



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

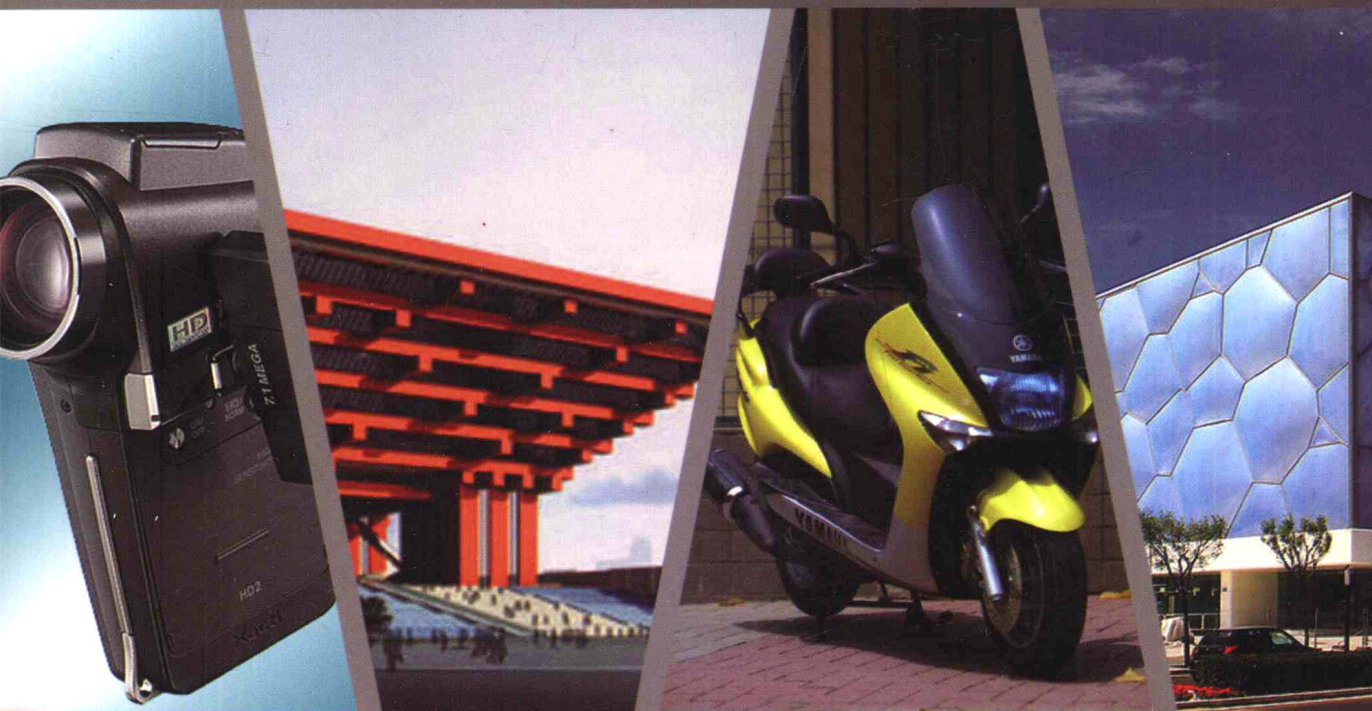
工业设计工程基础 II

——机械传动及创意基础

第二版

张成忠 主编

范正妍 杨文发 张建超 副主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

工业设计工程基础 II

——机械传动及创意基础

Gongye Sheji Gongcheng Jichu II

——Jixie Chuandong ji Chuangyi Jichu

第二版

张成忠 主 编

范正妍 杨文发 张建超 副主编

赵英新 审 阅



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书是在2004年出版的高敏、张成忠主编《工业设计工程基础Ⅱ——创意机构与控制基础》的基础上修订而成的,是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

本书打破了相关教材的传统体系,以产品创意装置所需的设计基础知识为主线来组织相关内容。全书分为10章,第1章简要介绍机器的分类及其功能以及常见机构的种类;第2章介绍机构中常见的连接和传动方式;第3~7章介绍获得各种形式运动的常见机构;第8章专门介绍一些典型应用机构与装置;第9章为新原理及机构的创意,介绍应用物理及化学现象的一些例子,同时介绍部分复杂运动及其装置;第10章为家用电器基础知识,介绍常见家用电器的原理、基本结构等。

本书主要作为普通高等学校工业设计专业的教材,也可以作为其他相关设计类专业的教材。

图书在版编目(CIP)数据

工业设计工程基础Ⅱ,机械传动及创意基础/张成忠主
编.—2版.—北京:高等教育出版社,2010.8
ISBN 978-7-04-030126-7

I. ①工… II. ①张… III. ①工业设计-高等学校-
教材②机械传动-高等学校-教材 IV. ①TB47②TH132

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第125871号

策划编辑 肖银玲 责任编辑 贺玲 封面设计 杨立新
责任绘画 尹莉 版式设计 马敬茹 责任校对 姜国萍 责任印制 毛斯璐

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	咨询电话	400-810-0598
邮政编码	100120	网 址	http://www.hep.edu.cn 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.landaco.com http://www.landaco.com.cn
印 刷	国防工业出版社印刷厂	畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	787×1092 1/16	版 次	2004年7月第1版 2010年8月第2版
印 张	10.25	印 次	2010年8月第1次印刷
字 数	240 000	定 价	16.70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 30126-00

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

反盗版举报传真：(010) 82086060

E-mail: dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮编：100120

购书请拨打电话：(010) 58581118

第二版前言

工业设计的跨学科性决定了它是一门综合性极强的学科，它所培养的应该是既具有良好的工程技术基础知识，又具备优秀的艺术素养的综合性人才。

同时，工业设计是一门实践性强的学科。它不仅仅是一个概念、一个创意，同时还必须有将其转化为现实生产力的可行性及可推广性等问题。可行性的开发离不开分析、研究并解决材料、结构、制造、加工以及表面处理等问题，这就决定了工程技术知识成为所有工业设计专业学生重要的必修课程。

工业设计还具有时代创新性。传统的工业产品逐步被高新技术产品及服务所取代。工业设计与先进的制造技术（CAD/CAM）相结合，引发了一场新的技术革命。设计只有紧跟时代步伐并超越时代步伐，才能体现时代特性，发挥创新本质。工业设计学生有必要熟悉常用工程材料，初步掌握典型成形方法，了解与现代设计及制造有关的新材料、新工艺、新技术及发展趋势。

现在，设计活动早已不是仅靠设计师自身经验及手上的技能能够完成的一项工作。如果学生的知识结构不均衡、知识体系不够完备、缺少工程基础知识做依托，必然会使部分创新思维失去价值，优秀的造型效果找不到实物载体。

在大谈创意设计和概念设计以展开学生设计思维的同时，我们必须清楚地看到，许多所谓的“创意设计”和“概念设计”，其本质并未成为设计，而只是停留在一种设想上面，而设计者不知道设想与设计之间的重要区别。笔者认为有必要加强学生设计训练中的严谨性和创意的科学性。因此，工程知识是工业设计师绝不可忽视的重要方面。工程基础知识是创新产品与实现产品商品化的重要基础，是连接设计理想与商品现实的纽带和桥梁。学生应积极学习和弥补其科学和技术知识方面的欠缺，并更好地发挥其专业特长，创造既有实用功能又具时代美感的设计。

本书为《工业设计工程基础》下册，是在2004年高等教育出版社出版的高敏、张成忠主编《工业设计工程基础Ⅱ——创意机构与控制基础》的基础上修订而成的，是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。根据教学中广大教师和学生的意见反馈，鉴于工业设计学生的特点，本版对第一版书中一些繁杂的内容和不必深入的内容作了删减。且书中所有附图均在第一版的基础上作了大胆的处理，以学生能看懂原理为原则，以直观形象的视图

II 第二版前言

介绍工程知识。

本书的特点是打破了相关教材的传统体系，以产品创意设计所需的设计基础知识为主线来组织相关内容，传统知识与现代新科技并重。

本书共10章，由重庆大学张成忠担任主编并进行全书的统稿工作。参加编写的有重庆大学张成忠（编写第2~9章）、范正妍（编写第10章及部分图例制作）、杨文发（编写第1章）、张建超（编写第2章液压部分及部分图例制作）、夏进军（部分插图绘制），王颖、文志华、杨锦、明月、张振伟、王添旗、孔梅参与了部分图例处理及文档整理工作。

本书由山东大学赵英新教授审阅。由于大家的辛勤工作，本书才得以完成，在此表示真诚的感谢。

由于编者知识的局限性，书中难免有缺点、错误和不足之处，衷心期待读者批评指正。

编者

2010年5月

第一版前言

中国工业设计学科引入于20世纪70年代末，起步于80年代初，发展于90年代末，人们对工业设计学科的理解和认识逐渐深化、统一。工业设计学科是科学与美学、技术与艺术相融合的综合学科。至今公认的国际工业设计协会联合会（ICSID）1980年修订的关于工业设计定义为：“就批量生产的产品而言，凭借训练、技术知识、经验及视觉感受而赋予材料、结构、形态、色彩、表面加工以及装饰以新的品质和资格，叫做工业设计。根据当时的具体情况，工业设计师应在上述工业产品的全部侧面或其中几个方面进行工作，而且，当需要工业设计师对产品的包装、宣传、展示、市场开发等问题的解决付出自己的技术知识和经验以及视觉评价能力时，也属于工业设计的范畴。”此外，国际工业设计协会联合会对工业设计师也有这样的定义：“工业设计师是受过训练，具有技术知识、经验和鉴赏能力的人，他们决定工业生产过程中产品的材料、结构、机构形状、色彩和表面修饰等。设计师可能还要具备解决包装、广告、展览和市场等技术知识和经验。”上述两定义充分确定了工业产品设计是工业设计的核心，同时也把工业设计师对产品的材料、结构、机构、形状、表面修饰等工程技术知识的掌握与熟练运用放在首要的位置。虽然在某种需要和特别情况下视觉传达设计和环境设计也属工业设计，但作为工业设计人才的培养目标而言是次要的。正如前述定义所说，一个经过严格训练的工业设计师具有丰富全面的综合知识结构、扎实的工程技术基础和较高的视觉审美能力与设计表达技能。当产品包装、宣传、展示等方面需要他们进行相关的视觉传达设计和装饰设计时，他们应该有基础和能力来完成这方面的设计创意工作。如果人才培养的目标不明确，工业设计学科的特色也就不能突现。

人们基于生存与生活的需要不断创新发展各类工业产品，满足这种需要的第一要素是产品的实用功能，其次才是审美价值与社会价值。不仅产品实用功能的基础是科学原理与工程技术，而且时代美感的体现与材料、工艺、结构、面饰等工程因素密切相关。因此，作为高等学校培养的高级工业设计人才必须具备坚实的工程技术知识，才能适应科学技术高速发展下的新产品创新与开发。同时，产品的创新设计需要工业设计人员和工程技术人员的通力合作才能完成，工程人员善于解决物与物的产品工程问题，而工业设计人员则主要解决协调物与人关系的产品设计问题。他们之间的合作与沟通需要工业设计人员对工程技术的了解，也需要工程技术人员对工业设计的了解与支持。

II 第一版前言

从目前我国企业对工业设计人才需求的增长和对人才的要求上来看,企业需要精通产品策划、产品创新和产品商品化,了解现代科技发展、懂得现代设计方法与技能,熟悉生产制造的综合化高素质设计人才。随着经济高速发展与产品竞争的加剧,产品设计工作也不断深化提高,产品的档次与科技含量也不断提高,工业设计人员的工作不能只考虑产品外观与设计表现,更应注重如何加速实现创新产品,取得更好的经济价值,赢得消费者的喜爱。因此,工业设计人员必备的工程技术知识是创新产品与实现商品化的重要基础。基于以上认识,教育部高等学校工业设计专业教学指导分委员会组织编写了这套适应当前高级工业设计人才培养的工业设计专业规划教材。其主要内容为机电工程的基础知识,主要介绍与工业设计密切相关的机械基础、电工与电子基础知识。为适应工业设计专业教学的特殊需要,满足不同院校的基本教学要求,打破了相关课程的传统体系,以产品创意装置设计的基础知识为主线来组织相关内容,突出了解知识,传统知识与现代新科技并重并列举了大量产品实例论证基础知识的应用。由于内容涉及广泛,又要兼顾内容的深度与广度,这种新的尝试是否适应高等院校的工业设计人才培养的需要,还需用教学实践来检验。

本书五篇共16章,由重庆大学高敏、张成忠任主编,并进行全书的统稿工作。参加编写的有重庆大学罗先才(第一篇)、张成忠(第二篇)、杨文发(第三篇)、黄云峰(第四篇第14、15章)、陈寿菊(第四篇第16章),第五篇共同编写。

本书由山东大学赵英新教授审阅,并经教育部高等学校工业设计专业教学指导分委员会审订。

由于编者知识的局限性,书中难免有不足之处,衷心期待读者批评指正。

编者

2004年1月

目 录

第1章 概述	1
1.1 机器的分类及其功能	2
1.2 常见机构的种类	5
1.2.1 平面运动	6
1.2.2 螺旋运动	6
1.2.3 球面运动	7
思考及练习	8
第2章 连接与传动	9
2.1 固定连接及其作用	9
2.1.1 铆接	9
2.1.2 焊接	10
2.1.3 销连接	12
2.1.4 键连接	13
2.1.5 螺纹连接	14
2.2 活动连接及其应用	16
2.2.1 杆与固定支点的连接	16
2.2.2 滑动连接	17
2.2.3 滑动轴承	17
2.2.4 滚动轴承	18
2.3 柔性连接及其应用	18
2.3.1 弹簧连接	19
2.3.2 其他弹簧柔性连接	22
2.4 其他连接与夹紧方式	22
2.4.1 多齿连接	22
2.4.2 浮动连接	22
2.4.3 简易快捷的夹紧和握持机构	23
2.5 传动	24
2.5.1 带及链传动	24
2.5.2 摩擦轮传动	25
2.5.3 万向轴传动	26
2.5.4 齿轮传动	27
2.6 液压传动	29
2.6.1 液压传动的工作原理	29
2.6.2 液压传动系统的组成	31
2.6.3 液压传动的特点	31
2.6.4 液压传动系统的设计	32
2.6.5 典型的液压传动系统	33
思考及练习	38

第3章 获得转动的机构	39
3.1 获得匀速转动的机构	39
3.1.1 齿轮机构	39
3.1.2 周转轮系传动机构	39
3.1.3 平面杆式机构	41
3.1.4 棘轮传动机构	41
3.2 获得非匀速转动的机构	42
3.2.1 双曲柄机构	42
3.2.2 曲柄滑块机构	44
3.2.3 转动导杆机构	44
3.2.4 非圆齿轮机构	46
3.2.5 挠性件传动机构	46
思考及练习	49
第4章 获得往复运动的机构	50
4.1 获得往复直线运动的机构	50
4.1.1 曲柄滑块机构	50
4.1.2 齿轮齿条机构	52
4.1.3 推杆凸轮机构	54
4.1.4 斜面机构	55
4.1.5 螺旋机构	56
4.1.6 挠性件传动机构	57
4.2 获得摆动的机构	58
4.2.1 曲柄摇杆机构	58
4.2.2 摆动导杆机构	59
4.2.3 利用凸轮获得摆动的机构	60
4.2.4 齿轮齿条摆动机构	60
4.2.5 挠性件摆动机构	61
思考及练习	62
第5章 扩大位移及倍力机构	63
5.1 扩大位移与行程的机构	63
5.1.1 杠杆机构	63
5.1.2 利用杆式机构获得行程放大	64
5.1.3 平行四边形机构的放大作用	66
5.2 倍力机构	66
5.2.1 杠杆倍力机构	66
5.2.2 连杆式倍力机构	67
5.2.3 螺旋倍力机构	68
5.2.4 滑轮组倍力机构	68
5.2.5 齿轮倍力机构	69
思考及练习	71
第6章 间歇运动机构	72
6.1 产生间歇转动与摆动的机构	72
6.1.1 棘轮间歇机构	72
6.1.2 槽轮间歇机构	73
6.1.3 凸轮间歇机构	74
6.1.4 摩擦自锁式间歇机构	75
6.1.5 不完全齿轮间歇机构	76

6.2 间歇直线移动机构	76
6.2.1 连杆步进机构	76
6.2.2 凸轮步进机构	77
6.2.3 齿轮齿条步进机构	77
思考及练习	78
第7章 实现特定轨迹的机构	79
7.1 直线导向机构	79
7.2 曲线导向机构	81
7.2.1 具有椭圆轨迹的机构	83
7.2.2 面积测量机构	84
7.3 空间机构	84
7.3.1 在两交错轴之间传递旋转运动的空间机构	85
7.3.2 大齿轮及圆柱齿轮构成的传递装置	85
7.3.3 三对蜗杆副组成的同轴蜗杆传动	86
7.3.4 搅拌器的传动和运动装置	86
7.3.5 缝纫机的部分动作机构	87
思考及练习	87
第8章 其他典型机构与装置	88
8.1 定位及调整机构	88
8.1.1 钢球定位装置	88
8.1.2 重力转换机构	89
8.1.3 弹簧棘块转换机构	89
8.1.4 运动方向转换机构	89
8.1.5 车轮转弯操纵机构	90
8.1.6 交叉拉杆操纵机构	91
8.2 供给和分配装置	91
8.2.1 线材和板材的供给装置	92
8.2.2 薄形材料的供给	93
8.2.3 单体零件和材料的运送和供给装置	94
8.2.4 规则零件的运送	95
8.2.5 散状(粒状)原材料的输送	96
8.2.6 零件和材料的选分及整列	97
8.2.7 零件和材料的筛分	99
8.3 行程控制及转向装置	101
8.3.1 自动卸料装置	101
8.3.2 可调行程的机构	102
8.3.3 转向和换向机构	103
思考及练习	105
第9章 新原理及机构的创意	106
9.1 物理、化学现象与新原理	106
9.1.1 重力的利用	106
9.1.2 惯性的利用	107
9.1.3 弹性的利用	110
9.2 其他物理现象及应用	111
9.2.1 毛细现象	112
9.2.2 光热辐射原理	112
9.2.3 气压原理	113

IV 目 录

9.2.4 磁力原理	113
9.3 复杂运动及作业装置	114
9.3.1 具有复杂动作的机械装置	114
9.3.2 机械手的结构与动作	116
思考及练习	117
第10章 家用电器基础知识	118
10.1 洗衣机	118
10.1.1 波轮洗衣机	118
10.1.2 机械滚筒全自动洗衣机	121
10.2 家用电冰箱	123
10.2.1 电冰箱的分类	123
10.2.2 家用电冰箱的结构	124
10.3 家用热水器	126
10.3.1 燃气快速热水器	126
10.3.2 容积式电热水器	128
10.3.3 即热式电热水器	129
10.4 电饭煲	130
10.4.1 电饭锅的分类和电饭锅的结构特点	130
10.4.2 电饭煲的工作原理	131
10.5 电风扇	134
10.5.1 电风扇的工作原理	134
10.5.2 电风扇的分类	135
10.6 家用抽油烟机	137
10.6.1 抽油烟机的工作原理	137
10.6.2 家用抽油烟机的分类	138
10.7 吸尘器	139
10.7.1 吸尘器的工作原理	139
10.7.2 家用吸尘器的分类	139
10.8 微波炉	142
10.8.1 微波炉的工作原理	142
10.8.2 微波炉的结构	142
10.9 电熨斗	144
10.9.1 电熨斗的工作原理	144
10.9.2 电熨斗的分类	144
10.10 电磁炉	146
10.10.1 电磁炉的分类	146
10.10.2 电磁炉的工作原理	147
10.10.3 电磁炉的内部结构	148
10.11 电动牙刷	149
10.11.1 电动牙刷的结构和特点	149
10.11.2 电动牙刷的工作原理	150
思考及练习	151
参考文献	152

在生产、工作和生活中，人们广泛地使用着各种机器。现代工业生产制造出来的大量品质优良的器具极大地扩展了人类自身体能与智慧，满足着人们生活的需要。现代交通工具中的汽车、飞机、轮船等扩展了人的行走能力；现代工程机械（挖掘机、起重机等）扩展了人的手臂力量；望远镜、显微镜、透视镜等扩展了人的视觉观察能力；各种现代化通信工具扩展了人的听觉、视觉能力；计算机的使用扩展了人的思维及记忆能力；各类家电的使用极大地方便了人们的生活；公园、小区乃至家庭中的各种游乐器具、健身器、保健器、电动玩具、高科技的机器人玩具等充分地满足了人们的娱乐健身需求；星际探索器、航天器更是将人们的视觉和触觉延伸至遥远的星空，丰富的高科技产品极大地满足了人们的各种要求。

在这些众多的扩展和延伸人自身能力、满足人们生理和心理需要的器具中，大多数器具的功能都是靠机器来完成的。如汽车的行驶是靠称之为发动机的机器来实现的，汽车的操纵控制是由称之为方向机的机构来完成的，等等。

虽然机器的构造和用途各有不同，但它们都是由许多不同的机构组成的系统。不同的机构有着不同的机械传动系统，利用这些机械传动系统从而实现机器的功能。机器是由许多机构组成的，而组成机构的每一个构件为一个独立的运动单元，当机构中各构件间的相对运动关系确定后，就可以把施加在机器一端上的能量转换成所需的某种形式的有用功，或实现预期的运动，或传递变换信息由另一端输出。

一般来讲，机器设计应该满足以下要求：

1. 实现预定的功能

为了满足生活或者生产中的使用要求，机器必须在规定的时间内完成一定的动作，而且动作必须准确，从而完成人所期望的任务。

2. 操作方便而且安全

机器的操作应当符合人机工程学的基本原理，可以减轻劳动强度和提高工作效率，同时可

以避免不必要事故的发生。

3. 符合经济、适用、美观的设计原则

从工业设计角度来看,应当使机器在造型美观的同时,降低成本,减少对环境的污染。本章将介绍常见机器的种类和机构运动形式的基本概念。

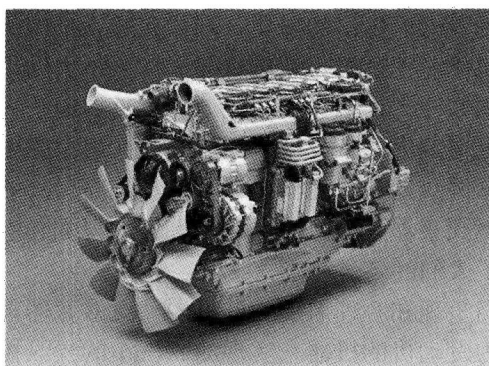
1.1 机器的分类及其功能

“机械”一词习惯上泛指机器和机构,是机器和机构的总称。

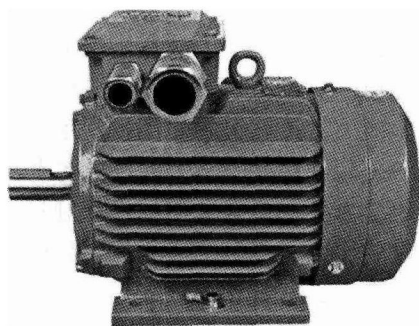
机构——各组成部分间具有一定的相对运动的装置。能传递、转换运动或实现某种特定的运动。如钟表的齿轮机构、车床的走刀机构和起重机的变幅机构等。在机械运动学中,由于不考虑机械能的转换和利用问题,一切机器都可看作是机构或复合机构。

机器——用来转换或利用机械能的机构。通常分为三类:原动机、变换机、工作机。为了认识方便,按功能和用途将机器进行分类如下:

(1) 原动机(动力机器) 把自然界的能或其他非机械能转换成机械能的机构。如内燃机、电动机等,如图1-1所示。



(a)



(b)

图1-1 内燃机和电动机

(2) 变换机 把机械能变为非机械能的机构。如发电机、空气压缩机等,如图1-2所示。

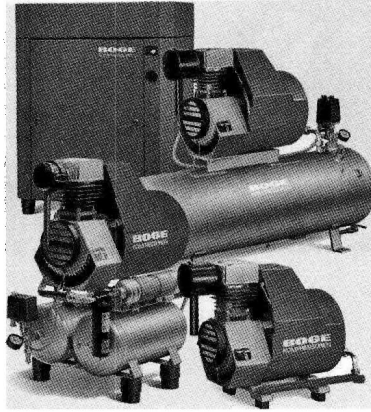
(3) 工作机(加工机器) 工作机的功用就是完成生产或工作过程,改变加工对象的尺寸、形状、状态或性质,加工对象可以是固体的,也可以是液体或气体的。如各种机床、纺织机、塑料机械、家电产品(冰箱、空调、微波炉)等都属于工作机,如图1-3所示。

(4) 运输机器 实际上亦属于工作机器,它是指用于搬运工作对象的机器,如汽车、火车、飞机、电梯、起重机、输送机等,如图1-4所示。

(5) 信息机器 也是一种工作机器,用来传递和变换信息。如各种计数机、自动收银机、传真机、影视设备等,如图1-5所示。



(a)

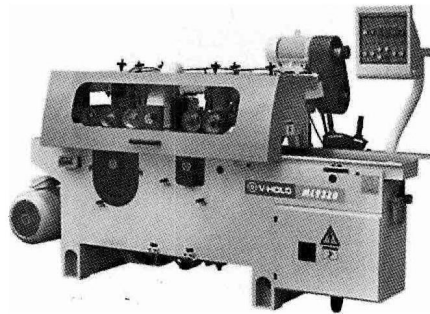


(b)

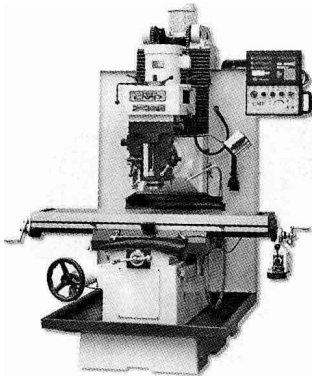
图1-2 发电机和空气压缩机



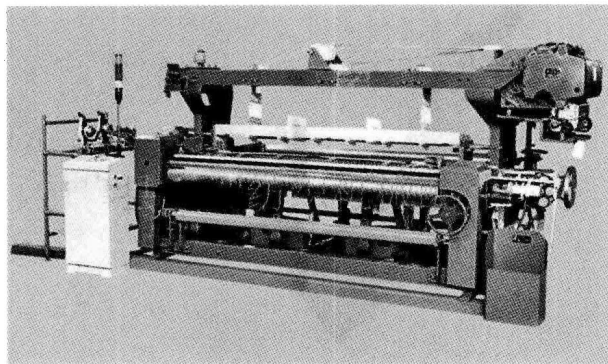
(a)



(b)



(c)



(d)

图1-3 几种加工机器



(a)



(b)

图1-4 工程机械和交通工具



(a)



(b)



(c)



(d)

图1-5 几种现代信息机器

不同类型的各式机器有不同的用途及功能，但它们都具有下述共同的特征：

(1) 机器是由零件、部件、组件等多个单元体经装配而成的系统。

(2) 机器的功能主要靠机构传动来实现。因此，组成机构传动的各构件间应具有确定的相对运动。

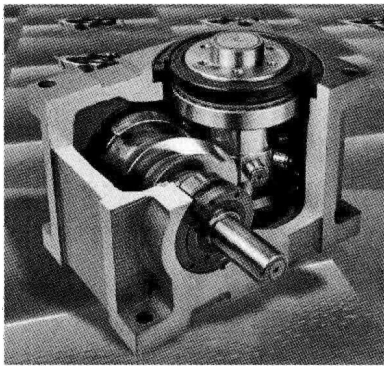
(3) 在机器中，实现运动传递的各构件在工作中将传递一定的力或者信息，因此各构件应具有相应的强度、刚度及精度要求。

(4) 机器可用来运输物料、传递或转换能量、实现预期的运动、加工产品、输出有用的机械功或传递变换信息等。

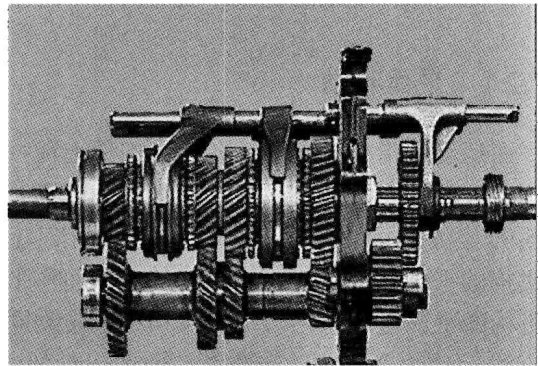
严格说来，在上述各项特征中只要缺少一项，就不能称其为机器。而只具有上述前三个特征的机件组合则称为机构，这便是机器与机构的区别。

1.2 常见机构的种类

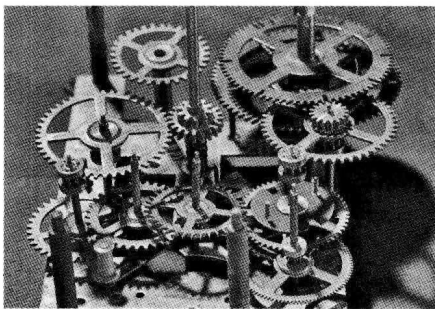
随着科学与技术的发展，各种机器逐渐采用光、电、微波信息等新技术，机构的应用范围也有相应的扩大。但是在一般情况下，机器要达到工作目的，实现一个动作或功能，仍然离不开以下几种常见的机构形式（图1-6）：



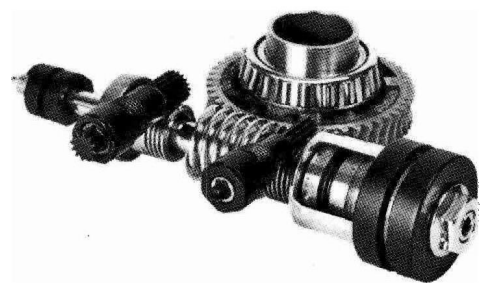
(a)



(b)



(c)



(d)

图1-6 一些常见机构