



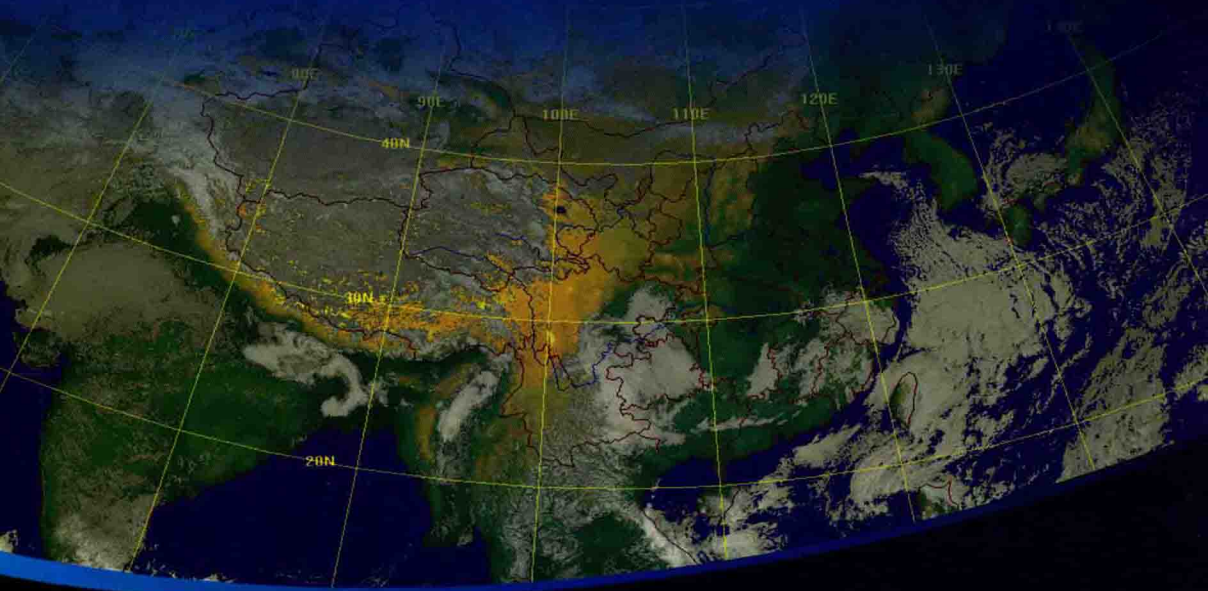
国家骨干高职院校建设教材

航海气象与海洋学

(航海技术专业)

主编 杨亚新

主审 刘大刚



大连海事大学出版社



国家骨干高职院校建设教材

南通航运职业技术学院

航海气象与海洋学

主任：杨承祥 (航海技术专业)

副主任：杨兆斌

主编 杨亚新

主审 刘大刚

委员：沈苏海

委员：吴少军 冯国杰 孙自力 蔡厚平

马齐



大连海事大学出版社

©杨亚新 2013

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, 2013.5(2013.7重印)
国家骨干高职院校建设教材. 航海技术专业
ISBN 978-7-5632-2861-4

I. ①航… II. ①杨… III. ①航海学—气象学—高等职业教育—教材②海洋学—高等职业教育—教材 IV. ①U675.12②P7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 095859 号

出版人: 徐华东
责任编辑: 李继凯
封面设计: 王 艳
版式设计: 解瑶瑶
责任校对: 陈 亮

出版者: 大连海事大学出版社
地址: 大连市凌海路1号
邮编: 116026
电话: 0411-84728394
传真: 0411-84727996
网址: www.dmupress.com
邮箱: cbs@dmupress.com
印刷者: 大连住友彩色印刷有限公司
发行者: 大连海事大学出版社

幅面尺寸: 185 mm × 260 mm
印 张: 20
字 数: 455 千
印 数: 1501 ~ 3500 册

出版时间: 2013年5月第1版
印刷时间: 2013年7月第2次印刷
书 号: ISBN 978-7-5632-2861-4
定 价: 59.00 元

南通航运职业技术学院 工学结合教材编写委员会

主任：杨泽宇

副主任：施祝斌

委员：沈苏海 王剑华 赵 彤 杨亚新

龚少军 汤国杰 孙自力 蔡厚平

马乔林 范玉红 曹京生 刘 岗



前言



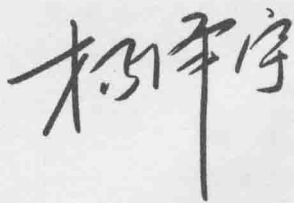
近年来,在国家相关职业教育方针的指引下,我国职业教育现阶段的主要任务已由外延扩展转为内涵建设。在此阶段,教材建设的重要性就愈发凸显。《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》明确提出要将工学结合作为办学模式改革和提高职业教育质量的重点,这一定位决定了高职教材必须反映职业岗位对人才的需求,突出实践技能的培养。为此,我院针对当前职业教育出现的新特点,结合不断创新的教学思路和方法,专门成立了工学结合教材编写委员会,举全院之力,精心策划了这套高质量、实用型的工学结合系列教材。

本套教材遵循“服务为宗旨,就业为导向”的基本原则,融合“工学结合、校企合作”的办学理念,以实用为基础,根据企业所需来选取教材内容,着重提高“工学结合、项目引领、任务驱动”内容的比重,突出学生应用能力的培养,满足高职教育“职业性”的本质需求。本套教材中的每一部作品都特色鲜明,集实用性与科学性于一体。

本套教材是我院国家骨干高职院校建设子项目“人才培养模式与课程体系改革”研究成果的集中体现,也是我院五十多年办学沉淀的积聚之作,充分展现了我院多年来专注于办学模式与课程体系改革,专注于教学经验总结的优良传统,具有很高的专业水准。

本套教材的作者都是我院各专业的学术带头人和骨干教师,具有丰富的教学经验和写作经验,丛书结构严谨,思路清晰,案例详实,文笔流畅,充分体现了高职教育教学的“实用性”特点。理论知识深入浅出,言简意赅,实践内容理实一体,学以致用,便于读者对丛书内容的融会贯通。

我衷心希望,本套教材的编写和应用,能够起到国家骨干高职院校的辐射、带动作用,能够进一步推动我国职业教育的办学模式和课程体系改革,促使我国职业教育日臻成熟和完善。我热诚欢迎全国关心高等职业教育的广大读者积极参与到本套教材的建设中来,对本套教材的不当之处给予批评指正。



2012年5月



内容简介



本书根据国家海事局最新颁布的《中华人民共和国海船船员适任考试大纲》(2012年7月1日开始实施)以及航海技术领域的最新发展而编写。本书共分6个模块,内容包括气象学基础知识及其应用、海洋学基础知识及其应用、天气图基础知识及其应用、天气系统及其天气特征、船舶气象信息的获取与应用和船舶气象导航等。

本书内容符合中华人民共和国海事局和STCW公约马尼拉修正案对各类海船船员在气象学与海洋学两方面需掌握知识的基本要求。本书既可作为高等职业院校航海技术专业学生的教材,也可作为不同航区各个等级的海船船长、大副、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航海相关人员的技术参考书。

本书内容符合STCW公约马尼拉修正案和国家海事局最新颁布的《中华人民共和国海船船员适任考试大纲》(2012年7月1日开始实施)对无限航区和沿海航区各等级海船船员在气象学与海洋学两方面需掌握知识的基本要求。本书既可作为高级高等航海技术专业学生的教材,也可作为不同航区各等级海船船长、大副、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航海相关人员的技术参考书。教材编写根据不同航区、不同船员职务考试大纲的要求及特点编写。

本书由交通运输部职业技术教育研究所主编,国内知名院校航海类专业教师参与编写,其中,模块1由交通运输部职业技术教育研究所编写,模块2由交通运输部职业技术教育研究所编写,模块3和4部分由交通运输部职业技术教育研究所编写,模块5由交通运输部海事局航海技术研究所编写,模块6由交通运输部航海技术研究所编写,教材中部分插图,由交通运输部航海技术研究所提供,全书由交通运输部航海技术研究所编写。

在本书的编写过程中,得到了大连海事大学航海系、交通运输部航海技术研究所、交通运输部航海技术研究所和交通运输部航海技术研究所的大力支持,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在疏漏之处,敬请读者批评指正。

编者

2012年12月

编者的话

根据国家骨干高职院校重点专业课程体系改革的要求,南通航运职业技术学院航海技术专业构建了专业核心课程体系,“航海气象”课程是其中之一。为了适应该课程教学改革的需要,在原全国高职高专航海类专业“十一五”规划教材《航海气象与海洋学》(杨亚新主编)的基础上,南通航运职业技术学院航海技术专业组织行业实践专家和高职高专院校相关专业资深教师编写了本书。本书分为六个教学模块,每个模块都以若干个相对独立的任务单元和技能训练项目为教学载体,让学生在理论与实践相互交融的学习环境中掌握相关理论知识,并提高职业能力。六个模块以岗位能力培养为主线,按照由简单到复杂、由单一到综合的递进关系设计,符合学生的认知规律和职业成长规律。新编教材内容与行业、企业实际工作紧密结合,充分体现了“工学结合”。

本书内容符合 STCW 公约马尼拉修正案和国家海事局最新颁布的《中华人民共和国海船船员适任考试大纲》(2012年7月1日开始实施)对无限航区和沿海航区各类船员在气象学与海洋学两方面需掌握知识的基本要求。本书既可作为高职高专航海技术专业学生的教材,也可作为不同航区各个等级的海船船长、大副、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航海相关人员的技术参考书。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。

本书由南通航运职业技术学院杨亚新主编,国内知名同类院校相关专业的资深教师 and 行业专家参编。其中,模块 I 由南通航运职业技术学院杨亚新编写;模块 II 由福建交通职业技术学院翁国玲编写;模块 III 由南通航运职业技术学院张霞编写;模块 IV 第 1 和第 5 部分由南通航运职业技术学院杨亚新编写,第 2、3 和 4 部分由江苏海事职业技术学院王艳玲编写;模块 V 由南通市气象局吴彩霞和南通航运职业技术学院杨亚新编写;模块 VI 由南通航运职业技术学院乔前防编写;教材中的技能训练、复习思考题及附录由南通航运职业技术学院杨亚新编写。全书由杨亚新统稿,大连海事大学刘大刚教授主审。

在本书的编写过程中,得到了大连海事大学张永宁教授、刘大刚教授,南通市气象局范德新、陈爱玉等高级工程师和中国海事服务中心的关心与指导,在此一并表示感谢。

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

2012年12月



目 录

学习目标	1
相关知识	1
1 大气概况	2
2 气温	5
3 气压	10
4 大气湿度	15
5 空气的水平运动——风	18
6 大气环流	30
7 大气的垂直运动和大气稳定度	41
8 云和降水	47
9 雾与能见度	54
10 船舶海洋水文气象要素测报	64
技能训练	77
复习与思考	78
模块 I	
气象学基础知识及其应用	
学习目标	82
相关知识	82
1 海流	82
2 海浪	90
3 海冰	100
技能训练	107
复习与思考	108
模块 II	
海洋学基础知识及其应用	

模块 III

天气图基础知识及其应用

学习目标	109
相关知识	109
1 天气图基本知识	110
2 地面天气图	113
3 高空天气图	124
技能训练	128
复习与思考	129

模块 IV

天气系统及其天气特征

学习目标	132
相关知识	132
1 气团与锋	133
2 温带气旋	145
3 温带反气旋	156
4 副热带高压	163
5 热带气旋	168
技能训练	198
复习与思考	200

模块 V

船舶气象信息的获取与应用

学习目标	204
相关知识	204
1 船舶气象信息的获取途径	205
2 气象传真图	211
3 气象报告	229
4 航线天气预报	239
拓展提高	246
技能训练	253
复习与思考	254

模块 VI

船舶气象导航

学习目标	260
相关知识	260
1 气象导航的发展概况	261
2 气候航线与气象航线	261
3 气象导航的安全性和经济效益	263
4 气象导航的原理和方法	266
5 气象导航服务程序	273
6 船舶使用气象导航程序及注意事项	278
复习与思考	282

附录

附录 1 《中华人民共和国海船船员适任考试大纲》航海气象与海洋学相关 部分节选	283
附录 2 西北太平洋和南海热带气旋最新命名表	291
附录 3 突发气象灾害预警信号及防御指南	293
附录 4 云图	298
学习目标	
参考文献	305

知识目标:掌握天气学说,各种气象要素的观测,特殊天气现象的识别原理,天气系统的基本结构,船舶天文气象要素测量方法。

能力目标:能正确应用各种航海用气象仪器,并能对气象要素的观测与记录。

相关知识

环境科学所研究的各个大气层体为大气层,即圈层气(atmosphere)。圈层一定高度层内物质和能量分布不均匀现象(如气压、风速、湿度等)总现象(升降、云、雾、霾、霜冻)称为天气现象(Meteorological Elements)。

其一,探讨或预报时间各种气象要素的总分布及其详细现象的总合状况,即为天气。在较大区域区各种气象要素的多年平均特征(其中包括气候)称为气候。

在海洋中航行时,船舶航行在空气中,不可避免地要受到各种天气、气候等自然的影响。为了避开台风等灾害,保障船舶安全航行,提高航运效益,航海驾驶员必须掌握气象学、海洋学相关知识,海上各种天气系统的天气特征及其发生、发展、演变规律,正确识别天气现象及天气系统简图,天气形势等资料预测航区天气。

本课程将围绕船舶与航海密切相关的天气要素进行讲解,主要内容包括:天气现象、

模块 I

气象学基础知识及其应用

学习目标

知识目标:掌握大气概况,各种气象要素的概念、特征及其时空变化规律,大气运动的基本规律,船舶水文气象要素测报方法。

能力目标:会正确操作使用船用气象仪器,并进行气象要素的观测与记录。

相关知识

环绕地球表面的整个空气层称为大气层,简称大气(Atmosphere)。表征一定地点和特定时刻大气状况的变量(如气温、气压、湿度等)或现象(如风、云、雾、雨、雪等)称为气象要素(Meteorological Elements)。

某一瞬时或较短时间内各种气象要素的空间分布及其伴随现象的综合状况,称为天气。某地或某地区各种气象要素的多年平均特征(其中包括极值)称为气候。

在大洋中航行的船舶,时刻暴露在空气中,不可避免地要受到许多不利天气、气候条件的影响。为了避开狂风恶浪海域,保障船舶安全经济航行,提高营运效益,船舶驾驶员必须掌握气象学、海洋学基础知识,海上各种天气系统的天气特征及其发生、发展、移动规律,会利用船测气象要素和气象传真图、天气报告等资料预测航线天气。

本模块将首先介绍与航海密切相关的气象学基础知识。主要包括:(1)大气概况;

(2)各种气象要素的概念、特征及其时空变化规律;(3)大气运动的基本特征;(4)船舶水文气象要素测报等。

◆ 1 大气概况 ◆

1.1 大气成分

环绕地球表面的整个空气层称为大气层,简称为大气(Atmosphere)。在标准情况下,地面附近干空气密度的数值为 1.293 g/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干洁空气、水汽、大气杂质三部分。

◆◆ 1.1.1 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。它是大气的主要组成部分。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含量

主要气体	氮	氧	氩	二氧化碳	氢、氦、氖、氫、氙、臭氧等
体积百分比含量/%	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、氫、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有可能上升,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 $10 \sim 50 \text{ km}$ 高度的平流层大气中,极大值出现在 $20 \sim 30 \text{ km}$ 高度。它能强烈吸收紫外线,保护地球上的生命,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。

◆◆ 1.1.2 水汽

水汽在大气中所占的比例很小,仅占 $0.1\% \sim 3\%$,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)大气中含量变化最大,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)在常温下能发生相变;(4)能强烈吸收和放射长波辐射,对地面和大气温度有较大影响;(5)在天气变化中起重要作用。它能成云致雾,造成雷雨大风,导致低劣能见度。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)。

◆◆ 1.1.3 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。

1.2 大气垂直结构

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 5 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。

◆◆ 1.2.1 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 6 ~ 8 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

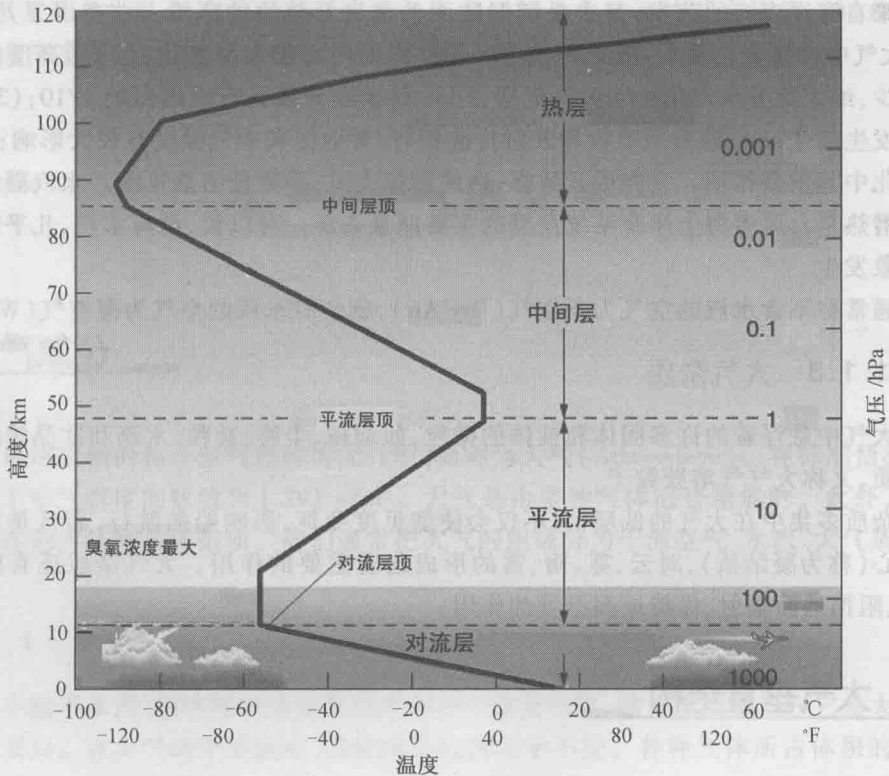


图 1-1 大气的垂直分层

由于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。平均每升高 100 m 气温下降 $0.65\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。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升高而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

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,基本上可以代表整个对流层空气的运动趋势。

◆◆ 1.2.2 平流层(Stratosphere)

平流层位于对流层顶之上,伸展到 55 km 左右。这一层的下层,温度随高度的增加不变或微有上升,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,大气透明度高,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。

◆◆ 1.2.3 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。

◆◆ 1.2.4 热层(Thermosphere)

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。

◆◆ 1.2.5 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,因此大气微粒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。

◆ 2 气温 ◆

气温是大气重要的状态参数之一,也是日常天气预报的重要指标。气温与气压、风等的变化有着密切的关系,因此,掌握气温的变化规律对预测天气形势的变化有着重要的意义。

2.1 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 (t), 单位是摄氏度 ($^{\circ}\text{C}$), 少数国家采用华氏温标 (t_h), 单位是华氏度 ($^{\circ}\text{F}$)。在理论计算中常采用绝对温标 (T), 单位是开 (K)。各种温标的基点和换算关系见表 1-2。

表 1-2 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	$T = t + 273$

2.2 空气的增温和冷却

当空气从外界得到的热量多于支出时, 气温升高 (增温); 收入少于支出时, 气温下降 (冷却)。对流层空气的增温和冷却主要受下垫面的影响, 这种影响主要是通过下垫面与空气之间的热量交换来实现的。这一点可从图 1-2 得到说明。

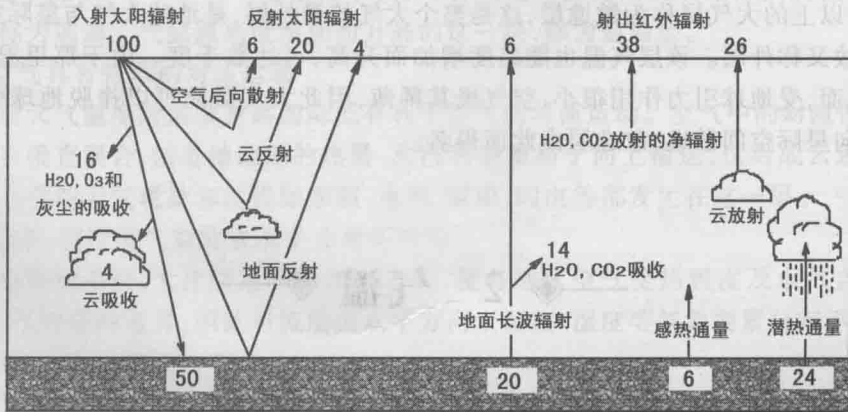


图 1-2 地气系统的总辐射平衡图

图 1-2 是地气系统作为一个整体的年平均辐射平衡图。图中左边是太阳辐射的平衡过程, 右边是地球长波辐射的平衡过程。从图中左边可见, 如果把入射的太阳辐射作为 100 个单位, 则有 20 个单位被平流层的臭氧、对流层的水汽、气溶胶和云所吸收, 30 个单位被空气分子、云及地面散射或反射回太空, 剩下 50 个单位被地面吸收。从图中右边可

见,在被地面吸收的 50 个单位的太阳辐射中,20 个单位以长波辐射的形式进入大气,30 个单位则经过湍流和对流以感热和潜热的形式传输至大气。在 20 个单位的地面长波辐射中,14 个单位被大气吸收(主要是水汽和二氧化碳),6 个单位则直接进入太空。所以,对于大气而言,它吸收了 20 个单位的太阳短波辐射,14 个单位的地面长波辐射,以及 30 个单位的感热和潜热形式的能量,再以长波辐射向太空发射,达到能量平衡。由此可见,大气受热的主要直接热源不是太阳直接辐射,而是地球表面,即下垫面。

下垫面与空气之间的热量交换途径主要有:热传导、辐射、水相变化、平流、对流与乱流(湍流)。

气温的局地变化是上述各种过程共同影响的结果,只是在不同情况下其作用大小不同。通常,地面与大气之间的热量交换以辐射为主,湍流和水相变化次之;各地空气之间的热量交换,以平流为主;上下气层之间的热量交换以垂直运动和湍流为主;热传导的作用微小,通常不予考虑。

2.3 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:

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

由式(1-1)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。

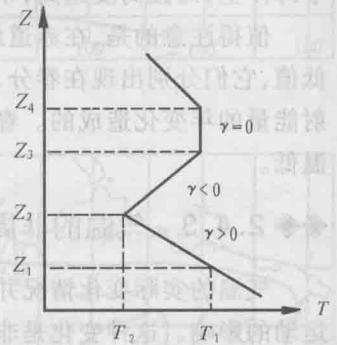


图 1-3 层结曲线

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 一般大于零,也可小于零或等于零,其平均值为 $0.65\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ 。

2.4 气温随时间的变化

气温以一天和一年为周期的变化,称为气温的日变化和年变化;气温无固定周期的变化,称为气温的非周期性变化。

◆◆ 2.4.1 气温的日变化

气温日变化的特点是:一天内有一个最高值和一个最低值。陆上最高值冬季出现在 13~14 时,夏季出现在 14~15 时,最低值出现在接近日出前。海洋上气温日变化较小,最高值滞后陆上 1~2 小时。