**《压杆稳定（节选）》教学设计**

**授课题目：压杆稳定（节选）**

**授课时数：1学时**

**授课类型：**理论课

**教 材：袁海庆**主编，《材料力学》，武汉理工大学出版社，2014年3月.

**授课对象：土木工程**专业本科生

1. **教学思想**

《材料力学》课程是由基础课过渡到专业课的一门技术基础课。通过本课程的学习，为工程设计及后续课程建立必要的基础，培养学生使其对构件的强度、刚度和稳定性具有明确的基本概念、必要的基础知识、比较熟练的计算能力和初步的实验分析能力。其理论对于学生走向工作岗位进行工程实践有着举足轻重的作用。教学方法上以学生为主体的研讨式、探究性学习为主，讲授式教学为辅。对材料力学应用结合工程实际案例进行教学，紧密联系工程实际。遵循在教材分析、学情分析基础上确定每节课的教学目标，分析教材的重难点，进而确定教学方法与教学过程，最后进行教学反思。

**二、教材分析**

本次课的内容选自袁海庆主编，《材料力学》教材中第十一章第2小节，“压杆稳定”。作为工程构件必备的三大属性(强度、刚度、稳定性)之一，构件的稳定性设计是进行结构设计的重要内容之一，对于工程结构长期安全稳定，实现工程结构设计使用寿命有着非常至关重要的作用。首先，教材在前面的学习中已经详细的讨论了截面法求解压杆内力的具体应用、建立了强度计算的基本概念、压杆弯曲之后的内力及其简化计算方法、弯曲之后的应力计算方法、弹性范围内的弯曲杆件位移计算。然而，在实际结构中的轴向受压杆，其承载能力可能远远小于其按压杆强度条件计算得到的容许荷载值，这就是因为受压杆件在荷载达到容许值之前就由于被压弯而失去了继续承载的能力。压杆丧失稳定是造成结构物破坏倒塌的重要原因，对压杆稳定性的研究是材料力学的重要任务之一。教材虽然在各章节分述了各种受力情况产生的原因，却忽视了对各种因素的综合作用，学生在看书过程中知识梳理较为凌乱，不能形成宏观的感性认识。因此在讲授时应注重各种受力形式转变过程的讲解，即一个受压杆件如何转变成一个受弯的梁：在杆件的初弯曲作用下，或者是存在横向的水平干扰力等。通过归纳总结启迪学生透过现象看本质的能力和创新思维。为后续提出压杆临界荷载的计算奠定基础。教材在最后为了加强理论与实践的结合，提出了“提高压杆稳定性的措施”：选择合理的截面形状、改变压杆的约束条件、合理选择材料。这些措施都是学生 最感兴趣也是与工程应用结合最为紧密的，应启迪和鼓励学生运用所学知识**创新性**的提出对于工程实际中各种受压杆件稳定性设计的分析理解。

**三、学情分析**

通过前面各章的学习，学生已经基本掌握了工程构件普遍的属性：强度和刚度要求。本章节内容是对前面强度刚度计算的综合应用。由于本章知识与前面所学内容跨度较远，学生有可能对前面的预备知识忘记较多，所以需要通过课前预习熟悉受压杆件强度的计算和受弯杆件位移的计算方法。

《材料力学》课程计算型的知识内容较多，在教学过程中要以学生为中心，多用实际生活的案例进行教学，给学生形成感性认识，克服学生对于枯燥的力学计算的抵触情绪。比如给学生看一些实际生活周围受压杆件的图片、观看“银枪刺喉”的表演视频、由于忽略压杆稳定造成的重大事故等让学生体会到力学就在生活周围，明白力学课程的重要性。此外，本门课程实践性较强，是一门由实验总结出来的经验科学，在教学过程中必须结合实验，通过讲述压杆稳定实验让学生掌握对压杆稳定的临界荷载值的科学检测方法。这些使知识讲解过程变得不再枯燥，加深学生对课程内容的理解和对知识的掌握，提高课程学习效果。

**四、教学目标**

根据教学大纲的规定，按照应用型人才培养的教育要求，结合学生的实际情况，确定本次课的教学目标如下：

**知识目标**：

（1）熟悉压杆稳定的概念；

（2）掌握两端铰支细长压杆临界力的欧拉公式。

**能力目标**：

（1）通过受压杆件到受弯构件的转变过程培养学生透过现象看本质的能力、以及对各类受力形式进行系统归纳总结的能力。

（2）通过本章理论知识的讲授，需要培养学生理论联系实际的能力，能够对周围生活环境中的构件稳定性设计进行分析思考。

**创新创业能力目标**：

（1）培养学生自信、勤奋、善于思考、严谨治学的学习态度和精神；

（2）让学生在压杆临界荷载计算的基础之上，启迪学生思维，以教、学、做的方式激发学生学习兴趣，使其紧跟学科热点，探寻提高学生理论联系实际的能力，能够对各种受压构件的稳定性进行力学分析。

**五、教学重点与难点**

（1）重点、难点的确立

**教学重点**：两端铰支细长压杆临界力的欧拉公式。

本节内容的最终目的在于研究两端铰支的中心受压杆件及其他支撑条件下的中心受压杆件所能承受压力的极限值，即所谓的“临界力”问题，介绍压杆临界力计算公式——欧拉公式。在此基础上讨论压杆临界应力计算及欧拉公式的应用范围，提出压杆柔度的概念，是本节的重点。

**教学难点**：启迪学生对周围的压杆稳定设计进行力学分析，加强理论联系实际的能力。

在学习了临界荷载、临界应力的计算公式之后，学生往往很难将知识转化为实际应用能力，对工程实际会无从下手，如何针对工程实例提出合理的力学分析和提高稳定性的措施是本节的教学难点。同时启发学生探寻学科热点，创造性的提出新方法、新措施是本节的另一难点。

（2）重点难点的处理

通过生活出常见案例如实际生活中的压杆图片：比如大雪压弯的竹子、载重汽车的千斤顶、电力输送塔等实际案例，讲述压杆稳定的重要性。然后运用工程实例如银枪刺喉表演、塔克拉玛干大桥倒塌事故等深入阐述压杆稳定的分析机理。将抽象变具象，极大的调动学生的积极性。也让学生感受到了知识的实用性和可操作性。在原因分析透彻基础之上启发学生怎样提高压杆稳定性的具体措施。

**六、教学方法**

（1）多媒体辅助教学法。通过课件设计使教学更直观、更生动。激发学生的学习兴趣，调动学习积极性，从而达到提高课堂教学效率的目的。

（2）启发式教学，强调师生互动，使学生自主学习，让学生跟着老师的思路用科学的方法去探寻、去思考，提高压杆稳定性的措施。

（3）最后，布置相关课后任务，让学生课后探索压杆稳定的实际应用。下一节课让学生进行专题探讨，提高学生的文献阅读能力和科学创新能力。

**七、教学进程**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **教学环节** | **教师活动** | **学生活动** | **设计意图** |
| 课  程  引  入 | 通过对图片的思考，解释两种不同表现的原因：在不改变实体横截面积的前提下，竹子的空心圆截面惯性矩远大于实心圆截面的截面惯性矩。而且竹子每隔一段距离有竹节，这相当于增加了中间约束，硬节的出现大大增强了竹的稳定性。这就是竹可以生长至很高的高度，并且可以在风雪中挺拔不折的原因。从中引出“稳定性”的概念。 | 体会教师所介绍的素材，联系生活实际思考，分析。 | 引出教学主题、激发学生的学习兴趣和求知欲望 |
| 教  学  内  容 | 课题铺垫——稳定性的概念：  继续列举工程中常见的受压杆件，再以曲面和平面上的运动小球为例介绍平衡的的三种状态 | 基于针对课前教师分配探究式问题所进行的自主学习基础上，各小组向全班同学分享学习成果、发现、疑惑，并在小组间展开交流与讨论。 | 1、了解压杆稳定的基本概念。  2、掌握压杆临界压力的计算方法。  3、掌握欧拉公式的实际应用。  4、提高学生归纳总结能力、分析能力、综合应用能力，解决实际问题的能力。 |
| 问题探究一：压杆稳定概念的提出。  通过前面曲面和平面上的运动小球的实例，采用类比法，推出受压杆件稳定性的三种状态：稳定状态、临界稳定状态、失稳状态。 |
| 问题探究二：通过结合前面学习的轴心受压杆件，推导不同杆端约束细长压杆的临界力的欧拉公式。  通过对公式中的各个参数的研讨，可以获得衡量构件稳定性的基本方法。 |
| 研讨主题三：工程实际案例分析  通过分析“银枪刺喉”、“塔克拉玛干大桥垮塌事故”，讲解压杆稳定的实际应用。 |
| 知  识  拓  展 | 近年我国力学研究中大量采用数值模拟方法，采用先进的有限元软件如：Ansys，Matlab等可以详细了解杆件受压过程中的受力情况。 | 对所介绍的学科最新研究成果展开讨论，积极思考回到教师的问题，阐述了解此前沿成果的所思所想。 | 让学生了解科研创新工作与成就，激发学生对未知世界求知欲，培养学生创新意识与能力。 |
| 小  结 | 1、受压杆件以临界状态为界分成稳定平衡和不稳定平衡状态。  2、不同杆端支撑条件下的中心受压杆件所能承受压力的极限值，即压杆临界力由欧拉公式确定。  3、在此基础上讨论压杆临界应力计算及欧拉公式的应用范围，得出压杆柔度的概念 | 积极参与小结，激发学生学习热情与自主探索精神。 | 帮助学生更好梳理与掌握本次课的重点知识。 |
| 作  业 | 请同学们课后查询资料进行高速铁路铁轨和轨枕的稳定性的相关设计思考。 | 巩固所学知识 | 检验学生课堂学习效果，培养学生自主学习能力和探索创新能力。 |
| 答  疑  讨  论 | 教师答疑 | 学生补充笔记、学生问、师生间就疑问展开讨论 | 讨论加深对所学知识的理解，达到更好学习的效果。 |

**八、参考资料**

[1] 孙训方、方孝淑、关来泰.材料力学(第五版)[M]北京:高等教育出版社2009.

[2]杨显昌等.MATLAB在压杆稳定计算中的应用研究[J].科技风,2019,5:87.

**九、教学反思**

通过本节段的学习，学生基本掌握了两端铰支细长压杆临界力的欧拉公式、能够对周围的压杆稳定设计进行力学分析。教学过程中基本实现了教学目标。学生从理论学习能力、工程应用能力、创新能力都得到了较好的培养。

教学理念方面始终遵循两个原则：（1）“以学生为主体、教师为主导”的原则。按照现象-本质-措施的逻辑顺序，引导学生从生活中的现象发掘问题——受压杆件在远远没有达到容许应力的情况下发生破坏；寻找原因——发生了失稳破坏；提出措施——对构件的稳定性进行分析设计。探究性的学习发挥了学生的主体作用。（2）“基于课本又高于课本”的原则。每堂课在基础知识之上必有前沿科技知识的扩展。在本课中讲解完压杆稳定性之后，抛砖引玉引入“理论联系实际的稳定性分析”等业界的最新发展前沿，并作为课下作业，通过学生课下查阅文献，专题探讨，培养学生的创新能力和自学能力。

教学方法方面（1）始终遵循“坚持将抽象的知识形象化、通俗化”。比如在讲授压杆稳定的概念时，以实际生活中的平面和曲面上运动的小球入手，循循善诱，启发学生联想压杆稳定的三种状态，由近及远，由浅及深，使得学生非常易于接受，不至突兀。通过案例也增强了学生的记忆，有助于知识的消化。（2）始终坚持案例法教学：比如在讲受压杆件的临界欧拉公式之后，马上对于“银枪刺喉表演”和“塔克拉玛干大桥事故”进行实例分析。这样案例紧贴当代工程热点话题，使得学生的求知欲大增。（3）始终坚持研讨式教学。在教学中经常以设问引入，激发学生加入探讨的兴趣。如在分析完压杆发生失稳的原因后，要求学生切脉开方，研讨解决提高压杆稳定性的具体措施。

教学过程方面：首先要对学生的前期学习基础有相应的认识，以便充分备课，安排课程的难易。同时，在教学过程中必须时刻关注学生的表情与反应，以便随时调整讲授策略。如在学生感觉疲乏时，随机抽取学生回答问题不失为一个好的方法，能让所有的学生提起精神思考。再或者讲授的知识得到了学生的共鸣，明显可见学生求知如渴的眼神，此时应提高音量变换语调，多用反问，将气氛带向高潮。

总之一堂成功的课，离不开先进的教学理念、教学方法，更离不开教学过程中对学生反应的捕捉与反馈。三管齐下，以“学生为主体，教师为主导”，“高基于课本又高于课本”的理念。运用“通俗化、案例式、研讨式”等教学方法，实时关注学生的课题反应不断调整授课策略，才能切实提高教学质量。

**附：**

**教学内容**

**一、引入：生活实物，引发激情**

通过对图片的思考，解释两种不同表现的原因：在不改变实体横截面积的前提下，竹子的空心圆截面惯性矩远大于实心圆截面的截面惯性矩。而且竹子每隔一段距离有竹节，这相当于增加了中间约束，硬节的出现大大增强了竹的稳定性。这就是竹可以生长至很高的高度，并且可以在风雪中挺拔不折的原因。从中引出“稳定性”的概念。

【**PPT课件演示**】

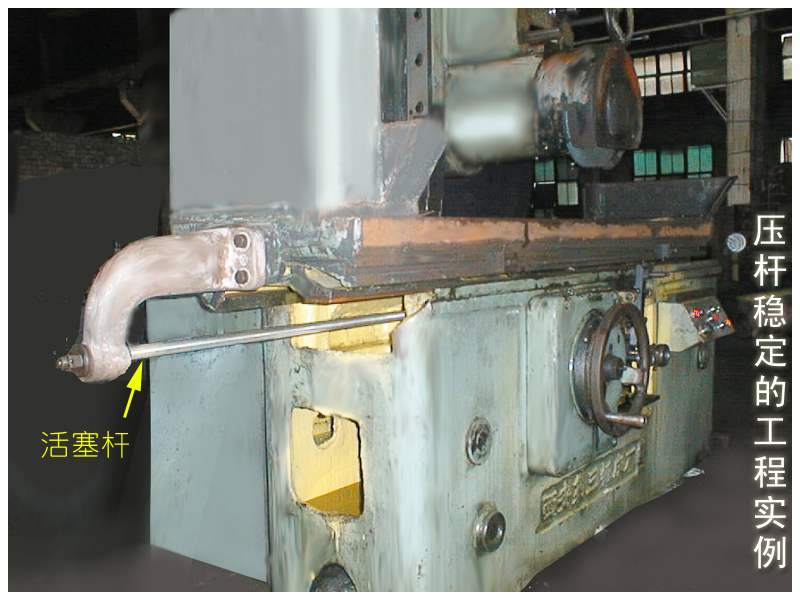


**二、正课：**

（一）稳定性的概念

1、工程实例

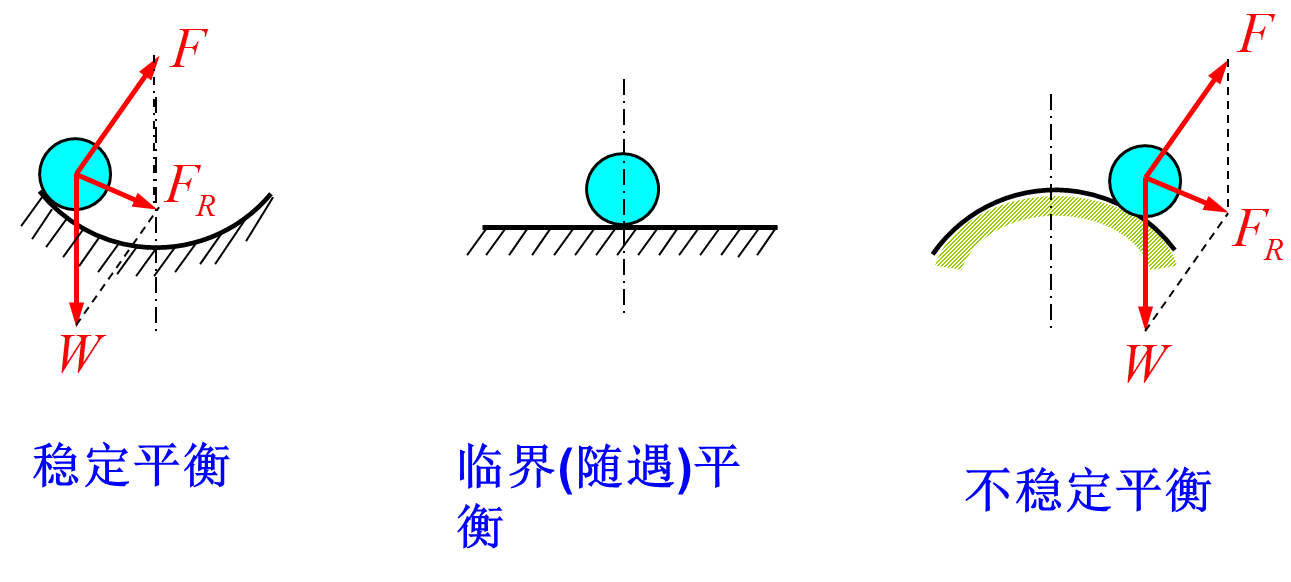
【**PPT课件演示**】



（∇启发思考：哪种压杆稳定性好？）

2、稳定性的基本概念

【**PPT课件演示**】

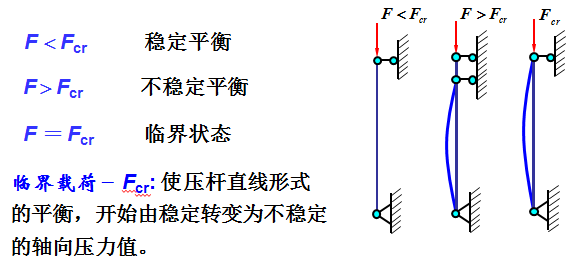


（∇结合实验结果启发思考：如何才能使试件处于稳定平衡状态？）

（二）不同支撑条件下中心压杆细长直杆的欧拉公式

1、压杆失稳临界状态

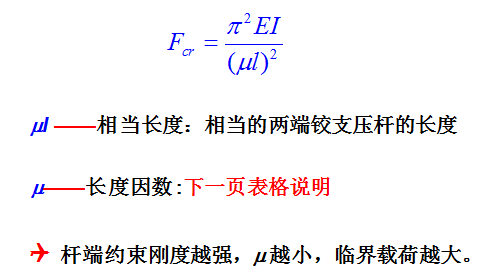
【**PPT课件演示**】



（∇类比：将细长的受压杆件比喻成上面的小球，那么学生就容易理解压杆稳定的三种状态。）

2、不同约束条件下细长压杆欧拉公式的一般表达式

【**PPT课件演示**】



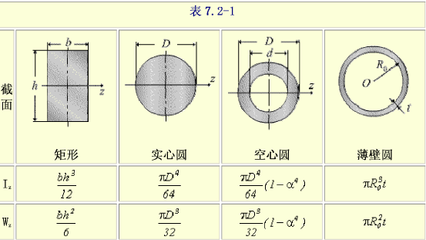
3、压杆稳定性分析

通过对欧拉公式的理解运用，分析各个参数对于受压杆件临界压力大小的影响，从而获得实际工程构件受压稳定性的基本判断方法。

【**PPT课件演示**】



【**PPT课件演示**】



（∇教师列举实例，通过学生的研讨，以小组为单位给出研讨结果，让学生把理论知识进行实际应用，分析判断实际杆件稳定性的判断方法。）

（三）工程实例分析

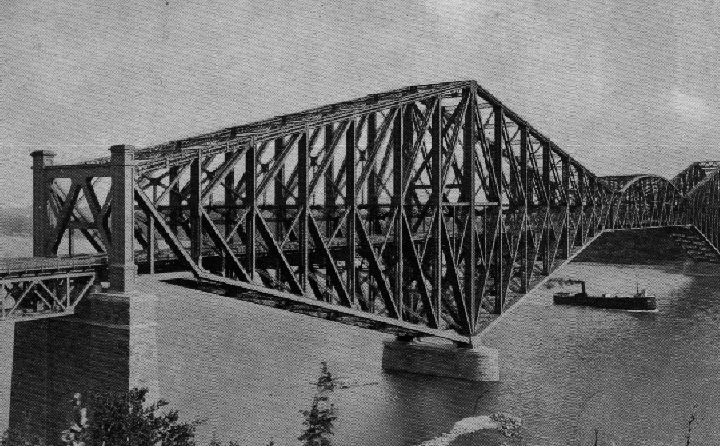
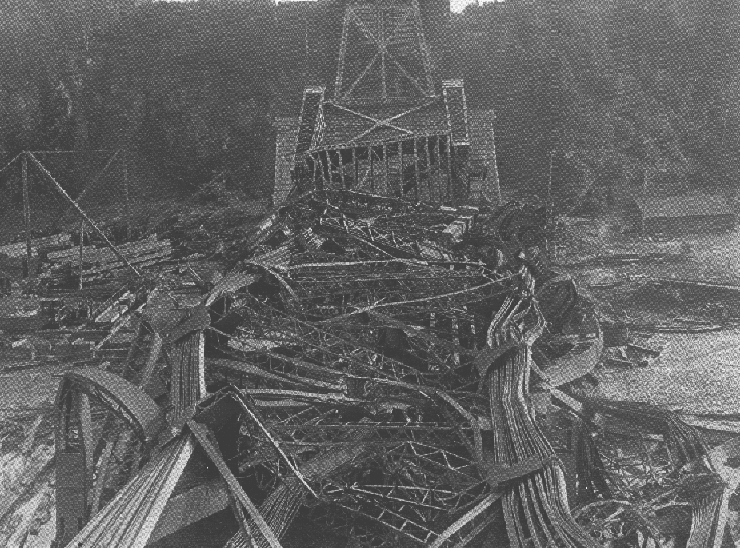
视频：银枪刺喉。人的喉结以下本是比较脆弱的部位，但是杂技演员却可以把作为武器的红缨枪压弯，这其中蕴含的力学原理足够引起学生强烈的好奇心。也激发他们运用所学知识探索未知领域的动力。

【**视频截图**】



（∇研讨：通过学生对于视频的分析，加深学生对于压杆稳定影响因素的理解。）

【**PPT课件演示**】

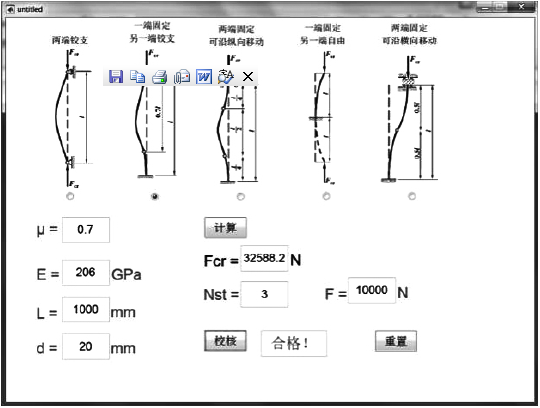


（∇研讨：通过学生对于视频的分析，加深学生对于压杆稳定影响因素的理解。）

（四）知识拓展

近年我国力学研究中大量采用数值模拟方法，采用先进的有限元软件如：Ansys，Matlab等可以详细了解杆件受压过程中的受力情况。

【**PPT课件演示**】



（五）教学小结

1、受压杆件以临界状态为界分成稳定平衡和不稳定平衡状态。

2、不同杆端支撑条件下的中心受压杆件所能承受压力的极限值，即压杆临界力由欧拉公式确定。

3、在此基础上讨论压杆临界应力计算及欧拉公式的应用范围，得出压杆柔度的概念。

（六）作业

请同学们课后查询资料进行高速铁路铁轨和轨枕的稳定性的相关设计思考。

（七）学生补充笔记与讨论、教师答疑