



天津大学

全方位、立体化改革

建设一流的国家级实验教学示范中心

天津大学化学化工国家级实验教学示范中心

天津大学化学化工国家级虚拟仿真实验教学中心

报告人：马骁飞

2016年04月28日

中心简介

- (1) 化学化工国家级实验教学示范中心
(2006年首批)；
- (2) 化学化工国家级虚拟仿真实验教学
中心 (2014年首批)。

实验中心下设：

- (1) 基础化学实验中心
- (2) 化工基础实验中心
- (3) 大型仪器中心
- (4) 虚拟仿真中心

每年面向本校及天津市部分高校的**20**
多个专业，**200**多个教学班；
开设化学化工类基础实验课程**9**门；
涉及的实验内容**百余**项；
每年**6200**人次进行基础化学化工实验；
人时数达**265000**/年。



一、化学化工实验教学示范中心建设

二、化学化工虚拟仿真实验教学中心
建设

一、化学化工实验教学示范中心建设

1. 树立新的基础实验教学理念

一流的大学



一流的本科教学



一流的实践教学

要培养一流的化学化工人才，必须
坚持开出一流的化学化工基础实验！

必须把“教学”理解为“教育”

激发学生求知欲望

强化科学素质教育

落实创新能力培养

目的

实验教学

措施

实现“角色转变”

挖掘实验内涵

提升实验水平、效率

2. 建设高水平的实验教学团队

- (1) 2008年获“国家级工科化学基础课程（含实验）教学团队”；
- (2) 2009年获“国家级化工专业实践教学团队”；
- (3) 2009年中心主任田宜灵获国家教学名师奖；
- (4) 2010年获天津市“工人先锋号”先进集体；
- (5) 2013年团队获“全国五一巾帼标兵岗”称号；
- (6) 2015年获“天津市基础化学实验教学团队”。

中心已形成了一支有国家教学名师
领衔，以中青年教师为骨干，适应研究
型大学教学需要，年龄、学历优化的教
学团队。

3. 实施精品化战略，编写国内一流的教材

	名称	出版社	时间	说明
1	基础化学实验教程(第三版)	科学出版社	2010	“十一五” 国家规划教材
2	无机化学实验	高等教育出版社	2012	“十五” 国家规划教材
3	化工原理实验(第二版)	高等教育出版社	2013	
4	高校实验室安全基础	天津大学出版社	2014	
5	物理化学实验	高等教育出版社	2015	面向 21 世纪配套参考书
6	基础化学实验教程(第四版)	科学出版	2015	“十一五” 国家规划教材



4. 持续、有效的创新实验教学改革

(1) 进行“内涵挖掘、内容提升和角色转变”的改革探索。

内涵挖掘——深入挖掘基础实验的育人功能，强调科学素养和创新意识的培养。

内容提升——对已有实验进行筛选、整合，实现围绕一个基本原理，可掌握一组实验仪器，学会一套研究方法，能解决一类科学和应用问题。

(压缩验证性实验，强化应用性、综合性实验)
实现科研项目实验化。

角色转变——学生变被动为主动、由操作者变成实践者、研究者，学生发挥了主观能动作用，实现了基础实验科学化。

如：有机化学的酯化反应

过去：大家统一用浓硫酸作催化剂

现在：

- ①每组两人，分别用浓硫酸和超强酸作催化剂；
- ②反应过程中，相互观察反应现象、反应速率、分离难易程度；
- ③分析讨论二者的优缺点，提改进设想；
- ④树立环保和绿色化学概念。

化工原理流体流动综合实验：

过去：三个单独实验。

现在：将离心泵性能测定、单相流动阻力、流量计标定有机结合设计成一个综合实验。

达到多知识点、多测量技术的融会贯通，实现了知识和技能系统化、网络化和有效化。

教师的科研成果转化为本科生实验。

张明杰教授发表在J. Chem. Edu.上的研究成果：
将番茄酱中提取番茄红素的两种新方法转化为有机化学实验。

一种方法是以丙烯酸、丙烯酸丁酯和苯乙烯三元共聚物为乳化剂提取番茄红素；另一种采用泡沫分离提取番茄红素。

使学生了解用薄层色谱和紫外可见分光光度法分离-检测番茄红素的实验方法，安全可靠的天然产物提取-分离技术。

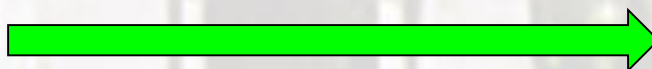
(2) 提升技术水平，也是改革的一项重要措施

把现代仪器分析实验方法、技术应用到实验中去，把“经典”实验提升为“现代”实验。

物理化学实验中的二元互溶系统蒸馏曲线测定

只测几组
定组成的
气液平衡
数据

波纹填料可视精馏塔

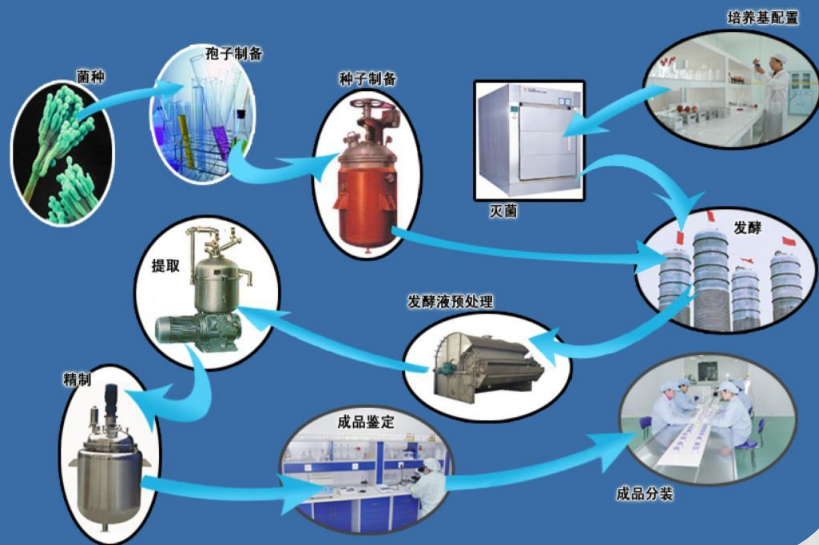


提升为蒸馏
曲线测定与
精馏操作内
容的结合

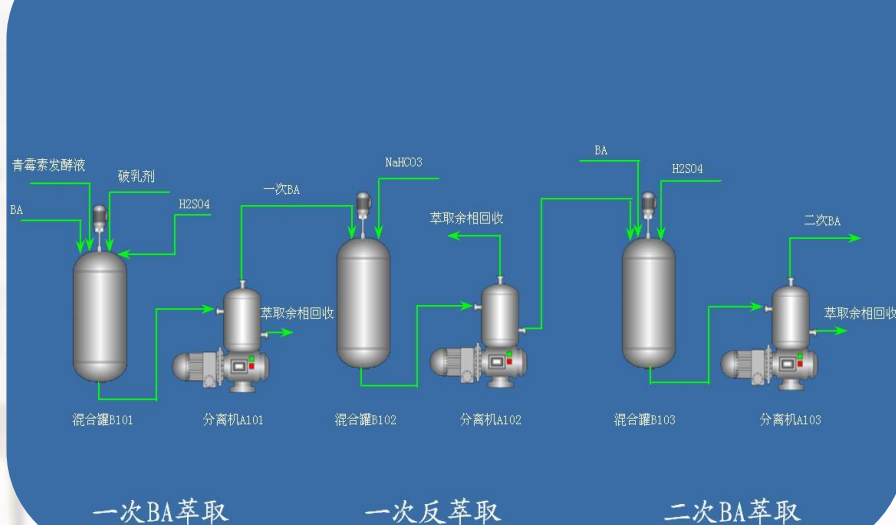
用蒸馏曲线进行物质分离提纯的原理，使学生理解社会和工业需求永远是科技创新的推动力。

(3) 开设“高、危、难”性质的虚拟仿真实验，强化绿色、环保、安全的理念。

青霉素生产工艺过程



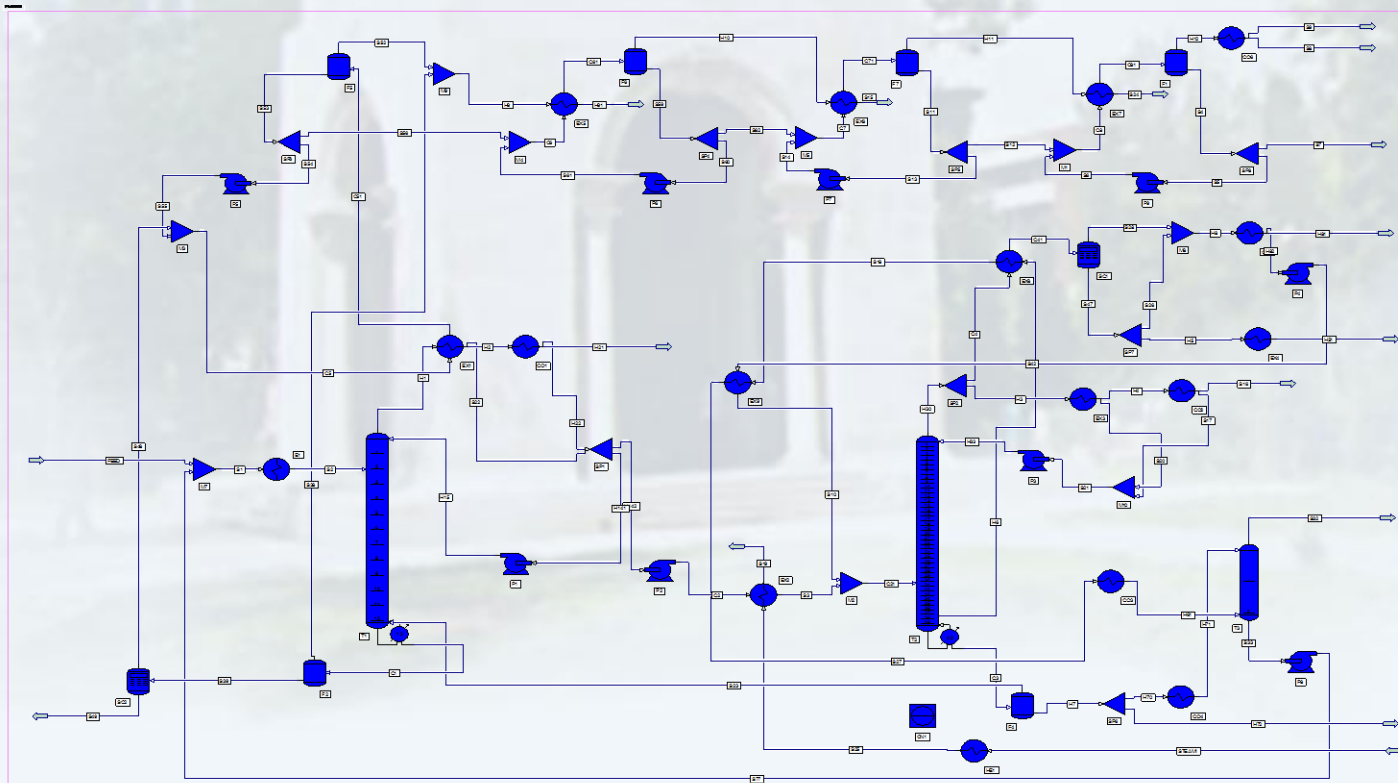
青霉素提取



了解发酵法生产青霉素的全部工艺流程、工艺参数、所用设备，使学生真正理解发酵法生产医药产品的关键技术和关键控制指标。

纤维素乙醇关键技术突破及工程应用

实现了纤维素酒精酶解、发酵及精馏全流程的计算机模拟，并通过热网络、过程强化等技术实现优化，形成了了具有自主知识产权的纤维素乙醇生产全流程技术软件包。



有效的创新实验教学改革：

提高学生主动和积极性；

训练学生基本实验技能；

突出创新能力培养；

提高实验教学质量 and 效率。

5. 研发新设备，提高现代化水平

实验设备作为高校**教学实验改革**的重要组成部分，不仅推动了**教学内容和教学方法**的进步，而且也是体现高校**教学质量**的重要指标。

微型化学实验仪器



化工基础实验新设备



催化裂化工艺过程模型



流体流动实验装置



精馏实验装置



CO₂吸收-解吸实验装置

自主研发了国内领先的实验设备，基本形成了“综合型、设计型、研究型”的化工基础系列实验装置。

拓宽了实验教学内容，提高了实验教学效果；也提高了实验教学队伍的教学科研水平。

被国内外几十所院校所引进，包括精馏、传热、离心泵、流动阻力、吸收、萃取、过滤等实验设备达200多台套，起到辐射和示范作用。

二、天津大学化学化工国家级虚拟仿真实验教学中心建设

建设定位

- 中心开展研究型教学和倡导研究性学习；
- 坚持“人无我有，人有我优”的高标准；
- 建成一个资源丰富、体系完善、功能齐全、集实验、实训、实践为一体的大平台，实现全国范围内的资源共享。

建设思路

1. 发挥优势：九门精品课

	课程名称	国家级	时间	单位
1	化工原理及实验	国家级精品资源共享课	2013	天津大学/贾绍义
2	化学工艺学	国家级精品资源共享课	2013	天津大学/马新宾
3	化工分离过程	国家级精品资源共享课	2013	天津大学/姜忠义
4	化工设计	国家级精品资源共享课	2013	天津大学/王静康
5	物理化学	国家级精品资源共享课	2012	天津大学/周亚平
6	无机化学	国家级精品资源共享课	2013	天津大学/崔建中
7	有机化学(工)	国家级精品资源共享课	2013	天津大学/张文勤
8	反应工程	国家级精品资源共享课	2012	天津大学/辛峰
9	化学漫谈—发明与启示	国家精品视频公开课	2013	天津大学/田宜灵

1. 发挥优势：

九门精品课，强大化学化工学科群，两大教学团队，200多所高校采用天大微型仪器和化工基础实验设备；校企合作牢固，双方都有积极性。

2. 四个相结合：

(1) 自主开发，引进，连接相结合；

(2) 教学改革和科学研究与实验项目开发相结合；

(3) 优质教学资源与优质实训资源（校企合作）
相结合；

(4) 高水平脚本（教师付出）和高水平虚拟
仿真技术（上级投入）相结合；

3. 整合资源：

(1) 化学实验基本技术模拟仿真：

物质的合成技术（分子设计，典型有机、无机物合成方法与技术）；

物质的分离与提纯技术；

物质的物理化学鉴定技术（定性、定量）；

苛刻条件（高温、高压、有毒、无水无氧、放射）下制备技术……

以上为主线，辅以相应的实验。

(2) 化工单元和通用装置虚拟仿真：

化工基础实验（单元操作）；

通用装置，如：常减压、催化重整、催化裂化、精馏、合成气生产等。

(3) 化工工艺流程模拟仿真：

如环氧乙烷/乙二醇的整套工艺；

聚丙烯生产的整套工艺；

石油炼制整套工艺；

青霉素生产工艺；

生物质乙醇工艺。

(4) 化学化工安全虚拟仿真：

危险化学品知识，使用保存规范；

高压容器规范，操作要点；

燃烧、爆炸、中毒等紧急情况处理；

自我防护的知识和技能。

4. 争取达到“五位一体”网络教学功能

理论学习

典型技术、设备、工艺知识

模拟实验

学生自测评

教师的评判和师生互动

5. 整合成五个仿真实验室和实训基地

(1) 分子设计模拟教学实验室

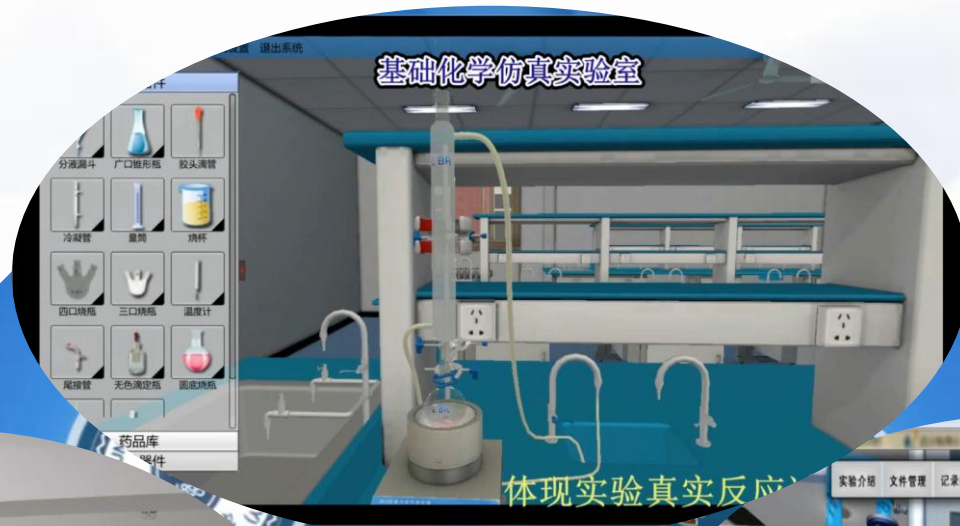
(2) 现代化学实验技术模拟教学实验室

(3) 化工单元操作仿真教学实验室

(4) 大型和贵重仪器仿真教学实验室

(5) 化学工艺虚拟仿真教学实验室

(6) 化学化工虚拟仿真实训基地



- 基础化学仿真实验室
- 化学原理仿真实验室
- 分子设计模拟教学实验室
- 大型仪器仿真教学实验室
- 化学工艺虚拟仿真实验室



本中心将提供从**分子设计**到**生产实际操作控制**的全程学习，构建大化学化工的**虚拟仿真**学习资源，功能齐全而强大，而且**特色鲜明**。

(1) 分子设计模拟教学实验室

- 化学家不可能借助实验方法去描绘化学过程中可能的历程和每一个详细步骤。
- 理论计算化学可为此提供重要技术支持。

(2) 现代化学实验技术模拟仿真教学实验室

- 根据“虚实结合、互相补充、能实不虚”的原则，设计开发现代化学实验技术案例，**基础化学实验必须由真实实验完成。**
- 虚拟仿真对象主要是**高危险、高成本、复杂性化学实验。**

(3) 化工单元操作仿真教学实验室

- 化工单元操作所用的设备复杂，价格昂贵，特别是机电一体化的设备，投资更多。
- 学校空间和套数有限，仿真模拟能为此提供方便。

(4) 大型及贵重仪器仿真教学实验室

- 许多大型仪器价格极其昂贵，环境条件和基础设施要求苛刻，运行和维护成本高。
- 可以为用到大型仪器的学生提供岗前培训，还可以供教学使用。联网后，对大型仪器使用有需求的各层次各类人才提供网上虚拟仿真培训服务。

(5) 化学工艺虚拟仿真实验室

- 化工单元合理组合构成化学工艺流程。该实验室主要承担典型化学工艺流程的虚拟仿真实验的开发，目前功能主要为**化学化工相关专业学生的相关课程而开设**，条件许可后，可部分对社会开放。

(6) 化学化工虚拟仿真实训基地

- 为进入工厂生产实习的学生或者新入职的技术人员提供实训服务。
- 先虚后实、虚实结合。虚拟仿真操作合格后再进现场、走流程、看设备，实现全局性和直观性地理解整体工艺的设计原理及相关设备选取依据。

特色：

- (1) 将理论的科学性，学习的探究性，功能的交互性，操作的便捷性，工程的实用性完美结合。
- (2) 实现从分子设计到工业化生产的过渡与无缝连接。
- (3) 强调化学化工安全。



天津大学



谢谢!