

汽车的动力性

技术科学副博士

B. A. 伊拉里奥诺夫著

王从生译



汽車的動力性

技術科學副博士

B.A. 伊拉里奧諾夫著

王從生 譯

人民交通出版社

这是一本叙述汽车动力性的通俗小册子。其中介绍了关于汽车的行驶和行驶中的阻力等知识。在功率平衡的基础上测定汽车在各种道路条件下的行驶特性；利用动力特性来评价汽车在等速和加速行驶时的动力性。

这本小册子供给那些熟悉汽车一般构造的读者们参考之用。

汽车的动力性

В. А. ИЛарионов

Канд. техн. наук

ДИНАМИЧНОСТЬ АВТОМОБИЛЯ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

АВТОТРАНСПОРТНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Москва 1956

本書根据苏联汽车运输出版社1956年莫斯科俄文版本译出

王从生译

人民交通出版社出版

(北京安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第〇〇六号

新华书店发行

人民交通出版社印刷厂印刷

1958年4月北京第一版 1959年9月北京第3次印刷

开本：787×1092_{1/2} 印张：2³/₄张

全书：58,000字 印数：6081—7780

统一书号：15044·4196-京

定价(10)：0.30元

目 录

緒 言	(1)
I. 汽車的行駛	(3)
II. 汽車行駛的阻力	(18)
III. 汽車的动力性	(38)
結 束 語	(64)

緒 言

汽車是一種最為便利和迅速的運輸工具。在一年中的任何季節里，汽車都能把各種不同的貨物直接運送到指定地點。這就說明了汽車運輸為什麼獲得了快速的發展。還不過五六十年的時間，汽車已經從人們的玩物和嘲笑的对象，一變而成為不可缺少的運輸工具。沒有汽車，現代化的生活方式就難以想象。世界上汽車的數量正不斷地增長着。全世界汽車的總數，到1955年1月1日為止，已經超過了8千6百萬輛。現在汽車所運送的貨物，比鐵道和水運所運輸的貨物加起來還要多。汽車運輸生產率的進一步的提高，只有在不斷地改進車輛的條件下才有可能。

為了使得汽車在運用中達到最高的效率，也就是為了使它有最大的生產率，那末，首先就必須善於在各方面評價汽車的工作性能，這就是說，要知道它的運行-技術的性能——動力性、經濟性和通過性等等。在這一本書里，我們將敘述一個非常重要的性能——**汽車的動力性或高速度性**。汽車的動力性越好，它的平均行駛速度也越高，那末，在同一時間內，這一輛汽車所運送的貨物或乘客也就越多。在已知的道路條件下，能用較高的平均速度行駛的汽車，人們通常叫它動力性強。

為了便於理解怎樣來評價汽車的動力性，讓我們研究一下汽車的行駛速度是怎樣變化着的。

不管汽車的行駛是如何複雜以及延續時間的長短，它總不外以速度變化特性來加以區分的三種方式所組成。

第一，在行駛中速度是不斷地增加着，叫做**加速行駛**，或者叫做**加速**（圖1）。第二，在行駛中速度是保持不變的，叫做**等速行駛**。最後，在行駛中速度是不斷地降低着，例如由於滑行或制動的結果，叫做**減速行駛**。汽車在實際行駛中總是由這三種簡單的行駛方式在那里反復地重復着。

顯而易見，要是對各種不同的汽車的動力性進行評價和比較，較方

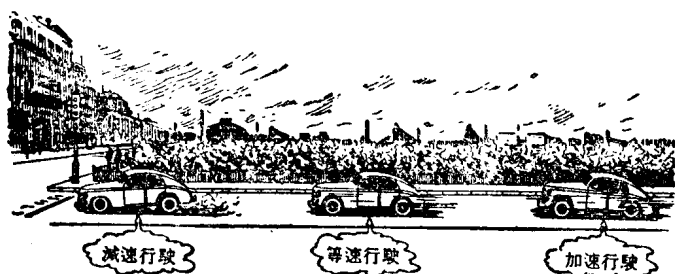


圖 1 汽車行駛的方式

便的也是同样从这三方面着眼，分別对加速时、等速时和減速时的动力性进行研究。这样一加以区分，便能使我們在各別的条件下弄清楚汽車的动力性能究竟决定于那些因素，以及用那些方法可以来改善它，因此，也就能达到改善汽車的动力性的目的。我們將不涉及另外一个性能——汽車在制動时能否很快地便停止下来。在另外一本書中將談到汽車的制動动力性。

在这本書的开头，我們將介紹一些此后对汽車动力性作进一步研究所必須的一般概念。特別是，对汽車发动机的速度特性和汽車行駛时的各种作用力进行研究。然后，利用功率平衡来測定汽車在各种不同道路条件下的行駛特性，而借助于动力特性（或动力因数）便能对等速行駛和加速行駛的汽車的动力性进行评价。同时，还要利用加速强度图解来评价汽車加速时的动力性。

在这本書的最后，还要講解一些关于汽車用滑行方式行駛时的动力性的评价問題。

I. 汽車的行駛

一般概念

当叙述汽車在行駛中所經歷的过程时，常常要用到这样几个概念：力，力矩，速度，功和功率。因此，在这本書的开头，就得作一个簡要的闡述：我們怎样来理解这些名詞，以及它們彼此之間存在着什么样的关系。

我們来看一个簡單的例題。假定說，我們要把一个重量为 5 公斤的砝碼举高 2 公尺（图 2）。为此，我們就得用大小为 5 公斤的力量，把砝碼向上移动。所完成的功要用力（用公斤做單位）和距离（用公尺做單位）的乘积来加以測定。換句話說，把砝碼举高 1 公尺，我們所完成的功便是 5 公斤 $\times$ 1 公尺 = 5 公斤公尺，而举高 2 公尺，便是 5 公斤 $\times$ 2 公尺 = 10 公斤公尺。

同样大小的功可以在不同的時間內来完成。例如，可以用 5 秒鐘的时间来举起这个砝碼，也可以用 4 秒鐘来举起它。在第一种情況下，我們在每一秒鐘內所完成的功等于：

$$\frac{5 \text{ 公斤} \times 2 \text{ 公尺}}{5 \text{ 秒}} = 2 \text{ 公斤公尺/秒},$$

在第二种情況下，每一秒鐘所完成的功等于：

$$\frac{5 \text{ 公斤} \times 2 \text{ 公尺}}{4 \text{ 秒}} = 2.5 \text{ 公斤公尺/秒}$$

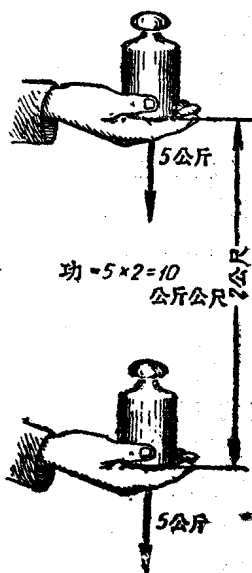


圖 2 功的測定

在單位時間內，也就是說在一秒鐘內所完成的功叫做功率。功率用每秒鐘若干公斤公尺（公斤公尺/秒）來測定它。

從我們的例題中可以看出，為了完成指定的功，所花費的時間越短，發出的功率也相應地越大。功率同樣也可用力和運動的速度二者的乘積來測定它。速度用物體在單位時間（一秒鐘）內所走過的路程的長短（公尺）來測定它，這就是說，速度的因次是公尺/秒。在我們的例題的第一種情況下，舉起砝碼的速度 v 等於 $\frac{2}{5}=0.4$ 公尺/秒，在第二種

情況下， $v=\frac{2}{4}=0.5$ 公尺/秒。在第一種情況下，5 公斤的力乘以 0.4 公尺/秒的速度仍然得到 2 公斤公尺/秒的功率；而在第二種情況下，5 公斤的力乘以 0.5 公尺/秒的速度，也仍然得到 2.5 公斤公尺/秒的功率。

如果用 N 這個字母來表示功率，那末就可採用下列等式來測定功率：

$$N = P v \text{ 公斤公尺/秒}$$

在工程技術方面，通常不是用公斤公尺/秒做功率的單位，而是採用更大的單位，這個單位叫做馬力。一馬力等於 75 公斤公尺/秒。

在這樣的情況下，測定功率的公式就得象下面這樣寫法：

$$N = \frac{P v}{75} \text{ 馬力}$$

在汽車發動機的气缸里，當工作行程時，由於活塞的頂部受到了氣體的壓力，便發出了功率。要是這樣假定的話，在整個工作行程中，活塞上的氣體壓力都一直保持不變，而活塞也是用某一個不變的（平均的）速度運動着，這樣一來，就可以計算出氣體在气缸內發出的功率。譬如亞斯-204 發動機在曲軸轉速為 2000 轉/分時，它的气缸的平均速度為 8.5 公尺/秒，而在工作行程時氣體的平均壓力約為 270 公斤。所以，亞斯-204 發動機的每一只气缸所發出的功率大約等於：

$$270 \times 8.5 = 2295 \text{ 公斤公尺/秒，或者 } \frac{2295}{75} = 30.6 \text{ 馬力}$$

四只气缸一共發出 122.4 馬力的功率。此項功率中的一部份（約 10%）在克服發動機本身的內部摩擦時消耗了，所以亞斯-204 發動機的

可利用的、或者叫做“有效的”功率便少了一些，而是110馬力。

測定行駛速度通常不是用一秒鐘行駛了若干公尺（公尺/秒）做單位，而是用一小時行駛了若干公里（公里/小時）做單位。

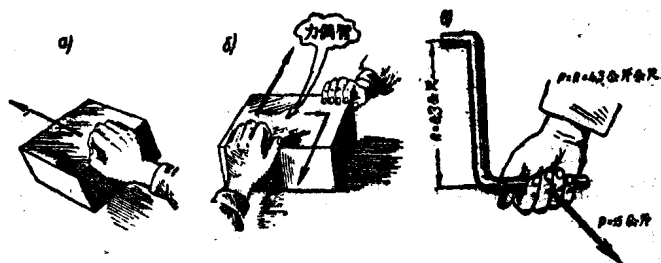
因為1公里等於1000公尺，而1小時又等於3600秒，所以：

$$1 \text{ 公里/小時} = \frac{1000 \text{ 公尺}}{3600 \text{ 秒}} = \frac{1}{3.6} \text{ 公尺/秒},$$

這就是說，1公尺/秒的速度等於3.6公里/小時的速度。因此，為了在計算功率的公式中用公里/小時來表示速度，那就得把用公尺/秒所表示的速度除以3.6。如果用公里/小時來表示速度 v_a ，就可得出下列計算功率的公式：

$$N = \frac{P v_a}{75 \times 3.6} = \frac{P v_a}{270} \text{ 馬力}$$

我們現在再來介紹一個今後會時常遇到的數值，那就是扭矩。假如把一個力加到物體上，它就會沿着力所作用的方向進行直線運動（圖3，a）。為了要使物體旋轉，對它就得上力偶，也就是大小相等，方向相反，彼此之間有一距離的一對力，如圖3，b所示。兩個力之間的距離叫做力偶臂。



· 圖 3 扭矩

力偶作用的大小決定於一個力和力偶臂的乘積——力矩。力偶也和功一樣，是用公斤公尺來測定的。必須注意的是，雖然力偶和功是用同樣的單位（公斤公尺）來測定的，它們却是兩個不同的概念。

現在这样假定，在冬季为了起动一台冷的发动机，駕駛員就得在曲軸上加以4.5公斤公尺的力矩来旋轉它。当利用長为0.3公尺的搖柄时，駕駛員就得因15公斤的力量才能产生这样大小的力矩（图3，B）。为了减少用力，就得加長搖柄。假如把搖柄做成0.45公尺長，我們就可把力减少至10公斤。在这样的情况下，力所减少的倍数，恰好是搖柄增長的倍数，因为，力和着力点至旋轉軸心之間的距离的乘积始終保持不变，而仍然等于旋轉曲軸的阻力矩。实际就是：

$$15 \times 0.3 = 10 \times 0.45 = 4.5 \text{ 公斤公尺}$$

功率通常用扭矩和軸的旋轉速度来表示。假如扭矩(M)用公斤公尺来測定，而軸的旋轉速度(n)用每分鐘旋轉若干轉来表示（轉/分），那末，用馬力求表明的功率可用下式計算：

$$N = \frac{Mn}{716.2} \text{ 馬力}$$

发动机的速度特性

发动机对汽車的动力性具有非常重大的意义。因为正是在发动机里燃料的化学能量才轉变为机械的功。

要想表明这一台或那一台发动机的特征，我們往往概略地这样說：“格斯-51发动机的功率是70匹馬力”。这样肯定的說法对不对呢？格斯-51发动机的功率永远是70匹馬力嗎？能否認為在任何条件下发动机的功率都能保持不变呢？要回答这些問題，我們且回忆一下，工作行程时，在发动机的气缸里发生了些什么。

在汽車的发动机里，气体的压力 P 通过活塞銷和連杆，傳給曲軸的連杆軸頸。由于力 P 的作用，在曲軸主軸承这一方面就产生了阻止曲軸移動的第二個力。距离为 R （图4）的兩個力便組成了力偶，它的力矩 M 等于 $P \times R$ 的乘积。在这个力矩的作用下，曲軸便旋轉起来。

应当指出的是，当內燃机的曲軸轉速不同时，它所发出的扭矩的大小也不相同。

当曲軸的轉速較低时，活塞运动得也較慢，这样，燃燒着的气体和

气缸壁接触的时间也较久。因此，工作混合气燃烧时所发出的热量中的一部份便传导给冷却水中，而不可能用它来做有效的功。所以，当曲轴转速较低时，扭矩也相对地不很大。例如“莫斯科人”①汽车的发动机，当它的曲轴转速为1000转/分时，最大扭矩可以从图5，a上看出，等于5公斤公尺。

随着曲轴转速的增加，消耗于水中的热量也就减少，扭矩便增大了。“莫斯科人”汽车发动机的最大扭矩数值（5.5公斤公尺）是当它的曲轴转速靠近2000转/分时达到的。

但是当曲轴转速继续上升时，扭矩的数值又再度下降。这是如此解释

的，当曲轴转速很高时，进入发动机气缸里的可燃混合气就少了些，而摩擦损失，主要是活塞和气缸壁之间的摩擦损失，同时还要增加些。

当“莫斯科人”汽车发动机的曲轴转速为4000转/分时，它的扭矩总共才有3.5公斤公尺。

在图5，a上，用一根匀称的线条，把那些表示不同的曲轴转速下的扭矩的标柱顶点联结起来，便得出一条表示发动机的扭矩和曲轴转速之间的关系的关系的曲线。这条曲线叫做发动机扭矩的速度特性。

当曲轴的转速上升时，发动机的功率也不是保持不变的：起初它增大，到达最大数值之后，又开始下降。

当曲轴转速为1000转/分时，“莫斯科人”汽车发动机的功率等于8马力（图5，6）；当转速为3600转/分时，发出最大功率23马力，而当转速为4000转/分时，只有25马力。

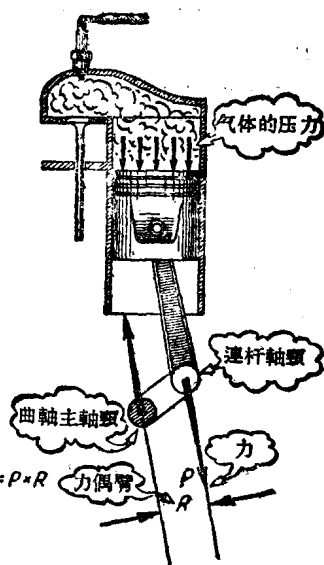


图4 发动机的扭矩

① 本书所研究的车型是M3MA-400

达到最大扭矩时的曲轴转速并不等于发出最大功率时的曲轴转速。
最大扭矩和最大功率的数值以及和它们相应的曲轴转速一般用来表明每一台发动机的技术特性。有关苏式汽车发动机的这些数值列于表 1。

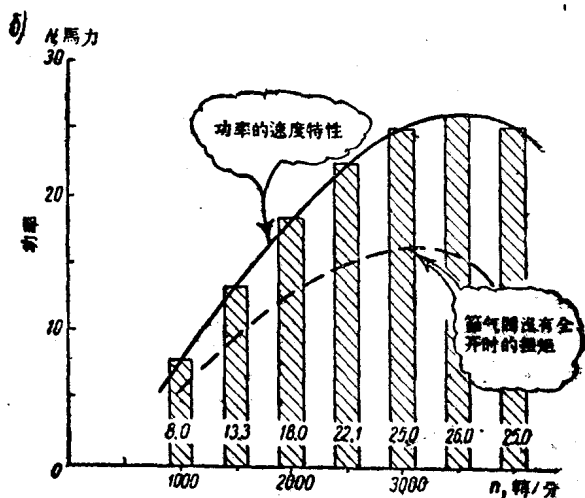
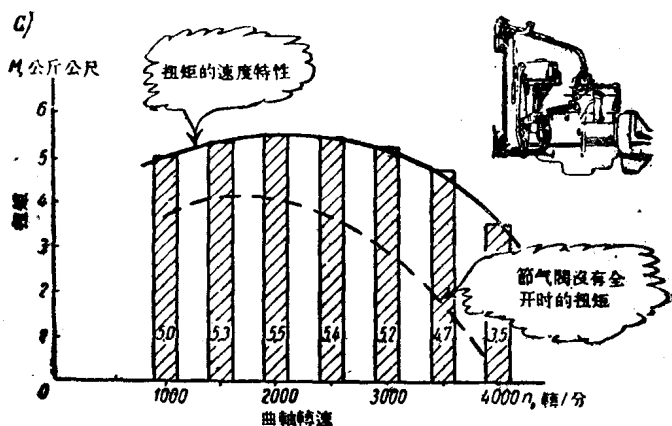


圖 5 “莫斯科人”汽車发动机的速度特性

a—扭矩的特性；б—功率的特性

把图 5, 6 上所表明的曲軸在不同轉速下的功率标杆頂点連結起来, 就可得出表明功率隨曲軸轉速而变化的曲綫。这条曲綫叫做 发动机功率的速度特性。

表明发动机扭矩和功率隨曲軸轉速而变化的兩条曲綫綜合起来, 叫做发动机的速度特性。

表 1

項 目	“莫斯科人”	M-20 “勝利牌”	吉姆	吉尔-110	格斯-51	吉尔-150	瑪斯-200
最大 功 率, 馬 力	26	55	80	140	70	98	110
最大功率时, 曲軸每分鐘的轉數	3600	3600	3600	3600	2800	2700	2900
最大扭矩, 公斤公尺	5.5	12.5	21.5	40	17	30.5	43
最大扭矩时, 曲軸每分鐘的轉數	2000	1800	1600	2000	1600	1100	1100

不仅“莫斯科人”汽車发动机的扭矩和功率是变化着的, 其他汽車发动机也是如此。只有在載重汽車上(例如 格斯-51, 吉尔-150, 瑪斯-200)往往装有限制曲軸轉速的限速器, 用来限制汽車的过高速度。曲軸一旦到达规定的轉速, 限速器便自动地减少进入气缸内的可燃混合气(或燃料)的供应量, 这样一来, 发动机的功率和扭矩便急剧下降。

当研究速度特性时应当注意的是, 这些曲綫只是表明发动机在全负荷时, 也就是說, 当节气閥完全开放或燃料供应量最大(柴油机)的情况下, 曲軸以各种不同的轉速所发出的扭矩和功率。

汽車在行駛中, 发动机发出它的全部功率是比較罕見。但是, 利用速度特性可以測定在最艰难的条件下的汽車的行駛情况; 例如, 計算出汽車能克服的最大的坡度, 計算出在已知的道路上汽車能达到的最高行駛速度等。

因此, 关于測定汽車的动力性的全部計算, 通常是建立在速度特性的基础上。同时也要記住, 只要减少进入发动机气缸里的可燃混合气或燃料的供应量, 在一定的曲軸轉速下, 我們就一定能够获得降低了的功率

(或扭矩)。为此，在汽化器式发动机上，就应当关闭节气阀，而在柴油发动机上，就应当放松柴油泵或油泵-喷油嘴的操纵拉杆。节气阀没有完全开放时的功率和扭矩的变化，在图5，a和b上用虚线来表示。

速度特性是表明新发动机所能发出的功率和扭矩的大小。由于在使用过程中，汽车的技术状况恶化，便带来了功率和扭矩的下降。发动机具有很好的压缩，是它能够进行正常工作的重要条件，这样才能证实压缩行程和工作行程时气体没有发生渗漏现象。由于气门的烧坏或不能紧密的接合、活塞环和活塞间被焦油黏附或气缸壁磨损、以及发动机的其他各种故障所引起的压缩降低，便急剧地使得功率和扭矩下降。这样的发动机人们把它叫做“跑不动”。

发动机不能很好的进行工作也可能是由于其他故障所引起：如火花塞不能点火，点火装置发生故障，汽化器调整得不好，燃烧室积有炭渣，进气管内结有胶质物体以及燃烧不完全等。

例如在一台六气缸的发动机中，假如有一只火花塞不能点火，那末，便使得它的功率下降15~20%，并使得燃料多消耗23~30%。

功率的降低首先便影响到汽车的动力性的恶化。因此，最重要的是应当注意发动机的技术状况，及时地进行定期保养以及排除那些甚至是最轻微的故障。

汽车的行驶速度和牵引力

到现在为止，我们的话题还只涉及到汽车发动机所发出的扭矩和功率。可是扭矩又怎样使得汽车行驶的呢？我们来研究一下图6。参与传递发动机扭矩这一项工作的计有：离合器、变速器、传动轴和后桥机构——包括主减速器、差速器和半轴。扭矩通过半轴传给驱动轮，便使得它们转动起来。

我们已经提到过，扭矩的作用等于力偶的作用。在目前的情况中，一个力发生于车轮和路面相接触的地方，它企图把道路表层推向后方，而另外一个力则恰恰相反，克服了行驶阻力，企图把轮轴推向前方。因为驱动轮通过后轴壳及钢板弹簧同汽车车架相联结，所以上述第二个力使得整个汽车向前推动。这个力可叫做推进力。但是，从使得汽车行驶

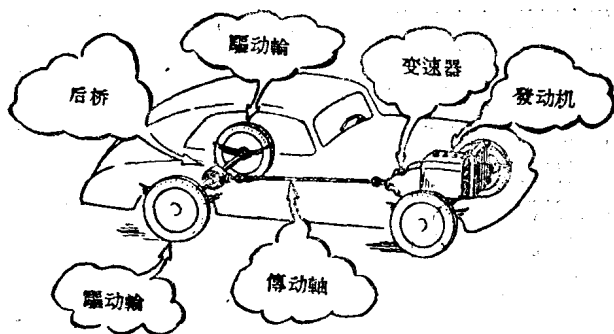


圖 6 扭矩的傳遞

的基本外力的正確的物理概念說來，通常把作用在驅動輪上的道路的反作用力，也就是道路的反作用（參閱圖 7）叫做推進力或牽引力。因為對汽車來說，它是外來的力，它的作用方向和汽車行進的方向相同。在牽引力的作用下，克服了各項阻力，驅動輪在道路上滾動着，汽車也就行駛起來，汽車的行駛速度，隨驅動輪的轉速而定。

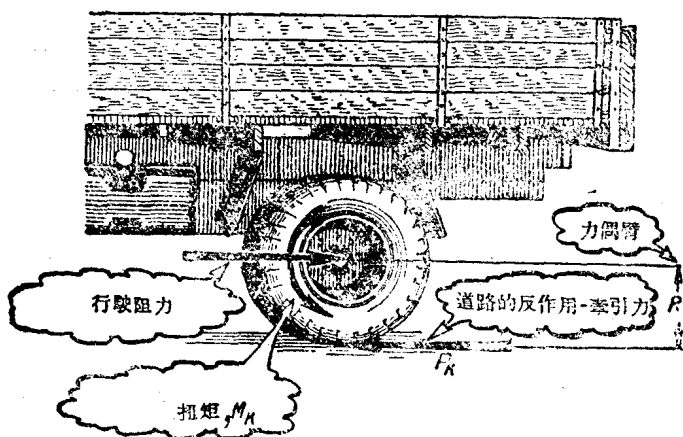


圖 7 作用在汽車驅動輪上的牽引力

汽車用什麼樣的速度行駛着呢？首先，我們要指出的是，驅動輪的轉速並不和曲軸的轉速相同，不管在變速器中接合的是那一個排檔（直接檔除外），變速器的輸出軸的轉速就不同於曲軸的轉速。

例如“莫斯科人”汽車，當接合頭檔時，變速器輸出軸的轉速便較曲軸的轉速降低了5/7以上。

和變速器輸入軸的轉速相比較，變速器輸出軸的轉速降低的倍數，叫做傳動比。載重汽車在頭檔時，變速器的最高傳動比大約等於6，而在輕便汽車中，它大約等於3。變速器的最低傳動比一般等於1。但是某些具有很大力馬力的發動機的輕便汽車和中、大型載重汽車如吉爾-150、瑪斯-200的變速器，則具有超速檔。當接合超速檔時，變速器的傳動比小於1，大約等於0.8。在這樣的情況下，變速器的輸出軸的轉速高於曲軸的轉速。有了超速檔，就能更好地利用發動機的功率，特別是當空載汽車行駛於優良的道路上時。

在後橋的主減速器中，轉速又再一次地被降低。在中、小型的載重汽車上，轉速降低到1/6~1/7，而在輕便汽車上，則降低到2/3~1/5。這就是說，載重汽車主減速器的傳動比約為6~7，而輕便汽車主減速器的傳動比則為2.5~5。

變速器的傳動比和主減速器的傳動比相乘之積叫做傳動系統的總傳動比。傳動系統的總傳動比表明汽車的驅動輪的轉速和曲軸的轉速相比所降低的倍數。用字母*i*來代表總傳動比。例如在“莫斯科人”汽車上，在頭檔時，變速器的傳動比等於3.53，而主減速器的傳動比等於5.14。於是，用頭檔行駛時，傳動系統的總傳動比等於：

$$i = 3.53 \times 5.14 = 18.14$$

假如這時候曲軸用2000轉/分的轉速(*n*)運轉，那末，驅動輪的轉速(*n_K*)是：

$$n_K = \frac{n}{i} = \frac{2000}{18.14} \approx 110 \text{ 轉/分,}$$

通常用*i_K*來表示變速器的傳動比，用*i₀*來表示主減速器的傳動比。於是傳動系統的總傳動比等於：

$$i = i_K i_0$$

知道了驅動輪的轉速后，也就能測定汽車的行駛速度。半徑為 R 的車輪在平坦的道路上滾動時，每滾動一周，便走過了相當於車輪圓周那樣長的路程，這就是說，等於 $6.28R$ （圖 8）。在一分鐘的時間內，車

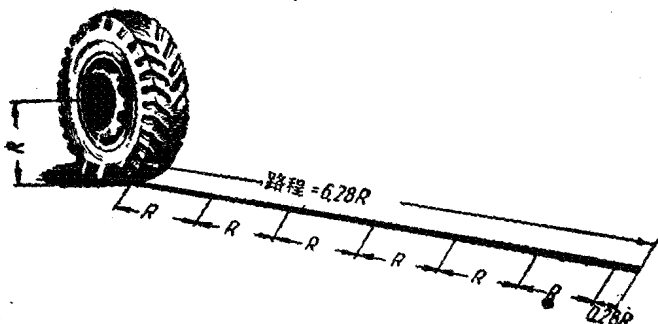


圖 8 車輪的半徑和行駛路程的關係

輪滾動了 n_k 次，所走過的路程等於 $6.28Rn_k$ ，而在一小時內，走過的路程又大了 60 倍。車輪運動的速度，也就是汽車的行駛速度，假如用每小時多少公里來測定汽車的行駛速度，它就等於：

$$v_a = \frac{6.28Rn_k \times 60}{1000} \approx 0.38n_k R \text{ 公里/小時}$$

因為驅動輪的轉速等於 $\frac{n}{i}$ ，那末，測定汽車的行駛速度的最終的等式就是：

$$v_a \approx 0.38 \frac{nR}{i} \text{ 公里/小時}$$

於是，曲軸的轉速 n 越高，驅動輪的半徑 R 越大以及傳動系統的總傳動比 i 越小，汽車的行駛速度也就越高。

因此，譬如當吉爾-150 汽車的駕駛員希望他的汽車達到最高的行駛速度時，就換進五檔，這樣就降低了總傳動比 i ，而 M-20 “勝利” 牌汽車的駕駛員，當他準備參加速度競賽時，為了能夠開得快些，就用格斯 M-1 汽車的 7.00-16” 輪胎來代替原來裝用的 6.00-16” 輪胎，這樣就加大了車輪半徑 R 。

為了要測定牽引力的大小，我們還得預先熟悉另外一個數值——傳