

高等工业学校

结构力学函授教学大纲

(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

高等工业学校
结构力学函授教学大纲
(草 案)

(土建、水利、道桥等类专业试用)

•
人 民 教 育 出 版 社 出版
新华书店北京发行所发行
北 京 新 华 印 刷 厂 印 装

•
开本 850×1168 1/32 印张 0.5 字数 12,000

1982年2月第1版 1982年4月第1次印刷

印数 00,001—17,500

书号 7012·0531 定价 0.98 元

本函授教学大纲系由教育部委托同济大学、哈尔滨建筑工程学院、华南工学院和重庆建筑工程学院提出初稿,由同济大学负责汇总,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。

(一) 绪 论

结构力学的任务和学习方法。结构的计算简图。结构和荷载的分类。

(二) 平面体系的几何构造分析

几何构造分析的目的。自由度、约束、多余约束的概念。*平面体系的自由度公式。几何不变体系的构造规律。瞬变体系的特征。

(三) 静定平面刚架和多跨静定梁

静定平面刚架内力图的绘制。多跨静定梁的组成。多跨静定梁内力图的绘制。

(四) 三铰拱和三铰刚架

拱的特点。三铰拱的数解法。三铰拱的图解法。合理拱轴的概念。三铰刚架的计算。

(五) 静定桁架

桁架的特点和组成。平面桁架的数解法——结点法、截面法、结点法与截面法的联合应用。平面桁架内力的结点图解法。桁架的类型及其受力特性。拱式桁架的计算(桥)。桁架组合结构的计算。*静定空间桁架的计算(建)。

(六) 静定结构的影响线

移动荷载和影响线的概念。铁路和公路的标准荷载制(桥)。静力法作单跨静定梁的影响线。结点荷载作用下的影响线。梁式桁架的影响线(桥)。三铰拱的影响线(桥)。用机动法作单跨静定梁

的影响线，多跨静定梁的影响线(桥)，影响线的应用——影响量计算，最不利荷载位置的确定，换算荷载(桥)，简支梁的内力包络图与绝对最大弯矩。

(七) 虚功原理和结构位移计算

虚功原理，虚位移原理与单位位移法，虚力原理与单位荷载法，结构位移计算的一般公式，荷载作用下结构的位移计算，图乘法，结构由于温度改变引起的位移计算，结构由于支座位移引起的位移计算，*位移影响线(桥)，*弹性荷载法绘挠度图(桥)，互等定理。

(八) 力 法

超静定结构的概念，超静定次数的确定，力法的基本原理，基本体系与基本未知量，力法的典型方程式，用力法计算超静定刚架，对称性的利用，超静定桁架和组合结构的计算，不等高排架的计算(建、水)，两铰拱的计算，*五弯矩方程(桥)，*交叉梁系的计算(桥)，温度改变及支座位移下超静定结构的计算，超静定结构的位移计算，最后内力图的校核，超静定桁架的影响线(桥)，超静定结构的特性。

(九) 无铰拱(桥、水)

无铰拱的概念，利用弹性中心法计算无铰拱，无铰拱在荷载作用下的计算，无铰拱在温度改变及支座位移下的计算，*总和法，无铰拱的影响线(桥)。

(十) 位 移 法

位移法的基本原理，基本体系与基本未知量，等截面杆件的转角位移方程，用典型方程式方法和结点及截面平衡方程式方法

计算超静定结构，对称性的利用，等高排架的剪力分配法(建、水)，*温度改变及支座位移下超静定结构的内力计算。

(十一) 渐近法和*近似法

力矩分配法的基本原理，用力矩分配法计算连续梁与无侧移刚架，连续梁的影响线，满跨均布荷载的最不利位置及包络图。

*联合用力矩分配法与位移法计算有侧移刚架，迭代法的基本原理(建)，用迭代法计算有侧移的多跨多层刚架(建)，*多跨多层刚架的近似计算——分层计算法、反弯点法(建)。

(十二) 矩阵位移法

矩阵位移法的基本概念，单元局部坐标系与结构整体坐标系，两个坐标系之间的转换矩阵，局部坐标系与整体坐标系的单元刚度矩阵，结构的总刚度矩阵，等效结点荷载，矩阵位移法的计算步骤及示例。

(十三) *结构的动力计算

动力计算的意义，动力荷载的分类，单自由度体系的自由振动，单自由度体系的受迫振动，多自由度体系的自由振动，主振型的正交性，多自由度体系的受迫振动——振型分解法，*结构抗地震计算的概念。

(十四) *结构的稳定计算

稳定计算的意义，确定临界荷载的静力法与能量法，弹性支承直杆的稳定，*圆环及圆拱的稳定(桥、水)，*用位移法确定刚架的临界荷载(建、水)，窄条梁的稳定(桥)，*弹性介质上直杆的稳定(桥)，剪力对临界荷载的影响(建)，缀条式及缀板式组合压杆的稳定(建)。

附：结构力学函授教学大纲说明书

一、课程的作用和任务

结构力学是土建、水利、道桥等类专业的一门重要技术基础课。

课程的作用是：

1. 使函授生具备系统的结构力学知识，为学习有关的专业课程，为毕业后从事结构设计、施工和科研工作打好理论基础。

2. 提高函授生的计算能力，使函授生对小型结构能熟练地进行计算。

3. 培养函授生的分析能力和科学作风。

课程的任务是：

1. 了解杆件结构的组成规律。

2. 掌握静定和超静定结构的内力和位移的计算方法。

3. 了解结构矩阵分析方法，为用电子计算机进行结构分析提供一定的力学基础。

选学了专题的函授生，对相应专题的计算方法应有初步了解。

二、课程的基本要求

在保证基本要求的前提下，教学内容的处理、教学环节的安排、教学时数的分配等方面，都可有较大的灵活性。

根据“少而精”和“因材施教”的原则，大纲中把课程内容分为基本部分和选学部分。基本部分包括静定结构与超静定结构方面〔大纲内容(一)至(十二)〕不带“*”号的内容。基本部分的内容应使大多数函授生能够在正常学习情况下真正学到手。选学部分为

大纲内容(十三)、(十四)两章专题以及大纲中前面带“*”号的内容,不同的学校和专业可根据具体情况加以选用。

函授生学完基本部分和选学部分的内容后,应达到如下的要求:

(一) 一般要求

1. 了解计算简图的意义,对工程中常用的杆件结构能选择恰当的计算简图。
2. 对一般的杆件结构能分析其几何组成,确定其超静定次数。
3. 了解几种典型结构的受力特性。
4. 对杆件结构具有比较熟练的计算能力;对计算结果能进行校核。

(二) 静定结构部分

5. 能熟练地应用隔离体图形及平衡条件,正确地计算静定结构的支座反力和内力。
6. 能应用静力法作一般静定结构的影响线,了解用机动法作影响线的原理。道桥类专业要求达到较熟练的程度。
7. 掌握变形体的虚功原理和求结构位移的虚功方法,能熟练地计算静定结构的位移。

(三) 超静定结构部分

8. 了解力法、位移法和渐近法的基本原理,并能应用这些方法计算超静定结构。对一般超静定结构能选择合适的计算方法。
9. 会计算超静定结构的位移。了解用机动法作连续梁内力影响线的原理,对道桥类专业,还要具有绘制无铰拱和超静定桁架影响线的能力。

10. 了解矩阵位移法的计算原理和步骤。

(四) 专题部分

11. 在有条件的情况下,可根据不同专业的需要,选学专题。基本要求参见“课程内容的重点、难点、深广度”的有关说明。

三、课程内容的重点、难点、深广度 以及面授建议

(一) 绪 论

讲述结构力学的任务和学习方法,使函授生对本门课程的性质有初步了解,对学好本课程的学习方法有所指导。

结构计算简图的选取,是本章重点。要说明“存本去末”的原则。选择典型结构进行剖析。

面授建议:就地参观典型结构后,指导画出计算简图。

(二) 平面体系的几何构造分析

主要内容是平面几何不变体系的基本组成规则,运用两刚片、三刚片的典型规律,对具体结构作分析。要精选例题,说明应用。瞬变体系要举例说明其几何构造特点和受力特点。自由度算式为选学内容。

面授建议:用典型例子,说明如何运用两刚片、三刚片规律分析体系的几何构造。

(三) 静定平面刚架和多跨静定梁

静定刚架的内力计算是超静定刚架的计算基础,由绘制梁的内力图到绘制刚架的内力图,在学习上要经历不小的台阶,因此,要根据函授生存在的问题举例讲解清楚,特别要指导学生做一定

数量的习题，才能切实掌握这一部分内容。

在多跨静定梁中，要说明基本部分与附属部分的概念，并由此说明几何构造分析与静力分析之间的关系。

面授建议：举例说明静定刚架内力的计算方法和内力图的绘制方法。可用习题课方式，在课堂上作足够数量的弯矩图。举例说明可分为基本部分和附属部分的结构计算要点。

(四) 三铰拱和三铰刚架

数解法只讨论竖向荷载作用下的对称拱。要通过与梁的对比说明三铰拱的受力特点。图解法的重点是绘制压力线。合理拱轴是一个重要的概念，要讲清物理意义。对合理拱轴方程的推导，土建类、水利类专业可只讲竖向均布荷载和均匀水压力两种情形；道桥类专业可再介绍填土荷载的情形。

面授建议：阐明三铰拱的受力特点。推导三铰拱的支座反力和内力公式。图解法中着重说明压力线的物理意义。举例说明三铰刚架弯矩图的绘制。

(五) 静定桁架

桁架的计算简图要说明。桁架的组成主要讨论简单桁架和联合桁架，并指出其计算方法。结点法、截面法及其联合应用是本章内容的重点，函授生要能灵活运用。土建类专业要学习桁架内力的结点图解法；要了解几种典型桁架的受力特点。组合结构只需简单讲解，着重讲清受弯杆与二力杆的区分。土建类专业可选学空间桁架。先讲梁式桁架，后讲拱式桁架。

面授建议：精选例子，说明结点法、截面法的联合应用。指出图解法的要点和步骤。举例说明组合结构的计算。

(六) 静定结构的影响线

影响线是移动荷载作用下结构计算的重要工具,道桥类专业比土建、水利类专业要求高一些。影响线的定义要着重讲解,可与内力图对比,以加深理解。静力法作影响线是主要内容,要掌握。机动法只需了解其原理。土建和水利类专业只讲静定梁的影响线,道桥类专业还要讲三铰拱、静定桁架的影响线以及换算荷载的概念。

讲荷载最不利位置时,对于移动荷载,土建类专业可选吊车轮压,水利类专业可选公路标准荷载制,道桥类专业可选铁路或公路标准荷载制。包络图只需讲清定义。简支梁绝对最大弯矩可结合弯矩包络图说明。

面授建议:举例讲清影响线的物理概念和绘制影响线的静力法。讲解荷载最不利位置的确定和绝对最大弯矩的计算。道桥类专业还要说明三铰拱和桁架内力影响线的绘制。

(七) 虚功原理和结构位移计算

虚功原理可由刚体推广到变形体。要指出虚功原理的两种形式和两种用法,虚位移原理与单位位移法求力,虚力原理与单位荷载法求位移。在位移计算中,要强调根据所求位移来选取虚设的单位荷载,并说明位移计算公式中每项的意义和正负号的规定。要通过例题说明梁、刚架、桁架、拱的位移计算方法。讲图乘法时要举例说明图乘法的应用条件。

面授建议:着重阐明刚体虚功原理与变形体虚功原理的区别和联系,要讲清变形体虚功原理的物理概念,它的两种表达形式和用法。简要介绍位移算式的推导,并举例说明位移计算的具体方法和步骤。对图乘法应着重讲图形分解的方法,并结合函授生的作业,指出在图乘法中容易出现的错误,对几个互等定理的物理概

念要讲解清楚。

(八) 力 法

力法是分析超静定结构的基本方法之一。力法的基本原理是这部分内容的重点，要着重说明基本体系的作用和力法典型方程的物理意义。力法的计算步骤主要结合荷载作用的情况来讲解，然后引伸到温度改变和支座位移的情况。在结构形式上应以刚架为主，桁架和组合结构只需指出其计算特点。计算简化只介绍对称性的利用。

超静定结构的位移计算着重说明单位力可以加在基本体系上。内力图的校核包括平衡条件的校核和变形条件的校核。

面授建议：应着重讲解根据结构的已知变形条件建立力法典型方程的物理概念；还应通过力法去阐明计算超静定结构内力的一般原理(综合应用结构的平衡条件、几何条件和物理条件)。结合具体结构介绍力法计算的步骤和方法。对称性的利用，应通过几个典型例题加以说明。

(九) 无铰拱(桥、水)

道桥和水利类专业学习无铰拱，土建类专业不学习无铰拱。

面授建议：阐明弹性中心的物理意义，指出利用弹性中心可以使计算得到简化的结构。讲解在荷载作用、温度改变或支座位移情况下，用力法计算无铰拱的步骤。简要说明无铰拱内力影响线的绘制方法和步骤。

(十) 位 移 法

讲位移法时，首先要使函授生建立以结点位移为基本未知数的概念，可以举简单例题说明。

位移法方程的两种算法应以一种为主，作详细讲解，另一种只

需举例简要说明，但要指出是彼此相通的。

通过位移法与力法的对比，说明处理问题的方法的共同点和各自的特点，指出在什么情况下宜采用什么方法。

面授建议：举例说明位移法的基本概念，讲解位移法基本未知数数目的确定。举足够的例题说明在各种情况下无侧移刚架和有侧移刚架的计算。精选例题说明结构对称性的利用。

(十一) 渐近法和近似法

力矩分配法要讲清计算步骤及其相应的物理意义。力矩分配法主要用来计算连续梁及无侧移刚架。连续梁内力的计算及内力影响线的绘制用力矩分配法讲解。

较为复杂的有侧移刚架立足于用电子计算机计算，必要时可用迭代法或其它手算方法计算。

面授建议，用力矩分配法计算连续梁。连续梁影响线的绘制。扼要介绍连续梁内力包络图的绘制。讲解迭代法的概念。

(十二) 矩阵位移法

要说明在计算工具上采用电子计算机与在计算方法上采用矩阵形式两者之间的关系。

矩阵位移法包括单元分析与整体分析两部分。在单元分析中，要讲述单元刚度矩阵的物理意义和坐标变换的必要性。在整体分析中，主要讲述直接刚度法。要通过手算例题来熟悉矩阵位移法的计算步骤。

面授建议：以刚架为例题，介绍直接刚度法的计算步骤和方法。着重讲清单元刚度矩阵和坐标变换的物理意义、根据程序设计的要求按“对号入座”方法集成总刚度矩阵的物理概念以及边界条件的处理方法。

(十三) *结构动力计算

本章是选学专题。

单自由度体系的受迫振动，一般只讲简谐荷载作用情况。选学抗震结构计算的函授生要增学一般荷载作用时和地面运动时单自由度体系的受迫振动内容。

阻尼影响以粘滞阻尼理论为主，一般可只进行概念说明，给出结论和有关算式，而不加推证。

多自由度体系可通过两自由度体系讲解，受迫振动只讲振型分解法。

结构抗震计算中要介绍用振型分解法分析地震力的方法。

面授建议：讲解有关阻尼的概念。举例说明多自由度体系自振频率和主振型的计算，对主振型的物理概念要说明。证明主振型的正交性。举例说明用振型分解法计算简谐受迫振动。

对于需要学习抗震结构计算的函授生，应另加面授时间，进行必要的面授。

(十四) *结构稳定计算

本章是选学专题，其内容可分为基础部分和加深部分。

基础部分包括用静力法、能量法计算结构稳定的基本原理，可用弹性支座上的压杆为例讲解。

加深部分中，土建类专业可选缀条式及缀板式组合压杆的稳定、刚架的稳定；水利类专业可选拱和刚架的稳定；道桥类专业可选弹性介质中的压杆稳定和拱的稳定。

面授建议：举例说明临界力的概念和计算临界力的静力法与能量法。讲解具有弹性支座的压杆的稳定计算。

此外，根据不同专业要求，再面授有关内容。

四、本课程与其他课程的联系、分工

与结构力学有密切关系的课程是理论力学和材料力学。

理论力学为结构力学提供一般的力学原理，结构力学将这些原理应用于结构计算。在几个具体问题上可分工如下：

1. 关于图解法，理论力学讲力多边形和索多边形；结构力学讲桁架内力的图解法。

2. 关于桁架，理论力学可以简单地讲述桁架的结点法和截面法，主要从应用平衡方程的角度来讲；结构力学则结合桁架的几何组成分析深入讨论结点法、截面法及其联合应用，把桁架作为一种重要的结构型式来讲。

3. 关于虚功原理，理论力学讲刚体体系虚位移原理；结构力学补充变形体虚功原理。

4. 关于振动问题，理论力学讨论质点的振动，限于单自由度和简谐荷载；结构力学讨论弹性体系的振动，推广到多自由度和一般荷载。

材料力学和结构力学都利用简化假设讨论变形体系的强度、刚度和稳定。材料力学主要讲述单个杆件的计算；结构力学讲述杆件体系的计算。在几个具体问题上可分工如下：

1. 关于能量原理，材料力学讲述应变能和余能、势能原理和余能原理、卡氏定理；结构力学讲述变形体系的虚功原理、计算位移的单位荷载法和图乘法、互等定理。

2. 关于超静定问题，材料力学可结合最简单的问题引进超静定问题的概念；结构力学系统地讨论超静定结构的各种解法。

3. 关于稳定问题，材料力学讲述压杆稳定概念和欧拉公式；结构力学补充能量法和结构体系的稳定计算。

结构力学的知识在有关专业课程中得到应用。结构力学只讲述结构计算的原理和方法，在荷载上只作简单的说明，在材料上只

考虑匀质材料，设计规范的应用，实际荷载情况和实际材料性质的讨论，则是专业课程的内容。计算简图的概念和选择计算简图的基本原则，在结构力学中要作初步的讨论，结合细部构造和具体情况确定计算简图的问题，在专业课中要继续加以讨论。

五、本课程教学环节的说明

1. 函授自学

自学是函授教学中一个主要教学环节。为提高函授生自学质量，认真编好函授教材是个关键。其他自学指导书及自学辅助资料也很重要。函授教师要随时关心函授生的自学，及时在自学方法，内容的重点、难点上进行指导。迅速将书面答疑寄给函授生，使自学能顺利进行。

2. 平时作业

平时作业在本课程学习中有重要的作用。通过作业才能使函授生掌握主要的计算原理和计算方法，培养解决实际问题的能力，是督促与推动自学的重要教学环节。平时作业答案要准确，步骤要清晰，养成踏实的科学作风。必须按教学进度及时完成平时作业。习题要精选，保证有一定的数量，但是又不要造成学习负担过重。

为贯彻因材施教的原则，可安排少量的选做题。

3. 面授讲课

面授是帮助函授生自学的一个重要的教学环节。讲课时应精选内容，主要讲解本阶段的重点和难点的内容。对某些内容根据需要，可以采用习题课的方式进行面授。

4. 测验作业

测验作业是检查和了解函授生阶段学习的情况，帮助函授生进行总结的一个教学环节。测验作业题目应包括这一阶段学习的内容，但不要超出其内容的范围。函授生参加测验作业应在完成

平时作业的基础上进行。

5. 考试

考试是检查函授生一学期以来的学习成绩，也是总结和提高他们所学课程的一个重要教学环节。考试前应有一段集中复习的时间，以帮助函授生进行全面复习总结。集中复习时间的长短，可根据学校的具体情况灵活掌握。