

- 1956年，我考进复旦大学物理系。大学课程与中学课程最为不同的要算普通物理实验课了
- 当年我们的系主任王福山教授十分重视实验教学。他曾与大名鼎鼎的理论物理学家海森堡（Werner Karl Heisenberg，获1932年诺贝尔物理学奖）共事过。历年来，实验教学一直是复旦大学教学方面的一个强项，一个特色
- 也就是这个实验课，使我感到收获最大，受用一生。它培养了我的自学能力，动手能力，和严谨的科学态度

为电子学基础系列丛书作序

序

复旦大学电子信息教学实验中心主任俞承芳教授约我为该中心编写的系列实验教材作序，我欣然同意，原因是我从切身经历中体会到实验课程的重要

- 物理系有不少老师，在教学方面十分出色。所谓唱一堂好戏固然不错，但引导学生独立思考、深入和扩展知识则更加可贵

- 殷鹏程先生教电动力学时条理清晰、语言精练、声音高昂。听他讲课，很有回味。他指出学习一门知识，要掌握它的“思想、概念、方法、结论”。以后阅读文献、著作、资料时，我总想起殷先生的这个教导，受用一生
- 1959年王迅先生是我们三年级时“热力学和统计物理”课的辅导老师。他出的习题与众不同，反映了他概念清楚、基础扎实的功底，深受同学们的敬佩

摘自信息学院纪念文集 作者：王威琪

医学超声概论

Introduction of Ultrasound in Medicine

--历史、现状和其它

--History, Present Situation and So On

王威琪

复旦大学、上海理工大学

- (一) 引言
- (二) 历史上的重大创新
- (三) 我们走过的路
- (四) 目前开展的工作
- (五) 对几个问题的辩证认识

(一)

引言

全球健康的历史成就

- 英国女性，在1600-1840年间的预期寿命是世界上最高的，但也不过在35-45岁之间波动，仅是现代人的一半
- 到1960年，最高的平均预期寿命才57岁；到1990年，则70岁；2002年则72岁
- 撒哈拉以南非洲，平均预期寿命在20世纪90年代间也从40岁增长到50岁，2002年又降到46岁（AIDS）

中国的平均预期寿命

- 1960-2002年间，从36岁增长到71.4岁
- 2000-2005年间，从71.4岁增长到73.0岁

上海三大健康指标

平均期望寿命 2006年 80.97岁(男 78.64岁 女 83.29岁)
2007年 81.08岁
2008年 81.28岁(男79.06岁, 女83.50岁)

60岁及以上老年人口达到300.57万人,静安老年人口比例最高
百岁老人共计836人,比上年增加78人,浦东百岁老人最多

婴儿死亡率 2006年 4.01‰
2007年 3.00‰(全国15.3‰)

孕产妇死亡率 2006年 8.31/10万
2007年 6.68/10万(全国36.6/10万)

达到发达国家平均水平

人口状况

国家	人口数 2007 (1000)	人口年增长率 1996-2007 (%)	城镇人口比例 2007 (%)
美国	305826	1.0	81
英国	60769	0.4	90
法国	61647	0.5	77
德国	82599	0.1	74
日本	127967	0.1	66
澳大利亚	20743	1.1	89

人口状况

国家	人口数 2007 (1000)	人口年增长率 1996-2007(%)	城镇人口比例 2007 (%)
巴西	191791	1.4	85
中国	1336317	0.7	43(65增3亿)
印度	1169016	1.6	29
俄罗斯	142499	- 0.4	73

2009年医疗机构数总计90.7249万

		政府办	社会办	私营
■ 医院	20291	9651	6046	4594
■ 疗养院	200	93	107	0
■ 社区卫生 服务中心(站)	27308	10029	13402	3877
■ 卫生院	39627	38331	1008	288
■ 门诊部	7639	479	2955	4205
■ 诊所 (卫生所、医务室、护理站)	174809	5300	39081	13428
■ 妇幼保健院	3020	2918	98	18
■ 村卫生室	632770	45434	403637	183699

2009,2008年医院等级

三级 Third Level	1233,1192
甲等 1st Class	765, 722
乙等 2nd Class	317, 328
丙等 3rd Class	15, 142
二级 Second Level	6523,6780
甲等 1st Class	3611, 3662
乙等 2nd Class	2098, 2246
丙等 3rd Class	81, 872
一级 First Level	5110,4989
总计 Total	20291,19712

2009年部分市县前十位疾病死亡专率及死亡原因构成(合计)

Death Rate of 10 Main Diseases in Certain Region in 2009 (Total)

顺位 Rank	市 City			县 County		
	死亡原因 Cause	死亡专率 Death Rate 1/100000	构成 (%)	死亡原因 Cause	死亡专率 Death Rate 1/100000	构成 (%)
1	恶性肿瘤 Malignant Neoplasms	167.57	27.01	恶性肿瘤 Malignant Neoplasms	159.15	24.26
2	脑血管病 Cerebrovascular Disease	126.27	20.36	脑血管病 Cerebrovascular Disease	152.09	23.19
3	心脏病 Heart Disease	128.82	20.77	心脏病 Heart Disease	112.89	17.21

2009年部分市县前十位疾病死亡专率及死亡原因构成(合计)

Death Rate of 10 Main Diseases in Certain Region in 2009 (Total)

4	呼吸系统 Diseases of the Respiratory System	65.40	10.54	呼吸系统 Diseases of the Respiratory System	98.16	14.96
5	损伤及中毒 Injury & Poisoning	34.66	5.59	损伤及中毒 Injury & Poisoning	54.11	8.25
6	内分泌营养和代谢疾病 Endocrine, Nutritional & Metabolic Diseases	20.33	3.28	消化系统 Diseases of the Digestive System	14.55	2.22
7	消化系统 Diseases of the Digestive System	16.58	2.67	内分泌营养和代谢疾病 Endocrine, Nutritional & Metabolic Diseases	11.25	1.72

2009年部分市县前十位疾病死亡专率及死亡原因构成(合计)

Death Rate of 10 Main Diseases in Certain Region in 2009 (Total)

8	泌尿生殖系病 Disease of the Genitourinary System	7.34	1.18	传染病 Infectious Disease	7.25	1.11
9	神经系病 Disease of the Nervous System	6.89	1.11	泌尿生殖系病 Disease of the Genitourinary System	7.22	1.10
10	传染病 Infectious Disease	6.29	1.01	神经系病 Disease of the Nervous System	5.08	0.77
十种死因合计 Total		93.52		十种死因合计 Total		94.78

全球健康改善的原因

- 收入增长本身并不能解释上个世纪人类健康的显著改善，在今后也不能仅靠收入增长来实现健康的继续改善
- 技术进步是有作用的。它已经，而且能够成为取得显著健康改善的基础，甚至当收入增长缓慢或停滞的时候

人类健康的显著改善更多地归因于技术的进步，而不仅仅是财富的增长

(1) 医学与其他学科渗透和融合，加速临床诊疗技术更新与发展

- 分子生物学、生物技术、生物医学工程主导了现代临床的诊断和治疗 中医的现代化进步？

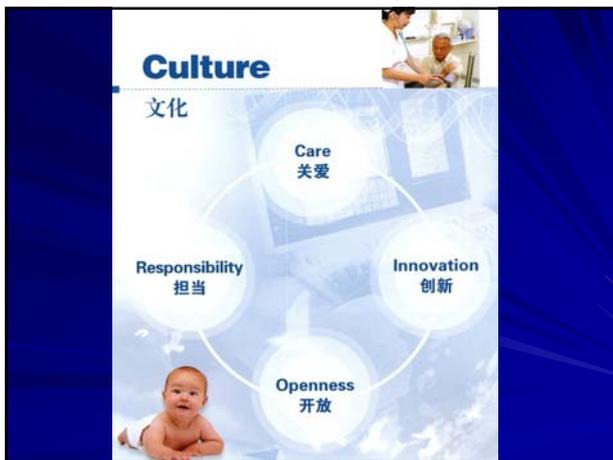
医学影像技术的进步（数字化、网络化、综合化），从形态学向功能成像发展

(2) 系统综合的临床诊疗思路

- 系统综合研究观念逐步形成

临床诊断思路从单纯注意疾病和人体本身转变为注重生命全过程及遗传、环境和机体机能状态的系统综合研究

- 诊疗手段现代化、方式多样化、技术标准
化、规范化



迎接二十一世纪的挑战

二十一世纪的医学不应该继续以疾病为主要研究领域,应当以人类的健康为主要研究方向

世界卫生组织

Changes in the new medical model further promote the health services



转化医学

- 转化医学, Translational Medicine

近2、3年来国际医学健康领域出现的新概念

基础研究注重于探索 and 发现
临床医学着眼于诊断、治疗和预防

为了打破基础医学与药物研发、临床医学之间固有的屏障,在其间建立起直接关联,从实验室到病床,把基础研究获得的知识、成果快速转化为临床上的诊治新方法

转化医学

- 转化医学的最大特点是聚焦于具体疾病，它倡导以患者为中心，研究者在临床工作中发现并提出问题，由基础研究人员进行深入研究，然后再将基础科研成果快速转向临床应用
- 探讨如何更有效、更快捷地从实验台（研究、探索、发现、制造）到病床旁（临床诊断、治疗、预防），又称B2B（Bench to Bedside）

转化医学

- 在美国国立健康研究院（NIH）的推动下，不到两年，已有38个大学和医学院建立了转化医学中心或临床转化科学中心(包括哈佛、耶鲁、斯坦福、杜克、哥伦比亚等名校),正在以每年2-5亿美元的资助力度推进转化医学研究
- 基础医学，包括生物医学工程
- 中国工程院咨询报告 转化医学 包括医疗器械

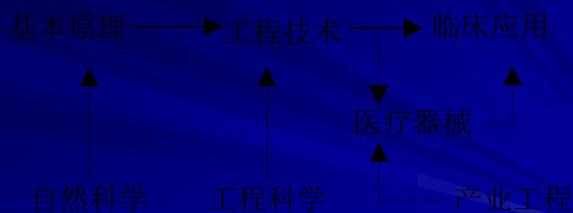
生物医学工程学

- 生物医学工程学是一门通过把理学、工程学与生物医学、临床技术相整合的学科交叉活动来改善人体健康和**发展**工程、生物学和医学知识的学科

生物医学工程学

- 研发提高医疗技术与卫生保健水平的装备、算法、工艺和系统
- 以理学、工程学为基础，获得和了解生命体新的知识

生物医学工程学



医疗器械

- 医疗器械——使用于人体的仪器、设备、器具、材料或物品，包括软件
- 目的——对人体进行诊断、治疗、监护、缓解等，不是药理、免疫、代谢等手段获得

中国工程院学科目录

■ 生物医学工程学

医学电子学和医学信息学
生物力学
医用材料学
医学工程

■ 人类的历史，也是一部人类与疾病的斗争史。金融海啸也好，金融风暴也好，医疗行业虽面临严峻的挑战，也存在发展机遇

■ 医疗行业，永不衰落

■ 人类对健康和生活方式改善的追求不断上升，促使医疗器械制造业成为各科学技术领域将其高新科研成果应用的首选领域之一（另一为军事），其产品包含了多个学科的基础理论和工程技术的研究成果

物理与医学

■ 1895 Roentgen WK 发现X射线
第一个Nobel奖获得者(1901)

开创X射线检测时代 包括医学诊断

■ 1955 Cormack AM CT理论问题，美国

■ 1969 Hounsfield GN CT脑肿瘤，英国

1979 Nobel生理、医学奖
破例授予2位无医学资历者

物理与医学

■ Becquerel H (法) & Curie couples (法) 放射性铀
1903 Nobel物理学奖

■ Rutherford E (英) α 、 β 射线
1908 Nobel化学奖

■ Villard P (法) γ 射线

■ Chadwick (英) 1930 中子

■ 诊断 PET、ECT、SPECT

■ 治疗 X刀、 γ 刀、中子刀

物理与医学

以前的物理基础：

■ 原子核在磁场中取向、翻转

Rabi I 1944 Nobel物理学奖

■ 原子核在磁场中吸收、放出能量，分析放出的电磁波，知道分子结构和形状

Bloch F & Purcell E 1952 Nobel物理学奖

■ Lauterbur PC (美) & Mansfield SP (英)

磁共振成像

2003 Nobel医学奖

物理与医学

- Einthoven W (荷) 提出爱氏三角理论
为心电测量奠定基础
1924 Nobel医学奖
- 发展心电检测、监护、起搏、除颤.....

疾病危险程度与无创、微创、有创检查

	Non Invasive	Minimally Invasive	Invasive
Low Risk	Ok	?	No
Med Risk	Ok	Ok	?
High Risk	Ok	Ok	Ok

声波是医学中波之一

两类波

- 电磁波：激光、微波、射频、X射线
 γ 射线
- 机械波：声波
- 两者本质的区别：波源
- 两者现象的相似：反射、折射、
散射、衰减

声学

- 声学是研究声的产生、传播、接收、作用、处理、显示的学科。
- 声波是机械振动在介质(气态、液态、固态物质)中传播的现象。声波在传播过程中还会引起介质(物质)的光学、电磁、力学、化学性质及人类生理、心理等方面的变化，而它们反过来又将影响声的传播。

声学分支及其与其他学科的结合

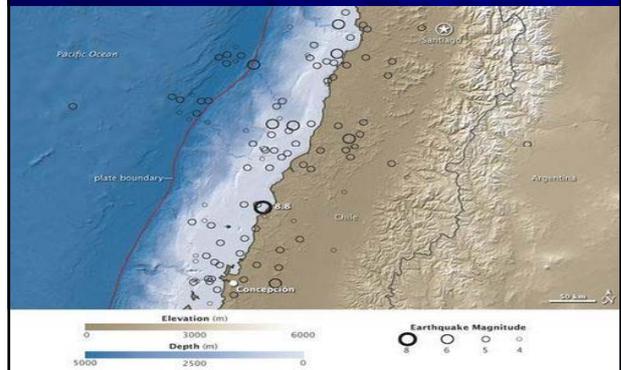
声学分支	其他学科	声学分支	其他学科
地震波	地球物理	音乐声、乐器	音乐
大气声学	大气物理	语言声学	语言
水声学	海洋学	心理声学	心理
电声	电子、电信	生物声学	医药仿生
振动与噪声	力学、建筑	超声	电子、医学
建筑声学	文化艺术		

- 次声 低于 20Hz 人无听觉
- 声音 20Hz – 20 kHz 人有听觉
- 超声 高于 20 kHz 人无听觉

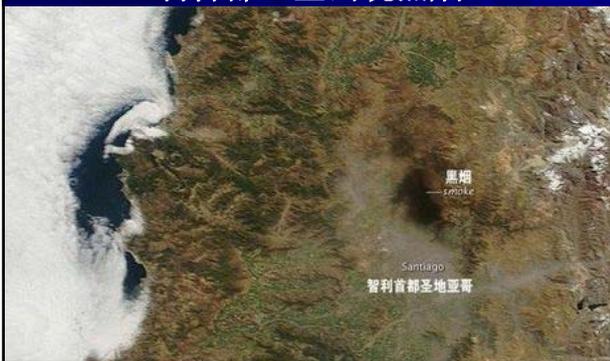
次声

- 地球正是以低于人类听觉下限的次声发出自己的信息：火山喷发的声音、板块推挤的声音、还有陨石撞击地球的声音

智利2010年2月27日的8.8级强震



地震发生后，NASA图片显示，智利首都上空出现黑烟



智利2010年2月27日 8.8级地震

- 智利国土扩大
- 地轴移位，自转变快，一天缩短

智利国土扩大

- 智利大学地震学研究所公布的报告称，2月27日发生的8.8级大地震将智利的海岸推向海洋，使得该国国土面积增加了1200平方公里(厄瓜多尔《商报》2010年5月11日报道)
- 然而，报告同时指出，随着未来150-180年间智利不断发生的震后地壳活动，现在扩大的国土会逐渐消失，最终智利国土仍会基本回归大地震前的面积

智利地震震歪地轴 地球自转变快一天缩短

- 美国国家航空暨太空总署(NASA)科学家1日表示，智利2010年2月27日的8.8级强震威力巨大，可能已推动地球的地轴移位，使地球自转轴线偏移了2.7毫弧秒(millarcsecond)使得地球自转一圈的时间变短，每天缩短了1.26微秒，也就是百万分之1.26秒。
- 英国地质研究所学者以“花样滑冰效应”来解释这种现象，称花样滑冰选手旋转身体时若将手臂往里收，转速就会越来越快。同理可证，在地球自转时一旦其质量分布改变，自转速率就会变化。震级较强的地震能够造成数公里长的岩石移动，并且改变地球质量分布。英国利物浦大学地球科学教授李布洛克指出，智利康赛普西翁市外海的圣玛丽亚岛，在地震后就隆起约2米

智利地震使地轴移位 一天时间变短未定

- 对于美国研究人员日前提出的“智利地震震歪地轴使一天时间变短”之说，中国科学院紫金山天文台研究员王思瀚4日向记者表示，这种观点是科学家通过电脑模拟的，在理论上存在可能性，但未经科学验证
- “地球的总趋势是，自转变慢，一天时间变长。这种变化非常缓慢，且是积累的，比如说在某年的某一天多出一秒钟”

- 在现代世界，我们人类无需依靠强大的感知能力就能生存。但在竞争激烈的动物界，拥有特殊的感应能力是生存的关键

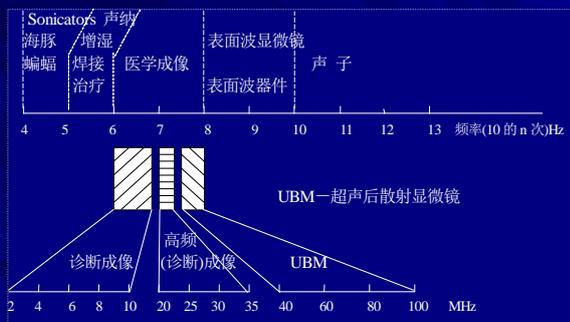


- 地震前蛇从冬眠的洞穴中跑出来
- 日本人相信地震前鲤鱼会跳出河水

声音

- 听诊
肺音、心音、肠音
- 叩诊

各个频段超声的应用情况



(二)

医学(诊断)超声发展史上

重大创新

tions. In 1880 French physicists Pierre and Jacques Curie discovered the piezoelectric effect, whereby an electric charge is produced in response to the application of mechanical pressure on materials such as quartz and some ceramics. Conversely, in the same materials, mechanical deformation results from an applied voltage. The impact of

The first attempt to develop a large-scale practical application of this principle was the effort by French physicist Paul Langevin, commissioned by the French government in World War I, to use high-frequency ultrasound in the detection of submarines. Langevin,

during the preceding decades, much of the pioneering diagnostic work with ultrasound in the late 1940s and early 1950s was based on direct or indirect transfer to the medical context of military or industrial technology, involving

sources available to those imaginative enough to consider using ultrasound as a diagnostic medical technique; but translating imagination into reality, and recognizing and making adequate use of those resources, was successfully achieved by only a few pioneering groups in the late 1940s and early 1950s.

医学超声学

- 20世纪20~30年代, 苏联Sokolov 超声热疗
 - 1947年~1949年, George Lidwig 超声在胆石传输的物理—生理标准
 - 1949年John Julian Wild用15MHz A型超声仪检测离体脏器厚度
 - 1951年J. J. Wild和John M. Keid 手动接触式B型扫描仪观察离体组织中肿瘤和活体中的脏器
 - 1954年Hertz和Edler M型超声心动仪
 - 1972年Bom研制成电子线性扫描B型成像仪, 开始了超声图像诊断的阶段
- 随着电子技术和计算机技术的高度发展, 将医学超声不断推向一个一个新的高度。

Early American Efforts

George Ludwig and the MIT Acoustics Laboratory

Dr. George Ludwig did his earliest work in medical ultrasound years before his collaboration with members of the Acoustic Laboratory at MIT. Ludwig spent part of the years 1947-1949 serving at the Naval Medical Research Institute in Bethesda, Maryland. (Figure 3) Fresh from medical studies and an internship at the University of Pennsylvania, Ludwig and his collaborator R. VC. Strubbers conducted, for the Navy, experiments in the diagnostic capacities of ultrasound, using exclusively A-mode presentation of reflected echoes. (Figures 4 and 5) This early naval work concentrated on detection of gallstones and foreign bodies embedded in tissues, in principle very much a "line detector" approach. Ludwig acknowledged the military onset of echographing and ultrasound detection as well as industrial applications as resources for the original investigations.¹⁷



Figure 3—George D. Ludwig, c. 1947-1949, wearing his service at the Naval Medical Research Institute.



Figure 4—Dr. G. D. Ludwig's first ultrasound scanning equipment. (Photograph courtesy of Dr. Alan Frankenthal.)

Ludwig continued ultrasound research with the Navy, investigating some fundamental problems in the physical interaction of ultrasonic waves and tissues with the intent of elucidating the characteristic acoustic properties of tissues. His findings concerning the velocity of ultrasound in various animal tissues served as standards for later investigators.¹⁸ In this work he cooperated with Brian Greenwood, an engineer employed at General Precision Laboratory, General Precision Inc., of Pleasantville, N.J., and physicist R. H. Bull of MIT's Acoustics Laboratory. (Figure 6.)

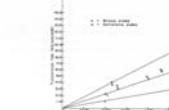


Figure 6—Dr. Ludwig was concerned with physiological standards through tissues. This graph plots transmission through biological



1951—Wild and Reid conduct a real-time B-mode sector scan of Wild's wrist using the prototype B-mode equipment built out of spare parts in Wild's basement. This equipment was later used to detect cancer in patients.



Figure 2A Portrait of Dr. Rang Tanaka, an early pioneer in the clinical applications of ultrasound in Japan.

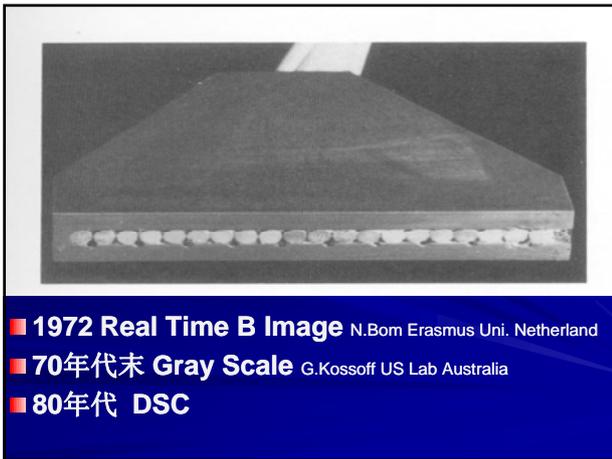


Figure 2B A current portrait of Dr. Isoburo Tomoi, a vocal proponent of ultrasonic applications in several specialties.



Figure 3 Portrait of Dr. Yasuhara Nimura, whose work on Doppler with Shigeo.

Early European Efforts
While most European medical practitioners utilizing ultrasound between the wars focused almost exclusively on therapeutics, a few ventured to consider using ultrasonic energy for diagnostic purposes. These inter-war efforts were not as successful as the post-World War II work in Japan, the United States, Britain, and Europe. For example, Andre Demer, a French physiotherapist, proposed several times that ultrasound might be used to produce images of interior body structures, but his apparatus failed to successfully construct instrumentation with which to further his vision.⁸⁹ The efforts of Austrian physician Karl T. Danzlik were somewhat more suc-



spring of 1955, Satomura, Dr. Yasuhara Nimura and a group of colleagues began their studies of the motions of the human heart with Doppler ultrasound.⁹⁰ By 1960, with their ultrasonic Doppler cardiograph, the group had detected motion of the mitral, aortic and pulmonary valves. In 1959, Satomura, intrigued by the “noisy” signals obtained in addition to the echoes from the valves and heart walls, proposed that the “noise” might be applied to measuring blood flow. This proposal



Color Flow Image (CFI)

1983 Dr. 尾本良三 (Ryozo Omoto) Aloka
3rd Int. Cong. On the US Examination of the Breast

1985 Chihiro Karai, Koroku Namekawa, Akira Koyaro, Ryozo Omoto
Real Time Two-Dimensional Blood Flow Imaging Using an Autocorrelation Technique.
IEEE Trans. Vol.SU-32, No.3, P.458

Ultrasound contrast agent (UCA)

■ 将与人体组织的声学特性有较大差异的UCA (Ultrasound contrast agent) 注入人体，人为地扩大待查部位与周围组织之间的差异。从而获得更为明确的超声图像，以提高诊断的准确性

■ UCA开拓性工作

- 1966 Joyner 心内注射生理盐水
- 1968 Gramiak 心内注射染料靛氰兰绿

医学诊断超声学发展史上 技术革新枚不胜数

(三)

我们的医学超声路

1959.1.27新民晚报

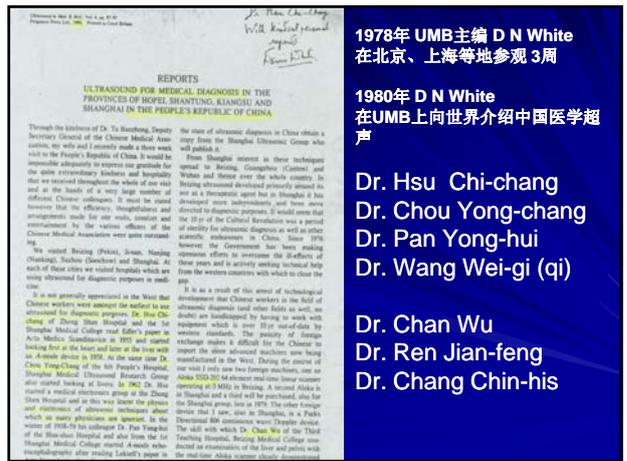
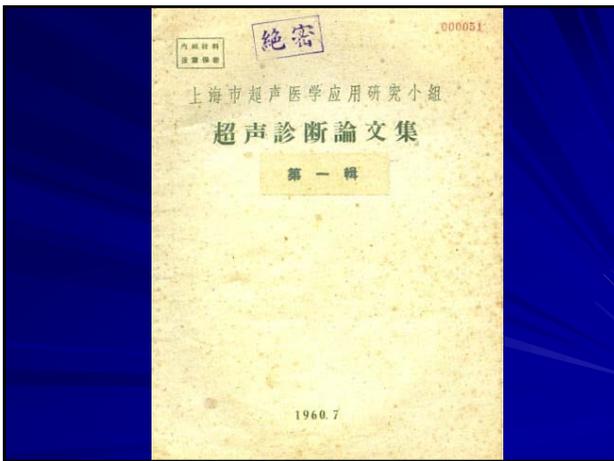


我国第一篇超声医学诊断系统性 论文



由中国科学院举办的第一届全国超声学术会议（
1960年6月，武汉宜昌洪山宾馆）
由于保密原因，《文汇报》滞后(60.7.)报道



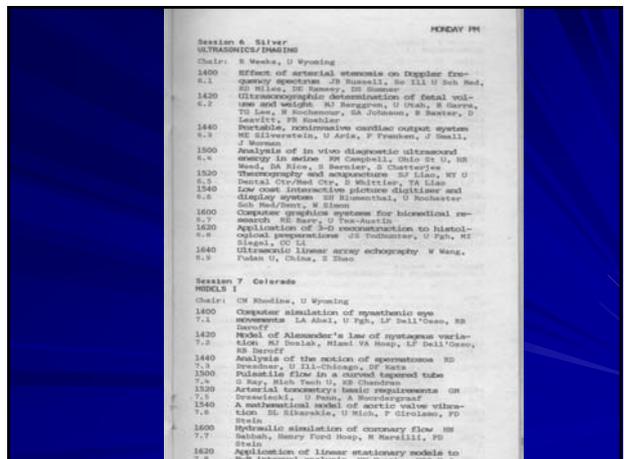
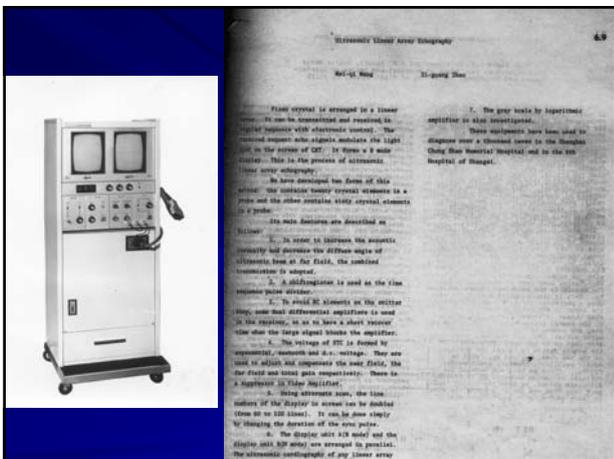
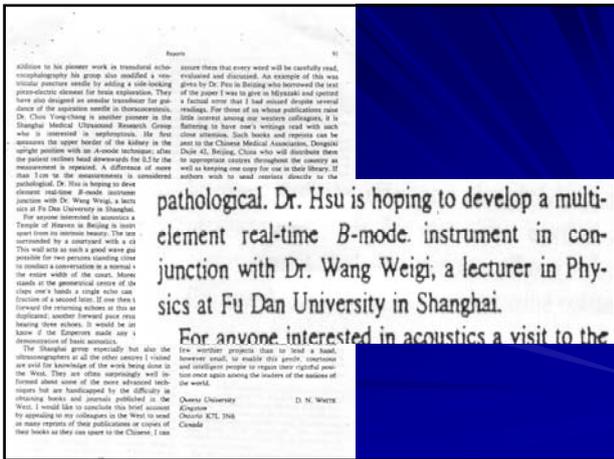


1978年 UMB主编 D N White
在北京、上海等地参观 3周

1980年 D N White
在UMB上向世界介绍中国医学超声

Dr. Hsu Chi-chang
Dr. Chou Yong-chang
Dr. Pan Yong-hui
Dr. Wang Wei-gi (qi)

Dr. Chan Wu
Dr. Ren Jian-feng
Dr. Chang Chin-his



- 1. 血液中红血球与血浆相对运动时 Doppler公式
- 2. Doppler 系统中的噪声分析和改善方法
- 3. 克服夹角影响实现定量测速的方法研究
- 4. 医学超声 Doppler 信号特征提取
- 5. 几种临床应用系统

同饮黄浦水 共创超声业

黄浦声校

复旦大学超声医学与工程研究所

1986-1987

主任们 六院每周三晚上 集体学习
超声物理基础

不同医院、不同科室
同一时间

到复旦 每周一次 一学年

■ 以母亲河命名 黄浦声校



复旦大学校长办公室

校办字〔2002〕206号

关于成立复旦大学超声医学与
工程研究所的批复

科技处：

你处《关于申请复旦大学超声医学与工程研究所的请示》收悉。经研究，同意成立复旦大学超声医学与工程研究所，王威球院士任名誉所长，徐智章教授任所长。

特此批复。



主题词：研究所 成立 批复

抄送：杨玉良副校长

校长办公室

2002年12月10日印

(四)

■ 目前医学超声开展的工作

- 基础
- 诊断
- 治疗
- 工程
- 农畜业/动植物超声

2011/3/27

a. 基础研究

- 它的内容着重于生物组织的超声性质研究，包括超声在生物组织中传播性质和规律，超声与生物媒质的相互作用、机制和效应，超声剂量和临床诊断的安全性
- 超声信号分析处理

超声生物效应

- 超声引起生物体的功能或器质性改变的现象
- 热效应
- 机械效应
- 空化效应
- 生化效应

超声生物效应

- 超声诊断 超声剂量不足于产生生物效应
安全诊断
- 超声治疗 超声剂量能够产生生物效应

超声诊断安全性

■ AIUM

$$I_{\text{spta}} < 100 \text{ mW/cm}^2$$

超声扫描人体未见有害生物效应

■ FDA

- < 720 mW/cm² 外周血管
- < 430 mW/cm² 心脏
- < 94 mW/cm² 胎儿、腹部、小器官
- < 17 mW/cm² 眼

TI & MI

- 设备屏幕显示热指数、机械指数

热指数 (TI) 用于估计超声照射后引起组织的温升
机械指数 (MI) 表示被超声照射组织中因非热效应 (机械效应) 诱发损伤的风险

- 超声安全性以往仅由厂家负责，成了仪器操作者的责任

超声诊断安全性

- 诊断超声数十年的应用实践尚未发现对人体（包括胎儿）具有有害的生物效应，并不意味着使用超声检查的绝对安全
- 对胚胎、前3月龄胎儿、眼等组织，慎用超声检查



Surface rendering

医生不说是男是女 家属其实一目了然

“胎儿写真”涉嫌变相性别鉴定

记者暗访

“胎儿写真”服务，即通过超声波对胎儿进行三维成像，生成胎儿的三维模型。这种服务在近年来非常流行，许多孕妇在产检时会选择这项服务。然而，一些不法商家利用这项服务进行性别鉴定，甚至进行非法的胎儿性别选择手术。记者通过暗访发现，一些商家在提供“胎儿写真”服务时，会通过观察胎儿的某些特征来判断其性别。例如，通过观察胎儿的生殖器、骨骼结构等来判断。这种行为严重违反了国家关于禁止非医学需要的胎儿性别鉴定的规定，对社会的公平和伦理造成了极大的冲击。

记者暗访发现，一些商家在提供“胎儿写真”服务时，会通过观察胎儿的某些特征来判断其性别。例如，通过观察胎儿的生殖器、骨骼结构等来判断。这种行为严重违反了国家关于禁止非医学需要的胎儿性别鉴定的规定，对社会的公平和伦理造成了极大的冲击。

记者暗访发现，一些商家在提供“胎儿写真”服务时，会通过观察胎儿的某些特征来判断其性别。例如，通过观察胎儿的生殖器、骨骼结构等来判断。这种行为严重违反了国家关于禁止非医学需要的胎儿性别鉴定的规定，对社会的公平和伦理造成了极大的冲击。

- 只为临床目的
- 不能 性别、摄影、示教、商业 ...

对超声信号的研究

超声信号是人体信号之一

主动信号：光、热、电、磁、声

被动信号：X ray、激光、超声



人体信号是复杂信号

特点

1. 随机性强
2. 背景噪声强

1. 随机性强

- 影响人体信号的因素很多，它们所遵循的规律尚未被人类认识清楚。一般不可能用确定的显函数来描述，它的规律从大量统计结果中呈现出来。
- 变异性和非平稳性：因人而异，即使同一个人，也因时而异，有意义的信息往往在变异性之中。人体信号的统计特性随时间而变，且人体具有适应能力，心率、血压随运动甚至随精神状态而变

2. 背景噪声强

强噪声弱信号

噪声与信号的结合方式：

- 加法性 $x(t) = s(t) + n(t)$
- 乘法性 $x(t) = s(t) \cdot n(t)$
- 卷积性 $x(t) = s(t) * n(t)$

b. 超声诊断

- 它是声学原理为依据的一种物理诊断方法，借助向人体发射超声，以接收超声回波而获得体内信息，由此对患者进行诊断。控制声波发射强度在安全阈值以下，这是一种非损伤性的诊断方法，深受患者欢迎。目前，就生物医学超声应用的深度、广度和效果而言，以超声诊断最为突出。超声诊断在临床上的应用范围为心脏、肝脏、胆囊、肾脏、胰腺、乳腺、妇产科、颅脑等方面。各种疾病进行超声诊断的符合率高不一致，其价值可分为三类：一类为确诊依据，二类为重要参考，三类为一般意义。

超声诊断原理

1、特异性和灵敏度

- 特异性——在阴性人群中检测阴性的百分比
- 灵敏度——在阳性人群中检测阳性的百分比

物理量：密度、质量、弹性系数、杨氏模量.....

超声参数：声速、衰减、声阻抗、B/A.....

表 1-1-1 人体正常组织的密度、声速和声学特性阻抗

组织器官	密度 ($\text{kg/m}^3 \times 10^3$)	声速 (m/s)	声学特性阻抗 ($10^3 \text{kg/(m}^2\text{s)}$)
血液	1.055	1570	1.656
血浆	1.027	—	—
大脑	1.038	1540	—
小脑	1.030	1470	1.514
脂肪	0.955	1476	1.410
软组织(平均值)	1.016	1540	1.590
肌肉(平均值)	1.074	1568	1.684
肝	1.050	1570	1.648
肾	—	1560	—
脑脊液	1.000	1522	1.522
颅骨	1.658	3360	5.570
甲状腺	—	—	1.620-1.660
肺体	1.023	1505	1.579
羊水	1.013	1474	1.463
胎盘	—	1541	—
角膜	—	1550	—
水晶体	1.136	1650	1.874
前房液	0.994-1.012	1495	1.499
玻璃体	1.010-0.992	1495	1.496
巩膜	—	1630	—
体液	0.9973	1495.6	1.492
空气(肺、肠腔)	0.00129	333	0.000428

超声诊断原理

2、定位

- 回波——声阻抗不连续界面产生回波
- 传播速度——不变——不随声压而变，不随软组织而变
- 时间——距离
- 扫描——成像

超声图像信息

■特征提取

■分类决策

新的超声参数

- 弹性成像(Elasticity Imaging)
- 触诊 硬/软 硬度 / 生物组织重要信息 / 诊断
- 施加机械激励后，组织内部的弹性不同将导致不同的响应——应变的差异、振动幅度的差异、剪切波传播速度的差异等。测量该响应，根据生物力学、弹性力学等基本知识，估计出组织的机械性质——硬度或其属性

■ J.Ophir 郑永平

c. 超声治疗

- 它是应用超声在人体中产生热、机械、空化、生化等效应进行疾病的治疗，其内容大致包括超声理疗康复、超声加热治癌、超声手术刀、超声针刺等。

HIFU

- HIFU 九十年代初 AIUM
中国HIFU，特别临床应用世界领先
今后
HIFU引导技术(定位、温度)，缩短治疗时间

渝京沪 各有特色 团结一致共同向前

医学超声界的交叉性新名词，近年来不断出现，相比其他领域，毫不逊色。反映了这个领域的朝气蓬勃、迅速发展；但也不免存在混淆概念、虚张声势的浮躁学风

定位本职莫要求全。爱迪生和爱因斯坦，同样伟大

d. 医学超声工程

- 它是指将生物声学原理与工程技术相结合，从事医学超声中的仪器、设备、系统的设计和研制。其中以超声诊断仪器所占的比重最大

超声治疗仪器

- 从技术、规模、地位... 比较，治疗不如诊断
- 超声热效应 治疗肿瘤
42.5 C 癌细胞凋亡 如何无损测温

超声雾化器

- 超声波使药物溶液变成细微雾粒，被患者吸入至喉管、支气管、肺泡等患处进行治疗

超声手术刀

- 超声手术刀由高频功率源及超声振动系统组成。振动系统由换能器、聚能器和刀夹组成
- 切割机理
 - (1) 机械振动产生质点位移，切开作用部位的生物组织
 - (2) 微声流和空化作用，破坏组织完成切割任务
 - (3) 超声止血作用。刀头温升促进凝血反应机制

超声诊断仪器

- 超声成像/结构型成像、运动型成像，临床上具有重要地位
实时性/动态过程
无损伤/可重复
简便/手术中、内窥镜/无创、微创
- Philips、Siemens、GE、Aloka、Toshiba 占领我国高端超声成像设备市场
- 迈瑞、天惠华、兰线祥生等我国民族企业，正在发展

超声评价骨的状况

- 全世界约2亿人(中国1亿)患有骨质疏松症
- 对骨质疏松症而言，防比治来得重要
- 超声评价骨的方法
透射法
背散射法

e. 农畜业/动植物超声

- 农业/植物超声
育种、选种、诱变、杀虫
- 畜牧业/动物超声
家畜、宠物的诊疗(动物医学)
- 前景广阔



(五)

对医学超声中
几个问题的辩证认识
(略)

