



附件 2：教学设计样例说明

材料力学课程思政示范课程教学设计样例说明 1

课程名称	材料力学	授课教师	吕建国	授课时间	20210512
授课对象	地质工程专业	本节课学时/总学时	1/48	授课地点	综合教学楼-701
使用教材	材料力学 I（第六版）刘鸿文主编				
学习内容	压杆稳定的概念和细长压杆的临界力				
学情分析	<p>知识背景：工程中有些构件具有足够的强度、刚度，却不一定能安全可靠地工作，还需要满足稳定性。构件的承载能力包括强度、刚度和稳定性。</p> <p>学生背景：通过前期学习，学生建立了强度、刚度的概念，但对稳定性概念了解较少。学生学完高等数学后，应用较少，本节将用微积分理论推导压杆的临界力计算公式。</p>				
教学目标	知识目标	使学生理解压杆稳定的有关概念，掌握压杆的稳定性、失稳、临界力的概念。掌握推导两端铰支细长压杆临界力公式的方法，明确公式中各项的物理意义。			
	能力目标	能应用欧拉公式计算细长压杆的临界力，根据工程问题提出提高压杆稳定性的措施。培养学生运用排它法、特殊与一般的关系分析问题、解决问题的能力。			
	育人目标	通过欧拉公式，说明数学对科学发展的重要作用，教育学生要想成为对社会和国家有用的人才，必需打下扎实的基础知识。同时培养学生严谨的逻辑思维能力和理论联系实际的能力。塑造工程师爱岗敬业的使命感和责任感。			
教学重点	压杆的稳定性与失稳、临界力的概念。两端铰支细长压杆临界力公式的推导及公式中各项的物理意义。				
教学难点	两端铰支细长压杆临界力公式的推导及公式中各项的物理意义。				
教学设计思路	采取“逆向设计”思路，以学生为中心，即先设计学习目标，通过一节课的学习，回答“学生要掌握什么知识？具有哪些能力和素质？”；其次设计教学评价，了解学生“是否到达了目标？”；最后由目标和评价设计教学过程，回答“通过什么样的方式可以到达目标”。				

课堂教学 设计流程	知识问题	旧知引入	通过回顾材料压缩试样高度与截面直径比，指出限制试样高度的原因。
	课程导入	提出问题	通过钢板尺受压失效演示实验，引出课题：压杆稳定。
	教学指导	新知学习	压杆稳定的概念；细长压杆临界力公式推导。
	课堂练习	知识应用	实例分析：结合工程实例，强化知识的应用。
	教学总结	知识总结	对知识点进行总结，掌握分析问题的方法。


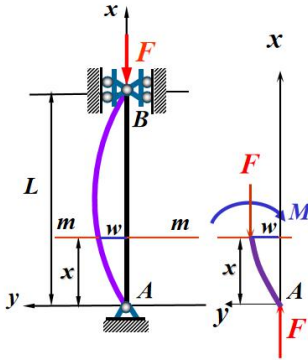

教学组织	教师活动		学生活动	设计说明
	<p>雨课堂签到。</p>  <p>教学活动图 1 雨课堂签到</p> <p>出示金属材料的压缩试样，提问：为什么试验时要求试样的高度与直径之比在 1~2 的范围内？</p>  <p>教学活动图 2 学生回答问题</p>		<p>学生回答问题</p>	<p>了解学生对知识的掌握程度。</p>

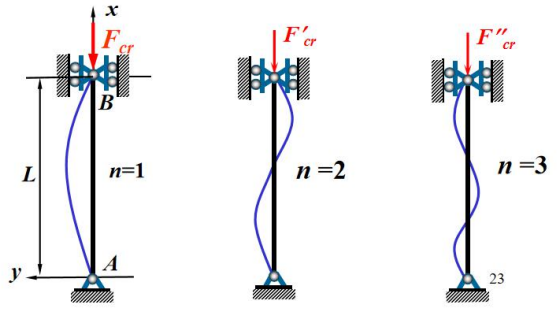
教学过程	知识回顾 (2 分钟)	

<p>课程导入 (3 分钟)</p>	<p>通过钢板尺受压演示说明细长压杆的破坏不是由于强度和刚度不足造成的，而是由于压杆失稳造成的，从而引出课题：（板书）压杆稳定。</p>  <p>压杆稳定课堂演示教具</p>  <p>教学活动图 3 课堂演示</p>	<p>讨论交流</p>	<p>提出问题 课程引入</p>
<p>压杆稳定的概念 (15 分钟)</p>	<p>一、压杆稳定的概念</p> <p>1. 稳定平衡与不稳定平衡</p> <p>通过多媒体动画演示（图 1）说明稳定平衡与不稳定平衡的概念，板书：</p> <p>稳定平衡：能够恢复原有状态的平衡。</p> <p>不稳定平衡：不能恢复原有状态的平衡。</p>  <p>图 1 稳定平衡与不稳定平衡</p>	<p>思考领悟</p>	<p>通过动画演示，区分稳定平衡和不稳定平衡的本质特征。</p>

	<p>2. 压杆的稳定平衡与不稳定平衡</p> <p>通过多媒体动画演示（图 2）说明受压的细长杆件的平衡也有稳定与不稳定之分。</p> <div data-bbox="507 387 1007 965"> </div> <p>图 2 压杆的稳定平衡与不稳定平衡</p> <p>3. 压杆的稳定性与失稳</p> <p>通过压杆稳定平衡与不稳定平衡的动画演示或用钢板尺演示引出压杆的稳定性与失稳的概念，并板书：</p> <p>压杆的稳定性：压杆保持其原有直线形式平衡状态的能力。</p> <p>失稳：压杆突然改变原有平衡形式的现象。</p> <p>4. 临界力</p> <p>问：压杆在什么情况下处于稳定平衡，在什么情况下处于不稳定平衡？引出临界力的概念：（板书）</p> <p>临界力：由稳定平衡过渡到不稳定平衡时压力的临界值。用 F_{cr} 表示，并进一步强调：临界力是使压杆失稳的最小压力。</p> <p>5. 工程实例</p> <p>内燃机气门阀的挺杆、千斤顶的螺杆、桁架结构中的受压构件（图 3）。（用视频演示工程实际中的受压细长杆件。）</p>	<p>学生回答问题</p>	<p>压力的大小是决定因素。</p>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------	--------------------

		<div data-bbox="504 210 1011 504" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="512 539 1005 754" data-label="Diagram"> </div> <div data-bbox="552 790 968 828" data-label="Caption"> <p>图 3 工程实际中的压杆稳定问题</p> </div> <div data-bbox="483 864 1021 1093" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="647 1124 871 1160" data-label="Caption"> <p>图 4 压杆的失稳</p> </div> <div data-bbox="458 1189 991 1227" data-label="Text"> <p>课堂讨论：压杆的失稳会造成什么后果呢？</p> </div> <div data-bbox="458 1243 1062 1538" data-label="Text"> <p>教师总结：压杆失稳轻则引起构件失效，如挺杆因失稳弯曲而不能正常使用；重则引起整个机器或结构的破坏，造成严重事故，如水塔由于塔架的受压杆件失稳而引起破坏及桁架中受压杆件发生局部失稳而引起结构破坏致使其不能工作（也可出示幻灯片图 4 或动画演示）。</p> </div> <div data-bbox="504 1565 1011 1944" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="612 1968 912 2007" data-label="Caption"> <p>教学活动图 4 学生听课</p> </div>	<p>师生互动</p> <p>课堂讨论</p>	<p>课程思政： 通过工程实例及压杆失稳造成的严重后果，培养学生工程素养和职业精神。</p> <p>让学生带着疑问观看视频：压杆失稳的工程实例，启发学生发散思维。</p>
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>6. 压杆保持稳定的条件</p> <p>工程上一般要求压杆要具有一定的稳定性，从而引出压杆保持稳定的条件：（板书）</p> <p>压杆保持稳定的条件：$F < F_{cr}$</p> <p>随堂测验：压杆的临界力与哪些因素有关？</p>  <p>教学活动图 5 多项选择题随堂测验</p> <p>课堂讨论：如何计算临界力？</p>	<p>学生现场 答题</p>	<p>了解学生 对知识的 掌握程度。</p> <p>引出下面 所讲内容</p>
<p>细长压杆的 临界力 (25 分钟)</p>	<p>二、细长压杆的临界力</p> <p>1. 两端铰支细长压杆临界力公式的推导</p> <p>图 5 所示两端铰支的细长压杆，长为 L，抗弯刚度为 EI，在轴向压力 F 作用下处于微弯的平衡状态（即：$P_{\min} = P_{cr}$）。（出示幻灯片图 5）</p>  <p>图 5 两端铰支细长压杆</p>  <p>教学活动图 6 教师示范讲解</p>		

	<p>在弹性范围内挠曲线微分方程为：</p> $EI \cdot w'' = M(x) = -F \cdot w$ $w'' + \frac{F}{EI} \cdot w = 0$ <p>令：$k^2 = \frac{F}{EI}$</p> <p>则：$w'' + k^2 w = 0$</p> <p>通解：$w = C_1 \sin kx + C_2 \cos kx$</p> <p>边界条件：$x = 0, w = 0 \Rightarrow C_2 = 0$</p> <p>$x = L, w = 0 \Rightarrow C_1 \sin kL = 0$</p> <p>当 $C_1 = 0$ 时，表示压杆保持直线形状的平衡状态，与假设不符。</p> <p>$\sin kL = 0 \Rightarrow kL = n\pi \Rightarrow F = \frac{n^2 \pi^2 EI}{L^2} \quad n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$</p> <p>当 $n = 0$ 时，表示杆不受力，与假设不符。</p> <p>当 $n = 1$ 时，为压杆在微弯状态下保持平衡的最小压力即临界力：</p> $F_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L^2} \quad \text{两端铰支细长压杆的临界力公式。}$ <p>2. 两端铰支细长压杆临界力公式的讨论</p> <p>(1) 挠曲线方程</p> <p>当 $n=1$ 时，$w = C_1 \sin(\pi x/L)$ —— 正弦半波曲线。</p> <p>当 $n=2, 3$ 时分别相当于两个、三个正弦半波曲线（如图 6 所示）。</p>  <p>图 6 挠曲线形状</p> <p>(2) 当 E 增加时 F_{cr} 增加，故提高材料的弹性模量可增大临界力，即提高了压杆的稳定性（高强度钢和普通碳素钢弹性模量相差不大，不能提高稳定性）；当 I 增加时 F_{cr} 增加，故增大杆件横截面的惯性矩可增大临界力，即提高了压杆的稳定性；所以压杆失稳总是发生在最小刚度 (EI_{min}) 平面内。</p> <p>(3) 当 L 降低时，F_{cr} 增加，所以减小压杆的跨度是提高稳定性的有效措施。</p>	<p>思考</p> <p>互动</p> <p>理解</p>	<p>培养学生运用排除法分析问题解决问题的能力。</p> <p>课程思政：说明数学理论对科学发展的重要作用，学生要想成为对社会和国家有用的人才，必需打下扎实的基础知识。</p> <p>课程思政：地质钻探中的钻杆属于超细长压杆，列举我校王成善院士和孙友宏教授团队</p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



教学活动图 7 课堂讨论

3. 其它约束条件下细长压杆的临界力

工程实际中的受压杆件，杆端的约束大都可简化为如下五种情形，（出示幻灯片表 1：杆端约束对临界力的影响。）与两端铰支细长压杆同样的方法可导出各种约束下压杆的临界力，这些公式可统一写为如下形式：

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(\mu L)^2}$$

式中： μ 为不同约束条件下压杆的长度系数； μL 为压杆的相当长度。（相当于两端铰支压杆的挠曲线即半个正弦波的长度。）此式称为欧拉公式（1774）。

表 1 不同约束的长度系数

杆端约束	一端固定另一端自由	两端铰支	一端固定另一端铰支	两端固定
失稳时挠曲线形状				
临界力	$F_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(2l)^2}$	$F_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{l^2}$	$F_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(0.7l)^2}$	$F_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(0.5l)^2}$
长度因数	$\mu = 2$	$\mu = 1$	$\mu = 0.7$	$\mu = 0.5$

4. 例题

已知：图 3 所示内燃机配气机构的挺杆，若为细长压杆，外径 $D=10\text{mm}$ ，内径 $d=7\text{mm}$ ，杆长 $L=351\text{mm}$ ， $E=210\text{GPa}$ 。

完成的松科二井钻探工程，完钻井深 7018 米，成为亚洲国家实施的最深大陆科学钻井和国际大陆科学钻探计划 (ICDP) 成立 22 年来实施的最深钻井。培养学生爱国主义情怀和科学精神。

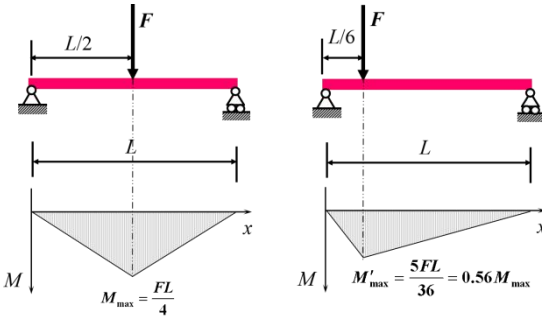
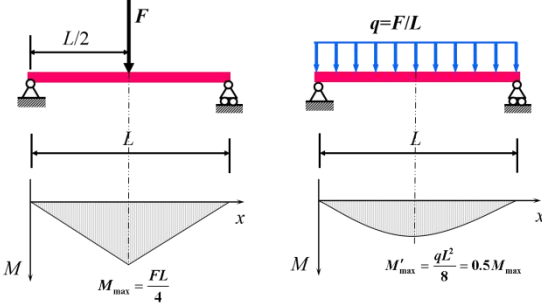
培养学生运用特殊与一般的关系分析问题、解决问题的能力。

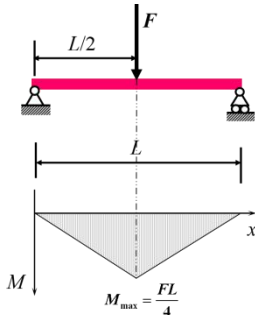
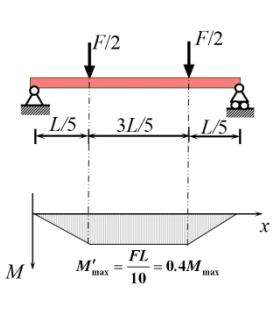

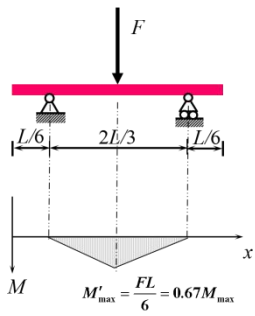
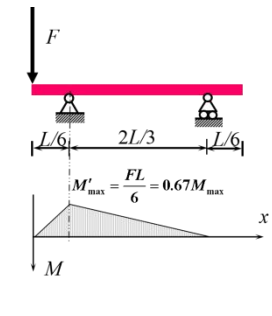



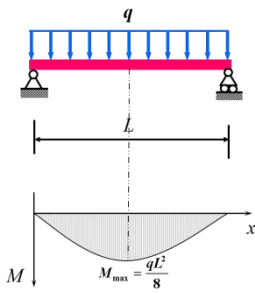
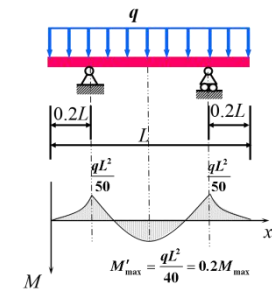
	<p>求：（1）临界力；（2）若改用面积相同的实心圆截面，两者临界力之比为多少？</p> <p>解：（1）求临界力。</p> $\mu=1, I = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{64}$ $P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(\mu L)^2} = \frac{\pi^2 E \cdot \pi(D^4 - d^4)}{64 \cdot (\mu L)^2} = 6.27 \text{KN}$ <p>（2）设实心圆截面直径为 d'，由面积相等得：</p> $\frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} = \frac{\pi d'^2}{4} \Rightarrow d' = 7.13 \text{ mm}$ $\mu = 1, I' = \frac{\pi d'^4}{64}$ $P'_{cr} = \frac{\pi^2 EI'}{(\mu L)^2} = \frac{\pi^2 E \cdot \pi d'^4}{64 \cdot (\mu L)^2} = 2.13 \text{ KN}$ $\frac{P_{cr}}{P'_{cr}} = 2.94 \quad \text{可见：增大 } I \text{ 可提高临界力。}$	思考理解	培养学生应用欧拉公式分析工程问题的能力。
总结回顾 (4 分钟)	<p>雨课堂随堂测评：</p> <p>单选题 设置</p> <p>两根细长压杆 a、b 的长度、横截面积、约束状态及材料均相同，若其横截面形状分别为正方形和圆形，则两压杆的临界压力 F_{acr} 和 F_{bcr} 的关系为（ ）。</p> <p><input checked="" type="radio"/> A $F_{acr} > F_{bcr}$</p> <p><input type="radio"/> B $F_{acr} = F_{bcr}$</p> <p><input type="radio"/> C $F_{acr} < F_{bcr}$</p> <p><input type="radio"/> D 不可确定</p> <p>提交</p> <p>§ 1 压杆稳定的概念 稳定平衡与不稳定平衡。 压杆的稳定性与失稳。 临界力。 压杆保持稳定的条件。</p> <p>§ 2 细长压杆的临界力 一、两端铰支细长压杆的临界力 二、其它约束条件下细长压杆的临界力</p>	学生现场 提交答案	教师点评 总结，了解学生的掌握程度。
课后作业 (1 分钟)	<p>http://i.mooc.chaoxing.com/space/index?t=1636787544916</p> <p>超星平台：第九章作业+本章测验</p>		
教学反思	<p>本次课的教学重点是压杆稳定的概念和两端铰支细长压杆临界力公式的推导及公式中各项的物理意义。教学过程中从教学目标出发，理论联系实际，不仅使学生掌握理论知识，更重要的是培养学生分析、解决工程问题的能力，同时培养学生严谨的逻辑思维能力，塑造工程师爱岗敬业的使命感和责任感。</p>		

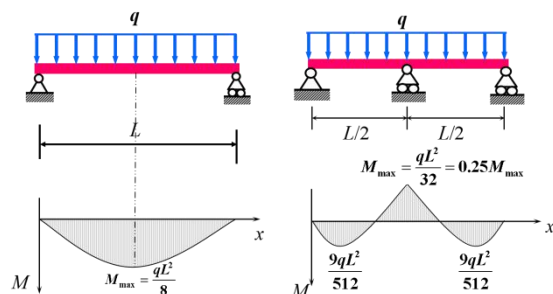




















材料力学课程思政示范课程教学设计样例说明 2

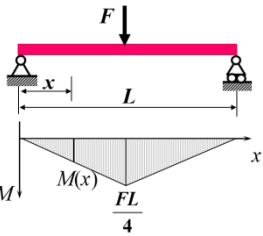
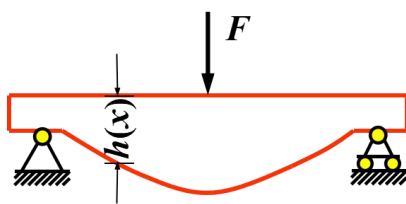
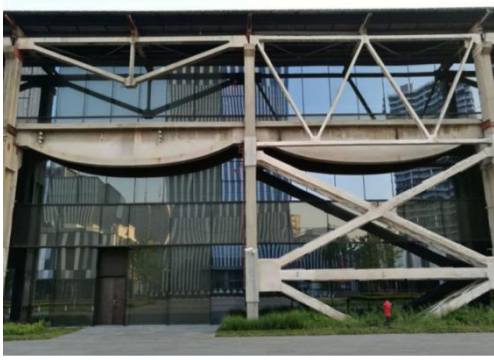
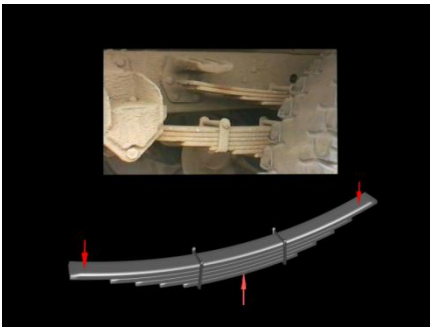
课程名称	材料力学	授课教师	吕建国
授课对象	地质工程专业	本节课学时/总学时	1/48
使用教材	材料力学 I （第六版）刘鸿文主编		
学习内容	梁的合理设计		
学情分析	<p>知识背景：本章上一节已经学习了梁的正应力和切应力强度计算，但对知识的理解还不够深入，特别是如何利用所学知识解决工程问题，需要进行的知识的强化和应用能力的培养。</p> <p>学生背景：当代学生的思维活跃，但眼高手低，学习目的性较强，教学时需要理论联系实际，注重理论知识的背景和工程应用，提高学生学习的兴趣和动力。</p>		
教学目标	知识目标	理解梁合理设计的概念和方法，掌握提高梁强度的措施。	
	能力目标	通过梁结构的优化，培养学生科学、严谨的研究性思维，提高分析问题和解决问题的能力。	
	育人目标	塑造工程师爱岗敬业的使命感和责任感，培养安全、节约的工程素养和可持续发展理念。	
教学重点	提高梁强度的措施		
教学难点	等强度梁的设计		
课堂教学设计技术路线	<div><div>知识问题</div><div>课程导入</div><div>教学指导</div><div>课堂练习</div><div>教学总结</div></div> <div><div>旧知引入</div><div>提出问题</div><div>新知学习</div><div>知识应用</div><div>知识总结</div></div> <div><div>通过复习梁的正应力强度条件，引出梁的合理设计。</div><div>如何提高梁的强度？</div><div>从合理设计载荷、支座位置、截面优化、材料、等强度设计5个方面分析梁的强度提高措施</div><div>实例分析：结合工程实例，强化知识的应用。</div><div>对知识点进行总结，掌握分析问题的方法。</div></div>		

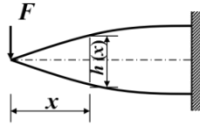
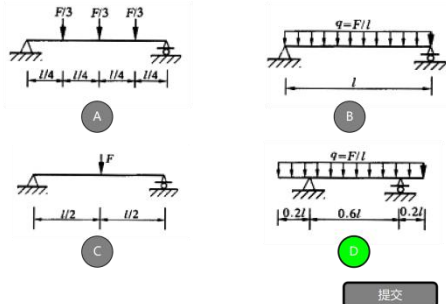
教学组织	教师活动		学生活动	设计说明
	知识问题 (3 分钟)	梁横截面上的应力分布规律？梁的强度条件？	提问互动	了解学生对背景知识的掌握程度。
	课程导入 (2 分钟)	从截面上应力分布规律和内力图两个方面说明等截面梁的缺陷，引出梁的合理设计并板书。	讨论交流	提出问题课程引入
	梁的合理设计概念 (3 分钟)	根据梁的强度要求，结合实际对梁进行合理设计，是材料力学的研究任务。梁设计的基本问题是如何保证在满足强度要求的前提下，以最经济的代价，对梁进行合理设计，即满足实用又经济的要求。 控制条件： 正应力强度条件： $\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_z} \leq [\sigma]$	思考领悟	引导学生如何降低最大工作应力？提高梁的强度。
	提高梁强度的措施 1 (5 分钟)	合理布置载荷作用位置和作用方式。  合理设计载荷的作用方式。 	思考互动 理解	通过将集中载荷分散的思想培养学生的研究性思维。

	 		
<p>提高梁强度的措施 2 (10 分钟)</p>	<p>合理布置支座的位置。</p>    <p>通过优化思想，合理设计支座的作用位置，降低最大弯矩，从而降低最大工作应力。</p>   <p>门式起重机</p>  <p>钢制卧式容器</p> <p>GB/T 8391—2007 L=3500mm L₁=2300mm $\frac{L-L_1}{2} = 0.171L$</p>   <p>问题：支座的最合理位置？</p>	<p>思考互动 理解</p> <p>分组讨论</p> <p>学生计算 得出支座的 最合理 位置。</p>	<p>课程思政： 通过列举 工程实例， 培养学生 分析解决 工程问题 的能力。从 规范的严 格性到做 人做事的 严谨性，培 养学生职 业道德。塑 造工程师 爱岗敬业 的使命感 和责任感</p>

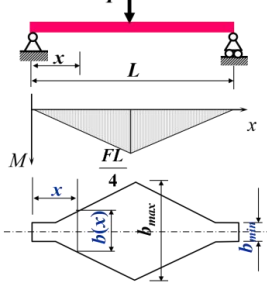
	<p>增加支座。</p> <div></div>		引出超静定梁的概念。																								
提高梁强度的措施 3 (10 分钟)	<p>面积相等情况下选择抗弯截面模量大的形状。</p> <table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>A</td><td>50.24cm²</td><td>49cm²</td><td>50cm²</td><td>50.65cm²</td><td>47.741cm²</td></tr><tr><td>W_z</td><td>50.24cm³</td><td>57.17cm³</td><td>83.33cm³</td><td>136.68cm³</td><td>381cm³</td></tr><tr><td>$\frac{W_z}{A}$</td><td>1cm</td><td>1.17cm</td><td>1.67cm</td><td>2.70cm</td><td>7.98cm</td></tr></table> <p>工程实例：</p> <div></div> <p>问题：北京世园会的主题？引出世园会延康路综合管廊的基坑支护工程。基坑深 9.0m，地下水位 6~8m，采用钢板桩+钢围檩+内支撑的支护方式。钢板桩采用拉森Ⅳ型钢板桩，抗弯截面模量大，带有锁口，可组合成连续紧密的挡土墙，同时可截水。钢围檩采用双拼 45b 工字钢，钢支撑采用∅ 609×14 钢管。</p>						A	50.24cm ²	49cm ²	50cm ²	50.65cm ²	47.741cm ²	W_z	50.24cm ³	57.17cm ³	83.33cm ³	136.68cm ³	381cm ³	$\frac{W_z}{A}$	1cm	1.17cm	1.67cm	2.70cm	7.98cm	思考互动 理解	培养学生归纳、对比、总结的科学思维。 工程实例，培养学生分析解决工程问题的能力。 学生回答问题	课程思政：“绿色生活，美丽家园”。
																											
A	50.24cm ²	49cm ²	50cm ²	50.65cm ²	47.741cm ²																						
W_z	50.24cm ³	57.17cm ³	83.33cm ³	136.68cm ³	381cm ³																						
$\frac{W_z}{A}$	1cm	1.17cm	1.67cm	2.70cm	7.98cm																						

	<div><div></div><div>北京世园会延康路综合管廊基坑支护工程</div><div>$\text{GB/T 20933-2014 : } \frac{W_z}{A} = \frac{362\text{cm}^3}{96.99\text{cm}^2} = 3.73\text{cm}$</div><div><div>千年古梁</div><div>从圆木中锯出一矩形截面梁, 根据弯曲强度理论求最佳高宽比。</div></div><div><div> (5000年前) : 4</div><div> (公元一世纪) : 3.43</div><div></div></div><div><div> 李明仲 (1100 年) 《营造法式》: 1.5</div><div> Thomas Young (1807) 《自然哲学与机械技术讲义》: $\sqrt{2}$</div><div>$h/b=?$</div></div></div> <div>学生计算</div> <div>课程思政: 古代中华民族在科技领域处于世界领先地位。通过案例教学强化爱国主义教育, 激励学生努力学习。</div>																						
提高梁强度的措施 4 (2 分钟)	<div>合理利用材料特性。</div> <div>(1) 选用高强度材料。</div> <div><table><tr><th>材料名称</th><th>屈服强度(MPa)</th><th>抗拉强度(MPa)</th><th>价格 (元/t)</th></tr><tr><td>Q235</td><td>235</td><td>410</td><td>2600</td></tr><tr><td>Q275</td><td>275</td><td>550</td><td>3300</td></tr><tr><td>65Mn</td><td>400</td><td>750</td><td>4700</td></tr><tr><td>30CrMnSi</td><td>850</td><td>1080</td><td>6500</td></tr></table></div> <div>(2) 根据材料特性选择截面形状。</div> <div>对于铸铁类抗拉、压能力不同的材料, 最好使用 T 字形类的截面, 并使中性轴偏于抗变形能力弱的一方, 即: 若抗拉能力弱, 而梁的危险截面处又上侧受拉, 则令中性轴靠近上端。</div> <div><div></div><div></div></div> <div>提问: 钢筋混凝土楼板钢筋的位置?</div>	材料名称	屈服强度(MPa)	抗拉强度(MPa)	价格 (元/t)	Q235	235	410	2600	Q275	275	550	3300	65Mn	400	750	4700	30CrMnSi	850	1080	6500	思考互动 理解	引出钢筋混凝土结构课程, 说明材料力学课程与专业课程间的联系, 建立专业课程体系框架。
材料名称	屈服强度(MPa)	抗拉强度(MPa)	价格 (元/t)																				
Q235	235	410	2600																				
Q275	275	550	3300																				
65Mn	400	750	4700																				
30CrMnSi	850	1080	6500																				

	<p>提高梁强度的措施 5 (10 分钟)</p>	<p>合理设计梁的外形：采用等强度梁。</p> <p>等截面梁：按最大弯矩设计：$W = \frac{M_{\max}}{[\sigma]}$</p> <p>等强度梁：按变截面设计：$W(x) = \frac{M(x)}{[\sigma]}$</p> <p>等强度梁设计准则：各横截面上的最大正应力都相等。$\sigma_{\max}(x) = \frac{M(x)}{W(x)} = [\sigma]$</p> <p>如果矩形截面梁的宽度相同。</p> $W(x) = \frac{bh^2(x)}{6}$ $M(x) = \frac{Fx}{2} \quad \left(0 \leq x \leq \frac{L}{2}\right)$ $h(x) = \sqrt{\frac{3Fx}{b[\sigma]}} \quad \left(0 \leq x \leq \frac{L}{2}\right)$   <p style="text-align: center;">鱼腹梁</p>  	<p>思考互动 理解</p>	<p>培养学生 发散思维 和全面综 合分析问 题的能力。</p> <p>课程思政： 培养安全、 节约的工 程素养和 可持续发 展理念。</p>
--	-------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>等强度悬臂梁</p> $W(x) = \frac{M(x)}{[\sigma]}$ <p>如果梁的宽度相同</p> $W(x) = \frac{bh^2(x)}{6}$ $M(x) = Fx$ $h(x) = \sqrt{\frac{6Fx}{b[\sigma]}}$   	思考互动 理解	培养学生 发散思维 和全面综 合分析问 题的能力。
总结回顾 (4 分钟)	<p>雨课堂随堂测评:</p> <p>单选题 1分 设置</p> <p>图示载荷、支座的四种布置中,从强度考虑,最佳方案为()。</p>  <p>提交</p> <p>提高梁强度的措施:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 降低梁的最大弯矩: 合理布置载荷和支座。 2. 增大梁横截面的抗弯截面模量。 3. 提高材料的许用应力。 4. 等强度梁。 	学生现场 提交答案	教师点评 总结,了解 学生的掌 握程度。
课后作业 (1 分钟)	<p>图示受集中力作用的矩形截面简支梁, 设 $h=\text{const}$, 若设计成等强度梁, 写出 $b(x)$ 的表达式。并举例说明其工程应用。</p> 	理论联系 实际	提升学生 分析解决 工程问题 的能力。

胡建刚

		<p>解：作弯矩图。</p> $M(x) = \frac{Fx}{2} \quad \left(0 \leq x \leq \frac{L}{2}\right)$ $W(x) = \frac{M(x)}{[\sigma]} = \frac{b(x)h^2}{6}$ $b(x) = \frac{3Fx}{h^2[\sigma]} \quad \left(0 \leq x \leq \frac{L}{2}\right)$ $b_{\max} = \frac{3FL}{2h^2[\sigma]}$ $b_{\min} = \frac{3F}{4h[\tau]}$		作业解答	
教学反思	<p>本次课的教学重点是如何提高梁的强度，要求常用掌握利用弯曲应力和强度理论进行梁的合理设计。从教学目标出发，理论联系实际，不仅使学生巩固理论知识，更重要的是培养学生分析、解决工程问题的能力，同时培养安全、节约的工程素养和可持续发展理念，塑造工程师爱岗敬业的使命感和责任感。</p>				