

力学与工程教育

徐秉业等 编

北京理工大学出版社



力学与工程教育

徐秉业 等编

北京理工大学出版社

(京)新登字 149 号

内 容 简 介

本书是在中国力学学会教育工作委员会于 1992 年在成都召开的力学与工程教育学术研讨会上交流论文的基础上选编而成的。它由理论力学在培养工程师中的作用,材料力学在培养工程师中的作用,教材、教学改革与其它三部分组成。

论文的作者都是在教学第一线的力学教育工作者,有着丰富的教学实践经验,他们从不同的角度论述了力学与工程教育之间的重要关系。因此,该文集必将在促进力学密切联系工程实际方面起到积极的作用。

本文集可供从事力学教育工作的高校教师参考。

力学与工程教育

徐秉业 等编

*

北京理工大学出版社出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印刷

*

787×1092 毫米 32 开本 5.25 印张 121 千字

1993 年 5 月第一版 1993 年 5 月第一次印刷

ISBN 7-81013-780-8/0.94

印数:1—1200 册 定价:6.00 元

前 言

工程力学是一门技术学科,它是许多工程技术的理论基础,在许多工程领域中起着十分重要的作用。力学与各种工程的结合,不仅解决了大量的工程实际问题,而且也促进了力学的发展。

做好力学教学工作,是培养工程型人才的重要环节。为了培养能适应国民经济建设的人才,应特别重视力学理论联系工程实际,加强培养学生分析问题和解决问题的能力以及开创能力。

为了交流力学在培养工程型人才方面的经验,中国力学学会教育工作委员会于1992年在成都召开了《力学与工程教育》的学术研讨会。会上交流了80余篇学术论文,这本选集便是在宣读论文的基础上编辑成册的,它由“理论力学在培养工程师中的作用”、“材料力学在培养工程师中的作用”、“教材、教学改革与其它”三部分组成,共28篇论文,每一部分均按第一作者姓氏笔划排序。论文的作者都是工作在教学第一线的力学教育工作者。他们从不同角度论述了力学与工程教育之间的重要关系。我们期望这本论文选集能在促进力学密切联系工程实际方面起到积极作用。

《力学与工程教育》论文选集编辑委员会》

一九九三年二月

附：《力学与工程教育》论文选集编辑委员会名单

主任：徐秉业

委员：（按姓氏笔划为序）

丁洁江 王克 安为民

杨挺青 吴望一 赵学仁

秘书：宋军

目 录

一、 理论力学在培养工程师中的作用

1. 在培养现代科技所需的人才中发挥好理论力学课程应有的作用 1
2. 理论力学是学好工程学科的理论基础 7
3. 基石、心灵之石 17
4. 对学生进行工程教育和训练是理论力学课程的重要任务 24
5. 理论力学在高等工科人才培养中的地位与作用 29

二、 材料力学在培养工程师中的作用

1. 浅谈材料力学实验课与工科人才培养 36
2. 从对未来工程师的培养谈材料力学实验的重要作用 41
3. 试论工科材料力学教材体系 46
4. 如何在土建专业材料力学教学中渗透近、现代力学学科的概念和思维方法 51
5. 材料力学在矿山建设中应用情况调查报告 58
6. 材料力学在培养土建技术人才中的地位和作用 62
7. 职大材料力学教学及考试改革试点报告 69
8. 从现代科技发展初探材料力学课程更新 74
9. 在材料力学教学中培养学生正确的科学观和工程观 79
10. 结合专业,抓住“三基”进行采矿工程专业材料力学

教学内容改革·····	84
-------------	----

三、 教学、教材改革及其它

1. 立体结构教学法及其应用·····	88
2. 对比、思考与联想 —— 德国高等教育与工科力学教学一瞥 ···	95
3. 组合变形杆件截面设计教改的初步尝试 ·····	102
4. 从煤炭生产实践中的若干问题谈力学与煤炭 工程教育的关系 ·····	111
5. 点滴力学教改的思考 ·····	116
6. 对理力、材力课程建设中的一些问题的思考和探讨·····	121
7. 突出工科教育特点,培养工程师意识·····	126
8. 浅议基础课教学与智能型工程机务人材的培养 ·····	131
9. 工科力学的教学改革原则和机械中专力学的轮廓设想 ·····	137
10. 力学实验室教改途径的探索 ·····	142
11. 德国的工程力学教育简介和一些看法 ·····	147
12. 浅析一般到特殊的教学方法 ·····	153
13. 工程力学教材建设中的几个问题 ·····	158

一、理论力学在培养工程师中的作用

在培养现代科技所需的人才中 发挥好理论力学课程应有的作用

李 苹 李万琼

(清华大学工程力学系)

在工科各工程类专业的学生的培养过程中,理论力学无疑是一门重要的基础课程。我校高学时类型理论力学的学时数,约占有关专业全部限选课程学时的 $1/6$,即使是中学时类型也占到 $1/8$ 强。当然,这只是就学时安排的一个方面而言,理论力学的重要性,还在于它自身的特点。理论力学课程具有比较强的工程背景,然而,却是阐述机械运动一般规律的一门基础理论课。这些规律在工程技术人员(现时的学生)处理实际工程问题、进行科学研究中,是重要的理论手段,甚至,理论力学课程所遵循的处理问题的思路,也是他们以后工作中应遵循的思路和方法。再者,科学技术的发展,计算机的广泛应用,为适应经济建设所需,工程类各专业的培养计划均有了新的调整,设置了若干新课程,如计算机语言、程序,微机原理及应用,计算机软件技术基础,技术经济概论等,此外还扩展了任选课程的内容。这些重要的变化,不仅其本身体现了培养方向的拓宽,同时,就提高学生的全面素质和适应新技术挑战的能力而言,也对基础课程提出了新的要求。如何力争用新观点来阐述理论力学基本理论?又如何引导应用理论分析、解决问题时,体现科技进展的要求?多年来,我们结合教学实践努力在上述两个方面开展了一定的工作,下面谈一些体会和认

识。

(一)精心组织教学,全力保证理论教学的质量及其主导地位

多年来,理论力学课程的基本目标,是要让学生较好地掌握理论的基本内容,并结合已经抽象为力学模型的例题、习题,学习初步应用理论的方法。然而,科技的发展,要求学生具备更广的适应能力。这种要求反映到理论力学课程上,也大大地扩充了能力的范围。它们大致包括:自学教材和阅读参考书、参考资料的能力,对实际问题进行初步调查的能力,简化工程实际问题为力学模型的能力,区别主要因素与次要因素的能力,计算能力和应用计算机的能力,用书面形式表达处理力学问题的能力,以及分析与综合的能力等。

欲使学生在有限的学时范围内,在学习理论力学过程中,能在上述诸多能力方面跃上一新台阶,必须以课堂教学为主要环节,精心组织教学,充分利用其它各种有效的教学形式和手段,刻意安排好一定的训练。

能力的提高,离不了牢固的理论基础及所掌握理论的广度与深度。因而,在教学过程中,首先要保证理论教学的主导地位,提高课堂教学质量。在这方面,我们注意做到:

(1)提高教学起点(有必要重复物理中已讲过的内容时,尽量安排自学,或作概括性的总结讲解),保证每堂课有适量的信息。

(2)加强理论内容的概括,尽量运用线性代数,矢量分析等数学工具。

(3)明确各堂课在内容与方法上应跨越的台阶,设置好路和桥。

(4)在部分内容的教学中,力求用研究的思路和方法来阐

明理论内容及其在工程中的应用。

(5)引导学生关心和了解工程问题,示范解题时,尽可能引入经济建设中提出的新问题,一般例题要力争交待工程背景等。

这样做的结果是:

(1)提高了课堂效率,在保证三基要求(基本概念、基本理论和基本方法)的前提下,一般可省出20~30%的学时数,这就为扩展理论内容,发挥教师个人所长、介绍某些领域里力学的应用等情况,提供了时间和空间。

(2)为使学生从单一的、已习惯了的“课堂、书本、作业”这种学习路线,过渡到创造性的学习,起了很好的引导作用。

(3)从工程师应具备的素质的角度,初步培养了学生的科学作风和〈实践论〉的观点。

(4)为在理论力学教学中引入计算机教学和开展其它形式的教学活动,作好铺垫,创造了条件等。

尽管在课堂教学中,注意了引导学生用研究的思路和方法进行学习,有时还配合以看参考录相片,有的内容还有教学表演等,但是单凭课堂教学,要学生牢固地掌握理论内容、完成培养学生今日应具备的能力是不可能的。当然,高质量的课堂教学是教学之本,尤其是基础理论课程,这一点尤为突出。然而,就理论力学课程本身的特性看,这不能说已是很完善的教学。为此,环绕课堂教学,我们恰当地安排了多种有效的教学形式,延伸、扩展了课堂,着意从多方面培养和提高学生的能力。

(二)延伸课堂教学,开展不同层次多种形式的教学活动

学生在学习理论力学时,已有了多门理论课程的基础,还学习了机械制图、做过物理实验,部分学生还有金工实习的基

基础,因而,同学们很关心学了理论力学课程有什么用。就理论力学课程来说,一方面它的一些概念、原理和研究方法可直接应用于分析工程中的力学问题。另一方面,从学生的认识规律及后续课反馈的信息表明,课程的基本要求需要不断的巩固和深化。引导学生直接参与对具有理论或实际意义的问题进行分析,是达到上述要求的有效做法。

1. 开设了配合教学基本要求的专题讲座

例如,“相间间隔棒的受力分析”配合静力分析内容;“惯性导航与有害加速度”配合点的复合运动内容;“人造地球卫星的姿态稳定问题”配合刚体定点运动内容等等。这些讲座与课堂讲授紧密结合,深化、巩固了教学基本内容,学生也从了解到了力学在工程中的应用。

2. 利用各种条件,安排学生接触和了解与力学有关的实验教学和开展现场教学

由于学时等客观条件的限制,要在理论力学教学中安排上千名学生做实验,目前还有困难。我们就借用各系的条件,让学生“走马观花”,对力学实验方法和手段有初步感性认识,或是结合小型设备开展现场教学。例如,参观测定汽车重心和转动惯量的实验;参观汽车座椅振动特性实验;参观人体碰撞实验;参观平衡吊,进行模型简化,研究平衡吊的不平衡及补救措施等。这些活动开阔了学生眼界,极大地丰富了课堂讲授内容。

3. 开展小专题研究

这一工作目前还仅在学有余力的学生中开展。但已显出了它在深化课堂讲授内容、培养学生独立获取知识和在分析、研究问题的能力方面所起的作用。

4. 开展计算机分析教学

过去由于计算手段所限,教学内容只限于简单的力学系统和具有解析解的问题。计算机分析教学的引入,将力学规律的应用,力学现象的研究提到一个更丰富更高的层次上。例如,复杂结构系统的静力分析;机构运动过程的研究;考虑地球自转时抛射体着地点的偏差等等。

(三)努力将科研中的力学问题引入教学

一支业务素质好、学术水平高的教师队伍是培养高质量人才的必备条件。我们认为,开展科学研究是提高教师学术水平的重要途径。我们教研组的教师不仅积极参与了这一工作,而且努力将自己科研中的收获、成果引入教学。例如,在“导线舞动”课题研究中,教师们对导线两端的连接方式进行了简化,建立了导线及其支承系统的力学模型,写出了论文“相间间隔的受力分析”,这一成果已引入教学。再如,“从一次重大发电机组事故谈起——旋转机械中的办学问题”讲座,也是从教师科研工作中概括、总结出来的。教师在课堂上讲授自己科研中的力学问题,讲得生动、具体,深入浅出,分析十分透彻,很有吸引力。

凡是参与过课堂教学以外各种教学活动的学生,绝大多数反映很强烈。一方面,他们对教师在繁忙的正常教学活动之外,想方设法开展多种形式的其它教学活动,给予充分的肯定。在谈到自己的收获时,同学们不仅谈了学习能力的增长,知识和才干的增长,还谈到向教师学习了优良的品德、严谨治学的态度和科学作风。有的同学谈到,从初步的实践中,检验了自己多方面的能力,体验到创造性学习的乐趣,因而增强了自信心。个别同学还谈到,自己是在参与这类活动的过程中,变被动学习状态为主动学习的。

的确,学生的某些收获,已超出了我们的预料。应该说,有

些形式的教学活动还有待完善；对于不同学习水平的学生，参与同类活动时，应允许有不同要求。此外，教师的投入很大，使工作的开展也受到限制。但是，我们认为，坚持做下去，必能更好地发挥出理论力学课程应有的作用。

理论力学是学好工程学科的理论基础

邬璧渝

(上海电视大学)

摘 要

理论力学是高等工科院校一般专业的技术基础课,是工科学子接触工程计算问题的第一门课,对土建专业尤为重要。本文根据笔者多年来的教学实践浅谈理论力学对学好工程学科的关系和作用。从而引起教师、学生对理论力学课的充分重视和浓厚兴趣,并大大提高理论力学课的教学效果。

引 言

理论力学从它的内容和力学发展史看,是以 17、18 世纪牛顿三大定律为基础的古典力学,但从学好工科专业后继课程及解决工程力学问题而言,却是一门必不可少极为重要的理论基础课。理论力学的核心内容是静力学及动力学。静力学论述力学的基本概念及基本定理、力系简化理论、物体系统平衡条件及其应用等。动力学全面地给出作用在物体上的力与物体受力作用后运动之间的关系,并应用它们提出解决动力学问题的几种方法:①建立运动微分方程的方法;②应用动力学普遍定理的方法;③动静法。课程最后介绍分析力学的方法——虚位移原理及动力学普遍方程,为更深入地研究力学问题奠定初步基础。下面就个人的教学实践列举理论力学对培养学生分析问题和解决工程实际问题能力的几个方面。

(一)在机械设计中

在机构设计中,轴的受力分析及计算占有重要地位,也是轴的强度设计和刚度验算的重要依据。力系简化是轴的受力分析和计算的第一步。

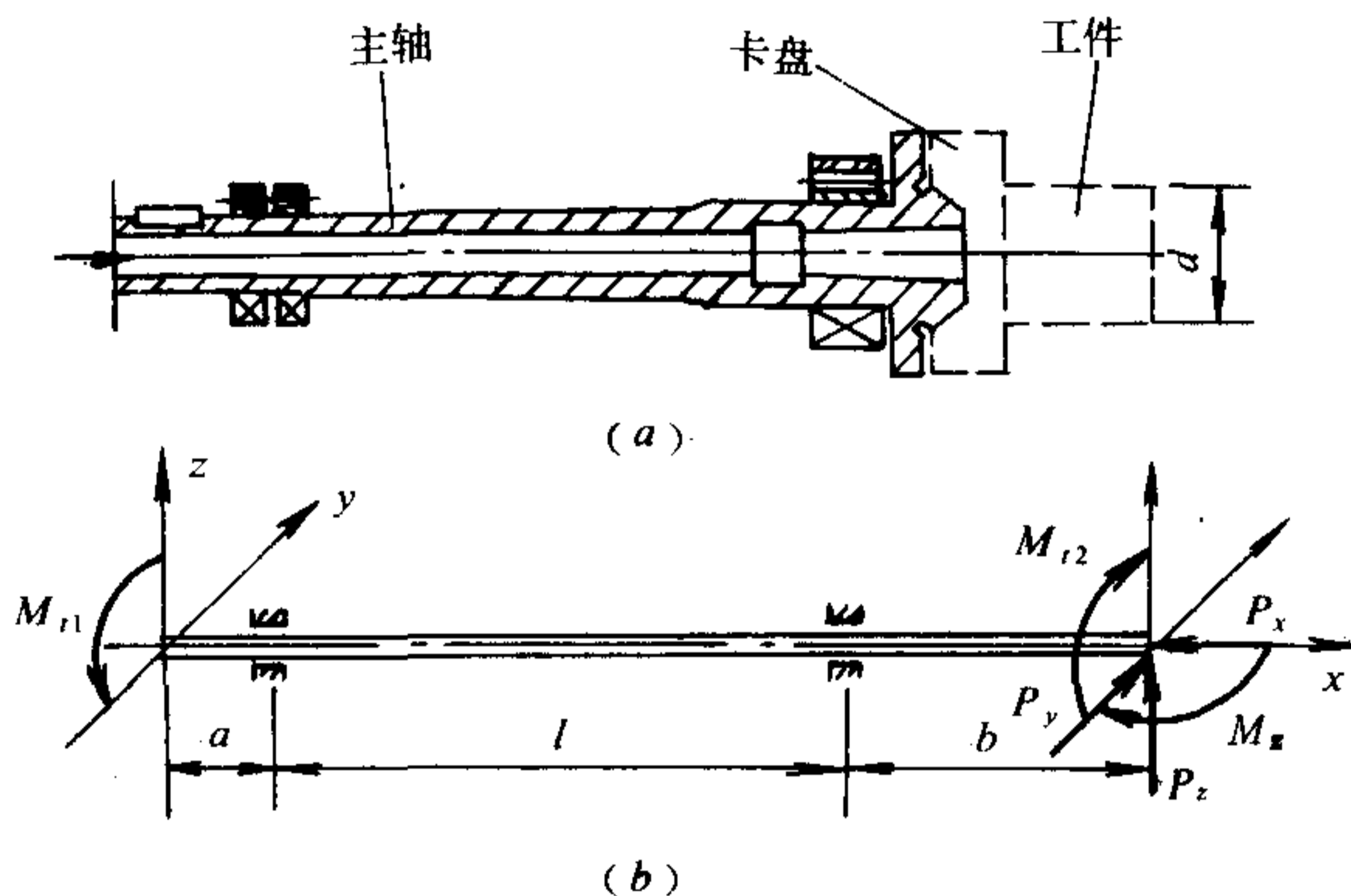


图 1

图 1(a)为某车床主轴结构图。图 1(b)为该主轴的计算简图。左端由卸荷装置传来扭转力偶矩 M_{t1} ,右端轴中心线上作用的切削力三个分量 P_x 、 P_y 、 P_z 及附加力偶矩 M_{t2} 、 M_z 是应用理论力学力的平移定理而得的。若忽略轴向力 P_x 引起的轴向变形,则主轴是以扭转和弯曲为主的组合变形问题。

此外,机构运动中有许多不涉及力的运动学问题,如简单曲柄滑块机构、快速回转机构、行星轮系等的运动分析及计算,应用理论力学中运动学知识即能得到解决。

(二)在工程结构中

在工程机构中,常需对各类杆件结构体系进行内力分析及位移计算,都要频繁地用到理论力学中的静力分析方法

——取隔离体、绘隔离体受力图、建立平衡方程求解未知量。

结构力学课是工业与民用建筑专业的主干课程,是对杆件体系(连续梁、三铰拱、刚架、桁架等)进行内力分析和计算的一门专业基础课。例如,求图 2 所示组合刚架的内力图。对于这样复杂的组合刚架,为求内力必须先求支座反力。而如何合适地选取隔离体建立静力平衡条件是正确迅速求解支座反力的关键。

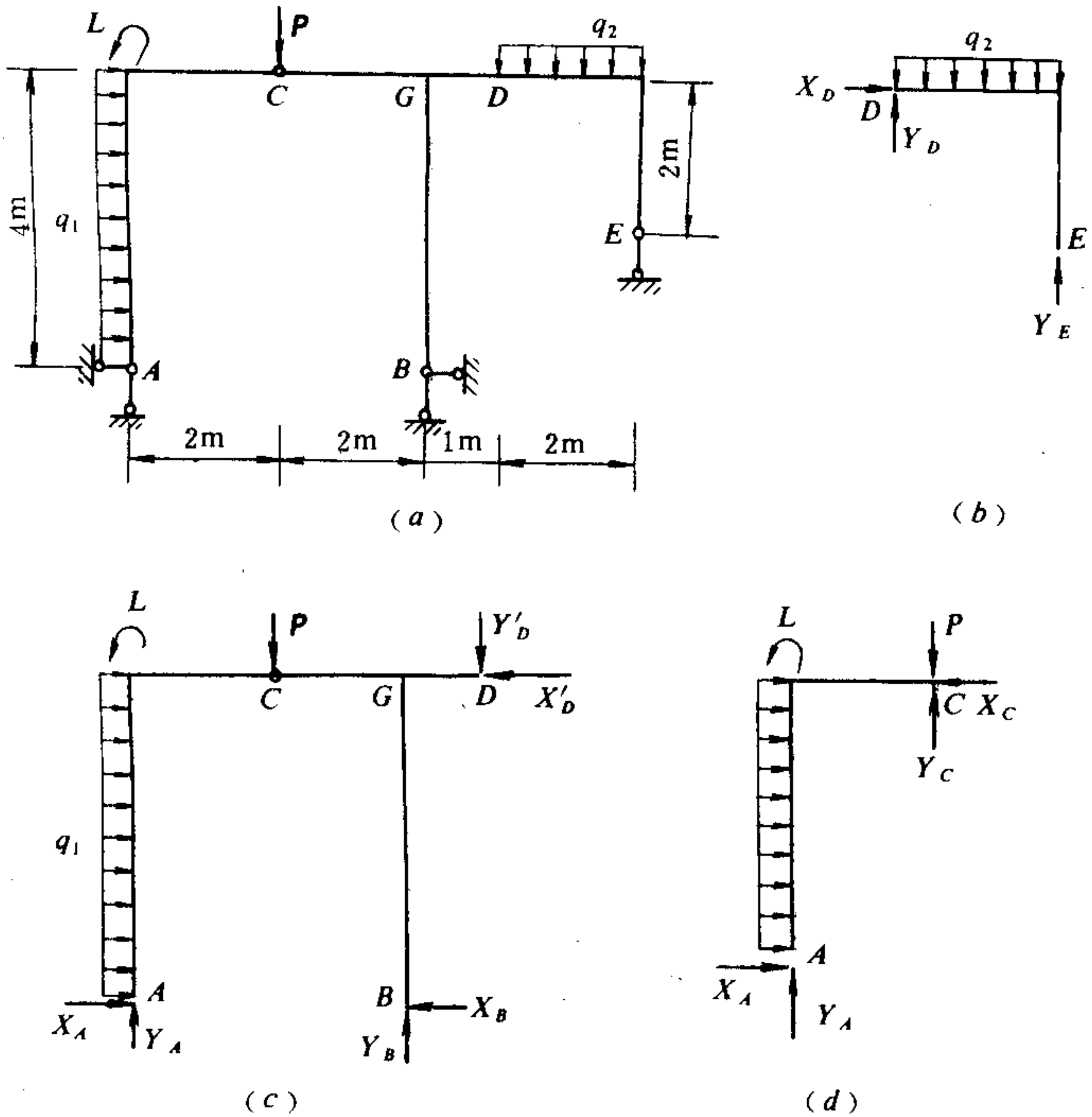


图 2

方法是求解超静定结构内力的方法之一。它是以静定结构为基本体系综合应用静力平衡条件和变形条件求得内力的。

如图 3 所示超静定桁架各杆内力的求法：

(1) 撤去多余约束取静定的基本体系,如图 3 所示。

(2) 应用求静定桁架各杆内力的结点法,求出单位荷载作用下各杆内力 \overline{N}_1 及 \overline{N}_2 ,如图 3(c)及图 3(d)所示;求荷载 $P=30\text{kN}$ 作用下各杆内力 N_p ,如图 3(e)所示。

(3) 由变形条件列出力法方程：

$$\delta_{11}X_1 + \delta_{12}X_2 + \Delta_{1P} = 0$$

$$\delta_{21}X_1 + \delta_{22}X_2 + \Delta_{2P} = 0$$

(4) 求系数 δ_{11} 、 δ_{12} 、 δ_{22} 、 δ_{21} 及自由项 Δ_{1P} 、 Δ_{2P} 。

(5) 各系数代入力法方程,联立求出 X_1 、 X_2 。

(6) 由 $N = \overline{N}_1 X_1 + \overline{N}_2 X_2 + N_p$ 求出超静定桁架各杆内力,如图 3(f)所示。

(三)虚功方程的应用

应用理论力学中虚功方程,对各类杆件结构进行位移计算,从而更完整地阐明虚功原理在解决工程问题中的广泛应用。

虚功原理	{	虚位移原理	{	虚设位移	}	求真实力系
			{	真实平衡力系		
	{	虚力原理	{	虚设力系	}	求真实位移
			{	真实位移		

(四)分析结构在动荷作用下的动力反应

分析结构在动荷载作用下的动力反应可以达朗伯原理为理论依据,用动静法建立振动微分方程,再应用冲量定理求得