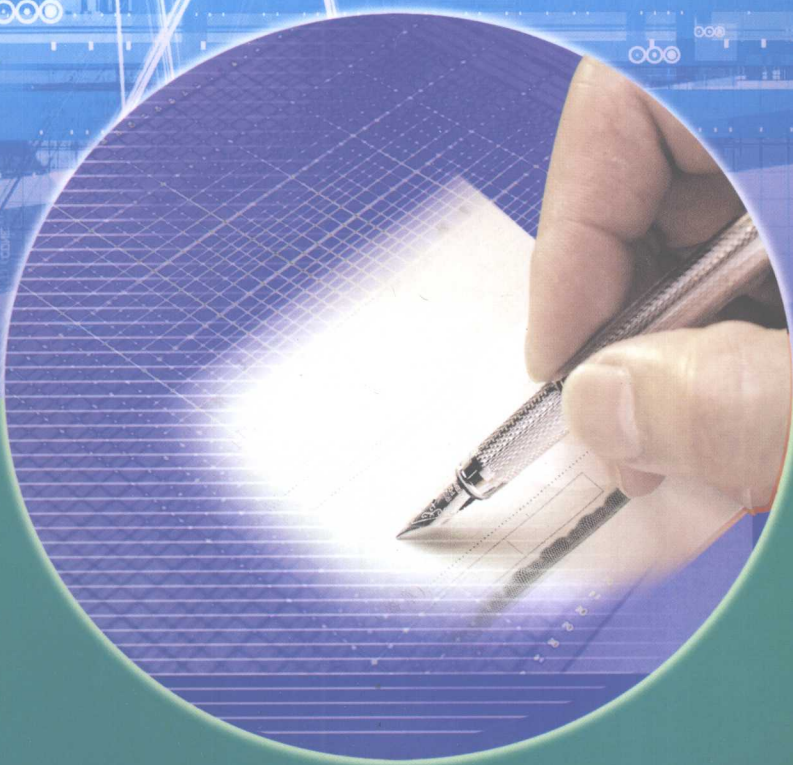




普通高等教育“十一五”国家级规划教材

机械设计制图

主编 何玉林 丁 一



高等教育出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

机械设计制图

主 编 何玉林 丁 一
副主编 罗书强 钮志红 王喜庆

高等教育出版社

内容提要

本书是根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会 2005 年制定的《高等学校工科本科工程图学课程教学基本要求》，结合编者多年的工程图学教学改革和建设经验编写而成的，是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

本书内容包括绪论、机械设计概论、机械设计基础、机械产品的造型设计、零件图、装配图、机械设计制图实例、现代设计和图形技术、附录。

本书与何玉林、丁一主编的《工程图学基础》和《工程图学基础习题集》配套使用，可作为高等院校工科机械类专业工程图学课程的教材，也可供工程技术人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

机械设计制图/何玉林，丁一主编.

北京：高等教育出版社，2009.6

ISBN 978-7-04-026131-8

I. 机… II. ①何…②丁… III. 机械制图 - 高等学校 - 教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2009）第 047229 号

策划编辑	宋 晓	责任编辑	查成东	封面设计	刘晓翔	责任绘图	尹 莉
版式设计	范晓红	责任校对	姜国萍	责任印制	朱学忠		

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	400-810-0598
邮政编码	100120	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landracom.com
印 刷	北京鑫海金澳胶印有限公司		http://www.landracom.com.cn
		畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	787×1092 1/16	版 次	2009 年 6 月第 1 版
印 张	12.75	印 次	2009 年 6 月第 1 次印刷
字 数	300 000	定 价	16.30 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 26131-00

前言

我们编写的《工程图学基础》、《机械设计制图》、《工程图学实验》是一套系列教材。其中，《工程图学基础》为工科各专业通用，培养学生图学基本素质；《机械设计制图》紧密结合机械设计，培养学生正确绘制和阅读符合生产要求的机械工程图样的能力；《工程图学实验》可作为三维 CAD 造型、计算机绘图和零部件测绘的实验教材。全套教材根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会 2005 年制定的《高等学校工科本科工程图学课程教学基本要求》，结合编者多年的工程图学教学改革经验和工程制图国家级精品课程建设实践编写而成。

《工程图学基础》包括制图基本知识、计算机三维造型设计及绘图、平面体及其投影、回转体及其投影、组合体及其投影、机件常用表达方法、标准件及常用件、零件图与装配图、其他工程图样、附录及参考文献。它可作为非机械类、近机械类、机械类各专业通用的工程图学基础教材。计算机三维造型设计及绘图结合工程实际，以实例的方式系统地介绍三维造型设计、工程图样的生成、二维图形的编辑。使学生对现代设计制图有一整体了解，而且通过实例操作，引导学生快速入门。

《机械设计制图》是《工程图学基础》的后续教材，为机械类各专业学生继续学习机械制图课程编写的。其特点把制图与设计结合，从机械设计的高度学习机械制图，既不同于传统的机械制图教材，又不是机械原理、机械设计和机械制图三合一的机械设计制图教材。重点讨论机械产品的造型设计和零件的构型设计及其图形表达。其内容包括机械设计基本知识、机械的结构和造型设计、零件图、装配图等机械工程图样、现代机械设计和图形技术。对机械产品的系统设计和结构设计需要涉及机构的运动学、动力学和机械的结构强度、刚度等内容是在后续的机械原理和机械设计课程中学习，在本书中不予讨论。

《工程图学实验》是专门为机械类专业学生工程图学课程编写的实验教材，也用作计算机绘图、零部件测绘等课程的教材，供机械类各专业选用。其内容包括机械零部件测绘、计算机三维造型设计和计算机绘图等实验。该书以三维造型软件 Pro/E 野火版及二维绘图软件 AutoCAD 为基础，以案例引导，通过实验使学生掌握计算机三维建模和绘制零件图、装配图的方法，熟悉工程 CAD 软件的使用。以典型零、部件为对象介绍了零、部件测绘的方法。

本系列教材采用最新颁布的国家标准《技术制图》、《机械制图》，将基

本概念和基础理论尽可能多地融入实例及图例讲解，使学生容易理解和掌握。

本书由何玉林和丁一任主编，罗书强、钮志红、王喜庆任副主编。其中何玉林编写绪论、第3章、第7章，丁一编写第5章，罗书强编写第1章、第6章，钮志红编写第4章，王喜庆编写第2章、附录。全书由何玉林统稿。

全书由董国耀审阅，对教材的编写提出了许多宝贵意见和建议，在此表示衷心感谢！

由于作者水平有限，书中不足和错误在所难免，敬请读者批评指正。

编者
2008年8月

目 录

绪论	1
第 1 章 机械设计概论	7
§ 1-1 机械的组成	7
§ 1-2 机械设计的过程和主要内容	11
§ 1-3 机械设计的基本准则	17
§ 1-4 机械产品开发	20
复习思考题	22
第 2 章 机械设计基础	23
§ 2-1 极限与配合	23
§ 2-2 形状公差和位置公差	31
§ 2-3 表面结构的图样表示法	44
§ 2-4 机械零件常用材料及其选择	53
复习思考题	58
第 3 章 机械产品的造型设计	59
§ 3-1 产品造型设计	59
§ 3-2 机械零件的构形设计	67
复习思考题	73
第 4 章 零件图	75
§ 4-1 零件图的主要内容	75
§ 4-2 零件图的视图选择	76
§ 4-3 零件图的尺寸标注	85
§ 4-4 阅读零件图	95
复习思考题	99
第 5 章 装配图	100
§ 5-1 装配图的作用与内容	100
§ 5-2 部件的表达方法	103
§ 5-3 常见装配结构	106
§ 5-4 装配图的尺寸标注、零部件序号和标题栏	109
§ 5-5 装配图的绘制	111
§ 5-6 读装配图及由装配图拆画零件图	116
复习思考题	126
第 6 章 机械设计制图实例	127

§ 6-1 机械设计制图案例分析	127
§ 6-2 成套机械图样的分析	140
复习思考题	145
第 7 章 现代设计和图形技术	146
§ 7-1 特征建模技术	147
§ 7-2 逆向工程	157
§ 7-3 虚拟样机技术	159
复习思考题	164
附录	165
参考文献	194

绪 论

一、课程的地位、性质和任务

人类世界是一个有形的世界，世间万物千姿百态、五彩缤纷。语言、文字、图形是描述信息的三种方式。在工程技术领域，产品和工程项目包括大量的信息，如图 0-1 所示。怎样表达这些信息是设计和制造过程必须解决的信息传递和交换问题，尤其是形状、结构、位置和大小信息必须直观、形象、精确地表达，所以图形是表达形状、结构、位置和大小信息最理想的工具。

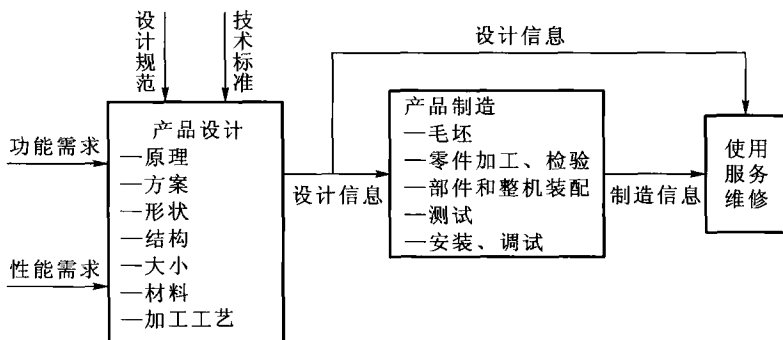
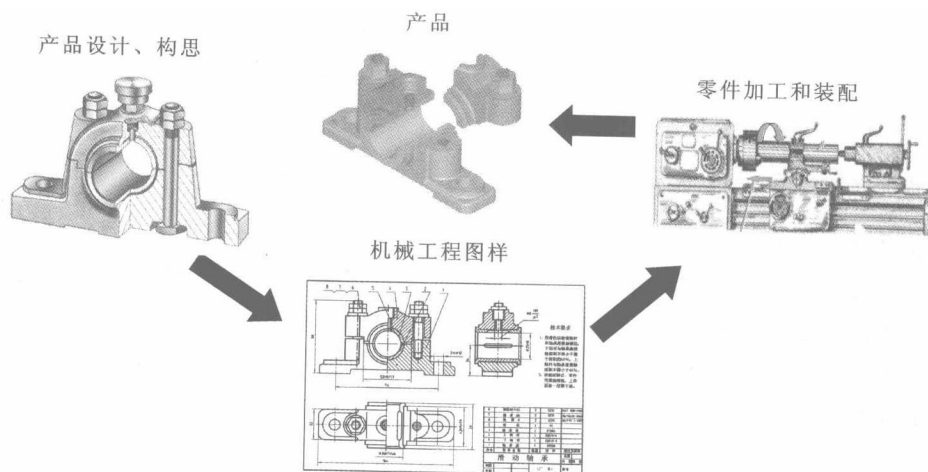


图 0-1 设计和制造过程的信息

图形（graphics）、图样（design）、图像（image）、图画（picture）统称为图。在工程技术中用以准确地表达产品或工程的形状、结构及尺寸大小和技术要求的图称为工程图样。近代的机器、仪器和工程建筑都是根据工程图样进行制造和建设的。设计者通过工程图样来描述设计对象，表达其设计意图；制造者通过工程图样来了解设计要求，组织制造或施工；使用者通过工程图样来了解使用对象的结构和性能，进行保养和维修。工程图样在设计和制造过程的作用如图 0-2 所示。所以，工程图样被称为工程界的技术语言。

随着科学技术的进步，尤其是计算机科学技术的迅速发展，计算机图形技术 CG（computer graphics）和计算机辅助设计 CAD（computer aided design）已经在各个行业得到广泛应用。不仅在设计过程中人们可以借助 CAD 系统建立表述设计对象的模型，进行对象的仿真，生成表达对象的图形，代替人的手工设计计算和绘图，提高设计的效率和质量，而且科学计算可视化、信息可视化、虚拟现实的研究和应用日益迫切，人们对图形信息的要求越来越多，图形应用领域越来越广阔，从工程技术到科学研究，以及人们的社会生活无所不及。形成这种局面的原因一方面是因为图形特别适合人类视觉系统的观察，人的眼睛从图形上接受信息的内容比数字、文字、表格快很多倍，并且人类对图形也具有高

度的理解本能，因此用图形来记录或描述对象比用文字描述要简明、方便得多。如果不借助图形提供的形象、直观的视觉表示，人类就很难研究真实世界或抽象世界的模型；另一方面，现代计算机科学技术、通信技术、图形处理技术为图形的生成、处理、存储提供了强有力的手段和工具，使快速、方便、实时生成图形成为现实。



表达设计产品的形状、结构、大小、材料、技术要求等信息的工程图样

图 0-2 工程图样在设计和制造过程的作用

21 世纪是信息和知识经济的时代，工程技术人员每天需要接受和处理的图形信息比过去要多得多，这就要求工程技术人员应具备更高的图形素质和图形表达及识别能力。因此无论过去、现在和将来，培养工程技术人员的高等工科院校教学计划中，都把工程图学作为一门必修的课程。机械设计制图课程是工程图学课程的专业制图部分，它的先修课程是《工程图学基础》。《机械设计制图》面向机械类专业开设，学习《机械设计制图》的主要任务是：

(1) 学习和了解机械设计的基础和制造工艺方面的知识，掌握机械产品的造型设计和零件构形设计的基本方法和设计准则，能根据功能需求进行产品和零件的造型设计。

(2) 学习根据机械设计和制造的要求，应用正投影的理论和方法，遵照国家机械制图标准正确绘制和阅读机械工程图样的零件图、装配图，进一步培养形象思维能力和空间构形分析能力。

(3) 熟练掌握三维 CAD 建模和计算机绘图为重点的现代设计和图形技术，提高机械零部件三维 CAD 造型设计和应用计算机绘图软件绘制、编辑满足生产要求的机械零件图和装配图的能力。

(4) 培养严谨的工作作风和认真负责的工作态度（包括遵守国家标准和设计规范的自觉性）。

二、课程的内容和要求

工程图学是研究图、数、形的关系及转换的学科，即研究如何用图形表达空间的形体和信息，以及怎样根据图形想象其表达的空间形体的形状、结构和大小，或者识别所表达信息的科学。所以，工程图学学科的内涵很丰富，它包括进行设计对象的形体构思（design）及

其建立模型、对设计的描述（representation）和进行数字化定义、表达（render），即生成表示设计对象的图样或真实感图形所需要的理论体系、方法体系和应用技术体系。例如，投影理论、几何建模理论、曲线、曲面理论、分形理论；图样画法与制图标准、几何造型方法、图形处理算法、可视化方法、虚拟现实；机械设计制图、建筑设计制图等。工程图学课程内容的组成结构如图 0-3 所示。

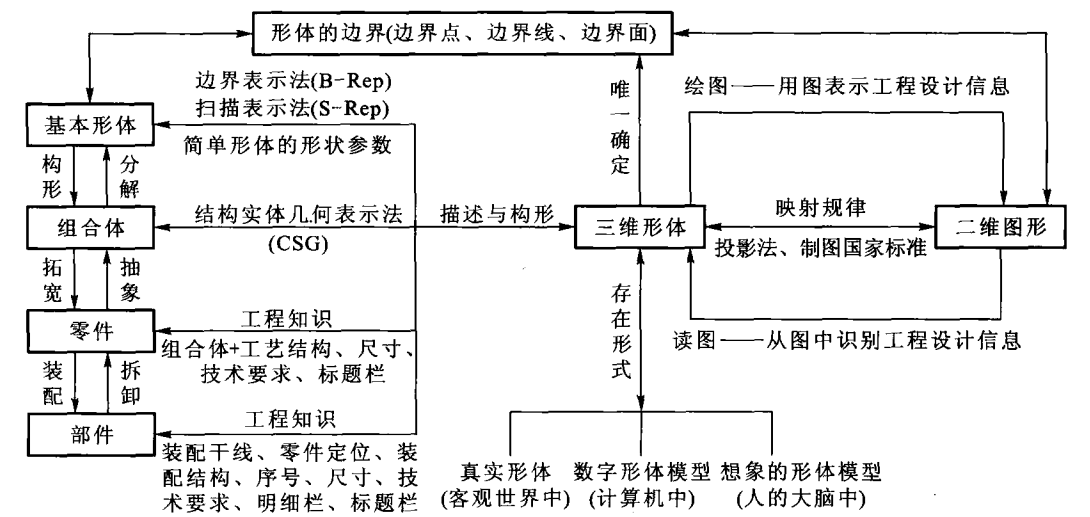


图 0-3 工程图学课程内容的组成结构

机械设计制图课程作为工程图学学科内容的一个组成部分，特点是把机械产品造型和机械零件的构形设计与图形表达紧密结合，把工程图学的理论和方法应用到机械设计中。所以，它是一门实践性很强的技术基础课。机械设计制图课程注重图形表达与设计的结合，通过学习机械设计的基本知识、机械产品的造型设计和零件构形设计的方法和准则，让读者从机械设计的高度和要求去学习和掌握机械工程图样的画法和阅读方法，使绘制的零件图和装配图能够满足生产要求。本书讨论的重点是机械设计的基本概念、设计过程和设计准则、机械产品的造型设计和零件构形设计、机械设计实例。对机械产品的系统设计和结构设计涉及机构的运动学、动力学和机械的结构强度、刚度等内容将在后续的《机械原理》和《机械设计》课程中学习。所以，它不是机械制图、机械原理、机械设计三合一意义上的机械设计制图。

机械设计制图的先修课程是工程图学基础，机械类专业的学生在学习了工程图学基础课程中的制图基础、形体的几何造型、形体的图形表达等内容的基础上，学习机械设计制图。该书按机械设计概论——机械设计基础——机械产品的造型设计——零件图——装配图——机械设计制图实例——现代设计和图形技术的结构展开课程教学内容。引导学生从机械设计的高度和要求学习与机械设计制图相关的机械加工和装配工艺、极限和配合、形位公差、标准化等基础知识，学习和掌握机械产品和零部件的造型设计的基本方法，学习零件图、装配图等机械工程图样的画法和读图方法，通过机械设计制图案例分析引导学生应用所学的知识分析和解决机件的设计及表达方法，正确绘制和阅读符合生产要求的机械图样。掌握计算机绘图、徒手绘图、仪器绘图的方法和技巧。通过课堂教学、课后练习和实验、实践的结合，为学生奠定扎实的投影制图、构型设计、表达方法、绘图能力和制图

规范等基础。课程学习的主要内容包括：

(1) 学习机械设计基本知识。含机械的组成、机械设计的过程和主要内容、机械设计的基本准则等机械设计基本概念。

(2) 学习机械零件常用材料及其选择、装配的工艺结构设计、极限与配合、形状公差和位置公差、表面粗糙度等机械设计基础内容。

(3) 学习机械产品造型设计和零件的构形设计，掌握产品造型和零件构形设计的基本方法和设计准则。

(4) 学习机械工程图样绘制与阅读。以机械零件图、装配图的绘制与阅读为重点，掌握零件图、装配图的表达方法、规定画法，学习有关零件构形和结构设计及加工和装配的有关工艺知识和合理标注尺寸的方法。进一步培养学生绘制和阅读机械零件图、装配图的基本能力，达到正确绘制和阅读中等复杂程度的零件图（视图不少于4个）和中等复杂程度的装配图（装配体要有非标准零件10个左右）。

(5) 通过机械设计制图案例分析和成套机械图样分析系统地了解机械制图与机械设计的关系，更多地从设计的要求去认识机械制图和绘制机械图样，克服为制图而制图的弊端。

(6) 学习了解产品特征建模、逆向工程、虚拟样机等现代设计与图形技术，进一步开拓读者视野，引导大家把先进的设计方法和手段应用到机械设计制图中，提高设计制图的效率和质量。

三、课程的学习方法

机械设计制图课程的教学要以机械设计为主线，机械工程图样的绘制和阅读为重点，设计和表达紧密结合。学习本课程必须理论联系实际，要充分利用认识实践、现场参观和零部件测绘等实践环节，尽量多地接触机械和机械零部件增加感性认识，逐步熟悉零件的结构和工艺，为制图与设计相结合打下初步基础。根据机械设计和制造的要求，通过机械零件图和装配图的绘制和读图练习，熟练应用正投影的方法，分析和想象机械零部件及其零件图和装配图之间的映射关系，才能逐步提高机械零件和部件的形象思维和空间构形分析能力，正确绘制和阅读机械工程图样。

做练习时，无论是徒手绘草图或用仪器工具绘图，还是用计算机绘图，都应在掌握有关理论和思路的基础上，遵循正确的作图方法和步骤，并严格遵守国家标准的有关规定。制图作业应该做到：视图选择与配置恰当、投影正确、图线分明、尺寸完整、字体工整、图面整洁。

由于机械工程图样是机械产品设计和制造中最重要的技术文件，绘图和读图的差错都会带来损失，所以在做机械设计制图作业时，要有工程意识，把平时的作业作为正式的设计对待，尽量考虑到设计和生产工艺的实际要求，注意培养工程设计人员必须具备的认真负责的工作态度和细致严谨的工作作风。

四、教学建议

1. 教学原则

(1) 教育性的原则。教学永远具有教育的作用，教师要把教书和育人统一在本课程

的教学活动中。通过言传身教，让学生明确学习目的，培养他们严谨认真、实事求是、踏踏实实的工作作风及对工作的高度负责精神和运用辩证唯物主义的观点和方法分析问题的能力。

(2) 启发式的原则。各章节的教学要向学生阐明问题提出的缘由和解决此问题的意义，激发学生发现问题、追求结果的求知欲，提高学习的兴趣、自觉性和主动性。在讲授过程中重点要讲清思路，并通过典型案例引导学生积极思考，把分析问题和解决问题的方法教给学生。课堂上要教学互动，提出问题引导学生举一反三，并且布置的作业要引导学生通过实践培养解决问题的能力和创造精神。

(3) 直观性原则。要培养学生的空间想象和构形能力，该课程的直观教学是很重要的，要通过机械零部件的实物，或它的计算机三维模型的帮助，引导学生把观察与分析、观察与想象结合起来，建立具体与抽象之间的联系。但是直观和形象教学的量要适度，要给学生留下思维的空间，最终学生必须甩掉这个拐杖。

(4) 传授知识与培养能力统一的原则。没有坚实的基础知识和技能，能力的培养就会落空，但知识和技能不能自然形成能力。例如，正确的思想方法、观察分析能力、空间想象能力和表达能力、自学能力等，需要通过实践的锻炼去培养。在整个教学过程中，能力的培养是在知识的传授和技能的训练过程中实现的，两者必须统一起来，让学生知识、素质和能力得到协调发展。

2. 教学环节

(1) 讲课

讲课是一个主导性的教学环节，是通过教师讲授的方式将教学大纲规定的基本理论、基本知识、基本技能及其应用等方面的内容传授给学生。应注意以下问题：

1) 讲课的科学性和逻辑性。概念、术语要确切，语言要准确。讲述每一个课题既要突出本身的特点，又要分析与别的内容的联系，抓住问题本质。讲解例题时，要讲明分析的思路和解题的方法。逻辑性要强，做到提出的问题明确、推理正确、论据充分、论证严密。

2) 启发式教学。唤起学生对知识的求知欲望，讲课内容要符合学生的接受程度，由浅入深、循循善诱，使学生感到有收获。讲课时提出问题、分析问题、解决问题的思路要清楚，并注意启发学生积极思考。切忌不提问、不启发、满堂灌，使学生听课完全处于被动。

3) 加强空间分析。讲课中要不断引导和启发学生想象空间情况，进行空间分析，必要时辅以直观教具，使学生在空间—平面—空间的反复思考中对讲课内容得到较深的理解，训练空间想象和分析能力。

4) 从学生实际出发，有针对性地进行讲课。要经常了解学生的情况，亲自进行辅导。

5) 直观教具和三维模型要使用得当，但只能起到拐杖的作用，目的是帮助学生走路，不能过多、过早地使用直观教具和三维模型，造成学生的依赖心理，降低空间想象能力。

(2) 辅导课（包括习题课及绘图课）

在教师指导下，通过学生做习题或绘图实践，引导学生应用学习的理论、方法解题和作图，并培养学生独立工作能力。包括以下内容：

- 1) 提问或讨论讲课后的复习题，复习习题课要用到的主要理论和方法。
- 2) 布置习题，说明要求（包括对难题作必要的提示或简要的讨论）。
- 3) 学生独立作题、教师巡视及辅导。
- 4) 进行课堂讨论和小结。

(3) 实验和工程实践

制图能力要和产品设计能力联系起来，要重视设计能力的培养，要培养设计绘制生产图样的能力。可以结合本课程的教学内容开出机械设计制图实验，例如机械零部件的3D CAD设计实验、机械零部件测绘及其精度测量综合实验、机械零部件测绘及其3D CAD建模综合实验等，或与机械设计、机械制造技术基础课程设计结合进行机械基础的综合性课程设计实践。通过这些实验和实践教学环节，以案例方式引导学生掌握典型的工程CAD/CAE软件的使用，如Pro/E、UG、CATIA、ADAMS、ANSYS等的使用，并且贯穿从一年级到毕业设计的全过程，培养实际动手能力和工程素质。

第 1 章 机械设计概论

本章介绍机械的组成、机械设计的基本概念、机械设计的一般过程和主要内容、机械设计准则和机械产品开发等与图样有关的设计知识，是零件构形设计、图样绘制和阅读的基础。

§ 1-1 机械的组成

人类为了满足生产和生活的需要，设计和制造了类型繁多、功能各异的机械。机械是执行机械运动的装置，用来变换能量或传递物料，如内燃机、电动机、洗衣机、机床、汽车、起重机、各种食品机械等。

一、机械的组成

从机械最基本的特征入手，分析机械组成的基本规律后可以发现，虽然机械产品的种类繁多，形状大小差别很大，用途、性能、构造、工作原理各不相同，但是从最简单的千斤顶到复杂的现代化机床，总可以按功能分为原动机、传动机构和工作机构三个组成部分，另外还包括控制系统和辅助系统，如润滑、显示、照明等，如图 1-1 所示。

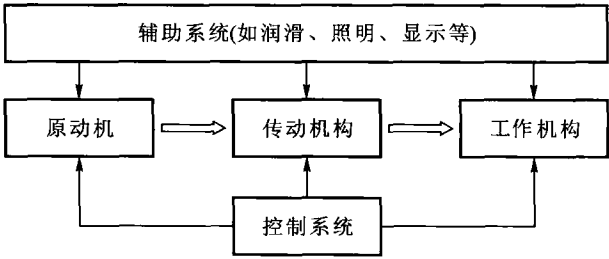


图 1-1 机械的组成

1. 原动机

原动机部分是驱动整台机器以完成预定功能的动力源。通常一台机器只用一个原动机，复杂的机器也可能有好几个动力源。一般来说，它们都是把其他形式的能量转换为可以利用的机械能。常用的原动机有电动机、内燃机等。原动机一般已有定型产品，设计时只需根据工作要求和条件选择适当的型号即可。

2. 传动机构

传动机构是将原动机输出的运动和能量传递给工作机构的中间联系环节，其主要作用是改变运动的速度或转变运动的形式。原动机（如电动机、内燃机等）通常只具有固定的运动形式和速度，工作机构则因其功能各异而存在各种不同的运动形式和速度，而传动机构则将原动机的高转速、小扭矩转换成工作机构需要的较低速度和较大的力或力矩，因

此大多数机械设备都有传动机构。传动机构是机械的重要组成部分，机械的工作性能、外廓尺寸、重量和成本等，在一定程度上都直接与传动机构有关，而且，传动机构在机械中所占的比重很大，并有一定的通用性。

常见的传动机构有齿轮传动、带传动、链传动、曲柄连杆机构等。传动机构包括除工作机构之外的绝大部分可运动零部件。机器不同，传动机构可以相同或类似，传动机构是各种不同机器具有共性的部分。

3. 工作机构

工作机构是用来完成机器预定功能的组成部分。一台机器可以只有一个工作机构（例如压路机的压辊），也可以把机器的功能分解成好几个工作机构（例如桥式起重机的卷筒、吊钩部分执行上下吊放重物的功能，小车行走部分执行横向运送重物的功能，大车行走部分执行纵向运送重物的功能）。工作机构的设计问题将在有关的专业课程中研究。

4. 控制系统

控制系统是用来操纵机械的启动、制动、换向、调速等运动，控制机械的压力、温度、速度等工作状态的机构系统。它包括各种操纵器和显示器，人通过操纵器来控制机器，显示器可以把机械的运行情况适时反馈给人，以便及时、准确地控制和调整机械的状态，以保证作业任务的顺利进行并防止事故发生。

以汽车为例，发动机（汽油机或柴油机）是汽车的原动机；离合器、变速箱、传动轴和差速器组成传动机构；车轮、悬挂系统及底盘（包括车身）是工作机构；方向盘和转向系统、排挡杆、刹车及其踏板、离合器踏板及油门组成控制系统；油量表、速度表、里程表、润滑油温度表及蓄电池电流表、电压表等组成显示系统；后视镜、车门锁、刮水器及安全装置等为其他辅助装置；前、后灯及仪表盘灯组成照明系统；转向信号灯及车尾红灯组成信号系统等。

下面简单分析两个实例。

图 1-2 为复杂摆动式颚式破碎机的示意图。如图 1-2 所示，在电动机上装有小带轮，偏心轴上装有大带轮，电动机通过带传动减速后带动偏心轴旋转。动颚上部的孔套在偏心

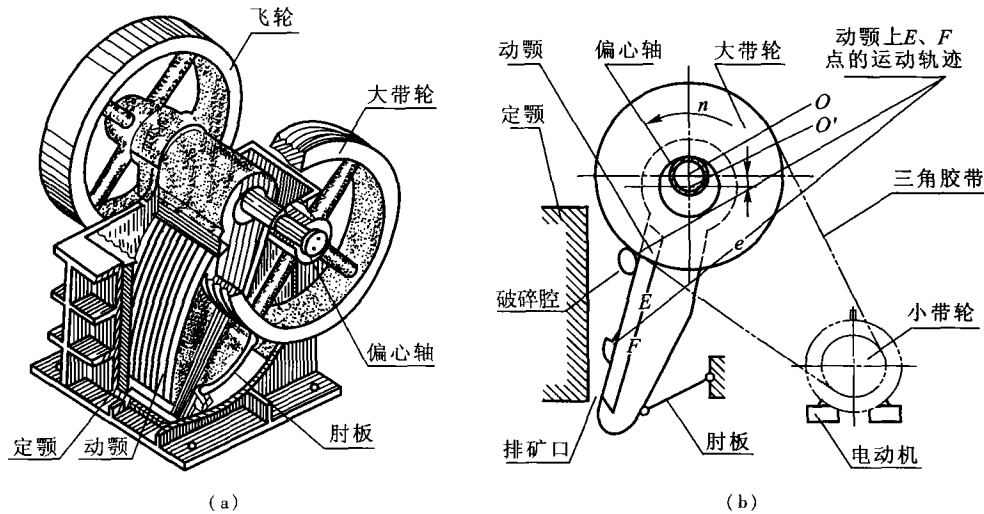


图 1-2 颚式破碎机

轴上，轴孔的几何中心为 O ，偏心轴的旋转中心为 O' 。肘板两端分别与机架和动颚形成活动连接。偏心轴旋转时，驱使动颚作复杂摆动。当动颚靠近定颚时，加入两颚之间（破碎腔）的矿石受到挤压和劈裂作用而被破碎，在动颚离开定颚的过程中，被破碎了的矿石靠自重落下，经排矿石口排出。

按组成部分划分，电动机为原动机，胶带传动装置为传动机构，定颚与动颚系统（属曲柄摇杆机构）为工作机构。

图 1-3 所示为简易化铁炉用的上料机（除去料车和滑轮外，它的主体部分为电动机 1、制动器 3、减速器 4、联轴器 2、5，卷筒 6 等，合在一起常称为卷扬机，常作为通用机械用于其他场合）。电动机 1 通过联轴器 2 带动减速器 4 中的齿轮，把电动机输出的转速降低；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 1 和减速器 4 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。

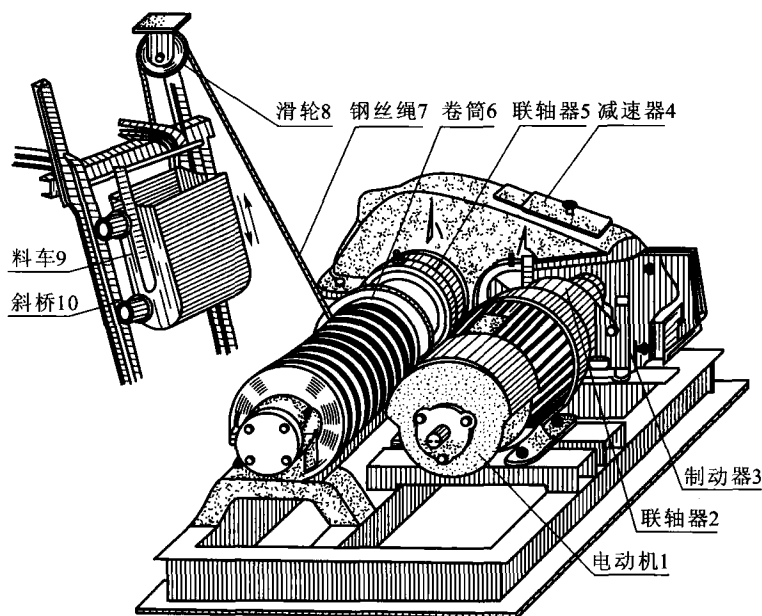


图 1-3 简易化铁炉用上料机

简易化铁炉用上料机的机构运动简图如图 1-4 所示。从组成上看，电动机就是它的原动机，减速器及钢丝绳卷筒系统（包括制动器）为传动机构，由钢丝绳牵引的料车为工作机构。

以上仅从机械各部分所完成的功能分析了机械的组成，这只是对机械的宏观认识。对于设计和使用机械来说，更为重要的是认识机械的结构、制造和运动特性。因此，还必须从机械的结构、制造和运动角度来进一步分析。

二、零件和部件

深入研究机械组成的细节，可以发现任何一台机器都是由一定数量的基本元件组成的，即它有一定的形状、大小和重量，由一定的材料按预定的要求制造而成，并按预定的方式装配连接起来，彼此保持一定的相对关系，并能实现某种运动。

