

汽车专业维修培训丛书

理论与实践相结合，实用性强

实例丰富，代表性强

根据读者群体组织资料，针对性强

立足结构，突出实践技能培养，重在检测维修

离合器及 机械变速器

张毅 主编 潘可耕 刘红波 副主编



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

汽车专业维修培训丛书

离合器及机械变速器

张 毅 主 编

潘可耕 刘红波 副主编



化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

离合器及机械变速器/张毅主编. —北京: 化学工业出版社, 2005. 6

(汽车专业维修培训丛书)

ISBN 7-5025-7346-1

I. 离… II. 张… III. ①汽车-离合器-车辆修理
②汽车-变速装置-车辆修理 IV. U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 066649 号

汽车专业维修培训丛书

离合器及机械变速器

张 毅 主 编

潘可耕 刘红波 副主编

责任编辑: 周国庆 周 红

责任校对: 于志岩

封面设计: 于 兵

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行

工业装备与信息工程出版中心
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 720mm×1000mm^{*} 1/16 印张 10 $\frac{1}{4}$ 字数 201 千字

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7346-1

定 价: 19.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

《汽车专业维修培训丛书》编写委员会

主 任 齐晓杰

副主任 张金柱

委 员 (按姓氏笔画排序)

刁国强 于春鹏 王悦新 石美玉

齐晓杰 纪峻岭 苏清源 李 伟

李涵武 张 毅 张金柱 岳邦贤

赵雨旻 洪慕绥 鲍 宇

目 录

第 1 章 离合器的构造与工作原理	1
1.1 概述	1
1.1.1 离合器的功用	1
1.1.2 对离合器的要求	2
1.1.3 摩擦式离合器的类型	2
1.1.4 摩擦式离合器的工作原理	2
1.1.5 离合器的自由间隙和离合器踏板的自由行程	4
1.2 离合器的构造	4
1.2.1 膜片弹簧式离合器	5
1.2.2 周布弹簧式离合器	9
1.2.3 中央弹簧式离合器	11
1.3 离合器的操纵机构	12
1.3.1 机械式操纵机构	12
1.3.2 液压式操纵机构	13
1.3.3 弹簧助力式操纵机构	15
第 2 章 离合器的检修与故障分析	17
2.1 离合器的检修	17
2.1.1 离合器的拆卸	17
2.1.2 离合器的检修	17
2.1.3 离合器的装配与调整	25
2.2 离合器的故障分析	27
2.2.1 离合器常见故障的分析与排除	27
2.2.2 离合器常见故障的诊断表	29
第 3 章 典型车离合器构造与维修	30
3.1 上海通用赛欧汽车离合器构造与维修	30
3.1.1 离合器的构造	30
3.1.2 离合器常见故障的诊断与排除	31
3.1.3 离合器踏板工作行程和自由行程的调整	34
3.1.4 离合器零件的检修	36

3.2 一汽大众宝来汽车离合器构造与维修	38
3.2.1 离合器的构造及维修注意事项	38
3.2.2 维修离合器分离机构	39
3.2.3 维修离合器操纵机构	40
3.2.4 维修离合器液压系统	43
3.3 上海大众帕萨特汽车离合器构造与维修	45
3.3.1 离合器的构造	45
3.3.2 离合器的维修	46
3.4 离合器维修实例	50
第4章 手动变速器构造与工作原理	68
4.1 概述	68
4.1.1 变速器的功用	68
4.1.2 变速器的分类	68
4.1.3 普通齿轮变速器的工作原理	69
4.2 普通齿轮变速器的变速传动机构	71
4.2.1 三轴式变速器	71
4.2.2 两轴式变速器	77
4.3 同步器	81
4.3.1 无同步器的换挡过程	81
4.3.2 同步器的构造及工作原理	83
4.4 变速器的操纵机构	87
4.4.1 功用、要求及类型	87
4.4.2 变速器操纵机构的构造	88
第5章 手动变速器的检修与故障分析	94
5.1 手动变速器——020型变速器的检修	94
5.1.1 020型变速器的构造	94
5.1.2 020型变速器的拆卸与分解	94
5.1.3 变速器的检修	100
5.1.4 变速器的装配与调整	106
5.2 变速器装复后的试验	112
5.3 手动变速器常见故障分析	113
5.3.1 手动变速器常见故障分析与排除	113
5.3.2 手动变速器常见故障诊断	116
第6章 典型车手动变速器构造与维修	118
6.1 上海通用赛欧汽车手动变速器构造与维修	118

6.1.1	手动变速器的特点及主要参数	118
6.1.2	F15-5WR4.19 手动机械变速器的组成	119
6.1.3	变速器的常见故障与排除	124
6.1.4	变速器的检查与调整	125
6.2	一汽大众宝来汽车手动变速器的构造与维修	129
6.2.1	维修注意事项	129
6.2.2	维修变速器变速传动机构	130
6.2.3	维修换挡操纵机构	149
6.3	手动变速器维修实例	151
参考文献		163

第 1 章 离合器的构造与工作原理

1.1 概 述

离合器位于发动机和变速器之间，是汽车传动系中直接与发动机相联系的总成件。通常离合器与发动机曲轴飞轮组的飞轮安装在一起，是发动机与汽车传动系之间切断和传递动力的部件。在汽车从起步到正常行驶直至停车的整个过程中，驾驶员可根据需要操纵离合器，使发动机与传动系暂时分离或逐渐接合，以切断或传递发动机向传动系输出的动力。

1.1.1 离合器的功用

离合器是汽车传动系的重要组成部分，安装在发动机与变速器之间，其功用如下。

(1) 保证汽车平稳起步

汽车由静止到行驶的过程，其速度由零逐渐增大。有了离合器，在汽车起步时离合器逐渐接合（与此同时，逐渐踩下加速踏板以增加发动机的输出转矩），这样，离合器所能传递的转矩也就逐渐增大，于是发动机的转矩便可由小变大地传给传动系，当牵引力足以克服汽车的行驶阻力时，汽车便由静止状态开始缓慢地加速，实现平稳起步。

(2) 便于换挡

汽车在行驶过程中，为了适应行驶条件的变化，变速器需要经常换用不同的挡位工作。而普通齿轮式变速器的换挡是通过拨动换挡机构来实现的，即在用挡位的一对齿轮副退出啮合，待用挡位的一对齿轮副进入啮合。换挡时，如果没有离合器将发动机与变速器之间的动力暂时切断，在用挡位齿轮副之间将因压力很大而难以脱开，待用挡位的齿轮副将因两者圆周速度不等而难以进入啮合，即使能进入啮合也会产生很大的冲击和噪声，损坏机件。装设了离合器后，换挡前先使离合器分离，暂时切断传动系的动力传递，然后再进行换挡操作，以保证换挡操作过程的顺利进行，并减轻或消除换挡时的冲击。

(3) 防止传动系过载

当汽车紧急制动时，车轮突然紧急降速。若发动机与传动系刚性连接，将迫

使发动机也随着急剧降速，其所有运动件将产生很大的惯性力矩（其数值可能大大超过发动机正常工作时所产生的最大转矩），这一力矩作用于传动系，会造成传动系过载而使其机件损坏。有了离合器，当传动系承受载荷超过离合器所能传递的最大转矩时，离合器会自动打滑以消除这一危险，从而起到过载保护的作用。

1.1.2 对离合器的要求

根据离合器的功用，它应满足下列主要要求。

① 具有合适的储备能力，既能保证传递发动机的最大转矩又能防止传动系过载。

② 接合平顺柔和，以保证汽车平稳起步。

③ 分离迅速彻底，便于发动机启动和变速器换挡。

④ 具有良好的散热能力。由于离合器接合过程中，主、从动部分有相对的滑转，在使用频繁时会产生大量的热量，如不及时散出，会严重影响其使用寿命和工作的可靠性。

⑤ 操纵轻便，以减轻驾驶员的疲劳。

⑥ 从动部分的转动惯量应尽量小，以减小换挡时的冲击。

1.1.3 摩擦式离合器的类型

现代汽车上广泛采用摩擦式离合器，这种离合器是利用主、从动元件间的摩擦作用来传递转矩的。摩擦式离合器的类型较多，分类如下。

① 按从动盘的数目可分为单片式、双片式和多片式。

② 按压紧弹簧的形式及布置形式可分为周布螺旋弹簧式、中央弹簧式、膜片弹簧式和斜置弹簧式等。

③ 按操纵机构可分为机械式（杆式和绳式）、液压式、气压式和空气助力式等。

1.1.4 摩擦式离合器的工作原理

摩擦式离合器因其结构简单、性能可靠、维修方便，目前被绝大多数汽车所采用。

（1）摩擦式离合器的组成

摩擦式离合器由主动部分、从动部分、压紧装置、分离机构和操纵机构五部分组成，如图 1-1 所示。

离合器盖用螺钉固定在飞轮上，压盘后端圆周上的凸台伸入离合器盖的窗孔中，并可沿窗孔轴向滑动。这样，曲轴旋转，便通过飞轮、离合器盖带动压盘一

R_c ——摩擦片的平均摩擦半径；

B ——后备系数，轿车及轻型货车 $B=1.25\sim 1.75$ ；中型及重型货车 $B=1.60\sim 2.25$ ；带拖挂的重型货车及牵引车 $B=2.0\sim 4.0$ ；但后备系数也不宜过高，以便在紧急制动时，能通过滑磨来防止传动系过载。

② 分离过程 踩下离合器踏板时，拉杆拉动分离叉外端向右（后）移动，分离叉内端则通过分离轴承推动分离杠杆的内端向前移动，分离杠杆外端便拉动压盘向后移动，使其在进一步压缩压紧弹簧的同时，解除对从动盘的压力。于是离合器的主、从动部分处于分离状态而中断动力的传递。

③ 接合过程 当需要恢复动力传递时，缓慢地抬起离合器踏板，分离轴承减小对分离杠杆内端的压力，压盘便在压紧弹簧作用下逐渐压紧从动盘，并使所传递的转矩逐渐增大。当所能传递的转矩小于汽车起步阻力时，汽车不动，从动盘不转，主、从动摩擦面间完全打滑；当所能传递的转矩达到足以克服汽车开始起步的阻力时，从动盘开始旋转，汽车开始移动，但仍低于飞轮的转速，即摩擦面间仍存在部分打滑现象。随着压力的不断增加和汽车的不断加速，主、从动部分的转速差逐渐减小，直到转速相等，滑磨现象消失，离合器完全接合为止，接合过程即结束。由此可知，汽车平稳起步是靠离合器逐渐接合过程中滑磨程度的变化来实现的。

接合后，在复位弹簧作用下，踏板回到最高位置，分离叉内端回到最右位置。分离轴承则在复位弹簧的作用下离开分离杠杆，向右紧靠在分离叉上。

（3）压盘的传动、导向和定心方式

压盘是离合器主动部分的重要组成零件之一，工作过程中既要接受离合器盖传来的动力，又要在分离与接合过程中轴向移动。为了将离合器盖的动力顺利传递给压盘，并保证压盘只作沿轴线方向的平动而不发生歪斜，通常压盘的传动、导向和定心方式有：传动片式、凸台窗孔式、传动块式和传动销式。

1.1.5 离合器的自由间隙和离合器踏板的自由行程

离合器处于接合状态时，分离轴承与分离杠杆内端之间预留的间隙称为离合器的自由间隙，其作用是防止从动盘摩擦片磨损变薄后压盘不能向前移动而造成离合器打滑。

消除离合器的自由间隙和分离机构、操纵机构零件的弹性变形所需要的离合器踏板的行程称为离合器踏板的自由行程，可以通过改变拉杆的工作长度进行调整。

1.2 离合器的构造

摩擦式离合器种类虽多，但其组成和工作原理基本相同，都由主动部分、从

动部分、压紧装置、分离机构和操纵机构五大部分组成。

1.2.1 膜片弹簧式离合器

膜片弹簧式离合器在汽车上应用较多，例如解放 CA1092、丰田海斯、上海桑塔纳、天津夏利、重庆长安等都采用这种离合器。如图 1-2 所示。

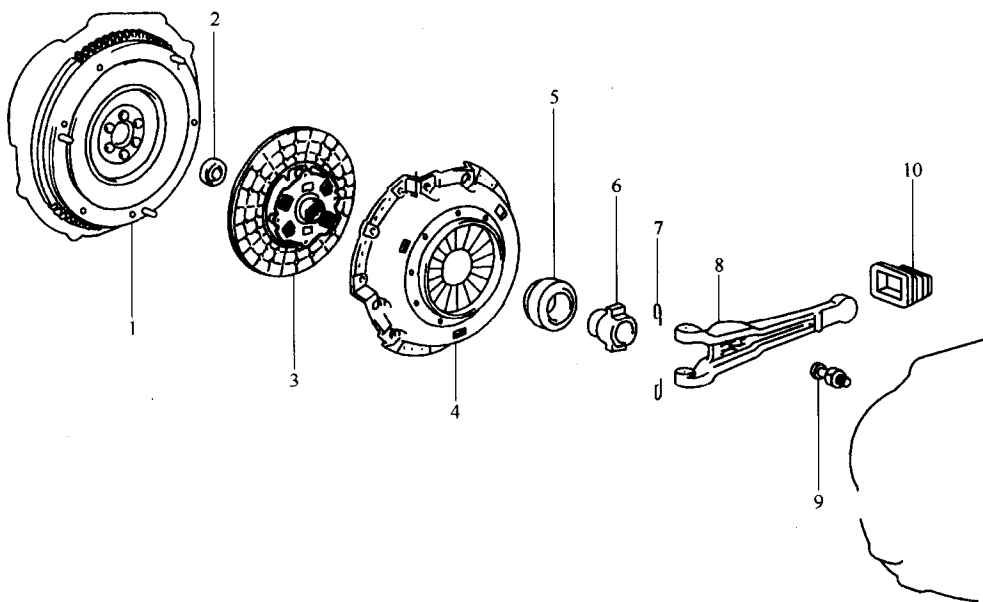


图 1-2 膜片弹簧式离合器的构造

1—飞轮；2—导向轴承；3—离合器片；4—离合器盖；5—分离轴承；
6—放松套圈；7—线夹；8—分离叉；9—分离叉支承；10—罩套

(1) 主动部分

离合器主动部分由飞轮、离合器盖和压盘等组成。离合器盖是用低碳钢冲压制成的，其特点是质轻，维修拆装方便。为了保证离合器与飞轮同心，离合器盖通过定位销定位，用螺栓固装在飞轮上。

为了加强散热，离合器盖的侧面制有通风口，当离合器旋转时热空气就由此抽出，以加强通风。

压盘和飞轮的工作面要平整光洁。工作过程中压盘承受很大的机械负荷，为防止变形，常用强度和刚度都较大且耐热性都比较好的高强度铸铁制成。

压盘和离合器盖之间是通过周向均布的三组或四组传动片来传递转矩的。传动片用弹簧钢片制成，每组 2 片，其一端用铆钉铆在离合器盖上，另一端则用螺钉与压盘相连接。在离合器分离和接合过程中，依靠弹簧片的弯曲变形，使压盘

前后移动。正常工作时，离合器盖通过传动片拉动压盘旋转。

这种传动方式没有传动间隙，没有传动部位的磨损问题，使维修工作量小，传动效率高，且无冲击噪声及压盘定心性能变坏等问题，但传动片的反向承载能力较差，汽车反拖时，易折断传动片。

(2) 压紧装置与分离机构

压紧装置与分离机构由膜片弹簧、枢轴环、压力板、金属带及收缩弹簧等组成，如图 1-3 所示。

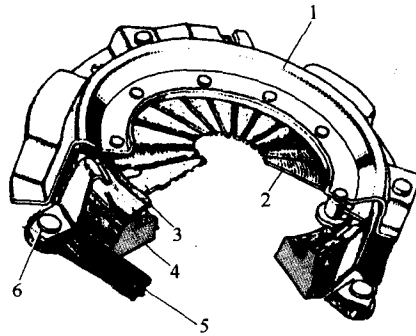


图 1-3 离合器压紧装置与分离机构

1—离合器外壳；2—膜片弹簧；3—枢轴环；
4—压力板；5—金属带；6—收缩弹簧

膜片弹簧的形状像一个碟子，它是在一个具有锥形面的钢制圆盘上，开有许多径向切口，形成一排有弹性的杠杆。在切口的根部都钻有孔，以防止应力集中。真正产生压紧力的仅是钻孔以外的部分。

膜片弹簧离合器的主要特点是用一个膜片弹簧代替传统的螺旋弹簧和分离杠杆。开有径向槽的碟形膜片弹簧，既起压紧机构的作用，又起分离杠杆的作用。这样可使离合器的结构大为简化，缩短了离合器的轴向尺寸。并且由于膜片弹簧和压盘是环形接触，故可保证压盘上的压力均匀，接合平顺。由于膜片弹簧本身的特性，当摩擦衬片磨损变薄时，弹簧压力变化小，传动可靠性高，不易打滑，同时维持离合器在分离状态时所需的力量较小，操纵轻便。

枢轴环装在膜片弹簧外侧，当膜片弹簧工作时，它作为枢轴而工作。收缩弹簧连接膜片弹簧和压力板，将膜片弹簧的运动传给压力板。

(3) 从动部分

离合器从动部分的主要部件是从动盘。从动盘分为不带扭转减振器和带扭转减振器两种类型。

① 不带扭转减振器的从动盘 不带扭转减振器的从动盘由两片摩擦衬片、从动盘钢片、弹簧钢片、从动盘毂等组成，如图 1-4 所示。

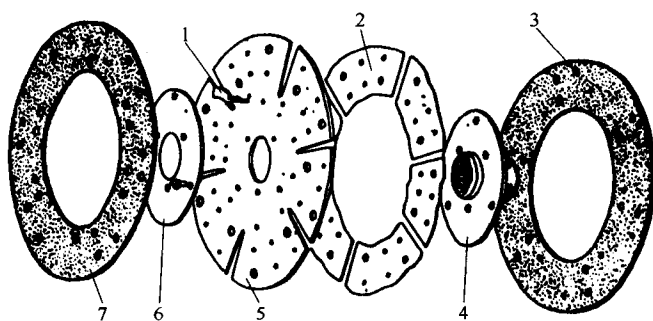


图 1-4 不带扭转减振器的从动盘

1—平衡片；2—波浪形弹簧钢片；3—后衬片；4—从动盘毂；
5—从动盘钢片；6—压片；7—前衬片

从动盘钢片通常是用薄弹簧钢板制成，并与从动盘毂铆在一起，其上开有辐射状的槽，可防止热变形。摩擦衬片应有较大的摩擦因数、良好的耐磨性和耐热性。摩擦衬片通常用石棉（或加铜丝、铝丝等）、黏合剂及其他辅助材料经热压合制成。衬片和从动盘钢片之间一般用铜或铝铆钉铆合，也有用树脂粘接的。

为了使离合器接合柔和、起步平稳，单片离合器从动盘钢片具有轴向弹性结构。从动盘钢片与后衬片之间的六块扇形波浪形弹簧钢片就起这个作用。钢片辐射状切槽之间的扇形面上有六个孔，其中两孔与前衬片铆接，弹簧片有两孔与后衬片铆接，最后扇形面中间的两孔将从动盘钢片和波浪形弹簧钢片铆接在一起（如图 1-5 所示）。这样，从动盘在自由状态时，后衬片与弹簧钢片之间有一定间隙。在离合器接合时，弹性变形使压紧力逐渐增加，产生轴向弹性，接合柔和。

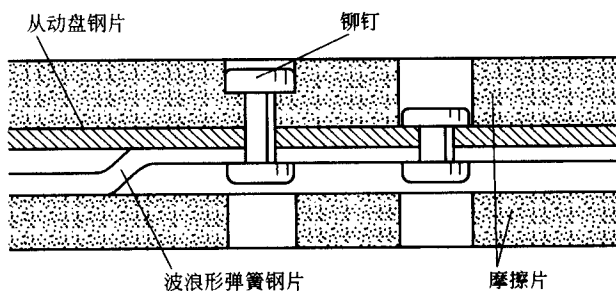


图 1-5 摩擦片连接结构示意图

② 带扭转减振器的从动盘 由于发动机传到汽车传动系的转速和转矩是周期性地不断变化的，这就使传动系产生扭转振动；另一方面汽车行驶在不平的道路上，使汽车传动系出现角速度的突然变化，也会引起上述扭转振动。这些都会对传动系零件造成冲击性载荷，使其寿命缩短，甚至会损坏零件。为了消除扭转

振动和避免共振，防止传动系过载，多数离合器从动盘中装有扭转减振器。带扭转减振器的从动盘的构造如图 1-6 (a) 所示。

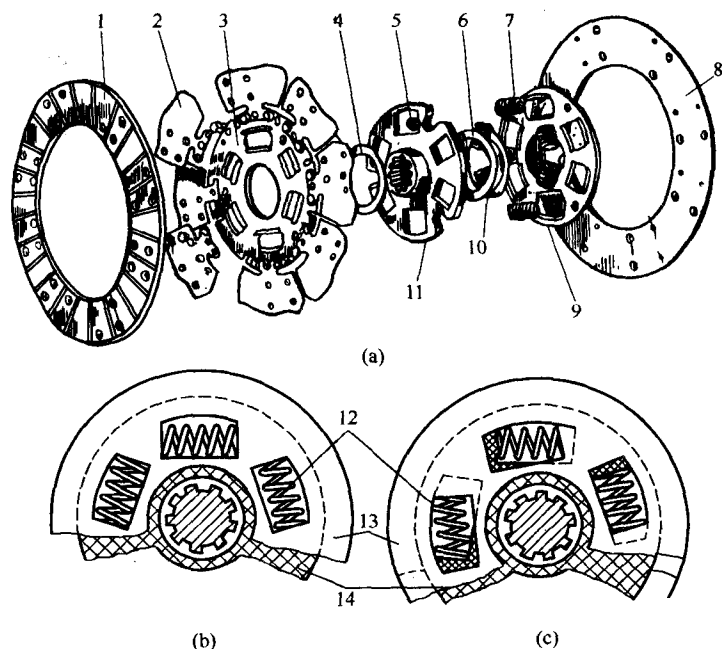


图 1-6 带扭转减振器的从动盘的组成及工作示意图

- 1—摩擦衬片；2—波浪形弹簧钢片；3—从动盘钢片；4、6—摩擦片；
5—特种铆钉；7—减振器弹簧；8—摩擦衬片；9—减振器盘；
10—调整垫片；11—从动盘毂；12—减振器弹簧；
13—从动盘本体；14—从动盘毂

从动盘和从动盘毂通过弹簧弹性地连接在一起，构成减振器的缓冲机构，从动盘毂夹在从动钢片和减振器盘之间，在从动盘毂与从动钢片、从动盘毂与减振器盘之间还装有环状摩擦片，它是减振器的阻尼元件。从动盘毂、从动盘钢片和减振器盘上都有六个圆周均布的窗孔，减振弹簧装在窗孔中。特种铆钉将钢片和盘铆接成一体，但铆钉中部和毂上的缺口存在一定的间隙，毂可相对钢片和盘作一定量的转动。从动盘不受转矩作用时，如图 1-6 (b) 所示。从动盘受转矩作用时，由摩擦衬片传来的转矩，首先传到钢片，再经弹簧传给毂，这时弹簧被进一步压缩，如图 1-6 (c) 所示。因而，由发动机曲轴传来的扭转振动所产生的冲击即被弹簧所缓和以及被摩擦片所吸收，而不会传到变速器以后的总成部件上；同样汽车行驶于不平路面上所引起传动系角速度的变化也不会影响发动机。

有些汽车上采用刚度不等（圈数不同）的弹簧，并将装弹簧的窗孔长度制成不同尺寸，从而使弹簧起作用的时间先后不一而获得变刚度的特性，可避免传动系的共振和降低传动系的噪声。另外，也有采用橡胶弹性元件的。

离合器从动盘在安装时，应具有方向性，以避免连接长度不足（花键毂处）、摩擦片悬空等现象，其方向因车而异。

（4）膜片弹簧的弹性特性及其特点

图 1-7 所示为两种弹簧的特性曲线。曲线 1 为膜片弹簧特性曲线，呈非线性特性；曲线 2 为螺旋弹簧特性曲线，呈线性特性。

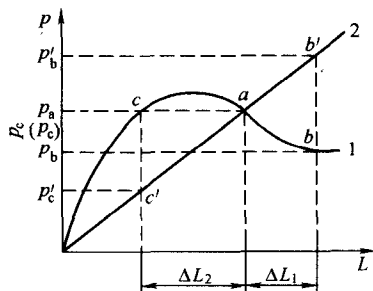


图 1-7 弹簧弹性比较
1—膜片弹簧；2—螺旋弹簧

图中 a 点表示两种弹簧离合器的接合状态，其压紧力都为 p_a 。分离时，两种弹簧都附加压缩变形量 ΔL_1 ，此时膜片弹簧的压力 p_b 小于螺旋弹簧的压力 p'_b ，且 $p_b < p_a$ ，即膜片弹簧分离时的压力小于接合时的压力，因而具有操纵轻便的特点。

当摩擦片磨损变薄使弹簧都伸长 ΔL_2 时，螺旋弹簧的压紧力由 p_a 直线下降为 p'_c ，而膜片弹簧的压力 p_c 却几乎等于 p_a 。因此，膜片弹簧离合器具有自动调节压紧力的特点。

另外，它不像多簧式的弹簧在高速下会因离心力产生弯曲而导致弹力下降，它的压紧力几乎与转速无关，即具有高速时压紧力稳定的特点。

综上所述，膜片弹簧式离合器具有结构简单、轴向尺寸小、良好的弹性性能、能自动调节压紧力、操纵轻便、高速时压紧力稳定、分离杠杆平整无需调整等优点，因而在中小型汽车上广泛使用。

1.2.2 周布弹簧式离合器

周布弹簧式离合器的构造如图 1-8 所示。

（1）主动部分与从动部分

周布弹簧式离合器主动部分、从动部分的结构与膜片弹簧离合器基本相同。

（2）压紧装置

周布弹簧式离合器的压紧装置由若干根螺旋弹簧组成，螺旋弹簧沿压盘周向对称布置，装在压盘与离合器盖之间，如图 1-8 所示。

为了减小压盘向弹簧传热，引起退火及弹力降低，在压盘的弹簧座处做成凸起的十字形筋条，以减小接触面积，或加隔热垫。

（3）分离机构

① 分离叉 分离叉与其转轴制成一体，轴的两端靠衬套支承在离合器壳上。

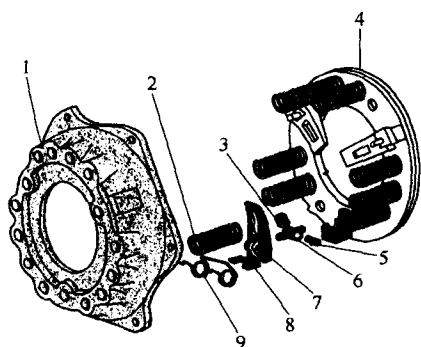


图 1-8 周布弹簧式离合器

- 1—离合器盖；2—压紧弹簧；3—滚子；4—压盘；
5—销；6—环头螺栓；7—分离杠杆；
8—支承片；9—分离杠杆弹簧

② 分离杠杆 图 1-8 所示的离合器用薄钢板冲压制成分离杠杆。采用了支点移动，重点摆动的综合式防干涉机构，如图 1-9 所示，支承柱前端松插入压盘相应的孔中。分离杠杆的中部通过浮动销支承在方孔的平面 A 上，并用扭簧使它们靠紧。凹字形的摆动支承片用刀口支承形式支承于分离杠杆外端和压盘凸块之间。这样就可利用浮动销在平面 A 上的滚动和摆动支承片的摆动来消除运动干涉。这种方式结构简单，且分离杠杆的高度是通过螺母调整支点高度来调整的。

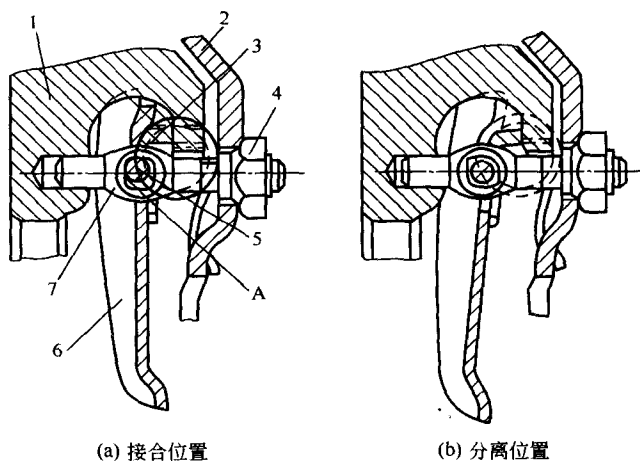


图 1-9 综合式防干涉分离杠杆及其工作情况

- 1—压盘；2—离合器盖；3—摆动支承片；4—调整螺母；
5—浮动销；6—分离杠杆；7—支承柱