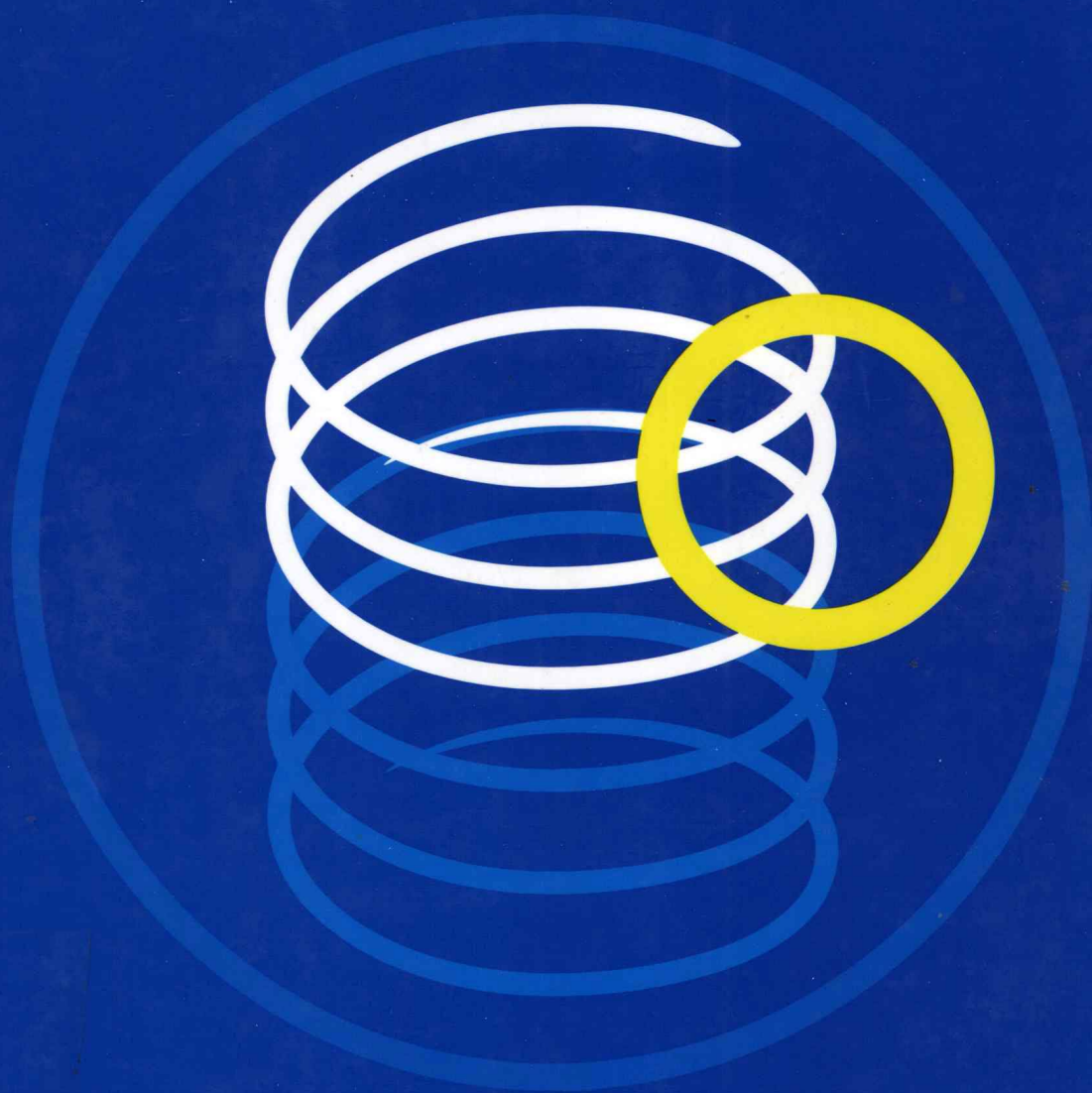


弹簧设计与制造工艺 新技术及质量监控 实用手册

主编：张东文



中国科学文化音像出版社

第2章 设计与制造工艺 新技术及质量监控 实用手册

（第2版）



中国标准出版社北京发行所

弹簧设计与制造工艺新技术 及质量监控实用手册

主编 张东文

(第一卷)

中国科学文化音像出版社

书 名:弹簧设计与制造工艺新技术及质量监控实用手册
主 编:张东文
出版发行:中国科学文化音像出版社
开 本:787×1092 1/16
印 张:123.375
字 数:2560千字
定 价:798.00元(1CD,含手册三卷)

编委名单

主 编:张东文

副主编:向 杰 杜正梅

编 委:(排名不分先后)

方 震	陈兴安	陈睦翠	崔显荣	柴书杰
谭 梅	张富江	吕 蒙	刘长贵	陈 航
李明社	杨利民	崔 颢	张 瑶	秦芳芳
刘 晨	赵平原	韦玉英	葛兰清	马 鸣
谢禄运				

前 言

弹簧及弹性元件广泛应用于机械、仪表、电器、车辆、武器、飞机及日常生活用品的生产和使用中,是一个涉及面非常宽、应用极广的基础零件,弹簧及弹性元件的质量和性能直接影响到各类产品的质量和性能。同时随着先进科学技术的不断发展,对弹簧的类型、品种、质量和设计精度的要求也越来越高,因而创新弹簧设计、改进弹簧生产工艺,提高弹簧质量,适应新技术和新产品的要求,就成为当前弹簧设计和生产、研究企业一个紧迫的任务和重大的课题。

为了全面系统地探讨弹簧设计、制造及检测新技术新工艺,总结和介绍国内外弹簧先进理论和生产工艺,全面提高弹簧质量,促进国内弹簧业的发展,进一步提高弹簧设计理论、方法和制造水平,我们组织国内专家共同编写了这本《弹簧设计与制造工艺新技术及质量监控实用手册》。《弹簧设计与制造工艺新技术及质量监控实用手册》从基本理论出发,对各种弹簧的材料选择、设计计算、制造工艺、检测手段、标准化管理方法和弹簧标准都作了细致的阐述,对包括普通圆柱螺旋弹簧、涡卷弹簧、扭杆弹簧、多股螺旋弹簧、非圆形截面弹簧、片弹簧、碟形弹簧、环形弹簧、板弹簧、膜片膜盒、压力弹簧管,以及应用日益广泛更为先进的橡胶弹簧、空气弹簧都作了细致的讲解和阐述,并对一些弹簧的设计计算方法进行了研究和完善,对国内外弹簧制造新工艺新技术作了介绍,还对弹簧的失效进行了分析和解说,对产品质量控制和管理方法、弹簧检测方法及弹簧标准,也都一一作了详细介绍,突出实用性和指导性。

《弹簧设计与制造工艺新技术及质量监控实用手册》分为五篇,第一篇:弹簧总论,阐述了弹簧的作用、性能及弹簧材料的理论;第二篇:弹簧的设计计算,阐述了圆柱螺旋弹簧、多股螺旋弹簧、非圆形截面弹簧、涡卷弹簧、碟形弹簧、环形弹簧、橡胶弹簧、空气弹簧等各种弹簧的设计、计算及公式;第三篇:弹簧制造工艺和技术,阐述了弹簧工作图、各种弹簧的制造工艺和技术方法;第四篇:弹簧失效性分析和质量控制,阐述了弹簧变形的机理、影响及试验和检查方法;第五篇:弹簧标准化管理和弹簧标准,阐述了国内和国外弹簧的标准化管理方法和模式,汇集了目前我国有效适用的弹簧标准。附录:选编了全国主要的弹簧生产厂家和企业名录,方便大家的交流和沟通。

本手册在总结国内外有关弹簧先进理论和生产技术的基础上,对弹簧的性能、材料、设计方法、加工工艺和制造技术、质量监控及标准化管理等各方面进行了系统而全面的阐述,并将目前通用的弹簧标准汇编于此,供读者查阅参考。本手册可为各行业设计、制造和使用弹簧的工程技术人员和工人提供基础理论、数据和标准规范,是一本集实用性和指导性于一体的弹簧企业工具书。

本手册内容全面,条理清楚,注重理论和实例相结合,不仅是迄今为止最为全面的有关弹簧设计、制造技术、质量监控和标准化管理的实用全书,也是目前国内仅有的一本全面系统阐述和分析弹簧理论和实例的实用工具书。

由于时间仓促、水平有限,书中错误之处在所难免,敬请读者批评指正。

编著者

二〇〇三年八月

目 录

第一篇 弹簧总论

第一章 弹簧的作用、种类及常用符号和单位	(3)
第一节 弹簧的性质和作用	(3)
一、弹簧的性质	(3)
二、机械弹簧的作用有:	(3)
第二节 弹簧的种类	(4)
一、根据弹簧材料分类	(4)
二、根据弹簧形状分类	(5)
三、根据弹簧的使用条件分类	(9)
四、其它分类方法	(10)
第三节 弹簧常用符号和单位	(10)
第二章 弹簧的基本性能	(13)
第一节 弹簧的特性线和刚度	(13)
一、特性线	(13)
二、刚度	(14)
第二节 弹簧的变形能	(15)
第三节 弹簧的自振频率和受迫振动振幅	(17)
一、弹簧的自振频率	(17)
二、弹簧系统受迫振动的振幅	(18)

第三章 弹簧的疲劳强度	(20)
第一节 变应力的类型和特性	(20)
一、变应力的类型	(21)
二、变应力特性	(21)
第二节 疲劳曲线	(22)
一、疲劳失效机理概述	(22)
二、疲劳曲线($S-N$ 曲线)	(24)
三、影响弹簧疲劳强度的因素	(25)
第三节 弹簧的疲劳试验	(27)
一、弹簧的疲劳试验	(27)
二、定疲劳试验数据的处理	(29)
第四节 极限应力图及其绘制方法	(37)
一、史米斯极限应力图	(37)
二、哈佛极限应力图	(38)
三、古德罗极限应力图	(38)
四、极限应力图的绘制方法	(39)
第四章 弹簧材料	(41)
第一节 弹簧材料概述	(41)
一、通用弹簧钢的现状与发展	(41)
二、铜合金和镍合金	(43)
三、高弹性和恒弹性合金	(43)
四、非金属材料	(44)
第二节 弹簧钢	(44)
第三节 热轧弹簧钢	(48)
一、热轧弹簧圆钢	(48)
二、热轧弹簧扁钢	(48)
三、热轧梯形弹簧钢	(51)
第四节 冷拔钢丝与冷轧钢带	(52)
一、硅锰弹簧钢丝	(52)
二、铬钒弹簧钢丝	(52)
三、阀门用铬钒弹簧钢丝	(54)
四、铬硅弹簧钢丝	(54)
五、弹簧垫圈用梯形钢丝	(55)
六、高速工具钢丝	(57)

七、弹簧钢、工具钢冷轧钢带	(58)
第五节 冷拔强化钢丝与冷轧强化钢带	(59)
一、碳素弹簧钢丝	(59)
二、琴钢丝	(61)
三、弹簧用不锈钢丝	(62)
四、阀门用油淬火回火铬钒合金弹簧钢丝	(63)
五、阀门用油淬火回火碳素弹簧钢丝	(64)
六、油淬火回火碳素弹簧钢丝	(65)
七、油淬火回火硅锰合金弹簧钢丝	(65)
八、阀门用油淬火回火铬硅合金弹簧钢丝	(65)
九、热处理弹簧钢带	(67)
十、弹簧用不锈钢冷轧钢带	(71)
第六节 弹性合金	(73)
一、高弹性合金	(73)
二、弹性元件用合金	(74)
第七节 铜合金及镍合金	(76)
一、硅青铜线	(76)
二、锡青铜线	(79)
三、白铜线	(80)
四、铍青铜线	(81)
五、镍铜合金线	(81)
六、镍线	(82)
七、铝青铜带	(82)
八、锡青铜带	(83)
九、铝白铜带	(85)
十、锌白铜带	(86)
十一、镍及镍合金带	(86)
第八节 非金属弹簧材料	(86)
一、橡胶	(86)
二、增强塑料	(89)
第九节 各种弹簧材料的技术标准	(92)
第十节 弹簧材料的选择	(96)

第二篇 弹簧的设计计算

第一章 圆柱螺旋压缩弹簧的设计计算	(107)
第一节 圆柱螺旋压缩弹簧的特性、结构和许用应力	(107)
一、弹簧的特性	(107)
二、各圆柱螺旋压缩弹簧的结构	(108)
三、圆柱螺旋压缩和拉伸弹簧的许用应力	(112)
第二节 圆柱螺旋压缩弹簧的设计计算	(115)
一、圆柱螺旋压缩弹簧的基本计算公式	(115)
二、圆形截面材料的圆柱螺旋压缩弹簧	(115)
三、矩形截面材料的圆柱螺旋压缩弹簧	(116)
四、方形截面材料的圆柱螺旋压缩弹簧	(118)
五、扁形截面材料的圆柱螺旋压缩弹簧	(119)
六、圆柱螺旋压缩弹簧的计算公式	(120)
第三节 圆柱螺旋压缩弹簧的设计计算方法	(120)
应用基本公式设计计算法	(120)
二、弹簧直径 D (或 D_1 、 D_2) 为定值时的设计计算法	(123)
三、弹簧为最小质量、或最小体积、或最小自由高度的设计计算法	(124)
四、弹簧的图解设计法	(126)
五、扩矩形和圆形截面材料压缩弹簧的比较选择计算法	(128)
第四节 大螺旋角圆柱螺旋压缩弹簧的设计计算	(131)
一、圆形截面材料螺旋压缩弹簧	(132)
二、矩形截面材料螺旋压缩弹簧	(132)
第五节 圆柱螺旋压缩弹簧受振动载荷时的设计计算	(133)
第六节 强压处理的圆柱螺旋弹簧的设计计算	(135)
第七节 受轴向和径向载荷作用的圆柱螺旋压缩弹簧的设计计算	(136)
一、螺旋弹簧的径向刚度	(136)
二、螺旋弹簧的径向稳定性	(138)
三、螺旋弹簧的切应力	(138)
第八节 圆柱组合螺旋压缩弹簧的设计计算	(138)
一、等变形并列式组合压缩弹簧	(139)

二、不等变形并列式组合压缩弹簧	(141)
三、直列式组合压缩弹簧	(143)
第九节 圆柱螺旋弹簧的优化设计计算	(143)
第十节 圆柱螺旋弹簧的可靠性设计计算	(148)
一、弹簧的概率设计	(149)
二、可靠性设计中的均值和标准离差	(151)
第十一节 圆柱螺旋压缩弹簧的调整结构	(154)
第二章 圆柱螺旋拉伸弹簧的设计计算	(157)
第一节 圆柱螺旋拉伸弹簧的特性和结构设计	(157)
一、圆柱螺旋拉伸弹簧的特性	(157)
二、圆柱螺旋拉伸弹簧的结构设计	(158)
第二节 圆柱螺旋拉伸弹簧的设计计算	(161)
第三节 圆柱螺旋拉伸弹簧的拉力调整结构	(163)
第三章 圆柱螺旋扭转弹簧的设计计算	(168)
第一节 圆柱螺旋扭转弹簧的特性	(168)
一、扭转弹簧的基本几何参数和特性	(168)
二、扭转弹簧的试验扭矩和试验扭矩下的变形角	(168)
第二节 圆柱螺旋扭转弹簧的结构设计和许用应力	(169)
一、扭转弹簧的结构型式	(169)
二、扭转弹簧的结构参数计算	(170)
三、圆柱螺旋扭转弹簧的许用弯曲应力	(172)
第三节 圆柱螺旋扭转弹簧的设计计算公式	(173)
一、圆形截面材料扭转弹簧的设计计算	(174)
二、矩形截面材料扭转弹簧的设计计算	(175)
三、椭圆形截面材料扭转弹簧的设计计算	(175)
四、扭转弹簧的疲劳强度校核	(176)
五、扭转弹簧的简易算法	(179)
六、组合扭转弹簧的设计计算	(180)
第四章 多股圆柱螺旋弹簧	(182)
第一节 多股螺旋弹簧的结构特点	(182)
第二节 钢索的结构尺寸和特点	(183)

一、钢索结构尺寸术语	(183)
二、钢索直径 d_c 的计算	(183)
三、多股弹簧钢索结构尺寸计算表格 ^[15]	(188)
第三节 多股螺旋弹簧的刚度计算	(192)
一、拧紧前的刚度计算公式	(192)
二、拧紧后的刚度计算公式	(194)
三、多股螺旋弹簧的特性曲线	(195)
第四节 强度分析及强度条件	(196)
一、钢丝横截面上的应力分析 ^[14]	(196)
二、接触应力的分析与计算 ^[14]	(198)
第五节 多股圆柱螺旋弹簧的设计	(200)
一、多股圆柱螺旋压缩弹簧的设计步骤	(200)
二、多股圆柱螺旋压缩弹簧的计算示例	(203)
三、多股圆柱螺旋扭转弹簧的设计特点	(207)
第五章 非圆形截面钢丝圆柱螺旋弹簧	(209)
第一节 矩形和方形截面弹簧的结构和性能	(209)
第二节 矩形和方形截面弹簧的应力与变形的计算	(211)
一、不考虑弹簧圈曲率影响的计算公式 ^[2]	(211)
二、考虑弹簧圈曲率影响的计算公式	(214)
第三节 鼓形截面圆柱螺旋弹簧的计算	(216)
一、簧丝截面与弹簧的形式	(216)
二、鼓形截面弹簧的设计计算公式	(216)
第四节 矩形和方形截面弹簧的设计方法	(218)
一、矩形和方形截面弹簧的设计步骤	(218)
二、校核计算实例	(219)
第五节 缓冲簧的动载强度计算	(221)
第六章 非圆形弹簧圈螺旋弹簧设计和计算	(222)
第一节 矩形和方形弹簧圈螺旋压缩弹簧设计计算	(222)
一、矩形弹簧圈弹簧的几何尺寸关系	(222)
二、矩形弹簧圈弹簧的设计计算	(223)
第二节 椭圆形弹簧圈螺旋压缩弹簧	(227)
一、椭圆形弹簧圈弹簧的几何尺寸关系	(227)

二、椭圆形弹簧圈弹簧的设计计算	(227)
第三节 卵形弹簧圈螺旋压缩弹簧	(228)
一、卵形弹簧圈弹簧的几何尺寸关系	(228)
二、卵形弹簧圈弹簧的设计计算	(228)
第七章 非线性特性线螺旋弹簧的设计	(233)
第一节 不等节距圆柱螺旋压缩弹簧	(233)
第二节 截锥螺旋压缩弹簧	(237)
一、截锥螺旋压缩弹簧的几何尺寸	(238)
二、截锥螺旋压缩弹簧的变形和强度计算	(240)
第二节 中凹和中凸形螺旋弹簧	(246)
一、等螺旋角中凹形螺旋弹簧开始有弹簧圈接触后的变形与强度计算	(247)
二、等节距中凹形螺旋弹簧开始有弹簧圈接触后的变形与强度计算	(248)
三、等应力中凹形螺旋弹簧开始有弹簧圈接触后的变形与强度计算	(248)
第四节 截锥涡卷螺旋弹簧	(249)
一、等螺旋角截锥涡卷螺旋弹簧开始有弹簧圈接触后的变形与强度计算	(250)
二、等节距截锥涡卷螺旋弹簧开始有弹簧圈接触后的变形与强度计算	(250)
三、等应力截锥涡卷螺旋弹簧开始有弹簧圈接触后的变形与强度计算	(251)
第八章 平面涡卷弹簧设计及计算	(258)
第一节 平面涡卷弹簧的结构和性能	(258)
一、平面涡卷弹簧的特性曲线	(259)
二、平面涡卷弹簧的自由状态	(260)
三、平面涡卷弹簧钢带的长度计算	(260)
第二节 平面涡卷弹簧的缠紧处理	(262)
一、缠紧处理时弯矩与钢带曲率的关系 ^[19]	(263)
二、残余应力与涡卷弹簧的承载能力	(267)
三、残余变形的计算公式及其应用 ^[19]	(270)
第三节 平面涡卷弹簧的设计理论	(271)
一、平面涡卷弹簧的转动角、转数与扭转力矩	(271)
二、平面涡卷弹簧的圈数计算公式	(279)
三、平面涡卷弹簧的刚度计算公式	(281)
四、平面涡卷弹簧的承载应力	(282)
五、平面涡卷弹簧的强度条件	(283)

第四节 发条的工作特点及长度的确定	(283)
一、发条的工作特点	(283)
二、发条最佳长度的确定	(284)
第五节 特殊用弹簧的设计方法	(286)
第九章 片弹簧、线弹簧和弹性挡圈的设计计算	(293)
第一节 片弹簧的设计计算	(293)
一、直片弹簧的计算	(294)
二、弯片弹簧的计算	(300)
三、变刚度片弹簧的计算	(304)
四、受轴向千口横向载荷作用的片弹簧的计算	(306)
五、片弹簧的结构和应力集中	(307)
六、片弹簧的材料和许用应力	(307)
第二节 线弹簧的设计计算	(309)
一、圆弧形线弹簧的计算	(309)
二、圆弧和直线构成的线弹簧的计算	(310)
第三节 弹性挡圈的设计计算	(311)
第十章 扭杆弹簧的设计	(314)
第一节 扭杆弹簧的设计原则和步骤	(314)
一、扭杆弹簧的基本性能	(314)
二、扭杆弹簧的结构类型	(318)
三、扭杆弹簧总体设计的一般原则	(320)
四、扭杆弹簧的总体设计步骤	(321)
五、扭杆弹簧的基本设计参数	(322)
第二节 扭杆弹簧及固定件结构设计	(324)
一、结构设计要求与步骤	(325)
二、圆断面扭杆弹簧及固定件设计	(325)
三、矩形扭杆弹簧的结构设计	(339)
四、叠片扭杆弹簧的结构设计	(342)
五、橡胶扭杆弹簧的结构设计	(344)
六、其它断面形状的扭杆弹簧的结构设计和计算	(346)
七、工作应力和许用应力	(347)
第三节 悬架扭杆弹簧设计和计算	(350)

一、悬架扭杆弹簧的设计的计算	(350)
二、悬架扭杆簧动力性能的设计与计算	(374)
第四节 稳定扭杆弹簧结构设计与计算	(395)
一、稳定扭杆弹簧的结构型式	(395)
二、稳定扭杆弹簧横向稳定刚度的计算	(397)
三、稳定扭杆弹簧结构设计与计算	(400)
第五节 扭杆弹簧强度的可靠性设计	(407)
一、扭杆弹簧失效特征	(407)
二、扭杆弹簧静强度的可靠性设计	(408)
三、扭杆弹簧疲劳强度的可靠性设计	(416)
第十一章 碟形弹簧的设计和计算	(447)
第一节 碟形弹簧的类型与结构	(447)
一、普通碟形弹簧的结构	(447)
二、碟形弹簧的特点	(451)
第二节 碟形弹簧的载荷与变形关系	(452)
一、无支承面碟形弹簧的载荷与变形关系	(452)
二、有支承面碟形弹簧的载荷与变形关系	(456)
三、碟形弹簧的刚度和变形能	(457)
四、碟形弹簧的特性曲线	(457)
第三节 碟形弹簧的应力计算	(458)
一、碟形弹簧的应力计算公式	(458)
二、碟形弹簧实际应力的分析情况	(461)
三、碟形弹簧的强度和许用应力	(461)
第四节 碟形弹簧的设计	(463)
一、标准碟形弹簧的选择	(463)
二、非标准碟形弹簧的设计	(464)
第五节 组合碟形弹簧	(465)
一、碟形弹簧的组合方式和特性	(466)
二、摩擦力对组合碟形弹簧特性的影响	(467)
三、组合碟形弹簧设计中应注意的问题	(468)
第六节 其他类型碟形弹簧设计计算	(469)
一、梯形截面碟形弹簧计算公式	(469)
二、锥状梯形截面碟形弹簧计算公式	(469)

三、圆板弹簧	(470)
第十二章 环形弹簧的设计计算	(473)
第一节 环形弹簧的结构和特性	(473)
一、环形弹簧的结构	(473)
二、环形弹簧的特性	(474)
三、环形弹簧的应用	(474)
第二节 环形弹簧的设计计算	(475)
一、环形弹簧的受力分析	(475)
二、环形弹簧外圆环的应力计算	(476)
三、环形弹簧内圆环的应力计算	(478)
四、环形弹簧的变形计算	(478)
五、环形弹簧的变形能	(480)
六、环形弹簧的试验载荷和试验载荷下的变形	(480)
七、环形弹簧的结构参数计算	(480)
八、环形弹簧的材料和许用应力	(482)
第三节 环形弹簧结构参数荐用值	(483)
第十三章 板弹簧的设计计算	(487)
第一节 板弹簧的类型和用途	(487)
第二节 板弹簧的结构	(489)
一、弹簧钢板的截面形状	(489)
二、主板端部结构	(489)
三、副板端部结构	(490)
四、板弹簧的固定结构	(490)
第三节 板弹簧的计算	(491)
一、单板弹簧的计算	(491)
二、多板弹簧的计算	(492)
三、变刚度和变截面板弹簧的计算	(504)
四、板弹簧的材料、强化技术、许用应力和试验	(507)
第十四章 膜片及膜盒	(510)
第一节 膜片及膜盒的类型和特性	(510)
一、膜片及膜盒的类型	(510)