



第七届大学教学改革研讨会

基础课程教学的 内容重构与课堂组织

杨庆生

北京工业大学 工程力学系
2014年11月23日 杭州

一、问题的提出

二、教学内容的挖掘与重构

三、课堂的教学组织

四、结语

力学一级博士点

力学博士后流动站

国家级基础力学理论与实验教学团队

国家级基础力学教学实验示范中心

国家精品课程—材料力学

北京市重点建设学科—工程力学

北京市重点实验室—机械结构非线性振动与强度实验室

北京市精品课程—理论力学、工程力学

北京市精品教材—《工程力学》《材料力学》《现代计算固体力学》

教师**23**人，在职教授**9**人，博导**7**人，北京市教学名师**3**人。

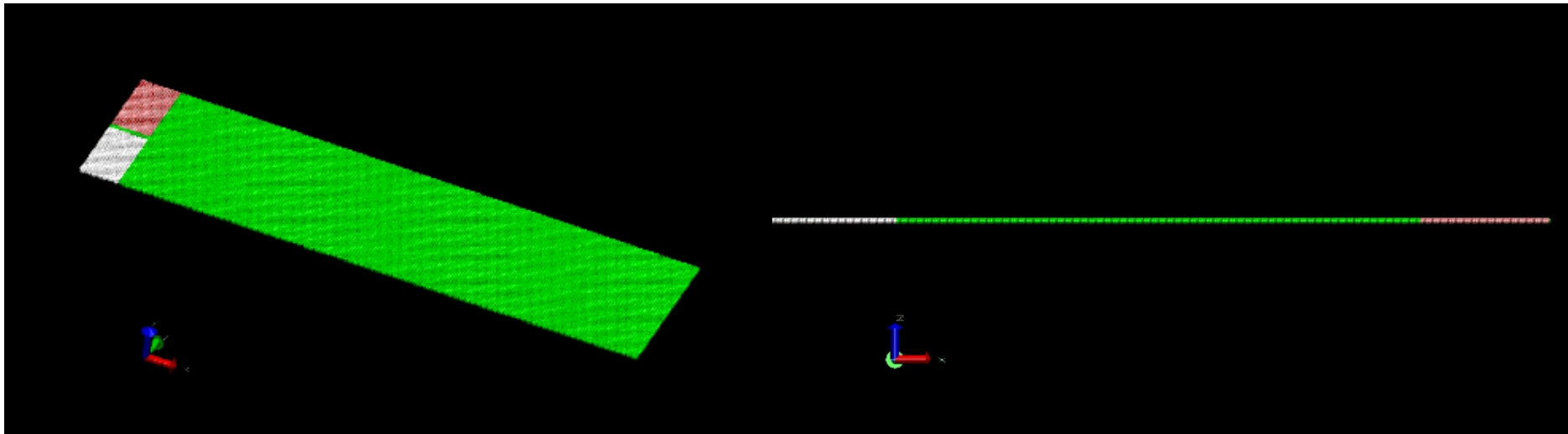
每年招生：博士生**10-15**人

硕士生**30**人

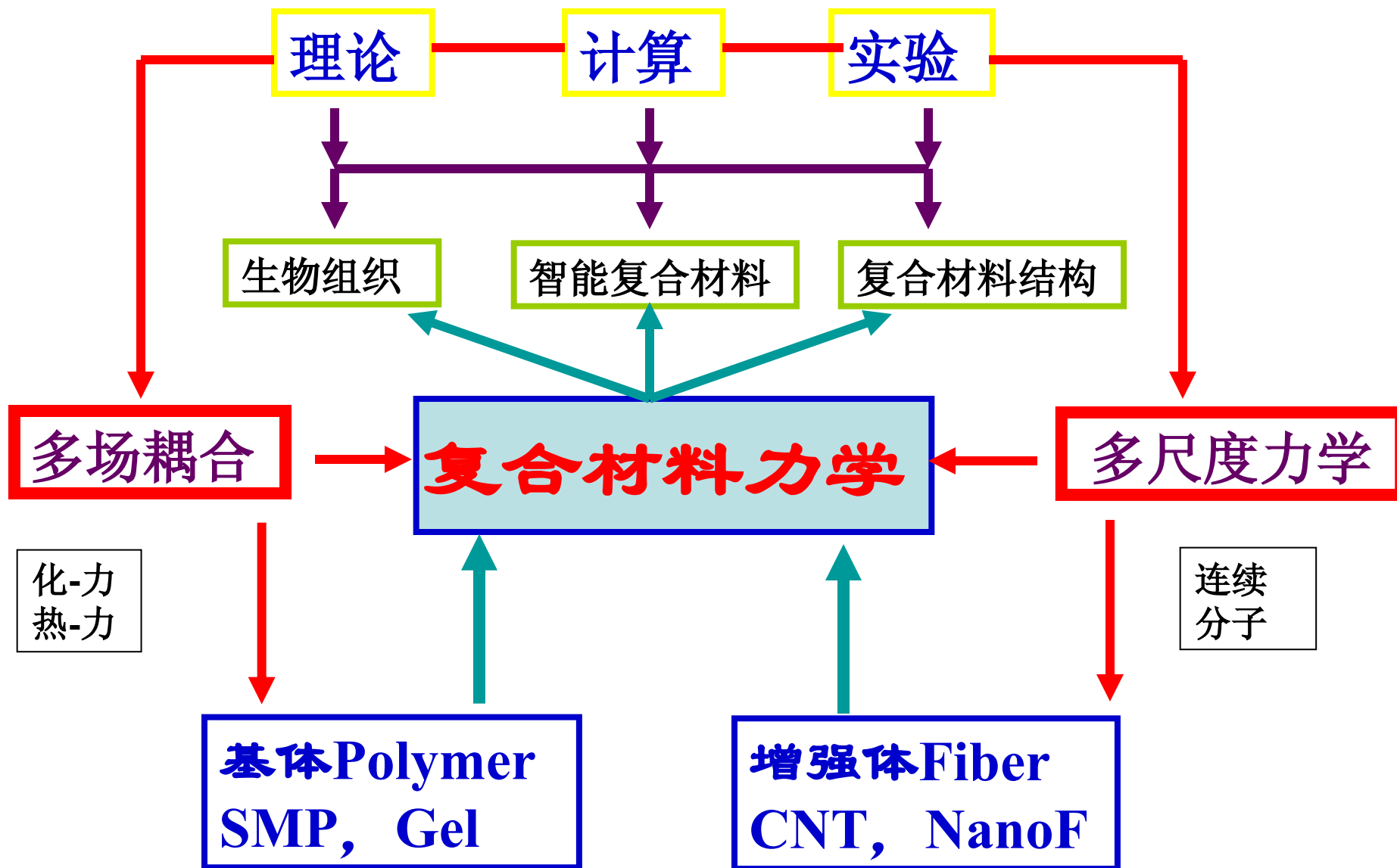
主要研究方向

动力学与控制
结构优化设计
微电子封装力学
生物与微流体力学
材料的疲劳与安全评定
新型材料与结构的力学

LS-DYNA user input
Time = 0



课题组——教师3人，博士后2人，研究生20多人。



一、问题的提出

基础课程教学改革的思考

基础力学教学的改革实践

基础力学：

理论力学、材料力学、工程力学等。

工科专业的技术基础课程：

机类、土类、运载类、材料类等。

国内对于基础力学课程的教学改革进行了很多的探索，包括：教学内容、教学方法、实验教学等。

但是存在一种内容外延无限扩大的倾向：

- 增加新方法：数值模拟技术(ANSYS或MATLAB)；
- 增加新知识：复合材料力学的内容；
- 增加新应用：工程实例的图片或案例等。

优点和弊端

□ 优点：

□ 丰富了基础力学的内容和素材，扩大了学生的知识视野。

□ 弊端：

□ 简单的外延式扩展，增加了课程本身的课时矛盾；

□ 妨碍了其他课程的教学。实际上，数值模拟技术、复合材料力学等都是相对完整和独立的课程，需要很多的前期课程作为基础。

□ 教学效果十分有限，在力学中简单地增加这些知识，讲不透，学不会。

不同观点和做法

- ❑ 基础课程内容经过百年的沉淀，体系严谨，不能改，不好改。
- ❑ 各专业的课程体系完整，各门课程均有自己的功能和定位，改革是：慌了自己的地，去种别人的田。
- ❑ 教学管理、评价系统完善，教师的教学模式与思维固定。
- ❑ 缺乏整体设计，全国、全校不同步，影响学生出口，例如考研。

不同观点和做法

- ❑ 内容陈旧，不符合时代要求，例如有些算法过时，不再有用。提出“学习有用的知识”。——做减法。
- ❑ 新科技发展很快，增加新内容，反映新时代——做加法。
- ❑ 作为基础课程的功能不够，应该取消这门课程——直接砍头。（有些专业这样做了，如工程管理专业）

-
- ✓ 一门课程的作用，不仅是知识体系中的桥段，也是思维训练的手段，更是能力培养的载体。
 - ✓ 教学内容的改革不是内容的简单加减，而是注重知识发生发现的过程，注重知识-能力的统一。

二、教学内容的挖掘与重构

工程和前沿的双向延伸
有核心无边界的内容体系

(1) 注重发生过程，挖掘知识的内涵

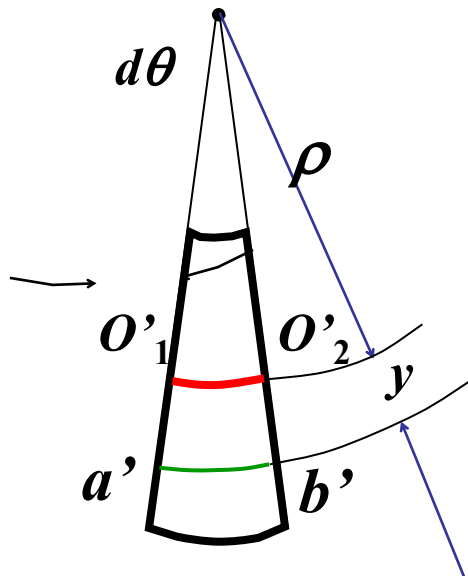
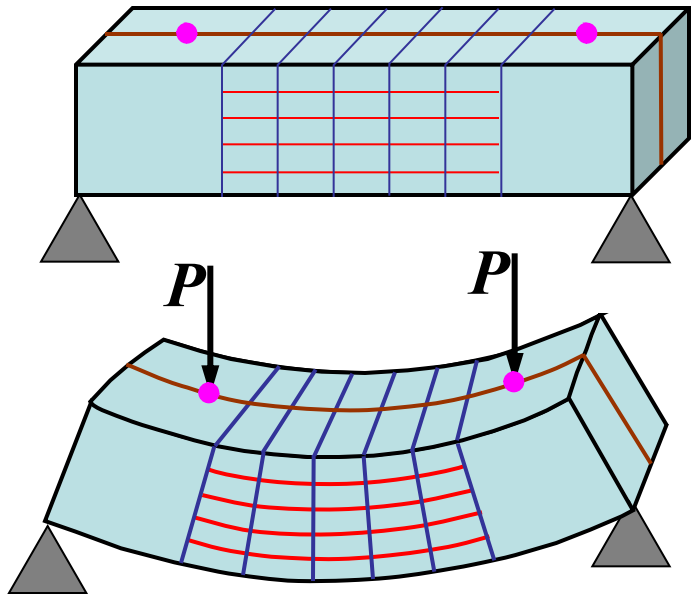
最近，我们与**牛津大学**的国际合作教研活动中，深入讨论了经典基础力学教材和课程的内涵式延伸问题，对一些内容和概念进行了深入的研讨和思考。

主要的关注点放在如何在不增加外延式内容的情况下，突破现有基础力学教材和课程的限制，将知识讲活。

虽然基础力学作为一门课程，有它自己的内容范围和研究方法，但是在教学中，却不能把学生的思路和视野限制在一门课程之内，要让学生学到活的知识，给予学生充分的联想。

现举一个实际案例，说明材料力学的内涵知识的拓展。

案例一：弯曲应力



几何分析：
$$\varepsilon = \frac{y}{\rho}$$

物理关系：
$$\sigma = E\varepsilon = \frac{Ey}{\rho}$$

平衡条件：
$$\sigma = \frac{M y}{I_z}$$

已知外力，计算内部的应力。

特点：推理严密、
逻辑明确、一气呵成。

中间是否遗漏了知识点？

案例一：应用于钢筋绕大树

问题：钢筋绕大树（不知道外力）

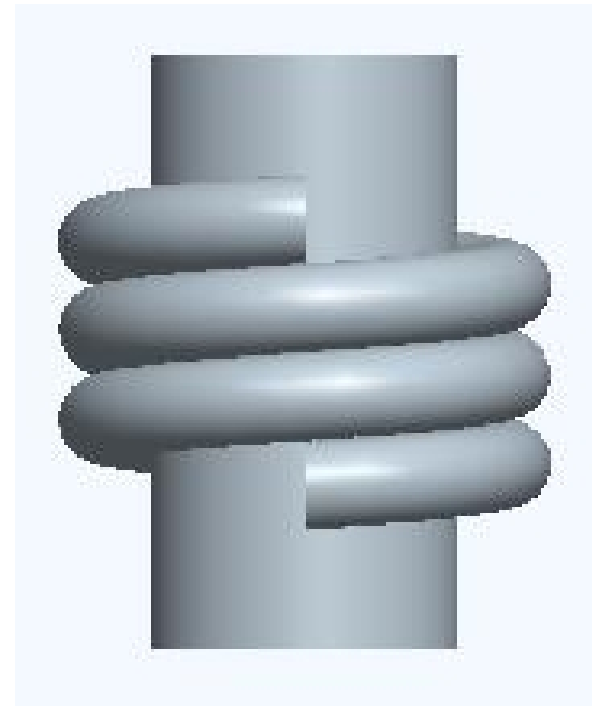
$$\varepsilon = \frac{y}{\rho} \quad \sigma = E\varepsilon = \frac{Ey}{\rho} \quad \sigma = \frac{My}{I_z}$$

已知变形： $\rho = R + r$

$$\sigma_{\max} = \frac{Er}{R+r} = E \left(\frac{R}{R+r} \right)$$

应力的大小取决于比值 R/r

只要这个比值很大，虽然变形很大，但是各点的应变并不大，属于大变形、小应变问题，材料仍然处于弹性变形阶段。



案例一： 钢筋绕大树

假设钢筋始终处于纯弯曲状态，横截面的弯曲应力可以合成为横截面上的弯矩。

$$\frac{1}{\rho} = \frac{1}{R+r} = \frac{M}{EI_z}$$

$$M = \frac{EI_z}{R+r} = \frac{E\pi r^4}{4(R+r)}$$

上述计算是针对纯弯曲问题提出的，一般不能推广到横力弯曲问题。因为在横力弯曲问题中，当挠度变大时，平面假设不再成立，横向弯曲与轴向变形的耦合效应也是很明显的。

工程应用：

在实际工程中经常使用的弯管机，就是将一定尺寸的钢管弯曲成一定的形状。弯管机设计的一个要点是进行动力配置。

中外教材的比较

国内教材：

很少利用已知变形求解弯曲应力和内力的问题。有些教材上，吸收了个别的习题。刘鸿文（第三版以及之后的教材）和苏翼林的教材。

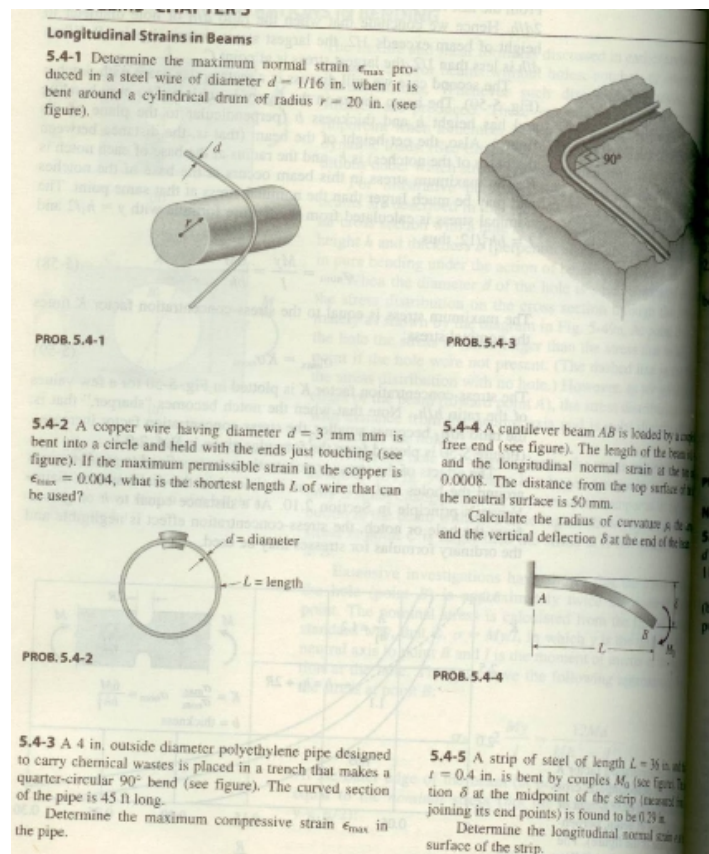
国外的教材：

J M Gere, *Mechanics of Materials*,
5th Ed.

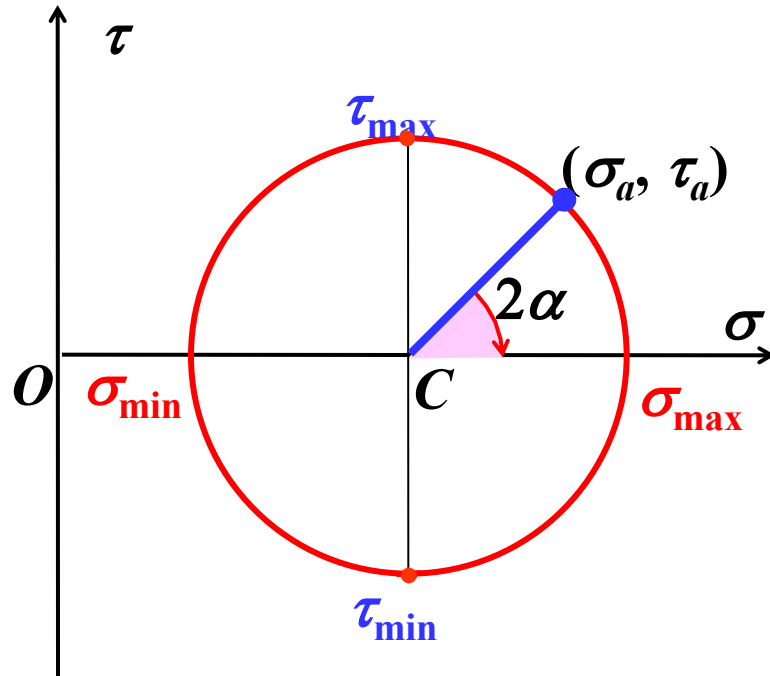
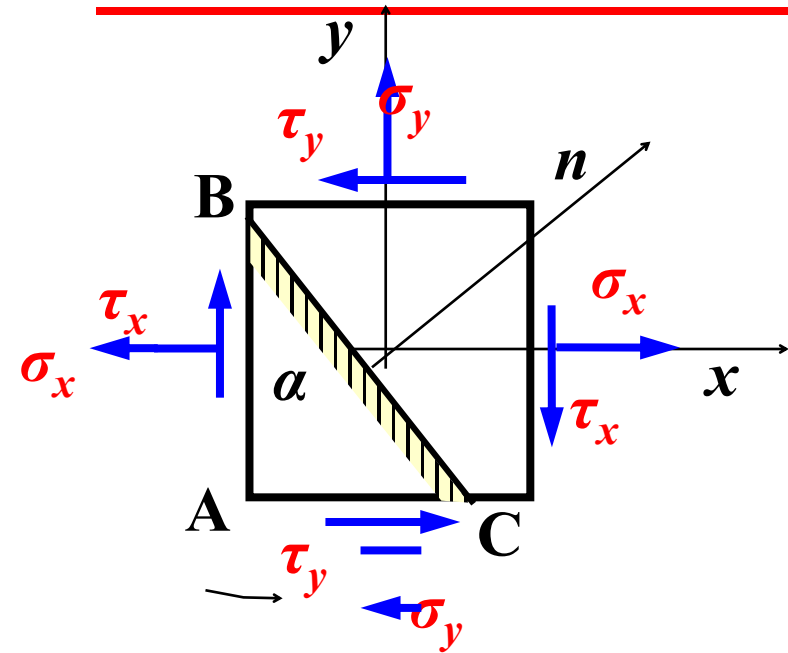
2个例题，9个习题

在材料力学弯曲应力公式的推导中，把变形曲率很早地简单消去，屏蔽和忽略了利用已知变形求解弯曲应力和内力的问题。

只追求最终结果，忽略中间过程蕴含的知识点。



案例二、应力状态



$$\sigma_{\alpha} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \cos 2\alpha + \tau_{xy} \sin 2\alpha$$

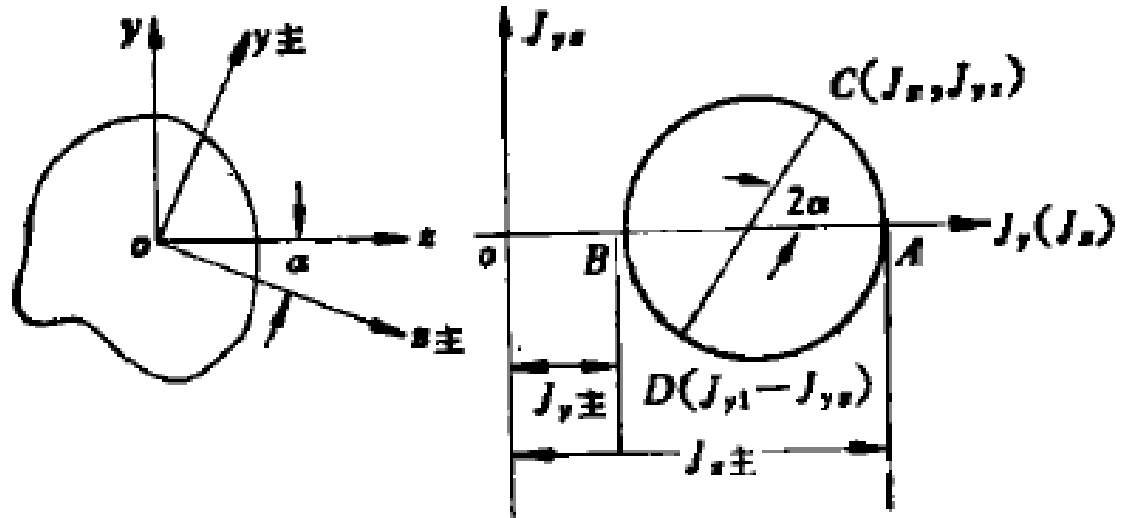
$$\tau_{\alpha} = \frac{\sigma_y - \sigma_x}{2} \sin 2\alpha + \tau_{xy} \cos 2\alpha$$

力学的核心知识
讲透、会用

案例二、应力状态

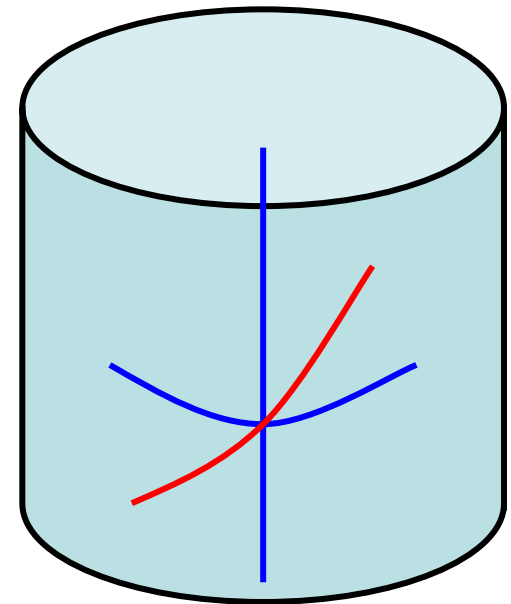
相同规律的问题：

(1) 惯性矩



(2) 圆柱的曲率

圆周线和母线的曲率已知，
任意一条螺旋线的曲率？



知识的辐射——
有核心无边界

(2) 向工程应用延伸

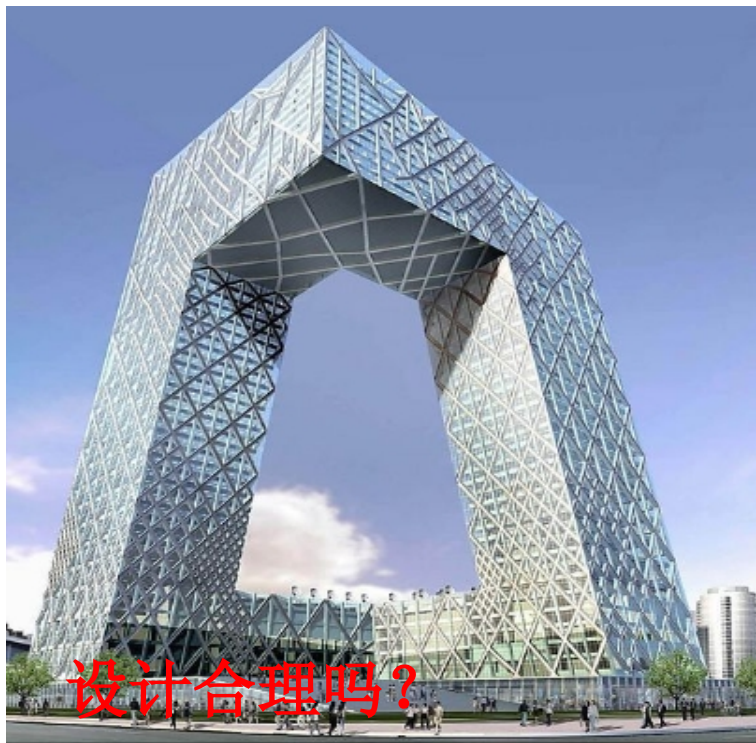
- 新的工程和技术提出新的科学问题；
- 用旧知识解决新问题，用新问题扩充旧知识。

(1) 工程案例的分析，

(2) 解释生活的常见的现象。

往往能够引起学生的极大兴趣。





设计合理吗？



斜塔
倒塌



两侧拉力均衡，减小弯曲

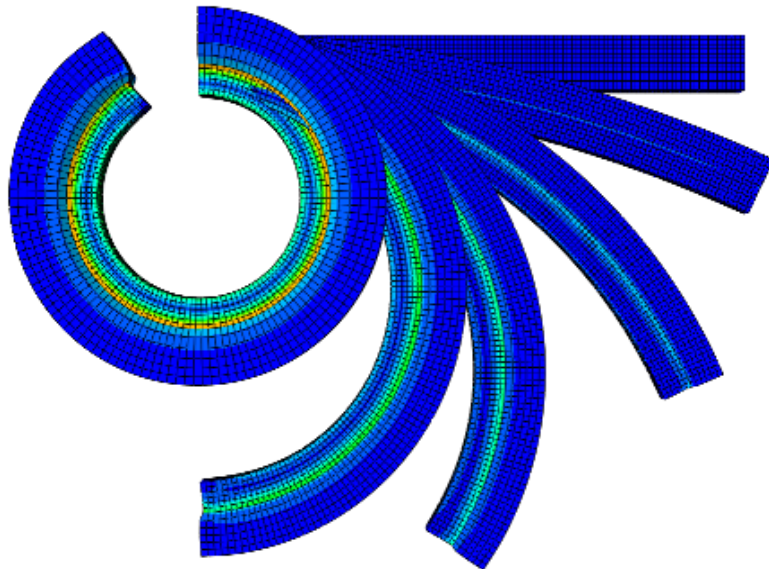


站直了，力顶千斤

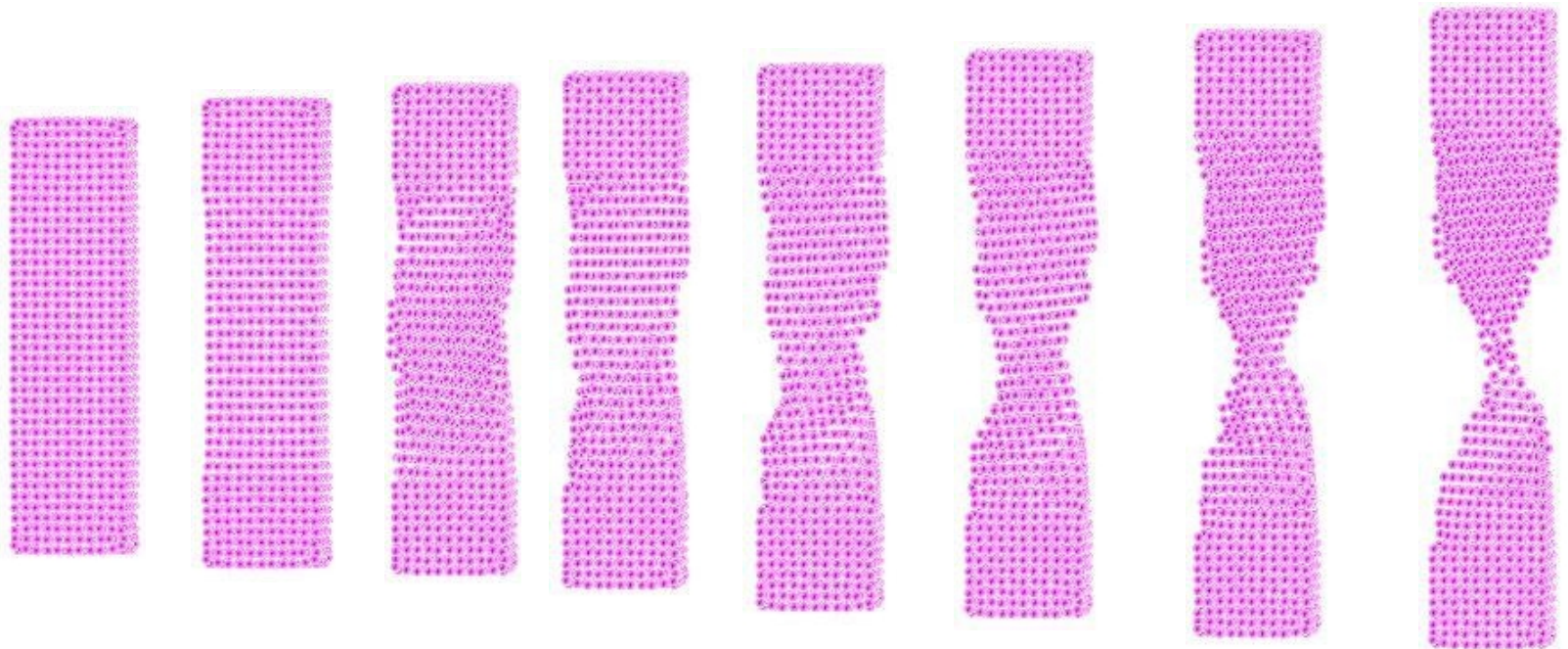
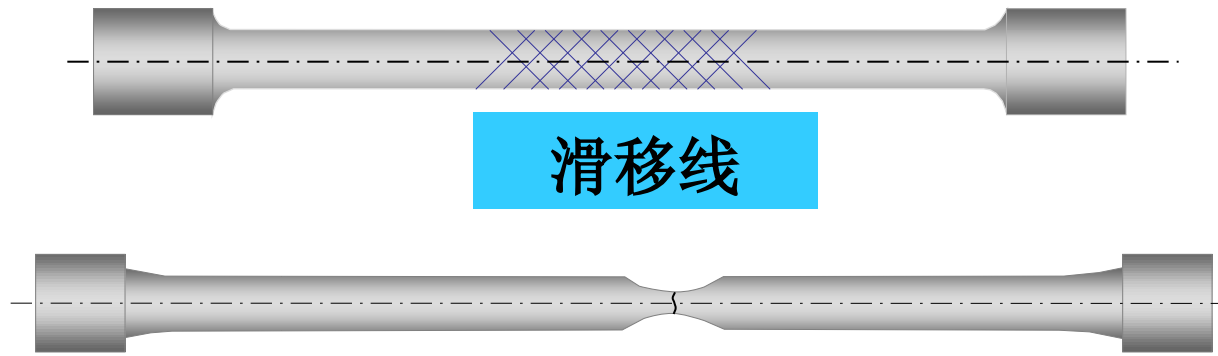
(3) 前沿知识的前拉后推

用前沿知识拉动知识体系和科学技术的发展，更新旧的知识体系；

用前沿知识解释已有的知识，在更高的层次上理解已有知识。



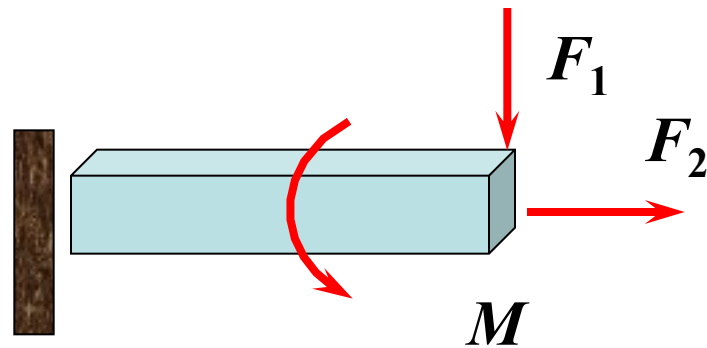
案例三、拉伸断裂的滑移



用新的知识帮助理解内部机理，居高临下地回望学习的知识。

知识的拓展

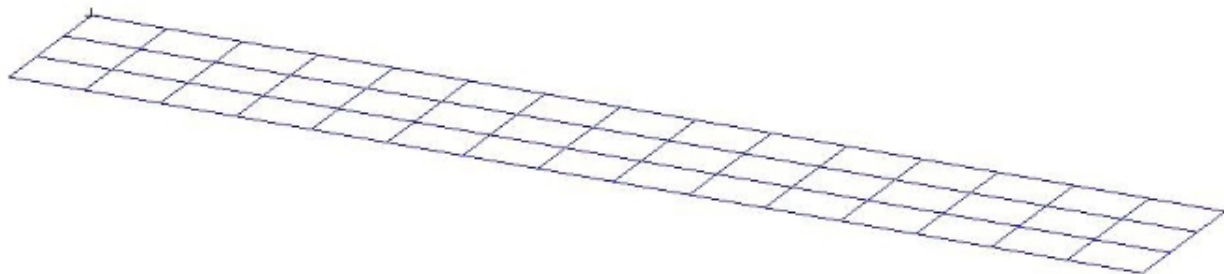
所有理论、方法都是在一定假设下形成的，离开这些假设，情况就不同了。



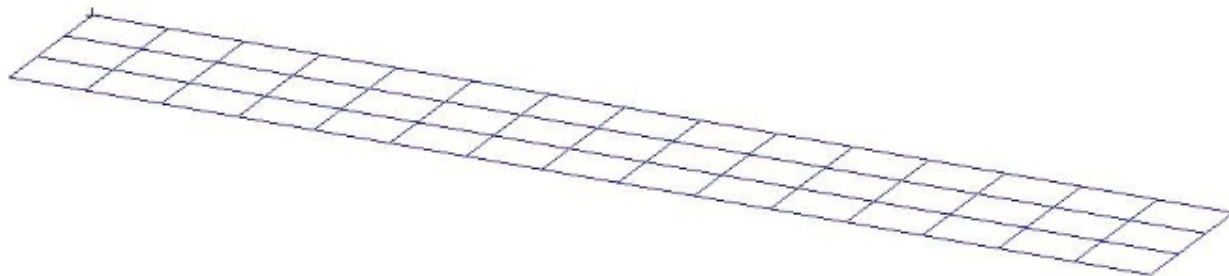
但对某些各向异性层合材料，“一力多变形”——耦合变形。



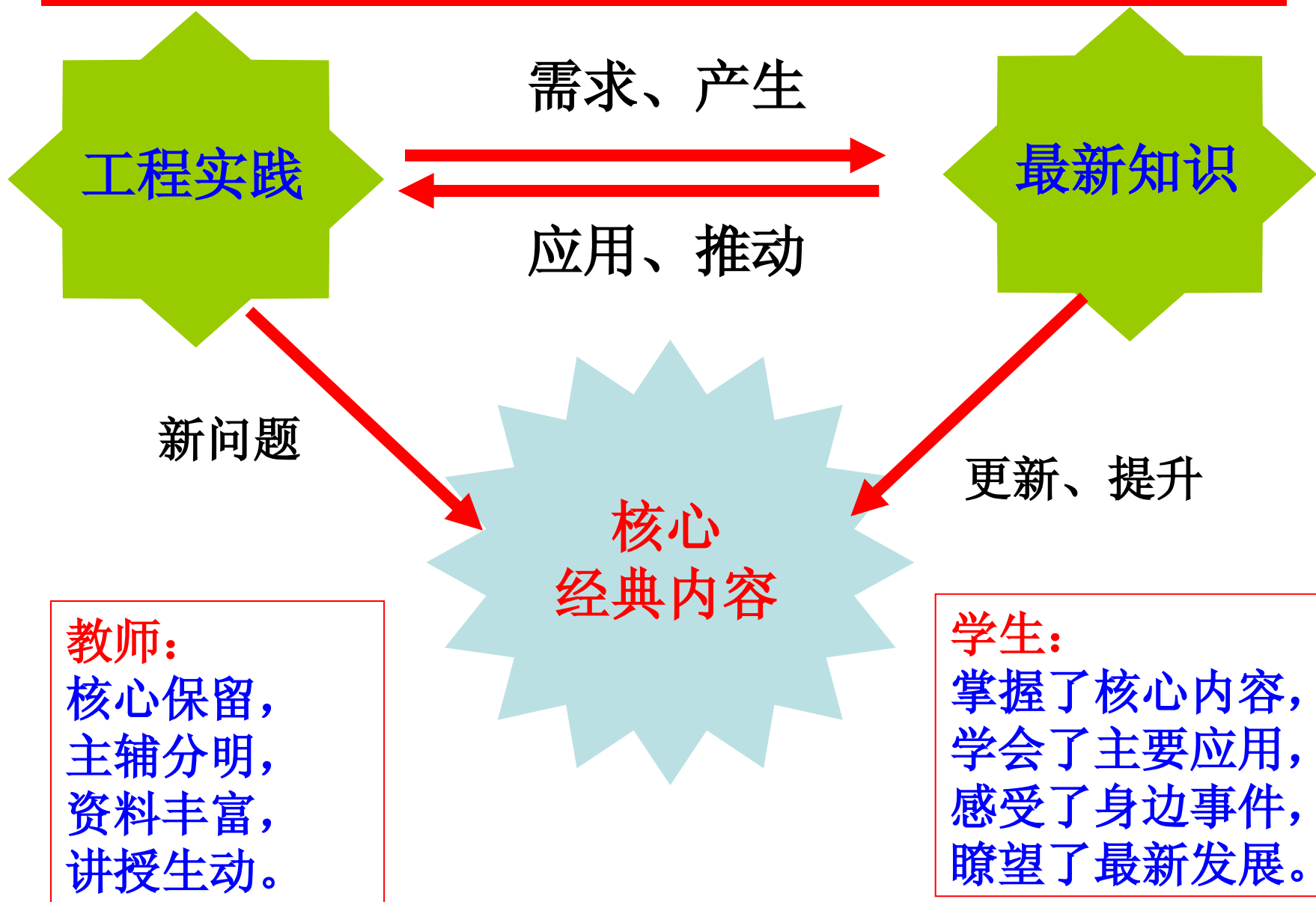
0/90
层合板



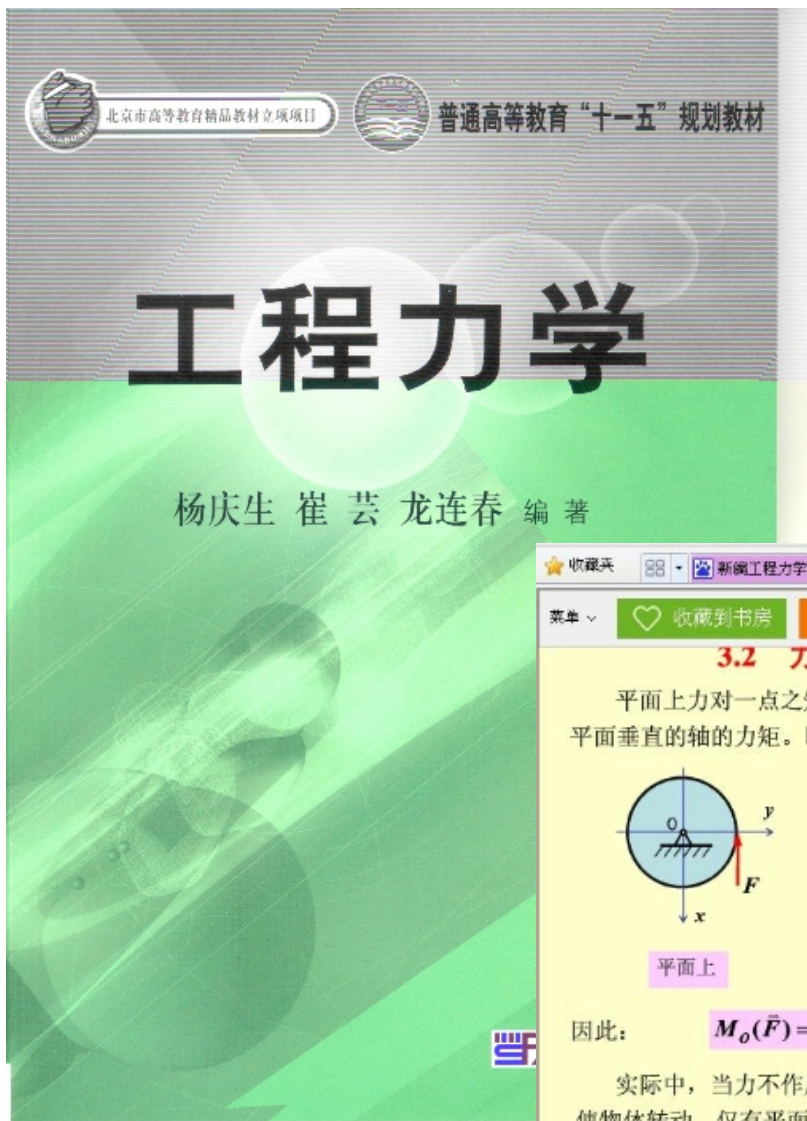
45/-45
层合板



内容体系的重构



北京市高等学校精品教材



2008年第一版印刷5次，
2014年8月第二版。

新增“工程结构的力学模型”一章。
工程—理论，实体—模型

3.2 力对轴之矩

平面上力对一点之矩，实际上为力使物体对过该点与平面垂直的轴的力矩。即：

平面上

空间

因此： $M_o(\vec{F}) = \pm Fh = M_z(\vec{F})$

实际中，当力不作用在垂直与转轴的平面内时，力也可使物体转动。仅有平面上力对点的力矩的概念是不够的。

基础力学教改的体会

- 教学内容、教学方法的改革是教育教学改革的关键，二者密切相联。
- 深入挖掘课程的知识内涵，把知识讲活，扩大学生视野。
- 谨慎地扩充课程的外延知识，不要替代其他课程。
- 研究型教学，考验教师的功力，包括：工程经验，前沿知识，课程本质的把握等。

知识在课程笼子里，
不是在黑盒子里。

知识在课内，
思想至课外。

三、课堂的教学组织

真正意义上的教学是有组织的教学

教学组织的含义

教学组织的含义很广：

教学内容的组织；

教学环节的组织：如语言组织、板书组织等；

教学对象的组织——学生的组织。（重点）

课堂教学是有组织的教学

- 课堂教学与学术报告的区别在于细节“组织”
- 组织教学：没有组织就没有教学
- 教材、课件、影像知识教学资料，不是教学的全部——因为缺乏有效的互动和组织

教学组织是教学方法的基本要素

教学组织贯穿于所有教学法:

启发式: 多提问多举例, 学生配合

□学导式: 提纲挈领, 讲一练二考三

□灌输式: 强制学习

大学教学多种
教学方式并存

一个老师多种
教学方式并用

教学组织贯穿于所有的课堂教学模式:

课堂传播、课堂讨论、课堂模拟

教学组织贯穿于所有教学环节:

课堂讲授、实验实习、测验考试、课外实践、讨论答疑

辩证统一的教学观

教师和学生是教学的参与者；

学生是学习的主体， 教师是教学的主导者；

□教师控制教学过程；

□课堂效率取决于教师的特征与行为。

教师组织教学，关键在于对于学生的有效组织和调动，
是教学组织的难点和重点。

胸中有知识， 眼中有学生

教师的困惑

- 听课人数越来越少，有课堂缺课达到三分之一
- 迟到者众，中途随便出入
- 出席但不听讲，睡觉、交谈、玩手机
- 尽管教师卖力，但专家、学生评价不高

后果：

- 自己努力备课讲课，没人听——委屈、无成就感；
- 自我否定，再努力也没用，听之任之；
- 外部归因，学生不好，所有课堂都一样，没法弄；
- 无改进，一辈子就这样做下去，任其发展；
- 不想再上课了，上课恐惧证

2010年，邀请澳大利亚Deakin大学的高级讲师用英语为研究生开设了32学时的《计算力学》的选修课程。

Microsoft Excel - 杨春晖-研究生课程成绩.xls

文件(F) 编辑(E) 视图(V) 插入(I) 格式(O) 工具(T) 数据(D) 窗口(W) 帮助(H) 键入需要帮助的问题

宋律 11 B / U % 100%

	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1											
2	姓名	电子邮箱	电话	课堂测验 1	作业 1	课堂测验 2	作业 2	口试	有限元项目	总分	最后得分
3	Name	Email Address	Telephone	Quiz 1	Assignment 1	Quiz 2	Assignment 2	Oral	FEA Project	Mark	Final Marks
4	齐文文	qiwenwen0606@126.com	15201229273	10	114	10	98	7	60	73.2	74
5	姜舒宁	sxsjsn@163.com	18901386991	6	76	6	68	7	60	60.4	61
6	李洋	651738488@qq.com	15201228958	8	120	8	0	7	60	61	61
7	李白	litaibai1987@126.com	13810935653	10	115	8	80	7	60	70	70
8	孟繁莹	mfy871013@163.com	15910785090	6	117	10	123	7.5	70	78.5	79
9	熊健	subxj@163.com	15201227581	6	112	8	107	7.5	70	74.9	75
10	李玮	lw336@163.com	15201226166	8	121	8	77	7.5	70	74.3	75
11	袁红金	383235505@qq.com	15901010132	10	104	8	88	7.5	70	75.2	76
12	刘夏	liuxia_summer@emails.bjut.edu.cn	13426249196	9	118	10	121	9.5	95	95.15	95
13	李瑞婷	tnt_86@163.com	13466571127	9	120	10	125	9.5	95	95.75	95
14	时光辉	shgh@emails.bjut.edu.cn	13810249625	10	117	8	114	9.5	95	93.6	94
15	高察	gao_1984@126.com	15201229065	7	119	10	90	9.5	95	90.65	91
16	罗明智	lmztouch@gmail.com	15201228930	6	119	8	108	7	80	80.2	81
17	刘海宏	liuhaihong0036@163.com	15201229298	7	119	8	113	7	80	81.45	82
18	李晓慧	562904373@emails.bjut.edu.cn	15901341615	6	114	10	77	7	80	78.1	78
19	仲红俊	zhj2010@emails.bjut.edu.cn	15201227824	5	82	8	86	7	80	73.55	74
20	王媛	wangyuan19880628@126.com	18911020409	6	119	8	118	9.5	95	91.2	91
21	刘跃华	xiemusheng123@163.com	15201228966	6.5	115	10	108	9.5	95	91.675	92
22	武伟	wuweimoto@163.com	15201229301	10	118	8	77	9.5	95	90	90
23	孟令国	menglingtu@emails.bjut.edu.cn	13466502320	10	114	8	113	9.5	95	93.2	94
24	林晓虎	2010mylove@emails.bjut.edu.cn	15801238592	8	116	8	98	7	85	82.9	83
25	贺岁江	heanjiang@gmail.com	13581934093	6.5	82	10	115	7	85	81.575	82
26	张强	zhangq@emails.bjut.edu.cn	15120036452	6.5	115	8	121	7	85	83.975	84
27	刘金花	liujinhua08282@163.com	15201227809	6	80	0	55	8	80	66	77
28	陈川	cc8267326@163.com	13811699992	8	108	0	78	8	80	72.6	73
29	成云	chengyun05082801@163.com	15201226052	10	121	9	108	8	80	85.15	85
30	王四丹	wangsi@emails.bjut.edu.cn	15201220556	8	81	0	81	8	80	70.7	71

Sheet1 / Sheet2 / Sheet3

开始 收件箱 - Outlook... 北京工业大学信息... Zhang and Tang 2013-11-24北京力... 杨庆生 2014-11-2... Microsoft Excel... 10:34

课堂组织要点

2、沟通、互动，相互尊重

利用课程以外的话题；多鼓励；

尊重学生，避免顶牛，青年教师——亦师亦友

3、活泼课堂气氛，幽默一点儿

教师首先要活跃；通过提问；

讲一段，停一下；加点小佐料，自我调侃一下

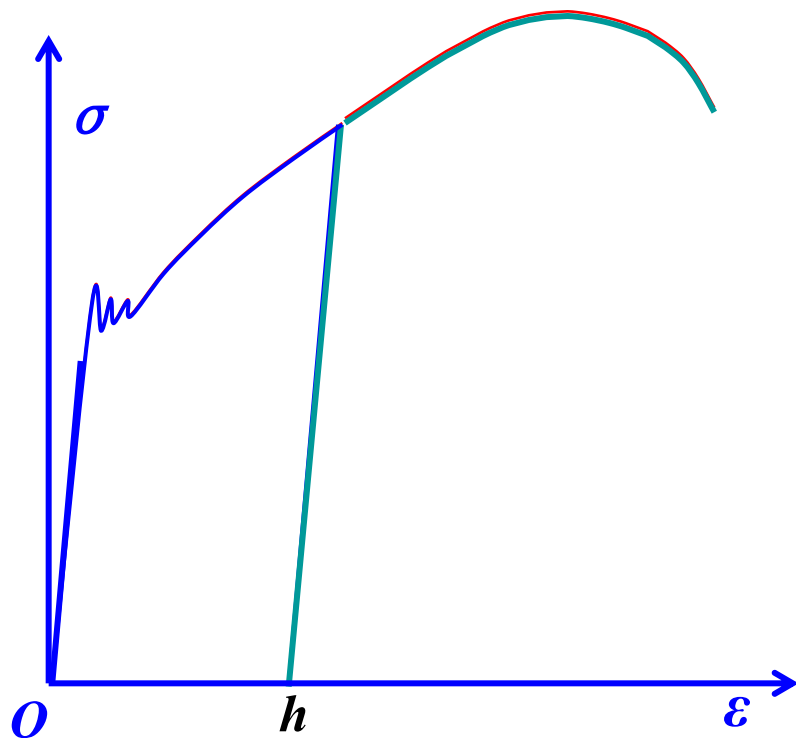
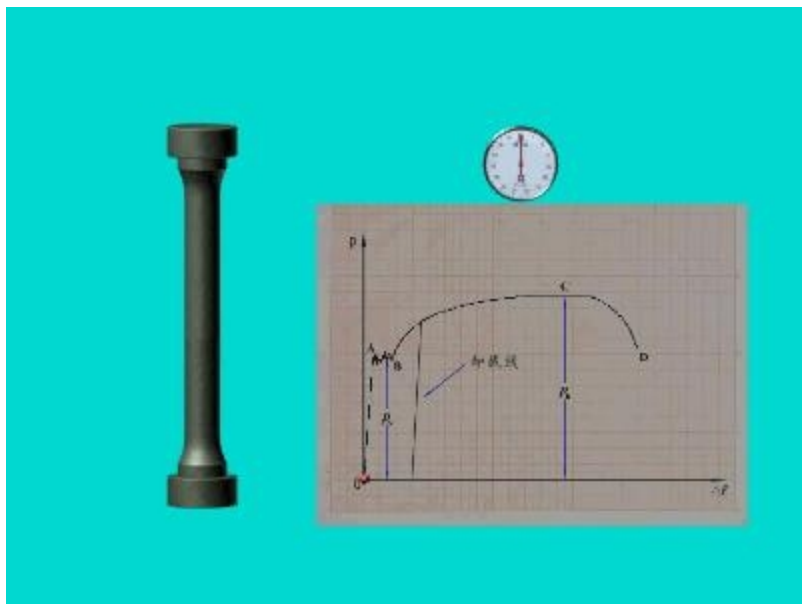
4、少说忌语

显然、显而易见；这个特简单，自己看看吧；

这个都不会，够笨的

课堂组织要点

5、把课程讲活，联系实际，身同感受，身临其境



材料加工
运动训练
意志考验



突破极限，超越自我

结语——与大家共勉

具有现代教育理念；具有全球学术视野；
具有全面教师素质；具有高尚师德魅力。

教学、科研、管理工作，一样不能少；
业务、交往、组织能力，一样不能弱；
品德、能力、意识境界，一样不能差。

—— 新型教师

谢谢大家！