



# 以 ISO 模型为核心的“成电方案”在高校实验课程建设的探索与实践

白春光<sup>1</sup>, 艾宇翔<sup>2\*</sup>, 夏 晖<sup>1</sup>, 潘 杨<sup>1</sup>

(1. 电子科技大学 经济与管理学院, 成都 611731; 2. 电子科技大学 教务处, 成都 611731)

**摘要:** 在新工科建设中, 实验课程改革是创新人才培养的主战场。如何解决新产业、新技术的飞速发展与实验课程相对滞后之间的矛盾, 是一个无法回避的问题。该文以电子科技大学为例, 通过新闻收集、走访调研、深度访谈的方式对此问题进行了探索, 系统研究了新工科建设“成电方案”在实验课程体系改革中的实践经验, 将其总结成为“理念(idea)-支撑(support)-运作(operation)模型”(即 ISO 模型), 以期各类高校开展基于新工科的实验课程体系建设提供参考和借鉴。

**关键词:** 新工科; 创新人才培养; 实验课程; 工程教育

中图分类号: G40-058

文献标志码: A

DOI: 10.12179/1672-4550.20230203

## Exploration and Practice of “Chengdian Program” in the Construction of Experimental Courses in Universities with ISO Model as the Core

BAI Chunguang<sup>1</sup>, AI Yuxiang<sup>2\*</sup>, XIA Hui<sup>1</sup>, PAN Yang<sup>1</sup>

(1. School of Management and Economics, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 611731, China;

2. Academic Affairs Office, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 611731, China)

**Abstract:** In the construction of new engineering, the reform of experimental courses is the main battlefield for the cultivation of innovative talents. How to solve the contradiction between the rapid development of new industries and new technologies and the relative lag of experimental courses is an unavoidable problem. This study takes the University of Electronic Science and Technology of China as an example to explore this problem through paths of news collection, interviews, and in-depth interviews. This study systematically studies the practical experience of the new engineering construction namely “Chengdian Program” in the reform of the experimental curriculum system, and summarizes it into the “idea-support-operation mode” (ISO model), in the hope of providing reference for various universities to carry out the construction of experimental curriculum system based on new engineering.

**Key words:** new engineering; cultivation of innovative talents; experimental courses; engineering education

新一轮技术革命和产业变革为拔尖创新人才培养带来了机遇和挑战, 新工科建设就是我国高等教育的应对举措之一<sup>[1]</sup>。2017 年, 新工科正式进入公众视野, 随即就成为高等教育领域的热点问题: 一方面, 教育理论研究者剖析了新工科教育产生的背景<sup>[2]</sup>、内涵和发展范式<sup>[1]</sup>、建设路径<sup>[3]</sup>等问题; 另一方面, 教育实践工作者探索了新工科的总体建设思路<sup>[4]</sup>、新专业建设<sup>[5]</sup>、传统专业升级转型<sup>[6]</sup>、新工科人才培养能力<sup>[7]</sup>、实践环节教

学<sup>[8]</sup>等问题。前教育部党组书记、部长陈宝生在《人民日报》撰文: “课堂是教育的主战场, 教育改革只有进入到课堂的层面, 才真正进入了深水区, 课堂不变, 教育就不变, 教育不变, 学生就不变, 课堂是教育发展的核心地带。”事实上, 经济社会需求的变化要求新工科教育从单纯追求学术表现回归到与实践的相关性, 致力于解决不断涌现的社会问题。因此, 在新工科建设背景下, 实验课程就是新工科教育改革的核心, 实

收稿日期: 2023-04-17; 修回日期: 2023-08-30

基金项目: 国家自然科学基金(72072021, 71772032); 教育部产学合作协同育人项目(202102576023)。

作者简介: 白春光(1977-), 女, 博士, 教授, 主要从事可持续供应链管理方面的研究。

\* 通信作者: 艾宇翔(1982-), 男, 硕士, 主要从事高等教育方面的研究。E-mail: aiyuxiang@uestc.edu.cn

验课程体系基本决定创新人才培养模式，具有举足轻重的作用。

然而，现在的实验课程却面临着一系列问题，如新产业、新技术的飞速发展与实验课程相对滞后的矛盾，因此很难培养出能够满足产业需要和引领未来发展的关键能力和必备素养的学生。部分教改成果仅针对具体实验课程设计问题展开不同角度的研究<sup>[9]</sup>，或者针对具体专业的课程群建设问题展开实践探索<sup>[10]</sup>，针对新工科实验课程体系如何建设与改革尚需进一步探索，还没有形成规范性和系统性的实验课程体系建设方案。前教育部部长陈宝生没有用“课堂改革”，而是用了“课堂革命”的提法来表示课堂存在问题的严重性。因此，作为新工科建设的深水区 and 主战场，实验课程迫切地需要“点”“面”结合，通过体系建设推动实验课程改革的系统性和创新性。

随着新工科改革的纵深推进，不断总结改革经验，进一步加强新工程实验课程体系设计与建设显得尤为必要。近年来，电子科技大学坚持立德树人，持续深入推进高水平新工科教育体系改革，涌现出一批典型案例<sup>[11-12]</sup>。本文在分析新工科背景下实验课程存在的新问题和创新人才培养的新要求基础上，聚焦电子科技大学新工科建设的案例，通过新闻收集、走访调研、深度访谈等多种方式，系统研究其在实验课程体系建设和改革方面的经验，提出实践课程改革框架体系，以期为各类高校开展基于新工科的实验课程建设提供参考和借鉴。

## 1 新工科理念、实验课程和创新人才培养

### 1.1 新工科对实验课程体系建设和改革提出新要求

新工科的本质是工科，亮点是新，是指围绕工程教育改革的新理念、新结构、新模式、新质量、新体系。实验课程作为新工科教育的重要组成部分，遵循从注重技术应用的“技术范式”转换为注重科学研究的“科学范式”，再转换成注重实践的“工程范式”，并时刻瞄准未来的新范式。

虽然新范式还在探索中，但从技术进步和产业发展来看，经济社会需求推动了新工科范式呈现出“实践性、系统性、创新性、融合性”的特点，这对于新工科实验课程体系构建具有重要指导意义。

#### 1) 实践性

实验课程体系建设应从适应产业需要转向既要积极满足传统产业转型升级等当前需要，又要满足新型产业培育发展等未来需求。

#### 2) 创新性

围绕前沿技术和新产业变革，探索不断变化背景下的实验课程体系，从新理念、新体系、新内容、新模式、新环境、新质量等方面进行创新性变革，而不是旧范式下对细枝末节的改进和修补。

#### 3) 系统性

新工科要求实验课程体系建设是一个系统工程。建设要将经济社会发展需求体现在实验课程体系建设的每个环节，并将理论课程、实验课程、实践环节、跨学科、产学研合作等作为一个整体系统，设计一个与现实世界的系统和产品过程一致的方案。

#### 4) 融合性

交叉与融合是新工科教育的着力点，新工科实验课程内涵要进一步强调学科间交融性、知识体系多样性、整合先进技术、产学研合作等。

上述 4 个特性是新工科实验课程建设路线图，也成为探索实验课程改革的新范式。

### 1.2 实验课程的现状分析

我国实验课程大而不强，多而不新的问题仍然存在，传统的实验课程与新工科要求还表现出一些不适应<sup>[13]</sup>。

#### 1) 与产业需求不适应

实验课程理念、体系结构的落后与当前的产业变化和未来的发展需求不适应。

#### 2) 与技术发展不适应

以区块链、人工智能、物联网为代表的一系列颠覆性技术的发展使得产品和服务方式发生了变化，由此带来了课程实验内容的落后与产业技术日新月异发展的不适应。

#### 3) 与学生志趣不适应

实验课程教学方式、实验环境的陈旧与、数字时代学生对感兴趣知识的获取方式不适应。

#### 4) 与内外协同不适应

实验课程按照既有知识体系呈层级式结构，与校内理论课、实践环节、科学研究相互脱节，与校外产学研合脱节，利用社会资源能力不足。

#### 5) 与教师动能不适应

实验课程的内生动力不足，而教师是实验课

程建设的践行者。

### 6) 与能力标准不适应

实验课程缺乏必要的建设标准和评估方法,使得高校不能清楚认识实验课程现状及不足,更不能形成持续有效的改进。

以上6项不适应的症结使得实验课堂难以满足高等工程教育的要求,更难以满足我国经济社会发展对拔尖创新人才的需求。

### 1.3 创新人才能力培养

无论传统实验课程,还是新工科实验课程,其育人的本质没有变,但对人才的培养目标发生了变化。新工科实验课程作为一种新型工程教育,创新人才培养结构要求多元化,核心是迭代的发展过程。在基础知识、专业知识和技能的基础上,发展出应用能力、分析能力、工程实践能力、跨界融合能力、创新驱动能力、团队合作能力,进而使抽象思维、逻辑思维、系统性思维、独立自主思考能力等得到发展,最终形成具有全局视野、人生格局和清晰的职业规划,新要求导图如图1所示<sup>[1,7,11,14-15]</sup>。现在新工科教育培养目标主要集中在知识、能力、思维3个维度,很少有提到视野维度。如果缺乏全局视野,学生往往只会聚焦技术或方法来解决工程问题或进行科学研究,没有弄明白工程问题或科学问题的本质是什么,更不能把握问题的核心矛盾,这样的学生难以成为面向未来,引领学术前沿、科技和社会经济发展的学术大师、业界领袖和治国栋梁等未来创新引领者。

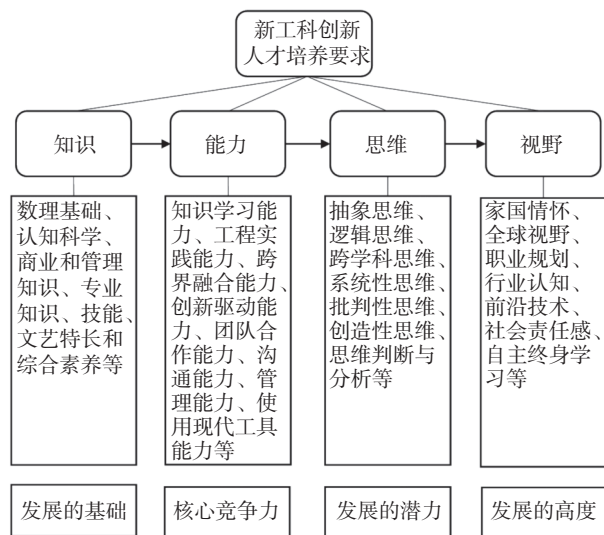


图1 新工科背景下创新人才能力培养的新要求导图

## 2 新工科实验课程建设与改革的探索与启示

近年来,电子科技大学将优化实验课程体系和结构,加强实验课程内容和教学方式建设作为突破口,通过全面重构本科人才培养方案,形成了围绕“智能+”和“电子信息+”的新工科实验课程生态圈<sup>[15]</sup>。但是这些探索夹杂在新工科专业建设、升级改造传统与优势专业、新工科实验班开设、重构本科人才培养方案、打造“成电”特色通识教育与领导力培养体系、大力推进工程教育专业认证等一系列新工科建设探索中。

本文将新工科提出的新要求为指导,以解决实验课程存在的问题为目的,以培养面向未来的具备知识、能力、思维、视野的新工科创新人才为目标,研究电子科技大学在新工科建设中的探索与实践,基于ISO模型,如图2所示,通过实验课程体系建设这一抓手,持续推进高水平的新工科建设。

### 2.1 以CDIO为理念,纵向构建逐级挑战实验课程体系

CDIO模式作为近年来国际工程教育改革的最新成果,强调在构思(conceive)-设计(design)-实现(implement)-运行(operate)现实世界的系统和产品过程中来学习工程理论和加强工程实践。为此,借鉴CDIO的核心理念“实践导向”,实验课程体系应强调“构思-设计-实现-运行”的工程过程,构建起“基础性实验→综合性实验→跨学科交叉性实验→挑战性项目实验”衔接紧密的逐级挑战式实验课程体系,形成循序渐进地创新人才能力培养过程。以电子科技大学航空航天学院基于“四级设计(4D)跨学科课程群”为例,如图3所示,“基础性实验”限定在单一课程内的知识应用和探索,注重培养项目构思与设计能力;“综合性实验”需要跨越多个课程,限定在同类学科的不同范围领域,注重培养项目设计与实现能力;“跨学科交叉性实验”需要跨越多个学科,不断迭代其他学科的新技术和概念,注重培养项目实现与运行能力;“挑战性项目实验”以完整项目为主导,每位学生将参加1个以上实质性的项目,实验内容需要根据产业变化被重新设计,注重培养综合集成能力。

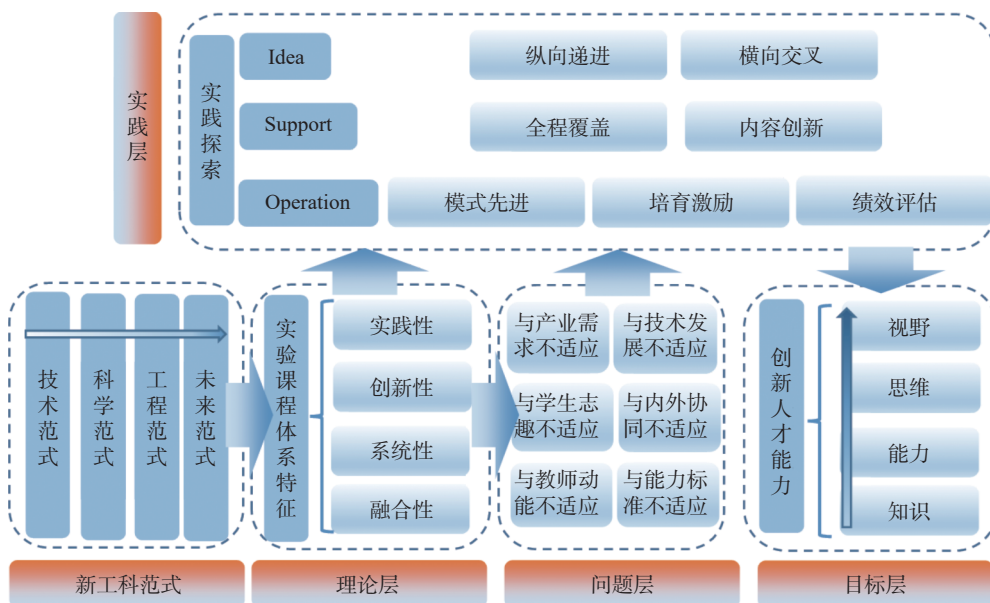


图 2 新工科背景下高校实验课程 ISO 体系实践路径

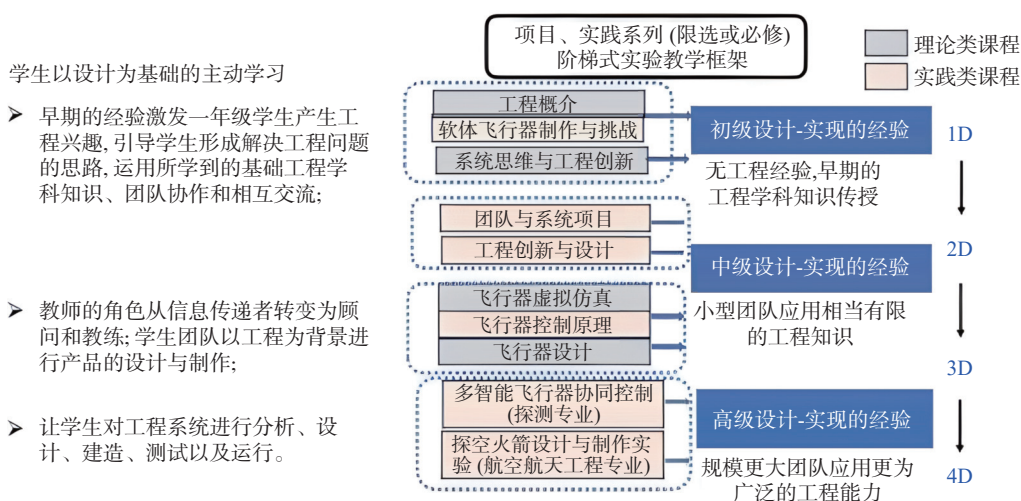


图 3 “四级设计(4D)跨学科课程群”设计

构造逐级挑战实验课程体系必须遵循 3 个关键点。

1) 紧密对接产业现状问题和未来需求

围绕满足产业需要和引领未来发展,对实验课程体系进行前瞻布局 and 动态调整,建设一批服务现代产业的新兴实验课程群。

2) 符合现实世界的系统和产品生产过程

在设计整个实验课程体系时,一定要把工程实践的迭代过程包含进来,不仅增加围绕工程过程的构思、设计、制造和运行等能力的培养环节,更重要的是要在仿真环境下进行实践。

3) 满足学生递进学习的客观规律

实验课程体系采用逐级挑战学习模式,小至

实验课堂学习过程中场景和概念的设计与练习,大至需要跨学科和跨学期学习的实验课程的衔接和设计,能使学生由简到繁,由单一到复合,实现将工程推理、解决问题、团队合作、交流能力和专业知识的有机融合,使学生从“参与学习”转向“以设计为基础的主动学习和挑战性学习”。

2.2 以 STEAM 为理念,横向构建多学科融合的实验课程知识图谱

要提高实验课程的协同作用,形成整体效应,首先以科学(science)、技术(technology)、工程(engineering)、艺术(arts)、数学(mathematics)(简称 STEAM)的多学科融合思想为指导,梳理实验课程所需要的知识体系和核心概念,构建起

实验课程的整体知识脉络(如图 4 和图 5 案例所示)。具体而言, 实验课程的知识图谱要梳理相对应的实验课程及实验项目, 并将跨学科知识、系统载体、理论课程、实验课程、实践环节、学生能力之间的关系描述清楚。它宏观地反映整个科学的知识脉络与层次, 探索形成能够反映各实验课程能力培养的关系梯状图, 为实验课程体系的

规划奠定了坚实的基础。通过知识图谱优化整合现有实验课程, 减少理论课程与实验课程以及实验课程之间的重叠内容, 避免产生实验课程和产业需求脱节现象, 打破实验课程壁垒, 共享实践环节优质资源。知识图谱还可以使学生从系统角度认识实验课程(约束、关联问题), 形成自身可以迁移的工程问题解决方法。

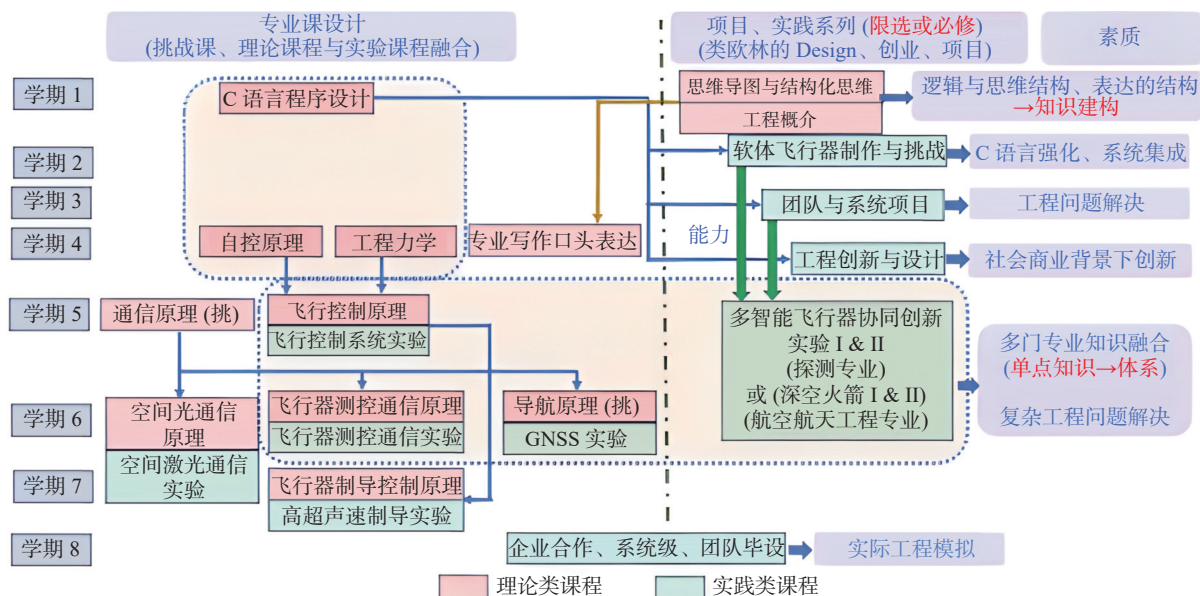


图 4 实验课程知识图谱(实验课程与理论课程)

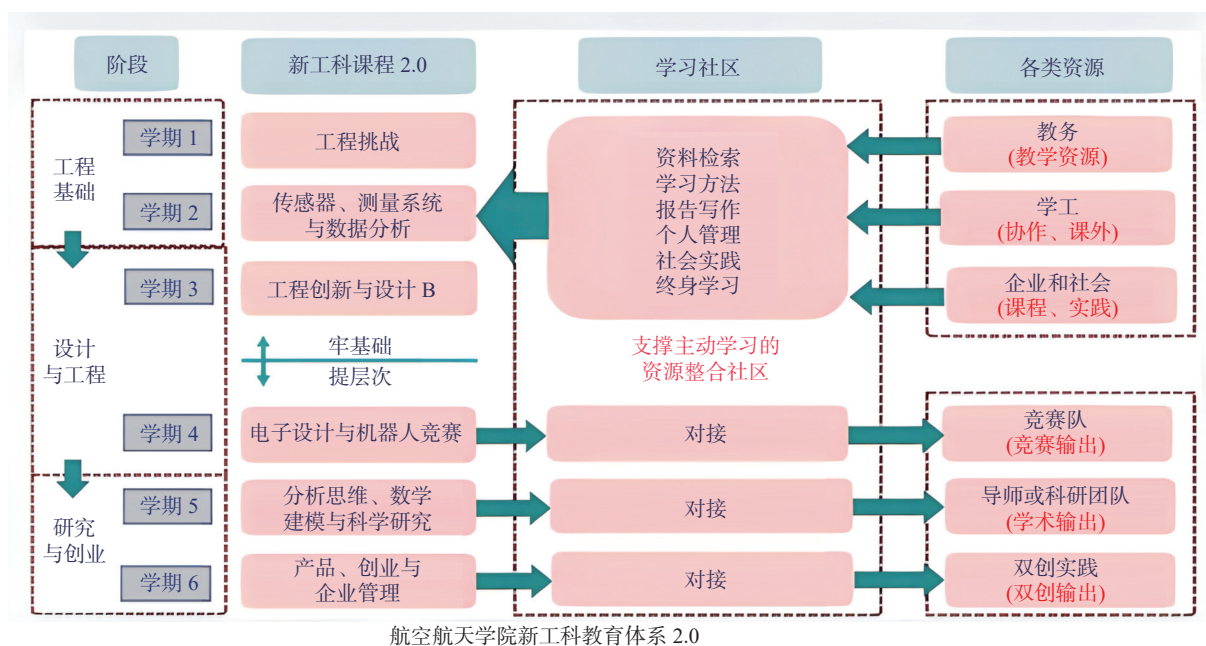


图 5 实验课程知识图谱(实验课程与实践环节)

知识图谱的构造和应用需要注意以下 3 个方面问题。

1) 知识图谱不能只在表面上把多个学科的内

容加进来, 而是精心设计将相关元素通过内化、外化、转化过程融合进来, 注重增强实验课程体系的整体性和系统性。

2) 在设计实验课程知识图谱的过程中, 需要处理好几组关系, 包括理论课与实验课的关系, 实验课之间的有序衔接, 实验课程和实践环节的配合与转换, 交叉学科课程的科学融合, 课程内容与产业现状及未来需求的结合等。

3) 每门实验实践环节的第一堂课, 老师应该引导学生概览整个实验课程知识图谱, 介绍该实验课程在知识图谱中的角色和地位, 向学生介绍该课程需要具备的跨学科知识, 以便让学生提前自主学习相关知识。

### 2.3 以新一轮产业变革为支持, 创新实验课程教学内容

新工科给任课教师, 尤其实验课教师带来了新的挑战, 实验课教师需要围绕产业需要和未来发展, 对实验课程教学内容进行改革和动态调整, 从以下 6 个维度创新实验课程教学内容, 建设一批服务现代产业的实验课程集群。

1) 将“新技术、新产业、新业态、新模式”等元素引入实验课程教学, 推动课程内容的重组和优化, 将行业的新动态、专业的新成果融入实验课程教学过程中。

2) 面向关键共性技术、前沿引领技术、颠覆性技术等创新领域, 积极谋划和加快设置新专业实验课程, 例如开展人工智能系列实验课程建设。

3) 将各类实践教学环节的实验和创新内容转换为实验课程。从历届竞赛中挑选题目并转换为实验课内容, 通过实验课程训练, 学生可以基本具备参加全国各种学科竞赛的能力。

4) 主动联系和挖掘企业优势资源。通过校企合作项目, 将企业生产项目转换为实验课内容, 邀请企业专家入校担任实验课程讲师, 到实务部门、生产一线开展实验课程, 创造性地把实验课内容与产业创新人才需求进行精准化的前端对接。

5) 将趣味性强和展示度高的科研课题融入实验课程体系, 跨越科研与本科教育的鸿沟, 实现科研项目进课堂和科研育人在实验课堂真正落地。

6) 通过国际合作项目, 将外国先进的实验课程引入国内高校, 推动优质实验课程教育资源和教育成果共建共享。

### 2.4 以前沿技术为支持, 创新基于项目的实验课程教学模式

工程教育改革不断提出“回归工程”“工程

教育范式转移”“再造工程教育”等口号, 都反映出面向真实工程世界是创新工程教育模式的发展趋势。实验课程教学模式创新需要教学方式、教学环境和真实世界的工程实践紧密结合。

1) 以项目的形式对实验教学模式进行改革, 让学生经历真实世界的工程经验, 强化学习体验和感受, 激发学生学习兴趣和潜能。

2) 将前沿突破技术与实验课程教学方式深度融合。2017 年《地平线报告》指出, 以互联网环境、增强现实与虚拟现实、人工智能等信息技术为支撑的高等教育技术应用将逐步普及。

3) 加强教学硬件环境建设, 打造人工智能实验室和智慧实验室, 配备智能教学互动系统, 促进探究式、讨论式、参与式、翻转式、混合式教学和远程实验教学等新型教学方式的运用与推广。

4) 加强教学软件环境建设, 通过信息安全、大数据、互联网等技术实现共享化实践教学环境的建设, 能够承载不同工科、不同专业的实践环境建设; 同时, 通过与教务系统的对接, 实现实践过程的全过程资源共享与数据整合。从实验课程教学模式创新角度, 夯实新工科实验课程建设基础, 实现前沿技术、“项目模式”与“实验课程”和本科人才培养方案衔接融合, 达到新工科赋能教育新模式的目标。

### 2.5 以新生实验课改为手段, 实现新工程实验课程全过程覆盖

通过系统化的设计与改革, 构建从基于项目的新生体验实验课程体系到综合性的挑战实验课程体系, 实现创新实践能力培养大学四年全过程贯穿(如图 6 所示)。这个过程有两个关键的突破口: 基于项目的新生体验实验课程和实验课程新生研讨课。

基于项目的新生体验实验课程旨在面向大一学生引入基于项目的体验式学习, 让学生从新生阶段开始就了解 CDIO 的内涵与思想, 强化体验项目学习和管理过程。通过基于项目的新生体验实验课程, 了解工程问题和实验课程内涵, 了解产品与课程的关系, 了解产业需求和未来动向, 在开始专业学习之前就对实验课程增强必要的感性认识, 激发学生的学习兴趣, 引导新生培养创新能力并养成创新习惯。

以知识图谱为基础, 在大一新生中开设实验课程研讨课, 引导新生了解学科知识和实验课

程体系的架构, 初步建立学科知识的核心概念, 理解实验课程体系设置与培养计划安排的背景,

为学生选课和确定主攻方向打下基础, 激发职业志趣。

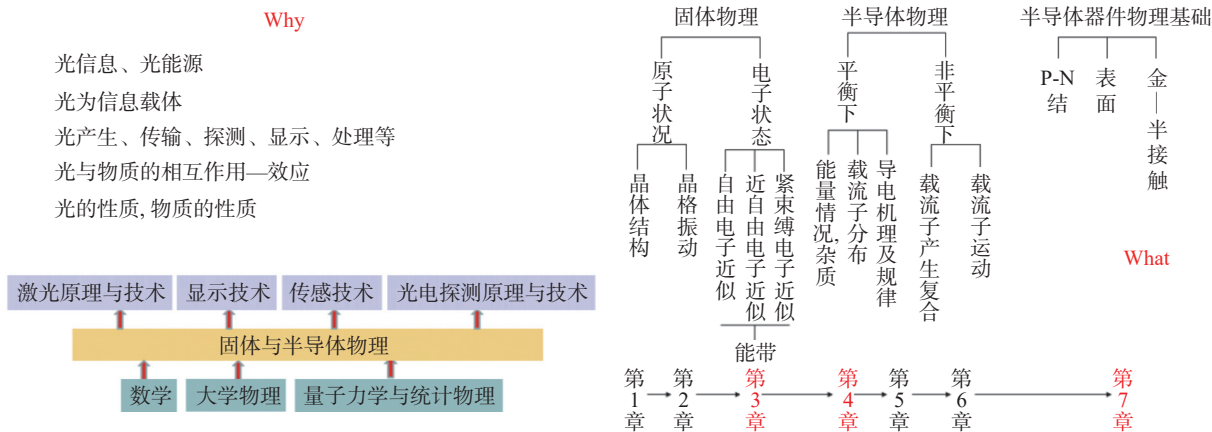


图 6 新生实验课的知识谱系和内容体系图

### 2.6 以改革培育项目为手段, 激发教师投入新工科改革的动力

培育项目是实验课程建设蓬勃发展的重要一环, 通过培育项目立项, 重点培养一批具有国内先进水平的实验示范课程, 挖掘新工科教育发展潜力和创新动力。培育项目应从以下 3 个方面分类立项。

1) 针对产业现状和未来需求, 将产教合作、学科竞赛、科研项目、国际先进课程有机融入实验课程体系, 构建挑战性的实验课程内容建设培育项目, 创新实验课程教学内容。

2) 依据现实世界的系统和产品生产过程, 构建基于项目的实验课程教学模式培育项目, 创新实验课程教学方式。

3) 将产业突破性技术有机融入实验方法、实验课程教学载体, 进而创新实验课程教学手段和技术。通过培育项目这一抓手, 鼓励和支持优秀教学团队开发新工科实验课程群, 以逐级挑战、交叉融合、系统集成、模式创新、技术先进为主要途径, 创新实验课程内容、教育方式与手段, 选取高水平的项目转化为实验课程, 彰显新理念、新结构、新模式、新质量、新体系的新工科理念, 形成高水平实验课程的培养机制。

### 2.7 以实验课程评估体系为手段, 引导实验课程形成闭环质量改进体系

建立符合新工科特点的实验课程评价体系, 把关注点放在衡量创新人才能力培养成效, 衡量实验课程对学生思维能力进步的实际贡献上, 而

不是以课时数等可量化数据进行评价。实验课程体系评估一方面强调本科人才实践能力培养情况的评估和跟踪, 另一方面更注重国内外工程教育改革前沿的先进经验。因此我们需要构建“面向能力+面向国际标准”实验课程评价方法, 引导实验课程面向未来、面向世界标准, 促使学生结硕果。参考工程认证毕业要求和 CDIO 能力大纲, 明确“专业知识、实践能力、系统思维、全局视野”4 方面核心工程能力, 制订“实验课程绩效评价指标体系”, 开展本科生能力跟踪分析, 对现有实验课程现状进行评估, 完善“创新人才能力目标-实验课方案-评价分析-实验课程绩效报告-改进实施方案-创新人才能力目标”的闭环质量持续改进体系。还可以帮助认定示范实验课, 深入挖掘学校在新工科教育改革中涌现的优秀典型, 逐步打造一批具有品牌效应的实验精品课程, 推广课程建设经验, 形成示范效应。

## 3 结束语

我国工程能力的提升与工科专业人才培养和质量息息相关, 而实验课程是拔尖创新人才培养的核心地带, 为新工科教育的发展奠定了坚实基础。通过案例展示可以看到电子科技大学的新工科教改正逐步深入, 本文列举的只是电子科技大学新工科教改的一个缩影, 还有更多的创新实验课程已在实施。随着“课堂革命”的纵深推进, 不断总结改革经验, 进一步加强新工程教育项目课程体系设计与实践显得尤为必要。

本文分析了新工科、实验课程和人才能力三者之间的关系,以新工科新要求(实践性、创新性、系统性、融合性)和学生能力(知识、能力、思维、视野)培养为主线,总结了电子科技大学近3年在新工科实验课程方面所做的探索和与获得的经验,可凝练为“纵向递进、横向交叉、内容创新、模式先进、全程覆盖、培育激励、绩效评估”7项策略的ISO体系。本研究为新工科背景下实验课程的改革与建设提供了系统性思路和途径,促使新思维搬进实验课堂、新技术赋能实验教学,实现新工科建设在实验课堂真正落地。作为亲历者和观察者,我们期待着更多高校加入到新工科的实验课程建设中,也期待着新工科建设能切实推动和助力国家发展。我们有理由相信,一批又一批拥有创新思维、敢于跨界、引领未来的高素质卓越工程人才将会源源不断地从这里走向世界、走向未来。

#### 参考文献

- [1] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 1-6.
- [2] 夏春琴, 刘莞健. 新工科背景下创新人才培养模式的探索与研究[J]. 实验科学与技术, 2019, 17(5): 64-67.
- [3] 陆国栋, 李拓宇. 新工科建设与发展的路径思考[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 20-26.
- [4] 林健, 彭林. 普渡大学本科工程教育改革实践及对新工科建设的启示[J]. 高等工程教育研究, 2019(1): 15-26.
- [5] 陈劲, 吕文晶. 人工智能与新工科人才培养: 重大转向[J]. 高等工程教育研究, 2017(6): 18-23.
- [6] 田文, 吉俊懿, 刘长军, 等. 新工科时代化工原理实验线上线混合式教学[J]. 实验科学与技术, 2023, 21(2): 88-91.
- [7] 陈慧, 陈敏. 关于综合性大学培养新工科人才的思考与探索[J]. 高等工程教育研究, 2017(2): 19-23.
- [8] 魏楚亮, 吴涛, 康全礼. 问题创设及导向的新工科实践环节教学研究[J]. 高等工程教育研究, 2019(6): 30-36.
- [9] 陈建, 朱鲁闯, 王杰, 等. 新工科背景下工程训练创新实践课程体系研究[J]. 实验科学与技术, 2021, 19(6): 84-88.
- [10] 潘可耕, 吴长伟, 刘超, 等. 新工科专业编程基础课程群课程思政教学改革探索与实践[J]. 黑龙江工程学院学报, 2022, 36(1): 83-86.
- [11] 周世杰, 李玉柏, 李平, 等. 新工科建设背景下“互联网+”复合型精英人才培养模式的探索与实践[J]. 高等工程教育研究, 2018(5): 11-16.
- [12] 曾勇, 黄艳, 向桂君, 等. 从新生项目课开始: 新工科建设“成电方案”的设计与实践[J]. 高等工程教育研究, 2020(1): 14-19.
- [13] 林健. 面向未来的中国新工科建设[J]. 清华大学教育研究, 2017(2): 26-35.
- [14] 续智丹, 林健, 黄海燕. 面向新工科的工程领导力教育研究[J]. 高等工程教育研究, 2019(5): 30-40.
- [15] 廖勇, 周世杰, 汤羽, 等. 面向新工科的软件工程专业核心课程体系建设[J]. 高等工程教育研究, 2022(4): 10-18.

编辑 王燕