# 用多普勒测速仪监测车速

**青岛市普通教育教研室 刘林 选自《物理教师》2012年第11期**

人民教育出版社普通高中课程标准实验教科书《物理》选修3-4中，第12章第7节《多普勒效应》一节提到了多普勒测速仪。交通警向行进中的车辆发射频率已知的超声波，同时测量反射波的频率，根据反射波频率变化的多少就能知道车辆的速度。但是多普勒测速仪的工作原理是怎样的？它是怎样测量车速的？教材中未作说明，这里试图作出推导研究。

大家知道，由于波源或观察者的运动而出现了观测频率与波源频率不同的现象，这是奥地利物理学家多普勒在1842年发现的，称为多普勒效应。多普勒效应是波动的基本特性之一，在科学技术上有广泛的应用。声波和电磁波都具有多普勒效应。由于真空中电磁波的速度为c＝3×108m/s，所以在讨论电磁波的多普勒效应时，必须应用狭义相对论。

## 1．观测者和电磁波源相向运动时，电磁波频率的变化

### 1.1电磁波源静止，观测者向波源方向运动

假设某电磁波源发出频率为ν0的脉冲波，它的周期用T0表示，波长用λ0表示。若该电磁波源静止，观测者以速度v朝着波源做直线运动，由狭义相对论长度的相对性可知，

*l*＝*l*0。 （1）

根据多普勒效应，观测频率为

ν＝ （2）

由（1）、（2）两式可知，观测者接收到此脉冲波的频率ν为

ν＝＝＝ν0。 （3）

### 1.2观测者静止，电磁波源向观测者方向运动

若观测者静止，该电磁波源以速度v朝着观测者做直线运动，由狭义相对论时间间隔的相对性可知，

*t*＝。 （4）

根据多普勒效应，观测波长为

λ＝（c－v）T。 （5）

由（4）、（5）两式可知，观测者接收到此脉冲波的频率ν为

ν＝＝＝＝ν0。 （6）

从（3）和（6）两式可看出，当观测者与电磁波源以相对速度v彼此靠近时，观测者所接收到的电磁波频率ν将大于波源所发射的电磁波频率ν0。

## 2．用多普勒测速仪测量车速

公路上用于监测车辆速度的测速仪就是利用上述多普勒原理制成的，这种测速仪主要由微波雷达发射器、接收器及数据处理系统等部分组成。

### 2.1当车辆靠近多普勒测速仪方向行驶时

雷达发射器发射出频率为ν0的脉冲微波，被正以速度v向着其运动的车辆接收后，微波频率变为νʹ。由（3）式有

νʹ＝ν0 （7）

同时，微波从该运动的车辆上被反射回去。这时可将汽车作为运动的波源，接收器测得的反射波的频率为ν。再由（6）式有

ν＝νʹ （8）

将（7）式代入（8）式，得

ν＝ν0（）2＝ν0 。 （9）

从（9）式可知，接收器所接收到的电磁波的频率ν与发射器所发射的电磁波的频率ν0之差为

Δν＝ν－ν0＝ν0≈ν0 （10）

由于车速度小于电磁波速，而v≪c，故≪1。这样，发射器发射的脉冲微波被接收器接收后，因两者频率之差很小，便产生了拍现象。Δν就是拍频。由（10）式可得

v＝c （11）

通过拍频的测定，即可计算出汽车运动的速度大小。

例如，监测器发射频率ν1＝2×109Hz的脉冲微波，从行驶着的汽车上反射回来后，产生的拍频为400Hz，那么汽车的速度就为

v＝c＝30m/s

### 2.2当车辆背离多普勒测速仪方向行驶时

当车辆背离多普勒测速仪行驶时，也可测出其速度。以上的（2）式改为

ν＝。 （2）ʹ

（3）式改为

ν＝＝＝ν0。 （3）ʹ

（5）式改为

λ＝（c＋v）T。 （5）ʹ

（6）式改为

ν＝＝＝ν0。 （6）ʹ

（10）式改为

Δν＝ν0≈ν0 （10）ʹ

即（11）式依然成立，故仍可测量车辆行驶的速度。

装有多普勒测速仪的监视器有时就装在公路上方，在测速的同时把车辆牌号拍摄下来，并把测得的速度自动打印在照片上。作为驾车者应当遵守交通法规，限速行驶。