

腹部超声 诊断与鉴别诊断学

第三版

主编 吴乃森

 科学技术文献出版社

腹部超声 诊断与鉴别诊断学

第三版

主 编 王 斌

人民卫生出版社

Abdominal Ultrasound Diagnosis & Differential Diagnosis

腹部超声 诊断与鉴别诊断学

第三版

主 编 吴乃森

主 审 徐智章 张 武

科学技术文献出版社

Scientific and Technical Documents Publishing House

北 京

图书在版编目(CIP)数据

腹部超声诊断与鉴别诊断学/吴乃森主编. —3版. —北京: 科学技术文献出版社, 2009.9

ISBN 978-7-5023-6279-9

I. 腹… II. 吴… III. ①腹腔疾病—超声波诊断②腹腔疾病—鉴别诊断
IV. R572.04

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第004574号

出 版 者 科学技术文献出版社
地 址 北京市复兴路15号(中央电视台西侧)/100038
图书编务部电话 58882938, 58882087(传真)
图书发行部电话 58882866(传真)
邮 购 部 电 话 58882873
网 址 <http://www.stdph.com>
E-mail: stdph@istic.ac.cn
策 划 编 辑 刘新荣
责 任 编 辑 刘新荣
责 任 校 对 赵文珍
责 任 出 版 王杰馨
发 行 者 科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销
印 刷 者 北京时尚印佳彩色印刷有限公司
版 (印) 次 2009年9月第3版第1次印刷
开 本 889×1194 16开
字 数 1111千
印 张 38.5
印 数 1~3000册
定 价 278.00元

© 版权所有 违法必究

购买本社图书,凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换。

主编简介



编者名单

主 编	吴乃森			
副主编	接连利	杨 博	徐延峰	
主 审	徐智章	张 武		
编 者	王文平	金震东	徐辉雄	张华斌
	李敬府	李太华	李行道	李 彤
	刘清华	许 燕	初 珂	毕素栋
	吴奉梁	陈 焱	张文玉	张学功
	张继菊	范斯萍	胡幼琳	戚胜杰
	盖晓燕	董 军	惠希增	

第三版序

自国内首本超声诊断专业书籍《超声诊断学》于1961年出版以来，各地陆续编著的有关书籍不断问世，近10余年来尤多。一般均偏重于图形与曲线本身，亦有以鉴别诊断、图谱或基础理论与设备为主者。但从超声诊断专业医师对疾病的认识和诊断的实际出发，需有结合病因、病理生理、声像图特征及鉴别诊断等较为系统的书籍，以便开阔思路、全面分析、提高确诊率。吴乃森主任医师主编的《腹部超声诊断与鉴别诊断学》一书就是根据上述要求编写的。

本书在超声基础物理方面做了中、浅层次介绍，只叙述其在原理、原则中的确切应用，删除不符合科学原理或使概念模糊而导致错误的部分，注意概念正确；在专业术语方面，严格遵循国家科学命名与国际术语接轨的原则，做到严谨、规范；在临床部分，特别注重其可靠性与实用性，并应掌握“一病多图”、“一图多病”与“动态变化”的规律，进行具体分析。

近年来医学超声发展迅速，出现多个受到全世界关注的研究前沿或热点。其中，某些前沿已获临床试用效果；某些前沿则被公认确具应用价值。本次修订，作者在前两版的基础上，既汲取了国内外的最新研究成果，又融入了各地专家多年积累的宝贵经验，均写出其相关特色，使本书内容更具临床实用性和指导性。

《腹部超声诊断与鉴别诊断学》是一部内容新颖、图文并茂，科学性与实用性俱佳的超声诊断专著。自1998年出版以来，深得国内超声界同道与临床医师的欢迎，多次重印和再版就说明了这一点。相信本书第三版更能成为客观反映当今超声诊断水平，且具指导诊断分析与超声介入性治疗的专业参考书，为我国超声医学发展做出新的贡献。

复旦大学超声医学与工程研究所 所长
复旦大学附属中山医院 教授
“中国上海中山—美国费城
杰斐逊”超声诊断教育中心 医学主任

徐智章

2009年3月

第三版前言

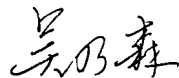
《腹部超声诊断与鉴别诊断学》自1998年第一版、2001年第二版后，得到了读者的厚爱与支持。其间多次重印，是国内畅销的超声医学专著之一。

进入21世纪以来，超声医学继续保持着日新月异的发展态势。新的研究成果和新的技术方法层出不穷。为了适应超声医学发展和临床工作的实际需要，应科学技术文献出版社之约，组织了本书的再次修订。

这次修订坚持了第一、二版的撰写原则，即：符合科学性、注重实用性、体现先进性。在写作方法上，仍然以腹部病症为主线，归纳出诊断思路，以此对各种疾病分别从病理与临床表现、超声影像学表现和鉴别诊断进行阐述，对超声检查的局限性及其他检查方法亦做了简要介绍，以利于纵向系统地把握，从横向拓展诊断思路。为避免重复，第一、二版前言从略。全书共31章，110余万字，图片1400余幅；书后附有索引便于查阅。

本书作者包括著名院校中卓有建树的知名专家和山东、黑龙江、湖北、云南、新疆等地三级医院的学科带头人。他们根据自己的研究方向和成果，参考国内外文献对原有章节做了修改和补充，融入了各地专家宝贵的先进经验。其中，复旦大学中山医院王文平教授、第二军医大学长海医院金震东教授、中山大学第一医院徐辉雄教授和北京大学第三医院张华斌教授、李敬府教授，分别对肝脏超声造影、超声内镜、腹部三维超声成像、肝移植超声诊断和腹部大血管疾病等技术进展做了重点增补；张武教授特意提供了肝脾肾外伤分级超声造影诊断的最新成果；在其余各章中，如“胰腺及胰周肿块”、“胃肠道肿块”、“泌尿及男性生殖系统肿物”、“胎儿畸形”、“胎儿心脏畸形”等均有较大篇幅修订，有的则重新撰写，增加了新概念、新病种和高清晰度病例图片；力求为读者提供一部文字简练、图像典型、新颖实用的参考书。

本书承蒙原中华医学会超声医学分会主任委员、复旦大学超声医学研究所所长徐智章教授，《中华超声医学杂志》总编辑、北京大学第三医院张武教授，华中科技大学附属同济医院张青萍教授等我国超声医学先驱审阅和指导，并得到北京大学第三医院贾建文教授的热情帮助；各位作者鼎力合作，所在单位领导和同仁积极支持。在此一并表示诚挚的感谢！由于笔者经验和水平所限，统编中难免存在错误和疏漏，诚望专家和读者批评指正。



2009年5月

(京)新登字130号

内 容 简 介

本书为《腹部超声诊断与鉴别诊断学》第三版。书中以腹部临床病症为主线，以此对各种疾病分别从病理与临床表现、超声影像学表现和鉴别诊断做了重点描述。此次修订对原有章节做了较大篇幅的修改和补充，新增44种病症的鉴别诊断；增补了高清晰度灰阶超声、谐波成像和三维血管成像的典型病例图片；注重科学性、实用性、先进性。全书共31章，约110万字，1400余幅图，书后附有索引，便于读者查阅；是一部图文并茂、新颖实用的参考书。适于超声诊断医师、相关专业临床医师，以及影像学专业师生使用。

科学技术文献出版社是国家科学技术部系统唯一一家中央级综合性科技出版机构，我们所有的努力都是为了使您增长知识和才干。

目 录

一、肝周积液和积血	68	三、先天性胆管囊状扩张症	121
二、肝实质内局灶性异常回声	70	第三节 胆道感染	123
三、肝动脉异常	70	一、慢性胆囊炎	123
四、门静脉异常	72	二、黄色肉芽肿性胆囊炎	124
五、下腔静脉和肝静脉异常	73	三、原发性硬化性胆管炎	125
六、胆道并发症	74	第四节 胆石病	126
七、排异反应	74	一、胆囊结石	126
		二、肝外胆管结石	129
		三、肝内胆管结石	131
第六章 肝脏占位病变		第五节 胆道肿瘤	132
第一节 概 述	76	一、胆囊息肉样病变	132
第二节 肝脏实质性良性占位病变	79	二、胆囊癌	134
一、肝细胞腺瘤	79	三、胆管癌	136
二、肝局灶性结节性增生	80	第六节 梗阻性黄疸	139
三、肝血管瘤	81		
四、肝血管平滑肌脂肪瘤	84	第八章 胰腺及胰周肿块	
五、肝脏炎性假瘤	84	第一节 概 述	144
第三节 肝 癌	86	第二节 胰腺囊肿性病变	147
一、原发性肝癌	86	一、真性囊肿	147
二、转移性肝肿瘤	91	二、假性囊肿	148
三、小肝癌的早期诊断	94	三、胰腺囊腺瘤与囊腺癌	149
第四节 肝脏囊性病变	97	第三节 胰腺实质性病变	150
一、肝囊肿	97	一、慢性胰腺炎	150
二、多囊肝	98	二、功能性胰岛细胞瘤	152
三、肝脓肿	98	三、无功能性胰岛细胞瘤	153
第五节 肝包虫病	100	四、胰腺实性假乳头状瘤	154
一、肝囊型包虫病	100	五、胰腺癌	155
二、肝泡型包虫病	104	六、壶腹部癌	158
第六节 肝脏超声造影	105		
一、肝动脉超声造影	105	第九章 脾 肿 大	
二、门静脉超声造影	105	第一节 概 述	161
三、经周围静脉超声造影	105	第二节 脾脏弥漫性肿大	163
四、实时谐波超声造影	106	第三节 脾脏囊性病变	165
五、肝脏占位病变超声造影表现	108	一、脾囊肿	165
		二、脾包虫囊肿	166
第七章 胆道异常		三、脾脓肿	166
第一节 概 述	117	第四节 脾脏实质性病变	167
第二节 先天性胆道异常	119	一、脾梗死	167
一、胆囊先天性异常	119	二、脾结核	168
二、先天性胆道闭锁	121		

三、脾血管瘤	168		
四、脾恶性肿瘤	170		
五、自体移植脾观察	171		
第十章 胃肠道肿块		第十二章 腹膜后肿块	
第一节 概 述	172	第一节 概 述	203
第二节 胃肠壁增厚性疾病	176	第二节 腹膜后间隙感染	204
一、胃黏膜巨大增厚症	176	一、腹膜后间隙脓肿	204
二、先天性肥厚性幽门狭窄	177	二、腹膜后间隙结核	205
三、消化性溃疡	177	第三节 原发性腹膜后肿瘤	205
四、克罗恩病	179		
第三节 胃肠道阻塞性疾病	180	第十三章 腹 水	
一、贲门失弛缓症	180	第一节 概 述	215
二、幽门梗阻	180	第二节 腹水的鉴别诊断	217
三、肠系膜上动脉综合征	181		
四、胃石症	181	第十四章 急 腹 症	
五、肠梗阻	182	第一节 概 述	221
第四节 胃肠道肿瘤	182	第二节 腹腔脏器急性炎症	223
一、胃癌	182	一、急性阑尾炎	223
二、胃肠道间质瘤	187	二、急性胆囊炎	227
三、胃恶性淋巴瘤	189	三、急性梗阻性化脓性胆管炎	229
四、大肠癌	189	四、急性胰腺炎	231
		第三节 胃十二指肠急性穿孔	235
第十一章 超声内镜在消化系的应用		第四节 空腔脏器急性梗阻	237
第一节 概 述	193	一、胆道蛔虫	237
第二节 消化系疾病 EUS 表现	197	二、肠梗阻	238
一、食管癌	197	三、肠套叠	242
二、贲门失弛缓症	197	第五节 腹腔脓肿	244
三、食管胃底静脉曲张	197	一、膈下脓肿	244
四、纵隔内肿物	197	二、肠间脓肿和盆腔脓肿	245
五、消化性溃疡	198		
六、胃癌	198	第十五章 腹部闭合性损伤	
七、消化道黏膜下肿瘤	199	第一节 概 述	247
八、胆囊内隆起性病变	199	第二节 空腔脏器损伤	248
九、胆管癌	200	一、十二指肠损伤	248
十、十二指肠乳头癌	200	二、小肠、结肠损伤	249
十一、胰腺癌	200	三、膀胱损伤	249
十二、慢性胰腺炎	201	第三节 实质性脏器损伤	250
十三、大肠癌	201	一、肝脏损伤	250
		二、脾破裂	253
		三、胰腺损伤	255
		四、肾脏损伤	256

第四节 其他部位损伤	259	四、神经源性膀胱	294
一、腹直肌鞘血肿	259	五、膀胱结核	294
二、膈肌破裂	260	六、膀胱憩室	295
三、腹膜后血肿	261	第四节 下尿路梗阻	296
第十六章 肾脏异常		一、良性前列腺增生	296
第一节 概 述	262	二、膀胱颈肥厚	298
第二节 肾先天性反常	266	三、尿道狭窄	298
一、肾发育异常	266	第十八章 尿石症	
二、肾旋转异常	267	第一节 概 述	300
三、异位肾	267	第二节 上尿路结石	301
四、融合肾	268	一、肾结石	301
五、重复肾	269	二、输尿管结石	302
第三节 肾脏囊性疾病	270	第三节 泌尿生殖系其他结石症	305
一、多囊肾	271	一、膀胱结石	305
二、单纯性肾囊肿	272	二、尿道结石	306
三、海绵肾	274	三、前列腺结石	306
第四节 肾脏感染性疾病	274	第四节 体外震波碎石的超声技术	307
一、急性肾盂肾炎	274	第十九章 泌尿及男性生殖系统肿物	
二、慢性肾盂肾炎	275	第一节 概 述	309
三、黄色肉芽肿性肾盂肾炎	276	第二节 肾肿瘤	310
四、急性局灶性细菌性肾炎	276	一、肾癌	310
五、肾结核	277	二、肾盂肿瘤	315
第五节 肾功能衰竭	278	三、肾母细胞瘤	317
一、急性肾功能衰竭	278	四、肾血管平滑肌脂肪瘤	318
二、慢性肾功能衰竭	280	第三节 输尿管肿瘤	319
第六节 移植肾并发症	281	第四节 膀胱肿瘤	321
第七节 肾血管病变	283	第五节 前列腺癌	324
一、肾动脉狭窄	283	第六节 睾丸肿瘤	327
二、肾静脉血栓形成	284	第七节 阴囊疾病	330
三、左肾静脉压迫综合征	285	一、鞘膜积液	330
第十七章 尿路梗阻		二、隐睾	331
第一节 概 述	287	三、睾丸炎	331
第二节 肾积水	290	四、睾丸扭转	333
第三节 上尿路梗阻	291	五、睾丸外伤	334
一、输尿管囊肿	291	六、附睾炎	335
二、巨输尿管	292	七、附睾结核	336
三、输尿管狭窄	293	八、附睾囊肿	336

九、精索静脉曲张	337	第五节 子宫发育不良	379
第二十章 肾上腺肿块		一、子宫未发育或发育不全	379
第一节 概 述	339	二、双子宫、单角子宫与残角子宫	380
第二节 皮质醇增多症	340	三、双角子宫与纵隔子宫	383
第三节 原发性醛固酮增多症	343	第二十三章 子宫肿瘤	
第四节 嗜铬细胞瘤	344	第一节 概 述	386
第五节 其他类型肿瘤	345	第二节 子宫肌瘤	387
一、肾上腺神经母细胞瘤	345	第三节 子宫恶性肿瘤	392
二、肾上腺囊肿	346	一、子宫内膜癌	392
三、肾上腺髓性脂肪瘤	347	二、子宫肉瘤	394
第六节 肾上腺结核	348	三、子宫颈癌	395
第二十一章 腹部大血管疾病		第四节 滋养细胞肿瘤	396
第一节 概 述	351	一、葡萄胎	396
第二节 动脉血管疾病	355	二、恶性滋养细胞肿瘤	398
一、腹主动脉瘤	355	第二十四章 卵巢肿瘤	
二、内脏动脉瘤	358	第一节 概 述	403
三、动脉硬化性闭塞症	359	第二节 非赘生性囊肿	404
四、急性动脉栓塞	361	一、卵巢冠囊肿	404
五、动静脉瘘	362	二、卵泡囊肿和黄体囊肿	405
第三节 静脉血管疾病	362	三、黄素囊肿	405
一、下腔静脉综合征	362	四、多囊卵巢综合征	405
二、先天性下腔静脉变异	364	第三节 上皮性肿瘤	406
三、髂总静脉受压综合征	365	一、浆液性囊腺瘤与囊腺癌	406
四、深静脉血栓形成	365	二、黏液性囊腺瘤与囊腺癌	409
第二十二章 女性盆腔肿块		三、卵巢子宫内膜样癌	411
第一节 概 述	368	四、卵巢纤维上皮瘤	411
第二节 炎性肿块	371	第四节 生殖细胞肿瘤	412
一、急性盆腔炎	371	一、成熟畸胎瘤	412
二、慢性盆腔炎	374	二、恶性生殖细胞肿瘤	414
三、结核性盆腔炎	374	第五节 性索间质肿瘤	415
第三节 子宫内膜异位症	375	一、颗粒细胞瘤和卵泡膜细胞瘤	415
一、盆腔子宫内膜异位症	375	二、卵巢纤维瘤	417
二、子宫腺肌病	376	第六节 转移性卵巢肿瘤	417
第四节 外生殖器及阴道发育异常	377	第七节 卵巢肿瘤的鉴别诊断	418
一、处女膜闭锁	377	一、卵巢肿瘤并发症的鉴别	418
二、阴道发育异常	377	二、卵巢肿瘤的良恶性鉴别	419
		三、卵巢恶性肿瘤的临床分期	420

四、重视早期卵巢癌的筛查	420	六、全前脑	475
第二十五章 妊娠与孕期阴道流血		七、脉络膜囊肿	476
第一节 概 述	422	第三节 颜面及颈部畸形	477
第二节 正常妊娠监测	425	一、唇、腭裂畸形	477
一、早期妊娠	425	二、颈部透明层增厚	478
二、中、晚期妊娠	428	三、颈部淋巴管囊肿	479
三、多胎妊娠	439	四、小下颌畸形	480
第三节 孕期阴道流血	441	第四节 胸、腹部畸形	480
一、流产	441	一、膈疝	480
二、异位妊娠	443	二、肺囊性腺瘤样畸形	481
三、前置胎盘	445	三、消化道闭锁	483
四、胎盘早期剥离	448	四、脐膨出	485
第二十六章 高危妊娠		五、腹裂	486
第一节 概 述	451	六、联体双胎畸形	487
第二节 胎儿异常	455	七、无心畸胎序列征	488
一、胎儿宫内发育迟缓	455	第五节 泌尿系统畸形	489
二、巨大胎儿	456	一、肾积水	489
第三节 胎儿附属物异常	457	二、输尿管畸形	490
一、羊水过多	457	三、重复肾	491
二、羊水过少	457	四、多囊性肾脏畸形	492
三、脐带缠绕与脐带打结	458	五、异位肾、肾缺如	494
四、单脐动脉	460	第六节 骨骼畸形	495
五、双胎输血综合征	462	一、成骨发育不全	495
六、羊膜带综合征	463	二、软骨发育不全	496
第四节 妊娠并发症	463	三、致死性侏儒	497
一、妊娠高血压综合征	463	四、肢体畸形	498
二、过期妊娠	464	五、人体鱼序列综合征	499
三、宫颈机能不全	465	第七节 胎儿肿瘤	500
第二十七章 胎儿畸形		一、颅内肿瘤	500
第一节 概 述	466	二、心脏肿瘤	501
第二节 中枢神经系统畸形	467	三、腹部肿瘤	502
一、无脑与露脑畸形	467	四、体表肿瘤	503
二、脑积水	468	第八节 胎儿水肿和浆膜腔积液	504
三、脑膨出	469	第二十八章 胎儿心脏畸形	
四、脊柱裂	471	第一节 概 述	508
五、Dandy-Walker 畸形	473	第二节 常用切面与正常超声心动图	511
		一、二维超声心动图	511
		二、多普勒超声心动图	514

三、M 型超声心动图	517	四、三维超声成像的优势与不足	554
第三节 右心房、室扩大	517	第二节 消化系统三维超声成像	555
一、左心发育不良综合征	517	一、肝脏	555
二、房间隔膨出瘤	518	二、胆道系统	559
三、三尖瓣下移畸形	519	三、胃肠	560
四、肺动脉瓣狭窄	520	第三节 泌尿男生殖系三维超声成像	560
五、主动脉缩窄	522	一、肾脏	560
第四节 左心房、室扩大	524	二、膀胱	561
一、肺动脉瓣闭锁	524	三、前列腺	562
二、左室双出口	524	四、睾丸与附睾	562
三、三尖瓣闭锁	525	第四节 妇产科三维超声成像	562
四、二尖瓣发育不良	525	一、在妇科的应用	562
第五节 间隔缺损	526	二、在产科的应用	564
一、房间隔缺损	526		
二、室间隔缺损	526	第三十一章 腹部介入性超声	
三、心内膜垫缺损	528	第一节 概 述	569
四、单心室与两腔心	530	第二节 超声引导自动活检术	571
第六节 大血管起源及走向异常	531	一、自动活检装置的类型	572
一、完全型大动脉转位	531	二、自动活检的程序	572
二、法洛四联症	532	三、自动活检的临床应用	573
三、永存动脉干	533	第三节 超声引导经皮穿刺引流术	579
第七节 心律失常	534	一、穿刺引流的程序	579
		二、经皮穿刺引流的临床应用	580
第二十九章 女性不孕症		第四节 超声引导下肝血管瘤注药治疗	583
第一节 概 述	538	第五节 超声引导下肝癌介入治疗	584
第二节 正常卵泡监测	539	一、局部注射治疗	585
第三节 异常卵泡周期	540	二、局部间质热疗	586
第四节 女性不孕症的超声特殊检查	541	三、超声引导穿刺肝血管化疗栓塞	590
一、输卵管超声造影	541	四、超声介入治疗的选择及联合应用	592
二、超声导向穿刺卵泡破泡排卵术	543		
第三十章 腹部三维超声成像		第六节 术中超声	592
第一节 三维超声成像基础	545	一、仪器条件	592
一、三维超声成像过程	545	二、术中扫查步骤与方法	592
二、三维超声成像伪像	551	三、腹部手术应用	593
三、三维超声定量测量	553	索 引	596

总 论

第一节 超声波物理特性

(一) 定义

振动的传播称为波或波动。波分为电磁波和机械波两大类。

声波 (acoustic wave): 是声源产生的振动通过弹性介质传播的一种机械波。当声波传入人的耳内并引起鼓膜振动时, 就能感觉到声音。声波的频率单位为 Hz (赫兹), 即每秒钟振动一次为 1 Hz。声波频率的高低取决于声源的振动频率。人的听觉感受范围为 20 ~ 20 000 Hz。

超声波 (ultrasonic wave): 是频率大于 20 000 Hz, 超过人耳听觉感受范围的高频率声振动。诊断用超声频率在 1 ~ 20 MHz (兆赫, 1 MHz = 10^6 Hz), 目前最常用的在 2 ~ 12 MHz 段, 在浅表器官和血管内成像中已采用 20 ~ 40 MHz, 眼科应用超声生物显微镜的频率范围为 40 ~ 100 MHz。

(二) 超声波的产生与接收

现代超声诊断技术中, 超声波的产生主要利用某些晶体的特殊物理性质——压电效应。当这类晶体受到外界压力或拉力时, 晶体的两个表面出现电位差, 机械能转变为电能。反之, 当受到交变电场的作用时, 晶体将出现机械性的压缩和膨胀, 电能转变为机械能。这种电能与机械能互相转变的物理现象, 称为压电效应。具有压电效应的晶体称为压电晶体 (图 1-1)。

压电晶体是超声换能器 (探头) 的主要元件, 目前“机-电”转换效率较强的压电陶瓷, 如锆钛酸铅等应用最为普遍, 一些新型材料还在继续开发。将压电晶体装入各种形式的外壳, 加上面材 (阻抗

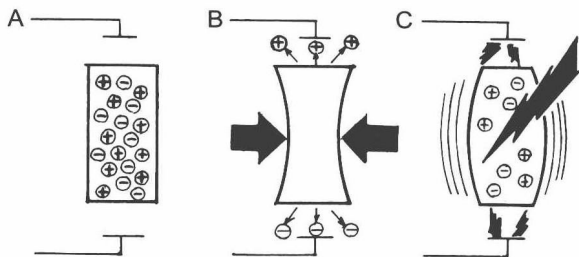


图 1-1 压电效应示意图

A. 无外界压力和电场作用时, 压电晶体两端不出现正负电荷 B. 外界压力作用于压电晶体, 晶体变形, 两端产生电位差, 电极间出现电流 C. 外界电场作用于压电晶体, 晶体变形。在高频交变电场的作用下, 晶体以同样的频率伸缩, 产生振动并发出超声波

匹配层) 和背材 (背衬阻尼层) 引出电缆即为换能器。利用压电晶体的电能与机械能相互转变的性质, 探头既可作为超声波的发生器, 又可作为超声波的接收器。

新近先进的超声设备将纯净波 (pure wave) 单晶体作为压电转换材料应用于凸阵探头, 其能量转移的准确性和效率较传统材料大幅度提高, 图像分辨率、敏感性及穿透力显著改善。

(三) 超声的物理参数

【波长、声速、频率、周期】

在一个振动周期内波动传播的距离称为波长; 传播超声波的媒介物质叫做介质; 在介质中单位时间内传播的距离, 单位是 m/s 或: mm/ μ s; 频率为质点单位时间内振动的次数, 频率的单位是赫 (Hz) 或兆赫 (MHz), 1 MHz = 10^6 Hz; 周期是声波向传播方向移动一个波长所需的时间, 单位是秒 (s) 或微秒 (μ s), 1 s = 10^6 μ s。波长 (λ)、声速 (c)、频率 (f) 三者的关系如下式: