

“发动机功率”就是“牵引力功率”吗

王永波 王云秀 张冉

(西华师范大学物理与电子信息学院 四川南充 637002)

高中物理在《功率》这节课讲到公式 $P = Fv$ 时,将其应用到汽车启动和行驶的问题上,但笔者认为,教材在讲解这部分知识时有不妥之处.

我们不妨从 $P = Fv$ 的推导过程说起.

如图1所示,物体沿位移方向受的力是 F ,从计时开始到时刻 t 这段时间内,发生的位移是 l ,则力在这段时间所做的功 $W = Fl$,有 $P = \frac{W}{t} = \frac{Fl}{t} = Fv$,即一个力对物体做功的功率,等于这个力与受力物体运动速度的乘积.

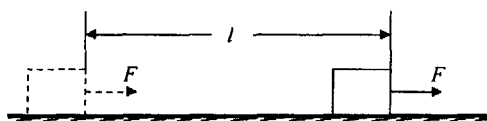


图1 功率公式推导示意图

推导出此公式后,教材将其应用在汽车启动和行驶问题上,汽车被视为图1中的物体,牵引力即为图中的 F . 按照这样的思路,学生们会认为:牵引力使汽车前进,牵引力是发动机提供的,所以牵引力功率就是发动机功率,则发动机功率 P 等于汽车受到的牵引力 F 和汽车速度 v 的乘积.

但是牵引力是发动机提供的吗?牵引力功率就是发动机功率吗?

我们试想一下,使一个物体运动状态改变的力只能是外力,比如推导过程中的那个物体,它所受的牵引力可以是来自外部的拉力或推力等. 而对于汽车来讲,发动机是其自身的一部分,它怎么能为自身提供牵引力呢?

分析 汽车的轮胎可以分为驱动轮和从动轮. 下面对驱动轮的运动状态和受力进行分析.

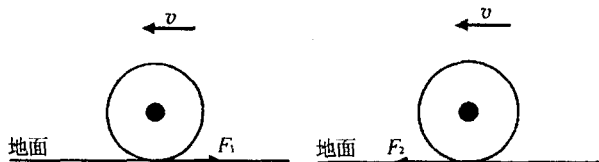


图2 汽车驱动轮启动时对地面的作用力

图3 汽车启动时地面对驱动轮的牵引力

发动机通过传动系统使驱动轮转动,由于驱动轮的转动,它相对于地面有向后运动的趋势,便产生了对地面的作用力 F_1 (图2),路面则对驱动轮施加一个反作用力 F_2 (图3),两者大小相等、方向相反、作用在同一直线上,在不打滑的情况下, F_1 和 F_2 属于静摩擦力. 而对于整车来说, F_2 就是整车前进的牵引力,因此牵引力的施力物体是地面而不是发动机. 既然发动机不是牵引力的施力物体,那么发动机功率也就不能等同于牵引力功率,二者不是一回事.

我们不禁又要问:两者虽然不能等同,但两者是否在数值上始终相等呢?如果真是这样,则将 $P = Fv$ 应用到汽车启

动和行驶的问题上倒也无可厚非. 然而实际情况是:两者在数值上也不相等. 下面我们引入汽车动力学中的两个概念——传动系、传动系机械效率.

汽车发动机与驱动轮之间的动力传递装置称为汽车的传动系. 传动系包括离合器、变速器、传动轴、主减速器、差速器及半轴等部分.

传动系的机械效率:发动机发出的功率 P (即发动机功率或汽车功率)经传动系传至驱动轮的过程中,为了克服传动各部件的摩擦,会消耗一部分功率 $P_{损}$ (传动系的功率损失由传动系中的部件,即变速器、传动轴万向节及主减速器等功率损失所组成. 其中变速器和主减速器的功率损失所占比例最大,其余部件的功率损失较小. 传动系中功率损失由机械损失和液力损失组成. 机械损失是指齿轮传动、轴承、油封等处的摩擦损失;液力损失是指消耗于润滑油搅动、润滑油与旋转零件间的表面摩擦损失. 传动系的机械效率受多种因素的影响). 传动系机械效率 η 表示传至驱动轮上的功率(大小等于牵引力功率,设为 P_F)与发动机功率的比值,其表达式为

$$\eta = \frac{P_F}{P} = \frac{P - P_{损}}{P} = 1 - \frac{P_{损}}{P}$$

由此可知,发动机功率与牵引力功率之间存在一个差值 $P_{损}$,它们之间的关系为 $P = \frac{P_F}{\eta}$,则教材中的公式 $P = Fv$ 应改为

$$P = \frac{P_F}{\eta} = \frac{Fv}{\eta}$$

P 代表发动机功率, P_F 代表牵引力功率, η 代表传动系机械效率, F 代表牵引力, v 代表汽车在牵引力方向上的速度.

然而,按照教材讲解思路,我们想当然地认为牵引力功率就是发动机功率. 几乎所有辅导资料和试卷中,凡是涉及到这一类问题的,都将发动机功率与牵引力功率等同起来,有的教师的教案中明文写着发动机功率就是牵引力功率,这显然不符合事实.

教材之所以略去与传动系机械效率相关的问题,在笔者看来可能有两点原因. 首先,汽车传动系效率较高,发动机功率损失较小(采用有级机械变速器传动系的轿车,其传动系机械效率可取为 0.90 - 0.92;货车、客车可取为 0.82 - 0.85;越野汽车可取为 0.80 - 0.85),可以忽略;再者,担心将传动效率引入教材后使教材难度增加,超过学生的学习能力. 但是无论什么原因,在笔者看来,教材都应该在适当的位置,以适当的形式给出传动系机械效率这一知识点,只有如此,汽车在学生的头脑中才不至于形同一个没有任何内部机械结构的“方木块”,才更有利于学生对现实世界的认识和实事求是的态度的培养.