

第二章 空气与气象卫生

空气是人类重要环境因素之一，具有正常的化学组成和物理性状的清洁空气，对维持人体的健康有重要意义。但由于自然或人为的原因，使空气的化学组成或物理性状发生较大变化，人体不能适应时，就可能影响健康。例如工业烟雾、光化学烟雾、酸雨、臭氧层耗竭、全球气候变暖等均会影响健康；战时核化生武器的使用对空气生物及理化性能的改变以及军队由于军事需要迅速突然移动，地域变化使空气环境差异极大，如果没有很好的防护或适应锻炼，将会对官兵健康产生影响，如部队指战员中经常发生的中暑、冻伤、高山反应、潜函病、井下窒息、吸入性损伤等。

第一节 概述

一、大气层的结构

地球周围包围着很厚的大气层，按离地面的高度和物理特性的不同分为三层，依次为对流层、平流层、电离层。

(一) 对流层(troposphere)

对流层离地面最近，大气污染多在这层之内，与人类关系最密切。在整个对流层中空气都有着上升和下沉的对流运动。这种运动决定了对流层的高度、温度的分布和保持大气化学组成的稳定。

对流层高度在南北极约为 7~9 公里，在赤道为 15~17 公里。对流层大气化学组成很稳定，空气密度最大。这层大气约占全部大气质量的 70~75%。大气中 90% 的悬浮物质都在这一层内，并且含有大量尘埃和微生物，以及几乎全部的水蒸气。因此只有在对流层内才能发生云和降水等气象现象。离地面越高，大气的温度越低。一般每升高 1 公里，降低 6℃。但在靠近地面底层大气的气温垂直变化是比较复杂的。气温的垂直变化对大气污染的扩散很有关系。垂直温差的发生，是由于地面受太阳辐射使接近地面的空气温度升高所引起。

(二) 平流层(stratosphere)

在平流层内虽然也有上升和下降气流，但非常微弱。因此，温度随高度的变化也很微小。由于几乎不存在水蒸气，所以在这一层内也不会有气象现象。在平流层内 20~30 公里处含臭氧特别多，称为臭氧层(ozonosphere)。随着超音速飞机的开航，排出的废气如一氧化碳、二氧化碳、二氧化硫和烃等，将造成平流层的污染，并将长期滞留。这些污染物质增加，能否改变气候，破坏臭氧层，是环境科学和卫生学者所关心的。

(三) 电离层(mesosphere)

电离层在平流层之上，可向上延伸到 1,000 公里。这层空气极端稀薄。据人造卫星测定，在 261 公里高度大气密度仅是地球表面百亿分之一。由于太阳辐射

的紫外线作用，气体发生电离，形成大量带正负电荷的粒子—离子。根据实验证明，950公里以下的电离区域中占主要地位是原子状态的氧的离子，也记录到少量原子状态的氮离子。

电离层之外为外大气层，高度可至2,500公里。此层大气极端稀薄，多为轻的气体如氦、氖、氩等。

二、大气的正常化学成分

大气是一种气体混合物，可分为恒定的、可变的和不变的三部分。

大气的恒定部分是指大气中含有的氮、氧、氩及微量的氦、氖、氦、氙等稀有气体。其中氮占78.09%、氧占20.94%，氩占0.93%。这三种气体就占大气总量的99.96%。大气中上述气体的比例通常是比较恒定的。

大气的可变部分主要是指二氧化碳、水蒸气等。这些气体含量可受地区、季节、气象和人类生活、生产活动影响。在正常状态下，二氧化碳含量的0.033%，水蒸气含量为0~4%。

大气的不定部分是由于自然界的原因如火山爆发、地震、森林火灾和人为污染，如工业化、人口密集等排出的污染物。这些污染物有颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳、硫化氢、氨、氯、氟、碳氢化合物等等。

大气的恒定部分和可变部分是大气正常成分。

1. 氧：大气中氧含量变动很少，约在0.01~0.2%之间，随地区而不同。这种细微变动对健康并无影响。

在特殊情况下，空气中氧含量可发生较大改变。如在密闭的环境内(坑道、潜艇)、

深矿井、地下储藏室、下水道等处，氧含量可低至18~13%。坑道内炸药爆炸后，氧含量可低至5%。随着高度增加，空气稀薄，氧含量亦减少。在3,000米高度，氧的绝对量可减到地面的15%。

空气中氧含量降至14.5~12%时，会发生代偿性呼吸困难；降到10%以下时，可发生恶心、呕吐、智力活动减弱，表现出呼吸及血管运动中枢障碍，降至7%时，机体代偿机能迅速衰竭，发生窒息昏迷，更低时可导致死亡。

2. 二氧化碳：二氧化碳通常在大气中只占0.033%，但对动植物生长过程和大气温度变化有重要影响。由于能源和工业的发展，排入大气中的二氧化碳估计每年均有所增高。大气中二氧化碳增多，能吸收从地球表面发射出来的长波红外线，使近地面的气温增高。这一点将来可能对地球气候和生态系统产生影响。

大气中二氧化碳的来源很多。人和动物呼吸，有机物腐败分解，燃料燃烧，火山爆发等都可以产生大量二氧化碳。但由于大气流动，雨水冲洗，海洋和植物的吸收，故使大气中二氧化碳含量保持相对的稳定，在工业城市一般可达 0.04~0.05%，郊区农村为 0.03%。在密闭与不通风的环境如坑道、潜艇、深矿井、蔬菜窖内二氧化碳可积聚到较高浓度，以致引起呼吸加速加深、气喘、头痛、甚至窒息等症状。

3. 氮：氮在大气中所占比例最大，但它对人体关系不大。经呼吸道进入人体的氮对机体无任何作用。

三、全球性的大气环境问题

(一) 全球气候变暖

在产业革命以前的千万年里，地球的平均气温一直保持在约 13℃。但产业革命以来的 100 多年里，地球的平均气温上升了约 0.5℃，这种气候变暖的趋势在最近十多年里尤其明显。

关于全球气候变暖的成因，目前普遍认为是温室效应引起的。炽热的太阳发射出波长较短的辐射，可以透过大气及其中的CO₂和水蒸汽到达地面。而地球反射的辐射波长较长，却会被大气及其中的CO₂和水蒸汽等吸收，不能全部回到太空中去。这样，大气及其中的有些气体对地球起到保温作用，如同温室（玻璃建的花房）对室内的气候有保温作用一样，故称为温室效应(greenhouse effects)。如果没有大气，地球表面将会比现在低 33℃。

温室效应气体主要有：CO₂，甲烷，氧化二氮，氯氟烃等。据资料，80年代温室气体对全球变暖的贡献，CO₂占 49%，甲烷占 18%，氟氯烃(CFCs)占 14%，NO_x占 6%，其他气体占 13%。已有的研究表明，上述温室气体，特别是CO₂浓度，与全球变暖的正相关性十分显著，模拟研究表明，大气中CO₂浓度增加 1 倍，气温将上升 4℃。产业革命以来，CO₂浓度已增加 26%，1800 年大气中CO₂浓度是 503mg/m³，1990 年CO₂浓度已达 634mg/m³。

全球气温的升高，将导致海水温度上升，海平面抬高；并影响森林发育成长，影响农作物产量等；气候急剧变暖还会给物种带来巨大灾难，导致灭绝性后果。

气候变暖对人类健康的影响主要是由生物性传染媒介（如昆虫、原虫等）所传播的疾病（如疟疾、登革热、黄热病、锥虫病等）分布将会从热带亚热带向温带和两极扩展。昆虫等生物性传染媒介的分布主要受温度影响，气候变暖扩大了它们的生存地带，致使发病率升高。

1. 疟疾：是全球气候变暖后人类最难对付的传染病。当气温每升高 2℃，疟蚊新陈代谢的速度便会增加一倍以上，这就意味着需要叮咬更多的人，吸更多的

血才能维持正常的生命活动。研究显示，气温仅仅上升 2℃，疟疾发病区域已从占地球面积 40% 上升到 60%。

2. 登革热：这是一种急性传染病，症状是头、背和关节疼痛，并发高烧。气候变暖影响其分布的典型地域是拉丁美洲，哥斯达尼加的海岸山脉很久以来就将登革热限制在这个国家的太平洋沿岸。但从 1995 年开始，温度的升高使埃及伊蚊越过山脉屏障侵入这个国家的其余地方，同时也向北拉丁美洲的其他国家推进，最北到达得克萨斯州边界。

此外，黄热病、锥虫病、恙虫病等生物媒介传染病近年来也因气候变暖扩大了分布范围。

气候变暖，急性心、脑血管疾病，恶性肿瘤患者在夏天能耐炎热死亡率增加，但由于冬季变暖寒冷时期多发病如急性心、脑血管疾病、风湿性心脏病及冬季传染病如猩红热和流脑等发病率降低。

（二）臭氧层耗竭

臭氧层耗竭(depletion of ozonsphere)是指近几十年来，平流层中的臭氧层逐渐变薄在南北极甚至出现臭氧空洞的现象。1979-1986 年间全球平均总臭氧减少 5%，近十年我国臭氧已下降 1.7%-3.1%，近两年在西藏上空出现了臭氧空洞。由于臭氧层能阻挡太阳辐射中紫外线的 99% 到达地球表面，因而是地球上生命不可缺少的保护屏障。臭氧层变薄乃至出现臭氧空洞对地球表面的生命构成了严重威胁。

目前普遍认为臭氧层耗竭与人类大量使用和排放氯氟烃(CFCs)有关。氯氟烃是本世纪三十年代发现的安全无毒的制冷剂，它不可燃，对生物和人类无毒副作用，因此被大量用作制冷剂、喷雾剂和膨胀剂等。但是，氯氟烃由于其化学惰性，极不容易降解，在对流层中可存在数十年，其蒸汽压又比较大，能以扩散的方式上升到平流层后，受短波紫外线照射发生光降解释放出氯原子，一个氯原子可与近十万个臭氧分子反应生成氧，从而消耗了臭氧。

臭氧层耗竭对人类最大的威胁就是紫外线 B 段增加，估计平流层臭氧每减少 1%，紫外线 B 段到达地球的辐射量就增加 2%。由此导致的严重后果有：

1. 可增加皮肤癌和白内障的发病率，皮肤癌多为基底和鳞状细胞癌及恶性黑色素瘤。如美国环保局按人群鳞状细胞癌的发生率资料进行估计， O_3 每减少 1%，鳞状细胞癌发生率增加 2%—3%。另一研究表明，1960—1986 年间基底细胞癌的年龄标化发生率，女性从 9.7/百万增至 29.8/百万，男性从 41.6/百万增至 106.1/百万（机理参见后面紫外线的生物学效应）。

2. 导致严重的皮肤灼伤，特别是对浅肤色的人。

3. 对食物链的影响：主要是削弱植物的光合作用，降低初级生产量，如南极出现臭氧空洞时期浮游藻类产量降低了 12%；其次臭氧减少紫外线的增加还可杀死多种动物幼体，如臭氧减少 9%，可杀死鱼、虾、蟹 8% 的幼体。此外紫外线增加对生物遗传基因的影响是相当深远的。

4. 引起全球范围内气候变化。

（三）酸雨

雨水 pH 值小于 5.6 称为酸雨，包括雨、雪、雹和雾。

早在本世纪三十年代就在北欧有酸雨污染，目前世界上很多国家包括我国酸雨污染都很严重。酸雨源于大气中硫氧化物、氮氧化物、氯化物、氟化物等成酸性物质的联合污染，其中SO₂起主要作用。但随着交通运输的发展，NO_x对酸雨形成的影响将越来越重要。我国酸雨中硫酸根离子占80%以上，美国东北部酸雨酸度的65%归因于硫酸，30%为硝酸，5%为盐酸等其他物质。

酸雨对环境与健康有着严重威胁，具体表现在：

1. 对食物链的影响：酸雨改变水体、土壤的酸碱性，使水生动物、作物及森林死亡。如挪威南部的5000个湖泊中有1750个已经鱼虾绝迹，另外900个也受到严重影响。瑞典有9万个湖泊，其中2万个已遭到不同程度酸雨的危害，有4000个已完全无鱼。重庆市万县地区的65000公顷松林已有26%因酸雨危害而枯死，还有55%的松树已遭到显著危害。此外，酸雨还能溶解土壤中重金属进入水体或食物，间接对健康产生危害。

2. 腐蚀建筑及金属材料如输电铁塔及电缆、桥梁等，给国民经济造成重大损失。

3. 酸雨对人体健康的影响 关于酸雨对人体健康的影响，定量研究较少，由于酸雾具有可吸入性，且雾滴的离子浓度比雨滴的离子浓度高得多（因雾滴含的水份比雨滴少得多），其对健康的危害正引起重视。初步研究表明，酸雾可影响肺功能，破坏肺巨噬细胞。生活在酸雾污染严重城市的居民，呼吸系统及心血管系统患病率、死亡率增高；儿童体质下降，免疫功能减弱。