

# 基于知识图谱构建的信号与系统课程融合式教学设计

王渊, 朱莹, 余璟, 倪雪, 贾永兴

陆军工程大学 通信工程学院, 江苏 南京 210001

**摘 要 :** 基于人工智能技术发展的知识图谱能够将知识转化为结构化的直观描述, 帮助学习者快速获知相关知识体系, 促进学习的高阶性和创新性发展。本文阐述了课程知识图谱的相关概念和构建方法。以“信号与系统”课程为例, 从课程改革的需求出发, 开展有针对性的知识图谱构建研究, 并以此为基础, 探索知识图谱在课程融合式教学实践中的应用, 为智慧教学的进一步发展提供支撑。

**关 键 词 :** 知识图谱; 信号与系统; 融合式教学; 教学设计

## Integrated Teaching Design Of Signal And System Courses Based On Knowledge Map Construction

Wang Yuan , Zhu Ying , Yu Jing , Ni Xue , Jia Yongxing

School of Communication Engineering, Army Engineering University of PLA, Nanjing, Jiangsu 210001

**Abstract :** The knowledge map based on the development of artificial intelligence technology can transform knowledge into a structured intuitive description, help learners quickly understand relevant knowledge systems, and promote high-order and innovative development of learning. This paper expounds the relevant concepts and construction methods of curriculum knowledge maps. Taking the "Signals and Systems" course as an example, based on the needs of curriculum reform, we carry out targeted research on the construction of knowledge maps, and based on this, explore the application of knowledge maps in curriculum integrated teaching practice to provide support for smart teaching.

**Keywords :** knowledge map; signals and systems; integrated teaching; teaching design

### 一、引言

在当前信息化时代背景下, 课程教学目标和教学手段不断更新升级, 国内高校的各层次课程教学改革成果是在信息化背景下实施混合式教学, 取得了一定的成效, 提高了教学效率和效果。但同时也依然存在不足。如何提升混合式教学的深度和广度, 信息技术和教学的深度融合和创新成为了现阶段的焦点。而所谓的“深度融合和创新”, 强调信息技术作为教学活动的重要支持, 深刻理解并把握好线上教学与线下教学的融合, 在课程的高阶性、创新性与挑战度方面实现本质性突破。基于此, 从“线上线下混合”走向“线上线下融合”的教学模式转变, 是进一步提升教学效果的实践方向。

具体到“信号与系统”课程, 该课程是我校通信工程专业、电气工程及其自动化专业及电子信息工程专业的一门专业背景课程。前期课程组织积累了一定的模式改革经验和心得。该课程先后被评为大学“十三五”优质课程, “十四五”首批精品课程培育项目。依托于混合式教学方法, 解决了课程理论性强, 应用拓展不足, 理论与实践脱节等问题, 实现了以实际工程应用为主线, 虚实结合, 虚实并抓的教学体系。但是如何融合信息技术开展高阶学习活动, 提升教学内容的高阶性、创新性和挑战度, 实现人才培养目标, 还需要不断的改进和探索。

### 二、信号与系统课程建设需求与方向

信号与系统课程主要研究信号通过线性时不变系统传输和处理的基本原理和方法, 介绍从时域到变换域, 从连续时间系统到离散时间系统的分析和应用。该课程理论适用性广, 培养解决复杂工程问题的能力, 为相关专业后续课程及从事相关领域的工程技术和设备保障工作提供必要支持。为了达到课程的教学目标, 充分发挥融合式教学的优越性, 需要着重对以下几个方面进行深化改革。

从课程体系融会贯通程度看, 要加强顶层设计, 聚焦岗位需求, 以产出为导向, 打破课程与学科界限, 注重跨学科整合, 优化课程间知识关联, 确保课程内容的连贯和深度, 融通课程的内外延, 有力支撑后续职业规划和个性化发展。

从专业业务能力培养上看, 对本门课程的新要求是掌握信号通过系统进行传输和处理的基本理论和基本知识, 培养工程专业素养, 并为后续装备操作和运用, 理解典型通信装备的基本原理和技术打下扎实基础。

在创新发展能力培养上, 要求学生具有复合的知识结构和深度学习的能力; 强化与专业和实践的结合, 有意识加强对系统思维、辩证思维、批判性思维和创新思维能力的培塑, 能够剖析信息通信系统内在规律。同时, 通过创新性的实验和设计培养学生

信息素养和工程素养。

### 三、知识图谱的概念与课程知识图谱构建

知识图谱<sup>[1]</sup>是人工智能和数据科学领域的一个重要概念，它采用一种结构化的信息库来描述真实世界中存在的各种实体或概念及其关系。从本质上看知识谱图是一种语义网络，在这个网络中最基本的组成元素是点和边，其中点可以是实体或概念，边包含的是属性和关系两层含义。将点和边按直观的图形化形式进行组织，进而来表示知识。知识图谱的应用非常广泛，在数据分析、智慧搜索、智能推荐、决策支持和人机交互等方面具有显著的应用价值。

知识图谱作为人工智能技术在教学中的典型应用，正在发挥着越来越重要的作用。所谓课程知识图谱，是利用人工智能技术或学科领域专家以自动或人工梳理的方式抽取课程知识点，建立各知识点的关系，形成结构化和可视化网络结构，便于学习。

课程知识图谱的构建是以应用为导向，在构建课程图谱之前先要明确课程图谱所要达到教学目标及需要的知识和资源，明确课程知识图谱的本体后，收集能覆盖要求的相关内容，进而建立明确的知识层级，形成体系。具体建设内容如下：

#### （一）知识图谱的相关资源建设

基于 OBE 理念，从培养目标出发，融合课标知识要求、学科知识本体和学习资源三个维度打造整合平台。在课标要求下明确学习单元，针对各单元确定教学目标，标注教学重难点和易错点，发布教学活动。在学科知识本体中将各知识点划分为概念与定义、定理、公式、性质、计算方法等。在学习资源中包含教材或讲义、微课视频、练习、测试题库、应用案例、前沿论文、创新实践项目等各类资源，做到涵盖“原理与方法－运用与综合－课程思政与军事案例－科研成果与创新实践”多层次递进式内容体系，为践行广度和深度并重，集中授课与个性化学习互补的教学模式提供支撑。

#### （二）知识图谱的应用逻辑搭建

按照“跨课程关联－独立专业需求－跨学科交叉”三个横向层面，打破课程与学科界限，明确各个横向层面中知识点间的前后顺序关系，融通课程的内涵与外延。在复杂问题的分析过程中，利用知识图谱链接各知识点，实现整合迁移。在纵向上注重教学内容的科学性和系统性。同时注重各教学要素之间的关系，将各类教学资源按照自主学习和教学组织的实施路径构建其关联性。

在课前学生借助知识图谱进行自主学习和自我评估，根据评估结果给与精准指导，夯实知识和技能目标。同时为课中教学活动提供学情分析进而有针对性的开展高阶教学活动。课后，以往教师仅能根据个人主观评价布置统一的巩固练习，不能体现因材施教。在知识图谱的支撑下可以根据学生课上的学情，和以往评估的学习能力给与个性化的练习推荐。为个性化学习提供多元化的学习路径，实现个人发展与人才需要协调发展。

### 四、基于知识图谱构建的信号与系统融合式教学设计

#### （一）信号与系统课程知识图谱的构建

信号与系统是现代通信系统的理论基础，主要讨论信号通过系统的处理和传输的基本原理和分析方法。该课程在专业培养体系中起到承上启下的作用。课程学习是以“高等数学”“大学物理”和“电路分析基础”等课程为基础，直接支撑后续《通信原理》等专业背景课程，也对后续装备类首次任职课程有间接支撑作用。

为了厘清各课程之间互为调用和反馈的复杂联接关系，打通课程体系建设，形成课程学习最短最优路径十分必要。从能力和素质目标培养出发，课程体系化内涵式构建如表 1 所示。

表 1 课程体系化设置

体系层级	核心课程
电路与电子技术	电路分析基础、模拟电子技术、数字电子技术
电磁场与波	电磁场与电磁波、微波技术基础
信号与信息处理	信号与系统、数字信号处理、信息论与编码技术
系统应用	通信原理、雷达原理、军事通信系统

课程中的概念与定义、定理、公式、性质、计算方法等内容是知识图谱中的重要实体。在提取出信号与系统课程知识实体后，便明确了课程的树状知识结构。为了进一步丰富知识实体的内容，实现精准查询和调用，需设置各实体本身的属性，标注各实体的学习要求、难易程度、重要程度和注意事项等。同时要完善各课程间的关联关系，具体可分为先修/后续、包含和并列关系。例如系统模型这个实例与电路分析基础课中的方方法实体成先修与后续关系，同时又与模拟电子技术中的运算放大电路、数字电子技术中的移位器和模数转换器等成先修与后续关系。傅里叶变换的的频移性质是通信原理中的调制解调的先修基础。最后完善各实体目录下的微课、习题、仿真实践资源和拓展项目等内容。

#### （二）基于知识图谱的教学实践

信号与系统的频域分析是信号与系统课程的重点和难点所在，同时该模块也是课程的关键章节。该模块具有十分广泛的应用，其中时域采样定理就是频域分析思想的典型代表。下面就以时域采样为例介绍基于知识图谱的融合式教学实施策略。

##### 1. 选取实体，定义相关属性

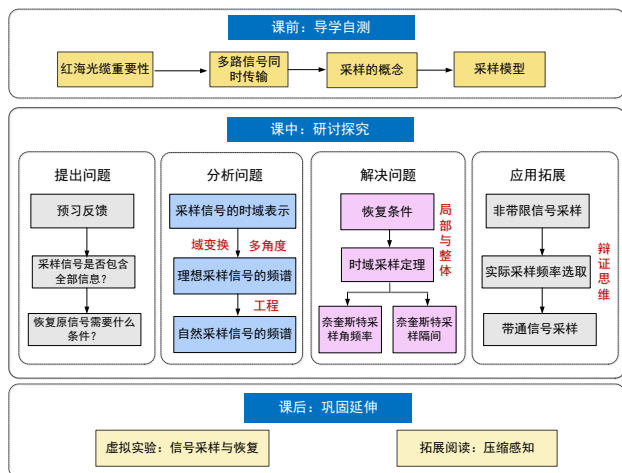
基于调动兴趣、掌握方法和突出能力培养的基本思想，按照发现问题、分析问题和解决问题的思维顺序组织教学内容，从教学内容中提取知识实体及相关属性，如下表 2 所示。

表 2 时域采样知识实体及属性

时域采样	实体名称	学习要求	重难点程度	关联资源
	1. 时域采样定义 数学模型	（1）能阐述时域采样的概念；（2）能描述其物理过程及数学模型；		电子教材、微课视频

时域采样	1. 采样信号频谱 (1) 理想采样频谱 (2) 自然采样频谱	(1) 能阐释采样信号的频谱特点；(2) 通过分析采样信号的频谱特点，提升归纳总结能力；(3) 借助域变换的思想培养多角度分析问题的科学思维方法。	难点	电子教材、微课视频、练习
	1. 时域采样定理	(1) 能正确阐释采样定理的内容。 (2) 通过采样定理的运用，培养解决复杂工程问题的实践能力。	重点	电子教材、微课视频、练习、测试
	1. 工程应用	(1) 通过采样定理的运用，培养解决复杂工程问题的实践能力。 (2) 通过对实际应用问题的讨论，培养工程素养。		电子教材、微课视频、练习、测试、拓展阅读、仿真实验

为了实现融合式教学，将教学内容拆分为课前、课中和课后三个阶段，具体组织方式如图1所示。



> 图1 时域采样教学内容组织示意图

## 参考文献：

- [1] 李直旭, 何美珍, 刘安. 多模态教学知识图谱的构建与应用 [J]. 福建电脑, 2019, 35(8): 4. DOI: CNKI: SUN: FJDN. 0. 2019-08-003.
- [2] 刘则渊, 陈悦, 侯海燕. 科学知识图谱: 方法与应用 [M]. 人民出版社, 2008.
- [3] 张承毅, 王毅. 国外篮球训练研究进展分析——基于科学知识图谱的可视化分析 [J]. 北京体育大学学报, 2016(8): 8. DOI: CNKI: SUN: BJTD. 0. 2016-08-020.
- [4] 陈悦, 王续琨, 郑刚. 基于知识图谱的管理学理论前沿分析 [J]. 科学学研究, 2007, 25(A01): 7. DOI: 10.3969/j.issn.1003-2053.2007.z1.006.
- [5] 陈悦, 王续琨, 郑刚. 基于知识图谱的管理学理论前沿分析 [J]. 科学学研究, 2007, 25(A01): 7. DOI: 10.3969/j.issn.1003-2053.2007.z1.006.
- [6] 张婷, 郑保章, 王续琨. 当代科学传播研究的知识结构和相关知识领域——基于科学知识图谱的尝试性研究 [J]. 科普研究, 2008(2): 6. DOI: 10.3969/j.issn. 1673-8357.2008.02.002.
- [7] 章献民, 史治国, 回晓楠, 等. 基于知识图谱的专业认知体系构建和课程建设——以“信息与电子工程导论”课程为例 [J]. 工业和信息化教育, 2023(7): 28-32.
- [8] 马友忠. 基于课程知识图谱的智慧教学应用研究 [J]. 河南教育 (高教), 2024年02期
- [9] 徐星, 鄢睿丞, 闫晓玲, 费雯丽. “电路”课程知识图谱构建及其教学模式应用 [J]. 教育教学论坛, 2024年06期
- [10] 李英凯, 王淑菲, 张逸彬, 等. 基于信号特征知识图谱和特征融合的特定辐射源识别技术 [J]. 移动通信, 2023, 47(6): 115-121.
- [11] 林正平, 涂亮, 黄军凯, 等. 基于知识图谱的数字化电网标准信息系统设计与应用 [J]. 中南民族大学学报: 自然科学版, 2023, 42(3): 394-401.
- [12] 章献民, 史治国, 回晓楠, 等. 基于知识图谱的专业认知体系构建和课程建设——以“信息与电子工程导论”课程为例 [J]. 工业和信息化教育, 2023(7): 28-32.
- [13] 刘培玉, 段化娟, 梁秀芳, 等. 基于注意力网络和可微采样的知识图谱推荐方法及系统. CN202211096014.9 [P]. 2023-01-06.
- [14] 魏怡, 周伯尼, 程瑾锦, 等. 基于知识图谱的信号系统故障分析方法及装置: CN202310560803.1 [P]. 2023-08-18.

## 2. 设计教学组织环节

在课前导学环节利用知识图谱平台推送红海光缆遭破坏的视频, 设置小组讨论题同一信道内多路信号如何传输, 引出时域采样。在课中教学中, 利用知识图谱平台进行随堂练习和提高。最后总结课堂内容, 强调多角度看局部和整体的辩证关系。在课后巩固拓展, 注重理论联系实际, 通过知识图谱平台中的虚拟仿真实验加深对采样定理的理解, 鼓励学生多实践交流。同时推送压缩感知相关文献, 开展个性化的深度学习。

## 3. 优化教学评价手段

在教学各环节运用知识图谱可实现更加精准的学情分析。之前的教学评价方式相对单一, 具有很强的主观性。基于知识图谱的大数据分析技术, 可以使学习者及时获知自我评价结果。根据评价结果, 知识图谱可给出相对的巩固练习补充拓展链接, 锻炼和提高了学习者的独立学习能力, 同时也为课堂教学提供组织依据。

## 五、小结

本文从课程教学改革的不足出发, 明确信号与系统课程深化改革的努力方向, 借助知

识图谱这一有力工具, 构建课程教学新体系, 并以此为基础践行融合式教学, 进一步提高教学的效率和效果, 提升课程的高阶性和创新性, 引领教学模式深入发展。但由于知识图谱在各高等院校的课程教学实践中的应用时间还不够久, 其应用模型还有待进一步完善和推广。