



从热力学角度看植物绿化对生态环境的影响

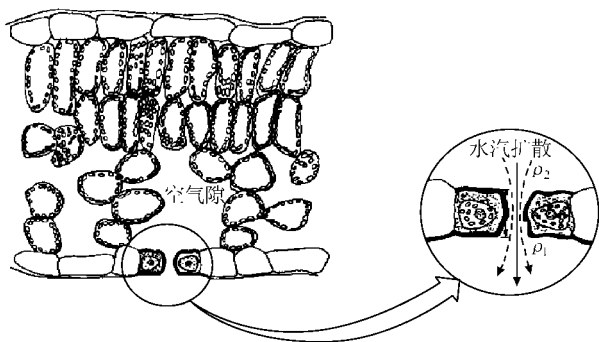
赵喜梅 胡红林

人类只有一个地球,地球大气的组成、温度、湿度等是人类生存的必要条件,保护大气

环境是全世界共同关注的课题。下面简要介绍一下植物绿化对大气环境的影响。

植物的水分散失是大气湿度和温度主要调节器

任何物质都是由大量微观分子构成的,这些分子都在时刻不停地进行着无规则热运动,当物质中分子数密度不均匀时,由于分子的无规则热运动便使分子从数密度高的地方迁移到数密度低的地方,这就是所谓的扩散现象。1855年法国生理学家菲克(Fick, 1829~1901)提出了描述扩散现象的基本公式——菲克定律,认为在一维(如 Z 方向上)单位时间内气体扩散的总质量 $\Delta M/\Delta t$ 与密度梯度 $d\rho/dZ$ 之间的关系为 $\Delta M/\Delta t = -DA d\rho/dZ$,式中的比例系数 D 为扩散系数,其单位为 $m^2 \cdot s^{-1}$,负号表示



几种植物叶子气孔的分布情况(单位: cm^{-2})

种名 数目	白睡莲	柞树	美人蕉	含羞草	小麦	苜蓿	苹果	马铃薯	番茄	玉米
上表皮	46000	0	0	18700	4700	16900	0	5100	1200	5200
下表皮	0	34500	2500	30800	3200	13800	29400	16100	13000	6800

粒子向粒子数密度减小的方向扩散, A 是流体垂直于 Z 方向的截面积。

每一个生命系统都可以分成许多组织,组织由细胞组成,细胞之间及细胞与外界之间都由细胞壁和细胞膜分隔开,这些系统常常是通过扩散来交换物质的。

图为树叶的局部横切面,表皮细胞呈长方形,排列整齐而紧密,无胞间隙,表皮上有气孔,一般下表皮比上表皮多,有的植物叶的上表皮无气孔,但浮在水面上的叶子,气孔则分布在上表皮。气孔是植物体进行气体交换和水分蒸腾的门户。

每片植物的叶面都有数量可观的气孔,这些气孔便是细胞中的水汽蒸发到大气中的通道,图中右侧是某个气孔的放大图, ρ_1 、 ρ_2 、分别为大气及叶内的水汽密度, L 为气孔厚度,箭头表示水汽分子扩散方向。设水汽扩散系数 $D = 2.4 \times 10^{-5} m^2 \cdot s^{-1}$,气孔截面积 $A = 8.0 \times 10^{-11} m^2$,气孔厚度 $L = 2.5 \times 10^{-5} m$, $\rho_1 = 0.011 kg \cdot m^{-3}$, $\rho_2 = 0.022 kg \cdot m^{-3}$ 。由菲克定律知,一个气孔每小时向外扩散的水汽的质量为 $m = DA(\rho_2 - \rho_1)t/L = 3.04 \times 10^{-6} g$ 。若植物叶表面积为 $10 cm^2$,每平方厘米叶面上的气孔约为 10^4 个,则一片叶子在1小时内向外扩散的水汽的质量约为 $0.304 g$,1天内可向外扩散的水汽质量约为 $7.2 g$,一棵大树有很多叶片,其散失水分的质量更是可观,这对空气湿度的调节必将起到举足轻重的作用。同时,由于水的汽化热很高,在烈日下,

植物叶片将蒸发出更多的水汽,吸收更多的汽化热,使气温得到充分的调整。

因此,植物叶面的水分散失对空气湿度和温度的调节必将起到

耗,三维光子晶体比较容易制成,因此光子晶体比左手材料更容易实现红外和光学频率下的应用。

新材料往往伴随着新现象的出现和新技术的发展;随着负折射率材料的发展,许多原有的诸如光刻蚀技术、近场光学显微仪、光学显示器技术也将得到

新的发展。左手材料元件可以很方便地对微波进行滤波、调控与聚焦,它还有可能用于新型波导和光纤。如果使得产生负折射系数的光波频段扩展到可见光领域,则将会出现更多的新颖的光学效应。

(江苏南京解放军理工大学理学院数理系 210007)

很大的促进作用。

植物的光合作用是生态环境和谐发展的有利保证

光合作用就是绿色植物在太阳光的照射下,吸收太阳的光能,利用 CO_2 和 H_2O 合成有机物(糖类)将太阳能转变为化学能,并释放出 O_2 ,其化学反应式为 $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{h\nu} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$, $\Delta G^0 = 2879\text{kJ}$ 。

当代宇宙学告诉我们,宇宙中的原初化学成分绝大部分是 I_2 (约占 3/4)和 He (约占 1/4),任何行星形成之初,原始大气中都有大量的 H_2 和 He ,但是现在地球大气里几乎没有 H_2 和 He ,而主要成分都是 N_2 和 O_2 。为何出现这样的结果,原因是大气分子的热运动使它们逸散,原始的大气已不存在,它已全部或大部散逸到太空中。之后,由于放射性元素的衰变和所谓“引力致热”,地球处于一种熔化状态,从而加速了气体从地球内部逸出的过程,而地球的引力又使这些逸出的大气渐渐积蓄在地球周围,这使第二代大气也缺少 O_2 ,主要成分是 CO_2 、 CO 、 CH_4 和 NH_3 。 CO 氧化为 CO_2 ,甲烷氧化成水汽和 CO_2 , NH_3 氧化成水汽和 N_2 。

绿色植物出现后,植物的光合作用,吸收 CO_2 释放出 O_2 ,使大气中的 O_2 越来越多,最后形成以 O_2 、 N_2 为主的现代大气。绿色植物在自然界的 CO_2 循环中起着重要作用,生物呼吸放出大量 CO_2 ,消耗大量 O_2 ,如果没有绿色植物在光合作用过程中吸收 CO_2 并放出 O_2 ,大气中的 CO_2 浓度将会不断增加,而当 O_2 消耗后得不到补充时,地球上的一切生命将不能维持。正是绿色植物的光合作用,即不断吸收 CO_2 、放出 O_2 ,才保证了生命活动的正常进行,保证了自然界中的碳素循环。

因此,可以说绿色植物的光合作用是地球上唯一的、最大规模的将太阳能转化为化学能,并释放出 O_2 的加工厂,是地球上一切生命活动所需能量的基本来源,是自然界无穷无尽的宝库。

另外,地球表面被大气层所覆盖,大气透射太阳光,同时也吸收和反射太阳光;大气自己也向太空发射热辐射能量;地球表面向太空发射的热辐射也要透过大气。研究发现,大气对太阳光(可见光)的透射能力相当强,它反射了 25% 的太阳能,另有 5% 的太阳能是由地面直接向太空反射的,所以地球对太阳热辐射的反射率 $\gamma = 0.3$ 。但地球表面向太空扩散的热辐射主要是红外光(因为其温度小于 500°C),

大气中的 N_2 和 O_2 对红外光的通透性相当好,但水汽、 CO_2 气体对红外光的通透性相当差,若这些气体大量存在,将使地球表面宛如加盖一层玻璃屋顶一样,太阳光能透过这些气体,但地球向外热辐射的红外光却被阻挡回来,具体过程表现为在大气对流层中,进行着多种光化学反应,其中值得注意的是 CO_2 对红外光的吸收 $\text{CO}_2 \xrightarrow{\text{红外光}} \text{CO}_2^*$ 。这就使得地球辐射到太空中去的能量被 CO_2 分子保留下来,而这些 CO_2 又不稳定,它会自发地以热的形式放出它所吸收的能量,结果破坏了地球的热平衡,引起大气温度的升高,这就是所谓的“温室效应”。

在使用矿物燃料的工业化进程中, CO_2 在大气里的浓度急剧增加,据统计当前 CO_2 的浓度比工业化前高出 25%。 CO_2 浓度的增加不仅造成大气中 O_2 和 CO_2 的比例失衡,而且直接危及人们的身体健康和生命。据测算,大气中一般 CO_2 的含量为 0.03%,当其含量上升到 0.04% 时,人们就会感到头疼、耳鸣、血压增高等,其含量上升到 0.1% 时,人们就会死亡。

植物的光合作用可以吸收大气中的 CO_2 ,据测算,在生长季每公顷阔叶树木每天可吸收 1000kg 的 CO_2 ,生长良好的草坪,每公顷每小时可吸收 CO_2 气体 15kg。因此,在城市及其周围地区,广泛栽植绿色植物是降低大气中 CO_2 浓度,增加 O_2 的供应使二者比例达到平衡的关键。这将有利地控制大气的“温室效应”,促进全球气候变化的和谐发展。

可见,植物绿化不仅可以调节大气湿度和温度,为人类生存提供充足的 O_2 ,而且还能有效控制“温室效应”。

(河北邢台学院物理系 054001)

封面照片说明

有序排列的纳米多孔材料的组装合成和功能化研究是由复旦大学承担的。这项研究基于纳米和分子组装化学、模板导向化学、表面活性剂化学,研究和建立了微孔、介孔和多级有序分子筛材料的构筑方法,在材料形貌、孔结构和孔内活性位等几个层次上,创立了“酸碱对”和电荷匹配理论,实现了材料的定向合成与宏观控制,并将所合成的新材料用于催化、蛋白分离等领域。封面是 $\text{Ia}3\text{d}$ 空间群双连续螺旋结构的图片,这项成果被 *Nature*、*Chemistry of Materials* 选为封面报道。

(李博文)

现代物理知识