



GH

中等专业学校 规划教材
工科电子类

JINGMIJIXIELINGJIAN YUBUJIAN

精密机械零件与部件

任亿君 张 凯 陆听娣

电子科技大学出版社

TH13
R50

441107

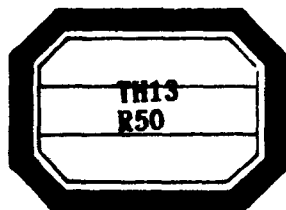
精密机械零件与部件

任亿君 张 凯 陆听娣



00441107

4



电子科技大学出版社

1995 •

[川]新登字 016 号

内 容 简 介

本书较系统地介绍了现代电子设备中最常用的精密机械零、部件设计的基础知识。全书共十六章,包括:导论;精密机械设计的基本知识;精密齿轮传动;精密螺旋传动;摩擦轮传动;带传动;杠杆传动;轴系与支承;导向装置;定位装置与限动装置;调速装置与阻尼装置;锁紧装置;连接结构;显示装置;调节装置;控制装置与调谐装置。本书重点突出了精密机构设计中的精度分析和精度设计的基本方法,并汇集了精密机构与结构在现代电子设备中的大量应用实例,强调了其“机电”结合的特点。全书采用了新的国家标准和法定计量单位。

本书可作为中专电子设备结构专业、机电技术应用及仪器仪表类专业教材或上述专业的工程技术参考书。

精密机械零件与部件

任亿君 张 凯 陆昕琳

电子科技大学出版社出版

(成都建设北路二段四号) 邮编 610054

电子科技大学出版社印刷厂胶印

四川省新华书店经销

开本 787×1092 1/16 印张 23.875 字数 576 千字

版次 1995 年 1 月第一版 印次 1995 年 1 月第一次印刷

印数 1—1000 册

ISBN 7—81043—288—5/TH·8

定价: 13.75 元

出版说明

根据国务院关于高等学校教材工作的规定,我部承担了全国高等学校和中等专业学校工科电子类专业教材的编审、出版的组织工作。由于各有关院校及参与编审工作的广大教师共同努力,有关出版社的密切配合,从1978~1990年,已编审、出版了三个轮次教材,及时供应高等学校和中等专业学校教学使用。

为了使工科电子类专业教材能更好地适应“三个面向”的需要,贯彻国家教委《高等教育“八五”期间教材建设规划纲要》的精神,“以全面提高教材质量水平为中心,保证重点教材,保持教材相对稳定,适当扩大教材品种,逐步完善教材配套”,作为“八五”期间工科电子类专业教材建设工作的指导思想,组织我部所属的九个高等学校教材编审委员会和四个中等专业学校专业教学指导委员会,在总结前三轮教材工作的基础上,根据教育形势的发展和教学工作的需要,制订了1991~1995年的“八五”(第四轮)教材编审出版规划。列入规划的,以主干课程教材及辅助教材为主的教材约300多种。这批教材的评选推荐和编审工作由各编委会或教学指导委员会组织进行。

这批教材的书稿,其一是从通过教学实践、师生反映较好的讲义中经院校推荐,由编审委员会(小组)评选择优产生出来的,其二是在认真遴选主编人的条件下进行约编的,其三是经过质量调查在前几轮组织编写出版的教材中修编的。广大编审者、各编审委员会(小组)、教学指导委员会和有关出版社,为保证教材的出版和提高教材的质量,作出了不懈的努力。

由于水平和经验,这批教材的编审、出版工作还可能有缺点和不足之处,希望使用教材的广大教师和同学积极提出批评和建议,共同为不断提高工科电子类专业教材的质量而努力。

电子工业部电子类专业教材办公室

前 言

本教材系按电子工业部的工科电子类专业教材 1991~1995 年编审出版规划,由中专电子机械专业教学指导委员会征稿并推荐出版。责任编委为孙希龄。

本教材由常州无线电工业学校任亿君高级工程师担任主编,天津无线电机学校刘清泉高级讲师担任主审。

本课程的参考学时数为 90 学时,其主要内容为介绍现代电子设备中最常用的精密机构和精密机械零、部件的功能、原理、结构及其分析、计算、设计的基本方法等,全书共十六章,取材力求反映现代电子设备应用实际,避免过多的推导,以利于中专教学和培养应用型人才之用。

本书可作为电子设备结构专业、机电技术应用和仪器仪表类专业教材和上述专业的工程技术人员参考书。

本教材由任亿君编写第一、三、六、八、十一章,张凯编写第二、四、五、七、十、十四~十六章,陆听娣编写第九、十二、十三章,任亿君统编全稿。北京理工大学盛鸿亮教授、王惠敏副教授热忱关心和支持本教材的编写,他们为本书提出了许多宝贵意见,这里表示诚挚的感谢。由于编者水平有限,书中难免还存在一些缺点和错误,殷切希望广大读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 导论

§ 1.1 精密机械零、部件在电子设备中的作用和设计特点	(1)
§ 1.2 本课程的特点与任务	(6)
习题	(6)

第二章 精密机械设计的基本知识

§ 2.1 精密机械设计的要求和方法	(7)
§ 2.2 精密机械零件与部件的精度	(9)
§ 2.3 精密机械零件的工作能力与计算准则	(17)
习题	(22)

第三章 精密齿轮传动

§ 3.1 概述	(23)
§ 3.2 传动型式及选择原则	(25)
§ 3.3 传动链的级数和各级传动比的选择与分配	(27)
§ 3.4 齿轮主要参数的确定	(37)
§ 3.5 齿轮的几何参数	(39)
§ 3.6 齿轮传动的结构设计	(43)
§ 3.7 齿轮精度等级和侧隙类型的选择	(46)
§ 3.8 齿轮传动的精度分析和误差计算	(51)
§ 3.9 提高齿轮传动精度和减小空程误差的方法	(57)
习题	(68)
附录	(69)

第四章 精密螺旋传动

§ 4.1 概述	(77)
§ 4.2 滑动螺旋传动的设计	(81)
§ 4.3 滑动螺旋传动的精度分析	(87)
§ 4.4 滚珠螺旋传动简介	(100)
习题	(103)

第五章 摩擦轮传动

§ 5.1 概述	(104)
§ 5.2 摩擦轮的材料、失效形式和计算准则	(107)

§ 5.3 定传动比摩擦轮传动	(109)
§ 5.4 变传动比摩擦轮传动	(112)
习题	(114)
第六章 带传动	
§ 6.1 绳传动	(115)
§ 6.2 同步带传动	(118)
习题	(137)
第七章 杠杆传动	
§ 7.1 概述	(138)
§ 7.2 杠杆传动的传动特性	(141)
§ 7.3 杠杆传动的设计	(144)
§ 7.4 杠杆传动精度的分析与计算	(151)
习题	(153)
第八章 轴系与支承	
§ 8.1 概述	(154)
§ 8.2 轴与轴尖	(155)
§ 8.3 支承	(159)
§ 8.4 轴系的精度分析简介	(179)
§ 8.5 联轴器和离合器	(184)
习题	(191)
第九章 导向装置	
§ 9.1 概述	(193)
§ 9.2 滑动摩擦导轨	(196)
§ 9.3 滚动摩擦导轨	(205)
§ 9.4 导轨的精度分析	(212)
§ 9.5 导柱和导轮	(219)
习题	(221)
第十章 定位装置与限动装置	
§ 10.1 定位装置	(222)
§ 10.2 限动装置	(228)
习题	(245)
第十一章 调速装置与阻尼装置	
§ 11.1 调速装置	(247)
§ 11.2 阻尼装置	(256)
习题	(260)
第十二章 锁紧装置	
§ 12.1 转轴和转盘锁紧装置	(261)

§ 12.2 功能开关锁紧装置	(268)
习题	(272)
第十三章 连接结构	
§ 13.1 概述	(273)
§ 13.2 可拆连接	(274)
§ 13.3 不可拆连接	(291)
习题	(303)
第十四章 显示装置	
§ 14.1 概述	(304)
§ 14.2 标尺指针示数装置	(305)
§ 14.3 标尺指针示数装置读数精度分析	(318)
§ 14.4 读数累积示数装置——计数器	(321)
§ 14.5 自动记录装置	(328)
§ 14.6 光电显示装置简介	(331)
习题	(332)
第十五章 调节装置	
§ 15.1 概述	(333)
§ 15.2 手动调节装置的设计原则	(335)
§ 15.3 调节装置的结构	(341)
习题	(351)
第十六章 控制装置与调谐装置	
§ 16.1 概述	(353)
§ 16.2 控制装置	(354)
§ 16.3 自动控制系统应用简介	(362)
§ 16.4 同步装置	(363)
§ 16.5 调谐装置	(366)
习题	(372)
主要参考文献	(372)

第一章 导 论

随着电子技术、微电子技术、计算机应用技术的迅速发展,新材料、新器件、新工艺的不断涌现,以及人民生活水平的逐步提高,电子设备已被广泛地应用于国防和国民经济的各个领域。诸如雷达、卫星通信地面站、射电望远镜、无线电通信设备、有线电通信设备、电报设备、遥控设备、自动调节和控制设备、控制测量设备、录音录像设备、计算机外部设备、导航设备、超声设备、自动绘图仪,乃至机器人等,都可列入电子设备这一范畴。电子设备内除了电路部分外,还包括各种机械装置,如调谐装置、控制装置、指示、显示装置、伺服装置等。现在电子设备已经成为电子和机械两大部分的组合体。在长期从事电子设备的设计和生产实践中,人们越来越认识到,欲满足各种用途电子设备提出的且日益增高的不同要求,不仅需要有良好的电设计,而且还需要有良好的机械结构设计予以保证。

电子设备中的机械装置大多是以传递或改变运动为主的,尽管它们也要满足强度要求但关键的性能指标常常是运动的精度和灵敏度。就此而言,电子设备中的机械设计属“精密机械”这一范畴。

§ 1.1 精密机械零、部件在电子设备中的作用和设计特点

由于各种不同的用途对电子设备提出的要求不同,电子设备的种类繁多,结构也各异。为说明精密机械零、部件在电子设备中的作用及设计特点,在此首先举出电子设备中的几个典型机械装置的例子。

一、电子设备中的典型机械装置

图 1-1 所示为典型的雷达天线位置(方位或俯仰)手控伺服系统。它是一个闭环控制系统。图中(a)为原理图,(b)为对应的方框图。该系统由手轮发出位置指令,借助功率足够的执行元件——伺服电动机,通过齿轮传动装置 1 驱动负载(天线座和天线)。负载的指令位置与实际位置之间的误差由自整角发送机-自整角接收机组成的检测系统(其中包括对应的齿轮传动装置 2 和 3)来检测。检测装置输出与位置误差成正比例的误差电压,经放大器予以前置放大和功率放大后驱动伺服电动机,再通过传动装置 1,驱动负载向减小位置误差的方向运动,直至负载的实际位置与指令位置一致,误差消失为止。当连续输入变化的指令信号时,负载的实际位置就不断地跟随指令位置变化。系统中设置齿轮传动装置 4 和数据发送器是为了将实际位置对应的数据显示或传递到其它设备上去。

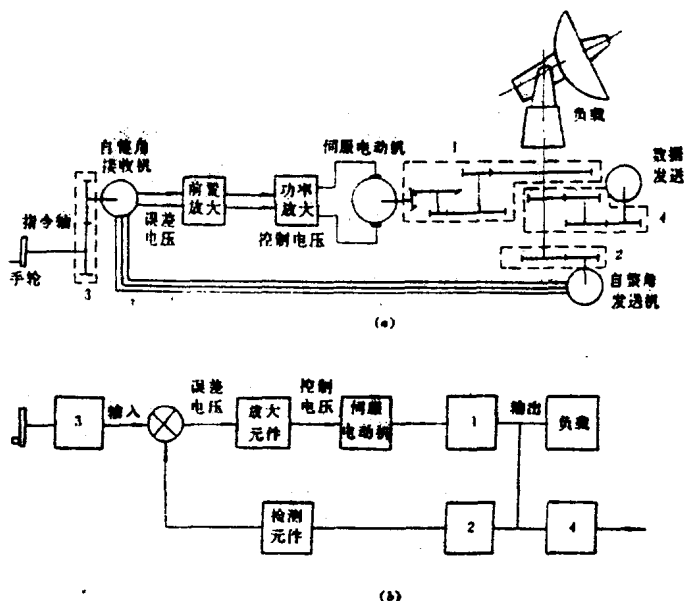


图 1-1 雷达天线位置手控伺服系统

系统中齿轮传动装置 1 的作用是传递转矩和转速,使伺服电动机和负载在转矩和转速上得到匹配。由于这类传动装置是传递功率的,称为动力传动装置。雷达天线动力传动装置的性能指标有:驱动功率、传动误差、空程误差、机械谐振频率、负载轴上的摩擦力矩等。

系统中齿轮传动装置 2 和 3 与检测元件一起,完成实际位置的反馈、指令数据的输入,以及两者之间的比较等任务。齿轮传动装置 4 的作用是使负载实际位置得以显示或传递到其它设备上去。这类传动装置统称为“数据传递装置”。

数据传递装置和小功率传动装置往往是电子设备的一个重要组成环节。由于它们大多采用小模数齿轮,且常常装配在一个箱内,习惯上称其为“仪器传动装置”。用作数据传递和小功率动力传递的齿轮处于伺服系统的闭环内,成为整个伺服系统的一个组成环节时,传动装置的结构因素(如总传动比、摩擦力矩、转动惯量、传动误差、空程误差和固有频率等)对伺服系统有很大的影响。

图 1-2 所示是普通录音机走带机构工作原理示意图。走带机构的作用在此是以适当的张力张紧带子(磁带)并使它以规定的速度经过磁头,以便录音或放音。磁带 8 由输带部件(压带轮 7 和主导轴 6)从供带盘 17 上拉出后,再经信息转换部件(录放磁头 11),由收带部 10 完成收卷带子的工作,导(带)柱 15 和导(带)轮 16 用来保证带的正确位置。为了使运动稳定,在主导轴 6 上装有一个惯性较大的飞轮 4。在这种主导轴驱动方式中,主导轴的直径与转速受到已标准化的磁带速度(4.76cm/s)的制约,一般,直径为 2~3mm,相应的转速为 455~303r/min。

对普通录音机用走带机构的设计应有下列基本要求:① 保证磁带的恒速运动,它要求严格控制抖晃率——最主要的性能指标、带速偏差和带速变动幅度等;② 能完成快进、倒带、停止和退盒等多种功能;③ 结构紧凑;④ 价格便宜等。

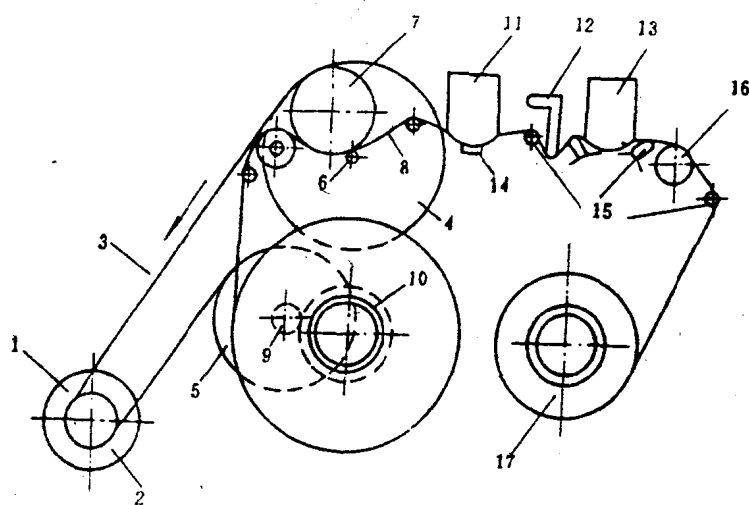
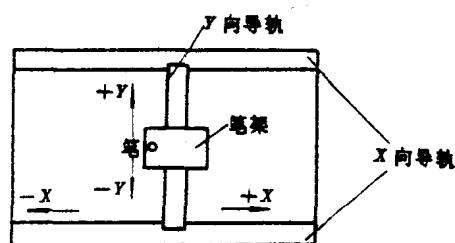
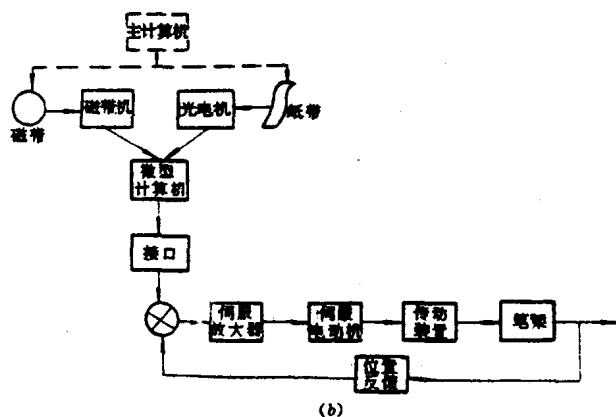


图 1-2 普通录音机走带机构

1—电机,2—带轮,3—橡胶传动带,4—飞轮,5—张紧轮,6—主导轴,
7—压带轮,8—磁带,9—卷带靠轮,10—收带部件,11—录放头,12—自停触头
13—抹音头,14—压贴垫,15—导(带)柱,16—导(带)轮,17—供带盘



(a)



(b)

图 1-3 自动绘图仪结构示意图

图 1-3 所示(a)是平台式自动绘图仪的结构示意图。它主要由绘图平台、X 向导轨、Y 向导轨、传动装置(图中未画出)和笔架等部分组成。它既可作为主计算机的终端联机使用,也可以和主计算机脱机使用,其系统工作原理方框图如图 1-3(b)所示。脱机使用时,主计算机

将处理过的图形信息存储在磁带或穿孔纸带上。自动绘图时,绘图仪就把这些图形信息通过磁带机或光电机输送给与绘图仪配套的微型计算机进行信息处理,然后通过插补器发出一系列 X 、 Y 方向的脉冲指令信号,再经过伺服放大器放大、控制伺服电动机,通过传动装置,最后使画笔进行 X 、 Y 方向的合成运动,高速度、高精度地将原来的连续模型以绘制图形的形式输出。自动绘图仪中,绘图平台的台面通常由硬质橡胶构成,上面有许多小孔,与真空吸附装置相通,以便固定图纸。 X 向导轨位于平台两侧, Y 向导轨装于横梁上,横梁由两端的滑座支撑在平台上。横梁上有与笔架连接在一起的小车,小车的 Y 向移动和横梁的 X 向移动分别由各自的电动机驱动,并通过滚珠螺母在螺杆上的移动及齿轮减速箱和齿条的相对移动来实现。两种移动的组合就实现了画笔的绘图。而画笔本身可按计算机的指令要求自动抬笔和落笔。

平台式自动绘图仪的主要性能指标包括绘图精度、绘图速度和线条质量等,其中尤以绘图精度最为重要。

图 1-4 所示是高频信号发生器的频率调节与指示装置的结构示意图。它是一种带指示装置并且具有粗、细调两种传动比的调谐装置,常用于调谐系统中需于一个波段范围内作较大的频率指示时,以便能迅速而方便地调谐到所需的工作频率之处。粗调时,转动旋钮 1 直接带动轴 3,经膜片式联轴器 6,带动双联可变电容器 7 转动,达到改变信号频率的目的,并通过刻度 2 直接指示被调频率;细调时,转动旋钮 10,通过齿轮 8、5,经安全联轴器 4、膜片式联轴器 6,带动双联可变电容器转动,以改变和显示所调频率。

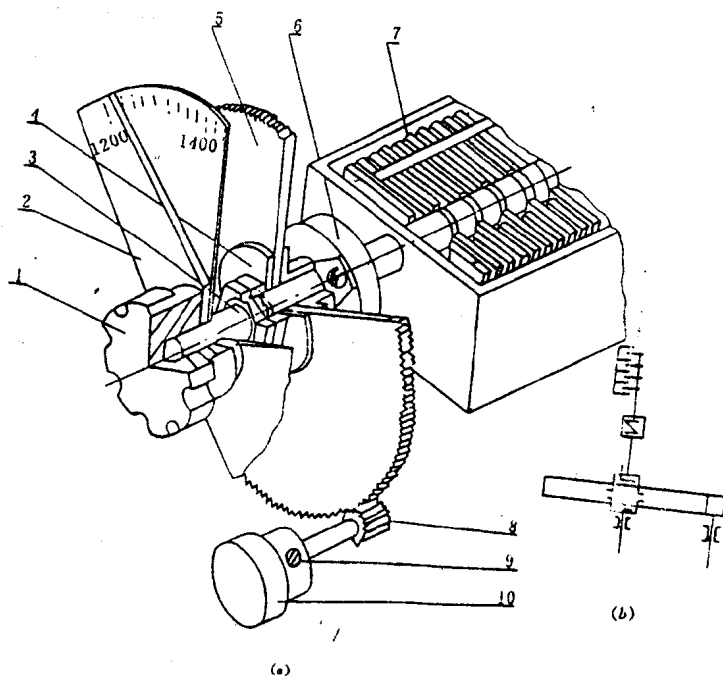


图 1-4 高频信号发生器频率调节与指示装置

(a) 结构图

(b) 原理图

这种装置的主要性能指标为调谐和指示精度、运动平稳性、灵敏度等。

二、精密机械零、部件在电子设备中的作用

由上可知,由精密机械零、部件所组成的精密机构是电子设备的重要组成部分。在很多电子设备中,如录音机、录像机、计算机外部设备、机器人等,精密机械零、部件在组成电子设备的数量上占有相当大的比例。不仅如此,电子设备电路部分中的某些元件,如可变电容器、可变电感器、继电器,以及高频系统中的波导管、谐振腔等,在一定意义上也是精密机械零、部件。

精密机械零件与部件性能的优劣及在电子设备整机中的安排妥当与否,与整台电子设备的使用性能有着十分密切的关系。例如:雷达和通信机接收设备中机械调谐装置、控制装置的空程误差是直接造成示数装置和接收频率之间的误差的根源;电接触零、部件的性能不良、磨损及变形等,会降低电子设备的灵敏度,严重的还将使设备无法正常工作等等。

精密机械零、部件在电子设备中的作用可以概括为如下两个主要方面:① 组成具有确定运动规律的执行机构或相对活动系统来传递、转换和控制运动或能量,传递、记录、变换和显示各种信息,指示电子设备的工作状态和工作结果;② 构成电子设备中机构的机架和支承系统,调整、固定和连接各种元器件,如光学部件、光电元件、电子元件、机电元件和机械构件,以获得所要求的确定而稳定的相对位置,以便实现调谐、调节和控制电气参数,完成各种工作状态和功能的转换与控制等任务。

毫无疑问,精密机械零件与部件在电子设备中占有十分重要的地位。可以说,没有精细的机械结构,就不可能产生高水平的电子设备。现代电子设备是电子技术和精密机械技术的共同成果。

随着科学技术的发展,电子设备对精密机械结构的要求也日益提高。例如,对各种自动控制装置的需要日益增多;随着集成电路的广泛应用,电子设备对精密机械零、部件的体积小、重量轻的要求就显得更为突出;随着电子设备工作频率越来越高,新波段的不断被开拓,除了对调谐系统的精度、灵敏度等提出更高的要求外,还应用了各种自动调谐系统,而随着“机电一体化”这一复合技术的研究和开发,电子设备的自动化、智能化程度的逐步提高,对精密机械机构运动的精确性、平稳性、动态响应的快速性则将有更高的要求。精密机械结构有待进一步向小型化、微型化发展。

三、电子设备中精密机械零、部件的设计特点

一般来说,电子设备中的精密机械零、部件的设计与普通的机械零、部件或一般的精密机械零、部件在设计上有许多类似之处,如必须满足强度或精度要求等。但它也有自己的特点,首先是机、电结合的特点。它起着保证电气性能的作用。这是电子设备中精密机械零、部件所特有的重要特性。我们必须重视这一重要特性,用优良的机械结构设计,来保证电性能要求的实现。在设计上,这往往反映出考虑问题的着眼点时的不同。例如,一般机械装置对运动部件的惯量控制只是从减少驱动功率来着眼;而在一些电子设备上,如雷达天线的伺服传动装置、遥控机器人的机械手、磁盘存储器中的磁头定位伺服装置等,常是从缩短机电时间常数、提高执行机构的响应能力这一要求出发来控制惯量的。又如,一般的机械设计中控制机械谐振频率是为了保证不被破坏;而在不少电子设备中,如雷达和自动绘图仪中,控制机械谐振频率却是为了保证伺服系统的稳定性。再如,一般机械装置的转轴直径需要满足的

是强度、刚度;而磁带录音机和录像机中走带机构的主导轴直径及其精度,还受到标准磁带速度及音像稳定性等因素的制约。为此,要求对走带机构主导轴的直径有一定限制,并要求它有一定的加工精度,径向跳动有时控制在 $1\mu\text{m}$ 之内,表面粗糙度要求达到 $\sqrt{0.05} \sim \sqrt{0.025}$ 。

此外,由于电子设备在环境条件的复杂性(尤其是军用设备)、选用材料的多样性等上与一般机械设计也有差异,所以电子设备中精密机械零、部件的设计尚有其它相应的特点与要求。例如,它要求电子设备中的精密机械零、部件必须满足各种相应的严格的环境要求,包括适应温度变化的能力,耐冲击、振动和加速度的能力。而它所采用的材料,有时要满足一些与电性能有关的要求,如高导电性、高导磁性,或绝缘性、屏蔽性,或耐腐蚀性等。

电子制造业中广泛采用的如塑料、陶瓷成型、冷冲压等特殊工艺,也要求电子设备中精密机械零、部件的结构设计必须考虑这些工艺特点。

§ 1.2 本课程的特点与任务

精密机械结构的最基本单元称为零件或元件(如齿轮、轴及螺钉等)。为了实现(或完成)某种作用而由一些零件组合而成的的合体称为部件与器件(如阻尼器等);或者,为了某种特定的运动规律的某些构件的组合称为机构(杠杆机构等)。由若干组件、部件和零件按总装配图要求组装,才能装配成完整的电子设备(称为整机)。整机能完成技术条件规定的复杂任务和功能,并配备一切配套附件,如录放机、摄像机、复印机、放映机等。

本课程主要研究电子设备中常用的零、部件和机构的工作原理、结构形式及应用,以及基本的精度分析和结构设计、计算的原则和方法,以保证可靠地实现电子设备中精密机械结构的工作职能。

本课程是一门重要专业课程。它与电子设备的箱柜设计、造型设计、电磁兼容设计、热设计、耐振动和冲击设计、防腐设计等一起构成了电子设备结构设计的主要内容。它将综合运用工程力学、机械制图、公差配合与技术测量、电子设备结构材料、机械原理与机械零件、电工学、电子机械零、部件制造工艺学等专业基础课程的有关知识,使学生掌握电子设备中常用精密机械零、部件和机构的工作原理、结构特点、基本设计理论和分析计算方法,具有一般精密机械零、部件结构设计和机构精度分析的能力。

在学习本课程时,应充分注意本课程具有综合性、实践性、规律性等特点,既重视当前知识的学习,也重视前修课程知识的复习及综合、灵活的应用;注重实践,注意理论与实际结合;树立并运用辩证的观点,对具体问题作具体分析,努力掌握住本质的、规律性的关键技术。

习 题

- 1-1 为什么说电子设备中的机械设计属于“精密机械”范畴?
- 1-2 精密机械零件与部件在电子设备中的作用是什么?
- 1-3 电子设备中精密机械零件与部件的设计有何特点?

第二章 精密机械设计的基本知识

§ 2.1 精密机械设计的要求和方法

一、精密机械设计的基本要求

同一般机械设计一样,对精密机械及其零、部件在设计时所提出的基本要求,主要有使用要求 and 经济要求两大方面。

1. 使用要求

使用要求是设计时必须满足的技术指标。使用要求一般随精密机械及其零、部件的用途和使用条件的不同而不同。

(1) 基本功能与性能 基本功能主要应与用途相适应,对于精密机械系统或部件常常体现为运动规律和运动范围等。

基本性能主要是保证基本功能实现所要求的性能指标。精密机械及其零、部件最主要的性能指标是精度,这是由于它们本身的作用和特点所决定的。此外,还有精密机械运动系统的灵活性,工作中的灵敏度等。

(2) 可靠性和稳定性 可靠性和稳定性是指在一定的使用条件下和规定的使用期限内,工作可靠、稳定并能按规定要求完成预定的功能和实现基本性能指标。要做到这一点,精密机械零件应具有一定的工作能力,即具有足够的强度、刚度,并且在特定的工作环境和条件(如温度变化、潮湿、腐蚀性介质、振动、冲击等)下变化不敏感,保持稳定等。

(3) 其它要求 这是指根据使用条件的不同和工作时的特点,对精密机械及其零、部件所提出的附加设计要求。例如,当所设计的零、部件受到整机安装空间限制时,则要求结构紧凑,体积小;对于便携式设备,要求其零、部件体积小,重量轻,该要求亦适用于航空、航天设备上的零、部件;对于海洋船舶设备上的零、部件,则要求耐腐蚀,密封性能好等。

2. 经济要求

经济要求是设计时必须满足的又一基本要求,即所设计的零、部件能够经济地生产并满足成本 and 经济效益的要求。为此,精密机械零件与部件在设计时所满足的具体要求和遵循的原则是:

(1) 结构最简单 在满足使用要求的前提下,所设计零、部件的结构越简单越好,这样容易加工,减少了加工劳动量,故经济性好。

(2) 良好的结构工艺性 结构工艺性是指所设计的零件与部件在满足使用要求的前提下,根据一定的生产规模和具体的生产条件,能用生产率高、劳动量小、材料消耗少、装配方便和生产成本低的方法制造出来。结构工艺性是一个复杂而实际的问题,它所涉及的内容非常广泛,同时它又是设计和生产中出现最多的问题。精密机械零件与部件的结构工艺性原则分别是:

① 部件的结构工艺性 其一般原则有:尽量采用现有结构和利用典型结构;力求结构简单;便于装配、检查和更换零件;结构应能调整和定位等。

② 零件的结构工艺性 其一般原则有:合理地选择材料和制造毛坯;形状尽量简单、易加工;槽、孔、倒角、圆角等几何要素的形状及尺寸应符合标准的规定;保证刀具、量具工作的可能性;尽量减少精加工表面及加工面积;合理地制定技术条件等。

③ 贯彻标准化、统一化原则 这是一项重要的技术经济政策,它可以缩短设计、生产周期,提高产品质量和降低成本等。

④ 价值系数最佳 价值系数是功能与成本的比值,这也是衡量经济性的一项重要标志。

二、精密机械设计的基本方法

1. 理论设计

理论设计是根据设计要求,利用各学科所提供的理论知识,通过计算、作图等而进行的设计。例如,利用材料力学的强度理论进行的设计,利用误差理论进行的精度设计,利用机械原理及各种基本原则通过计算、绘图确定结构的类型、形状、尺寸及其公差数值所进行的结构设计等均属于理论设计。

2. 经验设计

有些零件或部件的设计,目前尚不便采用理论计算的方法进行,例如电子设备、仪器的壳体、底座等。在这种情况下,只能参照在实际使用中已被证明设计是正确的和使用可靠的产品或零、部件,根据设计要求,采用类比法;或根据设计、生产和使用中归纳出来的设计经验及经验公式来进行设计,这种方法叫做经验设计或类比法设计。

3. 校核设计

校核设计实际上是理论设计和经验设计的结合。即根据设计要求和已知条件,先进行经验设计,然后对其中的关键部件和重要零件,按照理论分析所导出的保证机构按其运动规律和特性正常运动的条件,保证零件不产生破坏和过大变形的强度条件和刚度条件,保证不超过最大允许误差的精度条件,以及保证在温度变化及振动情况下工作稳定性的条件等进行校核计算。当某些条件未能得到满足时,则应对某些设计参数进行修改、调整,使其最后满足反映设计要求的各种条件。校核设计多用于对工作特性影响因素较多的情况下,它既能简化设计过程,又能使机构和构件的工作特性得到保证。

4. 模拟实验设计

模拟实验设计是根据设计要求,将所要设计的零、部件,初步定出形状和尺寸并做出模型,然后再通过实验手段对模型进行实验,根据实验结果来分析判断设计参数是否正确,并进行修正,再实验,逐步加以完善,最后确定零、部件的合理参数的过程。

模拟实验设计多用于机构的运动规律过于复杂或构件工作特性的影响因素过多,理论

设计难于解决问题,经验设计又无适当借鉴的场合。它实际上是理论设计和经验设计的补充。

5. 设计的新方法

随着科学技术的发展,传统的设计方法已越来越不能适应设计速度、设计质量等方面的要求,现在工程设计领域中已出现了计算机辅助设计、可靠性设计、优化设计等设计新方法。这些方法也在精密机械及其零、部件设计中采用,并在逐步推广。

§ 2.2 精密机械零件与部件的精度

一、研究精度的目的和任务

精度是评价电子设备、精密机械设备质量和性能的重要技术指标。精度问题,在精密机械及其零、部件设计中是头等重要的问题之一。

精度是指准确的程度,其高低是用误差的大小来衡量的。误差小则精度高,误差大则精度低。

在精密机械设计时,最好是采用能实现最佳运动规律的理想机构,但这种理想机构实际上是不存在的。因为机构中不可避免地会产生这样或那样的误差,如零件的加工误差、部件的装配误差等,使机构不可能按给定的运动规律作准确的运动。通常把实际机构或部件在构件加工、装配和工作过程中由于误差的存在,其实际运动符合理想运动的准确程度,称为机构精度。研究精度的目的就是要分析各构件的误差来源及其对机构精度的影响,探讨误差的传递规律来提高精密机械设计的质量。研究机构精度的基本任务有如下两个方面:

(1) 机构精度综合 这是根据组成机构的各零、部件的误差来源及大小,分析各种误差因素对机构精度的影响,并对误差进行合成求出该机构的总误差的过程。在此过程中通过误差分析和计算,可以发现对机构总误差影响较大的关键和薄弱环节,明确提高机构精度的方向和重点,以便采取措施减少或控制误差,并为改善设计质量提供依据。

(2) 机构精度分配 这是根据机构总精度的要求,在误差分析的基础上,合理确定机构各组成零件、部件的公差、配合等技术条件。精度分配在理论上是精度综合的逆运算,但要比误差分析与综合复杂得多。本书只讨论典型机构精度分析及综合的计算问题。

在精密机械零件与部件的设计中,其技术条件通常是用“类比法”确定的,对于精度要求较高的机构则用精度综合的方法验算其总误差能否满足设计要求。

二、误差的基本概念与机构精度的含义

1. 机构误差的定义及其产生原因

误差是错误值(含有误差的值)与正确值之差,即

$$\text{误差} = \text{错误值} - \text{正确值}$$

这是误差的逻辑表达式。对于具体的误差定义,可以视具体情况按误差的逻辑表达式来确定。