

## 庆祝李启虎先生 80 华诞

# 矢志创新铸辉煌 壮心不已续华章

——贺李启虎院士八十华诞

张春华<sup>1,2,3</sup> 黄海宁<sup>1,2,3</sup>

(1 中国科学院声学研究所 北京 100190)

(2 中国科学院大学 北京 100049)

(3 中国科学院先进水下信息技术重点实验室 北京 100190)

2019 年 6 月 25 日收到

2019 年 7 月 11 日,我们将迎来李启虎先生的八十华诞。先生是水声信号处理和声呐设计领域享誉世界的专家,中国科学院院士,曾任中国科学院声学研究所所长,国家“863”计划海洋监测主题专家组组长,总装备部国家重大安全项目专家组组长。他长期从事信号处理理论研究和声呐设计、研制工作,结合我国浅海声传播的特点,创造性地应用信息论、数字信号处理、水声工程等理论,解决了一系列水声信号处理中的问题,为我国国防水声事业及国家信息化建设做出了突出的贡献。



## 1 刻苦钻研,孜孜不倦

1957 年,为响应党中央“向科学进军”的号召,李启虎先生考入北京大学数学力学系。在大学的第三年,他转到了信息论、控制论专业,开始了从纯粹的理论学科向应用学科的转变。为了抓紧时间,在读大学的六年里他只回过一次家,留在学校,更好地利用图书馆资料进行学习和探索。

从北大毕业后,先生被分配到了中国科学院电子学研究所,师从我国著名科学家汪德昭院士。从此,先生开始了国防水声学研究之旅,他坚持每天下班以后,在属于他自己的时间里看专业书籍,查国外的资料,几十年如一日。

1984 年,先生应邀到美国普林斯顿大学作访问学者,两年的时间里收获颇丰,他出色的科研能力得到了校方的高度认可。访问期满,先生满怀拳拳爱国之心立即回到国内。

1997 年,先生出任声学研究所所长,并当选为中国科学院院士。他大刀阔斧地施行改革,精简机构,裁撤冗员,使得声学研究所的发展进入快车道。1996 年至 2000 年先生历任国家 863 计划海洋领域海洋监测技术主题专家组副组长、组长,积极地推动海洋监测高技术的发展。

2001 年从声学研究所所长的位置上退下后,先生依然忙碌在科研一线。他不仅组织技术研讨,还亲自参加海上试验,祖国的海疆遍布他的足迹;他注重现场试验现象的细节和各种信息的获取,带头到一线调研装备的使用情况和需求,每一型装备都浸润着他的汗水,每一项改进都凝结着他的智慧;勤奋和专注是先生突出的性格特点,基础扎实、持之以恒,铺就了先生卓越科学家之路。

## 2 自主创新、成就非凡

坚持自主创新是李启虎先生一贯的学术主张。他坚持走符合国情的水声技术研究之路,在信息处理、声呐设计等领域内取得了系统性、创造性的成就,做出了重大贡献。

先生创新性地研究了自适应波束成形的稳态特性,给出了用频率域最优传输函数求解波束指向性的表达式,给出了在海洋噪声背景下检测微弱信号的增益计算方法,解决了在时间上非平稳、在空间上不均匀的噪声场对经典理论应作的修正问题,提出了声呐方程的一种新的表达式;在水下目标的无源检测中提出了利用声信号的相位信息估计目标方位的新方法,提出了用自适应阵处理方法完全分离在空间上不重叠的多个点源信号的新算法;在数字声呐设计中首次提出动态波束成形、可编程数字滤波、变采样率运算、类卡尔曼滤波和灰度变换技术等,提出了基于聚类分析设计水下目标识别的简易专家系统;他针对拖曳线列阵技术在水下探测上的应用,对近场干扰噪声抑制、声呐信号宽容性检测、双线阵左右舷分辨,多目标方位分辨等若干关键问题进行了深入研究,并在国内率先对低频甚低频信号的传播特性、环境效应、水声信道特性以及目标辐射信号特性进行研究,展开了低频与甚低频有源无源声呐的研制,……;这些创新性的贡献对我国水声事业的发展起到了巨大的推动作用。

先生是我国第一代岸基声呐的主要研制者之一。到声学研究所参加工作后,他便参加了某岸站的研制工作,承担了总体方案设计和装备的海上投放、施工及试验工作,在我国第一台自适应波束成形信号处理机的研制中发挥了重要作用。

先生主持研制了我国第一代数字式声呐——某型综合声呐。他从 80 年代初开始负责该型声呐正样机的总体设计,后通过了设计定型并批量生产。在设计中首次采用空腔后档基阵、多路过采样、疏排阵、时间压缩式长延迟线、二次积累、背景均衡和故障自检等高新技术,对提高我国当时在役声呐技术水平具有重大意义。

先生主持设计了我国第一台潜用无源测距声呐的多功能信号处理机,第一次把广义互谱法测时延的算法用于水下目标的无源测距,同时采用一次相关内插、二次相关、互谱法等多种不同的时延测量方法,使我国水声无源测距技术进入国际先进水平。

先生主持完成了某型拖曳式线列阵声呐的研制,应用了动态波束成形、升采样率运算、自适应噪声抵消、目标识别专家系统等一系列新技术,使我国成为当时世界上少数几个拥有该类先进声呐的国家之一。

先生以深邃的学术眼光和敏锐的学术洞察力提出了许多水声领域的新兴研究方向。上世纪 90 年代,他率先提出了开展合成孔径声呐研究的倡议,并组织开展此项研究。在他的推动下,合成孔径声呐研究于 1997 年正式在海洋“863”计划的 818 主题下立项。经过 20 余年的不懈探索,以中国科学院声学研究所为代表的国家队已建立了相对完备的合成孔径声呐技术体系,其水平已跻身世界先进行列。

针对水下探测的经典难题,先生提出了一种革新性方法,已成为该领域的重要手段;先生前瞻性地提出了一种全新的装备形态,引领着国内相关研究方向。

进入新时期,先生将目光投向深海、极地和传统国家安全领域,围绕国家安全战略和“一带一路”重大战略构想,积极倡导、组织编撰相关的战略规划和顶层设计,并建言献策,向国家决策部门提供咨询意见,有力推动了海洋科学、信息技术及国家安全等领域前沿科学研究工作的进展。先生敏锐地注意到了全球气候变暖引起的北极地区的变化及其对我国的影响与机遇,高屋建瓴地发表了一篇极具前瞻思想的文章《北极水声学:一门引人注目的新学科》,引起了国内同行的广泛关注,开启了我国规模化研究北极水声学的序幕,影响深远,意义重大。先生奔走疾呼,在他的努力和斡旋下,声学观测内容终于加入到北极科考航次中。北极水声学科随之蓬勃发展,方兴未艾。先生之远见卓识,可见一斑。

### 3 桃李芬芳,德厚流光

李启虎先生不仅在科研方面成绩斐然,还是一位著名的教育家,培养了许多出色的人才。早在上世纪 70 年代末,他就任在所里开办学习班,向所里科技人员讲授水声信号处理和声呐设计的基础知识;从 20 世纪 80 年代初开始,他应声学学会、电子学会等部门的邀请,在北京航空学院(今北京航空航天大学)、青岛海洋大学(今中国海洋大学)等高校,在 721 厂、872 厂等企业举办学习班,培养专业人才。甚至在出海期间,还在舰上、艇内为官兵授课。

先生无私地奖掖后生,一方面充分发挥他们的主动性,放手让他们到实践中去闯;另一方面又无微不至地关心他们,信任他们,鼓励他们,密切关注着他们的成长和发展。先生爱惜人才,善于发现人才。他对年轻人一视同仁,唯才是用。在这样的氛围下,他为声学研究所,也为中国的水声学培养并留住了一大

批人才，更重要的是他培养了一批学术带头人。先生的言传身教，给弟子们以积极的影响，不止一代年轻人成长为我国水声科学事业的骨干力量，不少同志已成为军内外科研院所的领军人物。

先生笔耕不辍，著述颇丰。根据自己和同事们的多年研究成果，他撰写了我国声呐信号处理领域的第一本专著《声呐信号处理引论》，第一次系统地提出了声呐设计的计算机模拟技术理论和实践；他发表了《数字式声呐设计原理》一书，系统地阐述了数字式声呐的设计理论和方法，获得了国家新闻出版总署国家图书奖提名奖；他撰写了《Digital Sonar Design in Underwater Acoustics: Principles and Applications》一书，并由 Springer Verlag 出版社和浙江大学出版社联合出版，这是我国学者撰写的该领域第一本英文专著……。这些著作已成为相关专业科研人员案头的必备工具书。先生在国内外期刊和会议上发表了 200 余篇学术论文，多次应邀在国际会议上作特邀大会报告或担任会议主席。即便已年届 80，依旧耕耘在科研一线，对机器学习、大数据等新技术、新方法在水声信息处理中的应用，提出了独到的见解。

几十年来，先生把爱国深情全部倾注在努力发展祖国科学事业的自觉奉献之中，听从党和国家的安排，不计名利和个人得失，忘我地在水声科学领域辛勤耕耘，带领科研人员走出了一条符合中国国情的道路，走出了一条自主创新的道路。

由于多方面的杰出贡献，先生先后获得国家和部委的各种奖励：1976 年获得中国科学院重大科技成果一等奖；1978 年获得全国科学大会奖；1982 年以来先后获得六机部科技进步一等奖、中国科学院科技进步一等奖、国家科技进步一等奖、国防科工委科技进步二等奖等多项奖励；1989 年获国防科工委“献身国防事业勋章”；1995 年获国家计委、国家科委、国防科工委和财政部的“先进个人”称号；1998 年获中国科学院“优秀党政干部”称号；2002 年获国家人事部、中国科学院“先进个人”称号；2008 年获中国科学院研究生院“杰出贡献教师”称号；2010 年获中国科学技术协会“全国优秀科技工作者”称号……。

回顾先生逾半世纪呕心沥血的科研生涯，既有严谨求实、广育英才、成绩斐然之昨日，又有老骥伏枥、壮心不已、耕耘不辍之今朝，更可期继往开来、宏图再展、更上层楼之明天。令人高山仰止，仰之弥高。

值先生杖朝之年寿诞之际，祝先生平安健康！事事顺心！福寿绵长！