

# 紫外线技术及其应用

任 静 朱焕勤 杜越山 方延平

(空军后勤学院 徐州 221000)

自从 1802 年, 物理学家理特(Ritte) 发现紫外线至今已有近 200 年的历史了, 但是人类制造第一只紫外线灯管还是 20 世纪 30 年代的事, 而真正能付诸实用的新型紫外线光源更是在 60 年代后才出现的, 可见紫外线技术发展比较晚。近 10 年来, 随着新型紫外线光源的出现, 紫外线技术得到了迅速的发展。目前正深入到国民经济的许多部门, 发挥着重要的作用。

## 一、紫外线的基本性质

紫外线一般是指波长在 400~ 180 纳米之间的电磁辐射线。它有以下几个特点。

1. 波动性: 紫外线和可见光一样是一种包含着各种波长、相位、振幅的光, 具有光的干涉、衍射、色散等现象, 属于“非相干性光”。紫外线也沿直线传播, 遵守光的反射定律、折射定律和透镜成像原理。

2. 量子性: 紫外线是由许多光量子组成的, 每个光量子都具有一定的能量, 不同波长的光量子的能量不同。紫外线的光量子能量比可见光的光量子能量大。

## 二、紫外线技术的应用

(一) 荧光效应: 由于紫外线光量子具有较大的能量, 所以当紫外线照射到很多物质上时使分子受激而发射荧光。这些物质辐射荧光的现象就称为紫外线的荧光效应。紫外线的荧光效应是一种光致发光。当紫外线照射到某些物质时, 这些物质有选择地吸收后, 发射出不同波长和不同强度的可见光来。当紫外线停止照射后, 荧光也随之消失。实际上, 当紫外线照射到荧光物质上时, 会发生 3 种情况: 一部分紫外线被反射, 一部分被荧光物质吸收, 另一部分透射出去。其中, 只有被荧光物质吸收的这部分紫外线才对发光起作用。当荧光物质吸收了紫外线后, 内部的分子会发生能量状态的变化, 在不同能级间跃迁, 发射出荧光。

物质表面所发射的荧光能反映该物质的特性, 凭此可对该物质进行定性和定量分析。

1. 荧光探伤, 在机械制造工业中, 以前对零件的探伤常采用超声波 X 光等方法, 但都不如用荧光法简便。荧光探伤就是把被检测的零件在荧光物质的溶液中浸泡一定时间, 取出后用毛刷把零件表面的荧光物质刷掉。由于浸入零件裂缝中的荧光物质不可能被刷掉, 经过这样处理的零件放入暗室里, 用不透明玻壳的紫外线高压汞灯照射零件表面, 残存在裂缝内部的荧光物质将发射出荧光来, 这样就可以找出有伤痕的零件。

2. 光舞台特技: 舞台特技的做法是用荧光粉涂画成相应的图形, 然后用相应的紫外线光源照射其画面, 在黑暗的舞台上呈现出各种夜景, 如星辰、月亮、灯光、城市夜景和码头灯光等等。使观众有身临其境的感觉, 舞台效果逼真。

3. 其他应用: 在刑事侦察上用荧光分析血清蛋白和血浆酶, 可以查出人种、性别、年龄等重要线索, 尸体内残存的一些毒品、药品用荧光分析可查出品种和含量, 根据伤口也可查出所用凶器; 另外, 借助荧光分析可以辨别文件、纸币、证件、邮票历史文物和书画的真伪。

(二) 光电效应: 当紫外线照射到金属的表面时, 金属内部的自由电子会逸出金属表面, 这种紫外线的光致电子发射构成了紫外线光电效应的一部分。紫外线的光电效应是光能转换为电能的一种方式。光电效应分为外光电效应、内光电效应和光生伏特效应。紫外线照射能产生光电效应的材料除了金属、半导体外, 还有某些气体和一些化学物质, 人与动植物被照射后也能产生光电效应。

人体的光电效应在人体内产生许多活性因子。因为生物体内每一个细胞都是一个微电池, 在细胞内外有一定的电势差。当紫外线照射细胞后, 产生光电效应, 使细胞变为活性因子。这些活

性因子是治疗某些疾病的重要因素。而动植物的光电效应,更直接影响到动植物的生长过程。气体的光电效应的主要应用是制造“空气罐头”。所谓“空气罐头”就是气体的负离子。当短波紫外线照射到空气中的某些气体分子或原子时,使气体分子或原子中的电子逸出,逸出后的电子附着在其他气体分子上,使气体分子变为负离子。负离子能使人健康长寿,还能医治一些疾病。被称为“空气维生素”。

(三) 光化学效应: 紫外线照射某些物质时,能产生光化学反应。波长在 200~ 400 纳米的紫外线所具有的能量(3~ 6eV)正是许多物质(化学键能也在 3~ 6eV 的范围内)吸收后产生光化学反应所需的能量。尤其是短波紫外线的光子能量较大,对光化学反应特别有效,能直接引起一些物质的化合和分解。

1. 印刷制版和晒版。目前新工艺采用重氮盐感光性树脂制成 PS 版,能弥补重铬酸盐感光版的许多不足。重氮盐 PS 版感光过程其实质是一个紫外线光化学效应过程: 当重氮基团受到紫外线照射后,感光剂迅速分解并放出氮气。分子的其他部分进行结构重排而生成易溶于碱水的羧酸衍生物。根据曝光后版面溶解性的不同,就很容易地把紫外线照射的非图像部分经过显影而除掉。版面上仅留下有图像的部分,构成印刷版材。

2. 处理公害。发霉的花生、大豆、玉米及其加工制品含有大量的致癌物质——黄曲霉菌,对人体有害。而紫外线对黄曲霉素破坏力很强,尤其是波长为 365 纳米的紫外线使黄曲霉素产生光化学反应,最后变成无致癌性。

3. 同位素分离。所谓同位素分离,是从天然的同位素混合物中分离出某种纯同位素来,或者把其中某一种同位素的浓度提高。同一种元素的同位素,其物理化学性质很相似,这就造成了分离同位素的困难。过去分离同位素是利用同位素质量不同来实现的,例如用气体的扩散法和离心法来分离同位素。但这些方法成本高,效率低。用紫外线光量子的能量可只激发同位素当中的一种而其他不被激发,然后用物理或化学的方法把它同未被激发的同位素分离开来。用紫外线分离同位素的方法成本低,效率高,可节省很多投资。

(四) 生物效应: 当紫外线照射人体或生物体后,使人体或生物体发生生理变化。不同波长的

紫外线的生理作用不同。根据紫外线对生物作用的性质,在医疗卫生上把紫外线划分为不同的波段(见图 1): 黑斑紫外线(曲线 A)在 320~ 400 纳米波段; 红斑紫外线或保健射线(曲线 B)在 280~ 320 纳米波段; 灭菌紫外线(曲线 C)在 200~ 320 纳米波段; 致臭氧紫外线(曲线 D)在 180~ 200 纳米波段。

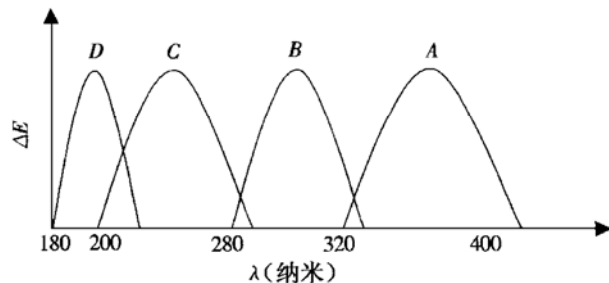


图 1

1. 紫外线的致黑斑作用: 波长在 320~ 400 纳米的紫外线又叫长波紫外线。该波段的紫外线生物作用较弱,但它对人体照射后使皮肤变黑,皮肤有明显的色素沉着作用,这就是紫外线的黑斑作用。该波段的紫外线可强烈地刺激皮肤,使皮肤新陈代谢加快、皮肤生长力加强和使皮肤加厚。A 波紫外线是治疗皮肤病的重要波段,像牛皮癣、白癜风等疾病。

2. 紫外线灭菌作用,短波紫外线对微生物的破坏力极强,当该波段的紫外线照射细菌体后,细胞的核蛋白和核糖核酸(DNA)强烈地吸收该波段的能量,它们之间的链被打开断裂,从而使细菌死亡。如,用紫外线汞灯或金属卤化物灯对空气和食品灭菌。

3. 紫外线对人体的保健作用。波长在 280~ 320 纳米的 B 波紫外线照射人体后,能引起皮肤肌体的光化学过程和光电反应,使皮肤产生许多活性物质,从而起到健康保健的作用。目前采用紫外线照射调节高级神经的功能、改善睡眠、降低血压。经常接受紫外线照射能加强白血球的吞噬能力,增强人的免疫功能。

4. 紫外线生物效应的另一应用是生物诱变育种。决定生物传宗接代的物质是脱氧核糖核酸。微生物的 DNA 吸收光谱正是在 200~ 300 纳米之间,当微生物 DNA 吸收紫外线之后,结构将发生很大变化,将引起微生物的遗传性的改变。用这种方法可以在短期内使微生物的特性大幅度地变异。

# 次声波及其应用

李爱玲 闫夷升

(西安陆军学院物理系 陕西 710108)



次声波又称亚声波,是频率低于可听声频率范围的声波,其频率范围大致是  $10^{-4}\text{Hz}\sim 20\text{Hz}$ 。这种声波人耳虽然听不到,但是可以感觉到它的存在。这种声波在声学范围内还是一个比较新的领域。由于它具有较强的穿透能力,因此具有很大的实践意义。次声波与超声波不同,通常具有破坏作用,是有害的。次声波的研究开始于第一次世界大战期间,在以后的 50 多年时间虽然少有研究,但人们发现天然次声和人工次声都对人的状况和行为具有强烈的作用。次声波还可以作为一种新式武器,不仅能用来消灭敌人,而且还可以用来摧毁工业和民用目标。

## 一、次声波的产生和特点

在自然现象中,地震、火山爆发、风暴、雷暴、海浪冲击、机器振动等都会产生次波。另外,还可以人为制造次声源一次声发生器。这种发生器的工作原理很像风琴管或警笛,可以具有较大的功率。

次声波在  $20^\circ\text{C}$  的大气中的传播速度为  $334\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。振动频率为  $10^{-2}\text{Hz}$  的次声波,波长为  $3.4\times 10^4\text{m}$ 。由于次声波的频率很低,大气对其吸收甚小。当次声波在大气中传播几千千米时,其吸收还不到万分之几分贝。因此在空气、地面等介质中传播的距离较远。例如一包 4 千克的炸药爆炸

时,几千米远处就听不到爆炸声了,但爆炸引起的次声却能传到 80 千米以外。1883 年 8 月 27 日,印度尼西亚的喀拉喀托火山突然大爆发,当时使 20 多立方千米的岩石变成碎块抛向空中,产生了强爆炸波,发出了巨响。据说,在远离火山几千千米的印度洋上的罗德里格斯岛上还能听到隆隆的声响;而火山爆发激起的次声波则传播得更远,居然绕地球转了 3 圈,历时 108 小时。1961 年,苏联在北极圈内新地岛进行核试验激起的次声波绕地球转了 5 圈。

次声波有很强的穿透能力,可以穿透建筑物、掩蔽所、坦克和潜艇等障碍物。 $7000\text{Hz}$  的声波用一张纸即可隔挡,而  $7\text{Hz}$  的次声波可以穿透十几米厚的钢筋混凝土。高空大气湍流产生的次声波能折断万吨巨轮上的桅杆。地震或核爆炸所激发的次声波能将高大的建筑物摧毁;海啸带来的次声波可将岸上的房屋毁坏。

## 二、次声波对人体的危害

次声的频率与人体器官的固有频率相近(人体各器官的固有频率为  $3\text{Hz}\sim 18\text{Hz}$ )。当次声频率和人体固有频率( $8\text{Hz}\sim 12\text{Hz}$ )极为接近时,次声波作用于人体便会引起共振,刺激人的大脑,对人的心理和意识产生一定的影响。轻者感觉不适,注意力无

5. 紫外线的致臭氧作用。当紫外线的波长短于 200 纳米时,它在空气中传播极易被氧分子所吸收。氧分子吸收了波长短于 200 纳米的紫外线后,氧分子间的化学键被打开,结果氧分子就变为氧原子:  $\text{O}_2 + h\nu \rightarrow 2\text{O}$ 。

此时的氧原子又在紫外线的作用下与空气中的氧分子化合生成臭氧:  $(\text{O}_3)\text{O} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{紫外线}} \text{O}_3$ 。所以把波长短于 200 纳米的紫外线称做致臭氧紫外线。

随着电光源工业的发展,紫外线的应用愈来愈广泛。它的应用已深入到化学工业、农业、纺织工业、印刷工业、公安部门、食品工业、采矿工业、医疗和制药工业、电子工业以及许多科研部门。当然,紫外线技术的应用并不局限在以上几个方面。它的应用领域极其广阔。随着时间的推移和科技的进步,紫外线技术在工农业生产上会发挥更大的作用。