**“机械工程控制基础”课程思政教学案例**

一、课程信息

（一）课程简介

《机械控制工程基础》是机械类专业的一门专业核心课程，主要授课内容是运用现代数学知识、自动控制理论和信息技术来分析、设计典型机电控制系统。旨在培养学生运用科学方法和工具来解决机械工程基本问题的系统分析设计能力、综合创新能力。本课程的主要任务是通过课堂教学、计算机仿真实训、实验教学等教学方式，使学生掌握实现机械系统自动控制的基本理论；学会典型机电系统的数学建模、运行性能分析和系统设计、校正与补偿等基本知识和基本技能；具有基本的机电控制系统分析设计能力，以及对复杂机械系统的控制问题进行分析、求解和论证的能力，并了解机械控制领域的新理论和新技术。

（二）教学目标

知识教学目标——控制的基本概念；系统的组成、分类与基本要求；系统数学模型的概念，系统建模方法；系统的分析方法、性能分析；系统的校正方法。

能力培养目标——能够对控制方面的工程问题进行抽象、简化、归纳，能够分析控制系统的性能，并能在分析的基础上对简单控制系统进行设计与综合。

思政培养目标——培养学生的爱国精神，工匠精神，职业道德精神；培养学生五大思维能力。

二、思政素材

（一）适用范围

本素材适用于《控制工程基础》中第三章控制系统的时域分析3.6.1节系统稳定性的初步概念，主要内容包括：系统稳定的基本概念；系统稳定性的充要条件；系统稳定的判定。本案例中的思政素材主要有三个知识点：1、稳定性的概念及其重要性，从系统的稳定，讲到个人，作为当代大学生，维护社会稳定义不容辞；2、运动平衡状态下稳定性定义出处，通过历史人物的故事立志；3、对同学们的情商做引导：教会学生认识到稳定性对抵抗外界无用干扰的重要性。使学生认识到人本身也是一个特殊的系统，当遇到挫折也即“系统”遭遇“外来干扰”时，应以一种积极的心态改变自己的“固有特性”，是自己这个“系统”在干扰存在的情况下保持稳定和不断的输出。

选用教材：《控制工程基础》，吴华春，华中科技大学出版，2019

（二）素材内容

1、从稳定的概念做思政教育案例：通过分析控制系统稳定的重要性，引导认识社会稳定的重要意义及自身责任。在控制理论与工程领域，系统稳定性是保障其正常运行的基础性要件，堪称系统功能实现的逻辑起点与实践前提。从学术研究与工程应用的双重视角审视，稳定性判定构成了控制系统分析的核心内容。从系统论角度分析，社会作为由人口、资源、环境、制度等要素构成的复杂巨系统，其稳定性是实现社会发展目标的前提条件。稳定的社会环境为经济增长提供了有序的市场秩序，为科技创新营造了宽松的学术氛围，为文化繁荣奠定了坚实的社会基础，是人民群众安居乐业、国家各项建设顺利推进的根本保障。​

党中央基于对社会发展规律的深刻把握，提出 "稳定压倒一切"" 发展才是硬道理 " 的重要论断，这一战略思想深刻揭示了稳定与发展的辩证关系。稳定是发展的必要条件，发展是稳定的坚实基础。大学生应积极参与社会治理实践，从小处着手，维护 "宿舍稳定"" 班级稳定 ""家庭稳定" 等微观层面的稳定，为 "学校稳定"" 社会稳定 ""国家稳定" 奠定坚实基础。在宿舍生活中，倡导包容理解、相互尊重，共同营造和谐的居住环境；在班级建设中，积极参与班级事务管理，促进同学间的团结协作；在家庭中，弘扬优良家风，主动承担家庭责任，化解家庭矛盾。同时，关注社会公共事务，通过合法渠道参与社会监督和建言献策，为国家实现 "富强、民主、文明、和谐" 的发展目标贡献智慧和力量。​

总之，维护社会稳定是一项系统工程，需要全社会的共同参与。当代大学生作为国家的未来和民族的希望，应深刻认识控制系统稳定与社会稳定的内在联系，以专业知识为支撑，以责任担当为动力，从自身做起，从小事做起，积极践行维护社会稳定的使命，为构建稳定和谐的社会环境、实现中华民族伟大复兴的中国梦贡献青春力量。

2、从历史代表人物做思政教育案例：为弘扬和传承俄罗斯数学家李雅普诺夫（1857—1918年，图 1）的科学思想，俄罗斯国家邮政局于1957年在其诞辰100周年之际发行纪念邮票1枚。其追求科学和人生真善美的美丽心灵更是令人高山仰止、叹为观止。他是圣彼得堡数学学派的中流砥柱，为该学派的发展和繁荣做出了卓越贡献；他是凝炼和铸造大学灵魂的领军人物，所任教圣彼得堡大学、哈尔科夫大学深受其科学思想影响；他是俄罗斯著名天文学家和数学家，为俄罗斯跻身世界科技强国奠定了科学理论基础。科学本质在于求真，力求揭示客观规律的真相。而真和美是密切相关的，美的科学理论更有可能是真的客观规律。李雅普诺夫虽然对一些世俗问题似乎格格不入，好像“不食人间烟火”的怪物，但对爱情始终执着专一，演奏了一曲动人心弦的诗篇。李雅普诺夫常常沉醉于科学问题，追求科学的至善至美。从而创立了运动稳定性理论和旋转液团平衡形状理论，探索了概率论中心极限定理和一系列其他深刻数学力学课题。尤其值得赞美的是，李雅普诺夫所创立稳定性理论无论是在理论研究还是实际应用中均有着重要指导作用，引领了近半个世纪控制系统理论特别是非线性系统稳定性的研究方向。

3、引用古文素材做思政教育案例：“故天将降大任于是人也，必先苦其心志，劳其筋骨，饿其体肤，空乏其身，行拂乱其所为，所以动心忍性，曾益其所不能”。《孟子·告子下》，是一篇论证严密、雄辩有力的说理散文。作者先列举六位经过贫困、挫折的磨炼而终于担当大任的人的事例，证明忧患可以激励人奋发有为，磨难可以促使人有新成就。

资料来源：

# [1]吴晓波[.历代经济变革得失](https://book.douban.com/subject/24851460/)[M].浙江：浙江大学出版社，2013-08-01.

# [2]徐传胜.李雅普诺夫：逐梦唯美天空的俄罗斯数学家[J].科技导报,2021,39(7):120-124.

# [3][南怀瑾](http://search.dangdang.com/?key2=%C4%CF%BB%B3%E8%AA&medium=01&category_path=01.00.00.00.00.00" \t "http://product.dangdang.com/_blank).孟子旁通（下）：离娄篇 滕文公篇 告子篇[M].[东方出版社](http://search.dangdang.com/?key3=%B6%AB%B7%BD%B3%F6%B0%E6%C9%E7&medium=01&category_path=01.00.00.00.00.00" \t "http://product.dangdang.com/_blank),2022-01.

三、教学设计及反思

（一）教学设计

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 章节名称 | 第三章　控制系统的时域分析 | | |
| 本次课教学内容及提纲 | 3.6.1系统稳定性的初步概念  1、系统稳定的基本概念  2、系统稳定性的充要条件  3、系统稳定的判定 | | |
| 授课方式  （请打√） | 理论课☑ 讨论课□ 习题课□ 其他□ | 课时安排 | １ |
| 教学目标 | 知识目标：了解为什么要讨论稳定性、掌握系统稳定的意义、概念，掌握  系统稳定性判断的充要条件。  能力目标：能推导出系统稳定判断的方法。  思政目标：能够意识到自己也是一个特殊的“系统”，面对挫折压力诱惑，  要善于调整自己，不断提升自己。 | | |
| 教学重点 | 系统稳定的意义和基本概念 | | |
| 教学难点 | 系统稳定的充要条件 | | |
| 教学过程 | | | |
| 教具准备 | 课本、教案、班级信息、PPT，实物：三角魔方、乒乓球、丝巾＋手表（制作钟摆，其他替代物亦可） | | |
| 教学内容及过程 | | 教学方法及备注 | |
| 1、复习回顾（5mins） | 提问复习，从第一章到第三章的重点概念，为后续讲解内容需要的知识点做铺垫，具体如下：   1. 控制系统组成三要素：目标、对象、装置 2. 控制系统的基本要求：稳定、快速、准确   ***（铺垫重点强调）***   1. 控制系统的研究问题：输入输出系统动态   ***（铺垫重点强调）***   1. 用什么方程解决问题：微分方程 2. 如何解复杂微分方程：拉斯变换与反变换 | 提问、互动，梳理一遍知识点，做好知识点的**衔接与铺垫**。 | |
| ２、新课引入（5mins） | 第一步：在复习提问中提出的第二个问题，做为切入点，导出一个重要的问题：为什么要讨论系统稳定性？***（非常重要）***  因为：系统稳定，是系统运行的首要条件，是控制系统的重要性能，也是控制理论的基本任务。只有在系统稳定的前提下，系统分析才可以进行，性能研究才会有意义，预定任务才可以实现。  第二步：将系统稳定的概念扩展，引导同学们认识到社会稳定性的重要意义。  从系统的稳定，讲到个人、家庭、宿舍、学校、再到社会这个大系统，稳定是基础，只有稳定的社会环境，人民才能安居乐业，国家才能更好的发展。做为当代大学生，维护社会稳定义不容辞，为实现国家“富强、明珠、文明、和谐”尽自己的一份责任和义务。  第三步：引出本次课的主要内容包括：系统稳定的概念、分类、条件和判定方法。然后，进入正式课程内容讲授。 | **导引**学生思考。  **思政教育**  每一节课新知识点讲解，都要问为什么会引出新的内容。**知其然还要知其所以然。** | |
| ３、讲授新课（20mins） | **（１）系统稳定的基本概念**  第一步：实物演示推到稳定性定义  引出定义：如果系统在外部扰动作用下偏离了原来的平衡状态，当扰动作用消失后，系统仍能自动恢复到原来的初始平衡状态。则称系统是稳定的或具有稳定性的。否则称系统不稳定的或者说它不具有稳定性。  第二步：给出两个实物例子，三角魔方和钟摆，在不同结构下，系统稳定性不同  引出结论：稳定性是系统的固有特性，只取决于系统的结构和参数 ，与外作用无关。  第三步：稳定性相关名人  介绍名人：A.Lyapunov(1857-1918)，俄国数学家，在他的博士论文中，Lyapunov系统地研究了由微分方程描述的一般运动的稳定性问题，建立了著名的Laypunov方法，他的工作为现代控制及非线性控制奠定科基础。  告知学生：此定义为平衡状态稳定性定义。  第四步：PPT动画演示物理意义上的稳定性，并做出相应的解释。  包括：稳定系统、不稳定系统和临界稳定系统。  临界稳定：若系统在扰动消失后，输出与原始的平衡状态间存在恒定的偏差或输出维持等幅振荡，则系统处于临界稳定状态。  处于临界稳定，或接近临界稳定状态的稳定系统，由于分析时依赖的模型通常是简化或线性化的，或者由于实际系统参数的时变特性等因素的影响，在实际中可能成为不稳定的系统，因此，系统必须具备一定的稳定裕量，以保证其在实际工作时处于稳定状态。经典控制论中，临界稳定也视为不稳定。  包括：大范围稳定、小范围稳定  若系统不论扰动引起的初始偏差有多大，当扰动取消后，系统都能够恢复到原有的平衡状态，则称该系统是大范围稳定的；否则系统就是小范围稳定的。  对于线性系统，小范围稳定一定意味着大范围稳定，当然此时系统必须工作在其线性范围内。  第五步：PPT讲解数学意义上的稳定性，并做出相应的解释。  过渡陈述：同学们，我们控制系统里关注的是什么问题？刚刚在复习的时候提出的，输入输出和系统之间的动态问题，既然是动态问题，则必然涉及到时间，涉及到运动，所以，我们更关注的是运动状态的稳定性。  给出定义：若线性控制系统在初始扰动的作用下,其输出随着时间的推移逐渐衰减并趋向于零,则该系统为渐近稳定,简称稳定;反之,称该系统不稳定。  建立概念：设线性定常系统在初始条件为零时，输入一个理想单位脉冲，这相当于系统在零平衡状态下，受到一个扰动信号的作用，如果当t趋于∞时，系统的输出响应c(t)收敛到原来的零平衡状态，即该系统就是稳定的。  稳定：当t趋于∞时，系统的输出瞬态分量收敛  不稳定：当t趋于∞时，系统的输出瞬态分量发散  （２）系统稳定的充要条件  第一步：考虑系统    其特征方程为：    对于特征方程的单实根-σ，相应瞬态输出为：    当-σ< 0时，该输出分量指数单调衰减。  当-σ> 0时，该输出分量指数单调递增。  当-σ= 0时，该输出分量为常数。  对于特征方程的一对共轭单复根-± jω，相应瞬态输出为：    其中， φ = arctgB/C。  当- < 0时，该分量为指数衰减的振荡过程。  当- > 0时，该分量为指数发散的振荡过程。  当- = 0时，该分量为等幅振荡。  对于r重实根-σ，相应的时域分量为：    当-σ< 0时，该输出分量指数单调衰减。  当-σ> 0时，该输出分量指数单调递增。  当-σ= 0时，该输出分量多项式递增。  对于一对r重共轭复根 - j，相应的时域分量为：  当- < 0时，该分量为指数衰减的振荡过程。  当- > 0时，该分量为指数发散的振荡过程。  当- = 0时，该分量为多项式发散的振荡过程。  综上所述，不论系统特征方程的特征根为何种形式，线性系统稳定的充要条件为：所有特征根均为负数或具有负的实数部分；即：所有特征根均在复数平面的左半部分。由于特征根就是系统的极点，因此，线性系统稳定的充要条件也可表述为：系统的极点均在s平面的左半平面。显然，稳定性与零点无关。  第二步：给出不同极点分布与输出图像的关系，进一步证明结论。  第三步：依据上述分析，给出复平面内稳定区域、不稳定区域和临界稳定区域，并深度解析系统稳定的充要条件。  第四步：用已经学过的知识，解释真实案例（被风吹断的塔科马大桥）发生原因，进一步巩固概念：共振现象的解释（临界稳定、重根导致系统不稳定。）  第五步：引导式提问，如果给到你一个传递函数，如何判断系统稳定？步骤如何？  考虑系统    其特征方程为：    将此方程所有的解都求出来，判断所有的解是否都具有负的实部，如果全部解都为负，则系统稳定。  只要有一个等于或大于零，则系统不稳定。 | **实物**（丝巾＋手表制作成钟摆，其他替代物亦可）演示法，**由学生自己推导出**平衡状态下稳定的定义  **实物演示法，引导学生推出结论**  历史相关**人物**介绍  多媒体教学演示  讲完物理意义，很正常对应数学意义，同时**利用在复习时埋下伏笔，**让学生知道控制讨论的是动态问题，所以关注的点是运动状态稳定定义。  推导出关键判断点  要求瞬态分量收敛，指数函数的指数需要小于零，即为负数，由此引导同学们推导出结论。  从另一个角度说明稳定的充要条件。  **真实历史案例**  **引导分析** | |
| ４、巩固练习  （5mins） | 第一步：举例  例：某单位负反馈系统，其开环传递函数如下，试判断系统稳定性。    解：根据题意，可得该控制系统闭环传递函数为    特征方程：  特征根：  结论：一对共轭复根，具有负实部，系统稳定。  讲解过程：**故意让学生犯错误**，求解，得出系统不稳定的结果，再加以更正，指出判断系统稳定性，一定要用系统的闭环传递函数，以增加学生的记忆。  第二步：引导学生更深的思考问题：   1. 如果碰到高阶系统无法计算出所有的特征根怎么办？ 2. 用实验法判断存在偶然性，如果系统不稳定，后果很严重。 3. 有没有其他简单的办法？   第三步：提出解决思路   1. 因为所有的根难求，符号判断易知，而且通篇内容描述上只需知道特征方程根的符号，没有要求具体数据 2. 因为闭环极点难求，开环极点易知，我们是否可以用开环系统来判断？   由此导出下节课的内容：如何判断系统稳定？ | **举例讲解**  注意点：   1. 在利用上述结论时，必须是系统的闭环传递函数。 2. 这个例子，如果直接用开环求结果与真实结果不符。 | |
| ５、归纳总结（5mins） | 第一步：对本节内容进行总结  第二步：提升内容，对同学们的情商做引导：教会学生认识到稳定性对抵抗外界无用干扰的重要性。使学生认识到人本身也是一个特殊的系统，当遇到挫折也即“系统”遭遇“外来干扰”时，应以一种积极的心态改变自己的“固有特性”，是自己这个“系统”在干扰存在的情况下保持稳定和不断的输出。  让同学们大声读出此文，以增强学生的自我鼓励心理：故天将降大任于是人也，必先苦其心志，劳其筋骨，饿其体肤，空乏其身，行拂乱其所为，所以动心忍性，曾益其所不能。 | 课程内容小结表  思政教育  加深印象  振奋精神 | |
| 课后小结 | 本小节内容可以说是比较简单的，但是意义却不一样。本着有效教学的理念，费了不少心思来准备这次课，主要还是让他们在不断的外显中去内化知识，让他们在理智的挑战和内心的震憾中实现知识的建构和运用。同时关注[学生](http://www.jpkjz.com" \t "_blank)的情感，注重与[学生](http://www.jpkjz.com" \t "_blank)的沟通和交流（眼神、语言、心灵），使[学生](http://www.jpkjz.com" \t "_blank)乐于去学、乐于去思、乐于去想。运用现代化教学手段增强课堂的趣味性，化复杂为简单、化抽象为具体，增强[学生](http://www.jpkjz.com" \t "_blank)的主动探究意识和自主学习的能力。提高[学生](http://www.jpkjz.com" \t "_blank)的参与意识同时体现课堂教学中[学生](http://www.jpkjz.com" \t "_blank)的主体地位。  我希望学生在课程里更多的是学到看问题的角度，分析问题的方法，理解在控制系统中数学被赋予的含义，将前期各个学科可以联系在一起，形成自己的知识网络，将控制理论应用到实际问题、生活问题中去。我希望在课程教学过程中，能把简单问题讲透，复杂问题讲简单，要学生知其然还要知其所以然。我希望学生对整个课程内容体系可以轻松驾驭，培养自己理工科学生的分析思维！ | | |

（二）教学评价及反思

《机械工程控制基础》是控制理论在机械工程实践中具体应用的分支学科，它的研究对象是工程中的各种功率流、物质流、信息流控制系统，其内容着重从信息的角度，阐述和讨论各种控制系统性能的理论分析方法和控制系统的工程设计方法。本课程的特点是理论性、逻辑性较强，概念术语多，需要用到微分方程、复变函数、拉氏变换等数学工具，因此课程教学的特色应该是，强调理论联系实际，应从物理本质、数学描述等多方面阐明物理概念，以基本概念为核心、基本原理、基本方法为主线进行教学。在教学体系上以系统分析为重点，按分析方法展开，从时域分析方法转移进入频域分析、从连续系统再到离散系统。

[学生](http://www.jpkjz.com" \t "_blank)是学习的主体，在启发引导[学生](http://www.jpkjz.com" \t "_blank)自己探索、省悟知识的过程中培养[学生](http://www.jpkjz.com" \t "_blank)的思维能力和创新精神，是课堂教学的出发点和归宿。在《机械控制工程基础》教学过程中，主要通过让[学生](http://www.jpkjz.com" \t "_blank)参与新知的学习和探索过程，充分调动[学生](http://www.jpkjz.com" \t "_blank)的感官和思维积极活动，从而激发[学生](http://www.jpkjz.com" \t "_blank)的学习兴趣，掌握学习知识的方法，培养创造性思维能力。注重发挥[学生](http://www.jpkjz.com" \t "_blank)的主体作用,突出[学生](http://www.jpkjz.com" \t "_blank)的主体地位,通过营造良好的课堂氛围,鼓励[学生](http://www.jpkjz.com" \t "_blank)积极思维,大胆想象,动手动脑相结合；尤其是师生之间、生生之间相互讨论，合作学习，确保了每个[学生](http://www.jpkjz.com" \t "_blank)参与学习、参与探索，有效地培养了[学生](http://www.jpkjz.com" \t "_blank)的创造性思维。

《机械控制工程基础》中蕴含着许多深刻的工程哲学思想，能够从思想观念、价值取向和行为方式等诸多方面对学生进行潜移默化的影响，从专业教育、思政教育、思维教育三个方面培养学生，“三管齐下，协同增效”，做学生思想和知识的领路人。通过讲历史、读传记、看影片、悟道理、评时事等多种手段，让学生学做人，做好人，在学懂、弄通、务实和改变思维方法上下功夫，将专业学习和思想教育的成果转化为武装头脑、指导实际、推动学习、解决问题的强大动力，把学生培养成为有理想有抱负、有道德有情怀、有本领有担当的时代新人。