

而在平面几何学中, 可以用纯粹的数学方法证明如下结论: 只要三角形 $P_1P_2P_3$ 任一内角均不大于 120° , 则其内部必存在一点 P , 当 P 点满足条件

$\angle P_1PP_2 = \angle P_2PP_3 = \angle P_3PP_1 = 120^\circ$ 时, $PP_1 + PP_2 + PP_3$ 最小. (注意点 P 并非三角形 $P_1P_2P_3$ 的重心!)

这正好与用平面几何方法证明的数学结论相符. 这是前述空间汇交平衡力系的几何定理式 (1)~式 (2) 的一个应用特例, 也是滑轮组模拟方法合理性的一个纯几何的强有力的佐证.

3 结论与应用前景

处于静平衡状态的空间汇交力系满足一个几何极值定理: 以各力大小为加权因子, 到诸力线上任意给定点的加权路程之和取极值的点就是使该汇交力系达到静平衡的汇交平衡点. 其逆问题的滑轮组模拟解决方案表明, 空间汇交力系的稳定静平衡一般对应于加权路程之和极小的情形. 这一几何性质不仅适用于诸力处于共面分布情形, 而且应用于诸力处于三维空间分布的情形, 因而在科学技术研究方面有着广泛的应用. 在工程技术应用方面, 空间汇交力系的稳定静平衡不仅适用于解决建筑经济学中涉及城市初步规划的厂址选择问题^[7], 如发电站位置, 煤气供应总站及地下供水系统的优化设计等类似问题; 还可应用于解决运输科学中的库房—汽车路线问题^[7], 如交通干道三岔点的最优选择. 总而言之, 空间汇交力系的稳定静平衡可用于绝大部分涉及加

权路程总和极小值的场库选址与运输线路设计问题, 这对于提高交通运输效益十分有益.

在科学研究方面, 空间汇交力系的静平衡方法还可应用于研究类似的某些几何问题, 如平面或球面上的几何极值问题, 并可用于讨论研究引力场的空间性质. 更为有趣的是, 该方法还可应用于化学分子结构的研究——化学键的力学强度与化学键之间的空间位形的约束关系. 这是因为化学键的力学强度决定于原子之间的相互作用势能沿键长方向的空间梯度 (即方向导数), 而静平衡空间汇交力系的前述几何性质将给出分子中化学键的能量与其方向之间所应满足的一个约束关系. 这就是空间汇交力系的静平衡方法的应用前景.

参 考 文 献

- 1 朱照宣, 周起钊. 理论力学. 北京: 北京大学出版社, 1982
- 2 同济大学理论力学教研室. 理论力学 (下). 上海: 同济大学出版社, 1990
- 3 虞国寅, 周国全. 电动力学. 武汉: 武汉大学出版社, 2008
- 4 Cheng David K. Field and Wave, Electromagnetics. New York: Addison-Wesley Publishing Company Inc, 1983
- 5 Elen LWF, Myers R. Mechanics. London: Cleaver-Hume Press Ltd, 1990
- 6 梁昆森. 力学. 北京: 人民教育出版社, 1978
- 7 Collinson CD. Introductory Mechanics. London: Edward Arnold Ltd, 1980

(责任编辑: 胡 漫)

结合理论力学谈高校青年教师教案的撰写¹⁾

刘 伟²⁾ 朱西平 刘洪兵 任兴民 高行山

(西北工业大学力学与土木建筑学院, 西安 710129)

摘要 教案是教师不断思考如何将书本知识通过课堂教学转化为学生能力的载体, 对青年教师上好第一门课有着重要的作用. 以理论力学为例, 从专业、教材、语言、内容、科研、次序、时间、板书和修改等多个方面, 归纳出教案准备工作和撰写过程的注意事项和授课技巧. 为高校青年教师的教案准备、课程体系改革和创新型教学模式提供了参考.

关键词 青年教师, 教案, 改革, 理论力学

中图分类号: O31 **文献标识码:** A

DOI: 10.6052/1000-0879-12-350

青年教师是高校教学和科研战略可持续性发展的重要力

量^[1]. 教学和科研是高校教师的两条腿, 只有协调发展才能更好将优势科研资源转化到教学中^[2]. 然而, 由于科研和教学的对象不同, 青年教师在讲台上与学生面对面的沟通能力相对薄弱, 很多青年教师上课有照本宣科、结巴卡壳、拓展不深、互动不够等现象. 教案对于青年教师第一次上台来说是起点和基础, 因此, 改善青年教师课堂教学状况的一个重要方法就是撰写一本属于自己的授课教案.

通过座谈和调查, 我们发现不少青年教师对教案有错误的认识: 认为教案就是 PPT 的打印版, 教材内容的摘抄, 或者从网上下载现成的教案等. 本文结合理论力学的教学经验, 谈谈撰写授课教案的准备工作和注意事项, 供广大高校

2012-09-19 收到第 1 稿, 2012-11-25 收到修改稿.

1) 国家自然科学基金 (NCYL0003) 和西北工业大学基础研究基金 (JC20100212) 资助项目.

2) 刘伟, 男, 博士, 副教授, 研究领域为结构的动强度可靠性与优化设计. E-mail: liuweipu@163.com

青年教师参考。

1 教案的前期准备工作

1.1 了解课程的设置目的和培养目的

这个看似是一个很大很虚的帽子,却是国家对专业人才培养的顶层导向,青年教师容易忽视。大学很多课程是从高中物理中一些章节被提取出来,作为一门专门的课程(甚至是学科)来深入学习,例如:力学、光学、电磁学等等。与社会分工一样,随着研究的深入和细化,学科分工也越来越细,涌现出很多基础性问题,这些学科的出现和发展都是应当时的工程实践需求而产生和发展的。因此,教师首先需要了解大学课程更注重面向工程实际。

《理论力学》与高中所学力学的一个重要不同:以工程中更常见的刚体为对象,研究刚体模型的静、动力学问题分析和计算方法,旨在培养学生的力学基础修养。因此,在教案中应时刻注意突出理论力学的“基础性”、“方法性”,训练学生使用理论工具解决工程问题的能力。

1.2 考虑授课对象专业的就业和科研方向

作为技术基础课,面向的专业具有多样性。专业在很大程度上决定了学生未来的就业和科研方向。因此,课程教案应“以学生为本”,即教师在准备教案之前,需要了解授课对象的专业就业和科研领域。不同专业的学生学习同一门课程的侧重、举例等应有所不同,做到“有的放矢”,否则学生会感到太泛太偏。

拿理论力学来说,控制类专业可多举例运动、振动、动平衡等控制问题的力学建模方法;材料类专业应侧重讲清任意力系受力分析、力线平移定理引起的弯矩和剪力、动反力引起的疲劳等;土建专业可结合桥梁、桁架等结构算例。让学生体会到理论力学能够解决自己专业领域的一些问题,激发学生的学习热情。

1.3 了解先修课程和后续服务课程

培养学科领军型人才,在数学及力学基本理论方面的训练是必不可少的。所以,在突出应用性的同时,需要强调基础理论的特点,如定理引入和以此为基础开展的数学推理与计算等^[3]。大学课程在更专业的理论高度,以高等数学为工具,去重构原有初等的知识体系。理论力学中的计算分析用到了矢量运算、投影、微积分、矩阵运算、常微分方程、变分等数学知识,求解复杂的方程或轨迹甚至要扩展到一些数值算法和编程方法,此时还需要了解 Matlab, C 语言等。教学过程中适时提醒这些先修的数学手段,让学生切身感受到数学、力学密不可分。同时,理论力学是很多后续课程(例如材料力学、流体力学、机械原理、振动等)的基础,因此教案内容的选择,算例的安排都需要为这些后续课程做好铺垫。

1.4 教案基本素材的准备

大纲和教材是两个最基本的教学素材。首先,应根据课程大纲准备教案。“大纲”为基本纲要,规定了教师的授课内容和内容的讲解程度。教师在教学计划上、讲解深度上、课时

分配上均要注意按照大纲的要求进行分配。对于理论力学这类全校工科公共基础课来说,大纲更是保证不同教师授课统一性的依据。有些青年教师没有注意到这个问题,喜欢在自己熟悉的领域花很长时间深入讲解,而一些本该充分论述的重要方法被弱化;甚至部分内容覆盖不全面,造成学生学习后续课程的障碍。

另外,不能够只拿一本教材作为教案的参考。因为教材受到编者经历、视角和环境等因素的影响,因人而异。同一个原理,不同作者的讲述方法、逻辑和推导也不尽相同,需要结合自己的理解、学校的大环境、专业特色以及学生的接受程度来定。同时,对学生也是一样。应告诫学生,不可盲目为应试只啃一本教科书,应选择参考不同出版社和作者、反映现代科学发展内容、理论性和直观性俱备的教材^[3-4],多看多想,博采众长。选择不同教材中适合自己理解的论述、图示、推导和算例,从而更易让学生吃透基本原理和分析方法。

2 教案的注意事项

2.1 教案语言严谨而生动

青年教师一般很注意科研论文写作用语的严谨性,但是,授课过程是“讲”出来的语言,而非“写”出来的书面语言。因此,在教案中需要兼顾授课语言表述的严谨性和口语化。

教师授课最忌讲课内容表述不准确。理论力学涉及经典力学和分析力学,经过长期的发展形成自身严谨的理论体系。如果对定理的内容、条件、适用范围和概念讨论等方面的理解不深,常常造成表述的不严谨。不准确的表述会造成学生对理论理解的错误或偏差。更为严重的是,这种不准确表述如果初期得不到纠正,会逐渐成为“习惯”,教师自己却很难发觉。因此,青年教师在初期教学过程中,需要细致总结体会,在教案中总结出常见错误,并核实清楚。

课堂教学必须将书面语言口语化。很多青年教师在课堂上“照本宣科”:大篇幅引用教材上理论性、概念性强的书面语言,并认为是严谨和有学识的体现,殊不知鲜活易懂的语言是课堂效果的生命。教师本身如果没有自己的理解和语言,那么学生更不可能有自己的理解。教案是从教材到课堂教学的转化的重要工具,应将书面化的文字结合自己的理解,把自身的感受、经历、生活积累记录到教案中,并融入到教学内容中,则有利于把教学内容讲活、讲透。因此,教案中可将书面语言提点为交谈式、讨论式、解释性甚至是聊天式的语言,并逐渐形成自己的讲课语言风格。

2.2 绪论务必精彩生动

很多青年教师对绪论的重视不够。有的用宣讲课堂纪律和作业考试要求代替,有的轻描淡写地带过,有的甚至跳过直奔主题讲内容,这些都是非常错误的。因为绪论是学生和老师交流的第一堂课,学生通过第一次课了解学什么、为什么学、怎样学,同时观察教师的讲课风格和教学水平。应该说第一次课直接影响到学生对课程的兴趣和对老师的第一印

象. 可见, 绪论的作用举足轻重, 教师应该花很大的精力来准备第一堂课, 旁征博引地准备素材, 通过讲故事的方式, 力求生动精彩地贯穿课程的作用、内容、方法、意义等.

例如理论力学绪论可以先从高中所学的牛顿三定律引出, 使学生有一个共鸣. 通过案例 (从弓箭杠杆、到建筑船舶、到机器大工业、到现代机械和飞行器的进化), 指出力学这一古老学科对人类科技进步和思维方式的重要推进作用. 从宏观上让学生看到漫长的力学发展历程, 结合着讲各个历史时期出现的重要事件和力学人物 (亚里士多德、阿基米德、伽利略、牛顿、欧拉、拉格朗日等) 和他们的轶事, 与学生分享科学家们“从对自然和试验现象的思考中发现力学真理”的乐趣^[5], 感受力学家们的励志、勤勉和智慧. 然后介绍当前发生的与力学相关一些重大科技事件 (如载人航天工程、大飞机工程等等) 中涉及的关键力学问题. 让学生们感受到力学发展到今天, 不管是理论上还是方法上都仍然不断在深化和拓展中. 最后将论述回到理论力学课程上来, 结合实例指出理论力学在将工程问题简化为力学模型、进行受力分析进而采用合适的理论来发现规律和指导设计的重要应用. 让学生了解到力学发展过程中形成的“分析—实验—讨论”经典三步骤对现代科学研究的指导性作用. 在介绍各部分内容和作用的同时, 可以遗留一些生活中的力学小问题给同学们课后思考: 例如单手攻丝时为什么会折断丝杆? 直线运动的车刀为什么能在工件上车出螺纹线? 烟囱倒塌的断点为何偏下部 1/3 处? 运动员转体时为什么要紧缩身躯? 这样学生会听得饶有兴趣, 让学生切实感受到这门课不但有趣而且实用.

2.3 教案对教学内容应有所取舍

忌堆砌教材内容, 把握课程的重点和难点. 重点和难点经常是支撑一门学科的框架关节处的知识点, 是所有学过该课程都应该掌握或知晓的内容. 很多青年教师对教材上的所有内容按顺序不分轻重地讲完, 造成学生对整个课程的脉络模糊, 知识点杂乱. 应首先研究教材的目录和课程内容, 理顺所有知识点及其关联; 再根据教学大纲、专业的要求确定上述知识点中的重点和难点, 有侧重地安排讲授时间.

应注意重点和难点的侧重是不一样的, 重点要求学生能够掌握和熟练应用, 例如任意力系的平衡、刚体平面运动分解、动能定理等; 而难点则是在理解上、推导上或者计算上等相对复杂的内容, 如主矢主矩的讨论、自然轴系、科氏加速度、纯滚动、平动坐标系、虚位移, 广义力等. 另外, 还应注意难点可能不是重点, 非大纲的内容应有所取舍, 忌不分主次轻重地全部铺开讲或简略讲. 因此, 在教案中需要推敲重点难点的理论证明和讲解方法, 尽量采用图示、比拟或动画的形式, 简单明了地帮助学生理解, 往往能够事半功倍.

在例题的讲解上应具有选择性、针对性. 教材上的例题不要全讲, 因为教材一般要考虑专业的全面性, 例题覆盖较广、题量较大, 如果全部讲解容易走马观花, 学生学习起来吃力, 在题海中迷失方向. 因此, 教师在组织教案时, 按照“精

讲”、“精讲”的原则选择例题 (最好不是教材中的例题). “精讲”即通过少量例题点出知识点的运用方法; “精讲”即更加注重对例题的拓展和讨论, 这是探索普遍规律的过程, 是培养学生缜密思维和科学素质的重要部分. 尽量通过例题展示从认识、分析、建模、计算、讨论到解决问题的完整执行思路. 可采用研讨式的授课方式, 着重论述理论力学应用到实际问题中所包含的思维和方法. 而教材上的例题则针对疑点做提示性点拨即可.

2.4 非教学内容的处理

科研成果的处理需谨慎. 很多青年教师科研经历丰富, 喜欢有意无意地在课堂上抛出自己的研究内容, 这是非常好的创新之举, 但要注意“有度”. 首先应该注意所讲的科研成果应该至少与教学内容的某一知识点相关, 是教学内容的延伸和深化, 否则会变得漫无目标, 偏离课程主题. 再者要考虑本科生的知识水平和接受能力, 不宜太细、太难、太深, 否则会犹如听“天书”, 不知所云, 反而使学生产生科研畏难情绪. 因此科研内容只能在某一个知识点上起点睛的作用, 忌全盘铺开大篇幅地深入讲, 应点到为止, 激发起学生的科研兴趣即可.

对于可能涉及到的非教学内容应有足够的扩充准备. 青年教师写备课教案时, 应注意授课内容中隐含的其他知识. 这些知识可能是非大纲非重点内容, 还可能涉及到数学、物理、控制、计算机等其他学科. 此时, 青年教师需要及时学习“充电”, 在教案中应对这些隐含的内容做一定的扩充, 这个扩充内容在课堂上不讲, 是为可能在某方面感兴趣的学生答疑准备的, 以防被“问倒”或敷衍, 影响授课情绪和信心, 造成学生对老师的学识的质疑. 显然, 教师拿本科知识去给本科生上课是不够的, 在教案中考虑的涉及或延伸内容要远远比讲解的多. 例如讲静力学静定问题时需要了解材料力学对静不定结构是如何求解; 讲惯性系问题时需要了解非惯性系情形; 动力学方程中出现非线性项如何求解; 动点的动量矩原理; 陀螺力学的基本原理和应用; 变分的意义与运算; 转子动平衡的工程常用检测和控制手段等.

2.5 讲解次序和板书的安排

首先需要思考全部授课内容之间的关联性和逻辑性. 课程的各部分内容不是孤立存在的, 他们之间有内在的联系并且成为一个有机整体. 因此, 教案撰写过程中应标出授课内容的前后联系, 适时引出和铺垫; 例如公式的推导可能用到前面讲过的知识, 在教案中要及时地提示讲解, 以帮助学生回忆和理解.

其次需要安排各部分内容讲解次序, 人们认识事物的规律一般是从简单到复杂, 从特殊到一般, 从平面到空间, 但有时也可以从一般推广到特殊, 没有定论. 因此教案内容的次序安排上应结合自己的理解和考虑让学生接受的角度. 例如, 理论力学中静力学部分讲解可以按照先平面后空间的顺序, 其优点是易于学生接受, 但是可能会造成课时偏长、记忆

点过多、矢量标量理解混乱等问题;也可以尝试直接用矢量和矩阵运算讲空间力学,这时需要注意做好数学上(矢量、矩阵运算)的铺垫和空间概念的建立,以帮助学生理解。

再次,在教案中应标出板书的内容以提示学生记忆。一方面,学生获取知识的渠道更加广阔和自由,很多知识和信息不需储备只需检索(通过网上搜索、图书馆查阅)就可以获得;另一方面,由于电子课件的使用,大部分信息直接显示在PPT投影上,信息量大,切换快,学生不知记录什么,也来不及记录什么。因此,教案中应将需要板书的内容进行标注,并写在黑板上提示学生记忆,但注意不宜过多过杂。

在分析一个具体的科学问题、工程问题或者例题时,按照问题的提出、简化、建模、分析、求解、讨论和应用的分析次序,时刻突出经典力学所体现出的原理性、条理性和层次性等技术层面的方法论,教师也可在教案中设置一些提问和互动环节,保证一定的课堂习题时间使学生得到启发和训练。

2.6 教案应合理安排时间

在每次课的时间安排上,为每次课多准备5分钟的扩展内容。教师可能都有这样的经历:当天计划提前讲完了,但是还差几分钟才下课,如果直接讲下一节内容显得课堂内容组织零乱,还打乱了内容的连贯性和独立性。因此,在备课教案中除当次的授课计划外,应再多准备约5分钟的扩展内容,该内容可以是当天授课内容的深入讨论或延伸,可以是一个与授课内容某一点有关联的科技事件,也可以是一个算例,甚至是一个趣味题,总之有时间就讲,没有时间就不讲,并且下节课也不讲。

在课程的总体时间安排上,为可能的放假安排一定的机动时间。即不要将所有教学内容在每节课安排得满满紧紧的,如果因活动、事假等原因无法上课,会造成授课内容积压、进度滞后而影响下节课的授课安排,使后续的补课和课堂教学中,讲得过多、过快,教学效果不如预期。因此在教案内容的讲解时间安排上要灵活多变,保证重点难点的授课时间,做到不缓不急,留有余地。

2.7 教案的修改与完善

教案完成后,需要自己从头至尾通“读”一遍,而不仅仅是“看”或“默读”一遍,因为授课时是要将这些内容“讲”出来。如果自己读得都不顺畅,那么讲课时肯定会磕绊,应及时地修改。特别注意容易出错的、不易理解的、难于讲清的地方,应多读几遍直至通顺为止。

教案预留备注栏及时进行二次修改非常重要。当堂授课后,应对课堂反映出的问题:如磕绊、错误、学生的疑问、新

的想法、好的讲解方法、提示板书、对应的科研或工程问题延伸等,甚至是联想到的教学内容相关的轶事或笑话,均可在教案中进行及时标注和记录,避免在下次上课时遗忘或出现相同的问题。因此,教案撰写过程中最好在页面的最右侧预留备注栏,留作日后的修改、添加、标注等二次修改之用。

一般来说,青年教师第1遍上课是熟悉内容;第2遍上课理清课程的框架和脉络;第3遍上课已经能够掌握重点难点和学时分配;第4遍上课需要注意授课技巧和与学生互动。仅做“二次修改”显然是不够的,教案需要不断地总结、修改和更新,才能逐步建立起自己独特的讲课风格和对教学内容的独特理解,做到心中有书、眼中有人。如何导课,如何开讲,如何激发学生的兴趣,在什么地方设置提问,如何讨论等,都需要经过精心的设计和构思。不断将平时所见、所思、所想等及时标注在教案之中,那么,经过多遍讲课和修改后形成的教案就是一本属于自己的“经典教案”。

3 小结

手写教案有“百益”:减少失误或遗漏;增加授课信心;提高课堂教学效果;减少每次备课时间;在电子课件故障时仍然能够推进教学内容;方便板书和学生答疑;便于创新内容和创新想法的添加;逐步积累还能够为日后编写教材提供帮助。形成一本“经典”教案,能逐步提高教师把握教材、了解学生、设计教学的能力,促进教师的职业成长。

教案已不仅是传统意义上的“传道、授业”作用,真正的教案编写,是教师日常对生活的所思、所读、所感的全部集合,是自己独特的个性的备课的结果,点滴地引导学生“做人做事”。是为培养优质创新人才服务的。一本经典教案是教师几年的经验总结和劳动结晶,是教师高尚师德的表现,从教案中受益的将不仅仅是教师本人。

参考文献

- 1 中央政府门户网站. 国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010~2020年). http://www.gov.cn/jrzq/2010-07/29/content_1667143.htm.
- 2 李清泉. 强化高校科技优势转化,提升高素质人才培养质量. 中国高教研究, 2011, (12): 16-18
- 3 周又和. 关于《理论力学》教材的若干思考. 力学与实践, 2009, 31(1): 74-76
- 4 高普云. 对理论力学精品课程建设的思考. 高等教育研究学报, 2010, 33(3): 64-65
- 5 武际可. 力学史与方法论研究应当肩负的重任. 力学与实践, 2011, 33(5): 86-88

(责任编辑:胡漫)