

高等学校教材

机械设计

第四版

邱宣怀 郭可谦 吴宗泽 汤绍模
郭芝俊 黄纯颖 杨景蕙 编著

邱宣怀 主编

高等教育出版社

内 容 简 介

本书第四版是根据国家教委高教司批准印发的高等学校工科本科《机械设计课程教学基本要求》(机械类专业适用,1995年修订版)的精神修订的。本版更新了部分内容,例如渐开线圆柱齿轮、锥齿轮承载能力计算方法,滚动轴承的代号和表示方法,动载荷和静载荷计算,窄V带传动等。在拓宽知识面、加强归纳和综合等方面也适当增加了一些内容。

全书分5篇共21章。第1篇总论,第2篇联接,第3篇传动,第4篇轴、轴承、联轴器,第5篇其他零件。

本书可作为高等学校机械类专业机械设计课程的教材,也可供有关专业师生和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计 邱宣怀等编著 . - 4版 . - 北京:高等教育出版社,1997(2002重印)

高等学校教材

ISBN 7 - 04 - 005667 - 4

.机... .邱... .机械设计 - 高等学校 - 教材
.TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 02301 号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号
邮政编码 100009
传 真 010 - 64014048

购书热线 010 - 64054588
免费咨询 800 - 810 - 0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
排 版 高等教育出版社照排中心
印 刷

开 本 787 × 1092 1 16
印 张 30
字 数 740 000

版 次 1965 年 1 月第 1 版
1997 年 7 月第 4 版
印 次 年 月第 次印刷
定 价 30.40 元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

目 录

第四版序
第一版序
基本符号表

第 1 篇 总 论

第 1 章 机械设计概论	1	2.3.2 提高表面接触强度的主要措施	21
1.1 课程性质和任务	1	2.3.3 表面挤压强度	21
1.2 设计机器的基本原则和设计程序	2	2.3.4 表面磨损强度	22
1.2.1 设计机器时应满足的要求	2	2.3.5 提高表面磨损强度的主要措施	22
1.2.2 设计方法	3	2.4 机械零件的刚度	23
1.2.3 设计程序	3	2.4.1 刚度的影响	23
1.2.4 技术经济评价	4	2.4.2 刚度计算概述	23
1.3 机械零件设计概述	5	2.4.3 影响刚度的因素及其改进措施	23
1.3.1 设计机械零件时应满足的要求	5	2.5 机械零件的冲击强度	25
1.3.2 设计步骤	5	2.5.1 冲击强度和冲击变形计算	25
1.3.3 设计计算和校核计算	6	2.5.2 提高机械零件冲击强度和缓冲能力 的措施	26
1.3.4 标准化、系列化、通用化	7	2.6 温度对机械零件工作能力的影响	28
1.4 结构设计	7	2.6.1 温度对摩擦磨损过程的影响	28
1.5 设计的检查	8	2.6.2 温度对材料膨胀和收缩的影响	28
1.6 设计人员的素质	8	2.6.3 温度对材料力学性能的影响	29
1.7 机械设计的新发展	9	2.7 机械零件的振动稳定性	30
第 2 章 机械零件的工作能力和计算 准则	11	2.7.1 振动稳定性	30
2.1 载荷和应力的分类	11	2.7.2 振动稳定性计算概述	30
2.1.1 载荷分类	11	2.7.3 减轻振动的措施	31
2.1.2 应力分类	12	2.8 机械零件的可靠性	31
2.2 机械零件的强度	13	2.8.1 可靠性概念	31
2.2.1 两种判断零件强度的方法	13	2.8.2 机械零件的可靠性计算	33
2.2.2 静应力强度	14	2.8.3 串联系统可靠度	35
2.2.3 变应力强度	15	2.8.4 提高机械零件可靠性的措施	35
2.2.4 许用安全系数	15	第 3 章 机械零件的疲劳强度	36
2.2.5 提高机械零件强度的措施	16	3.1 疲劳断裂特征	36
2.3 机械零件的表面强度	18	3.2 疲劳曲线和疲劳极限应力图	37
2.3.1 表面接触强度	18	3.2.1 疲劳曲线	37
		3.2.2 疲劳极限应力图	39

3.3 影响机械零件疲劳强度的主要因素	41	4.7.4 润滑剂的选择	72
3.3.1 应力集中的影响	41	4.8 润滑油粘度	73
3.3.2 尺寸的影响	41	4.8.1 粘度的单位	73
3.3.3 表面状态的影响	43	4.8.2 粘度单位换算	73
3.3.4 综合影响系数	44	4.8.3 粘度等级	73
3.4 许用疲劳极限应力图	44	4.8.4 温度和压力对粘度的影响	74
3.4.1 稳定变应力和非稳定变应力	44	4.8.5 配油计算	75
3.4.2 许用疲劳极限应力图	44	4.9 工业用润滑油和润滑脂简介	75
3.4.3 工作应力增长规律	46	4.9.1 工业用润滑油	75
3.5 稳定变应力时安全系数的计算	46	4.9.2 润滑脂	77
3.5.1 单向应力状态时的安全系数	46	附录 工业用润滑油新旧粘度牌号对照	78
3.5.2 复合应力状态时的安全系数	51	第5章 机械常用材料和制造工艺性	79
3.5.3 许用安全系数	51	5.1 机械常用材料	79
3.6 规律性非稳定变应力时机械零件的 疲劳强度	51	5.2 金属材料的力学、加工和使用性能	80
3.6.1 疲劳损伤积累假说	51	5.2.1 应力极限	80
3.6.2 等效稳定变应力和寿命系数	52	5.2.2 弹性模量 E	81
3.6.3 规律性非稳定变应力时安全系数的 计算步骤	53	5.2.3 延展性	81
3.7 低周循环疲劳概述	55	5.2.4 冲击韧度 a_K	82
3.8 疲劳裂纹寿命概述	56	5.2.5 弹性能 E_e 和韧性能 E_t	82
第4章 摩擦、磨损、润滑	58	5.2.6 硬度	82
4.1 摩擦的种类及其基本性质	58	5.2.7 加工性能	82
4.2 干摩擦	60	5.2.8 使用性能	82
4.3 边界摩擦润滑	61	5.3 影响钢材力学性能的主要因素	83
4.4 磨损	63	5.3.1 含碳量的影响	83
4.4.1 粘着磨损	64	5.3.2 合金元素的影响	84
4.4.2 表面疲劳磨损	64	5.3.3 温度的影响	84
4.4.3 磨粒磨损	65	5.3.4 热处理工艺的影响	84
4.4.4 腐蚀磨损	66	5.4 材料的选用原则	86
4.5 流体摩擦润滑	66	5.4.1 使用要求	86
4.5.1 流体动力润滑	67	5.4.2 工艺要求	88
4.5.2 弹性流体动力润滑	67	5.4.3 经济要求	88
4.5.3 流体静力润滑	69	5.5 毛坯的选择	88
4.6 膜厚比与润滑状态	69	5.6 公差与配合的选择	89
4.7 润滑剂、添加剂	70	5.7 表面粗糙度的选择	90
4.7.1 润滑剂种类	70	5.7.1 表面粗糙度的选择原则	91
4.7.2 润滑剂性质	71	5.7.2 表面粗糙度和尺寸公差的关系	91
4.7.3 添加剂	71	5.8 机械零件的制造工艺性	91

第 2 篇 联 接

第 6 章 螺纹联接	100	7 2 花键联接	126
6.1 螺纹联接的主要类型、材料和精度	100	7 2.1 花键联接的分类和构造	126
6.1.1 主要类型	100	7 2.2 花键联接的计算	127
6.1.2 螺纹紧固件的性能等级和材料	101	7 3 销联接	128
6.1.3 螺纹公差和精度	102	7 4 成形联接	129
6.2 螺栓联接的拧紧和防松	102	第 8 章 过盈联接	131
6.2.1 螺栓联接的拧紧	102	8.1 圆柱面过盈联接	131
6.2.2 螺纹联接的防松	103	8.1.1 传递载荷所需的最小压强	131
6.3 单个螺栓联接的受力分析和强度计算 ...	105	8.1.2 传递载荷所需的最小过盈	132
6.3.1 受拉螺栓联接	105	8.1.3 被联接件的应力及强度计算	133
6.3.2 受剪螺栓联接	109	8.1.4 装拆压力	134
6.3.3 许用应力	110	8.1.5 装配温度	134
6.4 螺栓组联接的受力分析	112	8.1.6 提高过盈联接承载能力的措施	136
6.4.1 受轴向力 F_Q 的螺栓组联接	112	8.2 圆锥面过盈联接	137
6.4.2 受横向力 F_R 的螺栓组联接	112	8.3 弹性环联接	138
6.4.3 受旋转力矩 T 的螺栓组联接	113	第 9 章 铆接、焊接、胶接	140
6.4.4 受翻转力矩 M 的螺栓组联接	114	9.1 铆接	140
6.5 提高螺栓联接强度的措施	114	9.1.1 铆接的应用	140
6.5.1 均匀螺纹牙受力分配	115	9.1.2 铆缝	141
6.5.2 减小附加应力	116	9.1.3 铆接的工作原理	142
6.5.3 减轻应力集中	117	9.1.4 铆缝的强度计算	142
6.5.4 降低应力幅	117	9.1.5 铆缝的等强度条件	143
6.5.5 选择恰当的预紧力并保持不减退	118	9.1.6 铆缝的强度系数	144
6.5.6 改善制造工艺	118	9.2 焊接	144
6.6 螺旋传动	118	9.2.1 焊缝的式样	146
6.6.1 滑动螺旋传动	119	9.2.2 焊缝的强度计算	148
6.6.2 滚动螺旋传动简介	121	9.2.3 焊接材料和许用应力	149
6.6.3 静压螺旋传动简介	122	9.2.4 影响焊缝强度的因素和提高焊缝强度 的结构措施	150
第 7 章 键、花键、销、成形联接	123	9.3 胶接	152
7.1 键联接	123	9.3.1 胶接接头	152
7.1.1 键联接的分类和构造	123	9.3.2 胶接剂	153
7.1.2 平键联接和半圆键联接的计算	125		

第 3 篇 传 动

第 10 章 摩擦轮传动	163	10.2 摩擦轮传动中的滑动	164
10.1 概述	163	10.2.1 弹性滑动和打滑	164
10.1.1 分类	163	10.2.2 几何滑动	165
10.1.2 优缺点	164	10.3 摩擦轮材料	166
10.1.3 应用范围	164	10.4 圆柱摩擦轮传动计算	167

10 4.1 传动比	167	12 2 齿轮传动的主要参数	205
10 4.2 压紧力计算	167	12 2.1 主要参数	205
10 4.3 表面接触强度计算	167	12 2.2 精度等级的选择	206
10 4.4 条件性计算	169	12 3 齿轮传动的失效形式	207
10 4.5 作用在轴上的载荷	169	12 3.1 轮齿折断	207
10 4.6 功率损失、效率和热平衡计算	169	12 3.2 齿面接触疲劳磨损(点蚀)	208
10 5 圆锥摩擦轮传动计算	171	12 3.3 齿面胶合	208
10 6 摩擦轮结构和传动压紧装置	172	12 3.4 齿面磨粒磨损	209
10 6.1 摩擦轮结构	172	12 3.5 齿面塑性流动	209
10 6.2 摩擦轮传动的压紧装置	172	12 3.6 计算准则	209
10 7 摩擦无级变速器简介	173	12 4 齿轮材料及其热处理	209
第 11 章 带传动	176	12 4.1 齿轮材料	209
11.1 概述	176	12 4.2 齿轮热处理	210
11 1.1 传动形式	176	12 5 圆柱齿轮传动(外啮合)的几何计算 ...	212
11 1.2 优缺点	177	12 6 圆柱齿轮传动的载荷计算	213
11 1.3 应用范围	177	12 6.1 直齿圆柱齿轮传动的受力分析	213
11 2 带和带轮	177	12 6.2 斜齿圆柱齿轮传动的受力分析	214
11 2.1 平带和带轮	177	12 6.3 计算载荷	214
11 2.2 V 带和带轮	178	12 7 直齿圆柱齿轮传动的强度计算	219
11 2.3 带轮轮辐计算	180	12 7.1 齿面接触疲劳强度计算	219
11 3 带传动的几何计算	181	12 7.2 齿根弯曲疲劳强度计算	227
11 4 带传动的计算基础	182	12 7.3 静强度校核计算	232
11 4.1 作用力分析	182	12 8 斜齿圆柱齿轮传动的强度计算	237
11 4.2 带的应力	183	12 8.1 齿面接触疲劳强度计算	237
11 4.3 弹性滑动、打滑和滑动率	184	12 8.2 齿根弯曲疲劳强度计算	238
11 4.4 带传动的疲劳强度	185	12 8.3 静强度校核计算	239
11 4.5 提高带传动工作能力的措施	186	12 9 直齿锥齿轮传动	243
11 5 V 带传动设计	186	12 9.1 几何计算	243
11 5.1 V 带传动和平带传动的比较	186	12 9.2 受力分析	245
11 5.2 传动参数的选择	187	12 9.3 齿面接触疲劳强度计算	245
11 6 平带传动设计	197	12 9.4 齿根弯曲疲劳强度计算	246
11 7 带传动的张紧装置	198	12 10 齿轮传动的效率和润滑	251
11 8 同步带传动设计	198	12 10.1 齿轮传动的效率	251
11 9 其他带传动简介	202	12 10.2 齿轮传动的润滑	251
11 9.1 高速带传动	202	12 11 齿轮结构	252
11 9.2 多楔带传动	203	12 12 曲线齿锥齿轮传动和准双曲面 齿轮传动简介	253
第 12 章 齿轮传动	204	12 12.1 曲线齿锥齿轮传动	253
12.1 概述	204	12 12.2 准双曲面齿轮传动	254
12 1.1 优缺点	204	12 13 圆弧齿轮传动简介	255
12 1.2 分类	204	12 13.1 单圆弧齿轮传动	255
12 1.3 基本要求	204	12 13.2 双圆弧齿轮传动	256

第 13 章 蜗杆传动	257	14.1 概述	280
13.1 概述	257	14.1.1 优缺点	280
13.1.1 特点和应用	257	14.1.2 链的种类	280
13.1.2 分类	257	14.1.3 应用范围	280
13.1.3 精度等级的选择	258	14.2 链传动的零件和材料	281
13.2 蜗杆传动的失效形式、材料选择和结构	259	14.2.1 传动链	281
13.2.1 失效形式	259	14.2.2 链轮	283
13.2.2 材料选择	259	14.2.3 链和链轮的材料	284
13.2.3 蜗杆和蜗轮的结构	260	14.3 链传动的运动特性	285
13.3 圆柱蜗杆传动的基本参数	261	14.3.1 传动比、链速和速度不均匀性	285
13.3.1 基本齿廓	261	14.3.2 链传动的动载荷	286
13.3.2 模数 m	261	14.4 链传动的受力分析	287
13.3.3 齿形角 α_0	262	14.5 滚子链传动的计算	288
13.3.4 蜗杆分度圆直径 d_1	262	14.5.1 额定功率曲线	288
13.3.5 蜗杆直径系数 q	263	14.5.2 额定功率	288
13.3.6 蜗杆导程角	263	14.5.3 主要参数的选择	289
13.3.7 蜗杆头数 z_1 、蜗轮齿数 z_2	263	14.6 齿形链传动的计算	292
13.3.8 传动比 i 、齿数比 u	263	14.6.1 齿形链传动的基本参数	292
13.3.9 中心距 a	264	14.6.2 齿形链传动的计算功率	292
13.3.10 变位系数	264	14.6.3 齿形链链宽	292
13.4 圆柱蜗杆传动的几何计算	265	14.7 链传动的合理布置和张紧方法	293
13.5 蜗杆传动受力分析和效率计算	266	14.7.1 链传动的合理布置	293
13.5.1 蜗杆传动中的作用力	266	14.7.2 张紧方法	294
13.5.2 蜗杆传动的效率	267	14.8 链传动的润滑、护罩或链条箱	295
13.6 圆柱蜗杆传动的强度计算	269	14.8.1 链传动的润滑	295
13.6.1 初选 $[d_1 a]$ 值	269	14.8.2 护罩或链条箱	295
13.6.2 蜗轮齿面接触疲劳强度计算	270	第 15 章 减速器	296
13.6.3 蜗轮轮齿弯曲疲劳强度计算	272	15.1 减速器的主要型式及其特性	296
13.7 蜗杆轴挠度计算	272	15.1.1 圆柱齿轮减速器	296
13.8 温度计算	272	15.1.2 圆锥齿轮减速器	298
13.8.1 润滑油工作温度	272	15.1.3 蜗杆减速器	298
13.8.2 冷却方法和计算	273	15.1.4 齿轮-蜗杆减速器	299
13.9 蜗杆传动的润滑	274	15.1.5 行星齿轮减速器	299
13.9.1 润滑油粘度和润滑方法	274	15.1.6 轴装式减速器	300
13.9.2 蜗杆布置与润滑方式	275	15.1.7 组装式减速器	300
13.10 提高圆柱蜗杆传动承载能力的措施	277	15.1.8 多安装式减速器	300
13.11 环面蜗杆传动简介	278	15.1.9 联体式减速器	301
附录	279	15.2 传动比分配	302
第 14 章 链传动	280	15.3 减速器结构	303
		15.3.1 传统型减速器结构	303
		15.3.2 新型减速器结构	303
		15.4 减速器润滑	306

15 4.1 传动的润滑	306	15 5 减速器试验	308
15 4.2 轴承的润滑	307		
第 4 篇 轴、轴承、联轴器			
第 16 章 轴	309	17.6.2 脂润滑	341
16.1 概述	309	17.7 滑动轴承的条件性计算	341
16.1.1 轴的分类	309	17.7.1 径向轴承	341
16.1.2 轴的材料	310	17.7.2 推力轴承	342
16.1.3 轴设计的主要问题	310	17.8 液体动力润滑的基本方程式	343
16.2 轴的结构设计	310	17.8.1 雷诺润滑方程式	343
16.2.1 轴的毛坯	310	17.8.2 油楔承载机理	344
16.2.2 轴颈、轴头、轴身	310	17.9 液体动力润滑径向轴承的计算	345
16.2.3 零件在轴上的固定	311	17.9.1 几何关系	345
16.2.4 结构草图画法	312	17.9.2 动力润滑状态的建立	346
16.3 轴的强度计算	313	17.9.3 承载能力和索氏数 S_o	347
16.3.1 按许用切应力计算	314	17.9.4 流量计算	349
16.3.2 按许用弯曲应力计算	314	17.9.5 功耗计算	349
16.3.3 安全系数校核计算	315	17.9.6 热平衡计算	349
16.4 轴的刚度计算	320	17.9.7 保证液体动力润滑的条件	352
16.4.1 扭角的计算	321	17.9.8 参数选择	352
16.4.2 弯曲变形的计算	321	17.10 液体动力润滑推力轴承的计算	355
16.5 轴的临界转速	325	17.11 其他轴承简介	357
16.6 提高轴的强度、刚度和减轻重量的 措施	326	17.11.1 多油楔滑动轴承	357
附录	329	17.11.2 液体静压轴承	358
第 17 章 滑动轴承	333	17.11.3 气体轴承	358
17.1 概述	333	第 18 章 滚动轴承	359
17.2 径向滑动轴承的主要类型	333	18.1 概述	359
17.2.1 整体式轴承	333	18.1.1 构造	359
17.2.2 剖分式轴承	333	18.1.2 材料	359
17.3 滑动轴承材料	334	18.1.3 优缺点	360
17.3.1 对轴承材料的要求	334	18.2 滚动轴承的类型和选择	360
17.3.2 轴承材料的分类	334	18.2.1 滚动轴承的类型	360
17.4 轴瓦结构	337	18.2.2 滚动轴承类型的选择	365
17.4.1 轴瓦和轴承衬	337	18.3 滚动轴承的代号	366
17.4.2 油孔、油沟和油室	338	18.3.1 基本代号	366
17.5 轴承润滑材料	338	18.3.2 前置代号	368
17.5.1 润滑油	338	18.3.3 后置代号	368
17.5.2 润滑脂	339	18.4 滚动轴承的力分析、失效和计算 准则	369
17.6 润滑方法	339	18.4.1 向心轴承中作用力的分布	369
17.6.1 油润滑	340	18.4.2 角接触轴承中的附加轴向力 F_S	370
		18.4.3 滚动轴承的失效	371

18.4.4 滚动轴承的计算准则	372	19.2.3 夹壳联轴器	407
18.5 滚动轴承的动载荷和寿命计算	372	19.3 无弹性元件挠性联轴器	408
18.5.1 基本额定动载荷和基本额定寿命	372	19.3.1 牙嵌联轴器	408
18.5.2 当量动载荷	373	19.3.2 齿式联轴器	408
18.5.3 基本额定寿命	375	19.3.3 滚子链联轴器	410
18.5.4 角接触轴承的载荷计算	377	19.3.4 滑块联轴器	411
18.5.5 不稳定载荷下的轴承寿命计算	378	19.3.5 万向联轴器	412
18.5.6 修正额定寿命	379	19.3.6 其他平行轴间的联接	413
18.6 滚动轴承的静载荷计算	381	19.4 金属弹性元件挠性联轴器	414
18.6.1 基本额定静载荷	381	19.4.1 蛇形弹簧联轴器	414
18.6.2 当量静载荷	381	19.4.2 径向簧片联轴器	416
18.6.3 静载荷计算	382	19.5 非金属弹性元件挠性联轴器	416
18.7 极限转速	383	19.5.1 弹性套柱销联轴器	416
18.8 成对安装角接触轴承的计算特点	386	19.5.2 弹性柱销联轴器	418
18.9 滚动轴承的组合结构设计	388	19.5.3 弹性柱销齿式联轴器	418
18.9.1 滚动轴承轴系支点固定的结构 型式	388	19.5.4 梅花形弹性联轴器	419
18.9.2 滚动轴承的配合	390	19.5.5 轮胎联轴器	420
18.9.3 提高轴系刚度的措施	391	19.6 嵌合式离合器	420
18.10 滚动轴承的润滑和密封	394	19.7 摩擦离合器	422
18.10.1 滚动轴承的润滑	394	19.7.1 圆盘摩擦离合器	423
18.10.2 滚动轴承的密封	395	19.7.2 圆锥摩擦离合器	425
18.11 滚动轴承的弹性流体动力润滑 计算	396	19.7.3 操纵方法	425
附录 常用滚动轴承尺寸和主要性能参数 ...	398	19.8 磁粉离合器	426
第 19 章 联轴器和离合器	404	19.9 安全离合器	427
19.1 概述	404	19.9.1 破断式安全离合器	427
19.1.1 联轴器的类型	404	19.9.2 牙嵌安全离合器	427
19.1.2 离合器的类型	405	19.9.3 摩擦安全离合器	427
19.1.3 计算转矩	406	19.10 离心离合器	428
19.2 刚性联轴器	406	19.11 超越离合器	428
19.2.1 凸缘联轴器	406	19.11.1 滚柱超越离合器	428
19.2.2 套筒联轴器	407	19.11.2 楔块超越离合器	429
		19.11.3 棘轮超越离合器	429
		第 5 篇 其他零件	
第 20 章 弹簧	431	20.3 弹簧工作原理	435
20.1 概述	431	20.3.1 弹簧特性线	435
20.1.1 弹簧功用	431	20.3.2 弹簧刚度	435
20.1.2 弹簧种类	431	20.3.3 变形能	436
20.2 弹簧材料和制造	431	20.3.4 斜力弹簧	436
20.2.1 弹簧材料	431	20.3.5 等效弹簧	437
20.2.2 弹簧制造	434	20.4 圆柱螺旋压缩弹簧	437

20 4 .1 圆弹簧丝弹簧的计算	438	第 21 章 机架零件	455
20 4 .2 方弹簧丝弹簧的计算	443	21 .1 概述	455
20 5 圆柱螺旋拉伸弹簧	444	21 .2 截面形状的合理选择	456
20 6 圆柱螺旋扭转弹簧	445	21 .3 间壁和肋	458
20 7 环形弹簧	446	21 .4 壁厚的选择	459
20 8 碟形弹簧	449	21 .5 隔振	459
20 9 橡胶弹簧简介	452		
附录	453		
参考书目			461

第四版序

本书第四版是根据国家教委高教司批准印发的高等学校工科本科《机械设计课程教学基本要求》(机械类专业适用,1995年修订版)的精神修订的。

从1989年本书第三版发行以来,已有不少机械零件的国家标准重新修订,新修订的标准更向国际标准靠拢。新产品、优质产品和出口产品优先采用国际标准是我国既定的科学技术政策。为了适应当前市场发展的需要,也为了满足教育改革的需要,有必要对本书再次修订。

本次修订着重在更新内容方面,计有:渐开线圆柱齿轮、锥齿轮承载能力计算方法,滚动轴承的代号和表示方法、额定动载荷和额定寿命、额定静载荷,V带、窄V带和同步带传动,花键联接等等。乘此次修订机会,液体动力润滑径向轴承的计算直接引用了ISO提供的方法(因尚无国标)。蜗杆传动承载能力计算和液体动力润滑推力轴承计算也相应作了变更。有必要指出,教材有其自身的特点和要求,既要便于教,也要便于学,所以书中的有些公式、图、表的表达方式是经过适当归纳、简化和整理的,在有关章中已作了说明。

在开阔视野、拓宽知识面、加强综合等方面又在前一版的基础上适当增加了一些内容,希望能对读者扩展思路有所帮助。

在贯彻标准规定的量的符号方面,也做了一些统一工作,例如力的符号过去用 R 、 N 、 Q 等,现一律改为 F_R 、 F_N 、 F_Q 等。但同时也要照顾到各专业标准、各学科本身常用的符号以及教材本身已长期使用的符号,因此要做到完全统一还有不少困难。

国家教委非常重视进一步深化教学改革,要求“九五”期间高等教育要立足改革,加大力度,更新观念,全面贯彻落实《中国教育发展和改革纲要》。为了推进面向21世纪高等工程教育的教学内容和课程体系的改革计划,要使“九五”期间教材建设工作上一个新台阶。“不管是新编还是修订或重印,其着眼点均应放在课程体系和教学内容改革以及教学手段和方法改革上,使学生的素质、知识和能力更好地适应市场经济和新技术发展的需要,增强学生的适应性、工程实践能力和创造性,而且也是把提高水平和质量作为重点。”

本版虽在教学内容改革方面做了一些工作,但由于对教委文件精神的学习、消化不够,肯定存在不少差距,衷心欢迎广大教师和读者提出宝贵意见。

参加本版修订工作的有:邱宣怀——第1、4、10、13、15、19、20、21章,郭可谦——第6、7、8、9章,吴宗泽——第16、17章,汤绍模——第5、12章,郭芝俊——第2、3章,黄纯颖——第18章,杨景蕙——第11、14章。全书由邱宣怀负责修订。

本版由全永昕教授审阅,他对本书提出很多宝贵意见,在此深致谢意。

原书作者之一朱景梓教授和曾负责主审的陈近朱教授已先后逝世,我们对两位老教授致以诚挚的悼念。

作者

1996年10月

见国家教委高教司《关于制定高等学校工科本科基础课程及有关专业“九五”教材建设规划的原则意见(讨论稿)》,1995。

第一版序

这本教材是根据 1962 年 5 月审订的高等工业学校本科五年制机械制造类专业适用的“机械零件教学大纲(试行草案)”编写的。编写过程中,编者在贯彻“少而精”原则方面虽曾进行一些探索,但限于水平,深感距当前教学改革形势的要求相差仍远。目前,教学改革正在我国迅速开展,估计到这本教材和读者见面之日,这个差距将会更大。因此,使用本教材时,如何把最主要的内容教给学生还有待讲课教师的努力。

目前,机械类各专业的教学计划对机械零件规定的教学时数还不尽相同,而各专业对具体内容的要求也不完全一致,例如某些专业对液体摩擦润滑、螺纹联接等内容可能要求多些、深些,而另一些专业却要求少些、浅些。为使教材有较大的适应性,一般说来各章都是按较高要求编写的。所以有些内容对某些专业不免偏多,这一点也希望使用本书的教师加以注意。

过去我国出版的教材,在符号和符号脚注字的使用上比较混乱。考虑到汉语拼音在国家标准和其他各方面都在广泛采用,所以本书中也做了一些尝试:凡是国际上较通用的脚注字仍保留原样,其他脚注字则改用汉语拼音字母而不采用外文缩写。这样做,对已习惯于外文脚注字的同志来说可能不甚方便,但编者认为虽然安排上还有待商榷,但作为改革方向,似有提倡的必要。

书中用小号字排印的内容,可根据具体情况决定是否讲授。

参加本书编写的有:许镇宇(设计总论,铆钉联接,焊接,皮带传动);朱景梓(齿轮传动,蜗轮传动);郑林庆(轴,滑动轴承,滚动轴承);邱宣怀(摩擦轮传动,链传动,减速机,联轴器和离合器,弹簧,机架零件);郭可谦(过盈配合联接,螺纹联接,键、花键、无键、楔和销联接);并由许镇宇担任主编。

编者衷心希望对本书提出宝贵的意见和批评。意见和批评请寄北京景山东街 45 号高等教育出版社转。

编者

1964 年 5 月

基本符号表

A 面积, 振幅	u 齿数比, 速度
a 中心距, 距离, 系数	V 体积
B 宽度	v 速度
b 宽度	W 截面系数
C 常数, 旋绕比, 系数	w 单位宽度载荷
c 刚度, 系数, 间隙	X 系数
D 直径, 孔径	x 坐标, 系数
d 直径, 轴径	Y 系数
E 弹性模量, 能	y 坐标, 距离, 挠度
e 偏心距	Z 系数
F 作用力, 载荷	z 坐标, 距离
f 系数, 垂度	表面传热系数, 角度
G 切变模量, 重力	、 、 、 角度
H 高度	厚度, 过盈量, 间隙
h 间隙, 距离, 系数	偏心率, 磨损量(率), 指数
I, I_p 惯性矩, 极惯性矩	动力粘度, 效率
i 数, 传动比	变形量
K 系数	μ 摩擦系数, 泊松比
k 系数	运动粘度
L 寿命, 长度	曲率半径, 密度
l 长度, 距离	相对间隙, 系数, 升角, 轮宽系数
M 弯矩, 力矩	角速度
m 质量, 指数, 模数	正应力, 拉应力
N 循环次数	σ_c 压应力
n 转速, 数	σ_b 弯曲应力
O 中心	σ_p 挤压应力
P 传动功率	σ_H 接触应力
p 压强, 节距, 螺距	τ 切应力
Q 热量	σ_B, σ_B 强度极限
q 磨损量, 流量, 单位长度质量	σ_s, σ_s 屈服极限
R 半径, 可靠度, 粗糙度	σ_r 疲劳极限
r 半径	σ_{Bb} 弯曲强度极限
S 安全系数	σ_{Sc} 压缩屈服极限
s 厚度	σ_{lim} 极限应力
T 转矩, 温度	σ_a, σ_a 应力幅
t 时间, 摄氏温度()	σ_m, σ_m 平均应力
U 速度	

σ_{-1}, σ_{-1} 对称循环疲劳极限

σ_0, σ_0 脉动循环疲劳极限

注:除本表所列符号及其基本意义外,各章还有其他一些符号或意义,初次出现时另作说明。

第 1 篇 总 论

第 1 章 机械设计概论

1.1 课程性质和任务

机器是人类进行生产以减轻体力劳动和提高劳动生产率的主要工具,使用机器进行生产的水平是衡量一个国家的技术水平和现代化程度的重要标志之一。

机器是执行机械运动的装置,用来变换或传递能量、物料或信息。机械是机器和机构的总称。用来进行物料传递和变换的机器,通常称为器械、装置或设备,如蒸汽锅炉、蒸发器、热交换器、过滤装置、分离设备等。用来进行信息传递和变换的机器,通常称为仪器,如测量仪、照相机、录像机、电视机、打字机、控制和监视仪器等。

组成机器的不可拆的基本单元称为机械零件(简称零件),如螺钉、键、带、齿轮、轴、弹簧等。为完成同一使命在结构上组合在一起(可拆或不可拆)并协同工作的零件称为部件,如联轴器、轴承、减速器等。机械零件这一术语也常用来泛指零件和部件。

各种机器中普遍使用的零件称为通用零件,只在一定类型的机器中使用的零件称为专用零件。汽轮机中的叶片,纺织机中的织梭、纺锭,往复机械中的曲轴、活塞等都是专用零件。本课程只研究在普通工作条件下一般参数的通用零件和部件。

经过优选、简化、统一,并给以标准代号的零件和部件称为标准件。在正常运转过程中容易损坏,并在规定期限内必须更换的零件或部件称为易损件。

由许多机器、装置、监控仪器等组成的大型工程系统,或由零件、部件等组成的机器(甚至机器中的局部)都可以看成是一个机械系统。任何机械系统都是由“输入量——技术系统——输出量”所构成,输入量可以是能量、物料或信息,技术系统的职能是联接输入量和输出量并完成功能的转变。复杂的机械系统可以按不同的目标分解为若干主系统、分系统、子系统。用系统的观点来处理一切工程问题是当前既科学又完善的方法之一。

设计是为了满足某一特定要求而进行的创造过程(尽管设计的难易程度不同)。掌握设计的基本理论和方法是所有受工程教育的学生都应具备的能力。机械设计课程是培养机械工程类专业学生初步掌握设计机器能力的一门技术基础课。

机械设计可以是应用新的原理或新的概念,开发创造新的机器,也可以是在已有机器的基础上,重新设计或作局部的改革。因此,提高机器工作能力,合并或简化机器结构,增多或减少机器功能,提高机器效率,降低机器能耗,变更机器零件,改用新材料等等,都属于机械设计的范畴。

机械零件的设计和计算是本课程的基本教学内容,但本课程的最终目的在于综合运用各种机械零件、各种机构的知识以及其他先修课程的知识,掌握设计机械传动装置和一般机械的能力。因此,教学内容必须与机械设计教学环节紧密配合。机械设计一词是广义的,要做好设计工作,必须贯彻科研、设计、试验、制造、安装、使用、维护“七事一贯制”原则,以设计为主来综合权衡,才能取得良好的设计效果。

工业、农业、社会生活等各个部门都要求机械工业提供各种各样的机器,大多科学研究成果也必须通过机械设计、机械制造等过程才能转变为生产力。机械设计是生产机械产品的第一道工序,设计质量的高低,将直接影响机械产品的技术水平和经济效果。在设计这道工序下的功夫愈多,愈加符合客观实际,则其效果愈好。因此,机械设计学科对于国民经济的发展具有很重要的意义。产品设计是工业发展的命脉,工业革新也必须以设计为中心。

1.2 设计机器的基本原则和设计程序

1.2.1 设计机器时应满足的要求

首先要能胜任对机器提出的功能要求(或工作职能)。在此前提下,同时满足使用方便、安全可靠、经济合理、外形美观等各项要求,并希望能做到体积小、重量轻、能耗少、效率高。

在使用方面,机器应能在给定的工作期限内具有高的工作可靠性,并能始终正常工作(定期维修和更换易损件除外)。联系人和机器间的各个环节应做到:操纵轻便省力;操纵机构的部位适合人体的生理条件;操作安全,万一失误应有联锁装置或保险装置;简单重复的劳动应尽量由机器完成;维修方便等等。

在经济方面,应从机器费用、产品制造成本等多种因素中综合衡量,以能获得最大经济效益的方案为最佳设计方案。功能多、适用范围广、自动化程度高的机器,价格虽然贵一些,但产品成本(包括设备、材料、生产费用)可能反而降低。

机器外观造型应比例协调、大方,给人以时代感、美感、安全感。色彩要和产品功能相应。例如:消防、起重机械要用鲜艳醒目色,给人以紧迫、预警感;医疗、食品机械要用浅色,给人以卫生、安静感;军用器械要用保护色,给人以安全感;冰箱、风扇等要用冷色,给人以清凉感等等。

噪声也是一种环境污染,影响人体健康。限制噪声分贝数已成为评定机器质量的指标之一。机器噪声最好在 70 dB ~ 80 dB 以下。每天工作 8 小时的机器,噪声不得高于 90 dB ~ 95 dB。大于 95 dB 的机器,操作时必须戴耳塞。大于 105 dB 的机器,必须采用降低噪声的措施。齿轮传动、链传动、滚动轴承、牙嵌离合器、液压系统、电动机等都是机器中常见的噪声源。为了降低噪声,首先要分析产生噪声的原因,然后从设计、工艺、材料等因素着手,采取各种降低噪声的措施。随着环境对机器噪声的要求愈来愈苛刻,故低噪声设计日见重要。

对不同用途的机器还可能提出一些其他要求,如巨型机器有起重、运输的要求,生产食品的机器有保持清洁和不污染环境的要求等。

1.2.2 设计方法

设计机器的方法大体上有以下几种。

1. 内插式设计

在两个现有设计方案中作内插式设计是一般机器常用的设计方法。这种方法有成功的经验可以借鉴,只要设计时精心对待,认真作一些技术改进工作,通过少量试验研究,就能有把握地设计出成功的产品。通常所谓的类比设计、相似设计都属于内插式设计范畴。

2. 外推式设计

和内插式设计不同,虽也有部分经验可以借鉴,但外推部分处于未知领域,若某些运行参数超过通用设计方法所许用的范围,就有可能产生意想不到的结果。因此,外推式设计必须慎重对待,对外推领域要做好技术开发研究、理论探讨和科学实验工作。

3. 开发性设计

应用新原理、新技术设计新型技术装备的工作称为开发性设计。功能设计和结构设计是开发性设计的核心。功能设计时要运用物理学、理论力学、机械原理、流体力学、热力学、摩擦学等基础理论知识;结构设计时要应用机械零件、金属材料及热处理、机械制造工艺、公差配合等知识和生产实践的经验。

1.2.3 设计程序

新产品设计是一项复杂细致的工作,要提供性能好、质量高、成本低、有市场竞争能力、受用户欢迎的新产品,必须有一套科学的工作程序和方法。三十多年来,世界各国开展了“设计方法学”的研究,重视市场调查,开展新技术的试验研究,进行技术经济评价,做好为用户服务等工作。

新产品从提出任务到投放市场的全部程序要经过四个阶段(图 1.1):调查决策阶段;研究设计阶段;试制阶段;投产销售阶段。

调查项目应包括:工作原理及其应用成果;有关技术情报和专利;用户意见和要求;市场供销和竞争等。在调查研究的基础上,拟订新产品开发计划书,内容包括:调查结果分析;设计方案构思和建议;新技术、新工艺、新结构的采用;投资、成本、价格和利润;日程安排等。在设计开始阶段,应充分发挥创造性,构思方案应多样化,以便经过反复分析比较后作出决策,从中选取最佳的设计方案。决策是非常关键的一步,直接影响设计工作和产品的成败。

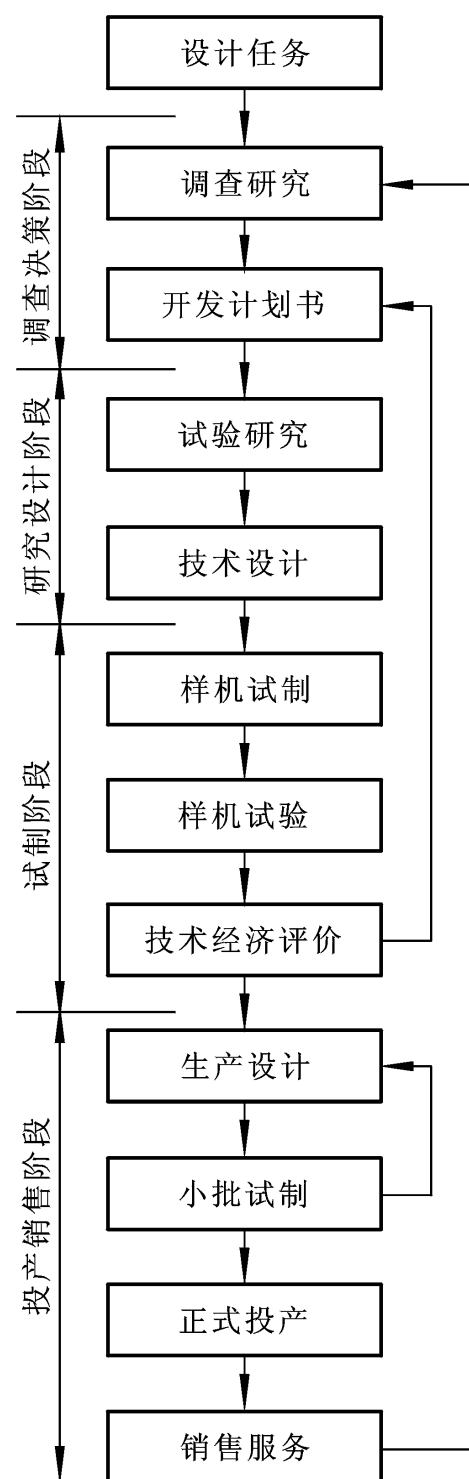


图 1.1 新产品开发设计程序

例如,日本人瞄准大众市场开发出来的“傻瓜”产品具有功能集约化、操作简易化、使用大众化等特点,由于物美价廉,迅速占据了广大的市场,取得了可观的经济效益。