

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 |
| 6 径向轴承 | 75 |
| 6.1 腔式轴承 | 77 |
| 6.2 垫式轴承 | 80 |
| 6.3 腔式轴承和垫式轴承的比较 | 82 |
| 6.4 无腔轴承 | 83 |
| 7 H形轴承 | 86 |
| 8 锥形轴承 | 90 |
| 9 球面轴承 | 90 |
| 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 铅分布不匀 | 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 |

滚动轴承

| | |
|------------------------------------|----|
| 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 |
| 第 8 章 滚动轴承座 | | 3 二螺柱滚动轴承座的尺寸表格 | 123 |
| 1 适用范围 | 123 | 4 四螺柱滚动轴承座的尺寸表格 | 130 |

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 |

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

XIV 目 录

| | |
|----------------|-----|
| 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 | 2.3 制动器的设计..... | 348 |
| 4 带弹簧闸块离心离合器 | 320 | 2.4 计算制动转矩 T 的确定..... | 348 |
| 4.1 带弹簧闸块离心离合器的结构..... | 320 | 3 外抱块式制动器 | 348 |
| 4.2 带弹簧闸块离心离合器的计算..... | 320 | 3.1 结构型式..... | 348 |
| 4.3 带弹簧闸块离心离合器的尺寸 | | 3.2 外抱块式制动器的特点和应用..... | 354 |
| 系列..... | 321 | 3.3 设计计算..... | 354 |
| 5 钢球离心离合器 | 324 | 3.4 外抱块式制动器的性能参数及 | |
| 5.1 钢球离心离合器的结构..... | 324 | 主要尺寸..... | 358 |
| 5.2 钢球离心离合器的计算..... | 325 | 4 内张蹄式制动器 | 372 |
| 5.3 钢球离心离合器的尺寸系列..... | 326 | 4.1 种类与结构型式..... | 372 |
| 第 12 章 安全离合器 | | | |
| 1 概述 | 327 | 4.2 设计的一般原则..... | 374 |
| 1.1 对安全离合器的要求..... | 327 | 4.3 各类内张双蹄式制动器的比较..... | 376 |
| 1.2 安全离合器的性能参数..... | 327 | 4.4 制动器的设计..... | 377 |
| 1.3 安全离合器的保护关系..... | 328 | 4.4.1 内张双蹄式制动器主要参数 | |
| 1.4 安全离合器的选择..... | 328 | 选择..... | 377 |
| 1.5 安全离合器分类性能比较..... | 328 | 4.4.2 内张双蹄式制动器制动转矩 | |
| 2 剪销式安全离合器 | 328 | 计算..... | 378 |
| 2.1 剪销式安全离合器的结构..... | 328 | 4.4.3 软管多蹄式制动器制动转矩的 | |
| 2.2 剪销式安全离合器的计算..... | 330 | 计算..... | 379 |
| 2.3 剪销式安全离合器的主要尺寸..... | 330 | 4.4.4 摩擦衬片(衬块)磨损特性的 | |
| 3 牙嵌式安全离合器 | 331 | 计算..... | 379 |
| 3.1 牙嵌式安全离合器的结构..... | 331 | 4.4.5 计算实例..... | 380 |
| 3.2 牙嵌式安全离合器的计算..... | 332 | 5 带式制动器 | 380 |
| 3.3 牙嵌式安全离合器的主要尺寸 | | 5.1 结构型式..... | 380 |
| 系列..... | 332 | 5.2 设计计算..... | 381 |
| 4 钢球式安全离合器 | 334 | 6 盘式制动器 | 384 |
| 4.1 钢球式安全离合器的结构..... | 334 | 6.1 结构型式..... | 384 |
| 4.2 钢球式安全离合器的计算..... | 337 | 6.1.1 钳盘式制动器..... | 384 |
| 4.3 钢球式安全离合器的主要尺寸 | | 6.1.2 全盘式制动器..... | 387 |
| 系列..... | 338 | 6.1.3 锥盘式制动器..... | 388 |
| 5 摩擦式安全离合器 | 338 | 6.1.4 载荷自制盘式制动器..... | 388 |
| 5.1 摩擦式安全离合器的结构..... | 338 | 6.2 设计计算..... | 389 |
| 5.2 摩擦式安全离合器的计算..... | 341 | 7 其他制动器和辅助装置 | 391 |
| 5.3 摩擦式安全离合器的尺寸系列..... | 341 | 7.1 磁粉制动器..... | 391 |
| 第 13 章 制 动 器 | | | |
| 1 制动器概述 | 347 | 7.2 磁涡流制动器..... | 391 |
| 2 制动器的选择与设计 | 347 | 7.3 摩擦块磨损间隙的自动补偿装置..... | 392 |
| 2.1 制动器类型的选择..... | 347 | 7.3.1 密封圈式..... | 392 |
| 2.2 常用制动器的性能比较..... | 347 | 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 |

XVI 目 录

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

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 | 2 环形弹簧的设计计算 | 72 |
| 6.3 设计注意事项 | 55 | 2.1 应力和变形量的计算 | 72 |
| 6.4 平面蜗卷弹簧的材料和许用应力 | 55 | 2.2 设计参数的选择和几何尺寸的计算 | 73 |
| 第4章 扭杆弹簧 | | | |
| 1 扭杆弹簧的结构和特点 | 56 | 3 环形弹簧的材料及许用应力 | 74 |
| 2 扭杆弹簧的设计计算 | 56 | 4 环形弹簧的技术要求 | 74 |
| 2.1 单根扭杆的计算 | 56 | 第7章 空气弹簧 | |
| 2.2 扭杆和转臂组合时的计算 | 57 | 1 空气弹簧的结构、分类和特性 | 75 |
| 3 扭杆端部形状和有效工作长度 | 59 | 2 空气弹簧的刚度计算 | 77 |
| 4 扭杆弹簧的材料和许用应力 | 59 | 2.1 空气弹簧的垂直刚度 | 77 |
| 5 计算例题 | 60 | 2.2 空气弹簧的横向刚度 | 78 |
| 第5章 碟形弹簧 | | | |
| 1 碟形弹簧的结构、特点和分类 | 61 | 3 空气弹簧的强度计算 | 79 |
| 2 碟形弹簧的设计计算 | 64 | 第8章 橡胶弹簧 | |
| 2.1 单片碟形弹簧的计算 | 64 | 1 橡胶弹簧的特性 | 80 |
| 2.2 组合碟形弹簧的计算 | 67 | 2 橡胶材料的静弹性特性 | 80 |
| 3 碟形弹簧的载荷分类、材料及许用应力 | 67 | 3 橡胶材料的动弹性特性 | 81 |
| 4 碟形弹簧的技术要求 | 68 | 4 橡胶弹簧的设计计算 | 81 |
| 5 计算例题 | 69 | 5 橡胶弹簧的材料和使用寿命 | 85 |
| 第6章 环形弹簧 | | | |
| 1 环形弹簧的结构、特点和应用 | 72 | 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 | 2.5.1 楔套 | 23 |
| 1.1 钢丝绳标记方法 | 3 | 2.5.2 楔 | 24 |
| 1.2 起重机钢丝绳的选择 | 3 | 2.5.3 钢丝绳楔形接头技术要求 | 24 |
| 1.2.1 钢丝绳类型选择 | 3 | 2.6 索具卸扣 | 24 |
| 1.2.2 起重机钢丝绳直径的选择 | 4 | 2.7 船用索具开式螺旋扣 | 25 |
| 2 绳具 | 18 | 2.8 拉杆头部和叉形接头 | 26 |
| 2.1 钢丝绳夹 | 18 | 2.9 联接叉 | 26 |
| 2.2 钢索索节 | 19 | 3 卷筒 | 26 |
| 2.3 索具套环 | 20 | 3.1 卷筒的类型 | 26 |
| 2.3.1 钢丝绳用普通套环 | 20 | 3.2 卷筒几何尺寸 | 27 |
| 2.3.2 钢绳用索具套环 | 21 | 3.3 钢丝绳在卷筒上的固定 | 28 |
| 2.4 钢绳卡套 | 21 | 3.4 卷筒和滑轮最小直径的计算 | 30 |
| 2.5 钢丝绳用楔形接头 | 22 | 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 | 钢丝绳芯输送带 | 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 |
| 5.2 不需进行补强的最大开孔直径 | 86 |
| 5.3 开孔补强的结构型式 | 86 |
| 5.4 等面积补强法 | 88 |
| 5.4.1 允许开孔的范围 | 88 |
| 5.4.2 内压力容器开孔补强 | 88 |
| 5.4.3 有效补强范围及补强面积 | 90 |
| 5.4.4 多个开孔补强 | 91 |

第3章 外压力容器设计

| | |
|-------------------------|-----|
| 1 外压力容器的失稳 | 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 |

| | |
|---------------------------------|-----|
| 2.3 拉杆计算 | 112 |
| 2.3.1 拉杆强度计算 | 112 |
| 2.3.2 拉杆联接部位计算 | 112 |
| 3 支柱与球壳联接最低处 a 点的 应力验算 | 113 |
| 3.1 符号说明 | 113 |
| 3.2 单项应力计算 | 113 |
| 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 |