



雷达测速仪工作原理简介

雷达测速仪是一种微波电子测量仪器。由于市场上的雷达测速仪多为单体枪型手持式，所以，通常也被称作测速枪。这种测量仪器是根据多卜勒原理及现代电子技术为基础设计的一种连续波多卜勒雷达。它主要用于公路、铁路及其他需要测速限速的场合。

1、多卜勒原理

大家都有这样的体验：当鸣笛的火车迎面开过来的时候，我们听到的笛声音调是由低到高的；在火车急驰而过向远离我们的方向运动时，我们听到的笛声音调是由高到低的。火车行驶的速度越快，我们听到笛声音调的高低变化也就越明显。这种音调变化实际上是由于火车与人之间的相对运动，声源（车笛）对空气介质振动的频率偏移了声源本身的振动频率所引起的。它首先被奥地利物理学家多卜勒（Doppler）在1842年发现。所以，人们就将这种现象按照科学家的名字命名为多卜勒效应。

上面的例子说明了多卜勒效应在音频范围内存在的事实。实际上，多卜勒效应在电磁波范围内也是存在的。并且人们早已证明：当物体相对微波信号源运动时，有下面的关系式成立：

$$f_0' = f_0 + (2V/C) f_0 \quad (1)$$

式中 f_0' 为反射信号的频率；

f_0 为微波源产生的发射频率；

V 为运动物体的径向速度分量；

C 为电磁波在空间的传播速度。

从（1）式中可以看出，接收到的反射信号频率 f_0' 是由两部分组成的，第一项是由微波源产生的发射频率 f_0 ；第二项就是由物体运动引起反射信号的多卜勒频移。这个频移量就叫做多卜勒频率。通常用字母 f_d 来表示，于是

$$f_d = (2V/C) f_0 \quad (2)$$



尊道科技

西安尊道科技有限责任公司

地址：西安市小寨东路196号西安国际贸易中心2712-2718室 邮编：710061
电话：029-85381860 85381861 85381862 85381859 13488133890
传真：029-85381861
网址：www.globeradar.com
E-mail: zan_liang@163.com

其中雷达发射频率 f_0 和电磁波传播的速度 C 是不变的。因此，当 f_0 选定之后，多卜勒频率的大小只与物体相对微波源的运动速度成正比例关系，只要我们把反映目标运动速度信息的多卜勒频率 f_d 找到，再经过适当的处理，就可测出目标的运动速度。

上面是假定当微波源处于静止不动，而物体相对微波源移动时的情形；反之，当物体处于静止不动，而微波源相对物体移动时，上面的结果也是成立的。也就是说，只要两者之间有相对运动，多卜勒效应就会发生。

2、雷达测速仪的组成

雷达测速仪一般由微波单元、放大单元、中央控制与信号处理单元、数据输出或显示单元、电源处理等五部分组成。

- 1) 微波单元由收发共用天线，振荡器（微波源），混频器等组成。
- 2) 放大单元由前置放大器、自动增益控制及滤波器等组成。
- 3) 中央控制与信号处理单元由模数转换、信号处理器及微控制器等组成。
- 4) 数据输出或显示单元由数据输出控制器或者显示驱动器及显示器组成。
- 5) 电源处理单元由稳压器、滤波器等组成。

3、雷达测速仪的测速原理

雷达测速仪一般采用的是零中频处理的方法，没有采用超外差式处理方法，主要是体积和成本方面考虑。所谓零中频处理方法，就是在混频器中直接用微波源中的一小部分能量，其频率为 f_0 （即发射频率）的信号与运动目标发射回来的能量，频率为 f_0' 的信号进行混合，混合后混频器的输出端就有 $f_0' - f_0$ 这样一个频率成分，它就是我们要找的那个与径向速度成正比的多卜勒信号的频率。比较（1）式和（2）式可得

$$f_d = f_0' - f_0 = (2V/C) f_0 \quad (3)$$

从（3）式可得

$$V = (C/2 f_0) f_d \quad (4)$$

由于 C 和 f_0 是已知量，令 $K = C/2 f_0$ ， K 就是一个固定常数，所以（4）式可改写成

$$V = K f_d \quad (5)$$



西安尊道科技有限责任公司

地址：西安市小寨东路196号西安国际贸易中心2712-2718室 邮编：710061
电话：029-85381860 85381861 85381862 85381859 13488133890
传真：029-85381861
网址：www.globeradar.com
E-mail: zan_liang@163.com

从(5)式可以看出，速度 V 与多卜勒频率 f_d 是一一对应的关系，给出 f_d 的一个值，就可测出一个对应的速度 V 。也就是说，多卜勒雷达把测量速度的问题转化成了测量多卜勒的频移的问题。

到现在为止，我们用混频的方法找出多卜勒频率 f_d 。要想测出速度的大小，必须首先测量出对应的 f_d 的大小。也就是要对 f_d 量化。

首先求出速度为每小时 1 公里时，所对应的 $f_d(1)$ 的值。

已知 $V=1$ 公里/小时， $f_0=10.525 \times 10^9 \text{Hz}$

$C=3 \times 10^5$ 公里/秒，1 小时=3600 秒

按(3)可求得

$$f_d(1) = (2V/C) f_0 \quad (6)$$
$$=(2 \times 10.525 \times 10^9 \times 1000)/(3600 \times 3 \times 10^8)=19.49 \text{Hz}$$

为了说明问题方便，取 $f_d(1)=20 \text{Hz}$ ，那么，每小时 n 公里对应的 $f_d(n)$ 为

$$f_d(n)=20n \text{Hz} \quad (7)$$

求出 $f_d(1)$ 所对应的周期 $T_d(1)$

$T_d(1)$ 可按式求出

$$T_d(1)=1/f_d(1)=1/20=0.05 \text{s}=50 \text{ms},$$

于是，每小时 n 公里 $f_d(n)$ 对应的周期为

$$T_d(n)=50/n \text{ms} \quad (8)$$

设置一个时间等于 $T_d(1)$ 的时间窗口，用方波形式的多卜勒信号去填充 50ms 的窗口时，则 1 公里计 1 个周期的多卜勒信号也就是计一个脉冲；2 公里计两个脉冲；依此类推， n 公里就计 n 个脉冲。以这样的时间窗口为基准进行计数，不仅完成了多卜勒频率的量化，同时也完成了 f_d 与 V 的转换。达到了通过测量 f_d 测量 V 的目的。

西安尊道科技有限责任公司