4	太阳辐射	(453)
5.3.4.1	太阳辐射的影响	(454)
5.3.4.2	太阳辐射对设备的效应	(454)
5.3.5	淋雨	(455)
5.3.5.1	淋雨的影响	(455)
5.3.5.2	淋雨对设备的效应	(456)
5.3.6	风	(456)
5.3.7	沙尘	(456)
5.3.7.1	沙尘的影响	(457)

5.3.7.2	沙尘对设备的效应	(457)
5.3.8	盐雾	(458)
5.3.8.1	盐雾的影响	(458)
5.3.8.2	盐雾对设备的效应	(458)
5.3.9	霉菌	(458)
5.3.9.1	霉菌的影响	(458)
5.3.9.2	霉菌对设备的效应	(459)
5.3.10	油雾	(459)
5.3.10.1	油雾的影响	(459)
5.3.10.2	油雾对设备的效应	(460)
5.3.11	振动	(460)
5.3.11.1	振动的影响	(461)
5.3.11.2	振动对设备的效应	(462)
5.3.12	冲击	(463)
5.3.12.1	冲击的影响	(466)
5.3.12.2	冲击对设备的效应	(466)
5.3.13	碰撞(颠簸)	(466)
5.3.14	倾斜和摇摆	(467)
5.3.15	噪声	(468)
5.3.16	海战场的电磁干扰	(469)
5.3.16.1	海战场电磁干扰对舰船机电设备的影响	(470)
5.3.16.2	电磁干扰对设备的效应	(470)
5.4	海军武器装备受海洋环境影响个例分析	(471)
5.4.1	海洋高温、高湿、盐雾、霉菌环境的影响个例分析	(471)
5.4.1.1	某型导弹快艇在高温季节总达不到最高航速	(471)
5.4.1.2	某导弹快艇无法启动	(471)
5.4.1.3	其他	(471)
5.4.2	水下爆炸冲击环境的影响个案分析	(472)
5.4.2.1	某导弹快艇水下爆炸试验的冲击环境对舰艇设备的影响分析	(472)
5.4.2.2	某型扫雷艇遭受水雷爆炸冲击对艇体及其设备的影响分析	(476)
5.4.3	LM2500 燃气轮机机组强碰撞冲击试验	(477)
5.4.3.1	概述	(477)
5.4.3.2	机组介绍	(477)
5.4.3.3	浮动冲击平台和试验概况	(477)
5.4.3.4	试验结果和讨论	(477)