

造型设计机械基础

•-----
ZAOXING

SHEJI
•-----

全国高职高专艺术设计类专业规划教材

邵阮
祥宝
华湘

编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



造型设计机械基础

• ZAOXING

SHEJI

全国高职高专艺术设计类专业规划教材 •

黄邵阮
毓祥宝
瑜华湘

主 主

审 编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书共五章,内容分别为机械设计概述、机械零件基础、常用机构、机械传动基础与产品结构的图例与剖析。本书注重产品造型设计及其他非机类专业机械设计课程教学中的直观性和实践性两个要点,尽量以日常生活中能接触到的消费产品为实例,强调机械结构在消费产品中的应用可能和应用效果,并包含丰富的结构图例(其中立体图较多)。各章的作业与课程的综合作业,均引导学生接触实物,鼓励学生在动手拆装产品实物的过程中进行学习和钻研,增加他们对机械结构的学习兴趣,培养他们进行自学的习惯和能力。

本书为高职高专艺术设计类专业的规划教材之一,编写中重视了本专业的针对性;对于其他开设本课程的高职高专非机类专业,本书也能适用。

图书在版编目(CIP)数据

造型设计机械基础/阮宝湘,邵祥华编. —北京:机械工业出版社,2006.8
全国高职高专艺术设计类专业规划教材
ISBN 7-111-20037-3

I. 造... II. ①阮...②邵... III. 机械设计:造型设计—高等学校:技术学校—教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 120877 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:汪光灿 责任编辑:汪光灿 李欣欣 版式设计:张世琴

责任校对:申春香 封面设计:饶 薇 责任印制:洪汉军

北京瑞德印刷有限公司印刷

2007 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

170mm×230mm·4 插页·8.875 印张·313 字

0001—4000 册

定价:23.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68326294

编辑热线电话(010)68354423

封面无防伪标均为盗版

编委会名单

顾问：何人可 中国工业设计协会副理事长
主任委员：阮宝湘 北京机械工程学会工业设计分会理事长
杨敢新 江苏省工业设计学会理事长

副主任委员（排名不分先后）：

关俊良	番禺职业技术学院
王波	钟山职业技术学院
濮礼建	苏州工艺美术职业技术学院
贾荣建	北京艺术设计学院
王向勤	山东工艺美术学院
袁和法	上海第二工业大学
孙苏榕	北京服装学院
刘境奇	广东轻工职业技术学院
王效杰	深圳职业技术学院
王世刚	机械工业出版社

委员（排名不分先后）：

段林杰	武汉职业技术学院
徐伟雄	深圳技师学院
戴荭	北京轻工职业技术学院
李立斌	湖南工业职业技术学院
陈镇怀	汕头职业技术学院
胡家宁	南京金陵科技学院
蓝夫	南京正德职业技术学院
王卓如	辽宁经济职业技术学院
王泓	苏州工艺美术职业技术学院
叶永平	番禺职业技术学院
高炳学	北京机械工业学院

高 筠	中国计量学院
张 锡	南京理工大学
陆家桂	江南大学
杨思源	北京服装学院
张 纵	南京农业大学
韩文涛	山东工艺美术学院
李立群	钟山职业技术学院
吕文强	南京艺术学院
李苍叶	陕西工业职业技术学院
韩满林	南京信息职业技术学院
刘永翔	北方工业大学
陈 键	北京科技大学
沙 强	江苏大学
曲振波	山东建筑工程学院

委员兼秘书：汪光灿 机械工业出版社



序 言

艺术设计类专业是我国一个新兴的、综合性的应用专业，主要从事工业产品开发设计及其相关的视觉传达设计、环境艺术设计等艺术设计方面的研究和实践工作。设计是艺术与技术的有机结合，力图以人为中心，用美学的和可持续发展的方式来解决技术问题，从而创造出有市场竞争力的产品和完美的企业形象。这对于我国在21世纪创造中国自己的知名品牌和知名企业，建设有中国文化特色的设计文化，应对加入WTO后国际国内的市场竞争，提高全民族的生活质量，具有特别重要的意义。

改革开放以来，我国的艺术设计教育在数量上和质量上都有了飞速发展，不仅大量普通本科院校设立了艺术设计类专业，近年来大量成立的高等职业院校也有很多设立了艺术设计类专业，这充分反映了国家经济发展对不同层次设计人才的巨大需求。由于高职院校培养的是生产第一线的实用型、复合型人才，毕业就能适应工作要求，因此学生必须动手能力强，技能面宽。同时，高职学生的就业还应该考虑小企业和中小城市、城镇的需要。高职培养的设计类专业学生也必须满足这样的要求。

为了满足艺术设计教育的迅速发展，许多高校和出版社都相继出版了供本科教学用的艺术设计类专业的相关教材。但适应高等职业院校艺术设计类专业的教材还不多见，难以满足高等职业教育艺术设计类专业发展的需要。2002年12月，北京工业设计学会、江苏省工业设计学会、机械工业出版社在北京联合组织召开全国高职“艺术设计类专业”教学研讨和专业建设工作会议，来自全国16所院校的教师参加了这次会议。会议决定根据高等职业教育艺术设计类专业的人才培养目标，编写一套高等职业教育艺术设计类专业规划教材，其主要特色有：

1. 突出高职教学的特点，适当压缩理论阐述，加强实践动手能力的训练。
2. 精选教材的内容，以适应高职教学多内容、少学时的课程要求，每本教材力求做到少而精。
3. 适应21世纪社会与经济发展的新要求，除传统课程以外，增设一些适应时代发展需要的新课程，并编写相应的新教材。
4. 在装帧、版式、插图、印刷等方面力求突破，体现高等职业教育设计

专业教材的新面貌。

经过参加编写的各位教师和机械工业出版社职业教育分社的共同努力，这套全新的高等职业教育艺术设计类专业规划教材已经顺利完成并将陆续出版。我们期待着这套凝聚了众多设计教育界同仁心血的教材能在教学过程中逐步完善，成为高等职业教育中的精品教材，为培养优秀的实用型设计人才做出贡献。

湖南大学工业设计系主任、教授

教育部高等学校工业设计专业教学指导分委员会主任委员

中国工业设计协会副理事长

中国机械工业教育协会工业设计学科教学委员会主任委员

何人可





前 言

本书为高职高专非机类专业的教材，主要针对设计类专业编写。

非机类专业开设机械设计课程一般会面临以下两个问题：第一，缺乏先修课的系统配合，教学双方都难免存在某些困难；第二，现有教材的内容多阐述生产设备类型的机械，学生既感到复杂陌生，又觉得与所学专业并无密切关系。本书的编写有意为缓解这两个问题做初步的尝试。

本教材的编写特色可概括为：宽泛性、直观性、实践性和重应用。

(1) 宽泛性 对机械设计所涉及到的选材、主要零件类型、联接、机构、传动，以及标准件、标准化等几个大方面的知识均有宽泛、概略的介绍，但不在任一方面追求不切实际的深入。这一编写原则符合课程的目标定位，因为通过本课程的学习即能独立承担各种机械结构的设计任务，不可能达到，也不是造型艺术设计等非机类专业开设本课程的要求。这一编写原则还意味着应该删减某些过深过细的教学内容，因此也使先修课不配套带来的困难得以排除或缓解。需要说明的是：宽泛性的教学内容，对学生学习掌握最简单、最基本的机械结构设计恰恰是有利的。

(2) 直观性 机械区别于其他技术门类（如电工、微电子、化工等）的特征是直观、形象，也就是看得见、摸得着。在概论性机械课程的教学阶段，充分利用机械的直观性，能使学生容易懂，从而提高学生的学习兴趣。鉴于此，本书中图例较多，且直观性强的立体图占有较大比例。本书还尽量以日常生活中的消费类产品为讲解的示例，使学生较容易接触到这些产品实物。与生产设备类的机械相比，消费类产品也更贴近多数非机类专业的需要，尤其适合造型艺术设计专业的工作实际。

(3) 实践性 与数学等基础课不同，对于初级机械设计课程来说，“从纸面到纸面”的那种作业形式，例如让学生抄摘课本上的条条款款去完成一些问答题，能留下的印象很浅，学习收获很有限。本书各章的作业题，比较注重引导学生去观察实物、分析实物、动手拆装产品实物，再结合所学内容思考解答实际问题。课程的综合作业，也都包含实践性。增强课程的实践性能使学生学得牢、学得活，也能提高学习兴趣。更有价值的是，这样做有利于培养学生自学钻研的习惯和能力。

(4) 重应用 本书尽量以实例作为引导来阐明知识点, 而相对淡化理论的严密性和系统性。例如, 在“第三章 常用机构”中, 着重让学生了解这些机构(及机构的组合)“可以完成怎样的运动(或动作)”, 即“可以实现什么样的应用目标”; 而机构设计的技术细节则未作详尽展开。在“第四章 机械传动基础”中, 重点在说明各种传动形式的不同特点和适用场合, 而不去深究它们的运动学、动力学特性。编者认为, 本课程的目标是让学生宽泛地了解机械的应用可能和应用效果, 至于全面的设计技能, 则留待学生通过日后的努力去掌握。

关于本课程的教学, 编者有以下想法和建议提供给师生们参考和讨论:

(1) 讲授与作业 与在课堂听讲比较, 学生完成作业的过程更能激发出自主学习的潜能。编者曾有机会在美国和英国考察高等教育(包括设计专业), 感受之一是: 他们课堂讲授的内容似乎不深也不广, 但作业练习却并不简单(均为相对我国的情况而言)。作业中含有超出课堂讲授的成分并不稀罕, 外国学生们也大多习惯于自己去作补充钻研, 并不抱怨“作业超越了老师讲授的范围”。这也许值得我们思索和借鉴。编者认为, 抓好学生作业这个教学环节, 对本课程提高教学质量具有关键意义。

本教材绪论和第一章中的作业题是要求学生全做的; 第二章、第三章、第四章中的作业题, 每个学生完成的题数应不少于 40%; 课程最后的综合作业, 每个学生选做一题。学生完成各章作业不占课内学时, 但建议将 10% ~ 15% 的课内学时留给学生完成综合作业。

(2) 考核与评分 考核和成绩评定是教学的重要环节, 可比喻为一根引导学生学习的指挥棒, 运用得当, 对提高教学效果能发挥较大的作用。

对于本课程, 编者无意完全否定闭卷考试的考核方式, 但不太赞成把闭卷考试作为惟一的和主要的考核评分依据。原因是对课程内容记住了多少并不等同于学习的实际效果, 且记忆总是不长久的, 记住了也不代表能灵活应用。尽管如此, 是否把闭卷考试作为考核方式之一, 当然完全取决于任课教师的决断。如果进行闭卷考试, 编者的想法是: 它在成绩评定中的权重以不超过 40% 为宜。

本教材作业大多结合实际, 需要灵活运用课程内容才能完成。作业的水平更能反映学生的学习效果。因此建议把作业作为较主要考核评分依据。各章作业及综合作业在作业成绩评定中的参考比重如下:

绪论及第一章	第二章	第三章	第四章	综合作业
15%	15%	15%	15%	40%



(3) 学生自学与教学互动 现代教学理论认为, 激发学生的内在动力, 从被动接受知识转变为主动攫取知识, 具有非常积极的意义。建议教师重视促进学生自学和教学互动。例如, 鼓励学生为完成作业积极地去寻找产品实物进行观察、分析, 组织好教材中列出的几次短小课堂讨论等。“第五章 产品结构图例与剖析”中有约一百个产品结构图, 它们对学生了解机械的应用很有帮助, 其中日用工具、文具、灯具、家具、家用小电器、机箱机壳、游乐设施等产品还是产品艺术造型设计的常见对象。但如果由教师在讲台上一幅幅地讲解这些图例, 学生坐在下面被动地听, 效果怕是难以理想。大部分图例配有简要文字说明, 只要肯下工夫, 学生们能够自己把图中的结构弄明白。通过自己的琢磨弄明白一个图, 也许比坐在课堂里听讲几个图的收获更大、更牢靠。因此, 第五章可采用互动的教学形式, 例如将学生分成若干小组, 教师选定若干难度适中的结构图分配给各小组, 由各小组通过自学讨论把结构图弄明白, 然后推出小组代表在课堂上给全班同学进行讲解, 教师则给予指导和点评。

(4) 逐步创建实践性教学条件 本教材要求学生多接触产品实物, 学生们应该通过自己的努力解决接触产品实物的问题。但同时我们也设想: 如果条件允许, 相关教研室和任课教师结合教学内容陆续购置一些旧产品和机械零部件加以陈列, 为实践性教学创建一些条件, 对教学是很有意义的。当然, 这需要付出精力和时间, 只能逐步推进, 学生不可等待而停止自己寻找产品实物应做的努力。

本书由北京理工大学阮宝湘、邵祥华编写, 北京航空航天大学黄毓瑜教授主审。编者对黄毓瑜教授的辛勤工作表示深切的谢意。

上面说明了本书的编写特色, 也提出了一些教学方法方面的要求和意见。由于编者水平所限, 所述论点的片面和不当、教材内容的缺点和不足均在所难免, 恳切期望得到批评指正。

编 者

2006. 1. 16 于北京



目 录

序言

前言

绪论 机械结构在设计中的地位..... 1

一、设计工作中的机械与结构 2

二、本课程的教学要求与学习方法 6

作业 产品结构的观察分析与书面报告 7

第一章 机械设计概述 11

第一节 机械设计的基本要求和一般程序 12

一、机械与结构 12

二、机械设计的基本要求 15

三、机械设计的一般程序 16

四、标准化、系列化和通用化 19

五、机械设计方法的发展趋势 21

第二节 机械结构的常用材料及其选用原则 21

一、机械结构的常用材料 21

二、材料选用的原则 24

三、强度、刚度、应力集中和疲劳破坏的概念 25

四、板材、管材、型材 28

第三节 零件结构的工艺性和造型因素 34

一、零件的结构工艺性 34

二、产品的结构与造型因素 39

本章作业 41

第二章 机械零件基础 45

第一节 联接 46

一、联接的种类及适用条件 46

二、螺纹联接 46

三、键联接与销联接 52



四、弹性卡联接	54
第二节 轴、联轴器与离合器	57
一、轴	57
二、联轴器与离合器	66
第三节 轴承	70
一、滑动轴承	70
二、滚动轴承	75
第四节 弹簧	84
一、弹簧的功用、种类与材料	84
二、圆柱螺旋弹簧的端部结构	87
三、圆柱螺旋弹簧的参数与参数选择	90
本章作业	95
第三章 常用机构	99
第一节 运动副、机构与机构运动简图	100
一、运动副及其分类	100
二、机构与机构运动简图	101
第二节 平面连杆机构	106
一、四杆机构的基本类型	107
二、四杆机构的应用示例	112
第三节 凸轮机构和螺旋机构	116
一、凸轮机构	116
二、螺旋机构	123
第四节 间歇运动机构	128
一、棘轮机构	128
二、槽轮机构	132
三、不完全齿轮机构	134
第五节 机构的扩展与组合	136
本章作业	137
第四章 机械传动基础	141
第一节 带传动	142
一、带传动的组成、特点及类型	142
二、V带传动	145
第二节 链传动	150

一、链传动的组成、速比及特点	150
二、滚子链传动	151
第三节 齿轮传动	155
一、齿轮传动的类型与特点	155
二、渐开线直齿圆柱齿轮	156
三、齿轮的材料、结构、润滑与精度	165
四、斜齿圆柱齿轮简介	171
五、锥齿轮简介	175
六、蜗杆传动	177
第四节 轮系与减速器	181
一、轮系	181
二、减速器	186
第五节 液压传动简介	189
一、液压传动的原理与组成	189
二、液压传动的特点	191
参考资料 常用机械传动形式的性能对比 (非讲授内容)	192
本章作业	193

第五章 产品结构的图例与剖析

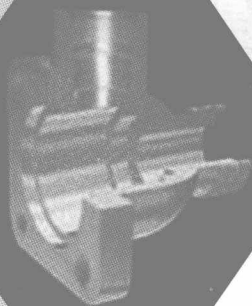
第一节 日用品	198
一、壁纸刀	198
二、拉链	200
三、笔	201
四、打火机	203
五、电动剃须刀	203
六、强力可调管扳子	204
七、门锁	206
第二节 灵巧、便捷机构	208
一、特殊开关	208
二、便捷联接件	209
三、专用机构	212
第三节 灯具与家具	217
一、软管台灯	217
二、台灯的各种调节机构	217
三、吊灯及壁式插座	218



四、框架式家具	220
五、板式家具	223
六、不锈钢病床	225
第四节 电动工具与家用电器	226
一、微型气凿	226
二、手电钻	227
三、台式电扇	228
四、电熨斗	231
五、电吹风机	233
六、电烤炉	235
七、吸尘器	238
第五节 整机的结构与组合	239
一、搓元宵机构	239
二、台钻	240
三、汽车车身车架的加强与缓冲	242
四、机械定时器	243
五、圆盘刻度机	244
第六节 机箱机壳与机架机座	246
一、典型电器机箱	246
二、机座与箱体的一般形式	256
第七节 自行车零部件	256
附录 机械设计基础综合作业	263
第一类综合作业 撰写产品结构的分析报告	264
第二类综合作业 绘制产品结构图	267
第三类综合作业 制作产品机构的可动模型	269
参考文献	272

绪 论

机械结构在设计中的地位



一、设计工作中的机械与结构

1. 设计对象中的机械与结构示例

桌子、椅子等各种家具是设计工作的传统对象。图 0-1 是两款计算机桌, 要顺利进行图示计算机桌和配套座椅的设计, 除了造型美观和符合人机学要求以外, 不可避免要涉及的问题还有:

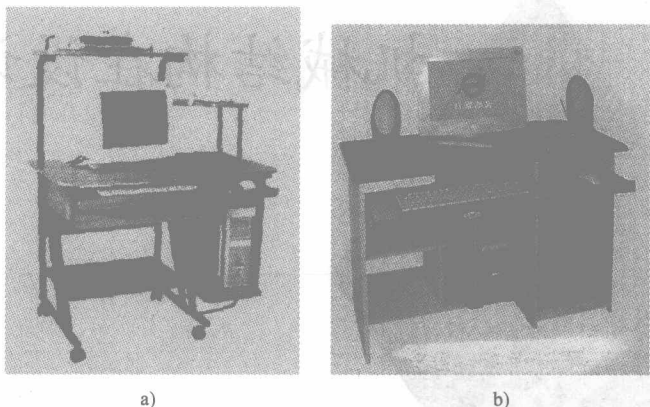


图 0-1 计算机桌

(1) 选材 计算机桌椅的支架常采用金属材料型钢(钢型材)或型铝(铝型材)制作, 面板则采用非金属板材。无论型材或板材, 它们的品种、规格、型号都非常多, 性能和价格的差异也很悬殊, 设计中要处理如何合理选材的问题, 需要具有材料方面的必要知识。

(2) 联接 各种原材料通常以较长的棒材、较大的板材等形式提供给市场, 生产中按设计图样对它们进行切割、冲压、加工、表面涂饰, 先加工成一个个的零件, 然后联接成为产品。联接的方法很多, 有粘接、焊接、铆接等不可拆联接; 又有螺纹、销钉、键等可拆联接, 可拆联接所用标准件的品种、规格、型号又很多。各种联接方法的适用条件、性能、成本差异也很大。设计者必须了解: 怎样采用合理的方法将零件联接成产品?

(3) 可调、可动的简单机构 计算机桌椅虽然是简单的产品, 但也需要有一些简单的可调、可动机构, 例如座椅的高度、座面倾角需要可调, 键盘和鼠标的托板需要可以推进拉出等等。设计者应该能采用正确的方法实现这些构件的运动、调节、固定。

(4) 结构稳定和牢固 任何产品都应该在使用中保持牢固, 在预定的使



用寿命中不会早期破裂损坏,但又不能为了结实而容忍产品的粗大笨重,总要求力求使产品尽量轻巧。因此设计中还需要正确处理牢固和轻巧这对互相矛盾的要求。

上述几方面的问题,在并不复杂的设计工作中都会遇到。若设计对象复杂,问题的深广度将随之增加。如果对机械与结构方面的技术问题茫然无知,很多设计工作显然无从谈起。

图 0-2a 是起居室里的钢塑躺椅,图 0-2b 是可调的婴儿高椅,图 0-2c 是大型绘图桌。认真看过这几种产品以后容易理解到:对图 0-1 的分析同样适用于这些产品,没有上述几方面的机械结构知识,也不可能着手进行这些产品的设计。

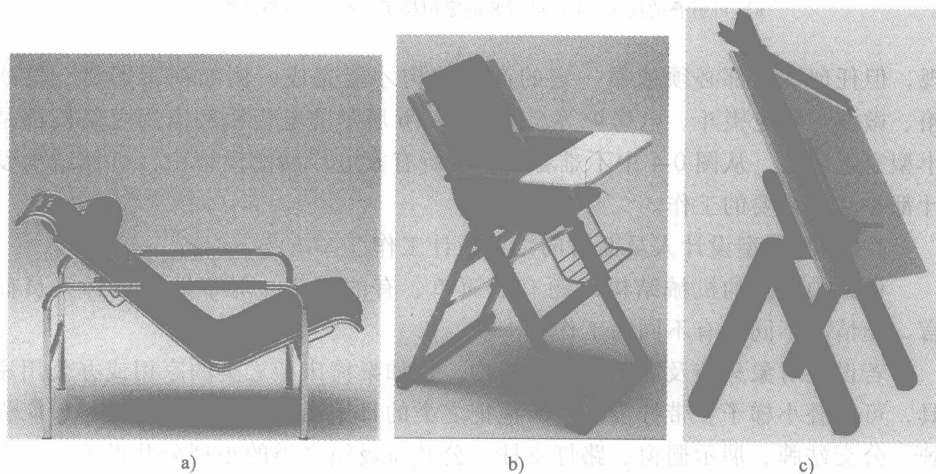


图 0-2 桌椅类产品

a) 钢塑躺椅 b) 婴儿高椅 c) 大型绘图桌

可折叠器物能减小存储空间,便于携带和运输,这成为当今设计的一个热点方向。可折叠的小刀剪、可折叠的雨伞、可折叠的便携旅游小车、可折叠的家用梯子、桌椅床等可折叠的家具、折叠自行车、折叠摩托车等均广泛进入了人们的生活,它们的设计当然离不开机械结构的知识。图 0-3 给出了几种可折叠器物的示例。

家电产品与人们的日常生活密切相关,其中一部分虽由电力驱动,但完成最终功能的仍然是机械结构,例如洗衣机、吸尘器、电扇、抽油烟机、(电动)缝纫机等;另一部分的最终功能虽由电能转换为热、光、声等形式而实