

综合孔径雷达

张澄波

(电子学研究所)

一

最初的雷达对探测目标物不能成象,科学家们为此作了极大努力。1951 年美国科学家威利 (Carl Wiley) 首先指出,用目标运动的多普勒效应可以提高雷达的角分辨能力。以后,美国伊利诺伊大学利用频率分析方法,首次获得非聚焦的综合孔径雷达图象,首次实现了对地域目标的成像。1954 年夏,在美国密执安 (Michigan) 大学举行的暑期讨论会上,提出可以利用雷达载机的平移直线运动,将雷达真实小天线综合成大的天线阵的新概念(综合孔径一词即源于此)。以后该大学雷达和光学实验室里斯教授等人又指出综合孔径和全息技术的类同,并用摄影胶片作信号的存储介质,用光学透镜实现综合孔径所需运算,从而首次获得连续大面积的聚焦型综合孔径雷达图像。至此,综合孔径雷达获得了举世公认,并引起了广泛的兴趣。

上述综合孔径雷达是一种侧视成像雷达。雷达载机作匀速直线飞行,雷达向航线的侧方发射无线电波,经地域散射,其回波被雷达接收,经过信号处理便能获得被测地域目标的图像。雷达沿航向的图像分辨率是用综合孔径原理提高,垂直于航向的分辨率则是利用脉冲压缩技术来改善的。

由于综合孔径雷达成象是以无线电波作媒介,因此其成像不受气象条件和时间的限制,可以全天候、全天时对地域目标成像测绘。雷达的侧视工作方式,也给应用带来了方便,例如只要在己方战场飞行,就可侦察到敌方阵地的动态等;另外,侧视成像还可以加强某些地质构造的成像效果,因此,被广泛应用于地质工程勘探、矿产资源普查、地形测绘、海面油污监测、海洋研究、冰层测绘、洪水灾害监测、森林火灾和农作物普查、军事侦察等国防及国民经济领域。

二

中国科学院电子学研究所自 1976 年 5 月起开展综合孔径侧视成像雷达的研究工作。经十多年努力,研制成功了原理样机、性能样机和单测绘通道单极化成像样机,于 1984 年进行了 4 次飞行试验,获得了较为实用的综合孔径雷达图像。自 1983 年起,结合农、林、水利、矿业和铁路建设进行应用飞行,对铁道部大瑶山隧道工程区,总参测绘局嵩山测绘区、湖南南岭有色金属成矿带、长江水利枢纽西陵峡大坝水库库区黄河入海口岸资源调查试验区等进行试验,均获得比较满意的结果。

1984 年 10 月中国科学院电子学研究所组织了国内著名的雷达方面的专家对上述研制成果进行鉴定。

在上述工作基础上,电子所自 1984 年以来研制新一代的综合孔径雷达,现已完成全部地面试验,正在装机作飞行试验。新的雷达具有多测绘通道、多极化成像、成像俯视角可变、能双侧视工作及作用距离远等特点。

该雷达具有 4 个测绘通道,总测绘带宽超过引进的同类雷达;该雷达具有 4 付天线,分挂在稳定平台两侧,故能进行双侧测绘。4 付天线中有一对发射接收水平极化波束,另一对则发射接收垂直极化波束,通过开关不同组合,可以有 4 种极化成像方式,相对于过去单一极化方式可以获取有关地域目标更多的信息。雷达可随载机在不同高度下工作,因而其成像俯视角可变。俯视角可变对显示某些地域目标特性(例如地质构造、大型军事目标等)是很必要的。

为了使该雷达发挥更大的效益,我们还开展了综合孔径雷达数据实时记录、显示、传输和数字处理技术的研究工作。其目标是研制机载实时座舱显示、空对地实时信号传输和地面实时数字成像处理装置,和现已研制成的综合孔径雷达结合,以便形成完整的、先进的综合孔径雷达系统。

所谓实时座舱显示,就是在雷达测绘飞行的机舱里,实时地将测绘地域和目标的图像显示出来,以便操作者能根据显示地域目标图像判别并决定下一步测绘飞行的航线。我们知道雷达的回波信号必需经过孔径综合和脉冲压缩二维相关处理,方能获得高分辨率雷达图像。要在载机座舱中实时完成上述运算是技术难度较大的工作。

所谓空对地实时传输是将雷达在测绘飞行时收集到的数据实时地传输到地面站,再由地面站传到指挥中心,经过实时成像处理,获得被测绘地域目标的图像,使指挥员能实时地观察到综合孔径雷达测绘飞行的情况。这一功能对于军事侦察或自然灾害(例如洪水、森林火灾等)的实时监测是十分必要的。

三

到目前为止,世界上只有少数几个国家能够生产综合孔径侧视雷达,特别是具有实时传输和实时成像的综合孔径雷达更是如此。

1981 年在第二届亚洲遥感会议上,我们首次公布我国研制综合孔径侧视雷达的消息,并展示了 1980 年获得的部份雷达图像,与会代表们纷纷祝贺并表示极大的兴趣。

1983 年联合国派来我国讲学的美国微波遥感专家路易斯博士观看了 1983 年雷达图像后,高兴地表示:所获雷达图像信息十分丰富,地貌地质特征十分明显,图像质量与美国莫托洛拉(美国主要的侧视雷达制造公司)的侧视雷达图像相仿。他建议迅速开展图像应用研究,让这些图像发挥作用,通过应用反过来促进雷达性能有针对性的改进和提高。

国外一些研制生产侧视雷达的同行专家们见到我国获得的雷达图像后,也给予很高的评价。例如加拿大生产综合孔径侧视雷达的 MDA 公司雷达部主任 J. Benette 博士称赞我国获得的雷达图像是用光学处理所获得的较好的图像。美国莫托洛拉公司见到我们的雷达图像后,表示愿意和我们合作,联合设计,共同研制机载实时座舱显示,空对地实时数据传输和数字成像处理器,以便与我们现有的综合孔径雷达配套,形成先进的、完整的综合孔径雷达系统。也有的国家对我们研制的综合孔径雷达系统感兴趣,要求我们转让技术或向我们购买产品。

我们在研制高性能的综合孔径雷达方面已有一定基础,但要在国际市场竞争中获得优势,还需我们作不懈的努力。其中还包括要适当引进一些国外先进技术,以便加快我们的研究开发的进度。这就需要一定的支持,建议有关主管部门,统筹规划,加强对这类项目的投资强度,以便早日打入国际市场,发挥更大的经济效益。