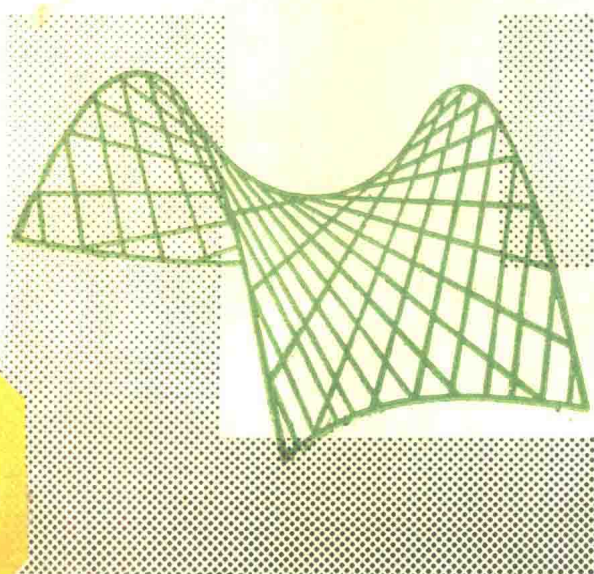


高等学校教学用书

机械基础 课程设计

刘泽深 郑贵臣 主编

● 中国建筑工业出版社



高等学校教学用书

机械基础课程设计

刘泽深 郑贵臣 主编

中国建筑工业出版社

(京) 新登字 035 号

本书是《机械基础》的配套教学用书。作为学生进行课程设计的指导性阅读教材，并提供符合教学基本要求的系列设计题目。

内容主要包括：机械技术系统原理方案设计基本方法；机械传动系统的方案设计；总装配图与零件图的设计及设计计算说明书的编写。书中提供九个设计题目，每个题目都有具体的设计指导和图例。

高等学校教学用书

机械基础课程设计

刘泽深 郑贵臣 主编

*

中国建筑工业出版社出版（北京西郊百万庄）

新华书店总店科技发行所发行

北京顺义燕华印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米1/16 印张：9 字数：214 千字

1993年6月第一版 1993年6月第一次印刷

印数：1—2,000册 定价：2.40元

ISBN7—112—01805—6/TU·1378

(6833)

前 言

《机械基础》内容包括机械工程材料（含金属材料热处理）、机械制造基础（含公差与配合）、常用机构、机械设计等基础知识和基本理论。机械基础课程设计是学生综合运用上述基础知识和基本理论初步进行的工程设计实践，它是一个独立的教学环节。本书是配合这一教学环节必备的指导性阅读教材，并提供符合教学基本要求的课程设计系列题目。

本书经全国供热通风空调及燃气专业学科指导委员会审查通过，作为供热通风空调及城市燃气工程等专业统编教学用书与《机械基础》教材配套或单独使用，也可供其它非机械类和近机械类专业课程设计使用。

本书内容分两部分：

第一部分为引导性、共同性的指导内容。介绍和阐述有关机械技术系统设计的基本知识，着重阐明机械传动系统的方案设计、装配图及零件工作图的绘制、设计计算说明书的编制等内容。其中某些内容如现代设计方法、经济性分析等初步知识在课程设计中学生不一定用到，但对学生有引导和拓宽思路的作用。

第二部分为课程设计题目选编。每个题目都结合生产实际以设计任务书的形式给出，并提供多组原始参数供选择。每个题目都有具体的设计指导内容，同时附有必要的参考图例。学生除按分组选一题设计外，其余题目可作为设计参考资料，扩大视野。

参加本书编写的有哈尔滨建筑工程学院刘泽深（第一、二章）；吉林建筑工程学院郑贵臣、吉林工业大学张义（第三、四章）；海南大学陈保青、南京建筑工程学院赵中燕（题一、二）；北京建筑工程学院李国璋（题三）；沈阳建筑工程学院李力（题四）；河北建筑工程学院高元茂（题五）；西北建筑工程学院陈籛民（题六）；哈尔滨科学技术大学于惠力（题七）；吉林建筑工程学院刘朝英（题八）；山东建筑工程学院邢芬茹（题九）。

全书由刘泽深、郑贵臣主编。

本书由清华大学吴宗泽教授主审，全体编者表示衷心感谢。

由于水平所限，不足、欠妥与错误之处请读者指正。

编 者

1992年5月

目 录

第一篇 机械基础课程设计概论

第一章 机械基础课程设计目的、内容要求	1
第一节 机械基础课程设计的目的	1
第二节 机械基础课程设计的内容与要求	1
第二章 机械技术系统的方案设计	4
第一节 机械技术系统的设计过程	4
第二节 机械技术系统的原理方案	5
第三节 机械传动系统的方案设计	7
第四节 机械技术系统的经济性分析	12
第三章 装配图与零件工作图	14
第一节 装配图的设计与绘制	14
第二节 零件工作图设计及绘制	23
第四章 编写设计计算说明书	28

第二篇 设计题目

题一 单级圆柱齿轮减速器设计	31
题二 单级蜗杆减速器设计	55
题三 卷扬机传动装置设计	62
题四 压制成型机传动装置设计	77
题五 混凝土搅拌机传动装置设计	85
题六 移动式电动门机械装置设计	95
题七 普通车床主传动系统变速装置设计	102
题八 曲柄压力机传动装置的设计	115
题九 离心式通风机传动装置设计	124
参考文献	137

第一篇 机械基础课程设计概论

第一章 机械基础课程设计目的、内容与要求

第一节 机械基础课程设计的目的

机械基础课程设计是综合性与实践性的教学环节，它是学生综合运用所学过的机械基础知识和理论初步进行工程设计实践。

通过课程设计，使学生了解机械技术系统的设计要求、设计内容、设计步骤和设计方法；培养学生树立正确的设计思想和独立分析与解决工程设计问题的能力；训练学生计算、绘图、使用并熟悉有关常用标准和规范等基本技能；对工程设计的经济性问题有一个初步概念，从而对学生进行工程师素质的初步培养与训练。

第二节 机械基础课程设计的内容与要求

课程设计的题目应有一定的典型性和覆盖面，同时应适当多样化而避免单一性。应结合生产实际，但应避免过分专业化，应侧重于通用机械的传动装置设计或简单机械技术系统的设计。所选题目应能使学生得到较全面的设计训练，即从机械技术系统应具有的功能出发，分析和拟定设计方案，构思总体结构并进行总体计算，进行主要零部件的设计计算与校核计算，正确的选用标准件，绘制轴系总装配图和主要零件工作图，并编写设计计算说明书等。

学生课程设计完成后应进行答辩。

规定课程设计具体内容与要求时须注意以下几方面：

一、拟定方案

根据设计任务书的要求，从功能分析出发拟定合理的设计方案。如设计方案在题目中已给定，则应要求学生对方案进行分析比较，论证其可行性与合理性。合理的方案应满足性能要求、适应工况条件、工作可靠，并应使结构简单、尺寸紧凑、加工容易、成本低、维护方便、效率高。应鼓励学生提出创造性方案。

设计方案须用方案原理图表达出来，如机械传动系统图、机构运动简图、工作原理图等。

二、总体设计计算

总体设计计算是在设计方案拟定后, 计算机械技术系统的运动参数和动力参数。主要包括: 计算系统的总功率和总效率; 选择原动机的类型、功率和转速; 确定系统的总传动比并合理分配各级传动比; 确定各级传动形式; 计算各轴 (或移动件) 的转速 (或速度) 和转矩 (或力) 等。

三、主要零部件的设计计算与校核计算

根据各主要零部件在系统中的位置与功用, 考虑工况条件, 正确判断其主要失效形式, 合理确定和计算其工作载荷, 按正确的设计准则进行设计计算或校核计算。

四、总装配图和零件工作图的绘制

总装配图和零件工作图的具体绘制方法及要求详见第三章和第四章。这里必须强调: 图纸幅面、标题栏位置、图样比例、字体、图线画法、剖面符号、简化画法、尺寸公差与配合的标注、螺纹及螺纹紧固件简化画法、花键尺寸标注、齿轮的画法等必须按照现行国家标准。

五、零件尺寸的确定与标准规范的使用

在确定和设计零件尺寸时一般应考虑满足三方面的条件:

(一) 工作能力的条件

从满足使用要求出发, 确定零件的工作能力条件, 如强度、刚度、稳定性、振动、运动范围及速度要求等。

(二) 工艺条件

从加工条件出发, 满足其工艺性要求, 如铸件的最小壁厚、机械加工工艺要求、标准化要求等。

(三) 几何关系的条件

几何关系条件系指由几何规律推导出的严格等式关系。如齿轮传动的中心距, 当传动比和齿轮模数一定时, 中心距的值不能随意变动, 欲圆整它的值, 必须相应改变两个齿轮的齿数和模数, 以保证恒等关系。

确定零件尺寸一般采用的方法有:

(一) 理论计算

这一方法是根据零件的主要失效形式确定的设计准则进行理论计算。如由强度、刚度、寿命等条件推导出的公式。

(二) 经验公式或规范

对于外形复杂, 强度情况不明等零件, 如箱体的结构尺寸, 一般由经验公式确定。

(三) 考虑具体情况自行确定

在设计过程中, 有某些次要的结构尺寸不必进行计算, 也没有经验公式, 可由设计者考虑具体情况来自行确定, 或参考类似结构用类比法来确定。如轴上的定位轴套、挡油盘等。

应指出，零件尺寸的确定还必须满足标准化要求。如某轴段直径按强度条件要求最小直径为28mm，考虑各种影响因素并按标准化要求，最终尺寸确定为40mm才是合理的。

六、材料与毛坯的选择

毛坯的种类主要有型材、铸件、锻件及焊接件等。选择毛坯一般应考虑：

（一）零件材料的工艺性及对材料的性能要求

工艺性如铸造性、可锻性及可焊性等。零件材料选定后，毛坯种类大致可确定。如材料为铸铁与青铜时不能用锻造只能用铸造毛坯。又如重要零件要求有较高的机械性能时，必须选用性能好的钢材并应采用锻造毛坯等。

（二）零件结构形状与外形尺寸

对于阶梯轴，如各轴段直径相差不大，可直接选用圆棒料毛坯。如各直径相差较大时，为节约材料和节省切削加工工时，宜选用锻造毛坯。对于大型零件，目前宜采用砂型铸造毛坯和自由锻造毛坯。小型零件则采用模锻或者用特种铸造毛坯为宜。

（三）生产批量

产量较大时，应采用精度和生产率都较高的毛坯制造方法，可以降低机械加工费用和节省材料。

七、选择正确的热处理方式和要求

根据所选用的零件材料及其性能要求，选择正确的热处理方式和要求。

第二章 机械技术系统的方案设计

机器是一个机械技术系统。机器一般是由原动部分、传动部分、工作部分及操纵控制部分等组成。各组成部分都是一个子系统，它们有机地组成一个具有一定使用功能的机械技术系统。本章简要介绍机械技术系统的设计过程和机械技术系统方案设计的基本原理，重点介绍机械传动系统的方案设计。

第一节 机械技术系统的设计过程

机械技术系统的设计过程大致分以下几个阶段：

一、计划阶段

根据市场调查与需要来确定机械技术系统的功能。设计的任务就是满足功能要求，取得经济效益与社会效益。计划阶段的主要任务就是根据当前科学技术研究成果及具体技术条件制定机械技术系统的具体使用功能、有关指标和约束条件，完成设计任务书。在课程设计题目中已经以设计任务书形式给出具体功能要求。这一阶段的工作一般不要求学生去做。

二、方案设计阶段

方案设计的任务是根据设计任务书的要求，确定机械技术系统的工作原理与总体方案。这是设计的创新构思阶段，对机械技术系统的设计水平起关键作用。在课程设计题目中，一般设计方案是事先给定的，要求学生应当分析和理解方案的合理性，并能根据方案进行合理的结构设计。

方案设计的基本原理是系统的功能结构设计。请详见本章第二节和第三节内容。

三、技术设计阶段

技术设计的任务是将功能原理方案具体转化为机械技术系统及其零部件的合理结构设计。技术设计能更多地反映设计规律的合理性要求，因此，通过技术设计可对原理方案设计提出修改甚至否定。技术设计大致包括以下内容：

1. 总体设计

确定系统的各部件的总体布置、运动的配合，计算运动与动力参数，选择原动机等，并应考虑人一机一环境的合理关系。

2. 结构设计

进行零部件的结构设计，选择材料，确定几何尺寸，确定配合关系和性质等，并绘制总装配图。

3. 商品化设计

在结构设计基础上, 为提高市场竞争能力, 进一步提高性能, 降低成本, 提高外观质量和造型水平。

应指出, 技术设计的各阶段工作不是截然分开的, 它们互相关连互相影响, 有时需要交叉和反复进行。

四、施工设计阶段

在技术设计的基础上, 确定全部零件的所有尺寸和结构要素(如圆角半径、倒角尺寸等); 确定加工要求(如尺寸公差、形位公差、表面粗糙度等)以及热处理和其它技术要求等。施工设计要求绘制全部零件工作图、部件装配图等全部生产图纸, 并编制设计计算说明书、工艺文件、使用说明书等有关技术文件。

五、试制、试运行和鉴定

通过试制、试运行和鉴定, 取得实测数据, 发现问题, 进一步修改设计使之完善。

第二节 机械技术系统的原理方案

设计的目的是保证实现机械技术系统的使用功能。机械技术系统的原理方案必须从系统的功能结构分析出发去探索和拟定, 这是原理方案设计的基本原则。

任何一个系统的总功能, 都是由若干个分功能来实现的。以汽车为例, 它的各个零件是系统中的独立元素, 各零件间以一定的联接方式形成具有一定分功能的各部件, 再由各部件如发动机、车架、车身、传动装置、行走装置、转向装置、制动装置、电气设备等组合成汽车。这些不同性质和功能的零部件单独都不具备汽车的总功能, 只有当它们按一定的方式组合成一个有机的整体, 才能实现汽车的总功能。

一般机械技术系统的总功能不是一步直接实现的, 而是由各个功能元组成各级分功能, 再由各级分功能按一定程序组合来实现总功能。因此, 进行功能分析时, 需将总功能逐级分解为复杂程度较低的分功能, 最后分解到功能元(见图 2-1)。所谓功能元, 系指可以直接利用各种技术效应(如物理、化学、生物等各种规律)的基本功能单元。例如齿轮副、凸轮副、带传动等都是实现传动功能的基本功能单元。

各功能元都有利用不同技术效应实现其基本功能的方法。同一功能元也可以利用不同技术效应实现基本功能。把各个功

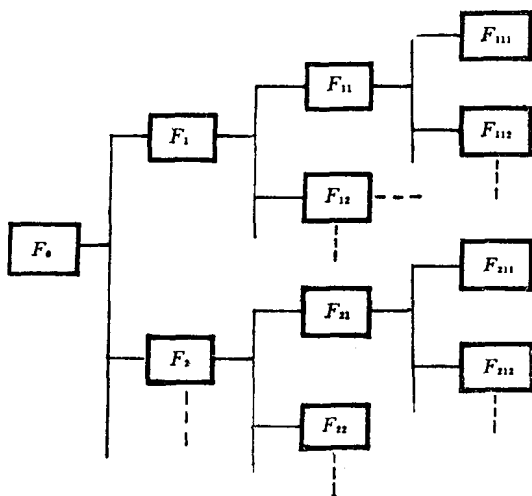


图 2-1 功能系统的递阶结构

能元实现基本功能的各种方法加以不同组合，可以形成许多实现总功能的方案。通过初步评价与对比，并利用优化方法，可以获得最佳方案。图2-1所示为功能系统的递阶结构。



图 2-2 串联结构

这里还须指出，在系统的功能结构中，各分功能及功能元组合时有三种基本结构关系。图2-2为串联结构关系，各分功能按先后顺序

先后相继作用。图2-3为并联结构，各分功能并列作用。图2-4为回路结构，构成环状循环回路，起反馈作用。

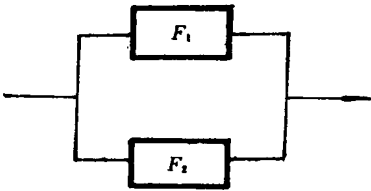


图 2-3 并联结构

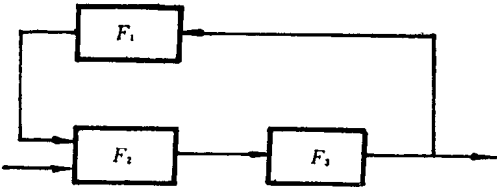


图 2-4 回路结构

系统的功能结构是较抽象的概念设计，在构思系统的工作原理时，可以不受具体构造的限制和约束，有利于发挥创造性思维的作用。

当原理方案确定后，系统的功能必须通过一系列的具体构造来实现，这些构造便是功能的载体。这些具体的构造可以是起某种功能作用的零件、机构、部件或机器（如发动机、电动机等）。目前，某些功能元已有许多现成的结构元、部件等作为功能的载体。如齿轮副、带传动、链传动、平面连杆机构、减速器等。新的结构元尚有待人们用新原理和新技术去开发。

一个机械技术系统是由若干个子系统有序集合组成的有机整体。每个子系统又由若干个更小的二级子系统组合而成，依此类推，直至最后不可再分的独立元素（如机器的零件）。图2-5是系统构造的递阶结构示意图。

应当指出，功能结构并不限制系统的构造设计。这是因为，除相同的构造具有相同的功能外，不同的构造也可有相同的功能；同一构造也可有多种功能。例如汽车后桥的差速器，它既有传动功能又有转向功能。系统的构造的递阶结构设计应使机械技术系统简单、可靠、经济地实现它的总功能。

现以卷扬机为例，从功能分析出发来说明原理方案设计的方法。

卷扬机的功能是“牵引载荷”。在使用中要求能正向牵引（卷）也能逆向牵引（扬），并能负载启动和

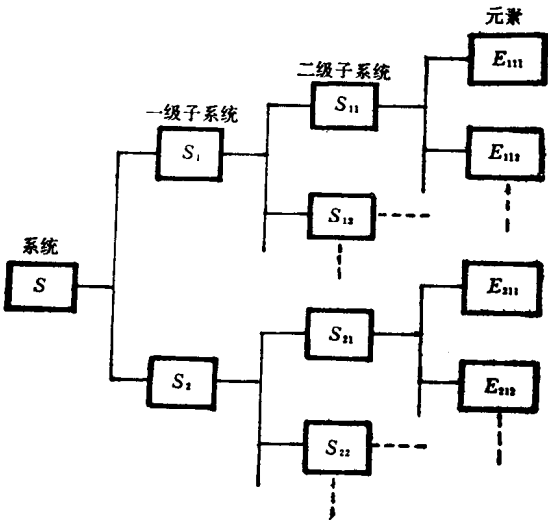
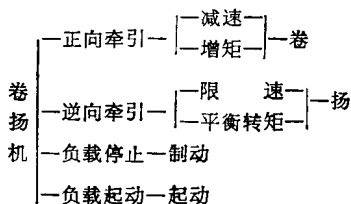
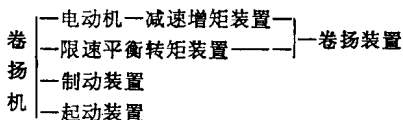


图 2-5 系统构造的递阶结构

随时负载停止（制动）。正向牵引是主动牵引，应经过减速和增矩；逆向牵引是被动牵引，应限速和平衡转矩。它的功能结构如下：



实现卷扬机功能的系统结构如下：



卷扬机的工作原理和传动装置方案具体实例，请参阅本教材设计题目三卷扬机传动装置设计。满足卷扬机功能要求的具体设计方案可有几种，各有其特点和使用场合。但它们原理方案的设计都是从功能分析出发来进行。它的系统构造不一定和功能结构是完全一一对应关系，也就是说，功能结构并不限制系统的构造设计。

第三节 机械传动系统的方案设计

机械传动系统是机械技术系统的重要组成部分。在机械技术系统中，原动机的运动和动力通常不能直接为工作的执行构件所利用，中间需要一个传递和转换的装置，这就是机械传动系统。

机械传动系统的基本功能主要有：实现减速（或增速），改变速度的大小和方向；变换运动平面（如将水平面上的运动变换成垂直平面上的运动）；转换运动形式（如将回转运动变成直线运动），同时传递和改变转矩或力。

机械传动系统的设计具有普遍性和通用性，有些已经标准化和系列化。因此，它适合于本课程的教学需要，是课程设计的主要内容。

下面介绍机械传动系统设计应考虑的问题：

一、执行构件的原始运动参数

执行构件运动形式主要是回转运动和直线运动，复杂运动形式可分解为回转运动和直线运动。常见的运动形式及运动参数有：

（一）回转运动

1. 连续回转运动 运动参数为转速，通常以每分钟转数表示（ r/min ）。
2. 间歇回转运动 通常用于分度和转位运动。每次转动角度大小、速度及间歇时间由工作要求确定。

（二）直线运动

1. 往复直线运动 运动参数有：执行构件的行程长度；每分钟往返次数；往返速度等。

2. 带停歇的往返直线运动 主要用于自动机床及半自动机床中。
3. 单向带停歇直线运动 如刨床和插床的进给运动。运动参数为执行构件(刀具)往返一次工件移动的距离。

二、执行构件运动的协调配合

各执行构件的运动有些是相互独立的,拟定方案时不须考虑它们之间的协调配合问题。为了简化运动链,各执行构件由单独传动系统传递运动,可由单独的原动机驱动。

各执行构件运动必须协调配合时,一般有两种类型:

(一) 速度协调

要求各执行构件运动之间保持严格的速比关系。如用展成法加工齿轮时,刀具与工件必须保持一定的传动比。这种情况下,传动系统中各有关运动链必须保证一定速比关系,并常用一台原动机驱动。

(二) 动作协调

各执行构件的动作有一定协调配合关系。如牛头刨床的刨头(刀具)与工作台(工件)的动作必须协调配合,以保证工作台的进给运动只在非切削时间内进行,其余时间静止不动。在拟定方案时,首先编制运动循环图。选择一个构件作为参考件,再按各执行构件运动要求及动作协调关系进行编制。

三、机械传动形式与原动机类型的选择

当执行构件的运动参数和工作阻力(阻力矩)确定后,便应进行原动机和机械传动形式及机构类型的选择,并用机械传动系统图表达所拟定的方案。在满足运动要求前提下,还应考虑动力特性、机械效率、成本、重量、外形尺寸等因素。对各种方案进行对比和优化,选出最佳方案。

(一) 原动机的选择

原动机的运动形式多数为回转运动,如电动机、内燃机、回转液压马达等。电动机结构简单、价格便宜、效率高、控制使用方便,故应用最广。内燃机主要用于车辆驱动。

电动机运动参数为转速及功率。执行构件运动速度较高时,应选用高速电动机(尺寸小、重量轻、成本低);当执行构件速度较低时,应选用较低速电动机,避免因运动链过长使零件增多、效率降低。如对原动机有特殊要求时,如调速、制动及可否逆转等,应选择特殊类型电动机。无特殊要求时,应选用三相交流异步电动机,其中以鼠笼式异步电动机应用最广。经常起动、制动及反转场合,要求电动机转动惯量小和过载能力大,应选用起重或冶金用的鼠笼式或绕线式三相异步电动机。电动机根据工作环境要求有开启式、防护式、封闭式及防爆式等结构。

电动机功率的确定是否合适,对其工作和经济性有很大影响。电动机额定功率小于工作需要功率时,不但不能保证正常工作,甚至因长期过载而过早损坏电动机;当额定功率大于工作需要功率时,由于经常不满载运行,效率和功率因数都较低,不仅浪费能源且使成本提高。一般对在变载荷作用下长期稳定连续工作的机械,其电动机的额定功率应稍大于工作所需功率。表2-1列出了常用电动机及其特性。

常用电动机类型及特点

表 2-1

电动机类型	主要特点
三相交流异步电动机	价格便宜, 运行可靠, 维护方便, 能保持恒速运行及经受较频繁的起动、反转及制动; 应用广泛
直流电动机	能在恒功率下进行调速; 机械特性较软, 且需直流电源
可控硅电磁调速异步电动机	能实现无级变速及保证恒定的输出转矩; 价格较高, 低速时效率很低
直线电动机	能直接产生往复直线移动, 输出力不大, 效率较低
电液脉冲马达	转角随脉冲数而定, 可实现定位传动, 运动平稳, 精度高, 多用于数控机床; 价格较贵, 功率不大

(二) 机械传动形式的选择

机械传动形式有些已经标准化、系列化, 如齿轮减速器、蜗杆减速器等。拟定传动系统时, 应尽量选用标准减速器。如果不能满足设计要求时, 可参照标准减速器的参数和结构自行设计。各种形式机械传动的有关参数和特性可参阅表2-2。

常用机械传动参数范围和特性

表 2-2

传动形式		传递功率	传动效率	圆周速度 (m/s)	单级传动比	外廓尺寸	成本	特 点
带传动	V型带 平型带	大、中、小	0.92~0.96	5~30	≤5~7	大	低	结构简单, 维修方便, 传动平稳, 中心距变化范围宽; 使用寿命不长。 V型带和平型带传动可缓冲和过载打滑; 不能保证定比传动
	同步齿形带	大、中、小	0.96~0.98	0.1~50	≤10	中	低	同步齿形带传动可保证固定的平均传动比
套筒滚子链与齿形链传动		大、中、小	0.93~0.97	3~25	≤6~10	大	中	平均传动比准确, 中心距变化范围宽, 比带传动承载能力大; 在振动和冲击载荷下寿命较短
渐开线圆柱和圆锥齿轮传动	开 式	大、中、小	0.92~0.96	≤5	≤3~5	中、小	中	适用速度和功率范围宽; 寿命长, 效率高, 传动比准确, 制造精度要求高
	闭 式		0.96~0.99	≤20~100	≤7			
圆弧齿轮传动		大、中、小	0.98~0.99	4~50 最高达100	≤3~5	中、小	中	承载能力较高; 制造及安装精度要求较高, 刀具较复杂
蜗杆传动	自 锁	中、小	0.3~0.4		10~80	小	高	传动比大, 尺寸小, 效率低, 蜗轮材料较贵, 制造精度要求高
	不自锁		0.7~0.9					
渐开线行星齿轮传动	ZK-H和3k型	中、小	0.8 以上, 最高达0.97~0.99		3~60	小	高	传动比大, 结构较紧凑, 轴系紧凑; 安装较复杂。传动类型不同时, 传动效率和传动比范围相差较大; 大传动比时效率很低
	K-H-V少齿差型	小	0.8~0.94		7~83	小	高	传动比大, 体积小, 重量轻; 高速轴转速受限制

续表

传动形式	传递功率	传动效率	圆周速度 (m/s)	单级传动比	外廓 尺寸	成本	特 点
摆线针轮行星传动	中、小	0.9~0.97		9~87	小	高	传动比大,体积小,重量轻,寿命长,承载能力比少齿差型传动高;制造精度要求高,高速轴转速受限制
谐波齿轮传动	小	0.90		260	小	高	传动比大,结构紧凑;材料热处理要求很高
摩擦轮传动	中、小	0.85~0.95		$\leq 5\sim 7$	大	低	工作平稳,结构简单,过载打滑,适用于冲压机械;不能保证严格定比传动,轴上受力大

(三) 机构类型的选择

在机械传动系统中,变换运动形式的机构主要是将回转运动变成直线往复移动或间歇运动。表2-3和表2-4分别列出常用实现往复移动机构和间歇运动机构的特性。

常用实现往复移动机构及特点

表 2-3

机构类型	主 要 特 点
平面连杆机构	结构简单,制造方便,行程距离较大,运动副为面接触,承受载荷较大;一般只能近似满足工作要求所需运动规律
凸轮机构	能满足工作需要的任意规律,适用于各种自动机械;一般行程较短,制造较复杂,凸轮与从动件接触表面易磨损,高速运动时冲击较大
螺旋机构	运动精度较高,工作平稳,多用于机床进给机构及各种机械的调整装置中。能传递较大轴向力,易实现反行程自锁,常用于起重、升降装置中。机械效率很低,螺纹易磨损,采用滚珠螺旋传动可改善磨损情况
齿轮齿条机构	结构简单,制造方便,适用于行程较大的装置中;运动精度及传动平稳性不如螺旋传动,不能自锁

单向间歇运动机构及特点

表 2-4

机构类型	主 要 特 点
槽轮机构	用于实现不经常调节转位角度的转位运动,每次槽轮转角不小于 45°
棘轮机构	用于间歇转动角度很小或经常调节转角大小的装置中。运动开始时和终止时有刚性冲击,不如槽轮机构运动平稳

四、机械传动系统组合方案的拟定

一般情况下,机械传动系统包括传动和运动形式转换机构。在拟定传动系统时,各种机构要进行合理的组合安排。对一些机构应绘出机构运动简图。

在拟定机构的组合时应注意以下几方面:

(一) 应尽量简化和缩短运动链

(二) 对于大功率装置应提高机械效率

机械效率是评价大功率机械装置的重要指标,也是选择传动形式和机构类型的主要依据。因此,应尽量避免采用机械效率低的机构组合。

(三) 合理安排运动链的顺序

一般情况下,变换运动形式的机构,如平面连杆机构、凸轮机构等,应安排在运动链的末端,使之靠近执行构件。变换运动速度的机构,如带传动、齿轮传动等,一般安排在运动链的始端,使之靠近原动机。因为靠近原动机转速高、转矩小,可以缩小传动装置尺寸。但链传动不应放在高速级,即不应与高速原动机直接连接。

(四) 合理分配各级传动机构的传动比

拟定传动系统时,运动链的总传动比应合理分配给各级传动机构,应注意以下几点:

1. 单级传动比不应大于规定范围(参考表2-2);
2. 当传动比较大时,应采用多级传动,这有利于减小传动装置尺寸,改善传动性能。传动比分配原则主要应使:1) 各级传动的承载能力接近相等;2) 整个传动装置获得最小外形尺寸;
3. 当运动链为减速传动时,各级传动比应按“前小后大”原则分配。即当总传动比 $i_{\text{总}} = i_1 \cdot i_2 \cdots i_k$ 时,应使 $i_1 < i_2 < \cdots < i_k$,且使相邻两级传动比的差值不应过大,这有利于减小一些零件的尺寸,保证机构紧凑。

五、机械传动系统总功率与总效率的估算

机械传动系统的总效率可用原动机和执行构件间所有运动副(如齿轮副、带传动、链传动、联轴器、轴承等)的效率值的连乘积粗略计算,即

$$\eta = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \cdots \eta_k$$

在取各效率值时应注意,工作条件差,加工精度低,维护不良等情况应取低值;反之当取高值;情况不明时则取中间值为宜。轴承的效率一般均指一对轴承的效率。

当执行构件的工作功率 P 已知时,系统所需总功率 P'_d 则可由下式计算:

$$P'_d = \frac{P}{\eta}$$

则系统所需电动机的额定功率 P_d 可按计算的 P'_d 值选定。一般 P_d 应稍大于 P'_d 为宜。

计算系统中各级的运动及动力参数时,可按选定的电动机额定功率进行计算。但对某些系统则按执行构件的实际工作功率计算更为合理,应根据具体情况而定。

设系统中从高速级到低速级各级序号为 1、2、..., 则各级功率、转速和转矩的计算公式为:

$$\begin{aligned} P_d & \quad n_d & T_d &= 9.55 \times \frac{P_d}{n_d} \\ P_1 &= P_d \eta_1 \quad ; \quad n_1 = \frac{n_d}{i_1} \quad ; \quad T_1 = 9.55 \times \frac{P_1}{n_1} = T_d i_1 \eta_1 \\ P_2 &= P_1 \eta_2 \quad ; \quad n_2 = \frac{n_1}{i_2} \quad ; \quad T_2 = 9.55 \times \frac{P_2}{n_2} = T_1 i_2 \eta_2 \end{aligned}$$

$$P_3 = P_2 \eta_3, \quad n_3 = \frac{n_2}{i_3}, \quad T_3 = 9.55 \times \frac{P_3}{n_3} = T_2 i_3 \eta_3$$

.....

式中 P_d ——电动机额定功率, W;

n_d ——电动机轴满载转速, r/min;

T_d ——电动机轴输出转矩, N·m;

i_1, i_2, i_3 ——分别为1、2、3级的各级传动比;

η_1, η_2, η_3 ——分别为1、2、3级的各级机械效率。

机械传动系统中的摩擦不但降低传动系统的机械效率, 损耗功率, 还增加磨损, 缩短零件的使用寿命。减小摩擦的途径主要有:

- (一) 尽量采用简单机构满足运动要求, 尽量减少运动副;
- (二) 合理选择传动装置的连接形式;
- (三) 尽量避免采用约束条件过多的机构;
- (四) 不要盲目增大机构尺寸, 例如轴颈尺寸增大会使摩擦力矩增大;
- (五) 尽可能采用滚动轴承代替滑动轴承。

第四节 机械技术系统的经济性分析

在课程设计题目中虽然不要求对所设计的机械装置做具体的经济分析, 但应当了解这方面的问题, 并在课程设计中注意遵循一些基本原则。

产品的总成本是生产成本与使用成本之和。生产成本包括设计成本、生产准备成本(工装、辅助工作等)、材料成本、加工成本(工资、燃料动力费、折旧费等)以及装配成本等。使用成本主要是运行成本和维修保养成本。

产品的设计阶段所确定的工作原理、零件数量、结构尺寸、材料选用等, 将直接影响加工方法、使用性能等, 对产品的总成本影响最大。因此, 由设计降低成本是最关键的一环。

在机械技术系统的设计中, 为降低成本应遵循一些基本原则:

在优化方案的基础上, 进行合理的结构设计应注意:

(一) 尽量避免设计特殊形体的零件

零件的形状应采用常用几何形状组合而成, 如圆柱形(长短圆柱、圆盘)、方形(正方、长方、板条)、锥柱形、球形等。避免采用非常规曲面组合, 特别是内孔(因内孔加工困难)。

(二) 结构尺寸应尽量小

结构相同的构件, 随尺寸增大而使加工困难增加, 材料用量增加, 成本提高。

(三) 尽量减少不同尺寸的零件

随着相同尺寸零件数量的增多, 分摊到每个零部件的固定成本和平均准备工作时间相对减少, 工作效率提高, 成本降低。因此尽量采用主要尺寸相同的零件, 如直径相同而长度不同; 厚度相同而面积不同; 外径相同而内径不同等。