

第 18 章 车架、车桥和车轮

教学提示：车架是汽车装配的基础，车桥是传递车架与车轮之间各向作用力及其所产生的弯矩和转矩的装置，而车轮由轮胎直接与地面接触在道路上行驶。本章介绍车架、车桥的类型、组成和工作原理，还重点介绍转向桥的功用、组成和工作原理以及转向轮定位功用与原理。

教学目标：要求学生熟练地掌握转向桥的功用、组成和工作原理，掌握转向轮定位的功用和原理，了解车架、车轮的基本构造和工作原理，了解转向驱动桥的结构、功用和工作原理。

18.1 概 述

汽车作为一种地面交通运输工具，其行驶系统的主要功用是：①支承汽车的总质量；②接受由发动机经传动系统传来的转矩，并通过驱动轮与地面之间的附着作用，产生驱动力，以保证整车正常行驶；③传递并支承路面作用于车轮上的各种反力及其所形成的力矩；④尽可能地缓和不平路面对车身造成的冲击和振动，保证汽车平顺行驶。

汽车(轮式汽车)行驶系统一般由车架、车桥、车轮和悬架等部分组成(见图 18.1)。车轮 4 和 5 分别支承着车桥 3 和 6，车桥又通过弹性悬架 2 和 7 与车架 1 相连接。车架是整个汽车的基体，它将汽车的各相关总成连接成一个整体，构成汽车的装配基础。

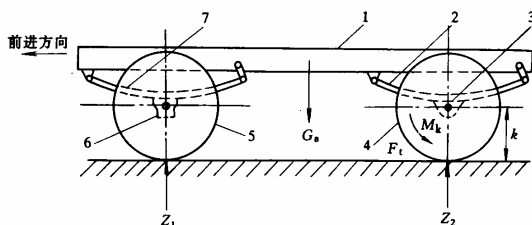


图 18.1 行驶系统的组成及受力简图

1—车架 2—后悬架 3—驱动桥 4—后轮 5—前轮 6—从动桥 7—前悬架

汽车行驶系统的基本类型主要有轮式、履带式、半履带式、车轮-履带式和水陆两用汽车等几种形式。汽车行驶在比较坚实的道路，其行驶系统中直接与路面接触的部分是车轮，这种行驶系统称为轮式行驶系统，这样的汽车便是轮式汽车。行驶系统中直接与路面接触的部分是履带的汽车称为履带式汽车。行驶系统中直接与路面接触的部分既有车轮又有履带的汽车称为半履带式汽车或车轮-履带式汽车。应用较多的是轮式汽车行驶系统。

水陆两用汽车除具有一般轮式汽车的行驶系统外，还备有一套在水中航行的行驶机构。

18.2 车 架

汽车车架(frame)俗称“大梁”。其上装有发动机、变速器、传动轴、前后桥、车身等总成和部件。车架的功用是支承、连接汽车的各总成，使各总成保持相对正确的位置，并承受汽车内外的各种载荷。车架通过悬架装置坐落在车轮上。有的客车和轿车为了减小质量，取消了车架，制成了能够承受各种载荷的承载式车身，即无梁式车身。由于车架是整个汽车的基础，要承受汽车内外的各种载荷，因此，要求车架具有足够的强度、合适的刚度；要求它具有结构简单重量轻等特点；同时，还应尽可能地降低汽车的重心和获得较大的前轮转向角，以保证汽车行驶时的稳定性和转向灵活性。

目前，汽车车架的结构形式主要有两种：边梁式车架和中梁式车架(或称脊骨式车架)。

18.2.1 边梁式车架

边梁式车架是由两根位于两边的纵梁和若干根横梁通过铆接或焊接而连成的坚固的刚性构架。由于边梁式车架便于安装车身和布置总成，有利于改装变形车和发展多品种车型的需要，所以被广泛采用。

边梁式车架的纵梁通常用低合金钢板冲压而成，一般为 16Mn。其断面形状有槽形断面、箱形断面、“Z”字形断面和“工”字形断面等几种(见图 18.2)。根据汽车形式和结构布置的要求，纵梁可以在水平面内或纵向平面内做成弯曲的、等截面或非等截面的。纵梁的形式繁多，有前窄后宽结构、前宽后窄结构和前后等宽结构，还有平行式结构和弯曲式结构。此外，在纵梁上还制有很多装置孔，用以安装脚踏板、车身、转向器和悬架总成及其支架。

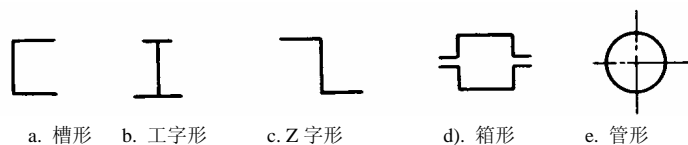


图 18.2 车架纵(横)梁的剖面形状

边梁式车架的横梁不仅用来保证车架的扭转刚度和承受纵向载荷，而且还用来支承汽车上的主要部件。通常载货汽车约有 5~8 根横梁，分别布置在安装散热器、发动机、驾驶室、传动轴中间支承、备胎架和钢板弹簧的前后支点处。

载货汽车车架的前端和轿车车架的前后两端装有横梁式的保险杠，以防汽车突然发生碰撞时散热器和翼子板等机件受到损伤；对轿车来说，保险杠可以起到装饰作用。载货汽车的保险杠上装有挂钩，以便牵引。有些越野汽车的保险杠后面还装有铰盘，以便汽车陷入打滑路段时进行自救。载货汽车和部分大型客车有时要拖带挂车，故在车架的后端一般还装有拖钩。大多数拖钩通过螺旋弹簧与车架横梁弹性相连，并用加强梁和角撑加固。拖钩可以在车架平面内绕轴销摆动，其上装有防脱装置，牵引时拖钩具有缓冲、转向和防脱作用。

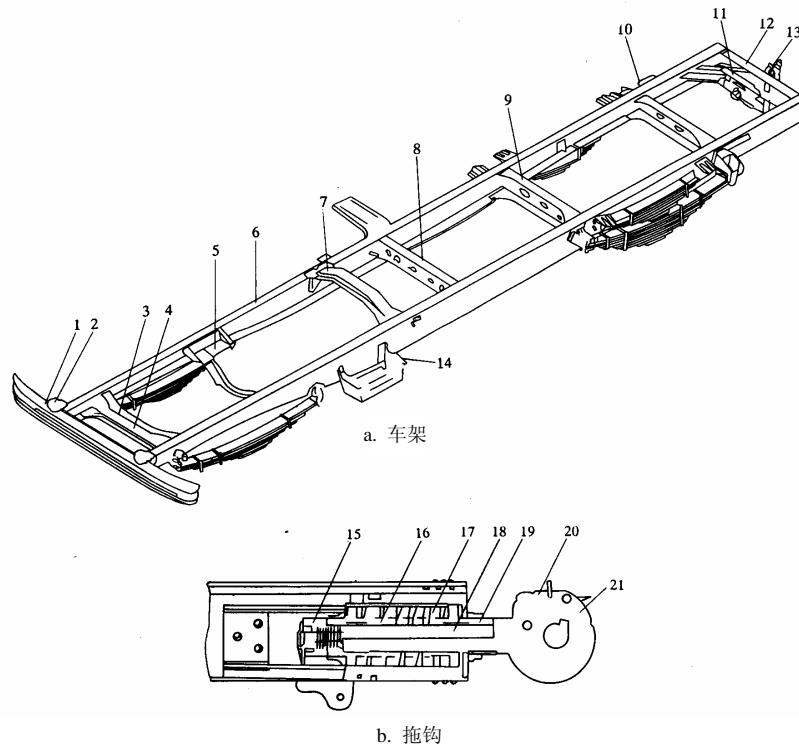


图 18.3 东风 EQ1090E 型汽车车架

- 1—保险杠 2—挂钩 3—前横梁 4—发动机前悬置横梁 5—发动机后悬置支架和横梁 6—纵梁 7—驾驶室后悬置横梁
8—第四横梁 9—后钢板弹簧前支架横梁 10—后钢板弹簧后支架横梁 11—角撑横梁组件 12—后横梁 13—拖钩部件
14—蓄电池拖架 15—螺母 16、19—衬套 17—弹簧 18—拖钩 20—锁块 21—锁扣

图 18.3a 所示为东风 EQ1090E 型汽车车架，它由两根纵梁和八根横梁铆接而成，又称梯形车架。由于纵梁中部所受弯矩最大，为了使应力分布均匀，同时减小质量，纵梁 6 制成中部断面最高的不等高槽形截面梁。每根纵梁上都开有上百个安装其他机件的孔。前横梁 3 上装有冷却水散热器，横梁 4 作为发动机的前悬支座。为降低发动机高度，改善驾驶员的视野，横梁 4 和 5 均制成下凹形。在横梁 7 的上面装置驾驶室的后悬置，在其下面装置传动轴中间支承。由于传动轴安装位置的需要，横梁 7 制成拱形，其余横梁都做成简单的直槽形。后横梁 12 的中部装有拖带挂车用的拖钩部件 13(图 18.3b)，因后横梁要承受拖钩传来的很大的作用力，故采用角撑加强。拖钩 18 的尾部支承在两个衬套 16 与 19 上，在两个衬套的凸缘间装有弹簧 17，而在拖钩尾部的端头旋有螺母 15，并用开口销锁住。弹簧 17 用以缓和汽车行驶时所受到的冲击力，此冲击力可能由主车传到挂车，也可能由挂车传到主车，为保持挂车拖架的挂环与拖钩的衔接，拖钩具有可掀转的锁扣 21，其上有带弹簧的锁块 20，锁扣可用平头销及开口销固定在闭合位置，此时平头销穿过锁扣与锁块上相重合的小孔。

解放 CA1091 型汽车的车架与东风 EQ1090E 型汽车的车架结构基本相似，但解放 CA1091 型汽车的车架是前窄后宽的结构(见图 18.4)，前部宽度缩小是为了给转向轮和转向直拉杆让出足够的空间，从而保证最大的车轮偏转角度。

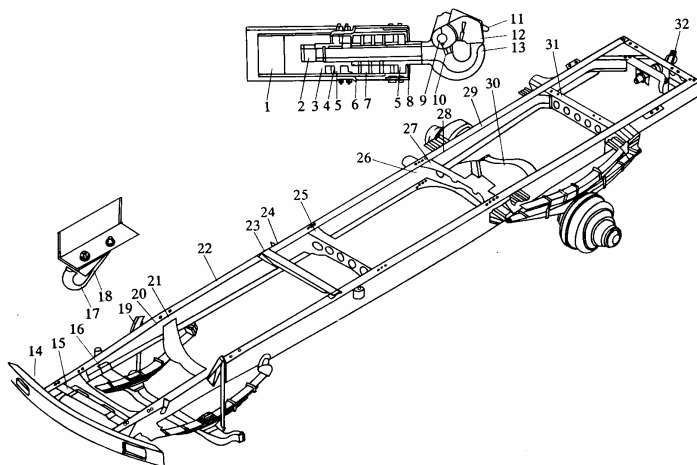


图 18.4 解放 CA1091 型汽车车架

- 1—角撑 2—拖曳钩螺母 3—后拖钩支承座 4—弹簧座片 5—衬套 6—角撑横梁 7—拖曳钩弹簧 8—后横梁
9—拖曳钩锁扣轴 10—链索总成 11—拖曳钩锁块 12—拖曳钩锁扣 13—拖曳钩 14—前保险杠 15—前横梁
16—发动机前悬置托架 17—拖钩 18—拖钩弹簧锁片 19—前减振器上支架 20—发动机后悬置横梁
21—发动机后悬置横梁支架 22—车架纵梁 23—驾驶室后悬置横梁 24—车箱前悬置下支架 25—中横梁 26—后簧前支架垫板
27—后簧前横梁 28—辅助钢板弹簧支架垫板 29—后簧软垫支架 30—后桥 31—后簧后横梁总成 32—拖曳钩总成

对于短而宽的汽车车架，为了降低重心高度和提高车架的扭转刚度，通常制成前窄后宽而后部向上弯曲的车架结构，且两根横梁制成 X 形(X 形车架)，如图 18.5 所示。故 X 形车架一般只用于轿车车架。

18.2.2 中梁式车架

中梁式车架只有一根位于中央而贯穿汽车全长的纵梁，亦称为脊骨式车架，如图 18.6 所示。中梁的断面可做成管形、槽形或箱形。中梁的前端做成伸出支架，用以固定发动机，而主减速器壳通常固定在中梁的尾端，形成断开式后驱动桥。中梁上悬伸的托架用以支承汽车车身和安装其他机件。若中梁是管形的，传动轴可在管内穿过。图 18.7 所示为具有中梁式车架的轿车底盘。

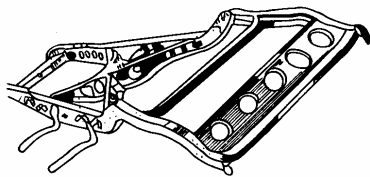


图 18.5 轿车(X型)车架

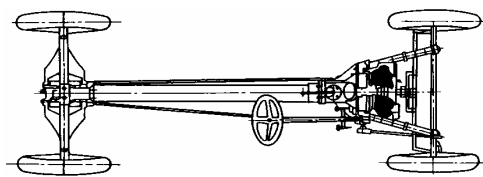


图 18.6 中梁式车架结构

中梁式车架的优点：有较好的抗扭转刚度和较大的前轮转向角，在结构上允许车轮有较大的跳动空间，便于装用独立悬架，从而提高了汽车的越野性；与同吨位的载货汽车相比，其车架轻，整车质量小，同时质心也较低，故行驶稳定性好；车架的强度和刚度较大；脊梁还能起封闭传动轴的防尘罩作用。中梁式车架的缺点：制造工艺复杂，精度要求高，总成安装困难，维护修理也不方便，故目前应用较少。

图 18.8 所示的车架是由边梁式和中梁式车架组合构成的,称为综合式车架。车架的前段或后段是边梁式结构,用以安装发动机或后驱动桥;而车架的另一段是中梁式结构,其悬伸出来的支架可以固定车身。传动轴从中梁的中间穿过,使之密封防尘。

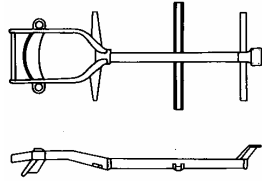


图 18.7 中梁式车架底盘

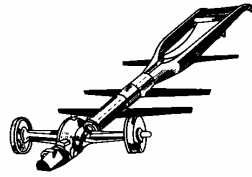


图 18.8 综合式车架

另外,部分轿车和大型客车取消了车架,而以车身兼代车架的作用,即将所有部件固定在车身上,所有的力也由车身来承受,这种车架称为无梁式车架,也可称为承载式车身。如上海桑塔纳、一汽奥迪 100、捷达、高尔夫型轿车均为承载式车身。公共汽车及长途大客车,多数采用全金属承载式车身,其中大部分是有骨架式的,而无骨架承载式车身在一部分大客车上也有所采用。

18.3 车 桥

车桥(也称车轴)通过悬架与车架(或承载式车身)相连接,两端安装车轮。车架所受的垂直载荷通过车桥传到车轮;车轮上的滚动阻力、驱动力、制动力和侧向力及其弯矩、转矩又通过车桥传递给悬架和车架,故车桥的作用是传递车架与车轮之间的各向作用力及其所产生的弯矩和转矩。

根据悬架的结构型式,车桥可分为整体式和断开式两种。断开式车桥为活动关节式结构,它与独立悬架配合使用;整体式车桥的中部是一个整体的刚性实心或空心梁(轴),它多与非独立悬架配用。大部分现代轿车左右车轮之间实际上没有车桥,而是通过各自的悬架与车架相连接,然而习惯上仍将它们称为断开式车桥。

按照车桥上车轮的运动方式和作用,车桥可分为转向桥、驱动桥、转向驱动桥和支持桥四种类型。其中转向桥和支持桥都属于从动桥。一般汽车的前桥多为转向桥,后桥或中、后两桥多为驱动桥。越野汽车和一些轿车的前桥既是转向桥又是驱动桥,故称为转向驱动桥。某些单桥驱动的三轴汽车(6×2 汽车)的中桥或后桥为支持桥。挂车上的车桥都是支持桥。

驱动桥已在第 17 章汽车传动系统中介绍过,支持桥除不能转向外,其他功能和结构与转向桥相同,因此本节主要介绍整体式的转向桥和转向驱动桥。

18.3.1 转向桥

转向桥是利用转向节使车轮偏转一定的角度以实现汽车的转向,同时还承受和传递车轮与车架之间的垂直载荷、纵向力和侧向力以及这些力形成的力矩。转向桥通常位于汽车的前部,因此也常称为前桥。

各种类型汽车的转向桥结构基本相同,主要由前轴(梁)、转向节、主销和轮毂等四部分组成(见图 18.9)。前轴是转向桥的主体,其断面形状采用工字型和管形两种。

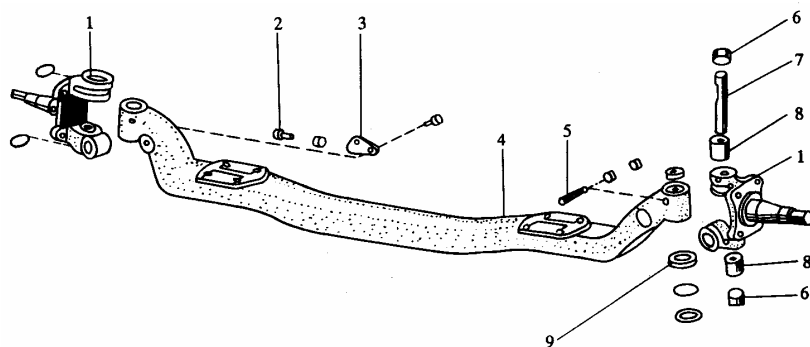


图 18.9 日本丰田戴娜轿车转向桥

1—转向节 2—转向节固定螺栓 3—转向节固定器 4—前轴
5—主销固定螺栓 6—螺塞 7—主销 8—衬套 9—轴承

1. 前轴(front axle)

作为主体零件的前轴 4(见图 18.9)是用中碳钢经模锻和热处理而制成的。其断面是工字形,为提高抗扭强度,在接近两端各有一个加粗部分成拳形,其中有通孔,主销 7 即插入此孔内。中部向下弯曲成凹形,其目的是使发动机位置得以降低,从而降低汽车质心;扩展驾驶员视野;减小传动轴与变速器输出轴之间的夹角。

2. 转向节(steering knuckle)

转向节 1(见图 18.9)是车轮转向的铰链,它是一个叉形件。上下两叉有安装主销的两个同轴孔,转向节轴颈用来安装车轮。转向节上销孔的两耳通过主销与前轴两端的拳形部分相连,使前轮可以绕主销偏转一定角度而使汽车转向。为了减小磨损,转向节销孔内压入青铜衬套 8,衬套的润滑用装在转向节上的油嘴注入润滑脂润滑。为使转向灵活,在转向节下耳与前轴拳形部分之间装有轴承 9。在转向节上耳与拳形部分之间还装有调整垫片,以调整其间的间隙。

3. 主销(king pin)

主销的作用是铰接前轴及转向节,使转向节绕着主销摆动以实现车轮的转向。主销 7(图 18.9)的中部切有凹槽,安装时用主销固定螺栓 5 与它上面的凹槽配合,将主销固定在前轴的拳形孔中。主销与转向节上的销孔是动配合,以便实现转向。主销的常见形式如图 18.10 所示。

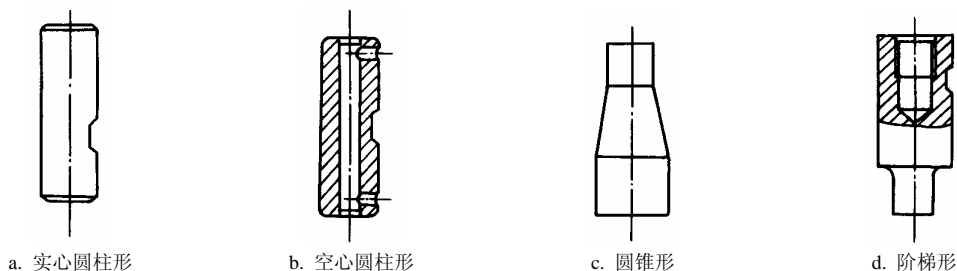


图 18.10 主销的常见形式

4. 轮毂(wheel hub)

车轮轮毂通过两个圆锥滚子轴承支承在转向节 1(见图 18.9)外端的轴颈上。轴承的松紧度可用调整螺母(装于轴承外端)加以调整。轮毂外端用冲压的金属罩盖住,内端装有油封。制动底板与防尘罩一起都固定在转向节上。

图 18.11 所示为北京 BJ1040 型汽车转向桥。前轴 2 是由两个前轴拳形件 7 和一根无缝钢管焊接而成。这种结构可用于轻型汽车,而且不需大型锻造设备来制造前轴。主销推力轴承采用球轴承,可使转向操纵轻便。由转向节上耳油嘴注入的润滑脂,经主销 8 内的轴向和径向油孔进入主销与衬套之间的摩擦表面,使之得到润滑。车轮转角限位螺钉 6 用来限制转向轮最大偏转角。

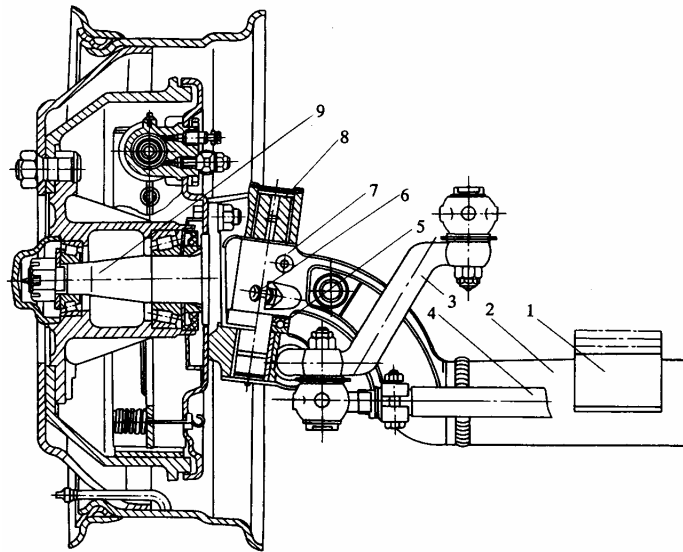


图 18.11 北京 BJ1040 型汽车转向桥(前桥)

1—钢板弹簧座 2—前轴 3—转向节臂 4—转向横拉杆 5—推力轴承
6—车轮转角限位螺钉 7—前轴拳形件 8—主销 9—转向节

18.3.2 转向轮定位

为了保持汽车直线行驶的稳定性、转向的轻便性和减小轮胎与机件间的磨损,转向轮、转向节和前轴三者之间与车架必须保持一定的相对位置,这种具有一定相对位置的安装称为转向轮定位,也称前轮定位。正确的前轮定位应做到:可使汽车直线行驶稳定而不摆动;转向时转向盘上的作用力不大;转向后转向盘具有自动回正作用;轮胎与地面间不打滑以减少油耗;延长轮胎使用寿命。前轮定位包括主销后倾、主销内倾、前轮外倾及前轮前束。

1. 主销后倾(caster)

主销装在前轴上后,在纵向平面内,其上端略向后倾斜,这种现象称为主销后倾。在纵向垂直平面内,主销轴线与垂线之间的夹角 γ 叫主销后倾角,如图 18.12 所示。

主销后倾后, 它的轴线与路面的交点口位于车轮与路面接触点 b 之前, 这样 b 点到 a 点之间就有一段垂直距离 l 。若汽车转弯时(图中所示向右转弯), 则汽车产生的离心力将引起路面对车轮的侧向反作用力 F , F 通过 b 点作用于轮胎上, 形成了绕主销的稳定力矩 $M=F_l$, 其作用方向正好与车轮偏转方向相反, 使车轮有恢复到原来中间位置的趋势。即使在汽车直线行驶偶尔遇到阻力使车轮偏转时, 也有此种作用。由此可见, 主销后倾的作用是保持汽车直线行驶的稳定性的, 并力图使转弯后的前轮自动回正。后倾角越大, 车速越高, 前轮的稳定性越强, 但后倾角过大会造成转向盘沉重, 一般采用 $\gamma < 3^\circ$ 。有些轿车和客车的轮胎气压较低, 弹性较大, 行驶时由于轮胎与地面的接触面中心向后移动, 引起稳定力矩增加, 故后倾角可以减小到接近于零, 甚至为负值(即主销前倾)。

主销后倾角的获得一般是由前轴、钢板弹簧和车架三者装配在一起时, 使前轴断面向后倾斜而形成的。

2. 主销内倾(king pin inclination)

主销安装到前轴上后, 在横向平面内, 其上端略向内倾斜, 这种现象称为主销内倾。在横向垂直平面内, 主销轴线与垂线之间的夹角 β 叫主销内倾角, 如图 18.13 所示。

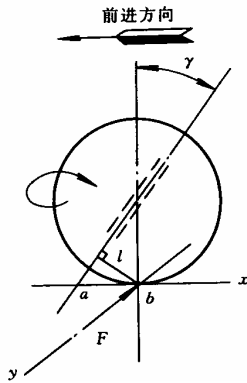


图 18.12 主销后倾示意图

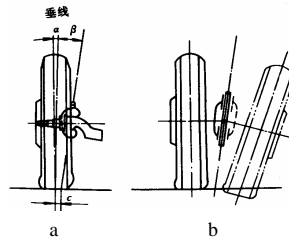


图 18.13 主销内倾示意图

主销内倾后, 主销轴线的延长线与地面交点到车轮中心平面与地面交线的距离 c 减小(见图 18.13a), 从而可减小转向时驾驶员加在转向盘上的力, 使转向操纵轻便, 也可减少从转向轮传到转向盘上的冲击力; 与此同时, 当车轮转向或偏转时, 车轮有向下陷入地平面的倾向(见图 18.13b), 但事实上这是不可能的, 而只能使转向轮连同整个汽车前部向上抬起一个相应的高度, 这样在汽车本身重力的作用下, 迫使车轮自动回到原来的中间位置。由此可见, 主销内倾的作用是使前轮自动回正, 转向轻便。主销内倾角越大或前轮转角越大, 则汽车前部抬起就越高, 前轮的自动回正作用就越明显, 但转向时转动转向盘费力, 转向轮的轮胎磨损增加, 一般主销内倾角控制在 $5^\circ \sim 8^\circ$ 之间为宜。

主销内倾角是由前轴制造时使主销孔轴线的上端向内倾斜而获得的。

主销后倾和主销内倾都有使汽车转向自动回正, 保持直线行驶位置的作用。但主销后倾的回正作用与车速有关, 而主销内倾的回正作用几乎与车速无关。因此, 高速时主销后倾的回正作用起主导地位, 而低速时则主要靠主销内倾起回正作用。此外, 直行时前轮偶尔遇到冲击而偏转时, 也主要依靠主销内倾起回正作用。

3. 前轮外倾(camber)

前轮安装在车轮上, 其旋转平面上方略向外倾斜, 这种现象称为前轮外倾。前轮旋转平面与纵向垂直平面之间的夹角 α 称为前轮外倾角, 如图 18.13a 所示。

前轮外倾的作用在于提高了前轮工作的安全性和操纵轻便性。由于主销与衬套之间, 轮毂与轴承等处都存在有间隙, 若空车时车轮垂直地面, 则满载后, 车桥将因承载变形, 可能会出现车轮内倾, 这样将会加速汽车轮胎的磨损。另外, 路面对车轮的垂直反作用力沿轮毂的轴向分力将使轮毂压向轮毂外端的小轴承, 加重了外端小轴承及轮毂紧固螺母的负荷, 严重时使车轮脱出。因此, 为了使轮胎磨损均匀和减轻轮毂外轴承的负荷, 安装车轮时预先使车轮有一定的外倾角, 以防止车轮出现内倾。前轮外倾角大虽然对安全和操纵有利, 但是过大的外倾角将使轮胎横向偏磨增加, 油耗增多, 一般前轮外倾角为 1° 左右。

前轮外倾角是由转向节的结构确定的。当转向节安装到前轴上后, 其转向节轴颈相对于水平面向下倾斜, 从而使前轮安装后出现前轮外倾。

4. 前轮前束(toe-in)

汽车两个前轮安装后, 在通过车轮轴线而与地面平行的平面内, 两车轮前端略向内束, 这种现象称为前轮前束。左右两车轮间后方距离 A 与前方距离 B 之差($A-B$)称为前轮前束值, 如图 18.14 所示。

前轮前束的作用是消除汽车行驶过程中因前轮外倾而使两前轮前端向外张开的不良影响。由于前轮外倾, 当车轮在地面纯滚动时, 车轮将向外侧方向运动, 实际上装在汽车上的两个前轮只能向正前方滚动, 当两车轮具有前束时, 两车轮在向前滚动时会产生向内侧的滑动。这样, 由外倾和前束使两前轮产生的滑动方向相反, 可以互相抵消从而使两前轮基本上是纯滚动而无滑动地向前运动。此外, 前轮前束还可以抵消滚动阻力造成的使两前轮前部向外张开的作用, 使两前轮基本上是平行地向前滚动。

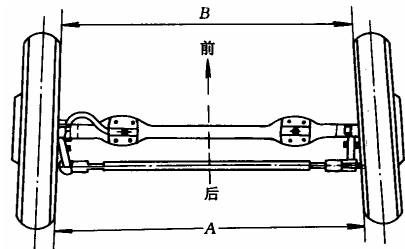


图 18.14 前轮前束(俯视图)

前轮前束可通过改变横拉杆的长度来调整。调整时, 根据各厂家规定的测量位置, 使两轮前后距离差($A-B$)符合规定的前束值。测量位置除图示的位置外, 还可取两车轮钢圈内侧面处的前后差值, 也可以取两轮胎中心平面处的前后差值。一般前束值为 $0 \sim 12\text{mm}$ 。

18.3.3 转向驱动桥

能实现车轮转向和驱动的车桥称为转向驱动桥, 如图 18.15 所示。在结构上, 转向驱动桥既具有一般驱动桥所具有的主减速器 1、差速器 3 及半轴 4 和 8; 也具有一般转向桥所具有的转向节壳体 11、主销 12 和轮毂 9 等。它与单独的驱动桥、转向桥相比, 其不同之处是, 由于转向的需要半轴被分为两段, 分别叫内半轴 4(与差速器相连接)和外半轴 8(与轮毂连接), 二者用等角速万向节 6 连接起来。同时, 主销也因此分成上下两段, 分别固定在万向节的球形支座 14 上。转向节轴颈 7 做成空心的, 以便外半轴从中穿过。转向节的连接又是球状转向节壳体 11, 既满足了转向的需要, 又适应了转向节的传力。转向驱动桥广泛地应用到全轮驱动的越野汽车上。

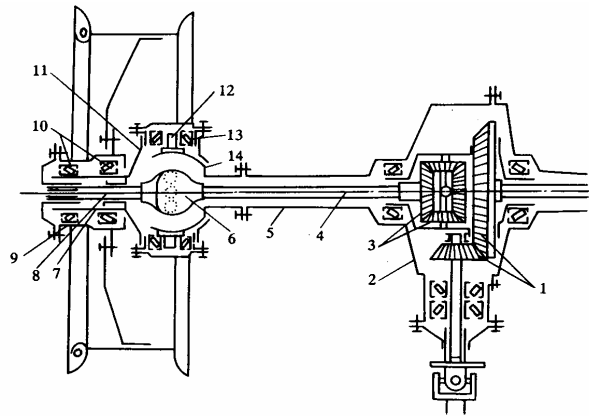


图 18.15 转向驱动桥示意图

- 1—主减速器 2—主减速器壳 3—差速器 4—内半轴 5—半轴套管 6—等角速万向节 7—转向节轴颈
8—外半轴 9—轮毂 10—轮毂轴承 11—转向节壳体 12—主销 13—主销轴承 14—球形支座

以图 18.16 所示的北京 BJ2020N 型越野汽车为例，说明转向驱动桥的结构。

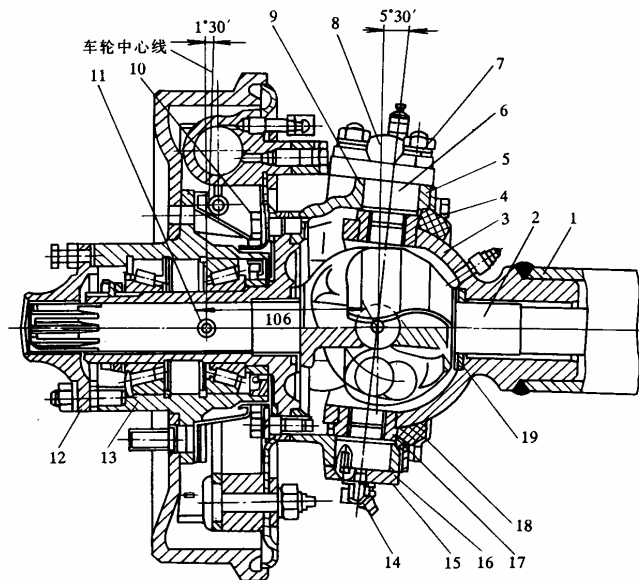


图 18.16 北京 BJ2020N 型越野汽车转向驱动桥

- 1—半轴套管 2—内半轴 3—球形支座 4—主销座孔 5、16—调整垫片 6—主销
7—锥形衬套 8—转向节臂 9—转向节外壳 10—螺栓 11—转向节轴颈 12—半轴凸缘
13—轮毂 14—止动销 15—下盖 17—主销衬套 18—密封圈 19—止动垫圈

1. 驱动部分

桥的中部装有主减速器(未画出)和差速器。内半轴 2 和外半轴通过等角速万向节连接在一起，外半轴的端部制有花键，它和半轴凸缘 12 相啮合。当前桥驱动时，转矩由主减速器、差速器传给内半轴 2、万向节、外半轴和半轴凸缘 12，最后传递到轮毂 13，驱动车轮旋转。

2. 转向部分

转向节由转向节轴颈 11 和转向节外壳 9 用螺栓连接成整体。转向节轴颈上装有两个轮毂轴承, 以支承轮毂 13; 转向节轴颈的内孔壁内压装有衬套, 以支承外半轴。在转向节外壳 9 的上下两端分别装有上下两段主销 6 的加粗部分, 并用止动销 14 止动; 在转向节外壳上端还装有转向节臂 8, 在转向节外壳下端装下盖 15。转向节臂和下盖分别通过螺栓和锥形衬套 7 与转向节外壳 9 相连, 以便上、下主销密封定位。主销配用带有翻边的青铜主销衬套 17, 该衬套分别压入上下两个主销座孔 4 内, 主销座孔又压装在球形支座 3 的上下两端, 衬套的翻边起止推作用。润滑脂由上、下油嘴注入后, 分别进入主销中心油道, 再从两个侧孔出来进入主销与衬套之间, 实现润滑。汽车转向时, 转向直拉杆拉动转向节臂 8 带动转向节绕主销摆动, 这时转向轮即可随之偏转, 从而实现汽车的转向。

图 18.17 所示为上海桑塔纳轿车的转向驱动桥总成(图中未画出中间主减速器和差速器)。动力经主减速器和差速器传至传动轴 1 和内等角速万向节 18, 经内等角速万向节(球笼式万向节)和外等角速万向节 12 传到外半轴凸缘 4 和车轮 3 上, 驱动车轮旋转。

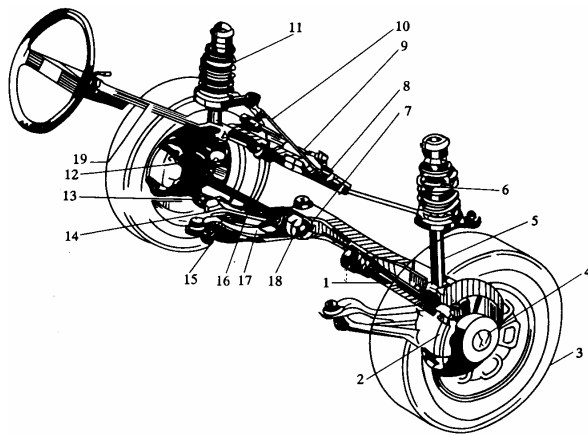


图 18.17 上海桑塔纳轿车转向驱动桥

1—传动轴 2—制动钳 3—车轮 4—外半轴凸缘 5—减振支柱 6、11—减振弹簧 7—悬架臂前端橡胶金属支架
8—齿轮齿条式转向装置 9—转向减振器 10—可调横拉杆 12—外等角速万向节 13—车轮与下悬架连接螺栓
14—悬架臂 15—悬架臂后端橡胶金属衬套 16—稳定杆 17—发动机悬置 18—内等角速万向节 19—安全转向柱

18.4 车轮与轮胎

车轮与轮胎是汽车行驶系统中的主要部件, 汽车通过车轮由轮胎直接与地面接触在道路上行驶。其主要功用是: ①支承汽车总质量; ②吸收和缓和汽车行驶时所受到的路面冲击和振动; ③保证轮胎与路面的良好附着性能, 以提高汽车的动力性、制动性和通过性; ④产生平衡汽车转向行驶时离心力的侧向力, 在保证汽车正常转向行驶的同时, 通过轮胎产生的自动回正力矩, 使汽车保持直线行驶。

18.4.1 车轮

车轮是介于轮胎和车桥之间承受负荷的旋转组件, 一般由轮毂(hub)、轮辐(轮盘, spoke)

和轮辋(rim)所组成。轮毂通过圆锥滚柱轴承套装在车桥或转向节轴颈上。轮辋也叫钢圈,用以安装轮胎,与轮胎共同承受作用在车轮上的负荷,并散发高速行驶时轮胎上产生的热量及保证车轮具有合适的断面宽度和横向刚度。轮辐将轮辋与轮毂连接起来。轮辋与轮辐可以是整体的(不可拆式),也可以是可拆式的。

1. 车轮的类型

按轮辐的构造,车轮可分为辐板式和辐条式两种。目前,普通级轿车和轻、中型载货汽车多采用辐板式车轮,而高级轿车、竞赛汽车及重型载货汽车多采用辐条式车轮。

1) 辐板式车轮(disc wheel) 图 18.18 为轿车车轮。车轮的轮辋 1 与轮辐 2 可以用铆钉连接,也可以制成一体。轮辐中心有一中心孔,用来将轮辐安装在轮毂 3 上,螺栓内端呈锥形,与轮辐孔的锥面相适应。轮辐靠近中心孔部分略向外鼓起,使得轮辐有些弹性而有助于螺栓的紧固防松。

图 18.19 为载货汽车的辐板式车轮。轮辐 2 压成深凹形,以便与轮毂轴承位置相适应,保持车轮平面的适当位置。需要安装双轮胎时,可把两个相同的轮辐并列安装在一个轮毂上。

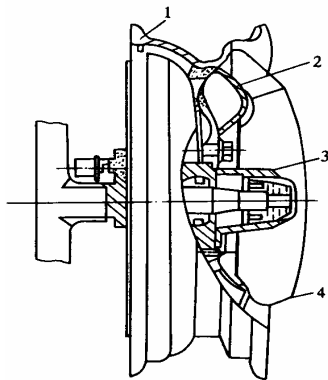


图 18.18 轿车车轮

1—轮辋 2—轮辐 3—轮毂 4—轮毂罩

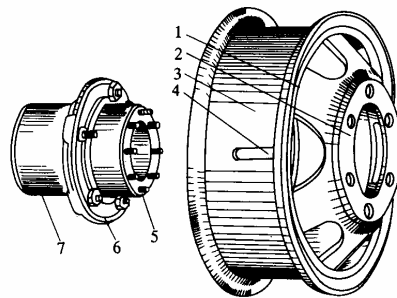


图 18.19 载货汽车辐板式车轮

1—挡圈 2—轮辐 3—轮辋 4—气门嘴伸出孔
5—螺栓 6—凸缘 7—轮毂

轮辐中心制有中心孔,以便安装轮毂 7。中心孔四周有几个大孔,通过螺栓与轮毂固定。这些圆孔边缘和螺栓头部均制成锥形,以便正确地对中。

轮辋 3 焊在轮辐上,轮辋上的椭圆孔为气门嘴伸出孔 4。

载货汽车后桥负荷较前桥大得多,为使后轮轮胎不致超载,一般后桥装用双式车轮(见图 18.20),即把两个相同的车轮并排安装在同一个轮毂上,用特殊的螺栓、螺母套固定,如图 18.21 所示。

这种用特殊的螺栓和螺母套的固定方法,保证了车轮的正确位置,同时在拆卸外车轮时,不致引起内车轮的松脱。

载货汽车左、右两车轮的固定螺栓(母)采用不同的旋紧方向,左侧车轮采用左旋螺纹,右侧车轮采用右旋螺纹。这种安装型式,可以防止车轮在行驶或制动时轮胎螺母自动松脱。轿车可不采用这种安装形式,因为轮辐较薄,轮胎螺母旋紧后,轮辐在压出的凸起部分弹性边缘会将轮胎螺母卡住。

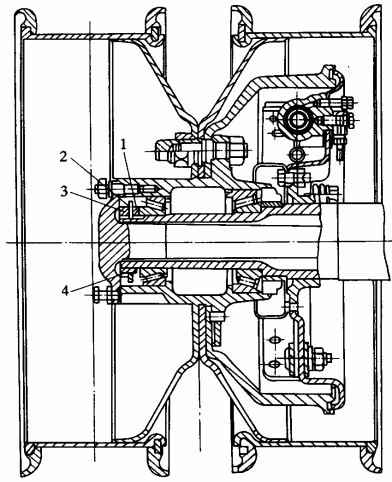


图 18.20 载货汽车双式车轮

1—调整螺母 2—锁止垫片 3—锁紧螺母 4—销钉

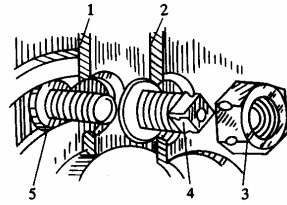


图 18.21 双排车轮的安装

1、2—轮辐 3—螺母 4—螺母套 5—圆柱螺栓

2) 辐条式车轮(wire wheel) 用于重型载货汽车的辐条式车轮多采用铸造辐条，如图 18.22 所示。其特点是辐条 4 与轮毂 5 铸成一体，与轮辋 1 用衬块 2 及螺栓 3 固定在一起。配合锥面 6 用来保证轮辋 1 与辐条 4 对中。也有采用类似于自行车用的钢丝作辐条的车轮，这种车轮质量小，但价格高，维修安装不便，故常在某些高级轿车及竞赛汽车上使用。

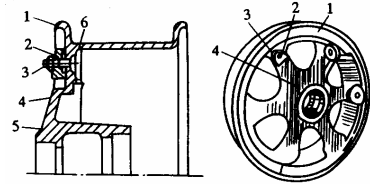


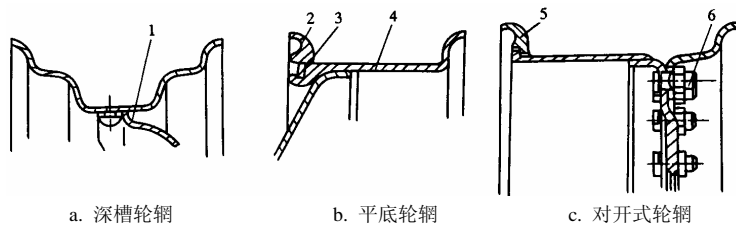
图 18.22 辐条式车轮

1—轮辋 2—衬块 3—螺栓
4—辐条 5—轮毂 6—配合锥面

2. 轮辋的类型

按照轮辋结构特点的不同，轮辋可分为深槽式、平底式和对开式(可拆式)等三种形式。

1) 深槽轮辋 深槽轮辋(见图 18.23a)是一种整体轮辋，其结构特点是断面中部有一深凹槽，可使轮胎拆装方便。两侧有带肩的凸缘用来固定轮胎，并与胎圈接触。肩部一般以 $5^\circ \pm 1^\circ$ 的倾斜度向中央倾斜。倾斜部分的最大直径是轮胎胎圈与轮辋的着合直径。这种轮辋结构简单、刚度大、质量小，对于尺寸小而弹性大的轮胎最适宜，故适用于轿车或轻型、微型汽车的车轮上，如红旗 CA7560、天津夏利 TJ7100 型轿车及北京 BJ2020N 型越野汽车均装用这种类型的轮辋。



a. 深槽轮辋

b. 平底轮辋

c. 对开式轮辋

图 18.23 轮辋断面型式

1—轮辐 2、5—挡圈 3—锁圈 4—轮辋 6—螺栓

2) 平底轮辋 平底轮辋(见图 18.23b)的结构特点是轮辋断面中部为平直的,一侧有凸缘,另一侧以可拆的挡圈 2 做凸缘。开口的锁圈 3 用来将挡圈 2 固定在轮辋上。安装轮胎时,先将轮胎套在轮辋上,再套上挡圈,并将它向内推,直至越过轮辋上的环形槽,再将开口的弹性锁圈嵌入环形槽中。由于载货汽车多采用较大较硬的外胎,为使其拆装方便,一般多采用平底轮辋,解放 CA1091 和东风 EQ1090E 型载货汽车采用这种轮辋。

3) 对开式轮辋 对开式轮辋(见图 18.23c)的结构特点是轮辋由内、外两部分组成,用螺栓 6 将两部分连成一体。内、外两部分中,有一部分(往往是内轮辋)与轮辐固连。这种轮辋在拆装轮胎时,只需拆下螺栓 6 即可。如东风 EQ2080 型汽车及延安 SX2150 型越野汽车采用对开式轮辋。

轮辋是轮胎的装配基础,原则上每种轮胎只配用一种标准轮辋,必要时也可用与标准轮辋相接近的容许轮辋。如果轮辋与轮胎配合不当,会造成轮胎早期损坏,特别是使用在过窄的轮辋上的轮胎。

3. 国产轮辋规格的代表方法

轮辋规格用轮辋名义宽度代号、轮缘高度代号、轮辋结构形式代号、轮辋名义直径代号和轮辋轮廓类型代号来表示,其表示方法为:

数值	字母	×或—	数值	(字母)	GB2933—82
轮辋名义 宽度代号	轮缘高 度代号	轮辋结构 形式代号	轮辋名义 直径代号	轮辋轮廓 类型代号	国标号

1) 轮辋名义宽度和轮辋名义直径 它们均以英寸表示,一般取两位小数(当新设计轮胎以毫米表示时,轮辋也以毫米数值表示)。

2) 轮缘高度代号 用一个或几个拉丁字母表示,见表 18-1。有些类型的轮辋(平底宽轮辋),其名义宽度代号也代表了轮缘高度,不再用字母表示。

表 18-1 轮辋轮缘高度代号 (mm)

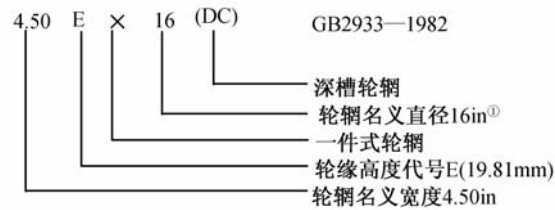
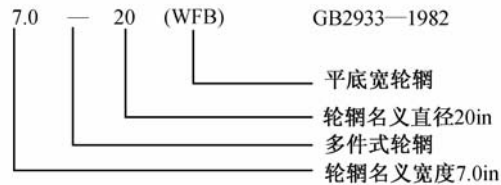
代号	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	P	R	S	T	V	W
尺寸	13.80	15.88	17.45	19.81	22.23	27.94	33.73	17.27	19.26	21.59	25.40	28.58	33.33	38.10	44.45	50.80

3) 轮辋结构形式代号 轮辋的结构形式,根据其主要由几个零件而组成分为:一件式轮辋、二件式轮辋、三件式轮辋、四件式轮辋和五件式轮辋。符号“×”表示一件式轮辋,符号“—”表示两件或两件以上的多件式轮辋。

4) 轮辋轮廓类型代号 其表示方法见表 18-2。

表 18-2 轮辋轮廓类型及代号

轮廓类型	深 槽	深 槽 宽	半 深 槽	平 底	半 底 宽	全 底 宽	对 开 式
代号	DC	WDC	SDC	FB	WFB	TB	DT

例 1**例 2**

新设计的轮辋表示方法:

轿车: 10×3.50C、15×6JJ; 轻型载货汽车: 15×5.5JJ、16.5×6.00、15—5.50F(SDC);
中、重型载货汽车: 20—7.5、22—8.00V、22.5×8.25。

4. 轮毂

轮毂是连接制动鼓、轮辐和半轴凸缘的重要零件, 一般由圆锥滚子轴承套装在轴管或转向节轴颈上。按轮辐的结构形式可分为辐板式车轮轮毂和辐条式车轮轮毂两种。辐板式车轮轮毂拆装方便, 一般用于轻型和中型汽车车轮; 辐条式车轮轮毂常常将辐条与轮毂铸造成一体, 多用于重型车轮。

轮毂内装有轮毂轴承, 为使其润滑, 可在毂内加少量润滑脂。

18.4.2 轮胎**1. 轮胎的作用**

轮胎安装在轮辋上, 直接与路面接触。其作用是: 支承汽车的总质量; 与汽车悬架共同吸收和缓和汽车行驶时所受到的冲击和振动, 以保证汽车具有良好的乘坐舒适性和行驶平顺性; 保证车轮与路面的良好附着而不致打滑, 使汽车行驶平稳。

2. 轮胎的类型

汽车轮胎按其用途可分为轿车轮胎和载货汽车轮胎两种。轿车轮胎主要用于轿车的充气轮胎; 载货汽车轮胎主要用于载货汽车、客车及挂车上的充气轮胎。

汽车轮胎按胎体结构可分为充气轮胎(pneumatic tire)和实心轮胎(solid tire)。现代汽车绝大多数采用充气轮胎; 而实心轮胎目前仅应用在沥青、混凝土路面的干线道路上行驶的低速汽车或重型挂车上。

就充气轮胎而言, 按组成结构不同, 可分为有内胎轮胎(tube tire)和无内胎轮胎(tubeless tire)两种; 按胎内的工作压力大小, 可分为高压胎、低压胎和超低压胎三种; 按胎体中帘线排列的方向不同, 又可以分为普通斜交胎、带束斜交胎和子午线胎(radial tire); 按

^① 1in=25.4mm。

胎面花纹的不同,还可以分为普通花纹胎、混合花纹胎和越野花纹胎。

1) 有内胎的充气轮胎

这种轮胎由外胎 1、内胎 2 和垫带 3 组成,如图 18.24 所示。外胎是用耐磨橡胶制成强度较高而又有弹性的外壳,直接与地面接触,保护着内胎使其不受损伤。它由胎圈 1、缓冲层 2、胎面 3 和帘布层 4 等组成,如图 18.25 所示。

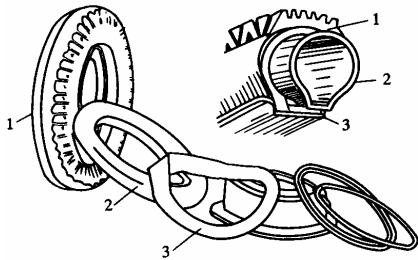


图 18.24 有内胎的充气轮胎组成

1—外胎 2—内胎 3—垫带

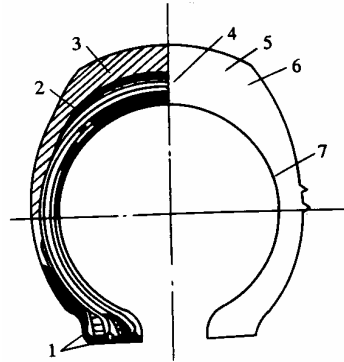


图 18.25 外胎的构造

1—胎圈 2—缓冲层 3—胎面 4—帘布层
5—胎冠 6—胎肩 7—胎侧

胎面是外胎的外表面,包括胎冠 5、胎肩 6 和胎侧 7 三部分。胎冠 5 也称行驶面,它与路面直接接触,承受冲击和磨损,并保护胎体不受机械损伤。为了增加轮胎与路面之间的附着力,防止纵横向滑移,在胎冠 5 上有各种形式的花纹,如图 18.26 所示。胎肩 6 (见图 18.25)是较厚的胎冠 5 和较薄的胎侧 7 间的过渡部分,一般也有各种花纹以防滑和散热。胎侧 7 是贴在帘布层侧壁的薄橡胶层,其作用是保护胎侧部分的帘布层免受机械损伤及水分侵蚀。胎侧不与地面接触,一般不磨损,但此处承受较大的挠曲变形。

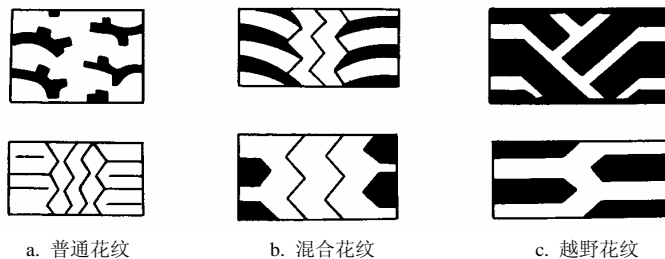


图 18.26 轮胎的花纹

帘布层 4 是外胎的骨架,也称胎体,其主要作用是承受负荷(汽车重力、路面冲击力和内部气压),保持轮胎外缘尺寸和形状。帘布层通常由多层胶化的棉线或其他纤维编织物所叠成,并按一定的角度交叉排列。为使其负荷均匀分布,帘布层数多采用偶数。帘布层数的多少要根据轮胎承受的负荷、内压以及轮胎的类别和用途来确定,一般在外胎表面上注有帘布层数。

缓冲层 2 位于胎面和帘布层之间,质软而弹性大。其作用是加强胎面与帘布层的结合,

以缓和汽车在行驶时所受到的不平路面的冲击,以及防止汽车在紧急制动时胎面与帘布层脱离。

胎圈 1 是帘布层 4 的根基。它靠胎圈固装在轮辋上。胎圈由钢丝圈、帘布层包边和胎圈包布组成。

内胎是一个环形的橡胶管,上面装有气门嘴,以便充入或排出空气。内胎里充满了一定压力的压缩空气。一般气压在 $0.5\sim 0.7\text{MPa}$ 的轮胎称为高压胎;气压在 $0.15\sim 0.45\text{MPa}$ 的轮胎称为低压胎;气压在 0.15MPa 以下的轮胎称为超低压胎。目前,轿车、货车几乎全都采用低压胎,因为低压胎弹性好、断面宽,与道路接触面大,壁薄而散热性好,所以提高了汽车的行驶平顺性、转向操纵的稳定性,同时,道路和轮胎本身的寿命也得以延长。但由于橡胶性能的改善,已使轮胎负荷能力大为提高,虽然轮胎气压已在高压胎范围,但轮胎的缓冲性能仍保持原来同规格的低压胎性能,这类轮胎国内外仍将其归于低压胎之列。

垫带是一个环形的橡胶带,它垫在内胎与轮辋之间,保护内胎不被轮辋和胎圈磨坏,并防止尘土及水汽浸入胎内。

2) 子午线轮胎

目前,子午线轮胎得到了越来越广泛的应用。子午线轮胎(见图 18.27)帘布层 2 的帘线与轮胎子午断面接近一致(即与胎面中心线成 90° 或接近 90°)排列,以带束层 3 箍紧胎体。其特点是帘线的这种排列能使其强度被充分利用,故它的帘布层数比普通轮胎可减少将近一半,最少的只有一层,且没有偶数限制,所以胎体柔软;帘线在圆周方向上只靠橡胶来联系。为了承受汽车行驶时产生的较大切向力,子午线轮胎具有若干层帘线与子午断面呈大角度(交角 $70^\circ\sim 75^\circ$)、高强度、不易拉伸的周向环形的类似缓冲层的带束层。同时带束层采用强度高、伸缩率小的帘线材料制成,故带束层像一条刚性环带似地箍在胎体上,极大地提高了胎面的刚度和强度。

子午线轮胎与普通斜交胎相比,具有耐磨性好、弹性大、行驶里程长(比普通胎长 50% 以上);滚动阻力小、节约燃料(滚动阻力可减小 $25\%\sim 30\%$,油耗降低 8% 左右);承载能力大、减振性能和附着性能好、胎面耐刺穿和自重轻等优点。但其胎侧易裂口,胎圈易损坏,且侧向稳定性差,成本高。

子午线轮胎使用的轮辋与普通轮胎相同,在使用中,子午线轮胎与普通轮胎不能并装也不可同轴混装。充气时,一般载货汽车子午线轮胎的内压应比相应的普通轮胎高 0.2MPa 左右。国内外轿车及一些中型载货汽车广泛装用子午线轮胎。

3) 无内胎轮胎

无内胎轮胎(见图 18.28)在外观和结构上与有内胎轮胎相似,所不同的是它没有内胎和垫带,空气直接压入外胎中,其密封性是由外胎和轮辋来保证的。无内胎轮胎的内壁上附加了一层厚约 $2\sim 3\text{mm}$ 的专门用来封气的橡胶密封层 1,有的还在该层下面贴着一层特殊混合物制成的自粘层。当轮胎穿孔时,自粘层能自行将刺穿的孔黏合,故这种轮胎也称为有自粘层的无内胎轮胎。在胎圈外侧也有一层胎圈橡胶密封层 2,用以增加胎圈与轮辋着合的气密性。轮辋底部是倾斜的,并涂有均匀的漆层。气门嘴 3 直接固定在轮辋 6 的一侧,其间垫以密封用的橡胶密封垫 4,并用螺母旋紧密封。铆接轮辋和辐板的铆钉 7 自内侧塞入,并涂上一层橡胶。

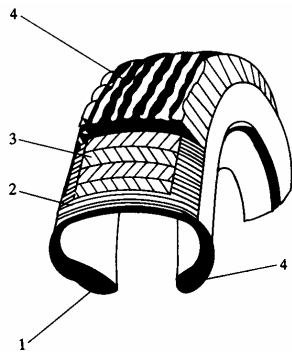


图 18.27 子午线轮胎

1—胎圈 2—帘布层 3—带束层 4—胎冠

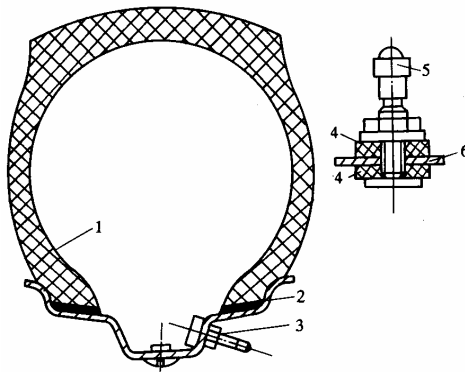


图 18.28 无内胎轮胎

1—橡胶密封层 2—胎圈橡胶密封层 3—气门嘴
4—橡胶密封垫 5—气门嘴帽 6—轮辋 7—铆钉

无内胎轮胎的优点是：只在爆破时才会失效，而穿孔时漏气缓慢，胎压不会急剧下降仍能继续行驶；同时因无内胎，故摩擦生热少，散热快，适于高速行驶；此外，它结构简单，质量较小。无内胎轮胎的缺点是：密封层和自粘层易漏气，途中修理较为困难。此外，自粘层只有在穿孔尺寸不大时方能粘合。天气炎热时自粘层可能软化而向下流动从而破坏车轮平衡，因此，一般多采用无自粘层的无内胎轮胎。它的外胎内壁只有一层密封层，当轮胎穿孔后，由于其本身处于压缩状态而紧裹着穿刺物，故能长期不漏气，即使将穿刺物拔出，亦能暂时保持胎内气压。无内胎轮胎一般配用深式轮辋，目前在轿车上应用较多。

4) 轮胎的规格

轮胎规格的表示方法基本上有公制和英制两大系统，目前大多数国家包括我国在内均采用英制表示法。充气轮胎的尺寸标注如图 18.29 所示。

高压胎用两个数字之间加一乘号来表示，即：

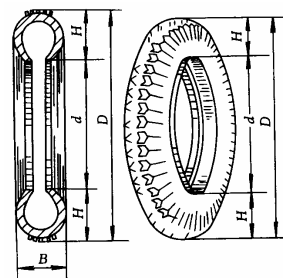
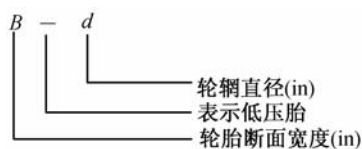


图 18.29 充气轮胎的尺寸标注

D—外直径 d—内直径(即轮辋直径)
B—断面宽度 H—断面高度

高压胎在汽车上应用较少，汽车上广泛应用的是低压胎。低压胎亦用两个数字和中间一个对开线分开，即：



超低压胎的表示方法与低压胎相同。

我国规定,外胎两侧除标有轮胎规格外,还应标出制造厂商标、层级、最大负荷及相应气压、生产编号等。为便于识别胎体帘线,胎侧还标有汉语拼音字母。如 M(或无字)表示棉帘线胎、R 表示人造丝帘线胎、N 表示尼龙胎、Z 表示子午线胎、G 表示钢丝胎、ZG 表示钢丝子午线胎……

美国最新的轮胎系列表示方法,则采用以“扁平率”为基础的“字母—数字”标志,例如,某一轮胎标记为 F78-14,其中 F 表示轮胎的承载能力;第一个数字指“扁平率”为 $H/B \times 100$,数字 78 表示轮胎的高度是宽度的 78%,此数值越低,轮胎断面越趋扁平;第二个数字 14,表示轮辋直径是 14in。承载能力的单位为 kg,表示承载能力的字母及承受的载荷如下: A-410、B-445、C-480、D-510、E-540、F-580、G-620、H-685、I-715、K-735、L-760、M-810、N-850、V-295、W-320、Y-350、Z-375。

由于子午线轮胎与“扁平形轮胎”的问世,便出现了新的轮胎尺寸参数符号。美、日等国家现采用最新轮胎尺寸系列就是以高度比(H/B)作为轮胎分类基础的,称为“扁平率”。

子午线轮胎规格的表示方法是把标志子午胎字样的“R”置于断面宽与轮辋直径之间。一汽捷达王轿车装用的子午线扁平轮胎的型号为 185 / 60R14,其含义自左至右:第一个数字 185 表示轮胎宽度 185mm,符号“/”后面的数字 60,即扁平率为 60%,字母“R”表示该轮胎为子午线轮胎,最后一个数字表示轮辋的直径为 14in(356mm)。

思 考 题

1. 轮式行驶系统由哪几部分组成?功用是什么?
2. 试分析轮式行驶系统的受力情况。
3. 车桥中整体式桥和断开式桥各有什么特点?为什么整体式桥通常配非独立悬架而断开式桥与独立悬架相配?
4. 转向轮定位参数有哪些?各有什么作用?主销后倾角为什么在某些轿车上出现负值?前束如何测量和调整?
5. 转向驱动桥在结构上有什么特点?其转向和驱动两个功用主要由哪些零件实现的?
6. 为什么辐板式车轮比辐条式车轮在汽车上得到更广泛采用?
7. 子午线轮胎和普通斜交胎相比,有什么区别和特点?为什么子午线轮胎得到越来越广泛地使用?
8. 国产轮胎规格标记方法如何表示?