

车辆模型制作入门

《车辆模型制作入门》编写组

世界图书出版公司



前言

车辆模型运动是将娱乐、体育和科技很好地结合在一起的一个运动项目，掌握它需要有一定的科技知识和熟练的实际操作能力。参与车辆模型的制作、装配、调试，往往能学到不少有关机械、电子等方面的知识，更重要的是能不断地挑战自己的动手动脑能力、考验自己的意志品质。青少年在这样的活动中可以学习到在课堂上、课本里学不到的一些东西，能培养动脑动手的好习惯和勇于探索、不怕困难的优秀品质。

车辆模型的国际竞赛始于 20 世纪 70 年代。我国首届全国青少年车辆模型赛于 1985 年在北京举行，此后每年 1 届延续至今。随着国内外各项赛事的开展，以及人们对高水平休闲娱乐活动的需求的增长，车辆模型运动正在为越来越多的人所接受和喜爱。

实践说明车辆模型运动是一项寓教于乐、有益身心的科技体育项目。不少车模爱好者，都是从最初的不甚了解开始，逐步到爱好这项富有挑战性的运动；对想要学习制作车辆模型的人来说，随着一步步深入，都将会发现这是一个十分新奇的知识天地，甚至会改变其一生的理想。

车辆模型的种类很多，按车辆模型的性能来划分，可以分为静态外观车模、非控制车模、自控车辆模型和遥控车模等。

静态外观车模，顾名思义，模型本身没有动力和传动装置，不能行驶。这种模型的仿真车型较多，制作各部件的大小比例和颜色都和真车一样，加工精细，看上去像工艺品。





非控制车模大多数没有复杂的控制设备，只有简单必要的动力设备、传动装置和简易的车轮底盘、车壳等，取材容易，制作简单，也可以参加竞赛。

自控车辆模型能按一定的程序行驶。可直行、转弯、鸣笛、亮灯等或按事先安排好的程序行驶，也可以行驶到某一处后按自动控制信号改变动作，一般要由车内外电气的或机械的控制机构自动控制。

遥控车辆模型以市场上的成品和半成品为主。外形多为仿真的，如赛车型、越野车型或各种房车，还有些玩具遥控车仿造轿车、特种工程车及坦克车等。这些专门用来开展训练活动和比赛的车，多为半成品车，买回来后，要动脑动手进行组装，试车训练，参加比赛。这种车较贵，但训练和比赛时跑起来很刺激，深受青少年喜爱。

想要进入车辆模型世界的人常常是不知道从哪里入手比较好，很多人由于没用摸到门路而无法循序渐进地学习，最后不得已放弃了。如果你也是想体会车模快乐的人，就认真的遵循本书的路线一步一步来。本书首先介绍了车辆模型制作的有关基础知识，然后以动力类型由简到繁，依次介绍了橡筋动力、电动机动力（包括电池能源的和太阳能能源的）和内燃机动力三大类车模的相关知识及制作。

本书所介绍的内容以简单易做为主，如果你能坚持下来，相信一定会有很大的收获！



车辆模型制作基础知识

尽管车辆模型的种类非常多，动力设备和控制方式五花八门，所要完成的机械动作多种多样。但是，它们都有同真实车辆几乎相同的结构和动力传递方式，都能完成启动、变速、转向、制动、停车等行驶功能。

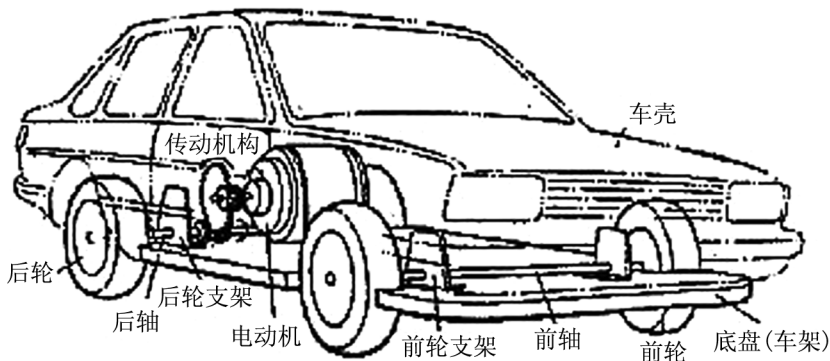
车辆模型的动力是怎样传递的呢？它们的行驶功能是怎样实现的呢？在制作车辆模型之前，先在本章了解一下车辆模型及其制作的基础知识。

车辆模型的组成



一、基本结构

车辆模型的基本结构由发动机、传动机构、前轮、前桥、后轮、后桥、底盘、车壳等八个部分组成，如图 1-1-1 所示。



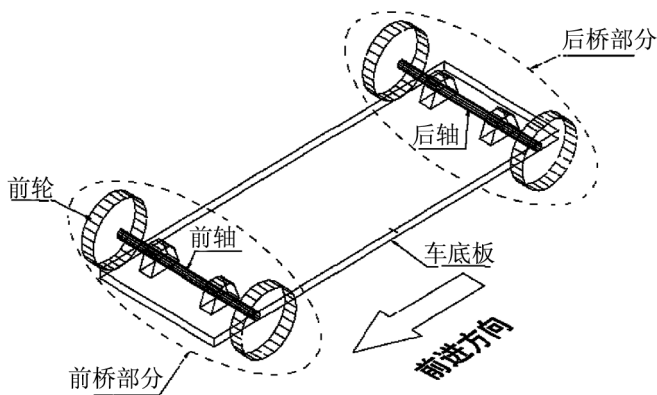


图 1-1-1 车辆模型的基本结构

1. 发动机

发动机为车辆模型自动行驶提供动力，相当于车辆模型的“心脏”。车辆模型的发动机有橡筋、电动机、内燃机等。实质上，发动机是车辆的能量转换器：橡筋发动机把弹性势能转换成机械能；电动机把电能转换成机械能；内燃机把化学能转换成机械能。如图 1-1-2 和 1-1-3 所示的是车辆模型的电动机和内燃机。

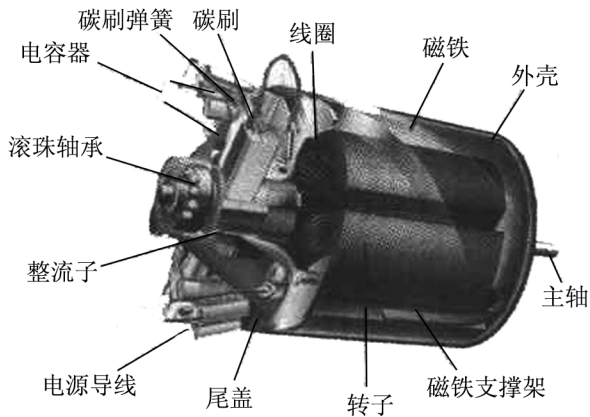


图 1-1-2 车辆模型的电动机

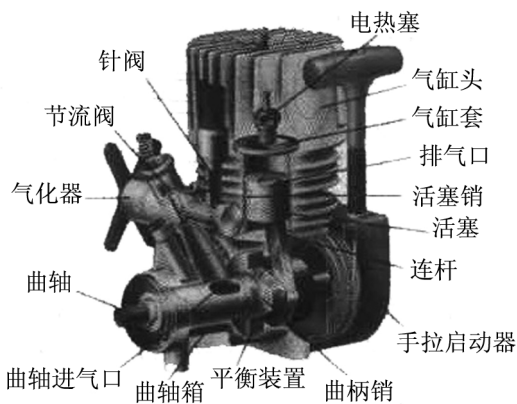


图 1-1-3 车辆模型的内燃机

2. 传动机构

传动机构是传递动力的装置，还能起到变速的作用。车辆模型的传动机构主要采用齿轮传动，另外还有皮带传动、摩擦轮传动、蜗轮蜗杆传动等。图 1-1-4 是车辆模型常见的传动机构。当采用多级齿轮传动的时候，往往把各齿轮安装在一个箱体，组成变速箱。

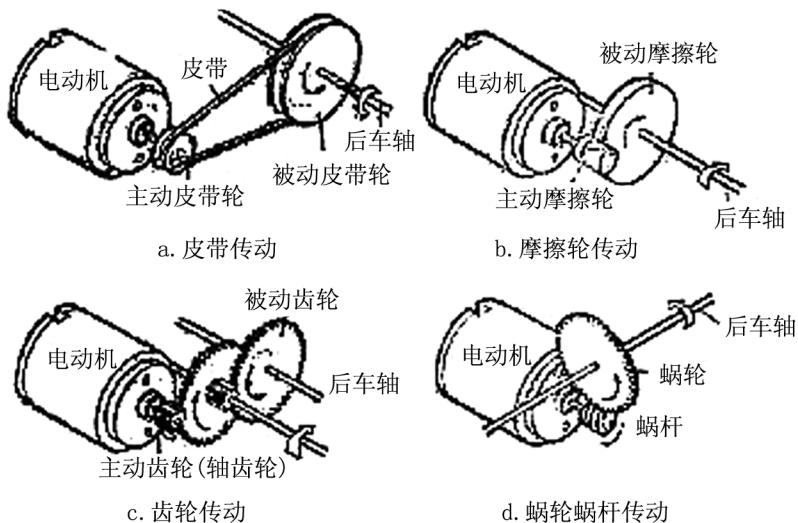


图 1-1-4 车辆模型的传动结构





3. 前轮

前轮一般设计为被动轮，由于转向机构通常和前轮轴相连，所以，前轮又叫做方向轮。

4. 后轮

后轮一般设计为驱动轮，对车辆起驱动作用。

5. 前桥

前桥由前车轴和前轮支架组成，用来连接前轮和底盘。

6. 后桥

后桥由后车轴和后轮支架组成，用来连接后轮和底盘。

7. 底盘

底盘又叫做车架，它把车辆模型各个部分连成一体，还承载着电动机、电源和各种控制设备。

8. 车壳

车壳决定车辆模型的外形，还保护着车上各种设备的作用。

设计合理的流线型的车壳，不仅使车辆美观，而且能减少空气阻力，提高行驶速度。初学者开始制作车辆模型，可以先不安装车壳。本书最后一章重点对车壳的制作和美化进行了介绍。

一般来说，各种车辆自动行驶的驱动原理是大同小异的。发动机所产生的动力多数通过变速箱传递给后轮，驱动车辆自动行驶。图 1-1-5 是一辆电动车辆模型的动力传递示意图。接通电源，电动机轴上的小齿轮随电动机轴一起按顺时针方向转动，再依次通过盆齿和两个中间齿轮（也叫做过桥齿轮），再把动力传递给后轴齿轮，由于后轴齿轮同后轴紧固连接，后



轴按顺时针方向转动，从而驱动后轮向前行驶。

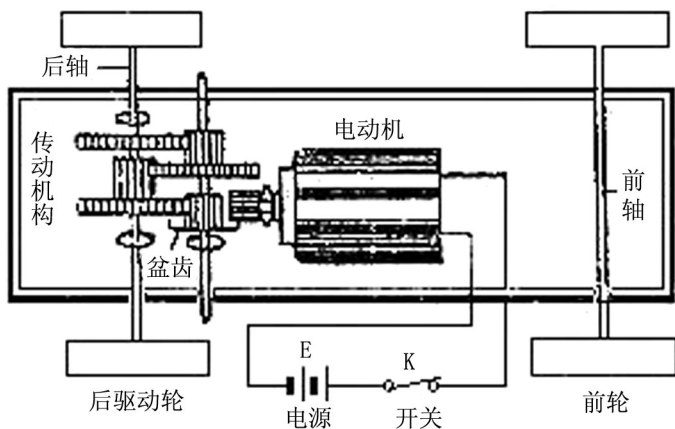


图 1-1-5 车辆模型动力传递示意图



二、特殊机构

具备基本结构的车辆模型，只能作直线和不变速的行驶。要使车辆模型具有转向和调速的功能，还要附加一些特殊机构。

1. 调速机构

车辆模型的调速机构，可以在一定范围内改变车辆模型的行驶速度。有些调速机构还能控制车辆模型的前进、倒退和停车。

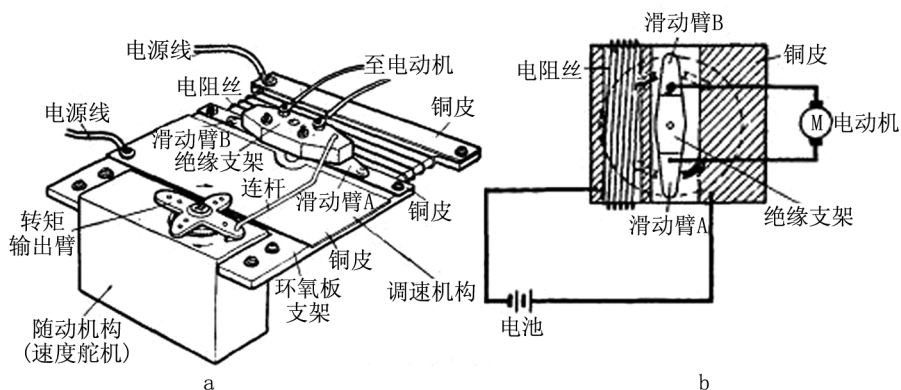


图 1-1-6 车辆模型的电阻调速机构



图 1-1-6 是电阻调速机构的结构图。它由随动机构（速度舵机）和调速机构两个部分组成。这种电阻调速机构，一般安装在无线电遥控车辆模型中。由图 1-1-6a 可以看出，随动机构的转矩输出臂，无论顺时针还是逆时针转动，都要通过连杆带动调速机构的滑动臂以相同方向转动。

滑动臂上的 A 和 B 都是磷铜触片，分别和电动机的两根引线相连。当滑动臂跨接在电阻丝的不同位置时，电动机可以得到大小不同、极性不同的电压，用来控制电动机的启动、停止、调速和转向。

由图 1-1-6b 可以看出，滑动臂处于竖直位置时，电动机电源切断，车辆模型处于停车状态。如果滑动臂按实线箭头方向逆时针转动，电动机接正向电压，车辆前进。随着滑动臂逆时针转过的角度增大，串入的电阻逐渐减小，车辆前进的速度逐渐增加。滑动臂转到 90° 串入的电阻为零，车辆前进的速度最大；当滑动臂回转的时候，串入的电阻开始增加，车辆前进的速度就逐渐减小了。如果滑动臂按虚线箭头方向顺时针转动，电动机接反向电压，车辆倒退。同样，随着滑动臂顺时针转过的角度逐渐增大，车辆倒退的速度会逐渐增加，直到速度最大；再回转的时候，它的速度又逐渐减小。

2. 转向机构

车辆模型的转向机构可以控制左右转向，常见的有手动定向机构和舵机控制转向机构两种，如图 1-1-7 所示。

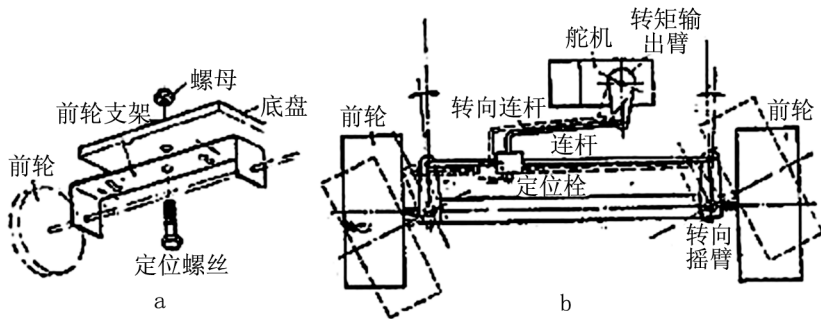


图 1-1-7 车辆模型的转向机构



图 1-1-7a 是手动定向机构，通常用在简单的车辆模型中。它可以使车辆模型在一定范围内做圆周运动。手动定向机构是通过改变前轮支架的位置来控制转弯大小的。如果拧松定位螺丝，转动前轮支架，使前车轴偏转一定角度，这样车辆模型就能以一定的半径做圆周运动。偏角一般以 $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 较合适。为了避免翻车，车身高、车速大时偏角要小些，车身高、车速小时偏角可大些。合适的偏转角度可以通过多次试车加以调速。

图 1-1-7b 是舵机控制转向机构。它由随动机构和转向机构两个部分组成。当发射机发出左转或者右转指令信号的时候，随动机构中的微型电机在指令信号的控制下，做顺时针或者逆时针转动，固定在它轴上的转矩输出力矩，通过定位栓和转向连杆传递给转向摇臂，使两个方向轮随着转向摇臂做左右转向。装配转向机构的时候要注意，两个方向轮是由两根车轴分别安装在左右两个转向摇臂上的，而左右两个转向摇臂又由转向螺丝安装在底盘上，它们以转向螺丝为轴可以自由转动。

3. 差速器

车辆模型在转弯行驶的时候，左右两个驱动轮走过的路程是不同的，外侧驱动轮要比内侧驱动轮走过的路程较长。

如果两个驱动轮紧固在一根车轴上，由于它们具有相同的转速，转弯行驶只能依靠内侧驱动轮对地面打滑来实现。在车身较重的情况下，打滑现象不容易发生，车轴将要承受“麻花状”扭曲力矩，这对车辆模型高速行驶十分有害。为了解决这个矛盾，人们参考真实车辆的结构，在车辆模型中也安装差速器。

差速器的种类很多。图 1-1-8 是一种常用的伞齿轮差速器，它由电动机轴齿轮、过轮齿轮、镶嵌在过桥齿轮中的三个差速伞齿轮、外伞齿轮和内伞齿轮等组合而成。

伞齿轮差速器在结构上有两个特点：一、发动机的动力，不再由传动机构直接传递给驱动轴和跟它紧固在一起的驱动轮；二、两个驱动轮不是安装在同一根车轴上，而是分别安装在同内外伞齿轮紧固在一起的两根驱



动轴上。

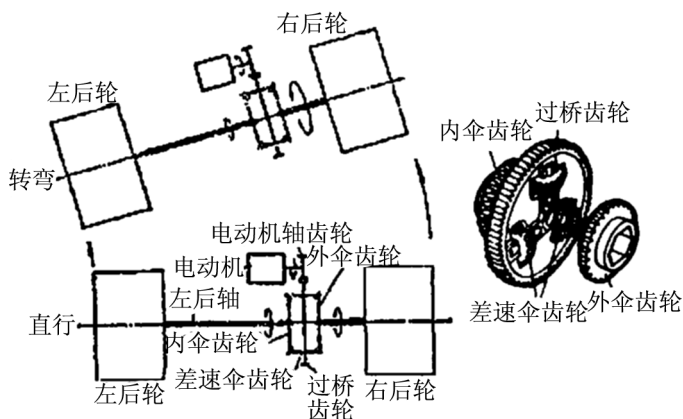


图 1-1-8 伞齿轮差速器工作原理示意图

当车辆模型行驶的时候，左右驱动轮会受到地面反抗力矩的作用，这个反抗力矩又通过内外伞齿轮作用在三个差速伞齿轮上。如果车辆模型直线行驶，内外伞齿轮作用在三个差速伞齿轮上的反抗力矩是相等的，不会引起差速伞齿轮“自转”。这样，电动机轴齿轮把动力传递给过桥齿轮，再通过三个差速齿轮和内外伞齿轮，使左右驱动轮以相同的转速转动。

如果车辆模型转弯行驶，左右驱动轮受到地面反抗力矩是不同的，内侧轮受到的反抗力矩大，外侧轮受到的反抗力矩小。大小不同的两个反抗力矩作用在三个差速伞齿轮上，产生“麻花状”的扭曲力矩，使差速伞齿轮随同过桥齿轮“公转”的同时发生“自转”。这种“自转”恰好使外侧轮的转速增加，使内侧轮的转速减小，这样就达到了“差速”的目的。车辆模型安了差速器，就能自动调整两个驱动轮的转速。

4. 离合器

离合器是内燃机动力车辆模型必须具备的机构。由于内燃机启动比电动机要困难得多，需要借助离合器，在内燃机不熄火的情况下，使动力同驱动轮“断离”或“接合”，实现停车和前进的动作变换。

图 1-1-9 是常用的离心式离合器，图 a 是正视图，图 b 是侧视图，图



c 是立体展开图。

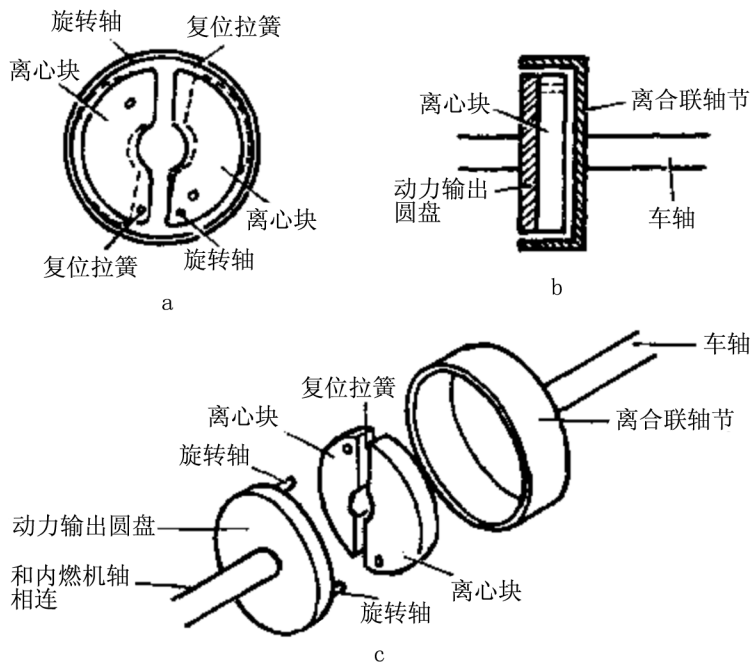


图 1-1-9 离心式离合器的结构原理图

在动力输出圆盘里，有两片半圆形离心块。由于它们是用复位拉簧连接的，仍然可以绕旋转轴 O 和 O' 旋转。圆盆形的离合联轴节，罩在动力输出圆盘的外面。

当内燃机熄火或者低速旋转时，两片离心块在复位拉簧的作用下是合拢的，动力输出圆盘同离合联轴节处在“离”的状态，如图 1-1-9a 实线所示。内燃机发动后，动力输出圆盘由慢变快地转动起来，两片离心块逐渐克服复位拉簧的拉力而张开。当达到一定张角的时候，动力输出圆盘同离合联轴节就要处在“合”的状态，如图 1-1-9a 虚线所示。靠离合联轴节和离心块之间的静摩擦力，把内燃机的动力传递给后车轴，驱动后轮转动起来。如果调节内燃机的油门，使它的转速降到最低，两片离心块就会在复位拉簧的作用下回到“离”的状态。这时候，车辆模型就会在不熄火的情况下，处在“停车”状态。



图 1-1-10 是内燃机常用的另一种离合器。边缘的动力输出圆盘分别和内燃机轴、钢质离心块固定连接，动力输出小齿轮和离合联轴节连接成一体，它们空套在离心块固定轴上，开口销卡在离心块固定轴的凹槽内，离合联轴节定位在离心块固定轴上，电启动头由止头螺丝固定在离心块固定轴上。所不同的是，这里的离心块，没有复位拉簧，它是靠钢质离心块自身的形变，也就是靠两离心块张开时的弹力来复位的。这种离合器的电启动头和启动槽是专供发动内燃机用的（可参考第五章）。

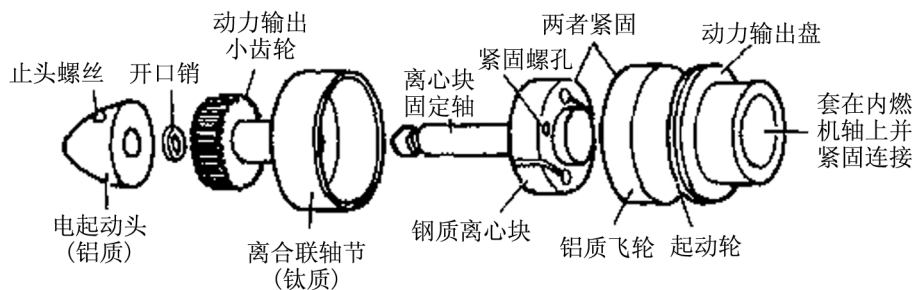


图 1-1-10 内燃机常用的另一种离合器结构原理图

5. 减震装置

车辆模型，尤其是赛车模型，在高速行驶的过程中会产生震动。这种震动对充分发挥车辆模型的行驶速度非常不利。为了减小震动，人们给车辆模型安装了减震装置。车辆模型的减震装置一般采用减震压簧。当车辆模型在不平坦的路面上行驶，特别是碾压障碍物时，压簧会产生形变，从而使车辆的震动减弱，如图 1-1-11 所示。

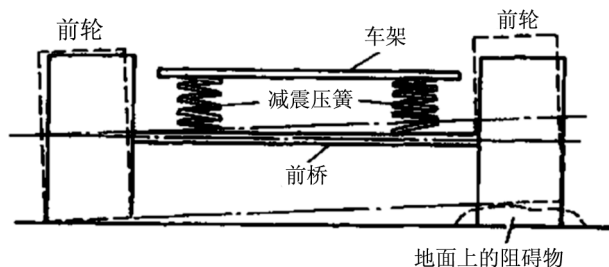


图 1-1-11 车辆减震装置示意图



减震装置一般安装在车辆模型的前桥和车身之间。有时，也可以在前、后桥都安装减震装置。如果再配有有弹性的橡皮或者海绵车轮，会取得更好的减震效果。

6. 翼板

赛车模型有时需要在它的尾部安装翼板。它的形状很像倒装的飞机机翼。当赛车模型超高速行驶的时候，流过翼板界面的空气流线如图 1-1-12 所示。

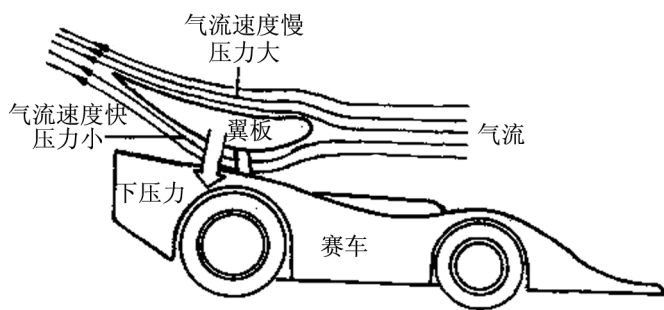


图 1-1-12 翼板的作用示意图

翼板上方气流速度小，压强大；翼板下方气流速度大，压强小，翼板上下的压力差增大了车辆模型对地面的正压力。车辆模型行驶速度越快，压力差越大，车轮对地面的正压力也越大。这可以避免驱动轮同地面打滑，从而使赛车模型增加牵引力和提高稳定性。

7. 防撞板

由具有韧性的塑料制成的防撞板，一般安装在车架的前端，起保护车辆的作用。另外，在防撞板上还开有几个小圆孔，可以作为提拿车辆模型时的提手。





车辆模型的传动

车辆模型传动机构传动比的设计，是关系到发动机性能和车辆行驶性能能否充分发挥的重要问题。传动比设计合理，能使车辆顺利完成各种行驶功能；否则会导致行驶功能的失败。



一、车辆模型传动比的计算

传动机构的传动比是主动轮转速同被动轮转速的比。在齿轮传动机构中，由于主动轮同被动轮转速 n_1 、 n_2 跟它们的齿数 z_1 、 z_2 成反比，即 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1}$ ，所以齿轮传动的传动比又等于被动轮齿数同主动轮齿数的比。齿轮传动传动比 i 的数学表达式是：

$$i = \frac{n_1}{n_2} \text{ 或 } i = \frac{z_2}{z_1}$$

在摩擦传动或者皮带传动机构中，由于主动轮同被动轮的转速 n_1 、 n_2 跟它们的直径 D_1 、 D_2 成反比，即 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1}$ 。所以摩擦传动或者皮带传动的比又等于被动轮直径同主动轮直径的比，数学表达式是：

$$i = \frac{n_1}{n_2} \text{ 或 } i = \frac{D_2}{D_1}$$

下面结合图 1-1-4 中所提供的实例进行一些简单的计算。

【例 1】 已知主动摩擦轮直径 $D_1 = 9$ 毫米，被动摩擦轮直径 $D_2 = 36$ 毫米，求摩擦轮传动机构的传动比。如果主动轮转速 $n_1 = 220$ 转/分，求被动轮转速 n_2 。

解：摩擦轮传动机构的传动比和被动轮转速分别是：

$$i = \frac{D_2}{D_1} = \frac{36}{9} = 4,$$



$$n_2 = \frac{n_1}{i} = \frac{220}{4} = 55 \text{ (转/分)}$$

【例 2】在齿轮传动机构中，主动轮齿数 $z_1 = 8$ 齿，被动齿轮齿数 $z_2 = 36$ 齿，求传动比。如果主动轮转速 $n_1 = 360$ 转/分，求被动轮转速 n_2 多大。

解：齿轮传动机构的传动比和被动轮转速分别是：

$$i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{36}{8} = 4.5,$$

$$n_2 = \frac{n_1}{i} = \frac{360}{4.5} = 80 \text{ (转/分)}$$

车辆模型中的变速箱，是一种多级齿轮传动系统，可以先逐级计算传动比，然后再计算总传动比。总传动比同各级分传动比的关系是：

$$i_{\text{总}} = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot \cdots \cdot i_n$$

【例 3】车辆模型常用四级变速箱，各级的传动比相同 $i_1 = i_2 = i_3 = i_4 = 3.6$ ，求变速箱的传动比 $i_{\text{总}}$ 。如果变速箱输入的转速 $n_1 = 1512$ 转/分。求它输出的转速 $n_{\text{出}}$ 是多大。

解：变速箱总传动比和变速箱输出的转速分别是：

$$i_{\text{总}} = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot i_4 = 3.6 \times 3.6 \times 3.6 \times 3.6 = 168$$

$$n_{\text{出}} = \frac{n_1}{i_{\text{总}}} = \frac{1512}{168} = 9 \text{ (转/分)}$$

必须指出，在齿轮传动机构中，过桥齿轮只改变转动方向，它的齿数多少并不影响主动轮和被动轮之间的传动比。所以，在传动比的计算中，过桥齿轮可以不用计算。

【例 4】在二级齿轮传动机构中，主动轮齿数 $z_1 = 13$ 齿，被动轮齿数 $z_2 = 24$ 齿，过桥齿轮齿数 $z_{\text{桥}} = 11$ 齿，求整大传动机构的传动比。

解：如果考虑过桥齿桥，第一级传动比 i_1 、第二级传动比 i_2 和整套传动机构的传动比 $i_{\text{总}}$ 分别是：

$$i_1 = \frac{z_{\text{桥}}}{z_1} = \frac{11}{13} = 0.85,$$

$$i_2 = \frac{z_2}{z_{\text{桥}}} = \frac{24}{11} = 2.18$$





$$i_{总} = i_1 \cdot i_2 = 0.85 \times 2.18 = 1.85$$

如果不考虑过桥齿轮直接计算，整套传动机构的传动比是

$$i_{总} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{24}{13} = 1.85$$

由例 4 可见，过桥齿轮是可以不用计算的。



二、加速传动机构和减速传动机构

传动比小于 1 的传动机构叫做加速传动机构。传动比大于 1 的传动机构叫做减速传动机构，它们的特点如图 1-2-1 所示。

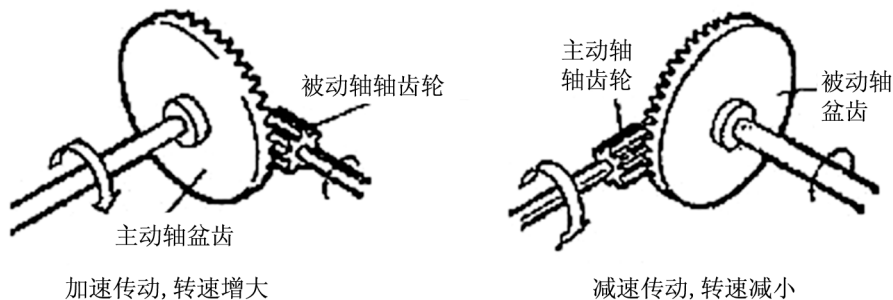


图 1-2-1 加速传动机构和减速传动机构

在加速传动机构中，通常各级齿轮的齿数总是逐级减少的。如果忽略摩擦阻力，各级齿轮又做匀速转动，那么各个齿轮啮合处传递的力总是大小相等的，而它们所传递的力矩却是逐级变小的。因此，最后一级齿轮轴在转速增加的同时扭力变小。相反，在减速传动机构中，各级齿轮的齿数总是逐级增多，它们所传递的力矩逐级变大。最后一级齿轮的轴在转速减小的同时扭力增大。

玩具电动机和内燃机的转速都较大，但是扭矩却很小。比如迅速转动的玩具电动机，用手一捏它的转轴，就会因超载而停止转动。用它们驱动车辆模型，要减小它的转速增大它的扭矩，总是要采用减速传动机构。