



普通高等教育机电类规划教材

ENGINEERING MECHANICS

工程力学



附赠光盘

主 编 赵 晴
副主编 高建和 张迅炜



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育机电类规划教材

工 程 力 学

主 编 赵 晴
副主编 高建和 张迅炜
参 编 楼力律 黄跃光
主 审 胡增强 吴文龙



机 械 工 业 出 版 社

本教材适用于工科非机类各专业本科生,机械类各专业自学考试本科生,机类各专业专科生,参考学时 40~90 学时。学时安排可分为三种:少学时(40 学时)讲授静力学基础、平面力系平衡方程、杆件四种基本变形强度设计和压杆稳定设计;中学时(65 学时)讲授静力学、材料力学全部内容;多学时(90 学时)讲授静力学、材料力学、运动力学全部内容。

本教材内容编排以够用为度,兼顾理论体系完整;注重与工程实际问题的联系,重点突出,难点分散;全部插图具有三维效果。为了方便学生的学习,每章配有附录,对本章的知识点进行小结;选择典型问题进行讨论、讲解;总结解题方法;设置思考题供学生学习。为降低学生购书成本,此部分附于随书光盘中。

图书在版编目(CIP)数据

工程力学/赵晴主编. —北京:机械工业出版社, 2009. 6
普通高等教育机电类规划教材
ISBN 978-7-111-26607-5

I. 工… II. 赵… III. 工程力学 - 高等学校 - 教材 IV. TB12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 040215 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:张金奎 高文龙 责任编辑:张金奎 版式设计:张世琴
责任校对:李秋荣 封面设计:王伟光 责任印制:邓 博
北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)
2009 年 6 月第 1 版第 1 次印刷
169mm×239mm·20.25 印张·394 千字
标准书号:ISBN 978-7-111-26607-5
ISBN 978-7-89451-084-6(光盘)
定价:32.00 元(含 1CD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010) 68326294
购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643
编辑热线电话:(010) 88379711
封面无防伪标均为盗版

普通高等教育机电类规划教材编审委员会

主 任：邱坤荣

副主任：黄鹤汀 左键民

邓海平 章 跃

王晓天 周建方

沈世德

秘 书：周骥平

委 员：(排名不分先后)

周骥平 徐文宽

唐国兴 刘小慧

戴国洪 李纪明

蒋同洋 鲁屏宇

葛士恩 赵连生

芮延年 王 萍

乔 斌 李建启

葛友华

序

20 世纪末、21 世纪初，在社会主义经济建设、社会进步和科技飞速发展的推动下，在经济全球化、科技创新国际化、人才争夺白炽化的挑战下，我国高等教育迅猛发展，胜利跨入了高等教育大众化阶段，使高等教育理念、定位、目标和思路等发生了革命性变化，正在逐步形成以科学发展观和终身教育思想为指导的新的高等教育体系和人才培养工作体系。在这个过程中，一大批应用型本科院校和高等职业技术学院异军突起，超常发展，1999 年已见端倪。当时我们敏锐地感到，这批应用型本科院校的崛起，必须有相应的应用型本科教材来满足她的教学需求，否则就有可能使她回到老本科院校所走过的学术型办学路子。2000 年下半年，我们就和机械工业出版社、扬州大学工学院、南京工程学院、河海大学常州校区、淮海工学院、南通工学院、盐城工学院、淮阴工学院、常州工学院、江南大学等 12 所高校在南京工程学院开会，讨论策划编写出版机电类应用型本科系列教材问题，规划出版 38 种，并进行了分工，提出了明确的规范要求，得到江苏省各方面的支持和配合。2001 年 5 月开始出书，到 2004 年 7 月已出齐 38 种，还增加了 3 种急需的教材，总册数已达 45 万册。每种至少有 2 次以上印刷，最多的印刷了 5 次、发行量达 2.5 万册。据调查，用户反映良好，并反映这个系列教材基本上体现了我在序言中提出的四个特点，符合地方应用型工科本科院校的教学实际，较好地满足了一般应用型工科本科院校的教学需要。用户的评价使我们很高兴，但更是对我们的鞭策和鼓励，实际上这一轮机电类教材存在的问题还不少，需要改进的地方还很多。我们应当为过去取得的进步和成绩而高兴，同样，我们更应当为今后这些进步和成绩的进一步发展而正视自己，我们并不需要刻意去忧患，但确实存在值得忧患的现实而不去忧患，就很难有更美好的明天。今后怎么办？这是大家最关注的问题，也是我们亟待研讨和解决的问题。我们应该以对国家对人民对社会对受教育者高度负责的精神重新审视这一问题，以寻求更好的解决方案。我们认为，必须在总结前一阶段经验教训的新起点上，坚持以国家新时期教育方针和科学发展观为指导，坚持高标准、严要求，坚持“质量第一、多样发展、打造精品、服务教学”的方针，坚持高标准、严要求，把下一轮机电类教材修订、编写、出版工作做大、做优、做精、做强，为建设有中国特色的高水平的地方工科应用型本科院校做出新的更大贡献。

一、坚持用科学发展观指导教材修订、编写和出版工作

应用型本科院校是我国高等教育在推进大众化过程中崛起的一种新的办学类型,它除应恪守大学教育的一般办学基准外,还应有自己的个性和特色,就是要在培养具有创新精神、创业意识和创造能力的工程、生产、管理、服务一线需要的高级技术应用型人才方面办出自己的特色和水平。应用型本科人才的培养既不能简单“克隆”现有的本科院校,也不能是原有专科培养体系的相似放大。应用型人才的培养,重点仍要思考如何与社会需求的对接。既要从小学生的角度考虑,以人为本,以素质教育的思想贯穿教育教学的每一个环节,实现人的全面发展;又要从经济建设的实际需求考虑,多类型、多样化地培养人才,但最根本的一条还是坚持面向工程实际,面向岗位实务,按照“本科学历+岗位技术”的双重标准,有针对性地进行人才培养。根据这样的要求,“强化理论基础,提升实践能力,突出创新精神,优化综合素质”应当是工作在一线的本科应用人才的基本特征,也是本科应用型人才的总体质量要求。

培养应用型人才的关键在于建立应用型人才的培养模式。而培养模式的核心是课程体系与教学内容。应用型人才必须依靠应用型的课程和内容,用学科型的教材难以保证培养目标的实现。课程体系与教学内容要与应用型人才的知识、能力、素质结构相适应。在知识结构上,科学文化基础知识、专业基础知识、专业知识、相关学科知识等四类知识在纵向上应向应用前沿拓展,在横向上应注重知识的交叉、联系和衔接。在能力结构上,要强化学生运用专业理论解决实际问题的实践能力、组织管理能力和社会活动能力,还要注重思维能力和创造能力的培养,使学生思路清晰、条理分明,有条不紊地处理头绪纷繁的各项工作,创造性地工作。能力培养要贯彻到教学的整个过程之中。如何引导学生去发现问题、分析问题和解决问题应成为我们应用型本科教学的根本。

探讨课程体系、教学内容和培养方法,还必须服从和服务于大学生全面素质的培养。要通过形成新的知识体系和能力延伸以促进思想道德素质、文化素质、专业素质和身体心理素质的全面提高。因此,要在素质教育的思想指导下,对原有的教学计划和课程设置进行新的调整和组合,使学生能够适应社会主义现代化建设的需要。我们强调培养“三创”人才,就应当用“三创教育”、人文教育与科学教育的融合等适应时代的教育理念,选择一些新的课程内容和新的教学形式来实现。

研究课程体系,必须看到经济全球化与我国加入世界贸易组织以及高等教育的国际化对人才培养的影响。如果我们的课程内容缺乏国际性,那么我们所培养的人才就不可能具备参与国际事务、国际交流和国际竞争的能力。应当研究课程的国际性问题,增设具有国际意义的课程,加快与国外同类院校的课程接轨。要努力借鉴国外同类应用型本科院校的办学理念和培养模式、做法来优

化我们的教学。

在教材编、修、审全过程中，必须始终坚持以人的全面发展为本，紧紧围绕培养目标和基本规格进行活生生的“人”的教育。一所大学使得师生获得自由的范围和程度，往往是这所大学成功和水平的标志。同样，我们修订和编写教材，提供教学用书。最终是为了把知识转化为能力和智慧，使学生获得谋生的手段和发展的能力。因此，在修订、编写教材过程中，必须始终把师生的需要和追求放在首位，努力提供教的方便和学的便捷，努力为教师和学生留下充分展示自己教和学的风格和特色的发展空间，使他们游刃有余，得心应手，还能激发他们的科学精神和创造热情，为教和学的持续发展服务。教师是课堂教学的组织者、合作者、引导者、参与者，而不应是教学的权威。教学过程是教师引导学生，和学生共同学习、共同发展的双向互促过程。因此，修订、编写教材对于主编和参加编写的教师来说，也是一个重新学习和思想水平、学术水平不断提高的过程，决不能丢失自我，决不能将“枷锁”移嫁别人，这里“关键在自己战胜自己”，关键在自己的理念、学识、经验和水平。

二、坚持质量第一，努力打造精品教材

教材是教学之本。大学教材不同于学术专著，它既是学术专著，又是教学经验之理性总结，必须经得起实践和时间的考验。学术专著的错误充其量只会贻笑大方，而教材之错误则会遗害一代青年学子。有人说：“时间是真理之母”。时间是对我们所编写教材的最严厉的考官。目前，我们的教材才使用了几年，还很难说就是好教材，因为前一阶段主要是解决有无问题，用户还没有来得及去总结和反思，所以有的问题可能还没有来得及暴露。我们必须清醒地看到这一点。今后，更要坚持高标准、严要求，用航天人员“一丝不苟”、“一秒不差”的精神严格要求自己，确保教材质量和特色。为此，必须采取以下措施：第一、高等教育的核心资源是一支优秀的教师队伍，必须重新明确主编和参加编写教师的标准和要求，实行主编招标和负责制，把好质量第一关；第二，教材要从一般工科本科应用型院校实际出发，强调实际、实用、实践，加强技能培养，突出工程实践，内容适度简练，跟踪科技前沿，合理反映时代要求，这就要求我们必须严格把好教材编写或修订计划的评审关，择优而用；第三、加强教材编写或修订的规范管理，确保参编、主编、主审以及交付出版社等各个环节的质量和要求，实行环节负责制和责任追究制；第四、确保出版质量；第五、建立教材评价制度，奖优罚劣。对经过实践使用，用户反映好的教材要进行修订再版，切实培育一批名师编写的精品教材。出版的精品教材必须和多媒体课件配套，并逐步建立在线学习网站。

三、坚持“立足江苏、面向全国、服务教学”的原则，努力扩大教材使用范围，不断提高社会效益

下一轮教材编写和修订工作,必须加快吸收有条件有积极性的外省市同类院校、民办本科院校、独立学院和有关企业参加,以集中更多的力量,建设好应用型本科教材。同时,要相应调整编审委员会的人员组成,特别要注意充实省内外的优秀的“双师型”教材和有关企业专家。

四、建立健全用户评价制度

要在使用这套教材的省市有关高校建立教材使用质量跟踪调查,并建立网站,以便快速、便捷、实时地听取各方面的意见,不断修改、充实和完善我们的教材编写和出版工作,实实在在地为教师和学生提供精品服务,实实在在地为培养高质量的应用型本科人才服务。同时也努力为造就一批工科应用型本科院校高素质高水平的教师提供优良服务。

本套教材的编审和出版一直得到机械工业出版社、江苏省教育厅和各主编、主审和参加编写高校的大力支持和配合,在此,一并表示衷心感谢。今后,我们应一如既往地更加紧密地合作,共同为工科应用型本科院校教材建设作出新的贡献,为培养高质量的应用型本科人才作出新的贡献,为建设有中国特色社会主义的应用型本科教育作出新的努力。

普通高等教育机械工程及自动化专业

机电类规划教材编审委员会

主任 教授 邱坤荣

2005 年 10 月

前 言

本书是普通高等教育机电类规划教材,适用于工科非机类各专业本科生,工科机类各专业专科生,也可作为自学考试、成人教育机械类各专业教材或教学参考书。教材以培养工科应用型人才为出发点,适用面宽,可读性好。

本教材参考学时为40~90学时。学时安排可分为三种:少学时(40~50学时)讲授静力学基础、平面力系平衡方程、杆件四种基本变形强度设计和压杆稳定设计;中学时(60~70学时)讲授静力学、材料力学全部内容;多学时(80~90学时)讲授静力学、材料力学、运动力学全部内容。

本书内容分成三篇。静力学部分介绍力、力矩、力偶的表达,静力学基本概念和物体的受力分析,力系的简化结果和平衡条件,并介绍了重心公式和平面图形的几何性质。材料力学部分介绍材料力学的基本概念,杆件内力的计算及内力图的画法,杆件拉伸、剪切、扭转、弯曲四种基本变形情况下应力的计算、变形分析、强度条件的建立,应力状态概念以及复杂应力状态下的强度理论,杆件组合变形时强度计算方法,压杆稳定性计算方法。运动力学部分介绍点的运动描述方法,刚体平动、绕定轴转动时有关运动量的计算,研究质点、质点系机械运动量和机械作用量之间关系的动量定理、动量矩定理、动能定理,工程中求解动力学问题时常用的达朗伯原理,最后介绍动载荷作用时动应力、动变形的计算,并简单介绍了如何计算构件的疲劳强度。

本书符合工科类工程力学教学基本要求,内容编排以够用为度,兼顾理论体系的完整。内容格式、符号力求清晰、规范,符合国家标准。教材中融汇了作者多年的教学经验,说理清楚,文字简练,重点突出,难点分散。所精选的例题和习题,注重与工程实际问题的联系密切,突出工程力学课程的特点。全部插图经过填充处理,具有立体效果。为了方便学生的学习,本书配有随书光盘,主要内容为各章附录。附录对各章的内容进行小结,明确学习要求和重点,安排了问题讨论和解题指导,对解题思路和解题方法进行总结。各章附录的最后部分为思考题及参考答案。为方便学生自我检查,光盘中还附有各篇内容模拟试卷及参考答案。

参加本书编写工作的有赵晴、高建和、张迅炜、楼力律、黄跃光,由赵晴任主编,高建和、张迅炜任副主编。光盘的制作由楼力律负责,图形的统一绘制由黄跃光负责,全书由赵晴负责统稿。

本书1~14章由胡增强教授主审,15~20章由吴文龙教授主审。两位教授

认真细致地阅读了有关章节，提出了许多宝贵的意见和建议，使本书得以完善和增色，在此表示衷心的感谢。

本书得到了机械工业出版社、扬州大学的大力支持。在编写过程中，还得到了黄鹤汀教授和其他教师的热情帮助，在此一并致谢。

本书以创精品教材为目标，力求以精选的内容和新颖的形式来保证最佳的使用效果。但由于编者水平限制，书中难免存在错误和不足之处，敬请广大教师和读者批评指正。

2009年2月

目 录

序

前言

绪论 1

第一篇 静 力 学

第一章 静力学基础 4

第一节 力的概念及其性质 4

第二节 力矩的计算 10

第三节 力偶的计算 13

第四节 约束与约束力 15

第五节 物体的受力分析 19

习题 23

本章小结及扩展练习 (见随书光盘)

第二章 平面力系的简化 27

第一节 平面汇交力系的简化 27

第二节 平面力偶系的简化 29

第三节 平面一般力系的简化 29

习题 34

本章小结及扩展练习 (见随书光盘)

第三章 静力学平衡问题 36

第一节 平面力系的平衡条件和平衡方程 36

第二节 物体系统的平衡问题 43

第三节 考虑摩擦的平衡问题 47

第四节 空间一般力系的平衡问题 53

习题 56

本章小结及扩展练习 (见随书光盘)

第四章 重心及平面图形的几何性质 62

第一节 物体的重心坐标公式 62

第二节 平面图形的几何性质 66

习题 71

本章小结及扩展练习 (见随书光盘)

第二篇 材料力学

第五章 材料力学的基本概念	72
第一节 变形固体的概念	72
第二节 杆件的內力和应力	73
第三节 杆件的基本变形和应变	75
本章小结及扩展练习 (见随书光盘)	
第六章 杆件的內力和內力图	78
第一节 直杆轴向拉伸 (压缩) 时的轴力与轴力图	78
第二节 轴扭转时的內力及內力图	80
第三节 梁弯曲时的內力及內力图	82
习题	91
本章小结及扩展练习 (见随书光盘)	
第七章 拉 (压) 杆件的应力、变形分析与强度设计	93
第一节 拉伸与压缩杆件的应力与强度设计	93
第二节 拉伸与压缩杆件的变形	96
第三节 拉 (压) 杆超静定问题	99
第四节 材料受拉伸与压缩时的力学性能	104
习题	111
本章小结及扩展练习 (见随书光盘)	
第八章 剪切挤压实用计算	115
第一节 剪切与挤压	115
第二节 剪切与挤压的强度计算	115
习题	118
本章小结及扩展练习 (见随书光盘)	
第九章 圆轴的扭转应力、变形分析与强度、刚度设计	121
第一节 圆轴扭转时的切应力分析	121
第二节 圆轴扭转强度设计	124
第三节 圆轴扭转变形与相对扭转角	125
第四节 扭转时圆轴的刚度设计	127
习题	128
本章小结及扩展练习 (见随书光盘)	
第十章 梁的强度	131
第一节 弯曲梁横截面上的正应力	131

第二节 弯曲梁横截面上的切应力	135
第三节 梁的强度计算	140
习题	143
本章小结及扩展练习 (见随书光盘)	
第十一章 梁的变形	147
第一节 梁的挠度和转角	147
第二节 挠曲线近似微分方程及其积分	148
第三节 用叠加法求弯曲变形 梁的刚度计算	151
第四节 简单的超静定梁	156
习题	158
本章小结及扩展练习 (见随书光盘)	
第十二章 应力状态和强度理论	161
第一节 应力状态概念	161
第二节 二向应力状态分析	162
第三节 三向应力状态简介	169
第四节 广义胡克定律	171
第五节 复杂应力状态下的强度理论	173
习题	177
本章小结及扩展练习 (见随书光盘)	
第十三章 组合变形时杆件的强度计算	180
第一节 组合变形的概念和应力计算方法	180
第二节 杆件弯曲和拉伸 (或压缩) 的组合变形	180
第三节 圆轴弯曲与扭转的组合变形	184
习题	189
本章小结及扩展练习 (见随书光盘)	
第十四章 压杆稳定性分析与设计	192
第一节 压杆稳定性的基本概念	192
第二节 细长压杆的临界载荷确定	193
第三节 临界应力 欧拉公式的适用范围	196
第四节 提高压杆稳定性的措施	200
习题	201
本章小结及扩展练习 (见随书光盘)	

第三篇 运动力学

第十五章 点的运动	203
------------------------	-----

第一节 用矢量法表示点的位置、速度和加速度	204
第二节 用直角坐标法确定点的位置、速度和加速度	205
第三节 用自然法确定点的位置、速度和加速度	207
习题	211
本章小结及扩展练习 (见随书光盘)	
第十六章 刚体的基本运动	214
第一节 刚体的平行移动	214
第二节 刚体绕定轴转动	215
习题	221
本章小结及扩展练习 (见随书光盘)	
第十七章 动量定理与动量矩定理	224
第一节 质点运动微分方程	224
第二节 质心、动量和冲量的概念	226
第三节 动量定理	229
第四节 动量守恒	232
第五节 动量矩的概念	234
第六节 动量矩定理	237
第七节 刚体定轴转动微分方程	239
习题	240
本章小结及扩展练习 (见随书光盘)	
第十八章 动能定理	245
第一节 动能的概念和计算	245
第二节 功的概念和计算	247
第三节 动能定理	250
第四节 综合问题	253
习题	255
本章小结及扩展练习 (见随书光盘)	
第十九章 达朗伯原理	258
第一节 质点的达朗伯原理	258
第二节 质点系的达朗伯原理	258
第三节 刚体惯性力系的简化	261
第四节 达朗伯原理应用举例	262
习题	265
本章小结及扩展练习 (见随书光盘)	
第二十章 动载荷及交变应力	268
第一节 构件作匀加速直线运动或匀速转动时的应力计算	268

第二节 冲击载荷	271
第三节 冲击韧度的概念	274
第四节 疲劳失效特征与原因分析	274
第五节 材料的持久极限	276
第六节 影响构件疲劳寿命的因素	277
第七节 疲劳强度计算	278
习题	279
本章小结及扩展练习 (见随书光盘)	
附录	284
附录 A 部分习题参考答案	284
附录 B 型钢规格表	295
参考文献	310

绪 论

机械和结构都是由构件组合而成,构件既安全又经济的设计是机械和结构的功能得以实现的前提。工程力学研究构件的受力、变形、安全承载条件和运动规律,为简单构件的合理设计提供依据。

第一节 工程力学的研究内容

工程力学涵盖了理论力学和材料力学的最基本内容。

理论力学研究宏观物体机械运动的规律,通常分为静力学、运动学、动力学三部分。

静力学 研究力系的简化方法和受力物体的平衡规律。

运动学 研究物体运动的几何性质,而不考虑物体运动的原因。

动力学 研究物体的运动变化与其所受的力之间的关系。

理论力学以公理和牛顿定律为基础,通过数学演绎,导出了各种普遍定理和结论,具有系统性强、理论成熟的特点。

材料力学研究构件的承载能力,研究材料的基本力学性能,合理解决构件设计过程中安全和经济的矛盾。一般来说,构件安全承载,必须满足三方面要求:

(1) **强度** 构件抵抗破坏的能力称为强度。破坏是指构件产生断裂或因产生过度的塑性变形而不适于继续承载。

(2) **刚度** 构件抵抗变形的能力称为刚度。这里的变形是指弹性变形。

(3) **稳定性** 构件受载后保持原有的平衡形态的能力称为稳定性。通常对细长的受压杆件或薄壁受压构件有稳定性要求。

在材料力学研究问题的过程中,实验研究和理论分析具有同等重要的地位。通过实验,可了解材料的基本力学性能,还可以观察构件的变形现象,从而确定构件内部力的分布特点。同时,通过理论分析得出的结论,必须通过实验来验证其正确性。

工程力学侧重于理论力学和材料力学在工程实际中的应用,是工科学生必修的学科基础课。它既是一系列后续课程的基础,又和工程实际问题联系紧密,可以单独或和其他知识一道解决工程实际问题。

第二节 工程力学的研究对象

工程力学的研究对象，是略去实际问题的次要因素、经科学抽象而得到的力学模型。理论力学、材料力学中所采用的力学模型根据研究问题的不同而异。

理论力学的研究对象是质点、质点系和刚体。

质点 有质量而无大小的几何点。在一些问题中，根据研究问题的性质，物体的大小可略去不计，这样的物体可视为质点。

质点系 有限个或无限个质点所组成的系统。质点系是理论力学最一般的力学模型。

刚体 在力的作用下，其内部任意两点之间的距离始终保持不变的物体。刚体是对一般固体的理想化，当物体大小、形状的改变，对所研究的问题影响不大时，可视其为刚体。刚体可看做是由无限个质点所组成的不变质点系。

材料力学的研究对象是**可变形固体**。工程中，按照构件的不同形状，将其分为杆、板、壳、块四种。材料力学研究其中的**杆**，即空间一个方向的尺寸远大于其他两个方向的尺寸的构件。

要强调的是，力学模型的建立是一种抽象，应当以所研究的问题为前提条件。例如，对同一个物体，研究其机械运动规律时可视其为刚体，若研究其材料的内力分布与所受外力的关系等问题，则必须视其为可变形固体。

第三节 力学的发展简史

力学本身的发展有着悠久的历史。它的发展是分析和综合相结合的过程，也是人类认识由简单到复杂逐步深化的过程。

牛顿运动定律的建立是力学发展史上的一个里程碑。牛顿定律建立以前，力学研究的历史大致可分为两个时期：古代，从远古到公元5世纪，对平衡和运动有了初步的了解；中世纪，从6世纪到16世纪，这个时期对力、运动的认识已有进展，为牛顿定律的建立作了准备。从牛顿定律的建立及自此以后，力学研究的历史大致可分为四个时期：从17世纪初到18世纪末，经典力学的建立和完善化；19世纪，力学各主要分支的建立；从1900年到1960年，近代力学建立和发展，近代力学和工程技术特别是航空、航天技术密切联系；1960年以后，现代力学建立，力学同计算技术和自然科学其他学科广泛结合。

我国是世界上最古老的文明国家之一，生产和科学技术都发展得比较早。远在新石器时代，木架建筑已初具规模。春秋战国时期，在墨翟及其弟子的著作《墨经》中，有涉及力的概念、杠杆平衡、重心、浮力、强度、刚度的叙述。