

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510019386.1

[51] Int. Cl.
A61B 5/01 (2006.01)
A61B 5/00 (2006.01)
G01K 17/00 (2006.01)

[43] 公开日 2006年5月17日

[11] 公开号 CN 1771882A

[22] 申请日 2005.9.2

[21] 申请号 200510019386.1

[71] 申请人 武汉市昊博科技有限公司

地址 430070 湖北省武汉市武昌区珞狮南路
497号(丽岛花园)-桂园5号

[72] 发明人 李凯扬

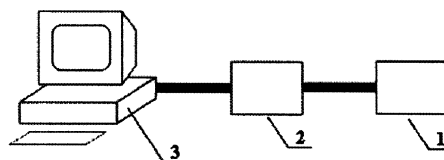
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

[54] 发明名称

一种从生物体表面温度分布获取内热源信息的方法与装置

[57] 摘要

本发明公开了一种从生物体表面温度分布获取内热源信息的方法与装置。装置由非致冷焦平面红外探测器、接口电路和计算机系统三个部分组成。非致冷焦平面红外探测器接收人体辐射的红外线，通过接口电路并由计算机系统处理后得到体表的温度分布数据。方法以 Pennes 生物热传导方程为基础，通过适当的简化模型求得 Pennes 方程的解析解，可以方便、简捷地应用该解析解的计算机软件依据体表温度分布数据计算出体内异常热源的深度 h 和强度 q 信息。为临床影像学诊断各种疾病提供有力依据。相关方法形成的产品能够产生极大的社会效益和经济效益，具有极大的市场。



1. 一种从生物体表面温度分布获取内热源信息的方法, 其特征在于: 以 Pennes 生物热传导方程: $\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = \nabla(k \cdot \nabla T) + w_b \rho_b c_b (T_a - T) + Q_m$ 为基础, 通过简化生物热传导模型求得 Pennes 方程的解析解, 依据生物体表面温度分布数据并应用解析解计算出体内异常热源的深度 h 和强度 q 信息。

2. 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于: 将 Pennes 生物热传导方程中的血流项 $w_b \rho_b c_b (T_a - T)$ 和代谢率项 Q_m 合并为内热源项 q 并设热传导系数 k 为常数, 则方程变为:

$k \cdot \nabla^2 T + q = \rho c \frac{\partial T}{\partial t}$ 。当温度场达到稳定状态, 即 $\frac{\partial T}{\partial t} = 0$, 得出稳态的热传导微分方程是:

$$k \cdot \nabla^2 T + q = 0。$$

3. 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于: 由于机体病变区域将比正常区域产生过剩的热量, 该过剩热量可视为机体中的内热源。当病变区域不很大或病变区域大小相对于病变区域距体表的距离来说可以忽略, 则病变区域的热源可视为点热源, 可用数学上的 δ 函数来表示, 写为 $q \cdot \delta(r)$ 。故有病变点热源的稳态热传导方程可写为: $\nabla^2 T = -\frac{1}{k} q \cdot \delta(r)$ 。

4. 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于: 设异常点热源的热量由体内传导到体表, 忽略机体本身的温度控制特性且机体体表的温度没有任何限制, 相当于点热源在三维无限球对称空间内传递热量, 故建立球坐标系, 球坐标系的坐标原点设在点热源处, 则有内热源的稳态热传导方程为:

$\frac{1}{r^2} \cdot \frac{d}{dr} \left(r^2 \cdot \frac{dT}{dr} \right) = -\frac{q}{k} \cdot \delta(r)$ 。当 $r \neq 0$ 时, 解为: $T = -\frac{C}{r}$; 当 $r = 0$ 时, 对

$\nabla^2 T = -\frac{1}{k} q \cdot \delta(r)$ 的方程等号两边做体积分得: $\iiint \nabla^2 T dv_\epsilon = -\frac{q}{k} \cdot \iiint \delta(r) dv_\epsilon = -\frac{q}{k}$, 积分体积是以坐标原点为球心, 以任意小正数 ϵ 为半径的球体。再由高斯定理可得:

$$\iiint \nabla^2 T dv_\epsilon = \oiint \nabla T \cdot ds_\epsilon = \oiint \frac{\partial T}{\partial n} \cdot ds_\epsilon = \oiint \frac{C}{r^2} \cdot ds_\epsilon = \frac{C}{\epsilon^2} \cdot 4\pi\epsilon^2 = -\frac{q}{k}, \text{ 故有: } C = -\frac{q}{4\pi k}。$$

内热源稳态热传导方程的解为: $T = \frac{q}{4\pi k r}$ 。

5. 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于: 由于内部点热源正上方的机体表面处的温度最高, 以该点为原点建立极坐标系。设该原点距体内点热源的距离即热源的深度为 h , 表面上任意点的位置为 x , 该点距体内热源的深度 $r = \sqrt{h^2 + x^2}$, 可得出机体表面的温度分布表达

$$\text{式: } T(x) = \frac{q}{4\pi kr} = \frac{q}{4\pi k \cdot \sqrt{h^2 + x^2}}。$$

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:由于内热源的深度 h 和强度 q 是未知量,体表的温度分布是已知量。已知表面温度分布得到体表最高温度值点的温度: $T(0) = \frac{q}{4\pi kh}$ 和体表

任意 x 点的温度: $T(x) = \frac{q}{4\pi kr} = \frac{q}{4\pi k \cdot \sqrt{h^2 + x^2}}$,由这两式得体内热源的深度值:

$$h = \frac{x \cdot T(x)}{\sqrt{T^2(0) - T^2(x)}} \text{ 和强度值: } q = 4\pi k \cdot T(0) \cdot \frac{x \cdot T(x)}{\sqrt{T^2(0) - T^2(x)}}。$$

7. 一种为实现权利要求1~6中任意一项所述的方法组成的从生物体表面温度分布获取内热源信息的装置,其特征在于:它由非致冷焦平面红外探测器(1)、接口电路(2)和计算机系统(3)三部分组成。其中非致冷焦平面红外探测器与接口电路相连,接口电路和计算机系统相连。

8. 根据权利要求7所述的从生物体表面温度分布获取内热源信息的装置,其特征在于:非致冷焦平面红外探测器接收人体辐射的红外线,通过接口电路并由计算机系统处理后得到体表的温度分布数据,同时以热图的形式显示在显示器上,按照权利要求~中任意一项所述的方法,通过计算机软件依据体表的温度分布数据计算出体内热源的深度 h 和强度 q 值。

一种从生物体表面温度分布获取内热源信息的方法与装置

所属技术领域

本发明涉及一种生物体内热源信息的探测方法与装置。属于测温方法与仪器技术领域，也属于医疗仪器技术领域。

背景技术

随着现代医学的快速发展，要求人们对生物传热现象的研究逐渐从定性过渡到定量，其结果直接刺激了人类深入认识人体传热特性、传热机制的迫切性，并形成了一门新兴交叉学科——生物传热学。其内容涉及到从细胞、亚细胞层次到组织、器官直至整个生物体内的热质传输现象。工程热物理方法与技术的引入，使得生命热现象和热问题的解决取得了重要进展，许多从生理学角度看来极其复杂的热问题一经引入热科学的有关概念后，往往可以获得非常清晰而明确的认识。

生物组织内传热、传质以及生物体与环境之间物质和能量的交换过程，是生命系统最基本的过程之一。作为物质进化的最高形式，生物组织极不同于一般工程材料。生物系统表现了自然界最复杂的传热机制。从局部看，其结构异常复杂，很难看成各向同性、均匀的介质，特别是既有热量传递、又有质量传递特点的血液和体液循环更增进了传热过程的复杂性。要定量确定由于生理原因，特别是血液所引起的能量传递非常困难。从整体看，动物又是一个高度有序的系统，就热方面而言。每种动物都存在一个复杂的温度感觉和控制系统，对热刺激有着主动响应的能力。此外，生物系统还是一个存在个体差异、不稳定、小温差的低传热系统。这些特点要求生物传热研究中的温度测量须具有较高的精确性和灵敏性，而这常常很难做到。另外，由于生物个体的高度变化性、组织和功能的差异性、边界和初始条件的多样性，无论从广度还是深度看，生物传热过程及其机理研究都很不够。

红外热像仪在医学领域的应用已有 40 多年的历史。它是通过记录、显示人体体表温度分布，并结合人体解剖结构、组织代谢、血液循环及神经状态等异常变化将导致局部温度改变的特点来进行疾病诊断的。近年来，虽然红外热像仪的温度分辨能力和空间分辨能力都有了很大提高，但仅仅通过体表温度信息不可能根本解决诊断准确率不高的问题，必须解决人体三维温度场的无损测量问题。生物体空间温度场的无损测量一致是医学界和工程界公认的

难题和亟待解决的关键技术。迄今为止，还没有较完善的针对生物体真实形状和真实热分布状况的完全无损测温技术。目前，人们普遍认为结合红外热像仪获得的体表温度数据并利用合理的生物传热模型进行生物体三维温度场无损重构的作法可能是最具有前景的途径。这就是热断层技术。

通过对生物传热模型的深入研究表明：1948年，Pennes等人提出的Pennes生物热传导方程对于生物传热领域内的研究和应用几乎是迄今为止所有生物传热模型中最为合适的。

Pennes生物热传导方程表示为：

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = \nabla \cdot (k \cdot \nabla T) + w_b \rho_b c_b (T_a - T) + Q_m$$

式中 $T(x, y, z)$ 是体内温度场分布函数， ρ 、 c 是机体的密度和热容率， k 是热传导系数， w_b 、 ρ_b 、 c_b 是血液灌注率、血液密度、血液热容率， T_a 是动脉血温度， Q_m 是体内新陈代谢的热量。该方程为二阶含时偏微分方程，再加上体表复杂的边界条件使得该方程几乎不可能得到解析解。

为了避免直接求解 Pennes 方程，有学者建立了各自的生物传热模型，如：热—电模拟的方法[1][2]，电路模拟的方法[3][4]，球形介质温度分布模拟的方法[5]等。这些生物传热模型的特点都是完全脱离了 Pennes 方程，直接建立各自简单的生物传热模型，虽然模型简单便于求解，但其物理和生理上的解释值得探讨。

参考文献：

- [1] Z. Liu, C. Wang. Method and Apparatus for Thermal Radiation Imaging. United States Patent: 6,023,637, 2000
- [2] H. Qi, P. T. Kuruganti, and Z. Liu. Early Detection of Breast Cancer Using Thermal Texture Mapping. In IEEE Symposium on Biomedical Imaging: Macro to Nano, Washington, D. C., July, 2002
- [3] Z. Zhang, G. Jiang. Fundamental Theoretic Research of Thermal Texture Maps --Simulation and Analysis of the Relation between the Depth of Inner Heat Source and Surface Temperature Distribution in Isotropy Tissue. Proceeding of the 26th Annual International Conference of the IEEE EMBS San Francisco, CA, USA, September 1-5, 2004
- [4] G. Jiang, Z. Zhang. A Circuit Simulating Method for Heat Transfer Mechanism in Human Body. Proceeding of the 26th Annual International Conference of the IEEE EMBS San Francisco, CA, USA, September 1-5, 2004
- [5] D. Guo, J. Wang. The Study About the Temperature Distributing of the Sphere Medium

Surface. Proceeding of the 26th Annual International Conference of IEEE EMBS, San Francisco, CA, USA, September 1-5, 2004

发明内容

本发明所要解决的技术问题是：为了避免完全脱离 Pennes 方程而直接建立简单的生物传热模型所引起的模型是否合理的问题，本发明仍然以 Pennes 生物热传导方程为基础，通过适当的简化模型求得 Pennes 方程的解析解，提供一种从生物体表面温度分布获取内热源信息的方法与装置。该方法与装置可以获得体内异常热源的强度和深度。

本发明解决其技术问题所采用的技术方案是：

一种从生物体表面温度分布获取内热源信息的方法，它依据 Pennes 生物热传导方程：

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = \nabla \cdot (k \cdot \nabla T) + w_b \rho_b c_b (T_a - T) + Q_m$$

为了获得方程的解析表达式，首先将反映出入控制体血流所传输的热量的血流项 $w_b \rho_b c_b (T_a - T)$ 和反映局部代谢引起的化学能向热能转变的代谢率项 Q_m 合并为统一的内热源项 q ，同时假设热传导系数 k 为一常数，即均匀介质，则方程变为： $k \cdot \nabla^2 T + q = \rho c \frac{\partial T}{\partial \tau}$ 。

其中 ∇^2 是拉普拉斯算符， T 是机体组织的温度场函数， q 是机体内热源的强度。 $\frac{\partial T}{\partial \tau}$ 是温度场函数对时间的导数，当温度场达到稳定状态，即温度不随时间而变化，则 $\frac{\partial T}{\partial \tau} = 0$ 。因此得出稳态的热传导微分方程是： $k \cdot \nabla^2 T + q = 0$ 。

对应于机体组织内的热传导分析，机体病变区域将比正常区域产生过余的热量，这些过余的热量可视为热传导方程中的内热源。如果病变区域本身不是很大，或病变区域的大小相对于病变区域距体表的距离来说可以忽略，那么病变区域的热源可以视为点热源，这就可用数学上的 δ 函数来表示。内热源项可写为 $q \cdot \delta(r)$ ， q 是内热源的强度， $\delta(r)$ 表示在 $r = 0$ 处有热源，在 $r \neq 0$ 处无热源。故机体内有病变热源的稳态热传导方程可写为： $\nabla^2 T = -\frac{1}{k} q \cdot \delta(r)$ 。

这就是体内有热源的稳态热传导方程。其关键是引入了数学上的 δ 函数，这不仅使方程形式简洁，更使解方程成为可能。

为求解上述有病变内热源的稳态热传导方程，首先突出研究体内的异常热源，设点热源的热量由体内传导到体表，本发明忽略机体本身的温度控制特性且机体体表的温度没有任何限制，相当于点热源在三维无限空间内传递热量，因此具有球对称性，故建立球坐标系，将

球坐标系的坐标原点 O 设在点热源处，体内及体表任意一点的位置可用 (r, θ, ψ) 表示。

故在球坐标系下，有内热源的稳态热传导方程只剩下 r 项：
$$\frac{1}{r^2} \cdot \frac{d}{dr} \left(r^2 \cdot \frac{dT}{dr} \right) = -\frac{q}{k} \cdot \delta(r)。$$

当 $r \neq 0$ 时，该方程变为：
$$\frac{1}{r^2} \cdot \frac{d}{dr} \left(r^2 \cdot \frac{dT}{dr} \right) = 0。$$

其解为： $T = -\frac{C}{r} + D$ ， C, D 都是常数，不失一般性，取 $T = -\frac{C}{r}$ 。

当 $r = 0$ 时，对方程： $\nabla^2 T = -\frac{1}{k} q \cdot \delta(r)$ 的等号两边做体积分得：

$$\iiint \nabla^2 T dv_\varepsilon = -\frac{q}{k} \cdot \iiint \delta(r) dv_\varepsilon = -\frac{q}{k}。$$

上式中，积分体积是以坐标原点 O 为球心，以任意小的正数 ε 为半径的球体。另一方面，由高斯定理可得：
$$\iiint \nabla^2 T dv_\varepsilon = \oiint \nabla T \cdot ds_\varepsilon = \oiint \frac{\partial T}{\partial n} \cdot ds_\varepsilon = \oiint \frac{C}{r^2} \cdot ds_\varepsilon = \frac{C}{\varepsilon^2} \cdot 4\pi\varepsilon^2 = -\frac{q}{k}。$$
 所以有： $C = -\frac{q}{4\pi k}$ 。将 $C = -\frac{q}{4\pi k}$ 带入 $T = -\frac{C}{r}$ 式，就得到了点内热源稳态热传导方程的解： $T = \frac{q}{4\pi k r}$ ，其中 r 是温度场中（体内或体表）的某点与球坐标系原点之间的距离， T 是体内及体表的温度场函数。

在实际应用中，通过红外热像仪测得的体表温度分布是已知量，因此需要建立体表温度分布的表达式。由于内部点热源正上方的机体表面位置的温度最高，以该点为原点建立极坐标系。

设机体表面极坐标的原点 O 距体内点热源的距离为 h ，即热源的深度，表面上任意点的位置为 x ，可以写出该点距体内热源的距离 $r = \sqrt{h^2 + x^2}$ ，因此得出机体表面的温度分布表达式：
$$T(x) = \frac{q}{4\pi k r} = \frac{q}{4\pi k \cdot \sqrt{h^2 + x^2}}$$
，这里 q 是点热源的强度， h 是点热源的深度。

由机体表面的温度分布表达式可知，只要知道了体内热源的信息，如体内热源的深度 h 和强度 q ，就可以得到体表的温度分布。即已知体内热源信息，可以由表达式：

$$T(x) = \frac{q}{4\pi k r} = \frac{q}{4\pi k \cdot \sqrt{h^2 + x^2}}$$
 得出体表的温度分布，这是正问题。

实际应用中，体表的温度分布可以由红外热像仪直接得出，体内的热源信息：内热源的深度 h 和强度 q 是未知量，也是临床诊断需要获得的信息。如何从体表的温度分布得到体内热源的深度和强度信息？这是上述问题的逆问题。具体步骤如下：

首先从已知表面温度分布得到体表最高温度值 O 点的温度 $T(0)$: $T(0) = \frac{q}{4\pi kh}$ 。

其次, 可以得到体表任意 x 点的温度: $T(x) = \frac{q}{4\pi kr} = \frac{q}{4\pi k \cdot \sqrt{h^2 + x^2}}$ 。

两式相除得: $\frac{T(0)}{T(x)} = \frac{\sqrt{h^2 + x^2}}{h}$, 因此得, $h = \frac{x \cdot T(x)}{\sqrt{T^2(0) - T^2(x)}}$ 和

$q = 4\pi k \cdot T(0) \cdot \frac{x \cdot T(x)}{\sqrt{T^2(0) - T^2(x)}}$ 。这样, 由体表的温度分布 $T(x)$ 并结合表达式:

$h = \frac{x \cdot T(x)}{\sqrt{T^2(0) - T^2(x)}}$ 和 $q = 4\pi k \cdot T(0) \cdot \frac{x \cdot T(x)}{\sqrt{T^2(0) - T^2(x)}}$ 可以得到体内热源的深度 h 和强度 q 信

息。

一种实现从生物体表面温度分布获取内热源信息的方法的装置, 它由非致冷焦平面红外探测器、接口电路和计算机系统三部分组成。其中非致冷焦平面红外探测器与接口电路相连, 接口电路和计算机系统相连。

非致冷焦平面红外探测器接收人体辐射的红外线, 通过接口电路并由计算机处理后得到体表的温度分布数据, 同时以热图的形式显示在显示器上, 体表的温度分布数据依据本发明提供的方法, 以计算机软件的实现方式计算出体内热源的深度 h 和强度 q 值。

本发明的有益效果是: 提供了一种从生物体表面温度分布获取内热源信息的方法与装置, 避免了完全脱离 Pennes 方程而直接建立简单的生物传热模型所引起的模型是否合理的问题, 仍然以 Pennes 生物热传导方程为基础, 通过适当的简化模型求得了 Pennes 方程的解析解, 可以方便、简捷地从体表温度分布数据获得体内异常热源的深度 h 和强度 q 信息。

附图说明

图 1 为机体内部球坐标系的示意图;

图 2 为机体表面极坐标系的示意图;

图 3 为从生物体表面温度分布获取内热源信息的方法与装置整体结构示意图;

图中 1. 非致冷焦平面红外探测器, 2. 接口电路, 3. 计算机系统, 4. 点热源, 5. 体内, 6. 体表, 7. 内热源, 8. 体表温度最高点亦为极坐标系的原点, 9. 体表。

下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

具体实施方式

本发明以 Pennes 生物热传导方程为基础，通过适当的简化模型求得了 Pennes 方程的解析解，提供了一种从生物体表面温度分布获取内热源信息的方法与装置。

实施例 1

一种从生物体表面温度分布获取内热源信息的方法，由 Pennes 生物热传导方程：
$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = \nabla \cdot (k \cdot \nabla T) + w_b \rho_b c_b (T_a - T) + Q_m$$
，首先将血流项 $w_b \rho_b c_b (T_a - T)$ 和代谢率项 Q_m 合并为统一的内热源项 q ，同时假设热传导系数 k 为一常数，则方程变为：
$$k \cdot \nabla^2 T + q = \rho c \frac{\partial T}{\partial t}$$
，当温度场达到稳定状态时，则 $\frac{\partial T}{\partial t} = 0$ 。因此得出稳态的热传导微分方程是：
$$k \cdot \nabla^2 T + q = 0$$
。

机体病变区域将比正常区域产生过余的热量，视为热传导方程中的内热源。如果病变区域本身不是很大，或病变区域的大小相对于病变区域距体表的距离来说可以忽略，那么病变区域的热源可以视为点热源，写为 $q \cdot \delta(r)$ ，故机体内有病变热源的稳态热传导方程可写为：

$$\nabla^2 T = -\frac{1}{k} q \cdot \delta(r)。$$

设点热源的热量由体内传导到体表，忽略机体本身的温度控制特性且体表的温度没有任何限制，在三维无限空间内传递热量，具有球对称性，建立如图 2 所示的球坐标系，将坐标原点 O 设在点热源 (4) 处，体内 (5) 及体表 (6) 任意一点的位置可用 (r, θ, ψ) 表示。

则有内热源的稳态热传导方程为：
$$\frac{1}{r^2} \cdot \frac{d}{dr} \left(r^2 \cdot \frac{dT}{dr} \right) = -\frac{q}{k} \cdot \delta(r)$$
。当 $r \neq 0$ 时，方程变为：

$$\frac{1}{r^2} \cdot \frac{d}{dr} \left(r^2 \cdot \frac{dT}{dr} \right) = 0$$
，其解为：
$$T = -\frac{C}{r} + D$$
， C ， D 都是常数，不失一般性，取 $T = -\frac{C}{r}$ ；当

$r = 0$ 时，对方程：
$$\nabla^2 T = -\frac{1}{k} q \cdot \delta(r)$$
 的两边做体积分得：
$$\iiint \nabla^2 T dv_\epsilon = -\frac{q}{k} \cdot \iiint \delta(r) dv_\epsilon = -\frac{q}{k}$$
，

其中积分体积是以坐标原点 O 为球心，以任意小的正数 ϵ 为半径的球体。另一方面，由高斯定理：

$$\iiint \nabla^2 T dv_\epsilon = \oiint \nabla T \cdot ds_\epsilon = \oiint \frac{\partial T}{\partial n} \cdot ds_\epsilon = \oiint \frac{C}{r^2} \cdot ds_\epsilon = \frac{C}{\epsilon^2} \cdot 4\pi\epsilon^2 = -\frac{q}{k}$$
，得：
$$C = -\frac{q}{4\pi k}$$
，带

入 $T = -\frac{C}{r}$ 式，就得到了点内热源稳态热传导方程的解：
$$T = \frac{q}{4\pi k r}$$
。

由于内部点热源正上方的机体表面位置的温度最高，以该点为原点建立极坐标系，如图 3 所示。点内热源 (7) 距机体表面极坐标的原点 (8) 的距离为 h ，体表 (9) 上任意点的位置为 x ，则任意点距体内热源的距离 $r = \sqrt{h^2 + x^2}$ ，因此得出机体表面的温度分布表达式：

$$T(x) = \frac{q}{4\pi kr} = \frac{q}{4\pi k \cdot \sqrt{h^2 + x^2}}。$$

实际应用中，已知体表的温度分布，体内热源的深度 h 和强度 q 信息是未知量，从体表的温度分布得到体内热源的深度和强度信息的具体步骤是：从已知表面温度分布得到体表最

高温度值 O 点的温度： $T(0) = \frac{q}{4\pi kh}$ 和体表任意 x 点的温度： $T(x) = \frac{q}{4\pi kr} = \frac{q}{4\pi k \cdot \sqrt{h^2 + x^2}}$ ，两

式相除得： $\frac{T(0)}{T(x)} = \frac{\sqrt{h^2 + x^2}}{h}$ ，因此， $h = \frac{x \cdot T(x)}{\sqrt{T^2(0) - T^2(x)}}$ ，所以， $q = 4\pi k \cdot T(0) \cdot \frac{x \cdot T(x)}{\sqrt{T^2(0) - T^2(x)}}$ 。

这样，由体表的温度分布 $T(x)$ 可以得到体内热源的深度 h 和强度 q 信息。

实施例 2

一种为实现上述实施例 1 的方法组成的从生物体表面温度分布获取内热源信息的装置，如图 1 所示，由非致冷焦平面红外探测器（1）、接口电路（2）和计算机系统（3）三部分组成。其中非致冷焦平面红外探测器与接口电路相连，接口电路和计算机系统相连。非致冷焦平面红外探测器接收人体辐射的红外线，通过接口电路并由计算机系统处理后得到体表的温度分布数据，同时以热图的形式显示在显示器上，按照实施例 1 上述的方法，通过计算机软件依据体表的温度分布数据计算出体内热源的深度 h 和强度 q 值。

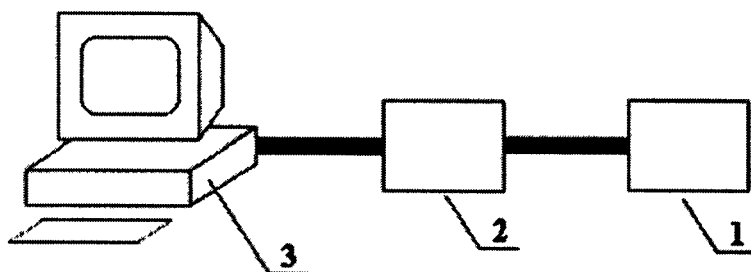


图 1

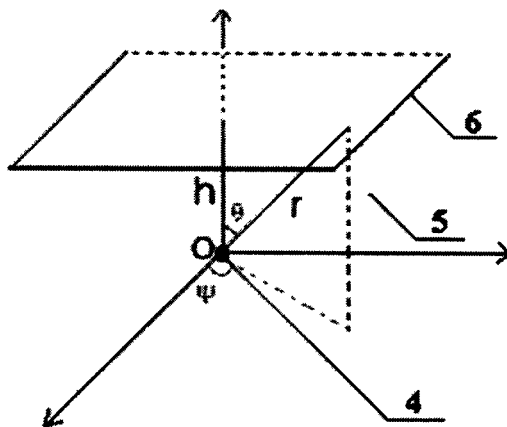


图 2

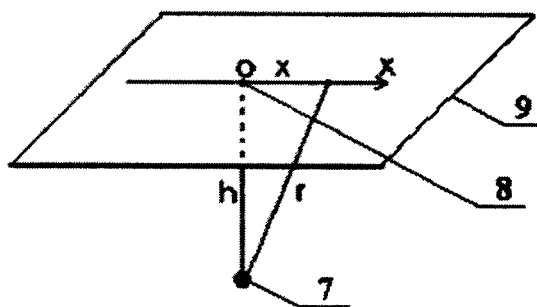


图 3

专利名称(译)	一种从生物体表面温度分布获取内热源信息的方法与装置		
公开(公告)号	CN1771882A	公开(公告)日	2006-05-17
申请号	CN200510019386.1	申请日	2005-09-02
[标]发明人	李凯扬		
发明人	李凯扬		
IPC分类号	A61B5/01 A61B5/00 G01K17/00		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种从生物体表面温度分布获取内热源信息的方法与装置。装置由非致冷焦平面红外探测器、接口电路和计算机系统三个部分组成。非致冷焦平面红外探测器接收人体辐射的红外线，通过接口电路并由计算机系统处理后得到体表的温度分布数据。方法以Pennes生物热传导方程为基础，通过适当的简化模型求得Pennes方程的解析解，可以方便、简捷地应用该解析解的计算机软件依据体表温度分布数据计算出体内异常热源的深度 h 和强度 q 信息。为临床影像学诊断各种疾病提供有力依据。相关方法形成的产品能够产生极大的社会效益和经济效益，具有极大的市场。

