

机 械 设 计 手 册

第 4 卷

主 编 徐 灏

副 主 编 邱宣怀 蔡春源

汪 恺 余 俊

主编助理 王 超 樊文萱

方昆凡



机 械 工 业 出 版 社

目 录

第 26 篇 轴

第 1 章 概 述

- 1 轴的种类和特点3
- 2 轴的常用材料3

第 2 章 轴的结构设计

- 1 轴上零件的固定6
 - 1.1 轴上零件的轴向固定6
 - 1.2 轴上零件的周向固定8
- 2 采用合理结构措施提高轴的疲劳强度10
- 3 轴的加工和装配工艺性10
- 4 轴的典型结构举例12

第 3 章 轴的强度

- 1 按扭矩估算14
- 2 按弯扭合成力矩近似计算14
- 3 安全系数校核计算15
 - 3.1 轴的疲劳强度安全系数校核15
 - 3.2 轴静强度的安全系数校核19
- 4 轴的强度计算实例24

第 4 章 轴的刚度

- 1 轴的扭转变形计算27
- 2 轴的弯曲变形计算27
 - 2.1 当量直径法28

- 2.2 能量法28
- 3 轴的刚度计算实例30

第 5 章 钢 丝 软 轴

- 1 软轴的结构型式和规格33
 - 1.1 常用软轴的结构型式33
 - 1.2 钢丝软轴的结构与规格34
 - 1.3 软管的结构与规格34
 - 1.4 软轴接头及联接35
 - 1.5 软管接头及联接36
 - 1.6 防逆转装置36
- 2 软轴的选择和使用36
 - 2.1 软轴的选择36
 - 2.2 软轴使用时注意事项37

第 6 章 低 速 曲 轴

- 1 曲轴的结构设计38
 - 1.1 曲轴的设计要求38
 - 1.2 曲轴的结构38
 - 1.3 提高曲轴强度的工艺措施40
- 2 曲轴的受力分析与计算40
 - 2.1 曲轴的受力分析40
 - 2.2 曲轴应力集中系数的计算41
 - 2.3 曲轴的强度计算42
 - 2.3.1 曲轴的静强度校核42
 - 2.3.2 曲轴的疲劳强度校核43

第 27 篇 滑 动 轴 承

第 1 章 滑动轴承的类型和选择

- 1 滑动轴承分类3
- 2 滑动轴承性能比较4
- 3 径向动压轴承和止推轴承的基本形式6
- 4 常用滑动轴承材料的许用值8

- 5 滑动轴承材料的性能10
- 6 滑动轴承设计资料11
- 7 滑动轴承的选择12

第 2 章 液体动压径向轴承

- 1 性能计算13
 - 1.1 承载能力13
 - 1.2 流量13

VI 目 录

1.2.1 轴向油槽的供油量	13
1.2.2 中间周向油槽的供油量	13
1.3 摩擦功耗	13
1.4 温升	13
2 参数选择	18
2.1 宽径比 B/D	18
2.2 相对间隙 ψ	24
2.3 润滑油粘度 η	24
2.4 最小油膜厚度的极限值 h_{2min}	24
2.5 偏位角 ϕ	26
2.6 润滑油温度	26
3 供油槽设计	26
3.1 供油槽型式的选择	26
3.2 单轴向油槽	26
3.3 双轴向油槽	27
3.4 周向油槽	27
4 表面粗糙度的确定	27
5 计算程序	27

第3章 不完全油膜径向轴承

1 适宜的工作区域	29
2 主要参数	29
3 轴承性能计算	30
3.1 承载能力	30
3.2 供油量	31
3.3 摩擦功耗	32
3.4 工作温度	32
4 计算程序	33

第4章 液体动压多楔径向轴承

1 几何参数	34
2 参数选择	35
2.1 油楔数	35
2.2 最小半径间隙	35
2.3 楔形度	35
3 椭圆轴承	36
4 固定瓦多楔径向轴承	37
4.1 迭代法	37
4.2 近似算法	37
5 可倾瓦多楔径向轴承	41
5.1 半径间隙	41
5.2 油膜厚度	41

5.3 支点位置	41
5.4 几何尺寸	41
5.5 性能计算	42

第5章 液体动压止推轴承

1 参数选择	45
2 斜-平面固定瓦止推轴承	45
3 阶梯面固定瓦止推轴承	47
4 可倾瓦止推轴承	52

第6章 液体静压轴承

1 分类	56
1.1 按供油系统分类	56
1.2 按补偿元件分类	56
1.3 按轴承类型分类	56
1.4 按不同轴承组合分类	58
2 基本公式	58
2.1 流量	58
2.1.1 油垫流量	58
2.1.2 补偿元件流量	60
2.2 承载能力	62
2.3 油膜刚度	62
2.4 摩擦力和摩擦系数	62
2.5 轴承功耗	63
2.6 温升	63
2.7 润滑油粘度	63
2.8 节流器尺寸	63
3 参数选择	63
3.1 宽径比、长宽比	63
3.2 封油面宽度	63
3.3 设计间隙和最小油膜厚度	64
3.4 压力比	64
3.5 供油压力	64
3.6 油腔数目	64
4 单向油垫	64
4.1 毛细管节流、小孔节流单向油垫	64
4.2 定量泵、定量阀单向油垫	64
4.3 单面薄膜反馈节流单向油垫	67
5 对向油垫	69
5.1 毛细管节流、小孔节流对向等油垫	71
5.2 滑阀反馈节流、薄膜反馈节流对	

向等油垫	74	4.3 圆锥型轴承	125
6 径向轴承	75	5 气体动压轴承的稳定性	126
6.1 腔式轴承	77	5.1 平行涡动稳定性校核	126
6.2 垫式轴承	80	5.1.1 轴向平行涡动	127
6.3 腔式轴承和垫式轴承的比较	82	5.1.2 圆周平行涡动	128
6.4 无腔轴承	83	5.1.3 背对背半球型轴承平行涡动	129
7 H形轴承	86	5.2 锥型涡动稳定性校核	129
8 锥形轴承	90	6 气体动压轴承材料	129
9 球面轴承	90	7 气体动压轴承的几何精度及工艺方法	130
10 液体静压升举轴承	94		
11 液体压膜轴承	95		
12 液体动静压混合轴承	95		

第7章 磁流体润滑轴承

1 磁流体动压径向轴承	101
1.1 基本方程	102
1.2 无限宽磁流体动压径向轴承性能计算	102
1.3 有限宽磁流体动压径向轴承性能计算	104
2 磁流体动压止推轴承	104
3 磁流体静压止推轴承	105
4 磁流体压膜轴承	109
4.1 矩形磁流体压膜轴承	109
4.2 圆盘形磁流体压膜轴承	110

第8章 气体动压轴承

1 气体动压轴承分类	113
2 气体动压径向轴承	114
2.1 光滑圆柱径向轴承	114
2.2 螺旋槽(人字槽)型径向轴承	117
3 气体动压止推轴承	119
3.1 螺旋槽止推轴承	119
3.2 阶梯型和摆动瓦型止推轴承	119
4 气体动压组合型轴承	122
4.1 H型轴承	122
4.1.1 中间通气式H型轴承	122
4.1.2 封闭式H型轴承	123
4.2 球型轴承	123
4.2.1 半球型和背对背半球型轴承	123
4.2.2 整球型轴承	123

4.3 圆锥型轴承	125
5 气体动压轴承的稳定性	126
5.1 平行涡动稳定性校核	126
5.1.1 轴向平行涡动	127
5.1.2 圆周平行涡动	128
5.1.3 背对背半球型轴承平行涡动	129
5.2 锥型涡动稳定性校核	129
6 气体动压轴承材料	129
7 气体动压轴承的几何精度及工艺方法	130

第9章 气体静压轴承

1 气体静压轴承分类	135
2 气体静压径向轴承	137
2.1 孔式节流型径向轴承	137
2.2 缝式节流型径向轴承	137
3 气体静压止推轴承	140
3.1 孔式节流型止推轴承	140
3.2 缝式节流型止推轴承	140
3.3 径向排气式止推轴承	140
3.4 对置止推轴承	142
4 气体静压球面轴承	143
4.1 中心小孔节流型球面轴承	143
4.2 多孔环面节流型球面轴承	143
4.3 缝式节流型球面轴承	143
5 气体动静压混合型轴承	143
6 气体静压轴承的稳定性	144
6.1 气锤振动	144
6.2 自激涡动	144
7 气体静压轴承的供气装置	145
8 气体静压轴承材料	145
9 气体压膜轴承	146
9.1 气体平板型压膜止推轴承	146
9.2 气体圆柱型径向压膜轴承	147
9.3 气体球型压膜轴承	147
9.4 气体压膜轴承的动态性能	148

第10章 箔 轴 承

1 弯曲型波沟式箔轴承	153
1.1 基本方程	153
1.2 轴承性能估算	157

VIII 目 录

2 拉伸型柔曲式箔轴承	157
2.1 基本方程	157
2.2 轴承性能计算	158
3 静压箔轴承	158
3.1 平面形静压箔轴承	158
3.2 圆头形静压箔轴承	161

第 11 章 无润滑轴承

1 轴承材料	164
2 设计参数	164
3 摩擦与磨损	166
3.1 摩擦系数	166
3.2 磨损率	166
4 $P-v$ 曲线	168
5 压力和速度的计算	172
6 设计程序	172
7 安装	172

第 12 章 多孔质金属轴承

1 成分与性能	173
2 含油轴承规格	173
3 设计参数	175
4 润滑与润滑剂	175

第 13 章 静电轴承

1 无源型静电轴承	178
1.1 静电止推轴承	178
1.2 圆柱形和圆锥形静电轴承	178
1.2.1 承载能力	178
1.2.2 刚度	181
1.3 球形静电轴承	181
1.3.1 正六面体电极	181
1.3.2 圆形电极	182
2 有源型静电轴承	183
3 静电轴承的设计步骤	183

第 14 章 磁力轴承

1 分类与应用	186
2 无源型磁力轴承	186
2.1 永磁式磁力轴承	186
2.2 激励式磁力止推轴承	191

2.3 激励式磁力径向轴承	192
2.4 激励式磁力锥型轴承	195
3 有源型磁力轴承	196

第 15 章 宝石轴承

1 结构	199
2 尺寸规格	200
3 性能计算	206

第 16 章 交叉弹性带挠性支承

1 特性与应用	207
1.1 弹性带上的作用力及其承载能力	207
1.2 扭转弹簧常数	207
1.3 中心偏移	211
2 弹性带的计算	211
2.1 带的材料	211
2.2 弹性带尺寸	212
2.3 最大应力和纵向弯曲的校核	212

第 17 章 滑动轴承的标准和轴承座

1 滑动轴承的标准	215
1.1 卷制轴套式滑动轴承	215
1.2 铜合金整体轴套式滑动轴承	215
1.3 薄壁轴瓦式滑动轴承	218
1.4 粉末冶金筒形滑动轴承	218
1.5 粉末冶金球形滑动轴承	221
2 滑动轴承轴承座	222
2.1 整体有衬正滑动轴承座	222
2.2 对开式二螺柱正滑动轴承座	223
2.3 对开式四螺柱正滑动轴承座	223
2.4 对开式四螺柱斜滑动轴承座	223

第 18 章 滑动轴承的损坏与事故

1 滑动轴承的损坏	227
1.1 新轴承的金相组织缺陷	227
1.1.1 衬层和背层接合不良	227
1.1.2 气孔	227
1.1.3 晶粒粗大	227
1.1.4 铅分布不均	227
1.2 造成轴承损坏的安装和运转因素	227
1.2.1 装配不良	227
1.2.2 外来颗粒	227
1.2.3 腐蚀	228

1.2.4 润滑剂粘度不够和油量不足	228	2.7 侵蚀	228
2 滑动轴承的损伤类型	228	2.7.1 气蚀	228
2.1 刮伤	228	2.7.2 流体侵蚀	228
2.2 磨粒磨损	228	2.7.3 电侵蚀	228
2.3 咬粘	228	2.7.4 微动磨损	228
2.4 疲劳	228	3 损伤原因及改善措施	229
2.5 剥离	228	4 滑动轴承的状态监测	231
2.6 腐蚀	228	参考文献	233

第 28 篇 滚动轴承

第 1 章 滚动轴承的分类、代号与特性

1 滚动轴承的分类	3
2 滚动轴承代号	4
2.1 滚动轴承国标代号	4
2.1.1 内径代号	4
2.1.2 直径系列和宽度系列代号	4
2.1.3 类型代号	5
2.1.4 结构特点代号	6
2.1.5 精度等级代号	6
2.1.6 游隙组别代号	6
2.1.7 补充代号	9
3 滚动轴承的结构型式及特性	9

第 2 章 滚动轴承的选用

1 滚动轴承的工作特性	20
1.1 负荷能力	20
1.2 速度特性	20
1.3 摩擦特性	21
1.4 调心性	22
1.5 运转精度	22
1.6 振动噪声特性	23
1.7 工作性能比较	23
2 滚动轴承的类型选择	24
3 滚动轴承的精度选择	24
4 滚动轴承的游隙选择	25

第 3 章 滚动轴承的设计计算

1 滚动轴承的失效形式	66
2 疲劳寿命的基本规律	66
3 基本额定动负荷	66
4 双列或多列轴承的基本额定动负荷	68

5 当量动负荷	69
6 变载荷情况下的平均当量动负荷 P_m	71
7 角接触向心轴承的负荷计算	71
8 静不定支承结构的负荷计算	73
9 基本额定寿命	73
10 修正的额定寿命	74
11 基本额定静负荷及当量静负荷 (ISO76:1987)	74
11.1 基本额定静负荷	74
11.2 当量静负荷	75
11.3 按静负荷选择轴承	75
12 设计计算实例	75

第 4 章 滚动轴承的弹性流体动力润滑计算

1 球轴承弹性流体动力润滑计算步骤	77
2 滚子轴承弹性流体动力润滑计算步骤	80

第 5 章 滚动轴承的组合设计

1 轴承配置	81
1.1 背对背排列	81
1.2 面对面排列	81
1.3 串联排列	81
2 支承结构的基本型式	81
2.1 两端固定支承	81
2.2 固定-游动支承	82
2.3 两端游动支承	83
3 轴向紧固	86
3.1 轴向定位	86

X 目 录

3.2 轴向固定	87
3.3 轴向紧固装置	87
4 轴承的配合	90
4.1 轴孔公差带及其与轴承的配合	90
4.2 轴承配合选择的基本原则	90
4.2.1 配合种类的选择	90
4.2.2 公差等级的选择	91
4.2.3 公差带的选择	91
4.2.4 外壳结构型式的选择	93
4.3 配合面的形状和位置公差	93
4.4 配合表面的粗糙度	93
5 轴承的预紧	94
5.1 定位预紧	94
5.2 定压预紧	97
5.3 径向预紧	97
6 轴承的密封	97
6.1 非接触式密封	97
6.2 接触式密封	97
7 轴承的润滑	97
7.1 润滑的作用	97
7.2 润滑剂的选择	100
7.3 润滑剂的种类	100
7.3.1 润滑脂	101
7.3.2 润滑油	101
8 轴承的安装与拆卸	101
8.1 圆柱孔轴承的安装	101
8.2 圆锥孔轴承的安装	102
8.3 角接触轴承的安装	102
8.4 推力轴承的安装	102
8.5 滚动轴承的拆卸	103
8.5.1 不可分离型轴承的拆卸	103
8.5.2 分离型轴承的拆卸	103
9 滚动轴承组合典型结构	103

第6章 滚动轴承支承设计实例

1 电动机支承设计	107
1.1 轴承组合设计	107
1.2 寿命计算	107
1.3 配合与安装	108
1.4 润滑与密封	108
2 鼓风机支承设计	108
2.1 轴承组合设计	109

2.2 寿命计算	109
2.3 配合与安装	109
2.4 润滑与密封	109
3 铁路车辆支承设计	110
3.1 轴承组合设计	110
3.2 寿命计算	110
3.3 配合与安装	111
3.4 润滑和密封	111
4 立柱式施臂起重机支承设计	111
4.1 轴承组合设计	112
4.2 寿命计算	112
4.3 配合与安装	112
4.4 润滑与密封	113
5 圆锥圆柱齿轮减速器支承设计	113
5.1 轴承组合设计	113
5.2 寿命计算	113
5.3 配合与安装	114
5.4 润滑与密封	115
6 车床主轴支承设计	115
6.1 普通车床主轴支承	115
6.1.1 轴承组合设计	115
6.1.2 配合与安装	116
6.1.3 润滑与密封	116
6.2 精密机床主轴支承	116
6.2.1 轴承组合设计	116
6.2.2 配合与安装	117
6.2.3 润滑与密封	117

第7章 其他滚动轴承简介

1 多列圆柱滚子轴承	118
2 多列圆锥滚子轴承	118
3 回转轴承	119
4 直线运动滚动支承	119
5 高速轴承	119
6 高温轴承	119
7 低温轴承	120
8 真空轴承	120
9 防磁轴承	120
10 耐腐蚀轴承	120
11 精密微型轴承	120
12 特大型轴承	121

13 端穴短圆柱滚子轴承	121	2 分类、型号与标注	123
14 椭圆滚道滚子轴承	121	2.1 分类	123
15 柔性滚子轴承	122	2.2 型号表示	123
16 带凸度短圆柱滚子轴承	122	2.3 标注示例	123
		3 二螺柱滚动轴承座的尺寸表格	123
		4 四螺柱滚动轴承座的尺寸表格	130

第8章 滚动轴承座

1 适用范围	123
--------------	-----

第29篇 联轴器、离合器和制动器

第1章 联轴器概述

1 联轴器的分类	3
2 联轴器的选择	3
2.1 联轴器类型的选择	3
2.2 联轴器的工作情况系数	3
3 常用联轴器的性能比较	4
4 联轴器的公称转矩系列	9
5 联轴器轴孔和键槽型式及尺寸	11
5.1 联轴器轴孔型式及其代号	11
5.2 联轴器轴孔的键槽型式及其代号	12
5.3 联轴器轴孔与轴伸的配合	17
5.4 联轴器轴孔和键槽的型式及尺寸 的标记	17
6 联轴器轮毂与轴的固定	17
7 联轴器的安装与调整	18

第2章 固定式刚性联轴器

1 套筒联轴器	20
1.1 套筒联轴器的强度计算	21
1.2 套筒联轴器的主要尺寸关系	22
2 凸缘联轴器	24
2.1 凸缘联轴器的强度计算	25
2.2 凸缘联轴器的主要尺寸关系	26
3 夹壳联轴器	30
3.1 夹壳联轴器的强度计算	31
3.2 夹壳联轴器的主要尺寸关系	31
4 紧箍夹壳联轴器	34
4.1 紧箍夹壳联轴器的计算	34
4.2 紧箍夹壳联轴器的主要尺寸关系	35

第3章 可移式刚性联轴器

1 两轴的相对位移	36
2 滑块联轴器	36
2.1 滑块联轴器的强度计算	38
2.2 滑块联轴器的主要尺寸关系	39
3 齿式联轴器	47
3.1 齿式联轴器的两轴相对位移	49
3.2 齿式联轴器的计算	50
3.3 齿式联轴器的主要尺寸关系及制 造精度	51
4 链条联轴器	61
4.1 链条联轴器的强度计算	61
4.2 链条联轴器的主要尺寸关系	62
5 可移式刚性联轴器的润滑	63

第4章 万向联轴器

1 概述	65
2 十字轴式万向联轴器	65
2.1 十字轴式单万向联轴器的运动 分析	65
2.2 十字轴式双万向联轴器的运动 分析	66
2.3 十字轴式万向联轴器的传动效率	68
2.4 十字轴式万向联轴器的受力分析	68
2.5 十字轴式万向联轴器的结构和 计算	69
2.5.1 小型十字轴式万向联轴器	69
2.5.2 大型十字轴式万向联轴器	69
3 球笼式同步万向联轴器	91

XII 目 录

3.1 球笼式同步万向联轴器的同步原理	93	9 螺旋弹簧联轴器	123
3.2 球笼式同步万向联轴器的选择计算	93	9.1 螺旋弹簧联轴器的结构	123
3.3 球笼式同步万向联轴器的主要尺寸关系	98	9.2 螺旋弹簧联轴器的计算	124
第5章 弹性联轴器		9.3 螺旋弹簧联轴器的主要尺寸关系	125
1 概述	100	10 膜片联轴器	126
2 弹性联轴器的动力学计算	100	10.1 膜片联轴器的结构	126
2.1 弹性联轴器的动力性能	100	10.2 膜片联轴器的计算	128
2.1.1 刚度	100	10.2.1 圆环形膜片联轴器的强度和刚度计算	128
2.1.2 阻尼	101	10.2.2 多边形膜片联轴器的计算	129
2.2 弹性联轴器受变载荷	101	10.3 膜片联轴器的主要尺寸关系	133
2.2.1 联轴器受周期性载荷作用	101	11 挠性杆联轴器	133
2.2.2 联轴器受冲击载荷作用	103	12 小型弹性联轴器	138
3 弹性联轴器的弹性元件	105	13 橡胶金属环联轴器	140
3.1 金属弹性元件	105	13.1 橡胶金属环联轴器的结构	140
3.2 非金属弹性元件	106	13.2 橡胶金属环联轴器的强度计算	141
3.2.1 橡胶弹性元件	106	13.3 橡胶金属环联轴器的刚度计算	142
3.2.2 尼龙和聚氨酯弹性元件	107	13.4 橡胶金属环联轴器的选用和尺寸系列	143
4 簧片联轴器	112	14 轮胎式联轴器	144
4.1 簧片联轴器的结构	112	14.1 轮胎式联轴器的结构	144
4.2 簧片组的强度计算	112	14.2 轮胎式联轴器的强度、刚度和附加作用力计算	146
4.3 簧片组的刚度计算	113	14.2.1 轮胎式联轴器的强度计算	146
4.4 簧片联轴器的选择	113	14.2.2 轮胎式联轴器的附加载荷	146
5 蛇形弹簧联轴器	116	14.2.3 轮胎式联轴器的刚度计算	146
5.1 蛇形弹簧联轴器的结构	116	14.3 轮胎式联轴器的主要尺寸关系	146
5.2 蛇形弹簧联轴器的计算	116	15 橡胶环联轴器	148
5.3 蛇形弹簧联轴器的主要尺寸关系	118	15.1 橡胶环联轴器的结构	148
6 叠片弹簧联轴器	118	15.2 橡胶环联轴器的强度和刚度计算	149
6.1 叠片弹簧联轴器的结构	118	15.2.1 橡胶环联轴器的强度计算	149
6.2 叠片弹簧联轴器的计算	118	15.2.2 橡胶环的附加载荷和应力	149
6.3 叠片弹簧联轴器的主要尺寸关系	118	15.2.3 橡胶环联轴器的刚度计算	150
7 直杆弹簧联轴器	121	15.3 橡胶环联轴器的主要尺寸关系	150
7.1 直杆弹簧联轴器的结构	121	16 弹性套柱销联轴器	150
7.2 直杆弹簧联轴器的计算	121	16.1 弹性套柱销联轴器的结构	150
7.3 直杆弹簧联轴器的主要尺寸关系	122	16.2 弹性套柱销联轴器的强度计算	152
8 卷簧联轴器	122	16.3 弹性套柱销联轴器的主要尺寸关系	152
8.1 卷簧联轴器的结构	122	17 橡胶板联轴器	155
8.2 卷簧联轴器的计算	123	17.1 橡胶板联轴器的结构	155
8.3 卷簧联轴器的主要尺寸关系	123	17.2 橡胶板联轴器的强度和刚度计算	155

17.2.1 橡胶板的强度计算	155
17.2.2 联轴器的附加载荷	156
17.2.3 联轴器的刚度	156
17.3 橡胶板联轴器的主要尺寸关系	156
18 弹性柱销联轴器	160
18.1 弹性柱销联轴器的结构	160
18.2 弹性柱销联轴器的强度计算	160
18.3 弹性柱销联轴器的主要尺寸关系	160
19 弹性柱销齿式联轴器	164
19.1 弹性柱销齿式联轴器的结构	164
19.2 弹性柱销齿式联轴器的强度计算	165
19.3 弹性柱销齿式联轴器的主要尺寸关系	165
20 梅花形弹性联轴器	176
20.1 梅花形弹性联轴器的结构	176
20.2 梅花形弹性联轴器的强度计算	177
20.3 梅花形弹性联轴器的主要尺寸关系	177
21 橡胶块联轴器	187
21.1 橡胶块联轴器的结构	187
21.2 橡胶块联轴器的强度计算	187
21.3 橡胶块联轴器的主要尺寸关系	189

第6章 离合器概论

1 离合器的功用与分类	195
2 对离合器的基本要求	195
3 影响离合器选择的因素	195
4 离合器的选择和工作性能参数	196
5 离合器主要性能参数的计算	197
5.1 摩擦式离合器接合过程的时间和滑摩功	197
5.2 摩擦式离合器的摩擦转矩	198
5.2.1 摩擦盘(片)	198
5.2.2 摩擦块	198
5.3 离合器的计算转矩	198
5.4 摩擦式离合器的发热计算	199
5.4.1 一次接合的温升	199
5.4.2 连续接合的平均温升	199
5.4.3 湿式离合器的温升	199
5.5 摩擦式离合器的 p_v 值	199
5.6 摩擦式离合器的磨损系数	200
5.7 摩擦元件的使用寿命	200

6 各类离合器的性能比较	200
7 离合器的接合元件	205
7.1 嵌合元件	205
7.1.1 嵌合元件的结构形式和特点	205
7.1.2 牙嵌元件的牙形和特点	205
7.1.3 牙嵌元件的牙形尺寸	205
7.1.4 嵌合元件的材料	213
7.2 摩擦元件	214
7.2.1 摩擦元件的结构形式和特点	214
7.2.2 摩擦块和摩擦片的结构	214
7.2.3 摩擦元件的材料	220
8 摩擦式离合器的润滑和冷却	221
8.1 湿式摩擦式离合器润滑油的选择	221
8.2 湿式摩擦式离合器的润滑方式	221

第7章 机械离合器

1 概述	223
2 牙嵌离合器	223
2.1 牙嵌离合器的结构	223
2.2 牙嵌离合器的计算	223
2.3 牙嵌离合器的主要尺寸关系	224
3 齿式离合器	228
3.1 齿式离合器的结构	228
3.2 齿式离合器的强度计算	228
4 转键离合器	228
4.1 转键离合器的结构	228
4.2 转键离合器的计算	228
4.3 转键离合器的主要尺寸	230
5 圆盘摩擦片离合器	231
5.1 圆盘摩擦片离合器的结构	231
5.2 圆盘摩擦片离合器的计算	233
5.3 圆盘摩擦片的主要尺寸关系	234
6 圆盘摩擦块离合器	237
6.1 圆盘摩擦块离合器的结构	237
6.2 圆盘摩擦块离合器的计算	238
6.3 圆盘摩擦块离合器的主要尺寸关系	238
7 圆锥摩擦离合器	239
7.1 圆锥摩擦离合器的结构	239
7.2 圆锥摩擦离合器的计算	239
7.3 圆锥摩擦离合器的主要尺寸关系	240
8 涨圈摩擦离合器	241

8.1 涨圈摩擦离合器的结构	241
8.2 涨圈摩擦离合器的计算	241
9 扭簧摩擦离合器	242
9.1 扭簧摩擦离合器的结构	242
9.2 扭簧摩擦离合器的计算	242
10 机械离合器的接合机构	244
10.1 对接合机构的要求	244
10.2 接合机构的工作过程	244

第3章 气压离合器和液压离合器

1 概述	247
1.1 气压离合器	247
1.2 液压离合器	247
2 活塞式气压摩擦块离合器	247
2.1 活塞式气压摩擦块离合器的结构	247
2.2 活塞式气压摩擦块离合器的计算	248
3 高弹性双锥气压摩擦离合器	248
3.1 高弹性双锥气压摩擦离合器的结构	248
3.2 高弹性双锥气压摩擦离合器的计算	249
4 隔膜式气压摩擦块离合器	249
5 气胎摩擦离合器	249
5.1 径向式气胎摩擦离合器的结构	249
5.2 径向式气胎摩擦离合器的计算	254
5.3 径向式气胎摩擦离合器的主要尺寸	255
5.4 轴向式气胎摩擦离合器	255
6 活塞式液压牙嵌离合器	259
7 活塞式液压摩擦离合器	259
7.1 活塞式液压摩擦离合器的结构	259
7.2 活塞式液压摩擦离合器的计算	261

第9章 电磁离合器

1 概述	265
1.1 电磁离合器的分类	265
1.2 电磁离合器的代号	265
1.3 常用电磁离合器的性能比较	266
2 牙嵌式电磁离合器	267
2.1 牙嵌式电磁离合器的结构	267
2.2 牙嵌式电磁离合器的计算	268
3 摩擦式电磁离合器	270

3.1 摩擦式电磁离合器的结构	270
3.1.1 单盘摩擦式电磁离合器	270
3.1.2 多片摩擦式电磁离合器	270
3.2 摩擦式电磁离合器的计算	276
3.2.1 动作特性	276
3.2.2 摩擦式电磁离合器的参数计算	277
3.3 摩擦片式电磁离合器的尺寸系列	280
4 转差式电磁离合器	287
5 磁粉离合器	288
5.1 磁粉离合器的工作原理	288
5.2 磁粉离合器的结构和特点	289
5.2.1 磁粉离合器的结构	289
5.2.2 磁粉离合器的特点	290
5.3 磁粉离合器的主要材料	290
5.4 磁粉离合器的工作特性	291
5.5 磁粉离合器的选用和计算	292
5.5.1 磁粉离合器的选用	292
5.5.2 磁粉离合器的计算	292

第10章 超越离合器

1 概述	295
2 常用超越离合器的类型和性能比较	295
3 滚柱式超越离合器	297
3.1 滚柱式超越离合器的基本结构	297
3.2 滚柱式超越离合器的计算	298
3.2.1 强度计算	298
3.2.2 几何计算	299
3.2.3 设计参数选择	299
3.3 滚柱式超越离合器的尺寸系列	300
4 楔块式超越离合器	300
4.1 楔块式超越离合器的结构	300
4.2 楔块式超越离合器的计算	312
4.3 楔块式超越离合器的尺寸系列	313

第11章 离心离合器

1 概述	315
2 离心离合器的起动过程	315
3 不带弹簧闸块离心离合器	316
3.1 不带弹簧闸块离心离合器的结构	316
3.2 不带弹簧闸块离心离合器的计算	318
3.3 不带弹簧闸块离心离合器的尺寸	

系列.....	318
4 带弹簧闸块离心离合器	320
4.1 带弹簧闸块离心离合器的结构.....	320
4.2 带弹簧闸块离心离合器的计算.....	320
4.3 带弹簧闸块离心离合器的尺寸 系列.....	321
5 钢球离心离合器	324
5.1 钢球离心离合器的结构.....	324
5.2 钢球离心离合器的计算.....	325
5.3 钢球离心离合器的尺寸系列.....	326

第 12 章 安全离合器

1 概述	327
1.1 对安全离合器的要求.....	327
1.2 安全离合器的性能参数.....	327
1.3 安全离合器的保护关系.....	328
1.4 安全离合器的选择.....	328
1.5 安全离合器分类性能比较.....	328
2 剪销式安全离合器	328
2.1 剪销式安全离合器的结构.....	328
2.2 剪销式安全离合器的计算.....	330
2.3 剪销式安全离合器的主要尺寸.....	330
3 牙嵌式安全离合器	331
3.1 牙嵌式安全离合器的结构.....	331
3.2 牙嵌式安全离合器的计算.....	332
3.3 牙嵌式安全离合器的主要尺寸 系列.....	332
4 钢球式安全离合器	334
4.1 钢球式安全离合器的结构.....	334
4.2 钢球式安全离合器的计算.....	337
4.3 钢球式安全离合器的主要尺寸 系列.....	338
5 摩擦式安全离合器	338
5.1 摩擦式安全离合器的结构.....	338
5.2 摩擦式安全离合器的计算.....	341
5.3 摩擦式安全离合器的尺寸系列.....	341

第 13 章 制 动 器

1 制动器概述	347
2 制动器的选择与设计	347
2.1 制动器类型的选择.....	347
2.2 常用制动器的性能比较.....	347
2.3 制动器的设计.....	348
2.4 计算制动转矩 T 的确定.....	348
3 外抱块式制动器	348
3.1 结构型式.....	348
3.2 外抱块式制动器的特点和应用.....	354
3.3 设计计算.....	354
3.4 外抱块式制动器的性能参数及 主要尺寸.....	358
4 内张蹄式制动器	372
4.1 种类与结构型式.....	372
4.2 设计的一般原则.....	374
4.3 各类内张双蹄式制动器的比较.....	376
4.4 制动器的设计.....	377
4.4.1 内张双蹄式制动器主要参数 选择.....	377
4.4.2 内张双蹄式制动器制动转矩 计算.....	378
4.4.3 软管多蹄式制动器制动转矩的 计算.....	379
4.4.4 摩擦衬片(衬块)磨损特性的 计算.....	379
4.4.5 计算实例.....	380
5 带式制动器	380
5.1 结构型式.....	380
5.2 设计计算.....	381
6 盘式制动器	384
6.1 结构型式.....	384
6.1.1 钳盘式制动器.....	384
6.1.2 全盘式制动器.....	387
6.1.3 锥盘式制动器.....	388
6.1.4 载荷自制盘式制动器.....	388
6.2 设计计算.....	389
7 其他制动器和辅助装置	391
7.1 磁粉制动器.....	391
7.2 磁涡流制动器.....	391
7.3 摩擦块磨损间隙的自动补偿装置.....	392
7.3.1 密封圈式.....	392
7.3.2 机械卡环式.....	393
7.3.3 机械可变铰点式.....	393
7.3.4 机械进给式.....	393
8 制动器的发热验算	394
9 制动器的驱动装置	395

XV 目 录

9.1 制动电磁铁.....	395	10.2.2 非金属摩擦材料	404
9.2 电磁液压推动器.....	395	10.3 摩擦副计算用数据	406
9.3 电力液压推动器.....	396	11 停止器.....	406
9.4 离心推动器.....	398	11.1 棘轮停止器	406
9.5 滚动螺旋推动器.....	401	11.1.1 棘轮齿的强度计算	407
9.6 气力驱动装置.....	401	11.1.2 棘爪的强度计算	407
9.7 人力操纵机构.....	402	11.1.3 棘爪轴的强度计算	407
9.7.1 杠杆系操纵机构.....	402	11.1.4 棘轮齿形与棘爪端的外形尺寸 及画法	408
9.7.2 静液操纵机构.....	402	11.2 滚柱停止器	408
9.7.3 综合操纵机构.....	402	11.2.1 结构与工作特点	408
10 摩擦材料.....	403	11.2.2 设计计算	409
10.1 对摩擦材料的基本要求	403	11.3 带式停止器	410
10.2 摩擦材料的种类	403	参考文献	411
10.2.1 金属摩擦材料	403		

第30篇 弹 簧

第1章 概 述

1 弹簧的类型及其特性、用途	3
2 弹簧设计的基本概念	7
2.1 载荷与变形的关系.....	7
2.2 弹簧的变形能.....	7
2.3 弹簧的自振频率和隔振.....	8
2.4 缓冲.....	9
2.5 弹簧设计中的几个问题	10

第2章 螺旋弹簧

1 圆柱螺旋弹簧的型式、代号及参 数系列	11
2 弹簧材料及许用应力	12
3 压缩、拉伸弹簧的设计.....	15
3.1 弹簧结构和载荷—变形图	15
3.2 设计计算	16
3.3 验算弹簧的稳定性、钩环强度、疲 劳强度和共振	25
3.4 组合弹簧的设计计算	26
3.5 设计计算例题	27
3.6 压缩、拉伸弹簧调整结构的示例	29
4 扭转弹簧的设计	31
4.1 弹簧结构和载荷—变形图	31
4.2 设计计算	31
4.3 设计计算例题	31

4.4 扭转弹簧安装结构示例	33
5 圆柱螺旋弹簧技术要求	33
6 圆锥螺旋弹簧的设计计算	35

第3章 板 弹 簧

1 板弹簧的结构、特点和类型	38
2 板弹簧的设计计算	41
2.1 单板弹簧的计算	41
2.2 多板弹簧的计算	41
2.2.1 展开法	41
2.2.2 板端法.....	43
2.3 板弹簧结构的计算	44
2.3.1 板片截面尺寸和数量的确定	44
2.3.2 板片长度的确定	45
2.3.3 自由状态下板弹簧的弧高和曲 率半径	45
2.3.4 板弹簧各板片在自由状态下的 曲率半径	45
3 板弹簧的材料及许用应力	46
4 计算例题	46
5 片弹簧	49
5.1 片弹簧的设计计算	49
5.2 片弹簧的应力集中	52
5.3 片弹簧的材料和许用应力	52
6 平面蜗卷弹簧	53
6.1 非接触型平面蜗卷弹簧的计算	53

6.2 接触型平面蜗卷弹簧的计算	54
6.3 设计注意事项	55
6.4 平面蜗卷弹簧的材料和许用应力	55

第4章 扭杆弹簧

1 扭杆弹簧的结构和特点	56
2 扭杆弹簧的设计计算	56
2.1 单根扭杆的计算	56
2.2 扭杆和转臂组合时的计算	57
3 扭杆端部形状和有效工作长度	59
4 扭杆弹簧的材料和许用应力	59
5 计算例题	60

第5章 碟形弹簧

1 碟形弹簧的结构、特点和分类	61
2 碟形弹簧的设计计算	64
2.1 单片碟形弹簧的计算	64
2.2 组合碟形弹簧的计算	67
3 碟形弹簧的载荷分类、材料及许用应力	67
4 碟形弹簧的技术要求	68
5 计算例题	69

第6章 环形弹簧

1 环形弹簧的结构、特点和应用	72
-----------------------	----

2 环形弹簧的设计计算	72
2.1 应力和变形量的计算	72
2.2 设计参数的选择和几何尺寸的计算	73
3 环形弹簧的材料及许用应力	74
4 环形弹簧的技术要求	74

第7章 空气弹簧

1 空气弹簧的结构、分类和特性	75
2 空气弹簧的刚度计算	77
2.1 空气弹簧的垂直刚度	77
2.2 空气弹簧的横向刚度	78
3 空气弹簧的强度计算	79

第8章 橡胶弹簧

1 橡胶弹簧的特性	80
2 橡胶材料的静弹性特性	80
3 橡胶材料的动弹性特性	81
4 橡胶弹簧的设计计算	81
5 橡胶弹簧的材料和使用寿命	85
5.1 材料的选择	85
5.2 使用寿命	85
参考文献	86

第31篇 搬运零件和操作件

第1章 起重机零件

1 钢丝绳	3
1.1 钢丝绳标记方法	3
1.2 起重机钢丝绳的选择	3
1.2.1 钢丝绳类型选择	3
1.2.2 起重机钢丝绳直径的选择	4
2 绳具	18
2.1 钢丝绳夹	18
2.2 钢索索节	19
2.3 索具套环	20
2.3.1 钢丝绳用普通套环	20
2.3.2 钢绳用索具套环	21
2.4 钢绳卡套	21
2.5 钢丝绳用楔形接头	22

2.5.1 楔套	23
2.5.2 楔	24
2.5.3 钢丝绳楔形接头技术要求	24
2.6 索具卸扣	24
2.7 船用索具开式螺旋扣	25
2.8 拉杆头部和叉形接头	26
2.9 联接叉	26
3 卷筒	26
3.1 卷筒的类型	26
3.2 卷筒几何尺寸	27
3.3 钢丝绳在卷筒上的固定	28
3.4 卷筒和滑轮最小直径的计算	30
3.5 钢丝绳允许偏角	30
3.6 卷筒强度计算	30
3.7 卷筒组	31

XVII 目 录

3.7.1 带周边大齿轮的卷筒组	31
3.7.2 带齿轮联接盘式卷筒组	33
3.7.3 齿轮联接盘配合尺寸	38
3.8 起重机卷筒零件	38
3.8.1 卷筒	38
3.8.2 卷筒毂	44
3.8.3 齿轮联接盘	45
4 绳索滑轮、滑轮组和滑车	46
4.1 滑轮	46
4.1.1 滑轮结构和材料	46
4.1.2 滑轮的主要尺寸	46
4.1.3 滑轮强度计算	48
4.2 滑轮组	48
4.2.1 滑轮组的设计与计算	48
4.2.2 起重机滑轮组	49
4.3 通用起重滑车	50
5 起重运输用链条和链轮	50
5.1 概述	50
5.2 起重运输链的选择	51
5.3 起重链的规格	51
5.4 输送链	57
5.4.1 输送链的结构与尺寸	57
5.4.2 附件	58
5.5 链轮	59
6 取物装置	64
6.1 吊钩	64
6.1.1 吊钩的分类	64
6.1.2 吊钩的机械性能	64
6.1.3 吊钩的起重量	64
6.1.4 吊钩的应力	66
6.1.5 吊钩材料	68
6.1.6 结构及尺寸	69
6.2 吊钩附件	74
6.2.1 H系列起重滑车附件	74
6.3 起重电磁铁	77
6.4 抓斗	77
7 车轮和轨道	79
7.1 车轮踏面接触应力计算	79
7.2 轨道	90

第2章 带式输送机零件

1 输送带	92
-------------	----

1.1 输送带的种类	92
1.2 输送带的标准规格	92
1.2.1 普通输送带	92
1.2.2 钢丝绳输送带	95
1.3 输送带的强度计算	95
1.4 输送带接头长度的计算	95
1.4.1 普通橡胶带硫化接头长度的计算	95
1.4.2 钢丝绳芯橡胶带接头长度计算	95
2 滚筒	95
2.1 传动滚筒	95
2.2 改向滚筒	99
2.3 电动滚筒	101
3 托辊	101
3.1 托辊参数	103
3.2 槽形托辊及缓冲托辊	103
3.3 平形托辊及V形托辊	105
3.4 调心托辊	105
4 带式输送机附件	107
4.1 清扫器	107
4.2 卸料器	108

第3章 保护装置

1 缓冲器	111
1.1 弹簧缓冲器	111
1.2 橡胶缓冲器	113
2 带式输送机保护装置	114
2.1 PFK ₀ -A型防偏开关	114
2.2 拉线开关	114
2.3 打滑保护装置	114

第4章 托 盘

1 托盘	116
1.1 一般常用托盘	116
1.2 气垫托盘	117
1.3 气垫元件的计算	117
1.4 气垫元件的结构与性能	118

第5章 操作件

1 操作件规格	120
2 操作件标记方法	153
3 操作件技术条件	153
参考文献	155

第 32 篇 压力容器和管路

第 1 章 压力容器设计基础

1 适用范围	3
1.1 压力范围	3
1.2 温度范围	3
1.3 管辖范围	3
2 标准规范	3
3 压力容器分类、压力等级及安全技术的分类	3
3.1 压力容器分类	3
3.2 压力等级和容器种类的划分	3
3.3 安全技术分类	4
4 公称直径和公称压力	4
4.1 公称直径	4
4.2 公称压力	4
5 术语定义	4
6 设计压力的选取	5
7 设计温度的选取	5
8 载荷	6
8.1 容器设计时考虑的载荷	6
8.2 设计载荷组合	7
8.3 其他	7
9 厚度附加量	7
10 最小厚度	8
11 材料的许用应力	8
12 焊缝系数	18
13 压力试验	18
13.1 液压试验	18
13.1.1 试验介质	18
13.1.2 液压试验的压力值	19
13.2 气压试验的压力值	19
13.3 圆筒一次总体薄膜应力的校核	19
14 设计技术文件要求	19

第 2 章 内压容器的设计计算

1 内压圆筒和球壳的计算	20
1.1 厚度	20
1.2 热应力	20

1.3 壳壁组合应力的校核	20
2 封头设计计算	20
2.1 受内压凸形封头 (凹面受压) 的计算	20
2.1.1 受内压椭圆形封头 (凹面受压) 的计算	21
2.1.2 标准椭圆形封头的尺寸	21
2.1.3 碟形封头的计算	21
2.1.4 无折边球形封头的计算	24
2.2 锥形封头	25
2.2.1 锥壳厚度	27
2.2.2 受内压无折边锥形封头	29
2.2.3 受内压折边锥形封头	31
2.3 平盖	33
2.4 带法兰的凸形封头的计算	36
3 容器支座设计	37
3.1 卧式容器支座	37
3.1.1 概述	37
3.1.2 符号说明	39
3.1.3 鞍式支座	39
3.1.4 圈座	49
3.1.5 支腿式支座	49
3.2 直立容器支座	49
3.2.1 概述	49
3.2.2 标准悬挂式支座的选用	49
3.2.3 标准支承式支座的选用	52
3.2.4 裙座设计	52
4 法兰设计	56
4.1 法兰的分类与结构	56
4.1.1 活套法兰	56
4.1.2 整体法兰	56
4.1.3 任意式法兰	56
4.2 法兰密封	56
4.2.1 法兰密封面与垫片	56
4.2.2 垫片压紧力及螺栓设计	59
4.3 法兰计算	63
4.4 法兰及其选用	65
5 开孔和开孔补强	86
5.1 容器开孔	86
5.1.1 接管	86

XX 目 录

5.1.2 视镜、手孔和人孔	86	2.3 拉杆计算	112
5.2 不需进行补强的最大开孔直径	86	2.3.1 拉杆强度计算	112
5.3 开孔补强的结构型式	86	2.3.2 拉杆联接部位计算	112
5.4 等面积补强法	88	3 支柱与球壳联接最低处 a 点的	
5.4.1 允许开孔的范围	88	应力验算	113
5.4.2 内压力容器开孔补强	88	3.1 符号说明	113
5.4.3 有效补强范围及补强面积	90	3.2 单项应力计算	113
5.4.4 多个开孔补强	91	3.2.1 球壳 a 点处的切应力	113
		3.2.2 球壳 a 点处的经向应力	113
		3.2.3 球壳 a 点处的纬向应力	114
		3.3 合成应力计算	114
		3.4 强度验算	114
		4 支柱与球壳联接焊缝强度验算	114
		5 球形容器基本参数	114
		5.1 基本参数	114
		5.2 结构	114
		5.3 适用范围	114
 第 3 章 外压力容器设计			
1 外压容器的失稳	93		
1.1 概述	93		
1.2 承受外压的回转壳体	93		
1.2.1 符号说明	93		
1.2.2 外压圆筒壳和管子的计算	93		
1.2.3 外压球壳的计算	103		
1.2.4 成型封头	103		
2 加强圈设计	104		
2.1 计算方法	105		
2.2 加强圈的设置	105		
3 轴向压缩下的圆筒体	106		
3.1 最大允许轴向压缩应力的选取	106		
3.2 B 值的求取	106		
3.3 轴向压缩应力的校核	106		
 第 4 章 球 形 容 器			
1 球壳计算	107		
1.1 符号说明	107		
1.2 球壳壁厚计算	107		
1.3 球壳允许承受的压力	107		
2 支柱和拉杆计算	107		
2.1 载荷计算	107		
2.1.1 符号说明	107		
2.1.2 重量载荷计算	107		
2.1.3 风载荷与地震载荷计算	107		
2.2 支柱计算	108		
2.2.1 符号说明	109		
2.2.2 单个支柱的垂直载荷	109		
2.2.3 支柱弯矩及偏心率计算	110		
2.2.4 支柱稳定性验算	111		
2.2.5 地脚螺栓计算	111		
2.2.6 基础板尺寸确定	112		
 第 5 章 管 路 设 计			
1 管路系统图示符号	116		
1.1 管路图示符号	116		
1.1.1 管路	116		
1.1.2 管路的一般联接形式	116		
1.1.3 管路中介质类别代号	116		
1.1.4 管路的标注	118		
1.2 管件图示符号	118		
1.2.1 管接头	118		
1.2.2 管架	118		
1.2.3 伸缩器	118		
1.2.4 管帽及其他	118		
1.3 阀门和控制元件图示符号	120		
2 管路设计内容及程序	124		
2.1 管路设计基础资料	124		
2.2 管路设计主要内容	124		
2.3 管路设计方法程序	124		
3 管路工程标准化	124		
3.1 公称通径	124		
3.2 公称压力	124		
4 管径及管壁厚度计算	125		
4.1 确定管径的原则	125		
4.2 管径计算与确定	125		