

中等专业学校教材

精密机械零件 课程设计指导书

张 凯 编

华中理工大学出版社

精密机械零件
课程设计指导书

张 凯 编

华中理工大学出版社

内 容 提 要

本书是电子工业部组织编审、出版的工科电子类系列教材之一，其中包括了精密机械零件课程设计的各个部分，由概论、方案设计、传动设计、零、部件设计等章节组成。内容丰富，叙述简明，适合教学。

本书可供中等专业学校工科电子类专业学生进行精密机械零件课程设计时使用，也可供有关职业技术学校师生参考。

精密机械零件 课程设计指导书

张 凯 编

责任编辑 刘继宁

*

华中理工大学出版社出版发行

(武昌喻家山)

新华书店湖北发行所经销

华中理工大学出版社沔阳印刷厂印刷

*

开本：787×1092 1/32 印张：3.125 字数：65 000

1982年8月第1版 1982年8月第1次印刷

印数：1—10000

ISBN 7-5609-0228-6/TH·25

定价：0.56元

出版说明

根据国务院关于高等学校教材工作分工的规定，我部承担了全国高等学校、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，有关出版社的紧密配合，从1978年至1985年，已编审、出版了两轮教材，正在陆续供给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“努力提高教材质量，逐步实现教材多样化，增加不同品种、不同层次、不同学术观点、不同风格、不同改革试验的教材”的精神，我部所属的七个高等学校教材编审委员会和两个中等专业学校教材编审委员会，在总结前两轮教材工作的基础上，结合教育形势的发展和教学改革的需要，制订了1986~1990年的“七五”（第三轮）教材编审出版规划。列入规划的教材、实验教材、教学参考书等近400种选题。这批教材的评选推荐和编写工作由各编委会直接组织进行。

这批教材的书稿，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。广大编审者、各编审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。

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

电子工业部教材办公室

前 言

《精密机械零件课程设计指导书》系按电子工业部制定的工科电子类专业教材1986~1990年编审出版规划,由电子机械类教材编审委员会机械制造编审小组组织征稿,评选,推荐出版的,责任编委成其荣。

本教材由南京无线电工业学校张凯编写,无锡无线电工业学校葛洪彦担任主审。

本教材共分七章,其主要内容为概论、方案设计、传动设计、系统结构与装配草图的设计、校核计算及装配图的绘制、零件工作图的设计和设计说明书的编写。书中除对课程设计的全过程作了扼要阐述外,对各设计阶段的设计要求、设计方法及设计步骤均作了明确、具体的说明。此外,还列举了典型设计题目并附有必要的设计参考资料。由于本书是《精密机械零件与电子机械部件》的配套教材,使用时应先复习、消化教材和其他先修课程的有关内容。选题时尽量与生产实际相结合。

在编写过程中,南京无线电工业学校龚维蒸、王大明等同志为本书提出了许多宝贵意见,成其荣同志给予了大力支持,这里表示诚挚的感谢。由于编者水平所限,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

一九八七年十月

目 录

第一章 概论	(1)
§ 1-1 课程设计的目的和要求	(1)
§ 1-2 课程设计的内容与程序	(2)
第二章 方案设计	(7)
§ 2-1 总体方案设计	(7)
§ 2-2 传动链方案设计	(11)
§ 2-3 传动型式的选择	(12)
§ 2-4 传动链的级数和各级传动比的选择	(13)
§ 2-5 传动方案的确定	(19)
第三章 传动设计	(20)
§ 3-1 齿轮材料与热处理	(20)
§ 3-2 齿轮模数的确定	(20)
§ 3-3 齿轮齿数的确定	(21)
§ 3-4 齿轮几何参数的计算	(22)
§ 3-5 齿轮的结构设计	(22)
§ 3-6 齿轮的精度设计	(30)
第四章 系统结构与装配草图的设计	(34)
§ 4-1 概述	(34)
§ 4-2 轴的设计	(35)
§ 4-3 轴承与支承的结构设计	(37)
§ 4-4 轴与齿轮联接结构的设计	(46)
§ 4-5 箱体的设计	(48)
§ 4-6 传动装置接口结构的设计	(54)
§ 4-7 度盘与指示器的结构设计	(59)
§ 4-8 限动器的设计	(66)

§ 4-9 总体结构设计.....	(67)
§ 4-10 装配草图的设计.....	(69)
第五章 校核计算及装配图的绘制.....	(71)
§ 5-1 概述.....	(71)
§ 5-2 传动误差和空程误差的计算.....	(71)
§ 5-3 摩擦力矩的计算.....	(73)
§ 5-4 装配图的绘制.....	(77)
第六章 零件工作图的设计.....	(79)
§ 6-1 概述.....	(79)
§ 6-2 零件工作图的绘制方法.....	(80)
§ 6-3 典型零件工作图.....	(81)
第七章 设计说明书的编写.....	(84)
§ 7-1 说明书的内容及要求.....	(84)
§ 7-2 设计说明书撰写格式举例.....	(85)
附录 I $m_n \leq 1\text{mm}$ 的圆柱齿轮毛坯公差	(87)
附录 II 常见润滑油(脂)及其用途	(88)
附录 III 电子设备常见旋钮的型号及规格	(89)
附录 IV $m_n \leq 1.5\text{mm}$ 的齿轮副中心距极限偏差(GB	
2363-80).....	(89)
主要参考文献.....	(93)

第一章 概 论

§ 1-1 课程设计的目的和要求

一、课程设计的目的

《精密机械零件与电子机械部件》是论述精密机械与电子设备常用零、部件结构设计和精度分析的一门课程,旨在培养学生具有精密机械零、部件设计的能力。在教学过程中除系统地讲授必要的设计方法、理论、精度分析与计算方法,布置习题和安排实验外,还应使学生在设计技能上得到全面的锻炼,其目的是:

1. 培养学生树立理论联系实际的正确设计思想。
2. 对学生进行查阅设计资料、手册、图册和国家规定的各种有关技术标准的基本训练。
3. 使学生熟悉和掌握精密机械零件设计的基本方法和一般步骤。
4. 使学生初步具有运用精密机械零件设计的基本理论和方法,独立分析和解决一般工程实际问题的能力。

二、课程设计要求

在课程设计中要培养学生具有认真负责、踏实细致的工作作风和保质保量按时完成任务的习惯。在设计过程中必须做到:

1. 随时复习有关教科书、听课笔记和作业习题。
2. 及时了解有关资料,作好设计的准备工作,充分发挥自己的主观能动性和创造性。
3. 认真计算和制图,保证计算正确和图纸质量。

4. 按预定计划完成设计任务。

在课程设计中应强调的是“独立训练”。要充分发挥学生的独立思考能力，鼓励学生进行独立设计，大胆灵活地处理设计中所遇到的问题。在应用各种资料的时候，不能简单地照抄照搬，要敢于创新。

§ 1-2 课程设计的内容与程序

一、设计内容

课程设计的内容应结合设计课题来完成。课程设计的题目，必须与课程内容及专业特点紧密联系，选择那些在生产实际中有代表性的课题。

为了满足上述要求，中等专业学校电子机械类专业可选择以下两种类型的题目：

(1) 小功率随动系统小模数齿轮减速箱。

(2) 电子设备的手动调谐系统。

这两类题目，难度适中，学生能在30~40学时内完成。

课程设计内容应在设计任务书中详细规定。学生应该按任务书的要求完成规定内容，并视具体情况完成参考内容。具体内容包括以下几个方面：

(1) 传动方案设计；(2) 主要零部件的结构设计；(3) 绘制系统总装配图；(4) 绘制零件工作图；(5) 设计计算或校核计算。

其中(1)、(2)、(5)应在设计计算说明书中叙述。

参考内容包括以下几个方面：

(1) 视具体情况进行设计小结；

(2) 视具体情况对学生进行全面的设计答辩或抽查答辩。设计答辩应当在分析检查了全部学生的设计计算说明书和设计图纸后进行，答辩小组由有关教师与指导教师组成。

二、设计任务书

两种典型课题设计任务书的格式如下:

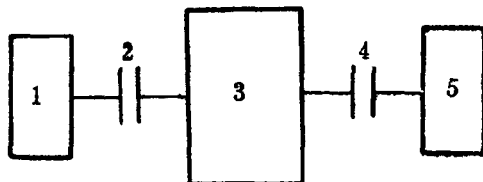
精密机械零件与电子机械部件

课程设计任务书

班级 _____ 姓名 _____ 学号 _____

设计课题: 小模数精密齿轮减速箱

用于小功率传动系统中的直流伺服电机及自整角机的精密齿轮传动装置。传动方框图如下:



1—直流伺服电机 2、4—联轴器 3—小模数精密齿轮减速箱 5—自整角机

原始条件:

已 知 条 件	题 号			
	1	2	3	4
总传动比	80	100	120	200
自整角机摩擦力矩	$7.8 \times 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{cm}$			

设计技术要求:

1. 在自整角机轴上度量的传动误差不大于 $30'$ 。
2. 在自整角机轴上度量的空程误差不大于 $15'$ 。
3. 直流伺服电机轴上测量的摩擦力矩不大于 $2.9 \times 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{cm}$ 。

设计内容:

1. 编写计算说明一份。
2. 绘制装配图一张(2号或1号)。
3. 绘制零件工作图三张(3号)。

设计时间:

要求在一周内完成

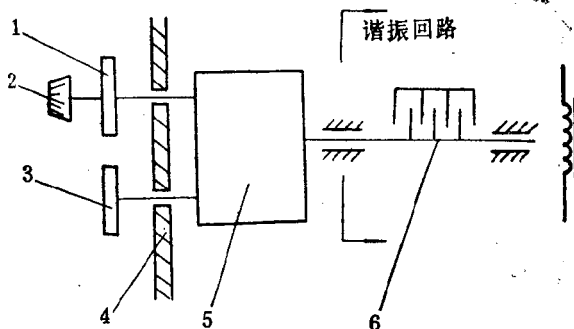
开始日期: _____ 完成日期: _____ 答辩日期: _____

课程设计任务书

班级_____姓名_____学号_____

设计课题：某电子设备的手动调谐系统

对于某些电子设备,随用途的不同常须改变其工作频率,改变可变电容器(通常由动片及静片组成)的电容量可改变谐振回路的工作频率。试设计一个具有粗细读数相配的手动调谐机构,以改变某电子设备的工作频率。传动机构简图如下:



1—精读度盘 2—旋钮 3—粗读度盘 4—面板 5—传动装置 6—电容器动片

原始数据:

1. 可变电容器的动片转角: $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$, 对应的谐振回路工作频率覆盖范围为 $145 \sim 200 \text{ MHz}$ 。
2. 谐振回路中可变电容器的动片转角与回路的谐振频率已线性化。
3. 可变电容器的安装尺寸与小型空气介质可变电容器 CB-X-365 型的安装尺寸相同。
4. 可变电容器动片轴的摩擦力矩为: $1 \sim 3 \text{ N} \cdot \text{cm}$ 。

设计技术要求:

1. 精读度盘的读数精度: 0.5% 。

2. 粗读度盘的刻度范围在 $270^{\circ} \sim 330^{\circ}$ 间选取。
3. 调谐旋钮的转矩不大于 $0.3\text{N}\cdot\text{cm}$ 。
4. 传动机构要求无空回。
5. 要求系统结构紧凑，重量轻，体积小。

设计内容:

1. 确立传动方案，绘传动方案图。
 2. 技术设计。
 - (a) 传动系统各参数的选用和计算；
 - (b) 传动系统的布局与结构设计；
 - (c) 读数系统误差分析与验算；
 - (d) 度盘的刻度设计；
 - (e) 传动力矩校核计算。
 3. 制图。
 - (a) 总装配图一张(2号或1号)
 - (b) 粗、精度盘工作图各一张。
 4. 编写计算说明书一份。
- 设计时间：9天。

三、设计基本程序

课程设计目的的实现，与学生的努力和教师的正确指导有很大关系。课程设计的优劣，应从整个过程来衡量。课程设计必须按照一定的程序循序渐进地进行，其基本程序如下：

1. 课程设计的准备

- (1) 思想动员，明确课程设计的目的、意义及要求，下达设计任务书，组织好设计小组，布置好设计教室。
- (2) 查找有关资料、手册，复习有关教学内容，准备好计算工具与绘图工具，如绘图仪、计算器、报告纸、图纸、绘图铅笔等。

2. 方案设计

(1) 研究设计任务书, 分析设计题目, 明确设计的内容和要求。

(2) 以小组为单位, 在教师指导下参观陈列室并拆装与设计题目有关的实物, 结合设计课题拟定传动方案并加以论证。

(3) 对传动方案, 小组应进行讨论和对比, 以明确优劣正误, 取长补短。

3. 设计计算和绘制结构草图

根据设计内容明确设计计算项目并绘制系统结构草图。在这个阶段要求边计算、边绘草图、边修改。直至校核满足要求为止, 然后交指导教师检查。

4. 绘制装配图及零件工作图

在反复检查和修改结构草图, 经校核计算满足要求, 并经指导教师认可后, 根据任务书布置的绘图任务, 绘制装配图及零件工作图。

5. 整理计算说明书及进行设计小结

按照给定的格式及内容, 用统一发给的报告纸书写设计计算说明书。按指导教师布置的题纲进行小结, 然后在设计小组内讨论。

6. 设计答辩和审核。

视具体情况对学生进行全面答辩或抽查答辩。设计计算说明书、装配图、零件工作图分别交指导教师审查。

第二章 方案设计

§ 2-1 总体方案设计

一、概述

系统总体方案设计，就是将系统的驱动机构、传动装置、工作执行机构三者有机地组合在一起，将三者的结构、运动传递的关系用机构运动简图的形式表示出来。总体方案是设计传动系统各零、部件的依据。

总体方案设计是系统设计的第一步，其好坏关系到整体设计的优劣。因此，设计过程中必须对方案的可行性加以论证，从中选择最佳方案。方案设计必须考虑多种因素，应该对任务书所给定的原始数据及设计要求有充分的了解，弄清该系统的使用要求，考虑系统在设备中的安装及运动传递、维修、调整、经济性等因素，合理布置系统各结构，使总体方案满足结构简单、紧凑、经济等要求。

总体方案的设计必须根据课程设计任务书的具体要求而确定，一般包括以下几个方面的内容：

- (1) 系统各机构的运动传递关系；
- (2) 系统各机构的结构布局；
- (3) 传动链的方案设计。

传动链的方案设计涉及的问题较多，也比较复杂，如传动型式的合理选择，传动级数的确定，传动比的分配及各传动零件的合理排列等。后者另外分节讨论，这里就前两个问题针对给定的设计课题来分析如何确定总体方案。

二、小功率随动系统传动装置总体方案

1. 总传动比的确定

在课程设计中,小功率随动系统传动装置的总传动比,一般都在设计任务书的原始数据中给出,不必自行确定。但是必须指出,在实际工作中,小功率随动系统传动装置的总传动比的确定,要考虑其对整个伺服系统的稳定性、准确性、快速性等的影响,依据一定原则进行。

2. 总体结构布局

小功率随动系统,主要由直流伺服电机、精密齿轮传动机构、自整角机三部分组成。其位置排列要视系统在工作中的位置而定,一般在设计任务书中已经给出方框图。如无特殊要求,整个系统的布局应力求结构紧凑,所占空间体积较小。

三、手动调谐示数系统总体方案

手动调谐机构一般是一个减速传动机构。它是在主动轴上装旋扭,最后一级输出轴与被调元件相联。为了指示系统的工作频率,设置示数装置与之联动。总体方案必须解决以下问题:

- (1) 调谐机构减速传动比的确定;
- (2) 示数装置的基本参数的确定;
- (3) 总体方案的布局。

下面针对设计课题,讨论解决上述三个问题的方法及注意的事项。

1. 总传动比的确定

手动调谐机构从旋扭到可变元件转动轴之间的减速传动比应根据调谐精度、调节范围、手调位置的准确性来确定。通常,采用以下公式计算

$$i = \frac{\omega}{(\Delta\varphi)} \quad (2-1)$$

式中， ω ——人手平滑转动旋钮进行调节的准确性（'），通常，人手平滑地转动调节旋钮，调节到指定位置的准确性可以达到20'，作为一般设计，调节到指定位置的准确性，按度来计算；

$(\angle\varphi)$ ——被调元件转动轴的机械转角允许误差（'），它与调谐精度、可调元件转轴的转角范围有关。如被调元件为可变电容器，其动片转角范围为 180° ，调谐精度为0.05%，则电容器动片的 $(\angle\varphi) = 180^\circ \times 0.05\% = 0.09^\circ = 5.4'$

2. 示数系统基本参数的确定

带有示数装置的调谐机构，能指示调节系统的工作状态，即调节频率。具有粗、细读数相配合的示数装置，能指示精确的频率。在进行示数系统方案设计时，必须确定度盘的示数范围、刻度值、刻度数、标度角范围等基本参数，以便设计度盘尺寸及刻度尺寸；对于粗、细读数相配合的示数装置，还必须注意粗读度盘与细读度盘之间的协调性。

一般来说，粗读度盘的总刻度（示值范围）包括整个工作频率范围，刻度值较大，标度角范围可在 $270^\circ \sim 330^\circ$ 之间选取，粗读度盘到可调元件转动轴的传动比由度盘的标度角范围与可调元件动片的转角范围来确定。

细读度盘的总刻度值（示值范围），只相当于粗读度盘的1~2个刻度值，故其刻度值较小，必须整圈刻度（标度角范围为 360° ）。

读取工作频率数值时，整数部分从粗读度盘上读取，余数部分则由细读度盘上读取，两个读数相加即得工作频率的数值。

粗读度盘的刻度值要视读取工作频率数值方便而设置，其值取为整数，据此确定粗读度盘上的刻度数。

细读度盘上的刻度值要根据示数精度来确定，一般按下式计算：

$$\Delta A = 2 \cdot \Delta Y \quad (2-2)$$

式中， ΔA ——细读度盘刻度值；

ΔY ——示数装置的读数精度，在调谐系统中，与调谐精度一致。

由于细读度盘的总刻度值仅相当于粗读度盘的1~2个刻度值，因此，细读度盘转动一周，粗读度盘恰好转动1~2个刻度。如何实现这种运动传递关系，取决于粗读度盘与细读度盘之间的传动比以及粗读度盘上每个刻度所覆盖的角度。

若度盘之间的传动比已确定，则可根据此设计粗读度盘的刻度角，反之亦然。通常上述两者都不知道，这时，应根据传动链的方案中粗读度盘的刻度数和标度角的大致范围，调整两者的值进行计算，尽量使刻度角及传动比为整数，以使度盘刻度方便及计算简便。

3. 总体结构方案

在确定总体方案及对系统进行整体布局时，必须注意以下几点。

(1) 所设计的传动机构应能保证度盘安装轴、旋鈕安装轴、可调元件的转动轴三者联动，且必须保证度盘在装配调整时方便。

(2) 由于可调元件的转角范围已定，因此在调谐机构中，主动轴（旋鈕安装轴）附近要设置限位器，以防止可调元件受损。

(3) 力求使传动系统结构紧凑、体积小。为此，度盘到可调元件间的传动链可与调谐机构采用同一传动链，度盘根据工作要求安装在旋鈕轴或其它任一轴上，也可根据粗、细读数