

DT-2100 型多普勒血流探测仪性能测试方法的研究

伍倚明

(广东医疗器械质量检测中心 广东广州 510600)

摘要 本文对 DT-2100 型多普勒血流探测仪的三项主要性能, 超声多普勒探头的工作频率、血流速度、心率的测试方法进行研究和介绍, 并通过直接法和频移法的对比着重讨论血流速度的测试方法。

关键词 超声多普勒 频移

近年, 超声多普勒技术广泛应用于医疗器械各领域, 如胎儿监护、诊断设备, 血流探测设备等。广州龙之杰科技有限公司自主开发的 DT-2100 型多普勒血流探测仪是一种利用超声多普勒技术, 以微机处理为基础, 提供血流速度测量、心率数据并打印记录波形的定量检测仪器。用途广泛。

- 1 应用于手外科、显微外科: 测定手指、脚趾手术前后的血流状况, 检查血管吻合情况。
- 2 应用于骨科、创伤外科: 检查肢体血管在手术后的吻合情况及肢体血流状况。
- 3 应用于男性科、泌尿科: 测量阴茎动脉血流速度, PBI、PFI 指数, 诊断男性生殖系统疾病。
- 4 应用于血管外科: 诊断各种外周血管疾病, 检测肢体静脉血管狭窄、闭塞; 了解阻塞血管的侧支循环状况; 静脉炎的判别及过程检测。
- 5 应用于烧伤、整形科: 确定烧伤整形皮瓣移植病人手术前后血管的位置及再通情况。
- 6 应用于功能科、康复科: 下肢血压测定; 速率趋势分析, 药物治疗效果判断。
- 7 应用于心胸外科: 外周血管位置。

该多普勒血流探测仪的工作原理: 探测仪内部电路的高频振荡器产生高频电压, 再进行功率放大, 激励换能器(压电晶体)发出超声波, 向病人体内直线传播的超声波, 受运动物体(血流、胎儿心搏)反射后会产生多普勒效应, 即反射回波的频率会在发出的超声波频率上产生一定的频率偏移(即频率发生很小的改变), 频移量与运动物体的速度成正比。接收回波的换能器(压电晶体)将回波接收后转换成电信号, 先经过放大、检波, 再经信噪比的改善消除噪声, 最后经过频带滤波器滤波, 就获得多普勒频移信号。对信号电压进行功率放大, 可从扬声器听到多普勒音。同时用频率/电压变换器变换多普勒频移信号, 得到血流速度波形信号, 经过微机运算处理后, 打印输出记录的波形及数据。

由于多普勒血流探测仪是一种较新的产品, 并没有相应的国家标准或行业标准, 因此, 该产品制订了企业标准。在该产品的企业标准上, 对其性能主要规定了三个要求: ①超声多普勒探头工作频率的测量及误差; ②血流速度的测量及误差; ③心率的测量及误差。

下面就分别对三个性能要求的测试方法进行介绍。

- 1 超声多普勒探头工作频率的测量及误差。该企业标准中使用的方法是参考 YY0164—94《超声多普勒胎儿监护仪》中 6.2 的测试方法, 该测试方法是采用测量换能器上激励电压的电测法, 测试框图(见图 1)。

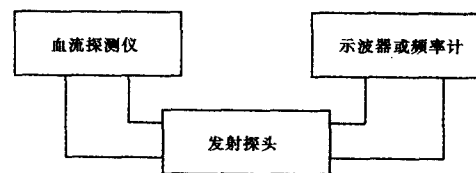


图 1 电测法测试框图

测量时, 选择合适的测量量程, 用示波器或频率计直接接在发射压电晶体的触点上, 便可得出超声多普勒探头的工作频率。工作频率与标称频率的偏差应在误差范围内。

- 2 血流速度的测量及误差。下面就测量血流速度的两种方法进行对比: 第一种方法是直接法; 第二种方法是频移法。

直接法: 以水模拟人体血管内血液流动的情况, 用超声换能器直接在水管外进行测量。直接法测量血液速度的框图(见图 2)。

测量时, 连接好管路和仪器, 然后接通水泵 2 的电源, 使管路中的水开始流动, 再调节超声换能器固定架 5, 使换能器端面与水管为一合适的距离, 这时应能从扬声器中听到均匀的“呼呼”水声, 探测仪自动测量水流的速度, 最后通过调节流量计 3 下方的阀门, 可以得出一系列不同的流量值。通过不同的流量值与水管截面积的换算, 可以得出一系列不同的流速值, 与探测仪的测量值对比就可以算出其误差, 其误差应在规定范围内。用直接

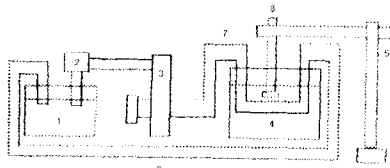


图2 直接法测量血液速度的框图

①流动液体贮槽 内装水模拟血液；②水泵 驱动管路中液体流动；③流量计 控制管路中水的流量；④静止液体贮槽模拟人体软组织；⑤超声换能器支架把换能器垂直固定，并使换能器可沿垂直方向移动；⑥超声换能器；⑦水管模拟血管；⑧回水管使⑦中液体流回①进行循环。法测量血流速度，以水管里水的流动模拟血管里血液的流动，较直接地模拟探测仪在实际使用中的患者环境，具有较好地直观性。但用此法测量存在着较大的不稳定性，测量值易受其它因素的影响，如：探测的深度，水管的软硬程度，水流的均匀性等。

频移法：此方法是利用声波的多普勒效应进行测量的。多普勒血流探测仪超声探头的两块压电晶体，一块晶体产生超声波，此超声波在血液中遇到移动的红血球则产生多普勒效应，产生反射波及频移，另一块晶体将频移了的反射波接收转换成红血球的流速。频移与红血球运动（即血流）速度成一定关系：

Δf : 频移; f_0 : 发射波频率; V : 运动物体(红血球)流速; C : 组织中超声的传播速度; Φ : 探头与血管的角度。

$$\text{即 } \Delta f = KV$$

由上式可知，频移与血流速度成正比，不同的频移对应不同的血流速度。只要找出每台多普勒血流探测仪超声探头的工作频率，用信号发生器对接收晶体输入一定的频移信号，就可以得到一定的血流速度，且频移与血流速度成正比。测试框图(见图3)。

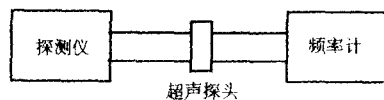


图3 测试框图

改变输入信号的频移，就会得出系列不同的血流速度，各血流速度应成线性关系，其误差应在规定范围内。频移法比较直接法，虽然不够直观，但它

具有较好地准确性、客观性和可重复性。因此，在检测超声多普勒血流速度的误差时，多采用频移法。

3 心率的测量及误差。该企业标准中使用的方法是参考 YY 0164—94《超声多普勒胎儿监护仪》中 6.5 的测试方法，测试框图(见图4)。在图4中也可以直接用扬声器代替电机驱动钢球。

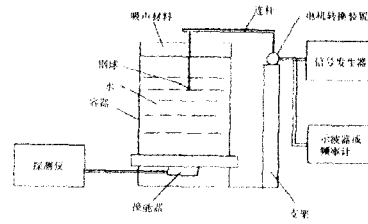


图4 测试框图

把血流探测仪的超声换能器涂上耦合剂，紧贴在容器底部，调节信号发生器输出不同频率的波形，送入并驱动电机，以示波器或频率计监测输出的波形信号，血流探测仪通过超声换能器接收钢球的振动信号，换算出心率数值。在实际的测试中，有几点是需要注意的：①信号发生器输出波形幅度应以探测仪能稳定接收，且能发出清晰的胎心音为好；②信号发生器输出波形应为三角波，因为三角波具有较尖的峰值来驱动电机，使钢球能有较明显的运动轨迹，特别是在以扬声器代替电机驱动钢球的情况下，这一点尤其应该注意；③用扬声器代替电机驱动钢球，在频率换算时，血流探测仪接收的频率是示波器或频率计读数的两倍。

以上是测试 DT-2100 型多普勒心率探测仪性能的方法。由于超声多普勒技术的迅猛发展，对应用超声多普勒技术的医疗器械的检测提出了更高的要求，我们应本着科学、严谨的态度，努力探讨各种先进的检测方法，为推动我国医疗事业的发展贡献出一分力量。

参考文献

- 1 焦明德,田家玮,任卫东,言莱著.北京:中国协和医科大学出版社,1999
- 2 YY 0164-94,超声多普勒胎儿监护仪

Research of test ways of the DT-2100 type doppler blood stream detector's function

Wu Yiming

(Guangdong Medical Instruments Quality Inspection Center Guangzhou 510600)

Abstract This article is mainly about the research of test ways of the three main functions of the DT-2100 type Doppler blood stream detector: the frequency of the ultrasonic Doppler probe, the speed of blood stream and the rate of heartbeat, especially discusses the test way of the speed of blood stream through the comparison of the direct way and the frequency movement way.

Key words Ultrasonic doppler Frequency movement