

《机械设计基础》课程思政教学案例

开课学院：材料科学与工程学院

制作人：罗红梅

课程名称	机械设计基础	授课对象所属专业	材料成型及控制工程/焊接工程
课程类型	专业课	开课年级	大三年级
课程性质	技术基础课	课程总学时	64

一、课程简介（300 字左右）

机械设计基础是一门培养学生具有一定机械设计能力的技术基础课，是材料成型及控制工程的一门专业课，本专业核心课程之一。本课程主要介绍机械零件的工作能力和计算准则、机械零件常用材料及选用原则、机械零件工艺性和标准化。平面机构的结构和运动分析。常见机构原理及设计；联接件设计；传动件设计；轴、滑动轴承、滚动轴承、联轴器、离合器、制动器。其它零部件设计：弹簧、减速器等。通过本课程学习，要求学生掌握常用机构的基本原理、运动特性和机构动力学的基本知识，初步具有分析和设计基本机构的能力，并对机械运动方案的确定有一定的了解；掌握通用机械零件的工作原理、特点、选用和设计计算的基本知识，初步具有设计简单机械及普通机械传动装置的能力；具有运用标准、规范、手册、图册等有关资料的能力。为学生毕业设计夯实基础。

二、案例基本信息

1.案例名称：**创新与探索，永不停歇——机构的组成要素及组成原理**

2.对应章节：第三章 平面机构结构分析，第一节 机构的组成

3.课程讲次：第三讲

三、案例教学目标

1.个人品德方面：培养学生善于观察、独立思考的良好习惯，引导学生坚持实事求是的科学态度。

2.职业素养方面：培养学生刻苦专研、团结协作、勇于创新的精神。

3.理想信念方面：培养学生的文化自信，激发学生科技报国的家国情怀和使命担当。

四、案例主要内容

本案例教学内容主要包括以下几个方面：

1.机械的功能如何实现；2.机构学发展史；3.机构学领域著名科学家的故事；4.新兴前沿领域的挑战；5.分组讨论运动副在生活中的应用；6.机构的组成原理；7.平面机构运动简图

五、案例教学设计

教学设计方案	
1.学情分析	<p>1) 教材内容分析：《机械设计基础》是一门培养学生具有一定机械设计能力的技术基础课。“机构的组成要素及组成原理”是《机械设计基础》课程第三章平面机构分析中第一节课程的教学内容，在学生掌握了机械的组成及特征的基础上进行教学的。通过学习该节内容，让学生深刻理解平面机构的组成、特点。为后续学习机构运动简图的绘制、机构的自由度的计算以及学会判断机构是否具有确定的运动打好基础，为已有机构进行分析或创造新的机构提供基本条件。</p> <p>2) 学习者特征分析：本门课面向的对象是大学三年级、第五学期的近机械类学生。他们在之前的学期中已经学习了高等数学、工程制图、理论力学和材料力学等相关的基础课和专业基础课。对自由度的概念已经有了一定的认识，并能够读懂常见的工程图以及简图。大学三年级学生已经具有一定的自学能力，能够独立进行思考、发现、分析问题，所以在学习过程中可针对这一特点，适时地以启发式教学方法进行教学，激励他们通过自己的思考、分析解决问题。但这个阶段的学生在学习难免存在一定的惰性，所以要通过适当的方式和手段激发他们学习新事物的兴趣。</p>
2.学习目标	<p>机构是实现机械运动和动力传递的载体。构件和运动副是组成机构的组成元素，机构就是带有机架和原动件，具有确定相对运动的运动链。机构的组成要素及组成原理是机械设计者应该掌握的基本知识和基本原理。 (价值)</p> <p>目标1：深刻理解机构的组成要素，熟练掌握平面机构的组成原理； (知识)</p> <p>目标2：科教融合，拓展相关知识，培养学生的知识运用能力和探索精神； (能力)</p> <p>目标3：培养学生自主学习的能力，养成终生自主学习的习惯； (能力)</p>

	<p>目标4: 激发和培养学生的思辨和表达能力。 (能力)</p>
3.教学思想	<p>秉持以学生为主体的教学理念和反思性教学思想,鼓励学生基于课堂资源开展自主探究、合作学习,充分调动学生的想象力,培养创新意识和创新能力。</p>
4.教学内容与资源	<p>■ 教学内容</p> <p>机构的组成要素及组成原理: (1) 机械的核心——机构</p> <p>(2) 构件和运动副</p> <p>(3) 运动链与机构</p> <p>(4) 平面机构运动简图</p> <p>■ 教学资源</p> <p>(1) 课堂PPT</p> <p>(2) 课内教材:《机械设计基础(第五版)》,陈立德,高等教育出版社,2019.</p> <p>(3) 在线学习平台:超星学习通学习平台提供本课程的课程资源,包括课件、作业交流、学习讨论、思考题等</p> <p>(4) 参考教材:《机械原理(第六版)》,陈作模,高等教育出版社,2008</p> <p>《机械设计(第七版)》,濮良贵,高等教育出版社.2010</p>
5.过程与方法	<p>1) 教学重点</p> <p>机构、构件和运动副的概念;运动链与机构的关系;自由度和约束的概念;平面机构运动简图及其绘制。</p> <p>处理方式: 掌握了机械的组成及特征,学生们对机器的概念有了初步的认识,但深刻理解机构、构件和运动副的概念还是有一定难度,尤其是对刚开始接触平面机构结构分析的学生,更是很难建立清晰的认识。在选取引入“天和号”七自由度机械臂案例时就考虑到这一点,既能让学生快速理解机械的功能需要依靠机械运动来实现,又具有足够的趣味性和科技性,激发起学生的学习兴趣;采用“项目化”的教学方法,借助动画视频来导入常见的机构,理解机构的基本概念,由学生直接观察,教师及时总结,并结合真实工程案例,加深学生对机构的印象和认识。在学习过程中,让学生们经历发现问题、分析问题、解决</p>

问题的思维学习过程，让学生从已掌握知识点的基础上主观构建出新的知识点，而不是被动告知式的接受；在学习过程中学生们不仅学习了知识难点，更是提高了解决实际问题的能力。带领同学们总结机构、构件和运动副的概念，运动链与机构的关系，自由度和约束的概念，为分析现有机构和设计新机构奠定基础。

2) 教学难点

自由度和约束的概念；平面机构运动简图的绘制。

处理方式：重点讲解并启发主动思考。(1) 结合经典机构、工程案例以及相关的 ADAMS 仿真动画，引导学生经历发现问题、分析问题、解决问题的思维学习过程；(2) 辩证思维的运用：强调作平面运动构件的自由度数，提问“作空间运动构件的自由度数”；(3) 对构件独立运动的限制为约束。从机构学经典理论出发，每形成一个约束，便减少一个自由度。可以用公共约束的概念求解，但需引入新概念，给学生学习可能带来困惑；另一方面，可以另辟蹊径，结合科研体验，给出一种相对简单的处理方法，如半副的概念；(4) 总结机构简图的绘制方法和步骤。

3) 教学设计与实施方式

(1) 教学设计上，坚持学生主体地位和教师主导作用相结合

依据构建主义学习理论，强调充分发挥学生个体的主观能动性。在整个学习过程中，始终围绕学生从已掌握的知识点出发，引导学生主动思考，由学生用探究、讨论等不同方法在头脑中主动构建新的知识点，培养学生分析问题、解决问题和创造性思维的能力，教师及时总结。倡导做中学，动手体验与实践。

(2) 教学方式上，注重形象生动，易于理解

设置问题情境，引起注意和好奇，是激发学习动机进行有效学习的重要因素。将工程实例“抽象化”，实现工程到理论的升华，结合理论的严谨推导，采用仿真动画或实物图片等形式将实例呈现出来，帮助学生更好的理解教学中的重点和难点。

(3) 教学模式上，注重由浅入深，强化教学层次感

授课教师采取的教学模式为：案例展示→问题导入→概念讲解→理论推导→问题解决→结论总结→拓展应用。从案例出发，采用由浅入深的螺旋上升模式，教学过程中知识的难度逐级增加。必要时，设置错误情境，引发学生思维的激烈碰撞。最后解决问题的理论

和知识点又落回到最初的概念，激发学生的强烈共鸣。

(4) 学习氛围上，注重提问，引导学生积极主动思考，加强互动

古人云：“亲其师则信其道”。教师为学生创造和睦、宽松的环境，学生才会信任教师，才会向教师敞开心扉，才会乐于向教师说出真情实感，才会把教师当作朋友。在保证教学内容规范严谨的同时，教师可以用学生们年轻化的流行语言，甚至用自己的肢体来做教具演示，拉近与学生心理上的距离，加强师生互动，打造和维护师生间平等交流、教学相融的气氛。

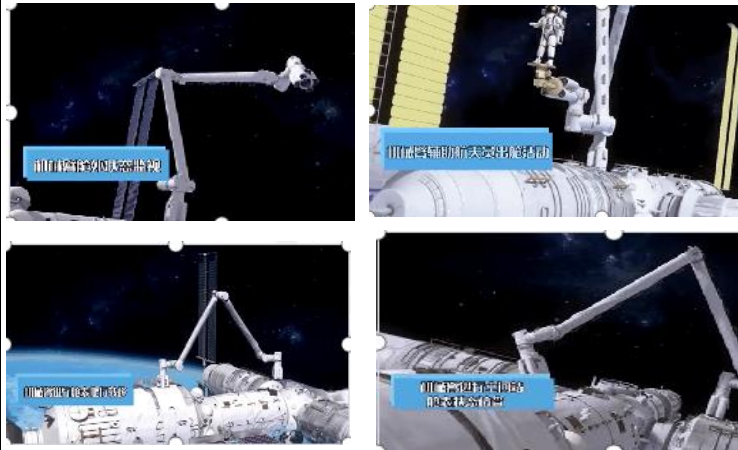
(5) 科教融合、夯实思政。

介绍机构学发展史：17-18 世纪，机构学跻身为热门研究领域。19 世纪到 20 世纪下半叶，逐渐形成了德国学派，前苏联学派和美国学派，不少机构学名家参与其中，中国学者黄真教授做出了杰出贡献，其本身的探究过程完全反映出一种科学精神。即便中国已在世界机构学领域拥有一席之地，仿生机器人、软体机器人、医疗机器人等新兴前沿领域的飞速发展也为我们青年一代带来了严峻挑战。这就需要年青一代继续弘扬奋斗精神，勇担时代使命。

4) 教学实施详细过程

教学步骤 时间分配	教 学 内 容	设计意 图表达 方式
--------------	---------	------------------

	<p>知识回顾 (3 分钟)</p>	<p>1) 以板书和提问的方式,由教师引导学生完成对上一节内容主干知识的回顾。重点关注两点:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 机械的概念; ● 机器的组成及特征。 <p>2) 师生互动环节: 所学知识的应用 (回顾机械的概念: 指用来传递能量、改变或传递物料和处理信息的装备,用以代替和减轻人的体力劳动和脑力劳动)</p> <p>对象: 鄂式破碎机的主体机构。</p>  <p>问题: 鄂式破碎机有哪些部分组成? (结合教鞭和动画) 鄂式破碎机是如何碾碎物料的?</p>	<p>所回顾的知识点与本节课所讲内容密切相关,尤其是机械的组成及特征仍是本节课重要关注的对象。</p>
	<p>新课内容导入(4 分钟)</p>	<p>教师导入“天和”号7自由度机械臂动画视频,目标是观察机械臂的各项功能依靠什么实现。</p> <p>引出问题: 机械的功能靠什么来实现?</p>	<p>以问题的形式提出本节需要介绍的内容。</p> <p>用亲和的语言讲解内容,生动课堂,吸引学生注意力。</p>



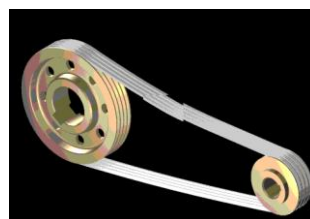
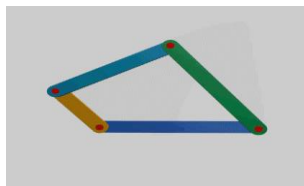
开展活动（利用学习通抢答），引出本节的主题：机构的组成要素及组成原理。

以此实施课程思政：“天和”号7自由度机械臂，号称“中国神臂”，打破垄断，国际先进。

机构的组成要素。
(18 分钟)

1) 机械的核心——机构

教师播放常见机构的动画视频和实物样机引入本问题（机构是实现机械运动和动力传递的载体）。



师生互动：用教鞭，在屏幕上带领同学们一起辨认各个常见机构，并引导学生们指出各机构的名称及运动特点。

2) 介绍机构学发展史

利用动图和小视频演示运动状态，调动学习兴趣。

推荐原因：以故事或案例的形式，提供科研领域的古今中外鲜活实例

17-18世纪
热门研究问题



19世纪

德国学派



20世纪上半叶

前苏联学派



20世纪下半叶

美国学派



教师引入故事：17-18 世纪，机构学跻身为热门研究领域。19 世纪到 20 世纪下半叶，逐渐形成了德国学派，前苏联学派和美国学派，而那时的中国在机构学领域才刚刚起步。然而现在的中国，已成为当今机构学领域的三大主阵地，这其中就凝聚着机构学名家的力量。

3) 以机构学发展史引出机构学名家，以此实施课程思政



教师重点讲解：中国学者黄真教授，是国际机构学与机器科学联合会颁布的《卓越成就奖》首位华人获得者，他的学术成就被国家基金委誉为“机构学在中国的三大里程碑之一”。他出版了我国第一部并联机构学科的全部科研院所研究生入门必读教材。他领先全世界总结出统一的机构自由度计算公式，解决了曾经困扰机构学界 150 多年的难题。现如今，老先生已经 80 多岁高龄，但仍然神采奕奕。这一定是知识武装自己的力量。同学们应该继承前辈们对科学孜孜以求的精神。

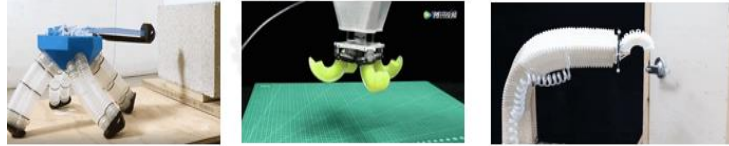
4) 介绍有关机构学科研方面的最新进展，再次夯实思政



仿生机器人

例可大大激发学生的探索意识，增强中国自豪感(中国学者、航空航天)。

前沿知识的扩展，拓展学生的眼界和思路，鼓励学生积极探索前沿科学，拓展知识格局，通过案例展示，将所学知识融会贯通，活学活用，提高知识的学习意义。



软体机器人



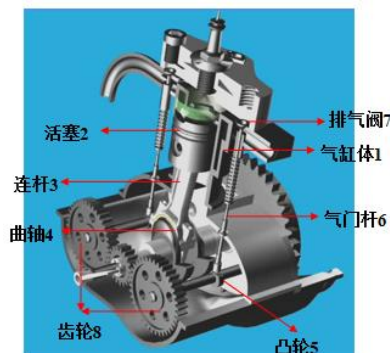
医疗机器人

教师展示并互动：即便中国已在世界机构学领域拥有一席之地，仿生机器人、软体机器人、医疗机器人等新兴前沿领域的飞速发展也为我们青年一代带来了严峻挑战。这就需要青年一代继续弘扬奋斗精神，勇担时代使命。

5) 机构的组成要素——构件

教师回归概念：接下来我们再说机构的问题。提问：机构究竟由哪些元素组成呢？

教师互动：我们通过以下这个例子来说明。用教鞭引导学生观察：如图所示是一个汽车内燃机，它可实现将热能转化为机械能的功能，该功能要通过机构来实现。



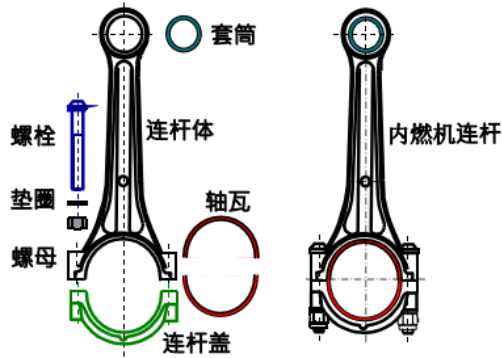
教师重点讲解：我们将内燃机剖开，不难看出其内部由三个机构组成，分别是连杆机构、齿轮机构和凸轮机构。其中：壳体 1、活塞 2、连杆 3 和曲轴 4 组成了连杆机构；壳体 1、齿轮 4'、齿轮 5 组成了齿轮机构；壳体 1、凸轮 5' 气门杆 6 组成了凸轮机构。并且他们的运动均是确定的。

师生互动提问：什么是机构呢？引导学生回答：机构由若干具有确定运动的单元体组成。这些确定运动的单元体即是构件，而构件是组成机构的第一个元素。

互动，让学生集中注意力，紧跟教学思路。

回答提出问题，完美解决，增加学生的学习成就感。

强调构件具备哪些特征，容易被忽略的情况，填补学习盲区。



教师演示并解释：用教鞭带领学生认识内燃机连杆机构中的一个构件：连杆，可以看出连杆由多个零件组成。

教师总结构件具有哪些特征：①刚体或柔韧体；②可以由多个零件组成；③可以由一个零件组成；④具有确定的运动。

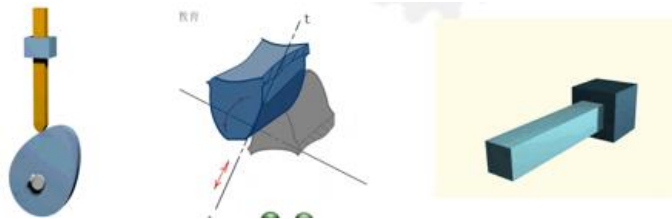
教师回归概念：再总结构件的定义：构件是相互固连在一起有确定运动的零件组合体。

6) 机构的组成要素——运动副

教师重点讲解：运动副元素，以及运动副的分类。

运动副：在机构中，每一个构件都以一定方式与其他构件相互连接，这种使**两构件直接接触的可动连接**称为运动副。

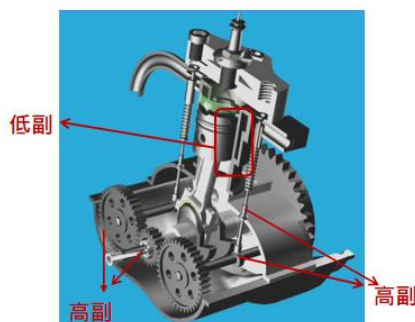
师生互动提问：什么是运动副元素呢？教师用教鞭带领学生观察运动副动图，并引导学生总结出运动副元素的定义：两构件组成运动副时，构件上**参与接触的点、线、面**称为**运动副元素**。



互动，让学生集中注意力，紧跟教学思路。

运动副的分类：高副：运动副元素为点或线。

低副：运动副元素为面。

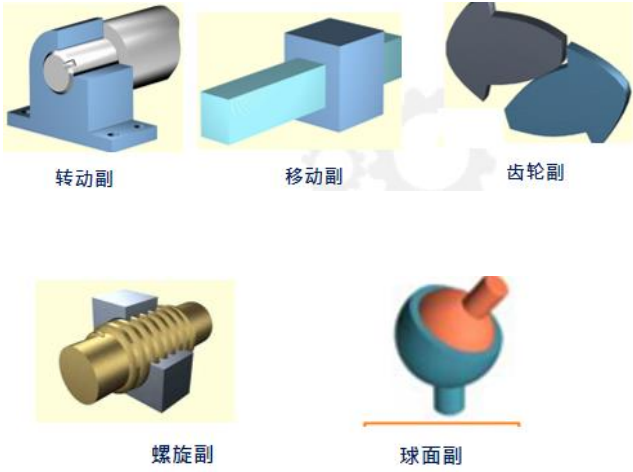


通过三维模型图片展示常见的运动副形式，更直观，加深理解记忆。

启发学生独立思考，鼓励学生积极观察生产生活中的实例。

师生互动提问：教师用教鞭带领学生观察内燃机内部结构，请同学们观察并思考：内燃机主体机构中哪些是低副，哪些是高副？引导学生回答：活塞与壳体之间是低副连接，凸轮与气门杆之间、齿轮与齿轮之间是高副连接。

教师演示并解释：常见的运动副有：转动副、移动副、齿轮副、螺旋副、球面副等等。



师生互动提问：请同学们思考：讨论不同种类运动副的应用情况。运动副在机构中起何作用？试结合你的日常生活，对每种运动副列举一个应用实例。

机构的组成原理。
(7 分钟)

1) 运动链与机构

教师重点讲解：运动链与机构的关系

运动链：若干个构件通过运动副连接构成了运动链。那么，机构是如何形成的呢？

将运动链中的一个构件固定，给定一个或几个构件独立运动，若其余构件随之作确定的运动，此时运动链便成为了机构。

所以，运动链成为机构，需要满足以下三个条件：

- ①将一构件固定不动（机架）；
- ②1 个或数个构件具有确定的运动（原动件）；
- ③原动件运动时，其他构件就有确定的运动。

运动链 → 机构

教师回归概念：机构就是带有**机架和原动件**，具有**确定相对运动**的运动链。

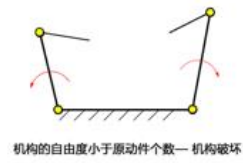
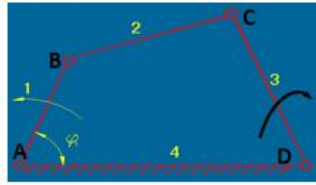
教师重点强调：运动链与机构之间的关系

3) 机构的组成原理

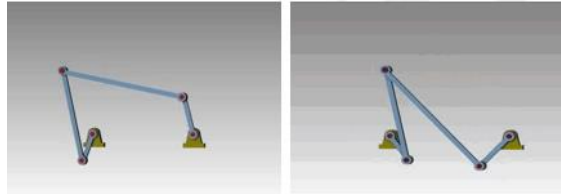
机构就是带有**机架和原动件**，具有**确定相对运动**的运动链。这便是机构的组成原理。

与学生们一起推导，运动链与机构的关系，为掌握知识点加深理解和记忆。

强调机构组成原理，使



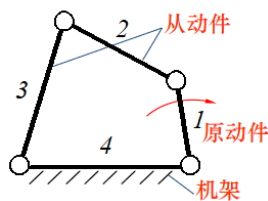
再



师生互动提问：教师用教鞭带领学生观察图片和动画视频，引导学生分析并思考，不按原理设计机械的后果：违背原理设计机械，机构将损坏、或者运动不确定，工程中会付出巨大代价。

就此，再次引入**思政点**：以上问题的答案告诉我们，作为一名准工程技术人员，一定要**遵循客观规律**，读科学书，做科学事。做任何工作都要观察规律，用清醒的头脑思考问题，用**智慧的力量**创造未来。

4) 机构中各构件的名称



教师演示并讲解：教师播放铰链四杆机构动画视频，用教鞭带领学生观察：

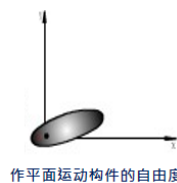
机架——机构中的固定构件；一般机架相对地面固定不动，但当机构安装在运动的机械上时则是运动的。

原动件——按给定已知运动规律独立运动的构件；常以转向箭头表示。

从动件——机构中其余活动构件。其运动规律决定于原动件的运动规律和机构的结构和构件的尺寸。

5) 自由度与约束

教师讲解自由度概念：构件相对于参考坐标系所具有的独立运动，称为自由度。



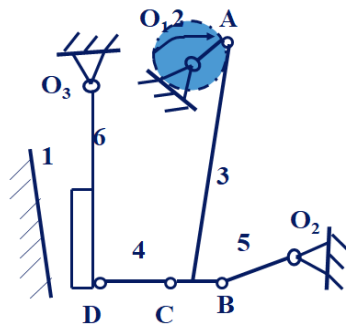
师生互动：教师播放动画，用教鞭带领学生观察并思考：

学生理解按原理设计机械的意义。

回答提出问题，完美解决，增加学生的学习成就感。

互动，让学生集中注意力，紧跟教学思路。

	<p>做平面运动构件的自由度是多少呢？</p> <p>①自由度：构件相对于参考坐标系所具有的独立运动的个数。</p> <p>②做平面运动的构件自由度：3（分别是沿 X 轴运动、沿 Y 轴运动以及绕原点 O 做旋转运动）</p> <p>教师带领学生思考：作空间运动的构件有几个自由度？将平面运动扩展到立体空间，空间构件的自由度为 6。</p> <p>教师讲解约束的概念：对构件独立运动的限制。</p>  <p>如图所示，滑块与机架组成移动副，便限制了沿 Y 轴方向运动及绕 O 轴的旋转运动。即形成移动副将引入两个约束。</p>  <p>师生互动：教师引导学生观察移动副动图，并思考自由度与约束的关系：每形成一个约束，便减少一个自由度。</p>	<p>与学生们一起探讨，启发学生积极思考问题，发挥学习的主动性，更利于掌握知识点、加深理解和记忆。</p>
<p>平面机构运动简图 (10 分钟)</p>	<p>1) 平面机构运动简图</p> <p>教师讲解概念：平面机构运动简图：用规定的符号来表示机构各构件和运动副（GB/T 4460-2013《机构 运动简图符号》），按适当的比例尺定出各运动副的相对位置，用以表示机构运动传递情况的简化图形。</p>  <p>如图所示，内燃机的主体机构的运动简图，用规定的符号可以表示运动传递的情况。</p> <p>教师带领学生思考：绘制机构运动简图时，为什么构件和运动副要采用国标规定的画法？（这个问题非常重要，指向机构运动简图的意义：将具体的机械抽象成简单的运动学模型，绘制成机构运动简图是分析机械以及设计机械的基础和前提。）采用国标规定，是因为统一标准，描述的更加准确，将复杂的图形更加标准化，便于读图。</p>	<p>互动，让学生集中注意力，紧跟教学思路。</p> <p>回答提出问题，完美解决，增加学生的学习成就感。</p>

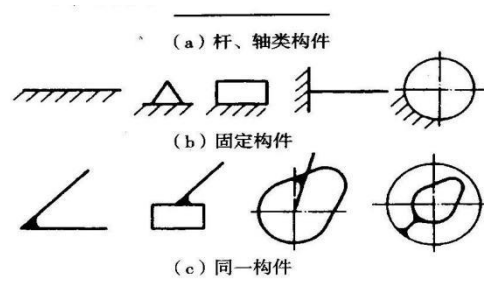


2) 构件与运动副的表示方法

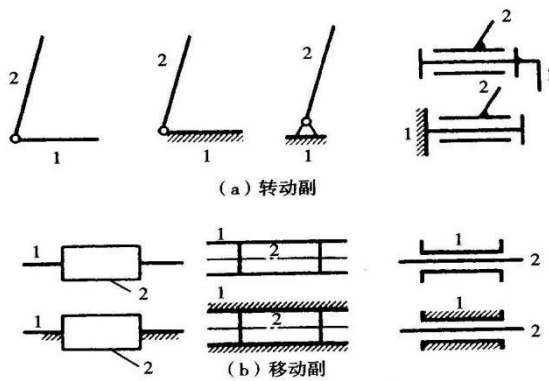
① 构件的表示方法:

无副构件的表示方法

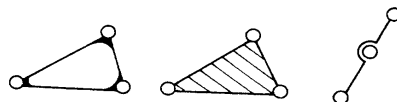
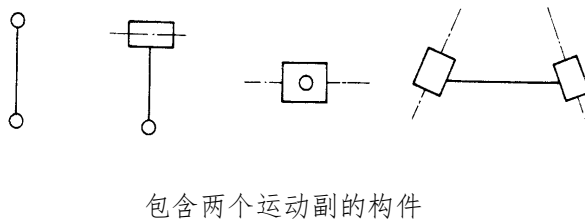
教师演示并解释: 教师用教鞭带领学生观看图片, 详细解释各类无副构件的表示方法;



② 运动副的表示方法:

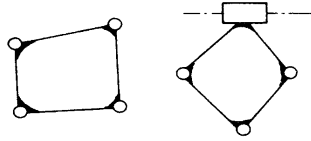


③ 含副构件的表示方法:



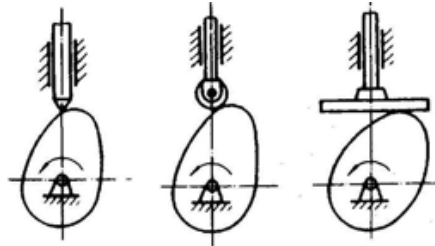
互动, 让学生集中注意力, 紧跟教学思路。

包含三个运动副的构件

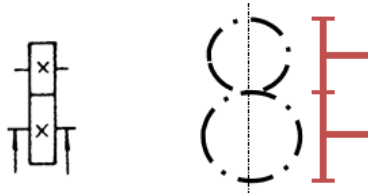


包含四个运动副的构件

④常见机构的表示方法：



凸轮机构



3) 机构简图的绘制方法和步骤

教师带领学生总结：机构简图的绘制方法和步骤：

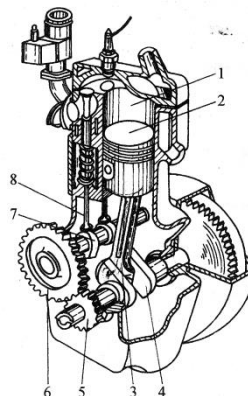
- ①构件分析：分析机构，观察相对运动，数清所有构件数目；
- ②运动副分析：确定所有运动副的类型和数目；
- ③测量运动尺寸；
- ④选择视图平面；
- ⑤确定比例尺；
- ⑥绘制机构运动简图：用规定的符号和线条绘制成简图（从原动件开始画）。

用互动的形式，带领学生们自己总结机构简图绘制的方法和步骤，更利于该知识点的掌握，为后续绘制机构简图做铺垫。

课堂练习与课后复习作业
(2分钟)

1) 绘制内燃机主机构运动简图

这是一道相
例，留给学
生课



对系统性的案
外练习。

通过一个较为复杂的机械系统，分析其相对运动情况，利于学生理解和接受机构运动简图的绘制方法。

		<p>2) 随堂练习 (学习通)</p> <p>学生进入学习通活动版块, 完成随堂测试1--5:</p>	
	<p>总结与布置预习任务 (1 分钟)</p>	<p>教师对本节内容进行总结</p> <p>重点讲解了①机构的组成要素及组成原理; 需要强调的是构件和运动副是机构的组成要素。②一定要注意运动链与机构的区别与联系: 机构就是带有机架和原动件, 具有确定相对运动的运动链。③机构运动简图的基本概念, 平面机构运动简图绘制的一般步骤。</p>	<p>通过课堂小结, 让学生对本节内容形成整体认识。区分性和归纳性强, 学生容易掌握。</p>
<p>6.教学评价与反馈</p>	<p>1) 学习通随堂检测: 检查学生对基础知识的掌握情况, 发现问题并及时解决问题。</p> <p>2) 课堂参与: 检查学生参与课堂学习的积极性和主动性。</p> <p>3) 课后作业: 进一步检查学生对课堂知识的理解程度。</p> <p>4) 学习通问卷调查: 通过学习通进行问卷调查, 了解学生对本次课的知识掌握情况, 以及意见和建议。</p>		

六、教学反思

由于在传统的教学模式下, 学生基本处于被动的学习状态, 课堂参与长期表现为“长于听、讷于言”, 导致目前在“课堂讨论”中, 仍有部分学生参与积极性不足, 需要教师设置**更多的学生感兴趣**的相关内容和问题, 更多地提供学生参与的机会, 进一步**激发和培养**学生主观能动性, 使更多的学生积极参与到课堂活动中, 更好地调动学生的学习兴趣, **实现“学生个个为学习的主体, 教师为引导者”**的教学模式。