



空气负离子中的物理机制

王向华 高建云

负离子功能现今已成为许多商品的新卖点,诸如负离子陶瓷、负离子服装、负离子饮用水、负离子吹风机等。无论新闻报纸,还是期刊杂志、学术论文,都从医疗保健、化学、环境学、材料学等不同角度论证、介绍了负离子,本文则试图从物理学角度让大家对负离子有所认识。

1889年德国科学家埃尔斯特和格特尔发现了空气负离子,1902年阿沙马斯等肯定了空气负离子的生物意义。空气负离子对人体的影响是一位德国医生在1931年发现的,以后空气负离子一直是一些发达国家积极研究的课题,几十年来国外对负离子的医疗保健作用做了大量研究。我国对负离子的研究起步较晚,自1978年从国外引进第一台生物滤器,至今也已经过80年代初和90年代初的两个发展高潮。目前我国的研究侧重于自然或人为环境中空气负离子浓度的测定,空气负离子在医疗保健上的作用及其机理,负离子发生器的开发等,近几年开始关注森林对空气负离子浓度的影响。大量临床和实验研究肯定了其对人体健康的有益作用,因此空气负离子素有“空气维生素”“长寿素”的美誉。当我们在海边散步,在湖泊旁、森林里、喷泉旁、瀑布周围享受新鲜空气时,会感到心旷神怡,这是因为空气中含有大量负离子。但目前空气负离子的真正作用机理尚不完全清楚,且空气负离子含量的测定没有形成统一标准,因此负离子的研究仍是一门新兴学科。

什么是空气负离子

通常情况下,空气分子整体呈中性。当空气分

子受到某些因素的影响而失去电子时就成为正离子,而那些游离的自由电子的自由程只有8~10cm,很快附着在某些气体分子或原子上,特别容易附着在氧分子和水分子上形成空气负离子,如负氧离子 O_2^- (H_2O) $_n^-$ 、负氢氧离子 OH^- (H_2O) $_n^-$ 、负羟离子 $H_3O_2^-$ (H_2O) $_n^-$ 等。正负离子形成初期数量相同,由于大气存在电场,晴天时地面上大气电场约100V/m,方向指向地面,正离子在电场力的作用下落向地面,所以在地球表面附近,负离子比正离子多10%~20%。然而由于发展中的现代工业大量排放废气、废物,交通工具、家用电器急剧增多,破坏了原有的正负离子平衡,空气中出现正离子多于负离子的现象。根据美国的统计数据,20世纪初空气中正离子与负离子的比例为1:1.2,现在则急剧升高至1.2:1。而只有当其比例小于或等于1、负离子浓度大于每立方厘米1000个以上时人才会感觉舒适。

空气负离子的功效

负离子对人体健康的影响表现在诸多方面。

保健功效 人体吸入空气负离子后,通过血液循环到达全身各组织器官,直接刺激人体各组织,并与神经反射和体液互相作用,对人体产生综合的生理保健作用,如有效改善大脑功能、增强机体免疫力、促进新陈代谢、调节神经机能、消除人体疲劳。

对疾病的辅助治疗功效 一些医学专家发现,攻击人体细胞的病毒通常都带有负电荷。而当人吸入空气中的负离子后,体内细胞也随之带上部分负电荷。由于同性相斥,病毒对细胞会失去攻击能力。另外,人体通过自身调节机制保持体液的酸碱平衡,正常情况下PH值平均为7.4左右,呈弱碱性。若

足以使水锤泵的最高扬程达到907.7米!

水锤泵技术既古老、又先进,国外在其理论、结构和应用等方面的研究历史长达200多年,技术较为成熟。由于水锤泵没有旋转部件,因此工作可靠、经久耐用。1905年俄罗斯一地区安装的4台水锤泵一直用到1927年,才去修理冲击阀。另一台在1902年安装运行到1935年,在更换橡皮垫和冲击阀后又继续工作了。据文献资料,有一台典型水锤

泵已工作100年以上,还有一台27年未曾检修。

水锤泵的经济效益十分显著,它以流水为动力,不需要专门的动力机,不耗电、油、煤等能源,日夜不断连续工作,扬程高、寿命长、结构简单、维护方便。用于缺电、无电山区及半山区的灌溉和人畜用水、山地果园喷灌等,一次投入、长期受益,利用山区低品质水力资源,是一种清洁无污染的理想提水工具。(河南省焦作市第十一中学 454000)

现代物理知识

调节系统发生障碍,体液酸碱平衡发生紊乱,就会出现各种症状。而决定其酸碱性的是体液中氢离子(H^+)浓度的高低: H^+ 浓度高,体液呈酸性,反之则呈碱性。负离子可与 H^+ 结合生成氢原子,使体液呈弱碱性。空气负离子的医疗保健作用目前已被广大医学界所认同。一般说来,负离子对非健康人和病人效果显著,而对正常的健康人则无显著性差异。另有资料表明,女性对负离子缺乏比男性更敏感,女性也更喜欢负离子多的环境。

具有极强的集尘作用 我们的鼻腔无法过滤直径小于10nm的飘尘,飘尘几乎是永久性地悬浮于大气中,占大气悬浮总粒子的90%以上,可穿过肺泡进入血液及全身,对人体危害最大。一般的机械设备很难滤除这些超细颗粒,而空气负离子却有捕获这些有害物质的特殊本领,而且粒度越小、捕获效率越高。空气负离子因增加一个外层电子而获得负电荷,使其具有非凡的结合能力,能够聚集、中和通常带正电荷的尘埃、烟雾、病菌、病毒。这些有害物质在空气中无法自由漂浮并迅速坠落,不再对人体构成危害,因而达到了净化空气的目的。

自然界中空气负离子的产生机制

在自然环境中,空气负离子无处不在,因为大自然存在自发产生空气负离子的三大机制。

大气分子的电离 大气分子受紫外线、宇宙射线、放射性物质、雷电、风暴等因素的影响发生电离(分子或原子中的部分电子获得足够能量,摆脱原子或分子核的束缚,成为自由电子),而后自由电子附着在氧气或水分子上便形成了空气负离子。分子电离的同时还伴随着复合过程,即正离子与电子结合成中性分子。所以在大自然中,空气电离与复合为一动态平衡过程,空气中负离子的浓度基本不变。而在不通风的室内这一平衡极易被破坏,致使室内空气负离子的浓度明显低于室外,主要原因是室内环境与大自然相比较为稳定,因此室内空气不易自行电离产生新的负离子,而且空气负离子寿命很短(平均仅为几秒到10多秒)。在室内使用空调、彩电、计算机、电热器等电器时,电器周围产生的高压静电使空气负离子急剧减少,人在负离子浓度低的地方呆久了会出现乏力、头痛等症状。

水的喷筒电效应(又称雷纳德效应) 瀑布的冲击、海浪的推卷及暴雨的跌失等自然过程中的水在重力作用下自上而下高速运动时,水滴在外力作用

下形成许多水雾(细小的水滴),水雾从水滴表面脱离时带上负电荷,易被空气流带走,从而形成空气负离子,这就是瀑布附近负离子浓度高的原因(地面瀑布附近的空气负离子浓度最高,每立方厘米达万个)。喷泉开启时明显感到空气清新,也是由于空气负离子浓度增大的缘故。研究表明:喷泉的规模越大,产生空气负离子的浓度也越大;而且喷泉水柱的喷射形状也影响空气负离子的浓度,交叉状的水柱在高空形成激烈的碰撞,产生的水雾多、空气负离子数量也大,而垂直状水柱的效果则较差。

植物的尖端放电及光合作用 晴天地面上大气电场的电势差约为100V/m,植物叶子的顶部一般比较尖、曲率半径较小,容易积累电荷,从而使附近的电场大到足以把空气击穿而产生放电,即“尖端放电”,电离出的自由电子与氧气分子或水分子结合就形成了空气负离子。绿色植物在光合作用中也会向大气释放一些电子。太阳光子击中叶绿素后,叶绿素中的电子会发生各种跃迁,使光能变成电能,正是这种电能可在叶绿体内制造了ATP(三磷酸腺苷),进而合成各种糖类。由于光合作用有许多电子参与,而且这些电子能量极高、十分活跃,犹如金属原子中的自由电子,所以极易在太阳光子的轰击下离开叶绿体,逃逸到大气中。据统计,空气负离子浓度(每立方厘米的个数)以瀑布所在地最高(达万个数量级)、山林次之(千个数量级)、田野较低(一般约700个左右)、城市最低(约300~600个)。地面空气负离子的浓度主要取决于该地区的植物数量,尤其是树木数量。

人造负离子材料的开发与应用

目前负离子材料研发推广好的国家是日本、韩国和中国。日本已经把离子技术作为经济发展的增长点之一,并大量用于健康、环境、能源、生物工程、建筑、纺织等各产业中,产值超过数百亿美元。国内已有500多个企业研究空气负离子技术,并开发出200多种相关产品、公开了数百件相关专利。

产生空气负离子的常见人工方式主要有三种,即负离子发生器、天然矿物电气石、人工合成负离子发生材料。

目前我国市场上有多种类型的负离子发生器,原理基本都是利用电晕放电或者紫外线照射,使空气电离而产生负离子。这种方法的缺点是产生大量异味,提高了臭氧和氮氧化物浓度,易诱发动脉

超高能中微子天文学实验现状

曹 臻 肖 刚

中微子是粒子物理标准模型中一组很特殊的粒子:它们质量最轻(在标准模型中没有质量),几乎不受引力影响;不带电荷,所以也不受电磁相互作用的影响;只参与弱相互作用;寿命却几乎是无穷长;遥远高能天体产生的中微子在到达地球的漫长传播过程中,其路径不会因遍布宇宙的磁场而发生变化。中微子的这些特性使它与光子一起成为绝佳的天文学信息传播者,是正在崛起的新兴中微子天文学学科发展的强劲原动力。与光子相比,中微子不会与弥漫全宇宙的温度约为 3 K 的宇宙学背景光子发生作用,中微子天文学工作的能量区域要高于光子天文学,譬如在高于 10^{15} 电子伏特(记为 PeV)的“超高能”区,探测中微子成为唯一的天文观测手段。

然而正是中微子的这些特性,也加大了它的探测难度。因为中微子不易与探测器物质发生作用,换句话说就是很难“看见”它们。另一方面,宇宙中高能中微子的能量分布通常都相当“陡峭”,即能量越高的中微子流量也越少,比如每天大约只有 1 个能量为 10^{18} 电子伏特(记为 EeV)以上的中微子从 1 平方千米的面积上穿过!因此我们需要有相当大的

有效灵敏面积和包含巨大质量的庞大探测器才能捕捉到它们。

目前科学家非常清楚中微子的产生机制:高能强作用过程(例如被加速到 1 PeV 的质子与高能天体附近的气体物质的相互作用)中产生大量强子(主要是 π 介子),在这些强子的后续衰变(主要产物是 μ 子)过程中将产生相同数量的中微子(主要是 μ 子型),在进一步的 μ 子衰变过程中还要产生一对 μ 子型和电子型中微子。因此,高能天体理论模型应该可以准确预言宇宙中中微子的种类和相应流强。然而,虽然人类在近 100 年的宇宙线观测中已相当准确地测量了 1 PeV 以上宇宙线的流强,却并不知道这些宇宙线源自何处,而观测现今已知高能光子源还远不足以判断这些光子是源自加速后的高能质子,还是如传统电子起源模型描述的那样,主要因电子的同步辐射和逆康普顿散射所致。因此,中微子天文观测将在如下三个层次对人类进一步理解宇宙线起源这一基本问题产生巨大影响:直接定位高能宇宙线的源天体;确定已知的高能天体(如超新星爆发、活动星系核、伽马暴等)的高能发光机制进而

硬化和癌症等,而且过高的负离子浓度对人体也有不良影响。目前第三代产品在清除室内有害气体的功能上有所改进,但对室内深度污染的净化效果还不显著。

电气石(又称“碧玺”,是一种用于首饰镶嵌的中档宝石)具有特殊结构,是一种独特的天然负离子功能矿物材料。电气石在某一方向的正负电荷无法重合,无对称中心,所以在晶体的两端形成正极和负极,且在外界无电场的情况下也不消失,是一种永久带电体。在受热、受压或者受到其他能量激发时都会产生电荷、释放负离子,所以可以利用电气石或其他负离子矿物材料的天然能量、激发空气电离、产生负离子。这种方法不需要外加的机械、热量或电能,是一种最经济实用的无源负离子材料。

由于电气石产地稀少、价格昂贵,所以负离子发生材料多采用人工合成的方式。即采用 2 种或 2 种以上的天然矿物质,通过一定加工而合成一种具有

释放负离子功能的材料,国内外在这方面都进行了广泛研究,并取得了一定成果。目前国内外学者研究的空气负离子材料母粒主要是天然矿物(如电气石、蛋白石、海底矿石等),其中又以电气石和蛋白石为多。此外,对吸附性能良好的竹碳纤维材料的研究也越来越多。

在研究开发负离子产生材料的过程中,负离子功能的评价是关键问题,方法不同其结果可能差之千里,测试仪器测试原理不同、精度稳定性差别也会严重影响测试结果。由于目前国内外都没有统一的评价方法与标准,因此行业内也存在一定程度的混乱现象。不过随着科技工作者的不懈努力,相信在不久的将来,各种负离子功能材料产品将使我们时刻都有漫步在森林里的感觉。

(王向华,天津工程师范学院数理系 300222;高建云,天津职业大学基础课部 300402)