



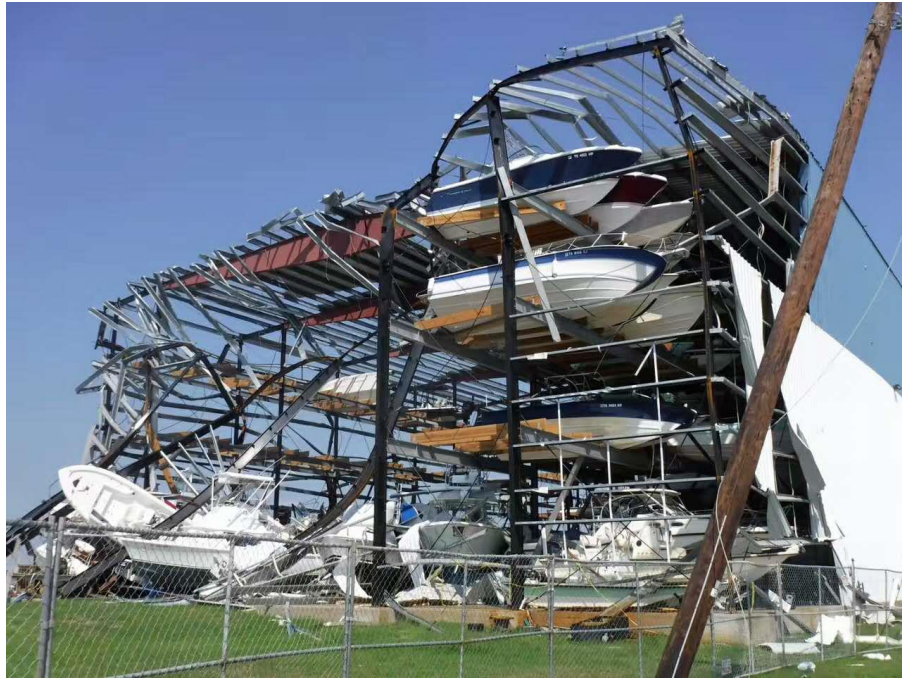
# 第一章 绪论

任晓丹

同济大学建筑工程系

[rxdjtj@tongji.edu.cn](mailto:rxdjtj@tongji.edu.cn)

同济大学土木楼A413

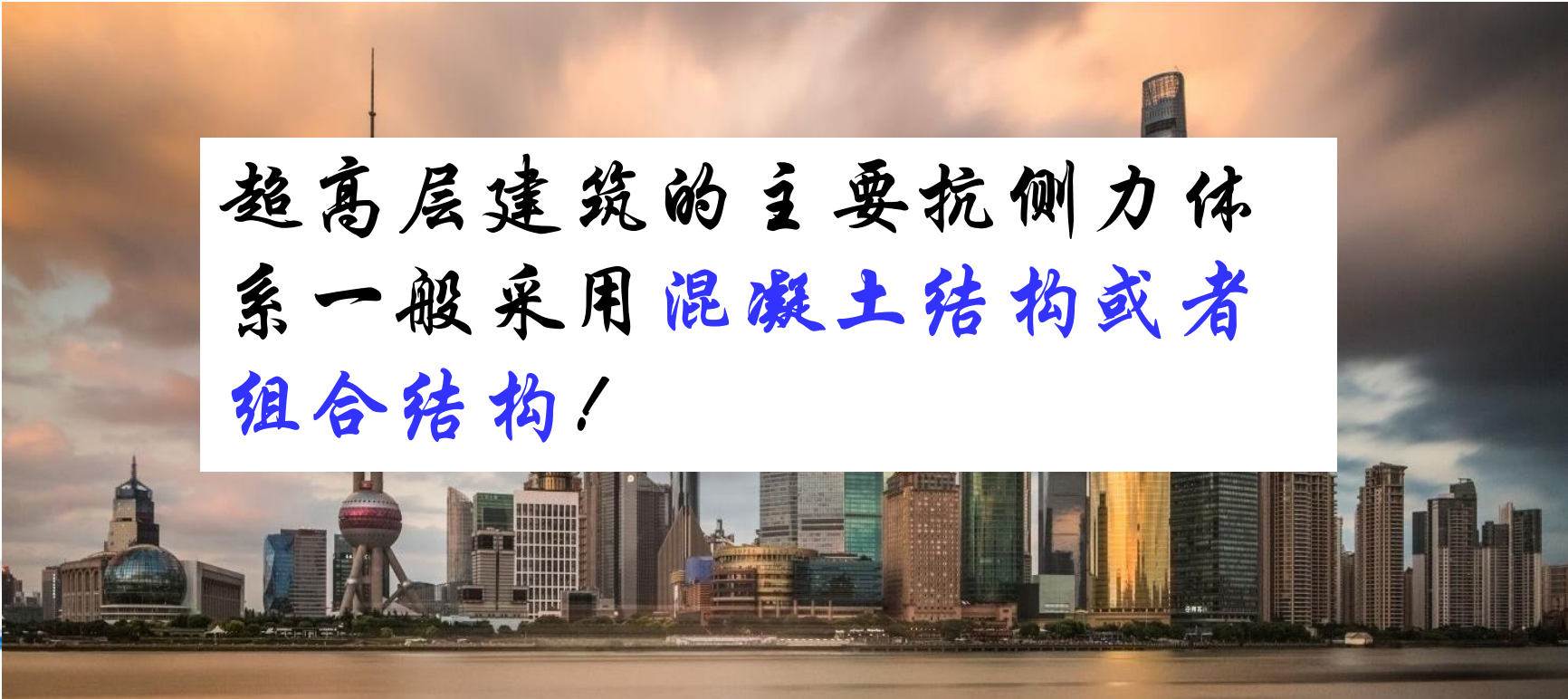


Harvey颶風災害調查——LSU team lead by Dr. Chao Sun



## ➤ 混凝土结构的应用

- 高层建筑

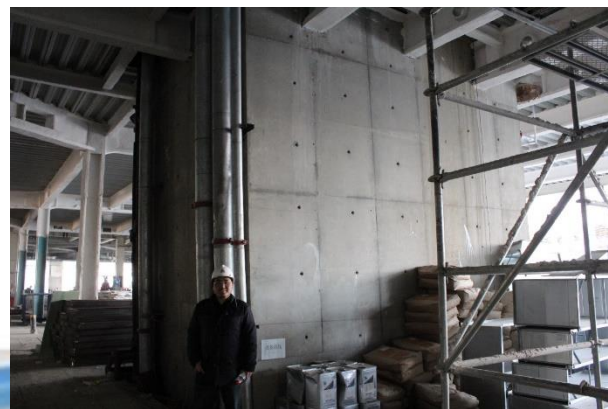
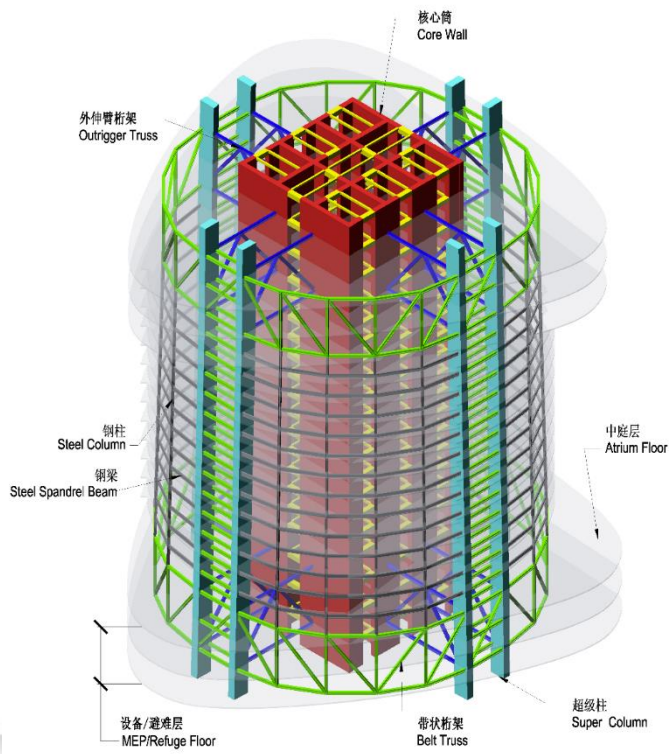
A wide-angle photograph of the Shanghai skyline at dusk, featuring numerous skyscrapers and the Oriental Pearl Tower. The sky is filled with soft, orange and blue clouds, and the water in the foreground reflects the city lights.

超高层建筑的主要抗侧力体系一般采用**混凝土结构**或者**组合结构**！





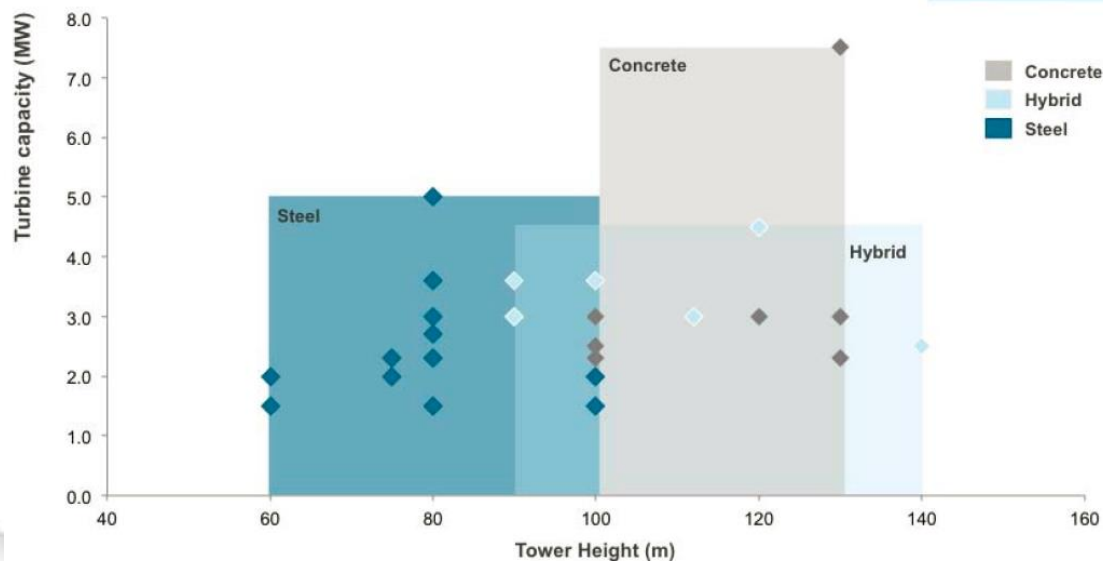
# ➤ 高层建筑





## ➤ 混凝土结构的应用

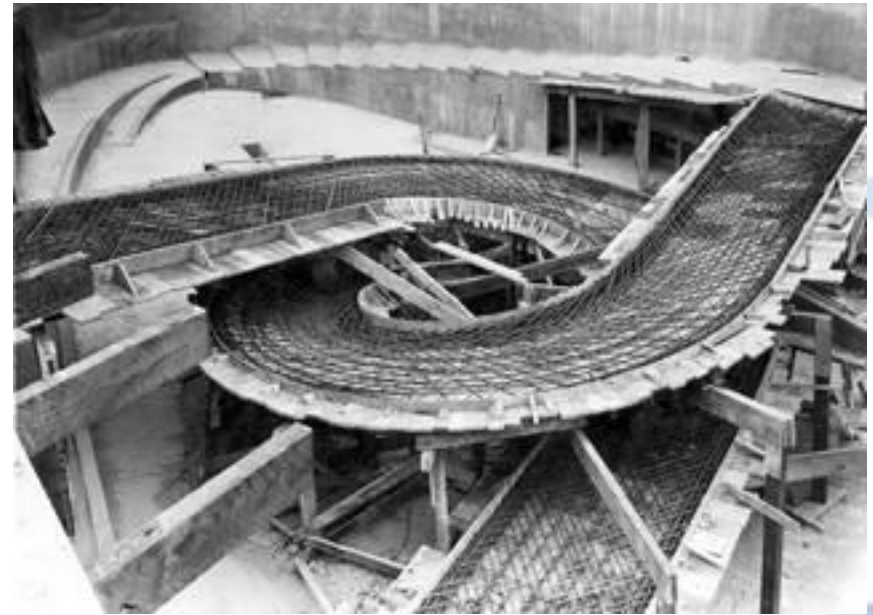
- 新能源结构





## ➤ 混凝土结构的应用

- 空间结构



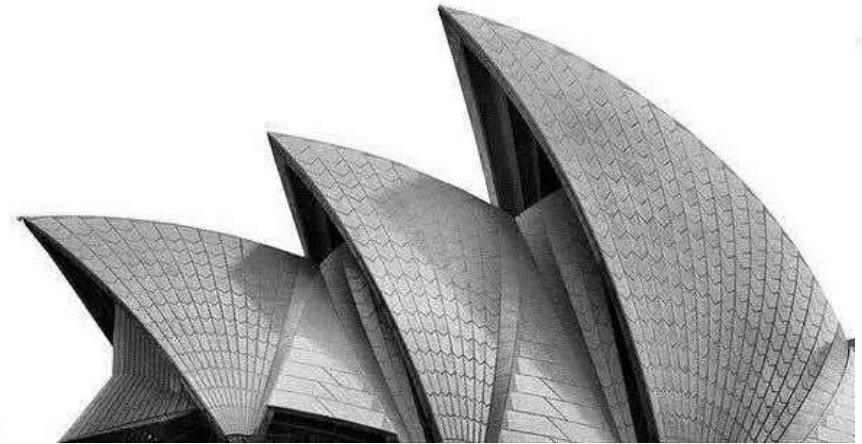
Penguins pool designed by Arup





## ➤ 混凝土结构的应用

- 空间结构



Designed by Arup



## ➤ 混凝土结构的应用

- 空间结构



同济大学大礼堂



加肋混凝土壳飞机库





## ➤ 混凝土结构的应用

- 空间结构



霍奇米洛克餐厅，坎德拉





## ➤ 混凝土结构的应用

- 空间结构



Zarzuela赛马场，托罗哈





## ➤ 混凝土结构的应用

- 空间结构



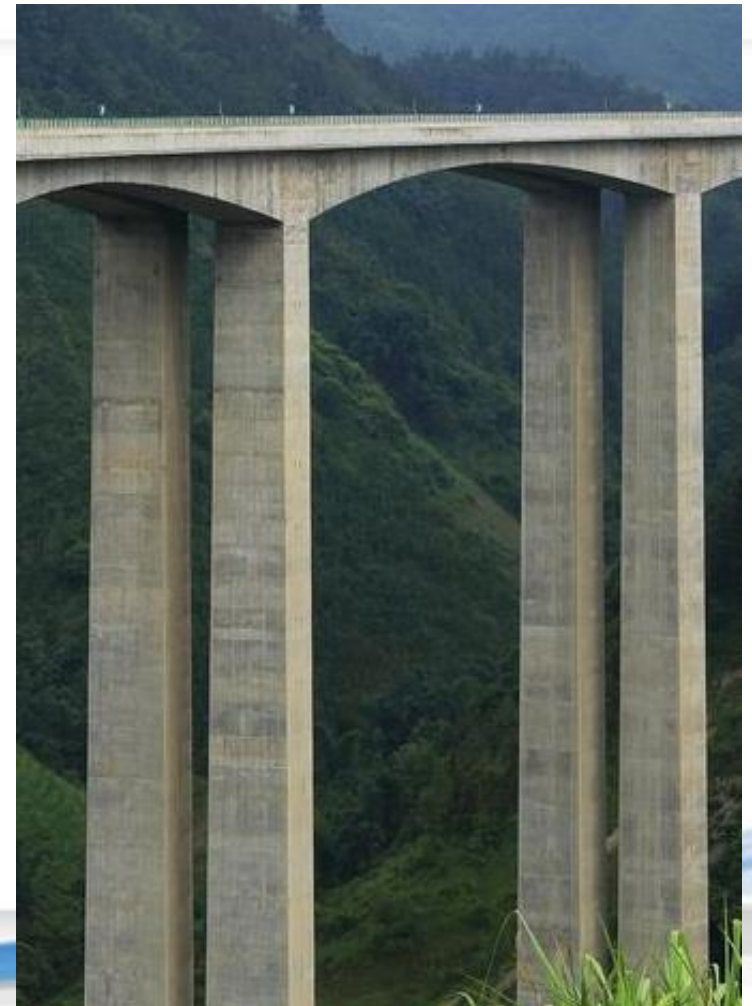
米拉格洛萨教堂，坎德拉





## ➤ 混凝土结构的应用

- 交通工程





## ➤ 混凝土结构的应用

- 水利工程







## ➤ 混凝土结构的一般概念和特点

- 一般概念







**God** made **solids**,  
but **cracks** were the work of the **devil**.



“Las ideas no son responsables de lo que los hombres hacen de ellas”.

**WOLFGANG PAULI**  
WOLFGANG@PAULI



同濟大學  
TONGJI UNIVERSITY



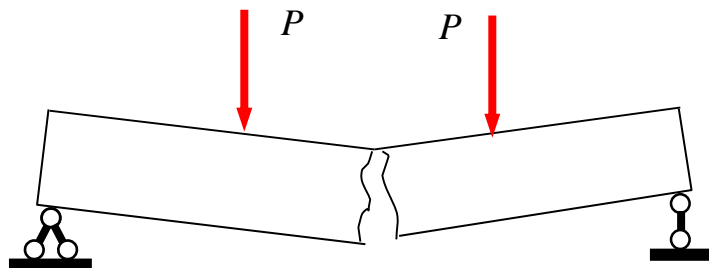
*Prison Break*





## ► 混凝土结构的一般概念和特点

- 一般概念



素混凝土梁

承载力小，破坏突然





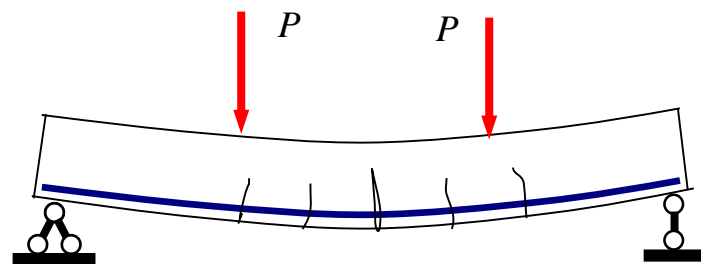
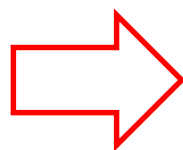
## ➤ 混凝土结构的一般概念和特点

### • 一般概念

钢筋



混凝土



拉压性能均好

抗压性能好

钢筋混凝土梁（构件）

承载力大，变形性能好，破坏有预告



## ➤ 混凝土结构的一般概念和特点

### • 钢筋与混凝土共同工作的原因

- **混凝土和钢筋**之间有良好的**粘结**性能，两者可靠地结合在一起，可共同受力，共同变形
- 两者的温度**线膨胀系数很接近**，避免产生较大的温度应力破坏两者的粘结力，混凝土： $1.0 \times 10^{-5} \sim 1.5 \times 10^{-5}$ ，钢筋： $1.2 \times 10^{-5}$
- **混凝土包裹在钢筋的外部**，可使钢筋免于腐蚀或高温软化
- 其它



## ➤ 混凝土结构的一般概念和特点

- 预应力混凝土结构

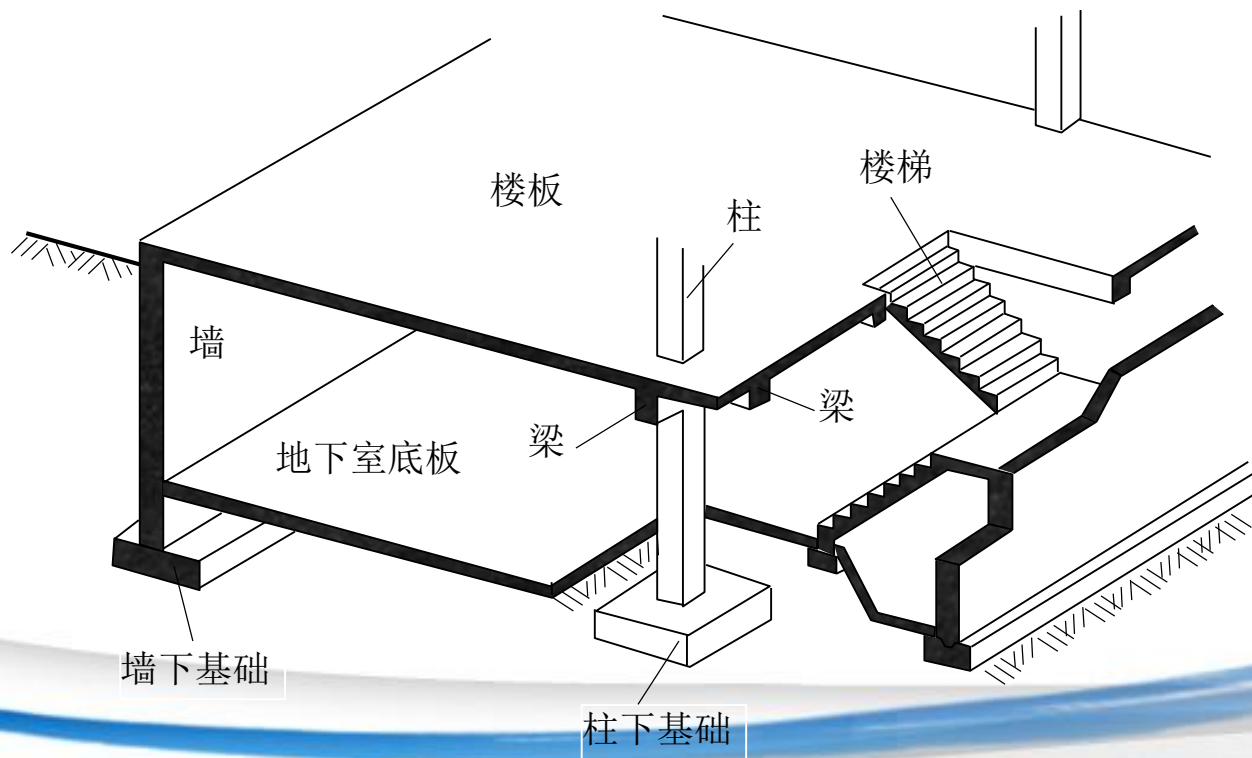






## ➤ 混凝土结构的一般概念和特点

- 建筑混凝土结构的组成





## ➤ 混凝土结构的一般概念和特点

### • 混凝土结构的优缺点

优点:

耐久性好

耐火性好

整体性好

可模性好

就地取材

节约钢材

阻止射线的穿透

缺点:

自重大

易开裂

耗模板

施工受季节性影响

隔热隔声性能差



## ➤ 混凝土结构的发展历史

### • 钢筋混凝土结构的发展

- 1824年，英国人J. Aspdin 发明了**波特兰水泥**，为混凝土结构奠定了基础；
- 1849年，法国人Joseph Louis Lambot 用水泥砂浆涂在钢丝网的两面做成小船，成为最早的**混凝土结构**；
- 1861年，法国花匠J. Monier 用钢丝作为配筋制作了花盆并申请了专利，后由申请了钢筋混凝土板、管道、拱桥等专利，成为最早的**钢筋混凝土结构**；
- 1884年，德国人Wayss, Bauschinger和Koenen等提出了**钢筋应配置在构件中受拉力的部位**和钢筋混凝土板的计算理论。后来，钢筋混凝土结构逐渐得到了推广应用；
- 1928年，法国学者E. Freyssinet提出用高强钢丝作为预应力钢筋，发明了专用的锚具系统，**预应力技术**从实验室走向工程实际。





## ➤ 混凝土结构的发展历史

### • 华人结构工程师林同炎 (T.Y. Lin)

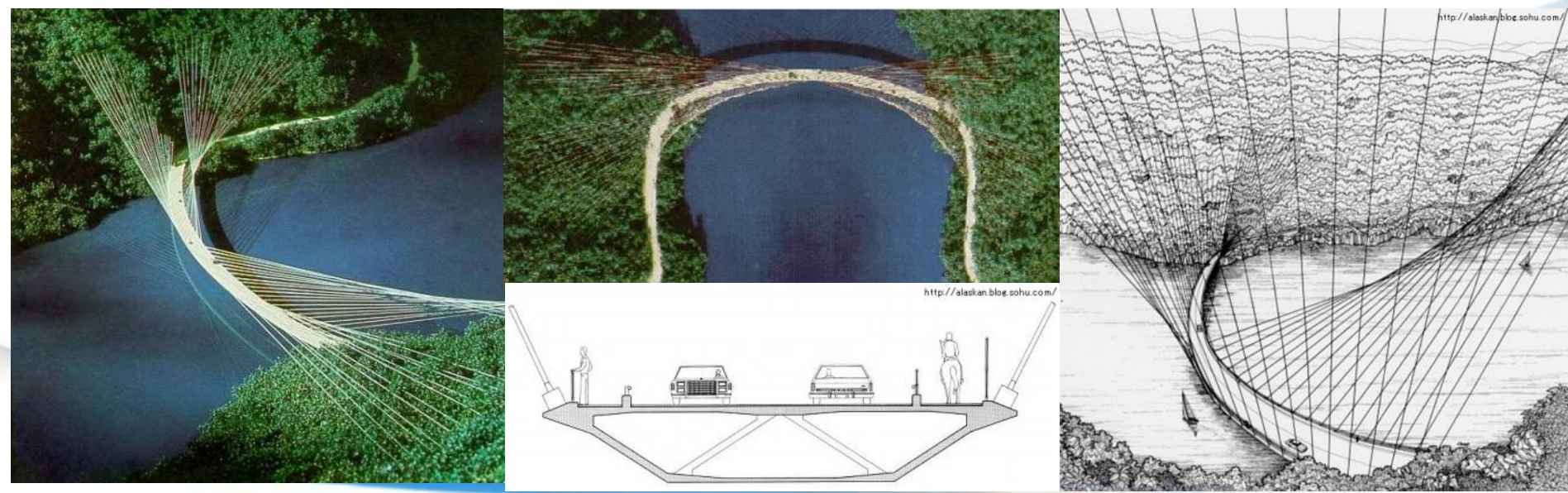
- 1956年他完成的力作《**预应力混凝土**》一书，被公认为预应力学术界的权威著作。他是“美国预应力的功勋人”，被尊称为“预应力混凝土先生”。他首创的“**荷载平衡法**”设计理论，成为预应力混凝土设计三大基础理论之一，被尊为现代建筑的一代宗师。
- 1954年，林同炎在美国创建了“预应力学会”和“林同炎国际公司”。  
“林同炎国际公司”在美国和世界各地设计、建造了百余座桥梁及房屋建筑，举世闻名。他将“**预应力混凝土**”的新技术应用于建筑工程，大大节省了建筑材料，既降低了造价，又缩短了工期，建筑物因而设计得更艺术，造型更美。但当时许多建筑界的同行，却横加怀疑，认为林同炎减少材料，房屋不牢固，短期内有可能坍塌，简直就是偷工减料，最终引发官司，并要吊销林同炎公司的营业执照。官司打了两年，到1972年，已到白热化程度。恰恰此时，中美洲发生强烈大地震。尼加拉瓜首都马拉瓜灾情严重，市中心511个街区化成废墟，惟林同炎设计建造的一座60米高、18层的美洲银行大厦巍然屹立，所受损失“仅为电梯井壁联系梁开裂”。



## ➤ 混凝土结构的发展历史

### • 华人结构工程师林同炎 (T.Y. Lin)

- 美国加利福尼亚州的Ruck-A-Chucky Bridge坐落于American River之上，该桥由林同炎和D. Allan Firmage共同组织设计，堪称桥梁设计上的一个极具创造力的典范。





## ➤ 混凝土结构的发展历史

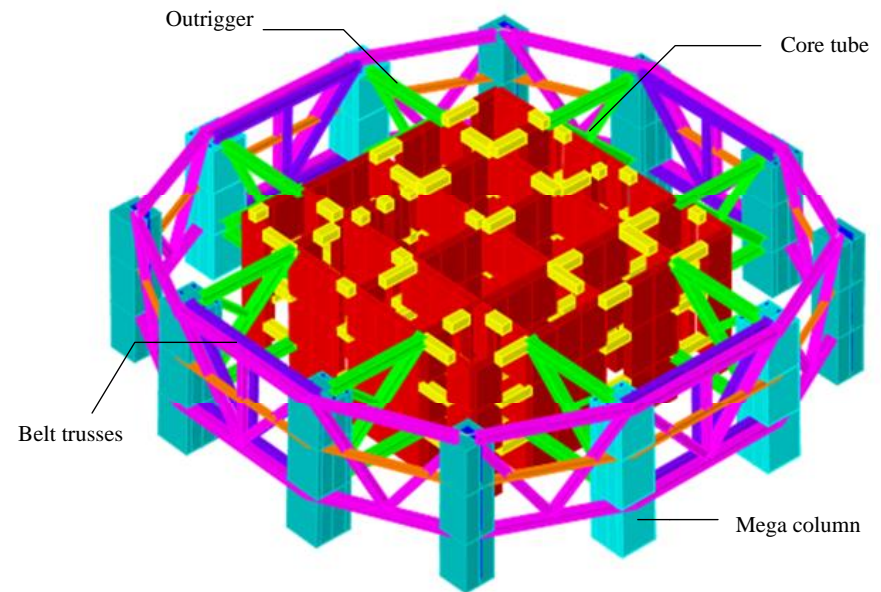
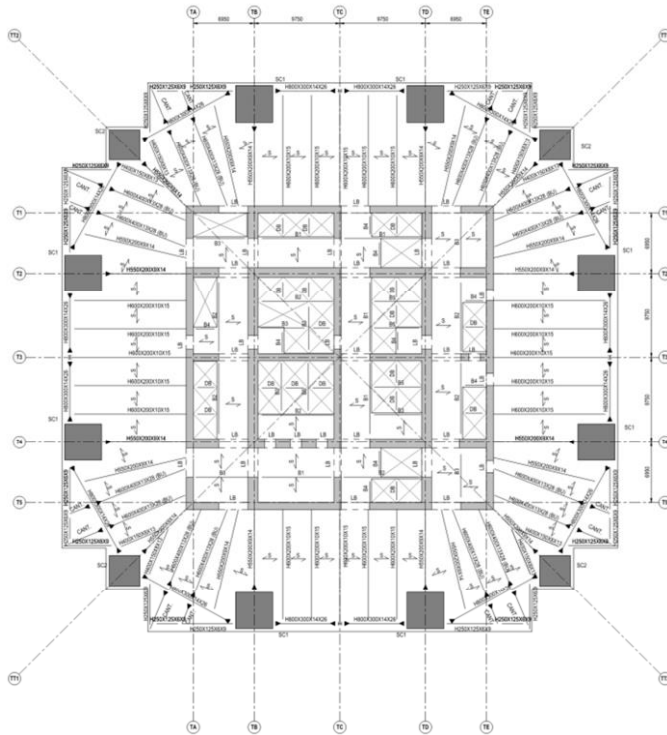
- 混凝土材料方面的发展
  - **Ultra high performance concrete**
  - **ECC (Engineered cementitious composite)**
  - **FRP的应用**





# ➤ 混凝土结构的发展历史

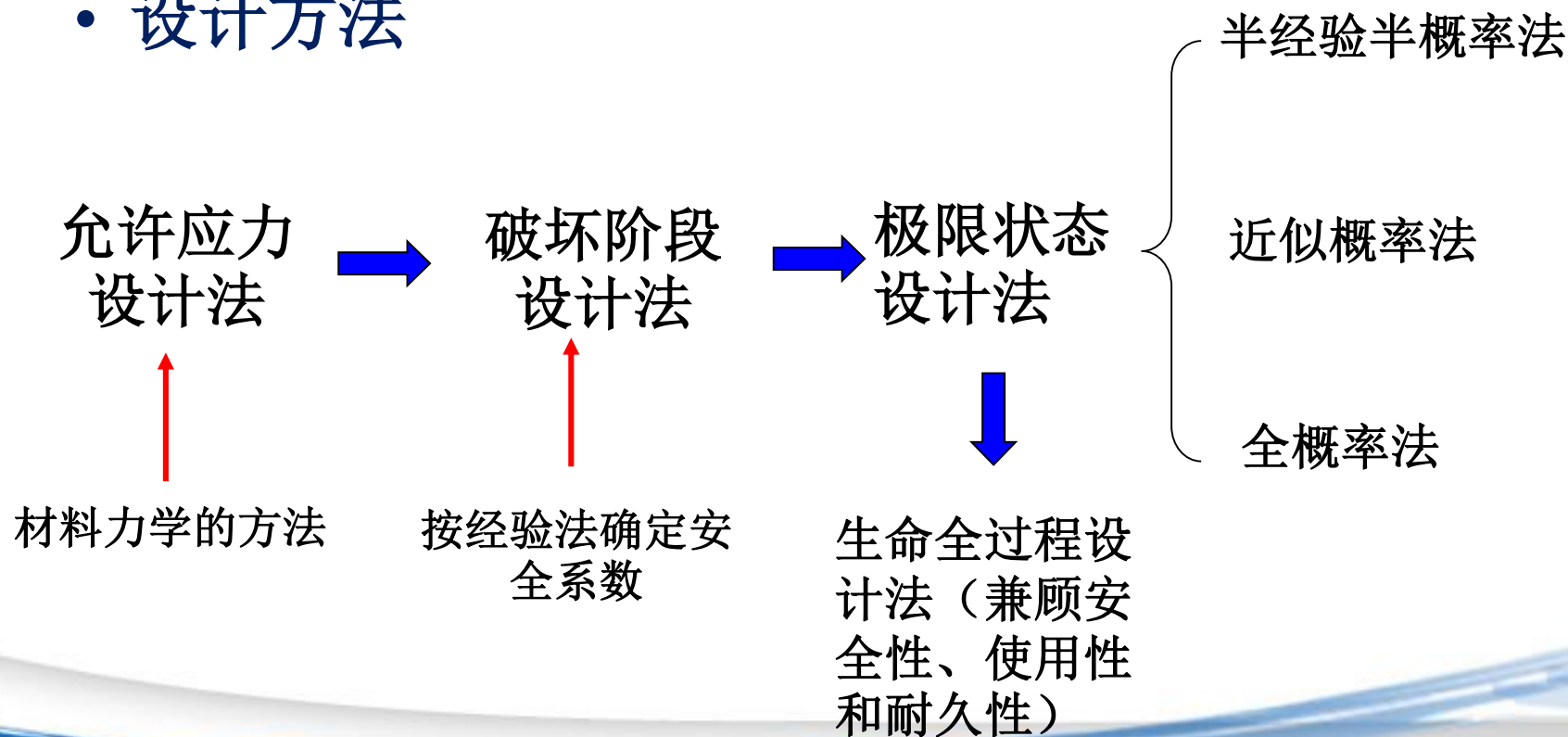
## • 结构体系的创新





## ➤ 混凝土结构理论的发展

### • 设计方法





# ➤ 混凝土结构理论的发展

- 数值模拟技术的应用

---

Step: Step-1 Frame: 0  
Total Time: 0.000000

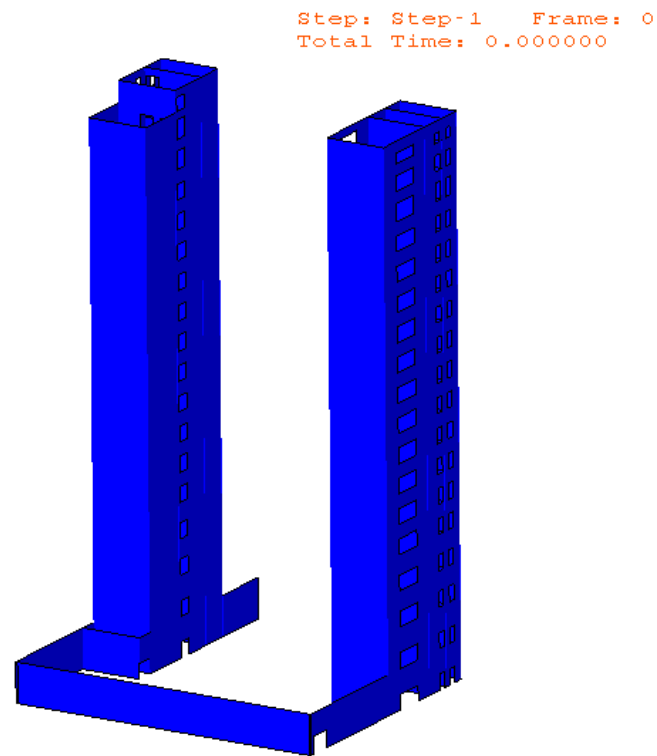
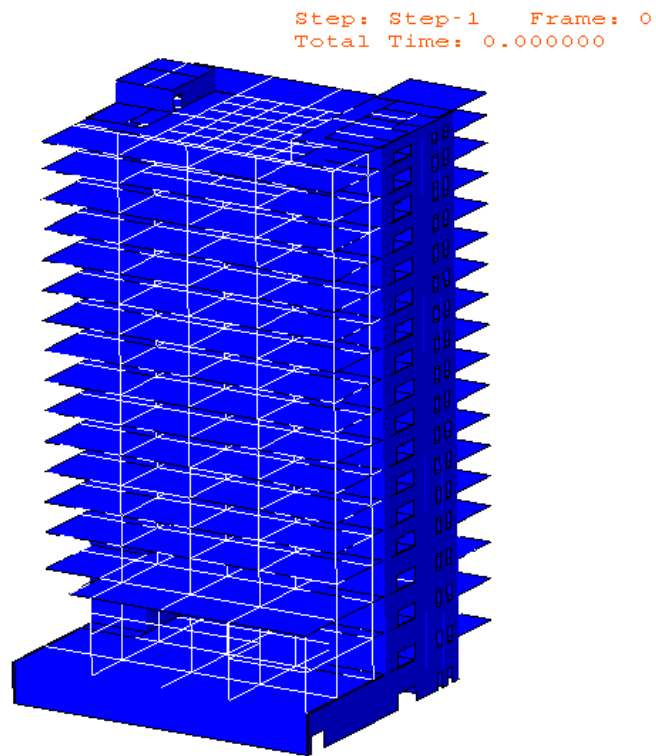






## ➤ 混凝土结构理论的发展

- 数值模拟技术的应用





## ➤ 混凝土结构理论的发展

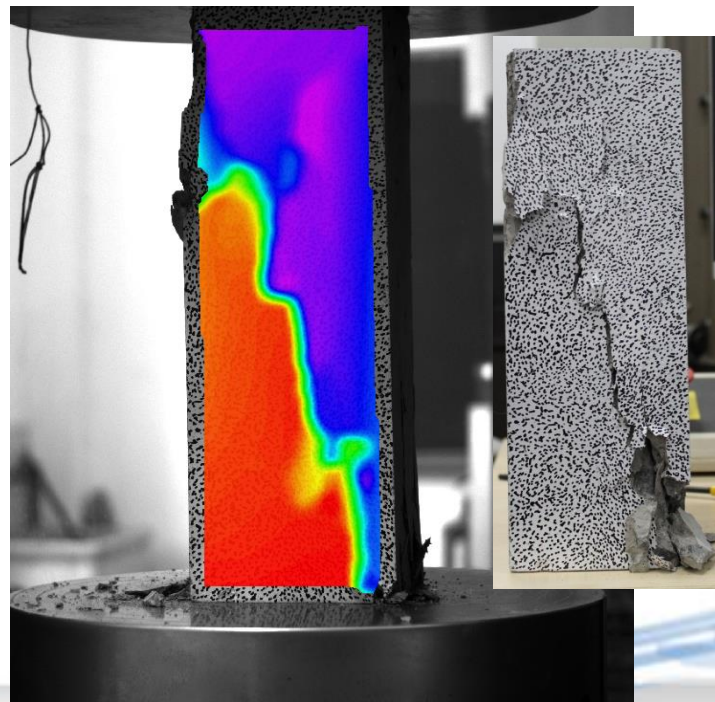
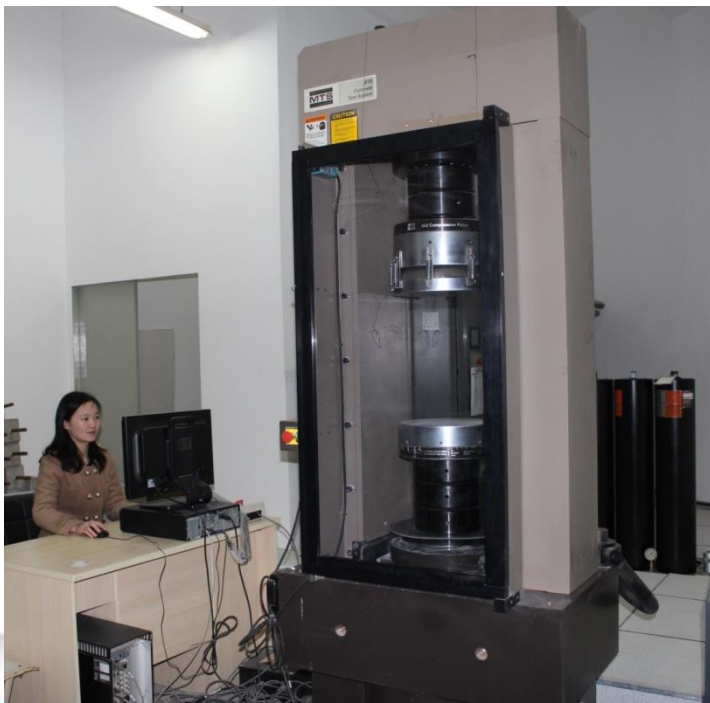
- 试验技术的发展





# ➤ 混凝土结构理论的发展

- 试验技术的发展







## ➤ 本課程的目的

- 混凝土結構構件的受力性能和力學分析方法
- 混凝土結構構件的設計方法
- 現有混凝土結構構件的性能評估



## ► 本课程的学习方法

- 注意本课程与相关课程尤其是“材料力学”、“结构力学”课程的异同点，正确运用已有的力学知识解决实际问题。
- 混凝土结构理论大都建立在试验研究的基础之上，目前还缺乏完善的理论体系。很多公式不能由严密的逻辑推导得出，只能由试验结果回归而成。学习和应用时要注意思维方式的转变。
- 结构设计单靠理论分析还不够，还要辅以一定的构造措施，才能保证安全可靠。
- 注意理论联系实际，积累一定的感性认识，对学习本课程十分有益。