

WUTP

普通高等学校机械设计制造
及其自动化专业新编系列教材



主 编 李卓球
主 审 彭图让

4

理论力学

L i l u n L i x u e

武汉理工大学出版社

普通高等学校机械设计制造及其自动化专业新编系列教材

理 论 力 学

主编 李卓球
主审 彭图让

武汉理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

理论力学/李卓球主编. —武汉:武汉理工大学出版社,2001.7

ISBN 7-5629-1705-1

I. 理… I. 李… III. 理论力学-高等学校-教材 IV. TH113

内容提要

本书根据高等学校工科本科理论力学课程教学基本要求,结合机械设计制造及自动化本科专业以及相关专业的特点,适当更新课程内容,减少与物理等课程的重复,重组课程结构。本书主要内容为静力学、运动学、动力学等3大部分。

本书可作为高等学校机械、航空、动力、自动化等类专业以及相关专业的理论力学课程教材,也可作为成人教育学院、函授大学相关专业的教材以及供有关技术人员参考。

出版者:武汉理工大学出版社(武汉市武昌珞狮路122号 邮编:430070)

印刷者:武汉理工大学出版社印刷厂

发行者:各地新华书店

开本:880×1230 1/16

印张:15

字数:497千字

版次:2001年7月第1版

印次:2001年7月第1次印刷

书号:ISBN 7-5629-1705-1/TH·43

印数:1~5 000册

定价:21.00元

(本书如有印装质量问题,请向承印厂调换)

普 通 高 等 学 校
机械设计制造及其自动化专业新编系列教材
编 审 委 员 会

顾 问:陈心昭 王益群 蔡 兰 束鹏程 孙宗禹
洪迈生

名誉主任:杨叔子

主 任:张福润 高鸣涵

副 主 任:杨海成 李永堂 周彦伟 杨明忠

委 员:(按姓氏笔画顺序排列)

王建中	王贵成	王益群	司徒忠	刘玉明
吕 明	许明恒	孙宗禹	孙树栋	朱喜林
陈心昭	李永堂	李 言	李杞仪	陈作柄
杨叔子	杨明忠	陈奎生	陈统坚	严拱标
杨海成	张福润	束鹏程	罗迎社	周彦伟
洪迈生	钟志华	赵 韩	钟毓宁	陶文铨
夏 季	高鸣涵	殷国富	董怀武	曾志新
韩荣德	傅祥志	谭援强	蔡 兰	魏生民

总责任编辑:刘永坚 田道全

秘 书 长:蔡德明

出版说明

高等学校的教材建设向来是学科建设和教学改革的重要内容,其对教学过程和教学效果的重要影响是教育界所公认的。但教材建设与教学需要之间的矛盾永远存在也是一个客观的事实。正因为如此,教材建设才具有永恒的意义。特别是在这世纪交替的时期,中国的高等教育所面临的两个重大变革——高等学校本科专业目录调整和高等学校管理体制及布局结构调整,都对高校的教材建设提出了更高的要求。随着专业的合并,新专业的专业面拓宽,原有老专业的教材明显不能适应新专业的教学要求;调整后高校规模扩大,招生人数增加,对教材的需求也随之激增。在新的专业目录中,机械设计制造及其自动化专业与原有专业目录有了较大的变化,涵盖了原有的9个专业。相应的专业业务培养目标、教学要求、课程设置、学时数要求、主要实践性教学环节等都有了不同程度的变化。为适应新专业的培养目标和教学要求,武汉理工大学出版社在经过全面、细致和深入调研的基础上,组织编写了这套面向全国普通高等学校的新的系列教材。

本套教材面向全国普通高等学校,在保证内容要反映国内外机械学科最新发展的基础上,以满足一般院校的本科专业教学要求,实现专业的业务培养目标为基本原则。遵照全国高校机械工程类专业教学指导委员会制订的专业培养方案和教学计划设置课程体系,突出“系列”的特色,首批编写、出版的21种教材可基本满足一般院校本科教学需要。编写中强调各门课程之间的联系和衔接,强调教材整体风格的统一和协调,力求在加强基础、协调内容、适当降低难度、努力拓宽知识面向、适应科技发展、更新内容并大力引入多媒体教学手段等方面取得进展,以形成特色,更好地满足不同学校的教学需求。

本套教材集中了全国30多所著名大学的专家、教授和中青年教学骨干,分别担任系列教材的主编、主审和参编,组成了一个阵容强大、结构合理的编审委员会。特别是第二届全国高校机械工程类专业教学指导委员会主任委员杨叔子院士欣然出任编审委员会名誉主任,更增加了编审委员会的权威性。正是由于编委会成员务实、高效的工作,全体编审人员高度的责任心和严谨的治学精神,本套教材才能在这样短的时间内完成编写、出版的任务。杨叔子院士亲自为系列教材作序,更使全套教材光彩倍增!但我们深知,院士为一套教材作序,在国内是十分少见的,这充分体现了杨院士对教学改革及教材建设的热切关注和积极支持。这既是杨院士对编委会此前工作的鼓励和肯定,同时也是对编委会今后工作的指导和鞭策。我们一定不会辜负杨院士以及全国众多院校师生的期望。本套教材首期21种出齐后,一方面我们将在使用教材的广大师生提出意见和建议的基础上不断修订和完善,同时还将根据学校教学改革和课程设置的需要及时增补新的教材,使这套教材真正成为既能满足学校当前教学需要,又能起到推动专业教学内容和课程体系改革作用的一套精品教材。

武汉理工大学出版社

2001.6

序

20 世纪,人类文明达到了前所未有的高度。由于相对论、量子论、基因论、信息论等科学技术成就的取得,现在人类在物质领域已深入到基本粒子世界,在生命科学领域已深入到分子水平,在思维科学领域则主要是数学和脑科学的巨大进步。科学技术的迅猛发展,促使科学技术综合化、整体化以及人文和科技相互渗透、相互融合的趋势加速。

近 20 年来,我们在经济战线上坚持市场取向的改革,实行以公有制为主体、多种所有制经济共同发展的基本经济制度,进行经济结构的战略性调整,推动两个根本性转变以及全方位、多层次、宽领域的对外开放,致使我国的经济体制也发生了巨大的变革。随着社会主义市场经济体制的建立和不断完善,社会对人才需求的多样性、适应性要求不断增强。

在人类即将跨入 21 世纪的时候,我国高等教育战线在教育要“面向现代化,面向世界,面向未来”的思想指引下,开展了起点高、立意新、系统性强、有组织、有计划、有步骤的教学改革工程。伴随着教学改革的不断深入,素质教育的观念、大工程的观念、终身教育以及回归工程的观念日益深入人心,人们对拓宽本科教育口径、加强和扩展本科教育共同基础的要求日益强烈。

1998 年 8 月,教育部正式颁布了新的普通高等学校本科专业目录,专业总数由原来的 500 多种减少至 249 种。新专业目录的颁布,突破了传统的、狭隘的专业教育观念,拓宽了人才培养工作的视野,为人才培养能较好地适应科学技术和社会进步的需要创造了条件。许多学校也都以专业调整、改造和重组为契机,大力调整人才知识、能力和素质结构,拓宽基础,整合课程,构建新的专业平台,柔性设置专业方向,不断深化人才培养模式的改革。

教材建设是学校的最基本建设之一。教学改革的深入发展必然要求有相适应的教材。为适应新的专业培养目标和教学要求,组织编写出版供“机械设计制造及其自动化”新专业的教学用书,特别是系列教材就显得十分迫切和重要了。武汉理工大学出版社的领导和编辑们为改变目前国内已出版的机械类专业教材普遍存在的内容偏深、知识面偏窄的倾向,决定面向全国普通高等学校机械工程类专业的学生出版一套系列教材,这是一个非常好的决策。他们的这一决定也得到了全国几十所院校机械工程系的领导和众多专家、教授的积极响应和大力支持,并提出了许多建设性的意见,其中一些教授如合肥工业大学校长陈心昭教授、燕山大学校长王益群教授、江苏理工大学校长蔡兰教授、西安交通大学副校长束鹏程教授、西北工业大学常务副校长杨海成教授等还非常乐意地承担了该系列教材的主编、主审及编审委员会工作。

编写教材除了应该具有针对性外,还应努力编出特色。根据武汉理工大学出版社和教材编审委员会的决定,该系列教材将完全按照第二届全国高校机械工程类专业教学指导委员会提出的机械设计制造及其自动化宽口径专业培养方案中所设置的课程来编写,这就保证了该套教材可以具有课程体系新、专业口径宽、改革力度大的特点,并可以满足不同院校办出各自专业特色的需要。

按照教材编审委员会的规划,该套教材首批将推出 21 种,包括机械工程概论、画法几何及机械制图、画法几何及机械制图习题集、机械原理、机械设计、理论力学、材料力学、工程热力学、工程材料、机械制造技术基础、材料成型基础、工程测试、数控技术、机械控制基础、液压与气压传动、机械 CAD/CAM、机械工程项目管理、机电系统设计、现代设计方法、精密与特

种加工、机械工程专业英语等,涵盖了机械设计制造及其自动化专业的主要专业基础课和部分专业选修课而形成系列,因而可以较好地满足该专业的教学需要。也正是由于是系列教材,各门课程之间的联系和衔接在教材的策划、组织和编写过程中,都可开展充分的讨论和进行仔细的协调,因此有利于保证整套教材风格统一,内容分配合理,既相互呼应,又避免不必要的重复。

我殷切地希望,这套教材在加强基础、协调内容、适当降低难度、努力拓宽知识面向、适应科技发展、更新内容和大力引入多媒体等现代教育技术手段上取得进展,真正成为能满足普通高等学校本科生需要的优秀教学用书,在众多的机械类专业教材中,争芳斗艳,别具特色。

按照武汉理工大学出版社的计划,这套系列教材首批将在 2001 年秋季全部出齐。金无足赤,人无完人,书无完书。我相信,在读者的关心与帮助下,随着这套教材的不断发行、应用与改进,必将促进机械设计制造及其自动化专业教学用书质量的进一步提高,推动机械类专业教学内容和课程体系改革的进一步深入。

只木独秀难成林,千紫万红才是春!

面向 21 世纪,希望无限,谨为之序。

中国科学院院士、华中科技大学教授 **杨叔子**
全国高校机械工程类专业教学指导委员会主任委员

2000 年 11 月 18 日

前 言

《理论力学》是普通高等学校机械设计制造及自动化专业新编系列教材之一。编写本教材的目的是:结合机械设计制造及自动化本科专业以及相关专业的特点,更新课程内容,减少重复,重组课程结构。在精简学时的前提下,一方面保持理论力学的经典内容,另一方面使其与相关专业课程更好地衔接。通过本课程的学习,使学生在掌握理论力学的基本知识和方法的同时,能对加强学生的综合能力和素质有所帮助。

全书包括绪论和静力学、运动学、动力学 3 篇,分 15 章。

讲授本教材内容约需 72 学时,其学时分配建议如下:

学时分配表

章节	学 时	章节	学 时
0	1	8	2
1	3	9	4
2	10	10	6
3	6	11	6
4	3	12	6
5	3	13	4
6	6	14	4
7	8		

本书由武汉理工大学李卓球教授任主编、太原重型机械学院牛学仁任副主编,全书由武汉理工大学彭图让教授主审。参加编写的有:武汉理工大学李瑶(第一篇引言、第 1、2、3 章)、王茵(第 8、12、13 章);湘潭大学许宪维(第二篇引言、第 4、5、6、7 章);牛学仁(第三篇引言、第 9、10、11 章)、李卓球(绪论、第 14 章)。

由于编者水平有限,书中的缺点和错误难以避免。热忱期望读者给予批评指正。

编 者

2001 年 2 月



普通高等学校机械设计制造及其自动化专业新编系列教材目录

- | | |
|-----------------|----------------|
| 1. 机械工程概论 | 12. 工程测试 |
| 2. 画法几何及机械制图 | 13. 数控技术 |
| 3. 画法几何及机械制图习题集 | 14. 机械控制工程基础 |
| 4. 机械原理 | 15. 液压与气压传动 |
| 5. 机械设计 | 16. 机械 CAD/CAM |
| 6. 理论力学 | 17. 机械工程项目管理 |
| 7. 材料力学 | 18. 机电系统设计 |
| 8. 工程热力学 | 19. 现代设计方法 |
| 9. 工程材料 | 20. 机械工程专业英语 |
| 10. 机械制造技术基础 | 21. 精密与特种加工 |
| 11. 材料成型基础 | |

项目负责: 武汉理工大学出版社策划部

电 话: (027) 87386275

传 真: (027) 87388543

E-mail: wutp@public.wh.hb.cn

责任编辑: 吴晓琴

封面设计: 杨 涛

武汉理工大学出版社发行部

电 话: (027) 87394412

传 真: (027) 87651931

邮 编: 430070

ISBN 7-5629-1705-1



9 787562 917052 >

ISBN 7-5629-1705-1

TH · 43 定价: 21.00 元

目 录

0 绪 论	(1)
0.1 理论力学的研究对象与内容	(1)
0.2 理论力学发展的简要回顾	(1)
0.3 理论力学的研究方法	(2)
0.4 学习理论力学的目的	(2)
第一篇 静力学	(3)
引 言	(3)
1 静力学公理和物体的受力分析	(4)
1.1 静力学基本概念	(4)
1.1.1 刚体的概念	(4)
1.1.2 力的概念	(4)
1.2 静力学公理	(4)
1.3 约束和约束反力 物体的受力分析	(6)
1.3.1 约束和约束反力	(6)
1.3.2 物体的受力分析和受力图	(9)
本章小结	(11)
思考题	(11)
习题	(12)
2 力系的等效与简化	(14)
2.1 汇交力系的合成与平衡	(14)
2.1.1 力在正交直角坐标系的投影和力的解析表达	(14)
2.1.2 汇交力系合成与平衡的充要条件	(15)
2.2 力对点的矩和力对轴的矩	(16)
2.2.1 力对点的矩	(16)
2.2.2 汇交力系的合力矩定理	(17)
2.2.3 力对轴的矩	(17)
2.2.4 力对点的矩与力对轴的矩的关系	(18)
2.3 力偶和力偶系	(19)
2.3.1 力偶与力偶矩	(19)
2.3.2 力偶的性质及等效条件	(19)
2.3.3 力偶系的合成与平衡	(20)
2.4 一般力系的简化 主矢和主矩	(21)
2.4.1 力向一点的平移定理	(21)
2.4.1 空间一般力系的简化 主矢和主矩	(22)
2.4.2 力系简化的结果分析	(23)
2.4.3 力系简化理论的应用	(24)
本章小结	(25)
思考题	(25)
习题	(26)
3 力系的平衡	(29)

3.1 力系的平衡条件和平衡方程	(29)
3.1.1 平衡条件	(29)
3.1.2 平衡方程	(29)
3.1.3 平衡方程的其他形式	(30)
3.2 平面任意力系的平衡方程的应用	(31)
3.2.1 单刚体的平衡	(31)
3.2.2 简单多刚体的平衡	(33)
3.2.3 静定和静不定问题的概念	(35)
3.3 空间力系平衡方程的应用	(35)
3.3.1 空间力系平衡方程的应用	(35)
3.3.2 约束的类型	(37)
3.4 考虑摩擦时的平衡问题	(38)
3.4.1 滑动摩擦	(38)
3.4.2 考虑摩擦时的平衡问题	(38)
3.4.3 摩擦角和自锁现象	(41)
本章小结	(42)
思考题	(42)
习题	(43)
第二篇 运动学	(48)
引言	(48)
4 点的运动学	(49)
4.1 矢量法	(49)
4.2 直角坐标法	(50)
4.3 自然法	(53)
4.3.1 弧坐标	(53)
4.3.2 自然轴系	(54)
4.3.3 点的速度	(55)
4.3.4 点的切向加速度和法向加速度	(55)
本章小结	(59)
思考题	(60)
习题	(61)
5 刚体的基本运动	(63)
5.1 刚体的平行移动	(63)
5.2 刚体的定轴转动	(64)
5.2.1 转动方程及角速度与角加速度	(64)
5.2.2 转动刚体内各点的速度和加速度	(65)
5.3 轮系的传动比	(67)
5.3.1 齿轮传动	(67)
5.3.2 皮带轮传动	(68)
5.4 角速度与角加速度的矢量表示法	(70)
本章小结	(72)
思考题	(72)
习题	(73)
6 点的合成运动	(75)
6.1 绝对运动 相对运动 牵连运动	(75)

6.2 点的速度合成定理	(78)
6.3 牵连运动是平动时点的加速度合成定理	(81)
6.4 牵连运动是转动时点的加速度合成定理 科氏加速度	(83)
本章小节	(89)
思考题	(89)
习题	(90)
7 刚体的平面运动	(93)
7.1 刚体平面运动的概念与平面运动方程	(93)
7.2 平面图形内各点的速度分析	(95)
7.2.1 求平面图形内各点速度的基点法	(95)
7.2.2 求平面图形内各点速度的瞬心法	(96)
7.3 平面图形上各点的加速度分析	(100)
7.4 运动学综合应用举例	(102)
本章小结	(106)
思考题	(107)
习题	(107)
第三篇 动力学	(111)
引 言	(111)
8 质点动力学的基本方程	(112)
8.1 动力学基本定律	(112)
8.2 质点的运动微分方程	(112)
本章小结	(116)
思考题	(117)
习题	(117)
9 动量定理	(120)
9.1 动量与冲量	(120)
9.1.1 动量	(120)
9.1.2 冲量	(122)
9.2 质点系的动量定理	(122)
9.2.1 质点系的动量定理	(122)
9.2.2 质点系动量守恒定律	(125)
9.3 质心运动定理	(126)
9.3.1 质心运动定理	(126)
9.3.2 质心运动守恒定律	(129)
本章小结	(130)
思考题	(131)
习题	(132)
10 动量矩定理	(135)
10.1 质点和质点系的动量矩	(135)
10.1.1 质点的动量矩	(135)
10.1.2 质点系的动量矩	(135)
10.2 动量矩定理	(136)
10.2.1 质点的动量矩定理	(136)
10.2.2 质点动量矩守恒定律	(137)
10.2.3 质点系的动量矩定理	(138)

10.2.4 质点系的动量矩守恒定律	(138)
10.3 刚体绕定轴的转动微分方程	(140)
10.4 刚体对轴的转动惯量	(143)
10.4.1 简单形状物体转动惯量的计算	(143)
10.4.2 惯性半径(或回转半径)	(144)
10.4.3 平行轴定理	(146)
10.5 质点系相对于质心的动量矩定理	(147)
10.5.1 质点系对质心的动量矩	(147)
10.5.2 质点系相对于质心的动量矩定理	(147)
10.6 刚体的平面运动微分方程	(148)
本章小结	(151)
思考题	(152)
习题	(153)
11 动能定理	(156)
11.1 功和动能的概念及其计算	(156)
11.1.1 常力在直线运动中的功	(156)
11.1.2 变力在曲线运动中的功	(156)
11.1.3 质点和质点系的动能	(158)
11.2 动能定理	(160)
11.2.1 按内力和外力分类动能定理的表达形式	(161)
11.2.2 按主动力和约束反力分类动能定理的表达形式	(161)
11.3 功率和功率方程	(164)
11.3.1 功率	(164)
11.3.2 功率方程	(165)
11.3.3 机械效率	(165)
11.4 势力场和势能及其性质	(166)
11.4.1 势力场	(166)
11.4.2 势能	(167)
11.4.3 有势力的功	(168)
* 11.4.4 势力场的其他性质	(168)
11.5 机械能守恒定律	(169)
11.6 动力学普遍定理的综合应用	(170)
本章小结	(174)
思考题	(176)
习题	(176)
12 达朗伯原理	(181)
12.1 达朗伯原理与惯性力	(181)
12.2 刚体惯性力系的简化	(183)
12.2.1 刚体作平动	(183)
12.2.2 刚体作定轴转动	(183)
12.2.3 刚体作平面运动	(184)
12.3 刚体绕定轴转动时轴承的附加动反力	(186)
本章小结	(188)
思考题	(189)
习题	(189)

13 虚位移原理	(192)
13.1 约束、自由度与广义力	(192)
13.1.1 约束.....	(192)
13.1.2 质点系的自由度与广义坐标.....	(193)
13.2 虚位移、虚功和理想约束	(194)
13.2.1 虚位移和虚功.....	(194)
13.2.2 理想约束.....	(194)
13.3 虚位移原理及应用.....	(194)
本章小结.....	(200)
思考题.....	(200)
习题.....	(201)
14 机械振动基础	(204)
14.1 单自由度系统的自由振动.....	(204)
14.1.1 自由振动微分方程的建立.....	(204)
14.1.2 自由振动微分方程的解.....	(204)
14.1.3 自振周期.....	(205)
14.2 计算自振频率的能量法.....	(207)
14.3 单自由度系统的有阻尼自由振动.....	(208)
14.3.1 振动微分方程的建立.....	(208)
14.3.2 微分方程的解.....	(208)
14.4 单自由度系统无阻尼强迫振动.....	(210)
14.4.1 振动微分方程的建立.....	(210)
14.4.2 振动微分方程的解.....	(210)
14.4.3 强迫振动的振幅.....	(211)
14.5 单自由度系统有阻尼强迫振动.....	(213)
14.5.1 振动微分方程的建立.....	(213)
14.5.2 振动微分方程的解.....	(213)
14.5.3 有阻尼强迫振动的振幅.....	(213)
本章小结.....	(214)
思考题.....	(215)
习题.....	(215)
习题答案.....	(218)
参考文献.....	(223)

0 绪 论

0.1 理论力学的研究对象与内容

理论力学是研究物体机械运动一般规律的学科。

物体在空间的相对位置随时间的改变称为机械运动。机械运动是人们生活和生产实践中最常见的一种运动。

本课程以伽利略和牛顿总结的基本定律为基础,以速度远小于光速的宏观物体的机械运动为研究对象,它属于经典力学的范畴。这种宏观物体的机械运动是日常生活及实际工程中最常遇到的,包括物体的平衡状态也是一种特殊的机械运动,理论力学则是研究这些运动中最基本、最普遍的规律。因此,理论力学有着非常广泛的应用。至于速度接近于光速的物体和基本粒子的运动,则必须用相对论和量子力学的观点才能完善地予以解决。

本课程的研究内容包括静力学、运动学、动力学 3 个部分。

静力学主要研究物体在平衡时的受力分析。包括研究物体在平衡时作用力所应满足的条件,以及受力分析方法等。

运动学主要从几何的角度来研究物体的运动规律,包括研究物体的运动轨迹、速度和加速度等。

动力学主要研究受力物体的运动与作用力之间的关系。

0.2 理论力学发展的简要回顾

力学是具有悠久历史的学科之一,它的发展过程,是人类通过观察生活和生产实践中的各种现象,不断认识物体机械运动的过程。

远古时代,人们使用杠杆、斜面和滑轮进行简单的建筑施工;制造推车用作长途运输,制造船舶用以进行航运等。这些生产工具的制造和使用,使得人类对于机械运动有了初步的认识。但是,在很长的一段时期内,人类的认识仅仅限于经验的积累,而未形成理论知识。

关于力学理论最早的记述,当推我国的墨翟(公元前 468~前 376 年)。在他所著的《墨经》里,对于力和运动给出了合适的定义,并对于杠杆平衡问题进行了理论叙述。阿基米德(公元前 287~前 212 年)在他的两本著作里,较系统地论述了杠杆平衡学说,从而奠定了静力学的基础。

15 世纪中叶到 18 世纪下半期,是欧洲的封建社会向资本主义社会转化时期,为了适应当时的社会与工业发展,力学与其他自然科学一样得到了发展。如:意大利人达芬奇(1451~1519 年)提出的力矩概念;芬兰物理学家史蒂芬(1548~1620 年)在进行斜面问题研究时提出了力的合成与分解定律;潘索(1777~1859 年)提出了力偶的概念及有关的理论等等,使得静力学理论得到了进一步的发展。

哥白尼(1473~1548 年)提出了太阳中心学说后,在科学界引起了宇宙观的大革命;开普勒(1571~1630 年)根据哥白尼的学说以及别的一些天文学家的观测资料,得出了行星运动三大定律,成为牛顿万有引力的基础。伽利略观察了落体运动并试验了物体沿斜面的运动,从而提出了落体在真空中的运动定律,并引出了加速度的概念,奠定了动力学的基础。他是用实验及演绎的方法研究动力学的创始人。

力学发展的新阶段是从牛顿(1642~1727 年)开始的。他总结了以前无数科学家的成就,发表了著名的运动定律学说,创立了现代的经典力学。

由此可见,运动学与动力学的理论研究,可以认为是从哥白尼提出的太阳中心学说开始,由伽利略奠基,而由牛顿总结而成,并由此形成了理论力学的理论框架与体系。理论力学的发展过程,充分反映了人们不断经过科学实验、分析、综合和归纳,并总结出力学中最基本规律的认识过程。

0.3 理论力学的研究方法

理论力学所研究的对象是运动的物体,是一种具体的、复杂的客观存在,它们随时间而改变其空间的相对位置。为了探索物体在机械运动中的基本规律,必须首先对物体作必要的简化,以建立力学模型。

例如,研究航天飞机的运动时,虽然航天飞机本身体积较大,但与它的运动轨迹相比则要小得多,因此,可将航天飞机简化为一个质点模型。这样,有利于研究航天飞机的运动规律。

例如,在研究汽缸内活塞的运动时,活塞在受到外力作用下而使自身产生微小变形,但为了研究活塞的运动规律,则忽略它的微小变形,将活塞建立为受力不变形状的刚体模型。

又如,活塞与连杆之间的机械运动是相互制约的,为了研究它们之间的相互作用力,需要将它们的连接简化为理想约束模型。

这些力学模型有一个共同的特点:抓住研究对象的主要因素,舍弃其次要因素,以建立抽象化的模型。但是,任何抽象化的模型都是相对的。当条件改变时,必须考虑影响事物的新的因素,建立新的模型。例如:要分析物体内部的受力状态时,则刚体模型是不适用的,必须考虑到物体的变形,建立弹性体的模型。这些内容则在材料力学、弹性力学等课程中进行介绍。

由此可见,通过合理简化以建立力学模型,是进行理论分析计算的基础。我们不仅要掌握一些基本的典型的力学模型的建立方法,而且要善于将较复杂的研究对象合理简化为分析模型,这将有助于提高我们的抽象思维和创新思维能力。

在建立力学模型的基础上,运用归纳和演绎的方法,从少量的基本规律出发,得到了从多方面揭示机械运动规律的定理、定律和公式,建立了严密而完整的理论体系。这就是理论力学的基本研究方法。

归纳与演绎是两种不同的推理和认识现实的科学方法。一般来说,归纳是由特殊推到一般,演绎是由一般推到特殊。

当我们对一个具体机械装置进行研究时,通常先采用演绎的方法,利用一般的定理、定律和公式进行演绎分析计算,获得该机械装置的运动规律;同时,我们还应该对这一具体物体的研究成果进行归纳,寻找出具有普遍性的规律和结论,并获得触类旁通的分析方法。

现代计算机的发展和普及,不仅能完成力学问题中大量的繁杂的数值计算,而且在数值模拟、逻辑推演、公式推导等方面也是很有用的工具。因此,运用计算机方法,可以更有利于学好理论力学。

0.4 学习理论力学的目的

理论力学是一门技术基础课。学习理论力学的目的是:

(1)由于机械运动是一般工程类专业必须要研究的工程问题,因此学习理论力学可以为解决工程问题打下一定的基础。其中,对于有些工程问题可以直接应用理论力学的基本理论与方法去解决,对于有些比较复杂的问题,可以用理论力学和其他专业课的知识共同来解决。

(2)理论力学是研究力学中最普遍、最基本的规律,是学习很多工程专业的的基础。例如机械原理及机械零件、机械设计基础、粉体力学、化工装置设计、精密机械与仪器设计、材料力学、结构力学、流体力学、飞行力学、机械振动理论以及许多专业课程等,都要以理论力学为基础,所以理论力学是学习一系列后续课程的必选的技术基础课程。

(3)理论力学是人类长期进行科学实践的产物,它的研究方法具有一定的代表性。因此充分理解理论力学的研究方法,不仅可以深入地掌握这门学科,而且有助于学习其他科学技术理论,有助于培养辩证唯物主义世界观,培养正确的分析问题和解决问题的能力,为今后解决生产实际问题,从事科学研究工作打下基础。

第一篇 静 力 学

引 言

静力学是研究作用于物体上的力系的平衡规律的科学。

所谓力系,是指作用于物体上的一群力。

所谓平衡,是指物体相对于惯性参考系(如地面)处于静止或匀速直线运动。例如,在地面上静止的建筑物,作匀速直线运动的火车等,都处于平衡状态。

静力学的主要任务包括 3 个方面:物体的受力分析方法;力系的等效与简化;力系的平衡及平衡方程。

静力学是动力学的特例,因此力系的简化理论和物体受力分析的方法也是研究动力学的基础。