

合成孔径雷达定时器的设计*

彭海良 赵山 张隆礼 刘新民

(中国科学院电子学研究所)

(一) 基本原理 合成孔径雷达发射的微波脉冲辐照测绘带内的地物目标;而接收的回波则由显示器和记录器记录在数据胶卷上. 触发显示器扫描的距离延迟脉冲与发射脉冲之间的时延由雷达到测绘带近地点的双程差决定, 这种时间关系是预先确定的. 因此定时器的时间抖动引起的时延变化和雷达载机的横向运动引起的双程差变化都会产生时间失配. 通过计算可知, 在距离分辨力为 10m 时, 定时器的时间抖动应小于 10ns. 此外, 在雷达载机横向运动非常严重的情形下, 应对显示器扫描的起始点进行补偿.

合成孔径雷达载机在飞行方向上一般总有加速度, 若不加以补偿, 会使雷达方位分辨力降低、图像产生几何失真和出现大范围的亮暗不均. 为了克服这些不利影响, 合成孔径雷达必须按照载机的地速调整脉冲的重复频率和记录器的走带速度, 使雷达与载机的运动同步.

(二) 定时器组成 定时器由脉冲发生器、延迟电路、时钟脉冲发生器和输出电路四个部分组成. 图 1 示出了其示意方框图.

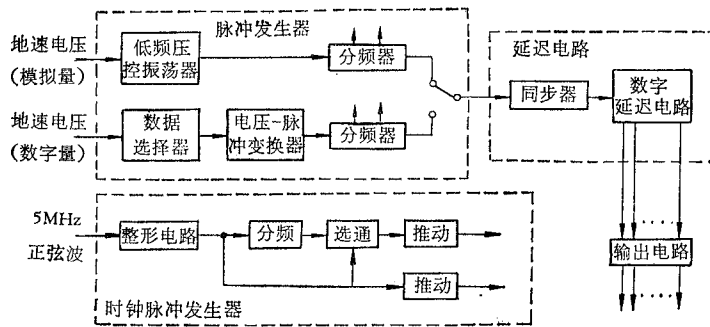


图 1 合成孔径雷达定时器的示意方框图

Fig.1 Block diagram of timing system for SAR

(1) 脉冲发生器是用来产生重复频率与载机地速成正比的脉冲信号的. 脉冲发生器采用压控振荡器, 并用地速信号控制压控振荡器的振荡频率. 载机的导航系统提供的地速信号有模拟量和数字量两种形式. 为了便于接口, 脉冲发生器是用两种相应的电路组成的. 模拟电路采用低频 RC 压控振荡器, 并装在恒温槽内, 以提高频率稳定度. 数字电路则采用由同步计数器、比例发生器、锁存器和分频电路组成的电压——脉冲变换器. 数字式脉冲发生器的精度高, 工作稳定, 不需要恒温装置.

* 1982年3月25日收到.

脉冲发生器产生三种信号: 送到延迟电路的触发脉冲、送到记录器的外同步信号和送到运动补偿分机的偏置频率。

(2) 延迟电路对脉冲发生器产生的触发脉冲进行延迟。延迟电路是用触发器和移位寄存器组成的数字延迟线。由于数字延迟线的最小时延等于时钟脉冲的周期, 所以为了得到很小的时延步进量, 必须提高雷达主钟频率或对主钟加以倍频。另一种方法是采用延迟线插值器。这可避免前一种方法要用甚高速数字延迟线所带来的麻烦。

脉冲发生器产生的脉冲与数字延迟线的时钟脉冲是非同步的。为了在延迟线的抽头取出精确的延迟脉冲, 必须用同步器使脉冲发生器产生的脉冲与时钟脉冲同步。同步后所产生的脉冲的周期变为时钟脉冲周期的整数倍。最大同步误差为一个时钟脉冲周期, 因而可用频率较高的时钟脉冲推动同步器, 使同步误差保持在容许的范围内。

在载机横向运动非常严重的情形下, 应对距离延迟脉冲的时延进行调节。为此在延迟电路中插入可控延迟线, 由载机到测绘带近地点的斜距变化信号控制可控延迟线。

(3) 时钟脉冲发生器将雷达主钟提供的 5MHz 正弦波变换为脉冲周期为 $0.2\mu\text{s}$ 和 $1\mu\text{s}$ 的时钟脉冲。

(4) 输出电路对各路输出脉冲进行电平变换、脉宽变换和阻抗匹配。

(三) 时间精度和频率精度 脉冲电路中触发时间的抖动是影响定时器时间精度的主要因素。正确的电路设计(包括采用高速器件、边沿陡峭的触发脉冲和同步工作)可使时间抖动小于 10ns。

定时器的脉冲重复频率要与载机的地速成正比。频率精度由地速精度、脉冲发生器的频率稳定性和线性度以及同步误差共同决定。由于后两者的误差只有 0.1%, 而导航系统的地速误差一般为 1%, 因此定时器的频率精度主要取决于地速精度。

THE DESIGN OF TIMING SUBSYSTEM FOR SYNTHETIC APERTURE RADAR

Peng Hai-liang, Zhao Shan, Zhang Long-li, Liu Xin-min

(Institute of Electronics, Academia Sinica)

This article deals with the design of the timing subsystem for Synthetic Aperture Radar. A synchronizing circuit is used to perform the ground velocity tracking. The time accuracy and frequency accuracy are well suitable to the requirements of the Synthetic Aperture Radar.