



离合器设计

3.1 概 述

在以内燃机为动力的汽车机械传动系中离合器处于首端,它的作用是用来切断和接通传动系的动力传动,以保证汽车平稳起步、顺利换挡,防止传动系过载,可靠传递转矩。

在汽车机械传动系中一般采用摩擦式离合器。这种离合器的工作表面(也就是摩擦表面)一般为圆盘形,也称为盘形离合器。而盘形离合器又分为单盘、双盘和多盘离合器三类。多盘离合器多为湿式,即摩擦盘浸在液体中,以解决散热问题。但这种离合器在汽车上应用较少。而单盘和双盘离合器一般为干式(在空气中工作),应用最广泛。

随着汽车发动机转速、功率、转矩的提高,离合器的工作条件日益严酷。目前离合器技术的发展趋势是:

- (1) 提高可靠性和延长使用寿命;
- (2) 适应高转速;
- (3) 增大传递转矩的能力;
- (4) 简化操纵(例如,采用自动离合器,可以省去离合器踏板,实现汽车的“双踏板”操纵)。

对汽车离合器有如下基本要求:

- (1) 在任何行驶情况下都可以可靠地传递发动机转矩;
- (2) 分离彻底、迅速,接合平顺柔和,以保证汽车起步平稳,没有抖动和冲击;
- (3) 离合器从动部分转动惯量小,以减轻换挡时齿轮间的冲击,缩短同步器同步时间和减小同步器的磨损;
- (4) 使传动系避免危险的扭转共振,即有改变传动系固有频率和吸振的能力;
- (5) 有足够的吸热能力,并且散热通风良好,以免工作温度过高;
- (6) 操纵轻便;
- (7) 工作可靠、寿命长。此外,还要求离合器尽量结构简单、紧凑、质量轻、维修方便等。

3.2 离合器的结构选择

3.2.1 从动盘数的选择

1. 单盘离合器

如图 3-1 所示,单盘离合器只有一个从动盘。目前,在轿车、轻型货车、中型货车以至许

多重型货车上都采用了单盘离合器。单盘离合器的特点是：结构简单、分离彻底、散热良好、尺寸紧凑、调整方便、从动部分转动惯量小，但是需要在结构上采取适当措施保证接合平顺。

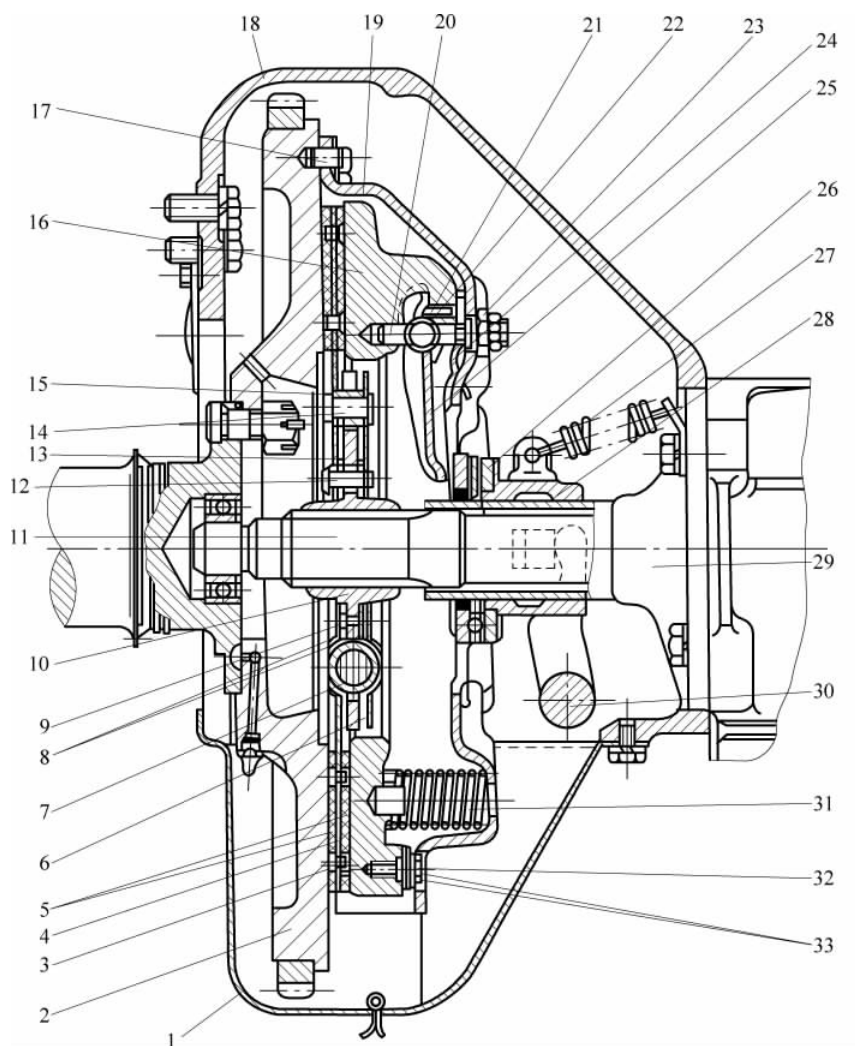


图 3-1 东风 EQ1090E 型汽车单盘离合器

- 1—离合器壳底盖；2—飞轮；3—摩擦片铆钉；4—从动盘本体；5—摩擦片；6—减振器盘；7—减振器弹簧；
8—减振器阻尼片；9—阻尼片铆钉；10—从动盘毂；11—变速器第一轴（离合器从动轴）；
12—阻尼弹簧铆钉；13—减振器阻尼弹簧；14—从动盘铆钉；15—从动盘铆钉隔套；
16—压盘；17—离合器盖定位销；18—离合器壳；19—离合器盖；20—分离杠杆支承柱；
21—摆动支片；22—浮动销；23—分离杠杆调整螺母；24—分离杠杆弹簧；
25—分离杠杆；26—分离轴承；27—分离套筒回位弹簧；28—分离套筒；
29—变速器第一轴轴承盖；30—分离叉；31—压紧弹簧；32—传动片铆钉；33—传动片

2. 双盘离合器

如图 3-2 所示，双盘离合器有两个从动盘，与单盘离合器相比，由于摩擦面数增多，因而传递转矩的能力较大，且在不用采取特别措施的情况下即可实现比较平顺的接合，在传递相

同转矩的情况下,径向尺寸较小,踏板力也较小。但其也存在一些缺点,例如分离彻底性较差,中间压盘通风散热不良,因而热负荷较高等问题。不过,如从结构上采取措施,这些问题是可以解决的。双盘离合器应用的场合是:传递的转矩较大,而径向尺寸却受到较严格的限制。

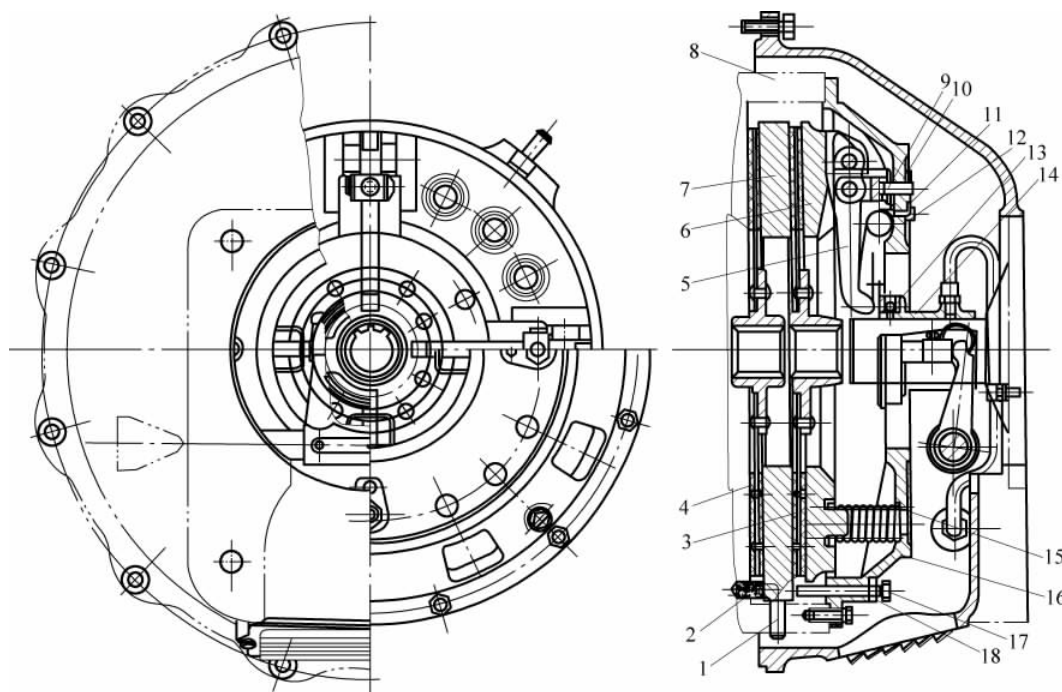


图 3-2 黄河 JN1181C13 型汽车双盘离合器

- 1—定位块; 2—分离弹簧; 3,4—从动盘; 5—分离杠杆; 6—压盘; 7—中间压盘; 8—飞轮;
9—支承销; 10—调整螺母; 11—压片; 12—锁紧螺钉; 13—分离轴承; 14—分离套筒;
15—压紧弹簧; 16—离合器盖; 17—限位螺钉; 18—锁紧螺母

3. 多盘离合器

多盘离合器有三个或三个以上从动盘。其特点是: 接合平顺柔和; 由于在油中工作, 摩擦表面温度低、磨损小; 但是分离不彻底, 特别是在冬季油黏度增加时更是如此; 尺寸和质量较大。这类离合器在国外某些重型牵引车和自卸车上得到了应用。

3.2.2 压紧弹簧的形式和布置

离合器压紧弹簧主要有圆柱螺旋弹簧、矩形断面圆锥弹簧和膜片弹簧等形式。压紧弹簧可以周置、中央布置, 也可以斜置。

1. 周置弹簧离合器

周置弹簧离合器都采用圆柱螺旋弹簧, 如图 3-2 所示。这种压紧弹簧形式结构简单、制造方便, 在汽车上一直得到广泛采用。但是, 这种布置形式应用到高速发动机(最高转速达 5000~7000 r/min 或更高)时, 可能引起一些问题。例如高转速时, 周置圆柱螺旋弹簧将受到较大的离心力, 发生较大弯曲, 从而使弹簧的压紧力显著降低, 甚至会使弹簧断裂。总之, 这种离合器不太适合高速发动机。

2. 中央弹簧离合器

中央弹簧离合器的压紧弹簧与从动盘的轴线相同,所以叫做中央弹簧,见图 3-3。中央弹簧有用圆柱弹簧的,也有用矩形断面圆锥弹簧的,而采用后者可以缩短轴向尺寸(见图 3-3)。中央弹簧的压紧力是通过杠杆放大而作用在压盘上,由于在结构上可选较大的杠杆比,所以采用刚度较小的弹簧就可以获得较大的压紧力,这也有利于减轻踏板力。此外,由于中央弹簧与压盘不直接接触,弹簧不受退火影响。中央弹簧离合器多用于发动机转矩大于 $400 \sim 450 \text{ N} \cdot \text{m}$ 的重型汽车上。

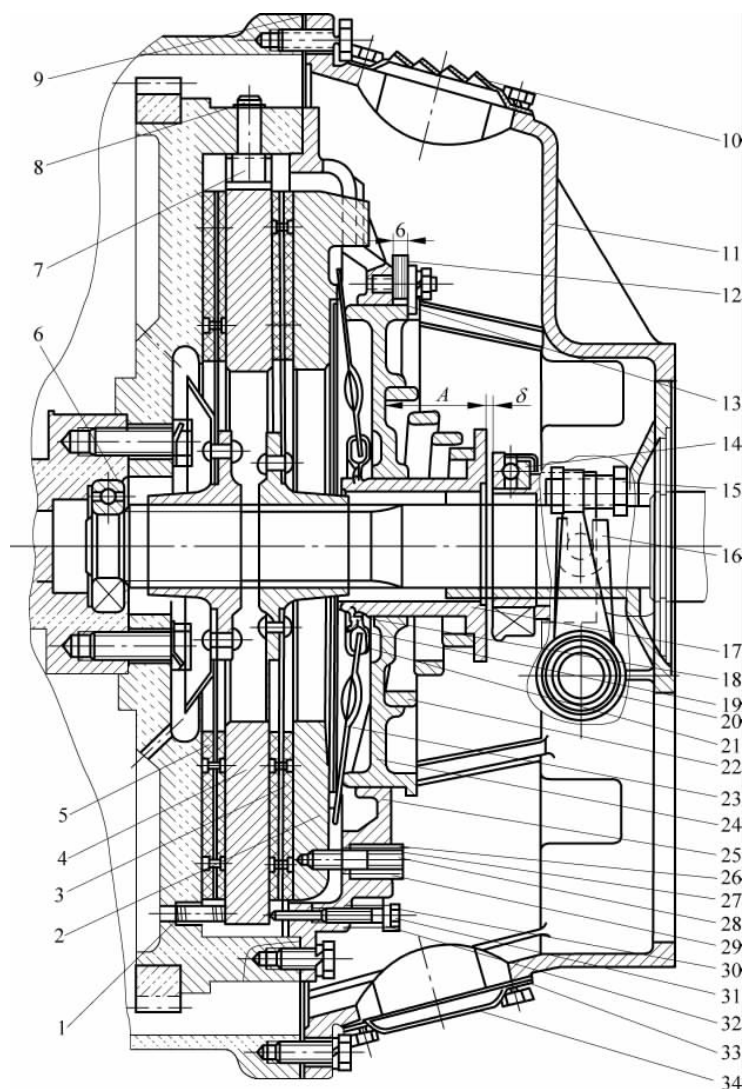


图 3-3 中央弹簧离合器

- 1—中间压盘分离弹簧; 2—压盘; 3—后从动盘; 4—中间压盘; 5—前从动盘; 6—轴承; 7—压盘传动销;
 8—挡圈; 9—密封垫; 10—通气孔盖; 11—离合器壳; 12—调整垫片; 13—压板; 14—分离轴承;
 15—调整螺钉; 16—分离叉; 17—锥形弹簧座; 18—轴向卡环; 19—座圈; 20—左右回位弹簧; 21—钢球;
 22—锥形压紧弹簧; 23—弹性压杆; 24—支承凸缘; 25—离合器盖; 26—弹簧座; 27—销; 28—分离弹簧导杆;
 29—压盘分离弹簧; 30—弹簧; 31—调整螺钉; 32—调整螺钉; 33—检视口盖密封垫; 34—检视口盖

3. 斜置弹簧离合器

斜置弹簧离合器是用在重型汽车上的一种结构形式,弹簧的轴线与离合器的轴线成一个夹角 α ,如图3-4所示。弹簧压力斜向作用在传力套上,并通过压杆作用在压盘上。作用在压杆内端的轴向压力 $F=Q \cdot \cos \alpha$,其中 Q 是弹簧压力。当摩擦片磨损时,压杆内端左移,弹簧伸长,弹簧压力 Q 降低;与此同时,夹角 α 减小, $\cos \alpha$ 增大。这样,在摩擦片磨损范围内乘积 $Q \cdot \cos \alpha$ (即压盘压紧力 F)几乎保持不变。同样,当分离时右拉传力套, $Q \cdot \cos \alpha$ 也大致不变。因此这种离合器与周置弹簧和中央弹簧离合器相比,突出优点是工作性能十分稳定,踏板力较小(约小35%)。

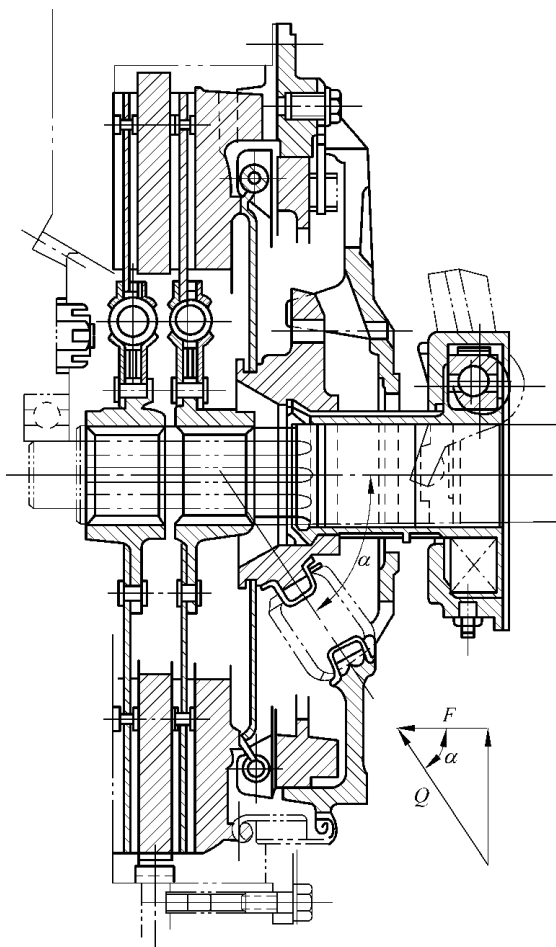


图 3-4 斜置弹簧离合器

4. 膜片弹簧离合器

图3-5示出一种推式膜片弹簧离合器。图3-6示出几种推式(压式)膜片弹簧离合器的结构形式。压式膜片弹簧离合器是常见的一种结构。图3-6(a)示出一种膜片弹簧安装的设计,其中膜片弹簧支在铆在离合器盖上的铆钉上,铆钉上套着支承环,其表面硬度较高,目的是减小磨损;铆钉的硬度也较高,也是为了耐磨。图3-6(a)所示是传

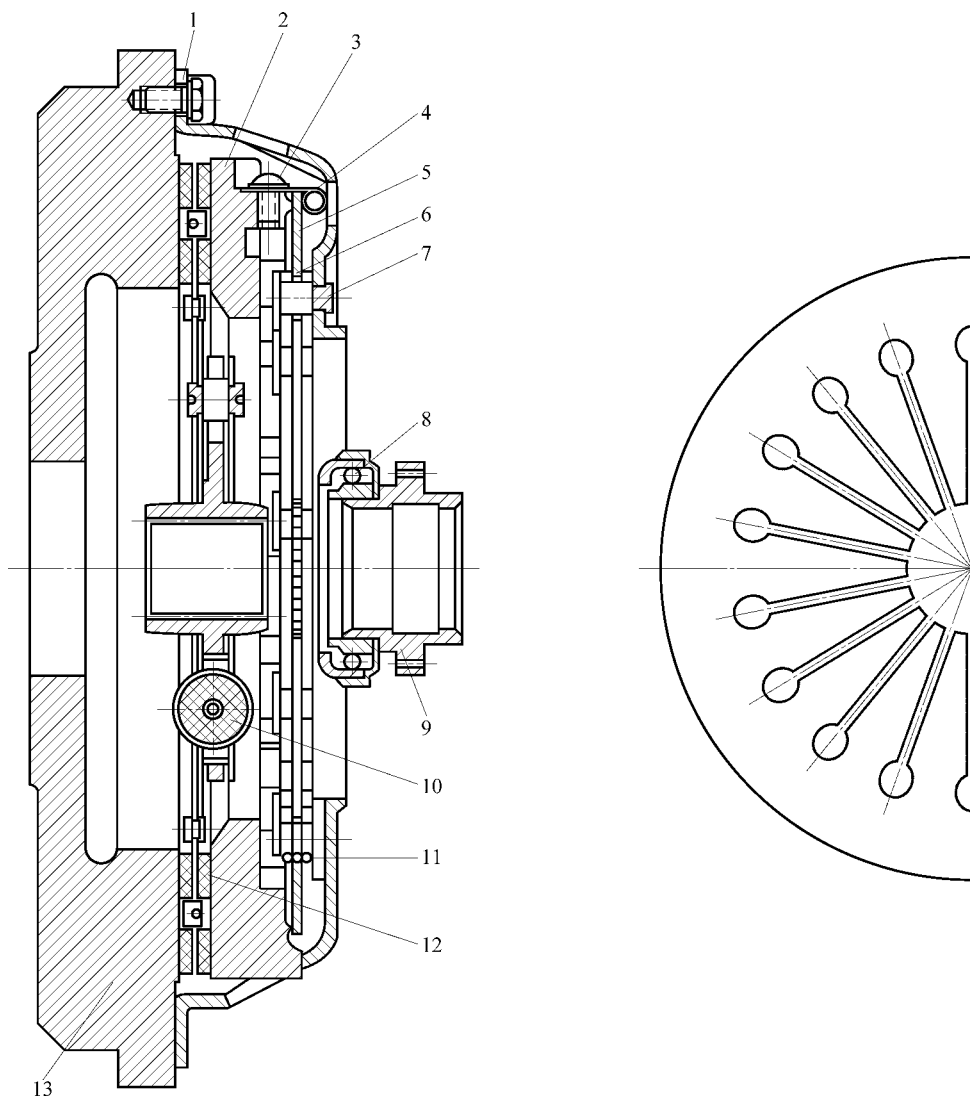


图 3-5 一种膜片弹簧离合器

1—离合器盖；2—压盘；3—螺钉；4—分离钩；5—膜片弹簧；6,11—膜片弹簧钢丝支承圈；
7—膜片弹簧固定铆钉；8—分离轴承；9—分离套筒；10—扭转减振器；12—从动盘；13—飞轮

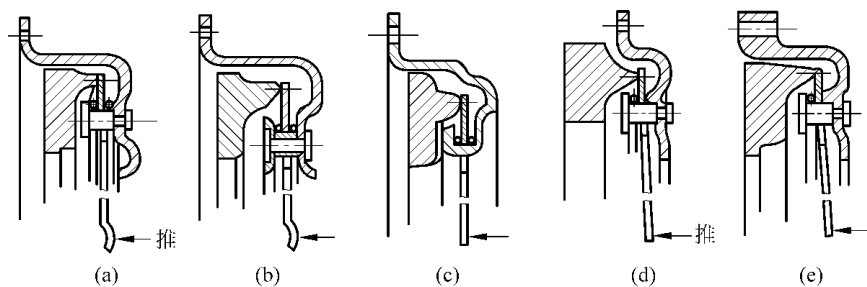


图 3-6 推式膜片弹簧离合器的结构形式

(a)~(c) 双支承环式；(d)~(f) 单支承环式；(g)~(i) 无支承环式

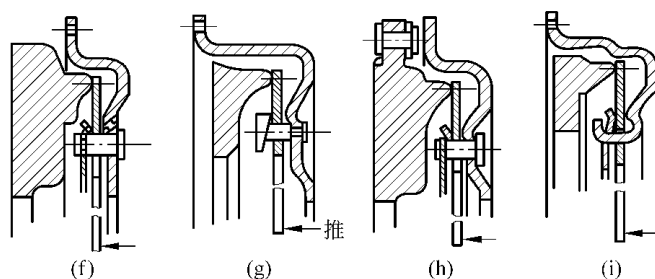


图 3-6 (续)

扭状态。当分离时,分离轴承向前(向着发动机方向)压膜片弹簧内端的分离指,使膜片弹簧翻过去而分离。

在图 3-6(b)所示结构中,在铆钉上安装了硬度较高的套筒和支承环,以改进耐磨性,但是使零件数增多。在图 3-6(c)所示结构中取消了铆钉,用从离合器盖内边缘上伸出的多个小弯板代替,其中安装有支承环。这样明显减少了离合器的零件数。图 3-6(d)~(f)示出单支承环形式。图 3-6(g)~(i)示出无支承环形式。

图 3-7 示出拉式膜片弹簧离合器的结构形式,其通过向后(向着变速器方向)拉分离指来分离离合器。其膜片弹簧反装,使支承结构大为简化,膜片弹簧的安装和更换方便,质量小,通风散热好;不存在推式离合器的问题,即在支承环磨损以后,其与膜片弹簧之间出现间隙,导致离合器踏板的空行程增大。目前,拉式膜片弹簧离合器的应用逐渐增多。

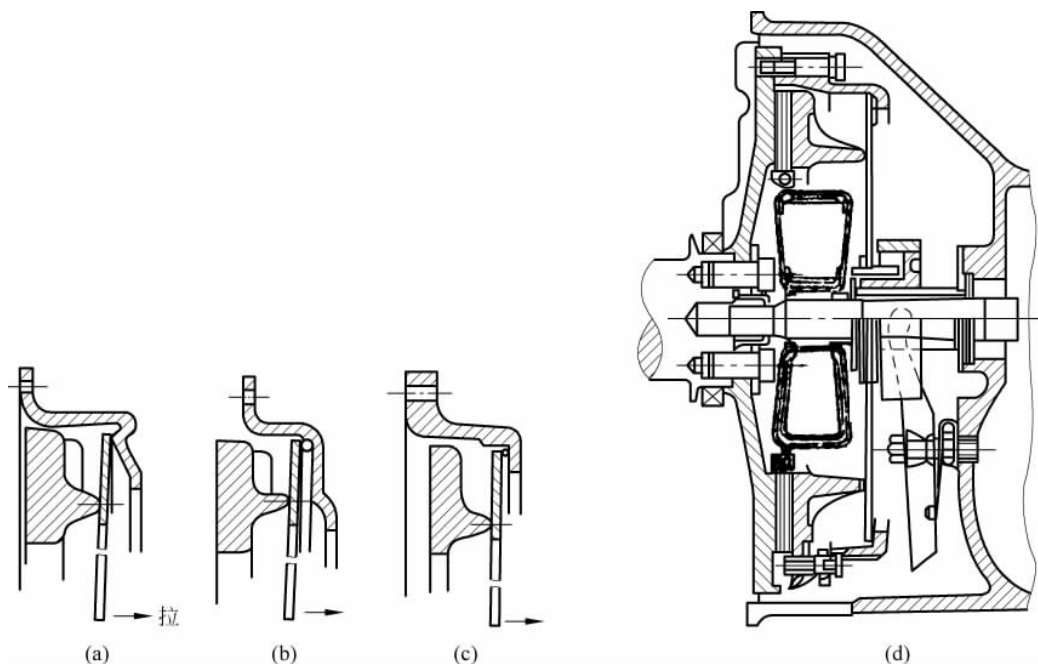


图 3-7 拉式膜片弹簧离合器的结构形式

膜片弹簧离合器具有如下一系列优点。

(1) 膜片弹簧具有较理想的非线性特性,如图 3-8 所示。这是膜片弹簧的受力-变形图($F_1-\lambda_1$ 图): 离合器安装时膜片弹簧受到压缩,变形为 λ_{1B} 、压紧力为 F_Σ ,这就是离合器的工作点 B(离合器的传扭状态); 假设从动盘允许的磨损量为 $\Delta\lambda$,随着磨损的发生,膜片弹簧的变形 λ 逐渐减小,工作点从 B 沿着膜片弹簧特性曲线(经过 M 点)变到 A 点,可以看出,在摩擦片允许的磨损范围内压紧力能保持大致不变,保证离合器具有稳定的传递转矩的能力。当离合器分离时,膜片弹簧在分离轴承的作用下变形 λ 进一步增大,工作点沿着膜片弹簧的特性曲线从 B 变到 C,这时虽然变形增大了,但是压紧力却减小了,从而有利于降低踏板力。

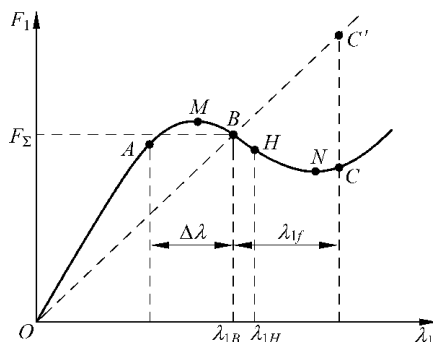


图 3-8 膜片弹簧的非线性特性

(2) 高速旋转时,压紧力降低的程度比周置圆柱螺旋弹簧式离合器明显减小,所以摩擦力矩降低很少,传递转矩的能力稳定。

(3) 膜片弹簧兼起分离杠杆的作用使零件数减少,结构大为简化,离合器轴向尺寸缩短。

(4) 易于实现散热通风。

(5) 压力分布均匀。

(6) 平衡性好。

目前,膜片弹簧离合器已经广泛用于轿车(几乎 100%)、轻型货车、中型货车、大客车上,在重型汽车上的应用也日益增多。

3.2.3 压盘的驱动方式

图 3-9 示出几种常用的压盘驱动方式,包括:(a)凸块-窗孔式;(b)销钉式;(c)齿式;(d)螺栓式;(e)钢带式。

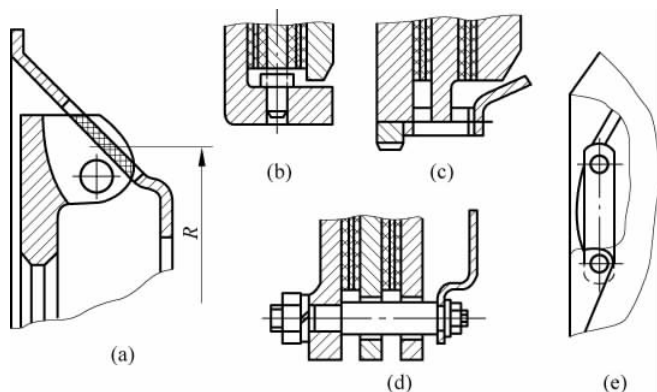


图 3-9 几种压盘驱动方式

凸块-窗孔式驱动方式是在单盘离合器中长期采用的设计,在压盘上制出三个或四个凸块伸入离合器盖对应的窗孔中。三凸块较四凸块的定心精度更高。这种设计结构简单,但是在使用中会在接触表面发生磨损,使它们之间的间隙不断增大,造成定心精度、平衡性不断降低,离合器接合时易出现抖动和噪声。

销钉式、齿式驱动方式一般用于驱动双盘离合器中的中间压盘。螺栓式驱动方式一般也应用在双盘离合器中,同时驱动压盘和中间压盘。

钢带式驱动方式目前应用比较广泛。钢带一般周向布置,发动机驱动时,钢带受拉;发动机制动时,钢带受压。钢带驱动机构无摩擦、无磨损、无传动间隙、无噪声,定心精度高,平衡性好。

3.2.4 分离杠杆和分离轴承

图 3-10 示出几种常用的离合器分离杠杆机构。在设计分离杠杆时,应该使其支承机构与压盘分离时的运动相互协调,避免运动干涉;还要保证分离杠杆机构具有足够的刚度,杠杆支承处的摩擦损失小,便于调整分离杠杆内端的位置,避免高速时因分离杠杆的离心力造成压紧力降低。分离杠杆的支承常采用滚针轴承、滚销和刀口支承等形式。锻造的分离杠杆宜用滚针轴承,而冲压的分离杠杆适用刀口支承。

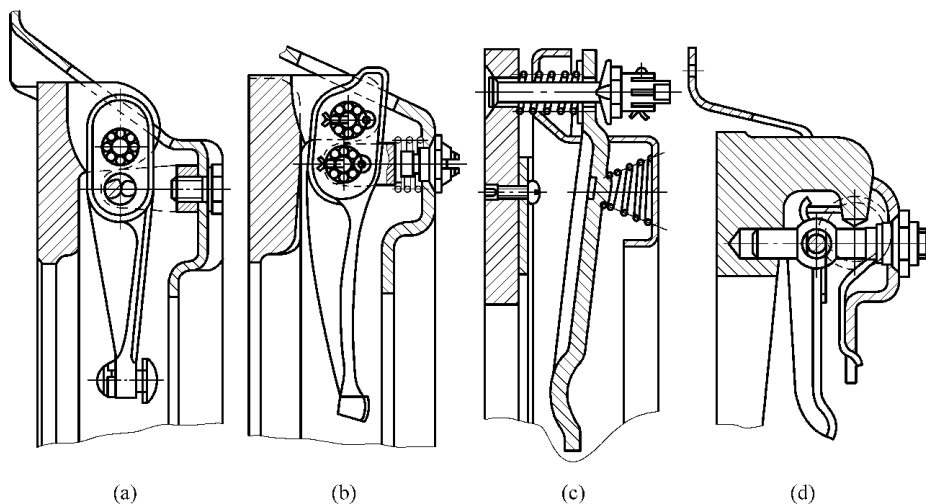


图 3-10 几种常用的离合器分离杠杆机构

在汽车离合器中采用的分离轴承主要有径向止推轴承和止推轴承两种。前者适用于高转速、低轴向负荷的情况;后者更适用于低转速、高轴向负荷的情况。在小尺寸的离合器中也有采用石墨润滑轴承的,其结构比较简单。

分离轴承与分离杠杆之间有周向滑动,同时也有径向滑动。如果它们在旋转时不同心,则径向滑动加剧,从而使磨损加剧。为了减小这种问题,可以采用自动调心式分离轴承,如图 3-11 和图 3-12 所示。

3.2.5 离合器的通风散热

在离合器分离和接合过程中,由于摩擦会产生大量的热。如果不解决好通风散热问题,会使压盘温度上升过高。试验表明,摩擦片的磨损速度是随着压盘温度的升高而增大的。

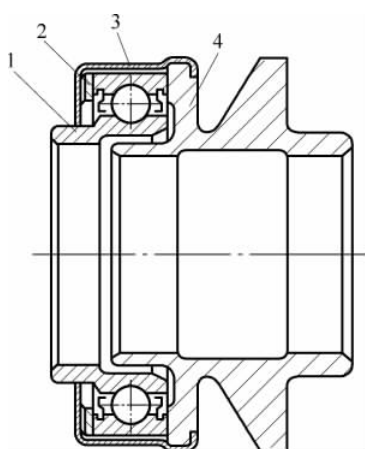


图 3-11 推式自动调心式分离轴承装置

1—内圈旋转式分离轴承；2—波形弹簧；
3—轴承罩；4—分离套筒

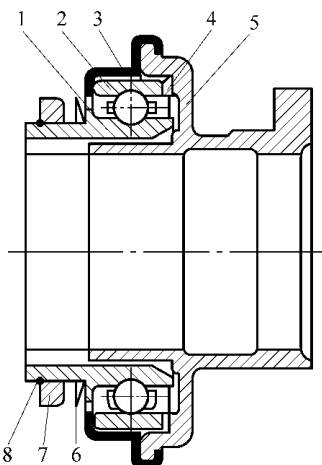


图 3-12 拉式自动调心式分离轴承装置

1—轴承内圈；2—轴承外圈；3—外罩壳；4—波形弹簧；
5—分离套筒；6—碟形弹簧；7—挡环；8—弹性锁环

当压盘工作表面温度超过 $180\sim 200^{\circ}\text{C}$ 时,摩擦片磨损急剧增大。在正常使用条件下,离合器压盘工作表面的温度一般在 180°C 以下。在特别频繁的使用条件下,压盘表面的瞬时温度有可能达到 1000°C 。过高的温度可以使压盘受热变形、产生裂纹,甚至碎裂。为了降低压盘温度,除了要求压盘具有足够大的质量、热容量以外,还要求在结构设计上解决好通风散热问题。对于重型汽车和经常在困难情况下起步(例如坡上起步)的汽车,尤其如此。改善离合器通风散热的结构措施主要包括:在压盘上设置散热筋或鼓风筋;在离合器盖上开较大的通风孔;在离合器外壳上设通风窗;在双盘离合器的中间压盘内铸出通风槽;将离合器盖和压杆制成特殊的叶轮形状,用以鼓风;在离合器外壳内装一导流罩(见图 3-13),加强通风。在图 3-13 所示设计中,离合器转动时带动周围的空气转动,在离心力作用下把其沿离心方向甩出,最后通过在离合器外壳上制出的排气窗 3 导入大气;同时,在离合器压盘、从动盘的内径附近产生低压,吸引空气从在离合器外壳上制出的吸气窗 1、导流罩 2 进来。以这种方式,不断把新鲜空气从大气吸入离合器的中央,并沿径向甩出,再从外壳上的排气窗 3 排出,带走热量。

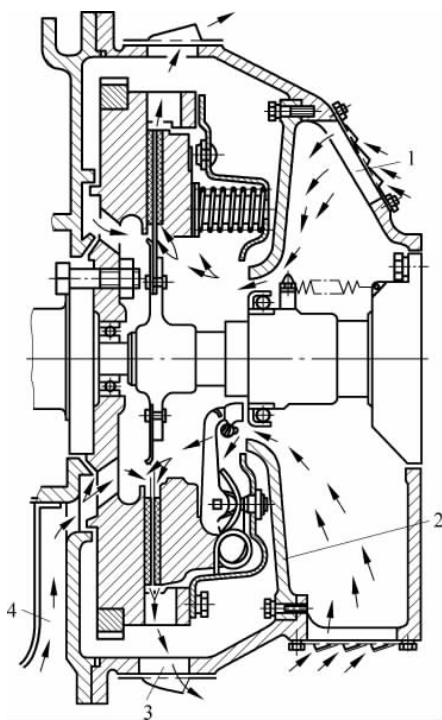


图 3-13 设导流罩加强离合器通风

1—吸气窗；2—导流罩；3—排气窗；4—空气流

3.2.6 从动盘

从动盘由摩擦片、从动钢片、扭转减振器和花键毂等组成,参见图 3-14。从动盘对离合