

高等工业学校

理论力学函授教学大纲

(草案)

(土建、水利、道桥等类专业试用)

人民教育出版社

一九八二年一月

本函授教学大纲系由教育部委托同济大学、重庆建筑工程学院、哈尔滨建筑工程学院、西安冶金建筑学院提出初稿，由同济大学汇总，经一九八一年十二月教育部在石家庄召开的高等工业学校函授教学工作会议审订。

课 程 内 容

一、绪 论

理论力学的研究对象及其在工程技术中的作用。

学习理论力学的目的。

理论力学的研究方法。

力学的发展简史。

社会主义现代化建设对力学的要求。

二、静 力 学

(一) 静力学的基本概念、公理和物体的受力分析

静力学的研究对象。

平衡、刚体和力的概念。

静力学公理。

非自由体。约束、约束反力。约束的基本类型。受力分析和受力图。

(二) 平面汇交力系

平面汇交力系合成的几何法。平面汇交力系平衡的几何条件。

力的分解。力在轴上的投影。合力投影定理。

平面汇交力系合成的解析法。

平面汇交力系平衡的解析条件。平衡方程。

(三) 平面力偶系

两个同向和反向平行力的合成。

力偶和力偶矩。

平面内力偶等效变换的性质和等效条件。

平面力偶系的合成和平衡条件。

(四) 平面任意力系

力对点的矩。

力的平移定理。

平面任意力系向平面内任一点的简化。主矢和主矩。简化中心的选择对主矢和主矩的影响。

力系简化的各种结果。合力矩定理。

平面任意力系的平衡条件及其平衡方程。平衡方程的两力矩式和三力矩式。

平面平行力系的平衡方程。

静不定(超静定)问题的概念。

物体系统的平衡。

(五) 图解静力学

力多边形和索多边形。

用索多边形法求平面任意力系的合成结果。

平面任意力系平衡的图解条件。

用索多边形法求支座反力。

(六) 摩 擦

摩擦现象。摩擦在工程实践中的重要性。

滑动摩擦定律。摩擦系数和摩擦角。自锁现象。

考虑摩擦时物体的平衡问题举例。

滚动摩擦的概念。

(七) 平面简单桁架

平面桁架的概念。

平面桁架的基本假设。

桁架杆件内力的计算：节点法、截面法。

(八) 空间汇交力系

空间汇交力系合成的几何法和平衡的几何条件。

空间力在轴上和平面上的投影。力沿坐标轴的分解。

空间汇交力系合成的解析法和平衡的解析条件。平衡方程。

(九) 空间力偶系

平行平面内力偶等效的条件。

力偶矩矢。力偶的等效定理。

相交平面内两个力偶的合成。空间力偶系的合成。

空间力偶系的平衡条件和平衡方程。

(十) 空间任意力系

力对轴的矩。

力对点的矩用矢量表示。用矢积表示力对点的矩。力对点的矩与力对通过该点的任一轴的矩之间的关系。力对坐标轴的矩的解析表达式。

空间任意力系向任一点的简化。力系的主矢和主矩。

空间任意力系简化的各种结果。

空间任意力系的平衡条件和平衡方程。

空间平行力系的平衡方程。

(十一) 平行力系中心和重心

平行力系中心。平行力系中心的坐标公式。

重心。重心的坐标公式。重心求法举例。

三、运 动 学

(一) 点的运动

运动学的研究对象。运动和静止的相对性。参考坐标系。

确定点在空间位置的基本方法：自然法，直角坐标法，矢径法。运动方程和轨迹方程

点的速度和加速度的矢量形式。

点的速度和加速度在固定直角坐标轴上的投影。

自然轴系，加速度在自然轴系上的投影。点的切向加速度和法向加速度。

(二) 刚体的基本运动

刚体的平动及其特征。

刚体的定轴转动。转动方程。角速度和角加速度。

转动刚体内各点的速度和加速度。

角速度和角加速度矢。刚体内各点的速度和加速度的矢积表达式。

(三) 点的合成运动

运动的合成和分解。动参考系和静参考系。

相对运动、绝对运动和牵连运动。相对轨迹和绝对轨迹。

相对速度(加速度)、绝对速度(加速度)、牵连速度(加速度)。

点的速度合成定理。

牵连运动是平动时点的加速度合成定理。

牵连运动是定轴转动时点的加速度合成定理。科氏加速度。

(四) 刚体的平面运动

刚体平面运动简化成平面图形在其自身平面内的运动。

平面运动方程。平面运动分解成随基点的平动和绕基点的转动。关于基点选择的讨论。

用基点法求图形内各点的速度。速度投影定理。

速度瞬心。用瞬心法求解平面图形内各点的速度。

用基点法求平面图形内各点的加速度。

四、动 力 学

(一) 动力学基本定律和质点的运动微分方程

动力学的研究对象。

动力学基本定律。惯性和质量。基础坐标系。古典力学的适用范围。

国际单位制和工程单位制。

质点运动微分方程：矢量形式，直角坐标形式，自然轴投影形式。

质点动力学的两类问题举例。

(二) 动量定理

动力学普遍定理概述。

质点和质点系的动量。力的冲量。

质点和质点系的动量定理。动量守恒条件。

质心。质心运动定理、质心运动守恒条件。

(三) 动量矩定理

质点和质点系的动量矩。

质点和质点系的动量矩定理。动量矩守恒条件。

定轴转动刚体对转轴的动量矩。转动惯量。回转半径。转动惯量的平行轴定理。

刚体定轴转动微分方程。

相对于质心的动量矩定理。

刚体平面运动微分方程。

(四) 动能定理

力的功。元功表达式。合力的功。重力、弹性力、作用于转动刚体上的力的功。

质点动能定理。

作用于质点系的内力的功,约束力的功。内力和约束力的功等于零的实例。

质点系的动能。平动、定轴转动和平面运动刚体的动能。

质点系动能定理。

功率。

势力场。势能、机械能守恒定理。

(五) 碰 撞

碰撞现象。瞬时力。碰撞的基本假设。

质点对固定面的碰撞。恢复系数。

碰撞时的动量定理和动量矩定理。

两个物体的对心正碰撞。碰撞过程中动能的损失。

碰撞对定轴转动刚体角速度的变化。撞击中心的概念。

(六) 达朗伯原理

惯性力。质点和质点系的达朗伯原理。动静法。

刚体作平动时惯性力系的简化。刚体作定轴转动时(只讨论均质刚体具有垂直于转动轴的对称平面的情况)惯性力系的简化。刚体具有一对称平面且平行此平面作平面运动时惯性力系的简化。

(七) 单自由度系统的振动

单自由度系统的自由振动。用能量法计算单自由度系统的固有频率。

单自由度系统的有阻尼的自由振动。减幅系数。阻尼对自由振动的影响。

单自由度系统无阻尼强迫振动。

单自由度系统有阻尼强迫振动。

振动理论在工程实际中的应用举例。

(八) 虚位移原理

约束的分类和约束方程。虚位移和自由度。理想约束。虚位移原理。用虚位移原理求约束反力。

动力学普遍方程。

附：理论力学函授教学大纲说明书

一、大纲使用说明

1. 本大纲是参照高等工业学校全日制本科相应专业的《理论力学教学大纲》制定的。课程内容的的基本要求与全日制相应专业的理论力学课程相当。

2. 本大纲是进行理论力学函授教学的指导性文件,大纲列出了本课程的基本内容,并在大纲说明书中指出了重点、难点、深广度、习题数和学时分配建议等。

3. 大纲所列基本内容只表示教学范围,其先后次序各校教师可以根据教学情况作出具体安排。

二、本课程的性质和任务

理论力学对工科一般专业是一门理论性较强的技术基础课。本课程的任务是使函授生了解和掌握物体机械运动的一般规律及其研究方法,并能初步运用这些规律对简单的实际问题进行分析、科学地抽象,进而予以解决;为学习后继课程和进一步学习有关的科学技术打好必要基础。同时,结合本课程的特点,培养学生正确的思维方法和辩证唯物主义世界观。

三、本课程的基本要求

函授生按本大纲学完理论力学以后,应对所规定的基本内容有较全面的、系统的理解,掌握其中的基本概念、基本理论和基本方法,具体的要求为:

1. 具有把简单的实际问题抽象为理论力学模型的能力。

2. 对简单的物体系统能进行受力分析,正确画出其中任一物体的受力图。

3. 能熟练地进行力的合成与分解、计算力的投影和力矩。对力和力偶的性质应有透彻的理解。对任意力系会进行简化,会求其主矢和主矩(主要是平面问题),要正确地理解正负号的意义。

4. 能正确地运用各种力系的平衡方程求解物体和简单物体系统的平衡问题(包括考虑摩擦的问题)。会灵活应用平面任意力系平衡方程的各种形式。在建立平衡方程时,能恰当地选择投影轴、力矩轴和矩心。对求解平面任意力系的平衡问题要求熟练。

5. 能运用大纲规定的方法熟练地建立点的运动方程和计算点的速度和加速度(主要是平面问题)。对自然轴系只作一般了解。

6. 掌握刚体平动、定轴转动和平面运动的特征,并能熟练地计算刚体的角速度和角加速度、刚体内各点的速度和加速度。

7. 对运动的相对性有清晰的概念,掌握运动合成和分解的一般方法。能恰当地选取动点和动参考系,并正确运用点的速度和加速度合成定理去求解有关问题。

8. 对力学中各基本物理量有清晰的概念并能正确计算(例如刚体作平面运动的动能等)。

9. 能正确地列出质点的运动、刚体的基本运动(包括振动问题)和平面运动的动力学微分方程。能根据运动的初始条件确定积分常数。

10. 能正确地选择并综合运用动力学普遍定理求解工程实际中简单的理论力学问题(包括刚体平面运动和碰撞问题)。

11. 能正确地运用达朗伯原理和虚位移原理。

12. 初步获得与本课程有关的工程概念。提高相应的数字计算能力、文字和图象的表达能力。培养正确对待作业的习惯。

四、本课程内容的重点、难点和深广度

(一) 绪 论

扼要阐明本课程的研究内容、地位和作用。本课程的研究方法、力学的发展简史和社会主义现代化建设对力学的要求只作简单介绍。

(二) 静 力 学

1. 力、刚体、平衡、力偶矩、力对点的矩、力对轴的矩等概念要阐述透彻。静力学公理要系统地讲述并在以后各章节的理论推导中反复应用,逐步加深函授生的理解。

2. 正确地作出受力图是解决静力学问题的关键,必须充分强调并安排足够的练习;要结合各章节的有关内容反复讲述,使函授生达到相当熟练而准确的程度。

3. 力偶的等效条件要给出理论证明。

4. 力系的简化是静力学的理论重点,应予强调,并作一定数量的习题,以加深理解。力系简化的结果,对于平面情况应详细讨论;对空间情况可作一般了解。

5. 按三角形分布的平行荷载和均布荷载合力的求法可作为例题进行介绍。平面力系中的合力矩定理和空间力系中的合力矩定理,可以分别从力系简化结果中直接引出,不另用他法证明。平面力系平衡方程的各种形式要给予必要的推导,并要多举例说明其灵活运用,在课外要配以足够数量的习题。对空间力系平衡方程的各种形式也要予以介绍,并举少量的例题和做少量的习题。

6. 桁架一章主要作为平面力系平衡方程的应用来讲述,只介绍节点法和截面法。

7. 平面力系简化的结果在力多边形和索多边形上的反映要

讲透彻。要求函授生能正确地应用图解法求解作用在单个物体上的平面力系的合成和平衡问题。合成为一力和一力偶的练习可少一些,重点放在平衡图解条件的应用。

8. 库伦摩擦定律可用复习的方式讲述。应特别注意讲清极限摩擦力的特征。重点是要通过各种例题讲清考虑摩擦时的平衡范围和临界状态的分析方法。摩擦角、自锁现象和滚动摩擦只作一般介绍。

9. 平行力系中心的概念要讲清楚。重心可在物理和数学课程的基础上讲。对组合物体的重心要做一定数量的习题。

10. 正确地、熟练地进行受力分析并灵活地运用平衡方程求解平衡问题,这既是静力学的重点,也是难点,要在各章中结合具体内容反复练习。

(三) 运 动 学

1. 点的运动和刚体的基本运动的大部分内容可在物理课程的基础上作复习性的讲述,要注意避免不必要的重复。对决定点的运动的基本方法要给予足够的重视并注意它们之间的相互联系。定轴轮系的传动比可用例题加以说明。

2. 点的合成运动是运动学的重点和难点,必须予以充分的重视。讲述时特别应讲清牵连运动的概念和如何选择动点和动坐标系,并进一步加深运动相对性的概念。牵连运动是定轴转动时点的加速度合成定理的证明只讲平面情况,对于一般情况的证明不列为必修内容。

3. 刚体的平面运动以运动的分解和合成为重点。应多举例说明平面图形上各点速度的求法。基点法和瞬心法并重并多做习题。加速度只讲基点法,例题和习题仅限于较简单机构中的加速度分析问题。

(四) 动 力 学

1. 质点动力学的基本概念(如惯性、质量等)和动力学基本定律都可以在物理课的基础上只作复习性的讲述,这里应着重于运动微分方程的建立、初始条件的分析和积分方法。第二类问题可限于直线运动,例题和习题的类型不一定求全。

2. 质点的动力学普遍定理可在物理课程的基础上作简单复习,重点放在质点系动力学普遍定理。对质点系的动量、动量矩和动能等,着重于计算方法。对质点系动力学普遍定理要系统地讲述并举一定数量的例题和做一定数量的习题(包括动力学普遍定理的综合应用题)。相对于质心的动量矩定理,可只讲结论而不给出证明。对势力场理论,要讲清势能的概念并注意其计算。

3. 达朗伯原理可作为牛顿定律的推导结果来讲述,着重于惯性力的计算和动静法的应用。

4. 对碰撞现象要讲清瞬时力的概念,注意恢复系数的意义。

5. 单自由度系统的振动主要讲清各种类型振动的特征和各物理量的物理意义。对振动的应用(包括临界转速、隔振等问题)可通过一些简单的例子加以说明。

6. 虚位移原理是力学中的一个重要原理,应予以足够的重视。在本章中着重于正确地应用虚位移原理求解平衡问题。作出正确的虚位移图为学习的难点,应结合例题详细讲述。

五、本课程的加深加宽内容

在保证大纲中基本内容学好的前提下,对学有余力的函授生可选学下列内容(非必修内容),以加深加宽函授生的知识面。

(一) 质点的相对运动

质点的相对运动微分方程。牵连惯性力和科氏惯性力。相对

平衡和相对静止。古典力学的相对性原理。

(二) 第二类拉格朗日方程

广义坐标形式的虚功表达式。广义力。广义坐标形式的虚位移原理。拉格朗日方程及其应用。

六、本课程与其它课程的关系

大纲中的某些内容,如动力学基本定律、动量、动能、重心和转动惯量等概念,点的直线运动,匀速、匀变速转动等,在物理或其它课程中学过,在讲述本课程时,不要简单重复,而应注意提高和加深。

要求函授生在学习本课程有关部分之前应掌握的数学知识有:解析几何,矢量代数的基本运算;简单函数和复合函数的微分,导数和偏导数;定积分和不定积分;线积分和重积分的概念;一元函数的极值;二阶常系数线性常微分方程的求解等。

要求函授生在学习本课程时已具有一定的有效数字概念,能使用初等数学表和计算尺等计算工具。

理论力学本身也为一系列后继课程首先是材料力学、机械原理的学习提供基础。

七、本课程教学环节的说明

(一) 自 学

函授教学最基本的特点是以自学为主,面授为辅。因此,自学是函授教学的主要环节。为提高函授生的自学效果,必须选好或编写适合于自学的函授教材,编写的教材在理论阐述中,应尽量做到解释清楚,容易理解,文字通顺,便于自学;在例题分析中,应充分注意解题的思路方法,并把容易发生错误的地方着重指出。另

外在教材的每章前面要有提要,主要指出本章的主要内容,起到引导学习的作用;在每章完了之后,要编写小结、自学指导和复习思考题。小结、自学指导应将本章的主要内容进行概括的总结,并在学习方法上给以必要的指导。复习思考题包括两方面的内容:一是复习题,其作用是帮助函授生复习巩固基本内容;二是思考题,其作用是培养函授生灵活应用所学理论和概念的能力。但思考题不要太深太难,数量也不宜过多。

为便于函授生自学,教师应根据教学要求,在每学期开学前订出自学周历(包括各章自学进度、应完成的作业、面授内容和日期、测验作业交批的日期等),供函授生订出自学计划。

函授生在自学中一定要认真阅读大纲中规定的教学内容,弄清每一章主要解决什么问题,讲了哪些理论,这些理论如何用来解决实际问题等等。对定理推导和解题的每一步骤,都要问一问自己这是为什么?每章学习后应自己进行小结,以巩固所学内容。

(二) 平时作业

平时作业是巩固理论、培养运算能力以及督促和推动自学的重要环节,应予加强。平时作业要求按自学周历所规定的日期完成。

习题以基本训练题为主,考虑到学时有限,函授生又必须以足够的时间自学,因此习题总数不宜过多。建议习题总数(包括测验作业题)可控制在200~230题,详细分配情况,见后面所列表格。

(三) 面授

面授是帮助函授生能顺利进行自学的一个教学环节。对于本课程的一些重要章节均应适当地安排面授,以帮助函授生掌握一

阶段学习的重点和难点。每学期面授的内容,在面授前由教师编写出面授提纲印发给函授生,以提高面授的效果。

面授的方式和次数可以根据各校的具体情况进行安排,它可以是讲课的形式,也可以是讨论的形式,但面授的时间应控制在大纲规定的时间内。

(四) 测验作业

按照学习进度表的规定,每到一阶段时进行一次测验作业,其目的在于巩固复习课程内容,并对自学进行阶段性检查。测验作业要求独立完成,作为平时考查的重要依据。测验作业如不合要求,教师在批改后,给予必要的指导退回重做,直到符合要求为止。

(五) 书面答疑

函授生以自学为主,在自学过程中存在的问题可以书面形式提出,请教师进行解答。

(六) 集中复习和考试

每学期考试前安排函授生集中复习,帮助函授生复习、巩固、提高一学期所学的内容。

考试是检查函授生对本门课程的掌握情况和学习质量的重要方式。根据考试的情况也可以帮助教师在今后的教学中进一步提高教学质量。

八、本课程面授内容的建议

面授内容的安排和讲授方法上要符合函授生的学习规律和接受能力,做到从实际出发,由简到繁,由浅入深,循序渐进,加强前后联系和总结。面授的重点内容为: