

机械设计手册

第 3 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 18 篇 标准化与互换性

第 1 章 标准化基础

1 概述	3
1.1 基本概念	3
1.1.1 标准化	3
1.1.2 标准文件	3
1.2 标准的类别与代号	3
1.2.1 标准的分类	3
1.2.2 标准的编号	3
2 优先数系与模数制	4
2.1 优先数系	4
2.1.1 优先数系的结构	4
2.1.2 优先数系的变形系列	6
2.1.3 优先数系的特点	6
2.1.4 优先数系的应用	8
2.1.5 标准尺寸	11
2.2 模数制	11
2.2.1 基本概念	11
2.2.2 模数制推荐的制品尺寸系列	11
3 机械设计中的标准化方法	11
3.1 系列化	11
3.1.1 制订产品参数系列的步骤和方法	16
3.1.2 系列型谱的编制	19
3.1.3 产品的系列设计	20
3.2 组合理化	20
3.2.1 产品的组合设计	20
3.2.2 模块化设计	21
3.3 相似设计	21
4 设计质量管理及其标准化	25
4.1 产品设计标准化	25
4.1.1 产品标准化	25
4.1.2 材料、零部件标准化	26
4.1.3 标准化审查	26
4.2 产品图样及设计文件编号	28
4.2.1 分类编号	28
4.2.2 隶属编号	28

4.3 机械零件分类编码	29
--------------	----

第 2 章 公差与配合

1 基本概念	33
1.1 尺寸误差和公差	33
1.2 基本术语及定义	33
2 尺寸公差带与配合的构成	34
2.1 尺寸公差带的构成	34
2.1.1 标准公差	34
2.1.2 基本偏差	36
2.2 基准制	36
2.2.1 基孔制	36
2.2.2 基轴制	36
2.3 配合的构成	43
3 国家标准规定的公差与配合	44
3.1 尺寸至 500mm 的孔、轴公差带与配合	44
3.2 尺寸 > 500~3150mm 的常用孔、轴公差带	45
3.3 尺寸至 18mm 的孔、轴公差带	45
3.4 未注公差尺寸的极限偏差	76
3.5 配制配合	76
4 统计尺寸公差	78
4.1 术语及定义	78
4.2 规定实际尺寸概率分布特性的方案	79
4.2.1 规定区域上、下限及区域频率	79
4.2.2 规定实际尺寸算术平均区间 $B_{\bar{x}}$	79
4.2.3 规定实际尺寸中位数区间 $B_{\tilde{x}}$	79
4.3 对孔、轴实际尺寸概率分布特性要求的规定	79
4.3.1 公差带的划分	79
4.3.2 频率的规定	79
5 公差与配合的选用	80
5.1 公差等级的选用	80
5.2 公差带与配合的选用	82
5.3 影响选择公差与配合的其他因素	87
5.3.1 工作温度偏离标准温度引起的变化	87

VI 目 录

5.3.2 装配引起的变化	87	7.3 检测方案	138
5.3.3 尺寸分布特性引起的变化	88	7.3.1 形位公差检测方案中常用符号	138
5.3.4 精度储备	88	7.3.2 形位公差检测方案简介	138
第3章 形状和位置公差			
1 术语及定义	90	8 确定圆度误差的两点、三点法	152
2 形状和位置公差	95	8.1 术语及定义	152
2.1 形状公差	95	8.2 顶式测量的反映系数 F	153
2.2 位置公差	95	8.3 鞍式测量的反映系数 F	154
2.3 形状公差带和位置公差带的定义和示 例说明	112	8.4 对称安置组合测量的反映系数 F	155
3 公差原则及其应用	112	8.5 非对称安置组合测量的反映系数 F	155
3.1 基本概念	112	9 伍德华斯表 (Wood Worth 圆表)	156
3.2 包容原则	113	第4章 表面粗糙度及表面波纹度	
3.3 最大实体原则 (MMP)	115	1 概述	164
3.4 公差原则的应用	118	1.1 表面粗糙度和表面波纹度的形成	164
3.4.1 独立原则的应用	118	1.1.1 加工形成	164
3.4.2 包容原则的应用	120	1.1.2 其他因素形成	164
3.4.3 最大实体原则的应用	121	1.2 表面粗糙度与波纹度的分离	164
3.4.4 公差原则应用表	122	1.3 表面粗糙度和表面波纹度对零件功能 的影响	164
4 位置度公差的应用	122	1.3.1 表面粗糙度对零件功能的影响	164
4.1 位置度公差的应用	122	1.3.2 表面波纹度对零件功能的影响	165
4.1.1 螺栓连接	122	2 基本概念	166
4.1.2 螺钉、螺柱连接	124	2.1 粗糙度术语及定义	166
4.2 位置度公差的应用示例及公差带解释	124	2.2 粗糙度评定参数	167
4.3 用尺寸公差控制孔位置的计算	126	2.3 波纹度名词术语	168
4.4 孔中心位置坐标变换表	129	3 表面粗糙度和表面波纹度的参数数 值	169
5 延伸公差带的应用	130	3.1 粗糙度参数系列值	169
6 公差值	130	3.1.1 高度参数	169
6.1 图样上注出公差值的数系表	131	3.1.2 间距参数	169
6.2 未注公差值	135	3.1.3 综合参数(形状参数) t_p	169
6.2.1 直线度、平面度、同轴度和对称度 未注公差	135	3.2 取样长度和评定长度系列值	169
6.2.2 其他各项未注公差	135	3.3 表面波纹度参数值	171
6.3 形状和位置公差的选择	136	3.4 表面光洁度级别与表面粗糙度参数间 的转化	171
6.3.1 形位公差项目的选择	136	4 表面粗糙度的选用	172
6.3.2 公差值的选定	136	4.1 选用原则和方法	172
6.3.3 几种主要加工方法所能达到的形位 公差等级	137	4.2 粗糙度参数的选用	172
7 形位误差的检测	138	4.3 粗糙度参数值的选用	174
7.1 测量条件	138	4.3.1 参数值选用原则	174
7.2 检测原则	138	4.3.2 表面粗糙度参数值和尺寸公差、形 状公差的关系	174

4.3.3 表面粗糙度参数值选用举例	174	2.6 零件图中的简化画法及规定画法	198
4.3.4 表面粗糙度的选用	175	2.7 装配图的简化画法及规定画法	201
5 表面波纹度的数值及选用	178	2.8 滚动轴承简化和示意画法的尺寸比例	203
6 表面粗糙度、表面波纹度和工艺的关系	179	2.9 装配图中零部件序号及编排方法	204
6.1 不同加工方法可能达到的表面粗糙度 R_a 、 R_z 、 s_m 、 s 和 t_p 值	179	3 轴测图	205
6.2 不同加工方法可能达到的表面波纹度波幅值范围	182	4 尺寸注法	206
第 5 章 机械制图		5 尺寸公差与配合注法	213
1 一般规定	185	6 常用零件的规定画法	215
1.1 图纸幅面及格式	185	6.1 螺纹及螺纹紧固件画法	215
1.2 比例	186	6.2 齿轮画法	217
1.3 字体	186	6.3 花键画法	218
1.4 图线	187	6.4 弹簧画法	219
1.5 剖面符号	188	6.5 标准中心孔的表示法	220
2 图样画法	190	7 表面粗糙度代号及其注法	221
2.1 总则	190	8 形状和位置公差代号及其注法	224
2.2 视图	190	9 机械运动简图符号	229
2.3 剖视	192	9.1 机构构件的运动符号	230
2.4 剖面	196	9.2 构件和运动副	231
2.5 局部放大图	197	9.3 摩擦机构与齿轮机构	233
		9.4 凸轮机构、槽轮机构和棘轮机构	235
		9.5 联轴器、离合器及制动器	236
		9.6 其他机构及其组件	238
		参考文献	240

第 19 篇 结构设计工艺性

第 1 章 概 述

1 结构设计工艺性的概念	3
2 影响结构设计工艺性的因素	3
3 结构设计工艺性的基本要求	3

第 2 章 铸件结构工艺性

1 常用铸造金属材料 and 铸造方法	5
1.1 常用铸造金属材料的铸造性和结构特点	5
1.2 常用铸造方法的特点和应用范围	6
2 铸造工艺对铸件结构工艺性的要求	7
3 合金铸造性能对铸件结构工艺性的要求	15
3.1 合理设计铸件壁厚	15
3.2 铸件的结构圆角与圆滑过渡	16

3.3 合理的铸件结构形状	22
4 铸造方法对铸件结构工艺性的要求	24
4.1 压力铸件的结构特点	24
4.2 熔模铸件的结构特点	26
4.3 金属型铸件的结构特点	28
5 铸件缺陷与改进措施	28

第 3 章 锻件和冲压件结构工艺性

1 锻件结构工艺性	38
1.1 锻造方法与金属材料的可锻性	38
1.1.1 各种锻造方法及其特点	38
1.1.2 金属材料的可锻性	41
1.2 锻造方法对锻件结构工艺性的要求	41
1.2.1 自由锻件的结构工艺性	41
1.2.2 模锻件的结构工艺性	45
1.3 模锻件结构设计的注意事项	52
2 冲压件结构工艺性	54

VIII 目 录

2.1 冲压方法和冲压材料的选用	54	1.4 钢的化学热处理	89
2.1.1 冲压的基本工序	54	2 影响热处理零件结构工艺性的因素	90
2.1.2 冲压材料的选用	55	2.1 零件材料的热处理性能	90
2.2 冲压件结构设计的基本参数	56	2.2 零件的几何形状和刚度	92
2.2.1 冲裁件	56	2.3 零件的尺寸大小	92
2.2.2 弯曲件	60	2.4 零件的表面质量	92
2.2.3 拉伸件	62	3 热处理零件结构设计的注意事项	92
2.2.4 成型件	64	3.1 防止热处理零件开裂的注意事项	92
2.3 冲压件结构设计的注意事项	66	3.2 防止热处理零件变形的注意事项	96

第4章 工程塑料和粉末

冶金件结构工艺性

1 工程塑料零件结构工艺性	71
1.1 工程塑料的选用	71
1.2 工程塑料零件的制造方法	71
1.2.1 工程塑料的成型方法	71
1.2.2 工程塑料的机械加工	72
1.3 工程塑料零件设计的基本参数	72
1.4 工程塑料零件结构设计的注意事项	75
2 粉末冶金零件结构工艺性	77
2.1 粉末冶金材料的分类和选用	77
2.1.1 粉末冶金减摩材料	78
2.1.2 粉末冶金摩擦材料	79
2.1.3 粉末冶金过滤材料	79
2.1.4 粉末冶金铁基结构材料	79
2.2 粉末冶金零件结构设计的基本参数	79
2.3 粉末冶金零件结构设计的注意事项	83

第5章 热处理件结构工艺性

1 零件热处理方法的选择	86
1.1 退火及正火	86
1.1.1 钢的退火	86
1.1.2 钢的正火	87
1.2 淬火及回火	87
1.2.1 钢的淬火	87
1.2.2 钢的回火	88
1.3 表面淬火	89

第6章 金属切削加工件结构工艺性

1 金属材料的切削加工性	102
2 金属切削加工件的一般标准	104
2.1 60°中心孔	104
2.2 球面半径	105
2.3 滚花	105
2.4 零件倒圆与倒角	106
2.5 砂轮越程槽	107
2.6 刨切、插、珩磨越程槽	108
2.7 退刀槽	108
2.8 插齿、滚齿退刀槽	110
2.9 T形槽	111
2.10 燕尾槽	113
2.11 锯缝尺寸	113
2.12 弧形槽端部半径	114
3 切削加工件的结构工艺性	114
4 自动化生产对零件结构工艺性要求	122

第7章 零部件的装配和维修工艺性

1 一般装配对零件结构的要求	123
2 自动装配对零件结构工艺性的要求	130
3 吊运对零件结构工艺性的要求	132
4 零部件的维修工艺性	132
参考文献	134

第20篇 焊接和胶接结构

第1章 概 述

1 焊接方法及其应用	3	1.1 焊接方法的分类	3
		1.2 焊接的应用	4
2 焊接结构的破损及其影响因素	6		

2.1 焊接结构的破损类型	6
2.2 破损原因及影响因素	7
3 焊接结构的设计原则	7
3.1 焊接结构的特点	7
3.2 设计焊接结构时应考虑的问题	8
3.3 焊接结构的设计原则、程序及内容	11
3.3.1 设计原则	11
3.3.2 设计程序和内容	12
4 焊接接头图示方法	12
4.1 焊缝符号	12
4.2 符号在基准线上的位置	14
4.3 符号应用举例	17

第2章 焊接接头

1 焊接接头设计及其制备	21
1.1 焊接接头特点	21
1.2 焊接接头的形式及其选择	21
1.2.1 接头和焊缝形式及其特性	21
1.2.2 焊接接头形式的选择	24
1.3 焊接接头设计	25
1.3.1 确定焊缝尺寸和填充金属量	25
1.3.2 确定接头基本形式和尺寸	26
1.4 接头坡口的制备	47
1.4.1 组合焊缝	47
1.4.2 接头坡口的制备	48
2 常规设计中焊接接头强度	49
2.1 焊接接头的机械性能	49
2.2 焊接接头的强度计算	52
2.2.1 焊接接头强度的两种表示方法	52
2.2.2 焊接接头效率和强度比	54
2.2.3 焊接接头的应力计算	55
2.3 焊接接头疲劳强度	64
2.3.1 基本接头的疲劳强度	64
2.3.2 焊接接头疲劳强度计算	76
3 焊接接头的脆性断裂	94
3.1 焊接接头的脆性断裂特性	94
3.1.1 焊接接头的脆化与韧性	94
3.1.2 焊接接头脆断的产生与扩展特性	98
3.2 焊接接头脆性断裂强度设计	103
3.2.1 防止焊接接头脆断应遵循的原则	103
3.2.2 避免焊接接头脆性断裂的强度设计	104
4 焊接接头的环境强度	114

4.1 焊接接头的蠕变强度	114
4.2 焊接接头的腐蚀强度	118
5 接触焊焊接接头	122
5.1 接触焊接头的工作性能和应力分布	122
5.2 接触焊接头强度	123

第3章 焊接材料

1 焊条	127
1.1 焊条类别及型号	127
1.2 焊条选用原则	128
1.3 常用焊条	129
1.3.1 碳钢焊条	129
1.3.2 低合金钢焊条	131
1.3.3 不锈钢焊条	134
1.3.4 堆焊焊条	139
1.3.5 铸铁焊条	143
1.3.6 有色金属焊条	143
1.3.7 特殊用途焊条	144
2 焊丝和焊剂	144
2.1 焊丝	144
2.1.1 实芯焊丝	144
2.1.2 药芯焊丝	147
2.1.3 有色金属及铸铁气焊丝	147
2.2 焊剂	151
2.2.1 埋弧焊和电渣焊用焊剂	151
2.2.2 气焊用熔剂	151
2.2.3 钎焊用熔剂	151
3 焊接用气体	151
3.1 气体类型	151
3.2 焊接用气体要求	152
4 焊料	152
4.1 焊料类型	152
4.2 常用钎焊焊料	155
5 焊粉	155
5.1 氧-乙炔火焰喷焊用合金粉末	155
5.2 氧-乙炔火焰或等离子喷涂用粉末	158
5.3 等离子喷焊合金粉末	159

第4章 焊接结构

1 机体焊接结构	161
1.1 概述	161
1.2 提高焊接结构刚度的途径	161

X 目 录

1.2.1	合理选择截面形状和尺寸	161
1.2.2	合理设计和布置肋板	164
1.2.3	合理设计壁板加强肋,减轻焊件重量	166
1.2.4	增大阻尼,增强焊件的减振能力	168
1.3	机体焊接结构	171
1.3.1	焊接结构设计要点	171
1.3.2	机床大件的焊接结构	172
1.3.3	锻压设备的焊接结构	179
1.3.4	齿轮箱体焊接结构	182
2	旋转体的焊接结构	189
2.1	轮式旋转体	189
2.1.1	轮毂	190
2.1.2	轮辐	191
2.1.3	轮缘	192
2.2	筒式旋转体	193
2.2.1	筒体	193
2.2.2	筒身,端盖和轴颈的联接	193
3	金属结构件	195
3.1	焊接梁及焊接柱	195
3.1.1	焊接梁的类型	195
3.1.2	焊接梁的截面形状	198
3.1.3	焊接梁的拼接和联接	199
3.1.4	梁的肋板(劲肋)设置	202
3.1.5	焊接柱	203
3.2	焊接钢结构的节点构造	208
3.2.1	钢结构特点	208
3.2.2	焊接桁架节点结构及弦杆拼接	208

第5章 胶 接

1	胶接与胶粘剂	214
1.1	胶接的特点	214
1.2	胶粘剂	214
2	胶接接头设计	214
2.1	胶接接头形式	214
2.2	胶接接头的受力形式及强度比较	216
2.3	胶接接头被粘表面加工粗糙度对接头强度的影响	216
2.4	胶接接头设计原则	216
2.5	胶接接头强度计算	217
2.5.1	应力计算和解析	217
2.5.2	接头的强度设计	221
2.6	胶接接头强度试验	223
3	胶接工艺	224
3.1	胶接工艺流程	224
3.2	表面处理	225
3.2.1	表面清洗	225
3.2.2	机械处理	225
3.2.3	化学及电化学处理	225
3.2.4	偶联剂处理	225
3.2.5	表面处理方法对剪切强度的影响及表面处理的有效期	225
3.3	涂胶	226
3.4	晾置和陈放	226
3.5	固化	226
4	胶接的工程应用	227
	参考文献	228

第21篇 联 接 和 紧 固

第1章 螺 纹

1	螺纹的种类、特点和应用	3
2	普通螺纹	5
2.1	普通螺纹的基本牙型和基本尺寸	5
2.2	普通螺纹的公差和配合	9
2.2.1	公差等级和旋合长度	9
2.2.2	公差带位置、选用公差带和极限偏差	10
2.3	普通螺纹标记	14
3	管螺纹	15
3.1	用螺纹密封的管螺纹	15

3.2	非螺纹密封的管螺纹	17
3.3	60°圆锥螺纹及55°英寸制螺纹	18
3.4	米制管螺纹	19
3.4.1	管路旋入端用普通螺纹	19
3.4.2	米制锥螺纹基本尺寸	20
4	梯形螺纹	20
4.1	梯形螺纹牙型和基本尺寸	20
4.2	梯形螺纹公差	23
4.2.1	公差带位置和基本偏差	23
4.2.2	公差等级和公差	23
4.2.3	旋合长度	27
4.2.4	选用公差带	27

4.2.5 梯形多线螺纹公差	28
4.3 梯形螺纹标记	28
5 锯齿形螺纹	28
5.1 锯齿形螺纹牙型和基本尺寸	28
5.2 锯齿形螺纹公差	31
5.2.1 公差带位置和基本偏差	31
5.2.2 公差等级和公差	31
5.2.3 旋合长度	34
5.2.4 精度和公差带的选用	34
5.2.5 多线锯齿形螺纹公差	35
5.3 锯齿形螺纹标记	35
6 其他螺纹	35
6.1 矩形螺纹	35
6.2 30°圆弧螺纹	35
7 螺纹零件的结构要素	36
7.1 螺纹收尾、肩距、退刀槽和倒角	36
7.2 圆柱管螺纹收尾、退刀槽和倒角	39
7.3 粗牙螺栓、螺钉的拧入深度、攻丝深度和钻孔深度	40
7.4 地脚螺栓孔和凸缘	40
7.5 紧固件通孔及沉头座尺寸	41
7.6 扳手空间	43

第2章 螺纹联接

1 螺纹联接的基本类型及其应用	44
2 螺纹联接的拧紧力矩及预紧力控制	44
2.1 螺纹联接的拧紧力矩	44
2.2 预紧力的控制	45
3 螺栓组联接的设计	47
3.1 螺栓组联接的结构设计	47
3.2 螺栓组的受力分析	49
4 螺栓联接的强度计算	49
4.1 螺纹牙的强度计算	49
4.2 单个螺栓的强度计算	49
4.2.1 不预紧螺栓联接	49
4.2.2 预紧螺栓联接	50
4.2.3 受偏心载荷的预紧联接	52
4.2.4 受复合载荷的预紧联接	52
4.2.5 高温联接	52
4.2.6 低温联接	52
4.2.7 钢结构用高强度螺栓联接	53
5 螺纹联接件机械性能与材料	53

6 螺纹联接的标准元件和挡圈	60
6.1 螺栓和螺柱汇总表及标准元件	60
6.1.1 螺栓和螺柱汇总表	60
6.1.2 螺栓和螺柱标准元件	63
6.2 螺钉汇总表及标准元件	82
6.2.1 螺钉汇总表	82
6.2.2 螺钉标准元件	90
6.3 螺母汇总表及标准元件	112
6.3.1 螺母汇总表	112
6.3.2 螺母标准元件	117
6.4 垫圈和挡圈汇总表及标准元件	135
6.4.1 垫圈和挡圈汇总表	135
6.4.2 垫圈和挡圈的标准元件	140

第3章 键联接

1 键和键联接的类型、特点和应用	165
2 键的选择及键联接的强度校核计算	166
3 键联接尺寸系列和公差	167
3.1 平键	167
3.2 半圆键	171
3.3 键和键槽尺寸公差带	172
3.4 楔键	173
3.5 切向键	175

第4章 花键联接

1 花键联接的类型、特点和应用	177
2 花键联接的强度计算	177
3 矩形花键联接	178
3.1 矩形花键基本尺寸系列	178
3.2 矩形花键的公差与配合	179
3.3 矩形花键的标记	181
4 渐开线花键联接	181
4.1 渐开线花键的模数、基本尺寸计算及基本尺寸系列	181
4.2 渐开线花键公差	184
4.2.1 渐开线花键公差术语及定义	184
4.2.2 渐开线花键公差等级及公差值	184
4.2.3 渐开线花键齿侧配合	190
4.3 渐开线花键参数与标注	191
4.3.1 渐开线花键参数表	191
4.3.2 渐开线花键标记方法	192

第5章 销 联 接

1 销联接的类型、特点和应用193

2 销的选择和联接的强度校核195

3 销联接的标准元件196

3.1 圆柱销.....196

3.2 圆锥销.....200

3.3 开口销和销轴.....202

第6章 过盈联接

1 过盈联接的类型、特点和应用205

2 过盈联接计算用的主要符号和术语 ...206

3 圆柱面过盈联接208

3.1 圆柱面过盈联接的计算.....208

3.2 圆柱面过盈联接的合理结构.....219

4 圆锥面过盈联接220

4.1 液压装拆的圆锥面过盈联接.....220

4.2 螺母压紧的圆锥面过盈联接.....222

第7章 无键联接

1 型面联接223

2 弹性环联接223

3 胀紧联接套225

3.1 胀紧联接套的型式与基本尺寸.....225

3.2 胀紧联接套的选用.....229

3.2.1 按载荷选择胀套.....229

3.2.2 结合面的公差与表面粗糙度.....229

3.2.3 被联接的轴与轮毂尺寸.....229

3.3 胀紧套联接安装和拆卸的一般要求.....229

第8章 铆钉联接

1 铆钉联接的类型、特点和应用233

2 铆缝形式233

3 铆钉联接结构设计和强度计算234

3.1 铆接结构参数设计.....234

3.1.1 铆钉长度.....234

3.1.2 被铆件结构参数.....235

3.2 铆钉联接的强度计算.....236

3.3 铆接的材料和许用应力.....236

3.3.1 铆接的材料.....236

3.3.2 钢铆钉联接的许用应力.....237

3.4 铆接结构设计应注意的几个问题.....237

4 铆钉的类型和标准元件238

4.1 铆钉的类型汇总表.....238

4.2 铆钉的标准元件.....240

参考文献250

第22篇 带、链、摩擦和螺旋传动

第1章 带 传 动

1 传动带的种类及其选择3

1.1 带和带传动的形式.....3

1.2 带传动设计的一般程序.....3

1.3 带传动的效率.....3

2 V带传动12

2.1 尺寸规格13

2.2 V带传动的设计15

2.2.1 主要失效形式15

2.2.2 设计计算15

2.3 带轮31

2.3.1 带轮设计的要求31

2.3.2 带轮材料31

2.3.3 带轮的结构31

2.3.4 带轮的技术要求36

2.4 V带传动设计中应注意的问题36

2.5 设计实例36

3 窄V带、联组窄V带（有效宽度制）
传动及其设计特点38

3.1 尺寸规格38

3.2 设计计算40

3.3 带轮44

4 平带传动45

4.1 胶帆布平带45

4.1.1 规格45

4.1.2 设计计算47

4.2 锦纶片复合平带49

4.2.1 规格49

4.2.2 设计计算49

4.3 高速带传动50

4.3.1 规格50

4.3.2 设计计算	50	3.1 齿形链的基本参数和尺寸	96
4.4 带轮	52	3.2 齿形链传动的设计计算	98
5 同步带传动	53	3.3 齿形链链轮	99
5.1 规格	53	3.3.1 链轮齿形与基本参数	99
5.2 设计计算	58	3.3.2 轴向齿廓	100
5.3 带轮	60	3.3.3 链轮公差	101
5.4 设计实例	64	4 链传动的布置、张紧与维修	103
6 多楔带传动	64	4.1 链传动的布置	103
6.1 规格	64	4.2 链传动的张紧	104
6.2 设计计算	65	4.3 链传动的维修	108
6.3 带轮	66		
7 塔轮传动	66	第3章 摩擦轮传动	
8 半交叉传动	68	1 定传动比摩擦轮传动的设计	111
9 多从动轮带传动	69	1.1 主要失效形式	111
10 带传动的张紧	72	1.2 设计计算	111
10.1 张紧方法	72	2 摩擦轮的材料	114
10.2 预紧力的控制	72		
10.2.1 V带的预紧力	73	第4章 螺旋传动	
10.2.2 平带的预紧力	74	1 螺旋传动的种类	115
10.2.3 同步带的预紧力	74	2 滑动螺旋传动	115
10.2.4 多楔带的预紧力	75	2.1 滑动螺旋副的螺纹	115
		2.2 滑动螺旋副的设计	115
		2.3 材料的选择与许用应力	118
第2章 链传动		2.4 精度	120
1 链传动的特点与应用	76	3 滚动螺旋传动	120
2 滚子链传动	76	3.1 工作原理	120
2.1 滚子链的基本参数和尺寸	76	3.2 结构形式	120
2.2 滚子链传动的设计	76	3.3 滚动螺旋副的承载能力	124
2.2.1 主要失效形式	76	3.3.1 基本额定静载荷	124
2.2.2 滚子链传动的额定功率	76	3.3.2 基本额定动载荷	125
2.2.3 滚子链传动的设计计算	79	3.3.3 额定寿命	126
2.2.4 滚子链的静强度计算	85	3.3.4 平均转速和平均载荷	126
2.2.5 滚子链的使用寿命计算	85	3.4 滚动螺旋副的尺寸系列	126
2.2.6 滚子链的耐磨损工作能力计算	85	3.5 滚动螺旋传动的设计计算	129
2.3 滚子链链轮	87	3.6 主要几何尺寸	131
2.3.1 基本参数和主要尺寸	87	3.7 预紧	131
2.3.2 齿槽形状	88	3.8 材料和热处理	132
2.3.3 轴向齿廓	90	3.9 精度	132
2.3.4 链轮公差	90	3.10 滚子螺旋传动简介	132
2.3.5 链轮材料及热处理	92	3.11 设计中应注意的问题	134
2.3.6 链轮结构	92	4 静压螺旋传动	134
2.4 滚子链传动设计计算示例	94	4.1 设计计算	134
3 齿形链传动	95		

4.2 设计中的几个问题	135
4.2.1 螺纹	135
4.2.2 油腔	135

4.2.3 节流阀	135
参考文献	135

第23篇 齿轮传动

第1章 概 述

1 齿轮传动的分类和特点	3
1.1 分类	3
1.2 特点	3
2 齿轮传动类型选择的原则	3
3 主要代号、意义和单位	5

第2章 渐开线圆柱齿轮传动

1 渐开线圆柱齿轮基本齿廓和模数系列	7
2 渐开线圆柱齿轮的齿形修缘	8
3 圆柱齿轮传动几何尺寸计算	9
3.1 圆柱齿轮传动几何尺寸计算公式	9
3.2 外啮合齿轮变位系数的选择	16
3.3 重合度 ε 的计算	22
3.3.1 计算公式	22
3.3.2 图解线图	23
3.4 圆柱齿轮传动几何尺寸计算及检验有关数表	25
4 渐开线圆柱齿轮传动的设计计算	40
4.1 圆柱齿轮传动的作用力计算	40
4.2 主要参数的选择	40
4.3 主要尺寸的初步确定	41
4.4 齿面接触疲劳强度与齿根弯曲疲劳强度校核计算	42
4.4.1 计算公式	42
4.4.2 计算中的有关数据及各系数的确定	42
4.5 胶合承载能力校核计算	54
4.5.1 计算公式	54
4.5.2 计算中的有关数据及各系数的确定	54
4.6 开式齿轮传动的计算特点	59
4.7 齿轮的材料	59
5 圆柱齿轮的结构	62
6 渐开线圆柱齿轮精度	66
6.1 误差的定义和代号	67

6.2 精度等级及其选择	73
6.3 侧隙	74
6.4 推荐的检验项目	75
6.5 图样标注	75
6.6 齿轮精度数值表	75
6.7 误差的有关关系式	91
7 渐开线圆柱齿轮零件工作图及设计计算实例	92

第3章 圆弧齿轮传动

1 圆弧齿轮传动的类型、特点和应用	97
1.1 单圆弧齿轮传动	97
1.2 双圆弧齿轮传动	98
2 圆弧齿轮传动的啮合特性	99
2.1 单圆弧齿轮传动的啮合特性	99
2.2 双圆弧齿轮传动的啮合特性	100
2.2.1 同一工作齿面上两个同时接触点间的轴向距离 q_{TA}	100
2.2.2 多点啮合系数	100
2.2.3 多对齿啮合系数	101
2.2.4 齿宽 b 的确定	101
3 圆弧齿轮的基准齿形及模数系列	101
3.1 单圆弧齿轮的基准齿形	101
3.2 双圆弧齿轮的基准齿形	102
3.3 圆弧齿轮的模数系列	103
4 圆弧齿轮传动的几何尺寸计算	104
5 圆弧齿轮传动基本参数的选择	107
5.1 齿数 z 和模数 m_n	107
5.2 重合度 ε_β	107
5.3 螺旋角 β	107
5.4 齿宽系数 ϕ_d 、 ϕ_a	107
6 圆弧齿轮的强度计算	108
6.1 圆弧齿轮传动的强度计算公式	108
6.2 各参数符号的意义及各系数的确定	109
7 圆弧圆柱齿轮精度	114
7.1 误差的定义和代号	114
7.2 精度等级及其选择	114

7.3 侧隙.....	120	5.5.3 齿轮副的公差.....	183
7.4 推荐的检验项目.....	120	5.6 齿轮副侧隙.....	183
7.5 图样标注.....	120	5.7 图样标注.....	183
7.6 圆弧齿轮精度数值表.....	121	5.8 应用示例.....	184
7.7 极限偏差及公差有关的关系式.....	125	5.9 锥齿轮精度数值表.....	185
8 圆弧圆柱齿轮零件工作图及设计计算实例.....	125	5.10 极限偏差及公差与齿轮几何参数的关系式.....	207
第4章 锥齿轮、准双曲面齿轮传动		6 锥齿轮工作图例.....	
1 概述.....		第5章 蜗杆传动	
1.1 分类.....	134	1 概述.....	205
1.2 基准齿制.....	136	2 普通圆柱蜗杆传动.....	208
1.3 模数.....	136	2.1 普通圆柱蜗杆的基准齿廓和传动的主要参数.....	208
1.4 锥齿轮的变位.....	137	2.1.1 普通圆柱蜗杆的基准齿廓.....	208
1.4.1 切向变位.....	137	2.1.2 模数 m 、蜗杆分度圆直径 d_1 和导程角 γ	210
1.4.2 径向变位.....	138	2.1.3 蜗杆头数 z_1 和蜗轮齿数 z_2	210
2 锥齿轮传动的几何尺寸计算.....	138	2.1.4 中心距 a 和传动比 i	210
2.1 直齿锥齿轮传动的几何尺寸计算.....	138	2.1.5 变位系数 x_2	213
2.2 正交斜齿锥齿轮传动的几何尺寸计算.....	141	2.2 普通圆柱蜗杆传动的几何尺寸计算.....	213
2.3 弧齿锥齿轮传动的几何尺寸计算.....	142	2.3 普通圆柱蜗杆传动的承载能力计算.....	213
2.4 零度锥齿轮传动的几何尺寸计算.....	147	2.3.1 齿上受力分析和滑动速度计算.....	216
2.5 奥利康锥齿轮传动的几何尺寸计算.....	148	2.3.2 普通圆柱蜗杆传动的强度和刚度计算.....	217
2.6 克林根贝尔格锥齿轮传动的几何尺寸计算.....	155	2.3.3 蜗杆传动效率和散热计算.....	219
2.7 准双曲面齿轮传动的几何尺寸计算.....	160	2.4 实现合理的啮合部位和制造“人工油涵”的措施.....	221
3 锥齿轮传动的设计.....	167	2.4.1 实现合理的啮合部位.....	221
3.1 轮齿受力分析.....	167	2.4.2 制造“人工油涵”.....	221
3.2 初步设计.....	168	2.5 蜗杆、蜗轮的结构.....	222
3.3 齿面接触疲劳强度校核.....	171	2.6 普通圆柱蜗杆传动例题.....	223
3.4 齿根弯曲疲劳强度校核.....	172	3 圆弧圆柱蜗杆传动.....	224
3.5 直齿锥齿轮传动设计实例.....	173	3.1 圆弧圆柱蜗杆传动基本参数和蜗杆齿形.....	224
4 锥齿轮结构.....	175	3.1.1 基本参数.....	224
5 锥齿轮精度.....	177	3.1.2 蜗杆齿形.....	225
5.1 术语定义和代号.....	177	3.2 圆弧圆柱蜗杆传动的几何尺寸计算.....	227
5.2 精度等级.....	182	3.3 圆弧圆柱蜗杆传动承载能力计算.....	229
5.3 齿坯的要求.....	182	3.3.1 设计计算.....	229
5.4 齿轮的检验组与公差.....	182	3.3.2 校核齿面接触疲劳强度的安全系数.....	230
5.4.1 齿轮的检验组.....	182	3.3.3 校核蜗轮齿根强度的安全系数.....	231
5.4.2 齿轮的公差.....	182		
5.5 齿轮副的检验与公差.....	182		
5.5.1 齿轮副的检验内容.....	182		
5.5.2 齿轮副的检验组.....	182		

XVI 目 录

3.3.4 圆弧圆柱蜗杆传动实例	231
4 环面蜗杆传动	233
4.1 环面蜗杆的形成原理	233
4.1.1 直线环面蜗杆的形成原理	233
4.1.2 平面包络环面蜗杆的形成原理	233
4.2 环面蜗杆的修形	233
4.2.1 直线环面蜗杆的修形	234
4.2.2 平面包络环面蜗杆的修形	235
4.3 环面蜗杆传动基本参数选择和几何尺寸计算	235
4.4 环面蜗杆传动承载能力计算	241
4.5 环面蜗杆传动的实例	243
5 蜗杆、蜗轮精度	244
5.1 圆柱蜗杆、蜗轮精度	244
5.1.1 术语定义和代号	244
5.1.2 精度等级	251
5.1.3 齿坯的要求	251
5.1.4 蜗杆、蜗轮的检验和公差	251
5.1.5 蜗杆传动的检验和公差	251
5.1.6 蜗杆传动的侧隙规定	252
5.1.7 工作图上的标注	252
5.1.8 装配图上的标注	252
5.1.9 蜗杆、蜗轮和传动的公差或极限偏差应用示例	253
5.1.10 公差数值表	254
5.1.11 误差的有关关系式	265
5.2 直线环面蜗杆传动(TSL型)的公差	267
5.3 平面包络环面蜗杆传动的公差	273
6 蜗杆、蜗轮工作图例	275
参考文献	281

第 24 篇 轮 系

第 1 章 轮系概论

1 轮系的分类及应用	3
2 定轴轮系的传动比	3
3 常用行星齿轮传动的传动型式与特点	4
4 行星齿轮传动的传动比	6
5 行星齿轮传动的效率	7

第 2 章 渐开线齿轮行星传动

1 主要参数的确定	10
1.1 齿数及行星轮数的确定	10
1.1.1 齿数及行星轮数应满足的条件	10
1.1.2 配齿方法	14
1.1.3 行星传动中的齿轮变位	25
1.1.4 确定齿数和变位系数的计算例题	29
1.1.5 多级行星齿轮传动的传动比分配	32
2 行星齿轮传动的受力分析	33
3 行星传动齿轮强度计算要点	35
3.1 小齿轮转矩 T_1 及圆周力 F_1	36
3.2 应力循环次数	38
3.3 动载系数 K_v 和速度系数 Z_v	38
3.4 齿向载荷分布系数 K_β	38
4 行星齿轮传动的结构与计算	39

4.1 行星齿轮传动的均载	39
4.1.1 均载方法的分类	39
4.1.2 均载方法的评价与选择	45
4.1.3 行星轮油膜浮动均载理论	46
4.1.4 行星齿轮传动的浮动量计算	48
4.1.5 齿轮联轴器的设计与计算	49
4.2 行星轮的结构	51
4.3 行星架的结构与计算	53
4.3.1 行星架的结构	53
4.3.2 行星架的变形计算	55
4.4 柔性轮缘的强度校核计算	55
4.5 行星齿轮减速器整体结构	55
4.6 主要技术要求	58
4.7 行星齿轮传动设计计算例题	59
5 少齿差行星齿轮传动	61
5.1 工作原理	61
5.2 少齿差变位原理及几何计算	62
5.2.1 少齿差变位传动的原理与特点	62
5.2.2 传动质量指标	65
5.2.3 齿轮几何尺寸及参数选用表	68
5.3 零齿差变位内啮合的原理及有关计算	72
5.3.1 啮合方程	72
5.3.2 齿顶高	73
5.3.3 顶隙	73
5.3.4 重合度	73

5.3.5 齿顶厚	73	4.1 针齿与摆线轮齿啮合的作用力	114
5.3.6 变位系数的确定	74	4.1.1 在理想标准齿形无隙啮合时, 针齿 与摆线轮齿啮合的作用力	114
5.3.7 零齿差几何尺寸及参数表	76	4.1.2 修正齿有隙啮合时, 针轮齿与摆线 轮齿啮合的作用力	115
5.4 少齿差行星传动的结构	76	4.2 输出机构的柱销(套)作用于摆线轮 上的力	120
5.4.1 NN型少齿差行星传动	76	4.3 转臂轴承的作用力	121
5.4.2 N型少齿差行星传动	77	5 主要件的强度计算	121
5.5 少齿差行星齿轮传动受力分析	81	5.1 齿面接触强度计算	121
5.5.1 轮齿受力	81	5.2 针齿销的弯曲强度和刚度计算	121
5.5.2 输出机构受力	81	5.3 转臂轴承的选择	122
5.5.3 转臂轴承受力	82	5.4 输出机构圆柱销的强度计算	122
5.6 少齿差行星齿轮传动的强度计算	83	6 摆线轮齿形的优化设计	123
5.7 少齿差行星齿轮传动主要零件的常用 材料	85	7 摆线针轮行星传动的技术要求	125
5.8 少齿差行星齿轮传动主要零件的技术 要求	85	7.1 对零件的要求	125
5.9 渐开线少齿差行星传动效率计算	85	7.2 装配的要求	127
5.10 渐开线少齿差行星齿轮传动设计例题	86	7.3 摆线针轮减速器的质量分等标准	127
第3章 摆线针轮行星传动		8 设计计算公式与实例	130
1 概述	92	9 主要构件的工作图	133
1.1 摆线针轮行星减速器的结构	92	10 大型摆线针轮行星传动的结构简 介	136
1.2 摆线针轮行星传动的特点	92	11 弹性浮动针轮摆线行星减速器简介	136
1.3 摆线针轮行星传动几何要素代号	94	第4章 谐波齿轮传动	
2 摆线针轮行星传动的啮合原理	94	1 谐波齿轮传动的主要特点及其基本 原理	140
2.1 摆线针轮传动的齿廓曲线	94	1.1 主要特点	140
2.2 摆线轮齿廓曲线的方程	96	1.2 基本构造及传动原理	140
2.2.1 摆线轮的标准齿形方程式	96	1.2.1 基本构造	140
2.2.2 通用的摆线轮齿形方程式	96	1.2.2 传动原理	141
2.3 摆线轮齿廓的曲率半径	97	2 谐波齿轮传动的分类	141
2.4 复合齿形	100	3 谐波齿轮传动的运动学计算	142
2.4.1 齿形干涉区的界限点(起止点)	100	4 谐波齿轮传动主要构件的结构形式	145
2.4.2 干涉后的摆线轮齿顶圆半径	101	4.1 柔轮结构形式	145
2.4.3 复合齿形设计	102	4.2 刚轮结构形式	147
2.5 二齿差摆线针轮行星传动	105	4.3 发生器结构形式	147
2.5.1 二齿差摆线针轮行星传动的齿廓	105	5 谐波齿轮传动的设计计算与基本参 数的确定	149
2.5.2 二齿差传动摆线轮齿廓的修顶	106	5.1 设计要点	149
3 摆线针轮行星传动的基本参数和几 何尺寸计算	109	5.2 谐波齿轮传动比的确定	149
3.1 摆线针轮行星传动的基本参数	109		
3.2 摆线针轮行星传动的几何尺寸	111		
3.3 W机构的有关参数与几何尺寸	113		
4 摆线针轮行星传动的受力分析	114		

XVII 目 录

5.3 柔轮设计.....151	8.1 用相似系统分析谐波传动装置的动特性.....167
5.3.1 柔轮分度圆直径与波高的确定.....151	8.2 利用振动机构的加速度负反馈来实现减振目的.....168
5.3.2 齿形几何关系的确定.....151	9 谐波齿轮传动的试验研究.....168
5.3.3 柔轮结构尺寸的确定.....152	9.1 空载及负载跑合试验、效率、温升、超载、寿命试验.....168
5.3.4 柔轮的应力分析.....155	9.2 刚度测试.....169
5.3.5 柔轮强度计算举例.....156	9.3 起动力矩测试.....170
5.3.6 柔轮材料.....157	9.4 传动误差动态测试.....170
5.3.7 柔轮的坯料加工及热处理.....158	9.5 频率特性的测试.....172
5.4 刚轮设计.....159	9.6 柔轮应力测试.....172
5.5 波发生器的设计计算.....159	10 通用谐波传动减速器的安装、联接及外型尺寸.....172
5.5.1 凸轮薄壁轴承式波发生器的设计.....159	
5.5.2 圆盘式波发生器的设计.....161	
5.5.3 触头式波发生器的设计.....162	
5.5.4 行星式波发生器的设计.....163	
5.6 抗弯环的材料选择.....163	
6 谐波传动的效率、发热、润滑与增速.....163	
6.1 谐波传动的效率计算.....163	
6.2 谐波齿轮传动的发热计算与润滑.....164	
6.3 谐波齿轮传动的增速问题.....165	
7 传动装置的运动误差和频谱分析.....165	
7.1 刚轮(柔轮)的运动误差 ΔT_E165	
7.2 刚轮、柔轮的安装误差 E_a166	
7.3 波发生器零件的径向误差.....166	
8 谐波齿轮传动的动态特性及其减振措施.....167	

第5章 多点啮合柔性传动装置

1 概述.....173
1.1 特征和类型.....173
1.2 优越性.....173
1.3 应用范围.....174
2 主要结构型式及受力分析.....174
3 柔性支承的结构和计算.....176
4 多电机驱动时的均载方法.....176
参考文献.....177

第25篇 减速器、变速器和无级变速器

第1章 减速器

1 一般减速器设计资料.....3	2 标准减速器.....47
1.1 常用减速器的型式和应用.....3	2.1 圆柱齿轮减速器的基本参数.....47
1.2 减速器的基本构造.....6	2.1.1 中心距.....47
1.2.1 齿轮、轴及轴承组合.....6	2.1.2 传动比.....48
1.2.2 箱体.....7	2.1.3 齿宽系数.....48
1.2.3 附件.....7	2.2 ZDY、ZLY、ZSY 渐开线圆柱齿轮减速器.....48
1.3 减速器传动比的分配.....7	2.2.1 适用范围.....48
1.4 典型减速器结构示例.....10	2.2.2 代号.....48
1.5 齿轮、蜗杆减速器箱体结构尺寸和图例.....29	2.2.3 减速器的承载能力.....48
1.5.1 箱体结构尺寸.....29	2.2.4 减速器的选用.....53
1.5.2 箱体结构图例.....33	2.2.5 外形及安装尺寸、装配型式.....54
1.6 减速器附件的结构尺寸.....43	2.2.6 采用中硬齿面齿轮的规定.....57
	2.3 NGW型行星齿轮减速器.....60
	2.3.1 适用范围.....60

前 言

《机械设计手册》是继《机械工程手册》之后出版的一部大型机械设计专业技术工具书。

机械工业担负着向国民经济各部门，包括工业、农业和社会生活各个方面提供各种性能先进、价格低廉、使用安全可靠的技术装备的任务，所以在现代化建设中是举足轻重的。市场竞争的生命力在于产品的水平。任何科技成果要转变为有竞争力的商品，设计起着关键性的作用。机械设计是机械产品研制的第一道工序，设计工作的质量和水平，直接关系到产品质量、性能、研制周期和技术经济效益。工业发达国家都十分重视产品设计：日本认为，工业发达是企业对产品设计高度重视的结果；美国认为，设计是一本万利的事，对产品设计投资 1 美元，带来的利润却是 1500 美元；英国认为，产品设计是英国工业的命脉，英国工业革新必须以设计为中心，始终应把产品设计作为企业的头等大事，应时常探索研究使产品设计尽善尽美；法国认为，设计是工业的生命，要培养超一流设计大师，要大胆启用有才华有实践工作经验的设计人员。

这里，有必要回顾一下机械和机械设计发展的历史。机械的发明和发展，是先由几种简单工具开始的。石器时代的石刀、石斧，只是为了能省力或便于用力。后来发展到利用杠杆原理制作灌溉或扬水用的桔槔，利用滑轮原理制作重物提升用的辘轳等简单机械。这些机械所需的原动力是直接出自人的本身。为了省力和扩大力，开始时利用牲畜力，后来利用风力和火力。待到 18 世纪 60 年代发明了蒸汽机，作为动力带动了纺织机、磨粉机、鼓风机、工作母机和铁路机车，促进了冶金、轮船和火车等工业的发展。到 19 世纪 60 年代，出现了第一台直流发电机，到 19 世纪 80 年代，研制成功了交流发电机和交流电动机，20 世纪初，电动机已在工业生产中取代了蒸汽机，成为驱动各种工作机械的基本动力。电气技术的应用，使机械工业得到了高速的发展。工业的发展，要求围绕机械设计制造的基础理论和设计方法，能适应当时机械工业的形势。到 18~19 世纪，材料科学、结构力学、弹性力学、流体力学、热力学、制图和公差等，都分别发展成为一门独立学科。但由于机械设计的复杂性，还需将这些学科在应用于设计时作某些简化假设，再加上设计人员的经验，逐渐形成了一整套机械设计方法。在这套设计方法中，要应用一些经验设计方法、经验设计公式和经验系数等，称之为常规设计或传统设计。

1946 年世界上第一台电子数字计算机诞生。经历了电子管、半导体、集成电路和大型集成电路的发展，电子计算机在机械设计中已广为采用。电子计算机的发展，使有限元法、优化设计和计算机辅助设计等成为可能。加上材料科学、计算力学、摩擦学和设计理论等的发展，逐渐形成了一套现代设计理论和方法。现代设计的特点为：（1）从静态设计到动态设计；（2）从单项设计指标到综合设计指标；（3）从常规设计到精确设计；（4）从手算设计到广泛应用计算机的设计。常规设计是不可缺少的，但对于培养具有更广阔视野的设计人员来说显得非常不够。近二、三十年，设计方法更为科学化、系统化、完善化和现代化了，虽然如此，常规设计仍然是重要基础。

由于机械产品品种繁多，除一些重要的机械产品（如机床等）有专业手册，加上综合性