

现代汽车、摩托车
图解丛书

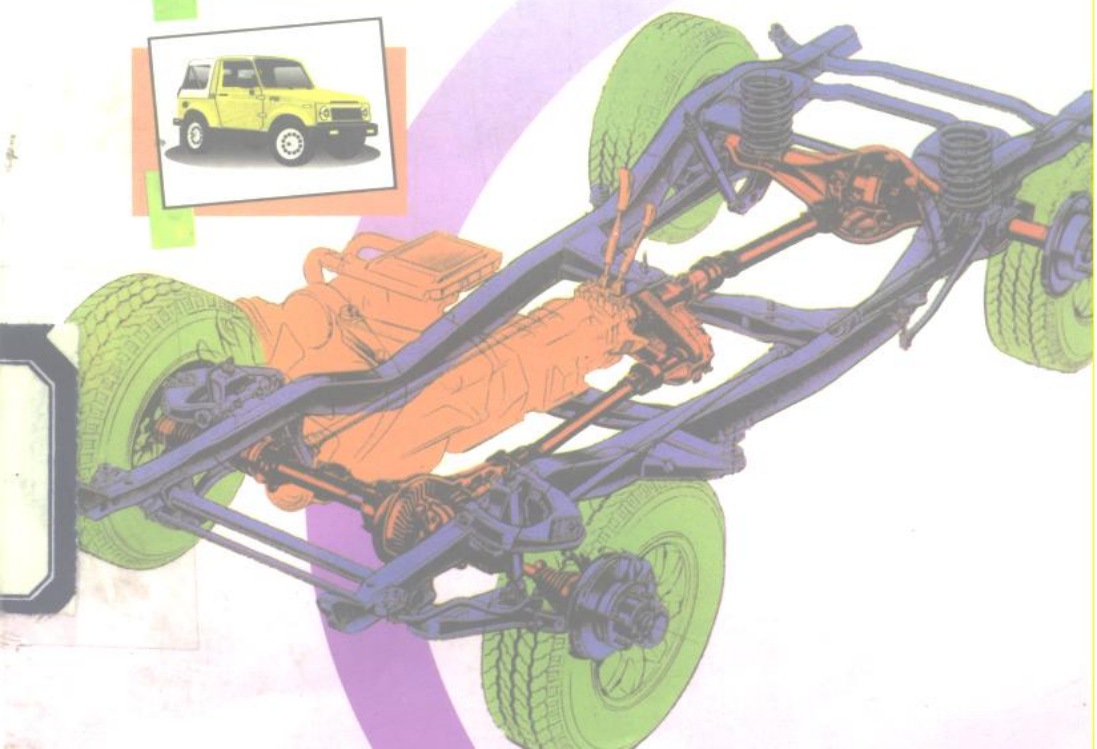
7

日本权威系列读物中文版

四轮驱动汽车构造图解

[日] 庄野欣司著 刘茵等译

吉林科学技术出版社 联合出版
香港万里机构



现代汽车摩托车图解丛书

四轮驱动汽车构造图解

[日] 庄野欣司 著

刘 茵 译
潘力本
刘若南 审校

吉林科学技术出版社
香港万里机构出版有限公司

【吉】新登字 03 号

原作名：4WD 车の研究

原作者名：庄 野 欣 司

原出版社名：株式会社グランプリ出版

本中文版经日本综合著作权代理公司仲介出版

总策划：曾协泰 赵玉秋

2P36/01

四轮驱动汽车构造图解

[日] 庄野欣司著 刘 茵 潘力本译 刘若南审校

责任编辑：齐向东

封面设计：香港万里机构制作部

出版 吉林科学技术出版社
香港万里机构出版有限公司

880×1230 毫米 32 开本 6.5 印张
插页 4 265 000 字

1995 年 1 月第 1 版 1995 年 1 月第 1 次印刷

发行 新华书店总店北京科技发行所

印数 1-10 000 册 定价 10.60 元

印刷 长春市永昌福利印刷厂印刷

ISBN 7-5384-1457-6/U · 99

前 言

直至 20 世纪 70 年代中期之前,四轮驱动汽车的需求范围还是极其有限的。其用户仅限于从城市去滑雪场的滑雪爱好者和以越野赛车为乐趣的一部分赛车手,此外还包括在积雪地带生活的一部分人。然而,进入 70 年代后期,四轮驱动汽车的良好越野性和其安全性越来越被人们所注目,由于它具有丰富多彩的汽车娱乐性能,已成为都市派新感觉的一种时髦商品,这样,其用户层急剧增加了。

目前,不仅一般轿车,甚至从轻型车到厢式车的几乎所有车种,都有四轮驱动车。而且其主要属性也在改变,即从时髦商品时代向功能商品时代转换。同时四轮驱动作为汽车结构的重要总成之一,也被人们普遍承认了。

众所周知,四轮驱动的英文缩写为 4WD,与传统的后轮驱动或家庭轿车的前轮驱动相比,四轮驱动确实是一种清晰明了的系统。

一直驾驶二轮驱动汽车的驾驶员,当他握住四轮驱动汽车的方向盘行驶时,一般来说不会有明显的差异感。一旦迷上了四轮驱动汽车,他就会握起方向盘急驰如飞。然而,当脱离铺装路面进入泥泞道路时,或在刚下过雨的铺装路面上行驶时,就会立即感觉到四轮驱动是多么的不同,安全感明显优于二轮驱动。特别是在恶劣的路面上行驶时,更能体验到四轮驱动的优越性。

这种差异从何产生,为什么能够产生,又是如何体现出来的呢?

本书力求通过对四轮驱动汽车的原理和系统的详细解说,对这些问题做出简明易懂的答案。

在本书出版之际,国内外汽车和零部件厂家的各位先生提供了数量繁多的资料,在此表示深深的谢意。

目 录

第一章 四轮驱动系统	(1)
一 四轮驱动的普及和多品种化	(1)
二 四轮驱动汽车的技术评述	(2)
三 四轮驱动汽车的总成布置	(4)
四 差速器的作用	(5)
五 驱动扭矩和驱动力	(6)
第二章 四轮驱动汽车的发展历史	(8)
一 能像马车一样行驶的汽车	(9)
二 在战争中加速开发的越野四轮驱动汽车	(11)
三 在方程式汽车大赛中屡遭败绩的四轮驱动赛车	(12)
四 在汽车拉力赛中独领风骚的四轮驱动汽车	(15)
五 向实用汽车的发展	(17)
六 高性能轿车的四轮驱动化	(18)
第三章 四轮驱动的固有问题	(20)
一 急转弯制动现象	(20)
二 前后轮的干涉	(24)
三 动力传动效率	(29)
四 驱动系的振动和噪声	(31)
第四章 四轮驱动各装置的作用	(33)
一 短时四轮驱动的防止轮胎打滑方法	(33)
二 用单向超越离合器避免急转弯制动现象	(34)
三 用湿式多片离合器控制驱动扭矩	(37)
四 使用差动限制装置补偿差速器的缺点	(38)
五 降低驱动系振动和噪声的等速联轴节	(43)
第五章 短时四轮驱动	(44)
一 短时四轮驱动的概要	(45)
二 机械离合器和液压多片离合器	(47)
三 短时四轮驱动加重了驾驶员的负担	(50)
四 提高传动效率	(52)

第六章 各种方案的常时四轮驱动	(57)
一 固定扭矩分配方式	(58)
二 中间差速器锁死方式	(59)
三 中间差速器差动限制方式	(64)
四 变动扭矩分配方式	(78)
五 被动扭矩分配方式	(80)
六 主动扭矩分配方式	(91)
第七章 驱动系的总布置	(102)
一 以前纵置发动机后轮驱动为原型的四轮驱动	(102)
二 以前纵置发动机前轮驱动为原型的四轮驱动	(104)
三 以前横置发动机前轮驱动为原型的四轮驱动	(107)
四 以中置发动机为原型的四轮驱动	(109)
五 后置发动机的四轮驱动	(110)
第八章 四轮驱动汽车的行驶特性	(112)
一 坏路的通过性	(112)
二 驱动力作用下的轮胎和路面的摩擦力	(116)
三 驱动力的前后分配	(119)
四 转向时轮胎上的作用力	(121)
五 二轮驱动汽车的转向性	(124)
六 各种四轮驱动方式及其转向性	(126)
七 四轮驱动汽车的制动	(128)
八 四轮驱动和制动的关系	(132)
第九章 四轮驱动的主要装置	(135)
一 分动器	(135)
二 差速器	(143)
三 差动限制装置	(149)
四 粘性联轴节	(154)
五 传动轴和半轴	(159)
六 万向联轴节	(160)
第十章 制动防抱死系统	(168)
一 使用制动防抱死系统的原因	(168)
二 最佳制动系统	(171)
三 制动防抱死系统的组成	(172)
四 制动防抱死系统的工作原理	(173)
五 四轮驱动的制动防抱死系统	(175)

六 防抱死制动的特点	(177)
第十一章 四轮驱动汽车的轮胎	(179)
一 选择轮胎的错误观点	(179)
二 轿车和厢式车用全天候轮胎	(180)
三 真正的四轮驱动汽车用轮胎	(182)
四 越野四轮驱动用轮胎	(185)
结束语——代作者	(198)

第一章 四轮驱动系统

一 四轮驱动的普及和多品种化

使用发动机的动力驱动汽车，人们自然会想到使用4个车轮驱动汽车。这并不是什么新想法，早在汽车的历史开篇之初，四轮驱动汽车就已经存在过了。

然而，现实社会中最早获得普及的汽车并不是四轮驱动汽车，而是二轮驱动汽车，即前轮驱动汽车和后轮驱动汽车。

这种二轮驱动的汽车，人们早已司空见惯以为常了，说到汽车就是二轮驱动汽车，这已近于常识。然而，目前这种二轮驱动汽车也有了很大变化。后轮驱动是利用装载于汽车前方的发动机去驱动后轮，这种结构历来普遍采用。然而，最近前轮驱动汽车变得多起来了。

而人们原本认为应当普及的四轮驱动汽车，却成了特殊用途的汽车，是一般常人难以驾驶的交通工具，长期以来在汽车社会中被人冷落了。

近一时期，四轮驱动汽车开始迅速普及。以至于出现了惊人的四轮驱动汽车热，尤其是在日本，这种热潮更为可观，无论是轿车还是载重车、轻型车，几乎所有的车种都有四轮驱动的变型车。

从越野用的四轮驱动汽车，直至积雪地区用的轻型汽车、家庭轿车、厢式车、高性能的赛车以及拉力赛车等等。所有的车种都有四轮驱动汽车。以往只有少数熟练驾驶员才能操纵的四轮驱动汽车，目前任何人都能购买，而且容易驾驶，与普通汽车毫无差别。

本来在日本并没有大范围的沙漠和荒丘，越野车的需求并不多。适合汽车旅游的地点亦屈指可数，因此也没有越野行驶的传统。那么，为什么一切应具备的条件都没有，但四轮驱动汽车还如此普及呢？

其原因可以说是各种各样的。其一是从70年代后期开始，汽车的用途多样化了。原来只限于森林警备、保安和建筑工程使用的四轮驱动汽车，已开始成为汽车旅游的工具。进入80年代之后，在坡路较多或有积雪的多山地带使用的轻型汽车（厢式车、面包车和载重车）中，四轮驱动化急速普及开来。

各汽车厂家瞄准这一市场动向，努力充实商品系列，促成了四轮驱动汽车的普及。不能忽视的是，在日本也存在四轮驱动汽车普及的土壤，各汽车厂家为了扩充销路而不断采用新技术。尤其是80年代后半期，出现了用户开始追求高档车的倾向，在

竞相开发新型高档车辆的竞争中,四轮驱动成了引人注目的新技术之一.这也是四轮驱动汽车普及的原因之一。



图 1-1

三菱·普拉宝汽车

四轮厢式车非常适用于
农村山地使用

图 1-2

丰田·兰德克路萨
厢式汽车

这是一种典型的四轮驱动
越野车,后车身近似于面
包车



二 四轮驱动汽车的技术评述

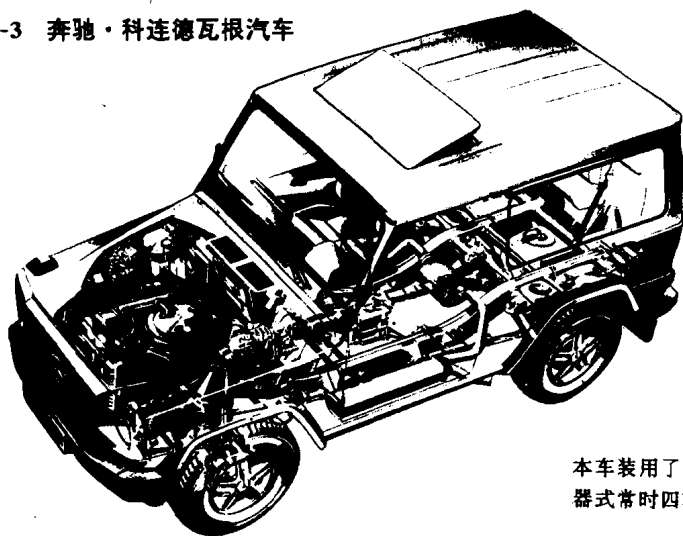
最近,四轮驱动汽车的设计思想发生了很大的变化。

最初,对四轮驱动汽车仅仅注意其牵引性,也就是在二轮驱动时难以通过的地方,使另外的二轮也参与驱动,或者是将强大的动力尽可能地分配给多个轮胎(如竞赛用四轮驱动汽车),从而提高汽车的通过性。

最近的高性能轿车也开始采用四轮驱动了,这类汽车使用四轮驱动不仅仅是为了提高汽车的牵引性和通过性,更重视汽车的行驶性,转向性和制动性。为了提高汽车的这些性能采用了四轮驱动系,并利用一切结构和装置,自动地或按司机驾驶意图,综合地控制发动机功率,整车的横向加速度,以及制动力等,把驱动扭矩合理地分配给前后车轮。

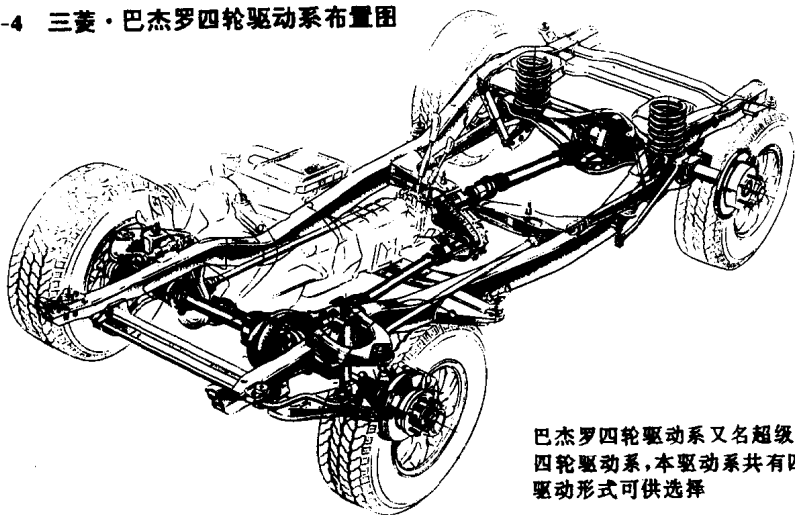
可以想像,今后汽车的四轮驱动技术还会进一步发展。

图 1-3 奔驰·科连德瓦根汽车



本车装用了中间差速器式常时四轮驱动系

图 1-4 三菱·巴杰罗四轮驱动系布置图



巴杰罗四轮驱动系又名超级选择四轮驱动系,本驱动系共有四种驱动形式可供选择

关于四轮驱动的原理,看起来似乎非常简单,为什么在实际应用时却十分困难呢?

四轮驱动的机理是非常深奥的,可是为什么其种类又如此之多呢?而且,其专门术语又层出不穷,使人如坠云雾之中无所适从。

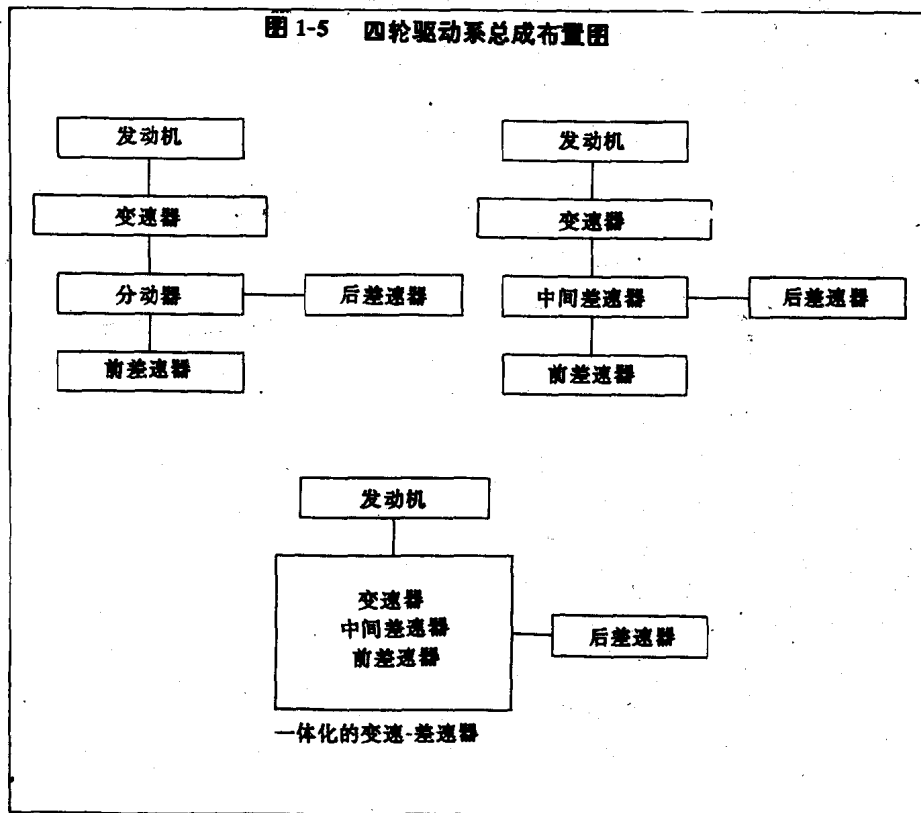
本书以对四轮驱动汽车有兴趣的读者为对象,以技术方面的解说为重点,以机构和理论的趣味性为中心,以问答的形式来加以论述。

三 四轮驱动汽车的总成布置

在论述正题之前,首先从整体上说明一下四轮驱动系的基本概况。

四轮驱动汽车的结构是将发动机产生的动力传递给变速器,然后利用分动器把动力分配给前后传动轴,接着通过传动轴将动力传递给前后差速器,与各个差速器相连接的半轴使四个轮胎旋转。

图 1-5 四轮驱动系总成布置图



如果更详细地说明一下的话,那就是动力首先被传递到变速器,在此调整旋转速度后,再传递到分动器。分动器是将动力分配给前轮和后轮的装置。在把后轮驱动改造成四轮驱动时,一般采用独立式分动器,并把分动器布置在变速器后面。在把前轮

驱动改造成四轮驱动时，一般把分动器布置在变速器壳体内。

许多时候不使用分动器，而在分动器的位置上布置中间差速器。中间差速器位于前轮和后轮之间，又具有差动功能，因而取名为中间差速器，中间差速器又名轴间差速器。

目前，前轮驱动轿车在轿车中占有很大比例。这种轿车四轮驱动化的时候，必须将变速器、中间差速器和最终减速器布置到一个壳体中，否则很难布置。一般都将上述二种机构一体化，一体化后的装置叫变速-差速器。

四轮驱动机构之所以难以理解，原因之一，就是许多相同的装置但名称却不一样。虽然很麻烦，但目前只能如此，如果没有理解的话，请再看一下图 1-5。

总而言之，发动机分配到前后桥的动力，如果是距变速器较远的话，应通过传动轴来传递，如果距变速器较近的话，则通过轴或齿轮来传递。该动力再通过差速器分送到左右半轴，通过各自的半轴来驱动左右车轮旋转。

四 差速器的作用

前面已多次谈到差速器了，想来诸位已大体了解了吧。该装置是四轮驱动系中最关键的装置。如果掌握了该装置的作用，也就大体掌握了四轮驱动机构了。

这种装置极为简单，是两个轴的连接装置。即使每个轴以不同速度旋转，也不会出现不正常的动作。其原始结构是 1825 年在法国发明的。

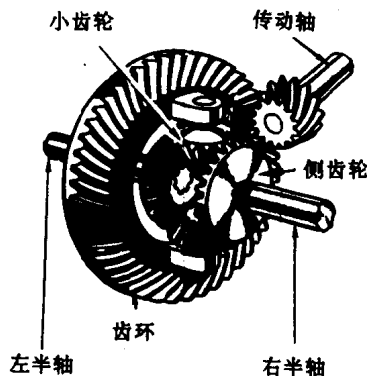
在四轮驱动中，为了驱动四个车轮，必须将所有的车轮连接起来。如果将四个车轮机械地连接在一起，汽车在前进的时候，所有的车轮必须以同样的速度旋转。当直线行驶时，不存在任何问题，然而，当曲线行驶时问题就出现了。

为了取得驾车执照而进行实际道路练习驾驶时，汽车学校的教官首先要教的是，如何掌握汽车转向时的内侧车轮距离。当沿着道路弯道转动方向盘时，教官会提醒你，由于内侧后轮的转弯半径小，应注意保持一定距离来转向。如果认真考虑一下的话就会发现，在转弯时，不仅前后轮胎转弯半径不同，左右轮胎前进的距离也是不同的。

这样一来，在四轮驱动汽车上，必须在前后桥上布置前后差速器，利用前后差速器调整左右轮的转速差，并在前后桥之间设置中间差速器，利用中间差速器调整前后轮的转速差。

在阅读本书时，对差速器了解到这种速度也就可以了，如果仍然不太理解的话，请先阅读一下第九章《差速器》。总而言之，四轮驱动是一种以差速器为中心的机构，如果了解了差速器的工作原理，那么再读本书后面的说明，或者阅读其他有关四轮驱动系统的内容时，就很容易理解了。

图 1-6 差速器



直线行驶

传动轴的主动小齿轮驱动齿环转动,齿环上的小齿轮和侧齿轮啮合。在汽车直线行驶时,整个差速器成一体旋转,齿轮之间无差动转速

转弯状态

这时,汽车左右车轮出现转速差,小齿轮吸收左右车轮的转速差

五 驱动扭矩和驱动力

最后,再谈一下驱动扭矩和驱动力。

实际上,在读有关四轮驱动汽车理论时,使人感到很难理解的主要原因是,由于驱动这一专业术语反复出现。不仅本书之中,在其他的四轮驱动书籍和文章之中,也反复出现驱动扭矩和驱动力等专业术语,如果不弄清这些专业术语的含义,也很难理解后面的说明。

本书中所说的驱动扭矩或扭矩,是指发动机产生的动力,该动力通过变速器减速,最终传递给传动轴并使车轮旋转。

本文中的驱动力,是指轮胎碾过路面时产生的向前推进力。

图 1-7 是讲解驱动扭矩和驱动力差别的例图,该图示出了汽车的后轮和差速器。图 A 是左右轮胎接触的是同样状态的路面,图 B 是左侧轮胎陷入了泥泞的路面之中。

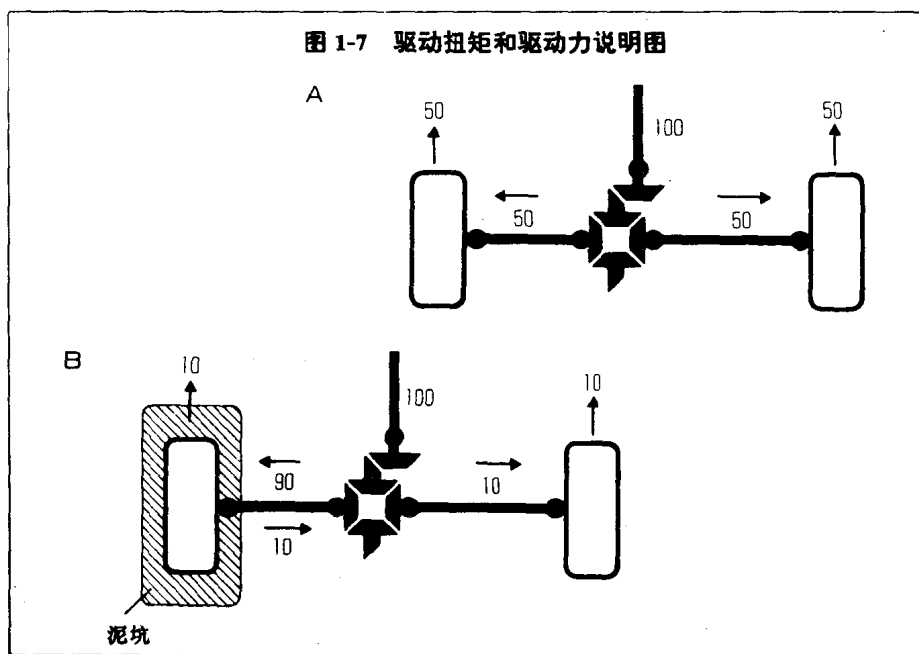
现在,假设在图 A 的状态下,从发动机传来的驱动扭矩为 100。那么,差速器分配给左右车轮的驱动扭矩各为 50 左右,左右轮胎各自产生 50 左右的驱动力。

下面,假设在图 B 的状态下,从发动机同样也传来 100 的驱动扭矩,差速器分配给左右车轮的驱动扭矩也各为 50。此时,左车轮是空转,只产生 10 的驱动力。这样一来,由于差速器分配给左右车轮的驱动力相等,所以,右车轮也只能产生 10 的驱动力。

从发动机传出的驱动扭矩为 100,左右车轮合起来却只产生 20 的驱动力,那么,其余 80 的驱动扭矩到底到什么地方去了呢?无需说明,这些扭矩都用在将泥泞路面

挖深的方面了。

图 1-7 驱动扭矩和驱动力说明图



第二章 四轮驱动汽车的发展历史

所谓四轮驱动汽车，简洁明了的定义就是：“四轮驱动汽车具有将发动机的动力传递给四个车轮的结构，并通过这些车轮驱动、行驶的汽车。”

四轮驱动结构看起来非常简单，但却有许多非常难以解决的问题。从汽车诞生之日起，人们就试图开发这种车辆，但直至最近才大体上解决了这些技术难题并使其广泛得以利用。

四轮驱动汽车的历史，是一部变化多端的历史。四轮驱动所追求的性能和为了达到这种性能所采取的技术措施互相影响，有时采取妥协方案，有时则通过技术上的突破使其得以发展。

图 2-1 三菱·RVR 汽车



图 2-2 克莱斯勒·切诺基吉普车

早期的四轮驱动汽车以越野车为主。后来方程式赛车和拉力赛车也力图使用四轮驱动系，提高赛车的高速行驶性能，做了种种尝试。上述这些车辆都是特殊用途的汽车。

随着技术难点的不断解决，现在四轮驱动汽车的应用范围已逐渐扩大到一般用途的车辆。而且，目前所说的四轮驱动汽车，为了追求并实现其良好的行驶性能，已经采用了最新的结构。

下面我们再回顾一下四轮驱动汽车的发展历史。



图 2-3

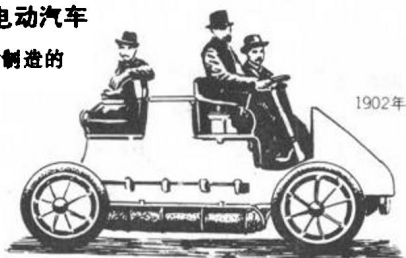
丰田：玛斯塔面包车

一 能像马车一样行驶的汽车

从汽油机汽车诞生的一百多年历史的最初时刻，人们就开始考虑试制四轮驱动汽车。严格的说，在很久以前，即在蒸气机汽车时代，就已有了装用蒸气机的四轮驱动汽车。

图 2-4 世界上第一辆四轮驱动电动汽车

该电动汽车是有名的波许博士年轻时制造的



在那么遥远的时代，为什么需要四轮驱动汽车呢？那个时代是一个只要车子走起来就算了不起的时代，根本想不到驾车消闲的乐趣。当时认真研究四轮驱动汽车的原

图 2-5 马车的车轮是靠马拉而转动的,而汽车的车轮则需要靠自身碾过地面而前进,因此即使是一个车轮陷入泥潭也很难驶出



因,主要是为了使车辆具有在恶劣路面上行驶的能力。

当时在欧美,马车已经有很长的历史,因此,其道路整修得很完好。但是从汽车用道路的观点来看,还是很理想的。尤其是郊外的道路,只能说是名义上的道路而已。如果用今天铺装路面的标准衡量的话,只能说是山野土路。

在这样的道路上,二轮驱动汽车根本无法行驶。如果驱动轮陷入泥潭之中,是很难行驶出来的。与此相比,如果是马车的话,只要多抽几鞭就可以了。对于坐惯了马车的人来说,肯定会认为汽车是一种多余的交通工具,当时甚至有人说汽车是一种无马的马车。十分浅显无知,令人哭笑不得。

由此,人们盼望有一种多少近似于马车的汽车,于是想到了四轮驱动的汽车。早在 20 世纪初期,四轮驱动汽车便开始制造、销售了。当时美国的四轮驱动汽车销量较大,主要原因是因为当时的道路条件远不如欧洲之故。

当时,四轮驱动汽车的结构和现在的汽车基本相同。几乎所有的四轮驱动都装用了中间差速器,是真正的常时四轮驱动。

但是,和现代的中间差速器式四轮驱动汽车相比,二者的性能和可靠性是否相同呢?回答是否定的。作为一种新技术,当它显赫于世时,肯定是在数十年前就已经在试制并逐渐完善,最后才显露于世的。这已是司空见惯的事情了。

这种现象在技术世界中是屡见不鲜的,以往的人们就有一种不断探索的精神。但是,虽然是一种同样的东西,它能否顺利地发展起来却又是另当别论了,有时也会由