

237-240

15

宽频带治疗仪的设计及治疗机理研究

吴 琦 吴 涛 吴岩峰 赵 英

(黑龙江省电子技术研究所, 黑龙江哈尔滨, 150040)

张铁英 V

(丹东市第二医院康复科, 辽宁, 丹东, 118000)

孙湘君

(哈尔滨市第一医院理疗科, 黑龙江, 哈尔滨, 150000)

TH772

摘要 讨论了宽频带红外辐射治疗仪的设计原理、治疗机理及其在医学上的应用前景。

关键词 宽频带辐射, 治疗仪, 机理。

治疗机理 红外辐射

引言

人体对于红外线有着区别于其它物质的特征吸收光谱, 因此, 理想的理疗效果的实现, 不仅要考虑到表面吸收, 更重要的是要考虑到内在吸收, 因此, 必须采用宽频带辐射进行辐照才能产生强共振, 强吸收和强内热效应。

1 普通辐射与宽频带辐射特性

从黑体、灰体的热辐射分布曲线可见, 这类曲线是一条最高处只对应于一个唯一波长的光滑曲线, 只有一个峰值, 其分布规律遵循普朗克公式, 即

$$M_\lambda = \frac{C_1}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{C_2/\lambda T} - 1} (\text{W} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \mu^{-1}), \quad (1)$$

式(1)中, M_λ 为光谱辐射出射度 ($\text{W} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \mu^{-1}$); λ 为波长 (μm); T 为绝对温度 (K); C_1 为第一辐射常数 ($3.7415 \times 10^8 \text{W} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \mu^4$); C_2 为第二辐射常数 ($1.43879 \times 10^4 \mu \cdot \text{K}$)。

图 1 中曲线 1 为典型的黑体辐射分布曲线而周围环境的实际辐射一般为灰体, 其发射率虽然低于黑体, 但其光谱辐射出射度的分布规律与同温度的黑体相似(见图 1 中的曲线 2)。

上述的黑体和灰体, 其辐射特性只具有一个峰值, 根据辐射温度 T , 便可利用维恩位移定律计算其峰值波长 λ_m , 即

$$\lambda_m = \frac{2898}{T} (\mu\text{m}), \quad (2)$$

式(2)中, λ_m 为峰值波长 (μm); T 为绝对温度 (K)。

对于黑体的全波段的辐射出射度,即包括所有波长在内的总辐射出射度与黑体温度 T 的4次方成正比,即斯蒂藩—玻耳兹曼定律:

$$M = \delta T^4 (\text{W} \cdot \text{cm}^{-2}), \quad (3)$$

式(3)中, M 为辐射出射度($\text{W} \cdot \text{cm}^{-2}$); δ 为斯蒂藩—玻耳兹曼常数($5.67 \times 10^{-12} \text{W} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$); T 为绝对温度(K).

对于灰体辐射源,它的辐射出射度和同一温度下的黑体的辐射出射度的比值叫做法向全发射率 ϵ ,则实际物体的辐射出射度为

$$M = \epsilon \delta T^4 (\text{W} \cdot \text{cm}^{-2}), \quad (4)$$

目前国内外生产制造的各种加热器,如碳化硅板、金属管状加热器、直热式导电膜加热管、直热式加热片等,其辐射光谱均遵循上述热辐射定律,即只有一个峰值的单峰辐射曲线.然而,宽频带辐射则不同,它是在特定的波段范围内,光谱辐射出射度相等或相近的一种辐射特性,其综合辐射光谱为类似于“巨型波”的平滑曲线.究其实质,是若干个具有不同照射面积和不同峰值波长的单峰辐射曲线叠加而成的.

2 宽频带辐射加热器的设计

宽频带辐射理疗仪的核心是宽频带辐射加热器,分单源体和多源体两种.

2.1 单源体宽频带辐射加热器

将一只加热器的辐射表面积人为地分成若干个对称部分,考虑到辐照度的均匀性,对称部分面积该相等,而不同面积的辐射温度不同,则根据式(5)便可设计出宽频带辐射加热器.

$$\begin{aligned} (A_1 + A_2 + \dots + A_n) \cdot M_A &= (B_1 + B_2 + \dots + B_n) \cdot M_B \\ &= (C_1 + C_2 + \dots + C_n) \cdot M_C = \dots \end{aligned} \quad (5)$$

式(5)中, A_n, B_n, C_n 分别为各自同一辐射出射度的分割区面积; M 为辐射出射度.

图2是具有两个分割区的高、低温区的光谱辐射出射度分布曲线.能谱上出现的特征带是由于环境大气中的水蒸汽、 CO_2 等的吸收干扰造成的(国家红外质检中心测试).

设计中,高温区面积与低温区面积之比为2:3.从图2中可见,无论整个包围面积(辐射出射度),还是单位波长所对应的高度(光谱辐射出射度),图2(b)为图2(a)的2/3.叠加的结果,其综合辐射光谱不再是一条只有一个峰值的单峰辐射谱,而是一条平滑的宽频带辐射谱.

2.2 多源体宽频带辐射加热器

加热器的类型有管状、片状、板状等,为了设计和安装的方便,多源体加热器的外观尺寸应一致,只是加热功率不同而已.对于每一只加热器,其辐射光谱只有一个峰值,若干个不同功率的加热器辐射叠加结果,其综合辐射光谱便成为具有宽频带辐射特性的光谱.考虑到辐照度的均匀性,应该对称分布.

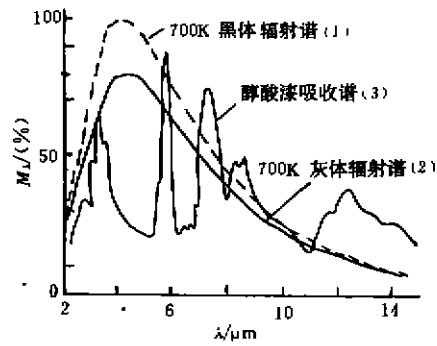


图1 红外辐射光谱($M_\lambda \sim \lambda$)

和吸收光谱($\alpha \sim \lambda$)

Fig. 1 Infrared radiation spectrum (M_λ) and infrared absorbing spectrum ($\alpha \sim \lambda$)

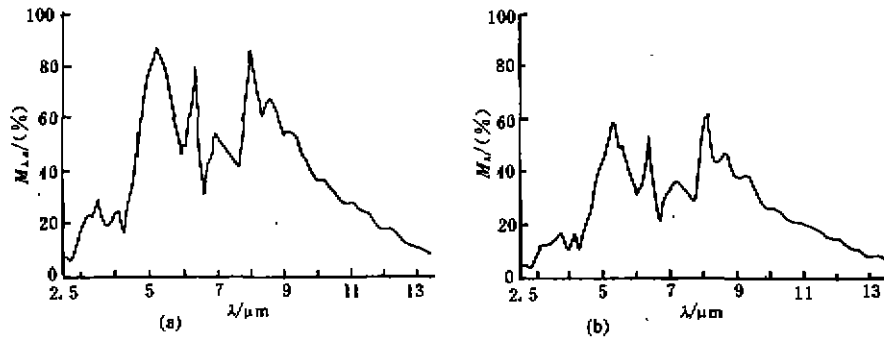


图2 宽频带釉面辐射加热器区域辐射光谱

(a) 高温区域辐射光谱 (b) 低温区域辐射光谱

Fig. 2 Region radiation spectrum of wide-frequency band glazed radiative heater

(a) High temperature zone of radioactive spectrum

(b) Low temperature zone of radioactive spectrum

3 宽频带辐射仪的治疗机理

人体同任何物体一样,存在着一个表述自身特征的远红外吸收光谱,该光谱由表述人体区别于其它物质的特征吸收带组成.根据匹配吸收理论,所选择的加热器的发射光谱应与这些特征吸收带相对应,从而实现“匹配吸收”.然而实际上是不可能的,因为这样的选择性辐射加热器是不存在的,所以只能是辐射光谱“包络”特征吸收带,如图1中曲线3中的几个峰即为该物质的特征吸收带,曲线2对于曲线3中的几个峰只能是大体“包络”.

对于人体理疗而言,仅限于表面的匹配吸收是远远不够的,内在吸收更显得重要.要实现内在吸收,唯一的选择就是采用宽频带辐射进行辐照.

根据测试,人体在远红外区有一个强的特征吸收带.从单项测试看(见图3),皮肤的外表吸收带为 $5.9\sim 7\mu\text{m}$,内吸收带为 $3.5\sim 5.9\mu\text{m}$;脂肪的外表吸收带为 $3.4\sim 3.8\mu\text{m}$, $5.6\sim 5.9\mu\text{m}$, $6.8\sim 10\mu\text{m}$,内吸收带为 $3.6\sim 6.8\mu\text{m}$ (见图4).而鲜血的外表吸收带为 $5.9\sim 10\mu\text{m}$,内吸收带为 $3.6\sim 5.9\mu\text{m}$ (见图5).

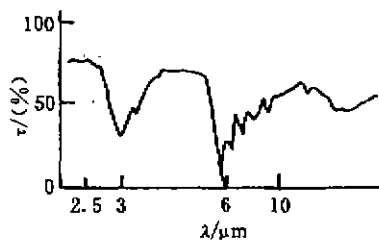


图3 人体皮肤的透过光谱

Fig. 3 Skin transmission spectrum of human being

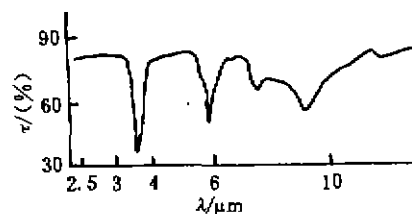


图4 人体脂肪的透过光谱

Fig. 4 Fat transmission spectrum of human being

由上可见,兼顾三者,其综合吸收带为 $4\sim 8\mu\text{m}$.为了取得内和外表最佳的理疗效果,必须选择宽频带辐射加热器进行辐照,因为宽频带辐射不仅人体表面能吸收,更重要的是能使辐射穿透人体内,从而使人体产生强共振,强吸收,强内热效应.临床应用证明,对于疼痛性和炎症性疾病,可达到理想的医疗保健效果.

这里还要说明一点,正确地选择带宽,并使辐照度分布均匀及确定辐照度的适当量值,使理疗效果更佳.宽频带理疗仪还具有内热效应功能,即皮下温度可以高出表面 $3\sim 5^{\circ}\text{C}$,这就产生了热灸功能及对皮下层病毒的杀伤能力.

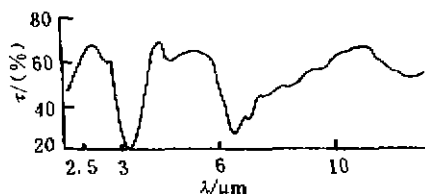


图5 人体血液的透过光谱
Fig. 5 Blood transmission spectrum of human being

参考文献

- 1 汤定元. 红外辐射加热技术, 上海: 复旦大学出版社, 1992. 11

DESIGN AND MECHANISM OF CURING DISEASES OF WIDE BAND THERAPEUTIC INSTRUMENT

Wu Wei Wu Tao Wu Yangfeng Zhao Ying

(Heilongjiang Institute of Electronic Technique, Harbin, Heilongjiang 150040, China)

Zhang Tieying

(Recovery Faculty, The Second Hospital of Dandong, Dandong, Liaoning, 118000, China)

Sun Yangjun

(Physiotherapy Faculty, The First Hospital of Harbin, Harbin, Heilongjiang, 150000, China)

Abstract Design and mechanism of curing diseases of the wide band IR radiation therapeutic instrument as well as its prospects of medical applications were discussed.

Key words wide band radiation, therapeutic instrument, mechanism.