

超声医学影像诊断学

黄承孝 主编

超声医学影像诊断学

黄承孝 主编

四川科学技术出版社

1996年·成都

(川)新登字 004

书 名/超声医学影像诊断学

主 编/黄承孝

责任编辑·杨佛章

封面设计·周宝工

版面设计·任立

责任校对·穆仁

出 版 四川科学技术出版社
发 行

成都盐道街3号 邮政编码 610012

印 刷 华西医科大学印刷厂

版 次 1996年3月成都第一版

1996年3月第一次印刷

规 格 787×1092毫米 1/16 插页2

印 张 32.5 740千字

印 数 1—5000册

定 价 48.00元

ISBN 7-5364-3258-5/R·719

序

近年来,由于高新电子技术和计算机技术的引入,超声检查技术得到了重大发展,它不仅能清晰地显示人体组织的细微结构,并且提供了血流方面的信息,从而使得检查结果更加准确,临床应用范围也有了扩展。超声检查虽然是医学影像学中的一个新兴领域,但已取得十分引人注目的成就,并成为临床医学中一个不可缺少的重要诊断手段。

超声检查诊断技术由于具有无损伤性、检查快速、诊断准确率高和检查费用较低等特点,因此在我国得到迅速推广和普及。超声检查诊断的正确性除与设备的水平和质量有关外,更重要的是与超声检查、诊断专业人员对设备的掌握情况、技术的熟练程度、识别图像的能力,以及将超声图像的变化与病人的临床表现和病理等基础知识联系起来进行分析和综合判断的能力有关。因此,编写一本既具有丰富、详实的基础与临床知识,又能反映国内、外最新进展的超声检查和诊断专业书籍,对指导超声检查、诊断专业人员和临床医生掌握超声检查技术和正确判断超声检查结果,具有重要意义。

华西医科大学第一临床医学院黄承孝教授曾与四川省为主的医学超声工作者于80年代后期合作编著了《实用超声显象诊断学》一书,对超声诊断的普及起了较大的推动作用。此次由黄承孝教授主编,四川、北京、天津等地10多位著名医学超声专家共同编著的《超声医学影像诊断学》,在总结了他们多年实践经验的基础上,又收入了超声诊断技术和临床应用新进展。该书具有内容全面、图文并茂、理论性和实用性兼顾等特点,达到了较高水平,更加适合超声和临床医学工作者的需要。我期望此书的出版能对提高我国超声检查和诊断水平产生积极的推动作用。

曹泽毅

1995.12.14

前 言

近年来,超声成像技术和多普勒血流检测技术又有了重大的发展。超声检查不仅能清晰显示人体组织的细微结构、检出微小病变,而且能提供丰富的具有诊断价值的血流信息。超声诊断的应用范围不断扩大,水准日益提高,已成为临床医学影像诊断的重要组成部分。

《实用超声显象诊断学》出版6年多以来,深受读者厚爱,要求再次印刷。考虑到该书出版后超声技术和应用已有较大发展,其内容已不能满足当前发展的需要,有必要进行较大幅度的修改和补充。

本书是在《实用超声显象诊断学》的基础上编写的,在内容、文字、图片等方面均作了大量修改和增补,增加了多普勒超声、介入性超声和外周血管病超声诊断等内容,以《超声医学影像诊断学》为书名。

全书分为6篇30章,共74万字,图718幅。系统地介绍了超声诊断基础、心脏、腹部、泌尿、妇产、浅表器官、外周血管和小儿疾患的超声诊断以及介入性超声。每一章中,依次介绍了超声应用解剖、检查方法、正常和病理的声像图与血流图、诊断和鉴别诊断要点,并对超声的发展作了简要介绍。

本书力求跟上形势发展,适应超声诊断专业人员的需要,并供医科学生、研究生和临床医师参考,虽竭力为之,不足和不当之处亦难完全避免,恳请同道批评指正。

著名妇产科专家、原华西医科大学校长、卫生部副部长、中华医学会现任常务副会长曹泽毅教授为本书作序,深表感谢。

黄承孝

1995.12.24

主 编 黄承孝

编著者 (按姓氏笔画为序)

全学模	重庆医科大学儿童医院	副教授
何正权	电子科技大学自动化系	教授
吴治湘	成都市心血管病研究所	副主任医师
吴钟瑜	天津市中心妇产科医院	主任医师
李树森	成都军区总医院	主任医师
张缙熙	中国医学科学院北京协和医院	教授
柳文仪	中医研究院北京广安门医院	主任医师
唐 红	华西医科大学附属第一医院	副教授
黄承孝	华西医科大学附属第一医院	教授
董宝玮	中国人民解放军总医院	教授

目 录

第一篇 超声诊断基础

第一章 超声物理学原理	1
第一节 振动与波	1
第二节 超声源与超声场	3
第三节 超声波的反射与折射	6
第四节 传播媒质对超声波的吸收与衰减	8
第五节 超声波的散射与绕射	8
第六节 多普勒效应	8
第七节 超声波的生物效应	9
第八节 医用超声换能器	9
第二章 B型超声诊断仪	11
第一节 脉冲回波法超声诊断仪的工作原理	11
第二节 A型、M型和B型显示方式	12
第三节 机械扇形扫查式B超仪	15
第四节 线阵式线性扫查式B超仪	15
第五节 相控阵扇形扫查式B超仪	17
第六节 时间增益控制	17
第七节 对数压缩	18
第八节 超声波的聚焦	18
第九节 数字扫描变换技术	20
第十节 B超仪成像质量的评价	21
第十一节 B超图像识别中应注意的问题	21
第十二节 B超仪的使用与维护	22

第二篇 心脏超声检查

第一章 概述	25
第二章 心脏解剖概要及心动周期	29
第三章 心脏超声检查技术	31
第一节 二维超声心动图(two dimensional echocardiography, 2DE)	31
第二节 M型超声心动图(M-mode echocardiography)	43

第三节	多普勒超声(doppler ultrasound)	49
第四节	心脏声学造影(cardiac acoustic contrast)	64
第四章	超声心动图对心功能的评定	69
第五章	心瓣膜病的超声诊断	80
第一节	二尖瓣疾患的超声诊断	80
第二节	主动脉瓣疾患的超声诊断	98
第三节	三尖瓣疾患的超声诊断	106
第四节	肺动脉瓣疾患的超声诊断	109
第六章	先天性心脏病的超声诊断	113
第一节	房间隔缺损(artial septal defect, ASD)	116
第二节	室间隔缺损(ventricular septal defect, VSD)	122
第三节	动脉导管未闭(patent ductus arteriosus, PDA)	128
第四节	法乐氏四联症(tetralogy of Fallot, TF)	132
第五节	三尖瓣下移(Ebstein's anomaly)	136
第七章	心肌病的超声诊断	139
第一节	扩张(充血)型心肌病(dilated cardiomyopathy, DCM)	139
第二节	肥厚型心肌病(hypertrophic cardiomyopathy, HCM)	142
第八章	冠心病、高血压、肺心病的超声诊断	145
第一节	冠心病的超声诊断	145
第二节	高血压病的超声检查	152
第三节	肺心病的超声诊断	155
第九章	心包疾患和心脏肿瘤的超声诊断	157
第一节	心包疾患的超声诊断	157
第二节	心脏原发性肿瘤的超声诊断	161

第三篇 腹部超声检查

第一章	肝脏疾病的超声诊断	167
第一节	肝脏解剖概要	167
第二节	肝脏超声检查方法	170
第三节	正常肝脏声像图	172
第四节	肝脏囊液性病变	175
第五节	肝脏炎性肿物	179
第六节	肝脏良性肿瘤	183
第七节	肝脏恶性肿瘤	186
第八节	弥漫性肝病	191
第二章	胆系疾病的超声诊断	197

第一节	胆系解剖概要	197
第二节	胆系超声检查方法	199
第三节	胆系正常声像图	200
第四节	胆囊和胆道结石	202
第五节	胆囊炎	206
第六节	胆道系统肿瘤	209
第七节	胆道蛔虫病	213
第八节	胆道系统先天性疾病	214
第九节	阻塞性黄疸	216
第三章	脾脏疾病的超声诊断	217
第一节	脾脏解剖概要	217
第二节	脾脏超声检查方法	218
第三节	正常脾脏声像图	220
第四节	弥漫性脾肿大	221
第五节	脾脏局灶性病变	223
第六节	脾破裂	226
第四章	胰腺疾病的超声诊断	227
第一节	胰腺解剖概要	227
第二节	胰腺超声检查方法	228
第三节	正常胰腺声像图	230
第四节	胰腺弥漫性病变	233
第五节	胰腺囊肿	236
第六节	胰腺肿瘤	237
第七节	介入性超声在胰腺中的应用	243
第八节	胰腺超声的现状与发展	244
第五章	胃肠腹腔疾病的超声诊断	245
第一节	胃肠腹腔解剖概要	245
第二节	胃肠腹腔超声检查方法	247
第三节	正常胃肠腹腔声像图	249
第四节	胃部疾病	251
第五节	肠道疾病	256
第六节	胃肠异物和胃肠穿孔	259
第七节	腹腔肿块	260
第八节	腹水	262
第六章	腹膜后间隙疾病的超声诊断	263
第一节	腹膜后间隙解剖概要	263
第二节	腹膜后间隙超声检查方法	265
第三节	正常腹膜后间隙声像图	267

第四节	腹膜后肿瘤·····	269
第五节	腹膜后囊液性肿物·····	272
第六节	腹膜后大血管疾病·····	273
第七章	肾上腺疾病的超声诊断·····	276
第一节	肾上腺解剖概要·····	276
第二节	肾上腺超声检查方法·····	277
第三节	正常肾上腺声像图·····	277
第四节	肾上腺实性肿块的超声诊断·····	278
第五节	肾上腺囊液性病变的超声诊断·····	281
第八章	肾脏及输尿管疾病的超声诊断·····	282
第一节	肾脏及输尿管解剖概要·····	282
第二节	肾脏及输尿管超声检查方法·····	284
第三节	正常肾及输尿管声像图·····	286
第四节	肾脏先天性异常·····	287
第五节	肾积水·····	288
第六节	肾囊肿及肾肿瘤·····	289
第七节	肾脏感染性疾病·····	292
第八节	肾及输尿管结石·····	294
第九节	弥漫性肾病·····	296
第十节	肾及输尿管损伤·····	297
第十一节	移植肾及其并发症·····	298
第九章	膀胱疾病的超声诊断·····	299
第一节	膀胱解剖概要·····	299
第二节	膀胱超声检查方法·····	300
第三节	正常膀胱声像图·····	302
第四节	膀胱疾病的超声诊断·····	303
第十章	前列腺和精囊疾病的超声诊断·····	307
第一节	前列腺和精囊解剖概要·····	307
第二节	前列腺和精囊超声检查方法·····	311
第三节	正常前列腺和精囊声像图·····	313
第四节	前列腺和精囊疾病的超声诊断·····	316
第十一章	阴囊内疾病的超声诊断·····	324
第一节	阴囊解剖概要·····	324
第二节	阴囊超声检查方法和正常声像图·····	326
第三节	阴囊内疾病的超声诊断·····	326

第四篇 妇产科超声检查

第一章 妇科疾病的超声诊断.....	329
第一节 盆腔脏器解剖概要.....	329
第二节 妇科超声检查.....	331
第三节 正常盆器的超声图像.....	332
第四节 妇科疾病的超声诊断.....	336
第五节 妇科肿瘤的超声诊断.....	344
第二章 产科超声检查.....	254
第一节 生理产科的超声图像.....	354
第二节 病理产科的超声诊断.....	371

第五篇 浅表器官超声检查

第一章 眼部超声检查.....	382
第一节 眼部解剖概要.....	383
第二节 眼部超声检查方法.....	389
第三节 正常眼球和球后组织声像图.....	392
第四节 眼部疾病的超声诊断.....	394
第二章 甲状腺超声检查.....	411
第一节 甲状腺解剖生理概要.....	411
第二节 甲状腺超声检查方法.....	412
第三节 甲状腺超声检查的适应证.....	413
第四节 正常甲状腺声像图.....	414
第五节 甲状腺疾病的超声诊断.....	415
第六节 甲状腺超声诊断中几个问题的商榷.....	423
第三章 甲状旁腺超声检查.....	425
第一节 甲状旁腺解剖生理概要.....	426
第二节 甲状旁腺超声检查方法.....	426
第三节 甲状旁腺病变声像图.....	427
第四节 原发性甲旁亢的超声评价.....	429
第四章 乳腺超声检查.....	432
第一节 乳腺解剖生理概要.....	433
第二节 乳腺超声检查方法.....	433
第三节 乳腺正常声像图.....	434
第四节 乳腺病理声像图.....	435

第五节	乳腺癌的早期诊断及小乳癌的诊断	441
第六节	乳腺的普查	441
第七节	乳腺疾病超声诊断的优点和局限性	442
第八节	乳腺多普勒超声的临床应用	443

第六篇 介入性超声、外周血管和小儿疾病的超声诊断

第一章	介入性超声	445
第一节	超声引导穿刺的技术原则	445
第二节	超声引导细针穿刺细胞学检查和组织学活检	449
第三节	经皮经肝穿刺胆管造影及置管引流	453
第四节	腹部脓肿的超声引导穿刺和置管引流	457
第五节	超声引导穿刺在胸部的应用	459
第二章	周围血管疾病的超声诊断	461
第一节	超声检查方法	461
第二节	颈部血管疾病的超声诊断	462
第三节	下肢血管疾病的超声诊断	466
第三章	小儿疾病的超声诊断	474
第一节	新生儿、婴儿呕吐	474
第二节	先天性肠梗阻	477
第三节	先天性直肠肛门畸形	478
第四节	新生儿黄疸与肝胆病变	479
第五节	新生儿坏死性小肠结肠炎	481
第六节	急性肠套叠	481
第七节	小儿颅脑病变	483
第八节	小儿颈部肿块	489
第九节	小儿肾积水	491
第十节	小儿腹股沟及阴囊肿块	494
第十一节	小儿腹膜后肿瘤	496
第十二节	先天性髋关节脱位	500
第十三节	化脓性髋关节炎	504
第十四节	小儿髂腰肌脓肿	505
附录		507

第一篇 超声诊断基础

第一章 超声物理学原理

第一节 振动与波

自然界中存在多种波。各种颜色的可见光、红外光和紫外光具有波动性。传播电视节目和广播节目的无线电波是一种电磁振动波。而声音是我们生活中最常遇到的一种波,声波是一种机械振动波。任何一种具有质量和弹性的物体(包括自然界中存在的一切气体、液体和固体)在受到外力的作用以后都会产生机械振动,从而发出声音。但是,有时这种振动振得太快或太慢,人耳听不到;有时这种振动太小,人耳的灵敏度又不够。

为了定量地描述声波(其他波动也一样)的振动快慢及大小等物理特性,对于最简单的简谐振动(对脉冲型等复杂的振动也可借用),通常使用如下的一些物理量。

1. 频率与周期

振动波在媒质中传播时,使媒质质点在平衡位置来回振动一次所需的时间称为周期(T)。如图 1-1-1 所示,一个周期是波从一个波峰(或波谷)传到相邻的一个波峰(或波谷)所需的时间。在一秒时间内,媒质质点振动的次数称为频率(f),单位是赫兹(Hz)。频率与周期之间存在如下关系:

$$f = \frac{1}{T} \quad (1-1)$$

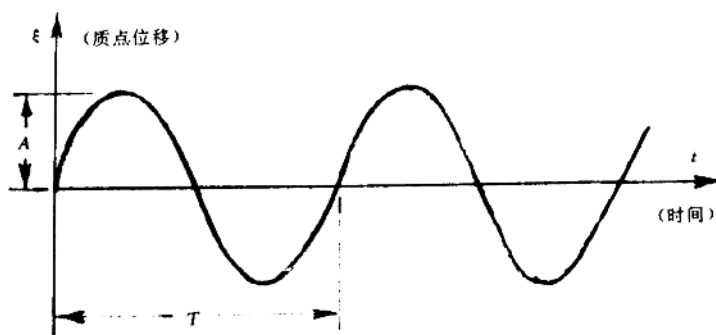


图 1-1-1 简谐振动波

2. 传播速度

一秒钟内声波在媒质中的传播距离称为声速(c)。声速由媒质的密度(ρ)和弹性(k)所决定,即

$$c = \sqrt{\frac{k}{\rho}} \quad (1-2)$$

媒质中的声波速度 c 反映了媒质受声扰动时的压缩特性。气体是可压缩性较大的媒质,故 c 值较小;液体的可压缩性较小, c 就较大;对于坚硬的固体;压缩性极小,故 c 值极大。

3. 振幅

声波在媒质中传播时,媒质质点受到振动,质点离开平衡位置到振动最大位移间的距离称为振幅(A),见图 1-1-1。振幅表示了振动的强烈程度。

4. 波长

波在振动一次的时间内所传播的距离称为一个波长(λ)。波长、声速与频率之间存在如下关系:

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (1-3)$$

例如频率为 3 兆赫($3 \times 10^6 \text{Hz}$)的超声波,在人体软组织中传播时,因人体软组织中的平均声速为 1540m/s,所以其波长为

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{1540 \times 10^3 \text{mm/s}}{3 \times 10^6 \text{Hz}} = 0.513 \text{mm}$$

在同一传播媒质中,超声波的频率愈高,波长就愈短。

5. 相位

图 1-1-1 所示的简谐振动波可以用一个正弦函数(或余弦函数)来表示,假如图 1-1-1 表示的是声压 p (见下节说明)的时间函数,则:

$$p = p_A \sin(2\pi ft + \Phi_0) \quad (1-4)$$

式中 p_A 是声压的振幅(图中表示为 A), $(2\pi ft + \Phi_0)$ 是相位, t 是时间, f 是频率, Φ_0 是初相(即时间为零时的相位,图中 $\Phi_0 = 0$)。在不同时刻,只要满足如下关系: $(2\pi ft + \Phi_0) = 2n\pi + \theta$, 其中 n 为整数, θ 为常数,则式(1-4)所表示的 p 为一个恒定值(当 p_A 不变时)。当 $(2\pi ft + \Phi_0)$ 在 0 到 2π 的范围内变化时(以时间 t 为变量),则 p 描绘出正弦形的变化规律。由此可见,谈到波动的相位时,实际上与波动的大小相关。

现代声学所研究的是覆盖了从 10^{-4} 到 10^{13} Hz 频率范围的机械振动波,一般可把它分为次声($10^{-4} \sim 16$ Hz),可听声($16 \sim 2 \times 10^4$ Hz),超声($2 \times 10^4 \sim 10^9$ Hz)和特超声(大于 10^9 Hz)四个频段。医学超声诊断设备中所用的超声频率范围一般只限于 $1 \sim 10$ MHz。

物质质点的振动方向与波的传播方向是两回事,依据这两个方向之间的关系,通常可把波分为纵波和横波(在固体中的波还有更复杂的形式)。

媒质质点的振动方向与波的传播方向一致时称为纵波。例如,收音机的喇叭所发出的声波就是一种纵波,喇叭音圈在音频电功率的激励下产生前后振动,从而带动纸盒和纸盒前的空气分子一起振动,声波也就沿着它们的振动方向向前传播。B 超仪探头中的超声换能器是超声波的发生源和接收器,换能器的压电振子在电脉冲激励下产生厚度方向的振动,超声波也是沿着这个方向发射出来,它与喇叭发声十分相似。

媒质质点的振动方向与波的传播方向相垂直时称为横波。当我们把一个石子丢进平静的河水中时,我们可以看到以石子入水处为中心,形成一圈一圈向四周扩散的水波。石子入水时给予石子下方的水分子一个冲击力,使水分子产生上下振动。由于水分子的表面张力,使振动能量向附近的水分子传播而形成一种横波。

第二节 超声源与超声场

依靠媒质本身所具有的质量和弹性,超声波才能在其中传播。受超声波扰动后,媒质中某些质点受到压缩,而另一些质点受到拉伸,从而形成疏密相间的质点分布。随着时间的推延,这种疏密相间的质点分布也会作位移,同一处的媒质质点所受到的压缩力和拉伸力也会随时间而交替变化,这就是超声波的传播过程。

存在超声波的区域称为超声场。可以用多种物理量来描述超声场的强弱,从测量这些物理量的方便性来考虑,通常使用声压和声强两个量。声压被定义为媒质体积元受声扰动后压强的变化量,以 p 表示。对于简谐振动声波,声压与媒质质点振动速度(v)、媒质密度及媒质中的超声传播速度成正比,即:

$$p = \rho c v \quad (1-5)$$

声压振幅的单位为 Pa(帕), $1\text{Pa}=1\text{N}/\text{m}^2$ (1 帕=1 牛顿/米²)。有时也用 μb (微巴)作单位, $1\mu\text{b}=1\text{dyn}/\text{cm}^2=0.1\text{Pa}$ (1 微巴=1 达因/厘米²=0.1 帕)。

在单位时间内,通过垂直于声波传播方向的单位面积上的超声波能量称为声强(I)。声强与声压振幅(p_A)的平方成正比,与媒质密度和声速之积成反比,即

$$I = \frac{p_A^2}{2\rho c} \quad (1-6)$$

声强的单位是 W/cm^2 (瓦/厘米²)。

在声学原理中,把传声媒质中某点的声压与质点速度之比定义为媒质的声特性阻抗,以 Z 表示。在平面行波的情况下

$$Z = \rho c \quad (1-7)$$

物质的密度一般是固体大于液体,液体大于气体;而声速也是固体中大于液体中,液体中大于气体中。因此,声特性阻抗也是固体大于液体,液体大于气体。

产生超声波的振动源简称超声源。超声源有很多种类,最简单的超声源是一个作均匀伸缩振动的小球源,如图 1-1-2 所示。它将产生并辐射着均匀的球面声波。

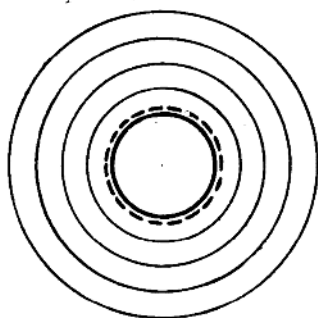


图 1-1-2 脉动小球源的声场

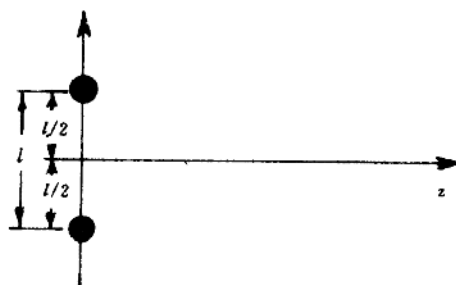


图 1-1-3 两个同相小球源的合成声场

当有两个一样的相距为 l 的小球源作同相位振动时,它们的合成声场将具有较复杂的分布,如图 1-1-3 所示。两个小球源所辐射的超声波在到达 z 轴上的各点时,所走过的距离是相同的,它们将同相位叠加而获得加倍的声压。不在 z 轴上的空间各点声压,一般而言都不会是两声源声压的同相位相加,有些方向上甚至会发生相减(即反相相加)的结果。这就意味着合成声场具有方向性。

对于更复杂的由很多小球排列成的线性阵列(线阵)和各种面源,在离开这些声源有一定距离的地方(称为远场),使用较严格的数学处理后,可以得到一个用来描述辐射声场的指向性好坏的函数——指向性函数。对于圆盘形换能器,可以用图 1-1-4 来表示这个

指向性函数,这种图通常称为波瓣图。由图可见,中间那个波瓣最大,称为主瓣,在它两边有很多旁瓣,旁瓣的能量大大低于主瓣的能量。在相邻两个波瓣之间的某个方向角上,声压将出现零点。主瓣与第一旁瓣间的零点方向角正弦为:

$$\sin \theta_0 = \frac{1.22\lambda}{2a} \quad (1-8)$$

式中 a 是换能器半径, λ 为超声波波长。

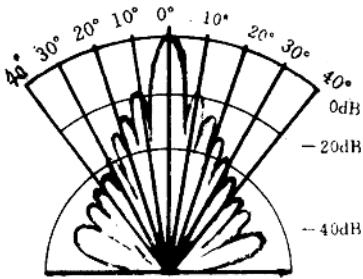


图 1-1-4 平面圆盘形换能器的远场波瓣图

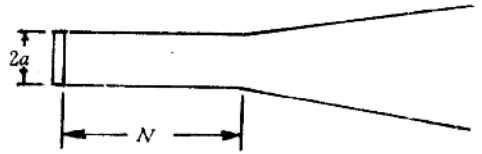


图 1-1-5 圆盘形换能器的近场与远场

在近场区,声场分布比较复杂,通常可以认为辐射声场集中在半径为 a 的圆柱体中,如图 1-1-5 所示。在远场区,声场开始发散,发散角就是图 1-1-4 中的主瓣夹角。从近场进入远场的交界点距离 N 为

$$N = \frac{a^2}{\lambda} \quad (1-9)$$

如一个直径为 12mm 的换能器,工作频率为 3MHz,在人体软组织中成像时的近场距离为

$$N = \frac{a^2}{\lambda} = \frac{a^2 f}{c} = \frac{36 \times 3 \times 10^6}{1510000} = 70(\text{mm})$$

在超声成像中,我们希望换能器辐射的声场只集中在角度为 0° 的那个方向上。图 1-1-4 说明了主瓣有一定宽度,这就是导致 B 超仪的侧向分辨率(或称横向分辨率)较差的原因;而大量旁瓣的存在是导致旁瓣伪象的根源。

对相同工作频率的换能器,圆盘直径愈大,主瓣宽度就愈小,这可以改善侧向分辨率,但此时旁瓣数目增多。

采用各种声聚焦手段可以改善超声源辐射声场的指向特性。对圆盘形换能器通常采用声透镜来聚焦,声透镜聚焦原理与光学透镜聚焦原理相同。