

# 《机械设计综合课程设计》

## 教 学 大 纲

重庆大学国家工科机械基础教学基地

2005 年 9 月

## 1 机械设计综合课程设计实践的地位、作用 and 任务

《机械原理》和《机械设计》属于高等学校工科机械工程类本科生必修的“机械基础系列课程”中的两门主干技术基础课，在培养工科学生的综合素质、机械设计和创新能力方面占有不可替代的重要地位。而机械设计综合课程设计是“机械基础系列课程”中最重要的实践环节。在机械设计综合课程设计中，通过加强机械系统方案的创新构思与设计，加强机械系统多方案的评价与优选，加强设计内容的综合性和工程性，加强现代机械设计基本功的训练与培养，加强各种现代设计方法与手段的掌握与应用，使学生具有更高的综合素质，更强的机械设计和创新能力，以适应时代对他（她）们提出的要求。

机械设计综合课程设计的基本做法是将传统的“机械原理课程设计”和“机械设计课程设计”有机地融合为一体，使学生在学完机械基础系列课程之后，能经历一个机械产品或机械系统设计全过程的基本训练，将所学的现代机械制图、机械制造技术基础、理论力学、材料力学、机械原理和机械设计等机械基础系列课程的理论知识在机械设计综合课程设计中得到实际应用和基本训练。

机械设计综合课程设计具体的任务有：

- 1) 通过机械设计综合课程设计，使学生更好地掌握和加深理解“机械基础系列课程”课程，特别是《机械原理》和《机械设计》两门课程的基本概念、基本理论和基本方法；
- 2) 通过机械设计综合课程设计，使学生树立正确的设计思想，了解完整的机械产品设计过程，并重点掌握机械产品的总体方案设计、运动和动力设计，以及强度和结构设计等重要概念和内容；了解国家当前的有关技术经济政策；
- 3) 通过机械系统方案的创新构思与设计，机械系统多方案的评价与优选，使学生具有调查研究、分析比较的能力和机械产品或机械系统总体方案或运动方案创新设计的能力；
- 4) 通过编程上机和各种现代设计方法的应用，使学生进一步提高各种现代设计方法和手段应用的能力；
- 5) 通过设计计算与绘图（手工或计算机），使学生在进一步提高计算、绘图能力的同时，使学生具有运行设计标准、设计规范、设计手册、设计图册和查阅有关技术资料的能力；
- 6) 通过设计说明书的编写（手工或计算机），使学生具有表达设计成果、书写技术报告和科学研究论文的能力。

## 2 机械设计综合课程设计实践的主要内容和主要环节

机械设计综合课程设计实践原则上应包括以下内容：

- 1) 从机器、或机械系统的功能要求或执行构件的运动和动力要求出发，通过多方案的评价优选，完成各执行机构的方案设计，选择原动机，拟定机械系统传动方案，并画出机器或机械系统的机构运动简图；
- 2) 按工艺要求进行协调设计，画出各执行机构的工作循环图；

3) 用解析法或图解法与解析法相结合的方法, 对主执行机构进行机构的尺度综合, 必要时应建立主执行机构优化设计的数学模型, 用数值优化方法确定相关构件的尺寸;

4) 用解析法对主执行机构进行运动分析和动态静力分析, 用相对运动图解法和力图法对其中的一个位置加以验证, 并根据计算机计算结果画出有关构件 (通常为主执行构件) 的位移图, 速度图和加速度线图, 以及机构平衡力矩  $M_b-\theta$  线图和固定支座反力  $f_1-\theta$  线图;

5) 对于需要安装飞轮的机械系统, 应采用解析法确定飞轮的转动惯量, 并根据计算结果绘制  $M_r-\theta$ 、 $M_d-\theta$ 、 $J_r-\theta$ 、 $E(E)-\theta$ 、 $E_1-\theta$ 、 $E_2-\theta$  等曲线;

6) 在机械系统中, 由学生自选, 或由教师指定一机构, 或一传动部件分析其工作情况, 确定载荷, 合理选择零件材料, 考虑制造工艺、使用维护、经济和安全等问题, 对该部件进行强度结构设计, 并画出其装配图及部分零件图;

7) 根据机电液一体化策略和现代控制 (包括计算机控制) 理论, 大胆提出一种或一种以上与该生所承担的产品或机械系统现有传统设计不同的创新设计方案。(只提方案, 不做。允许改变机械系统的工作原理, 允许超越教材内容)。

为切实完成以上机械设计综合课程设计的内容并使 学生获得最大的收获, 每个学生必须经由以下主要设计环节:

1) 根据设计任务书, 或由学生自己 (原则上), 或由教师组织 (必要时) 调查研究、查阅收集资料, 完成总体方案设计;

2) 建立数学模型, 编写计算机程序, 准备原始数据, 上机计算, 完成主执行机构的设计计算 (或优化设计)、运动分析、动态静力分析和飞轮转动惯量的设计计算 (必要时才作);

3) 根据计算结果, 绘制设计图纸。机械设计综合课程设计应完成的设计图纸大体上有:

机械系统传动方案设计图, 用一张 2 号或 3 号图纸画出;

主执行机构的运动分析和动态静力分析图, 全部内容用一张 1 号图纸画出;

飞轮转动惯量求解设计图, 全部曲线画在一张 3 号图上;

某一部件的设计装配图, 一张 1 号或 2 号图;

1~2 个零件的零件图 (3 号)。

4) 整理、撰写设计说明书一份, 字数不少于 8000~10000。

5) 答辩或讨论, 在时间许可的情况下尽可能安排, 形式多样化, 可以集体答辩或讨论, 也可以个别答辩。

### 3 机械设计综合课程设计实践总体方案

我校原“机械原理课程设计”安排二周, “机械设计课程设计”安排三周。先作机械原理课程设计, 后作机械设计课程设计。现将传统的“机械原理课程设计”和“机械设计课程设计”有机地融合为机械设计综合课程设计后, 学院安排的时间共为 5 周。考虑到机械设计综合课程设计的内容中, 机械设计部份的内容较原机械设计课程设计的内容有所削弱, 且侧

重点也有所区别；此外机械基础系列课程改革之后，先上“机械设计”，后上“机械原理”，为此我们将机械设计综合课程设计的5周时间，分为二个时间段。其中第一个时间段，安排在“机械设计”课程行课过程之中和上完之后集中的一周中，完成一个一级园柱齿轮减速器，或者相当于一个一级园柱齿轮减速器的机械传动装置的设计计算和绘图；第二个时间段安排在“机械原理”课程上完之后，集中4周时间，完成本大纲“2”中所述机械设计综合课程设计所包括的主要内容和主要环节。

在第一时间段，一级园柱齿轮减速器（或某种机械传动装置）的设计计算在“机械设计”课程行课过程之中进行，在行课结束之前完成。教师在讲完机械传动总论后将设计题目布置给学生，并结合教学内容进展，要求学生完成有关的全部计算。为防止期末学生过于紧张，造成设计计算在行课结束之前完不成以影响下一时间段的设计工作，建议机械设计行课时，将“第二篇 联接”的内容安排在“第三篇 机械传动”和“第四篇 轴系零、部件”之后。在“机械设计”课程结束后的一个集中周中，要求学生绘制设计装配图（1号）一张，零件图一张或二张（3号），整理设计说明书一份。这一时间段的工作，从其内容和工作量来说，无论对学生还是对老师而言，都相当于传统的二周机械设计课程设计。学院在排教学计划时，仍可将这一时间段的教学工作定名为“机械设计课程设计”。为突出“机械设计综合课程设计”，当然也可将此时间段的工作定名为“机械设计大作业”，或称为“机械设计综合课程设计”。具体如何命名，可由学院领导、项目及两课程负责人确定。

为激发学生的创新意识，培养学生的创新能力，建议任课教师在第一时间段集中周的适当时候，用2~3个学时给学生作“需求是创新、设计的动力与源泉”专题（或其它专题，由教师自定）讲座，鼓励学生在假期中注意观察和思考，发现一至二种“需求”，并努力去寻求这种“需求”的解决方案，即努力构思一种或几种装置或产品。在可能的情况下，这种装置或产品可成为学生自己选取的机械设计综合课程设计题目。为防止走过场，建议在第二个学期上“机械原理”开始时，每个学生必须写出书面材料，完成他（她）们的“需求——解决欲望——方案创新与设计”之作。

在第二个时间段，为保证在培养学生团队精神的同时，使每个同学都有尽可能大的收获，每个班的设计题目不少于4个。如有4个设计题目，全班可考虑分为八个设计小组，每个设计组设组长1人，由组长负组内人员管理和控制设计进度。两个设计小组同时做一个设计题目，组内各成员之间提倡互相讨论，以培养团队精神。同一设计组允许设计方案相同、设计数据也可相同；但两个设计小组之间，希望互不通气、互不相讨论，尽量使两个设计小组有不同的设计方案和不同的设计数据，以便在设计的最最后阶段——答辩或讨论时形成竞争局面，并互相取长补短。

机械设计综合课程设计以解析法为主，大部份计算必须上机完成，因此，上机时间不宜太少。建议每个学生的上机时间不少于16~20学时（机构的设计计算4学时，机构的运动分析4学时，机构的动态静力分析4学时，飞轮的设计计算4学时，综合4学时）。为减轻学院机械设计综合课程设计集中周的上机压力（按照机械设计综合课程设计的进度，第一周的最后一天，以及第二周的前二天是上机高峰时间），可考虑将部分上机内容安排在《机械原

理》行课过程之时。此外，为提高上机效率，教师必须要求学生在上机前做好充分的准备工作。

随着机电液一体化和现代控制，包括计算机控制理论和技术的迅猛发展，现代机械系统或现代机械产品一个十分明显的发展趋势是纯机械部分渐趋简单，而机电液的有机结合以及控制系统日趋复杂。在现代机械系统或现代机械产品中，十分复杂的机械系统常常被几个单一的执行构件与动力源（电机、液压马达或油缸）直接相联，并配以现代控制系统所形成的“复合”机械系统取代。另外，如从产品的功能要求（不是执行构件的动作）来设计机械产品时，其工作原理可以完全不同，以至使产品的外形、复杂程度、性能、工作效率和产品造价相差甚远。为鼓励学生大胆创新，并尽量拓宽其知识面，所以我们在机械设计综合课程设计实践的主要内容中加入了第7条，即鼓励学生“大胆提出一种或一种以上与该生所承担的产品或机械系统现有传统设计不同的创新设计方案”。