

普通高等教育“十二五”规划教材

机械设计 创新实践

◎ 任秀华 张超 张涵 等编著

JIXIE SHEJI
CHUANGXIN SHIJIAN



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十二五”规划教材

机械设计创新实践

任秀华 张 超 张 涵 等编著
孟宪举 主 审

机械工业出版社

本书是在机械类基础课程实验教学改革和普通高等学校教学实验示范中心建设的基础上编写而成的。本书力求在培养学生动手能力、机械设计创新能力、综合实践能力等方面有所突破。

本书按照机械类基础系列课程实验教学体系进行编写,目的是引导学生在常用机械结构认知的基础上,掌握机械设计实验的基本原理、基本技能和实验方法。本书基本上涵盖了目前普通工科院校开设的机械设计主要实验项目,主要包括:常用机械零件认知、受轴向载荷的单个螺栓连接、受倾覆力矩的螺栓组连接、带传动的滑动和效率测定、滑动轴承特性分析、轴系结构创意设计分析及分析、减速器的拆装与结构分析、机械传动性能综合、齿轮传动效率测定、摩擦及磨损、弹簧特性测定等实验,并在章后附有实验报告。任课教师可根据不同专业的需求对书中所列实验项目进行选择。

本书主要作为高等院校机械类及近机类机械设计课程实验专用教材,也可供有关工程技术人员和科研人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计创新实践/任秀华等编著. —北京:机械工业出版社, 2013.9
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-111-43998-1

I. ①机… II. ①任… III. ①机械设计—高等学校—教材
IV. ①TH122

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第214979号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:舒恬 责任编辑:杨茜

责任校对:张媛 责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2013年10月第1版第1次印刷

184mm×260mm·10.5印张·257千字

标准书号:ISBN 978-7-111-43998-1

定价:22.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

前言

机械设计是一门介绍机械基础知识和培养学生机械创新设计能力的技术基础课。该课程为机械类和近机类各专业教学计划中的主干课程,在培养合格机械工程设计人才方面起着极其重要的作用。

本书系根据机械设计课程的实验教学基本要求,在总结高校近年来机械设计基础实验教学改革经验的基础上编写而成的,目的是引导学生在巩固所学知识的基础上,掌握机械设计实验的基本原理、基本技能和实验方法,进一步培养学生的机械创新意识、工程实践能力及综合设计与分析能力。

本书包括十一个实验项目,内容丰富、涉及面广。不仅介绍了目前高等工科院校普遍开设的基础型实验项目,还介绍了设计应用型、综合提高型和研究创新型等实验项目,以满足不同层次、不同专业实验教学的需求,同时采取必做、选做、开放实验等多种方式开设实验。

本书的主要特点是:

1. 概念准确、层次简明、内容规范,对每个实验的实验目的、设备、原理、内容、方法及步骤等阐述清晰,具有可读性和可操作性。

2. 为保证实验完成效果,在每个实验项目中编写了与该实验内容密切相关的预习作业,要求学生在实验前必须完成,以改善教学效果,提高课堂效率。

3. 增加了实验小结,总结实验过程中容易出现的问题、注意事项及解决办法,以便及时发现问题、纠正错误。

4. 为进一步扩大学生的知识面,在每个实验项目中都增加了“工程实践”的内容,介绍了与实验相关的实际工程背景知识,典型工程应用实例等。

5. 实验报告格式完整、内容丰富。主要包括以下几点:

1) 实验目的、实验设备和工具以及实验方案设计。

2) 实验结果包括实验条件、实验数据采集和处理、实验过程记录和分析、实验现象分析等。

3) 实验引申问题的归纳与总结以及实验心得、建议等。

参加本书编写的有:山东建筑大学任秀华、张超、张涵、王日君、王秀叶,山东凯文科技职业学院徐克林,浙江吉利控股集团有限公司万法高。本书由山东建筑大学孟宪举教授精心审阅,并提出了许多宝贵的意见与建议。本书在编写过程中参考了其他同类教材、文献资料,同时也得到了参编单位的领导和老师的大力支持,在此一并深表感谢。

由于编者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编者

目 录

前言

第1章 常用机械零件认知实验 1

1.1 概述	1
1.2 实验目的	1
1.3 实验设备	1
1.4 实验方法	2
1.5 实验内容及要求	2
1.6 注意事项	14
实验报告一	15

第2章 受轴向载荷的单个螺栓

连接实验 21

2.1 概述	21
2.2 预习作业	23
2.3 实验目的	24
2.4 实验设备及工具	24
2.5 实验方法及步骤	26
2.6 已知条件及相关计算公式	27
2.7 实验小结	27
2.8 工程实践	28
实验报告二	31

第3章 受倾覆力矩的螺栓组连接

实验 35

3.1 概述	35
3.2 预习作业	37
3.3 实验目的	37
3.4 实验设备及工具	37
3.5 实验方法	40
3.6 实验步骤	41
3.7 实验结果处理及分析	41
3.8 实验小结	41
3.9 工程实践	42
实验报告三	45

第4章 带传动的滑动和效率测定

实验 49

4.1 概述	49
4.2 预习作业	51
4.3 实验目的	52
4.4 实验设备及工作原理	52
4.5 实验方法及步骤	54
4.6 实验小结	54
4.7 工程实践	55
实验报告四	57

第5章 滑动轴承特性分析实验 61

5.1 概述	61
5.2 预习作业	62
5.3 实验目的	62
5.4 实验设备及工作原理	63
5.5 软件界面操作说明	66
5.6 实验内容	68
5.7 实验方法及步骤	68
5.8 实验小结	69
5.9 工程实践	69
实验报告五	73

第6章 轴系结构创意设计与分析

实验 77

6.1 概述	77
6.2 预习作业	81
6.3 实验目的	82
6.4 实验设备及工具	83
6.5 实验原理	83
6.6 实验内容及要求	83
6.7 实验方法及步骤	85
6.8 自检提纲	86
6.9 注意事项	86
6.10 工程实践	86
实验报告六	91

第7章 减速器的拆装与结构分析

实验 95

7.1 概述	95	9.7 实验小结	132
7.2 预习作业	100	9.8 工程实践	133
7.3 实验目的	101	实验报告九	135
7.4 实验设备及工具	101	第10章 摩擦及磨损实验	139
7.5 实验内容	102	10.1 概述	139
7.6 实验方法及步骤	102	10.2 预习作业	139
7.7 实验小结	104	10.3 实验目的	140
7.8 工程实践	104	10.4 实验设备及工作原理	140
实验报告七	109	10.5 实验材料	141
第8章 机械传动性能综合实验	113	10.6 实验方法及步骤	141
8.1 概述	113	10.7 注意事项	142
8.2 预习作业	114	10.8 工程实践	143
8.3 实验目的	115	实验报告十	147
8.4 实验设备及工作原理	115	第11章 弹簧特性测定实验	149
8.5 机械传动装置设计题目	118	11.1 概述	149
8.6 实验步骤	118	11.2 预习作业	150
8.7 实验小结	119	11.3 实验目的	151
8.8 工程实践	119	11.4 实验设备及工具	151
实验报告八	123	11.5 实验原理及方法	151
第9章 齿轮传动效率测定实验	127	11.6 实验方法及步骤	152
9.1 概述	127	11.7 弹簧试验机面板及其操作说明	153
9.2 预习作业	127	11.8 注意事项	154
9.3 实验目的	128	11.9 工程实践	154
9.4 实验原理	128	实验报告十一	159
9.5 实验设备及工作原理	129	参考文献	161
9.6 实验方法及步骤	132		

第1章 常用机械零件认知实验

1.1 概述

常用机械零件认知实验将部分基本教学内容转移到实物模型展示室进行教学，是机械设计课程重要的教学环节。通过认知实验，使学生了解常用机械零件的特点及其在实际机械中的应用情况，为后续课程的学习打下坚实的基础；增强学生对机械零件的感性认识，弥补空间想象力和形象思维能力的不足；加深对教学基本内容的理解；促进学生自学能力和独立思考能力的提高。此外，丰富的实物模型有助于学生扩大知识面，激发学习兴趣。

1.2 实验目的

- 1) 了解各种通用零部件的类型、结构特点、应用、基本原理以及运动特性，对零件有一个全面的感性认识。
- 2) 掌握各种标准件的结构形式及应用。
- 3) 掌握各种传动形式的特点及应用。
- 4) 了解各种常用的润滑剂及相关国家标准。
- 5) 了解机械零件典型的失效形式，掌握机械零件的设计准则。
- 6) 通过对机械零部件及机械结构的展示与分析，增强学生的直观认识，培养学生对机械设计课程的学习兴趣。

1.3 实验设备

机械零件展示柜。如图 1-1 所示，它由数节展示柜组成，主要展示机器中常见的各类零

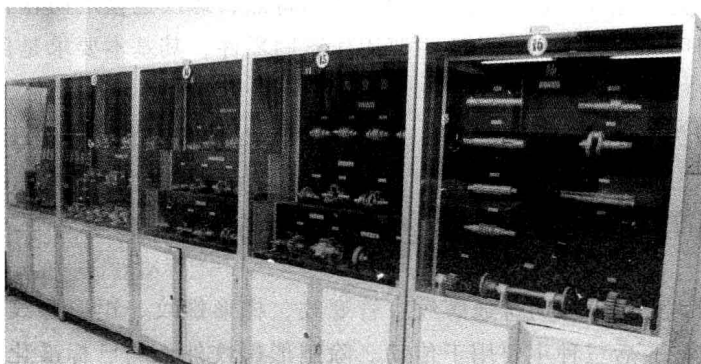


图 1-1 机械零件展示柜

件。各展示柜内容见表 1-1。

表 1-1 各展示柜内容

序号	内 容	序号	内 容
第 1 柜	螺纹连接和螺旋传动（一）	第 11 柜	滑动轴承
第 2 柜	螺纹连接和螺旋传动（二）	第 12 柜	滚动轴承
第 3 柜	键联结	第 13 柜	滚动轴承组合设计
第 4 柜	花键联结、无键联结和销连接	第 14 柜	联轴器
第 5 柜	铆接、焊接、胶接和过盈配合连接	第 15 柜	离合器
第 6 柜	带传动	第 16 柜	轴
第 7 柜	带传动的张紧装置	第 17 柜	轴的结构设计
第 8 柜	链传动	第 18 柜	弹簧
第 9 柜	齿轮传动和蜗杆传动	第 19 柜	润滑和密封
第 10 柜	齿轮和蜗杆蜗轮结构	第 20 柜	机械零件的失效形式

1.4 实验方法

实验方法分为看、议、答三个步骤。

1) 看。参观“机械零件展示柜”中的各种零部件，逐一仔细观察各展示柜内容，特别注意观察同类零件不同规格的结构差异。

2) 议。对照内容、要求和思考问答题进行分组讨论，某些问题可请老师答疑。

3) 答。逐一回答思考题中的提问。

“机械零件展示柜”内容是按教材章节独立组柜的，可分柜组织实验，每一柜内容都应按上述三个步骤进行。

1.5 实验内容及要求

1. 螺纹连接和螺旋传动

掌握螺纹的分类，螺纹连接的主要类型、结构特点，螺纹连接的防松种类及区别等。

螺纹连接是利用螺纹零件工作的，主要用作紧固零件，其基本要求是保证连接强度和连接的可靠性。

(1) 螺纹的分类 螺纹可分为外螺纹和内螺纹，这两种螺纹共同组成螺旋副使用。起连接作用的螺纹称为连接螺纹；起传动作用的螺纹称为传动螺纹。

按照螺纹的标准，螺纹又分为米制（螺距以 mm 表示）螺纹和寸制（螺距以每英寸牙数表示）螺纹。

根据牙型不同，螺纹可分为普通螺纹、管螺纹、梯形螺纹、矩形螺纹和锯齿形螺纹等。前两种主要用于连接，后三种主要用于传动。除矩形螺纹外，均已标准化。根据母体形状，螺纹可分为圆柱螺纹和圆锥螺纹；根据螺旋线旋向，螺纹可分为左旋螺纹和右旋螺纹；根据

螺纹形成时螺旋线的条数, 螺纹可分为单线螺纹、双线螺纹和多线螺纹。

机械制造中除上述的常用螺纹外, 还制定有特殊用途的螺纹, 以适应各行各业的特殊工作要求。

(2) 螺纹连接的基本类型 常用的螺纹连接有普通螺栓连接、双头螺柱连接、螺钉连接、紧定螺钉连接。

1) 螺栓连接 按照连接的形式, 分为普通螺栓连接 (图 1-2a) 和铰制孔用螺栓连接 (图 1-2b)。普通螺栓连接的结构特点是被连接件上的通孔和螺栓间留有间隙, 故通孔的加工精度低, 结构简单, 装拆方便, 使用时不受被连接件材料的限制, 因此应用极为广泛。铰制孔用螺栓连接能精确固定被连接件的相对位置, 并能承受较大横向载荷, 但孔的加工精度要求较高。

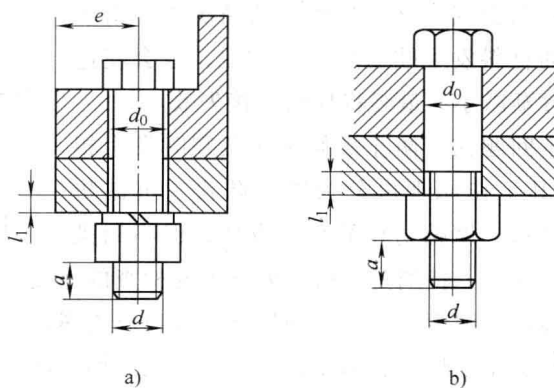


图 1-2 螺栓连接

a) 普通螺栓连接 b) 铰制孔用螺栓连接

2) 双头螺柱连接 (图 1-3)。双头螺柱连接适用于结构上不能采用螺钉连接的场合, 如被连接件之一太厚不宜制成通孔, 材料又比较软 (如用铝镁合金制造的箱体), 且需要经常拆装时, 通常采用双头螺柱连接。

3) 螺钉连接 (图 1-4)。螺钉直接拧入被连接件的螺纹孔中, 不用螺母, 在结构上比双头螺柱连接简单、紧凑, 其用途和双头螺柱连接相似。但若经常拆装, 则易使螺纹孔磨损,

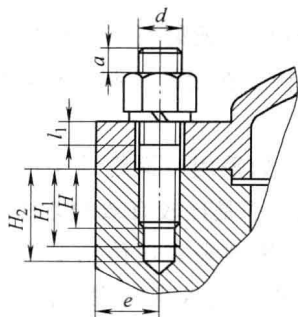


图 1-3 双头螺柱连接

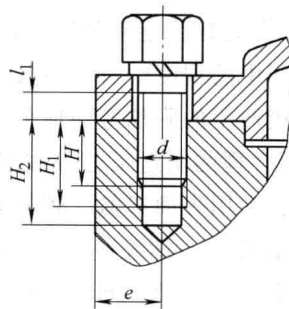


图 1-4 螺钉连接

可能导致被连接件报废,故多用于受力不大,或不需要经常拆装的场合。

4) 紧定螺钉连接(图 1-5)。紧定螺钉连接是利用拧入零件螺纹孔中的螺钉末端顶住另一零件的表面或埋入相应的凹坑中来固定两个零件的相对位置,并可传递不大的力或转矩的连接。

螺钉除用作连接和紧定外,还可用于调整零件位置,如机器、仪器的调节螺钉等。

除此之外,还有一些特殊结构连接,如专门用于将机座或机架固定在地基上的地脚螺栓连接,装在大型零部件的顶盖或机器外壳上便于起吊用的吊环螺钉连接,应用在设备中的 T 形槽螺栓连接等。

(3) 螺纹连接的防松 在冲击、振动或变载荷的作用下,螺旋副间的摩擦力可能减小或瞬时消失。这种现象多次重复后,就会使连接松脱。在高温或温度变化较大的情况下,由于螺纹连接件和被连接件的材料发生蠕变和应力松弛,也会使连接中的预紧力和摩擦力逐渐减小,最终将导致连接失效。

螺纹连接防松的根本问题在于防止螺旋副在负载时发生相对转动。防松的方法按其工作原理可分为摩擦防松、机械防松、铆冲防松等。一般来说,摩擦防松简单、方便,但不如机械防松可靠。对于重要的连接,特别是在机器内部不易检查的连接,应采用机械防松。常见的摩擦防松方法有对顶螺母、弹簧垫圈、自锁螺母、收口放松螺母等;常见的机械防松方法有开口销与六角开槽螺母、止动垫圈、串联钢丝等;常见的铆冲防松方法主要是将螺母拧紧后把螺栓末端伸出部分铆死,或利用冲头在螺栓末端与螺母的旋合缝处打冲,利用冲点防松。这种防松方法可靠,但拆卸后连接件不能重复使用。

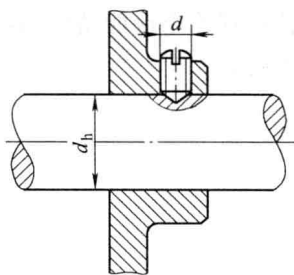


图 1-5 紧定螺钉连接

(4) 提高螺纹连接强度的措施

1) 受轴向变载荷的螺栓连接,一般因疲劳导致破坏。为了提高疲劳强度,减小螺栓的刚度,可适当增加螺栓长度,或采用腰状杆螺栓与空心螺栓。

2) 不论螺栓连接的结构如何,所受的拉力都是通过螺栓和螺母的螺纹牙相接触来传递的。由于螺栓和螺母的刚度与变形的性质不同,各圈螺纹牙上的受力也是不同的。为了改善螺纹牙上的载荷分布不均程度,常用悬置螺母或采用钢丝螺套来减小螺栓旋合段本来受力较大的几圈螺纹牙的受力面。

3) 为了提高螺纹连接强度,还应减小螺栓头和螺栓杆的过渡处所产生的应力集中。为了减小应力集中的程度,可采用较大的过渡圆角和卸载结构。在设计、制造和装配上应力求避免螺纹连接产生的附加弯曲应力,以免降低螺栓强度。

4) 采用合理的制造工艺方法来提高螺栓的疲劳强度,如采用冷镦螺栓头部、滚压螺纹的工艺方法,采用表面渗氮、碳氮共渗、喷丸等处理工艺,都是比较有效的方法。

(5) 螺旋传动 螺旋传动是利用螺杆和螺母组成的螺旋副来实现传动要求的。它将回转运动转变为直线运动,同时传递运动和动力。作为传动件,要求保证螺旋副的传动精度、效率和磨损寿命等。传动螺纹的种类有矩形螺纹、梯形螺纹和锯齿形螺纹等,按其用途可分为传力螺旋、传导螺旋及调整螺旋三种;按摩擦性质不同,可分为滑动螺旋(半干摩擦)、

滚动螺旋（滚动摩擦）及静压螺旋等。

滑动螺旋常为半干摩擦，摩擦阻力大、传动效率低（一般为30%~60%），其结构简单，加工方便，易于自锁，运转平稳，但在低速时可能出现爬行，滑动螺旋时螺纹有侧向间隙，磨损快，反向时有空行程，定位精度和轴向刚度较差，要提高精度必须采用消除机构。滑动螺旋应用于传力或调整螺旋时，要求自锁，常采用单线螺纹；用于传导螺旋时，为了提高传动效率及直线运动速度，常采用多线螺纹。滑动螺旋主要应用于金属切削机床进给、分度机构，摩擦压力机及千斤顶的传动机构。

滚动螺旋因螺旋中含有滚珠或滚子，故具有传动时摩擦阻力小、传动效率高（一般在90%以上）、起动力矩小、传动灵活、工作寿命长等优点；但结构复杂，制造较难。滚动螺旋具有传动可逆性（可以把旋转运动变为直线运动，也可把直线运动变成旋转运动）。为了避免螺旋副受载时逆转，应设置防止逆转的机构。滚动螺旋运转平稳，启动时无颤动，低速时不爬行，螺母与螺杆经调整预紧后，可得到很高的定位精度和重复定位精度，并可提高轴的刚度。而且其工作寿命长、不易发生故障，但抗冲击性能较差。滚动螺旋主要应用于精密机床和数控机床、测试机械、仪表的传导螺旋和调整螺旋，起重、升降机构和汽车、拖拉机转向机构的传力螺旋，飞机、导弹、船舶、铁路等自控系统的传导和传力螺旋。

为了降低螺旋传动的摩擦、提高传动效率，并增强螺旋传动的刚性及抗振性能，将静压原理应用于螺旋传动中，制成静压螺旋。因静压螺旋是液体摩擦，所以摩擦阻力小，传动效率高（可达99%），但螺母结构复杂。静压螺旋具有传动的可逆性，必要时应设置防止逆转的机构。静压螺旋工作稳定，无爬行现象；反向时无空行程，定位精度高，并有较高的轴向刚度；磨损小及寿命长等。静压螺旋使用时需要一套压力稳定、温度恒定、有精滤装置的供油系统，主要用于精密机床进给、分度机构的传导螺旋。

2. 键、花键及销联结

掌握键联结的类型特点及区别，熟悉各种键、花键及销联结的结构和应用场合。

（1）键联结 键是一种标准零件，通常用来实现轴与轮毂之间的周向固定以传递转矩，有的还能实现轴上零件的轴向固定或轴向滑动的导向。

键联结的主要类型包括平键联结、半圆键联结、楔键联结、切向键联结。各类键使用的场合不同，键槽的加工工艺也不同。键的类型可根据键联结的结构特点、使用要求、工作条件来选择，键的尺寸则应根据标准规格和强度要求来取定。

1) 平键。平键的两侧面是工作面，工作时，靠键与键槽侧面的挤压来传递转矩。其特点为：结构简单、装拆方便、对中性较好。这种键联结不能承受轴向力，因而对轴上的零件不能起到轴向固定的作用。

2) 半圆键。半圆键工作时靠侧面来传递转矩。其优点是：工艺性较好，装配方便，尤其适用于锥形轴与轮毂的联结；缺点是：轴上键槽较深，对轴的强度削弱较大，故一般只用于轻载联结中。

3) 楔键。楔键分为普通楔键和钩头楔键；普通楔键又可按形状分为圆头、方头、单圆头。楔键的上下两面是工作面，键的上表面和与它相配合的轮毂键槽底面均具有1:100的斜度。楔键工作时，靠键的楔紧作用来传递转矩，同时还可承受单向的轴向载荷。

4) 切向键。切向键由一对斜度为 1:100 的楔键组成。切向键的工作面是两键沿斜面拼合后相互平行的两个窄面。工作时, 靠工作面上的挤压力和轴与轮毂间的摩擦力来传递转矩。

(2) 花键联结 花键联结是由外花键和内花键组成, 适用于定心精度要求高、载荷大或经常滑移的联结。花键联结的齿数、尺寸、配合等均按标准选取, 可用于静联结或动联结。按齿形花键可分为矩形花键(图 1-6a)和渐开线花键(图 1-6b)等。矩形花键联结由于多齿工作, 具有承载能力大、对中性好、导向性好、齿根较浅、应力集中较小、轴与轮毂强度削弱小等优点, 广泛应用于飞机、汽车、拖拉机、机床、农业机械传动装置中; 渐开线花键联结受载时齿上有径向力, 能起到定心作用, 使各齿受力均匀, 具有强度高、寿命长等特点, 主要用于载荷较大、定心精度要求较高以及尺寸较大的联结。

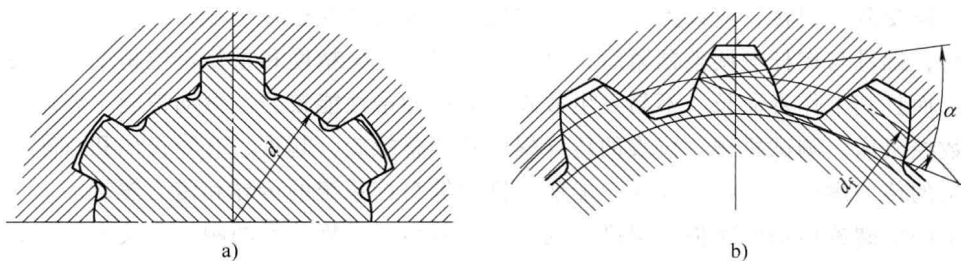


图 1-6 花键

a) 矩形花键 b) 渐开线花键

与平键相比, 由于结构型式和制造工艺的不同, 花键在强度、工艺和使用上有如下特点:

- 1) 因为在轴上与毂孔上直接而匀称地制出较多的齿与槽, 故联结受力较为均匀。
- 2) 因槽较浅, 故齿根处应力集中较小, 对轴与毂的强度削弱较少。
- 3) 齿数较多, 总接触面积较大, 故可承受较大的载荷。
- 4) 轴上零件与轴的对中性好 (这对高速及精密机器很重要)。
- 5) 导向性较好 (这对动联结很重要)。

6) 可用磨削的方法提高加工精度及联结质量。缺点: 齿根处仍有应力集中; 有时需用专用设备加工, 成本较高。

(3) 销联结 当销主要用来固定零件之间的相对位置时, 称为定位销(图 1-7a), 它是组合加工和装配时的重要辅助零件; 用于轴与毂或其他零件的联结时, 称为联结销(图 1-7b), 可传递不大的载荷; 用于安全装置中的过载剪断元件时, 称为安全销(图 1-7c)。

销有多种类型, 如圆锥销、圆柱销、槽销、开口销等, 均已标准化。各种销都有各自的特点, 如圆柱销多次拆装会降低定位精度和可靠性, 而圆锥销在受横向力时可以自锁, 安装方便, 定位精度高, 多次拆装不影响定位精度等。

3. 铆接、焊接、胶接和过盈配合连接

(1) 铆接 铆接主要由连接件铆钉和被连接件所组成, 有的还有辅助连接件盖板, 这些基本元件在构造物上所形成的连接部分统称为铆接缝 (简称铆缝)。铆接为不可拆连接。

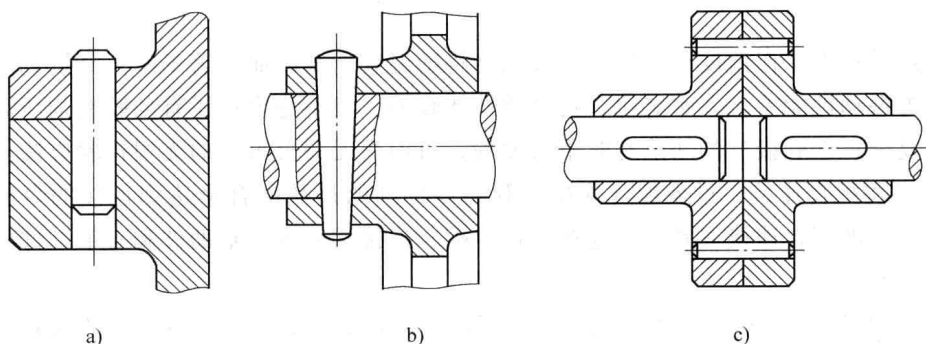


图 1-7 销联结

a) 定位销 b) 联结销 c) 安全销

铆缝的结构形式很多,按接头可分为搭接缝、单盖板对接缝和双盖板对接缝;按铆钉排数可分为单排、双排和多排铆缝。

铆缝按性能不同可分为以下几种:以强度为基本要求的铆缝称为强固铆缝;不但要求具有足够的强度,而且要求保证良好紧密性的铆缝称为强密铆缝;仅以紧密性为要求的铆缝称为紧密铆缝。铆接具有工艺设备简单、抗振、抗冲击和牢固可靠等优点。

(2) 焊接 焊接的方法很多,机械制造中常用的是熔焊。熔焊可分为电焊、气焊和电渣焊等,其中尤以电焊应用最广。

电焊又分为以下两种:

1) 电阻焊。电阻焊是指利用大的低压电流通过被焊件时,在电阻最大的接头处(被焊接部位)引起强烈发热,使金属局部熔化,同时机械加压而形成的连接。

2) 电弧焊。电弧焊是指利用电焊机的低压电流,通过电焊条(为一个电极)与被焊件(为另一电极)间形成的电路,在两极间引起电弧来熔融被焊接部分的金属和焊条,使熔融的金属混合并填充接缝而形成的连接。

焊件经焊接后形成的结合部分叫焊缝。焊缝大体可分为对接焊缝、角焊缝和塞焊缝。除了受力较小和避免增大质量时采用塞焊缝外,其他焊缝一般分为对接焊缝和角焊缝。对接焊缝用于连接位于同一平面内的被焊件,角焊缝用于连接不同平面内的被焊件。

与铆接相比,焊接具有强度高、工艺简单、质量轻、工人劳动条件好等优点。

(3) 胶接 胶接是利用胶粘剂在一定条件下把预制的元件连接在一起,并具有一定强度的连接。胶接接头的典型结构主要有板接、管接和角接等。目前,胶接在机床、汽车、拖拉机、造船、化工、仪表、航空航天等工业部门得到广泛应用。

与铆接、焊接相比,胶接的优点是:①质量较轻(一般可减轻为20%),材料利用率较高;②不会改变胶缝附近母体材料的金相组织,冷却时也不会产生弯翘和变形;③不需钻孔,且为面与面的胶粘连接,因而应力分布均匀,耐疲劳、耐蠕变性能较好;④能使异形、复杂、微小或薄壁构件以及金属与非金属构件相互连接,应用范围较广;⑤所需设备简单,操作方便,无噪声,劳动条件好,劳动生产率高,成本低;⑥密封性比铆接可靠;⑦工作温度在有特殊要求时可达 $-200 \sim 1000^{\circ}\text{C}$ (一般为 $-60 \sim 400^{\circ}\text{C}$);⑧能满足防锈、绝缘、透明

等特殊要求。

其缺点是：①工作温度过高时，胶接强度将随温度的增高而显著下降；②抗剥落、抗弯曲及抗冲击振动性能差；③耐老化、耐介质性能较差，且不稳定；④有的胶粘剂所需的胶接工艺较为复杂；⑤胶接件的缺陷有时不易发现，目前尚无完善可靠的无损检验方法。

(4) 过盈配合连接 过盈配合连接是利用零件间的过盈配合来达到连接的目的。这种连接也叫做干涉配合连接或紧配合连接。过盈配合连接常分为无辅助件和有辅助件两种。

4. 带传动

掌握带的类型、V带结构及带轮结构；了解带传动的形式，掌握带传动的张紧原理和张紧方法。

带被张紧（预紧力）压在两个带轮上，主动轮通过摩擦带动带以后，再通过摩擦带动从动带轮转动。它具有传动中心距大、结构简单、超载打滑（减速）等特点。常见的带传动类型有平带传动、V带传动、多楔带传动及同步带传动等。

1) 平带传动结构最简单，带轮容易制造，在传动中心距较大的情况下应用较多。

2) V带是一种整圈、无缝、质量均匀的传动带，在同样的张紧力下，V带传动与平带传动相比能产生较大的摩擦力，又因其传动比较大、结构紧凑，且生产标准化，故应用广泛。

3) 多楔带传动兼有平带和V带传动的优点，柔性好、摩擦力大、传递功率大，且能解决因多根V形带长短不一使各带受力不均匀的问题。多楔带主要用于传递功率较大且结构要求紧凑的场合，传动比可达10，带速可达40m/s。

4) 同步带在沿带的纵向制有很多齿，带轮轮面也制有相应齿。同步带传动工作时，带的凸齿与带轮外缘上的齿槽进行啮合传动。由于强力层承载后变形小，能保持同步带的齿距不变，故带与带轮间没有相对滑动，从而保持了同步传动。

同步带传动具有以下优点：①无滑动，能保证固定的传动比；②初拉力较小，轴和轴承上所受的载荷小；③带的厚度小，单位长度的质量小，故允许的线速度较高；④带的柔性好，故所用带轮的直径可以较小。

其主要缺点：安装时中心距的要求较为严格，价格较高。

5. 链传动

掌握链传动的种类及传动链的形式，了解各种链传动的特点、应用场合及链轮的结构。

链传动是指由主动链轮带动链以后，又通过链带动从动链轮，属于带有中间挠性件的啮合传动。与属于摩擦传动的带传动相比，链传动的主要优点有：①链传动无弹性滑动和打滑现象，因而能保证平均传动比为常数；②链条不需要张紧，所以作用于轴上的径向压力较小；③在同样的使用条件下，链传动的结构较为紧凑；同时链传动能在高温及速度较低的情况下工作；④与齿轮传动相比，链传动较易安装，成本低廉；⑤在远距离传动（中心距离最大可达十多米）时，链传动其结构要比齿轮传动轻便得多。

链传动按用途不同可分为传动链传动、输送链传动、起重链传动。输送链传动和起重链主要用在运输和起重机械中，而在一般机械中常用的是传动链传动。

1) 传动链分为短节距精密滚子链（简称滚子链）、齿形链等。

在滚子链中,为使传动平稳、结构紧凑,宜选用小节距单排链,当速度高、功率大时则选用小节距多排链。

齿形链又称无声链,它是由一级带有两个齿的链板左右交错并列铰链而成。齿形链设有导板,以防止链条在工作时发生侧向窜动。与滚子链相比,齿形链具有传动平稳、无噪声、承受冲击性能好、工作可靠等特点。

2) 链轮是链传动的主要零件。链轮齿形已标准化,链轮设计主要是确定其结构尺寸,选择材料、热处理方法等。

6. 齿轮传动和蜗杆传动

掌握齿轮机构的分类及齿轮传动的类型;了解齿轮主要参数的名称、轮齿的失效形式;掌握齿轮传动的受力分析,了解蜗杆传动的类型、结构及应用。

(1) 齿轮传动 齿轮传动是机械传动中最重要的传动之一,其形式多样、应用广泛,主要特点是:传动效率高、结构紧凑、工作可靠、传动比稳定等,可做成开式传动、半开式传动、封闭式传动。失效形式主要有轮齿折断、齿面点蚀、齿面磨损、齿面胶合、塑性变形等。

按照齿轮传动轴的相对位置将齿轮传动分为三类:

1) 平行轴圆柱齿轮传动。这种圆柱齿轮传动又分为直齿圆柱齿轮传动和斜齿圆柱齿轮传动两种。直齿圆柱齿轮传动按照啮合方式又分为外啮合齿轮传动、内啮合齿轮传动和齿轮齿条传动等类型。

2) 交错轴齿轮传动。这种齿轮传动又分为交错轴斜齿圆柱齿轮传动、蜗杆传动和准双曲线锥齿轮传动。

3) 相交轴齿轮传动。这种齿轮传动又分为直齿锥齿轮传动、斜齿锥齿轮传动和弧齿锥齿轮传动。

(2) 蜗杆传动 蜗杆传动是用来传递空间互相垂直而不相交的两交错轴间运动和动力的传动机构,两轴线交错的夹角可为任意角,常用的为 90° 角。

蜗杆传动具有以下特点:

1) 当使用单头蜗杆(相当于单线螺纹)时,蜗杆旋转一周,蜗轮只转过一个齿距,因此能实现大传动比传动。在动力传动中,一般传动比为 $5 \sim 80$;在分度机构或手动机构的传动中,传动比可达300;若只传递运动,传动比可达1000。

2) 由于传动比大,零件数目少,故结构紧凑。

3) 在传动中,蜗杆齿是连续不断的螺旋齿,与蜗轮啮合是逐渐进入与逐渐退出,故冲击载荷小,传动平衡,噪声低。

4) 当蜗杆的螺纹升角小于啮合面的当量摩擦角时,蜗杆传动便具有自锁性。

5) 蜗杆传动与螺旋传动相似,在啮合处有相对滑动,当速度很大、工作条件不够良好时会产生严重摩擦与磨损,引起发热,摩擦损失较大,效率低。

根据蜗杆的形状不同,蜗杆传动可分为圆柱蜗杆传动、环面蜗杆传动及锥面蜗杆传动。

1) 圆柱蜗杆传动(图1-8a)。圆柱蜗杆传动可分为普通圆柱蜗杆传动和圆弧齿圆柱蜗杆传动。

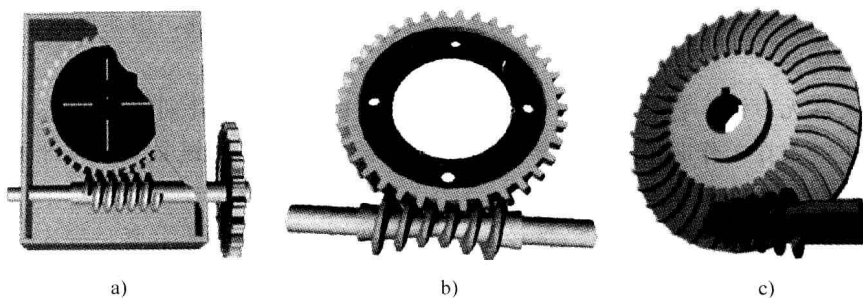


图 1-8 蜗杆传动

a) 圆柱蜗杆传动 b) 环面蜗杆传动 c) 锥面蜗杆传动

2) 环面蜗杆传动 (图 1-8b)。环面蜗杆传动的特征是所用蜗杆切制螺纹的外形是以凹圆弧为素线所形成的螺旋曲面。

3) 锥面蜗杆传动 (图 1-8c)。锥面蜗杆传动中的蜗杆是由在节锥上分布的等导程的螺旋所形成。而蜗轮在外观上就像一个曲线齿锥齿轮, 它是由与锥蜗杆相似的锥滚刀在普通滚齿机上加工而成的, 故称为锥蜗轮。

7. 滑动轴承

掌握滑动轴承的类型、特点、应用场合及滑动轴承的润滑与密封。

(1) 分类 根据轴承中摩擦性质的不同, 可把轴承分为滑动摩擦轴承 (简称滑动轴承) 和滚动摩擦轴承 (简称滚动轴承) 两大类。

滑动轴承按润滑表面状态不同可分为液体润滑轴承、不完全液体润滑轴承和无润滑轴承 (指工作时不加润滑剂); 根据液体润滑承载机理不同又可分为液体动压润滑轴承 (简称液体动压轴承) 和液体静压润滑轴承 (简称液体静压轴承)。

(2) 轴瓦 轴瓦是滑动轴承的重要组成部分, 轴瓦材料除应满足摩擦因数小和磨损少的要求外, 还应满足以下要求: ①抗粘着性; ②容纳异物的能力; ③抗疲劳性; ④强度; ⑤价格及来源。

常用的轴瓦材料可分为: ①金属材料: 铸铁、轴承合金 (通称巴氏合金或白合金)、铜合金 (铸造铅青铜、铸造锡锌铅青铜、铸造锡磷青铜、铸造铝青铜等)、铝合金、陶质金属等; ②非金属材料: 石墨、橡胶、尼龙等。

8. 滚动轴承

掌握滚动轴承的组成、类型代号及组合结构设计, 了解滚动轴承的润滑与密封。

滚动轴承是依靠主要元件间的滚动来支承传动零件的。与滑动轴承相比, 滚动轴承具有摩擦阻力小、功率消耗少、起动容易等优点, 因此在一般机器中应用较广。

滚动轴承主要由内圈、外圈、滚动体和保持架四部分组成, 如图 1-9 所示。

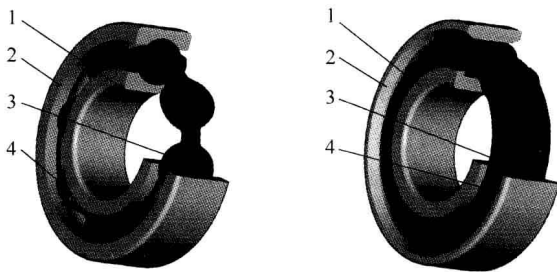


图 1-9 轴承结构

1—内圈 2—外圈 3—滚动体 4—保持架

常用的滚动体有：①球；②短圆柱滚子；③长圆柱滚子；④空心螺旋滚子；⑤圆锥滚子；⑥鼓形滚子；⑦滚针等。

9. 联轴器和离合器

掌握联轴器和离合器的作用、分类、特点及应用场合。

联轴器和离合器可用来连接轴与轴以传递运动与转矩，有时也可用作安全保护的装置。

(1) 联轴器和离合器的分类

1) 根据工作特性分类

① 联轴器。联轴器是用来把两轴连接在一起的一种装置。机器运转时两轴不能分离，只有在机器停车并将连接拆开后，两轴才能分离。

② 离合器。离合器是一种在机器运转过程中可使两轴随时接合或分离的装置。它可用来操纵机器传动系统的断续，以便进行变速及换向等。

③ 安全联轴器和安全离合器。这两种装置在工作时，如果转矩超过规定值，联轴器及离合器即会自行断开或打滑，以保证机器的主要零件不致因为过载而损坏。

④ 特殊功用的联轴器和离合器。这两种装置用于某些特殊要求处，如在一定的回转方向或达到一定的转速时，联轴器或离合器即可自动接合或分离等。

2) 根据联轴器的内部结构分类，联轴器根据内部是否包含弹性元件可分为：

① 刚性联轴器。刚性联轴器又分为固定式和可移动式两种。可移动式刚性联轴器对两轴间的偏移量具有一定的补偿能力。

② 弹性联轴器。弹性联轴器因有弹性元件，故可缓冲和减振，亦可在不同程度上补偿两轴间的偏移。

(2) 离合器 离合器的工作要求：①接合、分离迅速而平稳；②调节和修理方便，外廓尺寸小，质量轻；③耐磨性好和有足够的散热能力；④操纵方便省力。

常用的离合器可分为牙嵌式与摩擦式两类。

10. 轴

熟悉轴的类型及结构设计，掌握轴上零件的固定方式。

轴是组成机器的主要零件之一。一切作回转运动的传动零件（如齿轮、蜗轮等）都必须安装在轴上才能进行运动及动力的传递。轴的主要功用是支承回转零件并传递运动和动力。

(1) 分类

1) 按承受载荷的不同，轴可分为心轴、转轴和传动轴三类。

① 心轴：只承受弯矩而不承受扭矩的轴。

② 转轴：既承受弯矩又承受扭矩的轴。

③ 传动轴：主要或只能承受扭矩的轴。

2) 按轴线的形状不同，轴可分为曲轴和直轴两大类。直轴根据外形不同又可分为光轴和阶梯轴。

① 光轴。光轴形状简单，加工容易，应力集中源少。但它的主要缺点是轴上的零件不易装配、定位，所以光轴主要用作心轴和传动轴。