

# 从“碎片化讲授”到“框架牵引式教学”： 《化工原理》课程框架式教学重构研究

陕洁\*, 陈喜清, 万声蒲#

昌吉学院化学与化工学院, 新疆 昌吉

收稿日期: 2026年3月26日; 录用日期: 2026年5月12日; 发布日期: 2026年5月21日

## 摘要

在“新工科”背景下, 对于学生工程问题解决能力及工程思维培养的要求日益凸显。《化工原理》作为化工专业的核心桥梁课程, 其教学效果直接影响学生工程能力的培养。针对当前教学中存在的知识碎片化、理论与实践脱节等问题, 本研究提出并构建了一种“框架式教学”模式。该模式以核心工程原理为轴线, 为学生构建系统化的知识网络框架, 旨在引导其形成“联系思维”与“平衡思维”。本文在综述相关教育理论的基础上, 界定了“知识网络框架”的内涵与价值, 详细展示了在流体流动、传热、吸收、精馏等核心章节的框架构建与应用, 并通过一个综合性工程案例阐述了该模式的动态实施过程。同时, 文章客观分析了模式实施可能面临的挑战并提出了对策, 以期为新工科背景下的课程教学改革提供一种系统化、可操作的路径。

## 关键词

化工原理, 应用型本科, 教学改革, 知识网络框架

# From “Fragmented Teaching” to “Framework-Based Teaching”: Research on the Reconstruction of Framework-Based Teaching for the Course “Principles of Chemical Engineering”

Jie Shan\*, Xiqing Chen, Shengpu Wan#

College of Chemistry and Chemical Engineering, Changji University, Changji Xinjiang

\*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 陕洁, 陈喜清, 万声蒲. 从“碎片化讲授”到“框架牵引式教学”: 《化工原理》课程框架式教学重构研究[J]. 创新教育研究, 2026, 14(5): 156-166. DOI: 10.12677/ces.2026.145330

Received: March 26, 2026; accepted: May 12, 2026; published: May 21, 2026

## Abstract

Under the background of “New Engineering Disciplines Development”, the requirements for cultivating students’ engineering problem-solving abilities and engineering thinking have become increasingly prominent. As a core bridging course for chemical engineering, the teaching effect of “Principles of Chemical Engineering” directly affects the cultivation of students’ engineering capabilities. In response to the current problems in teaching, such as fragmented knowledge and the disconnection between theory and practice, this study proposes and constructs a “framework-based teaching” model. This model takes core engineering principles as the axis to build a systematic knowledge network framework for students, aiming to guide them to form “connection thinking” and “balance thinking”. Based on a review of relevant educational theories, this paper defines the connotation and value of the “knowledge network framework”, and elaborates on the framework construction and application in core chapters such as fluid flow, heat transfer, absorption, and distillation. It also explains the dynamic implementation process of this model through a comprehensive engineering case. At the same time, the article objectively analyzes the possible challenges in the implementation of the model and proposes countermeasures, with the aim of providing a systematic and operational path for the teaching reform of courses under the background of new engineering.

## Keywords

Principles of Chemical Engineering, Application-Oriented Undergraduate Education, Teaching Reform, Knowledge Network Framework

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

《化工原理》，又称“单元操作”，是化工类专业的核心基础课程，起着连接物理化学等基础课程与化学工艺学、化学反应工程等专业课程以及基础理论与工程技术的桥梁作用，是化工专业的核心基础课程和标志性课程[1]。学生对《化工原理》知识的掌握情况，将直接影响其后续专业课程的学习深度以及工程意识的培养。《化工原理》的课程内容研究化工生产过程中物理过程的共性规律、基本原理和设备计算方法，其核心内容可以概括为“三传一反”。

2017年以来，教育部积极推进新工科建设，先后形成了“复旦共识”、“天大行动”和“北京指南”，并发布了相关通知与项目指南<sup>1</sup>，旨在探索形成具有示范效应的工程教育改革路径，助力提升高等教育服务国家发展的能力。在此背景下，对工科专业学生的教学应更加注重实践能力、个性化学习及创新能力的培养。通过系统的课程学习，学生应掌握化学工程师所具备的基本专业知识，如单元操作中的物料衡算、热量衡算、过程速率等，并掌握单元操作设备的设计、选型、操作及工程项目设计等能力[2]。学生最好要有能力综合运用基本专业知识解决工程实际问题，达到“具备化学工程与工艺专业基础知识，并能用于解决化学工程领域工程问题”的化学工程师应具有的基本能力。

<sup>1</sup>[http://www.moe.gov.cn/jyb\\_xxgk/xxgk\\_jyta/jyta\\_gaojiaosi/201712/t20171219\\_321828.html](http://www.moe.gov.cn/jyb_xxgk/xxgk_jyta/jyta_gaojiaosi/201712/t20171219_321828.html)

## 2. “新工科建设”背景下本校学生《化工原理》课程学习存在问题分析

针对本校学生普遍存在的学習基础相对薄弱的现象,结合新工科建设对工科人才的要求,经多年教学经验总结,分析出学生在学习本课程时存在以下主要痛点。

### 2.1. 课程特点与学生前置基础、学习模式之间的结构性矛盾

《化工原理》的特点是将高等数学中的微积分知识以及前置专业课程《物理化学》中的热力学、流体力学等知识融会贯通,以解决复杂的工程实际问题[3]。然而,本课程面向的是大二或大三的学生,他们一方面对微积分(如微分方程求解、微元体建模)、工程数学(如级数、图解积分)等内容不够熟悉,甚至存在畏难情绪;另一方面,学生普遍欠缺工程思维,习惯于纯理论学习和公式套用,不善于进行工程简化(如合理假设)、变量分析和过程分解[4]。例如,面对精馏塔这类复杂工程设备时,学生难以将塔内的质量传递、热量传递、动量传递以及相平衡关系清晰地剥离和分析,感觉知识结构庞杂无序。

### 2.2. “三传一反”的抽象概念与具体设备、操作的脱节

《化工原理》的核心是动量传递(流体输送)、热量传递(换热、蒸发)和质量传递(蒸馏、吸收、萃取、干燥)。这些“传递”过程发生在设备内部,较为抽象[1]。学生缺乏工厂实习和对设备内部结构的直观认知,难以将课本上的公式、曲线(如精馏的  $x$ - $y$  图、操作线与平衡线)与真实塔板上气液两相的剧烈接触、温度和浓度的变化联系起来,容易导致理论学习与实践应用相脱节。

### 2.3. 工程计算与设计任务的复杂性与学生畏难情绪之间的矛盾

《化工原理》不仅要求学生进行计算,还要求掌握简单的工艺设计(如确定塔高、塔径、换热面积)和设备选型。对学生而言,一道完整的工艺设计题目计算量巨大:例如,一个完整的精馏计算涉及物料衡算、热量衡算、相平衡、塔板效率等多个步骤,链条长,易出现一步错、步步错的情况[5]。此外,学生存在设计思维缺失的问题,难以理解“设计”是一个在经济、安全、环保、效率等多目标下的优化与权衡过程,往往由于长期形成的思维惯性,只追求唯一的“正确答案”。同时,学生对化工类设计软件(如 Aspen Plus [6])不熟悉,对手算过程存在畏难情绪,对软件学习更感到无从下手。

为此,构建系统化、逻辑化、工程导向的知识网络框架,已成为破解教学困境、实现能力培养目标的核心策略。在教学过程中,可根据每章重点内容,整理出知识网络框架,再进行每一部分的深入介绍,以帮助学生形成立体的知识系统,而非扁平零碎的知识点,从而在日后的学习工作中做到学以致用[7]。

## 3. 理论基础与概念界定

本研究的教学模式构建主要基于认知负荷理论与建构主义学习理论。认知负荷理论指出,工作记忆容量有限,若信息呈现杂乱无序,将导致认知超载[8]。知识网络框架通过预先组织结构性知识,将零散信息整合为有意义的组块,从而降低学习者的外在认知负荷。建构主义学习理论则强调,学习是学习者基于自身经验主动建构知识的过程[9]。框架式教学帮助学生在已有前概念与新知识之间建立联系,主动建构起系统化的工程认知图式。

在教学方法论上,“知识网络框架”与概念图、问题导向学习(PBL)等模式既有联系又有区别。概念图是一种表征概念间关系的工具,侧重于静态的知识结构可视化,而知识网络框架不仅包含静态结构,更强调以核心工程原理(如伯努利方程、总传热方程)为轴线,串联起“理论→计算→设备→工程应用”的动态逻辑链。PBL 以问题为起点,驱动学生自主学习,其优势在于激发内在动机,但若缺乏系统性的知识框架引导,可能导致知识获取的碎片化。本研究提出的“框架牵引”模式,则是先由教师构建并呈现

清晰的学科知识骨架，再引导学生将具体问题中的信息“定位”到框架的相应节点上。它并非替代 PBL，而是为 PBL 等探究性学习提供了必要的认知地图，使问题解决过程更有方向、更高效。因此，本研究的创新价值在于提出了一种兼具结构化与工程导向性的教学组织范式，能够有效弥合“知识传授”与“能力培养”之间的鸿沟。

## 4. 《化工原理》课程相关内容知识网络框架建立

### 4.1. 流体流动章节知识网络框架建立

在流体流动章节，其核心与重难点就是伯努利方程，该方程贯穿流体流动整个章节，联系了静力学方程与第二章流体输送机械，因此，以该方程为核心轴线设计内容框架，将流速、流量、压力表示方法等基本概念与后续的阻力计算方程、泵的选型、扬程计算等内容贯穿在此方程之上，为学生绘制知识网络[10]。具体如图 1 所示。

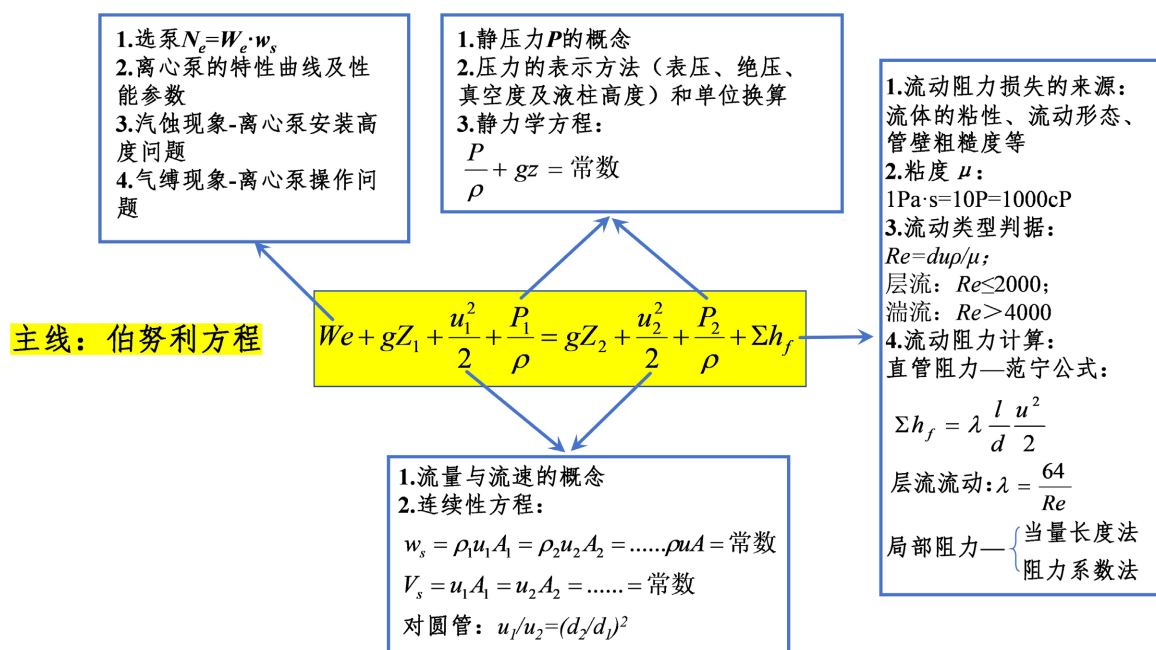


Figure 1. Knowledge network framework diagram of fluid flow chapter

图 1. 流体流动章节知识网络框架图

从图中可以看出，“流体流动”章节的核心主线是伯努利方程，其具体形式如式 1 所示。

$$We + gZ_1 + \frac{u_1^2}{2} + \frac{P_1}{\rho} = gZ_2 + \frac{u_2^2}{2} + \frac{P_2}{\rho} + \Sigma h_f \quad (1)$$

该方程将流动系统中外功输入( $W_e$ )、位能( $gZ$ )、动能( $u^2/2$ )和静压能( $P/\rho$ )联系起来，并明确指出流体在流动过程中因摩擦等原因会产生能量损失( $\Sigma h_f$ )。它是解决流体输送问题的基石。而在讨论流动之前，必须掌握静止流体的性质，这是理解流动的基础。在这一基础模块，同样涉及到很多具体的知识点，如静压力的定义、单位及表达方式等。能量损失  $\Sigma h_f$  的计算是应用伯努利方程解决实际工程问题的关键。其计算基于对流动阻力的深入分析，也是本章学习的另一重点内容，涉及到重要公式范宁公式的掌握以及流体流动类型的判断。

掌握了流体静力学和流动阻力后，即可将伯努利方程应用于最关键的工程实践——流体输送，核心

设备是离心泵。在离心泵的选择使用过程中，核心任务是选泵，而伯努利方程中的外功  $W_e$  即为泵需要提供的有效压头。计算得到的有效功率( $N_e$ )是选泵的关键参数之一： $N_e = W_e \cdot w_s$ 。其中  $w_s$  为质量流量。

在选泵过程中，还需要了解离心泵的特性曲线，即用来描述泵在恒定转速下，其提供的压头( $H$ )、轴功率( $N$ )、效率( $\eta$ )与流量( $Q$ )之间的关系。选泵时必须使泵的工作点落在高效区内。

在离心泵使用过程中，为同学们介绍了常见的两种关键问题，即气缚现象和汽蚀现象。气缚现象：启动前泵壳内未充满液体，气体密度小导致离心力不足，无法形成真空吸液。这是操作问题，需灌泵。汽蚀现象：泵入口处液体静压低于其饱和蒸汽压，液体汽化形成气泡，气泡在高压区溃灭冲击叶轮。这决定了泵的安装高度。必须通过计算允许汽蚀余量( $NPSH$ )来限制泵的实际安装高度，以防止汽蚀发生。

从图中可以清晰地看出，“流体流动”的知识体系遵循着清晰的工程逻辑：从静止(静力学)到运动(流动分析)，再到在运动中分析能量转化与损耗(伯努利方程与阻力计算)，最后将理论应用于核心工程任务(利用伯努利方程计算外功，为输送设备选型提供依据)。在工程领域应用方面，掌握关键设备的工作原理与限制条件(离心泵的特性、汽蚀与气缚)。整个章节以伯努利方程为纽带，将基础物性(压力、粘度)、流动规律( $Re$ 、阻力计算)与工程实践(泵的选型与操作)紧密串联，构成了一个完整、自洽的知识闭环。

原本在课本中分散于每一章节的知识点被有机地串联起来。这样对于学生的理解、记忆和掌握，包括对于这些知识的灵活应用于工程问题的解决，都有很大的帮助。

### 4.2. 传热单元操作知识网络框架建立

对于传热单元操作，也同样可以绘制出以总传热方程为核心的知识框架图，如图 2 所示。传热过程是化工原理中的另一个核心的单元操作。它涉及从高温物体传递热量到低温物体的过程。从图 2 可以看出，在内容安排上，这一章的内容可以大致划分为传热过程机理介绍、传热速率计算以及设备的了解及选型。

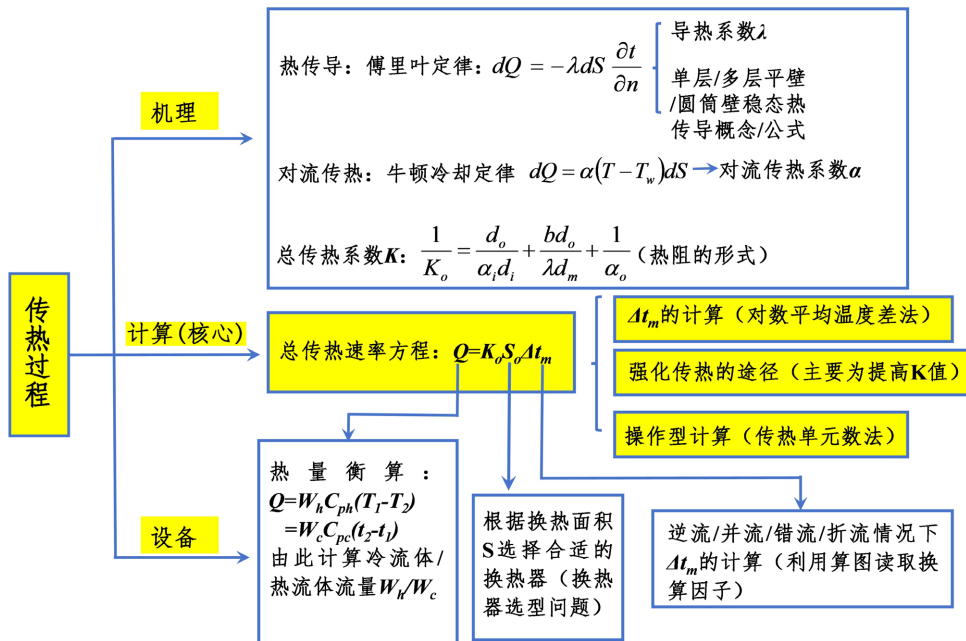


Figure 2. Knowledge network framework diagram of heat exchange chapter

图 2. 换热章节知识网络框架图

传热的机理是理解整个章节的基础。从类型上，传热过程可分为热传导、热对流及热辐射，对于化

工厂中的传热过程来说，更关心的是在换热器中所进行的对流/传导的复合过程。因此，在内容介绍上也可以以此框架为基础，在介绍具体概念和公式之前给学生讲解清楚各种方法的联系及其在实际中的应用。使学生在头脑中建立起知识网络后再进行具体内容的学习，这样不仅学生在学习时能够更加清晰，同时更能加深学生的任务导向——以解决工厂的实际问题出发来学习理论知识。

### 4.3. 吸收单元操作知识网络框架建立

对于化工厂重要的传质单元操作吸收过程，其理论知识繁多，计算过程复杂，学生在学习时常感到力不从心，头脑混乱，同样也可以梳理出清晰的知识网络，以实际吸收塔的计算为切入点，进行理论知识框架的建立。如图 3 所示。

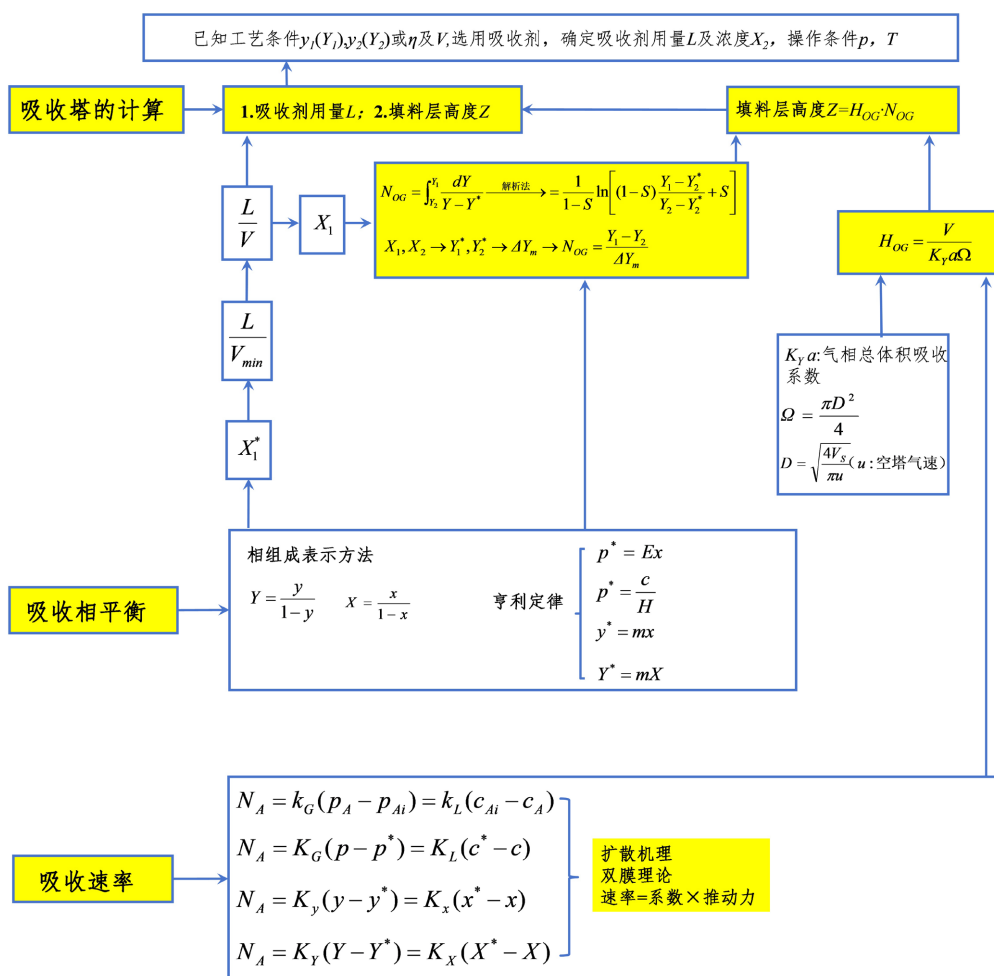


Figure 3. Knowledge network framework diagram of absorbing chapter  
图 3. 吸收章节知识框架图

从图 3 可以看出，吸收作为化工原理中分离过程中的重要单元操作，主要用于从气体混合物中分离出一种或多种组分。在课堂授课过程中，本章的知识安排可以以气液平衡理论为基础，以吸收塔设计与计算为核心，构建完整的吸收过程工程分析框架[11]。吸收章节的知识并非孤立概念堆砌，而是一个逻辑严密、环环相扣的工程分析体系。各部分之间存在着清晰的“理论支撑 - 定量描述 - 工程决策”递进关系，以及“热力学 - 动力学 - 经济学”之间的互相制约及平衡。

具体来说，以核心目标 - 吸收塔的计算为切入点进行本章内容的介绍。气体处理量  $V$ 、进出口组成  $y_1/y_2$  或回收率  $\eta$  为已知参数，以此为起点，最终的目标是吸收剂选择及吸收剂用量  $L$  的确定(由物性及平衡关系、吸收速率决定)，或者是作为设备选型，来确定吸收塔尺寸(填料层高度  $Z$ )。

在计算过程中需要涉及到扩散机理的理解及吸收速率的计算，从而引出经典理论例如亨利定律、双膜理论、扩散机理、吸收速率计算等具体的理论内容。

从作用上来看，亨利定律连接了微观分子相互作用与宏观工程参数，揭示了气液相平衡关系与吸收系统组成之间的关系，为我们限定了吸收能够达到的极限；在此基础上，双膜理论则架起相平衡与传递速率之间的理论桥梁，让同学们能够从机理上理解吸收能够达到的速度大小。最后，为同学们介绍总吸收速率方程的推导及应用，使同学们对于吸收单元操作的理解能够实现从微观机理到宏观设备的跨越，最终实现解决具体的工程实际问题。

通过本章学习，不仅应掌握吸收塔的设计计算方法，更应理解“平衡限制 - 速率控制 - 经济优化”这一化工分离过程的通用分析思路。这种思路在理解和解决其他单元操作如精馏、干燥等单元操作中的具体问题时也同样适用。

#### 4.4. 精馏单元操作知识网络框架建立

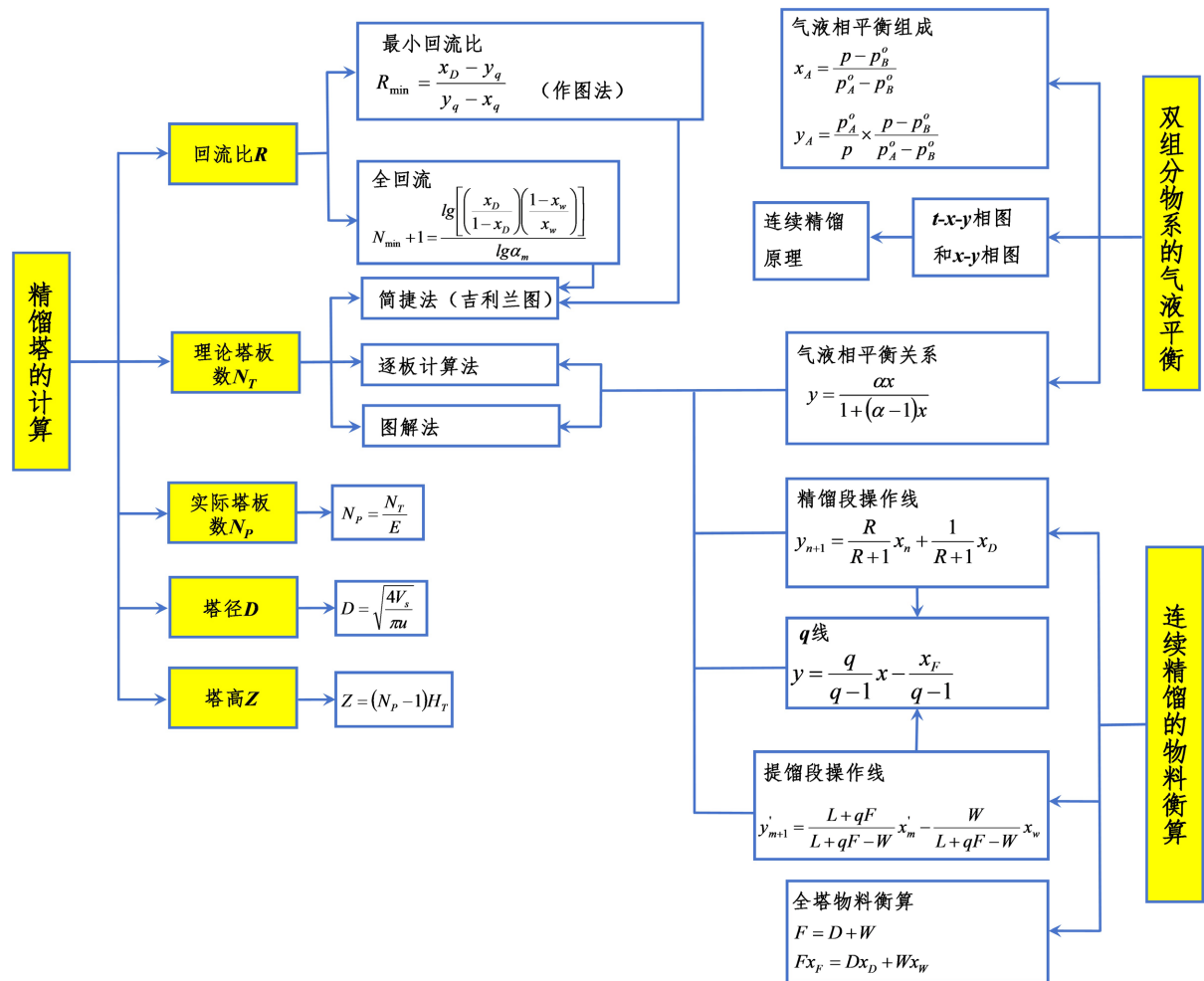


Figure 4. Knowledge network framework diagram of distillation chapter  
图 4. 精馏章节知识框架图

在精馏章节中,这种“平衡限制-速率控制-经济优化”的思路同样也得到了体现。如图4所示,为精馏章节知识的网络框架图,是以双组份物系相图、精馏系统的物料衡算及精馏塔计算为三大主要模块,以“联系思维”和“平衡思维”对其进行串联而构建的知识网络框架。

从图4我们可以看出,精馏章节的知识体系是一个由理论到设计、由理想到实际的递进结构。其中,双组份物系的气液平衡关系和物料衡算是整个框架的理论基础,气液平衡关系描述了混合物中组分在气液两相间的分配规律,是精馏计算的理论基础;而物料衡算确定进料、塔顶产品和塔底产品之间的质量守恒关系,为后续操作线方程提供依据。操作线和回流比的相关内容联系理论与实际塔设备设计与操作的桥梁,将气液平衡与物料守恒的理论转化为可计算的工程模型。塔结构设计,包括塔板数、塔高、塔径的计算是理论计算向实际设备转化的关键步骤,其中涉及到具体的计算方法,包括逐板法、图解法和吉利兰图简捷算法,贯穿始终,是连接理论与设计的桥梁。在这一章节的知识网络搭建过程中,体现了化工单元操作“理论建模→工程计算→设备设计”的典型思维方式。

## 5. 教学应用案例: 框架牵引模式的动态实施

为更直观地展示“框架牵引”模式在课堂上的动态应用,以下选取一个贯穿多知识点的综合性工程问题——“小型乙烯-乙烷精馏塔的初步设计”为例,描述完整的引导与实施过程。

问题陈述:某化工厂需分离一个乙烯-乙烷混合物,进料流量为100 kmol/h,其中乙烯摩尔分数为0.6,要求塔顶产品中乙烯纯度不低于0.99,塔底产品中乙烯含量不高于0.05。请完成该精馏塔的初步工艺设计。

步骤一:激活宏观框架,定位问题类型(第一课时)

教师首先展示精馏章节的总体知识网络框架图(如图4),引导学生识别出该问题的核心是精馏塔计算,属于框架中的“塔设计”模块。继而,引导学生思考:要完成设计,需要调用哪几大块知识?——(1)气液平衡关系(决定分离极限);(2)物料衡算(决定产品流量);(3)操作线与回流比(决定操作条件);(4)理论板数计算(决定塔高);(5)塔径计算(涉及流体力学)。

步骤二:逐层分解,定位至具体知识点(第二、三课时)

物料衡算(对应框架中“物料衡算”节点):引导学生围绕塔进行总物料衡算和轻组分衡算,求出塔顶产物流量 $D$ 和塔底产物流量 $W$ 。

确定最小回流比(对应“操作线”与“平衡关系”节点):引导学生查找或提供乙烯-乙烷在操作压力下的 $x$ - $y$ 相平衡数据,在相图上画出进料线( $q$ 线),根据分离要求确定最小回流比 $R_{\min}$ 。教师在此强调: $R_{\min}$ 是由分离要求和平衡关系决定的“下限”,实际回流比 $R$ 需通过经济权衡(操作成本 vs. 设备投资)在 $1.2R_{\min}$ 至 $2R_{\min}$ 之间选择。

计算理论板数(对应“理论板数计算”节点):引导学生使用图解法(McCabe-Thiele法)或在Excel中逐板计算,得到理论板数 $N_T$ 。教师追问:如果实际塔板效率为60%,实际板数是多少?(引出“效率”节点)。

估算塔径(对应“塔径计算”节点):引导学生根据塔内气液负荷,参考适宜的动能因子 $F$ 因子范围,初步估算塔径。此步骤需调用流体流动章节的阻力与流速概念,实现跨章节知识运用。

步骤三:综合权衡与决策(第四课时)

教师提出开放性问题:如果希望降低塔高(减少设备投资),可以调整哪个参数?这会带来什么代价?引导学生发现:增大回流比 $R$ 会减少理论板数(塔高降低),但会增加再沸器和冷凝器的热负荷(操作成本上升)。这正是框架中“经济优化”节点的体现。学生最终需要提交一份包含物料衡算表、 $R$ 的选择依据、理论板数计算过程、塔径估算值及简要讨论的设计报告。

通过上述过程，学生不是在孤立地计算一道习题，而是在框架的牵引下，经历了一个从“明确目标→调用理论→逐层计算→多目标权衡”的完整工程设计流程。静态的知识网络框架被动态地转化为解决实际问题的“工作流程图”。

## 6. 实施挑战与对策分析

尽管框架式教学模式具有显著优势，但在实际应用中也可能面临一些挑战，需要客观分析并制定相应策略。

**挑战 1:** 教师备课负担加重。构建每一章的知识网络框架、设计综合性案例、预判学生在框架中可能迷失的节点，都需要教师投入大量额外时间和精力。

**对策:** 建议采取“分章共建、逐步积累”的策略。教研室可组织教学团队，分工负责不同章节的框架图绘制与案例开发，形成共享资源库。初次实施时不必追求完美，可在 1~2 个章节先行试点，逐年迭代优化。此外，可引导学生参与框架的补充与修正，例如课后布置“为本章框架图添加一个你发现的联系”作为平时作业。

**挑战 2:** 学生初期不适应。习惯了“知识点 + 例题”被动接受模式的学生，在初期面对框架图时可能感到信息密度过大，或不知如何利用框架进行学习。

**对策:** 教师需在第一堂课进行“框架使用说明”，明确告知学生框架的作用是“地图”而非“死记硬背的清单”。每节课开始和结束时，都应返回框架图，用红圈标出本次课覆盖的节点，并预告下次课将要连接的节点。同时，在最初几周适当放慢节奏，强化学生的框架使用习惯。

**挑战 3:** 配套考核方式滞后。若期末试卷仍以考查孤立公式记忆和简单套用为主，学生会认为构建框架“浪费时间”。

**对策:** 改革考核方式，增加综合性、设计性题目。例如，期末试卷中设置一道类似第四部分所述的精馏塔简化的设计题，分值占比 30% 以上，并明确评分标准中包含“能否清晰展示解题思路在框架中的对应关系”。平时作业也可要求学生提交“框架式解题报告”，即在每道大题旁注明“本题主要调用第 X 章框架中的[具体节点名称]知识”。

## 7. 结语

综上所述，在“新工科建设”强调实践能力、系统思维与创新素养的背景下，结合我校学生普遍基础知识比较薄弱的现实，《化工原理》课程教学正面临深刻的转型需要。构建系统化、逻辑化、工程导向的知识网络框架，已成为破解教学困境、实现能力培养目标的核心策略[12]。它不仅是一种教学内容的组织方式，更是一种工程思维能力的塑造过程。化工原理学习的精髓不在于记住多少公式，而在于理解各个部分如何相互联系、相互制约。工程师的任务正是在这些复杂的联系中寻找最优平衡点：在分离要求、操作成本及设备投资之间寻找平衡；在理论精确与计算简便之间平衡。这种“联系思维”和“平衡思维”正是化学工程师解决复杂工程问题的核心能力。当面对一个实际工程问题时，能够迅速在脑海中激活完整的知识网络，准确找到关键控制点和优化方向，才是真正掌握了吸收章节的精髓。这种知识体系的学习，最终是为了培养一种系统化、结构化的工程思维方式——这正是《化工原理》作为化工专业核心课程的根本价值所在[13]。

例如，在流体流动章节，以伯努利方程为核心轴线，将静力学基础、流动阻力分析、泵的性能与选型等模块串联成一个闭环系统。学生能够清晰地看到：静力学是理解流动压力的基础，阻力损失是应用伯努利方程的关键修正，而伯努利方程最终服务于离心泵这一核心工程设备的选型与操作。这种“基础理论→过程分析→工程应用”的逻辑链条，使学生明白每一个公式和概念都不是孤立的，而是服务于一

个明确的工程目标——完成流体的有效输送。同样，在精馏章节，网络框架将气液相平衡、全塔物料衡算、操作线方程、回流比、理论板数、塔设备设计等环节，整合为“分离要求→平衡极限→操作优化→设备实现”的完整设计流程。

这种系统化的整合，帮助学生将课本中看似独立的知识点，重新编织成一张相互关联、功能明确的“工程地图”。学生不再是记忆零散的“点”，而是理解了一条条通往解决工程问题的“路径”。

另外，知识网络框架以明确的工程任务为起点和终点。例如，在传热章节，总传热速率方程是整个网络的核心，但其上游连接着导热、对流传热机理等基础理论，下游则直接指向换热器的设计与选型这一工程任务。学生在学习傅立叶定律或对流传热系数时，能立刻明白：这些概念是为了最终计算那个决定换热器大小的“总传热系数 $K$ ”。同样，精馏理论板数的各种计算方法(逐板法、图解法、吉利兰图法)，最终都服务于确定实际塔高和塔径。这种“任务导向”的知识组织方式，赋予了理论学习以明确的工程意义，极大地增强了学习的目的性和内在动力。当学生面对一个复杂的工程问题时，他们可以在脑海中迅速激活相关的知识网络，按图索骥，从物料衡算确定基本流量，由相平衡和分离要求确定最小回流比，根据经济性选择实际回流比，进而计算理论板数和实际板数，最后完成塔的工艺尺寸计算。这个过程，正是将静态的知识网络，动态地转化为解决实际问题的“工作流程图”。

因此，在《化工原理》教学中构建知识网络框架，远不只是一种教学内容的梳理与归纳。它是应对新工科挑战、实现课程从“知识传授”向“能力培养”转型的战略性举措。它系统整合了碎片化知识，结构化地训练了工程思维与系统权衡能力，并情境化地搭建了从理论通向实践的桥梁。通过这种方式，学生获得的将不再是一堆容易遗忘的公式，而是一套可迁移、可激活的工程分析框架和解决问题的方法论。这最终指向化工教育的根本目标：培养出具备深厚专业基础、严谨系统思维和强烈工程意识，能够驾驭未来复杂技术挑战的卓越工程人才。知识网络框架的建设，正是将这一目标落地的关键。

希望通过这种教学模式的转变与发展，逐渐激发出学生学习《化工原理》课程的热情，结合慕课、B站等丰富的网络资源以及雨课堂、智慧树等网络授课平台，丰富学生的学习资料[14]，强化学生的工程思维，培养出符合未来发展需要的工程人才。

## 基金项目

2025年昌吉学院校级教学研究与改革项目：“新工科”背景下基于工程问题解决能力及工程思维培养的“化工原理”课程教学改革(25JYYB056)。

## 参考文献

- [1] 夏清, 马红钦. 化工原理(上册) [M]. 第3版. 天津: 天津大学出版社, 2024.
- [2] 李昱, 宋兰兰, 张红秀. 夯基础、强实践的化工原理教学创新初探[J]. 大学化学, 2024, 39(8): 91-98.
- [3] 王婷婷, 孙初锋, 李振华, 等. 面向工程实践能力培养的“化工原理”四阶递进教学创新[J]. 大学化学, 2025, 40(7): 112-118.
- [4] 顾敬, 闫岩, 刘明凯, 等. 新工科背景下化工原理一流本科课程建设的探索与实践[J]. 安徽工业大学学报(社会科学版), 2025, 42(4): 38-40+62.
- [5] 钟建军, 喻冬秀, 瞿晓岳, 等. 多媒体视角下地方应用型院校化工原理教学改革探索与思考[J]. 教育信息化论坛, 2019, 3(10): 11-12.
- [6] 许招会, 王楠, 陶端健. “化工原理”“四模块、多层次”课程体系的构建与实践[J]. 化工时刊, 2025, 39(4): 76-80.
- [7] 史玉琳, 杨睿宸, 彭园园, 等. 思维导图在化工原理教学中的应用[J]. 教育信息化论坛, 2019, 3(8): 29-30.
- [8] 庞维国. 认知负荷理论及其教学涵义[J]. 当代教育科学, 2011(12): 23-28.
- [9] 勾昱君, 钟晓晖, 王春敏, 等. 论建构主义理论指导下教学模式和教学方法的改革[J]. 中国教育技术装备, 2012(18): 63-64.

- [10] 张近. 化工基础[M]. 第3版. 北京: 高等教育出版社, 2024.
- [11] 叶光华, 吴艳阳, 潘鹤林. 基于学科思维导图的少学时化工原理教学实践[J]. 化学教育(中英文), 2025, 46(10): 35-40.
- [12] 成忠, 诸爱士, 刘宝鉴, 等. 面向新工科建设的化工原理课程教学改革与实践[J]. 化工高等教育, 2021, 38(2): 40-46.
- [13] 李裕, 贾广信, 赵慧鹏, 等. 化工原理课程立体化学习体系的构建与实施[J]. 化工高等教育, 2019, 36(6): 27-31.
- [14] 陶彩虹, 张玉洁, 盛丽, 等. 改革考核方式, 激发学习兴趣——化工原理教学方法探索[J]. 化工高等教育, 2020, 37(2): 137-140.