

新闻热线:010—58884115  
E-mail:Lsx1Lsx2@126.com

■主编 吴红月 责编 卢素仙 实习生 杜侨雪

# 技术创新促红外线医疗保健作用凸显

□ 范广宏 任明伟 吴元德 杨子彬

## ■创新启示录

## 太阳中的“生命之光”

红外线是1800年英国科学家William Herschel在研究太阳光谱时意外发现的。他观察到在太阳光谱的红色光线之外,还有一段波长较长红光且非肉眼所能看到的光线,其主要特点是具有显著的热效应,并将其命名为红外线[1]。红外线自发现以来的200多年间,人们不断的对其进行探索研究、开发和利用,但主要集中在军事、国防、工业、农业、交通等领域,如红外夜视、红外侦察、红外光谱分析、红外测温、红外报警、远红外节能材料、红外传感控制、红外加热干燥等方面[2-4]。然而在医疗保健领域,人们对红外线的研究使用相对较少,对其重视程度也相对较低,直到上世纪60年代,红外线才开始应用于医学领域,主要是用于红外诊断[5];70年代,红外治疗开始兴起,并逐渐应用于医疗保健领域[5]。近几十年来,日本、韩国、瑞士等国家在红外线生物学效应的研究及开发相关产品方面发展非常迅速,在国内也逐渐重视和发展起来。

## ■参考文献

- [1]吕晓宁,李鸣皋,远红外线生物学效应及其在组织修复中的临床应用,中国组织工程研究与临床康复,2009年,第13卷,第46期
- [2]任晓辉,张旭东,何文等,红外辐射材料的研究进展及应用,现代技术陶瓷,2007年,第2期
- [3]徐第,红外技术在食品工业中的应用,中国食品添加剂,2005年,第1期
- [4]张涛,钟舜聪,基于人体步态识别的热释电红外传感报警系统,机电工程,2011年,第28卷,第10期
- [5]吴本玖,红外技术与生物医学,中国医疗器械信息,2001年,第7卷,第2期
- [45]仲大军,神灯频谱风云记(上),科技潮,1996年,第1期
- [46]徐勇,WS-频谱治疗仪的原理及使用,家用电器,1995年,12期
- [47]邹亚超,新型中远红外线治疗仪简介,红外技术,1988年,第10卷,第4期
- [48]吴宗耀,关于TDP辐射器研究的初探,第三军医大学学报,1983年,第5卷,第1期
- [49]魏岱海,特定电磁波辐射器(简称TDP)生物效应的物理机制,哈尔滨科学技术大学学报,1987年,第2期
- [50]苟文彬,屈超蜀,吴绍尧等,特定电磁辐射及其广泛的生物学效应,重庆大学学报,1986年,第2期
- [51]金宗哲,负离子与健康和环境,中国建材科技,2006年,第3期

(其他文献略)

红外线又称红外辐射,属电磁波辐射中能产生热效应的一段频谱,其波长范围为0.75 $\mu\text{m}$ —1000 $\mu\text{m}$ ,波长相对较长,光子能量较低。红外线是由于物质内部的运动变化(主要是分子、离子、原子等振动、转动等)而辐射的电磁波。其产生原理主要是组成物体的原子或分子不停的运动,从较高能级状态跃迁到较低能级状态,释放的能量以电磁波的形式向外辐射,从而产生红外线。同理,物体原子或分子处于较低运动状态能级时会吸收一定能量的电磁辐射。一般情况下物体的组成结构不变,其能级差也不变,故物体吸收和辐射电磁波的波长基本一致,即物体吸收的红外线波长和辐射的红外线波长相等。

生命中起重要作用的蛋白质、核酸、糖类、脂类及水分子,都能和红外线频段的电磁波发生响应,产生吸收或辐射效应,如磷酸化蛋白的10.3 $\mu\text{m}$ 吸收峰,核酸分子的9.76 $\mu\text{m}$ 和8.06 $\mu\text{m}$ 吸收峰,蛋白质分子的8.66—8.53 $\mu\text{m}$ 吸收峰和水分子的6.07 $\mu\text{m}$ 吸收峰等。

一切生命体,不论是植物、动物还是人体,都是由原子和分子组成的。经科学研究证实,人体本身是一个红外辐射源,可以吸收及辐射红外线。如果把人体作为黑体辐射,在体温37 $^{\circ}\text{C}$ 时,辐射的峰值波长为9.35 $\mu\text{m}$ ,故体会吸收以9.35 $\mu\text{m}$ 为中心波长的红外线。国内外许多研究报道,太阳光线中6—14 $\mu\text{m}$ 波段的红外线在生物体生存中扮演重要的角色,具有良好的生物学效应,被业内称为“生命之光”,得到广泛的应用。

## 红外线具有临床医学效应

研究证明,红外线对人体皮肤及皮下组织有一定的穿透能力,用红外线照射皮肤,可引起皮肤及皮下组织细胞内外分子振动加剧,产生热效应和非热效应,激活生物大分子和水分子,从而激活细胞,产生积极的生物学效应。

红外线在生物医学方面最原始的应用应该是日光浴,随着科学的发展,对红外线的认知逐渐加强。就我国而言,红外线治疗始于上世纪70年代。据文献报道,1978年开始,姜玉梅等用红外辐射器对急性扭挫伤、腰肌劳损、冻伤等进行治疗观察,取得了较好的效果,其中扭挫伤疗效显著。1979年,朱龙南等以蜡英砂板作为远红外线发射元件制作成远红外辐射治疗器用于临床,结果显示:治疗器对软组织损伤、骨关节炎、神经与肌腱疾病、相关内科疾病、相关皮肤疾病有一定的疗效。自80年代开始,随着“特定电磁波治疗仪”(简称“TDP”)的应用,红外线的生物学效应和临床应用功效引起越来越多科研工作者的关注[1],具体研究主要包括以下几个方面:

### ⇨红外线治疗和辅助治疗急、慢性软组织损伤

皮肤及皮下组织,将吸收的红外线能量转变成热,引起组织内血管扩张、血流加速,局部血液循环改善,组织代谢加强。同时红外线能加快局部渗出物吸收,促进肿胀的消退,使骨骼肌张力降低,有利于对抗肌内痉挛、劳损,缓解慢性软组织损伤症状等。

朱峰嵘等利用红外理疗按摩床结合手法治疗急性腰扭伤,治疗结果表明总有效率达到了98.08%,疗效显著。卓青山等利用远红外线治疗腰肌劳损,取得了较好的治疗效果。蔡小莉等利用红外线并结合电针治疗踝关节扭伤研究表明,电针加TDP治疗踝关节扭伤疗效高,见效快,值得推广。

### ⇨红外线可缓解各种慢性炎症和辅助治疗关节相关疾病

远红外线照射可以改善血液循环和组织营养,增强免疫功能,提高巨噬细胞的吞噬能力,有利于慢性炎症的吸收和消散,适用于治疗各种类型的慢性炎症。红外线还能使痉挛的肌肉放松,减轻疼痛,治疗和辅助治疗颈椎等相关疾病。

丁小清等探讨了红外线治疗颈椎病及肩周炎的疗效,用红外线照射颈肩部,结果显示红外线治疗颈椎病及肩周炎的总有效率达90%以上。李建等利用红外线照射并结合其他疗法综合治疗膝关节骨关节炎,结果显示利用红外线辅助治疗膝关节炎疗效显著、确切,值得临床推广。

此外,有临床文献报道,利用红外线可以治疗或辅助治疗慢性萎缩性胃炎、慢性宫颈炎、盆腔炎等炎症相关疾病。

### ⇨红外线有利于伤口的愈合

远红外线能改善组织营养,促进纤维母细胞和纤维细胞的再生,促进肉芽生长,增强组织修复和再生功能,加速伤口愈合。红外线还有镇痛消炎的作用,被广泛应用于临床[1]。

刘主才等探讨了红外线治疗对急诊清创缝合伤口的临床疗效,将1058例在急诊室进行清创缝合的患者按就诊顺序随机分为2组,其中对照组535例,治疗组523例。对照组术后常规换药,治疗组在对照组的基础上加红外线照射,结果显示,治疗组疗效明显高于对照组,且简便、安全,值得临床推广。孟玲珍研究了远红外线理疗仪治疗延期愈合伤口的效果,结果显示,观察组患者伤口好转率及1周后伤口痊愈率均显著高于对照组。此外,红外线对轻度烧伤、产妇产后阴伤口的愈合等都有着积极的效果。

### ⇨红外线有治疗和辅助治疗相关皮肤疾病的功效

红外线照射有利于血液循环,增加组织供血供氧,消炎镇痛,对于渗出性病变,使其表层组织干燥、结痂,制止进一步渗出,可用于治疗和辅助治疗相关皮肤疾病。

张滨岳研究了远红外辐射器治疗带状疱疹的疗效,结果证明,无论在皮疹的消退还是神经痛的缓解方面,治疗组都明显优于对照组,且具有统计学意义,说明远红外辐射器治疗带状疱疹是有效的。王翠芬等利用红外线结合康复新液辅助治疗褥疮,临床观察结果显示,康复新液配合红外线治疗褥疮疗效准确,值得临床推广。邓秀兰等观察研究了按摩配合红外线在I度、II度冻疮治疗护理中的临床疗效,研究表明,按摩配合红外线对冻疮的治疗效果非常明显。

### ⇨红外线有缓解疼痛的功效

红外线的热效应能降低感觉神经兴奋性,干扰疼痛,同时血液循环得到改善,缺血、缺氧等症状好转,有利于渗出物吸收、肿胀消退、痉挛缓解,从而达到缓解疼痛的功效。

## 红外线辐射材料及装置日益增加

红外线对人体有着积极的生物学效应,临床研究不断取得新进展的同时,红外保健和辅助治疗的装置也逐渐发展起来,红外功能材料及其制品日益增加,不断改进和优化[2]。目前市场上的红外医疗保健产品主要分为两大类:

第一类产品不需要电源,通过利用红外线发射水平很高的天然或人工合成材料,制成能产生红外线的纺织品、日用陶瓷用品等,称为“无源红外保健品”。这类产品不需要电源,且使用时间长、辐射

面积大,安全方便。如远红外保健毯、保健寝具、保健衣服、护肩护膝、远红外陶瓷餐具、远红外陶瓷工艺品、远红外瓷砖及涂料等。此类产品涉及到的红外材料有电气石、远红外陶瓷粉等。

第二类产品需要电源,利用特殊的功能材料,通过电热转换,制成红外理疗的装置和器件,称为“有源红外医疗保健品”。此类产品红外辐射能量强,疗效快。例如红外线辐射灯、TDP、频谱治疗仪[45,46]等。此外,有些称之为产生生物频谱的治疗保健仪,其实质也就是红外辐射产品。此类产品的发展主要分为以下几个阶段:

上世纪70年代,最早开始研发的是红外线灯,是由电阻丝绕在或嵌在耐火土、碳化硅等物质制成的棒或板内构成辐射头。由于工作温度相对较高、其红外辐射材料成分单一,产生的红外波谱较窄,强度较弱,且发出不可见的红外线波长范围为0.77—15 $\mu\text{m}$ ,以2—3 $\mu\text{m}$ 的近红外线为主,所产生的红外辐射远离人体易吸收的红外线区域[47]。

1978年,重庆硅酸盐研究所苟文彬研制成功了TDP,TDP是由涂覆包含多种元素红外涂层的辐射板构成,用电热丝加热,产生电磁波。1983年,第三军医大学吴宗耀[48]等就TDP辐射器进行了研究,结果显示TDP辐射器是一种热辐射型远红外辐射器,其波谱范围在0.55—25 $\mu\text{m}$ ,对人体皮肤有一定的透射率。在80年代初期,围绕TDP的生物医学效应和临床疗效,发表了众多的临床试验报告和文献报道[49,50]。

进入80年代,市场上出现频谱治疗仪,到了90年代,频谱保健治疗仪进入了人们的视野,其主要是以绝缘材料作为基体,在基体上制备电热膜(换能层),然后在换能层涂覆红外辐射涂层。有些产品以耐高温、机械强度高的陶瓷作为基体材料,以半导体陶瓷涂层作为导电加热体和红外辐射体,此类红外辐射装置响应时间短、抗热震性、耐高温及机械强度等方面得到了改善,但选择合理的陶瓷涂层制备工艺避免其与基体脱落仍是需要进一步解决的问题。

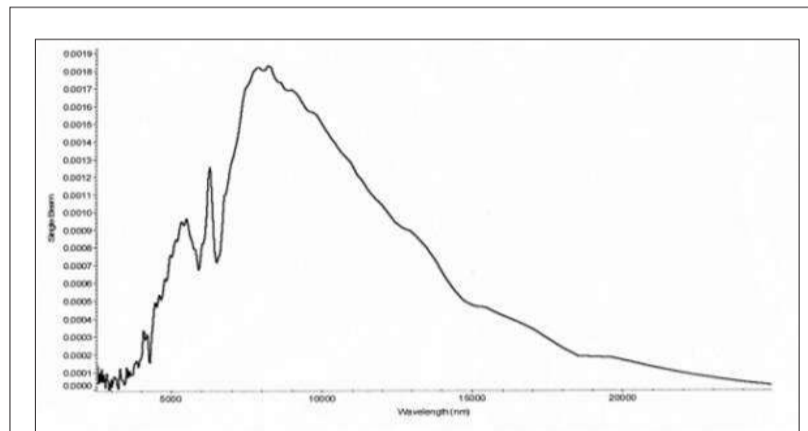
随着红外辐射技术和其他相关技术的发展,红外辐射材料的设计使红外辐射材料从单质及化合物发展为红外复合材料,红外材料的选择和复合工艺技术也越来越受重视[2]。因此研究利用高辐射率的红外材料,开发更安全有效、方便节能的红外辐射产品有着重要的意义。在这方面广东骏丰频谱股份有限公司做的较好,他们近几年立项开展了红外复合材料及其工艺技术的创新性研究,使红外技术得到进一步的提升和发展。

## 骏丰频谱呈现技术优势

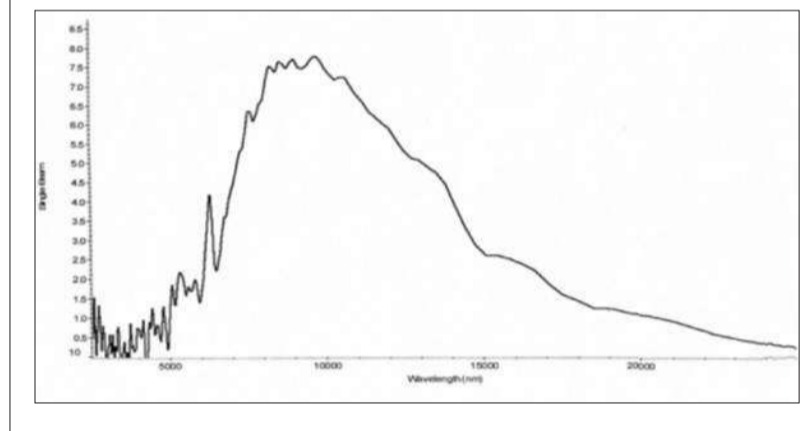
广东骏丰频谱股份有限公司与机械科学研究总院先进成型技术与装备国家重点实验室合作,利用新材料、新技术和新工艺,开发出一种具有红外频谱生物效应和负离子效应双重功效的红外频谱辐射技术。其优势主要体现在红外材料的微纳米加工技术、高性能的红外复合材料技术以及红外辐射涂层的成型工艺技术三个方面。

### ⇨微纳米工艺技术提升功效

自然界的许多材料都具有一定的红外发射率(比辐射率),若需进一步提高其发射率,可以减小其颗粒的粒径,这是因为颗粒越小,比表面积就越大,分布在表面的原子就越多,颗粒的表面活性就增加,从而材料的发射率就得以提高。骏丰频谱红外发生装置采用具有较高红外发射率的红外线辐射材料,并将材料制成粒度分布均匀的微纳米级颗粒。检测表明,200nm左右远红外粉体的法向全发射率从微纳米化前的86%提高到95%。而且在同一配方情况下,微纳米化前后,红外辐射涂层的辐射峰值波长范围也发生了变化。在微纳米化前,辐射涂层的辐射峰值波长范围是8—9 $\mu\text{m}$ ;经微纳米化处理后的远红外材料制成的辐射涂层,其辐射峰值波长范围为8—10 $\mu\text{m}$ ,与人体吸收的波长更匹配。(见图)



微纳米化前



微纳米化后

材料微纳米化前后辐射涂层相对辐射能谱曲线

远红外材料微纳米化后制成的远红外辐射涂层的辐射峰值波长范围有所扩大,这是因为微纳米化后远红外材料各个组分的法向全发射率均有所提高。在叠加效应的作用下,远红外材料总体的辐射能力提高,从而使辐射峰值加宽,产生有利于对人体的辐射和吸收效应。

### ⇨天然负离子提高保健功效

研究表明[51],负离子具有增强细胞活力、促进新陈代谢、调节神经系统功能、缓解疲劳等功效。因此将能产生负离子的材料应用到红外频谱发生装置中,能起到双重功效和复合作用。

骏丰频谱红外发生装置制备过程中,将天然负离子矿物材料采用特殊工艺添加到红外辐射涂层中,从而使骏丰频谱红外发生装置既具有红外频谱效应,又具有对人体健康非常有益的负离子效应,进一步提高了治疗保健功效。

### ⇨红外辐射涂层室温成型技术 频谱涂层更加美观大方

骏丰频谱红外发生装置采用环保高性能水性成膜剂技术,固化成型负离子远红外频谱涂层,具有三大特色:(1)频谱发生器辐射层室温固化成型,制造设备简单,制造能耗显著降低,更加节能环保。(2)采用有机/无机物微复合技术,消除了涂层的开裂、脱落等现象,增强了红外频谱发生层的粘接牢度等机械性能,使其更加坚固耐用,性能更稳定,使用寿命更长,治疗保健功效更佳。(3)微纳米涂层材料比表面积大,适用基材范围广,在各种基材上均可稳固吸附,涂层附着力显著提高,此外微纳米颗粒特有的视觉效果,使频谱涂层更加美观大方。

国家红外及工业电热产品质量监督检验中心的检测结果显示,骏丰频谱红外发生装置这种兼具远红外效应和负离子效应的新型频谱发生器,其工业化产品的法向全发射率达到了0.87,在同类产品中居领先地位;更重要的是,在其相对辐射频谱曲线中,辐射峰值波长范围在8—10 $\mu\text{m}$ 左右,与人体最佳吸收波长9.35 $\mu\text{m}$ 非常匹配,具有很好的人体吸收效果。

## 期待红外线医疗保健国标出台

环境的恶化,人们工作、生活压力增

加,亚健康相关疾病发生率升高,引发人们对健康越来越关注;同时,随着经济的发展,保健意识增强,对高新技术、非药物、无毒副作用的保健及治疗相关产品的需求也在快速增长。包括红外线照射等在内的非药物自然疗法将越来越受到人们的重视,因此研究开发复合型红外辐射材料及其相关产品,具有十分重要的现实意义。

2013年10月,国务院颁布《关于促进健康服务业发展的若干意见》(国发[2013]40号文件),指出为实现人人享有基本医疗卫生服务的目标,满足人民群众不断增长的健康服务需求……广泛动员社会力量,多措并举发展健康服务业。文件精神,健康服务业以维护和促进人民群众身心健康为目标,主要涉及药品、医疗器械、保健用品、保健食品、健身产品等支撑产业。文件提出了到2020年,基本建立覆盖全生命周期、内涵丰富、结构合理的健康服务业体系,打造一批知名品牌和良性循环的健康服务产业集群,并形成一定的国际竞争力,基本满足广大人民群众的健康服务需求。这预示着包括红外保健产业在内的健康服务业将迎来空前的发展机遇。

但是到目前为止,国内在红外医疗保健领域一直缺乏全面、系统的研究,从事红外线生物学效应研究的科研单位还比较少,红外线的生物学效应及其在临床方面的应用研究还远远不够;红外辐射材料在辐射率、加工工艺等方面还有待优化;红外辐射产品也存在质量参差不齐、功能单一等不足。而且目前在红外辐射技术方面只有GB/T 4654—2008(非金属体红外辐射加热器)、GB/T 7287—2008(红外辐射加热器试验方法)等红外辐射加热器相关方面的国标,而红外线在医疗保健方面的相关国标目前还没有制定。因此,红外线在保健医疗领域的研究和应用还有大量工作要做,相关标准也应尽快制定,只有这样才能推动红外医疗保健技术更快发展,并为我们人类提供更加安全可靠的红外线医疗保健产品。

作者分别为:  
(范广宏、任明伟 机械科学研究总院先进制造技术研究中心 北京)  
(吴元德 北京协和医学院基础学院 北京)  
(杨子彬 中国医学科学院基础医学研究所 北京)

本版与科技部社会发展科技司、中国生物技术发展中心合办