



机械学科平台课程系列教材

机械原理

——基础篇

杨家军 主编

杨家军 程远雄 冯丹凤 编

华中科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械原理——基础篇/杨家军 主编
武汉:华中科技大学出版社, 2005年3月
ISBN 7-5609-2598-7

- I. 机…
- II. ①杨…
- III. 机械原理-高等学校-教材
- IV. TH122

机械原理——基础篇

杨家军 主编

责任编辑:钟小珉 佟文珍

封面设计:潘群

责任校对:刘飞

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87545012

录排:华大图文设计室

印刷:武汉市新华印刷有限责任公司

开本:787×1092 1/16

印张:26

字数:617 000

版次:2005年3月第1版

印次:2005年3月第1次印刷

印数:1—2 000

ISBN 7-5609-2598-7/TH·121

定价:30.80元

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

机械学科平台课程系列教材 编 委 会

顾 问 杨叔子
主任委员 李培根

副主任委员 吴昌林 陈立亮 叶恒奎 蔡兆麟
许晓东 范华汉 刘太林 韦 敏

委 员 夏巨谔 樊自田 金建新 姜柳林 程远胜
吕庭豪 高 伟 黄荣华 黎秋萍

秘 书 姜柳林 徐正达 钟小珉

内 容 提 要

为了适应机械类大专业平台课程教学改革的需求,改革后的机械原理分为基础篇和专题篇两本教材。基础篇教材是机械类大专业平台课程系列教材之一;专题篇教材是供需要深入学习机械原理的相关专业后续选用,其主要讨论的专题有机构组成原理、多杆机构与组合机构设计、机构及其系统动力学设计等。基础篇和专题篇两本教材的内容前后呼应,是一个有机的整体。

机械原理是一门介绍各类机械产品中常用机构设计的基本知识、基本理论和基本方法的重要技术基础课程,它以机械类大专业的学生为对象,着重培养学生的创新能力、机械系统方案设计能力;以机构系统运动方案设计为主线,重点讨论连杆机构、齿轮机构、凸轮机构、间歇机构等常用机构设计的一般规律和方法;它将设计的基本知识、基本理论与设计的基本方法有机地融合,加强创新思维和工程设计能力的训练。本课程通过理论与实践有机的联系,为机械产品设计提供必要的基础知识与方法。

本教材可作为高等学校机械类大专业机械原理的基础教材,也可供高等学校有关专业的师生和工程技术人员参考。

前 言

为了适应机械类大专业平台课程教学改革的需求,改革后的机械原理分为基础篇和专题篇两本教材。机械原理专题篇教材供深入学习机械原理的相关专业后续选用,主要讨论的专题有机构组成原理、多杆机构与组合机构设计、机构及其系统动力学设计等。基础篇和专题篇两本教材的内容前后呼应,是一个有机的整体。

机械原理是一门介绍各类机械产品中常用机构设计的基本知识、基本理论和基本方法的重要技术基础课程。本书针对 21 世纪科学技术的发展,现代机电产品设计中对于具有创新精神人才的需要,为适应机械设计与制造及其自动化、动力工程、交通、材料、自动控制、信息工程、光电、环境、管理、建筑机械、石油、化工、土建、轻纺、食品工业等专业对现代机械设计中机构选型与设计方面的要求,培养学生创新意识和工程设计能力,从提高学生创新设计的能力入手,加强了工程设计和实践内容,注重了设计技能的基本训练,由专业教育转向了通识教育,从而拓宽学生的知识面,全面提高学生的综合素质。

在教学体系与内容上进行了系统改革,从整个机械系统着眼,着重培养学生的创新设计能力,不仅向学生介绍机械设计的基本原理与方法,还通过对工程实际设计中问题的剖析,提高学生的独立工作和解决实际问题的能力。本教材在教学体系和教学内容上,注重激发学生的求知欲望,调动学生的学习积极性,开阔学生的思路,让学生了解更多、更新的机械设计理论和技术。在内容取舍上,注意先进性与实用性,以及知识面的广阔性;在内容编排上,遵从由浅入深的认识规律;在学习方法上,采取突出重点、照顾知识面的原则。本教材编写时,注意对问题的共性与特性的分析,将设计内容和设计方法有机地融合,加强了机构设计的训练,从而使学生既能掌握本课程的核心内容,又能培养创新意识和提高工程设计的能力。

为了突出机械产品中常用机构设计的一般规律,给学生以清晰的设计思路,而又不失本课程的结构特点,全书采用文字与图、表对照的形式,叙述简明。

参加本书编写的有:杨家军(绪论,第 4、6、7、8 章),程远雄(第 1、2 章),冯丹凤(第 3、5 章)。全书由杨家军主编。

本书在编写过程中,得到华中科技大学机械设计与汽车工程系教师的热情鼓励与大力支持,并提出了许多宝贵的意见和建议;在出版过程中,华中科技大学出版社的领导和编辑给予了很大支持与帮助,并付出了辛勤劳动。编者在此谨向他们表示真挚的谢意!

由于编者水平有限,书中错误和不当之处在所难免,恳请各方面专家和广大读者批评指正。

作者

2004 年 12 月

目 录

绪论	(1)
0.1 机械系统	(1)
0.2 机械设计的一般过程	(10)
0.3 机械原理课程的性质、任务和内容	(13)
0.4 机械的组成	(14)
习题	(18)
第1章 平面机构具有确定运动的条件	(20)
1.1 平面机构运动简图的绘制	(20)
1.2 平面机构具有确定运动的条件	(22)
1.3 平面机构自由度的计算	(27)
习题	(28)
第2章 平面连杆机构	(30)
2.1 平面四杆机构的基本类型、演变及应用	(30)
2.2 平面四杆机构设计中的共性问题	(36)
2.3 平面四杆机构的设计	(43)
2.4 连杆机构的结构设计	(52)
2.5 连杆机构设计	(55)
习题	(58)
第3章 凸轮机构	(62)
3.1 凸轮机构的组成和分类	(62)
3.2 从动件常用的运动规律	(68)
3.3 盘形凸轮机构基本尺寸的确定	(75)
3.4 盘形凸轮廓线曲线的设计	(79)
3.5 凸轮机构的结构设计	(91)
3.6 凸轮机构设计	(96)
习题	(101)
第4章 齿轮机构	(104)
4.1 齿轮机构的类型与特点	(104)
4.2 齿廓啮合的基本定律及渐开线齿形	(105)
4.3 渐开线直齿圆柱齿轮机构的基本参数和尺寸计算	(108)
4.4 渐开线直齿圆柱齿轮机构的啮合传动	(111)
4.5 渐开线斜齿圆柱齿轮机构	(130)

4.6 直齿锥齿轮机构	(139)
4.7 其他齿轮机构简介	(143)
习题.....	(147)
第5章 齿轮系	(150)
5.1 定轴齿轮系及其传动比	(150)
5.2 周转齿轮系及其传动比	(152)
5.3 复合齿轮系及其传动比	(155)
5.4 齿轮系的应用	(158)
5.5 新型的行星传动简介	(163)
习题.....	(174)
第6章 间歇运动机构	(178)
6.1 槽轮机构	(178)
6.2 棘轮机构	(182)
6.3 不完全齿轮机构	(186)
6.4 凸轮式间歇运动机构	(188)
习题.....	(189)
第7章 其他常用机构	(190)
7.1 广义机构	(190)
7.2 具有其他功能的机构	(198)
7.3 螺旋机构	(207)
7.4 万向联轴节	(209)
习题.....	(211)
第8章 机构系统运动方案设计	(213)
8.1 机械设计及理论学科的发展趋势	(213)
8.2 机构系统运动方案设计	(215)
8.3 执行机构运动规律设计	(217)
8.4 执行机构运动协调设计	(223)
8.5 机械运动循环图设计	(226)
习题.....	(229)
参考文献.....	(231)

代 序

高度重视知识 认真打好基础 ——兼谈构建专业教育平台

华中科技大学 杨叔子 张福润 吴昌林

知识是极为重要的。要高度重视知识,何况面临“知识经济的已见端倪”!

辞书上讲,知识就是人类在社会实践中积累起来的经验。显然,这里所讲的社会实践是广义的,包含了人类生活在社会中所有形式的实践,诸如生产实践、科学实践、生活实践、一般所讲的社会实践(包括阶级斗争),以及其他各种形式的实践。恩格斯在《自然辩证法》中精辟地指出:“直立和劳动创造了人类,而劳动是从制造工具开始的。”可见,人类之所以成为人类,是在实践中学会了与掌握了制造工具的知识,显然,制造用于生产的石刀的知识是关键。也可以形象地讲:人类是从制造第一把石刀的知识开始产生的;人类是随着知识的积累而成长的。人类在社会实践中,有所发现、有所发明、有所创造,人类社会才能有所前进。所谓前进,实质上也是知识的积累、更新、发展。还可以说,人类的文明史,实质上是一部文化史,是一部知识的发现、发明、创造与积累、更新、发展的历史。还可以讲,知识是人类文明遗传的主要“基因”,没有“基因”的遗传,当然就没有文明的继承;而没有基因的变异,就没有知识的创新,就没有文明的进步。归根结底,其他的创新在实质上都是以不同内容不同形式而出现的知识创新。诸如科学创新、技术创新、管理创新、体制创新、教育创新、文化创新,乃至观念创新、思想创新,其实质、其基础都是有关的知识的创新。

我们讲“三个代表”重要思想,讲先进生产力,讲先进文化,都同知识密切相关。生产力是科技知识的转化,先进生产力是现代科技知识的转化。江泽民同志2001年的“七一讲话”深刻指出:“科学技术是第一生产力,而且是先进生产力的集中体现。科学技术的突飞猛进,给世界生产力和人类经济社会的发展带来了极大的推动。未来的科技发展还将产生新的重大飞跃。”显然,要发展先进生产力,就是要学习、发展与创新现代科学技术知识,而且还要求在将现代科学技术转化为先进生产力的思维方式与工作方法上也有相应的知识创新,因为这些思维方式与工作方法也是知识。至于文化,既包含科学文化,也包含人文文化,既包含科技知识,也包含人文社科知识。科技知识能转化成生产力,人文社科知识能转化成人精神力量;而人,正如江泽民同志所讲,是在生产力中最具有决定性的力量。这表明,人文社科知识能转化为生产力驱动的源泉,先进

的人文社科知识能转化为先进生产力驱动的源泉。要发展先进生产力,要发展先进文化,就必须学习、发展与创新相应的知识,舍此别无他途。

(此处省略两段文字)

我们所讲的教育,主要是文化教育。文化,既包括人文文化,也包括科学文化。人文教育,就是人文文化教育;科学教育,就是科学文化教育。文化,至少包含四个方面:知识、思维、方法、精神。知识是载体,是基础。没有知识,能通过什么去了解思维方式?没有知识,能经由什么去获得工作方法?没有知识,能凭借什么去体悟文化蕴涵的精神?没有知识,就没有文化!我们批评说:“无知!”就是批评说:“没有文化!”“缺乏文明!”甚至意味着:“与禽兽何异?”我们不赞成“知识就是力量”这一提法,我们提出“没有知识就没有力量”这一论点。世界上决没有脱离了知识的思维、方法、精神、素质等等,脱离了,就完了,就没有了。要高度重视知识,既要重视知识的“质”,也要重视知识的“量”,还要重视知识的组分与体系。我们讲人文文化,就至少包含了人文知识、人文思维、人文方法、人文精神;我们讲科学文化,就至少包含了科学知识、科学思维、科学方法、科学精神。不学习有关的人文文化,就不可能有相应的人文知识、人文思维、人文方法、人文精神;不学习有关的科学文化,就不可能有相应的科学知识、科学思维、科学方法、科学精神。

“好好学习,天天向上。”这是至理名言。只有好好地学习,才有可能天天向上,或者说,天天向上才有基础。此即,好好学习,不等于天天向上,好好学习,只是天天向上的前提,不是天天向上的必然。然而,无此前提,则决不可能天天向上。我一贯主张,学习是基础,思考是关键,实践是根本。这三点都紧紧围绕着知识这一要点,都通过知识这一要点而彼此相依,紧密结合。不学习,就无法获得知识,就没有知识;知识既然是基础,那么,学习当然也是基础。基础是重要的:“基础不牢,地动山摇”;基础坚固,大厦凌霄。但是,基础毕竟只是基础,正如前述,只有基础,不等于有上层建筑,更不会自然产生凌霄大厦,这样的基础也没有什么大用。不思考,不动脑筋,不但学习了的知识理解不了,甚至记忆不住,忘却了事;即使记住了,也不能理解、领悟、贯通,不能会其意,“提其要”,“钩其玄”,更不可能进一步去创新知识。不思考,就丧失人之所以为“万物之灵”的最为关键之处:思考。独立思考着的精神,这正是恩格斯誉为地球上最美丽的花朵。不思考,人与计算机何异?!甚至还比不上内存庞大的计算机!至于实践,我们有三篇论文专论“创新之根在实践”,分别刊登在《高等工程教育》2001年1期,2002年4期,2003年2期上。是的,不实践,就丧失了知识创新的根本。什么是知识?是人类社会实践的产物。实践,不仅可以去验证所学的知识,去应用所学的知识,而且可以去体悟所学的知识,去延伸所学的知识;更为重要的是,可以去探索知识、发展知识、创新知识。“躬行为启化之源”,“行”就是指实践。学、思、行三者不可分割,也不应分割。“学而不思则罔,思而不学则殆。”行而不思则殆,思而不行而罔。罔,徒劳,白费工夫;殆,危险,易入歧途。要在学中去思,这样的学,才有效,不会徒劳;要在行中去思,这种行,才有

效,不会胡来。要在思中去学,这种思,才有效,不会走火入魔;要在思中去行,这种思,才有效,不会白费工夫。思把学与行紧密结合,俗话讲:“学中干,干中学。”而学与行把思的作用充分发挥,不会成为《庄子·逍遥游》中所批评的那样,“岂唯形骸有聋盲哉,夫知亦有之!”此处之“知”,即智,即思。应该说,学、思、行三者紧密结合之点就在知识上,即针对如何获得、积累、体悟、应用、创新知识。

学、思、行中,学习是基础。人,生活在人类发展的历史长河中,既然人类已经积累了大量的知识,有了光辉的文化,那么,人就应该去学习已有的知识,去继承已有的文化,在学习与继承的基础上,去思,去行,去发展,去创新。显然,教育首先使受教育者学习。“玉不琢,不成器;人不学,不知道。”人接受教育,应该是终生的;因此,学习也应该是终生的,何况,面对已见端倪的知识经济时代,面对所谓的“知识爆炸”。只有学习还不够,还应如同《中庸》所讲:“博学之,审问之,慎思之,明辨之,笃行之”,还要思,还要行,还要把学、思、行结合起来。《中庸》这段话,孙中山先生将“之”去掉,亲笔题写,作为中山大学校训。由于人的年龄不同,经历相异,因此,人在受教育中,学什么,如何学,思什么,如何思,行什么,如何行,其方式、其内容、其水平也随之不同。少儿时期,最大特点是记忆力好,模仿力强,而又缺乏人生经历,与此同时,理解力弱,而领悟力可说是“无”。随着年龄的增长,情况发生重大变化。据有关资料,一个人的记忆力从零岁就开始,一岁至三岁有明显发展,三岁至六岁发展极为迅速,六岁至十三岁则发展至顶峰;与此不同,理解力在十三岁以前低下,发展缓慢,而后,发展迅速,至十八岁,渐臻成熟。十三岁以后的记忆,就同理解有关,年龄越大,关系越密,而非少儿时期的强记死记、记忆牢固。这点在生理学上已有充分根据。正因为如此,对未成年人的教育,特别是对少儿的教育,首先要强调情感教育、人格教育、人性教育,即做人的教育,以高尚的情感、有血有肉的形象、可行可见的行为,多方熏陶,多方养成,通过其不断的模仿,积累经验,以培育出具有高尚情感而富有人性的品格。与此同时,要强调记忆,固然要记忆可以理解的知识,而且要十分重视记忆可以无须理解而能记住的重要知识,特别是有关的人文文化知识,尤以人文文化的“经典”为要。我赞成这一论点,人也是“反刍”动物,但不是物质反刍、食物反刍,而是精神反刍、知识反刍。有关的人文文化知识,特别是人文文化“经典”,即使少儿时不懂,也可死记硬背,乃至滚瓜烂熟,永恒记忆;随着年龄的增长,社会经历的增多,这些记住的知识,必将逐步“反刍”,逐步理解,既融入情感又融入智力,既融入人性又融入灵性,善莫大焉。我国历史上著名的志士仁人的成长,几乎莫不与此密切相关。现在我国社会上不少有识之士,疾呼加强少儿的中华人文文化教育,加强中华文化经典的背诵,吸取我国历史上有成效的教育传统是大有道理的。“幼而学,长而行。”这表明,在少儿时期,充分利用少儿记忆力好、模仿力强的特点,把做人的情感教育放在首位,为其一生的发展奠定良好的基础。在青年时期,特别是成年以后,理解力强,精力旺盛,则应强调启迪思维,即强调通过思维的启迪,去了解去领悟知识的内涵,去加速学习知识,去有效发展知识。此即,一是深入地认识人生,领悟人生,“反刍”少儿时期

所死记硬背的人文文化知识,化少儿时期自然形成的高尚情感为自觉的高尚情感,牢固树立正确的人生观、价值观,自觉地做人;一是深入地认识世界,了解规律,融会贯通以往所学的知识,掌握更深更广的知识,领会更好更活的思维,高效地做事。如果讲,少儿时期,主要是培育情感;那么,青年时期,主要是启迪思维。

我们教育的宗旨是提高国民素质,“在止于至善”,即育人,而国民素质是第一国力。《孟子·滕文公》尖锐地指出:“饱食、暖衣、逸居而无教,则近于禽兽。”《礼记·学记》讲得很清楚:“化民成俗,其必由学。”此处的“学”,就是教育。显然,教育首先是教会做人,而不能徒有人形而无人实,没有人性,没有人格,没有人应有的基本情感。不会做人,社会何能成为一个社会?!当然,也要教会做事,也不能徒有人形而无人实,没有灵性,没有智力,没有人应有的创新能力。不会做事,社会何能进步与发展?!教育要教会能正确学习,能正确思考,能正确实践,能开拓创新。做人与做事、情感与智力、人性与灵性,这两者往往是不可分的。做人往往要通过做事来体现,而做事一般要由做人来引导、来驱动、来保证。陈毅元帅在20世纪60年代初的一次讲话中,深入浅出地用一个例子讲明了这点:一个空军飞行员,不会驾驶飞机,那怎么行?怎么能保卫祖国?如果飞机驾驶得很好,不爱国,把飞机驾驶到敌人那边去了,反过来打自己的祖国,那就更糟!是的,做人与做事、情感与智力、人性与灵性,两者关系一定要处理好。只是教育层次不同,两者关系的表现广度、深度不同而已。特别是在高级人才中,两者关系更为深刻:只有做好了事,建功立业,取得极有利于国家、民族的重大成就,才能展现其做好了人,展现其丰富的爱国之情,展现其伟大的人格。只有极高超的智力,才能表达极深刻的情感;只有极卓越的灵性,才能反映极非凡的人性。历史上杰出的人物莫不如此!当然,更为重要的,只有做好了人,才可能有更强大的动力、正确的道路、有效的方法,去做好大事。荀子讲得对:“君子之学也,以其美身;小人之学也,以为禽犊。”汉代陆贾讲得对:“立事者不离道德,调弦者不离宫商。”我们强调做人先于做事,情感重于智力,人性贵于灵性,正因为会做事,不一定会做人;有超群的智力,不一定有起码的情感;有卓越的灵性,不一定有基本的人性;会做事、长智力、增灵性,只是可能但不一定有助于会做人、强情感、富人性。相反,会做人、长情感、增人性,势必驱动去力求会做事、长智力、增灵性。

教育有不同的层次。层次不同,做人与做事、情感与智力、灵性与人性,这两者关系的结合程度与表现广度、深度就不同,学、思、行的深度、广度、难度及这三者的结合程度就不同。但不论是在哪个层次中,做人主要是爱国,爱国主义是民族精神的核心,只是领情程度有所不同;而做事,在高等教育中主要是创新,开拓创新是时代精神的呼唤。我们一再强调:如何做人,主要同人文教育有关;如何做事,既同人文教育有关,也同科学教育有关。或者讲,人文教育,既关乎如何做人,也关乎如何做事;而科学教育,主要关乎做事。当然,做人与做事往往不可分开。

基础教育,主要是初等教育或对少儿的小学教育,主要是为“做人”打好基础,要“培育情感,背诵精华,保护好奇,引导个性”。(此段有省略)

中等教育,主要是对未成年的青少年的教育,主要是为继续学习打好基础,要“认识人生,扩大基础,重视理解,保护个性”。(此段有省略)

高等教育,主要是对已成年的青年人的大学教育,主要是为“创业”打好基础,要“领悟人生,提升基础,启迪智慧,因材施教”。高等教育是专门教育,对即将进入社会,面对社会、独立工作的青年大学生,首先要着力教育他们“领悟人生”。青年大学生有了必要的知识基础,有了到达成年的人生历程,又有着“初生之犊不畏虎”的蓬勃朝气,而毕业后即将工作,大量人际关系、社会关系扑面而来,困难与顺利、失败与成功、机遇与挑战等等矛盾,必然存在,如何进一步认识人生,而能深入领悟人生,较为正确地处理各种有关关系,对待各种有关矛盾,这是第一位的也是最基础的问题。其次,要全面有力“提升基础”。高等教育是专门教育,培养高级专门人才,此即不仅使之能“就业”,而且更要使其能“创业”。没有知识基础的全面有力的提升,即没有相应的高级基础知识,是决不能成为高级专门人才的。在高等学校受教育,花时间最多的就是为提升基础而学习知识。再次,要紧紧抓住“启迪智慧”这一核心。与基础教育、中等教育不同,高等教育不仅要授业,传授知识,更核心的是要通过授业,去解惑,去传道,即去“启迪智慧”。即通过学习知识,通过知识这一载体,不仅要掌握知识的本身,而且更要理解、领悟与掌握知识所承载的思维方式、工作方法、精神、哲理等,懂得如何学,如何思,如何行。不只是拿到了“鱼”,而是掌握了“渔”;不只会去“就业”,而且更会去“创业”。最后,正因要去“创业”,要能发挥一个人的聪明才智,发挥先天后天所赋予的而已形成的优势,因此,必须认真贯彻“因材施教”这一大教育原则。越到人才的上层,就越要承认“材”的差异,不仅要扬长避短,甚至要扬长“护”短,金无足赤,人无完人,使之能在相应的专门领域中获得最大的成就,做出最大的贡献。

高等教育的改革正在深入发展。教育改革的核心是教学改革,教学改革的难点是课程体系、课程设置、课程内容以及教学方法的改革,归根到底,是教什么、学什么、如何教、如何学以及如何评价教与学的结果的问题,这都同知识直接密切相关。我们现在强调,要正确处理知识、能力与素质之间的关系要把握住素质这一核心,这无疑是十分正确的。什么是素质?是在先天遗传的基础上,通过后天的实践,将所学的知识与实践中的感悟内化而升华为内在的稳定的品质。什么是能力?是素质的一种外在表现。显然,没有知识,就没有实践中的感悟;没有知识,没有感悟就没有素质,就没有能力。因此,首先要高度重视应有什么知识,这是基础;进一步,应如何来安排这些知识,这是关乎如何打好基础的大问题。

高等教育是专门教育。教育所涉及的知识大致可以分为五个层次。第一层,作为高等教育所必需传授的基础知识:人文学科的,如文、史、哲;社会学科的,如经济、法律、政治;技术学科的,如信息、计算机;自然学科的,如数、理、化、生;还有艺术、体育、外语等。第二层,大门类专门教育所必需传授的基础知识。现今分为文科、理科、工科、医科、农科、军事科等等若干大门类。工科是面向工业生产与工程实际的学科,其必需传

授的基础知识,如作为工程语言的工程图学,作为现代技术手段的计算机技术,作为工业与工程所需的机电基础知识等。第三层,在门类学科中,又分为若干所谓的一级学科,如机械工程、船舶工程、土木工程、电气工程等等。在这些一级学科中,有一些彼此密切相关且基础知识相近的学科,如机械工程、仪器仪表、能源动力、工程力学等所需的基础知识都与机械密切相关,大致为:力学(包括热力学、流体力学)、设计、制造、控制、材料等。这些学科又可类聚在一起。第四层,是一般所谓的专业即二级学科,如上述的机械工程等一级学科中,根据实际情况,又划分成若干二级学科。我国根据科技发展、经济发展与社会进步的需要,1998年对本科专业目录做了大的调整,机械工程类专业即二级学科,从17个缩成4个,仪器仪表类专业从9个缩成为1个,能源动力类专业从4个缩成为2个,工程力学类专业从2个缩成为1个。这一层次的知识就是所谓的专业方向课程。机械工程类所包含的4个二级学科为机械设计制造及其自动化、材料成型及控制工程、过程装备及控制、工业设计。第五层,就是这些二级学科所分设的若干方向,或所谓的“专门化”。显然,这些方向或专门化所设置的课程或所讲的内容,基本上就是直接同生产实际或工程实际相联系的,甚至就是当前发展中的非常现实的问题,实质上是讲座。需要说明的是:第一,前一层次的课程固然要为以后的课程打基础,做准备,然而更为本质的是任何一层次的课程都应受教育者一生的做人做事打基础;不然就是急功近利,背离了育人、提高素质这一根本宗旨。第二,由于专业不同,有的课程不一定是某一层级专有,例如,工科的数学,可以延至第三层,有的内容还可开设专门讲座。第三,还应规定必须选修1~3门与本专业关系不大甚至完全无关的其他专业的课程,以便扩大知识视野,启迪思维。第四,即使开设的专门化课程或讲座,也不能只就事论事,而应通过这一专门化课程作为具体事例,阐述寓于此事例中更为一般性的问题。总之,安排课程、选择内容,当然是从知识本身出发来考虑,但绝对不只是为了知识,而是还应重视知识所承载的思维、方法、精神等。高等教育为适应社会发展的需要,在上述各知识层次上进行了学科知识平台的调整与重构。从专门人才培养的角度出发,近十年来特别在第五层次至第三层次上对教学内容进行了深入的改革;在第四层次上类聚一些划分得过细、过窄的专业,将原有的500多个专业并为240多个专业;今年以来如上所述,又在门类学科(第三层)中类聚一级学科,按学科大类构建更为宽阔的知识平台。这样做,就是为了普通高等本科教育适应当前科技进步与市场经济发展的需要,谋求学生有所需的较宽的知识基础,有适应当今形势需要的较宽口径,从而能经一定实际工作锻炼后,不仅可适应目前工作需要,而且可以有创意地去发展,而不会被过窄的专业知识束缚手脚。这就要求精心去构建专业教育的知识大平台。构建知识大平台,就是恰当地选择知识的量、知识的质、知识的类型、知识的组分,恰当地组成知识的体系,以及决定相应的教与学的方式,就是构建与此平台相应的学、思、行的措施系统。毫无疑问,在传授知识时,要着力抓好课堂教育,还要对设计、实习、调查研究、试验、社会活动、校园文化等高度重视,即必须高度重视领悟人生,启迪思维,因材施教,锻炼能力,提

高素质。因此,必须安排有足够的时间与空间,形成良好的学习氛围,在学生“学”时,能促进其“思”与其“行”。如同岳麓书院的传统一样:“博于问学,明于睿思,笃于务实,志于成人”,以培养数以千万计的专门人才,而且便于进一步造就一大批拔尖创新人才。

显然,不同层次、不同类型的高等教育,上述五个层次的知识所占的比重、知识体系以及知识教与学的方式是不同的,因为所培养的人才所起的作用各不相同。但是,决没有谁贵谁贱,谁高谁低,谁优谁劣,相反,在经济建设与社会发展中,均不可少。一花独放,决非春天,万紫千红,才是春天。有差异,才有世界;无差异,没有世界。各层次各类型高等教育应明确自己的定位,安其位,谋其事,努其力,尽其智,上其水平,显其特色,创其一流,实现历史赋予的重大责任。

知识是文化的载体。必须在教育中,高度重视知识,切实打好基础;也必须更加高度重视通过知识来培育情感,启迪思维,提升精神境界,以能与时俱进,弘扬民族精神,深情爱国,焕发时代精神,奋勇于创新。

杨叔子:中国科学院院士、教授、博导、全国高校机械学科教学指导委员会主任委员、
华中科技大学学术委员会主任

张福润:教授、全国高校机械学科教学指导委员会秘书长

吴昌林:教授、博导、全国高校机械设计制造及其自动化专业教学指导分委员会秘书长、
华中科技大学机械学院副院长

绪 论

提示：了解机械系统的组成，明确本课程研究的对象、性质及在培养机械工程技术人才中的作用，掌握机械组成的原理。

0.1 机械系统

由若干机械装置组成的一个特定系统，称为机械系统。如图 0-1 所示的数控机床和洗衣机都是由若干装置、部件和零件组成的两种在功能和构造上各异的机械系统。它们是一个由确定的质量、刚度和阻尼的物体组成并能完成特定功能的系统。机械零件和构件是组成机械系统的基本要素，它们为完成一定的功能相互联系而分别组成了各个子系统。

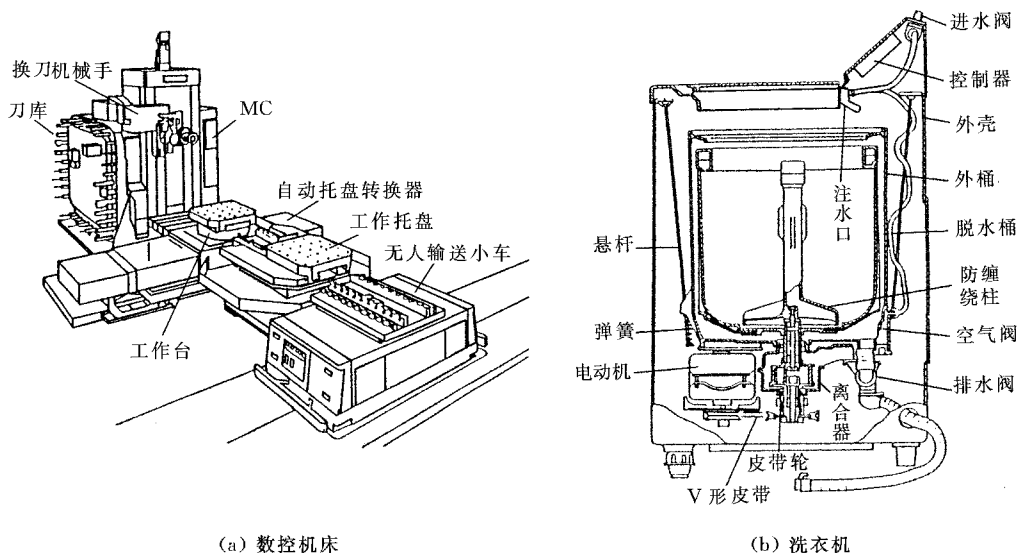


图 0-1 机械系统

0.1.1 机械系统的特性

1. 整体性

机械系统是由若干个子系统构成的统一体,虽然各子系统具有各自不同的性能,但它们在结合时必须服从整体功能的要求,相互间必须协调和适应。一个系统整体功能的实现,并不是某个子系统单独作用的结果,一个系统的好坏,最终体现在其整体功能上。因此,必须从全局出发,确定各子系统的性能和它们之间的联系,设计中并不要求所有子系统都具有完善的性能,即使某些子系统的性能并不完善,但如能与其他相关子系统在性能上总体地协调,往往也可使整个系统具有满意的功能。

系统是不能分割的,即不能把一个系统分割成相互独立的子系统,因为机械系统的整体性反映在子系统之间的有机联系上,正是这种联系,才使各子系统组成一个整体,若失去了这种联系也就不存在整个系统。由于实际系统往往是很复杂的,为了研究的方便,可以根据需要把一个系统分解成若干个子系统。分解系统与分割系统是完全不同的,因为在分解系统时始终没有忘记它们之间的联系,分解后的子系统都不是独立的,它们之间的联系可分别用相应子系统的输入与输出表示。

2. 相关性

系统内部各子系统之间是有机联系的,它们之间相互作用、相互影响,形成了特定的关系。如系统的输入与输出之间的关系、各子系统之间的层次联系、各子系统的性能与系统整体特定功能之间的联系等,都取决于各子系统在系统内部的相互作用和相互影响的有机联系。某一子系统性能的改变,将对整个系统的性能产生影响。

3. 目的性

系统的价值体现在其功能上,完成特定的功能是系统存在的目的。因此,系统应实现所要求的功能,排除或减少有害的干扰。

4. 环境适应性

任何一个系统都存在于一定的物质环境中,外部环境的变化,会使系统的输入发生变化,甚至产生干扰,引起系统功能的变化。

0.1.2 机械系统的组成

现代机械系统种类繁多,结构也愈来愈复杂。但从实现系统功能的角度看,主要由动力系统、传动系统、执行系统、操纵及控制系统等子系统组成。每个子系统又可根据需要分解为更小的子系统。

1. 动力系统

动力系统包括动力机及其配套装置,是机械系统工作的动力源。按能量转换性质的不同,有把自然界的能源(一次能源)转变为机械能的机械,如内燃机、汽轮机、水轮机 etc 动力机;有把二次能源(如电能、液能、气能)转变为机械能的机械,如电动机、液压马达、气动马达等动力机。动力机输出的运动通常为转动,而且转速较高。选择动力机时,应全面考虑执行系统的运动和工作载荷、机械系统的使用环境和工况以及工作载荷的机械特性等要求,使系统既有良好的动态性能,又有较好的经济性。