



李启虎,浙江省温州市人,水声信号处理和声纳设计专家,中国科学院院士。曾任中国科学院声学研究所所长,科技部国家 863 计划海洋领域专家委员会成员。现为中国科学院声学研究所研究员。

卷首语 Foreword

科技导报 2011,29 (21)

关注深海高技术领域的水声学研究

在《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020)》中提出要加快发展空间和海洋技术。而海洋技术又被列为重点发展的六大前沿技术之一。深海高技术则是重点关注的领域。我国的国家安全和国民经济的发展都需要我们走向印度洋和太平洋的深海。

按照美国著名水声学专家 R. J. Urick 的解释,“深海”有两种不同的定义:测深学意义上,大致以沿海大陆架延伸为标准,大约 100 英呎(约 200 米)以内为浅海;水声传播意义上,没有多次海底海面反射的水声信道为浅海。按这个定义,浅海的水深是一个模糊的数值,它是随地缘而变化的。由于声波是迄今为止人类知道的唯一能在海中远距离传播的能量形式,所以在深海高技术的发展中,水声学(海洋声学,声学海洋学)具有重要的作用,并担负重要的使命。

美国学者 H. Medvin 说,“海洋声学或声学海洋学就像希腊神话中的双面神 Janus(他有两张朝向相反的面孔):从一面看是海洋声学:研究海洋作为声信道对信号传播的影响,对目标检测,识别的影响等;从另一面看是声学海洋学:从声学的角度研究海面、海底、水体的特性,研究内波、中尺度涡、风暴潮等对声纳设备性能的影响。”20 世纪 60 年代,我国著名物理学家、国防水声学的开拓者、中国科学院院士汪德昭先生提出了发展水声事业的战略方针:由浅入深,由近及远。经过半个多世纪的努力,我们已经到达了向深海进军的关键时刻。水声信号在浅海和深海传播具有很多相似性,又有一些非常不同的规律。在发展深海高技术的过程中,水声物理,水声工程将会发挥巨大的作用。它在水声遥测、遥感、通信、水下有人/无人载器、水下滑翔器、深海资源勘探等领域都可以得到广泛应用。

美国海军在《2000—2035 年美国海军技术》中指出,1960 年以来,潜艇噪声已降低了 35 分贝,使大洋的对潜探测距离已减少到只有几公里,远远低于武器的作用范围。海洋声音的相干性则是最终确定声纳性能的一种特性。相干性所涉及的科学技术问题都与环境条件有关。所以对海洋环境的研究是基础性的工作。声纳必须能有效使用的沿海海区可能很浅(1—200 米深),也可能很深(几千米深),还存在大陆架间断。在浅水区和大陆架,潮汐和地形会产生水平各向异性的强烈内波,对声音的传播速度会产生很大影响。在上坡—下坡区,由于波浪的相互作用和声径不断变化,会使表面声道传播中断,并影响到相干性。在出现海底折射声速剖面的情况下,海底折射对相干性会产生很大影响。即使是在深度不变的浅水区,由于不同区域的吸声性各不相同,也会产生问题,而在坡度变化大、崎岖不平的地区,问题就更大。深水区的相干性比沿海海区更大,在信号不产生相互作用的情况下尤为如此。这就提供了利用相干性大幅度增大探测距离的机会。对海洋气候进行声学监视的赫德岛水声—层析试验计划(ATOC)试验说明,在几千公里的距离都具有相干性。

通过采用能充分利用信号场水平特性和垂直特性、性能更好的基阵,就能提高未来声纳系统的性能。只要看看石油勘探工业所取得的成就,就能了解提高声纳系统性能的潜力。在石油勘探中,现在已能使用 18 个多线列拖曳阵,每个有 8 公里的孔径,传感器的总数已达到 2104。

海洋的时间相干性也能进一步加以利用。深水区的相干积分时间间隔可以(50 赫时)大于 1/2 小时,浅水区可以(500 赫时)大于 3 分钟。

在我们冲出第一岛链,走向深海的过程中,水声学起着特殊的、无法替代的作用。由于水声学的研究需要进行大量的海上试验,因此是一项高风险、大投入、长周期的科研工作,必须有国家层面的计划。1996 年实施的国家高技术研究发展计划(863 计划)海洋领域的工作已经取得举世瞩目的成就,为我们积累了丰富的经验。

(中国科学院声学研究所,北京 100190)

