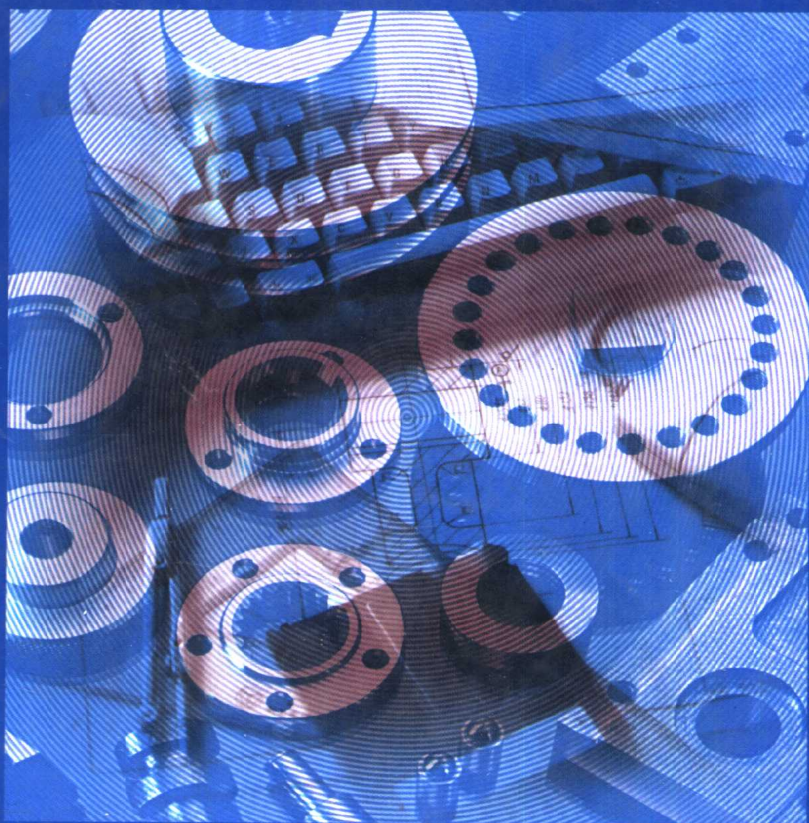


高等学校教材

机械设计制图 (第二版)

(近机类、非机械类专业适用)



马香峰 徐凤禄 主 编
周年华 尹常治 副主编

高等教育出版社

TH12
M-877

高等学校教材

机械设计制图

(第二版)

近机类、非机械类专业适用

马香峰 徐凤禄 主 编
周年华 尹常治 副主编

江苏工业学院图书馆
藏书章

高等教育出版社

内容提要

本书以 1988 年第一版为基础,结合十几年的教学改革实践经验,面对新世纪的要求,做了进一步的更新、提高和精练。本书是教育部“九五”重点教材。

本书内容包括:制图的基本知识,投影和视图的基本概念,点、直线、平面的投影,立体的投影,组合体,机件图样的表达方法,轴测投影,机械的组成及机械运动简图,部件及其图样,零件的构形设计及图样,联接,部件设计、CAD 及螺旋传动,带传动,链传动,齿轮传动,蜗杆传动,轮系及减速器,轴承,联轴器及离合器,轴,弹簧,平面连杆机构,凸轮及间歇运动机构,机械设备成套图纸的阅读和使用维护分析,简易机械设计,机械 CAD 基础知识,机械图样的计算机绘制等。

本书可作为高等工业院校工艺类(近机类、非机械类)等专业的教材,也可供其他类型学校有关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计制图/马香峰,徐风禄主编.—2 版.—北京:
高等教育出版社,2000.7
高等学校教材
ISBN 7-04-008005-2

I. 机… II. ①马… ②徐… III. ①机械设计—高等学校—教材 ②机械制图—高等学校—教材 IV. TH12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 15294 号

机械设计制图(第二版)

马香峰 徐风禄 主编

周年华 尹常治 副主编

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

电 话 010-64054588

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

邮政编码 100009

传 真 010-64014048

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 煤炭工业出版社印刷厂

开 本 850×1168 1/16

印 张 36.25

字 数 880 000

版 次 1988 年 10 月第 1 版

2000 年 7 月第 2 版

印 次 2000 年 7 月第 1 次印刷

定 价 30.60 元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

第一版序

本书是以满足工艺类专业对机械设计系统课程的基本要求为出发点,以培养简易机械设备设计能力,分析现有工艺设备的工作原理、结构特点和掌握其使用维护知识为目标,在原《画法几何及机械制图》、《机械原理及机械零件》教材的基础上,经过多年教改实践编写而成的。全书共分五篇(各篇的编写目的与主要内容见各篇的篇头语)。

本书是在北京钢铁学院、东北工学院、唐山工程技术学院多年来进行教学体系改革取得成功经验(曾获冶金工业部教学改革(1985年)一等奖)的基础上,对试点使用的教材进行全面修订而成。所以本书是教学体系改革的产物,它的章节安排与教学进程非常密切。为便于了解本书的系统,现将教学安排和主要思路作一简要介绍。

我们在进行教学时,是以“设计”为线索,按不同的教学内容把整个教学过程分成几个阶段,每个阶段都是一个较完整的教学循环。一个循环中又分成若干个单元,每一个单元根据其教学内容都有一个“设计”性的综合作业。各作业之间,既有适当的重复,又各有侧重。各循环(或单元)的知识面依次递增,前一循环作为后一循环的基础,环环紧扣,形成以培养能力为枝,以传授知识为叶的教学体系,使学生在设计方法、基本技能和基础知识诸方面得到较扎实的培养和训练。我们认为,书中的内容不可能也不需要全部教完,顺序也应根据各自的教学经验、学时数、与其他课程的衔接关系重新排列。我们的安排大体如下:

1. 机件图示基础阶段。本阶段相应于第一篇的内容,但要适当安排构形设计作业,用各种方式(记忆构形、限定条件构形、合理性构形……)加速强化构形能力的培养。

2. 机械概论及零件构形设计阶段。本阶段相应于第二篇,要充分利用模型教具及工厂、实验室设备,采用多种增加感性认识的教学方法(如现场教学、拆装实验等),实现由纯几何体的构形设计过渡到机械零件的构形设计。为此,可在拆装实验的过程中,采取图物对照的方式阅读装配图、画机动示意图以及壳体零件的构形设计作业来完成这一阶段的教学要求。

3. 通用零部件及常用机构设计阶段。本阶段相应于第三篇。它既对零件构形加入了强度要求,又对常用零、部件及机构增加了工作原理分析等机构学的内容。通过一系列零、部件的设计,以“工作原理→失效形式→强度计算→结构设计→工作图样”的模式,在培养分析问题的同时,学会有关基础知识。在教学过程中可改变章节顺序,甚至把第三篇后两章的内容提前。

在这一阶段,可以零件来划分教学单元,每一单元都贯穿一个设计作业,最后落实到设计简图或零件图上。这就保持了培养构形设计能力的连续性和发挥学生创造能力的一贯性。在整个教学阶段中,又用若干局部的综合教学把各单元联系起来。如用“联轴器或螺旋设计”综合联轴器、螺栓联接和键联接的内容。用“轴系部件设计”综合轴、轴承、带或齿轮传动等内容。这些局

部综合,由简到繁,使知识不断巩固扩展,并为最后的综合性教学打下坚实的基础。

4. 简易机械分析和设计阶段。这是本课程的总结和提高阶段,以自学和设计为主,一方面继续扩充机械的工作原理与看图分析机械结构方面的知识;另一方面,以整机设计的一般步骤与内容为核心,总结归纳本课程的主要内容,并上升到实际应用的高度。在通过读图为整机设计打下基础之后,用课程设计或大作业的形式,完成本课程应担负的基本训练任务。

课程设计或大作业的选题应从培养目标出发,既要有一定的综合性,又要难度适宜。

对于计算机辅助设计绘图,我们选用了带传动设计计算和联轴器设计绘图方面的例子,可让学生编一点数据输入程序和简单绘图程序,以应用为目标,掌握已有的 CAD 程序的使用方法。

上述安排,只能是抛砖引玉,尚望更多的同志在教学实践中,和我们携手并肩来发展这一新的课程体系。

本教材的前身是东北工学院和北京钢铁学院 1981—1982 年出版的《机械制图与设计》(内部发行)。根据多次总结和交流会议的建议,现定名为《机械设计制图》,并对原有的章节安排和内容作了较大的变动。关于液压传动拟单独成册以供个别院校选用。为了面向未来,增加了计算机设计绘图的基础知识。

本书由马香峰、李自治担任主编,裴宏昌、范民政担任副主编,对《机械制图与设计》进行了全面修改、增删而成。东北工学院毕传湖、赵凤英、郭丽珍、高泽远、蒋尊贤同志,北京钢铁学院刘淑春、黄宏中同志,唐山工程技术学院徐凤禄同志,江西冶金学院周年华、胡永权同志,天津大学冶金分校柳家治同志,青岛冶金建筑工程学院赵国斌同志等参加了《机械制图与设计》的编写和本书的定稿工作。周年华、施善震同志还对全书的插图进行了审查、订正。

本书承西安交通大学徐伯康、姜琪同志审阅,并得到唐山工程技术学院张策和东北工学院徐炳松、鄂中凯等同志的宝贵评阅意见,在此一并向他们表示衷心的感谢。

限于编者的水平,书中缺点和错误在所难免,望同志们批评指正。

编 者

1987.10

第二版序

本书第一版作为高等工业院校非机械类专业的试用教材,自1988年出版以来,已使用多年。实践证明,本教材所建立的以机械设计为主线,以培养设计能力为目标的教学体系,行之有效、节省学时、深受师生们的欢迎。试用期间,效果显著,试点班级逐年扩大。该教材于1992年被冶金工业部(编写和试用这一教材院校的主管部)评为优秀教材。

时代在前进,教学改革蓬勃发展,科学技术日新月异,特别是计算机辅助设计(CAD)技术,已迅速普及。为了反映最新的科技成就和教改经验,由北京科技大学、河北理工学院、南方冶金学院、青岛建筑工程学院的有关教师,组成了第二版编写组,对原教材以及与之配套的习题集进行了修订。修订时主要做了以下工作:

1. 书中的插图、术语、公式、表格全部改用了最新的国家标准和规范。

2. 结合十几年来的教学经验,精简和更新了部分内容。

3. 为了便于教学,部分章节增加了有关标准零、组件的表格示例。

4. 重新编写了计算机设计绘图内容,并根据试点经验选用了具有自主知识产权的国产二维设计绘图软件(CAXA 电子图版)作为配套教学软件。书中介绍了这一软件的有关内容,并根据教学需要,以几何作图、机件图样表示、零件图绘制、部件设计和装配图绘制为教学单元,采用集中与分散相结合的编写方法,重新编写了有关章节。

在教学组织上,多数教学班把计算机设计绘图分散进行,即穿插在几何作图到简易机械设计的全过程中,这样就压缩了原来仪器画图的作业时间,培养了应用计算机设计绘图软件进行机械设计的能力,最后的设计作业(课程设计)全部图样均由计算机绘制,实现了在设计绘图中甩掉图板。

修订第二版时,为了满足简易机械设计的需要,教材内容略多于教学大纲的规定,任课教师可根据实际情况对教材内容做必要的取舍,前后顺序也可变更。

参加第二版编写工作的有北京科技大学的马香峰、尹常治、曹彤、管华、许纪倩,河北理工学院的徐凤禄、王满海、王新,南方冶金学院的周年华、谭鹤珍、何贛生,青岛建筑工程学院的刘平。其中马香峰、徐凤禄担任主编,周年华、尹常治担任副主编,南方冶金学院的张郁芸、山东建材工业学院的王慧参加了全书的定稿工作。本书由天津大学张策教授、北京理工大学董国耀教授审阅,他们提出了许多宝贵意见,在此表示由衷的谢意。

书中的错误和不妥之处在所难免,敬请使用者提出意见,以兹改正。

编 者

1999年6月于唐山

目 录

绪论	1	第二节 机械设计、机械图样 及计算机辅助设计(CAD)	2
第一节 机械	1	第三节 本课程的研究内容和学习方法	3

第一篇 机械制图图示基础

第一章 制图的基本知识	7	第五章 组合体	95
第一节 制图的有关标准	7	第一节 组合体的构形分析	95
第二节 平面图形的画法及尺寸标注	16	第二节 组合体视图的绘制	98
第二章 投影和视图的基本概念	21	第三节 组合体视图的阅读	101
第一节 常用投影法	21	第四节 组合体尺寸标注	106
第二节 投影的基本性质	23	第五节 组合体构形设计	112
第三节 机械设计中常用的两种图示法	25	第六章 机件图样的表达方法	115
第三章 点、直线、平面的投影	29	第一节 视图	115
第一节 点的投影	29	第二节 剖视图	118
第二节 直线的投影	34	第三节 断面图	128
第三节 平面的投影	43	第四节 其他表达方法	131
第四节 直线、平面的相对位置	52	第五节 机件的图样画法、计算机绘制与 机件图样的阅读	135
第四章 立体的投影及尺寸标注	59	第六节 第三角画法简介	140
第一节 平面立体的投影与读图	59	第七章 轴测投影	142
第二节 回转体的投影	69	第一节 轴测投影的基本知识	142
第三节 平面与回转体表面的交线——截 交线	76	第二节 正等轴测图的画法	144
第四节 两曲面立体的表面交线——相 贯线	85	第三节 斜二等轴测图的画法	150
		第四节 轴测图的剖切画法	152

第二篇 机械设计的基础知识

第八章 机械的组成及机构运动简图	157	第九章 部件及其图样	164
第一节 机械的组成	157	第一节 部件的组成	164
第二节 零件、部件、构件、机构的基本概念	159	第二节 极限与配合简介	166
第三节 机构运动简图	160	第三节 部件装配图	178

第四节 部件的装配结构工艺性	188	第四节 零件图的尺寸标注	204
第十章 零件的构形设计及图样	191	第五节 零件的表面粗糙度	208
第一节 零件的设计原则	191	第六节 形状和位置公差简介	215
第二节 零件的构形过程及要求	193	第七节 零件的常用材料及钢的热处理简介	218
第三节 零件图样	200	第八节 焊接件及焊接件图	222

第三篇 常用零、部件设计

第十一章 联接	229	第十二节 斜齿圆柱齿轮传动	335
第一节 螺纹联接	229	第十三节 圆锥齿轮传动	341
第二节 键联接	248	第十四节 齿轮的规定画法、结构及图样	345
第三节 销联接	252	第十六章 蜗杆传动	351
第四节 标准件的计算机绘制	254	第一节 概述	351
第十二章 部件设计、CAD 及螺旋传动	262	第二节 蜗杆传动的基本参数与尺寸计算	352
第一节 螺旋传动	262	第三节 蜗杆传动的运动分析和受力分析	355
第二节 部件设计及零件图装配图的计算机绘制	267	第四节 蜗杆传动的设计计算	357
第十三章 带传动	280	第五节 蜗杆传动的效率、散热与润滑	360
第一节 概述	280	第六节 蜗杆、蜗轮的结构、规定画法和图样	362
第二节 带传动的工作情况分析	282	第十七章 轮系及减速器	369
第三节 V 带传动的设计计算	286	第一节 轮系	369
第四节 V 带轮的结构和图样	290	第二节 普通减速器	378
第五节 V 带传动的使用和维护	294	第十八章 轴承	384
第十四章 链传动	297	第一节 滑动轴承简介	384
第一节 概述	297	第二节 滚动轴承	388
第二节 滚子链传动的设计计算	300	第三节 滑动轴承与滚动轴承的比较、润滑与密封	402
第三节 链轮的结构	304	第十九章 联轴器及离合器	412
第四节 链传动的使用与维护	305	第一节 联轴器	412
第十五章 齿轮传动	309	第二节 离合器简介	416
第一节 概述	309	第二十章 轴	421
第二节 齿廓啮合基本定律	311	第一节 概述	421
第三节 渐开线齿廓的形成及特点	312	第二节 轴的设计	422
第四节 渐开线标准直齿圆柱齿轮各部分的名称及基本参数	314	第三节 轴的图样	428
第五节 正确啮合条件和重合度	318	第二十一章 弹簧简介	433
第六节 公法线长度	319	第一节 弹簧的功用、类型和材料	433
第七节 渐开线齿廓切削加工简介	320	第二节 圆柱螺旋压缩(拉伸)弹簧的结构、计算及画法	435
第八节 根切、最少齿数及变位齿轮概念	323	第二十二章 平面连杆机构	440
第九节 齿轮传动的失效形式与设计准则	325	第一节 平面连杆机构的基本型式和特性	440
第十节 标准直齿圆柱齿轮的强度计算	326	第二节 四杆机构的演化及常见的应用	
第十一节 齿轮的常用材料和许用应力	331		

类型	448	第一节 凸轮机构	454
第三节 平面连杆机构的设计简介	451	第二节 间歇运动机构	457
第二十三章 凸轮及间歇运动机构简介 ..	454		

第四篇 简易机械设计与机械设备的使用、维护分析简介

第二十四章 机械设备成套图纸的阅读 和使用维护分析	463	第二十五章 简易机械设计	482
第一节 成套图纸的阅读	463	第一节 机械设计的基本要求和步骤	482
第二节 机械设备使用维护分析简介	477	第二节 总体方案设计	483
		第三节 机械设计中的几个动力学问题	489
		第四节 设计示例——简易牵引机设计	493

第五篇 简易机械计算机辅助设计初步

第二十六章 机械 CAD 基础知识	499	第四节 CAXA 电子图板的基本功能简介	504
第一节 机械 CAD 简介	499	第二十七章 机械图样的绘制	529
第二节 几类常见 CAD 软件的特点	502	第一节 零件图的绘制	529
第三节 简易机械设计制图对 CAD 软件的 功能要求	504	第二节 装配图的绘制	541
		第三节 机械 CAD 中的其他问题	557
附录	561	参考文献	568

绪 论

第一节 机 械

在长期的生产劳动中,人们为了提高劳动生产率和减轻劳动强度,创造了各式各样的机械。到了18世纪中叶,蒸汽机发明之后出现了近代机械,诸如各式机动车辆、吊运重物用的起重机、筑路用的推土机、冶炼用的上料机、选矿用的破碎机等,从而逐渐形成了研究有关机械基础问题的学科——机械学,以及相应的课程——机械制图、机械原理、机械零件等。

我国人民远在古代就使用了简单的纺织机械、制陶用的转盘、运输用的车子等。西汉时又发明制造了使用轮系传动的记里鼓车。在出土的东汉时代的文物中,已有原始形态的青铜轴瓦和金属人字齿轮。这些事实说明,在机械制造的领域内,我国人民曾居于世界领先的地位,对人类做出过应有的贡献。但是,由于我国封建社会的漫长统治,再加上帝国主义的入侵,所以在新中

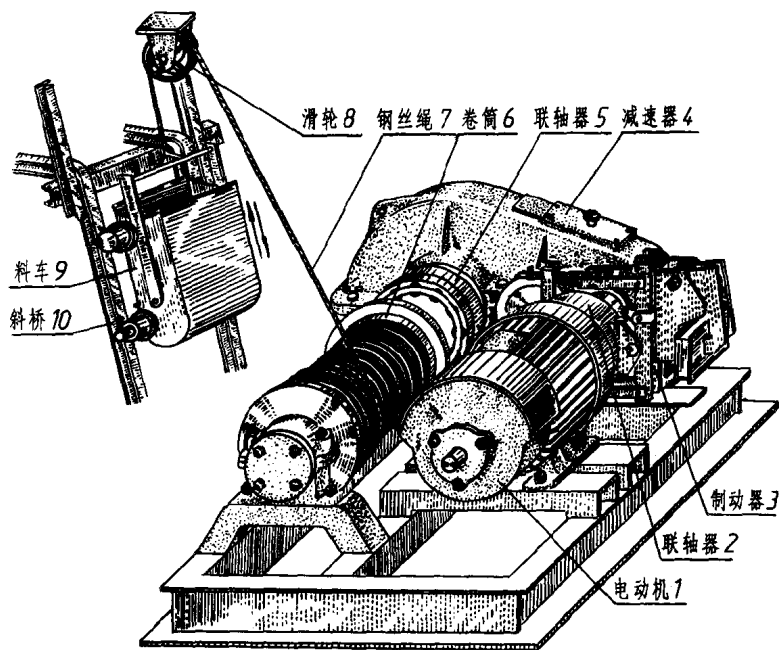


图 0-1

国成立以前我国的机械工业和机械科学都处于极其落后的状态。新中国成立以后,在共产党的领导下,我国建设取得了很大的进展,机械工业已奠定了一定的基础,机械科学也取得了可喜的进步。但比之一些工业发达的国家,我国还很落后,我们必须奋发图强、努力学习,使我国的机械工业和机械科学赶上时代的要求,以促进我国四个现代化的进程。

图 0-1 表示一简易的化铁炉用上料机。电动机 1 通过联轴器 2 带动减速器 4 中的齿轮,把电动机输出转速减低;再通过联轴器 5 带动卷筒 6 转动;卷筒又通过钢丝绳 7 绕过滑轮 8,牵动料车 9 在斜桥 10 上移动,从而将冶炼原料提升到炉口并倾倒入炉内。位于电动机和减速器之间的联轴器 2 上的制动器 3,能使料车运行到终点时或在工作中突然断电时,快速停车。

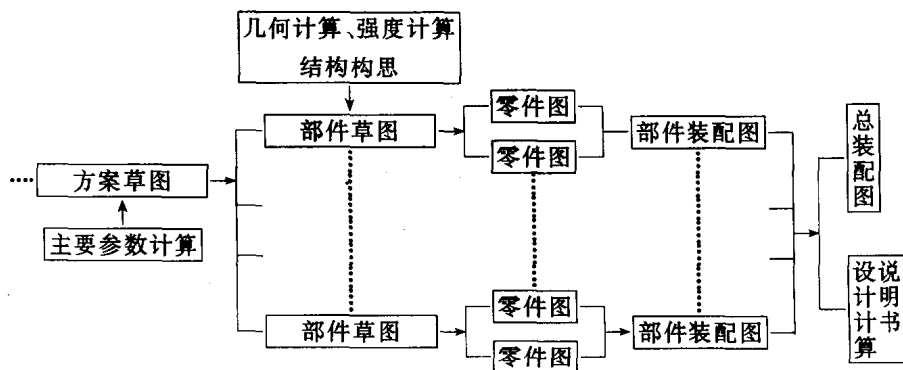
从这个例子中可以看出,上料机具有如下的特征:(1)它是人为实体的组合;(2)这些实体之间存在着确定的相对运动;(3)可代替人的劳动完成有用功或转变机械能。通常把具有这三种特征的实体的组合称做机器。只具有前两种特征的称做机构,如离合器、减速器中的传动齿轮等。机器和机构统称之为机械,有时也叫机械设备。本书主要使用机械一词,一般的并不加以严格区分。

第二节 机械设计、机械图样及计算机辅助设计(CAD)

现代机械一般都是通过提出任务、设计、制造、安装调试等过程生产出来的。所谓机械设计,简单说来就是通过构思、计算,最后用图样表示出某一想象中的实体。该实体一经制造出来,就可用来完成原来提出的任务。所以,设计的落脚点是机械图样,而图样是加工制造、安装调试的依据。

机械设计是一个过程,它包括不同的阶段,要考虑不同的问题(详见 25 章)。通常,在提出任务之后,首先要收集资料(大部分是图纸资料),然后经过分析、构思和主要参数计算,拟出几个方案,进行比较,择优选用,并通过计算确定各种参数,从而画出总体方案草图。其次,根据方案草图,分出各个部件,通过结构构思和强度计算,确定结构形状和尺寸,画出部件装配草图。第三,根据装配草图,考虑各种加工要求,绘出零件工作图。最后,再根据最终确定的零件图,反过来绘出部件装配图以及总装配图,并写出相应的文字说明和计算资料。

上述设计过程可以形象地图解如下:



机械图样是设计意图的主要表达方式,可分为两类。一为总图和部件图,统称为装配图,是部件和整机装配、安装、调试的依据,如图 9-10。另一为制造零件用的零件图样,也叫零件工作图,是制造零件用的“样板”,如图 10-5。

由于科学技术的飞速发展,计算机辅助设计(CAD)已相当普及。所谓计算机辅助设计,就是在设计过程中,通过计算机的软、硬件,部分地或全部地完成前述的机械设计过程。参数计算、强度分析,零件图、装配图的绘制,都可用计算机来完成。再通过计算机辅助制造(CAM),可以实现零件的无图纸制造,这就大大地加快了机械设备的设计制造过程,而且在强度、刚度更精确地分析方面,CAD 起着手工难以完成的作用,甚至可以利用计算机模拟技术,实现机械设备的虚拟装配,以检查设计结果的正确性,特别是对那些系列化零部件,以及零部件的改进设计,CAD 技术更有它无可比拟的优越性。

第三节 本课程的研究内容和学习方法

本书是为工艺类专业编写的教材。根据专业要求和规定学时数,所要介绍的内容可概括如下:

1. 研究绘制机械图样的原理和方法,为绘制零部件图样打下表达方法的基础。
2. 研究常用机构、通用零部件的工作原理、结构特点、设计计算方法,为常用机构和通用零部件的设计提供基础知识和实用方法。
3. 研究简单机械或部件的简易设计方法和步骤,并通过范例介绍使用设计手册和图册资料的方法。
4. 介绍机械设计 CAD 技术基础知识,特别是设计绘图技术。

在学习过程中,不仅要掌握书中所介绍的内容,更重要的是要通过各种作业,特别是通过“设计”作业(或课程设计),培养空间构思能力,掌握设计过程,学会设计方法。这在某种意义上或许比掌握一些计算公式或画图规定更具有实用价值,更符合设置本课程的目的。

第一篇 机械制图图示基础

本篇共分七章,介绍有关机械制图国家标准,点、线、面、基本几何体以及组合体(机件)的多面正投影图示方法,常用正、斜轴测投影图的画法等方面的内容。其中用多面正投影法表达基本几何体、组合体的方法和投影图的阅读,既是点、线、面投影问题的延伸和发展,又是绘制和阅读机械图样、培养设计能力的基础。为了尽早地培养设计能力,增加了构形分析和设计内容。为了适应国际技术交流,在第六章中,介绍了第三角投影法,以便阅读英、美、日等国的机械图样。

第一章 制图的基本知识

本章主要介绍国家标准(简称国标,记作 GB)《机械制图》中有关图幅、图线、字体等有关内容;并以平面几何为基础,介绍绘制机械图样时常用的几何作图方法,为绘图方法和格式提供基础知识。

第一节 制图的有关标准

一、图纸幅面及格式(摘录 GB/T 14689—93)

1. 图纸幅面尺寸

图纸幅面是指制图时所采用图样幅面的大小。尺寸按表 1-1 的规定。

表 1-1					mm
幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
c	10			5	
a	25				
e	20		10		

2. 图框格式

需要装订的图样,其格式如图 1-1、图 1-2 所示。不留装订边的图样,其图框格式如图 1-3、1-4 所示。

标题栏的位置应按图 1-1~图 1-4 的方式配置。标题栏内容和格式可参考 GB 10609.1—89 或自定。

二、比例(摘录 GB/T 14690—93)

图样的比例,为图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。需要按比例绘制图样时,采用

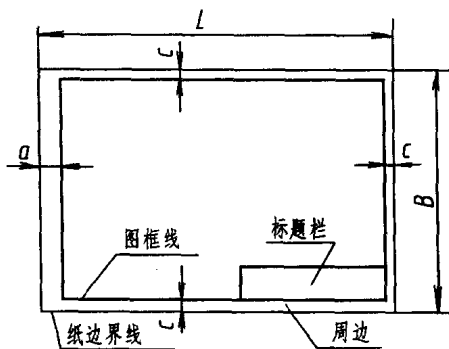


图 1-1

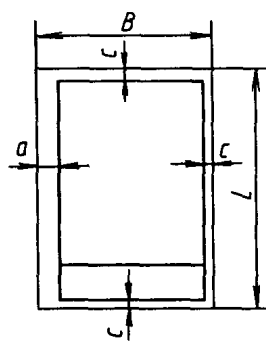


图 1-2

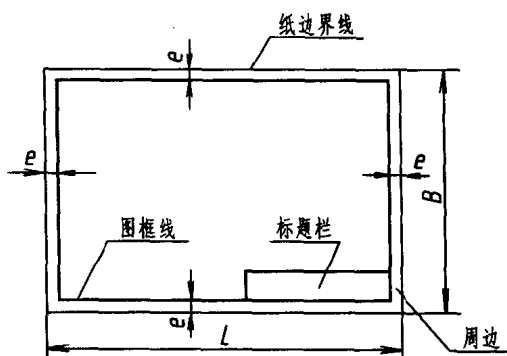


图 1-3

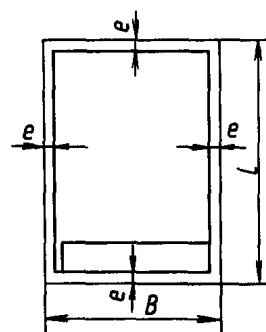


图 1-4

表 1-2 中规定的系列选取适当的比例。必要时,可允许选取其他比例,具体参考 GB 14690—93。比例符号以“:”表示。

表 1-2

种 类	比 例		
原值比例	1:1		
放大比例	5:1	2:1	
	$5 \times 10^n:1$	$2 \times 10^n:1$	$1 \times 10^n:1$
缩小比例	1:2	1:5	1:10
	$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$	$1:1 \times 10^n$

注: n 为正整数。

三、字体(摘录 GB/T 14691—93)

图样及其有关技术文件中书写的汉字、数字、字母,都必须做到字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

汉字应写成长仿宋字,并应采用国家正式公布推行的简化字。

字体的号数,即为字的高度(用 h 表示,单位为 mm),分为 1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20 八种。汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。