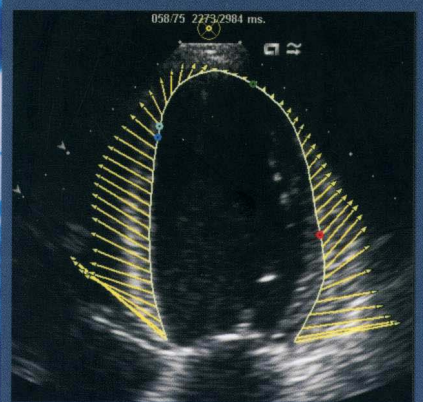
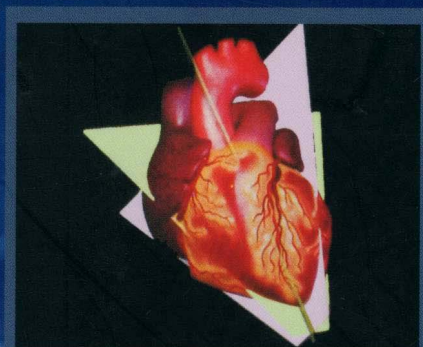
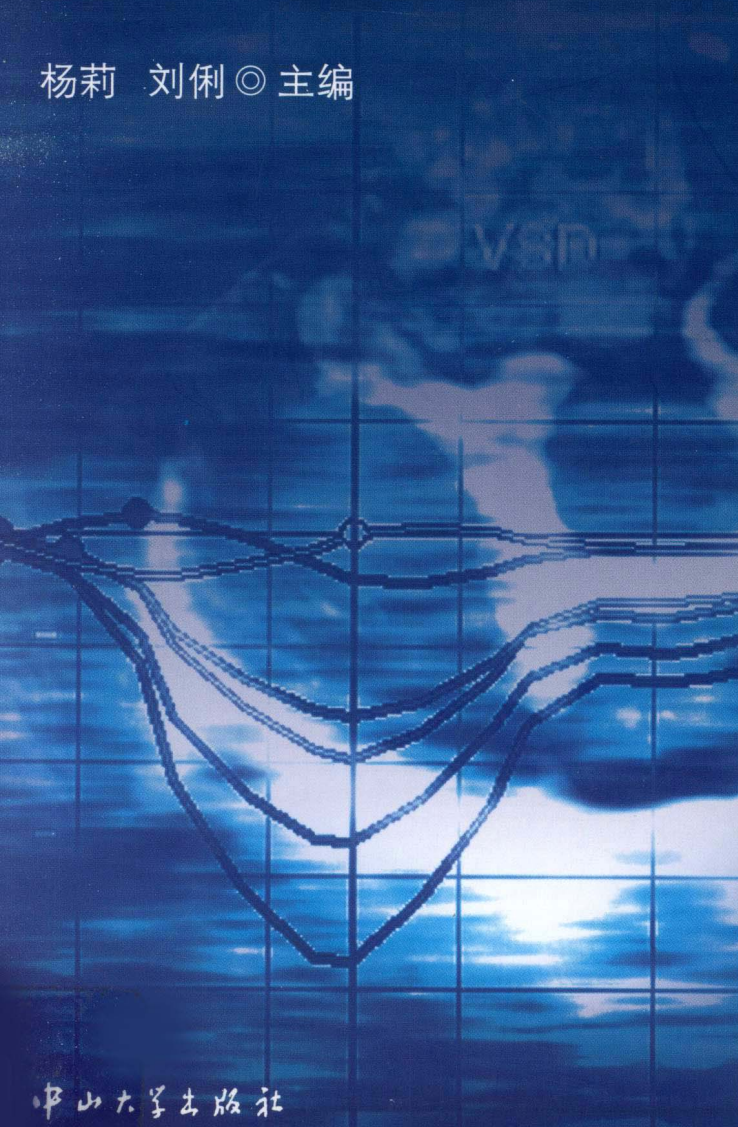


王新房 主审

# 现代 心脏超声诊断学

XIANDAI XINZANG CHAOSHENG ZHENDUANXUE

杨莉 刘俐 © 主编



中山大学出版社

第2版

第2版

# 现代 心脏超声诊断学

主编 王海燕 副主编 王海燕

主编 王海燕 副主编 王海燕

主编 王海燕 副主编 王海燕

主编 王海燕 副主编 王海燕

主编 王海燕 副主编 王海燕

主编 王海燕 副主编 王海燕

主编 王海燕 副主编 王海燕

主编 王海燕 副主编 王海燕

主编 王海燕 副主编 王海燕

主编 王海燕 副主编 王海燕

主编 王海燕 副主编 王海燕

主编 王海燕 副主编 王海燕

主编 王海燕 副主编 王海燕

主编 王海燕 副主编 王海燕

主编 王海燕 副主编 王海燕

主编 王海燕 副主编 王海燕

主编 王海燕 副主编 王海燕

主编 王海燕 副主编 王海燕

主编 王海燕 副主编 王海燕

主编 王海燕 副主编 王海燕

主编 王海燕 副主编 王海燕

主编 王海燕 副主编 王海燕

主编 王海燕 副主编 王海燕

主编 王海燕 副主编 王海燕



王新房 主审

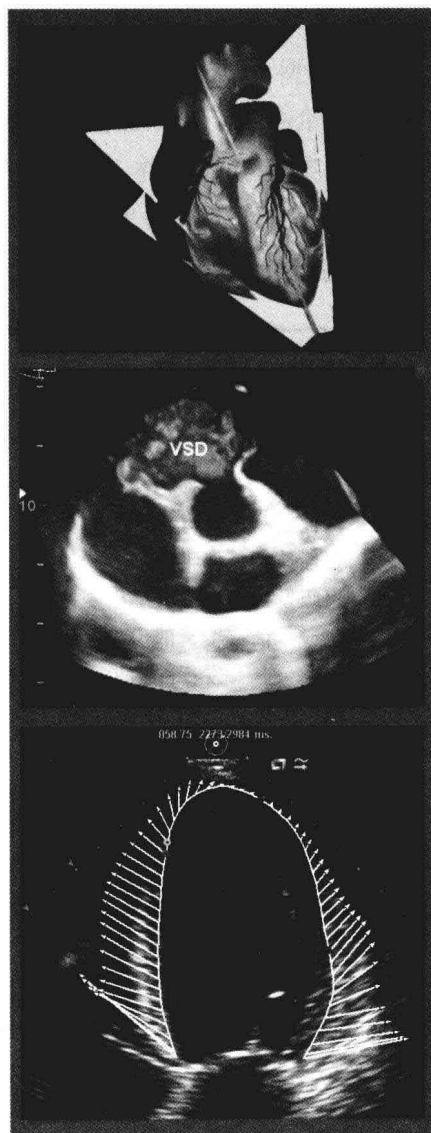
# 现代 心脏超声诊断学

XIANDAI XINZANG CHAOSHENG ZHENDUANXUE

杨莉 刘俐 © 主编

中山大学出版社

· 广州 ·



版权所有 翻印必究

图书在版编目 (CIP) 数据

现代心脏超声诊断学/杨莉, 刘俐主编. —广州: 中山大学出版社, 2010. 1  
ISBN 978 - 7 - 306 - 03498 - 4

I. 现… II. ①杨… ②刘… III. 心脏血管疾病—超声波诊断 IV. R540. 4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 180343 号

---

出版人: 祁 军

策划编辑: 张礼凤

责任编辑: 张礼凤

封面设计: 林绵华

责任校对: 曾育林

责任技编: 何雅涛

出版发行: 中山大学出版社

电 话: 编辑部 020 - 84111996, 84111997, 84113349, 84110779

发行部 020 - 84111998, 84111981, 84111160

地 址: 广州市新港西路 135 号

邮 编: 510275 传 真: 020 - 84036565

网 址: <http://www.zsup.com.cn> E-mail: [zdcbs@mail.sysu.edu.cn](mailto:zdcbs@mail.sysu.edu.cn)

印 刷 者: 江门市新教彩印有限公司

规 格: 787mm × 1092mm 1/16 34.5 印张 716 千字

版次印次: 2010 年 1 月第 1 版 2010 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 1 - 1500 册 定 价: 98.00 元

---

如发现本书因印装质量影响阅读, 请与出版社发行部联系调换

## 《现代心脏超声诊断学》编委会

主 编：杨 莉 刘 俐

主 审：王新房

编著者：（以姓氏笔画为序）

方思华 中山大学附属第二医院

刘 俐 北京大学深圳医院

任书堂 泰达国际心血管病医院

孙艳荣 北京大学深圳医院

李 峻 澳门镜湖医院

李冬蓓 泰达国际心血管病医院

杨 莉 中山大学附属第二医院

邱 琼 中山大学附属第二医院

何学智 深圳市儿童医院

张蒂荣 北京大学深圳医院

陈瑞绵 中山大学附属第二医院

黄云洲 泰达国际心血管病医院

潘 敏 北京大学深圳医院

## 内 容 简 介

本书由多位具有丰富临床实践及写作经验的心脏超声专家编著。全书共30章、70多万字、600多幅图像，系统地阐述了心血管超声诊断的基本知识、常规检查方法、各种超声成像新技术（如多普勒组织成像及其衍生技术、心肌超声造影、血管内超声、心腔内超声、实时三维超声及斑点追踪与速度向量成像等）及其在心血管领域的临床应用和研究进展。书中对各种心血管疾病的病理解剖和病理生理特点作了简要介绍，重点描述了超声心动图检查方法和图像特点。本书内容丰富、新颖实用、图文并茂，既侧重临床，又融入了心脏超声诊断的新理论、新概念和新技术，可供从事心脏超声诊断及心血管临床医疗工作的医生和研究生参考。

# 前 言

经过诸位专家的努力，《现代心脏超声诊断学》一书终于与读者见面了。有关心脏超声诊断的专著或手册，国内外已出版多种，内容繁简不一、各有所长。在本书的编写过程中，我们参阅了不少国内外权威著作及相关文献，从中受到的启发和借鉴良多。

超声心动图于20世纪50年代问世，后经众多学者不断研究、改进，从M型超声逐渐发展到二维和多普勒超声，70—80年代初步应用于临床。随着显像技术成熟、仪器设备更新和图像质量的提高，90年代后得到普及，结合M型、二维和多普勒血流成像技术可对心血管解剖形态结构、运动功能及血流动力学等方面进行详尽精确的检测，使其成为心血管临床工作中不可或缺的诊断工具。特别是近十余年，随着多普勒组织成像、心肌超声造影、血管内超声、心腔内超声、实时三维超声及斑点追踪与速度向量成像等新技术的研发和应用，超声心动图诊断心血管疾病的有效性和准确性进一步提高，临床应用范围更加广阔，在心血管疾病的诊断和治疗中发挥着越来越重要的作用。

超声心动图是心血管疾病最重要的检查手段之一，是现代心血管专科医师的必修项目。但由于学科发展的特殊性，不少心血管医师对超声心动图的认识相对不足，因而很需要一部简明实用、又能反映本学科进展的专著。本书的指导思想是理论联系实际，以临床实用为主，普及与提高并举；既通俗易懂，又涵盖国际上最新心脏超声技术进展。

本书编者主要是工作在心脏超声临床和教学第一线、具有丰富实践经验的中青年专家。编写内容不但参考了国内外最新研究进展，同时紧密结合自身工作体会，努力做到深入浅出、简明易懂。书中大量珍贵图片是编者多年临床工作的积累，在此对所有参与编写的专家同仁致以衷心的感谢。

承蒙超声界前辈、著名专家、华中科技大学附属协和医院王新房教授于百忙中抽空审阅了全书，并提出宝贵的修改意见，从而为本书增光添彩，在此我们表示衷心的感谢和崇高的敬意。中山大学出版社张礼凤编辑等人为本书的顺利出版付出了辛勤的劳动，我们致以诚挚的谢意。在本书的编写过程中，家人给予了我们极大的



支持和鼓励，默默地付出了许多，在此表达我们深切的爱意和歉意。

由于时间仓促，加上编者能力与水平有限，书中难免存在错漏与不足之处，恳请读者不吝赐教、斧正。

杨莉 刘俐  
2009年12月



# 目 录

<b>第一章 超声心动图诊断的物理基础</b> .....	1
第一节 超声波的基本概念 .....	1
第二节 超声波的物理性能 .....	2
第三节 人体组织的声学反射类型 .....	3
第四节 超声的分辨率 .....	4
<b>第二章 M型超声心动图</b> .....	6
第一节 检查部位与方法 .....	6
第二节 常用基本曲线 .....	6
第三节 临床应用 .....	11
<b>第三章 二维超声心动图</b> .....	12
第一节 探查部位及常用切面 .....	12
第二节 检查方法与基本图像 .....	13
<b>第四章 多普勒超声心动图</b> .....	22
第一节 多普勒超声的基本原理 .....	22
第二节 探查方法与注意事项 .....	23
第三节 血流状态分类及其多普勒特点 .....	24
第四节 正常血流的多普勒显像 .....	25
第五节 异常血流的多普勒定性分析 .....	29
第六节 血流动力学指标的定量分析 .....	30
<b>第五章 经食管超声心动图</b> .....	36
第一节 探头结构 .....	36



第二节	检查方法	37
第三节	常用标准切面	39
第四节	临床应用概况	45
<b>第六章</b>	<b>负荷超声心动图</b>	<b>49</b>
第一节	概述	49
第二节	负荷试验方法	50
第三节	适应证、禁忌证和试验终点	53
第四节	图像分析与阳性标准	54
第五节	局限性及应用前景	57
<b>第七章</b>	<b>心脏超声造影</b>	<b>58</b>
第一节	超声造影的基本原理	58
第二节	超声造影剂的种类和特点	58
第三节	超声造影的方法与临床应用	59
<b>第八章</b>	<b>血管内超声显像</b>	<b>68</b>
第一节	血管内超声显像方法	68
第二节	冠状动脉粥样硬化的血管内超声表现	69
第三节	血管内超声显像的临床应用	71
第四节	血管内超声显像的常见并发症	72
第五节	冠状动脉内多普勒血流测定	73
<b>第九章</b>	<b>多普勒组织成像及其衍生技术</b>	<b>75</b>
第一节	多普勒组织成像的基本原理	75
第二节	多普勒组织成像的显示方式	75
第三节	临床应用	82
<b>第十章</b>	<b>实时三维超声心动图</b>	<b>87</b>
第一节	实时三维超声成像的方法	87
第二节	实时三维超声的临床应用	88
<b>第十一章</b>	<b>其他超声心动图技术</b>	<b>95</b>
第一节	声学定量与彩色室壁运动显像技术	95

第二节	冠状动脉血流成像·····	99
第三节	解剖 M 型超声心动图·····	100
第四节	斑点追踪与速度向量成像技术·····	102
第五节	心腔内超声心动图·····	106
<b>第十二章</b>	<b>心功能检查·····</b>	<b>110</b>
第一节	左心室收缩功能测定·····	110
第二节	左心室舒张功能测定·····	113
第三节	心肌做功指数·····	116
第四节	右心室功能测定·····	118
<b>第十三章</b>	<b>超声心动图在心脏介入治疗中的应用·····</b>	<b>120</b>
第一节	经皮球囊二尖瓣成形术·····	120
第二节	房间隔缺损封堵术·····	122
第三节	梗阻性肥厚型心肌病经皮腔内间隔心肌消融术·····	125
<b>第十四章</b>	<b>心脏瓣膜病·····</b>	<b>126</b>
第一节	二尖瓣狭窄·····	126
第二节	二尖瓣关闭不全·····	136
第三节	主动脉瓣狭窄·····	144
第四节	主动脉瓣关闭不全·····	150
第五节	三尖瓣狭窄·····	158
第六节	三尖瓣关闭不全·····	161
第七节	肺动脉瓣狭窄及关闭不全·····	164
<b>第十五章</b>	<b>人工心脏瓣膜·····</b>	<b>167</b>
第一节	概述·····	167
第二节	人工瓣膜功能正常的超声心动图·····	168
第三节	人工瓣膜功能障碍的超声心动图·····	175
<b>第十六章</b>	<b>感染性心内膜炎·····</b>	<b>182</b>
第一节	病理特点和血流动力学改变·····	182
第二节	超声心动图检查·····	183



<b>第十七章 心肌病</b> .....	190
第一节 扩张型心肌病 .....	190
第二节 肥厚型心肌病 .....	198
第三节 限制型心肌病 .....	205
第四节 致心律失常性右室心肌病 .....	207
第五节 心肌致密化不全 .....	208
<b>第十八章 冠状动脉粥样硬化性心脏病</b> .....	210
第一节 病理解剖和病理生理 .....	210
第二节 超声心动图检查 .....	211
第三节 心肌梗死及其并发症的超声心动图表现 .....	219
第四节 缺血性心肌病的超声心动图检查 .....	228
<b>第十九章 心包疾病</b> .....	230
第一节 心包积液 .....	230
第二节 缩窄性心包炎 .....	239
第三节 先天性心包病变 .....	244
<b>第二十章 心脏占位性病变</b> .....	245
第一节 心脏肿瘤 .....	245
第二节 心腔内血栓 .....	260
第三节 心脏占位性病变的鉴别诊断 .....	264
<b>第二十一章 高血压性心脏病</b> .....	266
第一节 病理解剖和病理生理特点 .....	266
第二节 超声心动图检查 .....	267
<b>第二十二章 肺源性心脏病和肺动脉高压</b> .....	272
第一节 概述 .....	272
第二节 特发性肺动脉高压 .....	273
第三节 肺动脉栓塞 .....	279
第四节 肺源性心脏病 .....	281

<b>第二十三章</b>	<b>主动脉疾病</b> .....	286
第一节	主动脉夹层 .....	286
第二节	主动脉瘤 .....	294
第三节	假性主动脉瘤 .....	299
<b>第二十四章</b>	<b>川崎病</b> .....	300
第一节	概述 .....	300
第二节	超声心动图检查 .....	300
<b>第二十五章</b>	<b>先天性心脏病概论</b> .....	305
第一节	先天性心脏病分类 .....	305
第二节	心脏及血管的胚胎发育概述 .....	307
第三节	先天性心脏病的分段诊断法 .....	313
<b>第二十六章</b>	<b>先天性间隔缺损</b> .....	318
第一节	房间隔缺损 .....	318
第二节	室间隔缺损 .....	333
第三节	心内膜垫缺损 .....	345
<b>第二十七章</b>	<b>先天性血管连接及结构异常</b> .....	354
第一节	动脉导管未闭 .....	354
第二节	肺静脉畸形 .....	361
<b>第二十八章</b>	<b>先天性心室流入道与流出道疾病</b> .....	398
第一节	三尖瓣下移畸形 .....	398
第二节	Valsalva 窦瘤 .....	410
第三节	主动脉口狭窄 .....	423
第四节	肺动脉口狭窄 .....	439
<b>第二十九章</b>	<b>复杂先天性心脏畸形</b> .....	447
第一节	法洛四联症 .....	447
第二节	完全型大动脉转位 .....	458
第三节	三尖瓣闭锁 .....	468



第四节 右室双出口 .....	479
<b>第三十章 胎儿超声心动图 .....</b>	<b>487</b>
第一节 胎儿血液循环及其特点 .....	487
第二节 胎儿超声心动图检查技术 .....	489
第三节 胎儿常见心脏病的超声心动图检查 .....	500
<b>缩略语 .....</b>	<b>514</b>
<b>附录 .....</b>	<b>518</b>
<b>参考文献 .....</b>	<b>520</b>

# 第一章 超声心动图诊断的物理基础

超声心动图 (Echocardiography) 是通过超声波的发射和接收来探测心脏及其大血管的形态结构、运动功能和血流动力学变化, 为了更好地理解并且充分、合理地应用该项技术, 下面对超声波的基本概念、有关的物理性能、人体组织器官的声学反射类型以及超声的分辨率等方面的基础知识作简要的介绍。

## 第一节 超声波的基本概念

声波是弹性介质中传播的机械振动波。超声波是指频率高于 20000 赫兹 (Hz)、超过人耳听觉感受范围的机械振动波。

超声波的产生方法有多种, 应用于超声心动图的超声波是由压电晶体进行发射和接收的。压电晶体是指自然界中或者人工合成的具有压电效应的物质。而压电效应是指压力与电荷相互转换的一种物理现象, 即: 当在压电晶体的一定方向上施加压力或拉力时, 晶体两侧的表面将分别出现正负电荷, 从而使机械能转变为电能, 称正压电效应; 反之, 将压电晶体置于交变电场中时, 晶体将会出现强烈的机械性压缩与膨胀, 由电能转化为机械能, 称逆压电效应。超声波的发生是将高频的交流电加于压电晶体上, 利用其逆压电效应, 使晶体发生机械性的体积膨胀和收缩, 从而推动其周围介质振动而产生机械振动波; 超声波的接收则是将介质中反射回来的超声波信号 (机械振动波) 作用于压电晶体, 通过正压电效应产生微弱的高频电讯号, 再经接收电路放大后显示出来。

超声波有 3 个基本物理量, 即: 频率 ( $f$ , 单位 Hz)、波长 ( $\lambda$ , 单位 m) 和传播速度 ( $c$ , 单位 m/s), 三者之间的关系通常由下列公式表达:

$$\lambda = c/f$$

超声波的传播速度主要决定于介质的密度和弹性。在人体的大多数软组织内, 超声波的传播速度相对一致。由于频率不同的声波在同一介质中的传播速度基本相同, 因此, 超声波的波长与频率成反比, 即频率越高, 波长越短。目前, 超声心动图诊断中常用的频率范围一般在 2 ~ 30 MHz 之间。超声波频率的高低对其穿透力和分辨力影响很大。



## 第二节 超声波的物理性能

超声波除了具备一般声波的基本特性外，还有其独特的物理性能，这些性能构成了超声诊断的物理基础。

### 一、方向性

超声波与一般的声波有所区别，由于其频率极高、波长极短、远远小于换能器晶片的直径，故探头发射的超声波在传播时集中于一个方向，声场分布呈狭窄的圆柱状，声场宽度与换能器压电晶体的大小相近。由于其明显的方向性，故又称为超声束。

### 二、反射与透射

超声波在传播中经过两种不同介质构成的大界面（即长度大于超声束波长的界面）时，由于前后介质的声阻不同，超声波传播的方向也将发生变化：一部分能量由界面处返回第一介质，此即反射；另一部分能量穿过界面，进入第二介质继续传播，此即透射。声能在界面处反射与透射之总值不变，与入射的能量相等，但反射之多少则随界面前后介质的声阻差异大小而有所不同。两种介质的声阻相差越小，则界面处反射越少，透入第二介质越多；反之，若两种介质的声阻相差越大，则界面处反射越强，透入第二介质越少。

### 三、散射与衍射

超声波在介质中传播时，如果所遇到的物体界面直径小于超声波的波长时，传播的方向将发生偏离，绕过物体后又以原来的方向传播，此时反射回波很少，这种现象为衍射。如果所遇到的物体是直径远小于超声波波长的微粒，在通过这种微粒时，大部分超声波继续向前传播，少部分超声波能量被微粒向四面八方辐射，这种现象称为散射。

散射时由物体的微粒构成声源，辐射球面波。散射的特性对于超声波的诊断甚为重要。人体组织内细微结构对超声波的散射，是脏器内部图像形成的依据；血液中红细胞的散射是构成超声多普勒（Doppler）频移信号的主要成分。

### 四、吸收与衰减

当超声波在弹性介质中传播时，由于“内摩擦”或所谓“黏滞性”而使声能随着传播距离的增加而逐渐减小、声波的振幅逐渐减低，介质对声能的此种作用即为



吸收，而声能由强变弱的过程即为衰减。吸收和衰减的多少与超声波的频率、介质的黏滞性、导热性和温度以及超声波的传播距离等因素密切相关。

## 五、多普勒效应

振动源以固定频率发射超声波，当遇到不同介质的界面时将发生反射或散射。如果振动源与界面之间保持不动，则返回的超声波频率与发射频率相同；反之，如果振动源与界面之间发生相对运动，则返回的超声波频率与发射频率不同，这种现象称为多普勒效应。界面与振动源移近时，返回超声波的频率增高；界面与振动源远离时，返回超声波的频率则降低。超声心动图利用运动红细胞对入射超声波产生的频移进行血流信号检测。多普勒频移的计算可用下列公式表示：

$$f_d = f_R - f_0 = \pm 2 f_0 \cdot v \cdot \cos\theta / c$$

式中： $f_d$  为多普勒效应产生的频移， $f_0$  为超声波的发射频率， $f_R$  为反射的超声波频率即接收频率， $v$  为反射体的运动速度， $c$  为超声波在介质中的传播速度， $\theta$  为反射体运动方向与超声波声束方向之间的夹角。

根据上述频移公式，可以得出：

$$v = \pm f_d \cdot c / 2 f_0 \cdot \cos\theta$$

在超声心动图检查中，公式中  $c$  代表软组织的平均声速，是已知数（1540 m/s）；发射频率  $f_0$  是已知数； $\theta$  为超声仪所设的校正角度，故  $\cos\theta$  也是已知数。超声仪能够通过测定频移来自动计算，并且在屏幕上显示出血流速度  $v$  的读数。正负符号（ $\pm$ ）分别代表正向和反向血流。值得注意的是，只有当超声波声束方向与血流运动方向的夹角  $\theta$  经过校正之后，其血流速度  $v$  的读数才有意义。如果  $\theta = 90^\circ$ ，则  $\cos\theta = 0$ ，也就不可能测出血流速度。因此，为了顺利、准确地测定血流速度，必须减小  $\theta$  角度，即尽可能使声束与血流方向平行。

## 第三节 人体组织的声学反射类型

根据声阻差的大小和组织结构内部的均匀程度不同，人体组织器官的声学反射类型大致可分为以下四个类型，以供超声检查时参考。

### 一、无反射型

所有液性物质（包括血液、尿液、胆汁、胸水、腹水等）结构均匀，其内无声阻差界面，超声波经过时，在相应区域无反射回波，故称无回声区或液性暗区。由于反射极少，且吸收亦少，声能可以很好地透射与传播，故在其后壁处出现反射增强现象。