

· 成果介绍 ·

我国微波遥感到世界先进水平

接收微波辐射信号的仪器称微波辐射计。微波遥感是从40年代末开始发展起来的。微波遥感与其它波段的遥感相比,具有更好的灵敏度和分辨力,不受光照和气候条件的限制,能穿透一定的云层,对植被覆盖物和松散层等也具有一定的透射力。因此,在大气科学、大地测量学、地质学、水文学、海洋科学、地理学、环境科学和军事科学中得到广泛地应用。60年代,美国、苏联已在各自的卫星、宇宙飞船上装载了微波辐射计。

微波辐射计的主要性能指标是整机噪声低,灵敏度就高。但是,大气微波信号极其微弱,能量为 10^{-16}W 左右,比整机噪声还低2个数量级,特别是在高频毫米波段(频率高于50GHz,波长短于6mm),要求检测信号的分辨率为 10^{-17} — 10^{-16}W 才有意义。这就要求整机不但有极低的噪声水平,而且具有极高的分辨率。同时,整机的噪声随着接收频率的增高而迅速增大,这种噪声常常超过信号的百倍以上。在如此大的噪声背景之中提取极为微弱的小信号,并使信号有高的分辨率,必须具有高超的工艺水平和良好的匹配。因此,微波辐射计的研制和应用属于当今世界高科技范畴。

我国从50年代开始研究微波遥感,当时主要注重有源遥感的雷达、散射计的研究。60年代初期当世界兴起无源大气微波辐射的研究时,在我国基本还是空白。加之这个时期,国内进入动乱年代,没有从事科研的环境,而外国的有关科技资料对我国极端保密,因而更拉大了我国与国际水平的差距。北京大学地球物理系赵柏林教授等科研人员,以顽强的毅力和对国家科研事业的强烈责任感,在困境中坚持对微波遥感进行探索与研制。自1969年至1985年,奋斗近20载,先后共研制出45个波段,6个频率的微波辐射计系列,这些辐射计是:

1972年首先研制出的我国第一代微波辐射计——迪克式A型机,最高频率为52.9GHz,最短波长为5mm,整机灵敏度值——噪声系数为16.5dB,用于遥感10公里范围的大气湿度,属当时世界的中等水平。

1972年至1975年改进A型机,研制出5mm波段,52.8GHz频率的 B_1 型机,以补偿式微波辐射计代替迪克式,提高了分辨率,噪声系数为14dB,已接近美国兰德公司的同类产品。

1975至1979年,为了改变我国微波辐射计波段少、精度不高、无法满足需要的状况,又研制出5mm波段,54.4GHz频率的C型机,噪声为14dB,用于遥感3公里范围的低空大气温度;研制出1.35cm波段,22.235GHz频率的辐射计,噪声系数9.6dB,用于遥感测量大气湿度;同时还研制出8mm波段,35.3GHz频率的辐射计,噪声系数12dB,用于测量云中含水量。这批成果实现了微波辐射计的固态化和小型化,更具有实用性。

1979至1981年,研制出3cm波段,9.37GHz频率的微波辐射计,噪声系数为7.2dB,用于测量云中含水量。同时,改进 B_1 型机为 B_2 型机,使其固态化和小型化。

1982年至1985年,又研制成功固态化、高灵敏度和高稳定性的5mm波段 B_3 型机和 C_2 型机,噪声系数降到10dB至11dB;并研制出1.35cm的微波辐射计,噪声系数降到7dB,幅射

计性能达到国际先进水平。

至此,经赵柏林教授等不断攀登,不断更新换代,不仅填补了我国在微波遥感这一领域的空白,而且使我国的这项工作跨入世界先进行列。赵柏林教授的《微波辐射计及其环境遥感应用》专题通过技术鉴定后,1986年获国家教委科技进步奖一等奖,1987年获国家科技进步奖一等奖。

此外,中国科学院长春物理研究所和大气物理所、气象科学研究院等单位在微波遥感理论和微波辐射计系统研制上,以及对地表特征和海上云雨测量等方面也取得了优异的成果。这些表明,我国在这一领域已具有相当的研究实力。

赵柏林教授在研制微波辐射计系列的同时,努力探索遥感大气特性的观测方法和反演方法,用于大气湿度、温度、位势高度,云中含水量,云雨过程的研究,并采用了3厘米波段的微波辐射计和雷达联合测雨系统,由微机控制采样和雷达显示区域性雨强分布,提高了测雨精度,能连续监测雨区范围。1989年2月,应日本学者的邀请,赵柏林教授等带着最新研制的辐射计赴日本参加由国际科联与世界气象组织联合组织的“西北太平洋云辐射计划”观测。现今,赵教授又向新的目标努力,争取世界银行贷款,成立“国家暴雨监测与预报重点实验室”,开展对暴雨的专题探测和研究,寻求解决暴雨的监测与预报,这一我国及世界的重大难题。可以预见,我国微波辐射计技术的发展和相应理论研究的推进,能大大改善和提高灾害性天气的监视和警戒能力,并为发展我国星载微波辐射计和空间微波遥感提供经验。

微波辐射计的研制成功还将促进我国微波器件的开发和利用,为国防科研(如遥感地物特征,提供导弹制导参数)、电波传播、海洋遥感等创造条件。

北京大学在研制辐射计过程中,先后获得我国空军有关部门、国家气象局、国家自然科学基金会及上海仪器厂和北京大华无线电厂在人力、物力和财力上的资助。

(罗小布供稿 管贤士摘编)

MICROWAVE SENSOR TECHNIQUE CATCH UP THE ADVANCED WORLD LEVEL

Luo Xiaobu

新世纪曙光的先导和基础

——记“863”发展计划成果展览新概念新构思展台

今年4月19日,我国“863”高技术发展计划5周年成果展览会在北京揭幕,展出了我国上万名高科技工作者在生物技术、信息技术、自动化技术、能源技术和新材料技术5个领域“七五”期间所取得的丰硕成果。

我国科技人员在推进高技术研究和发展的技术产业中作出的杰出贡献为世人瞩目,在社