

第 16 章 万向传动装置

教学提示：万向传动装置在汽车上的应用很广泛。本章介绍了万向节、传动轴和中间支承等内容。

教学目标：要求学生理解万向传动装置在汽车上的应用，掌握各类万向节的结构与工作原理，了解传动轴和中间支承的基本结构。

16.1 概 述

万向传动装置一般由万向节(universal joint)和传动轴(drive shaft)组成，有的还加装中间支承(center support)。

在发动机前置后轮驱动的汽车上，变速器常与发动机、离合器连成一体支承在车架上，而驱动桥则通过弹性悬架与车架连接(见图 16.1)。变速器输出轴轴线与驱动桥的输入轴轴线难以布置得重合，并且在汽车行驶过程中，由于不平路面的冲击等因素，弹性悬架系统产生振动，使二轴相对位置经常变化，故变速器的输出轴与驱动桥输入轴不可能刚性连接，而必须采用一般由两个万向节和一根传动轴组成的万向传动装置(图 16.2a)。在变速器与驱动桥距离较远的情况下，应将传动轴分成两段(见图 16.2b)，即主传动轴 3 和中间传动轴 5，用三个十字轴万向节 2，且在中间传动轴后端设置了中间支承 6。这样，可避免因传动轴过长而产生的自振频率降低，高转速下产生共振；同时提高了传动轴的临界转速和工作可靠性。

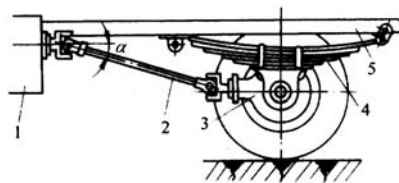


图 16.1 变速器与驱动桥之间的万向传动装置

1—变速器 2—万向传动装置
3—驱动桥 4—后悬架 5—车架

对于双轴驱动的越野汽车(见图 16.2c)，当变速器 1 与分动器 7 分开布置时，虽然它们都支承在车架上，而且在设计时，使其轴线重合，但为了消除制造、装配误差以及车架变形对传动的的影响。在其间也常设有中间传动轴 5。为了传递动力，在分动器与转向驱动桥之间又设置了前桥传动轴 9。在三轴驱动的越野汽车中，中、后桥的驱动形式有两种，即贯通式(见图 16.2d)和非贯通式(见图 16.2e)。若采用非贯通式结构时，其后桥传动轴 11 也必须设置中间支承 14，并常将其固定于中驱动桥壳上。

对于转向驱动桥，前轮既是转向轮又是驱动轮。作为转向轮，要求它能在最大转角范围内任意偏转某一角度；作为驱动轮，则要求半轴在车轮偏转过程中不间断地把动力从主减速器传到车轮。因此，转向驱动桥的半轴不能制成整体而要分段，且用万向节连接，以适应汽车行驶时半轴各段的交角不断变化的需要。若采用独立悬架，则在靠近主减速器处也需要有万向节(见图 16.2f)；若前驱动轮用非独立悬架，只须在转向轮附近装一个万向节(见图 16.2g)。

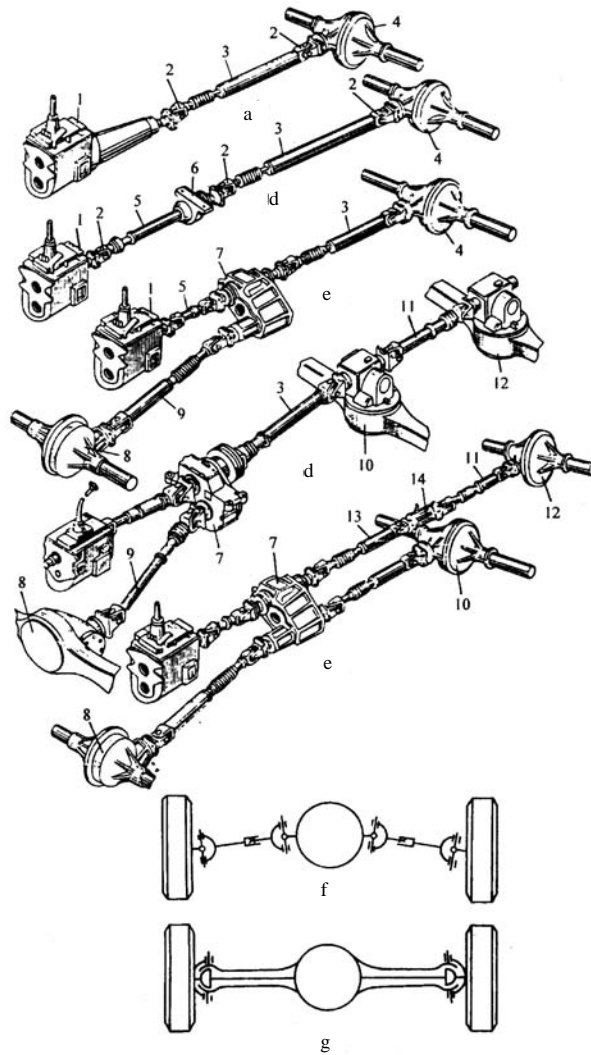


图 16.2 万向传动装置在汽车传动系统中的应用与布置

1—变速器 2—十字轴万向节 3—主传动轴 4—驱动桥 5—中间传动轴 6、14—中间支承 7—分动器 8—转向驱动桥 9—前桥传动轴 10—中驱动桥 11—后桥传动轴 12—后驱动桥 13—后桥中间传动轴

万向传动装置除用于汽车的传动系统外，还可用于动力输出装置和转向操纵机构。

16.2 万 向 节

万向节按其扭在扭转方向上是否有明显的弹性，可分为刚性万向节和挠性万向节。在前者中，动力是靠零件的铰链式联接传递的，而在后者中则靠弹性零件传递，且有缓冲减振作用。刚性万向节又可分为不等速万向节(常用的为十字轴式)、准等速万向节(双联式、三销轴式等)和等速万向节(球叉式、球笼式等)。

16.2.1 十字轴式刚性万向节

十字轴式刚性万向节(cardan universal joint)因其结构简单,传动可靠,效率高,且允许两传动轴之间较大的交角(一般为 $15^{\circ} \sim 20^{\circ}$),故普遍应用于各类汽车的传动系统中。

1. 十字轴式刚性万向节的构造及润滑

图 16.3 所示为十字轴式刚性万向节的构造。两万向节叉 2 和 6 上的孔分别活套在十字轴 4 的两对轴颈上。这样,当主动轴转动时,从动轴既可随之转动,又可绕十字轴中心在任意方向摆动。为了减少摩擦损失,提高传动效率,在十字轴轴颈和万向节叉孔间装有由滚针 8 和套筒 9 组成的滚针轴承。然后用螺钉和轴承盖 1 将套筒 9 固定在万向节叉上,并用锁片将螺钉锁紧,以防止轴承在离心力作用下从万向节叉内脱出。为了润滑轴承,十字轴做成中空的,并有油路通向轴颈。润滑油从注油嘴 3 注入十字轴内腔。为避免润滑油流出及尘垢进入轴承,在十字轴的轴颈上套着装在金属座圈内的毛毡油封 7。在十字轴的中部还装有带弹簧的安全阀 5。如果十字轴内腔的润滑油压力大于允许值,安全阀即被顶开而润滑油外溢,使油封不致因油压过高而损坏。

十字轴式万向节的损坏是以十字轴轴颈和滚针轴承的磨损为标志的,因此润滑与密封直接影响万向节的使用寿命。为了提高密封性能,近年来在十字轴式万向节中多采用图 16.4 所示的橡胶油封。实践证明,橡胶油封的密封性能远优于老式的毛毡或软木垫油封。当用注油枪向十字轴内腔注入润滑油而使内腔油压大于允许值时,多余的润滑油便从橡胶油封内圆表面与十字轴轴颈接触处溢出,故在十字轴上无须安装安全阀。

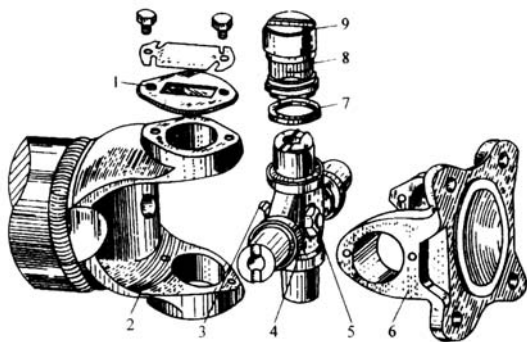


图 16.3 十字轴式刚性万向节

1—轴承盖 2、6—万向节叉 3—注油嘴 4—十字轴
5—安全阀 7—油封 8—滚针 9—套筒

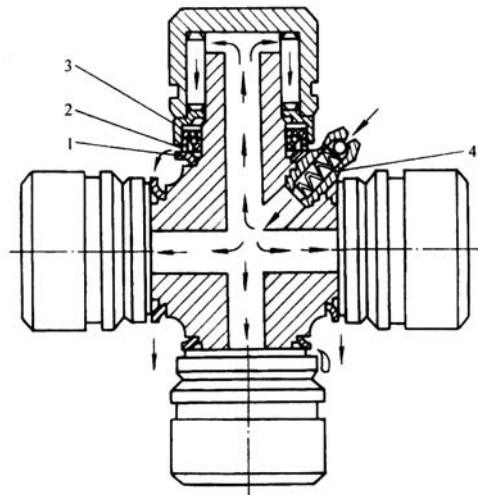


图 16.4 十字轴润滑油道及密封装置

1—油封挡盘 2—油封 3—油封座 4—注油嘴

万向节中常见的滚针轴承的轴向定位方式,除上述盖板式外,还应用内、外挡圈固定式(见图 16.5 和图 16.6)。其特点是工作可靠,零件少,结构简单。

2. 十字轴式刚性万向节传动的不等速性

单个十字轴式刚性万向节在输入轴和输出轴之间有夹角的情况下,其两轴的角速度是

不相等的。下面就单万向节传动过程中的两个特殊位置进行运动分析, 说明它传动的不等速性。

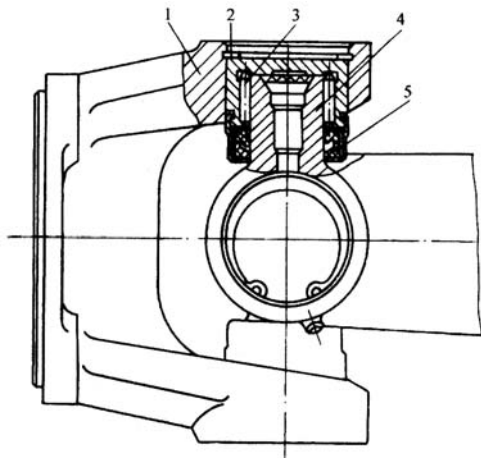


图 16.5 滚针轴承的内挡圈定位

1—万向节叉 2—内挡圈 3—滚针轴承
4—十字轴 5—橡胶油封

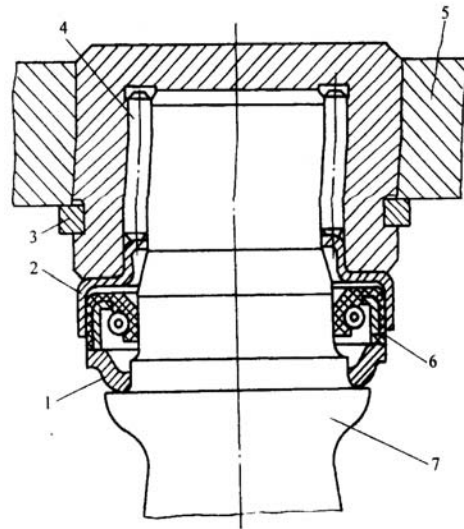


图 16.6 滚针轴承的外挡圈定位

1—油封挡盘 2—油封座 3—外挡圈 4—滚针
5—万向节叉 6—橡胶油封 7—十字轴

(1) 主动叉(drive yoke)在垂直位置, 并且十字轴平面与主动轴垂直的情况(见图 16.7a)。主动叉与十字轴连接点 a 的线速度 v_a 在十字轴平面内; 从动叉(driven yoke)与十字轴连接点 b 的线速度 v_b 在与主动叉平行的平面内, 并且垂直于从动轴。点 b 的线速度 v_b 可分解为在十字轴平面内的速度 v'_b 和垂直于十字轴平面的速度 v''_b 。由速度直角三角形可以看出, 在数值上 $v_b > v'_b$ 。十字轴各股相等, 即 $oa=ob$ 。当万向节传动时, 十字轴是绕 o 点转动的, 其上 a 、 b 两点于十字轴平面内的线速度在数值上应相等, 即 $v'_b = v_a$ 。因此, $v_b > v_a$ 。由此可知, 当主、从动叉转到所述位置时, 从动轴的转速大于主动轴的转速。

(2) 主动叉在水平位置, 并且十字轴平面与从动轴垂直时的情况(见图 16.7b)。此时主动叉与十字轴连接点 a 的线速度 v_a 在平行于从动叉的平面内, 并且垂直于主动轴。线速度 v_a 可分解为在十字轴平面内的速度 v'_a 和垂直于十字轴平面的速度 v''_a 。根据与上述同样的道理, 在数值上, $v_a > v'_a$, 而 $v'_a = v_b$ 。因此, $v_a > v_b$, 即当主、从动叉转到所述位置时, 从动轴转速小于主动轴转速。

由上述两个特殊情况的分析可以看出, 十字轴式万向节在传动过程中, 主、从动轴的转速是不相等的。

图 16.7c 表示两轴转角差($\varphi_1 - \varphi_2$)随主动轴转角 φ_1 的变化关系。由图可见, 主动轴转角 φ_1 在 $0 \sim 90^\circ$ 的范围内, 从动轴转角相对主动轴是超前的, 即 $\varphi_2 > \varphi_1$, 并且两转角差在 $\varphi_1 = 45^\circ$ 时达到最大值, 随后差值减小, 即在此区间从动轴旋转速度大于主动轴旋转速度, 且先加速后减速。当主动轴转到 90° 时, 从动轴也同样转到 90° 。 φ_1 从 90° 到 180° , 从动轴转角相对主动轴是滞后的, 即 $\varphi_2 < \varphi_1$, 并且两转角差值在 φ_1 为 135° 时达最大值, 随后差值减小, 即在此区间从动轴旋转速度小于主动轴旋转速度, 且先减速后加速。当主动

轴转到 180° 时, 从动轴也同时转到 180° 。后半周情况与前半周相同。因此, 如果主动轴以等角速转动, 而从动轴则是时快时慢, 此即单个十字轴万向节在有夹角时传动的不等速性。必须注意的是, 所谓“传动的不等速性”, 是指从动轴在一周中角速度不均而言。而主、从动轴的平均转速是相等的, 即主动轴转过一周从动轴也转过一周。

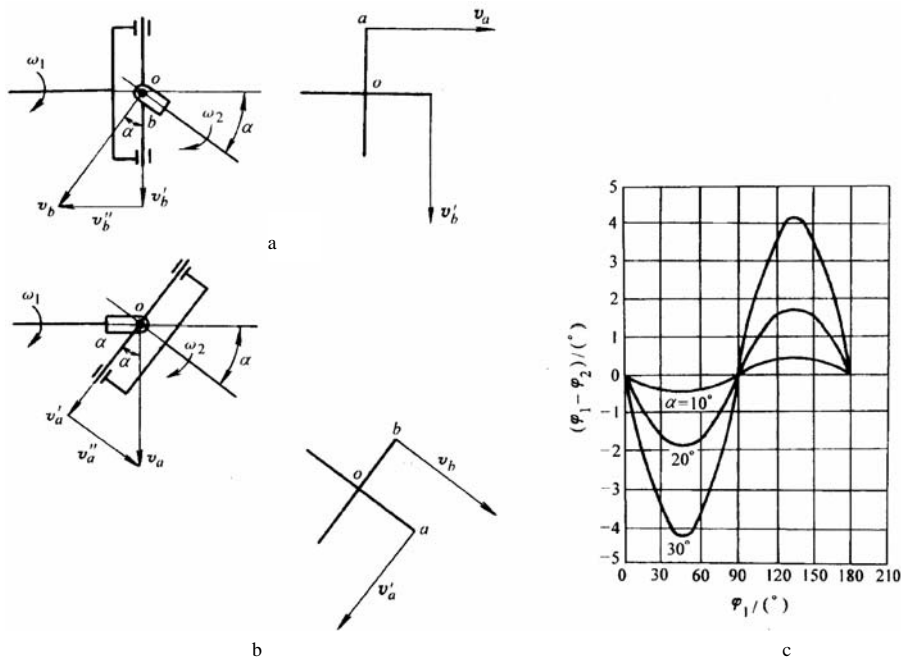


图 16.7 十字轴式刚性万向节传动的不等速性

由图 16.7c 还可看出, 两轴交角 α 越大, 转角差 $(\varphi_1 - \varphi_2)$ 越大, 即万向节传动的不等速性越严重。此现象由上述两个特殊情况下的速度分析也可得到说明。从图 16.7a 和图 16.7b 可看出, v_a 与 v_b 之差值, 实际上就是 v_a 与 v'_a 或 v_b 与 v'_b 之差值。在速度直角三角形内, 若夹角 α (即主、从动轴的交角) 增大, 则 v_a 与 v'_a 或 v_b 与 v'_b 的差值就越大。

单万向节传动的不等速性, 将使从动轴及与其相连的传动部件产生扭转振动, 从而产生附加的交变载荷, 影响部件寿命。

3. 双万向节传动的等速条件

从以上分析可以想到, 在两轴(例如, 变速器的输出轴和驱动桥的输入轴)之间, 若采用如图 16.8 所示的双(十字轴式)万向节传动, 则第一万向节的不等速效应就有可能被第二万向节的不等速效应所抵消, 从而实现两轴间的等角速传动。根据运动学分析得知, 要达到这一目的, 必须满足以下两个条件: ①第一万向节两轴间夹角 α_1 与第二万向节两轴间夹角 α_2 相等; ②第一万向节的从动叉与第二万向节的主动叉处于同一平面内。后一条件完全可以由传动轴和万向节叉的正确装配来保证。但是, 前一条件($\alpha_1 = \alpha_2$)只有在采用驱动轮独立悬架时, 才有可能通过整车的总布置设计和总装配工艺的保证来实现, 因为在此情况下, 主减速器和变速器的相对位置是固定的。在驱动轮采用非独立悬架时, 由于弹性悬架的振动, 驱动桥输入轴与变速器输出轴的相对位置不断变化, 不可能在任何时候都保证 $\alpha_1 = \alpha_2$, 因而此时这两部件之间的万向传动只能做到使传动的不等速性尽可能小。就每一个万

向节而言,只要存在着交角 α_1 或 α_2 ,万向节在工作过程中内部各零件之间就有相对运动,因而导致摩擦损失,降低传动效率。交角越大,则效率越低。因此,在汽车总体布置上,应尽量减少 α_1 和 α_2 。

上述双万向节传动虽能近似地解决等速传动问题,但在某些情况下,例如,转向驱动桥的分段半轴间,在布置上受轴向尺寸限制,而且转向轮要求偏转角度大($30^\circ \sim 40^\circ$),因而上述双万向节传动已难以适应。在长期实践过程中,人们创造了各种形式的等速和准等速万向节。只要用一个这样的万向节,即能实现或基本实现等角速传动。在转向驱动桥及独立悬架的后驱动桥中,广泛采用等角速万向节。

16.2.2 准等速万向节和等速万向节

1. 准等速万向节(near constant velocity universal joint)

准等速万向节是根据上述双万向节实现等速传动的原理而设计的,常见的有双联式和三销轴式万向节。

(1) 双联式万向节(double cardan universal joint) 双联式万向节实际上是一套传动轴长度缩减至最小的双万向节等速传动装置。图 16.9 中的双联叉 3 相当于两个在同一平面上的万向节叉。欲使轴 1 和轴 2 的角速度相等,应保证 $\alpha_1 = \alpha_2$ 。为此,在双联式万向节结构中装有分度机构,以期双联叉的对称线平分所连两轴的夹角。

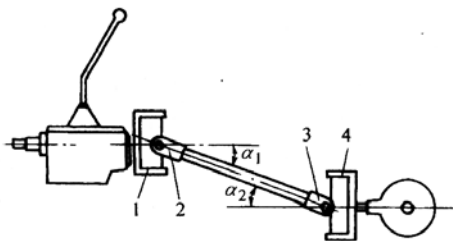


图 16.8 双万向节等速传动布置

1、3—主动叉 2、4—从动叉

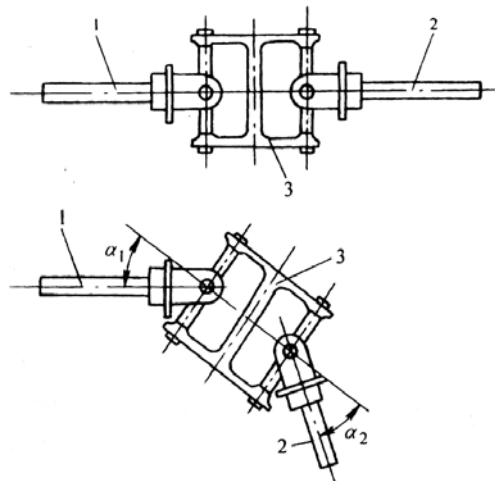


图 16.9 双联式万向节示意图

1、2—轴 3—双联叉

图 16.10 为双联式万向节的结构实例。在万向节叉 6 的内端有球头,与球碗 9 的内圆面配合,球碗座 2 则镶嵌在万向节叉 1 内端。球头与球碗的中心与十字轴中心的连线中点重合。当万向节叉 6 相对万向节叉 1 在一定角度范围内摆动时,双联叉 5 也被带动偏转相应角度,使两十字轴中心连线与两万向节叉 1 和 6 的轴线的交角(即图 16.9 中的 α_1 和 α_2)差值很小,从而保证两轴角速度接近相等,其差值在容许范围内,故双联式万向节具有准等速性。

双联式万向节用于转向驱动桥时,可以没有分度机构,但必须在结构上保证双联式万向节中心位于主销轴线与半轴轴线的交点,以保证准等速传动。

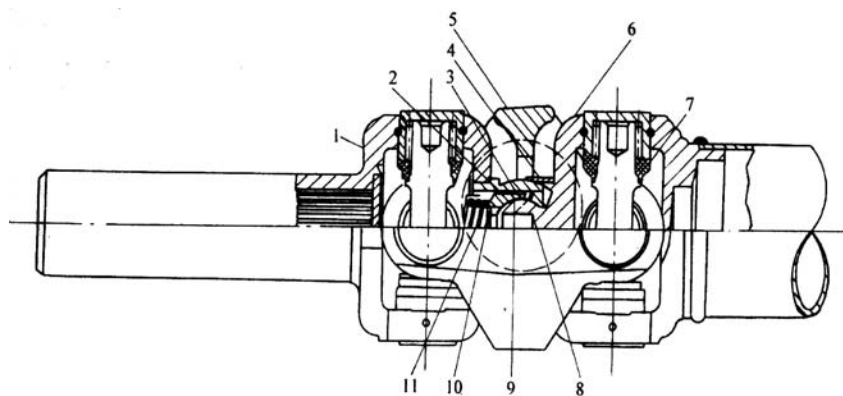


图 16.10 双联式万向节

1、6—万向节叉 2—球碗座 3—衬套 4—防护圈 5—双联叉 7—油封 8、10—垫圈 9—球碗 11—弹簧

双联式万向节允许有较大的轴间夹角，且具有结构简单、制造方便、工作可靠等优点，故在转向驱动桥中的应用逐渐增多。北京吉普汽车有限公司生产的切诺基轻型越野汽车的前传动轴与分动器前输出轴之间，即采用了这种双联式万向节。

(2) 三销轴式万向节(tripod universal joint) 三销轴式万向节是由双联式万向节演变而来的准等速万向节。图 16.11 所示为东风 EQ2080 型汽车的转向驱动桥中所采用的三销轴式万向节。它主要由两个偏心轴叉 1 和 3、两个三销轴 2 和 4 以及 6 个轴承、密封件等组成。主、从动偏心轴叉分别与转向驱动桥的内、外半轴制成一体。叉孔中心线与叉轴

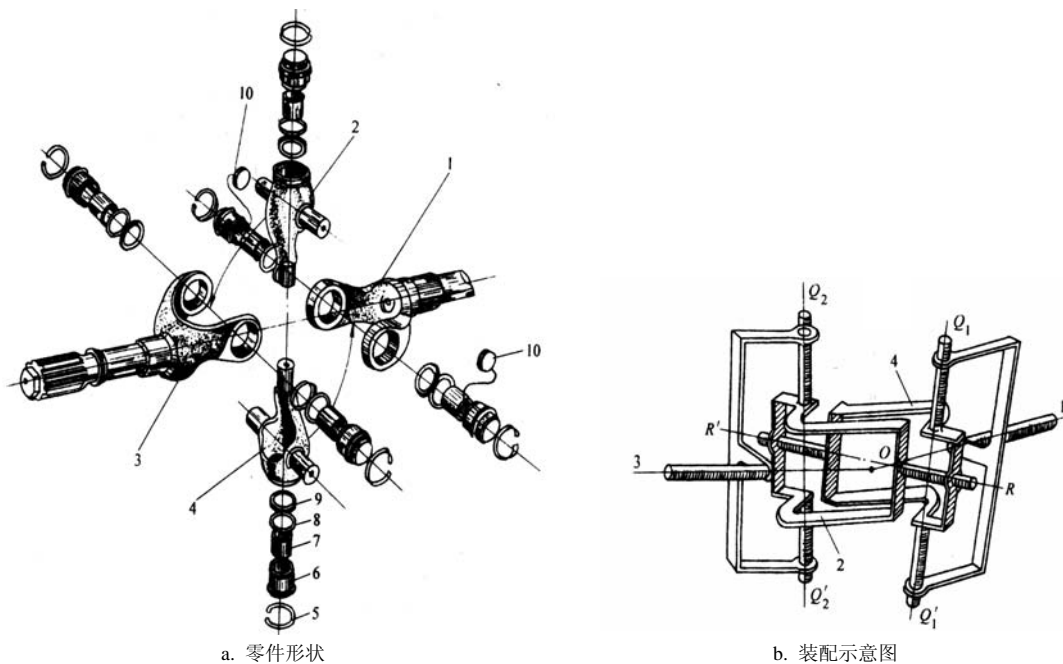


图 16.11 三销轴式准等角速万向节

1—主动偏心轴叉 2、4 三销轴 3—从动偏心轴叉 5—卡环
6—轴承座 7—衬套 8—毛毡圈 9—密封罩 10—推力垫片

中心线互相垂直但不相交。两叉由两个三销轴连接。三销轴的大端有一穿通的轴承孔，其中心线与小端轴颈中心线重合。靠近大端两侧有两轴颈，其中心线与小端轴颈中心线垂直并相交。装合时，每一偏心轴叉的两叉孔与一个三销轴的大端两轴颈配合，而后两个三销轴的小端轴颈互相插入对方的大端轴承孔内，这样便形成了 $Q_1-Q'_1$ 、 $Q_2-Q'_2$ 和 $R-R'$ 三根轴线。

在与主动偏心轴叉 1 相连的三销轴 4 的两个轴颈端面 and 轴承座 6 之间加装有推力垫片 10。其余各轴颈端面均无推力垫片，且端面与轴承座之间留有较大的空隙，以保证在转向时三销轴万向节不致发生运动干涉现象。

三销轴式万向节的最大特点是允许相邻两轴有较大的交角，最大可达 45° 。在转向驱动桥中采用这种万向节可使汽车获得较小的转弯半径，提高了汽车的机动性。其缺点是所占空间较大。

2. 等速万向节(constant velocity universal joint)

等速万向节的基本原理是，从结构上保证万向节在工作过程中的传力点永远位于两轴交点的平分面上。图 16.12 为一对大小相同的锥齿轮传动示意图。两齿轮的接触点 P 位于两齿轮轴线交角 α 的平分面上，由接触点 P 到两轴的垂直距离都等于 r 。在 P 点处两齿轮的圆周速度是相等的，因而两个齿轮旋转的角速度也相等。与此相似，若万向节的传力点在其交角变化时始终位于角平分面内，则可使两万向节叉保持等角速的关系。

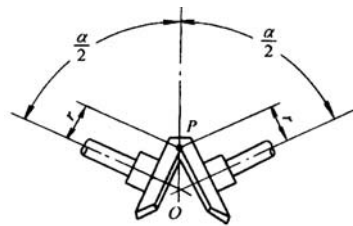


图 16.12 等速万向节的工作原理

目前采用较广泛的球叉式万向节和球笼式万向节均根据这一原理制成。

1) 球叉式万向节(weiss universal joint)

球叉式万向节的构造如图 16.13 所示。主动叉 5 与从动叉 1 分别与内、外半轴制成一体。在主、从动叉上，各有四个曲面凹槽，装合后形成两个相交的环形槽作为钢球滚道。四个传动钢球 4 放在槽中，中心钢球 6 放在两叉中心的凹槽内，以定中心。

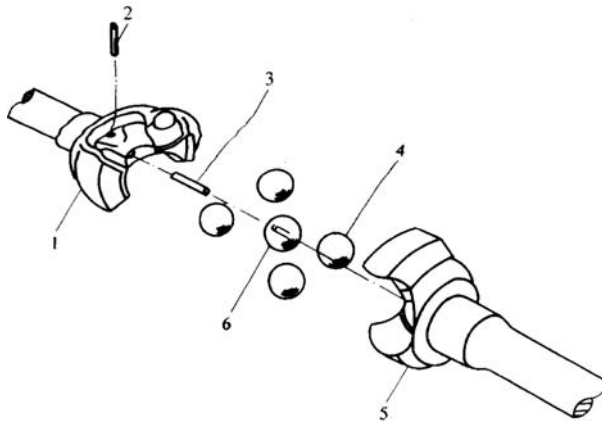


图 16.13 球叉式万向节

1—从动叉 2—锁止销 3—定位销 4—传动钢球 5—主动叉 6—中心钢球

为顺利地将钢球装入槽内，在中心钢球 6 上铣出一个凹面，凹面中央有一深孔。装合时，先将定位销 3 装入从动叉内，放入中心钢球，然后在两球叉槽中陆续装入三个传动钢球，再将中心钢球的凹面对向未放钢球的凹槽，以便装入第四个传动钢球，而后再将中心钢球 6 的孔对准从动叉孔，提起从动叉轴使定位销 3 插入球孔中，最后将锁止销 2 插入从动叉上与定位销垂直的孔中，以限制定位销轴向移动，保证中心钢球的正确位置。

这种结构的等角速传动原理可按图 16.14 来说明：主动叉和传动叉槽的中心线是以 O_1 、 O_2 为圆心的两个半径相等的圆，而圆心 O_1 、 O_2 与万向节中心 O 的距离相等。因此，在主动轴和从动轴以任何角度相交的情况下，传动钢球中心都位于两圆的交点上，亦即所有传动钢球都位于角平分面上，因而保证了等角速的传动。

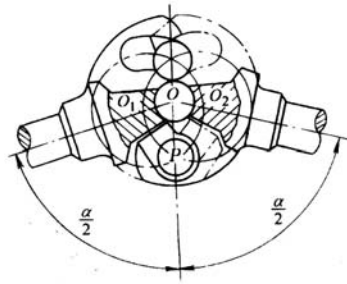


图 16.14 球叉式万向节等角速传动原理

球叉式万向节结构简单，允许最大交角为 $32^\circ \sim 33^\circ$ ，一般应用于转向驱动桥中，如图 16.15 所示。

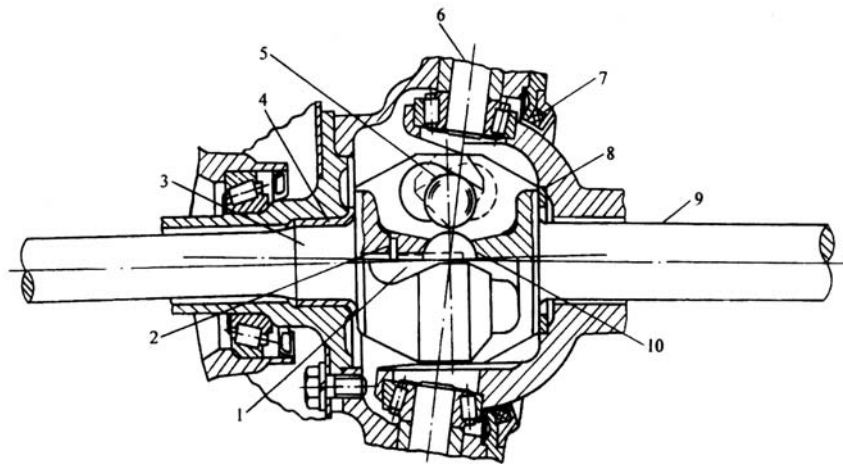


图 16.15 球叉式万向节在转向驱动桥中的布置

1—定位销 2—锁止销 3—从动叉 4—径向推力轴承 5—传动钢球
6—主销 7—油封 8—推力轴承 9—主动叉 10—中心钢球

近年来，有些球叉式万向节中省去了定位销和锁止销，中心钢球上也没有凹面，靠压力装配。这样，结构更为简单，但拆装不便。

球叉式万向节工作时，只有两个钢球传力，反转时，则由另两个钢球传力。因此，钢球与曲面凹槽之间的单位压力较大，磨损较快，影响使用寿命。

2) 球笼式万向节(rzeppa universal joint)

球笼式万向节的结构如图 16.16 所示。星形套 7 以内花键与主动轴 1 相连，其外表面有 6 条凹槽，形成内滚道。球形壳 8 的内表面有相应的 6 条凹槽，形成外滚道。六个钢球 6 分别装在各条凹槽中，并由保持架 4 使之保持在一个平面内。动力由主动轴 1 经钢球 6、球形壳 8 输出。

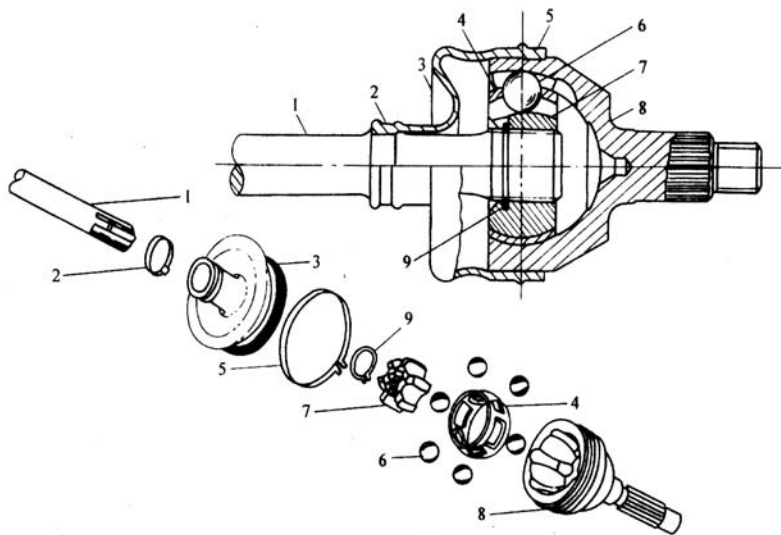


图 16.16 球笼式等速万向节

1—主动轴 2、5—钢速箍 3—外罩 4—保持架(球笼) 6—钢球 7—星形套(内滚道) 8—球形壳(外滚道) 9—卡环

球笼式万向节的等速传动原理,如图 16.17 所示。外滚道的中心 A 与内滚道的中心 B 分别位于万向节中心 O 的两边,且与 O 等距离。钢球中心 C 到 A 、 B 两点的距离也相等。保持架的内外球面、星形套的外球面和球形壳的内球面,均以万向节中心 O 为球心。因此,当两轴交角变化时,保持架可沿内、外球面滑动,以保持钢球在一定位置。

由图 16.17 可见,由于 $OA=OB$, $CA=CB$, CO 是共边,则两个三角形 $\triangle COA$ 与 $\triangle COB$ 全等。因此, $\angle COA=\angle COB$, 即两轴相交任意角。即传力钢球 C 都位于交角平分面上。此时,钢球到主动轴和从动轴的距离 a 和 b 相等,从而保证了从动轴与主动轴以相等的角速度旋转。

球笼式等角速万向节在两轴最大交角达 47° 的情况下,仍可传递转矩,且在工作时,无论传动方向如何,6 个钢球全部传力。与球叉式万向节相比,其承载能力强,结构紧凑,拆装方便,因此应用越来越广泛。例如,国产红旗牌 CA7220 型、捷达、桑塔纳、夏利等轿车,其前转向驱动桥的转向节处均采用这种球笼式等角速万向节。该结构形式简称 RF 节。

伸缩型球笼式万向节(简称 VL 节)的结构如图 16.18 所示。该结构形式的内、外滚道是圆筒形的,在传递转矩过程中,星形套 2 与筒形壳 4 可以沿轴向相对移动,故可省去其他万向传动装置中必须有的滑动花键。这不仅使结构简化,而且由于星形套 2 与筒形壳 4 之间的轴向相对移动是通过钢球 5 沿内、外滚道滚动来实现的,与滑动花键相比,其滑动阻力小,最适用于断开式驱动桥。

这种万向节保持架的内球面中心 B 与外球面中心 A 位于万向节中心 O 的两边,且与 O 等距离。钢球中心 C 到 A 、 B 距离相等,以保证万向节作等角速传动。

上述几种国产轿车所采用的伸缩型球笼式万向节(VL 节),在转向驱动桥中均布置在靠传动器一侧(内侧),而轴向不能伸缩的球笼式万向节(RF 节)则布置在转向节处(外侧),如图 16.19 所示。

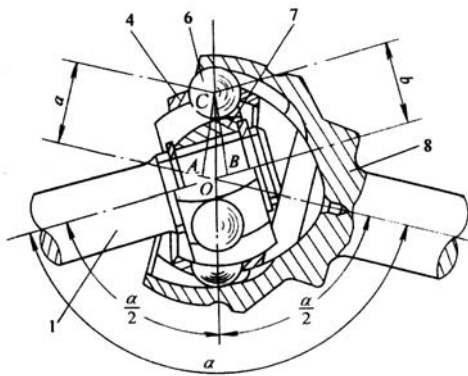


图 16.17 球笼式万向节等角速传动原理

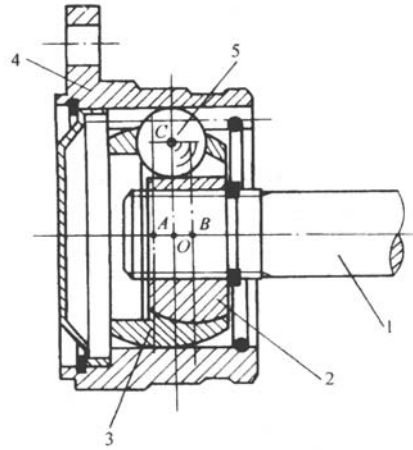


图 16.18 伸缩型球笼式万向节(VL 节)

O—万向节中心 A—外滚道中心 B—内滚道中心 C—钢球中心
 α —两轴交角(指钝角) 1—主动轴 2—星形套(内滚道)
 3—保持架(球笼) 4—筒形壳(外滚道) 5—钢球

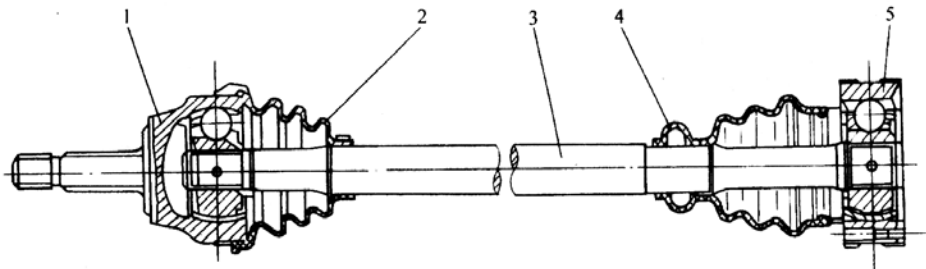


图 16.19 RF 节与 VL 节在转向驱动桥中的布置

1—球笼式万向节(RF 节) 2、4—防尘罩 3—传动轴(半轴) 5—伸缩型球笼式万向节(VL 节)

16.2.3 挠性万向节

挠性万向节依靠其中弹性件的弹性变形来保证在相交两轴间传动时不发生机械干涉。弹性件可以是橡胶盘、橡胶金属套筒、六角形橡胶圈或其他结构形式。由于弹性件的弹性变形量有限，故挠性万向节一般用于两轴间夹角不大($3^\circ \sim 5^\circ$)和只有微量轴向位移的万向传动场合。例如，常用来连接固定安装在车架上的两个部件(如发动机与变速器或变速器与分动器)之间，以消除制造安装误差和车架变形对传动的影响。此外，它还具有能吸收传动系中的冲击载荷和衰减扭转振动、结构简单、无需润滑等优点。

图 16.20 所示为原上海 SH380A 型自卸汽车上用来连接发动机输出轴与液力机械变速器输入轴的挠性万向节。它主要由借螺栓固定在大圆盘 2 上的大圆盘 2、与花键毂 5 铆接在一起的连接圆盘 4、连接二者的四副弹性连接件 3 以及定心用的中心轴 1 组成。

弹性连接件的结构如图 16.21 所示。两个橡胶块 1 装在两半对合的外壳 3 中，每个橡胶块中各有一衬套 2。每副弹性连接件中的一个橡胶块用螺栓固定在大圆盘上，而另一橡

胶块用螺栓固定于连接圆盘上(见图 16.20)。动力经大圆盘输入,通过衬套传给每一副弹性连接件中的一个橡胶块,再经外壳、另一橡胶块和衬套传给连接圆盘,最后经花键毂和花键轴输出。

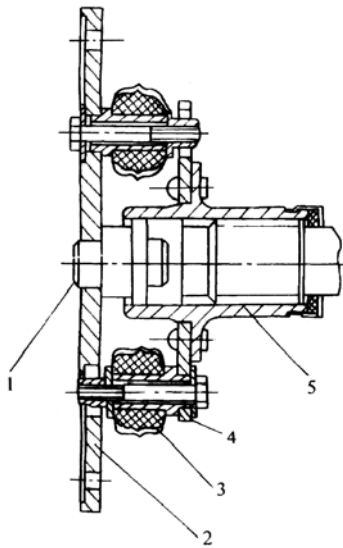


图 16.20 原上海 SH380A 型自卸汽车的挠性万向节

1—中心轴 2—大圆盘 3—弹性连接件 4—连接圆盘 5—花键毂

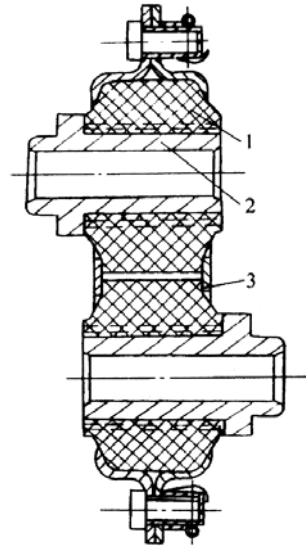


图 16.21 弹性连接件

1—橡胶块 2—衬套 3—外壳

16.3 传动轴和中间支承

常见的轻、中型货车中,连接变速器与驱动桥的传动轴部件由传动轴及其两端焊接的花键轴和万向节叉组成。

汽车行驶过程中,变速器与驱动桥的相对位置经常变化,为避免运动干涉,传动轴中设有由滑动叉和花键轴组成的滑动花键连接,以实现传动轴长度的变化。为减少磨损,还装有用以加注滑脂的油嘴、油封、堵盖和防尘套。

传动轴在高速旋转时,由于离心力作用将产生剧烈振动。因此,当传动轴与万向节装配后,必须满足动平衡要求。图 16.22 中的零件 3 即为平衡用的平衡片。

平衡后,在万向节滑动叉 13 与主传动轴 16 上刻上装配位置标记 21,以便拆卸后重装时保持二者的相对角位置不变。传动轴过长时,自振频率降低,易产生共振,故常将其分为两段并加中间支承。前段称中间传动轴(如图 16.22 上部所示),后段称主传动轴(如图 16.22 下部所示)。

为了得到较高的强度和刚度,传动轴多做成空心的,一般用厚度为 1.5~3.0mm 的薄钢板卷焊而成。超重型货车的传动轴则直接采用无缝钢管。

在转向驱动桥、断开式驱动桥或微型汽车的万向传动装置中,通常将传动轴制成实心轴。

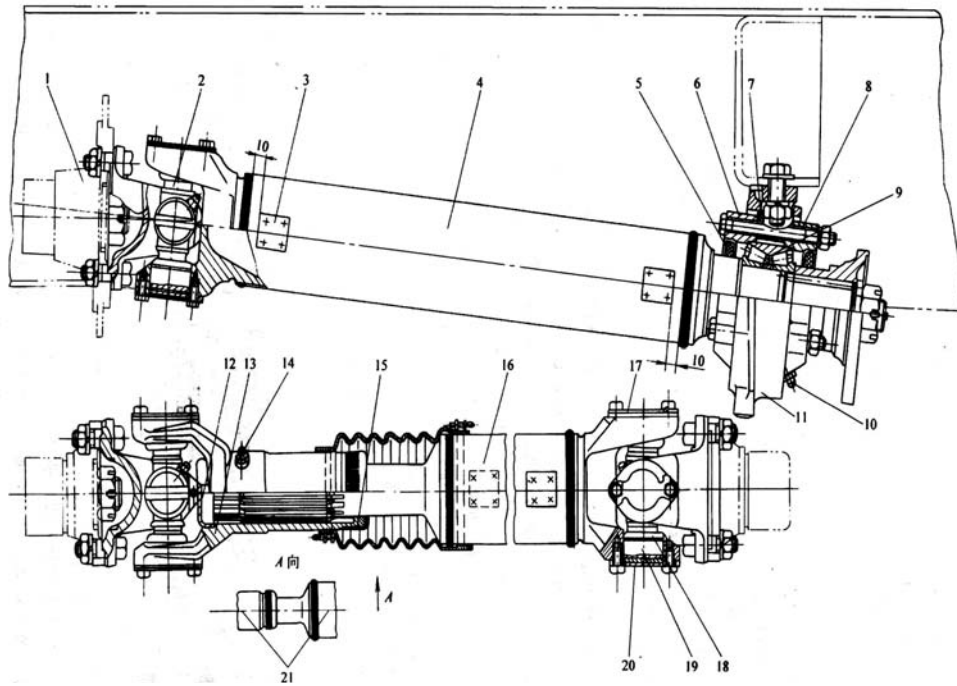


图 16.22 解放 CA1091 型汽车的传动轴与中间支承

- 1—凸缘叉 2—万向节十字轴 3—平衡片 4—中间传动轴 5、15—油封 6—中间支承前盖 7—橡胶垫环
8—中间支承后盖 9—双列圆锥滚子轴承 10、14—注油嘴 11—支架 12—堵盖 13—万向节滑动叉
16—主传动轴 17—锁片 18—滚针轴承油封 19—万向节滚针轴承 20—滚针轴承盖 21—装配位置标记

为减小传动轴中花键连接的轴向滑动阻力和磨损,可对花键进行磷化处理或喷涂尼龙层。有的则在花键槽内设置滚动元件,如国外有的汽车传动轴采用了图 16.23 所示的圆柱滚子式滚动花键连接。在传动轴内套管 5 上制有四个均布的夹角为 90° 的凹槽(滚道),在传动轴外套管 2 上也相应地制有四个均布的夹角为 90° 的贯通凹槽(滚道)。内、外套管的凹槽装配吻合后,放入滚柱 1,并使相邻的滚柱各按向右和向左的顺序间隔排列。内、外套管的凹槽装配吻合后,放入滚柱 1,并使相邻的滚柱各按向右和向左的顺序间隔排列。内、外套管的凹槽装配吻合后,放入滚柱 1,并使相邻的滚柱各按向右和向左的顺序间隔排列。工作中,内、外套管的相对滑动,由滚柱在凹槽内滚动实现。当传动轴逆时针方向旋转时(图 16.23 中 A—A 剖视),各凹槽中向右倾斜安装的滚柱传力;反之,向左倾斜的滚柱传力。

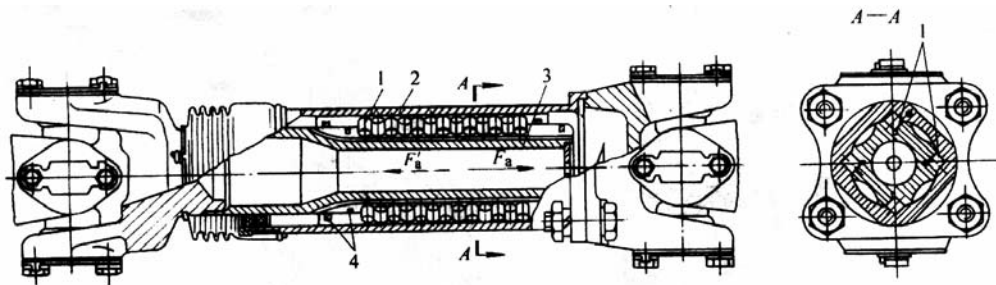


图 16.23 传动轴滚动花键

- 1—滚柱 2—传动轴外套管 3—传动轴内套管 4—挡圈

此外,有些轿车的断开式后驱动桥中,采用了如图 16.24 所示的半轴滚动花键连接。在万向节套管叉 2 与外半轴 4 之间装有花键轴套 1。套管叉 2 的内圆表面开有三条凹槽,与此相应,花键轴套 1 的外圆表面上有三条凸起,凸起的宽度为凹槽宽度的一半,二者装合后,每一凸起的两边形成一条矩形断面的滚道。花键轴套的两端各有一个导块 7,导块外表面切有三条半圆形矩形断面的凹槽,与上述每一凸起两边的矩形滚道相通形成三条封闭的滚道。在滚道中装有若干个滚柱 8,因而外半轴与万向节套管叉之间的相对滑动由滚柱在滚道中的滚动实现。上述滚动花键能减少摩擦损失,提高传动效率,但结构较复杂,成本高。

传动轴分段时须加中间支承。通常中间支承安装在车架横梁上,应能补偿传动轴轴向和角度方向的安装误差以及车辆行驶过程中由于发动机窜动或车架等变形所引起的位移。

东风 EQ1090E 型汽车的中间传动轴采用蜂窝软垫式中间支承(见图 16.25)与车架相连接。轴承 3 可在轴承座 2 内滑动。由于蜂窝形橡胶垫 5 的弹性作用,能适应上述安装误差和行驶中出现的位移。此外,还可吸收振动并减少噪声传导。蜂窝软垫式结构简单,效果良好,应用较广泛。

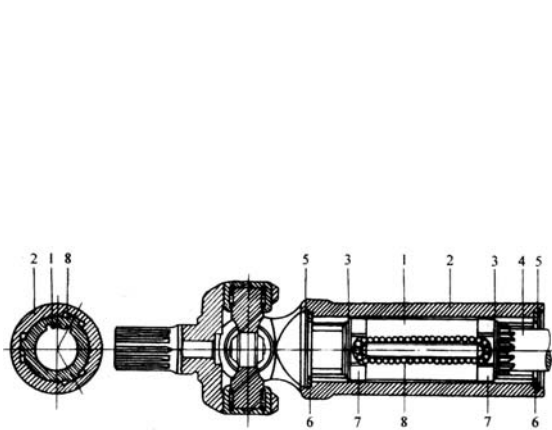


图 16.24 轿车半轴滚动花键

1—花键轴套 2—万向节套管叉 3、5—卡环 4—外半轴
6—垫圈 7—导块 8—滚柱

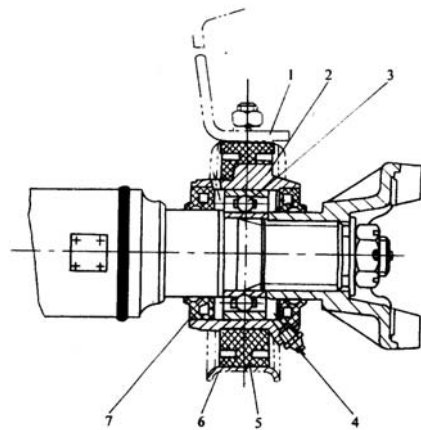


图 16.25 东风 EQ1090E 型汽车传动轴中间支承

1—车架横梁 2—轴承座 3—轴承 4—注油嘴
5—蜂窝形橡胶垫 6—U 型支架 7—油封

解放 CA1091 型汽车双列圆锥滚子轴承式中间支承(见图 16.22),其特点是圆锥滚子轴承可承受较大的轴向力,且便于调整(磨削双列轴承内座圈之间的调整垫,以减小间隙),使用寿命较长。

有的汽车采用摆动式中间支承(见图 16.26)。当发动机轴向窜动时,中间支承可绕支承轴 3 摆动,改善了轴承的受力状况。此外,橡胶衬套 2 和 5 能适应传动轴轴线在横向平面内少量的位置变化。

东风 EQ2080 型越野汽车从分动器 4 到后驱动桥 10 的传动轴,是由后桥中间传动轴 6 和后桥传动轴 9 组成(见图 16.27)。两根传动轴均有花键轴和套管叉,都可以伸缩。两传动轴 6 和 9 之间通过两个十字轴式刚性万向节和中间支承轴(图 16.28 中序号 13 所指)相连,并通过中间支承 8(见图 16.27)支承于中驱动桥 7 的桥壳上。这样,与支承在车架上相比,能使万向节主动轴与从动轴间的交角小一些。

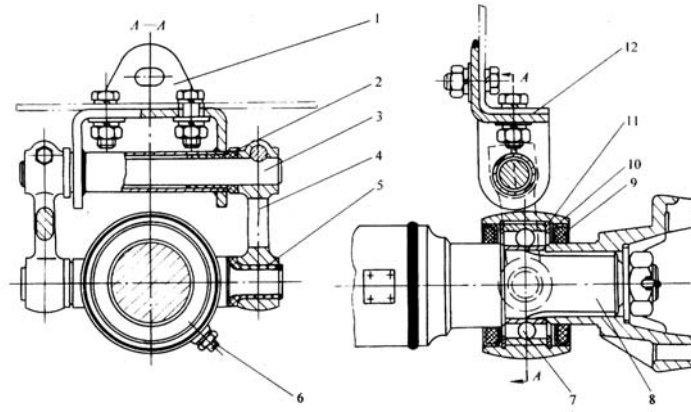


图 16.26 摆动式中间支承

1—支架 2、5—橡胶衬套 3—支承轴 4—摆臂 6—注油嘴 7—轴承
8—中间传动轴 9—油封 10—支承座 11—卡环 12—车架横梁

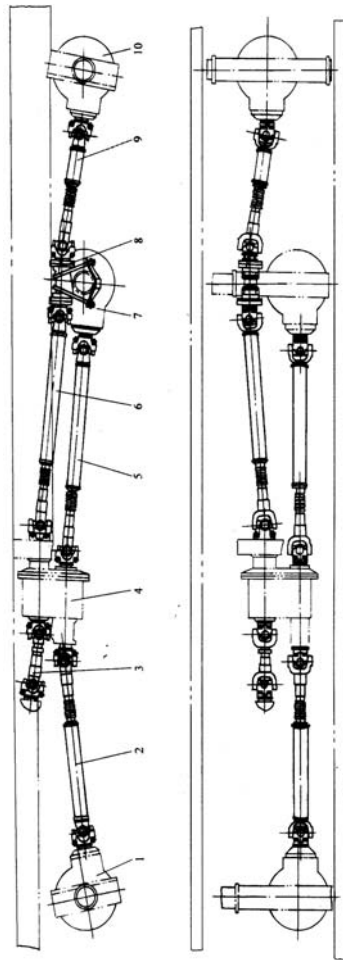


图 16.27 东风 EQ2080 型汽车传动轴的布置

1—前驱动桥 2—前桥传动轴 3—传动轴 4—分动器 5—中桥传动轴 6—后桥中间传动轴
7—中驱动桥 8—中间支承 9—后桥传动轴 10—后驱动桥

中间支承的结构如图 16.28 所示。中间支承轴 13 支于安装在中间支承壳体 14 内的两个圆锥滚子轴承 10 上。整个中间支承用两个 U 形螺栓 4 和中间支承托板 2 固定在中桥壳 3 上,并用两个定位销 17 在中桥壳上定位。调整垫片 9 用以调整滚子轴承的紧度。

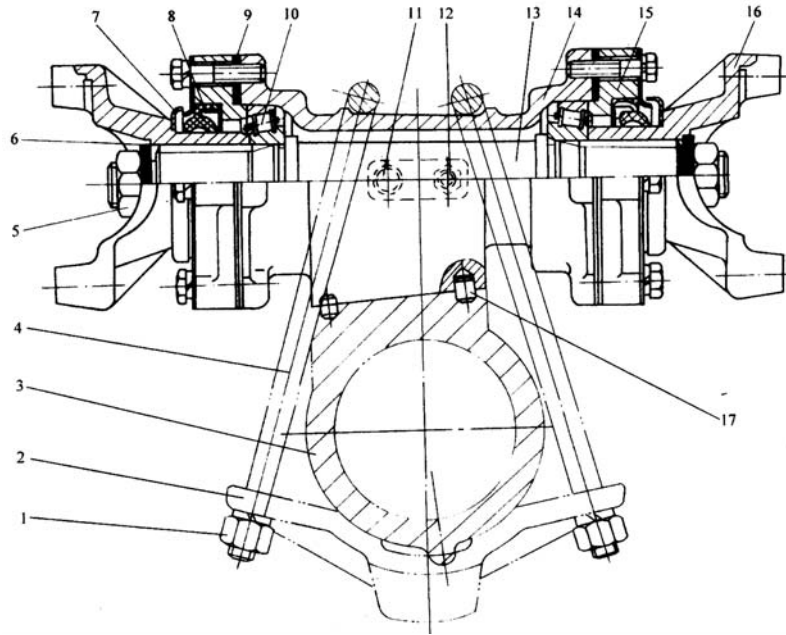


图 16.28 东风 EQ2080 型汽车传动轴中间支承

1—U 型螺柱紧固螺母 2—中间支承托板 3—中桥壳 4—U 型螺栓 5—万向节叉紧固螺母
6—垫片 7—防尘罩 8—油封 9—调整垫片 10—圆锥滚子轴承 11—通气塞 12—注油嘴
13—中间支承轴 14—中间支承壳体 15—油封座 16—万向节叉 17—定位销

思考题

1. 试分析单十字轴式刚性万向节传动的不等速性。
2. 十字轴式刚性万向节的滚针轴承在工作中其滚针做何种运动?
3. 球叉式与球笼式等速万向节在应用上有何差别?为什么?
4. 试分析三轴驱动越野汽车的中、后桥两种驱动形式的优缺点。
5. 前转向驱动桥中,靠传动器侧布置的伸缩型球笼式万向节(VL 节)可否去掉?VL 节与 RF 节的位置可否对调?为什么?