

## 传感器在医学领域的分类及应用

### 0 引言

计算机技术、数字信号处理技术以及电子技术近年来发展迅速，相关的领域也因此得到了推进，医学领域的发展更加显著。可以看到，在医学科技领域中出现了越来越多的高科技电子产品，例如自动生化分析仪、全身伽马刀治疗系统以及多层螺旋 CT 和 MRI 等，传感器在医学领域中的应用同样非常广泛，传感器能够发挥感受生命体征信息的重要作用，对推动现代医学发展有重要意义“，八五”重点科技攻关项目之一就是传感器，因此研究传感器是发展当代医学的必由之路。

### 1 传感器的组成与分类

传感器通常由两个部分组成，即转换元件和敏感元件。其中敏感元件就是能够直接响应或者感受被测量的部分，而转换元件就是将测量到的信号转化为电信号的那部分。按照现在普遍使用的分类方法，可以将传感器分为两类，其中诸如生物传感器、物理传感器和化学传感器等属于一类，这几种都是将输入信号转换为电信号；而力矩传感器、速度传感器、流量传感器、气敏传感器和粘度传感器等，这几种是按照输出量分类的。上述都是都是较为普及并应用广泛的传感器，在未来有广阔的发展前景。

在过去，医生收集病人信息的方式比较简单，基本上都是“望闻问切”以及简单的检查。我国在上世纪六十年代建立了医学工程，多种高科技医疗设备被开发出来，大大丰富了医生收集病人信息的方式，也提高了诊疗和治疗的水平。在医学领域，传感器起到的是“耳目”的作用，传感器种类繁多，用处不一，按照诊疗目的可以分为预防传感器、检查传感器等，按照采样方式不同则可以分为体外传感器和体内传感器，按照检查目的的不同又可以分为形态学传感器、生理功能传感器和临川化学传感器等。目的不同，用途不同，分类方法也不尽相同。

### 2 生物传感器的应用

在医学中有多种检验方法，一般的方法是在实验室检验，但是这种检验方法过程繁琐，花费时间较长，逐渐无法满足现代临床医学的需求，生物传感器的出现大大改观了这种现象。生物传感器是化学传感器的一种，核心部分是以诸如细胞、微生物、组织等的生物活性单元为基础的敏感基元，传感器捕捉到基元和目标之间的反应并将其用电信号输出，由于生物传感器具有操作简单、花费时间较少等优点，在医学领域被广泛关注。

#### 2.1 原理和结构

传感器中包含抗体、抗原、蛋白质、DNA 或者酶等生物活性材料，待测物质进入传感器后，分子识别然后发生生物反应并产生信息，信息被化学换能器或者物理换能器转化为声、光、电等信号，仪器将信号输出，我们就能够得到待测物质的浓度。传感器的主要组成部分是感受器和换能器，再将信号通过自动化仪表技术和微电子技术处理，就能构成各种仪器或者系统。

## 2.2 分类和特点

按照换能器种类分类，可以分为声波传感器、半导体传感器、热传感器、阻抗传感器等；按照分子识别元件种类分类，可以分为免疫传感器、细胞传感器和组织传感器等。

传统医学检验大多是酶分析法，这种方法步骤繁琐，费用较高，而采用生物传感器的方法，虽然试剂价格昂贵但是可以多次使用；生物传感器有很强的转移性，即只对特定的底物发生反应，不论其浊度和颜色如何；再者分析速度较快，一般一分钟就能得到结果；误差能够控制在 1% 以内，准确度可以保证；相对于酶分析法操作更加简便，可以进行自动化分析；生物传感器检验效率更高。上述都是生物传感器的优点。

## 2.3 医学领域中的运用

生物传感器有很多种，下面针对其中几种传感器在医学领域中的运用展开分析。

### 2.3.1 微生物传感器

微生物传感器的感受器是含有微生物的膜，工作原理是微生物会消耗待测溶液中的溶解氧，放出热量或者光，达到定量检测待测物质的目的。相对于酶传感器，微生物传感器使用稳定并且成本更低，但是使用范围不及酶传感器，数据显示，微生物传感器能够检测的物质约为 60 种到 70 种。微生物会受到待测物质的毒害影响，这是影响传感器准确度和寿命的主要因素，解决了这个问题，微生物传感器市场化指日可待。

### 2.3.2 酶传感器

这种传感器的敏感元件是固定化酶，使用酶传感器就不需要花费大量精力去提取酶。临床上测定尿素、葡萄糖、乳酸、天门冬酰胺等生化指标可以采用酶传感器，例如现在的葡萄糖酶传感器已经发展到了第四代，应用范围广泛，并且国际上乳酸酶传感器技术已经相当成熟。临床上要检验患者肾功能就要进行肾功能诊断，然后针对性的实施人工透析，这种情况下就要使用尿素传感器。酶传感器研究时间和发展时间都较长，市场上的酶传感器已经达到了超过 200 种。

### 2.3.3 基因传感器

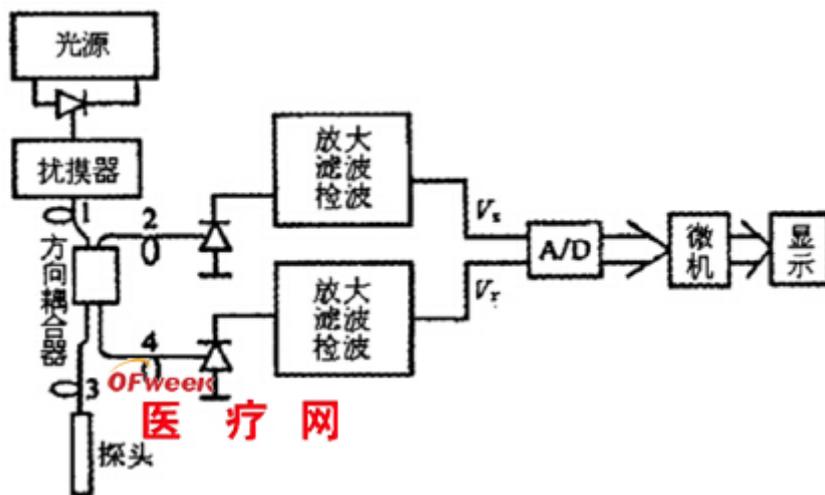
基因传感器是近年来才出现的一种传感器，但是技术先进，国内外也有很多专家学者针对基因传感器进行研究，现在已经成为研究热点之一。基因传感器的基础是杂交高特异性，一般基因传感器上有 30 个左右的核苷酸单链核酸分子，通过和靶序列杂交测定目标核酸分子。现在研究和使用的基因传感器是 DNA 传感器，主要用于结核杆菌、艾滋病毒和乙肝病毒等的检测，从而达到诊断疾病的目的。

### 3 光纤传感器的应用

传播光并不是光纤的唯一用途，还可以用来交换信息。光纤可以将各种参数和待测量结合起来，得到被测信号的状态，将其转换为光信号输出。相对于传统传感器，光纤传感器反应速度更快、灵敏度高，在使用过程中不会产生电磁干扰，光纤密度小、保密性佳并且便于保存，因此光纤传感器在很多领域都有应用。

#### 3.1 原理和分类

基本原理就是光经过光纤进入调制区，然后和被测参数发生作用，被测参数会使光的频率、强度和相位等发生变化，变化后的光经过光纤通过调制器输出被测物理量。按照传感原理，光纤传感器可以分为两类，即传感型传感器和传光型传感器；按照测量对象可以分为流量传感器、位置传感器、温度传感器、图像传感器等，医学领域现今应用较多的是传光型传感器。



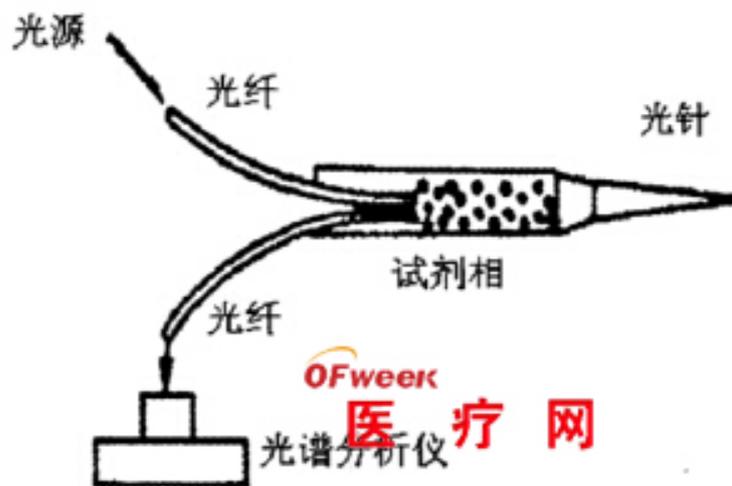
光纤传感器的工作原理

#### 3.2 传光传感器的应用

传光传感器有很多优点，例如绝缘、体积小、不受微波和射频干扰等，在法国、日本、美国等国家都有大量应用。

### 3.2.1 测量 pH 值

采用光传感器测量 pH 值的原理，是利用透射光和发射光的强度随波长分布光强进行测定的，在纤维素膜盒中插入两条光纤，然后将针头插入血管或者组织中，试剂会和体液混合，吸收特定波长的光，然后使用分析仪将测量这种变化，分析后即可得到组织或者血液的 pH 值。



测定 pH 值

### 3.2.2 测量温度

现在国内外普遍采用微波加热治疗癌症，但是加热的温度难以控制，如果温度太低，癌细胞可能杀不死，而如果温度太高，正常细胞会被一起杀死，对人体有不良影响，适宜的温度为 42.5℃ 到 45℃，因此需要采取措施监测加热温度，我们可以使用光传感器达到这个目的，已经开发出的一种就是使用钽酸锂晶体制作的，由于晶体的双折射特性因而对温度非常敏感，虽然目前用于测量温度的光纤传感器仍然处于研究阶段，但是需求量较大。

### 3.2.3 传输图像

原理是将多根光纤组成光纤束达到图像传输的效果，将其应用于内窥镜上能够极大的增加内窥镜应用范围，这种内窥镜具有自由度大、柔软、直径小的优点，因此在使用过程中病人基本不会感受到痛苦，光内窥镜还可以用于息肉切除等正常的医学领域。

## 4 温度传感器的应用

温度指标在医学中非常重要，医生可以依靠各个部位的温度来诊断疾病，例如在诊断休克病人时就需要获取其体表温度，而一个人体表温度升高则可能是得了感染性疾病，又如恰当的调节保温箱，能够给新生儿营造舒适的环境等。这些例子都说明温度在医学领域中的应用是很广泛的，因此温度传感器在医学中的应用同样重要。

## 4.1 温度传感器的种类及应用

### 4.1.1 热电偶式

回路由两种不同的金属组成，如果触电温度不同，那么就会有电流通过回路，这就是热电偶式传感器的原理。这种传感器的优点是可靠准确、范围广、测量稳定，在医学领域有广泛应用。例如在肿瘤治疗中，如果精确的控制温度就能强化放疗的效果，因此使用热电偶传感器将肿瘤周围温度控制在43℃，提高了治疗肿瘤的疗效。

### 4.1.2 热电阻式

主要是使用热敏电阻，这是一种对温度很敏感的元件，可以使用热敏电阻来制作探头，例如半导体热电阻和金属热电阻等。热电阻传感器的优点是价格便宜、反应快，并且工艺较为成熟，我国工业使用热敏电阻非常广泛，由于热敏电阻灵敏、体积小特点，在医学中同样得到了大量应用。例如在玻璃或者塑料中封装热敏电阻，可以用来测量直肠、口腔等部位的温度，而薄片热敏电阻则用来测量体表温度。热电阻传感器有广阔的发展前景。

### 4.1.3 热辐射式

实际上是一种热电变换器，使用黑色表面的元件将辐射量吸收进来，转化为热量后经过其他元件转换，成为参数或者电量，常见的就是非接触式温度传感器，例如在非典期间使用广泛的红外线测温仪。

## 4.2 PN 结温度传感器

温度会对 PN 结的伏安特性产生影响，因此可以利用这个特性制作温度传感器，例如常见的有集成电路传感器、二极管和三极管温度传感器等。其中集成电路传感器应用较多，是在一片芯片上集成外围电路和温敏三极管。和热敏传感器相比，集成模拟传感器响应速度更快、灵敏度更高，并且体积较小，携带和使用都很方便。

## 4.3 数字温度传感器

将温度转换为振荡频率的变化是数字温度传感器的原理，数字温度传感器可以分为智能温度传感器和逻辑输出传感器。其中智能温度传感器也叫智

能温度控制器，发明于上世纪九十年代，现在国际上已经有多种智能温度传感器，这是计算机技术和微电子技术结合的产物。智能温度传感器是一种软硬件结合的产品，其智能程度也受到软件水平的影响。智能温度传感器体积小、抗干扰并且精度较好，可以采用智能温度传感器建设病房多路温度测控系统，批量测量体温，还具备报警功能。逻辑输出温度传感器就是温度开关，在很多时候我们只关心温度是否超出了范围，如果有这种需求则可以采用逻辑输出温度传感器。

## 5 结束语

综上，介绍了传感器的组成和分类，并分析了当前常用的几类传感器在医学领域的具体应用。