

庆祝张仁和先生 85 华诞

璧山流水奏韶乐 大海扬波作和声

——贺张仁和院士八十五岁华诞

李风华 王海斌

(中国科学院声学研究所 北京 100190)

2021 年 9 月 13 日收到

2021 年 11 月 5 日,我们将迎来敬爱的张仁和先生八十五岁华诞。张仁和先生是我国水声物理学领域具有重要国际影响的优秀学术带头人与开拓者,物理学家,中国科学院院士。他长期从事水声物理与应用基础研究:在浅海声传播、浅海声场空间相干性和浅海混响等方面的系列研究成果使我国的浅海声学研究处于国际先进地位;对深海声场的时空分布、多途规律和相干特性等开展了开拓性研究;并紧密结合声场特性和规律在水声反演、水声探测和通信方面开展了多项应用技术研究。先生在水声理论与应用技术方面取得了系统性和创新性的杰出成果,为我国水声事业做出了突出贡献。



1 坚守榆林二十载 开辟水声新天地

张仁和先生是重庆璧山人,他从小刻苦学习,中学时期就对数学和物理有着浓厚的兴趣。1954 年,先生以优异的成绩考入北京大学物理系,后来攻读理论物理专业。

1958 年 11 月,先生作为“拔青苗”的年轻人,提前毕业来到中国科学院电子所第七研究室,在汪德昭院士的指导下开始了水声学研究。水声学是一门实验性与应用性很强的学科,在军事和民用上都有重要的应用价值,而在 20 世纪 50 年代,在我国基本还是空白。张仁和先生在青年时体魄健壮、才思敏捷、勤奋好学,加之了解到水声学的重要性,便以其特有的韧劲投入到研究中,并在前辈的关心指导下不断显现出科研才华。

1959 年,先生又应国家急需来到位于海南榆林港的中国科学院南海研究站,开始了我国最早的水声学研究。从此,大海成了先生的第二故乡。

美丽的海南,虽然天蓝水碧、椰香阵阵,但是当时正值三年困难时期,生活条件极为艰苦,短粮少菜,交通不便,供给难足,业余生活更是单调乏味。然而,先生却深深地热爱那里,并非因那宜人的风景,而是因其得天独厚的水声实验条件:研究站的门前就是海,水声测量船就停泊在榆林港内,可以经常出海实验。他在榆林一待就近 20 年,许多原创性的思想就是在那段时间开始萌发。

我国沿海大多数海域都属于浅海大陆架,浅海声场的理论和实验成了先生的研究切入点。1962 年,他完成了 30 万字的“声波在海洋中传播的理论”讲义,在讲义中初步建立起浅海声场简正波理论的基本框架,给几十名年轻科技人员进行了一年的讲课,并经常与大家一起讨论。大学毕业仅 3 年,他提出了浅海声场中受声速剖面及海底边界所影响的声场基本特征,获得了浅海声波传播的清晰物理图像,这些结果成为简正波理论的基本公式,在学术期刊上发表后为国内外一些著名学者所引用。直到 1979 年国外才发表了类似结果的文章。著名水声学专家 C. T. Tindle 在论文中指出“张第一个在群速中考虑了波束位移与时延”。

1963年—1974年期间,张仁和先生始终坚持水声学理论与实验研究。1974年,他理论上推断:“在一定距离范围内,浅海声场的空间相干性随距离增大而增强(传统的看法认为空间相干性随距离增大而减弱),远距离低频声场具有很强的空间相干性。”这一论断对后来的低频探测与通信声呐技术发展及应用具有重要指导意义。1974年—1976年,他北上至青岛组织大规模的浅海声学实验,进行了浅海远程声传播与声场相干性实验研究,获得了最远距离达130 km、最大间距达600 m的空间相干结果,证实了上述理论推断,并为采用大尺度接收阵实现水下远程探测提供了物理基础。1981年他公开发表了声场空间相干性的理论与实验结果,引起国际同行的高度重视,同时期西德人仅得到最远距离50 km、最大间距80 m的实验结果。

在水声实验设备匮乏、经费不足条件下,为了得到更好的实验效果,张仁和先生与同事们紧密合作,改进了一系列实验技术手段,发明了多项实验设备。当时没有不同深度的强声源,无法进行远距离的声传播实验,他多次到兵工厂考察学习,不断计算、调整参数,并冲锋在前、不怕危险、亲自试验,最终研制出25~1000 m定深爆炸的“水声信号弹”。这种声源不仅频带宽、源级高,而且使用方便、安全,价格便宜,成本降低了几十倍,成功解决了水声实验中急缺大功率宽带声源的问题,并经过不断改良一直沿用至今。

2 基础研究勇创新 战略技术铸重器

1978年,新时代的春风渐吹渐暖。恰逢其时,张仁和先生被调回北京,任中国科学院声学研究所第一研究室副主任、副研究员。1980年5月,又调往上海的中国科学院东海研究站,任研究室主任,并于1983年任研究员。

1990年10月,先生又告别在上海的妻女回到北京,任声场声信息国家重点实验室主任,并于1991年当选为中国科学院院士。刚到北京之初,他住在声学所一间不到20 m²的房间里,那里既是办公室,又是宿舍,一住就是两年。他说:自己一人在北京,妻女在上海,如果要出海实验,可以拎包就走。

张仁和先生非常重视海上实验。从1960年开始,他组织和主持了我国渤海、黄海、东海、南海及西太平洋海上实验与海上科学考察百余次,海上足迹南至菲律宾海以南、北至日本海以北。先生作为中方首席科学家率团于1990年—1995年在太平洋进行了三次中俄联合实验,于1996年—2001年在黄海和东海进行了两次中美联合实验,取得丰硕的实验结果,使我国水声学基础研究受到国际同行的瞩目。

先生有一个和美的家,但这个家一年有近三分之一的时间看不见男主人。他热爱大海,离不开大海。经常出海奔波,妻女虽然担心,但总是全力以赴地支持他。在茫茫大海上,他如饥似渴地探索着水下声波的奥秘。每次实验的时候,他与同事和学生们并肩作战,经常一天连续工作近20个小时,甚至通宵达旦不休息。在一次西沙群岛东部海域的实验中,由于实验船的床位有限,作为负责人的他让同志们睡在床上,而自己却睡在工作台上。直至75岁高龄时,他仍亲自参加海试,有他在的时候,即使风浪再大,大家都会有脚踏实地的感觉。正因为有了无数次艰苦的海上实验,才能采集到大量具有科学意义和应用价值的资料,为进行水声学的基础及应用研究提供了充分的实验依据。为了表彰先生在海上实验中作出的重大贡献,中国科学院授予他首届“竺可桢野外科学工作奖”。60多年的超负荷工作,使先生积劳成疾。2016年至今,先生先后因为腿部、眼睛和肠道等问题,接受了数次手术。每次住院期间,他依然通过电话方式或是在学生探望期间交流工作,并不断提出改进建议。尤其在2019年,先生接受了一场大手术,作为一位83岁高龄的老人,他仅休养了很短时间,待身体稍恢复一点后,还在新冠疫情比较严重期间,带着口罩做了两个多小时的学术报告,和全室人员交流了在他生病期间指导年轻同事开展的一些最新研究成果。多年来,每当学生们提醒他多休息时,他总是说:“对我来说,时间是最宝贵的,我需要的是时间,国家需要我,还有很多工作等着做。”先生这种坚毅执着的科学精神、至诚报国的爱国情怀,影响了一代又一代的年轻人。

20世纪80年代,张仁和先生开展了“海洋声场数值预报”与“浅海混响理论”研究。在缺乏高性能计算机的情况下,采取“完善声场理论、改进声场算法”的思路,提出了广义相积分近似方法,发展了一整套阐明海洋声场平均规律的理论。基于这一理论,用PC机就能对海洋平均声场进行实时数值预报,并将理论应用于实际,研制的“声场数值预报仪”能在几秒钟内计算出具有实用精度的声场分布。他于1984年发表的《浅海平均混响强度的简正波理论》是浅海混响方面的重要工作。1992年出版的北大西洋公约组织水下反潜中心的研究报告对该论文给予了很高的评价,将这一理论作为混响强度计算的基本方法。

从 1978 年起, 张仁和先生开始研究深海中的声场, 被誉为“中国水声学研究中走向深海大洋的带头人”。1978 年与 1983 年他先后组织了两次大规模的深海水声实验, 验证了水下声道中反转点会聚区的理论, 并证明“在不存在水下声道的情况下, 海底反射声波也能够形成反转点会聚区”。这项研究创造性地解决了反转点声场强度计算问题, 具有重大的理论价值和重要的实践指导意义。20 世纪 90 年代, 先生提出了大洋远程声场计算的广义相积分简正波理论 (WKBZ 理论), 具有速度快、精度高的特点, 美国同行看到他发表的论文后, 认为“张是用 200 台 PC 机并行计算得到的”, 而实际上仅是用一台 PC 机完成的。近年来, 先生进一步对深海声场的时空频分布、不同区域内声线的多途规律以及声场的干涉结构进行了细致深入的研究, 用于发展深海探测和通信技术。

张仁和先生非常重视将基础研究成果向战略高技术转化, 带领研究团队不断完善水声应用技术体系。从上世纪 90 年代开始, 他密切关注水声在国防建设中的应用需求, 果断部署了水声探测和通信技术两个大的研究方向, 多项创新成果都是经历 20 年以上攻坚克难后才得以最终成功应用。他作为实验室的首席科学家培育了三个新型型号装备, 解决了我国水声领域的多项卡脖子难题。在国际上创建了可实用的三维水声探测新技术体制, 提出了独创的水声被动定位新方法, 发明了世界首台水下三维被动定位系统及线阵自适应处理技术, 并已付诸应用。先生提前规划和部署了一系列的远程水声通信技术攻关与原理性海上试验, 最终其团队成功研制出了低频高性能水声通信设备, 为水下各类平台的远程指挥、控制和导航等应用提供核心关键技术。

3 潜心治学结硕果 春风化雨毓桃李

自走出校门 60 多年来, 张仁和先生潜心于水声学研究, 他勇于探索、刻苦钻研、勤耕不辍, 在水声基础及应用研究方面取得了多项令人瞩目的成果, 并引领着我国水声学研究“由浅入深、由近及远”。

先生和其团队曾获得国家自然科学二等奖 1 项, 国防科技进步一等奖 1 项、二等奖 1 项, 中国科学院自然科学一等奖 1 项、二等奖 3 项, 中国科学院杰出科技成就奖 1 项, 以及“竺可桢奖”、“饶毓泰奖”、“光华奖”、“何梁何利奖”等奖项, 在国内外期刊和会议上发表论文百余篇。

从 1990 年 10 月至今, 张仁和先生先后担任声场声信息国家重点实验室主任、学术委员会主任。实验室在他的领导下发展成为具有世界先进水平的水声学基础研究基地、水声高技术研发与转化基地和高水平人才培养基地。实验室以中青年科学家为骨干、管理有序、设备先进、学术氛围浓厚, 与美、俄、法、韩等国家的科研机构有着密切的合作关系。在历次国家重点实验室评估中, 实验室四次被评估为“优秀”, 先生两次荣获“国家重点实验室计划先进个人”荣誉称号。

先生作为我国乃至世界水声领域的优秀科学家, 非常重视培养人才、奖掖后学, 培养了 70 余名研究生。他们中的大多数已成长为国家水声研究的骨干, 为祖国的海洋声学研究长远发展而不懈努力; 也有的成为国家高技术企业的领军人才, 在科技研发或管理领域取得令人骄傲的成绩! 先生为人师表, 热爱祖国, 治学严谨, 也非常平易近人、和蔼可亲。工作中, 尽管事务繁忙, 他常常耐心指导学生的科研和学习, 即使对公式推导、报告撰写和措辞表达等细节问题, 他都悉心地逐一指正; 实验中, 他与学生们同甘共苦, 与大家一道解决实验中的技术难题; 生活中, 他以真诚朴实的作风影响着大家, 在学生的生活遇到困难时, 送去温暖的问候和及时的帮助。

先生是科研一线的“常青树”, 虽已八十五岁高龄, 创新之心一如既往。先生常勉励年轻人, 要有心无旁骛埋头学术的精神、不畏艰难动手实践的勇气、大胆想象勇于挑战权威的魄力, 具备这些则必将迎来创新的一刻!

创新者永远年轻。先生八十五岁华诞之际, 我们衷心祝愿先生健康长寿! 在先生爱国精神感召和学术思想指导下, “家国情怀永发扬, 声学事业致千里”!