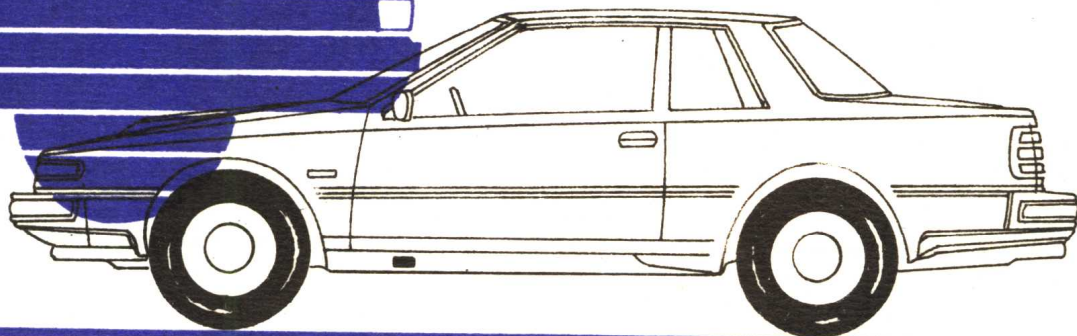
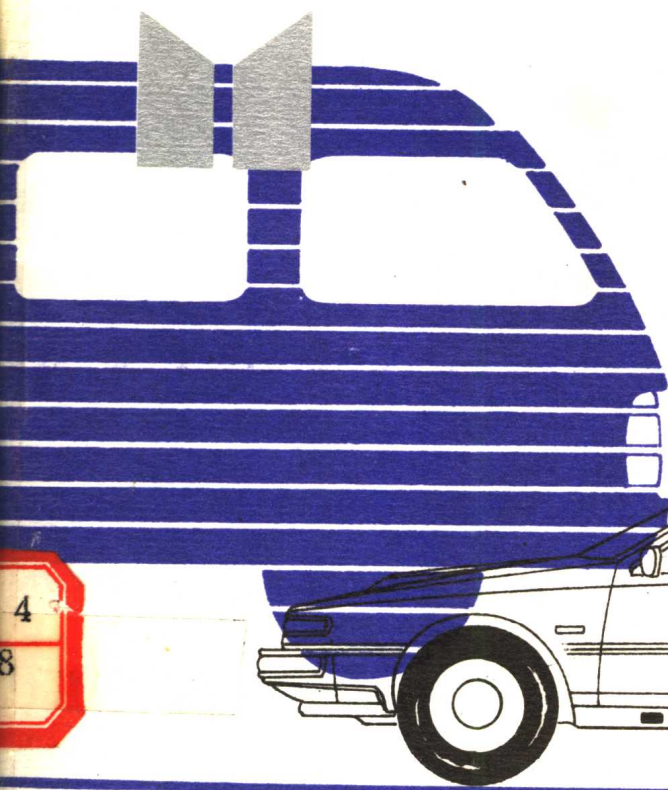


日本汽車 維修技術

— 底盘篇

白原新 译 梁代魁 校



吉林科学技术出版社

日本汽车维修技术

——底盘篇

白原新 译

梁代魁 校

吉林科学技术出版社

日本汽车维修技术——底盘篇

白原新 译 梁代魁 校

责任编辑:李 玫 梁代魁

封面设计:马腾骧

出 版 吉林科学技术出版社

787×1092毫米 16开本

11.75印张

276,000字

1992年5月第1版

1992年5月第1次印刷

发 行 吉林省新华书店

印数:1-6000册

定价:7.00元

印 刷 长春汽车研究所印刷厂

ISBN 7-5384-0971-8/U·72

内 容 提 要

本书是长春汽车研究所根据日本二级汽车整備技工教材组织翻译的。该套书由汽油发动机篇、柴油发动机篇和底盘篇等三册组成, 每篇各自具有独立性。本册底盘篇概述了汽车性能, 全面地介绍了离合器、变速器、传动轴、主减速器与差速器、驱动桥与悬架、转向装置、车轮与轮胎、制动装置、车架与车身、电气装置等的结构(主要是新结构)、工作原理、保养和修理技术以及前轮定位、润滑与润滑剂方面知识。为适应现代汽车整備作业的发展, 还详细地介绍了汽车各总成的检查方法、检查用设备及故障原因诊断方法。本书通俗易懂、内容翔实, 可直接作为从事汽、柴油汽车使用、修理及保养方面的技术人员和技术工人的工作手册, 也可作为汽车设计人员, 以及汽车、汽车运用与修理专业师生的学习参考书。

目 次

第一章 总论	(1)
1. 汽车的发展	(1)
2. 汽车的性能	(1)
第二章 动力传动装置	(11)
一、概要	(11)
二、离合器	(11)
1. 概要	(11)
2. 性能	(11)
三、变速器	(13)
1. 概要	(13)
2. 自动变速器	(13)
四、传动轴和万向节	(27)
1. 概要	(27)
2. 结构与性能	(27)
五、主减速器及差速器	(30)
1. 概要	(30)
2. 结构与性能	(31)
3. 保养与修理	(39)
第三章 车轴和悬架	(41)
1. 概要	(41)
2. 悬架的性能	(42)
3. 空气悬架	(45)
第四章 转向装置	(51)
一、概要	(51)
二、转向性能	(52)
1. 转向力的产生	(52)
2. 转向力与侧偏角	(52)
3. 不足转向与过度转向	(53)
4. 车轮的外倾角	(53)
三、转向助力器	(54)
1. 概要	(54)
2. 结构与性能	(55)
3. 保养与修理	(66)

第五章 车轮与轮胎	(69)
一、概要	(69)
二、轮胎的特性	(69)
1. 轮胎的变形	(69)
2. 轮胎的缓冲作用	(70)
3. 轮胎的滚动阻力	(70)
4. 轮胎的发热	(70)
5. 轮胎的振动	(71)
6. 轮胎的行驶噪声	(72)
7. 轮胎的寿命	(72)
三、保养与修理	(73)
第六章 前轮定位	(75)
1. 概要	(75)
2. 结构与性能	(75)
3. 保养与修理	(77)
第七章 制动装置	(79)
一、概要	(79)
二、制动性能	(79)
三、气压制动装置	(81)
1. 概要	(81)
2. 结构与性能	(81)
3. 保养与修理	(91)
四、复合式制动系	(94)
1. 概要	(94)
2. 结构与性能	(95)
五、防抱死制动装置	(101)
1. 概要	(101)
2. 结构与性能	(101)
六、排气制动装置	(104)
1. 概要	(104)
2. 工作原理	(104)
3. 结构与性能	(105)
4. 保养与修理	(107)
第八章 车架与车身	(109)
一、概要	(109)
二、作用	(111)
三、保养与修理	(116)

第九章 电气装置	(119)
一、概要	(119)
二、仪表	(119)
1. 概要	(119)
2. 结构与性能	(119)
3. 保养与修理	(125)
三、中心报警装置	(126)
1. 概要	(126)
2. 结构与性能	(127)
3. 保养与修理	(132)
四、空调装置	(133)
1. 概要	(133)
2. 结构与性能	(134)
3. 保养与修理	(135)
第十章 润滑与润滑剂	(137)
1. 摩擦力与润滑	(137)
2. 润滑状态	(137)
3. 润滑剂	(138)
第十一章 检查	(141)
一、概要	(141)
二、检查的目的	(141)
1. 认证汽车性能	(141)
2. 对汽车进行安全认证	(141)
3. 提高修理作业的精度	(142)
三、检查的种类	(142)
1. 入厂检查	(142)
2. 分解检查	(142)
3. 中间检查	(142)
4. 最终检查	(142)
四、法令上规定的检查	(143)
1. 分解修理检查	(143)
2. 在被认定的汽车修理厂进行的检查	(143)
五、各总成的检查	(143)
1. 动力传动装置	(143)
2. 悬架	(144)
3. 转向装置和前轮定位	(144)
4. 行走系	(145)

5. 制动系	(145)
6. 电气装置	(145)
7. 其他	(146)
六、检查用设备	(147)
1. 侧滑试验台	(147)
2. 制动试验台	(149)
3. 前大灯检验仪	(152)
4. 声级计(噪声计)	(156)
5. 速度表试验台	(157)
6. 底盘测功机	(159)
第十二章 故障原因分析	(161)
一、概要	(161)
二、故障现象及原因分析	(161)
1. 离合器	(161)
2. 变速器	(163)
3. 自动变速器	(165)
4. 传动轴	(167)
5. 后驱动桥与主减速器	(168)
6. 悬架	(169)
7. 转向装置	(171)
8. 动力转向系(整体式)	(172)
9. 轮胎	(173)
10. 排气制动装置	(176)
11. 底盘的电气装置	(177)

第一章 总 论

1. 汽车的发展

汽车以好的安全性、快舒性及经济性为追求目标,经过长年不断地技术改进,发展为今天的汽车。

汽车发展的初期,以能高速行驶和不发生故障为主要目标进行技术改进。也就是说,以追求良好的性能和确保可靠性为重点,要求开发大功率发动机和各部位坚固耐用。从这一要求来看,可以认为这一时期是一个追求机械工程学的时代。

但是,汽车是一个只有在人的操纵下才能发挥其性能的机械,因此,到了 50 年代,所谓的人机工程学的要素便引入到汽车技术之中。人机工程学是研究人和机械维持良好的合理性的一门综合性科学,它要求汽车应与人的特性相适应的思想强烈地渗透到汽车设计和制造之中。在这一时期,开始对转向盘与座椅的关系、变速杆操纵的方便性、各种踏板的踩踏方便性及各种仪表开关的操作方便性等进行了深入的研究,对行走系及车身结构等进行了改进,使汽车的平顺性、操纵性及安全性等得到大幅度提高,同时,行驶中的振动、噪声等也逐渐降低。

60 年代是汽车的安全性更引人注目的时代。随着汽车保有量的激增和向高速化发展,交通事故频频发生,已构成了严重的社会问题。以 1966 年美国安全基准的法律化等为转机,人们增强了车辆的安全意识。以日本为首的许多国家都将安全基准法律化了,制造不能引起事故的汽车,或者即便发生事故也能保证乘员安全的汽车的时机更加成熟。以制动系为代表的多种装置逐步得到改进,在汽车上开始采用各种各样的安全装置了。将车外表面上的突出物取消了,在车体内装置了能够吸收撞车时产生的冲击的缓冲安全装置。汽车的安全性在这一时期获得了很大的提高。

70 年代是积极组织防止公害的时期,特别是 70 年代后期,节能的呼声越来越高,为降低油耗的车辆轻量化技术等取得了惊人的进步。另外,作为各种机构动作的控制方法、电气技术和电子技术的大量采用取代了以往使用的机械式或液压式操纵机构。

对于从事汽车保修作业的工作者,为适应汽车技术的上述发展,学习并掌握相应的保修技术,无疑是基本的,也是重要的任务。

2. 汽车的性能

汽车在行驶时,将受到阻止其行驶的滚动阻力、空气阻力及坡道阻力等作用,这些力统称为行驶阻力。与行驶阻力相对而言,发动机的扭矩转变为汽车的驱动力,驱动力克服行驶阻力使汽车前进。

表示行驶阻力、驱动力及发动机转速与车速之间关系的曲线图称为汽车行驶性能曲线

图。由该曲线图可以得到汽车的加速性能、爬坡能力及最高车速等性能参数。为了理解这些关系,首先掌握关于行驶阻力与驱动力等关系的一般知识是很必要的。

(1) 行驶阻力和驱动力

图 1-1 示出了汽车在水平路面上以高速档行驶时,行驶阻力和驱动力与车速之间的关系。在该图中,当车速为 A 时,驱动力较行驶阻力大 $C-B$ 值,称其为后备驱动力。该后备驱动力能变成加速力,当汽车爬坡时就变成了爬坡力。

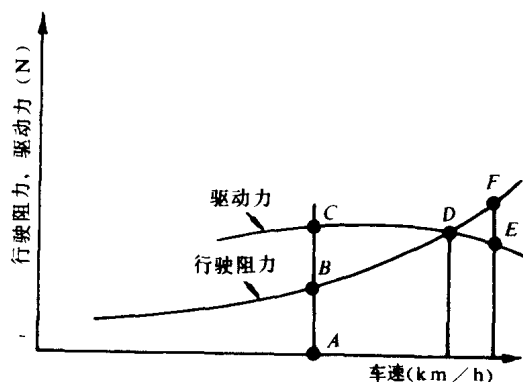


图 1-1 行驶阻力与驱动力

汽车继续加速,当汽车速度达到 D 点(驱动力曲线与行驶阻力曲线的交点)速度时,驱动力与行驶阻力相等,再超过这一速度就不能加速了。也就是说, D 点速度为汽车最高车速。

但是,由于瞬时顺风等原因,可能出现车速高于 D 点速度的现象。不过风一旦停止,如图 1-1 所示,由于此时行驶阻力(F 点)高于驱动力(E 点),即后备驱动力为负值,汽车将减速至 D 点速度。

由上述可见, D 点是汽车的驱动力与行驶阻力处于平衡且速度稳定的车速点,因此, D 点速度也称均衡速度。驱动力、行驶阻力及后备驱动力之间的关系可以表达为:

$$(\text{驱动力}) = (\text{行驶阻力}) + (\text{后备驱动力})$$

(2) 行驶阻力

在行驶阻力中,滚动阻力和空气阻力主要取决于车速的大小,但坡道阻力与车速无关,其大小由坡道的坡度决定。

① 滚动阻力

车轮在路面上滚动时产生的阻力称为滚动阻力,形成的原因如下。

- 轮胎接地部位的变形;
- 轮胎与地面的摩擦;
- 路面的微小变形;
- 轴承的摩擦;
- 路面引起的冲击。

滚动阻力主要取决于汽车的质量、路面的状况等,而具有实用意义的是在水平路面上的滚动阻力,其表达式为:

$$R_1 = \mu_r W$$

式中 R_1 ——滚动阻力, N

μ_r ——滚动阻力系数

W ——汽车总重力, N

表 1-1 列出了各种路面的滚动阻力系数(μ_r)值。

表 1-1 各种路面的滚动阻力系数 μ_r

路 面	μ_r
干粘土的自然路面	约 0.25
修整良好的多石路面	约 0.033
铺石路面	约 0.03 ~ 0.07
干燥的水泥及柏油路面	约 0.01 ~ 0.02

注: μ (发音“缪”) 是希腊字母, 多用来表示公式中的系数。

滚动阻力系数随轮胎气压和车速而变化, 高速时 μ_r 将随车速升高而急剧增大, 图1-2示出了滚动阻力系数与轮胎气压和车速的关系。

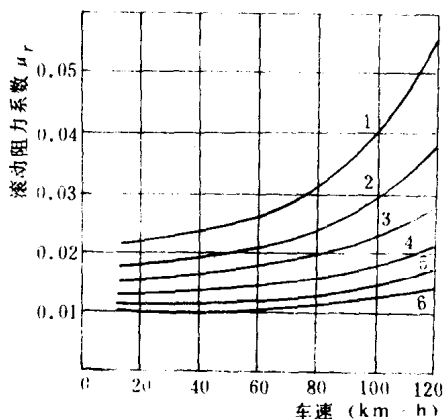


图1-2 滚动阻力系数与轮胎气压和车速的关系曲线

以上介绍的是汽车在水平路面上行驶时受到的滚动阻力, 而当汽车在坡路上行驶时, 就变成如图1-3所示那样, 垂直于路面的载荷 W_n 是汽车重力的一个分力, W_n 随坡度角 θ 的增大而减少, 这一关系可以表达为:

$$W_n = W \cos \theta$$

所以坡路上的滚动阻力 R_1 表达为:

$$\begin{aligned} R_1 &= \mu_r W_n \\ &= \mu_r W \cos \theta \end{aligned}$$

式中 R_1 ——坡路上的滚动阻力, N

μ_r ——滚动阻力系数

W ——车辆总重力, N

θ ——坡路的坡度角, 度

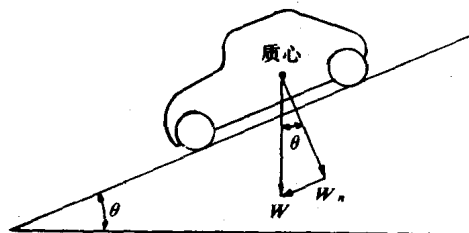


图1-3 汽车对坡道的垂直载荷

② 空气阻力

在空气中行驶的汽车, 将受到正面风压、侧面空气流动产生的摩擦力及后部涡流等引起的阻力, 通常将这些阻力之总和称为空气阻力。

空气阻力与汽车正面投影面积、车速(严格地说是汽车与空气的相对速度)的平方成正比关系, 可用下式表示。

$$R_2 = \mu_a S V^2$$

式中 R_2 ——空气阻力, N

μ_a ——空气阻力系数

S ——汽车正面投影面积, m^2

V ——车速, km/h

其中空气阻力系数 μ_a 值取决于汽车的形状, 各种汽车的空气阻力系数值列于表 1-2。

表 1-2 各种汽车的空气阻力系数 μ_a 值

汽车的形状	μ_a
特别考究的流线型赛车	0.0015 ~ 0.002
近于流线型的轿车	0.002 ~ 0.0025
稍有棱角的轿车、大型客车等	0.0035 ~ 0.004
具有明显棱角和突出物的载货汽车等	0.0045 ~ 0.05

③ 爬坡阻力

当汽车爬坡时,其重力沿坡道方向的分力与驱动力的方向相反,这一阻力称为爬坡阻力。如图1-4所示,重力为 W 的汽车在坡度角为 θ 的坡道上行驶时,重力 W 的分力 R_3 就是爬坡阻力,其表达式为:

$$R_3 = W \sin \theta$$

式中 R_3 ——爬坡阻力, N

W ——汽车重力, N

θ ——坡度角, 度

这种场合下, $\sin \theta$ 称为爬坡阻力系数。

道路的坡度一般用 $\tan \theta$ 表示,当已知道路的坡度,要求计算爬坡阻力时,应将 $\tan \theta$ 换算成 $\sin \theta$ 。但是,当 θ 角很小时,可近似认为 $\sin \theta \approx \tan \theta$,这在实际应用时往往是可行的。

当汽车下坡行驶时,爬坡阻力变为负值,起增大驱动力的作用。



图1-4 爬坡阻力与坡度角的关系

④ 行驶阻力与车速的关系

如前所提,行驶阻力是滚动阻力、空气阻力及爬坡阻力的总和。其中,滚动阻力在车速低时与速度无关,而在高速行驶时有急剧增大的趋势;空气阻力与速度的平方成正比,爬坡阻力与速度无关,取决于坡道的坡度角。这样,行驶阻力与车速的关系,上坡行驶时则表示为图1-5的形式,下坡行驶时则表示为1-6点划线曲线。

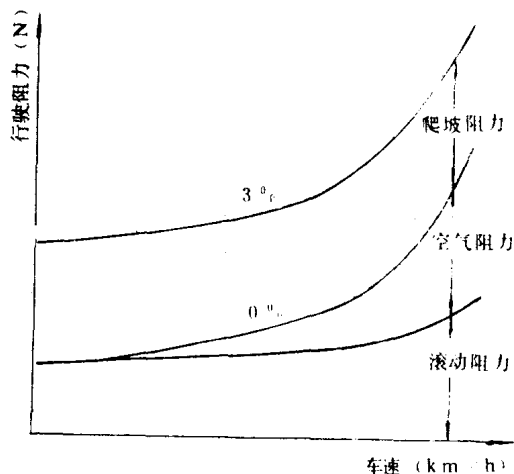


图1-5 上坡行驶时行驶阻力与车速的关系

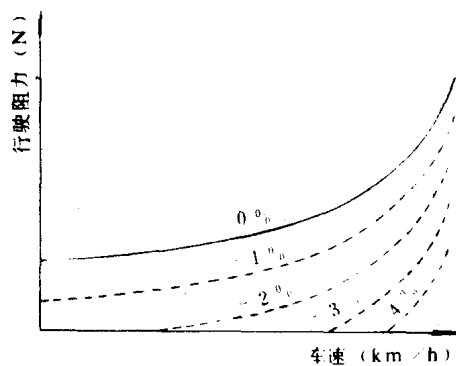


图1-6 下坡行驶时行驶阻力与车速的关系

(3) 加速力

为使汽车加速行驶所必需的力可分为两部分,其中一部分是使汽车行驶速度升高,另一部分是使汽车的旋转部分转速增大。

① 使汽车行驶速度升高的力

使汽车行驶速度升高的力与汽车的重力和加速度成正比,可表达为:

$$F_1 = \frac{W}{g} a$$

式中 F_1 ——使汽车行驶速度升高的加速力, N

W ——汽车重力, N

a ——汽车加速度, m/s^2

g ——重力加速度($g=9.8$), m/s^2

② 使汽车的旋转部分增大转速的力

汽车发动机、传动装置及轮胎等做旋转运动的部分,在汽车加速行驶时,不仅随汽车在前进方向加速,而且必须加快自身的转速。这就需要另外一个加速力。

这样,为了使汽车加速,除了车辆重力需要的加速力外,还需增加一个加速力,以使相当于旋转部分的重力 W' 产生同样的加速度。为使这个重力 W' 产生同样的加速度所需要的力 F_2 为:

$$F_2 = \frac{W'}{g} a \text{ (N)}$$

W' 称为旋转部分当量重力。

W' 的大小因车而异,同时也随变速器的速比而变化,但一般情况下为汽车重力的 5~7%。

这样,由上述两式可得出汽车加速力与加速度 a 之间的如下关系式。

$$F = F_1 + F_2 = \frac{W + W'}{g} a = \frac{W + W'}{9.8} a$$

(4) 驱动力与行驶性能

由上述可知,如果增大驱动力,则爬坡和加速的能力也随之增大,最高车速也提高了。而驱动力可以通过增大发动机扭矩,或增大传动装置的变速比,或减小驱动轮直径使之增大。但是,当驱动力大于路面与轮胎之间的摩擦力时,车轮将产生空转,从而不能有效地传递动力。驱动力的最大极限值可用下式表示。

$$\text{驱动力的最大极限值} = \mu W \text{ (N)}$$

式中 μ ——路面与轮胎间的摩擦系数

W ——加在驱动轮上的重力总和, N
摩擦系数 μ 随路面及轮胎的状态而异(表 1-3)。

表 1-3

路面状态	μ
干燥的沥青路面	0.75 ~ 0.85
潮湿的沥青路面	0.4 ~ 0.7
覆雪路面	0.2 ~ 0.4

这样,对于驱动力,由于每个驱动轮都有其极限值,为了充分发挥爬坡、加速及最高车速等行驶性能,采用全轮驱动型式无疑是很有益处的。此外,通过改进汽车外形、减小汽车质量等降低空气阻力、滚动阻力、爬坡阻力等行驶阻力也是必要的。

(5) 行驶性能

① 行驶性能曲线

图 1-7 为某汽车的行驶性能曲线图,图

中横坐标为车速, 纵坐标为驱动力、行驶阻力及发动机转速, A 、 B 、 C 、 D 及 R 曲线表示一、二、三、四档及倒档的驱动力; I 、 II 、 III 、 IV 、 V 、 VI 及 VII 曲线表示爬坡时的行驶阻力; a 、 b 、 c 、 d 及 r 曲线表示各档位时对应的发动机转速。另外在表 1-4 中列出了该车有关性能参数。

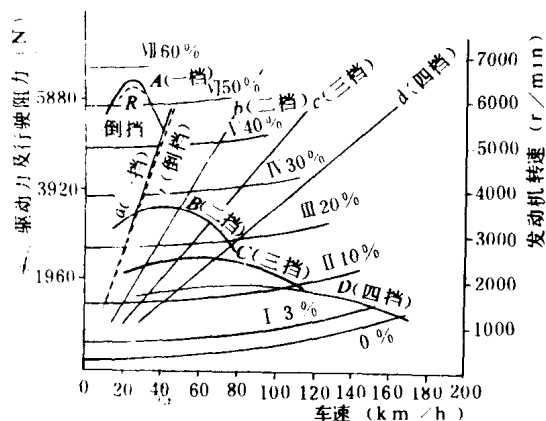


图 1-7 行驶性能曲线图

a. 行驶性能曲线图与发动机性能曲线图的关系

在说明行驶性能曲线图之前, 先探讨一下它与发动机性能曲线图的关系。

图 1-8 是具有图 1-7 所示行驶性能的汽车的发动机性能曲线图。由该图可知, 该发动机的转速在 $1\,000 \sim 5\,800 \text{ r/min}$ 范围内, 其扭矩约为 $117 \sim 147 \text{ N}\cdot\text{m}$ 。

一般情况下, 发动机扭矩与汽车驱动力之间有如下关系。

表 1-4

发动机	最大功率[kW/(r/min)]	71/5 400	变 速 器	排 档	变 速 比	传动效率(%)
	最大扭矩[N·m/(r/min)]	14.7/3 400		1	3.587	0.90
汽车最大总质量(kg)		1 265		2	2.022	0.90
滚动阻力系数		0.015		3	1.384	0.90
空气阻力系数		0.002 2		4	1.000	0.95
汽车正面投影面积(m ²)		1.74		倒	3.484	0.90
轮 胎	尺 寸	6.45-13-4PR	主减速比		3.909	
	动力半径(m)	0.286	排气消声器等损失修正系数		0.92 (5 400r/min)	

$$\text{驱动力} = \frac{[\text{发动机扭矩}(\text{N}\cdot\text{m}) \times (\text{总减速比}) \times (\text{传动系效率})]}{(\text{驱动轮轮胎的动力半径})} \quad (\text{N})$$

式中 动力半径——也称有效半径或有效滚动半径, m

另外, 车速与发动机转速存在如下关系。

$$\text{车速} = \frac{[\text{发动机转速}(\text{r/min})] \times 60}{\text{总减速比}} \times \frac{2\pi \times (\text{驱动轮轮胎动力半径}(\text{m}))}{1\,000} \quad (\text{km/h})$$

从图 1-8 查到发动机的转速和扭矩之值, 然后代入上述两个公式, 就可以计算出驱动力和

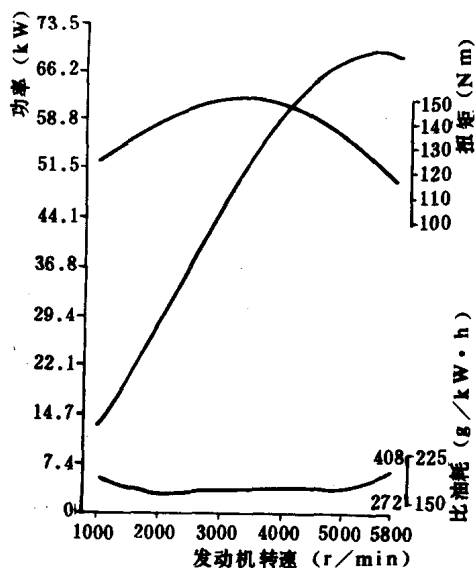


图 1-8 发动机性能曲线图

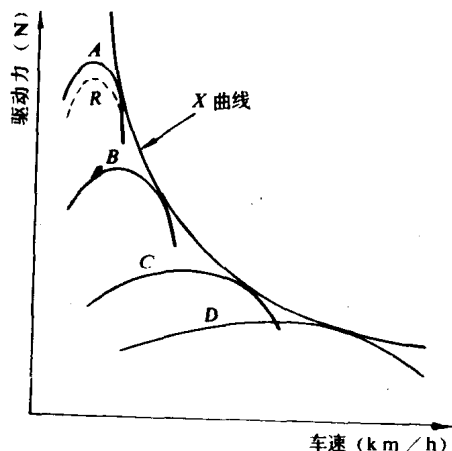


图 1-9 装用四档变速器和无级变速器时汽车驱动力之间的关系

发动机转速与车速的关系,并绘制出图1-7的 A、B、C、D、R 曲线及 a、b、c、d、r 曲线。

b. 驱动力曲线

由前式显见,汽车驱动力曲线形状与其发动机扭矩曲线是相同的。如图 1-9 所示,一档的驱动力曲线 A 具有大的驱动力,但速度范围狭窄且偏向左方。全部驱动力曲线的速度范围,按一档、二档、三档、四档的次序逐渐变宽。

如果该车装用无级变速器,其驱动力曲线就变成图 1-9 中的 x 曲线。

图 1-10 是某汽车装用自动变速器时的行驶性能曲线,表 1-5 中列出了该车的有关性能参数。

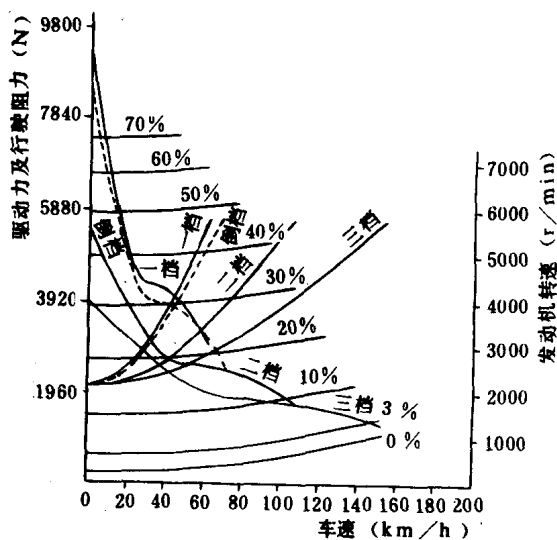


图 1-10 某车装用自动变速器时的行驶性能曲线图

表 1-5

发 动 机	最大 功 率 [kW/(r/min)]	71/5 400	变 速 器	排 档	变 速 比	传 动 效 率 (%)
	最大 扭 矩 [Nm (r/min)]	14.7/3 400		1	2.450	0.90
汽车最大总质量 (kg)		1 280	倒	2	1.450	0.90
滚动阻力系数		0.015		3	1.000	0.95
空气阻力系数		0.002 2	变 矩 比	倒	2.222	0.90
汽车正面投影面积 (m ²)		1.74				2.200
轮 胎	尺 寸	6.45-13-4PR	主 减 速 比		3.909	
	动 力 半 径 (m)	0.286	排气消声器等损失修正系数		0.92 (5 400r/min)	

c. 行驶阻力曲线

图 1-7 中的 I ~ VII 各曲线分别表示汽车在各坡度的坡道上坡时的行驶阻力曲线, 其坡度值用 $\text{tg}\theta$ (θ 为道路的坡度角) 的百分数 (%) 来表示。例如, 20% 表示 $\text{tg}\theta=0.2$ 。

0% 曲线是在平坦路面上行驶时的行驶阻力曲线, 该曲线只是表示滚动阻力与空气阻力之和。因此, 0% 曲线与各坡度下的行驶阻力曲线之间间隔相当于爬坡阻力 ($W \sin \theta$)。

② 最高车速

汽车的最高车速通常指传动系变速比最小时在水平路面行驶的最大车速。对于具有图 1-11 所示行驶性能的汽车, 其最高车速可以从四档驱动力曲线与 0% 行驶阻力曲线的交点得到, 约为 167km/h。

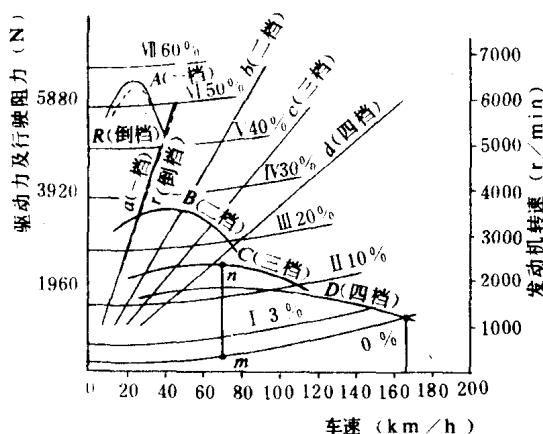


图 1-11 行驶性能曲线

由图 1-11 可知, 汽车的驱动力越大, 行驶阻力越小, 其最高车速越大。另外, 如果改变挂第 4 档时的总变速比, 四档驱动曲线位置将改变, 最高车速也相应有些变化, 所以最高车速还与总变速比有一定的关系。

另外, 还可以用同样的方法, 即查出有关曲线交点的坐标, 求得汽车在各种坡度的坡道上行驶时的稳定车速。

③ 加速性能

仍然利用图 1-11 所示行驶性能曲线图,

假定汽车在水平路面上行驶, 且车速低于最

高车速, 那么, 其驱动力将大于行驶阻力, 两者之差就可以作为后备驱动力使汽车加速。

对于汽车以任意速度行驶时的加速度, 都可利用行驶性能曲线图计算出来。

如前面所述, 加速度与加速力存在下述关系。

$$F = \frac{W + W'}{9.8} a \quad (\text{N})$$

及

$$a = 9.8 \frac{F}{W + W'} \quad (\text{m/s}^2)$$

例如, 在图 1-11 中, 当汽车挂三档以 70km/h 速度在水平路面行驶时, 其后备驱动力 (mn) 约为 1960N。由表 1-4 查得汽车最大总质量为 1265kg, 此时汽车的加速度可计算如下:

汽车整备质量 = 1265 - 55 × 5 = 990kg (每人体重按 55kg 计, 该车定员 5 个)

设 W' 为汽车整备重力(质量)约 5%, 则

$$W' = 990 \times 0.05 \times 9.8 \quad (\text{N})$$

$$a = \frac{9.8F}{W + W'} = \frac{9.8 \times 1960}{1256 \times 9.8 + 990 \times 0.05 \times 9.8} \approx 1.49 (\text{m/s}^2)$$

由上述知, 为了提高汽车的加速性能, 应从下面两方面努力。

a. 提高汽车的后备驱动力;

b. 减小汽车的质量。

④ 爬坡能力

首先考虑汽车以某一速度等速行驶在坡道上的场合。设

$$F = (\text{驱动力}) - \{(\text{滚动阻力}) + (\text{空气阻力})\}$$

那么, 力 F 将全部用于克服爬坡阻力, 则可用下式计算汽车爬坡行驶时坡道的最大坡度角。

$$F = W \sin \theta$$

另外, 在图 1-11 所示的行驶性能曲线图上, 分别找出各种坡度坡道的行驶阻力曲线与变速器各档驱动力曲线的交点, 就可以求出汽车挂各档时在某一坡度坡道上的行驶速度。这就是说, 爬坡与加速一样也消耗发动机的功率, 因此, 为了提高爬坡能力, 可采用前述提高加速性能的办法。

另外, 通常说的爬坡能力是指汽车满载状态下变速器挂一档, 爬坡行驶时坡道的最大坡度, 并用 $\lg \theta$ 或角度 θ 表示。