

机械设计与制造简明手册

唐保宁 高学满 主编

同济大学出版社

目 录

第一章 一般标准及规范

一、一般标准..... 1	表 1-21 凸座10
表 1-1 标准尺寸(GB 2822—81) 1	表 1-22 加强肋11
表 1-2 锥度与锥角系列 (GB157—89) 2	表 1-23 铸造斜度(Q/ZB158—73)11
表 1-3 工具圆锥的锥度 (GB1443—85) 2	表 1-24 内腔11
表 1-4 锥度、角度、自由锥度和自由角 度公差 $\pm 4\alpha$ (JB1-59、JB7-59) ... 3	表 1-25 铸造过渡斜度 (Q/ZB155—73)11
二、加工工艺标准规范..... 3	四、冲压件结构设计一般规范.....12
表 1-5 中心孔(GB145—85) 3	(一) 冲裁件的结构要素12
表 1-6 燕尾槽(Q/ZB 135-73) 4	表 1-26 冲裁件的结构要素12
表 1-7 滚花(GB6403.3—86) 4	(二) 弯曲件的结构要素13
表 1-8 插齿空刀槽 (Q/ZB 134—73) 5	表 1-27 最小弯曲半径13
表 1-9 T形槽(GB158—84) 5	表 1-28 弯曲件直边高度及孔边距离 ...13
表 1-10 砂轮越程槽 (GB6403.5—86) 6	表 1-29 弯曲线的位置13
表 1-11 刨切、插、珩磨越程槽..... 7	(三) 拉伸件的结构要素.....13
表 1-12 弧形槽端部半径 7	表 1-30 拉伸件圆角半径13
表 1-13 圆形零件自由表面过渡圆角 半径(Q/ZB138—73) 7	表 1-31 圆形无凸缘拉伸件14
表 1-14 零件的倒圆与倒角 (GB6403.4—86) 8	(四) 翻孔件的结构要素14
表 1-15 过渡配合、过盈配合嵌入倒 角参考数据 8	表 1-32 翻孔件结构要素14
三、铸件结构设计一般规范..... 9	(五) 其它14
表 1-16 各种铸造方法的铸件最小壁厚 ...9	表 1-33 铁皮咬口类型、用途和余量.....14
表 1-17 外壁、内壁与肋的厚度..... 9	表 1-34 卷边直径14
表 1-18 孔边凸台 9	五、焊接的一般规范.....15
表 1-19 铸造外圆角(Q/ZB157—73) ...10	(一) 焊缝符号15
表 1-20 铸造内圆角及过渡尺寸 (Q/ZB156—73)10	表 1-35 基本符号及应用举例 (GB324—88)15
	表 1-36 辅助符号(GB324—88)16
	表 1-37 补充符号(GB324—88)16
	(二) 气焊、手工电弧焊及气体保护焊 焊缝坡口的基本形式与尺寸16
	表 1-38 焊缝坡口的基本形式与尺 寸(GB985—88)17
	(三) 焊缝的图样标注(GB324—88)19

表 1-39 常用的焊缝尺寸符号	19
------------------------	----

表 1-40 焊缝的标注示例	20
----------------------	----

第二章 机械制图(摘要)

一、一般规定	21
(一) 图纸幅面及格式(GB4457.1—84)	21
表 2-1 图纸幅面	21
(二) 比例(GB4457.2—84)	22
表 2-2 比例	22
(三) 图线(GB4457.4—84)	22
表 2-3 图线型式及应用	22
(四) 剖面符号(GB4457.5—84)	23
表 2-4 剖面符号	23
表 2-5 剖面符号画法	24
二、图样画法(GB4458.1—84)	25
(一) 视图	25
表 2-6 视图的分类	25
(二) 剖视图	23
表 2-7 剖切面的分类	26

表 2-8 剖视图的分类	28
表 2-9 剖切位置、剖视图的配置与标注	28
表 2-10 剖视图的简化标注	29
(三) 剖面图	29
表 2-11 剖面的分类和规定的画法	29
(四) 局部放大图	30
表 2-12 局部放大图的画法和标注	30
(五) 简化画法及其它规定画法	31
表 2-13 简化画法	31
表 2-14 其它规定画法	33
三、尺寸注法(GB4458.4—84)	33
(一) 基本规则	33
表 2-15 一般尺寸注法	33
表 2-16 简化注法	33

第三章 材料与热处理

一、黑色金属材料	38
(一) 钢铁产品牌号表示方法 (GB221—79)	38
表 3-1 常用化学元素符号	33
表 3-2 产品名称、用途、特性和工艺方法命名符号	38
表 3-3 钢铁产品牌号表示方法举例及说明(GB221—79)	39
表 3-4 各种硬度及强度换算表(GB1172—74)	40
表 3-5 金属材料机械性能代号和名词解释	41
(二) 钢铁材料的性能和应用	42
表 3-6 灰铸铁件(GB9439—88)	42
表 3-7 球墨铸铁件(GB1348—88)	43
表 3-8 可锻铸铁件(GB9440—88)	43
表 3-9 一般工程用铸造碳钢件(GB11352—89)	44

表 3-10 高锰钢铸件(GB5680—85)	44
表 3-11 工程结构用中、高强度不锈钢铸件(GB6967—86)	44
表 3-12 普通碳素结构钢(GB700—79)	45
表 3-13 优质碳素结构钢(GB699—88)	45
表 3-14 合金结构钢(GB3077—82)	47
表 3-15 碳素工具钢(GB1298—86)	48
表 3-16 合金工具钢(GB1299—85)	48
表 3-17 高速工具钢(GB9943—88)	50
表 3-18 弹簧钢(GB1222—84)	51
表 3-19 不锈钢(GB1220—84)和耐热钢(GB1221—84)	52
(三) 常用钢材规格	53
表 3-20 热轧圆钢、方钢及六角钢(GB702—86, GB705—89)	53
表 3-21 冷拉圆钢、方钢和六角钢(GB905~907—82)	53

表 3-22	热轧等边角钢 (GB9787—88).....	54	(GB2041—80、GB2060—80) ...	65	
表 3-23	热轧不等边角钢 (GB9786—88).....	54	表 3-39	铜棒公称直径 (GB4423~4424—84).....	65
表 3-24	热轧普通槽钢 (GB707—88)	55	表 3-40	铜及铜合金管常用规格 (GB1527~1530—87)	66
表 3-25	热轧普通工字钢 (GB703—88)	56	表 3-41	铝和铝合金板的厚度 (GB3194—82)	66
表 3-26	钢板品种及厚度 (GB708~709—88).....	57	表 3-42	铝和铝合金挤压棒材的规格 (GB3191—82)	66
表 3-27	低压流体输送焊接管 (GB3091~3092—82).....	57	表 3-43	铝和铝合金管外形尺寸 (GB4436—84).....	67
表 3-28	无缝钢管 (GB8163—87、 GB2270—80、GB3639 —83)	58	三、非金属材料.....		68
二、有色金属材料.....		60	表 3-44	工业用硫化橡胶板性能 (GB5574—85).....	68
(一) 有色金属和合金产品		60	表 3-45	工业用硫化橡胶板的规格 (GB5574—85).....	69
表 3-29	常用有色金属和合金元素 名称及代号 (GB340—76)	60	表 3-46	衬里用未硫化橡胶板的规格 (GB5574—85).....	69
表 3-30	有色金属和合金加工产品的 状态名称及代号 (GB340—76)	60	表 3-47	石棉板	69
表 3-31	有色金属和合金产品牌号 表示方法举例 (GB340—76)	60	表 3-48	石棉刹车带、制动摩擦片、 离合器摩擦片	69
表 3-32	铸造锌合金 (GB1175—74).....	61	表 3-49	工业用毛毡 (FJ314—81)	70
表 3-33	铸造铜合金 (GB1176—87).....	62	表 3-50	软钢纸板 (QB365—83)	70
表 3-34	铸造铝合金 (GB1173—86).....	62	四、常用工程塑料.....		70
表 3-35	铸造轴承合金 (GB1174—74).....	63	表 3-51	工程塑料主要成型方法、特点 及应用	71
表 3-36	有色金属加工产品特点和应用 (GB1173—86).....	64	表 3-52	工程塑料的选用	71
(二) 有色金属加工产品的常用规格		65	表 3-53	工程塑料精度等级的选用	71
表 3-37	纯铜板(带)的厚度 (GB2040—80、GB2059—80) ...	65	表 3-54	塑料制品公差数值表	72
表 3-38	黄铜板(带)的厚度		表 3-55	常用工程塑料的特性与用途	73
			表 3-56	常用工程塑料的机械性能	75
			表 3-57	硬聚氯乙烯板材 (GB4454—84).....	77
			表 3-58	硬聚氯乙烯管材 (GB4219—84).....	77
			表 3-59	聚四氟乙烯制品规格 (SG188~190—80)	78

表 3-60 有机玻璃板、棒、管的规格 (HG2—343—76)	79	路线中的安排	86
表 3-61 有机玻璃的性能 (HG2—343—76)	79	表 3-71 工具钢零件热处理在工艺 路线中的安排	87
五、热处理	79	表 3-72 常用钢材淬火后最高硬度 值及淬透性参考数值	88
(一) 钢的热处理	79	(二) 有色金属的热处理	88
1. 铁—碳合金平衡图及钢的结构组 织	80	表 3-73 有色金属的热处理方法及应 用	83
表 3-62 热处理方法代号	81	(三) 金属表面处理	89
表 3-63 钢的热处理方法及应用	81	表 3-74 金属镀层的特点和应用	89
表 3-64 钢的化学热处理方法及应 用	81	表 3-75 电镀层厚度分类	89
表 3-65 铸铁热处理	82	表 3-76 金属镀层的厚度	90
2. 钢的预热处理	83	表 3-77 镀铬	90
表 3-66 退火方法及应用	83	表 3-78 喷丸原理和应用	91
3. 钢的最终热处理	84	表 3-79 滚压原理及参数	91
表 3-67 人工时效工艺规范及应用	84	表 3-80 滚珠滚压加工对碳钢零件 表面质量的影响	91
表 3-68 淬火方法及应用	84	表 3-81 表面强化使疲劳强度增加 的百分数(%)	91
表 3-69 回火方法及应用	85		
表 3-70 结构钢零件热处理在工艺			

第四章 公差配合、形位公差和表面粗糙度

一、公差配合	92	表 4-8 优先、常用和一般用途的轴、 孔公差带	97
(一) 公差与配合的基本概念	92	表 4-9 轴的优先、常用极限偏差	98
表 4-1 公差的名词与解释	92	表 4-10 孔的优先、常用极限偏差	102
表 4-2 配合的名词与解释	93	(五) 未注公差的极限偏差	106
表 4-3 基准制的名词与解释	94	表 4-11 未注公差尺寸的极限 偏差(GB1804-79)	105
(二) 公差与配合的注法 (GB4458.5—84)	94	(六) 优先、常用配合 (GB1801—79)	106
表 4-4 公差与配合标注示例	94	表 4-12 基孔制优先、常用配合	106
(三) 标准公差与基本偏差	95	表 4-13 基轴制优先、常用配合	106
表 4-5 标准公差数值(GB1800—79)	95	(七) 新、旧标准对照	107
表 4-6 轴的基本偏差数值表 (尺寸至 500 mm)、 (GB1800—79)	95	表 4-14 新、旧标准公差等级与精度 等级对照	107
表 4-7 孔的基本偏差数值表 (尺寸至 500 mm)、 (GB1800—79)	96	表 4-15 孔、轴公差带新、旧标准对照	107
(四) 轴、孔公差带和常用及优先用途 轴、孔的极限偏差(GB1801—79)	97	(八) 公差等级与基本偏差的选择	108
		表 4-16 常用公差等级的选择及应 用	108

表 4-17 基孔制中轴的各种基本偏差的应用说明	109	表 4-27 平行度、垂直度、倾斜度公差值	125
表 4-18 优先配合选用说明	109	表 4-28 同轴度、对称度、圆跳动和全跳动公差值	126
(九) 公差等级与加工方法	110	(四) 形位公差值的选用原则	127
表 4-19 公差等级与加工方法的关系	110	三、表面粗糙度	127
二、形位公差	111	(一) 表面粗糙度与应用	127
(一) 形位公差代号及其注法 (GB1182—80)	111	表 4-29 表面粗糙度参数	128
表 4-20 形位公差项目符号	111	表 4-30 R_a 、 R_z 、 R_v 的数值 (GB1031—83)	128
表 4-21 形位公差有关代(符)号	111	(二) 表面粗糙度的标注 (GB131—83)	129
表 4-22 公差框格	111	表 4-31 表面粗糙度的代号	129
(二) 形位公差带	112	表 4-32 表面粗糙度代(符)号的标注	129
表 4-23 形状公差带的定义及示例说明(GB1183—80)	112	(三) 表面粗糙度的应用与光洁度的对照	131
表 4-24 位置公差带的定义及示例说明(GB1183—80)	114	表 4-33 表面粗糙度的应用	131
(三) 形状和位置公差数值 (GB1184—80)	123	表 4-34 R_a 、 R_z 数值和光洁度等级的对照	132
表 4-25 直线度、平面度公差值	123		
表 4-26 圆度和圆柱度公差值	124		

第五章 螺纹及紧固件

一、螺纹	133	(GB 1414—78)	140
(一) 螺纹的分类	133	表 5-8 米制锥螺纹 (GB1415—78)	141
表 5-1 螺纹的种类、特点及应用	133	表 5-9 管接头尺寸	141
(二) 普通螺纹	133	(四) 梯形螺纹	142
表 5-2 普通螺纹直径、螺距和基本尺寸(GB193—81、GB196—81)	133	表 5-10 梯形螺纹直径、螺距和基本尺寸 (GB5796.2—86、GB5796.3—86)	142
(三) 管螺纹	137	(五) 螺纹的画法和标记	144
表 5-3 非螺纹密封管螺纹基本尺寸 (GB7307—87)	137	表 5-11 螺纹的画法 (GB4459.1—84)	144
表 5-4 非螺纹密封管螺纹公差 (GB7307—87)	138	表 5-12 普通螺纹、梯形螺纹标记示例	145
表 5-5 60°圆锥管螺纹(布锥管螺纹)	138	表 5-13 管螺纹标记示例	145
表 5-6 用螺纹密封的管螺纹 (GB7306—87)	139	(六) 普通螺纹及梯形螺纹的公差与配合	145
表 5-7 管路旋入端用普通螺纹		1. 普通螺纹的公差与配合 (摘自 GB197—81)	145

表 5-14 普通螺纹公差的基本偏差代号	146	O 级 (GB5781—86)	164
表 5-15 内、外螺纹的基本偏差	147	表 5-36 方头螺栓—O 级 (GB 8—88)	165
表 5-16 螺纹的公差等级	147	表 5-37 沉头方颈螺纹 (GB10—88)、 沉头带榫螺栓 (GB11—83) ...	165
表 5-17 内螺纹小径公差 (TD_1) 和 外螺纹大径公差 (Td_1)	147	表 5-38 六角头铰制孔用螺纹—A 和 B 级 (GB27—88)	166
表 5-18 内、外螺纹中径公差 (TD_2 、 Td_2)	148	表 5-39 六角头头部带槽螺栓—A 和 B 级 (GB29.1—88)	167
表 5-19 普通螺纹旋合长度	149	六角头头部带孔螺栓—A 和 B 级 (GB32.1—88)	167
表 5-20 普通螺纹选用的公差带	149	表 5-40 六角头螺栓—A 和 B 级 (GB 5782—86)、六角头螺栓—全 螺纹—A 和 B 级 (GB5783— 86)	168
2. 梯形螺纹公差 (GB5796.4—86)	149	表 5-41 六角头螺栓—细杆—B 级 (GB5784—86)	169
表 5-21 梯形螺纹的基本偏差	150	表 5-42 六角头螺栓—细牙—A 和 B 级 (GB5785—86)、六角头螺 栓—细牙—全螺纹—A 和 B 级 (GB5786—86)	170
表 5-22 梯形螺纹的中径公差	151	表 5-43 六角头螺杆带孔螺栓—A 和 B 级 (GB31.1—88)	171
表 5-23 梯形螺纹的旋合长度	152	表 5-44 小方头螺栓—B 级 (GB35—88)	172
表 5-24 梯形螺纹精度、公差带的选用	152	表 5-45 T 型槽用螺栓 (GB37—88) ...	172
二、螺纹零件的结构要素	152	表 5-46 活节螺栓 (GB798—88)	173
表 5-25 普通螺纹收尾、肩距、退刀 槽和倒角尺寸 (GB3—79)	153	表 5-47 地脚螺栓 (GB799—88)	173
表 5-26 圆柱形、圆锥形管螺纹和梯 形螺纹的螺尾、肩距、退刀 槽与倒角尺寸	154	(三) 螺柱	173
表 5-27 螺塞与连接螺孔尺寸	155	表 5-48 双头螺柱 (GB897—88~ 900—88)	174
表 5-28 联接零件沉头座及通孔尺 寸、螺栓孔凸台 (缘) 和螺栓 配置 (GB152—76、Q/ZB143 —73、GB5277—85)	156	表 5-49 等长双头螺栓—B 级 (GB901—88)	175
表 5-29 板手空间 (Q/ZB143—73)	158	表 5-50 等长双头螺栓—O 级 (GB953—88)	175
表 5-30 地脚螺栓孔和凸缘 (Q/ZB144—78)	158	(四) 螺钉	176
三、紧固件	159	表 5-51 开槽圆头螺钉 (GB65—85)、 开槽沉头螺钉 (GB68—85) ...	176
(一) 汇总表及标记方法	159	表 5-52 内六角圆柱头螺钉 (GB70—85)	177
表 5-31 螺栓汇总表	159		
表 5-32 螺钉汇总表	160		
表 5-33 螺母汇总表	161		
表 5-34 垫圈汇总表	163		
紧固件的标记方法 (GB1237—87)	163		
(二) 螺栓	163		
表 5-35 六角头螺栓—O 级 (GB5780— 86)、六角头螺栓—全螺纹—			

表 5-53	开槽锥端紧定螺钉 (GB 71—85)、开槽平端紧定螺钉 (GB73—85)、开槽凹端紧定螺钉 (GB74—85)、开槽长圆柱紧定螺钉 (GB 75—85)	178	6173—86)	186
表 5-54	内六角平端紧定螺钉 (GB77—85)、内六角锥端紧定螺钉 (GB78—85)	179	表 5-63	2 型六角螺母—A 和 B 级 (GB6175—86)
表 5-55	方头长圆柱端紧定螺钉 (GB 85—88)、方头倒角端紧定螺钉 (GB821—88)	180	表 5-64	2 型六角螺母—细牙—A 和 B 级 (GB6176—86)
表 5-56	十字槽圆柱头螺钉 (GB 822—89)	180	表 5-65	1 型六角开槽螺母—A 和 B 级 (GB6178—86)、1 型六角开槽螺母—C 级 (GB6179—86)、2 型六角开槽螺母—A 和 B 级 (GB6180—86)、六角开槽薄螺母—A 和 B 级 (GB6181—86)
表 5-57	十字槽盘头螺钉 (GB818—85)、十字槽沉头螺钉 (GB 819—85)	181	表 5-66	蝶形螺母 (GB62—83)
表 5-58	开槽圆头木螺钉 (GB 99—86)、开槽沉头木螺钉 (GB 100—86)、十字槽沉头木螺钉 (GB951—86)	182	表 5-67	组合式盖形螺母 (GB802—88)、盖形螺母 (GB 923—88)
表 5-59	吊环螺钉 (GB825—88)	183	表 5-68	小圆螺母 (GB810—88)
(五) 螺母	184	表 5-69	圆螺母 (GB812—88)	191
表 5-60	方螺母—C 级 (GB39—88)、六角特厚螺母 (GB56—88)	184	(六) 垫圈	192
表 5-61	1 型六角螺母—C 级 (GB41—86)、1 型六角螺母—A 和 B 级 (GB6170—86)、六角薄螺母—A 和 B 级—倒角 (GB6172—86)	185	表 5-70	平垫圈—C 级 (GB95—85)、大垫圈—A 和 C 级 (GB96—85)、平垫圈—A 级 (GB97.1—85)、平垫圈倒角型—A 级 (GB97.2—85)、小垫圈—A 级 (GB848—85)
表 5-62	1 型六角螺母—细牙—A 和 B 级 (GB6171—86)、六角薄螺母—细牙—A 和 B 级 (GB		表 5-71	轻型弹簧垫圈 (GB 859—87)、标准型弹簧垫圈 (GB 93—87)
			表 5-72	内齿锁紧垫圈 (GB 861.1—87)、外齿锁紧垫圈 (GB862.1—87)
			表 5-73	圆螺母用止动垫圈 (GB858—88)
				194

第六章 销 键 联 接 件

一、销键汇总表	195	表 6-3	内螺纹圆柱销 (GB120—86) 和内螺纹圆锥销 (GB 118—86)	198
表 6-1	销键种类、特点和应用	105	表 6-4	开尾圆锥销 (GB877—86)
二、销联接件	197	表 6-5	螺纹圆柱销 (GB878—86)	199
表 6-2	圆柱销 (GB119—86) 和圆锥销 (GB117—86)	197		

表 6-6 带孔销(GB880—86)	199	(GB1563—79)	206
表 6-7 螺尾锥销(GB881—86)	200	表 6-16 半圆键(GB1098—79 和 GB	
表 6-8 开口销 (GB91—86).....	200	1099—79)	207
表 6-9 销轴(GB882—86)	201	表 6-17 钩头楔键型式和尺寸	
三、键联接件	202	(GB1565—79)	203
表 6-10 平键和键槽的剖面尺寸		四、花键联接	208
(GB1095—79)	202	表 6-18 矩形花键(GB1144—87)	209
表 6-11 薄型平键和键槽的剖面尺寸		表 6-18.1 矩形花键的系列尺寸	209
(GB1566—79)	203	表 6-18.2 花键轴和花键孔的公差	210
表 6-12 平键型式和尺寸(GB1096—		表 6-18.3 矩形花键位置公差	210
79 和 GB1567—79)	204	表 6-18.4 矩形花键对称度公差	210
表 6-13 导向平键型式和尺寸		表 6-18.5 矩形花键大径对小径的同	
(GB1097—79)	205	轴度公差推荐值	210
表 6-14 普通楔键型式和尺寸		表 6-19 花键的画法	
(GB1564—79)	205	(GB4459.3—84)	211
表 6-15 楔键和键槽的剖面尺寸			

第七章 带传动和链传动

一、三角胶带传动	212	(四) 三角带轮工作图示例.....	217
(一) 三角胶带的标准和规格.....	212	二、同步带传动	219
表 7-1 三角胶带型号及截面尺寸		(一) 同步带的标准和尺寸.....	219
(GB1171—74)	212	表 7-14 标准带齿尺寸	219
表 7-2 三角胶带的长度系列	212	表 7-15 带宽和带高	219
(二) 三角胶带传动的设计计算.....	212	表 7-16 标准节线长	220
表 7-3 三角胶带传动的设计计算	213	(二) 同步带传动的设计计算.....	221
表 7-4 在包角 $\alpha = 180^\circ$, 特定长度、		表 7-17 同步带传动的设计计算	221
工作平稳情况下、单根三角胶		表 7-18 同步带轮最少许用齿数 $z_{\min}$	
带所传递的功率 P_0	214	(GB11362—89)	222
表 7-5 工作情况系数 K_A	215	表 7-19 使用张紧轮修正系数	
表 7-6 三角胶带带轮最小节圆直径		(GB11362—89)	222
$d_{\min}$	215	表 7-20 增速传动修正系数	
表 7-7 弯曲影响系数 K_b	215	(GB11362—89)	222
表 7-8 传动比系数 K_i	215	表 7-21 载荷修正系数 K_o	
表 7-9 包角系数 K_a	215	(GB11362—89)	223
表 7-10 长度系数 K_L	215	表 7-22 许用工作拉力及单位长度质	
(三) 三角带轮.....	216	量(GB11362—89)	223
表 7-11 三角带轮轮槽尺寸	216	表 7-23 XL 型带基准额定功率 P_0	
表 7-12 三角带轮的结构尺寸	217	(GB11362—89)	224
表 7-13 三角带带轮的结构型式和幅		表 7-24 L 型带基准额定功率 P_0	
板厚度	218	(GB11362—89)	225

表 7-25	H 型带基准额定功率 P_0 (GB11362—89)	226
表 7-26	XH 型带基准额定功率 P_0 (GB11362—89)	227
表 7-27	XXH 型带基准额定功率 P_0 (GB11362—89)	223
(三)	同步带轮(GB11361—89)	229
表 7-28	加工渐开线齿廓刀具(齿条) 的基本尺寸	229
表 7-29	直边齿廓尺寸	229
表 7-30	节距偏差及带轮外径极限偏 差	229
表 7-31	带轮宽度	230
表 2-32	带轮挡圈尺寸	230
表 7-33	带轮直径	231
表 7-34	带轮端面圆跳动	231
表 1-35	带轮径向圆跳动	231
三	传动用短节距精密滚子链	232
(一)	滚子链的基本参数与尺寸	232
表 7-36	滚子链的基本参数与尺寸 (GB1243.1—83)	232

(二)	滚子链传动设计计算	233
表 7-37	滚子链传动设计计算	233
表 7-38	工作情况系数 K_A	235
表 7-39	小链轮齿系数 $K_z(K'_z)$	235
表 7-40	排数系数 K_p	235
(三)	链轮材料及热处理	236
表 7-41	链轮材料及热处理	236
(四)	滚子链链轮主要尺寸与齿形 (GB1244—85)	236
表 7-42	滚子链链轮主要尺寸	236
表 7-43	齿槽形状	237
表 7-44	轴向齿廓	237
表 7-45	三圆弧一直线链轮主要尺寸、 齿槽形状	238
(五)	链轮结构	239
(六)	滚子链链轮公差(GB1244—85)	239
表 7-46	齿根圆直径公差及检验	239
表 7-47	齿根圆的圆跳动	240
表 7-48	齿坯公差	240
(七)	链轮工作图示例	240

第八章 齿 轮 传 动

一、渐开线圆柱齿轮传动	241
(一) 渐开线圆柱齿轮模数系列 (GB1357—88)	241
表 8-1 渐开线圆柱齿轮的模数系列	241
(二) 渐开线圆柱齿轮传动的几何计 算	241
表 8-2 标准圆柱齿轮传动的几何计 算	241
表 8-3 高变位齿轮传动的几何计算	243
表 8-4 角变位齿轮传动的几何计算	244
二、渐开线圆柱齿轮精度 (GB10095—88)	246
(一) 齿轮、齿轮副误差及侧隙的定义 和代号	246
表 8-5 齿轮、齿轮副误差及侧隙的定 义和代号	246
(二) 公差组及其对传动性能的影响	251

表 8-6 齿轮、齿轮副的三个公差组	251
(三) 齿轮、齿轮副精度等级和公差值	251
表 8-7 齿距累积公差 E_p 及 k 个齿距 累积公差 F_{pk} 值	251
表 8-8 齿圈径向跳动公差 F_r 值及径 向综合公差 F_r' 值	252
表 8-9 齿形公差 f_f 值及齿距极限偏 差 $\pm f_{pt}$ 中的 f_{pt} 值	252
表 8-10 基节及限偏差 $\pm f_{pb}$ 中的 f_{pb} 值及一齿径向综合公差 f_r' 值	253
表 8-11 齿向公差 F_β	253
表 8-12 公法线长度变动公差 F_w	253
表 8-13 接触斑点	253
(四) 齿轮精度检验组	254
表 8-14 齿轮精度检验组	254
(五) 常用各种精度等级齿轮的加工方	

法和使用范围	254	五、圆柱齿轮零件工作图示例(GB 6443—86)	267
表 8-15 齿轮精度等级和加工方法及使用范围	254	六、锥齿轮传动	268
(六) 齿轮副侧隙	255	(一) 锥齿轮模数系列	(GB12368—90) 268
表 8-16 最小极限侧隙 $j_{\min}$ 值	255	(二) 直齿锥齿轮正交传动的几何计算	268
表 8-17 分度圆弦齿厚的计算公式	255	表 8-34 直齿锥齿轮正交传动的几何计算	268
表 8-18 公法线长度的计算公式	256	七、锥齿轮精度 (GB11365—89)	269
表 8-19 齿厚及公法线极限偏差计算公式	256	(一) 齿轮、齿轮副误差及侧隙的定义和代号	269
表 8-20 中心距极限偏差 $\pm f$	257	表 8-35 齿轮、齿轮副误差及侧隙的定义和代号	269
表 8-21 齿厚极限偏差代号	257	(二) 公差组	273
(七) 图样标注	257	表 8-36 公差组	273
(八) 齿坯公差	258	(三) 齿轮、齿轮副精度等级及公差值	273
表 8-22 齿坯公差	258	表 8-37 齿距累积公差 F_p 和 k 个齿距累积公差 F_{pk} 值	273
三、关于机床圆柱齿轮传动精度的二个补充标准(JB/GQ1070—85、JB/GQ1071—85)	258	表 3-38 齿圈跳动公差 F_r 值及齿轮副轴交角综合公差 $F_{\Sigma\alpha}''$ 值	274
(一) 机床圆柱齿轮副侧隙和齿轮齿厚偏差(JB/GQ1070—85)	258	表 8-39 侧隙变动公差 F_{α} 值及齿轮副轴交角相邻齿综合公差 $f_{\Sigma\alpha}''$ 值	274
表 8-23 最小法向极限侧隙 $j_{\min}$	258	表 8-40 齿距极限偏差 $\pm f_p$ 值及齿形相对误差的公差 f_f 值	275
表 8-24 齿厚上偏差 E_{s1} (为负值)	259	表 8-41 接触斑点	275
表 8-25 齿厚公差 T_s	260	(四) 精度检验组(对直齿锥齿轮)	276
表 8-26 公法线平均长度上偏差 E_{wms} (外齿轮)	260	表 8-42 齿轮的检验组	276
表 8-27 公法线平均长度公差 T_{wm}	262	表 8-43 齿轮副的检验组	276
(二) 机床圆柱齿轮箱体孔中心距偏差和轴线平行度公差(JB/GQ1071—85)	262	(五) 齿轮副侧隙	276
表 8-28 箱体孔中心距极限偏差 $\pm F_s$	262	表 8-44 最小法向侧隙 $j_{\min}$ 值	277
表 8-29 机床圆柱齿轮箱体孔轴线平行度公差值 F_p	263	表 8-45 齿厚上偏差 E_{s1} 值	277
四、圆柱齿轮材料和结构型式	263	表 8-46 齿厚公差 T_s 值	277
(一) 齿轮材料及热处理	263	表 8-47 最大法向侧隙 ($j_{\max}$) 的制造误差补偿部分 E_{s2} 值	278
表 8-30 常用材料及其机械性能	263	表 8-48 轴间距极限偏差 $\pm f$ 值	278
表 8-31 各类材料的热处理及适用条件	264	表 8-49 安装距极限偏差 $\pm f_{AM}$ 值	279
表 8-32 渗碳深度的选择	264	表 8-50 轴交角极限偏差 $\pm E_{\alpha}$ 值	279
(二) 圆柱齿轮结构型式	265	(六) 图样标注	280
表 8-33 圆柱齿轮结构	265		

(七) 齿坯公差	280
表 8-51 齿坯尺寸公差	280
表 8-52 齿坯顶锥母线跳动和基准端面跳动公差	280
表 8-53 齿坯轮冠距和顶锥角极限偏差	280

八、锥齿轮的结构型式和工作图示例	281
(一) 锥齿轮的结构型式及尺寸	281
表 8-54 锥齿轮结构尺寸	281
(二) 锥齿轮零件工作图示例 (GB12371—90)	282

第九章 圆柱蜗杆传动

一、圆柱蜗杆传动的基本参数

(GB10085—88)	283
(一) 圆柱蜗杆传动基本几何尺寸关系式	283
表 9-1 圆柱蜗杆传动基本几何尺寸关系式	283
(二) 蜗杆基本尺寸和参数	284
表 9-2 蜗杆基本尺寸和参数	284
(三) 中心距 a	287
(四) 传动比 i	287
(五) 蜗杆蜗轮的参数匹配和标记方法	287
表 9-3 蜗杆、蜗轮的参数匹配	287

二、圆柱蜗杆蜗轮精度

(GB10089—88)	290
(一) 定义及代号	290
表 9-4 定义及代号	290
(二) 公差组	295
表 9-5 公差组	295
(三) 精度等级和公差值 (GB10089—88)	295
表 9-6 蜗杆的公差和极限偏差 f_{λ} 、 f_{HL} 、 $f_{p\phi}$ 、 $f_{p\phi L}$ 、 f_{β} 值	295
表 9-7 蜗杆齿槽径向跳动公差 f_r 值	296
表 9-8 蜗轮齿距累积公差 F_p 及 K 个齿距累积公差 F_{pn} 值	296
表 9-9 蜗轮齿圈径向跳动公差 F_r 和蜗轮径向综合公差 F''_r 值	296
表 9-10 蜗轮一齿径向综合公差 F''_r 和蜗轮齿距极限偏差 ($\pm$	

f_{pt}) 的 f_{pt} 值	297
表 9-11 蜗轮齿形公差 f_{f2} 值	298
表 9-12 传动接触斑点的要求	298
表 9-13 传动中心距极限偏差 ($\pm f_o$) 的 f_o 及传动中间平面极限偏差 ($\pm f_{\phi}$) 的 f_{ϕ} 值	298
表 9-14 传动轴交角极限偏差 ($\pm f_{\Sigma}$) 的 f_{Σ} 值	299
(四) 精度检验组	299
表 9-15 蜗杆、蜗轮和蜗杆传动检验组	299
(五) 蜗杆传动的侧隙	299
表 9-16 传动的最小法向侧隙 $j_{n\min}$ 值	300
表 9-17 蜗杆齿厚上偏差 ($E_{s,1}$) 中的误差补偿部分 $E_{s,d}$ 值	300
表 9-18 蜗杆齿厚公差 $T_{s,1}$ 值	302
表 9-19 蜗轮齿厚公差 $T_{s,2}$ 值	301
(六) 图样标注	301
(七) 蜗杆、蜗轮齿坯公差	302
表 9-20 蜗杆、蜗轮齿坯尺寸和形状公差	302
表 9-21 蜗杆、蜗轮齿坯基准面径向和端面跳动公差	302
三、蜗杆、蜗轮结构和工作图示例	302
(一) 蜗杆、蜗轮的结构	302
表 9-22 蜗杆的典型结构	303
表 9-23 蜗轮的典型结构	303
(二) 蜗杆、蜗轮零件工作图	304
四、齿轮画法 (GB4459.2—84)	306
表 9-24 齿轮的画法	306

第十章 轴

一、轴的材料	308	表 10-9 压块锁紧圆螺母	313
表 10-1 轴的常用材料、主要机械性能及 A 值	308	表 10-10 锥销锁紧挡圈 (GB883—86)、螺钉锁紧挡圈 (GB884—86)	315
二、轴的结构与轴上零件固定方式	309	表 10-11 轴肩挡圈 (GB886—86)	316
(一) 轴的结构	309	表 10-12 螺钉紧固轴端挡圈 (GB891—86)、螺栓紧固轴端挡圈 (GB892—86)	317
表 10-2 轴的各部位名称、用途及其尺寸确定	309	表 10-13 孔用弹性挡圈 A 型 (GB893.1—86)、B 型 (GB894.2—86)	318
表 10-3 轴向定位与固定方法	309	表 10-14 轴用弹性挡圈 A 型 (GB894.1—86)、B 型 (GB894.2—86)	320
表 10-4 周向定位与固定方法	311	六、轴的工作图示例	322
三、轴颈的确定	312		
表 10-5 粗略计算轴径的公式	312		
表 10-6 剪切弹性模量 $G = 8.1 \times 10^4$ MPa 时的 B 值	312		
四、滑动轴承的轴颈结构尺寸	312		
表 10-7 向心轴颈	312		
表 10-8 止推轴颈	313		
五、轴上零件用的紧固件	313		

第十一章 轴 承

一、滚动轴承	323	(GB281—84)	332
(一) 类型和代号	323	表 11-12 圆柱滚子轴承 (GB283—87)	334
表 11-1 常用滚动轴承的类型、特点和应用	323	表 11-13 双列圆柱滚子轴承 (GB285—87)	336
表 11-2 滚动轴承代号 (GB272—88)	326	表 11-14 角接触球轴承 (GB292—83 和 GB293—84)	337
表 11-3 滚动轴承的补充代号 (GB2974—81)	326	表 11-15 成对安装角接触球轴承 (GB295—83)	339
(二) 滚动轴承的计算与选用	327	表 11-16 双列角接触球轴承 (GB296—84)	341
表 11-4 寿命系数 f_L	327	表 11-17 双向推力向心球轴承 (2268000 型)	342
表 11-5 速度系数 f_v	328	表 11-18 圆锥滚子轴承 (GB297—84)	344
表 11-6 负荷系数 f_F 的近似值	328	表 11-19 双列圆锥滚子轴承 (GB299—85)	347
表 11-7 温度系数 f_T	329	表 11-20 推力球轴承 (GB301—84)	349
表 11-8 各种设备要求轴承的额定寿命	329		
表 11-9 滚动轴承的类型选择	329		
(三) 常用滚动轴承尺寸和性能	330		
表 11-10 深沟球轴承 (GB276~278—89)	330		
表 11-11 调心球轴承			

表 11-21 滚针轴承 (GB5801—86)	352	表 11-36 推力滑动轴承的 $[p]$ 和 $[pv]$ 值	365
表 11-22 只有冲压外圈的滚针轴承(GB 290—89) 和(GB290—82) ...	353	表 11-37 整体有衬正滑动轴承座 (JB2560—79)	366
(四) 滚动轴承精度、配合、配合 面形位公差和表面粗糙度 (GB307.3—84)	356	表 11-38 对开式二螺柱正滑动轴 承 座(2561—79)	367
表 11-23 滚动轴承的公差分级	356	表 11-39 常用轴瓦材料的性能与用 途	368
表 11-24 滚动轴承同轴和外壳孔的 配合(GB275—84)	356	表 11-40 卷制轴套形式及尺寸 (GB2931—82)	369
表 11-25 滚动轴承配合面与装置 面 的形状和位置公差	358	表 11-41 滑动轴承铜合金整体轴 套 (2509—81) 和滑动轴承铜 合金带挡边整体轴 套 (2510—81)	370
表 11-26 滚动轴承配合表面的粗 糙 度	358	表 11-42 轴套(Q/ZB84—73)	371
(五) 其它	358	表 11-43 轴套的连接 (Q/ZB 147—73)	372
表 11-27 SN2、SN3 型滚动轴承座 (GB7813—87)	359	表 11-44 润滑槽 (GB6403.2—86)	372
表 11-28 轻系列小型滚动轴承座 (GB7813—87 附录 A)	360	表 11-45 粉末冶金筒形轴 承(GB 2685—81) 和粉末冶金带 挡边筒形轴承(GB 2686— 81)	373
表 11-29 止推环(GB7813—87 附录 B)	361	表 11-46 粉末冶金轴承材料的化 学 成分、物理机械性能及 应 用(GB2686—81)	374
表 11-30 滚动轴承外圈上止动环 (GB305—89)	362	表 11-47 粉末冶金轴承公差 (GB 2685~2687—81)	374
表 11-31 保险环 (Q/ZB94—73)	362	表 11-48 安装粉末冶金轴承的轴 承 座与轴的尺寸公差	375
表 11-32 滚动轴承的轴向紧固	363	表 11-49 轴承用塑料的性能	375
二、滑动轴承	364	表 11-50 几种塑料轴承的配合间隙 ...	375
表 11-33 滑动轴承的分类、特点及应 用	364	表 11-51 聚甲醛轴承的配合间隙	375
表 11-34 径向滑动轴承的选用与 验 算(Q/ZB79—73)	364	表 11-52 尼龙轴承	376
表 11-35 推力滑动轴承的型 式、特 点、应用及验算	365		

第十二章 润滑和密封

一、润滑	377	表 12-2 粘度换算	378
(一) 润滑油的选择原则	377	(三) 常用润滑油的性质及用途	379
(二) 润滑油的粘度	377	表 12-3 常用润滑油的性质及用途	379
表 12-1 各种粘度的定义及其单位	377	二、润滑脂	381

(一) 润滑脂的选用原则.....	381
(二) 常用润滑脂的性质及用途.....	381
表 12-4 常用润滑脂的性质及用途	381
三、其它润滑剂和常用添加剂	383
(一) 二硫化钼.....	383
表 12-5 二硫化钼粉剂	383
表 12-6 二硫化钼油剂	383
(二) 石墨润滑剂.....	384
表 12-7 胶体石墨粉剂	384
表 12-8 胶体石墨水剂(俗称石墨乳)	384
表 12-9 胶体石墨油剂(俗称石墨油)	384
(三) 添加剂.....	385
表 12-10 常用添加剂的作用与应用	385
四、常用机器零件的润滑	386
(一) 滑动轴承.....	386
表 12-11 滑动轴承的润滑方式的选择	386
表 12-12 滑动轴承润滑油的选择	386
表 12-13 滑动轴承润滑脂的选择	386
(二) 滚动轴承.....	387
表 12-14 按 dn 值决定滚动轴承的润滑	387
表 12-15 推荐粘度值(50°C, cSt)	387
(三) 齿轮、蜗杆传动	388
表 12-16 浸油润滑时推荐的浸油深度	388
表 12-17 闭式齿轮传动润滑油粘度选用	389
表 12-18 蜗杆传动润滑油粘度选用	389
表 12-19 开式齿轮传动润滑油粘度推荐值	389
(四) 链传动.....	390

表 12-20 滚子链传动的润滑方式	390
五、一般润滑件	391
表 12-21 直通式压注油杯基本型式与尺寸(GB1152—79)	391
表 12-22 接头式压注油杯基本型式与尺寸(GB1153—79)	391
表 12-23 压配式压注油杯基本形式与尺寸(GB1155—79)	391
表 12-24 旋盖式油杯基本型式与尺寸(GB1154—79)	392
表 12-25 旋套式注油油杯基本型式与尺寸(GB1156—79)	392
表 12-26 弹簧盖油杯基本型式与尺寸(GB1157—79)	393
表 12-27 针阀式注油油杯基本型式与尺寸(GB1158—79)	393
表 12-28 圆锥管螺纹油塞(G38—3)	393
表 12-29 密封方法的分类、特点及应用	394
表 12-30 油封毡圈及槽(FJ145—79)	395
表 12-31 环形密封槽(Q/ZB136—73)和迷宫密封槽.....	396
表 12-32 J型无骨架橡胶油封(HC4—338—66)与U型无骨架橡胶油封(HG4—339—66)	396
表 12-33 J、U型无骨架橡胶油封槽的尺寸及安装示例	397
表 12-34 液压气动用O形橡胶密封圈尺寸及公差(GB3452.1—82)	398
表 12-35 轴向密封沟尺寸(国际送审稿)	399

第十三章 联轴器与离合器

一、常用联轴器与离合器的性能、特点及应用	400
表 13-1 常用联轴器与离合器性能、特点及应用	400

二、联轴器的选择	401
表 13-2 工作情况系数	401
三、联轴器的尺寸和性能参数	402
表 13-3 凸缘联轴器(GB5843—86)	402

表 13-4	夹壳联轴器 (HG5—213—65)	403	和特性	403
表 13-5	十字滑块联轴器	403	表 13-12	正三角牙牙形尺寸
表 13-6	齿轮联轴器 OL 型 齿 轮 联 轴 器 (Q/ZB 104—73) OLZ 型 齿 轮 联 轴 器 (Q/ZB 105—73)	404	表 13-13	$\alpha = 30^\circ$ 、 $\alpha = 45^\circ$ 三角牙牙嵌离合器尺寸
表 13-7	TL 型弹性套柱销联轴器 (GB4323—84)	405	表 13-14	梯形牙和矩形牙尺寸及参数
表 13-8	弹性柱销联轴器 (CB5014—85)	406	表 13-15	梯形牙、矩形牙牙嵌离合器尺寸
表 13-9	NZ 挠性爪型联轴器 (Q/ZB110—73)	407	(二) 多片摩擦离合器	412
表 13-10	十字轴式万向联轴器	407	表 13-16	多片摩擦离合器的结构尺寸
四、离合器的尺寸和性能参数	408	(三) 电磁离合器	表 13-17	DLM5 系列湿式多片电磁离合器
(一) 牙嵌式离合器	408	(四) 钢珠安全离合器	表 13-18	钢珠安全离合器 (钢珠对牙)
表 13-11	牙嵌式离合器齿形的种类	408		

第十四章 弹 簧

一、圆柱螺旋弹簧	415	(五) 普通圆柱螺旋弹簧的技术要求	424
(一) 普通圆柱螺旋弹簧的型式、代号 及尺寸参数系列	415	表 14-9 弹簧允许偏差、公差和允许 间隙(GB1239—76)	424
表 14-1 圆柱螺旋弹簧的型式、特点 及应用(GB1239—76)	415	(六) 圆柱螺旋弹簧工作图示例 (GB4459.4—84)	425
表 14-2 圆柱螺旋弹簧尺寸参数系 列(GB1358—78)	415	二、碟形弹簧	426
表 14-3 旋绕比(弹簧指数) C 的荐 用值	416	(一) 碟形弹簧的特点与分类	426
(二) 常用弹簧材料及许用应力	417	(二) 碟形弹簧组合特性及参数	426
表 14-4 弹簧材料及许用应力 (GB1239—76)	417	表 14-10 碟形弹簧组合特性及参数 ..	426
表 14-5 弹簧钢丝的抗拉强度限 σ_b	418	(三) 碟形弹簧的设计	427
(三) 压缩、拉伸弹簧的设计	418	1. 单片碟形弹簧的计算公式 ..	427
表 14-6 圆柱螺旋压缩、拉伸弹簧的 计算公式	418	表 14-11 单片碟形弹簧的计算公式 ..	427
表 14-7 常用的压缩弹簧基本性能 (GB2089—80)	420	表 14-12 α 、 β 、 γ 系数值	428
(四) 圆柱螺旋扭转弹簧的设计	423	2. 碟形弹簧的材料及许用应力	430
表 14-8 圆柱螺旋扭转弹簧的计算 公式	423	3. 碟形弹簧的系列参数	431
		表 4-13 碟形弹簧的尺寸及参数 (GB1972—80)	431
		(四) 碟形弹簧的允许偏差	433
		表 14-14 碟形弹簧的允许偏差 (GB1972—80)	433
		(五) 碟形弹簧的工作图示例	434

三、弹簧画法(GB4459.4—84).....	434
--------------------------	-----

表 14-15 弹簧画法	434
--------------------	-----

第十五章 减 速 器

一、常用减速器的型式、特点和应用	435
------------------------	-----

表 15-1 常用减速器的型式及应用	435
--------------------------	-----

二、常用减速器的典型结构	437
--------------------	-----

三、减速器箱体尺寸	442
-----------------	-----

表 15-2 齿轮减速器箱体结构尺寸	443
--------------------------	-----

表 15-3 减速器底座和凸缘尺寸	444
-------------------------	-----

表 15-4 蜗杆减速器箱体尺寸	445
------------------------	-----

四、减速器附件	446
---------------	-----

表 15-5 地脚螺栓直径 d_f 与数目	446
-------------------------------	-----

表 15-6 通气器	446
------------------	-----

表 15-7 螺钉联接式轴承盖	447
-----------------------	-----

表 15-8 嵌入式轴承盖	447
---------------------	-----

表 15-9 轴承盖固定螺钉直径	447
------------------------	-----

表 15-10 通气螺塞、六角螺塞	448
-------------------------	-----

表 15-11 视孔盖	348
-------------------	-----

表 15-12 测油杆	448
-------------------	-----

表 15-13 圆形油标基本型式与尺寸 (GB1160—79)	449
--	-----

表 15-14 长形油标基本型式与尺寸 (GB1161—79)	449
--	-----

表 15-15 管状油标基本型式与尺寸 (GB1162—79)	449
--	-----

表 15-16 铸造钩形吊钩 (Q/ZB153—73)	450
--------------------------------------	-----

表 15-17 铸造圆柱形吊钩 (Q/ZB153—73)	450
---------------------------------------	-----

第十六章 行 星 传 动

一、常用行星传动的型式与特点	451
----------------------	-----

表 16-1 常用的行星传动型式及其主 要特点	451
----------------------------------	-----

二、NGW 型行星传动的计设	453
----------------------	-----

(一) 齿数的确定	453
-----------------	-----

(二) 行星传动中各构件作用的力及 转矩	454
-------------------------------	-----

表 16-2 $S \geq 2$ 的行星传动各构件的 受力分析	454
---	-----

(三) 行星传动的齿轮强度计算	455
-----------------------	-----

(四) 结构设计	456
----------------	-----

1. 均载机构	456
---------------	-----

2. 采用弹性件的均载机构	459
---------------------	-----

3. 杠杆联动均载机构	459
-------------------	-----

4. 浮动用齿轮联轴器主要参数推 荐	459
-----------------------------	-----

(五) 行星轮的结构	460
------------------	-----

(六) 行星架	471
---------------	-----

(七) 技术条件	462
----------------	-----

1. 齿轮精度	462
---------------	-----

2. 行星架精度	462
----------------	-----

表 16-3 Δf_o 和 Δf_i 值	463
--	-----

3. 其它零件精度	463
-----------------	-----

4. 齿轮材料和热处理	463
-------------------	-----

三、摆线针轮行星传动	463
------------------	-----

(一) 摆线针轮行星传动减速器结构 与特性	463
--------------------------------	-----

(二) 摆线针轮的啮合原理及齿廓方 程	463
------------------------------	-----

1. 摆线针轮传动的齿廓曲线	463
----------------------	-----

2. 摆线轮齿廓曲线的方程及曲率 半径	465
------------------------------	-----

表 16-4 $ \rho_{0min} $ 的计算公式	466
------------------------------------	-----

3. 几何尺寸计算	467
-----------------	-----

表 16-5 摆线针轮行星传动几何尺寸 计算	467
---------------------------------	-----

(三) 主要构件的受力分析	467
---------------------	-----

1. 摆线轮与针轮啮合的受力分析	467
------------------------	-----

2. 输出机构圆柱销受力分析	468
----------------------	-----

3. 行星架轴承的受力分析	469
---------------------	-----

(四) 主要构件的强度计算	469
---------------------	-----

1. 摆线齿与针齿啮合的接触强度 计算	469
------------------------------	-----

2. 针齿的弯曲强度计算	469
--------------------	-----