

教案二 平面连杆机构具有确定相对运动的条件

一、教学分析

(一) 授课信息

授课主题	平面连杆机构具有确定相对运动的条件	学时	2
授课方式	讲授与讨论结合	授课班级	23 数控 B 班
授课日期	2024 年 3 月 12 日	授课地点	Q1-325

(二) 教学内容

国家在《中国制造 2025》文件中就已经提出按照“四个全面”战略布局要求，实施制造强国战略，加强统筹规划和前瞻部署，力争通过三个十年的努力，到新中国成立一百年时，把我国建设成为引领世界制造业发展的制造强国，为实现中华民族伟大复兴的中国梦打下坚实基础。机械是人类用以转换能量和借以减轻人类劳动、提高生产率的主要工具，也是社会生产力发展水平的重要标志。机械是国民经济发展的基础技术，不论传统产业还是新兴产业，其进步与发展都离不开机械技术的支持。当今社会高度的物质文明是以近代机械工业的飞速发展为基础建立起来的，人类生活的不断改善也与机械工业的发展紧密相连。

今天所讲的内容属于《机械设计基础》中第一章的第 2 节，整章内容介绍的是机构的机构分析。机构是具有确定运动的人为的实物组合体，因此需要弄清楚机构包含哪几个部分，各部分是如何相连的，以及怎样的机构才能保证确定的相对运动。不同的机构都有各自的特点，把各种机构按结构加以分类，其目的是按照其分类建立运动分析和动力分析的一般方法，并通过绘制机构运动简图为机构的运动学分析和动力学分析做准备。机构有简有繁，构件有多有少，而运动确定是它们的共同特征，研究搞清楚按照何种规律组成的机构能满足运动确定性的要求。

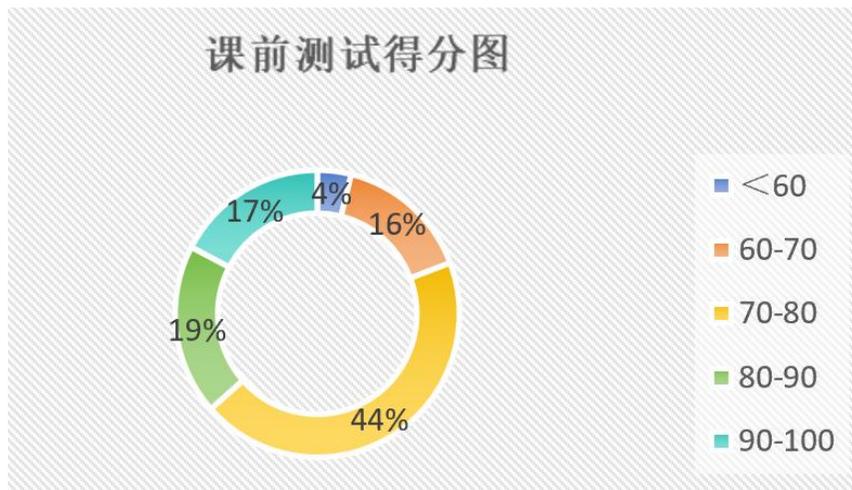
遵循学生认知规律，结合课程标准，本次课程规定为 2 学时，主要教学内容安排学习平面机构自由度的计算，并且通过计算平面机构自由度的多少来确定机构是否具有确定的运动；重点讲解在计算自由度需要注意三大事项，分别为机构出现复合铰链时的计算，机构

出现局部自由度时的计算，以及最后机构虚约束的引入，当机构出现以上几种情况也需要特殊计算自由度；最后利用计算机构自由度的多少来判断机构的运动设计方案是否合理机器，解决实际问题。

(三) 学情分析

	知识与技能基础	认知与实践能力	学习特点
整体分析	<p>1. 前导课程的知识点，通过学习自由度相关知识，有一定的空间想象能力，可能遇到稍微复杂一点的机构无法确定运动轨迹；</p> <p>2. 通过前期学习，对日常生活中的一些机构有能一定的认识，能认识原动件以及从动件；</p> <p>3. 面对日常生活中的一些机构能联想到它的运动简图；</p> <p>4. 学生动手能力较强，能根据实物绘制出部分简图，还能够进行自由度的计算。</p> <p>5. 部分同学看着这些机构图就感冒，对这些知识不太感兴趣，不想了解其中的含义。</p>	<p>1. 通过网络开展调研、收集处理信息的能力较强；</p> <p>2. 从分小组分别讨论进行机构自由度的计算可知，有少部分同学存在偷懒问题，不愿意去思考动手；</p> <p>3. 从测试题目中发现存在粗心大意的问题；</p>	<p>1. 有一定的自学能力，喜欢通过网络获取信息；</p> <p>2. 喜欢一直跟随老师的节奏上课，缺乏理论探索的积极性；</p> <p>3. 对理论知识兴趣较弱。</p>
个体分析	<p>1. 1、22号同学对自由度的理解还不够深，不能清楚知道表达的什么意识；</p> <p>2. 7号同学完成看凸轮和滚子的运动视频时，还不太理解为什么计算自由度时候要把滚子和推杆固定住。</p>	<p>1. 9号同学不能理解自由度和原动件数目的关系；</p> <p>2. 11号等2位同学还不清楚虚约束怎么去除掉。</p>	<p>1. 33号同学课前小测全班最高分，说明学习主动强；</p> <p>2. 40号同学课前任务完成较差，说明自学能力或者自我约束能力弱。</p>

数据来源



问卷调查

学习兴趣问卷调查

1.喜欢的授课形式:

- 情境教学
- 理论讲解
- 实践教学

2.学习习惯

- 独立学习
- 团队合作
- 小组竞争

3.喜欢的教学资源类型

- 视频动画
- 教学游戏
- 虚拟仿真

(四) 教学目标

素质目标

知识目标

能力目标

<p>1. 激发自主学习，培养发现问题、分析问题、解决问题的能力；</p> <p>2. 发挥社会主义核心价值观的引领作用，贯彻落实立德树人的根本任务，培养学生认真细致、实事求是、积极探索的科学态度和工作作风，使其成为“德才兼备、全面发展”的社会主义事业建设者和接班人。</p> <p>3. 培养学生具有热爱科学、实事求是的学风和创新意识、创新精神。</p> <p>1. 通过播放视频等环节，增强自我学习能力；</p> <p>2. 通过测试题目，培养学生搜集资料能力；</p> <p>3. 通过分组测试完成任务，增强学生之间的沟通能力。</p>	<p>1. 了解低副和高副分别会带来的约束数目。</p> <p>2. 掌握自由度数目影响机构确定运动的条件；</p> <p>3. 掌握复合铰链带来的转动副数目的计算；</p> <p>4. 掌握机构出现局部自由度对计算自由度带来的影响；</p> <p>5. 掌握虚约束给机构带来的影响。</p> <p>6. 理解计算自由度的实用意义何在。</p>	<p>1. 能正确计算机机构的自由度数目；</p> <p>2. 通过计算机机构自由度的数目，和机构原动件数目的数目比较，得知自由度数目与原动件数目相同机构才能获得确定运动，且自由度必须大于0；</p> <p>3. 能够对复合铰链进行计算；</p> <p>4. 能够认识局部自由度，计算时去掉机构自由度；</p> <p>3. 能够认识机构中的虚约束，计算自由度时应该去掉；</p> <p>4. 通过计算机机构自由度对不合理的机构进行改进。</p>
---	--	--

(五) 教学重难点

<p>教学重点</p>	<p>1. 平面机构自由度的计算；</p> <p>2. 机构具有确定运动的条件。</p>	<p>解决方法</p>	<pre> graph LR A[创设情境设疑] --> B[直观演示法] B --> C[小组讨论法] C --> D[教师总结讲解] </pre> <ul style="list-style-type: none"> 创设情境设疑 <ul style="list-style-type: none"> 运用信息技术营造教学情境，设疑导入，激发兴趣。 直观演示法 <ul style="list-style-type: none"> 播放动画视频等方法更形象说明。 小组讨论法 <ul style="list-style-type: none"> 抛出问题，学生自由发挥，讨论问题并举手积极回答。 教师总结讲解 <ul style="list-style-type: none"> 对学生发言给予认可，引导学生往正确解题思路。
--------------------	--	--------------------	---

教学 难点	1. 复合铰链的影响； 2. 局部自由度的影响； 3. 虚约束的影响。	解决方法	解读法	讨论法	任务驱动法	教师讲解
			<ul style="list-style-type: none"> 学生对有复合铰链的机构进行自由度计算，通过计算发现问题，再对问题解读解决。 	<ul style="list-style-type: none"> 汽车空挡情况和刹车情况下汽车能否移动，达到目的地。 	<ul style="list-style-type: none"> 给学生布置任务，要求按照实物图绘制出机构运动简图，再计算该机构的是自由度，激发学生思考，解决问题。 	<ul style="list-style-type: none"> 点评学生完成情况，对错误最多的地方重点讲述，培养学生学习方法。

二、教学策略

(一) 教学理念 (设计)

遵循“以学生为中心”理念，结合学情特点、岗位要求和工作过程，运用“BOPPPS 教学模型”设计教学，通过“Bridge (引入)、Objective (学习目标)、Pre-assessment (课前摸底)、Participatory Learning (参与式学习)、Post-assessment (课后测验)、Summary (总结)”，让学生在课堂上掌握计算机构自由度的方法，根据机构自由度的数目判断该机构是否具有确定的运动，通过学习机构中可能出现复合铰链、局部自由度、虚约束等知识，掌握计算机构自由度时需要注意事项，最后利用所学知识，判断机构的运动设计方案是否合理，并进行改进。

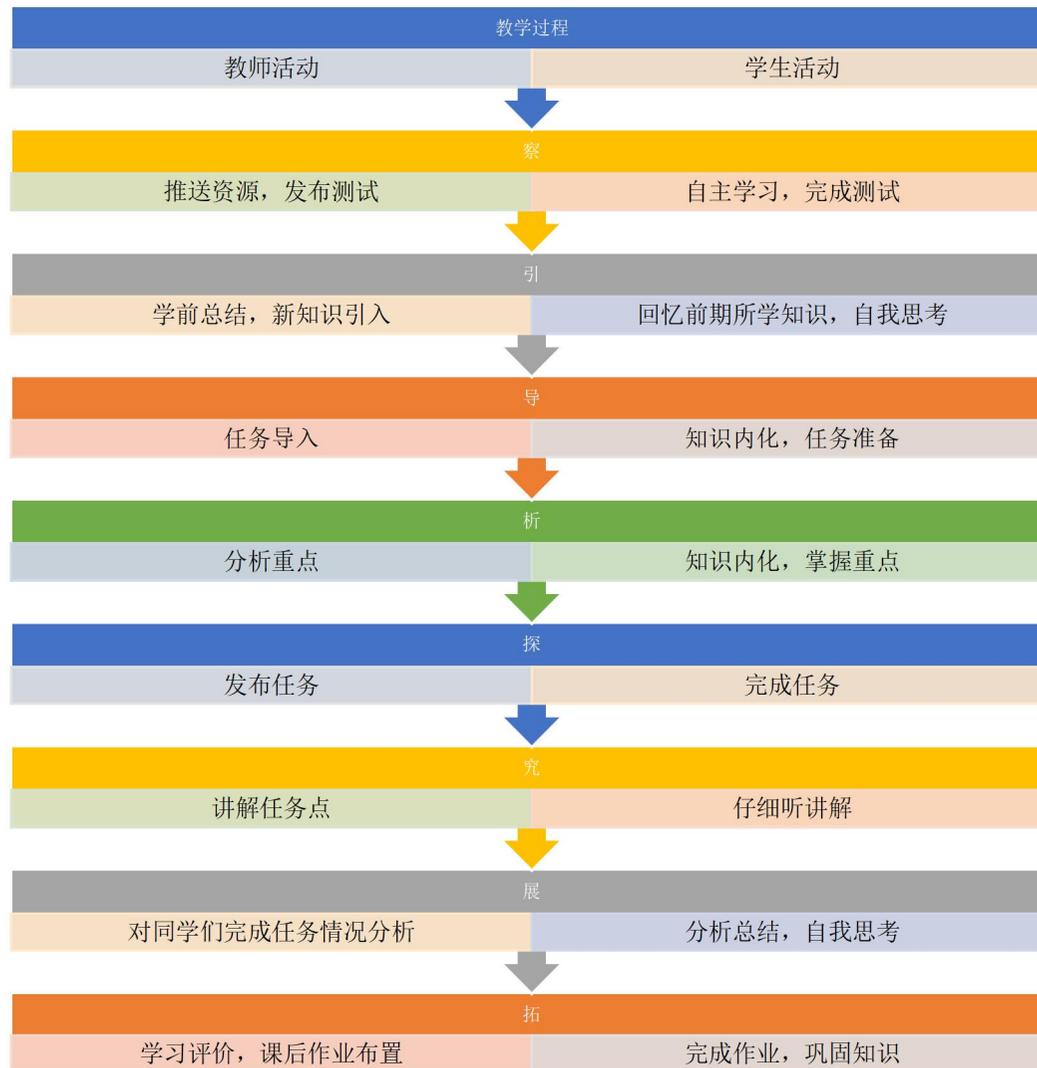
(二) 教学方法

教法

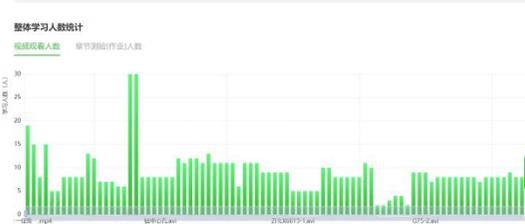
讲授法	讲解构件自由度的定义，机构出现的运动副会限制机构的自由度。
案例法	通过讲缝纫机引线机构的自由度数目，让学生了解什么是活动构件，移动副，转动副，高副的数目，写出公式带入进行计算自由度。
小组讨论法	小组讨论对课前的内容进行汇报，讨论自由度的数目小于原动件的数目以及等于零的时候机构会出现什么情况；课间任务的领取和小组内的讨论学习。

任务驱动法	发布任务，学生收到任务后完成运动简图的绘制以及对机构进行修改，使机构运动确定。	
学法		
阅读、观察、体验、探究、交流		
(三) 教学资源		
教学环境与硬件	<div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">教学支持资源：多媒体、网络资源、虚拟仿真实训基地、校外北京精雕实训基地。</p>	
教学资源与手段	动画设计程序	通过使用后缀 swf 的动画格式文件，教师可编辑部分内容，比如判断机构是否具有确定运动。
	动画	通过观看动画，能直观地了解清楚机构的运动方式，比如机构中虚约束的出现。
	微课视频	通过课前任务的布置，发布微课视频，学生提前学习本次课程内容。
	课程学习网站	通过课后任务的布置，发布相关课程学习网站，学生可进入网站再次加强学习。

三、教学实施

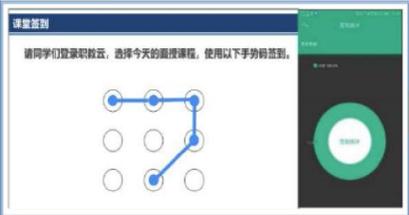


(一) 课前

教学环节	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
<p>察</p>	<p>1. 回顾以前所学的一些机械知识；</p> <p>2. 机构自由度的计算公式。</p> <p>2. 刚性桁架和超静定桁架；</p> <p>3. 计算自由度中的特殊问题-复合铰链，局部自由度，虚约束的知识；</p> <p>4. 计算自由度的实用意义。</p>	<p>【推送资源】</p> <p>发布本次课程的相关的学习资源与《任务书》。</p>  <p>平台发布资源</p> <p>【发布测试】学习通、公众号发布关于计算自由相关知识测试题。</p> <p>【学前分析】查看学生线上学习情况，对测评结果进行分析，调整授课重点。</p>	<p>【自学资源】</p> <p>1. 登录学习平台，获取课程学习资源，并且通过《任务书》了解本次课程的任务；</p> <p>2. 完成在线测试题；</p> <p>3. 做好笔记归纳，记录有疑问的地方。</p> <p>【完成课前自测】</p> <p>在线完成课前小测。</p>  <p>课前自测</p>	<p>【知识铺垫】</p> <p>引导学生自主归纳学习。</p> <p>【学情摸查】</p> <p>了解学生对机构等知识的掌握程度，了解对自由度和运动副的认识以及判定机构的运动设计方案是否合理的掌握程度。</p> <p>【思政融入】</p> <p>通过计算自由度需要注意事项，培养学生做事严谨认真的态度。</p>

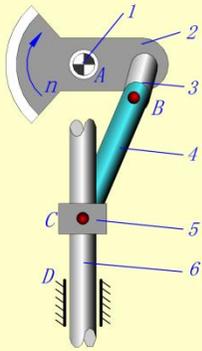
(二) 课中 (90 分钟)

教学环节	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
引 (15min)	机器、机构、构件和零件等名词的含义；自由度的出现；运动副的概念。	【学前总结】 1. 考勤 2. 表扬学前测试优秀学生，展示网络平台的学习记录，分析难题、错题 【知识引入】 1. 让学生分组，每组选择一个代表进行简单的学情汇报，主要收集学生的疑点和难点； 2. 简单总结分析问题所在，引导学生往正确解题思路； 3. 提问如果机构完全不能动，其自由度大小一定小等于于零？。	【自我总结】 1. 签到 2. 根据课前学习情况，反思自己的优点与不足，更新知识储备，参与课堂活动 【自我行动】 1. 自行分组，大约 5 人一个小组讨论进行汇报； 2. 聆听别的组汇报，思考自己有无相同疑问； 3. 积极回答老师的提问，并且说明理由。	【知识巩固】 通过总结、分享、评析引导学生巩固相关知识点 【能力培养】 引导学生动脑动口，在多媒体课件的辅助下，让学生在反复讨论中，得出结论提高同学们的参与度及团队合作能力，通过汇报锻炼学生的胆量及

	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>手势签到，统计考勤</p>  <p>快捷方便，提高课堂管理效率</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>课前测试回顾点评</p>  <p>发现问题、解决问题、共享数据</p> </div> </div>			<p>表达能力!</p> <p>【引入知识】 通过学生的分享汇报，课堂重点为解答学生提出的难点和疑点。</p> <p>【思政融入】 学生通过自我归纳，在课堂上积极发言，激发自主学习，积极面对困难的态度。</p>
教学环节	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图

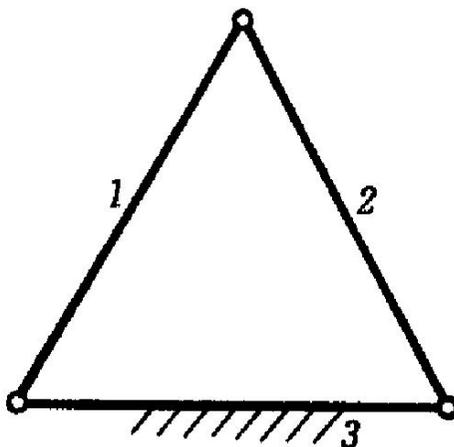
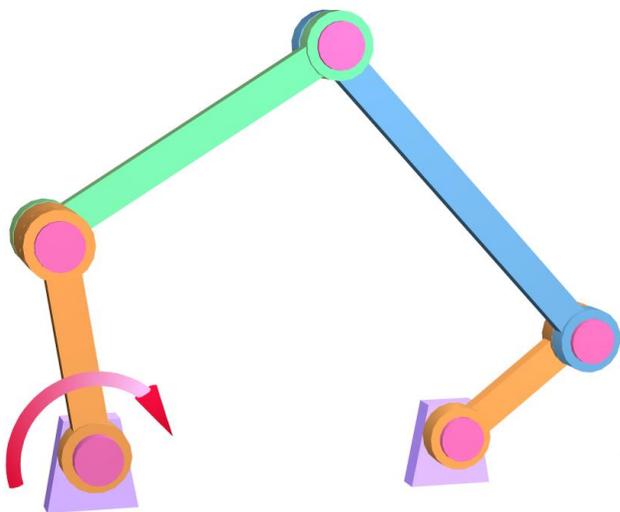
<p>导 (10min)</p>	<p>自由度的计算公式； 机构具有确定运动时和自由度数目的关系。</p>	<p>【任务导入】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 通过讲解我国“新疆棉”事件，引出国外做衣厂家阿迪、耐克等品牌污蔑中国新疆棉花，如果没有中国市场，那么他们的衣服将没法卖出去，那么除了这两家还有那些厂家也是做出这种不耻行为？再引出衣服、裤子的制作需要缝纫机，那么缝纫机是怎么工作的呢？ 2. 打开程序动画，里面是缝纫机引线机构的实物图，点击运动按钮让机构开始运动。 3. 绘制出缝纫机引线机构的运动简图。 3. 提问观察机构的运行规律。 4. 计算机构自由度，并且和机构原动件数目比较。 	<p>【知识内化】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 回答老师问题，国外其他厂家比如H&M等； 2. 小组讨论，回答老师问题，缝纫机是踩下面那踏板，针线来回穿梭。 3. 通过观看视频，观察缝纫机引线机构的运动方式，并且自己立马绘制出机构运动简图。 4. 根据老师讲解，对机构自由度进行计算，。 <p>【任务准备】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 聆听老师讲课，做好笔记，重点记录计算自由度公式少； 2. 掌握计算自由度数目和原动件数目是否要一致。 	<p>【情境创设】</p> <p>通过国内大发生过的新闻事例，激发学生兴趣，引入本节内容。</p> <p>【思政融入】</p> <p>激发学生的爱国主义，做到不信谣不传谣，坚决抵制国外某些品牌等于中国的污蔑。</p>
------------------------------------	--	---	--	--

缝纫机引线机构及运动简图



教学环节	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
------	------	------	------	------

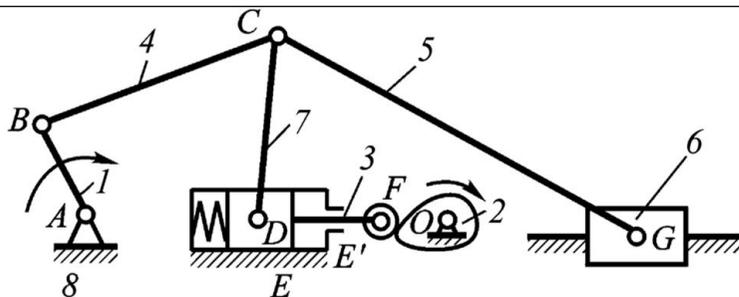
<p>析 (15min)</p>	<p>计算机构自由度数目，判断自由度数目大于机构中的原动件以及小于机构中的原动件和等于机构中的原动件，对机构的影响如何。</p>	<p>【导析重点】 重点讲解自由度数目大于原动件数目，解释其原因。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 播放原动件为 1 的时候五杆机构运动视频，让同学计算自由度大小，再播放原动件为 2 的时候五杆机构运动视频，让同学计算自由度大小，以每个小组进行汇报； 2. 在黑板上绘制一个三杆机构，计算自由度数目，再在三杆机构基础上再添加一根杆，计算自由度，让同学计算自由度大小，以每个小组进行汇报； 3. 计算唧桶机构的自由度，以每个小组进行汇报； 4. 总结，只有机构自由度等于原动件数目，且必须大于 0 才具有确定的运动。 	<p>【知识内化】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 根据视频的观看，思考机构的运动方式是怎样的。 2. 做好笔记，要点为出现一个高副减少 1 个自由度，出现一个低副减少 2 个自由度。 3. 小组讨论，计算自由度的数目，探究自由度和原动件的规律。 <p>【技能内化】 通过机构的运动简图，能正确计算出机构自由度的大小，判断自由度和原动件数目的关系。</p>	<p>【破解难点】 通过视频动画等方法讲解，让学生自己计算自由度数目，引领学生总结规律。</p> <p>【能力的培养】 通过视频以及讲解多个机构，培养学生能正确计算机构的自由度；</p> <p>【思政融入】 通过老师讲解例子，学生进行汇报，培养学生的表达能力，最后让学生自己发现规律，旨在培养学生对学科热爱，对生活也要热爱。</p>
----------------------	--	--	---	---



教学环节	教学内容	教师活动	学生活动	设计意图															
探 (25min)	计算平面机构自由度的注意事项	<p>【发布任务】</p> <ol style="list-style-type: none"> 按照班级分组情况，发布任务，重点是了解复合铰链、局部自由度、虚约束的概念，对计算自由度会产生何种影响； 发布任务单； 将教学资源发布给学生。 <table border="1" data-bbox="658 1166 1178 1332"> <thead> <tr> <th>任务点</th> <th>内容</th> <th>重点</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>一</td> <td>复合铰链</td> <td>转动副数目</td> </tr> <tr> <td>二</td> <td>局部自由度</td> <td>不影响整个机构的局部独立运动</td> </tr> <tr> <td>三</td> <td>虚约束</td> <td>起相同作用的约束</td> </tr> <tr> <td>四</td> <td>计算复杂机构的自由度</td> <td>识别这三种特殊情况</td> </tr> </tbody> </table>	任务点	内容	重点	一	复合铰链	转动副数目	二	局部自由度	不影响整个机构的局部独立运动	三	虚约束	起相同作用的约束	四	计算复杂机构的自由度	识别这三种特殊情况	<p>【学习内容】</p> <ol style="list-style-type: none"> 根据老师给的任务单，了解任务重点； 根据老师发布的资源，分组进行自主学习，学习过程中可与同住其他同学进行问题讨论，解决问题； 学习过程中做好笔记，记录疑点和难点； 各小组互相监督，防止抄袭； 计算复杂机构的自由度。 	<p>【能力培养】</p> <p>根据老师发布任务自主学习，培养学生的自主学习能力，知识的总结能力，通过自主计算自由度，培养学生知识运用能力。</p> <p>【思政融入】</p> <p>通过任务发布自主学习的过程，培养学生</p>
任务点	内容	重点																	
一	复合铰链	转动副数目																	
二	局部自由度	不影响整个机构的局部独立运动																	
三	虚约束	起相同作用的约束																	
四	计算复杂机构的自由度	识别这三种特殊情况																	

				团结互助的精神，养成严谨认真对待事情的态度。
教学环节	教学内容	教学活动	学生活动	设计意图
究 (15min)	机构中特殊结构采用特殊方法计算自由度	【讲解】 1. 教师检查每一小组的任务完成情况，检查学生计算过程。 2. 将绘计算正确结果的画上讲台作为参观，鼓励学生再接再厉。 3. 教师通过视频以及图片等资源向学生展示机构中的特殊结构。 4. 讲解这三种特殊结构，需要注意的事项以及计算自由度时的方法。	【分析总结】 1. 根据老师拿在讲台上的展示的成果与自己做的做对比，比较自己那些地方没有考虑到； 2. 做任务过程进行组内、组间互做评价； 【技能构建】 根据老师讲授内容做出思考、归纳，总结要点；	【能力培养】 培养学生自主学习能力、能分辨出机构中特殊结构。 【思政融入】 1. 通过教师选取最优的运动简图到讲台展示，激发学生的学习

				<p>兴趣，培养学生的自豪感。</p>
教学环节	教学内容	教学活动	学生活动	设计意图
<p>展 (10min)</p>	<p>计算复杂机构的自由度； 计算平面自由度的实用意义。</p>	<p>【任务引入】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 根据学生最终任务完成情况，大致点评所有学生的情况； 2. 根据学生完成情况，讲解复杂机构中存在复合铰链，局部自由度，虚约束的特殊结构。 3. 讲解复杂机构自由度的计算。 4. 例题简易冲床的设计图，计算自由度大小，发现其自由度为 0，要进行修改。 	<p>【学习内容】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 根据老师讲解题目，能识别出复合铰链，局部自由度，虚约束； 2. 对照自己的任务完成情况对比，思考自己为什么没有想到这； 3. 做好笔记，记录疑点和难点。 4. 计算例题自由度大小，对简易冲床修改，使其自由度等于 1. <p>【自主提升】</p> <p>反思知识要点掌握程度，分析自身优势，自我更新知识点。</p>	<p>【突破难点】</p> <p>利用案例进行讲解全过程，让学生在完成任务中学、在错中学，加深印象。</p> <p>【能力培养】</p> <p>培养学生综合知识运用能力。</p> <p>【思政融入】</p> <p>讲解案例，培养学生</p>



对认真细致、实事求是、积极探索的科学态度和工作作风。

课后

教学环节	教学内容	教学活动	学生活动	设计意图与思政
拓	<p>计算习题的四个机构的自由度，有复合铰链、局部自由度、虚约束要指出，并且判断是否具有确定的运动；</p> <p>平面连杆机构的每根杆是怎么运动的。</p>	<p>【学习评价】 收集学生在课堂上所做的任务结果，上传到学习通，给每个人发放评定结果。</p> <p>【任务布置】 1. 发布作业，计算课后习题机构的自由度； 2. 发布平面机构的运动方式是怎样话题。</p>	<p>【完成作业】 完成计算机构的自由度，判断机构中存在的三种特殊结构。</p> <p>【更新知识】 根据老师发布的评定结果，查缺补漏，自行更新知识技能</p> <p>【参与讨论】 根据课堂记录的思考笔记，收集资料，发表言论。</p>	<p>【个性教学】 通过课堂表现以及评定结果，学生根据自身情况进行差异化学学习</p> <p>【引导创新】 通过课后讨论，引导学生进行拓展学习，培养自主学习能力，</p>

更新知识储备，为创新能力培养奠定基础。

【思政融入】

通过自我知识构建，进一步培养职业兴趣，明确社会责任。

教学评价

采用基于目标导向的“多主体、多维度、全过程”评价方式：

多主体：综合采用学习通平台，教师评价，学生组内自评、小组互评等方式进行多主体评价；

多维度：从知识目标-掌握低副和高副所带来的约束，认识机构具有确定的运动条件，能从机构中找到特殊结构给计算自由度带来的影响；能力目标-能正确计算机构的自由度，判断机构是否具有确定的运动，能计算出三种特殊结构带来计算自由度的影响，能根据机构运动简图计算出自由度，并且感觉自由度的数目来设计或者修改机构；素质目标-热爱科学、团结互助、做事严谨认真、实事求是、创新精神的三维度进行评价；

全过程：按照课前是否有认真学习线上资料，是否能完成课前答题；课中能否主动进行汇报，积极参与课堂的提问，与同学讨论解答；课后能否完成教师布置的拓展任务三个阶段进行全过程评价。

四、教学反思

教学效果	学生通过这节课的学习，对重点内容掌握相对较好，尤其是发布任务后学生自己学习，和同组同学讨论问题，最后顺利完成任务，这让学生有了新的认识，通过自己能学习到更多知识，每个人做题都有自己的思路，发挥自己的创新思维，不受老师的约束，让学生有自己的想法。
存在不足	少部分学生性格较内向，不太愿意主动参与课堂活动；
改进设想	了解学生性格，可以多鼓励这部分学生回答问题，即使答错了也要鼓励。

