

机械零部件手册

选型

设计

指南

余梦生

吴宗泽

主编

机械工业出版社

TH13-62

机械零部件手册

选型·设计·指南

余梦生 吴宗泽 主编

YD



机械工业出版社

内 容 简 介

本书是一本带指导性的手册, 主要回答设计人员在机械零部件设计中遇到的实质性与关键性问题, 提出指导性意见, 并介绍有关的参考资料, 尤其是一般手册或教材中不易找到的资料。它对整个零部件设计的全过程尽量给出一个概貌, 同时又对具体的设计给予定量的指导, 并把重点放在使用面较广的通用零部件上。其中某些部分如摩擦、磨损和润滑, 密封, 变速箱, 离合器, 制动器, 焊接, 铆接, 楔联接, 粘接, 飞轮, 导轨, 机架零件, 管路系统设计, 则是由于设计中需要而一般手册中资料较少而加入的。本书共 34 章, 均由有丰富经验的专家执笔。内容丰富, 资料可靠, 是工厂、科研院所的设计研究人员和高等工科院校有关专业师生的良好参考手册。

图书在版编目(CIP)数据

机械零部件手册: 选型·设计·指南 / 余梦生, 吴宗泽主编. —北京: 机械工业出版社, 1996.6

ISBN 7-111-04850-4

I. 机… II. ①余…②吴… III. ①机械元件-手册②机械元件-选型-设计-手册 IV. TH13-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 12244 号

出 版 人: 马九荣(北京市百万庄南街 1 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 夏曼苹 蒋 虹 刘小慧 版式设计: 冉晓华

责任校对: 陈立耘 封面设计: 姚 毅 责任印制: 路 琳

机械工业出版社印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1996 年 11 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·115.75 印张·2 插页·3608 千字

0 001-5 000 册

定价: 175.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

主 编 的 话

如果从 1988 年 4 月 20 日的《机械零部件设计手册》第一次编审工作会议开始计算,这本书从讨论编写大纲、组稿、编写、审稿、修改到成稿、交稿、差不多经历了六个年头。在本书即将付印之前,有必要对一些问题作一说明。

1. 本书的主要编写思想

改革开放以来,在机械产品方面,我们一方面要引进新产品、新技术,一方面又要向国外出口我们自行设计有竞争能力的新产品。这就需要设计人员在原有的基础上不断提高。他们进行零部件设计的主要参考资料除了图样以外,便是高等工科院校所用的《机械零件》、《机械设计》、《机械设计基础》等课程的教材和课程设计的指导书、参考资料,以及一些出版社已出版的各种《机械设计手册》、《机械零件手册》、《机修手册》、《机械传动设计手册》、《实用机械设计手册》、《紧固件设计手册》等。此外,还有译自国外的一些手册,如美国的《实用机械设计手册》、德国的《Dubbel 机械工程手册》。这些资料,尤其是各种手册,都各具特色,有的一版再版,受到广大设计人员的欢迎。但是,作为设计人员,尤其是经验不多的青年设计人员,在自行设计、引进产品国产化设计、产品更新换代设计的工作中,还需要另外一种形式的手册,它能从前提分析,形式选择、方案设计、参数设计、强度设计(或技术设计)到施工设计乃至设计施工服务等整个设计工作的全过程的分析;对零部件强度和寿命与使用条件、结构、加工工艺、材料、维护修理、经济性等方面的关系进行分析;对新的设计方法,新的零部件、新材料的使用条件和经济性作出应有的说明;对零部件的各种类型、结构参数、材料、计算方法及其系数、各种表格中的数据等之间的比较和选择进行辨证的分析;提供某些有实用价值的带判据性的资料和数据。这样,就可以使设计人员处理各设计环节中所出现的问题。例如,在各种类型的零件中,应当选哪种型式?它们的尺寸根据什么原则确定?如果强度不够,怎么办?没有合适的材料怎么办?对使用与维护有什么要求等。对这类问题处理得当,将使设计出来的零部件不但能满足机器的要求,而且还能提高整个机器的性能。

以常用的重要传动零件齿轮为例。现有的各种教材和手册中一般都介绍了各种齿轮传动的性能与使用场合、计算方法、结构和材料选择。由于齿轮强度计算方法已经有了国家标准,因此对计算方法本身尤其是各个系数都介绍得比较详细,一般设计人员在给定数据之后,都能把齿轮的主要尺寸计算出来。可是,在生产中往往反映,设计出的齿轮有这样或那样的问题,这就说明设计人员未能真正掌握设计中的关键问题。在很多情况下,齿轮设计的关键并不是强度计算方法,而是在确定尺寸时,如何综合考虑使用条件、失效情况、材料、热处理、加工方法(包括所用机床、刀具、测量工具)等对它的影响,不断反复、协调、比较、反馈、修正。例如,对于高速齿轮,必须注意齿轮的几何参数选择并进行胶合计算;对于大功率硬齿面齿轮,必须进行热平衡计算;对于尺寸无特别限制的齿轮,按一般的简化方法就已足够;对于齿轮的许用应力选择,必须考虑材料的熔炼方法、热处理方法及设备、金相组织、各项化学、物理、力学性能检验指标及检验方法、所用加

工机床类型及精度、所用加工刀具及精度、所用测量方法、轴与轴承的结构和刚度、箱体的结构、刚度和加工方法、安装调试方法等许多有关连的问题，不能随意取值；对于最后计算结果，必须根据使用条件、生产批量、可靠性、经济性等予以综合评估。

再以螺纹联接为例。它在设计中最难处理的问题并不是强度计算，而是与之有关的各种紧固件的选型，即哪种螺栓或螺钉、哪种防松装置、哪种垫圈最合适，以及它们的布置与结构，例如双头螺柱末端的固定方法和预紧力控制等。在实用中，螺纹联接的失效常常是由于滑扣或松脱，断裂的只是极少数。

又以联轴器为例。如何从品种甚多、性能各异的各种联轴器中选用能满足机器要求的联轴器，对多数设计人员来说，始终是一个困扰的问题。而且由于联轴器的结构日趋复杂和生产的专业化，承载能力计算已退居次要地位。

类似问题，在很多零部件设计中，都以不同的程度存在着。

为此，需要针对上述问题编写一本带指导性的手册，它能：

——回答经验不多的设计人员在机械零部件设计中遇到的一些关键性问题，提出指导性意见，并介绍有关参考资料。

——对整个零部件设计的全过程与有关环节的相互关系给出一个概貌，同时又对具体设计给予定量指导。

——突出那些零部件设计中实质性与关键性问题，以及一般手册或教材中不易找到的资料，对于那些在一般手册中均能找到的标准和表格，如紧固件、滚动轴承、传动带、传动链、联轴器等标准的有关表格则不予列入，而仅仅是指出查找方向，列出标准号。

——把重点放在使用面较广的通用零部件，如螺纹联接、齿轮传动与轴承等上，但也收入一般手册中涉及较少而对设计甚为重要的内容，如摩擦、磨损与润滑、密封、管路系统、粘接、导轨、机架零件、制动器、变速箱等。

——对一些专业化生产的产品，如行星传动、机械无级变速器、联轴器、链传动等，着重于它的选型与承载能力验算，避免作过多的理论探讨。

——着重介绍生产中比较成熟而可靠的零部件，对那些新出现，但是目前尚在试用的零部件，则只介绍它们的优缺点与使用条件，指出参考资料，不作过多的探讨。

——对材料、热处理和加工工艺等方面的内容，以介绍到能正确地设计全过程为度，也即只指明方向、手段、应用条件和得失等，而不作过细的叙述。

因而，本书的编写思想可以归纳为：具有实用性、指导性、系统性、广泛性与先进性，同时贯彻整机观念、辩证观念和经济观念。

此外，为了节约篇幅，以及避免与其他手册及专著不必要的重复，凡是在其他手册与专著中能够查到的次要的和枝节性的内容，本书均只指出参考文献，查找方向，而不重复引述。

2. 本书的内容编排

全书共分 34 章。第一篇总论部分共 4 章，都是基础性内容，是所有零部件设计中都要用到的。其中考虑到摩擦、磨损与润滑以及密封对零部件的作用日益重要，故专门列出了相应的三个章节。有关固体力学的内容因为一般的手册中均较详细，故未列入。

第二篇传动部分共 11 章。其中“圆柱齿轮传动”一章是按前面的编写思想写的，故在

承载能力计算方面把重点放在用得较多的简化方法上, 未全部把国家标准引入, 另外着重写了初步设计。“圆锥齿轮传动”一章则还介绍了各国的包括用得较多的 Gleason 工厂的圆锥齿轮强度验算标准, 圆锥齿轮的各种齿形制及几何计算。“蜗杆传动”着重于各种蜗杆的比较及选用, 并将设计计算的重点放在用得较多的阿基米德蜗杆上。“带传动”与一般手册相比, 多了带的选型、窄 V 带和联组 V 带传动的设计、多楔带传动的设计、平带包括高速带的设计、半交叉和交叉传动与角度传动的设计、塔轮传动、多从动轮传动与张紧力控制等内容, 但未将带的尺寸标准全部引入。“链传动”与一般手册不同之处为: 多了链的选型、多从动轴链传动的设计、输送链, 尤其是用普通滚子链作输送链的设计、特殊链传动尤其是作为传动机构来使用的链传动的设计。“摩擦轮传动与机械无级变速器”一章重点放在摩擦轮传动的设计上, 介绍了加压装置的设计和金属摩擦轮传动的弹性流体动力润滑计算。机械无级变速器由于多数为专业生产, 故将重点放在选用上, 只介绍简单的、一般能自行设计制造的带式无级变速器的设计。“行星传动”把重点放在比较与选型上。“谐波传动”把重点放在结构设计与几何学设计上。“螺旋传动”把重点放在滑动螺旋的结构设计、材料选择与承载能力计算上。“齿轮箱与变速箱”考虑在箱体结构上有些共性的内容, 合成一章。齿轮箱把重点放在高速齿轮箱上, 因为一般中低速齿轮箱设计的资料比较完整, 容易找到。变速箱则把重点放在变速级数较少的普通变速箱上, 因为它可以自行设计制造, 用途也较广。而对于专业性较强的机床和汽车上所用的变速箱则未予介绍。为了能正确选用各种传动, 与工作机和原动机有较好的匹配, 专门加了“传动方式的比较与选择”这一章。

第三篇轴、轴承和轴的联接部分共 6 章。“轴”的重点为结构设计, 包括它的材料、热处理和加工工艺。“联轴器”的重点为比较和选型, 特别是一些新型的、性能较好的弹性联轴器。“离合器”的重点也是比较和选型, 但对于大型的和车辆、工程机械中用的专业性较强的离合器则只介绍其特点。“制动器”是一般手册中涉及较少的, 资料与专著也较少, 但在机械产品中又是一个重要的部件, 因此本书给予较大的篇幅, 内容也较详尽。“滑动轴承”一章把重点放在结构、材料与润滑上, 因为这是影响轴承性能的最主要因素。对流体动力润滑计算, 因为资料与专著较多, 所以只作简单的介绍, 不作理论上的详细推导, 并且主要按计算曲线计算。对高速轴承, 只介绍其结构与设计上的特点。“滚动轴承”一章把重点放在选型、部件结构设计、润滑与密封上, 对承载能力的计算公式则不作推导; 标准与表格则不予列入, 因为它们一般在一般的手册中均能找到。

第四篇联接部分共 9 章。“焊接”一章着重介绍接头的正确设计, 焊缝的合理布局。“铆钉联接”因为在有振动的设备和结构中用得很多, 而且在一般的设计手册中很少介绍, 故专列一章, 其中还介绍了一些新型的铆钉。本章重点仍为选型与结构设计。“螺纹联接”的编写思想已在前面提过, 因此其重点放在选型与结构上, 并主要介绍各种标准件的特点与应用范围及应注意之处。“轴毂联接”除了常用的联接方式外, 还介绍了一些新型联接方式的特点与使用场合。本章的重点也为选型与结构。“过盈配合联接”一章着重介绍其结构及装配工艺。“楔销联接”一章中的楔联接是一般手册中所欠缺的, 故给予一定的篇幅。销联接则侧重选型、结构及孔的工艺要求。“粘接”是目前在机械中用得相当广泛的, 但在一般手册中较少介绍, 因此专列一章。对其接头的设计和各種胶的性能与使用要求作一般的介绍。

第五篇其他零件部分共5章,是按性质不能划入上列各篇,但在使用中又十分重要的零件。“弹簧”一章着重介绍各种弹簧的比较、选择与应用,对材料与部件结构的要求,计算公式一般不作详细推导。“飞轮”的应用日渐广泛、重要,但一般的手册均未涉及,故专列一章,介绍其结构、材料、应用与设计方法。“导轨”对有些运动,尤其是有往复运动的零件的机器十分重要,但除了机床手册外,一般手册均未介绍,因此本书专门列出一章,但其内容是针对通用机械的,因此与机床手册有所区别。“机架零件”实际上很重要,但一般手册都未列入。考虑到一般设计人员的需要,故专列一章。“管路系统设计”是考虑到机器中需要有液压、润滑、冷却和制动,因此必然要有液压油管、润滑油(脂)管、水管、压缩空气管等。这些管路相应地都比较小,但压力有时都较大,尤其是液压管。它们在结构、材料、布置、联接上均与市政、化工、冶金、采暖通风等所用的大型管道完全不同,其资料目前又较缺乏或分散,故专列一章。

3. 本书的编写分工

本书由余梦生、吴宗泽任主编,冯子佩任顾问,由鲍显威任主审,并由郑兴人协助审校了部分章节。吴宗泽主要负责第一、第四、第五篇,余梦生负责第二、第三篇。姜勇和林东初协助审阅了大纲和部分稿件。本书总论由雷天觉、冯子佩撰写。各章编写人如下:第1章,吴宗泽;第2、3章,余梦生;第4章,朱毅征;第5章,余梦生、金京;第6章,余梦生、傅德明;第7章,梁桂明;第8章,徐秀彦;第9章,王起龙;第10章,黄骥洪;第11章,崔光彩;第12章,周有强、董志峰;第13章,沈允文;第14章,谭志豪;第15章,谢景福、郑兴人;第16章,郑兴人;第17章,周明衡;第18章,许文元;第19章,唐风;第20章,易子夏、王学浩、雷天觉;第21章,刘泽九、贺士荃;第22章,吴宗泽;第23章,严鸢飞;第24章,吴宗泽;第25章,李安民;第26章,葛中民;第27章,曾昭翔;第28章,葛中民;第29章,徐秀彦;第30章,罗圣国;第31章,何德誉;第32章,易锡麟;第33章,俞新陆;第34章,徐兆厚。

至于本书的体例,原来也有过设想,例如曾经打算以表格的形式为主,但事实证明,对于重点各不相同的各种零部件,要用同一种模式来表达它的处理方法,在很多情况下会束缚不同风格的作者的思想,因此最后就不作任何规定,基本上由作者按“指南”的主要思想自行编排。这样,各个章节的编写风格就不尽一致,也与各种手册或教科书不同。其是非曲直,只能留待读者评论。

由于本书的作者较多,各章内容有些并无内在联系,加之主编水平有限,错误与不足之处在所难免,希望读者提出宝贵意见。

主 编

1995年5月

目 录

第1篇 总 论

1 机械设计的层次	1	1.3 耐热与耐腐蚀设计	29
(1) 机械设计层次与机械设计阶段	1	1.3.1 耐热设计	29
(2) 零部件设计与整机设计在各设计 阶段的配合	2	1.3.2 热变形问题	30
(3) 零部件设计的重要性	2	1.3.3 耐腐蚀问题	30
2 机械设计的分类	3	1.4 现代设计技术在机械设计中的应用	31
(1) 继承设计	3	1.4.1 设计方法学	31
(2) 新型设计	4	1.4.2 可靠性设计	32
(3) 新型零部件设计的采用和问题	5	1.4.3 计算机辅助设计(CAD)	32
3 零部件的设计要求	5	1.4.4 人机工程学设计	33
4 机械设计学	6	1.4.5 价值工程	33
(1) 零部件设计过程的阶段化	7	1.5 机械结构设计	34
(2) 设计构思的逻辑化	8	1.5.1 机械结构设计的基本概念和 原则	34
(3) 零部件设计的技术功能比值、经济比 值和综合比值的评分举例	9	1.5.2 机械零件常用材料的特性及 其选择	34

第1章 机械设计基础

1.1 机械设计的强度和刚度设计	11	1.5.3 机械零件的结构工艺性	35
1.1.1 强度设计的目的和考虑的问题	11	1.5.4 机械的参数设计	40
1.1.2 机械的载荷	11	1.5.5 对图样的要求	41
1.1.3 机械结构的力学模型	13	1.5.6 机械设计中差错的预防和补救	41
1.1.4 体积强度计算	14	1.6 机械设计实验方法	42
1.1.5 静强度	14	参考文献	42
1.1.6 疲劳强度	15		
1.1.7 蠕变计算和应力松弛	18		
1.1.8 稳定性计算	19		
1.1.9 提高体积强度的措施	20		
1.1.10 表面强度计算	20		
1.1.11 提高表面强度的措施	22		
1.1.12 许用应力与安全系数的选择	22		
1.1.13 刚度计算	23		
1.1.14 改变刚度的措施	27		
1.2 动载荷计算	27		
1.2.1 振动稳定性计算	27		
1.2.2 减振与隔振	28		
1.2.3 冲击强度计算	28		
1.2.4 材料的冲击强度及其提高措施	29		

第2章 机械中的摩擦与磨损

2.1 磨损的类型	44
2.1.1 磨料磨损	44
2.1.2 粘着磨损	45
2.1.3 腐蚀磨损	45
2.1.4 表面疲劳磨损	46
2.1.5 微动磨损	46
2.1.6 气穴冲蚀	46
2.1.7 流体冲蚀	46
2.1.8 电火花冲蚀(spark erosion)	46
2.1.9 氢磨损	46
2.2 摩擦副的摩擦状态及其可能出现的 磨损类型	47
2.2.1 摩擦副在有润滑时的摩擦	47
2.2.2 摩擦副在无润滑时的摩擦	51

2.3 边界膜	52
2.3.1 吸附膜	53
2.3.2 化学反应膜	54
2.3.3 吸附膜与化学反应膜的综合 作用	55
2.3.4 聚合膜	55
2.3.5 选择性迁移膜	55
2.4 外摩擦力的形成及减小或增大外摩擦 力的措施	56
2.4.1 滑动摩擦	56
2.4.2 滚动摩擦	57
2.5 由摩擦引起的振动	58
2.6 提高零部件耐磨性的措施	58
2.6.1 提高零部件耐磨性的结构措施	58
2.6.1.1 选择合适的材料	58
2.6.1.2 用滚动摩擦副代替滑动摩擦副	60
2.6.1.3 用弹性元件的内摩擦代替外 摩擦	60
2.6.1.4 刚性 with 柔性合理搭配	61
2.6.1.5 采用浮动零件	61
2.6.1.6 考虑零件的热变形	61
2.6.1.7 消除在安装与运行中产生的 附加载荷	61
2.6.1.8 防止摩擦副的工作表面受污 染	62
2.6.1.9 防止在零件上通过寄生电流	62
2.6.2 提高零部件耐磨性的工艺措施	62
2.6.2.1 提高抗磨料磨损、表面疲劳 磨损、冲蚀磨损能力的工艺 措施	62
2.6.2.2 提高抗粘着磨损能力的工艺 措施	66
2.6.2.3 提高抗腐蚀磨损能力的工艺 措施	66
2.6.3 提高零部件耐磨性的运行措施	66
2.6.3.1 对机器进行跑合	67
2.6.3.2 机器的运行条件与工作制对 零件磨损的影响	67
2.6.3.3 零件的极限磨损量与寿命	69
2.7 磨损形式的鉴别与摩擦和磨损的试验	70
2.7.1 磨损形式的鉴别	70
2.7.2 摩擦和磨损的试验	71
2.7.2.1 润滑剂的抗胶合能力试验机	71

2.7.2.2 材料副的磨损试验	75
2.7.2.3 磨损量的测量	75
参考文献	77

第3章 润 滑

3.1 润滑剂的种类与特点	78
3.1.1 液体润滑剂	78
3.1.1.1 润滑油	78
3.1.1.2 乳化液	87
3.1.1.3 水	89
3.1.2 润滑脂	89
3.1.2.1 润滑脂的主要质量指标及其在 使用上的意义	89
3.1.2.2 常用润滑脂简介	90
3.1.3 固体润滑剂	91
3.1.4 气体润滑剂	93
3.1.5 抗咬死剂	93
3.2 润滑剂的选择	93
3.2.1 润滑油的选择	95
3.2.2 润滑脂的选择	96
3.3 润滑方式	97
3.3.1 润滑油的润滑方式	97
3.3.2 润滑脂的润滑方式	100
3.4 润滑剂的补充与更换	100
3.4.1 润滑脂的补充与更换	100
3.4.2 润滑油的补充与更换	101
3.5 注意润滑剂性能在运行中的变化	102
参考文献	103

第4章 密 封

4.1 概论	104
4.2 静密封	105
4.2.1 概论	105
4.2.2 垫片密封的类型及选择	106
4.2.3 垫片设计的最小有效压紧压力 值 Y 和垫片系数 m	109
4.2.4 法兰连接密封	112
4.2.5 管道联接密封	113
4.2.6 高压设备密封	115
4.2.7 特殊工况下的静密封	116
4.2.8 金属空心 O 形圈密封	117
4.2.9 密封胶	118
4.3 填料密封	118

4.3.1 软填料密封	119	4.4.9 全液膜(受控膜)润滑密封	156
4.3.2 成型填料	125	4.4.10 机械密封标准和技术条件	159
4.3.3 油封	133	4.5 非接触型密封	159
4.3.4 防尘密封	137	4.5.1 迷宫密封	159
4.3.5 硬填料密封	138	4.5.2 螺旋密封	161
4.4 机械密封	139	4.5.2.1 螺旋密封的类型和工作原理	161
4.4.1 机械密封的工作原理	140	4.5.2.2 单螺旋密封的计算	161
4.4.2 机械密封与填料密封的比较	140	4.5.2.3 紊流工况及封液选择	162
4.4.3 机械密封的分类与结构	141	4.5.2.4 粘滞密封的应用和优缺点	162
4.4.4 机械密封设计计算	143	4.5.3 迷宫螺旋密封	162
4.4.5 机械密封主要零件的设计	146	4.5.4 间隙密封	164
4.4.6 机械密封的材料	148	4.5.5 磁流体密封	167
4.4.7 机械密封的润滑、冲洗和冷却	151	参考文献	167
4.4.8 特殊工况下的机械密封	154		

第2篇 传 动

第5章 传动方式的比较与选择

5.1 机械传动与其他传动的特点、性能及适用场合	169	5.3.2 与原动机的匹配	180
5.1.1 机械传动	169	5.3.3 与联轴器或离合器的匹配	181
5.1.1.1 啮合传动	169	5.3.4 与制动器的匹配	182
5.1.1.2 摩擦传动	172	5.3.5 与操纵装置、控制装置和辅助装置的匹配	182
5.1.2 流体传动	172	5.3.6 机械传动与其他传动的组合	182
5.1.2.1 流体静力传动	172	5.4 齿轮传动选用举例	183
5.1.2.2 流体动力传动	172	5.4.1 机床齿轮	183
5.1.2.3 气压传动	173	5.4.2 汽车齿轮	183
5.1.3 电力传动	173	5.4.3 运输车辆齿轮	183
5.2 传动的选择	173	5.4.4 工业齿轮	184
5.2.1 传动比	173	5.4.5 船舶齿轮	184
5.2.1.1 传动比可变的传动	173	5.4.6 石油和天然气工业用齿轮	184
5.2.1.2 传动比固定的传动	173	5.4.7 航空航天齿轮	184
5.2.1.3 产生直线运动的传动机构	175	5.4.8 磨齿齿轮	185
5.2.1.4 产生间歇运动的传动机构	175	5.4.9 控制机构的齿轮	185
5.2.2 轴的位置	176	5.4.10 家用器械齿轮	185
5.2.3 功率	176	5.4.11 玩具、小装置及机构的小型廉价齿轮	186
5.2.4 速度	177	参考文献	186
5.2.5 效率	178		
5.2.6 尺寸、价格和单位功率的重量	178		
5.2.7 噪声、抗冲击能力和寿命	178		
5.3 传动系统的匹配	179		
5.3.1 与工作机的匹配	179		

第6章 圆柱齿轮传动

6.1 渐开线圆柱齿轮传动的特点及类型选择	186
6.1.1 渐开线圆柱齿轮传动的特点	186
6.1.2 渐开线圆柱齿轮传动分类及其	

选择	187	6.5.4.3 主要参数的合理选择	233
6.1.3 渐开线圆柱齿轮传动设计程序		6.5.5 齿面接触强度和齿根弯曲强度	
要点	187	验算	236
6.2 渐开线圆柱齿轮失效分析及相应的		6.5.5.1 接触应力计算公式	236
设计措施	187	6.5.5.2 弯曲应力计算公式	244
6.2.1 齿轮系统的失效分析	188	6.5.5.3 名义载荷 F_t 的确定	252
6.2.1.1 齿轮系统的可能失效原因	188	6.5.5.4 计算实例	253
6.2.1.2 齿轮系统的检查分析	189	6.5.5.5 基本齿廓特殊时的计算	253
6.2.2 齿轮损伤与失效的类型	190	6.5.6 胶合计算	253
6.2.3 齿轮损伤和失效原因分析	192	6.5.7 磨损计算	253
6.2.4 避免圆柱齿轮常见损伤与失效		6.5.8 热平衡计算	254
的设计措施	193	6.6 渐开线圆柱齿轮的几何计算	254
6.3 渐开线圆柱齿轮的制造方法及其对齿		6.7 渐开线圆柱齿轮的精度与公差的选择	256
轮结构设计的要求	196	6.7.1 齿轮精度等级的确定	260
6.3.1 概述	196	6.7.2 精度选择的依据	261
6.3.2 滚齿	199	6.7.3 齿轮精度指标的分组及精度的	
6.3.3 插齿	202	合理选择	261
6.3.4 磨齿	204	6.7.4 齿侧间隙与齿厚公差	262
6.3.5 铣齿(成形铣)	205	6.7.5 齿坯公差	264
6.3.6 剃齿	206	6.7.6 箱体误差与支承误差	264
6.3.7 珩齿	206	6.7.7 接触斑点	265
6.3.8 滚轧	206	6.8 圆柱齿轮的结构设计	265
6.3.9 拉齿	207	6.8.1 选择轮坯结构形式的一般意见	265
6.3.10 研齿	207	6.8.2 强度对结构的要求	267
6.4 齿轮材料、热处理和极限应力	207	6.8.3 其他结构要求	270
6.4.1 齿轮材料的选择原则	207	6.8.4 渐开线圆柱齿轮的工作图	274
6.4.2 齿轮材料的经济性分析	209	6.9 齿轮传动的润滑设计	276
6.4.3 齿轮疲劳极限及其选取	209	6.9.1 润滑油的选择	276
6.4.4 对齿轮材料和热处理质量的		6.9.2 开式齿轮油与润滑脂的选择	280
要求	215	6.9.3 齿轮的润滑方式	281
6.4.5 有关材料及热处理要求的一些		6.9.3.1 用润滑油的润滑	281
意见	222	6.9.3.2 开式齿轮的润滑	282
6.5 渐开线圆柱齿轮的强度设计	224	6.10 圆弧圆柱齿轮传动设计	283
6.5.1 设计条件的确定与设计任务书	224	6.10.1 圆弧圆柱齿轮传动的特点和	
6.5.2 强度计算方法和计算内容的		适用范围	283
选择	226	6.10.2 圆弧圆柱齿轮传动的基本	
6.5.3 润滑状态的判别与油膜厚度的		参数选择	284
计算	227	6.10.3 圆弧圆柱齿轮传动的强度	
6.5.3.1 润滑状态的判别	227	计算和精度	284
6.5.3.2 油膜厚度的计算	228	6.11 交错轴斜齿轮传动	284
6.5.4 初步计算	228	6.11.1 几何关系	285
6.5.4.1 接触强度计算	228	6.11.2 滑动速度、效率与作用力	286
6.5.4.2 弯曲强度计算	229	6.11.3 承载能力计算	287

6.11.4 材料、加工及润滑	288
6.12 塑料齿轮	288
6.12.1 材料与制造方法	288
6.12.2 承载能力计算	289
6.13 摆线啮合	289
6.14 销齿传动	290
附录 有关齿轮材料热处理及性能试验的 标准	291
参考文献	292

第7章 圆锥齿轮传动

7.1 圆锥齿轮设计总论及类型的选择	293	7.3.6 齿轮材料的选择和疲劳极限应力 值 σ_{lim} 的确定	352
7.1.1 圆锥齿轮副的特点	293	7.4 锥齿轮的齿形制及几何计算	357
7.1.2 圆锥齿轮设计的常用术语及其 代号	297	7.4.1 各国锥齿轮齿形制简介	357
7.1.3 圆锥齿轮技术的发展趋势和设 计方法	303	7.4.2 美国锥齿轮国标齿形制及其几何 计算	361
7.1.4 圆锥齿轮设计工作的类型及其 程序	304	7.4.3 德国 Klingelnberg 齿形制及其 几何计算	364
7.1.5 圆锥齿轮分类及其选择	305	7.4.4 “非零”分度锥综合变位锥齿轮 齿形制及其几何计算	366
7.2 圆锥齿轮的初步设计	306	7.5 锥齿轮的测绘和改进	371
7.2.1 初步设计公式	308	7.5.1 分析锥齿轮传动的品质和性能	371
7.2.2 模数 m 与齿数 z_1 的选择	313	7.5.2 强化设计	372
7.2.3 齿形角 α_0 的选择	314	7.5.3 柔化设计	374
7.2.4 螺旋角的选择	315	7.5.4 小型化设计	375
7.2.5 齿数比 u 与齿宽系数 ϕ_R 的确定	315	附录1 ANSI/AGMA2005—B88 与 GB11365—89 锥齿轮精度等级对照...	380
7.2.6 变位系数	316	附录2 弧齿锥齿轮切齿方法	381
7.2.7 轴交角 Σ	316	附录3 常见锥齿轮加工机床的加工 范围	382
7.2.8 制造精度、齿坯精度和安装精度的 选择	316	参考文献	383
7.2.9 支承结构的优化设计	324		
7.2.10 润滑装置和润滑油的选择	329		
7.3 圆锥齿轮承载能力的验算	330		
7.3.1 各国(包括著名厂家)圆锥齿轮 的强度验算标准简述	330		
7.3.2 美国 Gleason 工厂锥齿轮弯曲强度 1978 年版本简介	333		
7.3.3 美国国标/美国齿协(ANSI/AGMA) 锥齿轮强度计算标准 1988 年修正 版简介	342		
7.3.4 锥齿轮强度统一计算公式提案 T84 简介	350		
7.3.5 锥齿轮的抗胶合能力验算	351		
		8.1 蜗杆传动的分类及其特点和应用 范围	385
		8.1.1 蜗杆传动的分类	385
		8.1.2 各种蜗杆传动的特点及应用范围 ...	385
		8.2 蜗杆传动的常见损伤形式	389
		8.2.1 蜗轮齿面的点蚀	389
		8.2.2 蜗轮齿面的磨损	390
		8.2.3 齿面胶合	390
		8.2.4 蜗轮轮齿塑性变形或折断	390
		8.2.5 蜗杆的齿面损伤与刚度不足	390
		8.3 蜗杆传动的承载能力计算与验算	391
		8.3.1 蜗杆传动的几何尺寸计算	391
		8.3.2 蜗杆传动的承载能力计算	393
		8.3.2.1 蜗杆传动的啮合效率与功率 损耗	393
		8.3.2.2 初步设计	394
		8.3.2.3 承载能力验算	396
		8.4 材料选择原则及常用材料	399
		8.5 各种类型蜗轮和蜗杆的加工	400
		8.5.1 普通圆柱蜗杆和蜗轮的加工	400

第8章 蜗杆传动

8.5.2	圆弧圆柱蜗杆和蜗轮的加工	404
8.5.3	直廓环面蜗杆和蜗轮的加工	404
8.5.4	平面包络环面蜗杆副的加工	406
8.6	蜗杆蜗轮的结构设计	406
8.6.1	蜗杆的结构	406
8.6.2	蜗轮的结构	406
8.6.3	箱体及支承结构	407
8.7	蜗杆传动的润滑	409
8.7.1	润滑方式的选择	409
8.7.2	润滑剂的选择	409
8.7.3	蜗杆传动的跑合	409
8.8	蜗杆传动的精度及技术要求	410
8.8.1	圆柱蜗杆传动精度与公差	410
8.8.2	蜗杆传动的技术条件与工作图	413
8.9	精密控制机构或分度机构的蜗杆副	416
参考文献		416

第9章 带传动

9.1	带传动的类型及其选择	416
9.1.1	带传动的类型	416
9.1.2	传动带的类型、特点和应用	416
9.1.3	带传动类型的选定	417
9.2	带传动的效率	426
9.3	一般工业用 V 带传动	426
9.3.1	尺寸规格	426
9.3.2	V 带的主要失效形式	426
9.3.3	V 带传动的工作能力	428
9.3.4	传动参数对工作能力的影响及其 选择	429
9.3.5	V 带传动的设计计算	429
9.3.6	V 带轮	435
9.3.7	V 带传动设计中应注意的问题	441
9.3.8	V 带传动的维护	441
9.3.9	V 带传动设计计算实例	441
9.4	窄 V 带、联组窄 V 带(有效宽度制)传 动及设计要点	444
9.4.1	尺寸规格	444
9.4.2	传动设计的要点	444
9.4.3	窄 V 带轮	446
9.5	平带传动	447
9.5.1	平带传动的失效	447
9.5.2	胶帆布带	447
9.5.3	锦纶(尼龙)片复合平带	450

9.5.4	高速带传动及其设计要点	453
9.5.5	平带轮	453
9.6	同步带传动	455
9.6.1	梯形齿同步带的尺寸规格	455
9.6.2	同步带传动的主要失效形式	459
9.6.3	传动的设计计算	459
9.6.4	同步带轮	461
9.6.5	同步带传动设计中应注意的问题	463
9.6.6	同步带传动设计计算实例	464
9.6.7	弧齿同步带(HTD带)简介	465
9.7	多楔带传动	467
9.7.1	尺寸规格	467
9.7.2	多楔带传动设计的要点	468
9.7.3	多楔带轮	471
9.8	半交叉传动、交叉传动和角度传动	471
9.8.1	半交叉传动的设计要点	471
9.8.2	交叉传动的设计要点	472
9.8.3	角度传动的设计要点	472
9.9	塔轮传动	473
9.10	多从动轮带传动	473
9.11	带传动的张紧	474
9.11.1	预紧力对传动的影响	474
9.11.2	预紧力的控制	475
9.11.3	张紧方法	477
参考文献		479

第10章 链传动

10.1	链传动的选用	480
10.1.1	链条及链传动	480
10.1.2	链传动与其他机械传动的 比较	480
10.1.3	链条的分类	481
10.2	传动滚子链	486
10.2.1	滚子链的结构, 标准, 质量 要求	486
10.2.2	滚子链的材料	488
10.2.3	滚子链条的静力学特征及失效	489
10.2.4	滚子链的动力学特征及失效	490
10.2.5	滚子链传动的选择计算方法	493
10.2.6	链传动的润滑	495
10.2.7	链传动装置的布置和调节	496
10.3	齿形链	499

10.3.1 传统齿形链	500
10.3.2 新式齿形链	500
10.4 链轮	502
10.4.1 概述	502
10.4.2 链轮齿廓形状的基本要求及 设计	502
10.4.3 链轮材料的选择	504
10.4.4 链轮的结构设计	504
10.4.5 用标准渐开线齿滚刀或插 齿刀加工滚子链轮	506
10.5 链传动设计中应当注意的问题	508
10.5.1 关于链条标准的应用	508
10.5.2 如何按照工况要求选用链条	508
10.5.3 非标准滚子链的设计	510
10.5.4 双节距滚子链和链轮	510
10.5.5 滚子链传动的噪声控制	511
10.6 多从动轴链传动的设计	514
10.6.1 几何计算	514
10.6.2 工作能力计算	516
10.7 输送链	519
10.7.1 输送机及输送链条概述	519
10.7.2 标准输送链	519
10.7.3 输送链的附件	521
10.7.4 弯道输送链	521
10.7.5 平顶输送链	525
10.7.6 工程塑料输送链	526
10.7.7 增速输送链的设计及应用	527
10.8 保护拖链	531
10.9 特殊的链传动	535
10.9.1 实现直线驱动的链传动机构	536
10.9.2 链条扇形驱动站	536
10.9.3 代替齿条机构	537
10.9.4 将转动转变为往复直线运动	537
10.9.5 养鸡用的链条	538
附录1 链条的国家、部(专业)、专业内 部标准一览表	540
附录2 滚子链相对价格	541
参考文献	542

第11章 摩擦轮传动与机械 无级变速器

11.1 常用摩擦轮传动机构型式及其特征 ...	542
11.1.1 概述	542

11.1.2 常用摩擦轮传动形式及应用 范围	543
11.2 摩擦轮传动的失效与对策	552
11.2.1 失效形式及其原因	552
11.2.2 预防失效的对策	552
11.3 摩擦轮传动的材料副及润滑剂	553
11.3.1 材料副及其特性	553
11.3.2 摩擦轮的润滑剂	555
11.4 摩擦轮传动的摩擦力、滑动率与 摩擦系数	557
11.4.1 摩擦力与滑动率	557
11.4.2 摩擦系数	557
11.5 摩擦轮传动的加压装置	558
11.5.1 加压装置的特性、分类及 布置	558
11.5.2 压紧力计算要点	562
11.6 摩擦轮传动的承载能力及寿命	563
11.6.1 摩擦轮传动的表面强度计算	563
11.6.2 摩擦轮传动的弹性流体动力润 滑计算	565
11.6.3 发热计算	565
11.6.4 磨损计算	566
11.7 机械无级变速器的选用	566
11.8 带式无级变速器的结构与设计计算 要点	571
11.8.1 平带无级变速器	571
11.8.2 V带无级变速器	572
参考文献	576

第12章 行星齿轮传动

12.1 概述	576
12.2 渐开线行星齿轮传动	577
12.2.1 基本结构类型和性能	577
12.2.2 传动比和效率计算	580
12.2.3 设计特点	581
12.3 渐开线少齿差行星齿轮传动	589
12.3.1 传动原理	589
12.3.2 主要结构类型和传动比计算	589
12.3.3 国内外生产概况	594
12.3.4 几何设计与参数选择	594
12.3.5 锥齿少齿差传动	599
12.4 摆线少齿差行星传动	601
12.4.1 基本结构形式和特性	601

12.4.2 国内外生产概况	602
12.4.3 其他结构类型简述	603
12.4.4 圆弧少齿差行星传动	607
12.5 活齿少齿差行星传动	608
12.5.1 基本结构形式和传动原理	608
12.5.2 主要结构类型及其特性	609
参考文献	611

第 13 章 谐波齿轮传动

13.1 概述	612
13.1.1 谐波齿轮传动的工作原理及主要特点	612
13.1.1.1 工作原理	612
13.1.1.2 主要特点	612
13.1.2 谐波齿轮传动的运动简图和传动比计算	613
13.1.2.1 单级谐波齿轮传动的运动简图和传动比计算	613
13.1.2.2 双级谐波齿轮传动的运动简图和传动比计算	613
13.1.3 谐波齿轮传动的研究现状和主要问题	616
13.2 谐波齿轮传动的结构设计	616
13.2.1 柔轮和刚轮的结构设计	616
13.2.1.1 柔轮的结构设计	616
13.2.1.2 刚轮的结构设计	619
13.2.2 几种典型波发生器的结构设计	619
13.2.2.1 滚轮型波发生器	619
13.2.2.2 圆盘型波发生器	620
13.2.2.3 凸轮型波发生器	621
13.3 谐波齿轮传动的几何学设计	624
13.3.1 原始曲线	624
13.3.1.1 由凸轮廓线求原始曲线	624
13.3.1.2 四力作用型的原始曲线	625
13.3.2 谐波齿轮传动的啮合参数选择和几何计算	625
13.3.2.1 谐波齿轮传动的齿形	625
13.3.2.2 渐开线谐波齿轮传动的啮合参数选择	626
13.3.2.3 谐波齿轮传动的几何计算	627
13.3.3 防止齿廓重迭干涉的条件和侧隙计算	627
13.3.3.1 不发生齿廓重迭干涉的条件	627

13.3.3.2 空载和承载状态下的齿侧间隙计算	628
13.3.4 保证传动正常工作性能的条件	629
13.3.5 谐波齿轮传动几何学设计的大致步骤	629
13.4 谐波齿轮传动的工作能力计算	629
13.4.1 谐波齿轮传动的工作能力准则	629
13.4.2 谐波齿轮传动主要元件的材料选择	629
13.4.2.1 柔轮的材料	629
13.4.2.2 中间环的材料	630
13.4.2.3 刚轮的材料	630
13.4.2.4 波发生器圆盘和凸轮的材料	630
13.4.3 轮齿工作面耐磨计算	630
13.4.4 柔轮的疲劳强度计算	631
13.4.5 波发生器轴承的工作能力计算	632
13.4.5.1 波发生器轴承上的载荷	632
13.4.5.2 滚轮型和圆盘型波发生器的寿命计算	632
13.4.5.3 柔性球轴承的工作能力计算	633
13.4.6 谐波齿轮传动的动态特性	633
13.4.6.1 谐波齿轮传动的简化动力学模型及固有频率的估算	633
13.4.6.2 谐波齿轮传动的扭转刚度计算	634
13.5 谐波齿轮减速器的效率、润滑和散热计算	634
13.5.1 谐波齿轮减速器的效率	634
13.5.1.1 单级谐波齿轮减速器的效率计算	634
13.5.1.2 复式谐波齿轮减速器的效率	635
13.5.2 谐波齿轮减速器的散热计算	635
13.5.3 谐波齿轮减速器的润滑	635
13.6 谐波齿轮传动装置的制造和装配	636
13.6.1 谐波齿轮传动主要零件的加工特点	636
13.6.1.1 主要零件的加工特点	636
13.6.1.2 主要零件的精度和表面粗糙度	636
13.6.2 谐波齿轮传动装置的装配特点	636
13.7 谐波齿轮传动的系列标准及选择要点	638
13.7.1 国内外谐波齿轮减速器的系列	

标准简介	638
13.7.1.1 国外谐波齿轮减速器的系列标准	638
13.7.1.2 我国通用谐波齿轮减速器的标准	639
13.7.1.3 国内外通用谐波齿轮减速器的主要参数和主要性能比较	641
13.7.2 谐波齿轮减速器的类型和机型选择要点	642
13.7.2.1 类型选择	642
13.7.2.2 机型选择	642
参考文献	643

第14章 螺旋传动

14.1 各种螺旋传动的特点、性能与适用场合	643
14.2 螺旋机构的传动型式与性能	643
14.3 滑动螺旋	643
14.3.1 滑动螺旋的结构设计	643
14.3.1.1 螺纹类型选择	643
14.3.1.2 螺杆的结构	648
14.3.1.3 螺母的结构	650
14.3.1.4 螺杆、螺母的公差与精度	652
14.3.2 螺杆与螺母材料	653
14.3.3 滑动螺旋传动的设计计算	655
14.3.3.1 耐磨性与强度计算	655
14.3.3.2 刚度计算	656
14.3.4 预拉伸螺旋设计中的几个问题	658
14.3.5 精密螺杆及螺母的结构	659
14.4 静压螺旋传动	659
14.4.1 静压螺母的结构设计	659
14.4.2 静压螺杆、螺母的主要参数选择与计算	662
14.4.3 静压螺杆、螺母材料及热处理	662
14.4.4 节流器的选择	664
14.4.5 静压螺旋的供油系统与润滑油	664
14.5 滚动螺旋传动	664
14.5.1 滚动螺旋的结构类型及选择	664
14.5.2 滚动螺旋的精度等级	668
14.5.3 滚动螺旋的支承与支承方式	669
14.5.4 滚动螺旋副主要尺寸参数的选择	669

14.5.5 选择计算的程序框图及有关计算公式	669
14.5.6 设计时的注意事项	672
参考文献	673

第15章 齿轮箱与齿轮变速箱

15.1 齿轮箱的发展趋向	674
15.2 通用齿轮箱	677
15.2.1 通用齿轮箱的选用	677
15.2.1.1 方案的选择	677
15.2.1.2 选用型号规格时应注意的问题	679
15.2.2 齿轮箱的设计	681
15.2.2.1 设计时要处理好的几个关系	681
15.2.2.2 设计程序	681
15.2.2.3 设计中容易发生的错误	695
15.3 高速齿轮箱	698
15.3.1 概述	698
15.3.1.1 高速齿轮的特点	698
15.3.1.2 高速齿轮在国内外发展的水平	701
15.3.2 高速齿轮的设计要点	701
15.3.2.1 结构布局	701
15.3.2.2 齿形的选择	703
15.3.2.3 齿轮参数的选择	704
15.3.2.4 齿廓修形和齿向修形	705
15.3.2.5 高速齿轮箱的润滑	708
15.3.3 高速齿轮的工艺特点	710
15.3.3.1 精度等级	710
15.3.3.2 环境条件	711
15.3.3.3 去除毛刺	711
15.3.3.4 齿面涂镀	711
15.3.3.5 齿根处理	711
15.3.4 制造与验收的技术条件	712
15.3.4.1 概述	712
15.3.4.2 技术条件	712
15.3.5 高速齿轮箱的选用	716
15.4 齿轮变速箱	718
15.4.1 概述	718
15.4.2 变速箱传动系统的设计	719
15.4.3 计算条件的确定	733
15.4.4 变速箱的结构设计	735
15.4.5 操纵机构设计	751