

内部资料
不得外传

第三十三集

物理学国内外水平和差距

二〇〇〇年的中国研究资料

中国科协二〇〇〇年的中国研究办公室



044/31 201/8

第 33 集

物理学国内外水平和差距

中国物理学会

中国科协 2000 年的中国研究办公室

1985. 1

目 录

序言.....	(1)
声学.....	(4)
凝聚态物理	(13)
原子、分子物理学	(21)
基础光学.....	(30)
等离子体物理.....	(39)
粒子物理学	(48)
波谱学	(59)
电子显微学	(64)

序 言

一、物理学的内容、特点和地位

1. 物理学是研究物质的基本结构、相互作用和运动形态的基本规律的一门科学。

物理学研究的目的在于揭示物质各层次的内部结构和认识物质运动的普遍规律。物理学是其它科学和生产技术发展的基础，其研究成果往往能变成改造世界的有力工具，以其特有的方式推动社会生产的不断发展。十九世纪以来，物理学曾长期处于整个自然科学的前沿，对科学技术的发展和革新起了巨大的促进作用；到本世纪末，它仍将是基础科学的带头学科之一。我国物理学的发展必将为实现四个现代化的战略目标作出重要贡献。

2. 回顾人类对机械运动以及声、光、热、电、磁等物理现象的认识历史，可以清楚地看到：物理学的发展与生产技术的进步始终密切相关，现代工业的发展需要对物理学提出新的要求，并为它创造必要的条件；而物理学在实验上和理论上的重大发现又对工农业技术革命给予深刻的、全局性的影响，使之产生质的飞跃。二十世纪以来，人类逐渐进入“电气时代”、“原子能时代”，正是以物理学研究成果为基础的新技术变为时代标志的例证。

3. 当代社会生产力的不断发展，向物理学提出了一系列新的要求。如：开辟新能源；寻找能量转换、传递和存贮的新途径；研究巨量信息的提取、传输、加工和保存的新方法；发明新型材料、元件和器件。各门基础学科的发展也要求物理学提供新的概念、方法和研究手段。物理学本身也已从分子、原子、核深入到“基本”粒子的研究，从研究简单运动形态，发展到研究各种复杂运动形态，直至研究生命过程等高级运动形态，并不断向其它学科渗透。同时，生产技术的不断发展，也为物理学提供了前所未有的大型、精密、复杂的实验条件，新现象、新效应、新规律不断涌现，孕育着新的重大突破。

4. 当代物理学发展的特点：

- (1) 研究力量大大增强、研究经费不断增加、研究规模日益扩大；
- (2) 开发速度日益加快；
- (3) 研究对象越来越广泛，新的分支学科不断出现，和其它学科相互渗透方兴未艾；
- (4) 基础理论研究愈深入、细致，新技术的应用愈广泛、迅速（如核技术、强激光、计算机、各种极端条件等）。

二、我国物理学的发展现状

我国物理学研究是在极其薄弱的基础上逐渐发展起来的。解放后的三十多年来，我国的物理学研究产生了一批成果，培养了许多人才，对于其它学科的发展、国民经济和国防建设都程度不同地起了相当的积极影响。我国已经在物理学的各个主要分支学科，组织起一支研究队伍，建立起一批研究机构，设置基本上是全面的。全国从事物理研究的科技人员约有近万人（1956年仅100多人，到1962年增加到1600多人），每年研究经费约五、六千万元（未计大型项目专项投资）。1949年以来，物理学共获国家自然科学奖19项（其中，1956年4项，1982年15项）；国家发明奖22项（其中，1966年以前8项，1979至1983年3月共14项）；获1978年全国科学大会重大科技成果奖252项。

但是，当前我国所从事的物理研究工作，总的说来大部分都属于引进先进科学技术成果的范围。虽然在各项取得的成果中都独立地解决了一些问题，在急需的项目上满足了国家的需要，但仍然是模仿或改良性质的为多，系统性、规律性和创造性较少，研究成果能够在物理科学的发展中称得上是真正占据了一定的位置的还很少。

从研究队伍的素质以及经费、发展规模等方面看，与发达国家相距悬殊，但和国力还是大体相称的。

三、目标及关键

根据科学技术的发展和我国的国情，展望今后十八年，我国的物理学研究应向何处发展，作出什么贡献，达到什么目标呢？

1、应大力加强与材料、器件、工艺和技术有关的物理研究，把这类研究从过去的以模仿为主的阶段逐步提高到从自己的系统的研究中积累规律性的知识和技术，创造出新材料、新器件、新工艺和新技术的阶段。

2、在重要的、新兴的学科方向上，保持高度敏感，及时地开展相应的研究工作，使我国的科技发展尽可能紧跟国际先进的步伐，并力争在一些方面对物理科学的发展作出重要贡献。

3、大力培养并为国家输送一批较高水平的物理人才，使不同程度的人（大学毕业或研究生毕业）在研究工作中受到物理研究的职业训练。这不单是为了物理学发展本身的需要，而且是面向国民经济、工业技术和其它学科各个方面，培养并输出大量物理人才。

实现上述目标，不但对今后十八年的国民经济发展有着重要意义，也是下一世纪走向自主开发和创新技术的必要准备。实现上述目标是不容易的，但也是完全可能的，我们以为关键在于：

1、提高物理学研究队伍的质量，大力培养新生力量，逐步解决队伍的老化问题。

2、加强物理学各分支学科之间的联系，注意有比例地协调发展；加强物理学和其它学科的合作，努力发展重要的新兴交叉学科。

3、加强国内各部分研究力量之间的交流和协作,形成我国物理学基础研究、应用研究和开发工作的有机整体,合理分工,并及时地实现知识、技术和人才的交流和转移。

4、制订正确的科技政策,提高组织管理的水平。

总的问题是在于制订正确的科技政策,提高科技队伍的质量和组织管理的水平,三者缺一不可。在正确的科技政策的推动下,有了一支坚强的队伍,打破狭窄的眼界,互相尊重,加强协作和交流,通过科学的组织管理建立起密切的合作,一定能为我国的四化建设作出贡献,并逐步赶上世界先进水平,在学术上取得应有的地位。

一支高水平的、相对稳定的技术队伍的建设是一个重要的问题。必须改变目前研究人员偏多、技术人员偏少、研究人员作技术工作,有碍技术水平提高的现象。应该制订鼓励技术人员安心本职工作的切实可行的政策,例如能获得较长期稳定的工作,至少不低于或略高于同级研究人员的经济收入和福利待遇等。同时又要明确技术人员的职责,更好地为研究工作尽力。除在可能范围内鼓励一部分研究人员转移到技术系统,以改变目前人员配比不合理外,更应注意从今后每届大学毕业生中选拔和培养中、高级技术人员,以壮大研究机构中的技术队伍。

通过艰巨重要的研究项目锻炼队伍,是提高队伍质量的一条行之有效的重要途径。无论是开发工作,还是应用或基础研究,也无论是实验工作,还是理论工作,都可以把各种人才合理地组织起来,赋予重任,通过工作培养人才。对于高级研究人员,不但要发挥他们在具体科学问题上的专长,也要重视他们在组织研究工作上的经验,对于长远的研究项目尤其重要。

鉴于我国有限的财力和物力,应吸取经验,对那些巨型科学项目(投资上亿元,人力上千人),必须再三斟酌。对于这样的项目,不管其基础研究的意义是多么重大,应用的远景是多么诱人(但目前尚处于科学可行性试验阶段),投入所有物理研究力量的 $\frac{1}{3}$,乃至一半,是否合适,是否会影响学科的协调发展,是一个不能回避的问题。同样,对比上述项目稍小一点,但仍属大型的科学项目(投资上千万元,人力上百人)也应慎重加以选择。

应该支持组建中等规模的研究集体(10人左右至数十人),建立先进的实验室,选择重要的课题和新兴的前沿领域,进行系统的研究,为学科的发展和中长期的应用需要解决有关问题。

在研究项目的管理中,特别是对于基础研究项目,必须更加强调按人择优支持的原则,即主要根据学术负责人曾经作出的研究成果和最近的工作情况,决定支持程度的原则。

下面就物理学若干分支学科关于目前国内外的一些情况及对2000年物理学发展的意见和设想,经有关同志讨论,提供一些资料,供领导和同志们参阅,恳请大家指正。

中国物理学会

声 学

一、声学的特点和发展趋势

声学是研究物质中机械波的产生、传播和接收及其与物质的相互作用的科学。声学既是一个老学科，又是一个新的学科。我国发掘出的商代编磬（公元前17~12世纪）已有很接近自然律的乐律，比希腊毕达哥拉斯利用弦长提出自然律的乐律要早一千多年。河南出土的战国时代的编钟很接近现代键盘乐器的乐律，一个钟能发两个音，它的调音利用振动的节线，很符合现代声学的理论。但声学又是年青的、生气勃勃的新兴学科，许多分支学科和技术是最近才出现的。如超声表面波器件就是很新的器件，年龄和大规模集成电路差不多。语言识别与语言合成的真正进展还是在电子计算机出现之后。随着微电脑的发展，它还将有长足的进展。声学总是随着新的技术和新的需要不断更新自己的研究内容和手段。声学是近年来发展最快的学科之一。

现代声学的特点和发展趋势是：

频率范围广，可听声的频率范围为20赫到20,000赫。可是现代声学研究的声的频率范围不断向高端和低端扩展，频率范围跨越 10^{10} ，是物理学任何一个分支少有的。随着频率的升高，声学进入微观世界，不断发现新的现象和新的应用，成为打开微观世界的一把钥匙。低频的声波穿透能力和传播距离很大，成为观察大气、海洋、地壳的强有力的工具。

传播介质广，穿透能力强。声波穿透能力特别强，许多光波、电磁波不能穿透的物质，声波都可以穿透。例如在海洋、地壳中能远距离传播的就只有声波。所以现在人们把声学技术列入探索物质的三大技术（声学技术、电磁技术、粒子技术）之一是有道理的。声波穿透物质可以带来物质内部结构的信息，或改变物质的状况。

与其它学科互相渗透，应用面广。声波在大气中传播的研究形成“大气声学”，利用次声和声雷达可以观测大气中的现象。声波在海洋中传播的研究形成“水声学”，声波成为水下观察的最有效的工具。声波在人体中传播的研究形成“医学超声学”，目前超声诊断对许多疾病有极好的效果。此外，声—光、光—声、声—电、电—声等相互作用和转化都不断在人们面前展开广阔的前景。声学与计算机数据处理的关系也是极其密切的。语言声学是最早使用计算机处理数据的。利用计算机处理数据的超声诊断设备可以提供丰富的人体中的信息。声学在国防、国民经济和人民生活的各领域中有十分广泛的应用，在四化中声学是一支不可缺少的力量。

近代声学不断深入到人的思维 and 大脑活动。近年来对听觉、语言方面进行了大量的研究，有不少进展。很有可能，声学是人类最先突破人脑活动的禁区的学科。

二、国际发展情况

在国际上声学学科中最活跃的分支学科有超声学、水声学、振动与噪声、语言声学、生理声学、心理声学等。

现在产生频率高到 3×10^{12} 赫的超声波，几乎接近晶格振动的截止频率。高频声子与物质中的原子、电子、空穴、位错、载流子等都有相互作用，已获得一些重要的应用。如研究晶体、超导体和中子星的塑性流，测量超导能隙、金属的费米面，研究固体的声子谱等等，成为研究金属、非金属及玻璃态等的重要手段。特超声又开发了许多新技术，如声电子自旋技术、声核磁共振技术、自旋声子谱仪、薄膜声子谱仪等等。

超声显微镜可以根据物体声学特性的差异来显示物体，能补充光学显微镜和电子显微镜之不足。目前工作频率达 3×10^9 赫，分辨率可望达到 0.03 微米。

在液态金属、电解液和等离子体中，已发现载流子同声波可以相互作用。热流和碰撞偶合是等离子体中声学应用的基础。

液氮中声波有多种传播方式，现已发现五种不同的声波。液氮中声波的研究不但对低温物理有重要意义，许多结果也有很大的应用前景。

现代极有兴趣的非线性问题、混沌与分叉问题、孤立子问题等在声学研究成果，对近代物理有很大的意义。超声电子学是随着大规模集成电路的工艺同时发展出来的，在高频信号处理中起着重要的不可替代的作用。目前表面波器件发展最快，用声表面波器件做成的延迟线、滤波器；利用声—声、声—光、声—半导体的载流子相互作用的放大器、谐振器、卷积器、相关器、存储器、声光偏转等，由于体积小，制造容易，性能优越，得到广泛的应用。

利用超声可以对重要的材料和部件进行检测，测量流量、温度、粘度等，在工业上有重要应用，对提高产品的成品率、降低成本、保证质量起重要作用。国际上对超声在固体中传播、反射、散射进行了深入的研究，发展了探伤技术，特别是在伤的定量、显象和利用计算机提高检测能力方面做了许多工作。声全息的研究受到很大的注意。对固体在塑性变形、伤的发生和发展过程中的声发射，以及位错发生和奥氏体到马氏体的转变中的声发射规律进行了研究，并用来做为检查材料的手段。岩石声学可以探测岩石的坚固程度，对矿井桥梁施工、工程勘探起了重要的作用。

把超声检测方法应用到人体上，可以进行颅脑、眼部、心血管、肝胆脾、泌尿、妇产科等多种疾病的诊断，并能对内脏或病变进行断层显示成象，有特殊的诊断效果，最近发展计算机辅助的超声层析术有很好的效果。

高强度的超声产生机械效应、热效应、化学效应或生物效应，能改变物质的性能和状态，或加速某种过程，在技术上有某些独特的优点，应用很广泛，主要有清洗、焊接、搪锡、加工、乳化、粉碎分散、雾化、提取、金属成型等，已成为工业中的新工艺，有独特的效果。油渗水、油渗煤超声乳化可以节能，减轻大气污染。超声处理种子能提高发芽率。超声治疗（如粉碎肾结石）和外科手术等也有相当的应用。

工业与交通的迅速增长,使噪声污染日益严重。噪声的机理、噪声的测量和噪声的控制是这方面的主要研究课题。对气流噪声、冲击噪声、随机振动、振动的辐射方面的基础研究都有很多进展。在测量方法上近年来着重声功率测量与声源定位的测量。在噪声控制方面,除制定标准和立法外,对飞机、地面交通工具和工业噪声控制的技术都有较大进展,噪声已有显著降低。各种吸声系统、吸声材料、阻尼材料、隔声系统、消声器、振动/冲击控制系统和主动噪声抵消系统都已大量应用。利用机器发出的噪声可以检查机器的故障。

语言声学、生理和心理声学近年来特别活跃。对人类语言产生、接收和理解等高级神经活动与思维过程的研究有不少进展。随着计算机和大规模集成电路的发展,人们自古幻想的口语操纵机器、机器人讲话和阅读等已成为现实,并在一定范围内实际应用,如电话订火车票,声控手表等。声码器可使语言信息压缩几十倍,仍能保持很好的话音质量。机器合成语言已在许多方面应用。利用语言做计算机输入、输出是第五代计算机的主要内容之一。

听觉的研究进展比较快,外耳和中耳的许多问题现已弄清,现有大量工作集中在听神经和脑神经活动的空间和时间分布方面。听觉研究与其它感觉学科比较起来,已更接近生命科学的核心领域。在心理声学方面,人们发现人对声的感觉是与声强成幂数定律关系,对小信号检测,噪声中提取信号能力的研究也取得重要结果,这些对理解脑神经的活动规律很有帮助。

高保真度的立体声录放系统、激光录放声系统、房间的声学设计、利用电子计算机的合成音乐都达到较高的水平。

海洋中只有声波能远距离传播,因此水声就成为水下探测、通信、导航、遥感等最有效的手段。水声学的研究,一方面是为了满足反潜战的需要,一方面也是海洋研究和海洋开发的重要手段。近年来对于各种水文条件下(包括声道、反声道)的声传播、有水平变化情况的声传播、内波、波浪和微观不均匀性引起的声信号起伏、信号的多途、频散引起的畸变、海中的混响、散射场、目标反射的谱结构、海底对声传播的影响、地声模型、海底识别、海洋噪声的机制及其特性的研究等,都有很多进展。在水声应用方面,各种用途的大型、小型声呐都达到较高的水平,有很强的探测能力,功能方面也有很大发展。目前特别重视的是超远距离(几千公里)探测的低频声呐系统和高分辨率的声呐系统,对目标的识别研究也有较大进展。在海洋研究与海洋开发方面,除满足水下活动的各种导航、定位、通信、遥测、遥控等水声系统外,目前特别注意发展海洋的声遥感,包括上千公里的海洋层析图、内波声遥感、海底地质的声学勘探等。利用声波探鱼、海道测量、地层剖面测量、地貌测量等技术在海洋开发中起着重要的作用。利用非线性现象的参量阵波束窄,没有旁瓣,在探测中有独特的应用,近年来发展很快。

地层中的声波是研究地层内部构造、地震和地球潮,预报地震的重要手段。利用地声发射可以保证矿井的安全。大气中各种次声可以传播很远的距离,近年来发展了大气中的次声传播理论和声源监测技术,可远距离进行台风、核爆炸的监测。

声学发达的国家主要是美、苏、日、西德、英、法等国。其中最强的是美国,美国声学学会会有会员五千多人,其中正式会员三千人,有成就的会员六百人,还不包括许多

工程师出身的。目前美国约有120所大学招收声学专业的研究生,设置声学课程和进行声学研究。每年获得声学方面硕士和博士学位的约200人。

三、国内声学研究现况

我国有组织地进行声学研究工作是从1956年制定十二年远景规划后开始的。目前国内从事声学专业研究技术工作的人员约有一千人(工程师、助研以上),其中高级研究技术人员一百多人。如果计及非声学单位、非声学专业而从事部分声学科学技术工作的人员,则工程师、助研以上的大约在三千人以上。

进行声学研究的单位主要有科学院声学所、南京大学声学所、同济大学声学所、陕西师范大学应用声学所、船舶工程学院水声研究所、武汉物理所、语言研究所,以及许多高等院校、工业部门及科学院的有关研究单位。

我国在建筑声学、噪声控制、超声、语言声学、大气声学、水声学、电声学、音乐声学方面均有工作。有些工作得到国家自然科学基金,有的工作得到国家发明创造奖,有较大的创造性,受到国内外的重视。我国的声学研究工作与国防、国民经济、人民生活有密切联系,成果推广较快,对国家建设和人民生活水平的提高起了重要作用。现分别介绍如下:

1. 水声学

水声学主要进行研究工作有海洋中的声传播、水声信息处理、水声换能器、水声技术。

对浅海声场有创造性的研究发展了“射线—简正波”理论,提出了边界损失的三参数模型,得出过渡距离与环境参数的解析关系。对任意单调反射损失模型建立了场强与反射损失的映射关系,对海底的小掠角反射损失的机制进行了实验和理论分析,发展了沉积层中声速垂直分布的计算方法,提出了测量海底吸收系数和海底表层底质分类的方法,提出了平滑平均场的计算方法,并发展成为新的声场预报方法,对简正波的过滤及使用过滤方法进行参数的提取有很显著的进展。对简正波与射线之间的付氏变换关系有新的阐明,分析了指向性声源在分层介质中的声场等等。浅海声场的工作得到1982年国家自然科学基金二等奖。对黄海、东海、南海的浅海声传播进行了大量实验,取得了规律性的认识。

在深海声场方面提出了反转点会聚区的概念,在实验中得到证实。

计算了浅海远程混响,并提取了海底小掠角的反射及散射参数。

引进了噪声场局部谱等概念,并预言存在低噪声信道。

进行了海洋内波及声场起伏的实验研究。

提出减少辐射损失的方法,进行了低频海水吸收的测量,得出比国外更好的结果。

在实验室进行了简正波过滤,聚焦液球目标反射及蠕波的研究,进行了声波在纯高岭土悬浮液中的传播的研究和非线性声学理论的研究等。研制了非线性参量阵。

水声换能器发展了凹型弯张换能器。研制了具有声障板功能的PVDF声顺管水听器,

发展了一种新型沼泽气枪。研制了各种发射接收换能器,为声呐及石油勘探、煤炭开发、航道测量、反应堆故障检查等做出了贡献。

新型换能材料方面,研制成功大功率压电陶瓷材料、弱谐波接收压电陶瓷材料、压电聚合物PVF₂和PVF₂材料、夹心式高分子—压电陶瓷复合材料。聚氨酯透声橡胶、阻尼减震材料、宽带吸声材料等,已研制成功并得到广泛的应用。

对换能器理论、阵的方向性分析、逼近或综合也进行了研究。

在换能器测量方面,发展了水中振动体的全息测量技术,提出了脉冲频谱法、脉冲平衡比较法,发展了压电材料的测量方法。

在水声信号处理方面,发展了极性相关和数字的波束定向技术、脉冲压缩技术、多通道时间压缩相关器、多通道时间压缩相关器、多通道动目标检测器、多波束线性波束形成器、多通道后置积累器、高速FFT自适应波束形成技术、自适应滤波和自适应噪声抵消系统、自动判决、主动声呐波形选择等。

近年来着重将参量信号模型等系统信号处理技术用于声呐信号处理,发展了大规模集成电路和微处理机在声呐中的应用。

研制了通用高速信号处理单元和通用组合高速信号处理机,可在声呐雷达、通信、图象处理中应用。研制了通用高分辨力智能终端。

水声设备方面,除各型声呐外,研制并生产了多波束渔探仪、浅地层剖面仪和靠岸声呐,还有深地层剖面仪、测深仪、多波束测探仪。地貌仪等在各方面得到广泛的应用。

2. 超声学

我们研究了超声在缺陷上的散射,进行了用光弹法显示散射波的工作,理论上把几何声学衍射方法结合起来,发展研究到复杂的弹性体缺陷问题。对换能器瞬态激发特性进行了理论和实验研究,并设计了能控制首波幅度比的换能器。进行了粗晶粒金属探伤方法的研究、高温材料的压力容器探伤等。

研制和生产了多种型号的超声探伤仪、超声测厚仪、超声流速仪、石油声探井设备、地下岩石声探测等。

我们提出了大频带宽度的半穿孔结构宽带夹心式换能器,对其他换能器、变幅杆等方面进行了不少研究工作。在超声搪锡、超声冷拔钢管和钻孔,利用超声照射处理小麦、玉米、中草药种子等方面,都得到很好的效果。研制、生产了超声清洗机、超声处理机、超声钻孔机、超声焊机、超声搪锡设备等。

多年来我们进行了汽油、柴油、重油、渣油的掺水超声乳化燃烧研究,研制了油煤混合燃料(COM)的超声设备,达到节油和降低空气污染的效果,超声雾化也有很好的效果。

我们提出了浮力提拉单晶炉、润湿导模新技术,培养了特定截面的氟酸锂单晶和直径100毫米的大晶。

研制了透射式和反射式的超声显微镜和光声显微镜。

我们进行了热声子实验,进行了声表面波器件的理论和工艺研究,研制了双色散脉冲压缩线、声表面波气隙式实时卷积器、沟槽反射栅器件等,在雷达信号处理中发挥了

很大作用。

在医学超声方面，研制成超声线性电子扫描实时图象诊断系统、机械扇形扫描仪、相控阵扇形显像仪、定向多普勒诊断仪、多普勒血流计、脉冲多普勒超声诊断仪、医学超声功率计，开展了超声生物效应等的研究。在超声穴位治疗、肿瘤治疗、粉碎膀胱结石和肾结石治疗等方面，进行了不少工作。

开展了液面全息、线阵和方阵全息系统的研究。

进行了声速和声衰减方面的测量，开展了分子声学和非线性声学的研究，对液氮中的超声进行了研究。

3、噪声控制和建筑声学

我们进行了城市环境噪声调查，提出了噪声标准，对若干典型大工厂开展了噪声控制工作。

对气流噪声进行了深入的研究，在高压喷注噪声、冲击噪声理论及有关小孔消声、多孔材料出流等方面，均得到了创造性的成果。有关喷注噪声的工作1982年获得自然科学奖三等奖。设计了多种管道中使用的消声器，研究了管道中的主动式噪声抵消系统。我们成功地使用了破坏空间共振的方法，解决了控制锅炉噪声和飞行器发动机的强烈振动问题。我们还提出了轻结构隔声测量新方法，与装置、狭缝声锁门、隔声罩及隔声结构。进行吸声材料的测量与分析，设计了各种结构的吸声材料、空间吸声板、空间吸声体、微孔吸声材料等。

我们建立了高声强混响室和高声强行波管，声强分别达到157分贝和172分贝，进行了材料声疲劳实验，研究了强噪声下豚鼠听觉器官的损伤和豚鼠的死亡，并研究了豚鼠听皮层的电反应。

在建筑声学方面成功地进行了各种厅、堂的音质设计。对建筑物中反射声、第二音质评价标准等，进行了研究，做了模型试验，对电火花声源、室内脉冲响应等方面开展了研究工作。

4、语言声学、心理和生理声学

我国汉语有很大的特点。声学工作者研究了元音的谱分析，求得共振峰，进行了音调的测量；研究了普通话平均谱，提出了语言噪声方法；进行了语言统计工作，得出了一定的规律；研究了汉语近场平均谱与发话声级和速度的关系；研究了语言清晰度的测试方法；分析了汉语语言的知觉特性；研究了在噪声中提取语言的问题。

用小型机和微机实现了语言识别和口呼算题系统。

研制了高质量的声码器，得到发明创造奖三等奖，现在已用微机实现了声码器，语言质量达到国际同类产品水平。

实现了机械合成汉语发音，有较高的可懂度。

进行了听力、接收阈、中耳生理声学特性、噪声对听觉影响及听力补偿等方面的研究。

5、大气声学和地声学

我们研究了声波在大气中远距离传播的规律，研制了次声接收换能器和基阵，对远距离传播的强次声信号，如台风、核爆炸等的次声信号进行了接收、定向、定位和三维

谱分析。

研制成了高灵敏度的地听器和水听器，对地震地声进行了现场观测，发现震前地声与地震在时间和空间上有一定的相关性。

研制了微计算机控制的弹着点声定位仪，利用子弹产生的冲击波对弹着定位。

6、电声学 and 测量

国内生产各种压电晶体和压电陶瓷、各种传声器、扬声器、耳机、助听器、水听器、拾振器。国内生产各种录声机和一般声学仪器，如声级计等。

对电声有关理论、立体声研究也做过一定的工作。

在声学测试方面，传声器耦合腔标准已基本建立；自由场标准正在建立中；水听器自由场标准已建立；低频标准已基本建立；国家声学标准的工作正在建立。

总起来看，中国的近代声学研究开始较迟，1956年起才有较正规的研究单位。近三十年来发展较快，但又经过十年动乱，受到不少影响。工业落后和对外开放较迟对于声学这样应用性、技术性较强的学科影响也很大。

到现在，中国的声学研究，已有相当数量和水平的研究队伍，对各个分支都进行研究。从规模看来，不如美国和苏联，与日、德、英、法国大体相当。但从人员素质看，则年龄和知识老化较严重，年轻的有高度创造力的人员很不够。从学科看来，几乎各个学科国内都有研究。有一些学科分支有较高水平或有中国特色，受到国外同行的重视，如浅海声伤、喷注噪声、汉语分析合成识别、检测超声和功率超声的某些理论与应用、声信号处理技术、某些声换能器和材料等。其他学科则大多数基本上在国外开展的范围内工作，很少能突破框框。有的学科，如心理声学、生理声学等，则差距更大。基础研究只有少数领域有较雄厚的力量。一般说来，基本上能跟上国外步伐，能与国外对话，并有一定的创造性，但开拓性的工作较少，在国际声学进展中起重要影响的工作较少。从应用和发展工作看来，多处于引进、改善的阶段。国内应用的大部份声学设备国内都能自己研制，有的是在不掌握国外详细资料情况下，参考国外一定材料研制的。少数工作在引进、改善基础上有一定的创造性。某些方面比国外同类产品要好。但总的来看限于国内电子、机械元器件的水平、材料和加工能力的水平，完成的设备大多数在可靠性、先进性、外观等方面赶不上国外产品，在市场上竞争能力差。在开放政策的条件下，这些问题日益显得尖锐。声学是应用性很强的学科，在国民经济各个领域都有广泛的应用，我国在某些应用上，如医学诊断，燃油掺水乳化等也有较好的结果。但限于工业水平和过去工业产品革新换代慢，应用面远小于先进国家。国内生产相当数量和种类的声学仪器。由于电子元器件落后，声学仪器的质量、可靠性的水平低于国外，先进性也差。电子器件和音响设备一般能达到国际上中低档水平，中低档的录声设备是在引进仿制的基础上才解决的。

从实验室条件看来，常用实验设备中有相当数量是进口的，从声学实验室及其一般装备看来，水平不低于国外的同等实验室。特殊的大型实验室和专用设备，如大的半消声室、环境声学模拟实验室、深海实验设备等还较国外为差。大型电子计算机和数据分析系统也不如国外。近半年计算机和微计算机的数量也迅速增加，但在研究工作中运用计算机是很不够的，与国外有一定的差距。

四、发展前景

今后十几年内随着国民经济的迅速发展,必然对声学提出更多的要求,声学研究也一定会更好地为国民经济服务,对四化做出更多的贡献。

声学与其他学科互相渗透很厉害。有关学科(如微电子学和微计算机、新型功能材料)的迅速发展会大大促进声学的发展,反过来声学对新的工业技术革命也将会有重大的影响,如第五代计算机、信息革命、机器人等的发展都离不开声学。

声学在国内有一定的基础,有迅速发展的条件。

声学是物理学中的“轻工业”,有一定的设备条件就可以发展,不一定非有重大设备才能发展。

从上述几点看,声学应该大力发展。

我们设想,在1990年以前,声学将大力加强应用研究,发展已有基础的分支学科,并增强和填补薄弱或空白的分支学科,努力为国民经济和国防作出贡献,并继续重视基础研究,努力提高研究水平,力争在本世纪末一些主要分支学科在研究力量和贡献方面达到国际先进水平,对学科的发展作出重要贡献。一般的学科能跟上国际上的步伐,满足国内的需要。

从学科角度,应着重发展噪声控制、超声学、水声学,语言声学。要填补生理声学、心理声学方面的空白,相应发展建筑声学、大气声学、电声学、音乐声学等。

随着工业化的进展,人们对降低噪声的要求也会愈来愈高。今后应着重研究气流、振动辐射、冲击等噪声的产生机理、声源定位和利用噪声监测机器质量和故障的方法,开展环境噪声的标准、立法以及控制噪声的新方法和新技术的研究。

人们对发音生理过程与声学特性、接收声音的器官已有了深刻的认识。更进一步的问题,如对听神经系统、感觉细胞的机械变形到神经脉冲的产生,对于听神经的信号如何传给脑神经,以及脑神经的感知问题,都是带根本性的问题,今后应加强这方面的研究,争取有所突破。

随着计算机和大规模集成电路的发展,人工合成语言和机器识别语言发展很快。这就要求人们对人类语言的特点和语言知觉掌握更多。今后十多年计算机的速度、存储等功能将迅速增强,体积迅速缩小,这将使语言的机器自动分析、合成、识别在人类社会生活中所占据的地位日益重要。人机对话将更多地通过语言完成。用语言控制机器也将在工业机器人和其他领域中占更重要的地位。

超声在物体中传播的速度、衰减、反射、散射都能反映物质的性质、状态以及有没有损伤。今后一方面将发展有关传播、衰减、反射、散射方面的基础性研究,另一方面将发展各种探伤技术(包括医学诊断技术)。目前主要的方向是探测困难的物质(如粗晶人体),进行更细致的观察(各种超声、光声、电子一声显微镜)和使用计算机辅助以得到更多的信息量和达到自动化、定量、成像等结果。

特超声与固体物理方面,今后应加强研究声子与物质中的微观结构的相互作用的机

理和应用，为了解物质微观结构提供手段。

超声电子学今后要发展理论和新型器件。超声对物质的作用着重扩大应用面，寻求新的应用和研究作用的机理，争取在节能方面，如COM燃料、油掺水、水煤浆等的超声制备方面做出成绩。

关于海洋、大气、地壳中的声传播问题，要研究声波在海洋中传播的规律，研究利用波的各种变化遥感海洋环境的方法，如海洋声层析术、海底地层声遥测、海底地貌声遥测，研究远距离探测和近距离对小目标进行特高分辨探测以及目标识别技术和相应的信号处理技术，如高分辨率谱估计技术和延时估计技术、声全息和声成象技术等。发展有关的换能器和换能器材料。

电声学近年来有较快的发展。用硅片、高分子薄膜和光纤制成极小型传声器有可能与大规模集成电路结合，形成一个整体。随着人民生活水平的提高，应加强高音质的研究工作，如高质量的激光和数字录音、放音、传音系统等，把音质推向新的水平。

执笔人： 声学所 关定华

凝聚态物理

一、凝聚态物理的对象和意义

凝聚态物理研究固体以及液体、液晶、玻璃态和其他非晶态物质的性质,包括力学、热学、声学、光学、电学、磁学等性质。因此所研究的对象按照性质可分为金属、半导体、超导体、电介质、磁性物质等等。

二、我国的凝聚态物理研究

我国从事凝聚态物理研究的主要部门有科学院所属的研究所,尤其集中于数理学部所属的有关物理研究所、中、大学的研究所或系中、工业部门及其他地方单位。由于缺乏准确的统计,很难定量分析所有这些单位的研究计划和研究成果。下面以科学院数理学部所属的几个物理研究所为例,大致反映一下我国的情况。粗略的估计认为,这几个研究所的工作在我国的凝聚态物理研究中占据大约1/3的比重。

数理学部所属的研究单位中有三个单位主要从事凝聚态物理研究,它们是长春物理所(发光学研究)、合肥固体所(固体力学性质研究)和北京物理所。其他研究所中也有些研究室(组)从事这一领域的工作,如武汉物理所、新疆物理所等。其中从事凝聚态物理研究的研究技术人员总数(1982年)为700人左右,高级研究人员大约70人,研究经费大约为600万元/年。与美国相比,这样一支队伍的人数是很少的。按1970年资料,美国从事凝聚态物理研究的总人数为7000多人,其中拥有博士学位的达4000人。至于经费上的对比则差距更大,美国在1970年用于凝聚态物理研究的经费已经达到13600万美元。

科学院这些单位从事的研究项目主要集中在中期有较重要应用价值的材料研究上,而且由于获得的人力物力支持的限制,进行的研究项目只集中在少数几项上,在整个凝聚态物理研究中只站在某些个别点上,甚至很难说是一个侧面。应该说能够起到的主要作用仍然是在监视这些可能的新技术的发展动态,以便在时机成熟的时候尽早引进,加以利用。在发展新技术的研究过程中争取领先,这固然是所有研究人员的愿望,在部分项目中也可能会作到。真正要以这个标准全面衡量这些项目成败,或作为设立一个研究项目的重要因素,还只能是将来努力的目标。

自1977年制订1978~1985年物理学发展规划以来,在“初步建立一支从事凝聚态物理基础理论研究队伍,提高技术人员的研究水平,建设一批现代化的凝聚态物理实验室”方面,我院确已取得了一定成绩,在当时制订的五个重点研究项目上尤为明显:在表面

物理研究方面,在II—V族化合物半导体氧化膜界面、贮氢材料的表面物化过程、表面结构与电子态理论等方面均已开展工作,掌握了UPS、XPS等电子谱研究技术;在能谱与激发态研究方面,激光光谱、拉曼光谱等也已经在我院几个所建立起来,包括微微秒级瞬态激发的研究技术以及理论方面关于声子跃迁过程、辐射与固体的作用、电子态基础计算等已经有了显著的发展;在结构与相变研究方面,我院在结构分析、相图测定等方面有了自己的积累,对物理研究和材料探索已经开始发挥推动作用;非晶态物理的研究,无论在半导体非晶材料中,如关于卤族原子对带边和光学性质影响的研究,还是非晶磁性材料中关于稀土化合物的研究,均有一定的规模;高临界温度超导材料探索也是当时拟订的重点研究项目之一,从参数上看作出了与国际最高水平(23.2°K)相当的Nb₃Ge材料,更重要的是实际上促进了超导材料性能、亚稳态物理研究等方面的进展。半导体物理的基础研究这几年在我院有较大的进展,包括用光谱技术作的深能级杂质研究、硅中氧施主,硅的氢致缺陷和红外窄禁带半导体研究等。

1977年规划中曾经提出“到1985年要建成一个比较完备的凝聚态物理研究体系及培养人材的体系,同时在几个重点课题上赶上国际先进水平,并力争在结构相变、超导物理等某些方面能超过国际先进水平”。现在看来,我院的研究工作离这个指标还差得很远。审慎一些的估计认为,即使到2000年恐怕还不会达到上述目标。原因在于凝聚态物理是门实验性极强的科学,人力、物力与技术基础是很重要的。当然,只要努力,我院可能在(已经有)少数问题上作出出色的成绩,而且应该作出这样的成绩。但就某一个方面,以至大到整个凝聚态物理这样广阔的学科范围,把我们的水平从在不多的重点上进行以引进先进科技成果为主的研究,提高到全面的处于科学研究的前沿,在探索自然规律、创造和发现先进的科学技术方面作出重要的贡献,还需要投入更强的力量 and 进行持久的努力。

三、凝聚态物理研究的发展

由于凝聚态物理所研究的性质很宽,涉及的内容很广,而且处于不断发展之中,前沿的课题经常变换,预言哪些研究可能导致科学和技术上的重大变革实在很不容易,即使罗列一下各方面的进展也是很繁杂的。以下我们尝试着归纳成三个方面(实验研究技术、理论认识和近来研究工作比较活跃的几个课题),总结一下国际上凝聚态物理研究的发展,以供制订我院规划借鉴。选列出几个课题,主要根据国外的情况,并不意味着我们认为其中的内容都应该是我院研究工作的优先安排对象。

1. 实验研究技术的进展

材料(样品)制备技术在凝聚态物理研究中占有重要地位。单晶体生长已经是相当成熟的技术,对半导体、光学晶体等研究和技术应用起了重要作用。关于晶体生长过程中晶核形成、传热传质机理、缺陷(位错)的作用和控制等有了较好的理论认识。新的技术,如多元化合物单晶的生长、液相外延、MOCVD、离子束混合、分子束外延(MBE)等对于凝聚态物理研究和材料科学和技术都有重要意义。用MBE制备的人工“超晶格”材