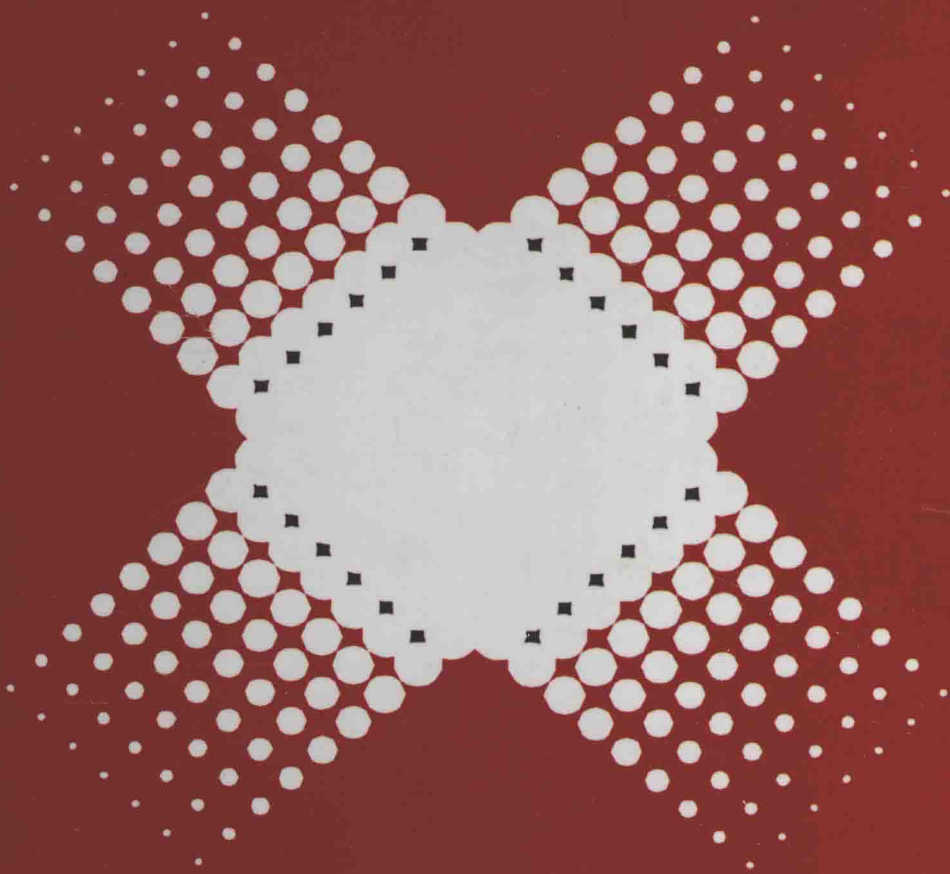


# 弹簧设计与制造工艺新技术 及质量监控实用手册

◎ 主编 杨 华



安徽文化音像出版社

# 弹簧设计与制造工艺新技术 及质量监控实用手册

上  
卷



安徽文化音像出版社

名称 《弹簧设计与制造工艺新技术及质量监控实用手册》  
主编 杨 华

---

光盘出版发行 安徽文化音像出版社  
地 址 合肥市金寨路 381 号九州大厦  
邮 编 230063  
光盘生产 河北彩虹(集团)有限公司  
出版时间 2003 年 8 月

---

光盘出版号 ISRC CN - E27 - 03 - 371 - 00/V·G4  
定 价 798.00 元(1CD 赠配套手册三卷)

# 《弹簧设计与制造工艺新技术及质量监控实用手册》

## 编 委 会

主 编：杨 华

编 委：王晓菲 王桂霞 段福雷 何召磊

张志强 尹得刚 周玉鹏 李红建

李红波 杨 菲 杨 慧 赵文丽

宋福彬 段日平 崔君悦 吕风来

安徽文化音像出版社

## 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 弹簧的分类 .....	(3)
第二节 弹簧的功能 .....	(6)
第三节 弹簧常用符号和单位 .....	(12)
第二章 弹簧材料单向静拉伸的力学性能 .....	(15)
第一节 力—伸长曲线和应力—应变曲线 .....	(15)
第二节 弹性变形及其性能指标 .....	(18)
第三节 非理想弹性与内耗 .....	(25)
第四节 塑性变形及其性能指标 .....	(30)
第五节 断    裂 .....	(43)
第三章 弹簧材料的机械性能 .....	(57)
第一节 应力与弹性 .....	(57)
第二节 晶体塑性与拉伸试验 .....	(62)
第三节 蠕    变 .....	(70)
第四节 破坏与疲劳 .....	(74)
第五节 内应力 .....	(83)
第六节 橡胶弹性 .....	(84)
第七节 粘    性 .....	(85)
第八节 粘弹性 .....	(86)
第九节 工程试验方法 .....	(89)
第四章 弹簧材料的物理性能 .....	(92)
第一节 电性能 .....	(92)
第二节 热传导率 .....	(99)
第三节 磁性能 .....	(100)
第四节 光学性能 .....	(118)
第五节 热膨胀 .....	(120)
第五章 弹簧材料的断裂韧性 .....	(124)

第一节	线弹性条件下的断裂韧性	(124)
第二节	弹塑性条件下的断裂韧性	(131)
第三节	影响材料断裂韧度的因素	(136)
第四节	断裂韧度在工程中的应用	(140)
第六章	弹簧及弹簧材料的高温特性	(145)
第一节	概 述	(145)
第二节	温度对弹性模量的影响	(145)
第三节	螺旋弹簧在高温时的松弛或负荷损失	(147)
第四节	螺旋弹簧的蠕变	(151)
第五节	弹簧松弛恢复效应及热残余变形	(152)
第六节	高温用材料表	(153)
第七章	弹簧的疲劳性能	(154)
第一节	疲劳破坏的基本规律	(154)
第二节	疲劳破坏的机理简述	(159)
第三节	疲劳抗力指标	(166)
第四节	影响材料及机件疲劳强度的因素	(174)
第五节	热疲劳	(178)
第八章	弹簧材料	(181)
第一节	对弹簧材料的一般要求	(181)
第二节	热轧成形的弹簧用钢	(195)
第三节	冷轧(拉)弹簧用钢	(202)
第四节	用于弹簧的碳钢钢带	(222)
第五节	不锈钢弹簧钢丝和钢带	(229)
第六节	弹簧用非铁金属材料	(241)

## 第二篇 弹簧的设计计算

第一章	弹簧设计基础知识	(267)
第一节	有关弹簧的定义、分类、名词术语、代号和解释	(267)
第二节	弹簧制造的金属材料分类和成分	(276)
第三节	有关弹簧设计的计算公式	(276)
第四节	查表法	(289)
第五节	图解法	(296)
第六节	弹簧计算尺	(299)
第二章	弹簧一般的设计考虑	(343)

第一节	概述	(343)
第二节	弹簧的功用	(345)
第三节	机械弹簧的类型	(346)
第四节	弹簧设计者主要的设计目标	(347)
第五节	弹簧材料的选择	(347)
第六节	影响工作应力选择的因素	(347)
第七节	弹簧所受负荷类型	(348)
第八节	弹簧表面状况,脱碳,喷丸	(353)
第九节	腐蚀影响	(353)
第十节	弹簧用材料的尺寸变化	(355)
<b>第三章</b>	<b>螺旋弹簧设计用的辅助手段——表格,算图,公差</b>	<b>(356)</b>
第一节	螺旋压缩弹簧或拉伸弹簧表格(以修正应力作基础)	(356)
第二节	螺旋压缩弹簧或拉伸弹簧算图(以修正应力作基础)	(369)
第三节	静负荷螺旋压缩弹簧或拉伸弹簧算图	(371)
第四节	螺旋拉伸弹簧或压缩弹簧的公差	(373)
<b>第四章</b>	<b>圆柱螺旋压缩弹簧的设计计算</b>	<b>(377)</b>
第一节	圆柱螺旋压缩弹簧的特性	(377)
第二节	圆柱螺旋压缩弹簧的结构	(379)
第三节	圆柱螺旋压缩和拉伸弹簧的许用应力	(385)
第四节	圆柱螺旋压缩弹簧的设计计算	(386)
第五节	圆柱螺旋压缩弹簧的设计算法	(394)
第六节	大螺旋角圆柱螺旋压缩弹簧的设计计算	(405)
第七节	圆柱螺旋压缩弹簧受振动载荷时的设计计算	(407)
第八节	强压处理的圆柱螺旋弹簧的设计计算	(409)
第九节	受轴向和径向载荷作用的圆柱螺旋压缩弹簧的设计计算	(410)
第十节	圆柱组合螺旋压缩弹簧的设计计算	(413)
第十一节	圆柱螺旋弹簧的优化设计计算	(418)
第十二节	圆柱螺旋弹簧的可靠性设计计算	(423)
<b>第五章</b>	<b>圆柱拉伸螺旋弹簧的设计计算</b>	<b>(430)</b>
第一节	圆柱拉伸螺旋弹簧特点和用途	(430)
第二节	计算公式	(430)
第三节	圆柱拉伸螺旋弹簧设计注意事项	(431)
第四节	圆柱拉伸螺旋弹簧选取应力的方法	(436)
第五节	设计实例	(436)
第六节	圆柱拉伸螺旋弹簧制造和检验	(440)
<b>第六章</b>	<b>圆柱扭转螺旋弹簧的设计计算</b>	<b>(443)</b>
第一节	圆柱扭转螺旋弹簧特点和用途	(443)
第二节	圆柱扭转螺旋弹簧计算公式	(444)

第三节	圆柱扭转螺旋弹簧设计注意事项	(445)
第四节	圆柱扭转螺旋弹簧选取应力的方法	(448)
第五节	圆柱扭转螺旋弹簧设计实例	(451)
第六节	圆柱扭转螺旋弹簧制造和检验	(454)
第七章	方形或矩形杆螺旋弹簧的设计计算	(455)
第一节	方形或矩形杆螺旋弹簧的用途	(455)
第二节	方形或矩形截面杆料因卷绕而引起的截面变形计算	(456)
第三节	方形线材弹簧的设计公式	(456)
第四节	矩形杆料螺旋弹簧的设计公式	(458)
第五节	工作应力	(461)
第八章	非线性特性线螺旋弹簧的设计计算	(462)
第一节	不等节距圆柱螺旋压缩弹簧的设计计算	(462)
第二节	截锥螺旋压缩弹簧的设计计算	(466)
第三节	中凹和中凸形螺旋弹簧的设计计算	(475)
第四节	截锥涡卷螺旋弹簧的设计计算	(479)
第九章	截锥涡卷螺旋弹簧的设计计算	(489)
第一节	截锥涡卷螺旋弹簧概述	(489)
第二节	等螺旋角	(490)
第十章	片弹簧与板弹簧的设计计算	(497)
第一节	片弹簧与板弹簧的定义和用途	(497)
第二节	等宽悬臂弹簧	(499)
第三节	梯形悬臂弹簧	(500)
第四节	大宽厚比的影响	(503)
第五节	在轴向和横向负荷联合作用下的片弹簧	(503)
第六节	一端为圆弧的悬臂弹簧	(505)
第七节	片弹簧中的应力集中影响	(508)
第八节	片弹簧的工作应力	(510)
第九节	板弹簧的设计计算	(511)
第十一章	扭杆弹簧的设计计算	(514)
第一节	扭杆弹簧的特点和用途	(514)
第二节	扭杆弹簧的计算公式	(515)
第三节	扭杆弹簧设计注意事项	(521)
第四节	扭杆弹簧选取应力的方法	(522)
第五节	扭杆弹簧设计实例	(523)
第六节	扭杆弹簧制造和检验	(528)
第十二章	碟形弹簧的设计计算	(532)
第一节	碟形弹簧设计的一般考虑	(532)
第二节	碟形弹簧的设计公式	(535)



第三节	静负荷碟形弹簧设计程序	(544)
第四节	碟形弹簧疲劳负荷的设计程序	(546)
第五节	碟形弹簧用材料及制造方法	(547)
第六节	碟形弹簧公差及制造偏差	(548)
第七节	间    隙	(550)
第十三章	环形弹簧的设计计算	(551)
第一节	环形弹簧概述	(551)
第二节	环形弹簧的应力计算	(552)
第三节	变形量	(555)
第四节	环形弹簧设计计算	(555)
第十四章	橡胶弹簧及橡胶支坐的设计计算	(558)
第一节	橡胶弹簧及支坐概述	(558)
第二节	压    块	(558)
第三节	简单的橡胶切变弹簧	(561)
第四节	圆柱切变弹簧	(562)
第五节	圆柱扭簧	(563)
第六节	橡胶弹簧的工作应力	(565)
第十五章	空气弹簧的设计计算	(567)
第一节	空气弹簧刚度公式的论证	(567)
第二节	空气弹簧的计算步骤	(578)
第三节	空气弹簧的结构设计	(585)
第四节	空气弹簧设计实例	(590)
第十六章	氮气弹簧的设计计算	(596)
第一节	氮气弹簧气源的选择	(596)
第二节	氮气弹簧设计的原理	(596)
第三节	氮气弹簧设计基本性能参数	(599)
第四节	氮气弹簧的特点	(600)
第五节	氮气弹簧增压比选择与优化设计	(600)
第六节	氮气弹簧缸筒的设计及强度计算	(601)
第七节	氮气弹簧缸体端面抗剪强度的校核与设计	(603)
第八节	氮气弹簧特性曲线与其他弹性元素的比较	(607)
第十七章	各种弹簧的设计快速运算	(610)
第一节	圆柱螺旋弹簧	(610)
第二节	同心型等截面卡簧	(648)
第三节	板弹簧	(651)
附    录		(666)

## 第三篇 弹簧制造工艺和技术

第一章 弹簧弯曲模与工作图设计·····	(789)
第一节 基本概念·····	(789)
第二节 弯曲件的回弹·····	(794)
第三节 弯曲件毛坯尺寸计算·····	(803)
第四节 弯曲模典型结构·····	(808)
第五节 弯曲模设计的几个问题·····	(812)
第六节 弯曲力的计算·····	(817)
第二章 弹簧冲模计算机制作工艺·····	(821)
第一节 冲模计算机辅助设计与制造概述·····	(821)
第二节 冲模 CAD 系统·····	(823)
第三节 冲模零件的图形输入·····	(832)
第四节 冲裁工艺设计·····	(838)
第五节 冲模结构设计·····	(856)
第三章 弹簧的热处理、强化处理和表面处理技术·····	(864)
第一节 弹簧的热处理工艺·····	(864)
第二节 弹簧的强化处理·····	(876)
第三节 弹簧的表面处理·····	(881)
第四章 弹簧热处理设备及测温仪表·····	(885)
第一节 加热设备·····	(885)
第二节 冷却设备·····	(894)
第三节 测温仪表·····	(897)
第五章 弹簧和生产应用先进技术·····	(900)
第一节 激光加工技术·····	(900)
第二节 高能束加工技术·····	(906)
第三节 超高速加工技术·····	(915)
第四节 超精密加工技术·····	(918)
第五节 微型机械加工技术·····	(922)
第六节 快速成形制造技术·····	(928)
第六章 螺旋弹簧的制造技术·····	(937)
第一节 切料·····	(937)
第二节 料坯两端制扁·····	(940)
第三节 卷制弹簧·····	(947)

第四节	弹簧淬火	.....	(958)
第五节	弹簧回火	.....	(960)
第六节	预压与磨削端面	.....	(962)
第七节	螺旋弹簧成品检查与验收	.....	(965)
第七章	氮气弹簧的制造技术	.....	(968)
第八章	钢板弹簧的制造技术	.....	(990)
第一节	钢板弹簧制造生产过程	.....	(990)
第二节	切料	.....	(990)
第三节	剪切梯形	.....	(998)
第四节	钻孔	.....	(999)
第五节	冲压凹凸	.....	(1000)
第六节	冲压吊杆孔	.....	(1004)
第七节	制作弯头	.....	(1006)
第八节	卷耳	.....	(1007)
第九节	墩锻半圆凸与压制弯弧	.....	(1011)
第十节	弹簧板的弯曲与淬火	.....	(1012)
第九章	计算机辅助和综合自动化技术	.....	(1022)
第一节	CAD/CAPP/CAM 一体化技术	.....	(1022)
第二节	制造模拟仿真技术	.....	(1027)

## 第四篇 弹簧失效性分析与质量控制

第一章	弹簧的弹性与弹性常数	.....	(1035)
第一节	弹性与弹性变形的基本规律	.....	(1035)
第二节	晶体的弹性系数与材料的弹性常数	.....	(1037)
第三节	弹性的影响因素	.....	(1040)
第四节	弹性与其他物理性能间的关系	.....	(1045)
第二章	静态弹性常数的测量方法	.....	(1049)
第一节	静态杨氏模量测量方法	.....	(1049)
第二节	静态切变模量测量方法	.....	(1056)
第三节	静态泊松比测量方法	.....	(1058)
第三章	弹簧应力失效测试方法	.....	(1061)
第一节	拉伸与压缩应力松弛试验法	.....	(1061)
第二节	弯曲及扭转应力松弛试验法	.....	(1064)
第三节	螺旋弹簧(实物)应力松弛试验法	.....	(1076)

第四章 弹簧及弹簧材料的疲劳与失效 .....	(1081)
第一节 表面质量的影响及喷丸处理 .....	(1081)
第二节 弯曲时弹簧钢的疲劳特性 .....	(1081)
第三节 弹簧钢丝的弯曲疲劳试验 .....	(1083)
第四节 弹簧钢的扭转疲劳特性 .....	(1085)
第五节 螺旋压缩弹簧的疲劳试验 .....	(1086)
第五章 弹簧钢及其技术验收 .....	(1091)
第一节 弹簧钢的牌号及其化学成份 .....	(1091)
第二节 弹簧钢中各化学元素的特性 .....	(1092)
第三节 几种常用弹簧钢的比较 .....	(1094)
第四节 金属的机械性质和试验方法 .....	(1094)
第五节 弹簧钢原材料的缺陷 .....	(1103)
第六节 弹簧钢的技术验收 .....	(1104)
第六章 应力松弛机理及其应用 .....	(1108)
第一节 应力松弛的热力学分析 .....	(1108)
第二节 应力松弛动力学及其影响因素 .....	(1110)
第三节 应力松弛过程的组织及位错亚结构变化 .....	(1122)
第七章 螺旋弹簧因强压处理而导致的塑性流动 .....	(1127)
第一节 一般分析方法 .....	(1127)
第二节 大旋绕比弹簧在强压过程中的塑性流动 .....	(1127)
第三节 小旋绕比螺旋弹簧的塑性流动效应 .....	(1133)
第八章 弹簧生产质量回归试验 .....	(1137)
第一节 概述 .....	(1137)
第二节 一元线性回归 .....	(1139)
第三节 多元线性回归 .....	(1151)
第四节 多元非线性回归与多项式回归 .....	(1167)
第九章 弹簧动态弹性常数的共振测量方法 .....	(1180)
第一节 杆状试样杨氏模量测量方法 .....	(1180)
第二节 杆状试样切变模量测量方法 .....	(1195)
第三节 高阻尼材料弹性常数检测方法 .....	(1207)
第四节 圆板弹性常数检测方法 .....	(1212)
第五节 小尺寸球体与单晶弹性常数检测方法 .....	(1216)
第十章 受轴向载荷的方形杆或矩形杆螺旋弹簧 .....	(1221)
第一节 大旋绕比和小螺旋角 .....	(1221)
第二节 小旋绕比方形杆螺旋弹簧 .....	(1223)
第三节 大变形量、大螺旋角矩形杆螺旋弹簧 .....	(1224)
第十一章 螺旋压缩弹簧的失稳和侧向负荷 .....	(1226)
第一节 基本假定 .....	(1226)

第二节	压缩、弯曲及剪切刚度的计算 .....	(1226)
第三节	失稳负荷的计算 .....	(1228)
第四节	轴向和侧向负荷的联合作用 .....	(1230)
第十二章	螺旋弹簧疲劳或反复负荷时的分析方法 .....	(1232)
第一节	曲度的影响 .....	(1232)
第二节	假设及一般方法 .....	(1232)
第三节	使用寿命无限和缺口脆性的分析 .....	(1232)
第四节	对应力集中不敏感时的影响 .....	(1235)
第十三章	螺旋弹簧中的振动和冲击效应 .....	(1236)
第一节	弹簧的动力负荷 .....	(1236)
第二节	共振效应 .....	(1236)
第三节	动力负荷的微分方程 .....	(1237)
第四节	自然频率 .....	(1239)
第五节	发动机阀门弹簧的颤震 .....	(1241)
第六节	螺旋弹簧的冲击负荷 .....	(1242)
第七节	螺旋弹簧的横向自然频率 .....	(1244)
第十四章	空气弹簧的标准与试验 .....	(1245)
第一节	空气弹簧的标准 .....	(1245)
第二节	空气弹簧试验 .....	(1250)
第三节	安装空气弹簧的车辆试验 .....	(1253)
第四节	电磁阀、压差安全阀、压力开关的试验 .....	(1256)
第五节	机械阀试验台 .....	(1262)
第十五章	弹簧生产系统中的自动识别技术 .....	(1263)
第一节	概述 .....	(1263)
第二节	数据载体的原理 .....	(1265)
第三节	数据载体的应用 .....	(1274)
第十六章	弹簧生产监测系统 .....	(1277)
第一节	加速度传感器 .....	(1277)
第二节	位移传感器 .....	(1281)
第三节	压力传感器 .....	(1287)
第四节	力觉传感器 .....	(1290)
第五节	超声波传感器 .....	(1293)
第六节	物流系统用接近开关 .....	(1295)
第七节	光导纤维传感器 .....	(1299)
第八节	栅网开关 .....	(1301)
第九节	霍尔电流传感器 .....	(1304)
第十节	AE(声发射)传感器 .....	(1308)
第十七章	弹簧新产品开发正交试验 .....	(1313)

第一节	正交表及其用法 .....	(1313)
第二节	正交试验结果分析 .....	(1316)
第三节	表头设计 .....	(1320)
第四节	要因正交试验设计和数据处理方法 .....	(1324)
第十八章	弹簧的检测和试验 .....	(1336)
第一节	概述 .....	(1336)
第二节	弹簧材料的检验 .....	(1337)
第三节	圆柱螺旋弹簧几何尺寸的检测 .....	(1341)
第四节	圆柱螺旋弹簧特性的检测 .....	(1351)
第五节	圆柱螺旋弹簧立定及永久变形的试验 .....	(1360)


**第五篇 弹簧标准化管理与弹簧标准**

第一章	弹簧的标准化管理 .....	(1365)
第一节	我国弹簧的标准化 .....	(1365)
第二节	国外弹簧标准化 .....	(1367)
第二章	弹簧术语标准 .....	(1372)
第三章	弹簧设计计算标准 .....	(1393)
第四章	弹簧尺寸及参数标准 .....	(1476)
第五章	弹簧技术条件标准 .....	(1632)
第六章	弹簧试验方法标准 .....	(1714)
附录	.....	(1753)

# 第一篇

## 弹簧总论

第一卷

紀念黃華



# 第一章 弹簧的作用、种类及常用符号和单位

弹簧是一种常见的机械零件，几乎所有的工业产品，例如飞机、火车、汽车等运输工具，电器设备、仪器仪表、动力机械、工具机械、农业机械，甚至小至钟表、门锁或自动伞等日常家庭用品也都离不开弹簧。弹簧外形虽然简单，但是在机械中却起着非常重要的作用，如果一个弹簧损坏，机械的某个部分以至整台机械设备都会失效或停止运转，因此愈来愈多地引起人们的重视，目前世界各国对于弹簧的设计、选材、制造、热处理和检验都已有了严格的标准和准则。

弹簧的作用，总的讲就是利用材料的弹性和弹簧结构的特点，使它在产生或恢复变形时，能够把机械功或动能转变为变形能，或把变形能转变为机械功或动能。正是由于弹簧的这种特性，使弹簧可用于机械产品的减震或缓冲、控制运动、贮存能量、测量力和扭矩，并可作为机械的动力。从广义来讲，凡是利用弹性的零件，如各种不同用途的弹性元件，都属于弹簧的范围。

## 第一节 弹簧的分类

弹簧的种类繁多，分类方法也有各种各样，一般按如下来区分。

### 一、按使用材料分

