



西安电子科技大学
XIDIAN UNIVERSITY

工程概论

工程概论 I -概 述

Introduction to Engineering(I)- Introduction

西安电子科技大学-微电子学院

戴显英

2020年4月7日



西安电子科技大学
XIDIAN UNIVERSITY

课程教学团队-微电子学院



补钰煜

副教授、硕导



林珍华

副教授、博导



戴显英

教授、博导



杨力宏

副教授、硕导



元磊

副教授、硕导



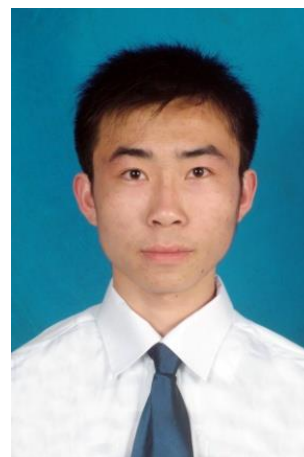
魏葳

高工、硕导



朱卫东

副教授、硕导



苏杰

讲师、硕导



胡彦飞

讲师、博士



□ **戴显英：教授、博导/硕导**

□ **办公室：老校区东大楼517A**

□ **联系方式：**

➤ **电话：13891978310**

➤ **Email:xydai@xidian.edu.cn**

➤ **QQ: 1714430784**

➤ **微信: dxy19610703**

□ **研究生招生学科：**

➤ **主要研究方向：二维半导体材料与器件**

➤ **博士：微电子学与固体电子学**

➤ **硕士：微-固/集工/软工**





一、目的：为达成工程教育专业认证通用标准，提高学生综合工程素养，培养学生解决复杂工程问题能力，加强认证标准非技术指标支撑，特别开设全校工科专业通识课程《工程概论》。

二、课程构成：

- 1、工程概论Ⅰ：**法律法规与行业规范（第2学期，16学时）
- 2、工程概论Ⅱ：**项目管理和产品开发（第3学期，16学时）
- 3、工程概论Ⅲ：**经济管理与成本核算（第5学期，16学时）
- 4、工程概论Ⅳ：**工程方法论和实例研讨（第7学期，16学时）

三、《工程概论Ⅰ》：主要介绍解决复杂工程问题过程中所涉及
的法律法规、工程伦理和行业规范。



- 一. 工程初认识
- 二. 工程教育新时代和新形式
- 三. 专业认证的核心理念
- 四. 西电培养方案架构
- 五. 《工程概论》课程设置



Engineering

□ 【辞典修订版】

- 工夫、工作。元·无名氏《来生债·第一折》：「只怕睡着了误了工程。」关于制造、建筑、开矿、发电、兴修水利等，有一定计画的工作进程。如：「土木工程」、「机械工程」等。

□ 【辞典简编版】

- 有一定计划进程的工作。【造句】土木工程、机械工程

□ 【百度百科】

- 工程是科学和数学的某种应用，通过这一应用，使自然界的物质和能源的特性能够通过各种结构、机器、产品、系统和过程，是以最短的时间和最少的人力、物力做出高效、可靠且对人类有用的东西。将自然科学的理论应用到具体工农业生产部门中形成的各学科的总称。



科学

社会科学

自然科学

基础科学：数学、物理、化学、医学、计算机

工程技术科学

水力电力工程：都江堰、三峡大坝

土木建筑工程：长城、大雁塔、鸟巢

中国载人航天工程：神舟、天舟、天宫飞船、

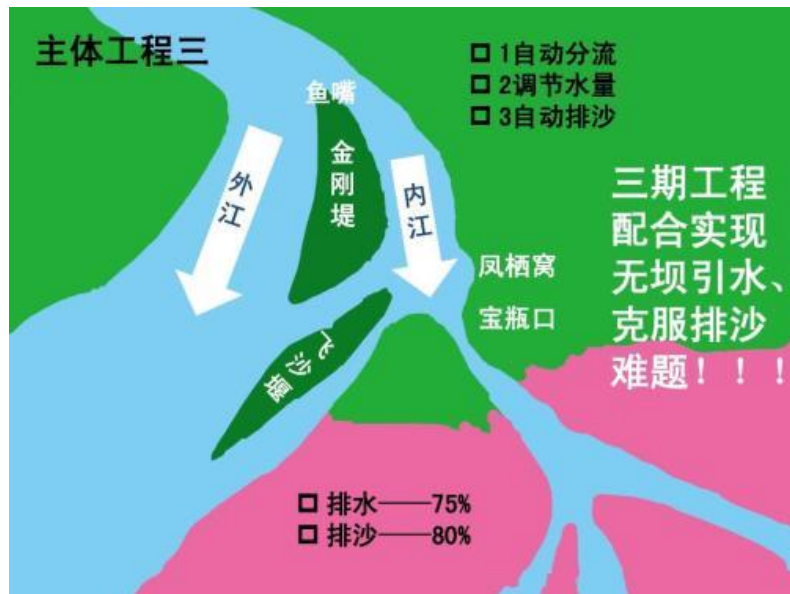
通信工程：5G通信网络

微电子/集成电路工程：龙芯CPU



都江堰-世界级水利工程

- **修建时间：**公元前256年
(战国时期)
- **修建人：**秦国蜀郡太守李冰
- **作用：**防洪、灌溉
- **三大工程：**
 - **鱼嘴：**分水工程-内江和外江
 - **飞沙堰：**溢洪排沙工程
 - **宝瓶口：**引水工程-调节闸
- **工程技术：**鹅暖石+石灰+糯米





都江堰水利工程的伟大意义-中国智慧与自信

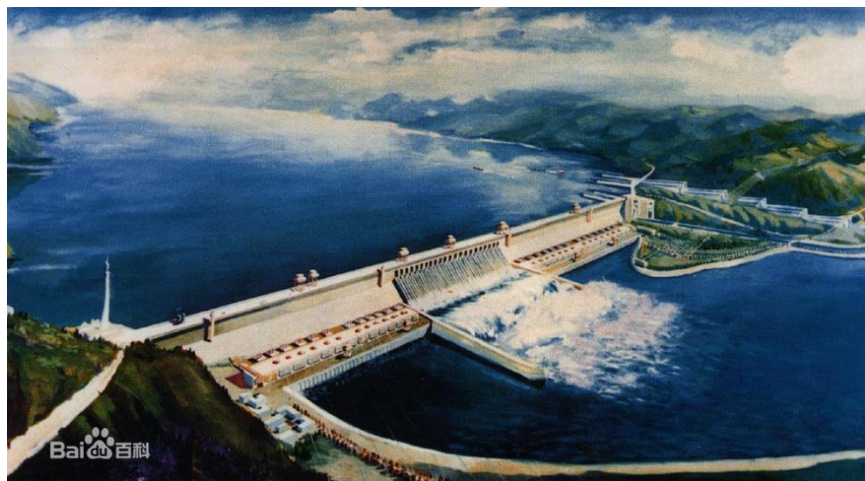
- **中国古代水利工程奇迹：**人类古代水利工程技术的伟大奇迹，也是世界水利工程的璀璨明珠
- **中国古代科技水平：**2270多年来一直发挥着巨大的效益。
- **中国哲学思想：**以不破坏自然资源、充分利用自然资源为人类服务为前提，变害为利，使人、地、水三者高度协合统一。
- **都江堰水利工程成功通过2018年度世界灌溉工程遗产评选，正式列入世界灌溉工程遗产名录。**



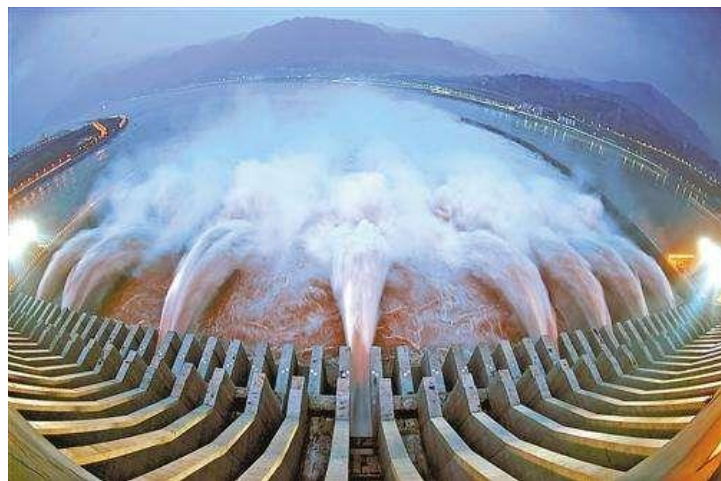
一、工程初认识

三峡水电工程

- 当今世界最大的水利发电工程
- 1994年12月14日正式动工修建，2006年5月20日全线修建成功
- 高185米，正常蓄水位175米，水库长2335米
- 32台单机容量70万千瓦的水电机组



孙中山：1918年《建国方略》
毛泽东：1956年词《水调歌头【游泳】》才饮长沙水，又食武昌鱼。万里长江横渡，极目楚天舒。不管风吹浪打，胜似闲庭信步，今日得宽馀。子在川上曰：逝者如斯夫！风樯动，龟蛇静，起宏图。一桥飞架南北，天堑变通途。更立西江石壁，截断巫山云雨，高峡出平湖。神女应无恙，当惊世界殊。



1992年4月3日，七届全国人大第五次会议以1767票赞成、177票反对、664票弃权、25人未按表决器通过《关于兴建长江三峡工程的决议》



中国的航天工程



思考：航天技术与工程有哪些工程伦理？



电子/计算机工程

- 目前是工程领域最大的分支
- 专业领域包括通信、电力电子、模拟/数字电路、控制、信号与系统、计算机和网络系统、安全性与可靠计算、**半导体/微电子与集成电路技术**、软件系统、电磁场、天线、传输系统等领域。



5G-第五代通信网络工程

□ 5G是新一轮科技革命的制高点

- 5G加速人工智能：人工智能已无处不在
- 5G助推智能制造：中国制造2025

5G概述-什么是5G?

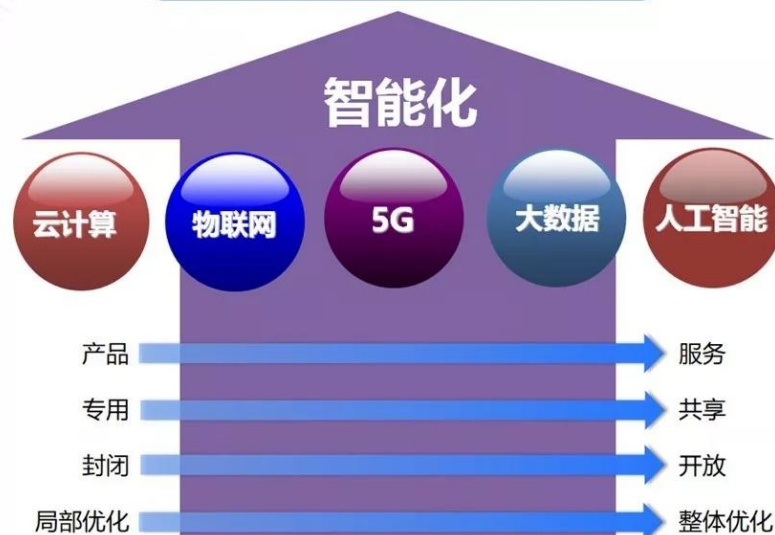
- 5G是下一轮科技革命的制高点：3G（通信）+智能手机（电子）驱动了移动互联网科技浪潮，并逐步向上传导到应用（手游等）、内容（视频等）端。我们认为，5G将承载4K/8K视频、AR/VR、物联网、自动驾驶等应用，也有望成为下一代科技浪潮的驱动先锋；
- 3G-4G，数据业务超越语音业务，流量成为互联网、移动互联网的入口，诞生了伟大的企业，如腾讯、阿里、苹果、FB、舜宇光学等；
- 4G-5G，下一轮科技浪潮，或许有新的智能终端崛起，或许有新的生活模式变革，我们期待新一批伟大企业的诞生。

图3：5G将应用在生活方方面面



资料来源：百度图片，国信证券经济研究所整理

第四次工业革命——中国无限接近



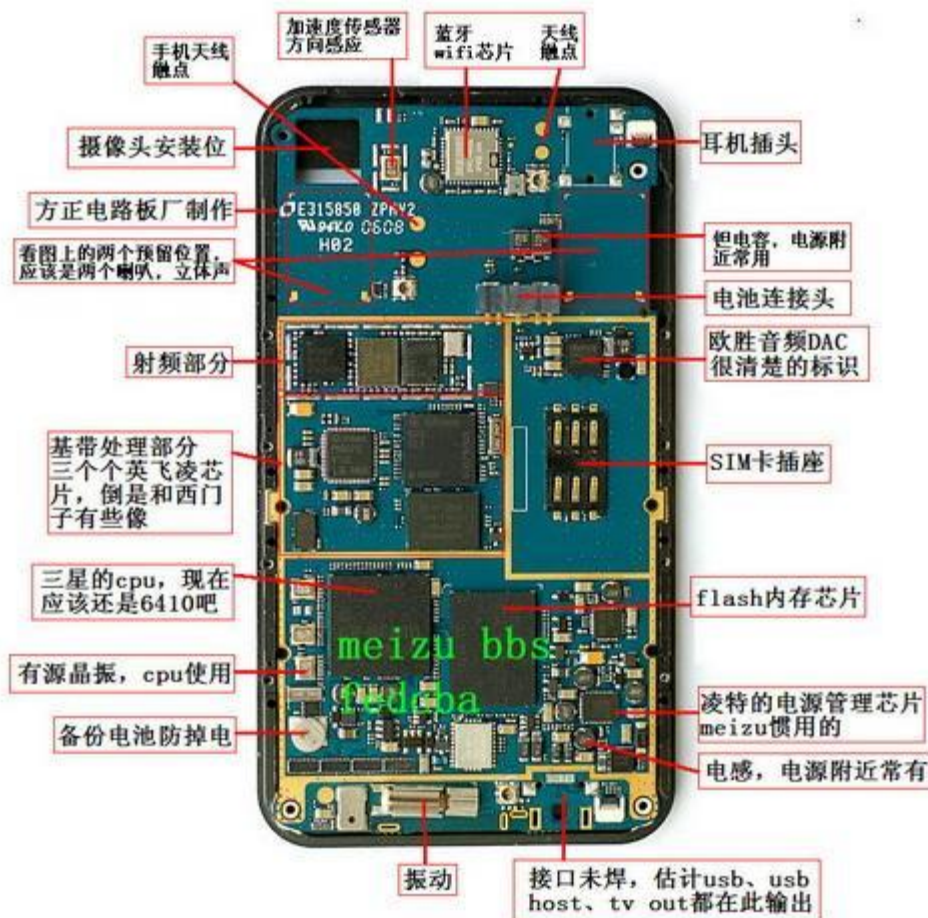
四、5G助推智能制造



微电子/集成电路工程应用

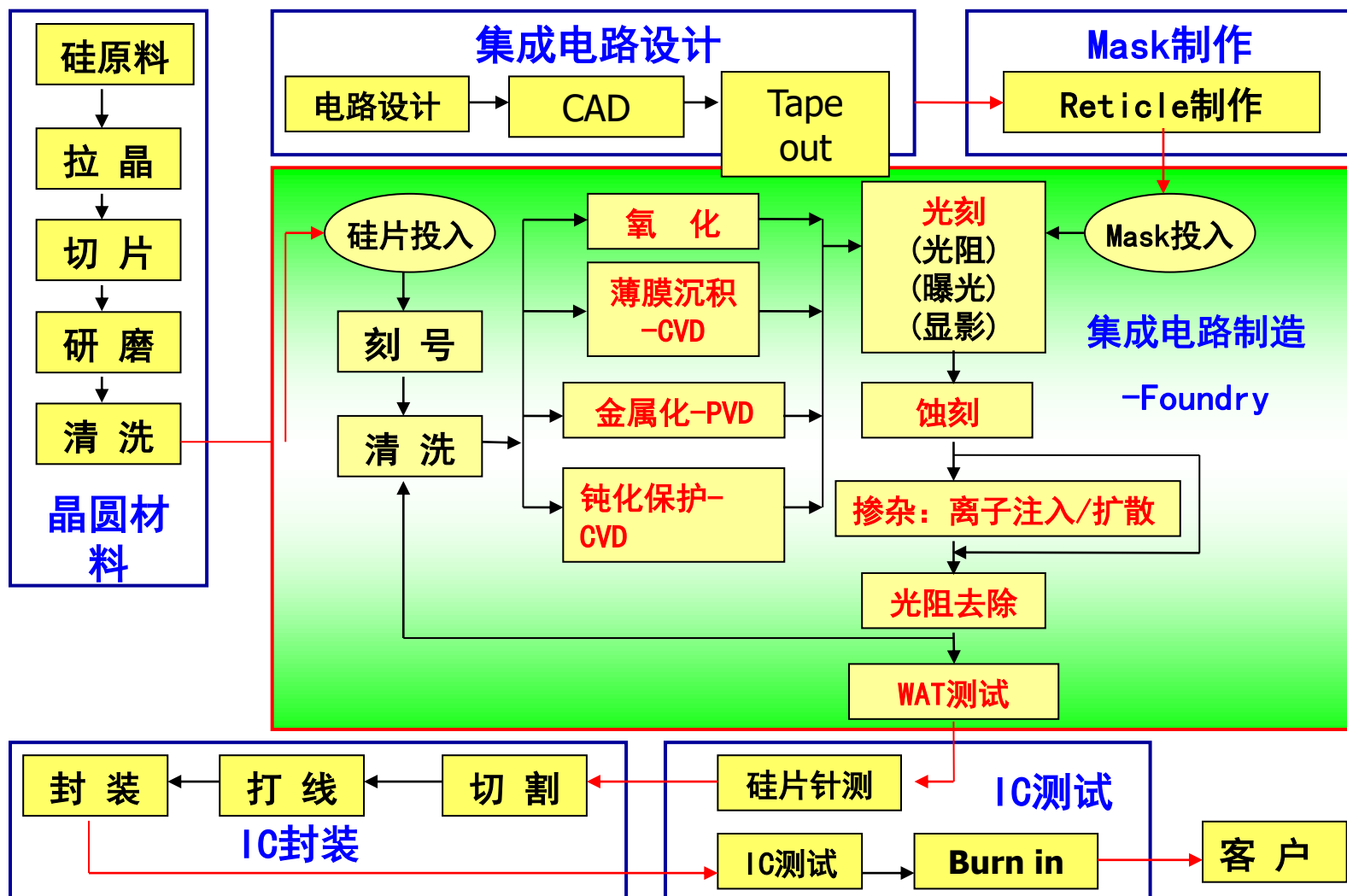
手机里的IC芯片

- CPU
- 电源
- 字库
- 中频
- 功放
- 天线开关
- 照相IC
- 蓝牙IC
- USB接口





IC产业链及工艺流程图





未来工程师资质的30个能力要求

✓ 未来工程师资质的30个能力要求				
基本或基础能力		1、数学	2、自然科学	3、人文社会科学
技术能力	4、制造业/建设业	5、设计	6、工程经济	7、工程科学
	8、工程工具	9、实验	10、问题的识别和解决	11、质量控制和质量保证
	12、风险、可靠性和不确定性	13、安全	14、社会影响	15、系统工程
	16、运行和维护	17、可持续发展和环境影响	18、技术广度	19、技术深度
非技术能力	20、工程业务	21、沟通	22、伦理责任	23、全球认知和意识
	24、领导能力	25、工程法律	26、终身学习	27、专业素质
	28、项目管理	29、公共政策与工程	30、团队合作精神	

✓英国注册工程师资质能力^[2]

✓日本工程师资质能力^[3]

□结论：一个工程师，技术能力固然重要，但非技术类能力更重要



本科人才培养目标

坚持立德树人，以能担当民族复兴大任的时代新人为目标，培养爱国进取、创新思辩，厚基础、宽口径、精术业、强实践，拥有国际视野的行业骨干和引领者。



具有国际视野的行业骨干和引领者

- 总体全局观、交叉学科、综合素质和能力、扎实的专业知识。
- 人才发展：干事、管事、管人的能力
- 工程体系认识：工程理念、工程伦理道德和法律法规、工程方法论、交叉学科应用、产品开发中的全过程认知等



一. 什么是工程

二. 工程教育新时代和新模式

三. 专业认证的核心理念

四. 西电培养方案架构

五. 《工程概论》课程设置



当前高等教育面临的重大挑战

□ 第四次工业革命扑面而来——智能时代

□ 创新创业浪潮

□ 跨学科的学习

□ 信息技术推动高等教育变革

□ 无处不在的学习、无边界的学习、随时随地的学习

——《面向未来 主动谋划 以新工科建设引领高等教育变革——吴爱华，教育部高教司》



世界：高等教育发展新动态新趋势

1998年首届世界高等教育大会宣言

21世纪将是更加注重质量的世纪，由数量向质量的转移，标志着一个时代的结束和另一个时代的开始。**谁轻视质量谁将被淘汰出局！**

2009年第二届世界高等教育大会公报

第19条：在当代高等教育中，质量保障无疑起着至关重要的作用而且必须包括所有利益相关者。质量的实现既要求**建立各种质量保障体系**，形成多种评价模式，同时更需要在机构内部**形成一种质量文化**。

第30条：高等教育的全球化尚需建立**国家认证体系和质量保证体系**。



习近平：什么是一流大学



习近平总书记
全国高校思想政治工作会议

- 高校立身之本在于立德树人
- 只有培养出一流人才的高校，才能够成为世界一流大学
- 办好我国高校，办出世界一流大学，必须牢牢抓住全面提高人才培养能力这个核心点



刘延东：扎根中国大地办大学



刘延东副总理
教育部第26次咨询会

坚持人才培养中心任务，巩固本科
教学基础地位，全面提高人才培养
能力

- 切实向课堂教学要质量
- 主动向社会要教学资源
- 以质量文化营造良好环境

工程教育质量标准国际实质等效



陈宝生：立德树人要落实在**提高本科教学水平**上



陈宝生部长
教育部第26次咨询会

- **提高教学水平，基础在本科。基础不牢，地动山摇**
- **没有高质量的本科，就建不成世界一流大学**
- **高校领导不抓教学，不是失职就是渎职，至少是不称职**
- **抓质量就是抓责任、抓标准、抓激励、抓评估**
- **建设质量文化，引领质量发展**



国外新工程教育的学者观点

富兰克林欧林研究院成立于1997年，在MIT工程教育调查报告中被称为“Emerging Leader”

- 工程是一个过程，是个迭代变化的过程，**工程始于想象而非数学**
- 21世界我们正面临的全球性的重大挑战，必须**改变思考教育的方法**，教育**必须超越对学科知识的学习**
- 要培养学生的**合作思维模式、跨学科思维模式、创业思维模式、伦理道德思维模式**



典型高校工程教育新模式

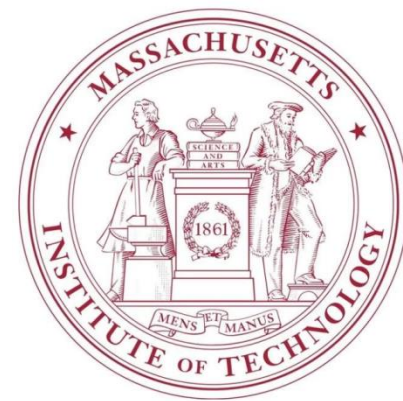
麻省理工学院**新工程教育转型 (NEET)** 计划：强调工程教育**以学生为中心**，以**新机器和新系统为导向**，通过**跨学科、跨系的以项目为中心**的教学组织模式，培养引领未来产业界和社会发展的领导型工程人才

1. 工程教育的**发展方向**：面向未来的**新机器与新工程体系**
2. 工程教育的**出发点**：为学生成为工程制造者或发现者奠定基础
3. 工程教育的**教学方式**：关注学生的学习
4. 工程教育的**重心**：强调学生思维方式的养成



MIT提出新工科人才应具备的12种思维

- 1、学习如何学习 (Learning how to learn)
- 2、制造 (Making)
- 3、发现 (Discovering)
- 4、人际交往技能 (Interpersonal skills)
- 5、个人技能与态度 (Personal skills and attitudes)
- 6、创造性思维 (Creative thinking)
- 7、系统性思维 (Systems thinking)
- 8、批判与元认知思维 (Critical and metacognitive thinking)
- 9、分析性思维 (Analytical thinking)
- 10、计算性思维 (Computational thinking)
- 11、实验性思维 (Experimental thinking)
- 12、人本主义思维 (Humanistic thinking)



● 课后学习：
12种思维的具体内容



二、工程教育新时代和新模式

教育思考

对教育本源的
重新认识

知识积累型

教师

学生

评价

传授知识 + 掌握知识 + 考知识

工业化时
代的教育
模式

知识的获取应该是主动的、积极的、持续的

培养学生获取知识的能力 x 决策的能力 x 创新的能力

自我认知

自我提升

自我发展

信息化时
代的教育
模式

新时代的教育理念：以学生为中心，德育为先，
能力为重，创新精神

创新 (Creativity)
判断 (Criticize)
沟通 (Communication)
协作 (Cooperation)



中国的新工科建设

- 主动应对新一轮科技革命与产业变革，支撑服务创新驱动发展、“**中国制造2025**”等一系列国家战略
- 新工科建设三部曲
 - **2017.2-复旦共识（10条）**：世界高等工程教育面临新机遇、新挑战，我国高校要加快建设和发展新工科，工科优势高校要对工程科技创新和产业创新发挥主体作用
 - **2017.4-天大行动（7个）**：**问产业需求建专业**，构建工科专业新结构。**问技术发展改内容**，更新工程人才知识体系。**问学生志趣变方法**，创新工程教育方式与手段。
 - **2017.6-北京指南（7条）**：更加注重理念引领，更加注重结构优化，更加注重模式创新，更加注重质量保障，更加注重分类发展。



西安电子科技大学
XIDIAN UNIVERSITY

二、工程教育新时代和新模式

西电的新工科建设

□ 2019年4月17日-西安电子科技大学“新时代本科教育大讨论动员大会”召开





微电子学院新工科建设——牛津访学记



人工智能课



同学们在课上进行小组讨论



Andy老师介绍英国饮食文化



同学们与莎莎舞老师的合影



- 一. 什么是工程
- 二. 工程教育新时代和新形式
- 三. 专业认证的核心理念
- 四. 西电培养方案架构
- 五. 《工程概论》课程设置



三、专业认证的核心理念



2016年6月2日11时15分，《华盛顿协议》主席宣布全票通过中国成为《华盛顿协议》正式成员，又一个必将载入史册的时刻诞生了！



《华盛顿协议》

- 华盛顿协议是一个有关**工程学士学位专业鉴定国际相互承认**的协议。1989年签约之初，这个协议覆盖了3大洲的6个国家，即美国、加拿大、英国、爱尔兰、澳大利亚和新西兰
- 该协议主要针对国际上本科工程**学历（一般为四年）资格互认**，确认由签约成员认证的工程学历基本相同，并建议毕业于任一签约成员认证的课程的人员均应被其他签约国（地区）视为已获得从事初级工程工作的学术资格。
- 《华盛顿协议》是国际工程师互认体系的六个协议中**最具权威性，国际化程度较高，体系较为完整的“协议”**，是加入其他相关协议的门槛和基础。



加入《华盛顿协议》实现历史性突破

1. 一个里程碑：从跟随模仿到比肩而行
2. 一张通行证：中国高等工程教育毕业生走向世界
3. 一套新标准：国际实质等效的中国高教质量标准
4. 一张入场卷：中国工程师国际资格认证和流动
5. 一种新声音：国际质量标准、规则制定的中国声音
6. 一次新跨越：从高等教育大国向高等教育强国的历史跨越



- 认证**是指为了保证教育质量和改进教育质量而详细考察高等院校或专业的外部质量评估过程
- 是认证机构颁发给高校或专业的一种标志，证明其现在和在可预见的将来能够达到办学宗旨和认证机构规定的办学标准
 - 为经过我国专业认证的工程类学生**走向世界**提供国际质量标准的“**通行证**”
 - **《华盛顿协议》** 本科工科专业认证标准协议



西安电子科技大学专业认证一览表

专业名	学科门类	专业建立时间	专业认证时间	复查
通信工程	工学	1987年前	2016. 01	2018. 06
信息工程	工学	1987年前	2016. 12	2019
电子信息工程	工学	1987年前	2016. 01	2018. 06
计算机科学与技术	工学	1998年	2013. 04	2019
机械设计制造及其自动化	工学	1996年	2017. 01	2019
网络工程	工学	2011年	2015. 06	2019
微电子科学与工程	工学	1992年	2018. 01	
自动化	工学	1998年	2018. 06待结果	
测控技术与仪器	工学	1987年前	2018. 06待结果	
物联网工程	工学	2011年	2019申请	
电子科学与技术	工学	1998年	2019申请	



专业认证的核心理念

1. SC: 以学生为中心 Students Centred

- 把全体学生的**学习效果**作为关注的焦点

2. OBE: 产出导向教育 Outcome-based Education

- 学生**学到了什么**和**是否成功**远比怎样学习和什么时候学习重要
- 教学设计和实施目标是保证学生取得**特定学习效果**

3. CQI: 质量持续改进 Continuous Quality Improvement

- 建立“**评价—反馈—改进**”闭环，形成持续改进机制



认证标准的核心内涵：

五个度

- 培养目标与毕业要求**达成度**
- 社会需求**适应度**
- 师资和条件**保障度**
- 质量保障体系运行**有效度**
- 学生和用人单位**满意度**

具体化



认证通用标准

- 1-学生
- 2-培养目标
- 3-毕业要求
- 4-持续改进
- 5-课程体系
- 6-师资队伍
- 7-支持条件

补充标准

课程体系
师资队伍
支持条件



专业认证标准的内容

标准项	内 容
1. 学生	生源、学生指导、跟踪和评估、转专业
2. 培养目标	要求、内容、修订机制
3. 毕业要求	12条要求
4. 持续改进	内部监控、外部评价、反馈和改进
5. 课程体系	科学基础、工程及专业、时间、人文通识
6. 师资队伍	数量结构、水平、投入、学生指导、责任
7. 支持条件	教室实验室、图书资料、经费、教师、时间活动条件、管理服务
补充标准	课程体系、师资队伍、支持条件

➤ **毕业要求是重点**，反映国际实质等效的预期学生学习结果（Outcomes）



中国工程教育认证标准体系（2017年11月修订）

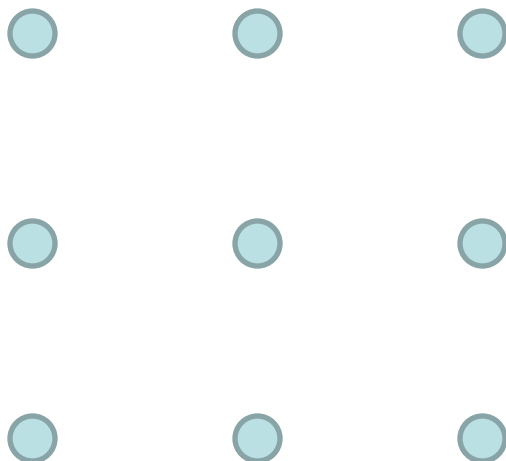
3、毕业要求：理解与熟悉

- 3.1工程知识：能够将数学、自然科学、工程基础和专业知**识用于解决复杂工程问题**。
- 3.2问题分析：能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达、并通过文献研究**分析复杂工程问题**，以获得有效结论。
- 3.3设计/开发解决方案：能够设计针对**复杂工程问题的解决方案**，设计满足特定需求的系统、单元（部件）或工艺流程，并能够在设计环节中**体现创新意识**，考虑**社会、健康、安全、法律、文化以及环境**等因素。
- 3.4研究：能够基于科学原理并采用科学方法**对复杂工程问题进行研究**，包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。
- 3.5使用现代工具：能够针对复杂工程问题，**开发、选择与使用恰当**的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具，包括对复杂工程问题的预测与模拟，并能够理解其局限性。
- 3.6工程与社会：能够基于工程相关背景知识**进行合理分析**，评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对**社会、健康、安全、法律以及文化的影响**，**并理解应承担的责任**。
- 3.7环境和可持续发展：能够理解和评价针对复杂工程问题的工程实践**对环境、社会可持续发展的影响**。
- 3.8职业规范：具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在工程实践中**理解并遵守工程职业道德和规范**，履行责任。
- 3.9个人和团队：能够在多学科背景下的团队中**承担个体、团队成员以及负责人的角色**。
- 3.10沟通：能够就复杂工程问题与业界同行及社会公众进行**有效沟通和交流**，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令。并具备一定的**国际视野**，能够在跨文化背景下进行沟通和交流。
- 3.11项目管理：理解并掌握**工程管理原理与经济决策方法**，并能在多学科环境中**应用**。
- 3.12终身学习：具有自主学习和**终身学习的意识**，有不断学习和适应发展的能力。



□ 创新意识

将9个点用4条直线串起来



落入**定势思维**的陷阱,虽然定势思维能
为我们做同类事情
节省时间和提高效率,
但是却有碍于我
们的**创新与进步**



毕业能力要求与工程师职业能力的衔接

科学定位 顶层设计

毕业生能力要求 Graduate Attributes

知识

1: 应用工程知识

解决问题能力

2: 分析问题
3: 设计/开发解决方案
4: 调研

技能

5: 现代技术使用
9: 个人与团队合作
10: 沟通交流
11: 项目/工程管理



态度

6: 工程师与社会
7: 环境与可持续发展
8: 道德伦理
12: 终身学习



衔接

工程师职业能力 Professional Competency

知识

1: 理解和应用通用知识
2: 理解和应用专业知识

解决问题能力

3: 分析问题
4: 设计/开发解决方案
5: 评价
12: 判断
13: 承担责任

技能

9: 工程活动管理
10: 沟通交流



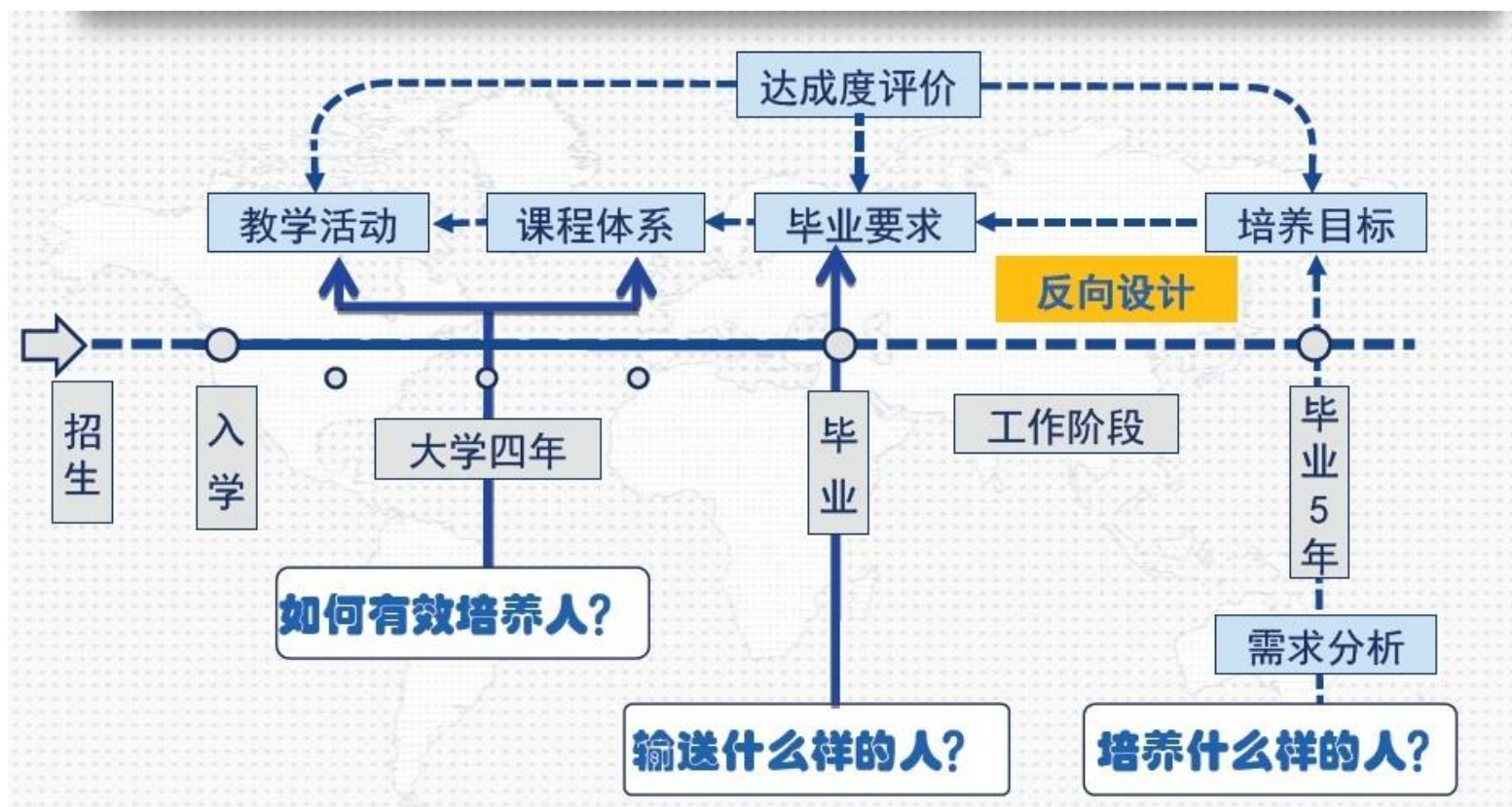
态度

6: 社会与环境保护
7: 遵守法治
8: 道德伦理
11: 终身学习



专业认证的OBE理念

□ 反向设计、正向实施；把握产出，持续改进





回归工程教育的目的

- 无论是**新工科建设**、还是**工程教育的改革**，其最终的目的只有一个，要求工科毕业生能够适应、**支撑和**引领新经济、新技术、新产业、新业态**和**新商业模式的发展。
- 要培养工科毕业生**解决“复杂工程问题”**的能力



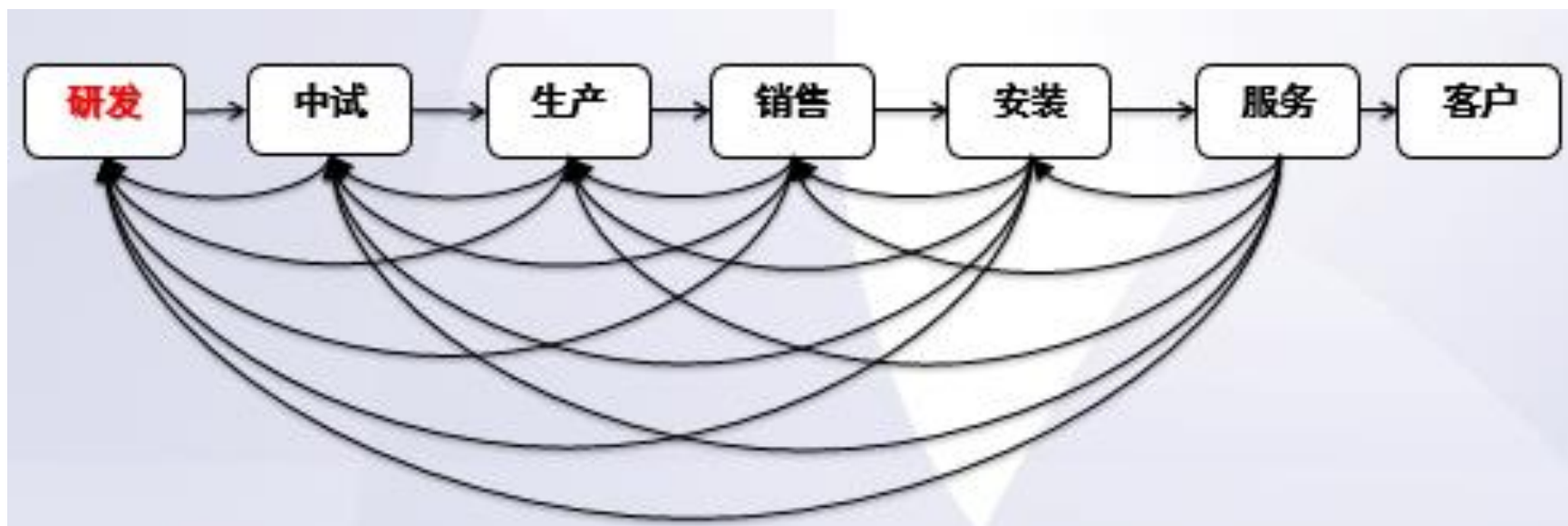
解决“复杂工程问题”的能力

1. 能够将**专业技术知识**和**非技术工程基础知识**相融合，设计出满足社会需求、符合内外部约束、面向实际应用的解决方案，且解决方案具有产生经济回报的可能，才能称为具有解决“复杂工程问题”的能力
2. 解决“复杂工程问题”必须了解**全周期**、**全流程**产品设计/开发解决方案的方法
3. 在多数专业领域，解决“复杂工程问题”的能力**就是产品开发的能力**



传统的产品开发模式

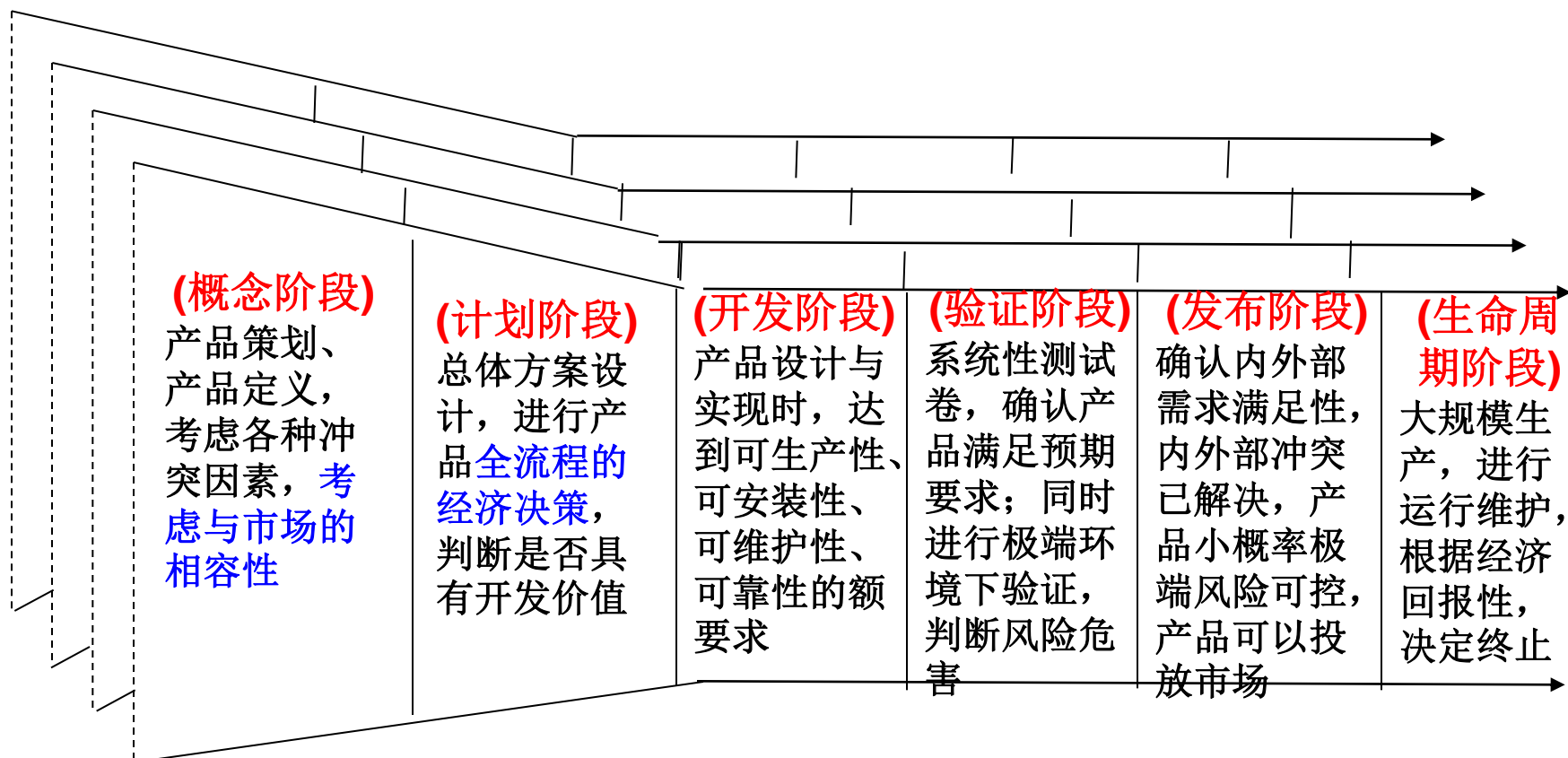
- 以技术为中心：不考虑全周期、全流程
- 无数次返工：产品开发以解决纯技术方案为核心





考虑全周期、全流程的产品（复杂工程）开发方法

□ 以产品产出为中心：技术并非唯一决定因素



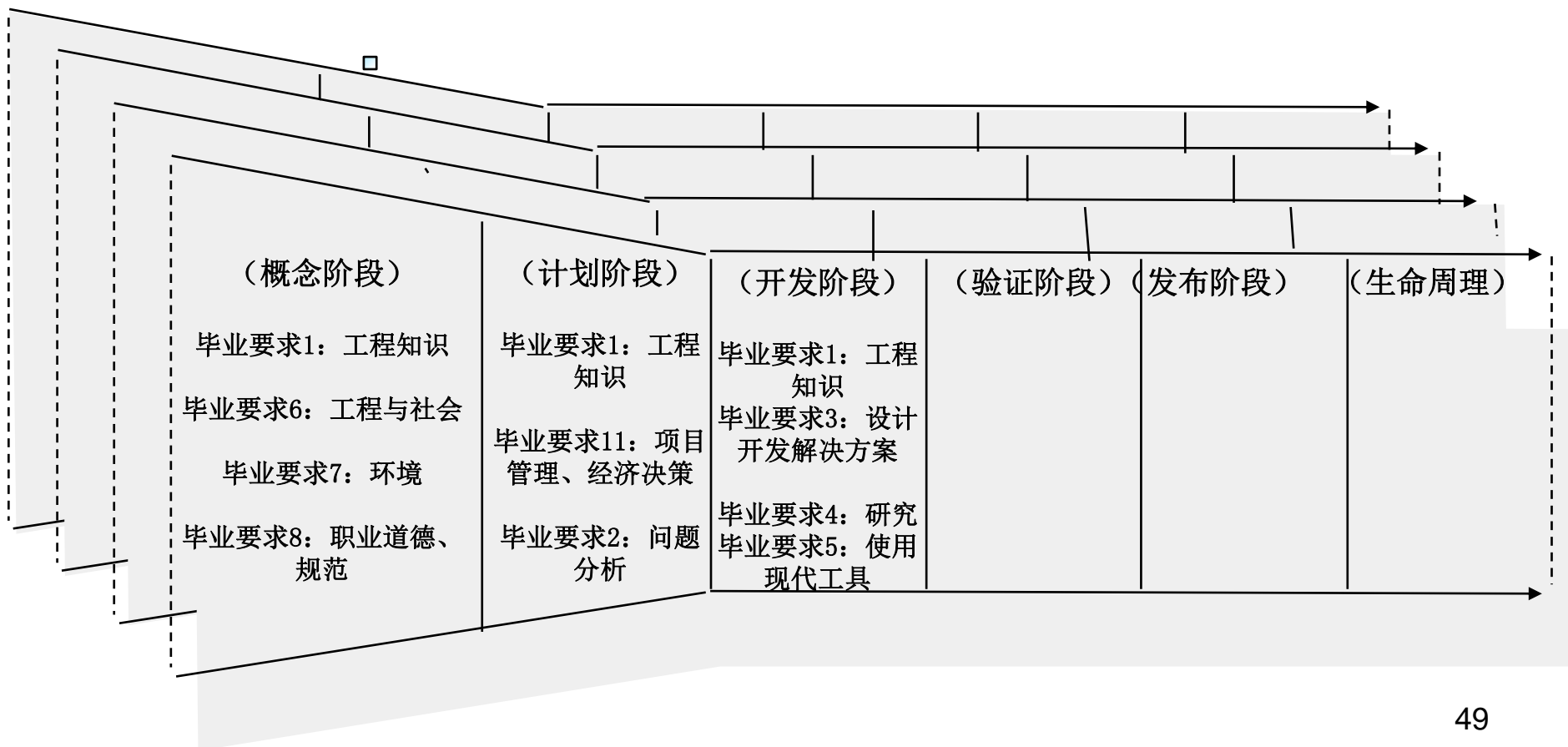
思考：前后两者有什么区别？该区别的内涵是什么，说明什么问题？ 48



三、专业认证的核心理念

毕业要求与全周期、全流程的复杂工程、产品开发关系

□ 毕业生要求：以产出为导向，以问题为导向。





解决复杂工程问题的能力与多个毕业要求直接相关

1. 专业技术知识的掌握及应用

- 毕业要求的要求，几乎覆盖了全周期、全流程的产品（复杂工程）开发模式中的概念阶段、计划阶段、开发阶段、验证阶段、发布阶段、及生命周期阶段
- 对专业技术知识的要求不能仅仅停留在对知识的掌握上，而是要求能在满足内外部需求、及相容内外部约束、冲突的基础上，实现设计/开发解决方案



解决复杂工程问题的能力与多个毕业要求直接相关

2. 专业认证通用标准对非技术工程基础知识的要求

- 通用标准在课程体系5.4中的要求：人文社会科学类通识教育课程（至少占总学分的15%），使学生在从事工程设计时能够**考虑经济、环境、法律、伦理等各种制约因素**
- 通识教育课程包括两大类，一类广义的人文社会科学类通识教育课程；另一类是与**工程设计密切相关的通识教育课程**

在工科教育培养时往往忽略与工程设计密切相关的通识教育课程



儿童产品召回案例分析-熟悉法律法规的重要性

□ 2017年10月，欧盟共召回玩具及儿童产品68起，其中中国54起。

□ 召回原因：

- **塑胶娃娃：**邻苯超标，不符合REACH法规
- **洗澡玩具：**含小部件，易被儿童吞食，不符合玩具指令2009/48/EC和协调标准EN 71-1
- **儿童自行车：**稳定轮离车架太近，儿童会因此不平衡而跌落。不符合欧洲标准EN 8098





解决复杂工程问题的能力与多个毕业要求直接相关

3. 非技术工程基础知识的掌握及应用

- 对毕业要求6、7、8中非技术工程基础知识的要求，不仅仅只是对知识掌握的要求，而且要求能将知识**应用**到产品（复杂工程）开发中去；
- 要求能将这些非技术工程基础知识与专业技术知识相结合，在产品开发的阶段共同实现对产品的策划及对产品的定义，解决**产品与市场的相容性**；

对专业技术知识、非技术工程基础知识的掌握及应用缺一不可



解决复杂工程问题的能力与多个毕业要求直接相关

4. 经济决策知识的掌握及应用

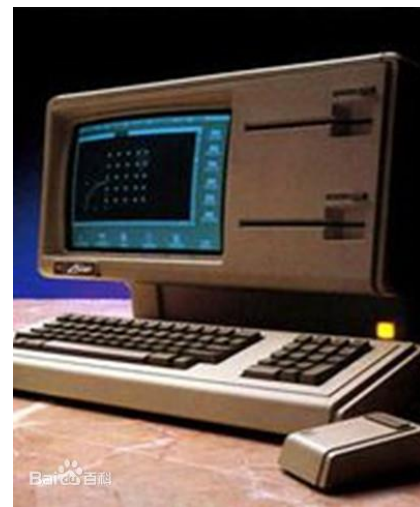
- 对毕业要求11中经济决策能力的要求，不仅仅只是要求掌握成本分析、核算的知识，而且要求能将其**应用**到产品（复杂工程）开发的过程中去；
- 要求在产品（复杂工程）开发的计划阶段，能对开发全过程及生产、安装、维护、运行的成本进行分析、决策，以判断该产品是否具有开发价值，并在产品的生命周期阶段进行经济决策，判断是否应终止该产品的生产；

经济决策能力的培养不能脱离全周期、全流程的工程实际



苹果Lisa电脑案例分析-经济决策能力的重要性

- Lisa是一款具有划时代意义的电脑，没有Lisa就没有Macintos
- 全球首款将图形用户界面(GUI)和鼠标结合起来的个人电脑
- 以乔布斯女儿名字命名
- 1983年面世，1986年数千电脑扔进垃圾箱
- **原因：**售价过高，9995美元





解决复杂工程问题的能力与多个毕业要求直接相关

5. 全周期、全流程的工程项目管理

- 对毕业要求11（项目管理）的要求，不仅仅要求掌握工程项目管理的基本理论知识和方法，而是要能够结合全周期、全流程的产品（复杂工程）开发过程，在概念、计划、开发、验证、发布、生命周期等多个阶段中进行过程的协调管理，包括对多任务协调、时间进度控制、相关资源管控，人力资源配备等方面的管理；
- 对毕业要求11（项目管理）的培养，要结合产品（复杂工程）开发的实际过程、或结合案例进行应用能力的培养；

项目管理能力的培养不能脱离全周期、全流程的工程实际



解决“复杂工程问题”的价值导向

研究性思维

研究性思维注重技术方案本身，往往追求部分技术指标的最优和突破

工程师思维

工程师思维在追求部分技术指标最优的同时，更关注的是在产品（复杂工程）开发的全生命周期过程中，一旦发生多重冲突因素的冲突后，对产生恶化的技术指标、性能的识别，及风险的排除，工程师思维追求的不只是技术水平的高低，追求的是产品被市场认可，追求产品的商业价值、经济回报

➤ 工程教育要培养工科毕业生的工程师思维模式



讨论——下面案例想说明什么，有什么问题？

有一个建筑师设计了一座位于中央绿地旁的办公大楼，由于大楼很大，设计了两个出入口。大楼竣工后，人们问他：“通向办公大楼的人行道怎么铺设？”“什么也不用铺设，全部种上草就行。”建筑师回答。夏天过后，通向大楼的草地上被进出大门的人们踩出了一条宽窄不一的小道，道路蜿蜒曲折，错落有致。到了秋天，建筑师便让施工人员沿着人们踩出的路痕铺设通向大楼的人行道。既满足了人们行路的要求，又自然优美。

✓近道意识；

✓大楼很大，设计了两个出入口，不符合民用建筑的安全疏散规范5.3款的要求；

✓通向大楼的草地上被进出大门的人们踩出了一条宽窄不一的小道，道路蜿蜒曲折，错落有致。

✓对人们行为的预判是建筑师必备的基本素养，这个建筑师还要等夏天过后，人们才教他怎么铺路，真是滑天下之大稽，如果真有这样的建筑师，早被炒鱿鱼了；



- 一. 什么是工程
- 二. 工程教育新时代和新形式
- 三. 专业认证的核心理念
- 四. 西电培养方案架构
- 五. 《工程概论》课程设置



培养方案架构（电子信息类）

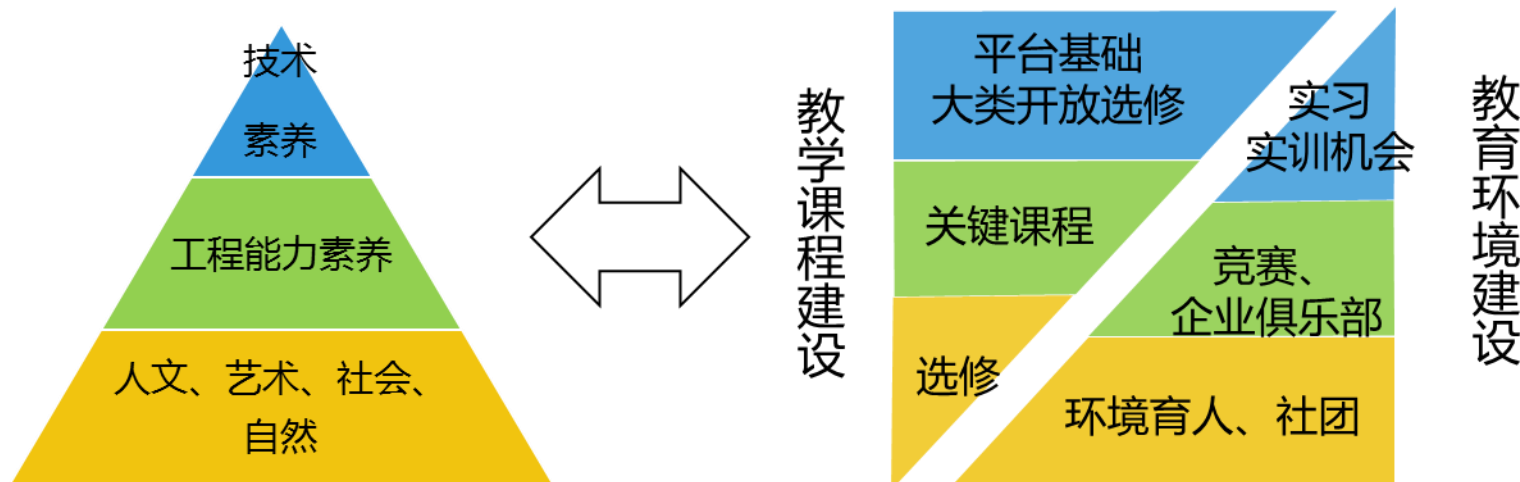
课程分类		说 明	
一、通识教育	通识教育基础模块	思政/外语/体育/数理	
	通识教育核心模块 (工程通识)	工程概论	
		交流强化	技术交流
		学科导论	
		创业基础	
	通识教育选修模块	人文社科/自然科学/国际发展、MOOC 选修应覆盖全部模块	
二、大类基础	大类基础课程	大类基础，电路/信号/电磁场/通信/计算机/ 集成电路设计等	
三、专业教育	专业核心课	大类交叉选修	专业设定
	专业选修课		专业设定
四、集中实践	金工实习、电装实习、生产实习、课程设计、工程设计、毕业设计等		
五、拓展提高	素质拓展模块（德智体美劳全覆盖） 网上新生课堂、实验技能达标测试		

60



通专结合，强化工程相关通识

参照认证标准、MIT、Stanford和国内相关院校，拟定通识教育架构



通识教育原则：

教育教学一体化、课内课外同步化
核心必修，重要限定，发展任选



四、西电培养方案架构

主要改变

教

学

- **通专结合**: 构建特色通识核心课程
- **国际化**: 国际双创周

系统
框架

- **混合模式**: 线上线下结合
- **梳理**知识结构图
- **建设**课程体系和课程组建设
- **修正**课程大纲

课程
模式

- **综合评价**
学生获得知识能力形成性评价
- **过程评价**: 过程化、精细化管理

评价
方式

- **信息化**: 支撑全方位全流程
- **硬件+软件**
智慧教室、学习系统、教务系统

手段
条件

环
境

评



- 一. 什么是工程
- 二. 工程教育新时代和新形式
- 三. 专业认证的核心理念
- 四. 西电培养方案架构
- 五. 《工程概论》课程设置



五、《工程概论》课程设置

**以培养解决“复杂工程问题”的能力为最终目的，
进行一体化课程建设**

- 目标：**学生毕业后，再经过**5年左右**的企业实战经历，能够从了解全周期、全流程产品（复杂工程）设计/开发解决方案的方法、技术，**到真正能够胜任产品开发（解决复杂工程问题）的职业岗位要求**，进行符合市场需求的产品设计
- 毕业要求：**学生毕业时能够了解设计、开发产品形态的“复杂工程问题”解决方案的思维、方法，解决“复杂工程问题”的能力需要所有毕业要求的共同支撑；包括**技术知识与非技术工程基础知识要求、素质要求，能力要求**



《工程概论》课程设置

对应认证标准，补齐短板支撑非技术指标；贯穿四年（2、3、5、7学期），每年1学分。

□工程概论Ⅰ：法律法规与行业规范

➤非技术工程基础综合知识

□工程概论Ⅱ：项目管理与产品开发

➤与全周期、全流程产品（复杂工程项目）开发

□工程概论Ⅲ：经济决策与成本核算

➤成本分析、控制和经济管理

□工程概论Ⅳ：设计/开发方法论

➤实例研讨



《工程概论 I》-法律法规与行业规范

□ 强化对非技术工程基础知识的培养

- 许多学校、专业不重视非技术工程知识的培养，其所造成的后果不仅仅只是非技术工程基础知识的薄弱、缺失，由于毕业要求有层级关系，这还将造成对能力要求的影响，最终将造成对**解决“复杂工程问题”能力**的影响；
- 增加《工程概论》课程，将**工程伦理、职业道德、知识产权、法律及法规、环境保护、项目管理、成本分析**等非技术工程基础知识进行综合培养。



《工程概论Ⅱ》-项目管理与产品开发

- 项目管理要结合全周期、全流程产品（复杂工程）的开发
 - 许多学校、专业不开设项目管理的课程，有的专业虽然开设了项目管理的课程，但所开设的项目管理课程只是按部就班的讲授项目管理的知识、原理，并没有结合本专业的产品（复杂工程）开发，没有有效支撑上一层级的能力要求；
 - 掌握项目管理知识的目的是为了在本专业的产品（复杂工程）开发中的应用，项目管理的课程内容要与设计/开发解决方案的**方法论紧密结合**，使项目管理课程能够有效支撑能力要求的达成；



《工程概论Ⅲ》-经济决策与成本核算

- 经济决策也要结合全周期、全流程产品（复杂工程）的开发
- 许多学校、专业不开设成本分析、控制的知识课程，或仅用宏观经济的课程来代替成本分析、控制的知识课程，更谈不上开设经济决策的方法论课程，这样不仅难以达到掌握相关知识的要求，而且也难以达成经济决策能力的要求；
- 如何将成本分析、控制的管理会计知识转变成为经济决策能力？需要将管理会计的知识与专业技术知识相融合，通过全周期、全流程的**经济决策方法论**，才能实现从成本知识到经济决策应用能力的转变；



《工程概论IV》-工程方法论与实例研讨

- 知识的掌握并不能直接形成能力；从知识到能力的转换需要方法论课程（产品开发、项目管理、经济决策方法论）
- 许多学校、专业不开设全周期、全流程产品开发（解决复杂工程问题）的方法论课程，或仅用专业技术课程、或仅用纯技术的课程设计来替代全周期、全流程产品（复杂工程）开发的方法论课程，难以实现跨课程的知识应用，更谈不上解决“复杂工程问题”的能力；
- 应开设设计/开发方法论课程，将多门专业技术知识及多门非技术工程基础知识进行应用综合，通过全周期、全流程产品（复杂工程）开发的方法，实现跨课程的知识应用；



□ 参考书

- 郭世明, 《工程概论(第3版)》, 西南交通大学出版社, 2010.6
- 张永强等, 《工程伦理学》(第3版), 北京理工大学出版社, 2011年8月。
- 殷瑞珏等, 《工程方法论》, 高等教出版社, 2017年8月。
- [美]查尔斯·E.哈里斯, 工程伦理:概念与案例(第五版), 浙江大学出版社, 2018年7月15日

□ 线上资料

- 专业认证标准体系
- 微电子科学与工程·集成电路设计与集成系统专业培养方案



西安电子科技大学
XIDIAN UNIVERSITY

结束语

祝同学们早日成才

