课程思政典型教学案例（一）

1. 案例名称　梁的高宽比—宋•李诫《营造法式》

2. 结合知识点　梁的合理截面

3. 案例意义

通过理论计算得出，矩形截面高度与宽度之比为$\sqrt{2}$：1 时，抗弯效果达到最佳。这和宋代李诫编写的《营造法式》中记载的结论一致。中国在宋代还未形成完整的力学体系，但是能够做到通过手工匠人的实践总结出经验并把经验编纂成册与后人分享，这就是典型的精益求精的工匠精神，同时也体现出中国古代匠人的睿智与才华。

4. 案例设计与实施

（1）教学设计

采用任务驱动教学。教师提前布置学习任务：提高梁弯曲强度措施有哪些？其中梁横截面的合理设计准则是什么？并提出问题：圆形截面和矩形截面哪个合理？课前让学生查阅我国宋代《营造法式》书籍，了解古人在及建筑物构件的形制和加工方法。

课堂中，为了提高梁的弯曲强度措施，设计梁的合理截面准则是弯曲正应力的强度条件。设计问题，让学生试用弯曲正应力强度计算：为材料得到充分利用，从圆木锯出的矩形截面梁，宽高比值是多少？

师生共同分析出圆木锯出的矩形截面梁，宽高最佳比值是$\sqrt{2}$：1，对照我国《营造法式》中，对矩形截面梁给出的尺寸比例是 3：2。这个尺寸比例接近理论计算出的最佳比值。从而通过《营造法式》学

习力学发展史，提升学生民族自豪感与文化自信。介绍《营造法式》，此书以李诫修建工程经验为基础，通过参阅大量文献和旧有的规章制度，收集各工种操作规程、技术要领及建筑物构件的形制、加工方法，编制而成。英国托马斯·杨于 1807 年得出相似结论。

（2）教学实施

知识点精讲：梁的合理截面设计

①梁合理截面设计准则，即梁的弯曲正应力强度条件：

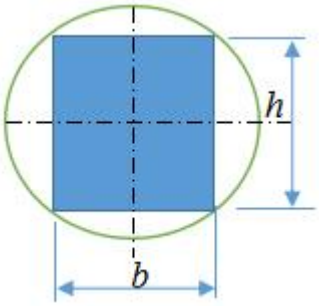
$$M_{max} \leq [\sigma]W$$

梁可能承受的 $M_{\max}$ 与抗弯截面系数 W 成正比，W 越大越有利。

②使用材料的多少和自重的大小，则与截面面积 A 成正比，面积越小越经济，越轻巧。因而合理截面形状应该是截面面积 A 较小，而抗弯截面系数 W 较大。

对于截面高度 h 大于宽度 b 的矩形截面梁，抵抗垂直平面内的弯曲变形时，如截面竖放，则$W_{Z1} = \frac{1}{6}bh^2$；如截面平放，则$W_{Z2} = \frac{1}{6}b^2h$。两者之比是：$\frac{W_{Z1}}{W_{Z2}} = \frac{h}{b} > 1$。所以竖放比平放的更高的抗弯强度，更为合理。房屋和桥梁等建筑物中的矩形截面梁，一般都是竖放。

③ 例题：试用弯曲正应力强度计算：为材料得到充分利用，从直径为 d 的圆木锯出的矩形截面梁，宽高比值是多少？



由几何性质得 $b^2+h^2=d^2$

因为 $W_Z=\frac{1}{6}bh2$

方法一： $W_Z^2=\frac{1}{9}\times b^2\times\frac{h^2}{2}\times\frac{h^2}{2}\leq\frac{1}{9}\left(\frac{b^2+\frac{h^2}{2}+\frac{h^2}{2}}{3}\right)^3$

当且仅当$b^2=\frac{h^2}{2}$时，等号成立，此时 $\frac{h}{b}=\sqrt{2}=1.414$

方法二： $W_Z=\frac{1}{6}bh^2=\frac{1}{6}b(d^2-b^2)$,

当 WZ 取最大值时，$W_Z'=\frac{1}{6}(d^2-3b^2)=0$

则 $b=\frac{d}{\sqrt{3}}$ ， $h=\frac{\sqrt{2}d}{\sqrt{3}}$

此时 $\frac{h}{b}=\sqrt{2}=1.414$

所以 $\frac{h}{b}=\frac{3}{2}$，接近最佳值 $\sqrt{2}$：1。

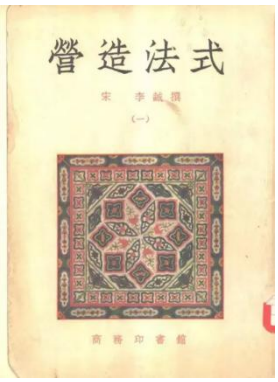
提出问题：利用力学知识理论计算，得到梁的合理截面尺寸。在古代，力学体系还没形成，古人们在建造房屋，搭建木梁时，为满足梁的强度要求，木梁的截面尺寸如何确定？他们认为的最佳尺寸是多少？

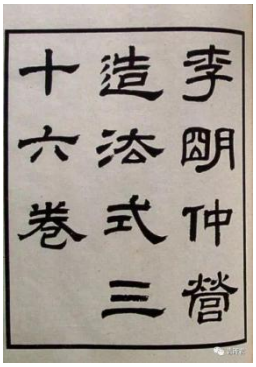
思政案例导入：

中国是世界文明发达最早的国家之一。中国古代的科学技术，曾居于世界领先地位。我国古代的建筑反映科学技术的光辉成就。如唐代的五台山佛光寺、辽宋的太原晋拥圣母殿和应县木塔等木构建筑，显示出我国古代劳动人民不仅对木结构具有丰富的实践经验，而且具有一定的力学知识。

我国古代建筑技术成就虽多，但文献记载却很少。现存的专门著作只有一部北宋中期的《营造法式》。《营造法式》是在法家王安石变法革新路线下，由政府主管工程的将作监李诫主持编修的，完成于北宋元符三年（公元 1100 年），是包括房屋建筑的设计、施工规范

和工、料定额手册。它对研究我国古代建筑的设计技术和力学成就都具有重要的意义。





图《营造法式》宋崇宁二年(1103 年)出版的图书

通过“圆木锯出的矩形截面梁，宽高比值”这个例子的有关数据分析研究，我们可以知道和评价北宋在材料力学方面达到的水平。

李诫在编修的《营造法式》一书中，他写道：凡梁之大小，各随其广分为三分，以二分为其厚。广三分，厚二分，是加工梁木时的数据。放置梁木时，将其长边为高。这种梁的高宽比就是 3：2。这个比数，是古代中国重大的力学成就之一。

在西方，英国物理学家托马斯•杨在 1807 年证实，刚性最大的梁，其高宽比为$\sqrt{3}$：1；强度最大的梁，其高宽比为$\sqrt{2}$：1。《营造法式》的比例数 3：2，恰好在杨实验的两个比例之间，既考虑材料的刚度，又考虑了它的强度，做出最好选择。

价值观引领：中国在宋代还未形成完整的力学体系，但是能够做到通过手工匠人的实践总结出经验并把经验编纂成册与后人分享，这就是典型的精益求精的工匠精神，同时也体现出中国古代匠人的睿智与才华，显示了我国古代劳动人民的高度智慧。从而提升学生民族自豪感、树立文化自信。

学生讨论：当直径相同时，按上述三种比例锯出截面的宽度、高

度，让学生分析和计算抗弯截面系数，以及对比截面与理论最强截面的抗弯截面系数比值。其各值列于表。

表　不同高宽比的抗弯截面系数比较

高宽比	b	h	$W_Z=\frac{1}{6}bh^2$	W_Z比值
$\sqrt{2}$：1	0.5774d	0.8165d	$0.06415d^3$	100%
3：2	0.5547d	0.8321d	$0.06400d^3$	99.77%
$\sqrt{3}$：1	0.5000d	0.8660d	$0.06250d^3$	97.43%

通过计算与比较，由表可见，和理论最强截面相比，在实用上几乎具有同样的强度。采用比例 3：2 从圆木锯出的矩形截面既是最强截面，又是整数比值，便于记忆和应用，非常合理。

课后拓展：矩形截面梁在古代运用多，但现在常见的工字钢、槽钢比矩形截面经济合理。从梁横截面上正应力的分布规律来解释其原因。讨论合理截面时，还有材料的特性要考虑，对于抗拉和抗压强度不相等的材料，如何考虑截面形状？

5. 教学反思

教师通过检查学生预习资料、课堂发言、小组讨论、小报告等形式对思政教学效果进行多元评价。

通过该案例使学生理解梁的截面合理设计能有效提高梁的弯曲强度。而在梁截面设计中，适当引入中华民族的传世成果，如发明、典籍及构（建）筑物，彰显前辈的劳动智慧和精益求精的工匠精神，丰富学生课外知识的同时，增强学生的民族自豪感与文化自信

课程思政典型教学案例（二）

1. 案例名称　扭转试件横截面应力分布-中国梦

2. 结合知识点　测定低碳钢和铸铁扭转时的强度极限

3. 案例意义

扭转实验中，发现低碳钢抗扭力学性能比铸铁强，其原因是扭转过程中两者应力分布规律不同。作为塑性材料，低碳钢应力分布蕴含着部分和整体、个人和集体的关系以及共同实现中国梦的哲学原理，从而让学生明白团结就是力量的道理。

4. 案例设计与实施

（1）教学设计

采用任务驱动教学。教师提前布置学习任务，发布虚拟仿真扭转实验项目，让学生实验预习，了解相关实验的设备、操作规范和注意事项，完成预习报告。并提出问题，测定低碳钢和铸铁扭转时的强度性能指标有哪些，两者扭转破坏形式有何不同，比较两者断面形状的差异。

实验课中，学生理论联系实际，在微机控制扭转试验机上进行低碳钢和铸铁两种材料的扭转实验操作。记录两者扭转强度性能指标，并观察两者扭转破坏形式和断口；课堂以讨论形式让学生探讨低碳钢扭转破坏的主要因素是切应力引起，以及扭转变形过程中切应力的分布规律；师生共同分析低碳钢和铸铁破坏原因和过程。从而引导学生

明确部分和整体、个人和集体的关系，扭转试件横截面应力分布蕴含有中国梦和如何实现人生价值。

（2）教学实施

知识点精讲：测定低碳钢、铸铁扭转时的屈服极限τ_s和强度极限τ_b

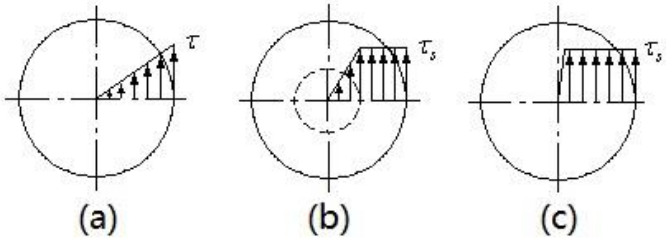
①安装好试件后进行加载。在比例极限内，T 与φ成线性关系。横截面上切应力沿半径线性分布如图 a 所示。

②随着 T 的增大，横截面边缘处的切应力首先到达剪切屈服极限τs，而且塑性区逐渐向圆心扩展，形成环形塑性区（图 b）。中心部分仍然是弹性的。所以 T 仍可增加，T 与φ的关系成为曲线。直到整个截面几乎都是塑性区（图 c），在 T-φ上出现屈服平台。

③ 铸铁在扭矩作用下发生扭转变形，只要横截面边缘处的切应力到达剪切强度极限，材料就破坏。

提出问题：低碳钢的扭转强度性能比铸铁好，其本质是什么？是因为低碳钢、铸铁扭转时两者切应力分布规律不同，因而引起材料的力学性能不同。

思政案例导入：



个体 → 集体 → 国家

“请党放心，强国有我”。引导学生树立理想，热爱祖国，在实现个人梦想、自我价值的同时，也在为国家伟大复兴作贡献，也在实现中华民族伟大复兴的中国梦。

图 横截面上切应力分布-中国梦

从低碳钢应力分布规律来看，这蕴含着部分和整体、个人和集体的关系以及共同实现中国梦的哲学原理：部分构成整体，在一定情况下，关键部分的性能状态对整体起决定性作用。个体融入到集体当中，个体的聪明才智才能得到发挥，融入集体，才能实现个体在社会当中的价值。个人利益得到实现，才有利于集体利益的高水平实现。“一根筷子折不断，十根筷子抱成团”，明白团结就是力量的道理。

价值观引领：引导学生树立理想，热爱祖国，在实现个人梦想、自我价值的同时，也在为国家伟大复兴作贡献，也在实现中华民族伟大复兴的中国梦。

学生讨论：自己作为学校的一份子，我为学校做了什么；作为班级的一份子，我为班级作了什么。要求学生谈谈心得体会。树立个人目标和理想信念，实现个人价值，实现集体价值，为学校争光。

课后拓展：低碳钢和铸铁扭转实验是在常温静载条件下进行。温度和时间对材料力学性能的影响是怎样的？对于其他金属材料，其扭转力学性能如何？

5. 教学反思

教师通过检查学生实验预习报告、课堂发言、实验操作等形式对思政教学效果进行多元评价。

通过该案例使学生明白低碳钢、铸铁扭转时两者切应力分布规律不同，因而引起材料的扭转力学性能不同。低碳钢扭转时的力学性能比铸铁强。从而思索个人利益与集体利益的关系。引导学生树立理想，热爱祖国，在实现个人梦想、自我价值的同时，为实现中国梦贡献自己的一份力量。塑造学生积极的人生观、正确的价值观，达到实验教学与思政教育的在机融合。

课程思政典型教学案例（三）

1. 案例名称　加拿大魁北克大桥垮塌事故

2. 结合知识点　压杆稳定性

3. 案例意义

以上世纪初，加拿大圣劳伦斯河上的魁北克大桥(Quebec Bridge)垮塌事故应用于压杆失稳的危害性，说明压杆稳定性计算的重要性。从而提高学生工程安全意识，培养学生工程师职业素养，强化学生工程伦理教育。

4. 案例设计与实施

（1）教学设计

采用任务驱动教学。教师提前布置学习任务，网上预习，给学生一些生活、工程中常见的现象、问题。例如，让学生以已有知识按强度条件计算钢板尺的承压能力，对于长为 300mm 的钢板尺，学生按强度条件计算得到钢板尺所能承受的轴向压力可以到达 4000N，而实质上使用 40N 的压力时，钢尺就已经被压弯而失去承载能力。通过对比分析，引导学生提出稳定性的概念。

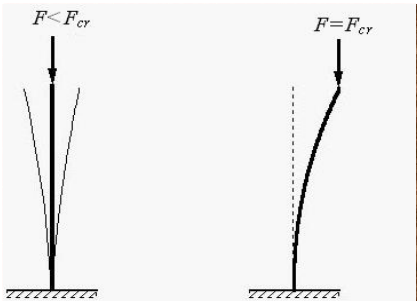
同时结合任务驱动法，通过观看网络教学平台上小钢球在凹面、平面、凸面的运动特性演示动画，让学生整理实验现象，查阅相关内容，初步分析本次课堂要讨论的“压杆稳定”的问题。

课堂上教师借助信息化教学手段，用工程中大量的失稳案例，如加拿大魁北克大桥垮塌事故说明，压杆失稳的危险性比材料强度破坏

的危险性更大；课堂以讨论形式让学生探讨对事故发生的主观和客观因素，并发表自己的观点；师生共同分析事故发生的直接和间接，以此引导学生学好专业知识，有过硬的专业本领，加强未来工程师的工程安全和责任意识教育。

（2）教学实施

知识点精讲：细长压杆的临界压力 Fcr



①对一端固定，一端自由的细长压杆。在上端施加沿轴线方向压力 F，若压力小于某一极限值(即临界压力 Fcr)，则干扰力解除后，它将恢复原有直线形状下的平衡。表明压杆在原有直线形状下的平衡是稳定的。

②若压力等于临界压力 Fcr，杆件处于临界平衡状态，它将保持曲线形式下平衡。

③若压力 F > Fcr，杆件的直线平衡将失去，丧失承载能力。表明压杆在原有直线形状下的平衡是不稳定平衡。压杆丧失其原有直线平衡状态的现象，称为丧失稳定，简称为失稳，也称为屈曲。

提出问题：由稳定平衡过渡到不稳定平衡，取决于什么值？压杆失稳时压应力与强度应力相比哪个大？这种形式的失效，是因为强度不足而引起的吗？

思政案例导入：通过钢板尺强度计算，发现压杆失稳时，应力并不一定很高，有时甚至低于材料的比例极限。可见这种形式的失效，

并非强度不足，而是稳定性不够。压杆失稳造成破坏往往具有突发性、整体性，并且难以恢复，危害极大。

1900 年 6 月，享有盛誉的美国桥梁专家西奥多•库柏(Theodore Cooper)在圣劳伦斯河上建造魁北克大桥(Quebec Bridge)。为了使魁北克大桥成为当时世界上跨度最大的桥，库柏将主跨从原先 1600 英尺（487.7m）加大到 1800 英尺（548.6m）。同时，为了降低跨度加大所增加的成本，他又进行另一项重要改动：提高技术规定中钢材的许可应力。1907 年 8 月 29 日，加拿大圣劳伦斯河上的魁北克大桥在施工中垮塌，共重一万九千吨的钢材落入河中，75 位工人死亡，成为上世纪十大工程惨剧之一。经调查，其事故原因是弦杆实际自重超出估算自重 20%而引起弦杆受压失稳。

加拿大七大工程学院买下倒塌的残骸，打造成一枚枚戒指，发给每年从工程系毕业的学生，成为了工程界闻名的“工程师之戒”。这枚戒指戴在“惯用手”小指上，制图时咯着手指，时刻提醒着工程师们，要有高度责任感去设计安全、牢固的结构。

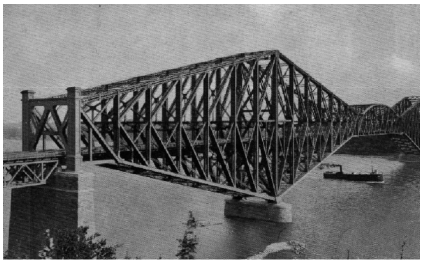


图 1 重建的魁北克大桥

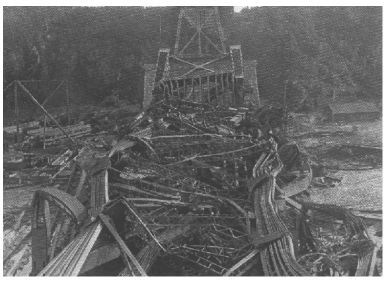


图 2 魁北克大桥坍塌

图 3 工程师之戒（Iron Ring）

图 4 泉州欣佳酒店倒塌现场

2020 年 3 月 7 日，福建泉州鲤城区新冠肺炎隔离点欣佳酒店发

生倒塌，其直接原因是欣佳酒店建筑物违规改建，事发前对底层支承钢柱加固焊接作业引发钢柱失稳破坏，导致建筑物整体坍塌，造成29人死亡、42人受伤。

价值观引领：这些安全事故发生，造成人员伤亡让我们感到深深痛惜。进而也告诉我们：作为工科学生学好专业知识，拥有扎实的专业基础，才能更好地为社会和国家服务。做为未来的工程设计人员，我们不要盲目迷信权威，同时思考工程师的职业素养和社会责任感。希望以此为戒，加强工科学生的责任意识教育。

学生讨论：引导学生从不同角度分析、讨论行业标准规范、未来工程师担负的责任和意识。要求学生对这些原可以避免发生的事故，发表自己的感想感受。这些事故告诉学生工程伦理的基本规范：工程师具有对自我职业尊重的职业素养和以人为本，将公众安全、健康和福祉放在首位的社会责任感。

课后拓展：压杆失稳会带来严重后果。压杆稳定性与哪些因素有关，如何提高压杆的稳定性？请同学们结合课堂学习进行讨论，提出应对措施。

5. 教学反思

教师通过检查学生查阅资料情况、课堂发言、小组作业等形式对思政教学效果进行多元评价。

通过该案例使学生明白压杆失稳的危险性，点燃对压杆稳定性计算、以至材料力学课程的学习热情。明确工程师必须有足够扎实的专业知识，在工程构件设计时要统筹考虑。强化了学生的价值判断、职业道德，以及所肩负社会责任的使命感。形成了“课程思政”与“思政课程”同向同行、共同育人的新局面。