



户外运动专业教学训练系列教程

# 户外运动气象学

HUWAI YUNDONG QIXIANGXUE

主 编 冯 明 董 范



中国地质大学出版社  
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

户外运动专业教学训练系列教程

# 户外运动气象学

HUWAI YUNDONG QIXIANGXUE

主    编：冯    明    刘可群    董    范

副 主 编：杨爱萍    邓爱娟    刘凯文

高    安    周泽民    周    羽

参编人员：杨    涛    李友信    高婉琳

郭庆庆    曹海英    张    俊

朱海平

图书在版编目 (CIP) 数据

户外运动气象学/冯明,刘可群,董范主编. —武汉:中国地质大学出版社,2015. 9  
ISBN 978-7-5625-3725-0

- I. ①户…
- II. ①冯…②刘…③董…
- III. ①体育锻炼-气象学
- IV. ①G80-05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 236886 号

|                                 |              |                                |            |
|---------------------------------|--------------|--------------------------------|------------|
| 户外运动气象学                         |              | 冯明 刘可群 董范 主编                   |            |
| 责任编辑:段连秀                        |              | 策划编辑:毕克成 段连秀                   | 责任校对:张咏梅   |
| 出版发行:中国地质大学出版社(武汉市洪山区鲁磨路 388 号) |              | 邮政编码:430074                    |            |
| 电 话:(027)67883511               | 传 真:67883580 | E-mail:cbb @ cug. edu. cn      |            |
| 经 销:全国新华书店                      |              | http://www. cugp. cug. edu. cn |            |
| 开本:787mm×960mm 1/16             |              | 字数:300 千字                      | 印张:15 图版:4 |
| 版次:2015 年 11 月第 1 版             |              | 印次:2015 年 11 月第 1 次印刷          |            |
| 印刷:武汉教文印刷厂                      |              | 印数:1—1 500 册                   |            |
| ISBN 978-7-5625-3725-0          |              | 定价:39. 80 元                    |            |

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

# 户外运动专业教学训练系列教程

## 编 委 会

主任委员：王焰新 李致新

副主任委员：赖旭龙 王勇峰 吕万刚

张志坚 殷坤龙 刘 锐

委 员：次 落 毕克成 冯 岩 牛小洪

刘华荣 黄 静 李 伦 代新华

宋 凯 董卫东 李兆欣 刘良辉

王 兴 庞 兰 吕占锋 董 利

李 元 黄江华 陈 刚 刘亚非

杨 华 邓焰峰

策划编辑：毕克成 段连秀

# 总序 I



户外运动教学是以户外运动项目群所共有的基本知识、技术、技能为主要教学内容,以培养学生参与户外运动及相关竞赛所具有的身体素质、心理品质和适应能力为主要教学目的,帮助学生形成完满人格、全面提高综合素质的系列体育课程,对促进学生成长成才具有独特的、不可替代的重要作用。

户外运动课程系列教材付梓出版,我由衷地感到高兴。这是近半个世纪来,我校体育教师科研团队在董范教授的带领下,在特色体育教育教学领域中取得的最新科学研究成果。这一系列教材的出版,将有助于更多有志于从事户外运动的人士分享我校特色体育教学和科研成果,促进户外运动教学培训进一步规范高效发展。

自建校以来,我校就以特色体育为方向,充分发挥学科专业优势,不断拓展体育教育的内容和途径。2012年5月19日8时16分,我校大学生登山队成功从北坡登上海拔8844.43m的珠穆朗玛峰顶峰,成为登上世界最高峰的首支中国大学生登山队,其中我校2011级户外运动专业硕士研究生陈晨成为全国第一位登顶珠峰的在校女大学生。当晚,校友、时任国务院总理温家宝向学校表示热烈祝贺,并指出:“这给我们一个重要的启示,那就是只要不畏艰苦和挫折,就一定能够达到光辉的顶点,这应该是我们的传统。”2013年5月4日,在“实现中国梦、青春勇担当”主题团日座谈会上,陈晨同学作为全国大学生代表,畅谈了她去年登顶珠峰的体会,受到习近平总书记的勉励和肯定。2012年9月,我校承办

了中国登山协会主办的“中日韩三国大学生登山交流活动”,在亚洲户外运动界产生了巨大的反响,进一步促进了我校户外运动的国际影响力。

从 20 世纪 80 年代开始,我校就把登山训练引入到课堂教学,把登山的基本技术——攀岩,确定为学校体育必修课教学项目;90 年代中期,又在国内首创了集体育学、地理学、管理学、气象学、医学等学科为一体的野外生存体验课,引入了智力与体力相结合的体育项目——定向越野。随后,又率先在国内开设了“户外运动”普修课。2005 年开始招收全国第一届社会体育专业(户外运动方向)本科生,由此而成为了全国高校户外运动课程和登山户外运动专门人才的“发源地”。经过我校体育教师多年的教学实践、研究与积累,户外运动的教学内容、方法、手段以及组织形式不断完善,逐渐形成了一整套较科学系统的“课内课外相结合”的教学模式和较全面、丰富、前沿的教学内容体系,得到了社会各界的广泛认同。2012 年我校体育课部董范教授主持申报,杨汉、刘华荣、牛小洪、冯岩等骨干教师参与的“坚持特色教育,培养拔尖人才——创建登山户外运动教育教学体系的理论与实践”项目荣获湖北省教学成果一等奖。60 多年来,我校先后有 1 万多名学生接受了各类登山户外运动训练,向国家登山、攀岩队输送了多名高水平专业运动员,王富洲、李致新、王勇峰、次落就是其中的杰出代表。

户外运动的发展急需完善的人才培养体系提供理论支撑。面对社会的迫切需求,我校体育教师结合多年来开展户外运动教学的经验和科研积累,编写了一套面向户外运动相关专业的应用型教材。本系列教材内容丰富而系统,涉及户外运动教学的各个方面,具有如下鲜明的教学与实践特征:

(1)体系完整。本系列教材系统总结了我校长期开展户外运动教学与实践积累的经验,吸收了近些年开展户外运动教学、实践与科研取得的最新成果,深入剖析了各户外运动项目之间的知识结构,并进行了有

机组合,整个结构体系十分完整。

(2)内容丰富。本系列教材涵盖户外运动下辖的登山、攀岩、野外生存、定向越野、拓展训练等项目课程,内容涉及户外运动教学、训练、活动与赛事组织、营销等各个方面,教材中的很多内容都是我校优秀体育教师对多年教学、训练、实践成果的经验积累,具有较强的借鉴价值。

(3)注重实践。本系列教材在阐述基本理论的基础上,特别注重学生实践技术与技能的培养和锻炼,力求做到不断强化学生的思维能力、动手能力以及创造性解决问题的能力,促进学生理论知识水平和实践操作能力的全面提高,教学实践操作性强。

对从事户外运动教学、实践、训练与科研的高校教师、研究生、本科生而言,本系列教材均有重要的学习指导价值。希望本系列教材的编写能够成为我国更多高水平、高质量的户外运动教材或专业书籍出版的起点,能吸引更多专业人士参与户外运动的科学研究,为促进我国户外运动事业科学、健康、快速发展做出更大的贡献!



中国地质大学校长

2013 年 6 月

## 总序2



欣闻中国地质大学编写出版户外运动系列配套教材,谨致热烈祝贺。

户外运动是一项新兴的体育运动,是人们休闲娱乐的重要方式。随着我国经济社会的发展,特别是人民生活水平的提高,人们对高质量、有品位、有个性的生活和休闲娱乐方式越来越看重,并一直在努力追寻。户外运动作为一种愉悦身心、锻炼自我、亲近自然的生活方式受到广大群众的青睐。此项运动在全国发展十分迅猛,据了解,目前我国户外运动活动组织形式多达几十种,各类户外运动俱乐部有700余家,每年参与户外运动人数超过5 000万人,已逐渐形成了装备制造与销售、竞赛表演、培训服务等市场,有效刺激了户外运动装备、户外运动服务、户外运动赛事,甚至是旅游等相关产业的发展,成为全民健身运动的重要组成部分和经济社会协调发展的重要促进力量,很好地推动了资源节约型和环境友好型社会的建设,传达了积极健康的生活方式和文明行为观念,为增进人与自然的协调发展和社会的和谐开拓了有效的空间。

促进户外运动健康有序地发展,是全社会非常关注的事情。中国地质大学作为以地球科学为主要特色的重点大学,为我国的登山和户外运动发展做出了卓越的贡献,积累了丰富的成功经验。学校深知该项运动发展离不开高素质专业人才的培育,非常注重规范科学的教材建设,努力改变当前教材和教育教学与蓬勃开展的户外运动及其教育不相适应的状况。多年来,学校一直在酝酿编写户外运动规范教材,总结户外运动实践经验,不断提高户外运动教育教学的针对性和有效性。经过多方



面的努力,数易其稿,终于成就了本套系列教材。作者在教材的编写过程中,努力做到体育理论和运动实践的统一,人体运动科学和社会哲学的统一,理念战略和技术方法的统一,全方位、多层次、有重点地展示了户外运动的全貌,有利于广大读者和户外运动爱好者全面系统地掌握户外运动的基本内涵、重大意义、发展趋势、技术要领等知识和技能,从而推动户外运动健康有序地发展。可以说本教材既是开展户外运动教育的好教材,也是广大运动爱好者的理想读物,既有较强的针对性和时效性,又有较强的趣味性和严密的科学性。

与天浮游、幕天席地是古人笃定的最为旷达的生活方式。“天地与我并生,万物与我为一”。处在现代化和都市化进程的人们,在繁缛的生活中向往着奔赴自然。户外运动成为了人们锻炼身体、适意生活、亲近自然、回归自我、愉悦身心的重要方式。而教材的编写和出版发行,必将更大地推动该项运动的科学开展及其理念的普及,推进其大众化、规范化、科学化、系统化。

最后,衷心希望本教材对户外运动及其教学发挥重要的作用,也希望本教材不断完备,臻于至善,为我国户外运动的科学发展做出积极的贡献。

A stylized handwritten signature in black ink, likely belonging to Li Jie, the Vice Chairman of the China Mountaineering Association.

国家体育总局登山运动管理中心主任

中国登山协会常务副主席

2009年9月

# 前言



户外运动越来越受到人们的喜爱,是人们健身、休闲、娱乐的最好方式之一。

早期的户外运动其实是一种生存手段,采药、狩猎、战争等活动,无一不是人类为了生存或发展而被迫进行的活动。“二战”期间,英国特种部队开始利用自然屏障和绳网进行障碍训练,其目的是为了提高野外作战能力和团队合作能力,这是人类第一次系统地把户外活动有目的地运用到实际中。“二战”后,随着战争的远离和经济的发展,户外活动开始走出军事和求生范畴,成为人类娱乐、休闲和提高生活质量的一种新的生活方式。

从广义上讲,人们在自然条件下的一切活动都称作户外运动。本书所述户外运动,是一个在自然场地或环境中举行的体育项目。它包括的内容很多,有登山、攀岩、悬崖速降和户外举行的体育运动项目。另外,在野外露营、野炊、定向运动、溪水漂流、野外探险等项目也属于户外运动的内容。一般可分为户外体育运动和户外休闲运动。有的项目带有探险性,属于极限和亚极限运动,具有很大的挑战性和刺激性。以上所述的户外运动或多或少会受到气象条件的影响。

体育比赛有“天时、地利、人和”之说,“天时”就是指比赛期间的气象环境,户外运动一定会受气象条件的影响。在户外进行的体育赛事,其受气象条件的影响大致可分为三类。第一类是限制性的,即决定该体育赛事能否进行;第二类是影响比赛成绩,即在不同的风速、温度、湿度、降水和光照条件下,会使比赛成绩有所不同;第三类是影响参赛人员体能

的发挥,适宜的气象条件有利于运动员的“超水平”发挥,反之则会受影响。另外,气象条件还会影响观众的情绪和参与程度。在户外进行的休闲运动,气象条件的影响主要有:是否适宜外出;外出时必备的相关用品;按即将发生的天气状况计划行程等。

到户外去运动,除需要了解相关的体育知识和医学知识外,还必须了解在户外运动有关的气象知识,了解与气象有关的自然规律,遵循这些规律来安排户外运动,才能达到我们进行户外运动的目。对喜欢户外运动的人们,应当对气候特点有所了解;知晓一年四季天气气候变化情况;要多关注不利天气出现的季节,以及它的影响程度;还应了解灾害天气出现后引起的次生灾害。

本书首次将气象学引入户外运动,简要介绍了一般的气象知识,列举了一些与气象有关的户外运动内容。本书力求兼顾专业教学培训与普及户外运动知识,可作为户外运动及相关体育专业的教材,也可作为社会体育指导人员的进修培训教材。

首次将气象学引入户外运动,前无经验可寻,难免有诸多缺点和不足;后望有兴趣者充实加固,使之更趋完善。

拥抱自然,挑战自我,户外运动,气象引路。

编 者

2015 年 8 月 18 日于武汉

# 目 录

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| 第一章 气象学概述.....            | (1)   |
| 第一节 大气的组成与结构.....         | (1)   |
| 第二节 太阳辐射和地球辐射.....        | (9)   |
| 第三节 大气温度 .....            | (22)  |
| 第四节 大气中的水分 .....          | (35)  |
| 第五节 大气的运动 .....           | (51)  |
| 第二章 天气学概述 .....           | (71)  |
| 第一节 天气学 .....             | (71)  |
| 第二节 灾害性天气 .....           | (85)  |
| 第三章 气候形成与气候分类 .....       | (99)  |
| 第一节 气候形成的辐射因子.....        | (101) |
| 第二节 气候形成的环流因子.....        | (115) |
| 第三节 海陆分布对气候的影响.....       | (125) |
| 第四节 冰雪覆盖与气候.....          | (134) |
| 第五节 气候带和气候类型.....         | (140) |
| 第六节 城市气候.....             | (148) |
| 第七节 山地气候.....             | (156) |
| 第四章 气候变化概述.....           | (163) |
| 第一节 气候变化的史实.....          | (163) |
| 第二节 气候变化的因素.....          | (175) |
| 第三节 人类活动对气候的影响.....       | (182) |
| 第五章 户外运动与气象.....          | (190) |
| 第一节 体育与气象.....            | (190) |
| 第二节 气象要素对户外体育锻炼选时的影响..... | (193) |

|      |                                    |       |
|------|------------------------------------|-------|
| 第三节  | 田径比赛与气象                            | (194) |
| 第四节  | 登山运动与气象                            | (197) |
| 第五节  | 野外活动和露营与气象                         | (208) |
| 第六节  | 球类运动与气象                            | (210) |
| 第七节  | 特种体育运动与气象                          | (213) |
| 参考文献 |                                    | (216) |
| 附录一  | 闪电原理与相关知识                          | (217) |
| 附录二  | 山洪与相关知识                            | (220) |
| 附录三  | 泥石流与相关知识                           | (221) |
| 附录四  | 国家标准《人居环境气候舒适度评价》(GB/T 27963-2011) | (225) |
| 附录五  | 国家标准《户外体育运动气象指数(OSMI)》             | (226) |

# 第一章

## 气象学概述

### 第一节 大气的组成与结构

地球表层是由大气圈、水圈、土壤圈、生物圈及岩石圈组成。大气是指包围在地球表面的空气层,整个空气层称为大气圈。

地球大气是随着地球的形成而逐步演变的,经过几十亿年的不断更新,才形成今天的状态。一般认为,地球大气经过了原生大气、次生大气和现代大气三个阶段。

**原生大气:**在地球凝聚诞生的早期,氢、氦、氖等气态物质组成了早期的原生大气层。原生大气寿命很短,在地球形成后不久就消失了。这是因为其被强烈的太阳辐射向外不断散射的粒子流形成的太阳风吹得无影无踪了。另一个原因是地球刚形成时,质量还不大,引力较小,加上内部放射性物质衰变和物质熔化引起能量转换和增温,使分子热运动加剧,氢、氦等相对分子质量较低的气体便逃逸到宇宙空间去了。一般认为早期地球上曾有一阶段不存在大气圈。

**次生大气:**地球刚形成时,温度比较低,并无分层结构。后来由于地球的重力收缩和放射性物质衰变致热等,才使地球内部温度升高,出现熔融现象,在重力作用下,物质开始分离,地球内部较轻的物质逐渐上升,外部一些较重的物质逐渐下沉,形成一个密度较大的地核。后来地球温度不断下降,地球冷凝成固体。这时地球内部的高温促使火山频频爆发,产生出二氧化碳、甲烷、氨、水汽、硫化氢和氨等相对分子质量较高的气体,在地球引力作用下逐渐积蓄在地球周围,形成了围绕地球的次生大气。地球的水圈,也正是在这个阶段由水汽凝结降落而形成的。大约在地球形成 10 亿~15 亿年后,岩石圈、大气圈和水圈才演化成形。

**现代大气:**在地热和太阳能的作用下,简单的无机物和甲烷等化合生成氨基酸、核苷酸等有机物并逐步演化为蛋白质。大约在 35 亿年前,海洋中形成了简单的原始生物(细菌),属于厌氧型的生物,并逐渐演化产生叶绿素,进行光合作用,这就是水体中出现的最早的自养生物——藻类。随着紫外线的光解和光合反应,大量的氧生成了,使地球上开始了生命活动的历程。此时,海洋有效地阻挡了致命的紫外线辐射,使原始生命在海洋中繁衍起来。最后高空氧逐渐增多,在光解作用下

产生了臭氧层,它使透过大气的紫外线大大减少,促使植物进入海洋上层,又增加了光合反应的机会,更促进植物生命的进化发展。随着这种相互间的协调和增益过程,直到 4 亿年前,生命终于跨过了漫长的岁月,从海洋登上了陆地,大气也演变成今天的样子。由此可见,生命正是在大气的参与和保护下,通过以光合作用为主的复杂过程而形成的。

一、大气的组成

大气是一种混合气体,是由多种气体混合组成的气体及悬浮其中的液态和固态杂质所组成。表 1-1 列举了其气体成分,其中氮(N<sub>2</sub>)、氧(O<sub>2</sub>)和氩(Ar)三者共占大气总体积的 99.97%,其他气体含量甚微。除水汽外,这些气体在自然界的温度和压力下常呈气体状态,而且在标准状况下(气压 1013.25hPa,温度 0℃),密度约为 1293g/m<sup>3</sup>。

表 1-1 大气的气体组成成分

| 气体成分  | 分子式              | 所占体积(或含量)                                       |
|-------|------------------|-------------------------------------------------|
| 氮     | N <sub>2</sub>   | 78.09%                                          |
| 氧     | O <sub>2</sub>   | 20.95%                                          |
| 氩     | Ar               | 0.93%                                           |
| 二氧化碳  | CO <sub>2</sub>  | 0.34ml/l                                        |
| 氖     | Ne               | 1.8×10 <sup>-3</sup> ml/l                       |
| 氪     | Kr               | 1.0×10 <sup>-3</sup> ml/l                       |
| 氙     | Xe               | 8.0×10 <sup>-5</sup> ml/l                       |
| 甲烷    | CH <sub>4</sub>  | 2.0×10 <sup>-3</sup> ml/l                       |
| 氢     | H <sub>2</sub>   | 5.0×10 <sup>-4</sup> ml/l                       |
| 一氧化二氮 | N <sub>2</sub> O | 3.0×10 <sup>-4</sup> ml/l                       |
| 一氧化碳  | CO               | 5.0×10 <sup>-5</sup> ~2.0×10 <sup>-4</sup> ml/l |
| 臭氧    | O <sub>3</sub>   | 2.0×10 <sup>-5</sup> ~1.0×10 <sup>-2</sup> ml/l |
| 氨     | NH <sub>3</sub>  | 4.0×10 <sup>-6</sup> ml/l                       |
| 二氧化氮  | NO <sub>2</sub>  | 1.0×10 <sup>-6</sup> ml/l                       |
| 二氧化硫  | SO <sub>2</sub>  | 1.0×10 <sup>-6</sup> ml/l                       |
| 硫化氢   | H <sub>2</sub> S | 5.0×10 <sup>-6</sup> ml/l                       |
| 水汽    | H <sub>2</sub> O | 1×10 <sup>-2</sup> ~1.0×10 <sup>-3</sup> ml/l   |

由于大气中存在着空气的垂直运动、水平运动、湍流运动和分子扩散,使不同高度、不同地区的空气得以进行交换和混合,因而从地面开始,向上直至 90km 处,空气主要成分(除水汽臭氧和若干污染气体外)的比例基本上是不变的。在 90km 以上,大气的主要成分仍然是氮和氧,但平均约从 80km 开始由于紫外线的照射,氧和氮已有不同程度的离解。在 100km 以上,氧分子已几乎全部离解为氧原子,到 250km 以上,氮也基本上都解离为氮原子。

### 1. 氧气

氧气是生物呼吸必需的气体。地球的动物和植物都要进行呼吸,都要在氧化作用中得到热能以维持生命。氧还决定着有机物质的燃烧、腐败及分解过程。植物的光合作用又向大气放出氧并吸收二氧化碳。大气中氧的含量很高,也很稳定,可以满足动物和植物需要。土壤中,植物根部的呼吸,细菌和真菌的活动都要消耗氧气,可是氧的补充过程十分缓慢,氧的含量常常不足。土壤水分过多和土壤板结情况下,植物有时会出现缺氧中毒现象。

### 2. 氮气

氮气是大气中含量最多的常定气体成分。自然条件下,大气中的氮通过植物的根瘤菌作用,被固定在土壤中,成为植物体内不可缺少的养料。闪电时,大气中的氮和氧结合成氮化物,随降水进入土壤,被植物吸收利用。大气中的氮能够冲淡氧,使氧不致太浓,氧化作用不过于激烈。

### 3. 二氧化碳

二氧化碳是空气中常见的化合物,常温下是一种无色无味气体,密度比空气略大,能溶于水。它主要来源于燃料的燃烧,有机物的腐烂分解,以及生物的呼吸等。二氧化碳吸收和放射长波辐射的能力强,影响空气温度,也是植物光合作用制造有机物质不可缺少的原料。

大气中,二氧化碳含量不多,平均只有 0.03%,且集中在 20km 以下的低层大气中。二氧化碳含量随地区有差异,人烟稠密的工业区高,可达 0.05%或以上,在农村中则含量相对较低。二氧化碳在大气的含量也随时间而变化,一般白天少于夜间,夏季少于冬季。

自工业革命以来,由于大量燃烧煤、石油和天然气等化学燃料,大气中二氧化碳浓度不断增加。夏威夷岛冒纳罗亚观察台和两极监测站的记录显示,1958 年二氧化碳浓度为 315ppm(ppm 表示该物质的体积分数为  $10^{-6}$ ),1984 年为 345ppm,年增长超过 1ppm。多数科学家预测,到 21 世纪中叶,二氧化碳浓度仍将继续增加。二氧化碳被认为是造成温室效应的主要气体。关于全球二氧化碳含量增加能否导致空气温度升高以及对气候的影响等问题仍在研究中。



## 4. 水汽

大气中的水汽来自江、河、湖、海及潮湿物体表面的水分蒸发和植物的蒸腾,并借助空气的垂直交换向上输送。空气中的水汽含量有明显的时空变化,一般情况是夏季多于冬季。低纬度暖水洋面和森林地区的低空水汽含量最大,按体积来说可占大气的4%,而在高纬度寒冷干燥的陆面上,其含量则极少,可低于0.01%。从垂直方向而言,空气中的水汽含量随高度的增加而减少。观测证明,在1.5~2km高度上,空气中水汽含量已减少为地面的一半;在5km高度,减少为地面的1/10;再向上含量就更少了。

大气中水汽含量虽不多,但它是天气变化中的一个重要角色。在大气温度变化的范围内,它可以凝结或凝华为水滴或冰晶,成云致雨,落雪降雹,成为淡水的主要来源。水的相变和水分循环不仅把大气圈、海洋、陆地和生物圈紧密地联系在一起,而且对大气运动的能量转换和变化,以及对地面和大气温度都有重要的影响。

水汽含量随地区的差异显著,一般低纬度地区比高纬度地区多;海洋上空比陆地上空多。随着空气的水平运动,海洋上空的水汽被带到大陆,所以离海愈远,水汽含量愈少。水汽含量随时间变化,在我国是夏季多于冬季。

## 5. 臭氧

臭氧在常温、常压下无色,有特臭的气味,具有强氧化作用。大气中臭氧含量虽少,但很重要。臭氧集中在10~60km高度之间,在20~25km之间浓度最大。臭氧吸收了对生物有害的紫外辐射(波长为0.2~0.3 $\mu\text{m}$ ,以及0.302~0.36 $\mu\text{m}$ ),起到保护作用。在臭氧集中的高度上大气增暖,大约在50km附近出现一个暖区,影响大气温度的垂直分布,从而对地球大气环流和气候的形成起着重要的作用。

臭氧含量随纬度的分布是,由赤道向极地减少,并随季节变化,一般春季含量最多,秋季最少。

观测表明,近年来大气平流层中的臭氧有减少的现象,尤以南极为最。据研究与在制冷工业中人为排放氟氯烃的破坏作用有关。

## 6. 大气中的杂质

大气中悬浮着各式各样的固态和液态微粒,这些微粒统称杂质。

(1)尘粒:包括烟粒、尘埃、盐粒等。烟粒是燃烧产生的,盐粒一般是由飞溅起的海水细沫蒸发后留在空中的,尘埃来源很多,有被风吹起的沙土,有火山喷发、流星燃烧所产生的细小颗粒及其他宇宙灰尘;还有由花粉、细菌、病毒等组成的有机灰尘。

大气中的含尘量随地区、时间和天气条件而改变。通常是陆上的尘粒多于海上,城市多于乡村。空气的乱流运动对尘粒的分布影响很大,当乱流混合强时,尘