



# 重庆理工大学

CHONGQING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## 课程论文

题目 化工过程模拟课程总结

院 系 化学化工学院

专 业 化学工程与工艺

班 级 150103

年 级 2022 学 号 12115990136

学生姓名 刘抗非

指导教师 杨鑫 职 称 教授

提交日期 2024 年 12 月 16 日



# 重庆理工大学本科生毕业论文(设计、作品)中文摘要

## 摘 要

在中国制造 2025、互联网+以及工业大数据深入发展的背景下，化工行业的变革正在从根本上影响化学工程师的角色定位和能力要求。过程系统工程课程作为化工专业高年级的一门关键课程，为学生提供了系统化分析与优化化工过程的思维框架和工具方法。本论文结合课程学习经历，探讨了过程系统工程的理论内涵、方法论特征及其实践价值。在此基础上，本文从新时代背景下化学工程师面临的挑战出发，阐述了过程系统工程课程对于提升学生数字化素养、培养跨学科思维以及促进创新实践的重要意义。同时，文章通过反思自身在课程学习中的感悟与不足，进一步明确了持续学习与思维拓展的必要性。研究表明，过程系统工程课程不仅为学生建立起科学、系统的工程思维，更为其在未来走向专业实践和技术创新奠定了坚实基础。

**关键词：**过程系统工程；中国制造 2025；互联网+；工业大数据；化学工程师；数字化转型



## ABSTRACT

In the context of the in-depth development of Made in China 2025, Internet+, and industrial big data, the transformation of the chemical industry is fundamentally affecting the role positioning and capability requirements of chemical engineers. As a key course for senior chemical engineering majors, Process Systems Engineering (PSE) provides students with a thinking framework and tool methods for systematic analysis and optimization of chemical processes. Based on the course learning experience, this paper discusses the theoretical connotation, methodological characteristics, and practical value of PSE. On this basis, starting from the challenges faced by chemical engineers in the new era, this paper elaborates on the significance of the PSE course in improving students' digital literacy, cultivating interdisciplinary thinking, and promoting innovative practice. At the same time, by reflecting on the insights and shortcomings in the course learning, the paper further clarifies the necessity of continuous learning and thinking expansion. The research shows that the PSE course not only establishes scientific and systematic engineering thinking for students but also lays a solid foundation for their future professional practice and technological innovation.

**KEYWORDS:** Process Systems Engineering; Made in China 2025; Internet+; Industrial Big Data; Chemical Engineer; Digital Transformation



# 目 录

第一章 引言 .....	1
第二章 过程系统工程的内涵与方法论特征 .....	2
第三章 新时代背景下化学工程师面临的挑战 .....	3
第四章 课程学习对专业认知的提升 .....	4
第五章 从课程学习到创新实践的展望 .....	5
第六章 对课程学习的不足与改进思考 .....	6
第七章 结论 .....	7
参考文献 .....	9





## 第一章 引言

当下，中国制造 2025 战略、互联网+和工业大数据的深入实施，正迅速重塑传统工业格局。化工行业作为国民经济基础性与支柱性的产业领域，同样面临一系列复杂而深远的变化。生产规模的扩大、工艺过程的精细化、资源与能源利用效率的提升、安全与环保的严格要求，以及全球竞争格局的重塑，都在推动化工过程向更加智能化、集成化和可持续化的方向迈进。在这一大背景下，化学工程师已不再是单纯进行工艺设计与设备选型的专业技师，而是必须具备复杂系统综合分析能力和决策素养的多面手。

在专业学习经历中，过程系统工程课程 (Process Systems Engineering, PSE) 为我们提供了这样一个理论与实践的平台。PSE 强调将化工过程作为一个有机整体进行研究，以数学模型、优化算法、系统分析方法为主要工具，对化工过程从设计到运行进行系统化的探讨与改进。通过本课程的学习，我对于化工行业的理解从单元操作的片段知识延伸到整体流程的优化设计，从传统经验型分析转向数据与模型驱动的决策支持。这种思维与能力的拓展，使我对专业的认识更加清晰，并在一定程度上为我未来从业后的再学习与创新提供了精神与方法论上的引导。

## 第二章 过程系统工程的内涵与方法论特征

过程系统工程作为化工专业的一门高层次综合课程，其本质是从系统观点出发，应用数学、计算机科学和控制理论等多学科知识，对化工过程进行建模、分析、优化和决策<sup>[1]</sup>。与传统的单元操作课程侧重于局部过程机理不同，PSE 强调用整体观念将原料采购、流程设计、生产优化、能耗管控以及后期维护等环节融会贯通，使学生在面对实际工业难题时能够从全流程角度进行考量。

从方法论的角度来看，PSE 有以下几个特征：

1. 系统思维导向：不再满足于局部问题的解决，而是强调整体性，将复杂的化工过程视为相互关联的系统。
2. 模型驱动决策：通过建立数学模型抽象实际工业问题，借助模型求解与优化算法为生产和管理决策提供科学依据。
3. 数据与计算融合：随着工业大数据与人工智能技术的兴起，PSE 与数据科学的结合日趋紧密。这使得我们在解决问题时，除了传统的机理分析外，还可借助数据驱动的方法<sup>[2]</sup>。
4. 跨学科整合：PSE 融汇化工、数学、信息学、控制工程、管理学等多领域知识，为学生提供一个宽阔的知识平台，促进跨学科思维的形成。

在课程学习过程中，从线性规划、非线性优化，到动态模拟与鲁棒控制，再到生产计划与调度优化、供应链管理等，每个环节无不体现出系统方法的强大生命力。正是这种综合视角和工具手段，让我深刻领悟到 PSE 不仅是一门学科，更是一种解决复杂问题的思维方式。

### 第三章 新时代背景下化学工程师面临的挑战

在中国制造 2025 的战略指导下，智能制造、绿色制造和高端制造是化工行业的关键词。互联网+的推动加速了信息技术与传统工业的融合，而工业大数据则为化工过程的优化与决策注入了全新的动力。在此过程中，化学工程师所需承担的责任与过往有着本质上的提升。

一方面，化工流程逐步走向数字化与智能化<sup>[3]</sup>。生产系统不再是“黑箱”，而是在传感器与信息系统的协助下，将大量生产数据实时反馈给决策者与管理者。在这一过程中，化学工程师如果仍局限于经验判断、单点优化，将很难应对复杂的动态环境。相反，具备数据分析、过程建模与优化能力的工程师可以借助 PSE 的工具，对大数据进行有意义的解读，并为企业决策提供科学支持。

另一方面，资源与环境约束愈发严苛。可持续发展要求工程决策充分考虑环境影响和经济效益的综合平衡，而非单纯追求产量或利润最大化。PSE 中多目标优化和生命周期分析的方法论能为这类问题提供框架，化学工程师需要在多重约束与指标下实现整体最优。

此外，市场快速变动和国际竞争加剧也要求化学工程师具备灵活的调整与快速响应能力。过程系统工程方法学为生产计划与调度优化提供了模型与算法上的支持，使工程师能够在不确定环境中有效平衡成本、产量、质量与供应链协同。

## 第四章 课程学习对专业认知的提升

回顾过程系统工程课程的学习，我最直观的感受是从“碎片化知识”向“系统化思维”转变。以往的专业课程更多关注某一单元操作的原理与设计方法，例如精馏、萃取、反应器设计等。这些知识为化学工程打下必要的理论基础，但在面对一个完整的化工生产流程时，学生往往难以形成整体观。这种局限性使得我们在实际应用中难以将各个单元操作有效地整合在一起，从而影响了对整个化工过程的理解和优化。

而 PSE 课程通过流程模拟与优化案例、供应链管理实例，以及多目标决策案例分析，将原本分散的单元操作知识串联成一个逻辑有序的整体。在课程项目中，我和同学们使用 Aspen Plus、Mworks 等软件对既定的化工流程模型进行优化，通过调整操作条件、能源配置、物流路径等因素来提升系统整体性能。这种实践强化了我对系统思维的理解，使我意识到，化工生产不仅仅是单个环节的优化，而是一个复杂的系统，其中每个部分都与整体紧密相连。

这种系统思维的培养让我明白，一个微小环节的改进可能带来全局性的收益，而不恰当的局部优化也可能损害整体效益。例如，在优化某一反应器的操作条件时，如果忽视了与后续分离过程的衔接，可能导致整体能耗的增加或产品质量的下降。因此，在实际工作中，作为化学工程师，我们不仅需要具备扎实的专业知识，还需具备全面的系统视角，以便在复杂的生产环境中做出科学合理的决策。

此外，该课程也改变了我对化学工程的职业路径与定位的认识。传统印象中，化学工程师的工作似乎更多局限在工厂车间、生产装置与设备选型层面。但通过 PSE 课程的学习，我了解到化学工程师还可以在更高层次上参与决策：设计生产网络、参与企业战略规划、结合经济学与管理学知识分析供应链的最优配置，甚至在全局资源配置与政策咨询中提供建议。这些认知扩展了我对未来职业发展的设想，让我意识到自身所学并非只为一线生产服务，还能够在更广阔的产业链和决策链条中发挥作用。

例如，在如今的全球化市场环境中，化学工程师需要考虑的不仅是生产效率，还包括环境影响、经济可行性和社会责任。这要求我们必须具备跨学科的知识和技能，能够在不同领域之间架起桥梁，推动可持续发展和创新。因此，我计划在未来的学习和工作中，积极拓展自己的知识边界，关注经济学、管理学和环境科学等相关领域的动态，以便在多变的行业环境中保持竞争力。

## 第五章 从课程学习到创新实践的展望

在学习过程系统工程的过程中，我逐渐意识到，我们处于一个需要不断“再学习”与“再创造”的时代。当前的技术与知识更新速度之快，意味着今天从课程中获得的方法和工具，明天或许需要迭代、融合新的数据科学与人工智能手段。面对这一现实，我深刻体会到终身学习的必要性。为了适应迅速变化的环境，我计划定期参加行业研讨会、在线课程和专业培训，以保持对前沿技术的敏锐洞察。

同时，课程所强调的系统观与优化思想为创新实践提供了有力支撑。化工行业的创新不仅仅是新工艺、新催化剂的出现，更是通过整合已有资源与流程，借助系统优化来获得结构性突破。PSE（过程系统工程）为工程师提供了创新的出发点：面对复杂问题时，先建立清晰的系统模型，以科学的方法论为基础不断迭代与尝试，从而找到新的解决路径。这种方法论不仅适用于化工领域，也可以推广到其他行业，例如可再生能源、环境保护等，在不同领域中寻求创新与突破。

在个人层面，我对自身的知识结构与技能树进行了重新审视。我需要进一步强化数学与优化理论基础，深入学习数据分析与机器学习方法，并关注产业动态与政策导向。只有拥有宽广的学科视野与多元工具箱，我才能在未来实践中灵活应对挑战。此外，我还计划参与跨学科的项目合作，与来自不同背景的专家共同探讨和解决实际问题，这将有助于拓展我的思维方式和创新能力。

总之，从课程学习到创新实践的转变，既是一个个人成长的过程，也是对未来职业发展的深刻思考。我相信，只有不断学习、勇于创新，才能在这个充满挑战与机遇的时代中立于不败之地。

## 第六章 对课程学习的不足与改进思考

在回顾课程学习的过程中，我也认识到自身仍存在不足。例如，在实际案例分析中，我对模型参数、约束条件的理解还不够深刻，对复杂优化问题的求解策略仍不够熟练。有时在面对大型求解问题时，我过于依赖软件的黑箱式操作，而缺少对模型内在机理的透彻掌握。这种情况让我意识到，单纯依赖工具而不深入理解其背后的理论基础，会导致我在遇到复杂问题时无从下手。因此，我计划在课后多读相关文献，深入理解优化算法的原理，并尝试在实际案例中灵活应用。

为了弥补这些不足，我将制定一个详细的学习计划，涵盖数学基础、优化理论和数据分析等多个方面。我会定期参加线上课程和研讨会，以获取最新的研究动态和技术进展。同时，通过阅读经典文献和最新研究成果，我可以更好地掌握当前领域的前沿动态和技术发展。此外，我还计划进行一些自主项目，使用不同的优化工具和方法，以加深对模型构建和求解过程的理解。这样的实践不仅能提高我的技能水平，还能帮助我培养独立思考和解决问题的能力。

与此同时，我也感受到团队学习与跨专业交流的重要性。在课程项目中，若能与具备编程、数据分析或经济管理背景的同学合作，将为问题求解提供更多思路和资源。这种多样化的合作能够促进知识的共享与融合，使我们在解决问题时能够从不同的角度出发，形成更为全面和有效的解决方案。这也体现出化工行业的未来发展不再是单兵作战，而是多专业协同的系统工程。不同专业的知识和视角能够互相补充，形成更为全面的解决方案。例如，结合数据科学与化工过程的优化，可以利用机器学习算法对实验数据进行分析，从而发现潜在的规律和优化路径。

为了实现这一目标，我将更加主动地寻求跨专业合作机会，参与多学科的项目和活动。我计划加入校内外的科研团队或行业协会，积极参与讨论和交流，以扩大自己的专业网络。同时，我也会努力提高自己的沟通能力，确保能够清晰表达自己的观点和想法，以便更好地与他人合作。通过这种方式，我希望能够在团队中发挥积极作用，贡献自己的力量，同时也从他人的经验中学习，提升自己的综合能力。

## 第七章 结论

过程系统工程课程为化工专业学生搭建了从基础理论到工程实践的坚实桥梁。通过系统化的思维模型、优化与决策工具的学习，我对化工过程有了更全面而深入的理解，并对未来职业角色和知识结构的构建有了更清晰的认识。在新时代背景下，化学工程师已成为推动智能制造、绿色制造和可持续发展的重要力量。PSE 课程则为我们奠定了扎实的理论与方法论基础，使我们能够在数字化转型和全球化竞争中，以科学、理性与创新的态度迎接挑战。

对于未来，我将继续深入学习与实践，努力将 PSE 的思想融入专业成长道路中，不断拓展视野、更新知识和完善技能。相信在这一持续迭代的过程中，我将能够更好地运用所学，为化工行业的创新发展做出自己的贡献。





## 参考文献

- [1] CAMERON I T, HANGOS K M. Process Modelling and Model Analysis[M]Second EditionAcademic Press, 2013
- [2] CHEN B, NG D K S. Industrial Big Data Analytics and Process Integration[J]Current Opinion in Chemical Engineering, 2018, 22: 221-227
- [3] SIIROLA J J. Industrial Process Synthesis and Engineering in the Age of Big Data[J]AIChE Journal, 2014, 60(6): 2025-2034

