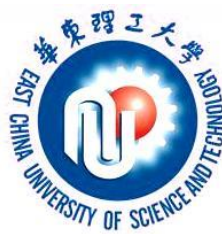


毕业要求的合理性与导向性

—— 制定，分解和作用

华东理工大学乐清华

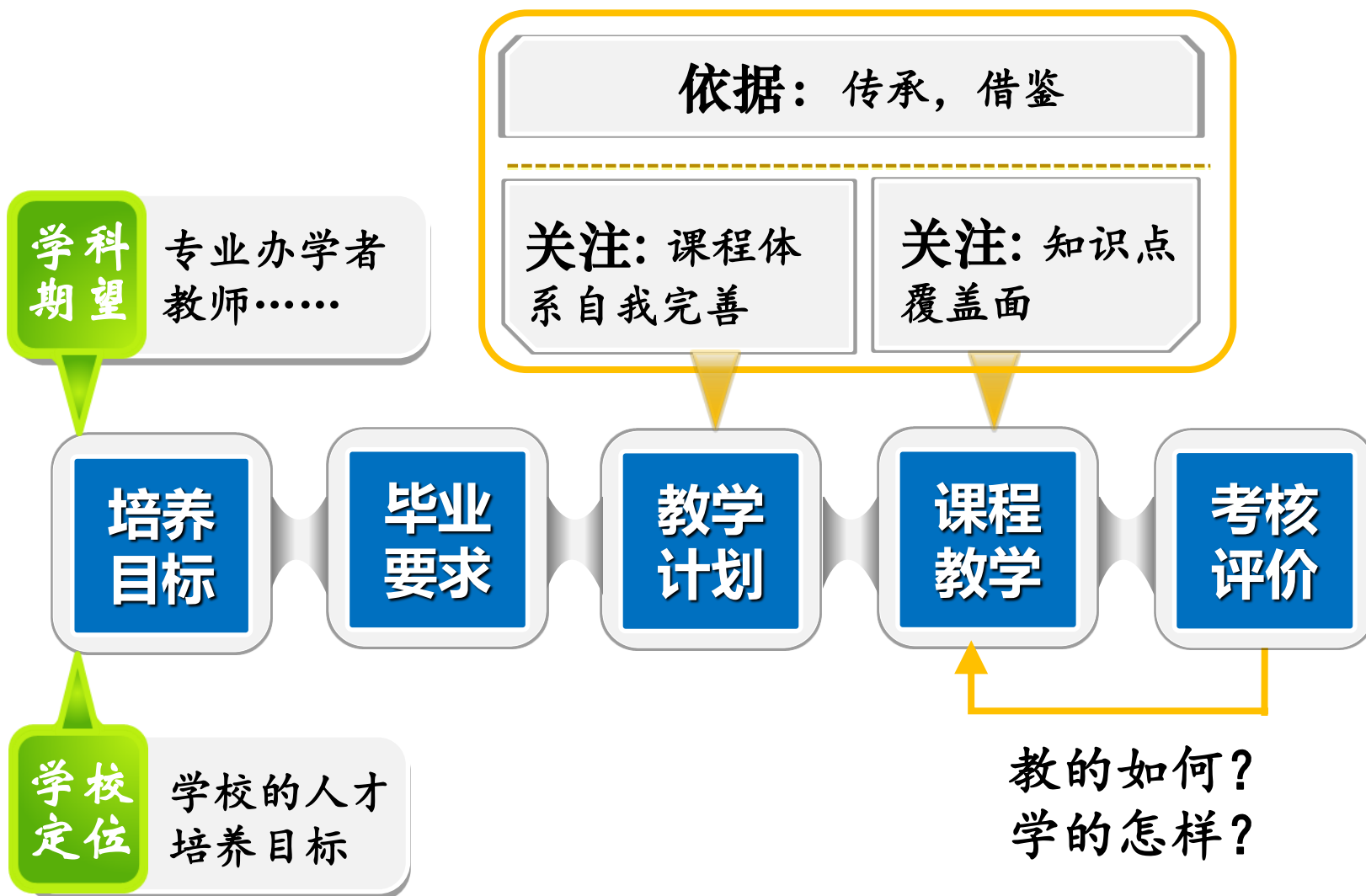
2015.12



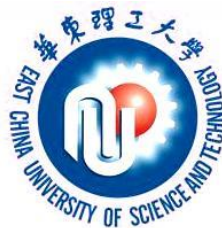
工程教育认证标准的**核心内涵**：

**—— 建构“产出导向”的人才培养
体系，并持续改进之！**

“产出导向”培养体系



“产出导向”培养体系



以毕业要求为准绳
综合评价培养质量

学生能力

学科期望

专业办
教师..

利益群体

在校生, 校友
教师, 雇主

培养目标

毕业要求

教学计划

课程教学

考核评价

学校定位

学校的人才
培养目标

形成支撑

实现支撑

证明支撑

“产出” 聚焦于 “毕业要求” 的达成！

- 1、如何制定合理的毕业要求，使之能够体现工科人才的能力特征？
- 2、如何分解毕业要求，使毕业要求真正具有导向作用？
- 3、毕业要求分解对培养方案设计和实施的导向作用。

问题1：如何制定专业毕业要求？



体现学生能力



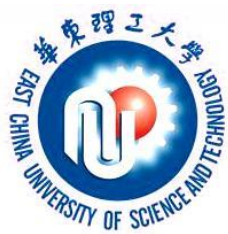
“毕业要求”应反映的能力特征：

- **学生能做什么？**反映的是学生的专业知识、技能和学以致用能力。
- **学生该做什么？**反映学生的道德价值取向，社会责任和人文关怀。
- **学生会做什么？**反映学生应具备的综合素质和职业发展能力。

通用标准12条毕业要求

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
工程知识	问题分析	设计开发	研究	使用工具	工程社会	环境发展	职业规范	个人团队	沟通	项目管理	终身学习

- **学生能做什么？** —— 毕业要求1-5、11
- **学生该做什么？** —— 毕业要求6、7、8
- **学生会做什么？** —— 毕业要求9、10、12



案例

“毕业要求”应满足的基本条件

- 支撑专业培养目标
- 覆盖通用标准的12条毕业要求。
- 聚焦“复杂工程问题”的解决。
- 体现本专业的特色。

不拘“形似”，追求“神似”

—— 实质等效

几个典型案例

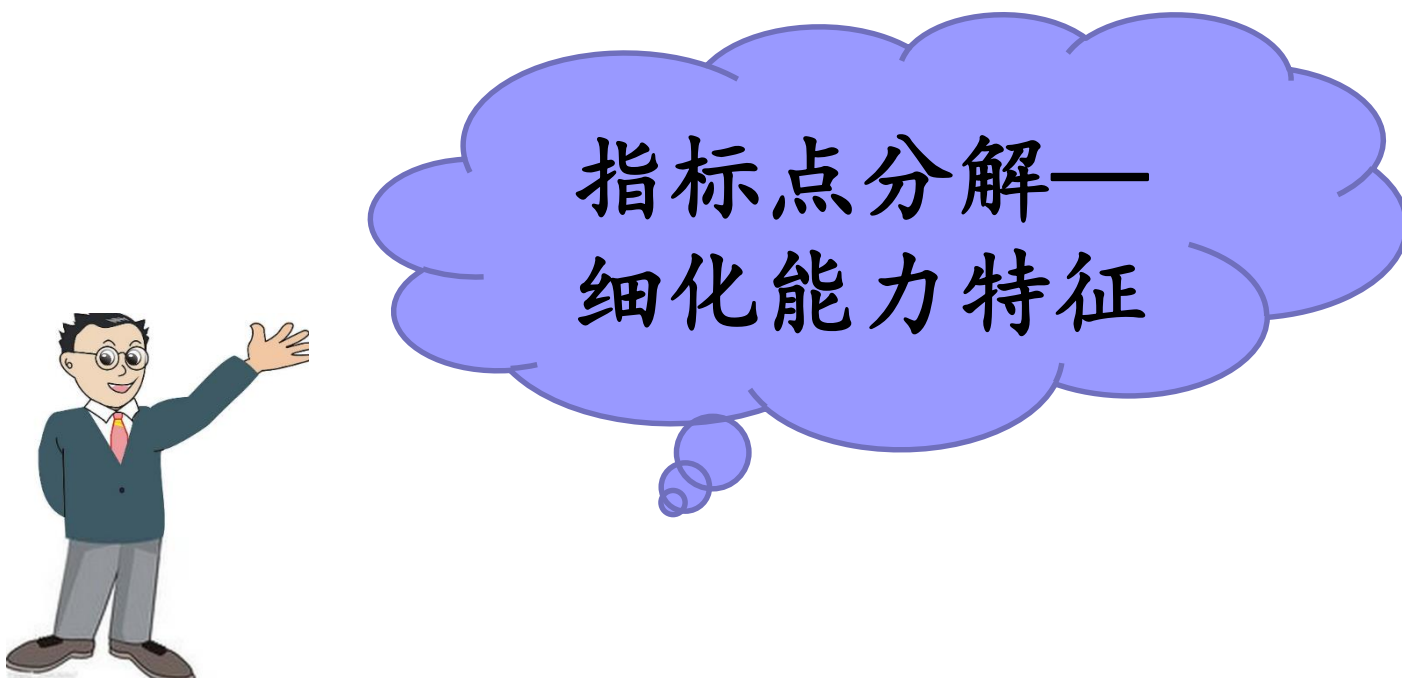
案例1：简单套用通用标准

案例2：毕业要求表述不恰当

案例3：未明确覆盖通用标准，未聚焦“复杂”

案例4：较好满足基本要求

问题2：如何使毕业要求具有导向性？



指标点分解—
细化能力特征

毕业要求分解的目的

- 将毕业要求表达成具有**可衡量性、导向性、逻辑性、专业特点**的指标点（**performance indicators**），引导教师有针对性的教学，引导学生有目的学习。

注意： 指标点分解不是简单的语句拆分。

指标点的可衡量性：

- 教师在课堂上可观察、可教学，教学效果可检测、可考核、可评价。
- 学生在作业、试卷、报告、论文等学习成果中可表达。

案例-1

关于毕业要求1-工程知识的指标分解，下列三种表述，您认为哪个更具有可衡量性？

表述A: 基于知识的分解

毕业要求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 解决复杂化学工程问题。
指标点1-1	掌握解决复杂化工问题的数学基本知识及其应用；
指标点1-2	掌握解决复杂化工问题的自然科学基本知识及其应用；
指标点1-3	掌握解决复杂化工问题所需要的工程基础知识及其应用；
指标点1-4	掌握解决复杂化工问题的专业基础知识及其应用。

表述B: 基于能力特征的分解

毕业要求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化学工程问题。
指标点1-1	能将数学、自然科学、工程基础和专业知识运用到复杂化工问题的恰当表述中；
指标点1-2	能针对一个系统或过程建立合适的数学模型，并利用恰当的边界条件求解。
指标点1-3	能将工程和专业知知识用于判别化工过程的极限和优化途径。
指标点1-4	能将工程和专业知知识用于化工过程的设计、控制和改进。

表述C: 基于知识和能力的分解

毕业要求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化学工程问题。
指标点1-1	掌握数学与自然科学的知识，能将其用于自动化工程问题的建模和求解。
指标点1-2	掌握机械、电子与通信的基础知识，能将其用于分析工程问题中的机械结构、电子电路和通信问题
指标点1-3	掌握计算机的基础知识，能针对工程问题进行软硬件分析与设计
指标点1-4	理解系统的概念及其在控制领域的体现，能对自动化复杂工程问题的解决方案进行分析，并尝试改进。
指标点1-5	掌握专业知识，能选择恰当的数学模型，用于描述自动化复杂系统或者过程，对模型进行推理和求解；

指标点的导向性：

- 指标点应该是**动词引导**的表现形式，以指导学生做什么？如何做？（**明晰对学生的期望**）
- 指标点的表述应能指导教师如何教？如何检测？如何评价？（**明晰教学的目标**）

案例-2

关于毕业要求2-问题分析的指标分解，下列两种表述，您认为哪个更具有导向性？

表述A:

毕业要求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。
指标点2-1	通过文献研究，运用数学、自然科学基础知识基本原理分析解决复杂工程问题
指标点2-2	掌握化工过程分析的基本方法
指标点2-3	具备识别、表达、分析复杂工程问题的能力，以获得有效结论
指标点2-4	能分析复杂化学工程问题的解决途径并试图改进

表述B:

毕业要求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。
指标点2-1	能识别和判断复杂工程问题的关键环节和参数
指标点2-2	能认识到解决问题有多种方案可选择
指标点2-3	能分析文献寻求可替代的解决方案
指标点2-4	能正确表达一个工程问题的解决方案。
指标点2-5	能运用基本原理, 分析过程的影响因素, 证实解决方案的合理性。

指标点分解的逻辑性：

- 指标点的分解，应体现其内在逻辑性，即该毕业要求达成的内在逻辑关系（解决问题的步骤，逻辑关系、组织表达）。

案例-3

关于毕业要求3-设计/开发的指标分解，下列三种表述，您认为哪个的逻辑关系更清晰？

表述A: 简单拆分

毕业要求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、文化及环境因素
指标点3-1	掌握基本的创新方法，具有较强的创新意识和创新能力
指标点3-2	能够针对复杂工程问题设计解决方案，设计满足特定需求的化工系统
指标点3-3	设计过程中能够体现创新意识，优化设计。
指标点3-4	设计过程中能够综合考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素

表述B: 有逻辑, 体现“复杂”

毕业要求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、文化及环境因素
指标点3-1	能够根据用户需求确定设计目标
指标点3-2	能够在安全、环境、法律等现实约束条件下, 通过技术经济评价对设计方案的可行性进行研究
指标点3-3	能够通过建模进行工艺计算和设备设计计算
指标点3-4	能够集成单元过程进行工艺流程设计, 对流程设计方案进行优选, 体现创新意识。
指标点3-5	能够用图纸、报告或实物等形式, 呈现设计成果。

表述C: 有一定逻辑, “复杂” 不足

毕业要求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、文化及环境因素
指标点3-1	能设计化工产品的合成路线、生产工艺;
指标点3-2	能设计化工设备并对其进行调整和改进;
指标点3-3	能对化工系统或过程进行设计、优化和改进;
指标点3-4	在化工设计过程中, 能考虑法律、安全、健康、文化、环境、伦理等因素。

指标点的专业特点：

- 指标点的分解，应体现专业工程问题的特殊性和复杂性，用指标点引导师生聚焦专业复杂工程问题教与学。

举例：毕业要求4：研究

表述A：无专业特征

毕业要求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。
指标点4-1	能基于科学原理比较和选择研究路线，独立设计实验方案
指标点4-2	能搭建和操作实验装置，安全开展工程相关实验
指标点4-3	能正确采集、整理实验数据，对实验结果进行关联，建模
指标点4-4	能对实验结果进行分析和解释，并与理论模型进行比较

表述B：机械专业

毕业要求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。
指标点4-1	能够对机械工程相关的各类物理现象、材料特性进行研究和实验验证。
指标点4-2	能够基于科学原理并采用科学方法对机械零件、结构、装置、系统制定实验方案。
指标点4-3	能够根据实验方案构建实验系统，进行实验。
指标点4-4	能够对实验结果进行分析和解释，并通过信息综合得到合理有效的结论。

表述C：化工专业

毕业要求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。
指标点4-1	能够采用正确的实验方法合成、分析和鉴定化学品，熟悉化学品物理化学性质的测定方法。
指标点4-2	能够基于专业理论，根据对象特征，选择研究路线，设计可行的实验方案。
指标点4-3	能选用或搭建实验装置，采用科学的实验方法，安全的开展实验。
指标点4-4	能正确采集、整理实验数据，对实验结果进行关联，建模、分析和解释，获取合理有效的结论。

案例-4

关于非技术性指标的分解，仍然应遵循可衡量、导向性、有逻辑、有专业特色的原则！

毕业要求6：工程与社会

毕业要求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。
指标点6-1	具有工程实习和社会实践的经历
指标点6-2	熟悉与化工相关的技术标准、知识产权、产业政策和法律法规，了解企业HSE管理体系。
指标点6-3	能识别，量化和分析化工新产品、新技术、新工艺的开发和应用对社会、健康、安全、法律以及文化的潜在影响。
指标点6-4	能客观评价化工生产对社会、健康、安全、法律以及文化的影响。

毕业要求7：环境和可持续发展

毕业要求6	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
指标点7-1	理解环境保护和社会可持续发展的内涵和意义
指标点7-2	熟悉环境保护的相关法律法规，理解全球化工界践行的“责任关怀”理念。
指标点7-3	能针对实际化工项目，评价其资源利用效率、污染物处置方案和安全防范措施，判断产品周期中可能对人类和环境造成损害的隐患。

毕业要求8：职业规范

毕业要求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。
指标点8-1	尊重生命，关爱他人，主张正义、诚信守则，具有人文知识、思辨能力、处事能力和科学精神。
指标点8-2	理解社会主义核心价值观，了解国情，维护国家利益，具有推动民族复兴和社会进步的责任感。
指标点8-3	理解工程伦理的核心理念，了解化学工程师的职业性质和责任，在工程实践中能自觉遵守职业道德和规范，具有法律意识。

毕业要求9：个人和团队

毕业要求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。
指标点9-1	能与主动其他学科的成员合作开展工作
指标点9-2	能独立完成团队分配的工作
指标点9-3	能胜任团队成员的角色与责任。
指标点9-4	能倾听其他团队成员的意见。
指标点9-5	能组织团队成员开展工作。

毕业要求12：终身学习

毕业要求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。
指标点4-1	能认识不断探索和学习的必要性，具有自主学习和终身学习的意识。
指标点4-2	具备终身学习的知识基础，掌握自主学习的方法，了解拓展知识和能力的途径
指标点4-3	能针对个人或职业发展的需求，采用合适的方法，自主学习，适应发展。

问题3：指标点分解的作用？



引导课程体系的合理设计，
教学内容的合理定位！

通用标准中，标准1.5 课程体系要求：

课程设置应能**支撑**毕业要求的达成，课程体系设计由企业行业专家参与。

“支撑”包括三个含义：

- 课程体系能够形成支撑 —— 关联度矩阵
- 课程教学能够实现支撑 —— 课程教学大纲
- 课程考核能够证明支撑 —— 考核内容与评价

指标点分解的合理性**对**课程矩阵合理性的影响

课程体系是支撑毕业要求达成的基石，

判断课程体系合理性的依据：

课程体系**与**毕业要求的**关联度矩阵**



课程体系与毕业要求的**关联度矩阵**

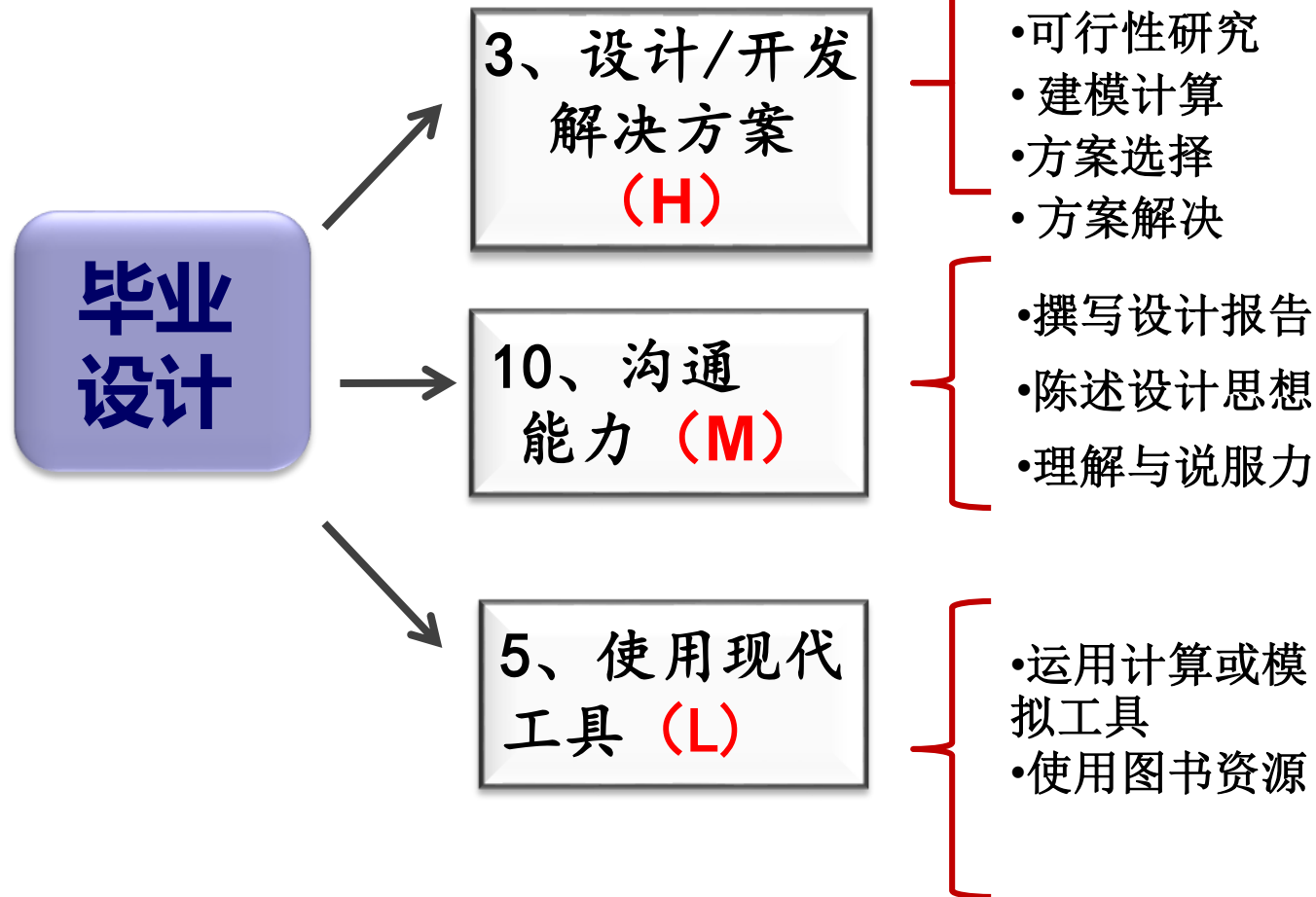
教学环节	毕业要求1	毕业要求2	.....	毕业要求12
课程-1	H	L	M	.....
课程-2	.....	H	.....	.....
实习-1	.....	M	.....	H
.....

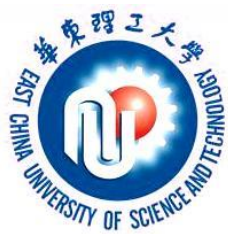
注：表中教学环节：课程、实践环节、训练等；根据课程对各项毕业要求的支撑强度分别用“H（高）、M（中）、L（弱）”表示，**支撑强度**的含义是：该课程覆盖毕业要求指标点的多寡，H至少覆盖80%，M至少覆盖50%，L至少覆盖30%。**注意：矩阵应覆盖所有必修环节。**

课程

毕业要求

支撑的指标点





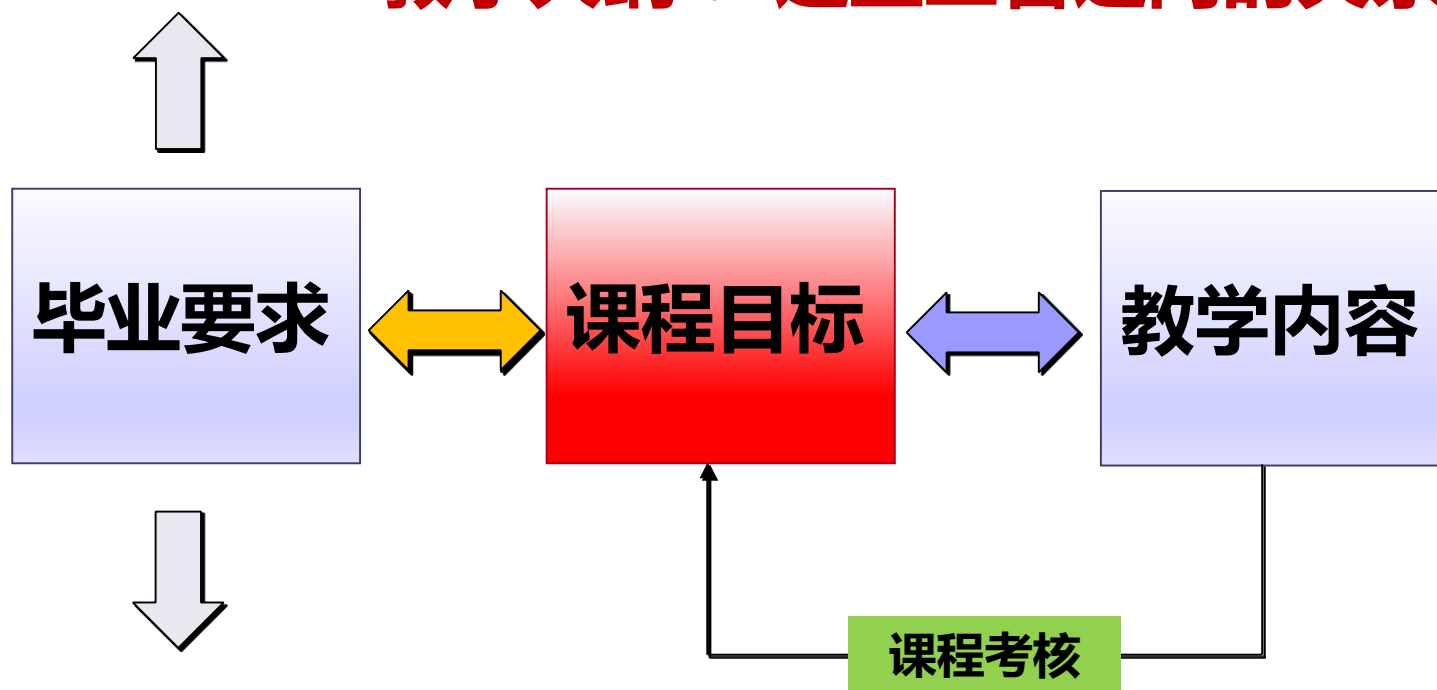
案例分析

案例1：指标点分解对**支撑课程选择**的影响

案例2：指标点分解对**课程矩阵合理性**的影响

指标点分解的合理性对课程大纲制定的影响

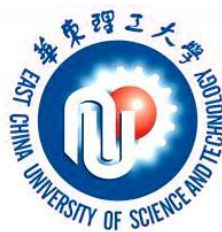
教学大纲：建立三者之间的关系！



课程教学大纲基本要求：（含非授课形式的教学）

- 1、课程名称与代码 课程性质：必修/选修/限选
- 2、学时学分 先修要求：
- 3、课程负责人
- 4、教材和补充教材信息
- 5、课程目标：
- 6、课程目标与毕业要求指标点对应关系表
- 7、教学目标对应的教学内容和教学方法
- 8、课程考核方式
- 9、.....

课程目标如何表述？

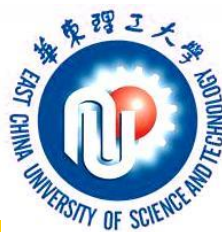


某理论课程目标一表述A:

传统模板

本课程是以工业规模的化学反应过程为研究对象，研究过程速率及其变化规律，宏观动力学因素对化学反应过程的影响，以实现工业反应过程开发、设计、放大和操作的优化。

通过学习，学生应牢固地掌握化学反应工程的基本原理和计算方法，运用科学思维方法，提出问题、分析问题和解决问题。课程教学将突出阐述反应工程理论思维方法，重点讨论影响反应结果的工程因素（如返混、混合、热稳定性和参数灵敏性等），并以开发实例进行分析，培养学生应用反应工程方法论解决实际问题的能力。（支撑毕业要求1、2、3、4、5）

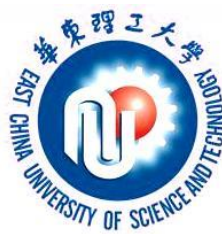


某理论课程目标—表述B:

现行模板

通过本课程的理论教学和实验训练，使学生具备下列能力：

- 1、能够运用数学、物理、物化和化工原理知识表达反应工程问题，建立反应器和传递过程的数学模型，并正确求解。（支撑毕业要求1）
- 2、能运用反应工程的工程思维方法，判断反应器变量对评价指标的影响，提出优化的解决方案。（支撑毕业要求2）
- 3、能够针对反应过程的特性，确定反应器选型和操作条件，进行工业反应器的设计优化。（支撑毕业要求3）
- 4、能设计并实施与化学反应工程相关的热模或冷模实验，分析实验结果，验证或拟合模型参数，获取有效结论。（支撑毕业要求4）
- 5、能应用专业软件工具模拟和解决反应器设计和操作的问题，理解模拟计算的原理及其局限性。（支撑毕业要求5）



某实验课程目标一表述A:

传统模板

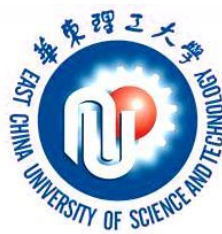
化学工程与工艺实验是在学生已经接受了基础理论与专业知识教育，又经受过初步工程实验训练的基础上进行的。在本实验教学中，将使学生了解与熟悉有关的化工工艺过程、化学反应工程、传质与分离工程等学科发展方向上的实验技术和方法；掌握与学会过程开发的基本研究方法和常用的实验基本技能；通过计算机仿真技术，拓宽与发展工程实验的内容和可操作性；培养学生的创造性思维方法、理论联系实际学风与严谨的科学实验态度，提高实践动手能力。为毕业环节乃至今后工作打下较扎实的基础，起到承前启后的作用。（支撑毕业要求1、4、5、8、9、10）

某实验课程目标—表述B:

现行模板

通过本课程的实验训练，使学生具备下列能力：

- 1、能应用工程数学方法处理实验数据，获得模型参数；采用图、表的形式规范地表达实验结果，熟练使用作图软件。（支撑毕业要求1）
- 2、能根据实验目的和特定研究对象，选用合理的研究方法，设计实验方案、选配实验设备、组织并实施实验，获得有效实验数据，并将实验结果与理论或模型进行比较。（支撑毕业要求4）
- 3、具备安全、环保、风险、责任意识；具备实验室安全知识与技能；能够规范地完成实验操作；了解工程问题的社会影响。（毕业要求8）
- 4、能够团队合作完成实验任务；能够主动承担或积极配合解决实验过程中出现的意外情况，顺利完成实验；能够有条理、有逻辑地表达，完成实验报告（毕业要求9、10）
- 5、能选用和熟练使用常见的传热、传质、反应、分离设备，掌握其特性；熟练操作计算机自动控制与在线检测的化工实验装备；独立操作重要的化工实验分析仪器；熟练使用多媒体教学软件。（毕业要求5）

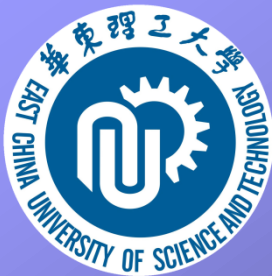


指标点分解**对**课程教学的导向作用

案例1：指标点分解对**课程目标**制定的导向作用

案例2：指标点分解对**教学方法**改革的导向作用

案例3：指标点分解对**考核内容**设计的导向作用



EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

Thank you