

交通职业教育教学指导委员会推荐教材

航海气象与海洋学

主编 杨亚新

主审 朱谦阳

HANGHAI QIXIANG YU HAIYANGXUE



大连海事大学出版社

交通职业教育教学指导委员会推荐教材

航海气象与海洋学

主编 杨亚新

主审 朱谦阳

大连海事大学出版社

©杨亚新 2006

内容简介

本书是高职高专航海类专业“十一五”规划系列教材之一。本书根据中华人民共和国海事局 2006 年 2 月 1 日颁布实施的《海船船员适任考试大纲》和部颁课程教学大纲的要求以及本学科的最新发展而编写的。全书共分 12 章,内容涉及海洋水文气象要素及其测报,海上风暴天气系统的天气与海况特征及活动规律,气象传真图与海上气象报告的识读与应用,海上天气预报,海浪、海流、海冰等海洋学知识以及船舶气象导航等。

本书内容符合中华人民共和国海事局和 STCW 78/95 公约对各类海船船员在气象学与海洋学两方面的基本要求。本书既可作为高等职业院校航海技术专业学生的教材,也可作为不同航区海船船长/大副或二/三副的考证培训教材和成人高等教育教材,还可作为海船驾驶人员或与航海工作相关人员的技术参考书。

图书在版编目(CIP)数据

航海气象与海洋学 / 杨亚新主编. —大连:大连海事大学出版社, 2006. 12
ISBN 7-5632-2027-5

I. 航… II. 杨… III. 航海气象学 IV. P732

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 161276 号

大连海事大学出版社出版

地址:大连市凌海路 1 号 邮政编码:116026 电话:0411-84728394 传真:0411-84727996

<http://www.dmupress.com> E-mail: cbs@dmupress.com

大连金华光彩色印刷有限公司印装 大连海事大学出版社发行

2006 年 12 月第 1 版 2006 年 12 月第 1 次印刷

幅面尺寸:185 mm × 260 mm 印张:16.875

字数:418 千 印数:1 ~ 3000 册

责任编辑:史洪源 版式设计:海 韵

封面设计:王 艳 责任校对:枫 叶

定价:27.00 元

前 言

高职高专航海类专业“十一五”规划教材(下称“系列教材”)是交通部科教司为了使高职航海类专业人才培养进一步符合《STCW78/95 公约》和我国海事局颁布的《中华人民共和国海船船员适任考试、评估和发证规则》要求而组织编写的。首批系列教材共 22 种(航海技术专业 11 种,轮机工程技术专业 11 种)。编审人员是由交通职业教育教学指导委员会航海类专业指导委员会在全国航海高职院校范围内组织遴选并聘请的专业教师。参加编审的人员普遍具有较丰富的航海高职教学经验与生产实践经历,其中主编和主审均具有副教授以上专业技术职务。

本系列教材依据 2006 年 3 月新版《高职高专院校海洋船舶驾驶(航海技术)专业教学指导方案》和《高职高专院校轮机工程技术教学指导方案》中相应课程大纲编写,适用于三年制高职高专航海技术和轮机工程技术专业学生使用,也可作为上述专业中等职业教育和船员培训教材或教学参考书。

本系列教材具有如下特点:

1. 较好地体现了《STCW78/95 公约》和《中华人民共和国海船船员适任考试、评估和发证规则》,强调知识更新、突出技能,有利于培养适应现代化船舶的航海技术应用性人才。

2. 紧密结合航海类专业人才培养目标和岗位任职条件,及时充实了新颁布的《中华人民共和国海船船员适任考试大纲》(海船员[2005]412 号)内容,有利于增强高职航海类专业毕业生岗位就业能力。

3. 按照《高职高专院校海洋船舶驾驶(航海技术)专业教学指导方案》、《高职高专院校轮机工程技术教学指导方案》设计,使教材理论教学体系与实践教学体系在知识内容与职业技能之间做到相互交融。

4. 把培养合格海员所需的品格素质、知识素质、能力素质和身心素质贯彻教材当中,强化了高职航海类专业学生素质教育力度。

在本系列教材编写、统稿和审校过程中业经多方把关,力求做得更好。恰逢教育部普通高等教育“十一五”国家级规划教材遴选,本系列教材中《船舶操纵》等 12 种教材入选其中。衷心感谢为本系列教材付梓而辛劳的海事局、行业协会、港航企业、航海院校各位专家的帮助和支持。

热切期待教材使用者对本系列教材存在的问题给予指正,欢迎大家积极建言献策,以利交通职业教育教学指导委员会航海类专业指导委员会适时组织人员对本系列教材内容进行修改、调整和充实。

交通职业教育教学指导委员会航海类专业指导委员会

2006 年 12 月

编者的话

《航海气象与海洋学》系交通职业教育教学指导委员会航海类专业指导委员会组织编写的高职高专航海类专业“十一五”规划教材之一。

本书根据中华人民共和国海事局 2006 年 2 月 1 日颁布实施的《海船船员适任考试大纲》和部颁课程教学大纲的要求以及本学科的最新发展而编写的。本书的主要特点体现在：

立足岗位,注重知识的实际应用。本书针对高职高专学生的特点和培养目标,以“必需、够用”为原则,以“职业岗位的需求”为出发点,在考虑全书知识的系统性和各部分内容之间衔接的基础上,更突出了知识的实际应用。删除了以往教材中过时陈旧、实用价值不大的内容;避免了高深的理论和复杂的数学推导,注重概念与结论的讨论、分析与应用;增补了以往教材中反映不够或没有反映而又具有实用价值的内容,如海面风速的计算、海上气象信息的识读与应用、航线天气预报、船舶观测使用的各类云的彩色图片等。

反映学科最新研究成果与动态。本书吸收了气象科学和海洋科学的最新研究成果和编者多年的教学、科研成果,反映了气象科学和海洋科学最新发展动态,如全球热带气旋的分类、命名、发生源地、发生季节、西北太平洋和南海热带气旋的活动规律、现代天气预报技术的发展、船舶海洋水文气象要素的观测与编报等,力求将最新的知识展现给广大读者。

配有丰富的课程教学资源。为提高教学效果,培养学生的实践技能,促进学生自主学习,在编写本书的同时,特地制作了与教材内容配套的多媒体教学课件一套,编写了与教材内容配套的《航海气象与海洋学实习指导书》、《航海气象与海洋学习题集》,同时建立了“航海气象与海洋学”课程教学网站,提供与本课程相关的一切教学资源,以满足学生自主学习的需要。

本书内容符合中华人民共和国海事局和 STCW 78/95 公约对各类海船船员在气象学与海洋学两方面的基本要求。本书既可作为高职高专航海技术专业学生的教材,也可作为不同航区海船船长/大副或二/三副的考证培训教材和成人高等教育教材,还可作为海船驾驶人员或与航海工作有关的人员的技术参考书。教学时可根据不同航区、不同船员职务考试大纲的要求选择教学内容。为帮助学习者复习巩固、加深理解所学知识,每章后面都配备了复习思考题。

本书的第一章第一至第五节和第七至第九节由山东交通学院海运学院王增全编写;第一章第十一节由浙江交通职业技术学院林郁编写;第一章第六和第十节、第二章、第四章、第六章、第九至第十一章及附录由南通航运职业技术学院杨亚新编写;第三章由南通航运职业技术学院朱谦阳和广东交通职业技术学院郭平编写;第五章、第八章由江苏海事职业技术学院王艳玲编写;第七章由广东交通职业技术学院郭平编写;第十二章由南通航运职业技术学院朱谦阳和薛德根编写;全书由杨亚新统稿,朱谦阳主审。

在本书编写过程中,得到了交通职业教育教学指导委员会航海类专业指导委员会和大连

海事大学出版社的大力支持。南通市气象局范德新高级工程师为本书提供了大量的素材。南通航运职业技术学院夏剑东老师参与了本书复习思考题的编写及部分文字的录入、图表的制作。对他们们的热情帮助表示衷心感谢!

由于编者水平有限,书中定有不当或错误之处,热忱欢迎读者批评指正。

编 者

2006年11月

目 录

第一章 海洋水文气象要素及其观测	(1)
第一节 大气与海洋概况	(1)
第二节 气温	(8)
第三节 气压	(12)
第四节 大气湿度	(14)
第五节 风	(17)
第六节 云	(19)
第七节 降水	(23)
第八节 雾	(24)
第九节 能见度	(30)
第十节 海水温度、盐度和密度	(31)
第十一节 船舶海洋水文气象要素观测与编报	(34)
复习思考题	(46)
第二章 天气图基础知识	(49)
第一节 天气图的一般知识	(49)
第二节 地面天气图	(51)
第三节 高空天气图	(58)
第四节 热带流线图	(62)
第五节 气压系统随高度的变化	(64)
复习思考题	(65)
第三章 大气的运动	(67)
第一节 大气的水平运动	(67)
第二节 大气的垂直运动和大气稳定度	(75)
第三节 大气环流	(79)
第四节 季风环流	(85)
第五节 地形的动力作用和地方性风	(88)
复习思考题	(91)
第四章 气团与锋	(93)
第一节 气团	(93)
第二节 锋	(95)
复习思考题	(103)
第五章 气旋与反气旋	(105)
第一节 气旋与反气旋概况	(105)
第二节 温带气旋	(106)

第三节 温带反气旋	(114)
第四节 副热带高压	(118)
复习思考题	(120)
第六章 热带气旋	(122)
第一节 概述	(122)
第二节 热带气旋的生命期、形成与消亡	(128)
第三节 热带气旋的结构与天气	(130)
第四节 热带气旋的移动	(135)
第五节 南海热带气旋	(141)
第六节 热带气旋的测算和避离方法	(143)
复习思考题	(149)
第七章 赤道辐合带、东风波和热带云团	(151)
第一节 赤道辐合带	(151)
第二节 东风波	(153)
第三节 热带云团	(155)
复习思考题	(156)
第八章 中小尺度天气系统	(157)
第一节 雷暴	(157)
第二节 飚线	(159)
第三节 龙卷	(160)
复习思考题	(161)
第九章 海上气象信息	(162)
第一节 气象传真图	(162)
第二节 气象报告	(181)
复习思考题	(200)
第十章 海浪、海流和海冰	(203)
第一节 海浪	(203)
第二节 海流	(213)
第三节 海冰	(222)
复习思考题	(227)
第十一章 海上天气预报	(229)
第一节 概述	(229)
第二节 天气形势的天气学预报方法	(231)
第三节 大风和海雾的预报	(234)
第四节 航线天气预报	(238)
复习思考题	(243)
第十二章 船舶气象导航	(245)
第一节 概述	(245)
第二节 航线选择方法	(246)

第三节 气象导航的基本原理	(248)
第四节 气象导航的一般程序及应用注意事项	(250)
复习思考题	(251)
附录1 等高面地转风速查算表	(252)
附录2 西北太平洋和南海热带气旋命名表	(254)
附录3 云图	(255)
参考文献	(260)

第一章 海洋水文气象要素及其观测

气象要素(Meteorological Elements)是表征一定地点和特定时刻天气状况的大气变量或现象,如气温、气压、湿度、风、云、能见度和天气现象。

海洋水文要素是表征海洋物理状态、物理性质的各项要素,包括海水温度、盐度、密度、水色和透明度,以及海浪、海流、海冰等。

各海洋水文气象要素分别反映大气和海洋状态的各个侧面,这些要素之间相互作用、相互影响,构成了多变的天气与海洋现象,因此它们是航海气象与海洋学的基础知识。

本章将陆续介绍航海常用的部分气象要素与海洋水文要素的基本知识,以及在船舶条件下进行海洋水文气象要素测报的方法和要求。反映海水运动的海浪、海流、海冰等知识将在本书第十章中专门介绍。在讲解海洋水文气象要素之前,我们首先对大气与海洋的基本情况作一简要介绍。

第一节 大气与海洋概况

一、大气概况

1. 大气的成分

环绕地球表面的整个空气层称为大气层,简称为大气(Atmosphere)。大气的总质量为 5.3×10^{21} g,约为地球质量的1%,地球“水圈”质量的1/250。在标准情况下,地面附近干空气密度的数值为 $1.293 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ 。大气是由多种气体混合组成的,此外,还包含一些悬浮的固体和液体杂质。我们通常把大气的组成为三部分。

1) 干洁空气

大气中除了水汽、液体和固体杂质以外的整个混合气体,称为干洁空气。它是组成大气的主要部分。在大气中下层中,其组成的比例几乎不变。各种气体所占体积的百分比见表1-1。

表 1-1 干洁空气中各种气体的体积百分比

主要气体	氮	氧	氩	二氧化碳	氢、氦、氖、氪、氙、臭氧等
百分比(%)	78.09	20.95	0.93	0.03	<0.01

干洁空气按照各成分在大气中的浓度,可分为主要成分和次要成分两部分。主要成分一般是指氮、氧、氩和二氧化碳;次要成分为氢和其他稀有气体。干洁空气按各成分平均停留时间,可分为准定常成分和可变成分两部分。准定常成分主要有氮、氧、氩和微量的惰性气体氦、氖、氪、氙等。可变成分包括二氧化碳、甲烷、氢、臭氧等。

大气中的某些气体含量虽少,但对气候变化影响很大,如二氧化碳,它能吸收和发射长波辐射,对阻止近地层热量的散逸起着一定的作用(即温室效应)。因此,如果大气中的二氧化碳成分增加,近地层的平均温度就会上升,而全球气候的变暖将直接影响到人类的生存环境,

因此对全球气候变化及其可能产生的影响的研究目前成为各国气象工作者重点研究的课题。大气中还有一种气体叫臭氧,它含量极少,主要分布在 10~50 km 高度的平流层大气中,极大值出现在 20~30 km 高度之间。它能强烈吸收紫外线,保护了地球上的生命,同时使平流层大气增温,对平流层的温度场和大气环流起着决定性作用,所以它是大气中最重要的微量成分之一。

2) 水汽

水汽在大气中所占的比例很小,仅占 0.1%~3%,却是大气中最活跃的成分。水汽主要来自海洋表面的蒸发,其次是潮湿陆面的蒸发及植物的蒸腾。它有以下几大特点:①是大气中含量变化最大的气体,随时间、地点、条件的不同有较大的变化;②随高度的增加迅速减少,绝大部分水汽集中于大气低层,5 km 处水汽含量只有近地面的 1/10;③是在常温下唯一能发生相变的气体;④在天气变化中起重要作用。它能成云致雾,造成雷雨大风、低劣能见度。水汽凝结时释放出的潜热是台风等海上风暴系统发展的主要能量来源。可以说,没有水汽,几乎就没有天气现象发生。

通常称不含水汽的空气为干空气(Dry Air),称含有水汽的空气为湿空气(Wet Air)。

3) 大气杂质

大气中悬浮着的许多固体和液体的微粒,如烟粒、尘埃、盐粒、水滴和冰晶等统称为大气杂质,又称大气气溶胶粒子。

杂质多集中在大气的低层,它不仅会使能见度变坏,影响船舶航行,而且是水汽凝结的核心(称为凝结核),对云、雾、雨、雪的形成起着重要的作用。大气杂质还有削弱太阳辐射、阻挡地面辐射、保持地面温度的作用。

2. 大气的垂直结构

大气是地球周围包围着的一层空气,大气密度随着距地面高度的增加呈指数下降,其向星际空间过渡无明确的上界,一般将大气上界定为距地面 1 000 km 处。这也是极光出现的最大高度。

大气在垂直方向很不均匀,不同高度上大气的性质差异很大。世界气象组织(WMO)建议,根据气温和水汽的垂直分布、大气的扰动程度和电离现象等不同特点,统一规定将大气在垂直方向上分为五层,自下而上依次为:对流层、平流层、中间层、热层和散逸层,如图 1-1 所示。

1) 对流层(Troposphere)

对流层是地球大气中最低的一层,集中了整个大气质量的 3/4 和所有的水汽,几乎所有的天气现象都发生在这一层中,它对人类活动有重大影响,因此这一层是气象学研究的重点层次。

(1) 高度

对流层的厚度随季节和地区而变化,在低纬地区平均为 17~18 km,中纬地区平均为 10~12 km,高纬地区平均为 8~9 km。就季节而言,同一地区夏季对流层的厚度大于冬季。

(2) 特征

对流层大气具有以下几个特点:

① 气温随高度的增加而降低

因为地面是对流层大气的主要热源,所以总趋势是气温随高度降低。平均而言,每升高

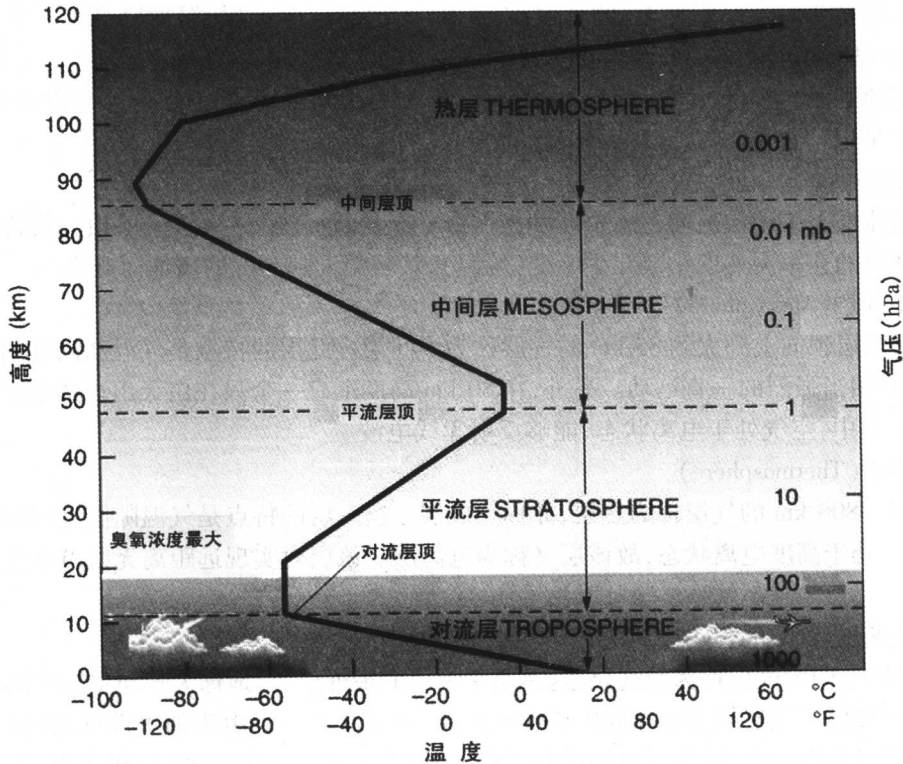


图 1-1 大气的垂直分层

100 m 气温下降 0.65°C 。在一定条件下,有时会出现气温随高度的增加而升高的现象,这种现象称为逆温。气温随高度增加而升高的这一层,称为逆温层。

②空气具有强烈的对流运动

对流层大气温度随高度的降低有利于空气的对流运动。空气中的对流使上下层的空气发生垂直混合,使近地面层的热量、水汽和杂质易于向上输送,这对成云致雨有重要作用。主要的天气现象和过程如寒潮、台风、雷雨、闪电等都发生在这一层。

③温度、湿度等气象要素水平分布不均匀

由于地理纬度的不同,大片陆地和海洋的存在,使各地区空气受热程度及水汽含量都不同,造成空气性质的差异,因此对流层内水平方向上温度、湿度等气象要素分布不均匀。

(3) 分层

根据对流层中大气运动的不同特征,可将其分为摩擦层和自由大气层两个层次。对流层底部贴近地表面的气层中,空气运动受地面摩擦作用的影响显著,称为摩擦层(friction layer),其厚度约为 $1 \sim 1.5 \text{ km}$ 。在摩擦层中,随着高度的增加摩擦作用对空气运动的影响迅速减小。通常,风速随高度的增加而增大,气温在很大程度上受下垫面冷热的影响,两者都有明显的日变化。在摩擦层以上,因距离地表面相当远,摩擦作用很小,通常可以忽略不计。这一层称为自由大气层(free atmosphere)。在自由大气中,由于不受摩擦作用的干扰,大气运动的规律显得比较简单和清楚,尤其是处于对流层中部(500 hPa 等压面上)的气流状况,基本上可以表示整个对流层空气的运动趋势。

2) 平流层(Stratosphere)

平流层位于对流层顶之上,约伸展到 55 km。这一层的下层,温度随高度不变或微有上升,20 km 以上温度随高度的增加显著升高。

在平流层中,空气的垂直运动远比对流层弱,特别是平流层的上半部几乎没有垂直气流,空气以水平运动为主,故此层称为平流层。

平流层中天气晴朗,气流平稳,大气透明度好,适宜飞机飞行。

在对流层与平流层之间有一个厚度为 1~2 km 的过渡层,称为对流层顶。其特点是气温随高度降低的速率突然变小或几乎不变(等温),甚至温度随高度的增加而升高。

3) 中间层(Mesosphere)

自平流层顶向上到大约 85 km 的气层称为中间层。此层的特点是气温随高度的增加而迅速下降,有相当强烈的垂直运动。另外,在 80 km 高度上有一个只在白天出现的电离层称为 D 层。在 D 层中,空气处于电离状态,能够反射无线电波。

4) 热层(Thermosphere)

从 85~800 km 的气层称为热层,亦称热成层。这一层的特点是气温随高度的增加而迅速升高,空气处于高度电离状态,故该层又称为电离层。该层对实现远距离无线电通信具有重要意义。

5) 散逸层(Exosphere)

热层以上的大气层称为散逸层,这是整个大气的最外层,是地球大气与星际空间的过渡区域,故又称外层。该层气温也随高度增加而升高,可达数千度。由于那里温度很高,又远离地面,受地球引力作用很小,空气极其稀薄,因此大气质点可以挣脱地球引力的束缚,不断向星际空间散逸。散逸层由此而得名。

3. 大气状态方程

大气状态方程反映出大气状态变化的基本规律,是气象学中重要的基本方程之一,许多研究都要用到这个方程,对此我们作一简单介绍。

1) 理想气体状态方程

所谓理想气体,一般指不易液化的即符合等温、等容、等压变化规律的气体。普通气体在温度不太低(远离绝对温度零度)、压力不太高时,也可以看成理想气体。

对于理想气体来说,有下式成立:

$$\frac{PV}{T} = \text{常数}$$

式中: P, V, T 分别表示气体压强、体积和气温。对于 1 mol 理想气体来说,这个常数 $= R^* = 8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 。

因此,1 mol 理想气体状态方程可表达为:

$$PV = R^* T \quad (1-1)$$

在式(1-1)两边同除以气体分子量,得到单位质量理想气体状态方程:

$$\frac{PV}{\mu} = \frac{R^*}{\mu} T$$

或

$$P = \frac{\mu}{V} \frac{R^*}{\mu} T = \rho RT \quad (1-2)$$

式中: ρ 为气体密度; R 表示 1 g 气体的常数,称为“比气体常数”。

2) 干空气状态方程

由式(1-2)得到单位质量干空气状态方程:

$$P = \rho_d R_d T \quad (1-3)$$

式中: R_d 为干空气比气体常数, $R_d = R^* / 29 = 0.287 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; ρ_d 为干空气密度。

3) 水汽状态方程

由式(1-2)得到单位质量水汽状态方程:

$$e = a R_a T \quad (1-4)$$

式中: R_a 为水汽比气体常数, $R_a = R^* / 18 = 0.462 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; a 为水汽密度; e 为水汽压。

4) 湿空气状态方程

湿空气是由干空气和水汽组成的。其压强(P)、密度(ρ_w)分别为干空气和水汽压强、密度之和。因此有:

$$P = P_d + e$$
$$\rho_w = \rho_d + \rho_a = \frac{P_d}{R_d T} + \frac{e}{R_a T} = \frac{P - e}{R_d T} + \frac{e}{R_a T} \quad (1-5)$$

因 $R_a = 1.608 R_d$, 代入式(1-5), 则有:

$$\rho_w = \frac{P - e}{R_d T} + \frac{e}{1.608 R_d T} = \frac{P}{R_d T} + \frac{e}{R_d T} \left(\frac{1}{1.608} - 1 \right) = \frac{P}{R_d T (1 + 0.378 \frac{e}{P})} \quad (1-6)$$

由式(1-6)可得:

$$P = \rho_w R_d T (1 + 0.378 \frac{e}{P}) \quad (1-7)$$

式(1-7)就是湿空气状态方程。由式(1-7)可以看出, 当气压和气温相同时, 空气越潮湿(e 越大), 则其密度(ρ_w) 越小; 在气压相同的情况下, 暖湿空气的密度比干冷空气小得多。

实际上, 因为 $\frac{e}{P}$ 很少超过 0.02, 所以, $0.378 \frac{e}{P}$ 的数值很小。如果将其略去, 则湿空气状态方程在形式上与干空气状态方程是相同的。因此空气的状态方程可以统一写成:

$$P = \rho R_d T \quad (1-8)$$

二、海洋概况

1. 地表海陆分布

地球表面总面积约 $5.1 \times 10^8 \text{ km}^2$, 分属于陆地和海洋。如以大地水准面为基准, 陆地面积为 $1.49 \times 10^8 \text{ km}^2$, 占地表总面积的 29.2%。海洋面积为 $3.61 \times 10^8 \text{ km}^2$, 占地表总面积的 70.8%。海陆面积之比为 2.5: 1。可见地表大部分为海水所覆盖。

地球上的海洋是相互连通的, 构成统一的世界大洋; 而陆地是相互分离的, 故没有统一的世界大陆。在地球表面, 是海洋包围、分割陆地, 而不是陆地分割海洋。

地表海陆分布极不平衡。在北半球, 陆地占总面积的 67.5%, 在南半球, 陆地占总面积的 32.5%。北半球海洋和陆地的比例分别为 60.7% 和 39.3%, 南半球海、陆比例分别为 80.9% 和 19.1%。

2. 海洋的划分

地球上互相连通的广阔水域构成统一的世界海洋。根据海洋要素特点及形态特征, 可将其分为主要部分和附属部分。主要部分为洋, 附属部分为海、海湾和海峡(如图 1-2 所示)。

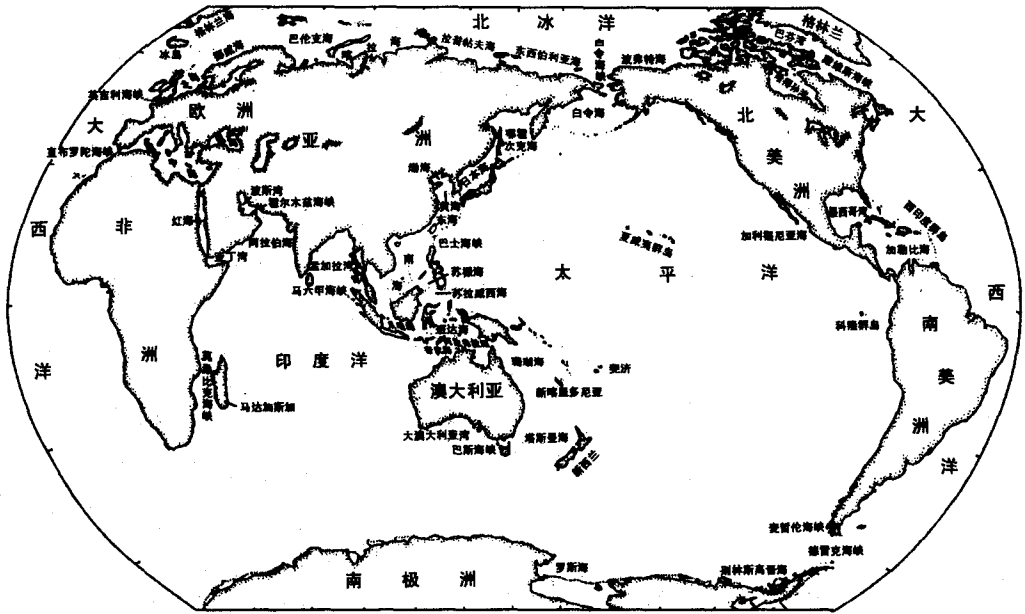


图 1-2 全球海陆分布及海洋的划分

洋或称大洋,是海洋的主体部分,一般远离大陆,面积广阔,约占海洋总面积的 90.3%。其深度深,一般大于 2 000 m。海洋要素如盐度、温度等不受大陆影响。另外,海洋具有独立的潮汐系统和强大的洋流系统。世界海洋通常被分为四大部分,即太平洋、大西洋、印度洋和北冰洋。各大洋的面积、容积和深度见表 1-2。由表 1-2 可见,太平洋是最大、最深的大洋,北冰洋是最小、最浅的大洋。

表 1-2 各大洋的面积、容积和平均深度

名称	面积		容积		深度(m)	
	10 ³ km ²	百分比(%)	10 ³ km ³	百分比(%)	平均	最大
太平洋	165.246	45.8	707.555	51.6	4 282	11 034
大西洋	82.442	22.8	323.613	23.6	3 925	9 219
印度洋	73.443	20.3	291.030	21.3	3 963	7 450
北冰洋	5.035	1.4	10.970	0.8	2 179	5 220

海是海洋的边缘部分,据国际水道测量局的材料,全世界共有 54 个海,其面积只占海洋总面积的 9.7%。海的深度较浅,一般平均深度在 2 000 m 以内。其温度和盐度等海洋水文要素受大陆影响很大,并有明显的季节变化。没有独立的潮汐和海流系统,潮汐多由大洋传入,但潮汐涨落往往比大洋显著,海流有自己的环流形式。

按照海所处的位置可将其分为陆间海、内海和边缘海。陆间海是指位于大陆之间的海,面积和深度都较大,如地中海和加勒比海。内海是深入大陆内部的海,面积较小,其水文特征受周围大陆的强烈影响,如渤海和波罗的海等。边缘海位于大陆边缘,以半岛、岛屿或群岛与大洋分隔,如东海和日本海。

海湾是洋或海延伸进大陆且深度逐渐减少的水域,一般以入口处海角之间的连线或入口

处的等深线作为与洋或海的分界。海湾中的海水可以与毗邻海洋自由沟通,故其海洋状况与邻近海洋很相似,但在海湾中常出现最大潮差,如我国杭州湾潮差可达6~8 m,最大可达12 m之多。需要指出的是,由于历史上形成的习惯叫法,有些海和海湾的名称被混淆了,有的海叫成了湾,如波斯湾、墨西哥湾等;有的湾则被称作海,如阿拉伯海等。

海峡是两端连接海洋的狭窄水道。海峡最主要的特征是流急,特别是潮流速度大。海流有的上下分层流入、流出,如直布罗陀海峡;有的分左右侧流入或流出,如渤海海峡。由于海峡中往往受不同海区水团和环流的影响,故其海洋状况通常比较复杂。

三、大气和海洋污染

1. 大气污染

近百年来由于大工业的兴起,大量的废物和废气被排放到大气中。据测算,每年大约有 2×10^7 t 固体尘埃和一些有害气体,如一氧化碳和二氧化硫等被释放到大气中,通过大气的运动,这些污染物弥漫到整个大气。这种由人类活动使局部甚至全球范围大气成分发生有害于人类和各种生物的变化过程称为大气污染(Atmosphere Pollution)。

日益严重的大气污染在许多国家已成为“公害”,严重地威胁着人们的生活和健康,对周围环境、森林、农作物、建筑物(包括船体)以及动植物的生存等造成不同程度的危害。据估计,城市附近空气中尘埃的含量要比农村高10倍,一氧化碳高30倍,二氧化碳高40~50倍。一些科学家指出,大气污染,特别是大气中二氧化碳含量的累积,将会使地球变暖并引起全球天气和气候的异常变化,导致极冰覆盖融化、海面上升,一些港口将被淹没。人们还发现在南、北极上空,由于大气污染,臭氧层已出现空洞。因此,保护大气环境,防止和控制大气污染已经日益引起人们的高度警觉和重视。

大气污染物种类很多,目前尚无确切的统计,对人类危害较大已被人们注意的有100余种,其中影响范围广、危害较大的,除粉尘外,还有二氧化碳、一氧化碳,一氧化氮、硫化氢、碳氢化合物和氨等。例如,在臭氧的作用下,二氧化硫能引起有害的酸雨,而氮的氧化物和碳氢化合物经太阳紫外线照射能产生毒性很大的光化学烟雾。

为了提高市民的生活质量,目前我国许多城市已开展大气质量监测报告和治理工作,并通过电视台、电台、报纸等每天定时向社会发布空气污染指数、空气质量等级和首要污染物种类(通常有总悬浮颗粒、二氧化硫和氮氧化物等)。上海市气象局1998年率先设立了城市环境研究中心,已推出“人体舒适度”、“污染气象条件”等预报。今后,他们还将对“健康与气象”、“花粉指数”、“空气细菌含量”等课题进行研究。

2. 海洋污染

人类自从开发利用海洋资源以来,由于片面地追求使用环境而不注意保护,致使海洋环境日益恶化,海洋生态平衡受到破坏;反过来又危及人类的生存,迫使人类重视海洋环境的保护。

海洋污染的途径很多,主要是降水和江河径流、大气环流、水流、涨落潮给海洋带来大量的污染物;其次是管道污水污染、海上采矿以及海上运输排污。海洋中的污染物大部分是由江河从大陆腹地携带而来的。

船舶营运过程中,海水冷却内燃机、蒸汽机,冷冻机的压缩机排出的废水,都会对海洋造成油污染和热污染;清洗甲板、机舱的废水也会携带大量石油、去污剂、化学剂污染海洋环境;压载水排放,船员旅客及运输的动物卫生用水以及船舶发动机排放的烟尘溶解于海水,都可以造成污染。石油及其制品运输污染海洋包括营运和海运两方面。研究人员对船舶污染海洋环境

进行的调查表明,石油的排放量是惊人的。此外,还有散装运输有害液体排放对海洋环境的污染、煤炭及矿砂粉尘污染、垃圾污染等。海洋污染具有污染源广、持续性强、扩散范围广等特点,其危害甚大。因此,保护海洋环境已经成为现代人类亟待解决的重要课题,受到各国政府的普遍关注。为了保护海洋环境清洁,早在1954年就在伦敦召开了33个国家参加的国际会议,并制定了国际公约。1962、1969、1971年进行了三次修订。1973年又在伦敦召开了国际会议,会上讨论并通过了防止船舶污染海洋的国际公约。公约由2项条款、2份协议书和5份附件组成。现在无论在何处,凡是对1973年公约的任何破坏行为都将按照船旗国的法令来惩处,对这种情况的制裁是相当严格的。

第二节 气温

一、气温的定义和单位

气温(Air Temperature)是用来表示空气冷热程度的物理量。气象上所说的气温是百叶箱中离地面约1.5 m高处的温度。

温度的单位各国还不统一。我国和世界大多数国家采用摄氏温标,单位是摄氏度(°C),少数国家采用华氏温标,单位是华氏度(°F)。在理论计算中常采用绝对温标,单位是开(K)。各种温标的基点和换算关系见表1-3。

表1-3 各种温标的基点和换算关系

温标	冰点	沸点	基点间隔	换算关系
摄氏温标	0	100	100	$t = \frac{5}{9}(t_h - 32)$
华氏温标	32	212	180	$t_h = \frac{9}{5}t + 32$
绝对温标	273	373	100	$T = t + 273$

注: t 为摄氏温度(°C); t_h 为华氏温度(°F); T 为绝对温度(K)。

二、气温随高度的变化

大气温度随高度的变化率称为温度直减率,通常用 γ 表示。

若 Z_1 高度上的气温为 T_1 、 Z_2 高度上的气温为 T_2 ,如图1-3所示,则 Z_1 与 Z_2 之间气层的温度直减率为:

$$\gamma = -\frac{T_2 - T_1}{Z_2 - Z_1} = -\frac{\Delta T}{\Delta Z} \quad (1-9)$$

由式(1-9)可见,当气温随高度的增加而降低时, $\gamma > 0$; 当气温不随高度变化时, $\gamma = 0$; 当气温随高度的增加而升高时(逆温层中), $\gamma < 0$,如图1-3所示。图中 γ 曲线称为层结曲线。

γ 值随时间、空间而变化,即不同时间、不同地点、不同层次的 γ 值是不等的。对流层中的 γ 一般是大于零,也可小于零,等于零,其平均值为 $0.65^\circ\text{C}/100\text{ m}$ 。

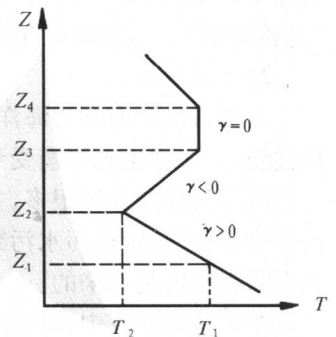


图1-3 层结曲线