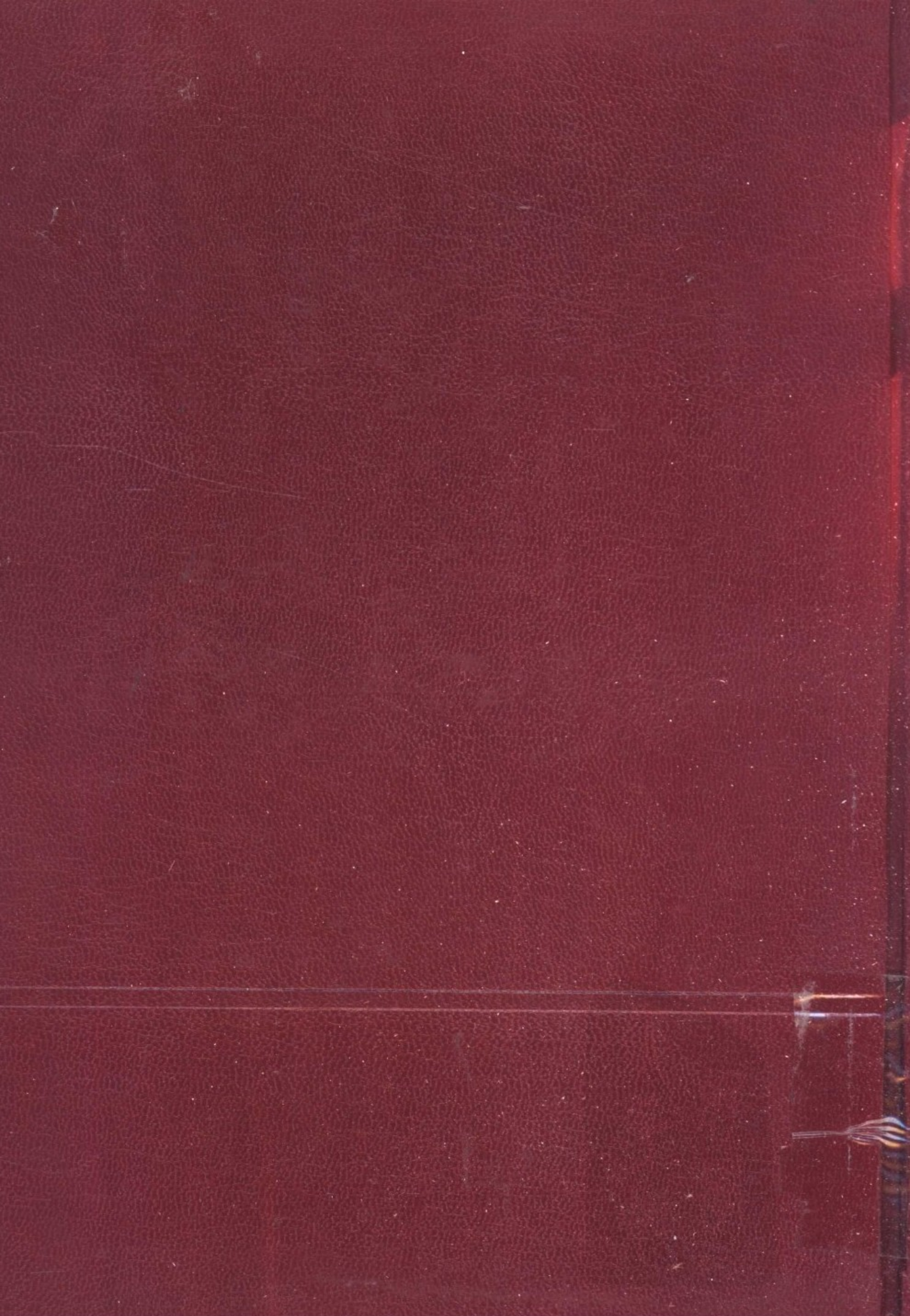


膜片弹簧与碟形弹簧 离合器的设计与制造

主 编 林 世 椿

东南大学出版社



膜片弹簧与碟形弹簧 离合器的设计与制造

主 编 林 世 裕

副主编 范海荣 刘学章
赵永彬 周孔亢

东南大学出版社

内 容 提 要

本书详细介绍了碟形弹簧与膜片弹簧的理论、设计计算、制造与检验,以及膜片弹簧与碟形弹簧离合器的设计、制造、装配、技术要求与实验。

本书可供从事汽车与拖拉机离合器以及有关普通碟形弹簧的设计、制造、科研工作的工程技术人员及高等工业院校汽车、拖拉机、工程机械、重型机械、冶金机械、矿山机械、起重运输机械、机械设计与制造等专业师生在技术工作与教学中参考和应用。

责任编辑 黄英萍 吴明新

责任校对 吴明新

膜片弹簧与碟形弹簧离合器的设计与制造

林世裕 主编

东南大学出版社出版发行

(南京四牌楼2号 邮编 210018)

江苏理工大学印刷厂印刷

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 20.75 字数 498 千字

1995年12月第1版 1995年12月第1次印刷

印数: 1—2000册

ISBN 7-81050-053-8
TH·7 定价(精装):38.00元

(凡因印装质量问题,可直接向承印厂调换)



前 言

我国汽车与拖拉机离合器目前正处于由原来广泛采用的螺旋弹簧离合器向膜片弹簧与碟形弹簧离合器过渡的阶段,近年来国外离合器工业的科学技术正在迅速发展。为了反映80年代以来国内外膜片弹簧与碟形弹簧离合器方面的科学研究成果与生产实践经验,江苏理工大学、南京汽车制造厂离合器厂与上海离合器总厂三个单位组织了多年从事这方面科学研究与生产实践的科技工作者共同协作编著了本书,以期能为促进我国汽车与拖拉机离合器工业的发展提供一本目前急需的技术参考书。

本书共分十五章,主要内容为:碟形弹簧的分类、构造、主要特点及其在机械工业各部门机电产品中的应用;汽车与拖拉机离合器结构的演变,膜片弹簧与碟形弹簧离合器的分类、结构型式、优缺点与应用;碟形弹簧与膜片弹簧载荷—变形特性与应力—变形特性的理论、计算与分析;碟形弹簧与膜片弹簧的实验研究、制造与检验;离合器用膜片弹簧与碟形弹簧的设计计算;普通碟形弹簧与碟形弹簧组的结构设计及计算;膜片弹簧与碟形弹簧离合器的基本参数计算、主要零部件的结构设计、计算与计算机辅助设计以及膜片弹簧离合器结构的发展动向;膜片弹簧离合器的制造、装配、技术要求与实验。

本书主编为江苏理工大学林世裕教授,副主编为江苏理工大学范海荣教授、南京汽车制造厂离合器厂刘学章高级工程师、上海离合器总厂赵永彬高级工程师与江苏理工大学周孔亢教授。参加编写工作人员还有江苏理工大学高翔副教授、朱茂桃与夏长高讲师、南京汽车制造厂离合器厂袁念诗高级工程师、上海离合器总厂李新民与潘鐸高级工程师。

本书可供从事汽车与拖拉机离合器设计、制造、研究的工厂、研究院所等部门工程技术人员以及高等工业院校汽车与拖拉机、工程机械等专业师生在教学、设计、制造与科研工作中参考和应用。

此外,在我国机械工业各部门许多机电产品结构中正在逐渐推广采用碟形弹簧代替原用螺旋弹簧。本书对普通碟形弹簧的基本理论、结构与计算作了详细分析,并对国家标准《GB/T1972—92 碟形弹簧》的应用作了介绍与更深一层的研讨,因此也可供从事碟形弹簧设计、制造与研究的有关弹簧制造厂、重型机械厂、冶金矿山机械厂、机电产品设计研究院所等部门工程技术人员以及高等工业院校机械设计与制造、重型机械、冶金机械、矿山机械、起重运输机械等有关专业师生在教学、设计、制造与科研工作中参考和应用。

在出版过程中得到南京汽车制造厂离合器厂与上海离合器总厂、苏州汽车配件厂、常州金花汽车零部件有限公司领导的支持和江苏理工大学杂志社吴明新社长的帮助。全书插图由樊迎春、张云同志描绘,在此一并表示感谢。

由于编者水平所限,书中难免有错漏之处,诚恳请广大读者批评指正。

编 者

1995年4月

常用符号

- C ——碟形(膜片)弹簧外、内径比($C = D/d = R/r$)
 C_o ——摩擦片内、外径比($C_o = D_i/D_o$)
 D, d ——分别为碟形(膜片)弹簧外径($D = 2R$)与内径($d = 2r$)
 D_e, d_i ——分别为碟形弹簧结构外径与结构内径
 D_i, D_o ——分别为摩擦片内径($D_i = 2R_i$)与外径($D_o = 2R_o$)
 d_o ——膜片(开槽碟形)弹簧小端内径($d_o = 2r_o$)
 E ——材料的弹性模量
 F ——载荷(压紧力)
 F_1, F_2 ——分别为大端载荷与小端载荷
 F_b, F_p ——分别为工作载荷(工作压紧力)与压平载荷
 F_s, F_t ——分别为峰值(凸点)载荷与谷值(凹点)载荷
 f ——摩擦系数;频率
 f_c ——固有频率
 H ——碟形(膜片)弹簧自由高度
 h ——碟形弹簧(碟簧部分)内截锥高度(内锥高)
 I ——截面惯性矩
 i ——传动比;碟形弹簧组对合组(片)数
 J ——转动惯量
 K ——弹簧刚度
 K_0, K_1, K_2, K_3 ——计算系数
 k_1, k_2, k_3 ——力臂比($k_1 = \frac{R-r}{L-l}, k_2 = \frac{R-r}{l-r_F}, k_3 = \frac{R-r}{L-r_F}$)
 k_F, k_λ ——分别为载荷比与变形比($k_F = F/F_p, k_\lambda = \lambda/\lambda_p$)
 k_f ——分离行程比($k_f = \lambda_{1f}/\lambda_{2f}$)
 k_L, k_T ——分别为拉式与推式膜片弹簧杠杆比($k_L = \frac{L-r_F}{L-l}, k_T = \frac{l-r_F}{L-l}$)
 L, l ——分别为碟形(膜片)弹簧外支承半径与内支承半径
 L_p ——碟形(膜片)弹簧载荷作用力臂
 M ——外力矩
 M_r, M_t ——分别为径向力矩与切向力矩
 N ——载荷循环次数
 n ——分离指(舌片)数目;碟形弹簧叠合层(片)数;转速;起步频度
 p ——应力极点;单位压力;拐点
 R ——碟形(膜片)弹簧外半径
 R_c ——摩擦合力作用半径

R_i ——摩擦片内半径
 R_o ——碟形(膜片)弹簧中性半径;摩擦片外半径
 r ——碟形弹簧(碟簧部分)内半径
 r_e ——膜片弹簧窗孔内半径
 r_F ——膜片弹簧小端加载半径
 r_o ——膜片弹簧小端内半径
 T ——转矩;时间
 T_{cmax} ——离合器转矩容量(滑动摩擦转矩)
 T_{cmax}, T_{cb} ——分别为发动机的最大转矩与标定转矩
 T_f ——减振器阻尼摩擦力矩
 t ——弹簧板厚度(板厚);温度;凹点
 U ——变形能
 W, w ——分别为滑磨功与单位滑磨功
 Z ——摩擦面数目
 z ——高厚比($z = h/t$)
 α ——碟形(膜片)弹簧初始锥底角
 β ——离合器后备系数;宽度系数
 δ_1, δ_2 ——分别为膜片弹簧小端槽宽与窗孔槽宽
 λ ——轴向变形量
 λ_1, λ_2 ——分别为大端与小端变形量
 $\lambda_{1f}, \lambda_{2f}$ ——分别为压盘升程与分离行程
 λ_b, λ_p ——分别为接合工作变形量与压平变形量
 μ ——材料的泊松比
 ρ ——曲率半径;圆角半径
 ρ_L, ρ_l, ρ_F ——分别为在 L, l 与 r_F 处支承环面圆角半径
 ρ_o ——膜片弹簧窗孔圆角半径
 ρ_r ——角点 I、II、III 处边缘圆角半径
 $\sigma_d, \sigma_r, \sigma_t$ ——分别为当量应力、径向应力与切向应力
 $\sigma_{OM}, \sigma_{tI}, \sigma_{tII}, \sigma_{tIII}, \sigma_{tIV}$ ——分别为 OM、I、II、III、IV 点的切向应力
 φ ——转角(角位移)
 ψ ——弹力衰减率
 ω ——角速度。

常用下标符号:

a, b, c ——各工作点:分别为 $F-\lambda$ 特性曲线上磨损后摩擦片接合工作点、新摩擦片接合工作点与彻底分离点。

s, p, t ——各特性点:分别为 $F-\lambda$ 特性曲线上凸点(峰点)、拐点(压平点)与凹点(谷点)

目 录

常用符号

1 概 论	(1)
1.1 碟形弹簧与膜片弹簧概述	(1)
1.1.1 碟形弹簧的分类与构造	(1)
1.1.2 碟形弹簧的主要特点与应用	(2)
1.2 汽车与拖拉机离合器的功用及对其基本要求	(2)
1.2.1 汽车与拖拉机离合器的功用	(2)
1.2.2 对汽车与拖拉机离合器的基本要求	(4)
1.3 汽车与拖拉机离合器结构的演变	(4)
1.3.1 汽车离合器结构的演变	(4)
1.3.2 拖拉机离合器结构的演变	(4)
1.4 膜片弹簧与碟形弹簧离合器的分类、结构与工作原理	(5)
1.4.1 膜片弹簧与碟形弹簧离合器的分类与结构	(5)
1.4.2 膜片弹簧与碟形弹簧离合器的工作原理	(9)
1.5 在汽车与拖拉机中膜片弹簧与碟形弹簧的其它应用实例	(10)
1.6 国外膜片弹簧离合器制造工业概况	(14)
1.7 膜片弹簧离合器的结构型式与应用	(17)
1.7.1 推式膜片弹簧离合器的结构型式与应用	(17)
1.7.2 拉式膜片弹簧离合器的结构型式与应用	(18)
1.8 推式膜片弹簧与碟形弹簧离合器的特点与优缺点	(18)
1.8.1 膜片弹簧与碟形弹簧结构形状的特点与优点	(18)
1.8.2 膜片弹簧与碟形弹簧弹性特性的特点与优点	(19)
1.8.3 推式膜片弹簧与碟形弹簧离合器的缺点	(20)
1.9 拉式膜片弹簧离合器的特点与优缺点	(21)
1.9.1 拉式膜片弹簧离合器的结构特点	(21)
1.9.2 拉式膜片弹簧离合器的优缺点	(21)
2 碟形弹簧的载荷-变形计算与特性	(25)
2.1 碟形弹簧计算方法的类型	(25)
2.2 碟形弹簧的载荷-变形计算(A-L法)	(25)
2.2.1 近似算法所采用的假设	(25)
2.2.2 碟形弹簧受载变形时的分析	(26)
2.2.3 碟形弹簧的载荷-变形公式	(30)

2.2.4	离合器用碟形弹簧的载荷-变形计算	(34)
2.3	碟形弹簧的载荷-变形特性(A-L法)	(35)
2.3.1	碟形弹簧载荷-变形特性组成的分析	(35)
2.3.2	影响碟形弹簧载荷-变形特性的因素	(36)
2.3.3	理论与实验载荷-变形特性之间产生偏差的原因分析	(48)
2.4	碟形弹簧的载荷-变形计算与特性(Γ 法)	(49)
2.4.1	碟形弹簧的载荷-变形计算	(49)
2.4.2	碟形弹簧的载荷-变形特性	(50)
2.5	开槽碟形弹簧的载荷-变形计算与特性(A-L法)	(51)
2.5.1	开槽碟形弹簧的载荷-变形计算	(51)
2.5.2	开槽碟形弹簧的载荷-变形特性	(52)
3	膜片弹簧的载荷-变形计算与特性	(53)
3.1	膜片弹簧的工作情况	(53)
3.2	膜片弹簧的载荷-变形计算(A-L法)	(54)
3.2.1	大端加载时膜片弹簧的载荷-变形计算	(54)
3.2.2	小端加载时膜片弹簧的载荷-变形计算	(55)
3.3	膜片弹簧的载荷-变形特性(A-L法)	(58)
3.3.1	膜片弹簧的基本载荷-变形特性及各特性点	(58)
3.3.2	考虑离合器总成各元件弹性变形时膜片弹簧的载荷-变形特性	(59)
3.3.3	影响膜片弹簧载荷-变形特性的因素	(60)
3.4	膜片弹簧的载荷-变形计算与特性(Γ 法、 Γ - Π 法)	(62)
3.4.1	膜片弹簧的载荷-变形计算与特性(Γ 法)	(62)
3.4.2	膜片弹簧的载荷-变形计算与特性(Γ - Π 法)	(63)
3.5	膜片弹簧离合器的工况特性	(65)
3.5.1	膜片弹簧离合器的接合特性	(65)
3.5.2	膜片弹簧离合器的分离特性	(66)
4	碟形弹簧与膜片弹簧的应力-变形计算与特性	(68)
4.1	碟形弹簧的应力-变形计算	(68)
4.2	碟形弹簧的应力分布与分析	(71)
4.2.1	碟形弹簧子午截面上的理论应力分布	(71)
4.2.2	高厚比 $z=h/t$ 对于碟形弹簧子午截面上应力分布的影响	(72)
4.2.3	应力极点与等应力线	(73)
4.2.4	碟形弹簧子午截面上的残余应力与实际应力分布	(75)
4.2.5	OM点计算应力 σ_{OM} 的应用	(79)
4.3	碟形弹簧的应力-变形特性	(81)
4.3.1	碟形弹簧应力-变形特性组成的分析	(81)
4.3.2	碟形弹簧应力-变形特性的各特性点	(83)

4.3.3	影响碟形弹簧应力-变形特性的因素	(84)
4.4	膜片弹簧与开槽碟形弹簧的应力-变形计算与特性	(86)
4.4.1	膜片弹簧与开槽碟形弹簧的应力-变形计算	(86)
4.4.2	膜片弹簧与开槽碟形弹簧的应力-变形特性	(88)
4.4.3	膜片弹簧与开槽碟形弹簧的应力计算	(89)
5	碟形弹簧与膜片弹簧计算方法的探讨	(92)
5.1	碟形弹簧各种计算方法的简介	(92)
5.2	碟形弹簧各种计算方法的比较	(98)
5.2.1	碟形弹簧的统一计算公式	(98)
5.2.2	碟形弹簧各种计算方法的比较	(98)
5.3	碟形弹簧新计算方法的探讨	(101)
5.3.1	A-L法与C-O-P法假设的实验验证与分析	(101)
5.3.2	碟形弹簧新计算方法(J1法)的提出与探讨	(101)
5.4	膜片弹簧新计算方法的探讨	(104)
5.4.1	理论与实验载荷-变形特性的比较与分析	(104)
5.4.2	国外某些离合器公司采用的膜片弹簧载荷-变形特性计算方法的评价	(105)
5.4.3	膜片弹簧载荷-变形特性新计算方法(J2法)的提出与探讨	(106)
5.4.4	膜片弹簧应力-变形特性新计算方法(J2法)的提出与探讨	(108)
5.5	碟形弹簧、开槽碟形弹簧与膜片弹簧载荷-变形特性与应力-变形特性的 统一计算公式	(109)
6	碟形弹簧的精确计算方法	(111)
6.1	板壳的基本概念	(111)
6.1.1	板壳的定义和分类	(111)
6.1.2	载荷和薄板的分类	(111)
6.2	轴对称圆形薄板小挠度的基本方程与公式	(112)
6.2.1	薄板小挠度理论的假设	(112)
6.2.2	平衡方程、几何方程与物理方程	(112)
6.2.3	基本方程与基本公式	(114)
6.3	轴对称圆形薄板大挠度的基本方程与公式	(117)
6.3.1	平衡方程	(117)
6.3.2	变形协调方程	(118)
6.3.3	基本方程与基本公式	(119)
6.4	轴对称圆锥扁壳的基本方程与公式	(120)
6.4.1	具有初始曲率的轴对称圆锥板大挠度的基本方程	(120)
6.4.2	轴对称圆锥扁壳的基本方程与基本公式	(121)
6.5	碟形弹簧的基本方程及其变分解	(121)

7 碟形弹簧与膜片弹簧的实验研究	(125)
7.1 碟形弹簧与膜片弹簧载荷-变形特性的实验研究	(125)
7.1.1 碟形弹簧与膜片弹簧载荷-变形特性的实验设备简介	(125)
7.1.2 碟形弹簧与膜片弹簧载荷-变形特性的实验结果与分析	(126)
7.2 碟形弹簧与膜片弹簧应力的实验研究	(127)
7.2.1 碟形弹簧与膜片弹簧应力的测试方法简介	(127)
7.2.2 碟形弹簧应力的实验结果与分析	(129)
7.2.3 膜片弹簧应力的实验结果与分析	(131)
7.3 碟形弹簧与膜片弹簧的疲劳实验研究	(134)
7.3.1 碟形弹簧与膜片弹簧疲劳试验机简介	(134)
7.3.2 碟形弹簧疲劳断裂的实验结果与分析	(135)
7.3.3 膜片弹簧疲劳断裂的实验结果与分析	(136)
7.3.4 碟形弹簧与膜片弹簧弹力衰减的实验结果与分析	(140)
8 膜片弹簧与碟形弹簧的制造与检验	(143)
8.1 膜片弹簧与碟形弹簧的材料	(143)
8.2 膜片弹簧与碟形弹簧的制造工艺	(144)
8.3 膜片弹簧与碟形弹簧的热处理	(146)
8.4 膜片弹簧与碟形弹簧的机械强化处理	(146)
8.4.1 膜片弹簧与碟形弹簧的喷丸处理	(147)
8.4.2 膜片弹簧与碟形弹簧的强压处理	(148)
8.5 膜片弹簧与碟形弹簧的检验与实验	(149)
9 膜片弹簧与碟形弹簧的设计计算	(153)
9.1 膜片弹簧与碟形弹簧许用应力的选用	(153)
9.2 离合器用膜片弹簧与碟形弹簧基本参数的选择	(155)
9.3 离合器用膜片弹簧与碟形弹簧的设计计算	(160)
9.4 普通碟形弹簧的结构设计与设计计算	(170)
9.4.1 碟形弹簧组的结构设计与计算	(170)
9.4.2 普通碟形弹簧的设计计算	(173)
10 膜片弹簧与碟形弹簧离合器的结构与计算	(181)
10.1 汽车与拖拉机离合器的接合过程与滑磨功	(181)
10.1.1 汽车离合器的接合过程与滑磨功	(181)
10.1.2 拖拉机离合器的接合过程与滑磨功	(183)
10.2 汽车与拖拉机离合器的计算	(185)
10.2.1 汽车与拖拉机离合器的转矩容量计算	(185)
10.2.2 汽车与拖拉机离合器的热容量计算	(192)
10.2.3 汽车与拖拉机离合器的寿命计算	(194)
10.3 膜片弹簧与碟形弹簧离合器主要零部件的结构设计	(197)

10.3.1	离合器盖总成的结构设计	(197)
10.3.2	从动盘总成的结构设计	(199)
10.3.3	分离轴承总成的结构设计	(203)
11	扭转减振器的结构与计算	(205)
11.1	扭转减振器概述	(205)
11.2	传动系扭转振动的分析	(210)
11.3	扭转减振器基本参数的选择	(214)
11.4	双飞轮减振器简介	(217)
12	膜片弹簧离合器结构的发展动向	(221)
12.1	使结构简化、紧凑并尽量通用	(222)
12.2	增大转矩容量	(226)
12.3	提高使用性能	(228)
12.3.1	使离合器接合平顺	(228)
12.3.2	使离合器分离彻底	(232)
12.3.3	减小分离操纵力	(233)
12.3.4	减小分离行程	(235)
12.3.5	保证转矩容量稳定	(237)
12.3.6	减小变速器换档时的冲击	(238)
12.3.7	减少振动与噪声	(239)
12.4	提高使用寿命	(242)
12.4.1	提高各零部件的耐磨性与强度	(242)
12.4.2	改善散热通风条件	(246)
12.5	便于拆装、平衡、对中与调整	(251)
13	膜片弹簧与碟形弹簧离合器的计算机辅助设计	(257)
13.1	计算机辅助设计(CAD)概述	(257)
13.2	离合器主要零件的有限元分析	(260)
13.2.1	有限元法概述	(260)
13.2.2	碟形弹簧与膜片弹簧的有限元分析	(261)
13.2.3	离合器盖的有限元分析	(262)
13.2.4	压盘的有限元分析	(264)
13.2.5	从动盘毂的有限元分析	(266)
13.3	离合器的优化设计	(267)
13.3.1	优化设计概述	(267)
13.3.2	离合器基本参数的优化设计	(269)
13.3.3	膜片弹簧与碟形弹簧的优化设计	(271)
13.3.4	离合器盖结构形状的优化设计	(273)
13.4	离合器的计算机绘图简介	(275)

14 膜片弹簧离合器的制造、装配与检验	(280)
14.1 膜片弹簧离合器盖总成的制造、装配与检验	(280)
14.1.1 离合器盖总成主要零件的制造工艺	(280)
14.1.2 离合器盖总成的装配工艺	(283)
14.1.3 离合器盖总成的检验	(283)
14.2 从动盘总成的制造、装配与检验	(285)
14.2.1 从动盘总成主要零件的制造工艺	(285)
14.2.2 从动盘总成的装配工艺	(288)
14.2.3 从动盘总成的检验	(289)
15 膜片弹簧离合器的技术要求与实验	(291)
15.1 膜片弹簧离合器盖总成的技术要求与实验	(292)
15.2 从动盘总成的技术要求与实验	(295)
15.3 膜片弹簧离合器总成的技术要求与实验	(297)
附录	
附录 A 国外膜片弹簧与碟形弹簧离合器的主要产品型号与技术规格	(303)
附录 B 国家标准碟形弹簧的尺寸与参数(GB/T1972—92)	(310)
附录 C 膜片弹簧与碟形弹簧离合器的有关标准	(313)
参考文献	(315)

1 概 论

1.1 碟形弹簧与膜片弹簧概述

1.1.1 碟形弹簧的分类与构造

碟形弹簧是法国人贝利维尔(J. F. Belleville)于 1866 年发明的,当时主要是作为垫圈使用,并在美国与法国申请了专利,因此又常被称为贝氏弹簧(Belleville Spring)。

碟形弹簧一般是用金属板材或带材(主要是钢材)冲压成的截锥形薄板弹簧。根据结构形状的不同,主要分为三种类型:

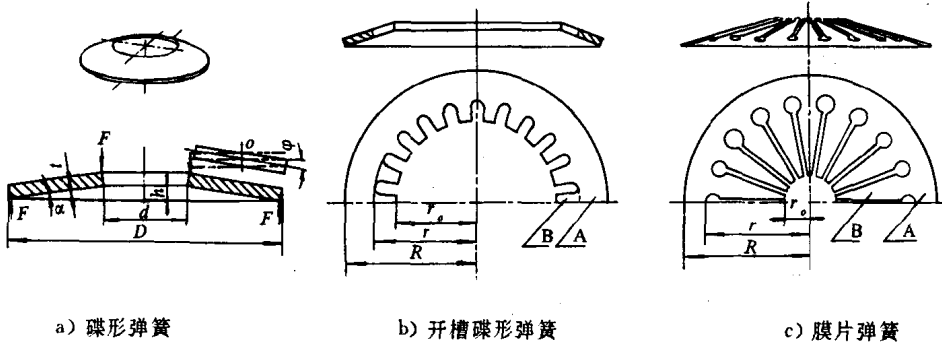


图 1-1 碟形弹簧的主要类型

(1) 普通碟形弹簧,简称碟形弹簧(Disk Spring)或碟簧。碟形弹簧(图 1-1a)形状像一个没有底的宽边碟子,截面为截圆锥壳形。在上下端面的外径 D 与内径 d 处承受轴向载荷 F 时,其截面的锥底角 α 减小,使弹簧产生轴向变形 λ 。

(2) 开槽碟形弹簧(Slotted Disk Spring),简称开槽碟簧。在开槽碟形弹簧(图 1-1b)的内孔圆周表面上开有许多均布的径向槽,槽的长度较短,可以看成是由碟簧部分 A 和片簧(舌片)部分 B(开槽处)所组成。在上下端面的外径 D 与内径 d 处承受轴向载荷 F 时,使弹簧的这两个部分都产生轴向变形 λ 。

(3) 膜片弹簧(Diaphragm Spring),简称膜簧。在膜片弹簧(图 1-1c)的内孔圆周表面上也开有许多均布的径向槽,但槽的长度较长,在槽的根部制成较大的长圆形或矩形等窗孔(图 9-4),以便穿过支承铆钉。膜片弹簧可以看成是由碟簧部分 A 和分离指部分 B(开槽处)所组成。具有径向槽的指形部分在离合器分离过程中起分离杆的作用,因此称为分离指。根据离合器工作状态的不同,膜片弹簧的受载情况也不同。在离合器接合状态时是在碟簧部分 A 的外径 D 与内径 d 处承受轴向载荷 F_1 (称为大端加载),只使碟簧部分产生轴向变形 λ_1 ;在离合器分离状态时则是在碟簧部分的内径 d (推式)或外径 D (拉式)与膜片弹簧内径 d 处承受轴向载荷 F_2 (称为小端加载),使弹簧的两个部分都产生轴向变形 λ_2 。

1.1.2 碟形弹簧的主要特点与应用

与其它型式的弹簧(如螺旋弹簧、钢板弹簧等)比较,碟形弹簧的主要特点如下:

(1) 轴向尺寸很紧凑而径向尺寸较大 它能在很小的变形条件下,承受变化范围很大的轴向载荷,因此适合于占轴向空间小、径向空间大而承载能力大的场合。

(2) 具有变刚度的弹性特性(非线性的载荷-变形特性) 在外径 D 、内径 d 尺寸相同的条件下,只要改变内截锥高度(内锥高) h 与弹簧板厚度(板厚) t 之比(称为高厚比 $z = h/t$),就可以得到三种不同类型的弹簧弹性特性以满足不同的工作需要(图 1-2)。

(3) 除使用单个碟形弹簧外还可以采用不同的积木方式组成组合弹簧 可以采用叠合、对合与复合,也可采用不同片数或不同厚度的组合弹簧 获得不同的组合特性(图 9-10、图 9-11) 与组合参数(表 9-9、表 9-10),以满足各种不同的需要。同时在个别碟形弹簧片损坏时,只需单独更换损坏片,因此便于备件的供应与维修。

(4) 碟形弹簧每单位体积材料的变形能较大 在静载荷下弹簧每单位结构空间的体积所具有的变形能,螺旋弹簧为 $0.08 \sim 0.29 \text{ J/cm}^3$,而碟形弹簧则为 $0.49 \sim 0.98 \text{ J/cm}^3$,即约大三倍以上,因此具有较好的缓冲减振能力。采用叠合组合弹簧时,还可以利用各层碟簧片之间的摩擦作用以产生一定的缓和冲击、衰减振动的阻尼效果。

(5) 便于标准化 具有便于大批量生产、提高质量而降低成本以及便于减少规格品种,缩短库存周转时间等优点。

由于碟形弹簧具有上列主要特点,因此在各种机械工业部门的应用日益广泛,国外在许多机电产品中已逐步采用碟形弹簧来代替原用的螺旋弹簧,参看表 1-1 与图 1-3(说明见表 1-1)。

1.2 汽车与拖拉机离合器的功用及其基本要求

1.2.1 汽车与拖拉机离合器的功用

离合器是汽车与拖拉机传动系中与发动机直接联系的重要部件,其功用是:

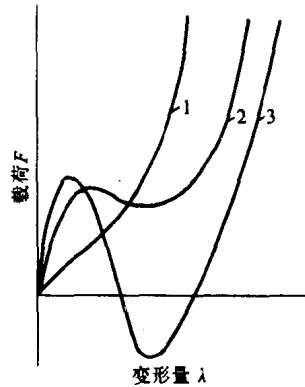


图 1-2 碟形弹簧的弹性特性曲线

$$1-h/t < \sqrt{2}; \quad 2-\sqrt{2} < h/t < 2\sqrt{2}; \\ 3-h/t > 2\sqrt{2}$$

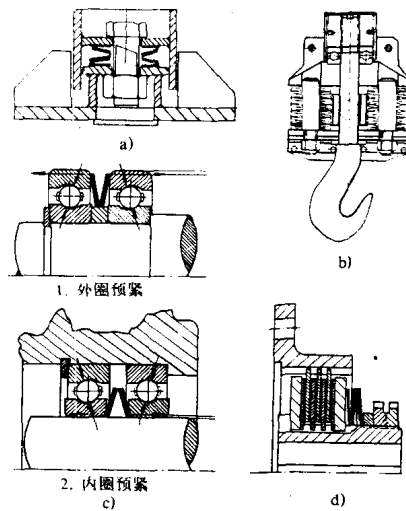


图 1-3 碟形弹簧的应用示例

表 1-1 碟形弹簧与膜片弹簧在机械工业各部门的应用示例

类 型	弹性特性的特点 与常用参数范围	应 用 示 例
1	$z < \sqrt{2}$ ($z = h/t$ 小) (图 1-2、 图 2-12)	正刚度(刚度大)
	$z = 0.2 \sim 1.3$ $C = D/d = 1.7 \sim 2.5$ (常用 1.8~2.0) $D/t < 70$ (常用 18~40) $D = 8 \sim 450 \text{ mm}$ (常用 8~250) $t = 0.4 \sim 26 \text{ mm}$ (常用 0.4~14)	1. 重型锻压机械、冶金矿山机械、起重运输机械与火炮等的强力缓冲和减振装置。如机架与机座之间的减振装置(图 1-3a),起重吊钩减振弹簧(图 1-3b),大型压力机拉杆连接机架的缓冲装置、管道系统吊支架等。 2. 车辆弹性悬架,如四轮驱动拖拉机的前桥(图 1-19)。 3. 阀门压力控制装置,如安全阀压紧弹簧等。 4. 机床主轴装置中压紧元件,夹具与机床夹紧机构中夹紧元件。 5. 起重机、颚式破碎机等机械中的过载保护装置。 6. 其它,如紧固件联接中的碟簧垫圈、碟簧支承吊架、柴油机用碟簧机械起动器(蓄能用)等。 (常采用普通碟形弹簧或碟形弹簧组)
2	$z \approx \sqrt{2}$ (图 2-13)	正刚度+零刚度
		$z = 1.3 \sim 1.5$
3	$\sqrt{2} < z < 2\sqrt{2}$ ($z = h/t$ 中等) (图 1-2、图 2-14)	正刚度+负刚度(刚度中等)
		$z = 1.5 \sim 2.3$ (常用 1.7~2) $C = 1.2 \sim 1.65$ $D/t = 70 \sim 100$ $D = 150 \sim 450 \text{ mm}$ $t = 1.5 \sim 6 \text{ mm}$
4	$z > 2\sqrt{2}$ ($z = h/t$ 大) (图 1-2)	正刚度+负刚度 正载荷+负载荷 (刚度小)
		$z > 2.8$

(1) 传递(离合器接合)和切断(离合器分离)发动机传给传动系的动力,以保证汽车拖拉机的平稳起步和停车以及变速器的顺利摘挡和挂挡。

(2) 当传给离合器的转矩超过它所能传递的最大摩擦转矩时(如汽车与拖拉机紧急制动而未分离离合器时,发动机旋转部分因突然减速而引起巨大惯性力矩),由于离合器主、从动部分之间产生滑磨,就可保护传动系各零件以防止其过载而损坏。

(3) 通过离合器的使用,可有效地降低传动系中的振动和噪声。

(4) 在双作用离合器中尚具有能传递和切断发动机传给动力输出轴动力的功用。

1.2.2 对汽车与拖拉机离合器的基本要求

(1) 在任何工作情况下,离合器都能保持稳定的转矩容量(最大摩擦转矩 T_{cmax}),以可靠地传递发动机最大转矩 T_{max} (汽车)或标定转矩 T_b (拖拉机),并具有适当的转矩储备。

(2) 接合时要平顺、柔和,使汽车拖拉机起步平稳没有冲击和抖动。

(3) 分离时要迅速、彻底。

(4) 离合器从动部分的转动惯量 J 要小,以便于换档并减轻起步和换档时变速器齿轮轮齿之间的冲击。

(5) 应使汽车传动系避免共振、过载,并具有吸收振动、降低冲击和噪声的能力。

(6) 离合器的散热通风应良好,以保证工作温度不致过高。

(7) 高速旋转时平衡性要好,以减少振动并具有可靠的强度。

(8) 操纵要轻便、准确。

(9) 工作性能应稳定、可靠,使用寿命长。

(10) 力求做到结构简单、紧凑、重量轻、制造工艺性好及拆装维修调整方便等。

1.3 汽车与拖拉机离合器结构的演变

1.3.1 汽车离合器结构的演变

1886年世界上第一辆汽车的发动机与传动系之间采用皮带传动,利用张紧轮使皮带松弛或张紧来将动力的传递中断或接通,这就是最早的汽车离合器。1890年采用圆锥式摩擦离合器,但它的从动锥部分惯性较大,使变速器换档较困难。1900年采用多片式摩擦离合器,但它的从动部分惯性仍较大,而且由于油的粘性(湿式)或片的热变形(干式)使分离不彻底,从而使换档困难。1910年后由于摩擦材料的改进才开始采用干式单片与双片摩擦离合器,又经过不断改进逐步发展成为现代汽车离合器。根据压紧弹簧型式不同先后出现了三代产品,使离合器的可靠性和舒适性不断提高,而它的重量与价格却不断降低。

(1) 第一代产品——螺旋弹簧离合器 最早的干式单片离合器中即采用螺旋弹簧作为压紧元件,1925年开始采用石棉基摩擦衬片,至1930年结构已较完善,因此1930年以来已普遍采用。

(2) 第二代产品——推式膜片弹簧离合器(图1-4a) 美国通用汽车公司于1938年在雪佛兰轿车上已开始采用^①,20世纪60年代末国外轿车,轻型、中型货车几乎已全部采用,70年代后期开始扩展到重型货车。

(3) 第三代产品——拉式膜片弹簧离合器(图1-4b) 20世纪60年代末在原西德F & S公司首先研制出^[77],1980年以来国外大中小型汽车都已开始采用。

1.3.2 拖拉机离合器结构的演变

1890年世界上第一辆拖拉机问世以来,一直沿用汽车离合器的较成熟结构,压紧弹簧型式的不同也出现了三代产品。

(1) 第一代产品——螺旋弹簧离合器 1930年以来在轮式与履带拖拉机上也已普遍

^① 吴克敏编译·离合器之构造与保修·上海:中国科学仪器公司,1951。