



清华大学

Tsinghua University

茅以升工程教育思想的学习体会、 思考与教育实践

清华大学土木工程系

冯 鹏

个人简介



清华大学
Tsinghua University

冯鹏

清华大学副教授 博士生导师
土木工程系副主任（主管本科生、研究生的教学工作）



研究：结构加固及新材料结构

教学：《混凝土结构》、《FRP工程结构应用理论》等



清华大学土木工程系简介



- 土木工程系是清华大学历史最悠久的系科之一。1916年清华学校即开始招收土木工程学科的留美专科生。
- 土木工程系现有在校本科生424名，每年与建设管理系联合招生120~130人，1年后按照学生志愿分系，每年约90人继续在土木工程系学习至毕业。
- 现有教职工为87人，其中教师63人，教辅人员20人，教育职员4人。其中教授（含研究员）32人，副教授（含副研）28人。
- 国内首批参与“卓越工程师教育培养计划”。

- 学习体会与感想——对茅以升工程教育思想的认识和现实意义
- 教育实践——重庆茅以升公益桥、清华大学卓越土木工程硕士班、《混凝土课程》PBL



茅以升工程教育思想

1. 工程教育之目标
2. 工程教育之方式
3. 学习研究之方法

1. 工程教育之目标——人才（卓越工程师教育培养计划）

- | | |
|----------------------|------|
| 一. 善于思想 | 通用标准 |
| 二. 善用文字 | 行业标准 |
| 三. 善于说辞 | |
| 四. 明于知己 | |
| 五. 明白环境 | |
| 六. 科学知识，知其所自来，及所用之方法 | |
| 七. 富于经济思想 | |
| 八. 品德纯洁，深具服务之精神 | |

1. 工程教育之目标——人才

首要是“思考并形成想法”，
这是创新能力培养的核心。

- 一. 善于思想
- 二. 善用文字
- 三. 善于说辞
- 四. 明于知己
- 五. 明白环境
- 六. 科学知识，知其所自来，及所用之方法
- 七. 富于经济思想
- 八. 品德纯洁，深具服务之精神

1. 工程教育之目标——人才

首要是“思考并形成想法”，
这是创新能力培养的核心。

一. 善于思想

二. 善用文字

三. 善于说辞

四. 明于知己

五. 明白环境

六. 科学知识，知其所自来，及所用之方法

七. 富于经济思想

八. 品德纯洁，深具服务之精神

表达能力与沟通能力

适应能力与应变能力

1. 工程教育之目标——人才

首要是“思考并形成想法”，
这是创新能力培养的核心。

一. 善于思想

二. 善用文字

三. 善于说辞

四. 明于知己

五. 明白环境

六. 科学知识，知其所自来，及所用之方法

七. 富于经济思想

八. 品德纯洁，深具服务之精神

表达能力与沟通能力

适应能力与应变能力

两方面的
知识





学习体会与感想

1. 工程教育之目标——人才

首要是“思考并形成想法”，
这是创新能力培养的核心。

一. 善于思想

二. 善用文字

三. 善于说辞

四. 明于知己

五. 明白环境

六. 科学知识，知其所自来，及所用之方法

七. 富于经济思想

八. 品德纯洁，深具服务之精神

表达能力与沟通能力

适应能力与应变能力

两方面的
知识

品格与
社会责任感

2. 工程教育之方式——先习后学，边习边学

实践先导，理论随行，两者不对立，是紧密结合的

卓越工程师教育培养计划

2. 工程教育之方式——先习后学，边习边学

实践先导，理论随行，两者不对立，是紧密结合的

卓越工程师教育培养计划

先后关系 and 相互关系

先感性认识，再理性认识——符合人的认知规律

先知实际操作，再知理论基础——引发思考，激发兴趣

2. 工程教育之方式——先习后学，边习边学

科学的路径：**理论**——**实践**——**理论**

机械性的解释世界

工程的路径：**实践**——**理论**——**实践**

具体化的改造世界

2. 工程教育之方式——先习后学，边习边学

- 工程教育的模式转变：知识“传授”到知识“发现”
- 信息的极大丰富与快速更新

工程实践的难题都是新问题，都是知识发现的过程

先习后学，边习边学 是符合知识发现的教育方式。

2. 工程教育之方式——先习后学，边习边学

CDIO: 代表构思 (**Conceive**)、设计 (**Design**)、实现 (**Implement**) 和运作 (**Operate**) ,它以产品研发到产品运行的生命周期为载体 ,让学生以主动的、实践的、课程之间有机联系的方式学习工程。**CDIO**培养大纲将工程毕业生的能力分为工程基础知识、个人能力、人际团队能力和工程系统能力四个层面,大纲要求以综合的培养方式使学生在这四个层面达到预定目标。

PBL: Project Based Learning,
以学生为核心,以项目为驱动的学习模式。



3. 学习研究之方法——十六字诀

博闻强记

多思多问

取法乎上

持之以恒

学习研究十六字诀，《浙江日报》1981年12月2日

3. 学习研究之方法——十六字诀

博闻强记	—————	夯实基础
多思多问	—————	积极创新
取法乎上	—————	追求卓越
持之以恒	—————	坚持不懈

可操作!



- 学习体会与感想——对茅以升工程教育思想的认识和现实意义
- 教育实践——重庆茅以升公益桥、清华大学卓越土木工程硕士班、《混凝土课程》PBL



1. 第一座茅以升公益桥
2. 清华大学卓越土木工程师硕士班
3. 《混凝土结构》课的PBL

1. 第一座茅以升公益桥 重庆彭水县太原乡



由北京茅以升科技教育基金会发起，依托科技部项目，联合清华大学、重庆交通大学，与太原乡政府及百姓共同修建完成。

茅以升公益桥简介

茅以升公益桥由北京茅以升科技教育基金会发起，依托国家科技部“高性能复合材料快速架设桥梁关键技术联合研发”项目，联合清华大学、重庆交通大学，与太原乡政府及百姓共同修建完成。上部结构采用高性能玻璃纤维增强复合材料拉挤型材桁架结构，下部结构为重力式片石混凝土桥台。横跨太原河，跨度20m，桥架总高3.75m，总宽2.8m。按照行人通行设计，限载50人。

1. 第一座茅以升公益桥 重庆彭水县太原乡

先习后学，边习边学

- 选址——重庆交通大学、清华大学的支教学生
- 下部结构设计——重庆交通大学本科生
- 下部结构施工监理——重庆交通大学本科生
- 上部结构设计——清华大学研究生
- 上部结构工厂拼装——清华大学研究生、本科生
- 上部结构现场吊装——清华大学研究生，重庆交通大学本科生
- 现场施工放线——重庆交通大学本科生
- 现场后期安装——清华大学研究生，重庆交通大学本科生

1. 第一座茅以升公益桥 重庆彭水县太原乡



1. 第一座茅以升公益桥 重庆彭水县太原乡



1. 第一座茅以升公益桥 重庆彭水县太原乡



2. 清华大学卓越土木工程师硕士班

先习后学，边习边学

- 企业实践0.5-1年
- 课程学习1年
- 结合企业需求完成研究课题1.5年
- 进入企业工作

教育实践



成立校企联合培养委员会

5月：签订联合培养意向书：确定当年培养订单人数、企业导师和校内导师

6月：重大横向课题申请

7月：系学位委员会审定

9月：校研招办公布名额

9-10月：学校与企业联合面试

10月：确定招生名单

11月-次年7月：综合论文训练-企业

第一学年9月：入学，一次性缴学费

第一学年9月-1月：企业学习阶段

第一学年2月-7月：课程学习

第二学年7月-12月：课程学习及选题

第二学年1月-第三学年：论文工作及不少于6个月的企业实习

第三学年6月：毕业答辩

正式进入企业工作

精细培养

以直推生为基础，依托重点单位，主要以企业高层为合作导师，以重点工程为课题背景

统筹培养

以进入重点企业工作为导向，本硕统筹、学习与就业统筹、专业教育与职业资格统筹，形成行业认同

创新培养

强调创新思维和社会实践相结合，培养会思考、能分析、了解工程现场、敢于突破规范的高水平工程技术人员

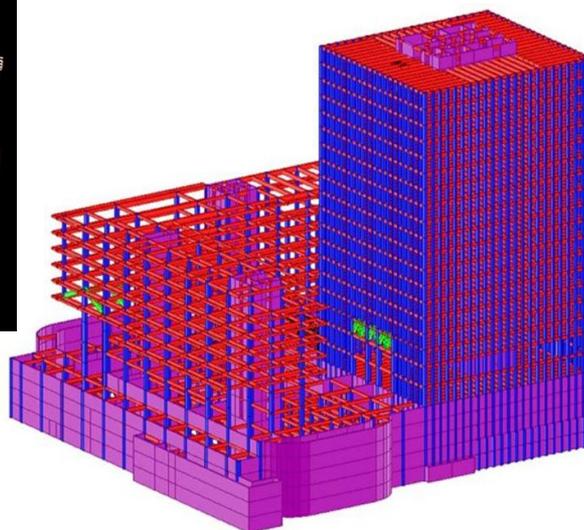
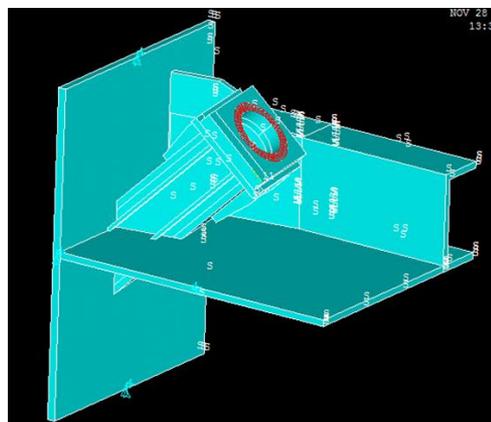
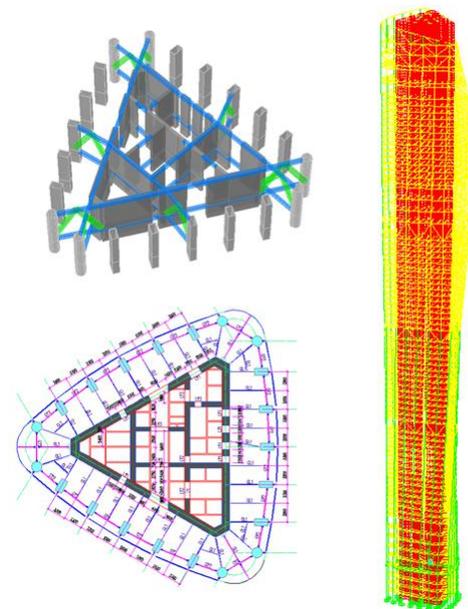
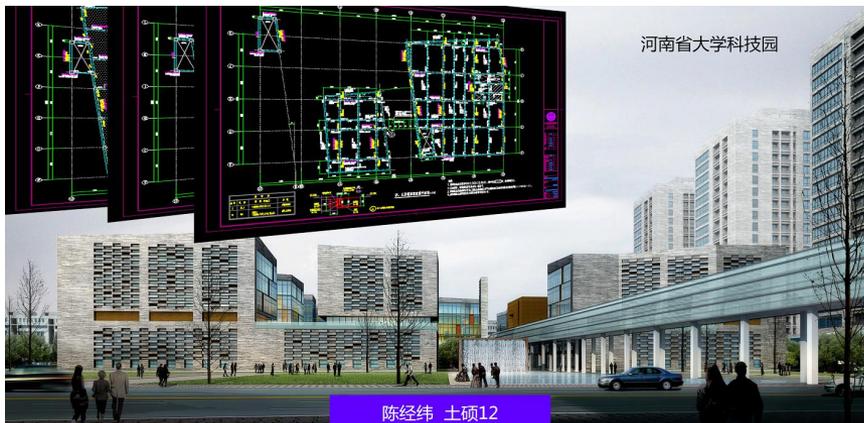
2012级 北京市政院、北京建筑院、电子部院、五洲院、清华院五家单位（5位院总、3位设计大师）

2013级 中建、中冶、中铁、公安部科研院所等单位（1位院士）

教育实践

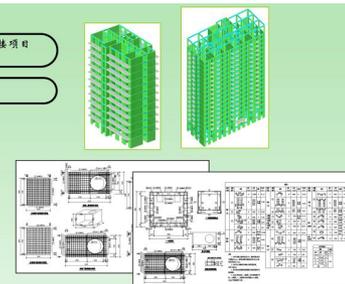
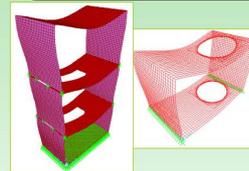


清华大学
Tsinghua University



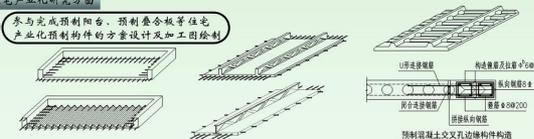
结构设计方面

- 完成现代精密化工(郑州)有限公司生产研发楼项目和沈阳惠生公程项目的试设计及计算
- 完成盒子单元组合式住宅设计及计算



住宅产业化研究方面

- 参与完成预制阳台、预制叠合板等住宅产业化预制构件的方案设计加工图绘制



学生感想：

“现在的大学教育，学生在学习的时候都是成绩导向，都是为了分数，这导致我们无法真正的学到知识，但当我们有了实际经验之后，就会从工程的角度去认识书本，认识土木工程知识，不仅有了**兴趣**，并且能够**以一种带着问题的心态去学习**。这样学习效率非常高，而且很有兴趣。倘若我们还是在没有任何实际经验的前提下去学习，那就和本科一样，学的时候只是关注这个会不会考，即便我们想从工程角度去关注知识也无从下手，因为不了解工程实际是什么样的。”

学生感想：

“我觉得这种先实践后学习的模式对于自己来说有两个好处：一是明白了在学校学习的**专业知识的重要性**，因为在实际参与工程中会遇到很多问题，如果之前上课期间遇到过那么就很容易解决，学过越多的东西，就能解决越多的问题。二是更加**珍惜回来学习的机会**，在设计院中除了一些技术培训，一般很少再有系统性学习的机会，所以很多新知识新技术只能自己带着学。而回到学校之后有各位专业知识丰富的老师专门针对某一领域进行系统性教学，这样的学习机会是来之不易的，更能提醒自己要认真对待。”

3. 《混凝土结构》课的PBL

学期初第一堂课布置

大作业

3人一组完成一个《混凝土结构》的生动教学素材，可以是DV、软件、实验演示、教具、现场表演、模型、游戏等。要求：

- (1) 至少有2个明确的教学知识点；
- (2) 有明确的分工和工作计划；
- (3) 有具体的行动；
- (4) 好创意加分。

构思 (Conceive) —— 创意
设计 (Design) —— 构成
实现 (Implement) —— 制作
运作 (Operate) —— 现场展示



教育实践



清华大学
Tsinghua University



40余件作品

姜聪 王晓 刘文平
三种梁的破坏

朱蕊 马玉婧 于学皓
绑扎钢筋 现场版

徐跃进 张思谋 李焯君
小桥的设计和施工

张欢 宋晓朦 徐杨菲
泥沙馆复原

牧天 徐冰 刘婷
清芬园手工模型

杨帆 王立 宋歌
sap2000模拟

康历 蔡亚庆 陈虹宇
游戏《冯鹏大战混凝土》

管骊然 宋晓薇 申恩雨
紫荆公寓手工模型

王遥 王芃 王呈冰
混凝土学习网站

软件网站

Rctex
拍脑袋
M-fy关系曲线
THU conc design
小混解答
小砼历险记
挑战混凝土
混凝土作业计算器
混凝土设计助手
安卓小砼
混凝土之最

卡牌模型

Life of Pie
混战混凝土
飞跃创砼山
大包工头
柱子的奇幻漂流
恋恋混凝土
桁架梁
阳光书屋

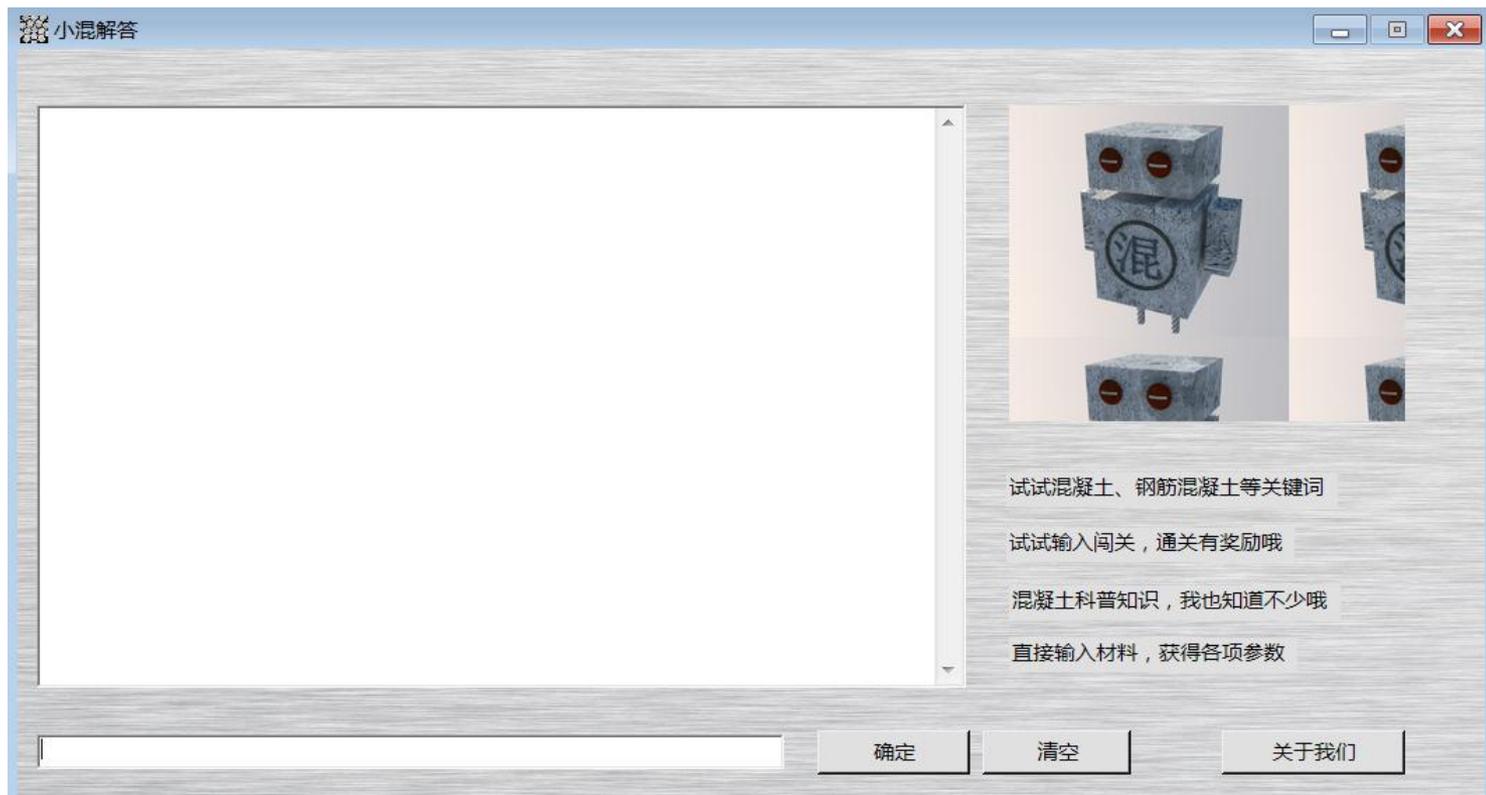
课件视频

箍筋作用小探究
无腹筋梁受剪
YES组杨博士的一天
压梁视频演示
天空之城
赵老师教你弯钢筋
Murder
混凝土设计之旅
砼柱，你还能挺多久
暴走混凝土
小箍筋，大作用

“冯鹏大战混凝土” 游戏



小混解答



混凝土结构卡牌游戏

飞跃创砾山——MDY工作室 截面设计，乃如众里寻它，得用巧劲。菜鸟做设计，来回碰壁；大神拍脑袋，手到擒来。

飞跃创砾山——合截面设计的多人趣味桌游

简介：
本游戏集平面布局之乐趣，截面设计之技巧，以飞跃创砾山为背景，将数字与桥梁、涉及混凝土结构互截面关系、轴心受压设计知识。

组件：
- 棋盘
- 卡牌
- 骰子
- 材料牌
- 力牌

c/(mm)	h/(mm)	fy*As/(N)	fy*As/(N)
300	300	122054	120237
300	450	100577	99561
300	500	74760	74760
300	550	59636	59428
350	350	99997	99146
350	400		
350	550	59517	59340
400	400	85091	84636

计算公式

$$A_s = \frac{M}{f_y \cdot h_0} \cdot \eta$$

$$M = \alpha \cdot f_c \cdot b \cdot h_0^2 \cdot \xi \cdot (1 - \xi) \cdot \eta$$

地图

你还在因拍不准截面而烦恼吗？
本游戏旨在娱乐的过程中，培养我们的设计感觉，提高我们的工程师经验和素质，通过熟能生巧，达到一拍即合。

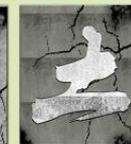
混战混凝土

做一根梁并且保护它

不是普通的桌游！



混战混凝土是一款立足于混凝土结构基本知识点开发的全新扑克牌游戏，玩家以制造出价值≥15的钢筋混凝土梁为目标，通过使用各类牌（材料牌和力牌）的基本功能及其附属特殊功能达到目标以赢得游戏。



KW
EO
YR
D

①

KW
EO
YR
D

②

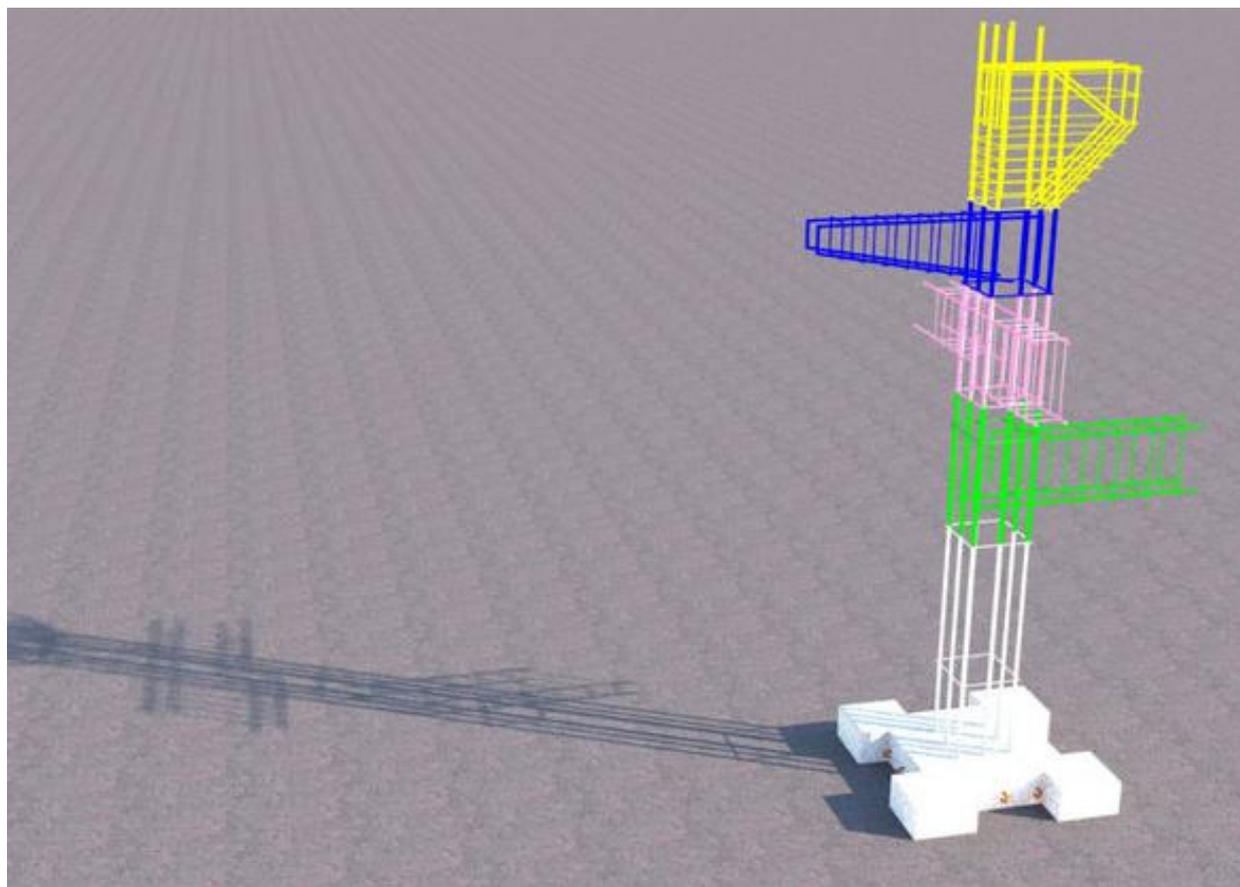
KW
EO
YR
D

③

KW
EO
YR
D

④

混凝土结构模型



48个知识点

一位同学主动发来的感想信

很有幸在这学期学了您的混凝土课程。收获颇丰。……教会了我的，**是一种精神，是一种坚持，是一种改变。**

.....

如果不是您的课，这三个星期里，我不会刷那么多次的夜，也许就永远不会知道原来我也会奋斗，也就不会有这一系列的付出。

如果不是您的课，这三个星期里，我就不会早起晚睡，也就不会有现在这么好的作息系统，平时的话，也许现在我还在被窝里做黄粱梦呢。此时睡觉，做梦；此时起床，圆梦。是您让我深刻的理解到了这句话的含义。

如果不是您的课，我就不会被同学们戏称为“编程大牛”，也许就永远不会知道原来我也可以很牛，也就不会像现在这么自信了。

如果不是您的课，我也许就会沿着原来的路子一直走下去，混完大学混工作，混完工作混日子。这整个人生，也就这样了。但是现在，我变了。**我突然想往上爬爬，看看高处的风景。**



茅以升工程教育思想

1. 工程教育之目标——人才之八点
2. 工程教育之方式——先习后学，边习边学
3. 学习研究之方法——十六字诀



清华大学

Tsinghua University

谢 谢

请批评指正