

实验与实践教学

浅谈全国大学生化工设计竞赛对学生
综合能力培养的促进作用^{*}

——以广东石油化工学院为例

黄燕青, 陈 辉

(广东石油化工学院 化学工程学院, 广东 茂名 525000)

[摘要]文章基于广东石油化工学院教师团队指导学生连续六年参加全国大学生化工设计竞赛的经验与体会,从查阅文献和文档编辑整理归纳能力、创新思维、现代计算工具应用能力、工程制图能力、表达交流能力、团队协作精神六个方面,探讨了全国大学生化工设计竞赛对学生综合能力培养的促进作用。

[关键词]全国大学生化工设计竞赛; 学生培养; 综合能力

Discussion on the Promotion Effect of the National Undergraduate
Chemical Design Competition on the Cultivation of Comprehensive
Ability——Taking Guangdong University of Petrochemical
Technology as an Example

Huang Yanqing, Chen Hui

(College of Chemical Engineering, Guangdong University of Petrochemical
Technology, Maoming, Guangdong 525000)

Abstract: According to the experiences of the teachers' team from Guangdong University of Petrochemical Technology in guiding students to participate in the National Undergraduate Chemical Design Competition (NUCDC) for six consecutive years, this paper will respectively refer to the promoting role of NUCDC on cultivation of students' comprehensive ability, including searching literature, document editing and summarizing, innovative thinking, modern computing tools, engineering drawing, communication and expression, teamwork spirit, and so on.

[作者简介] 黄燕青(1990-),女,研究实习员;陈辉(1969-),男,教授,博士。

[通信作者] 陈辉, E-mail: 2544835006@qq.com。

^{*} 基金项目:广东省高等教育教学改革项目(2018年)“基于石油化工应用型创新人才培养,化工设计课程教学模式的探索与实践”;广东石油化工学院教学质量与教学改革工程建设项目(2017年)“化工设计竞赛对石油化工类产教融合人才培养模式促进作用的研究”;广东石油化工学院教学团队建设项目(2019年)“化工设计教学团队”(编号:TDPY201925)。

Key words: National undergraduate chemical design competition; Cultivation of students; Comprehensive ability

全国大学生化工设计竞赛是由中国化工学会、中国化工教育协会、教育部高等学校化学工程与工艺专业教学指导分委员会共同举办的全国性大学生化工类竞赛,在三井化学公司、东华工程科技股份有限公司等企业的赞助下已成功举办了十三届。该竞赛的目的是多角度、全方位培养大学

生的团队协作精神,强化大学生的创新思维和工程设计能力,增强其理论联系实际的能力^[1]。

广东石油化工学院自 2013 年首次参赛以来,已连续七年取得全国总决赛一等奖的优异成绩,是广东省唯一一所连续七年获得全国一等奖的高校。表 1 为我校 2013—2018 年参赛及获奖情况。

表 1 广东石油化工学院 2013—2018 年参赛及获奖情况

获奖时间	参赛队伍数量	获奖等级及数量(项)		
		全国一等奖	全国二等奖	全国三等奖
2013 年第七届	3	1	1	1
2014 年第八届	3	1	1	1
2015 年第九届	3	1	1	1
2016 年第十届	4	1	1	2
2017 年第十一届	9	1	2	5
2018 年第十二届	4	1	2	1

全国大学生化工设计竞赛包含工艺设计、物料和能量衡算、厂区布置、经济衡算、图纸绘制、文档编辑、答辩等多项内容,内容多、难度大。竞赛题目紧密结合我国国民经济重要领域,要求参赛者以团队方式完成。该竞赛对传统教育模式无疑是一种挑战,引导参赛学生从被动学习和被动接受知识转变为主动应用知识和创造知识,从个体学习过渡到团队合作。大赛为学生创造了极大的发展空间,使学校的专业教育更关注学生工程能力和综合素质的培养。本文将从查阅文献和文档编辑整理归纳能力、创新思维、现代计算工具应用能力、工程制图能力、表达交流能力、团队协作能力六个方面,浅谈全国大学生化工设计竞赛对学生综合能力培养的促进作用。

一、强化学生查阅文献和文档编辑整理归纳能力

历年化工设计竞赛的设计题目大体上可分为规定原料型和规定产品型两类,如 2018 年题目“为某大型石化综合企业设计一座分厂,以异

丁烯为原料生产非燃料油用途的有机化工产品”为规定原料型题目,2015 年题目“为某一大型综合化工企业设计一座采用清洁生产工艺制取乙二醇的分厂”为规定产品型题目^[1]。无论是哪种类型的题目,参赛队伍都需要根据竞赛任务书,查阅大量的学术论文、专利、年鉴等资料,为选择工艺生产技术方案及确定生产工艺、生产规模、市场分析、厂区选择等环节奠定基础。如何将搜索到的资料进行文档编辑,是学生面对的首要任务。

参赛队伍的初次参赛文档往往存在很多问题,如正文格式不统一、图表不清晰、标题不够凝练、内容杂乱且逻辑性差等。经过六个月的修改与打磨,学生最终提交的参赛文档不仅封面、目录、各级标题、图表、正文段落、页眉页脚等格式统一整齐、清楚美观(有些队伍还在页眉处加入具有团队特色的标识);而且内容有数据、有信息、有对比,标题简练,且每章附有总结和设计清单。如何将资料中的信息整合,以图表等直观的形式呈现

出来,在初赛网评阶段是非常重要的。在这个过程中,参赛学生通过不断修改和完善文档,大大提升了文档编辑整理归纳能力。

二、初步培养学生创新思维

创新是一个民族进步的灵魂,是一个国家兴旺发达的不竭动力。大学生是创新事业的主体,他们的创新能力是化工设计竞赛中十分重要的考核内容之一,体现在原料利用、产品方案、工艺流程、反应器与分离设备、节能降耗、“三废”处理、安全控制等化工生产各环节的工作中。改进旧工艺与创造新工艺,能从源头上优化流程,增强目标产品的选择性,提高产品的产量和质量,减少“三废”排放,最终实现清洁生产、降低能耗和碳排放、减少投资、降低运行和维护成本等目标^[2-3]。

化工设计竞赛以问题为导向,有利于激发学生的创新思维,增强学生创新的主动性,加深其对创新重要性(实现设计工厂“安、稳、长、满、优”)的理解。同时,创新性的思考和实践又能提升参赛作品竞争力。

本文以我校 2017 年塔利亚团队“中石化普光天然气净化厂 50 000Nm³/h 酸性废气深度脱硫及资源化利用项目”选用克劳斯工艺的直流式进

料方式这一创新点为例,简单介绍该项目对学生创新思维培养的促进作用。

在进料方式上,参赛团队首先对比了直流法和分流法不同:直流法是指酸性气体一次性全部进入燃烧炉,通过控制供氧量,造成缺氧的条件,从而使燃烧炉中形成部分燃烧过程;分流法则是指酸性气体分级燃烧,即把酸性气体分成两股,一股直接预热进入一级反应器,而另一股通入燃烧炉进行完全燃烧。两种不同工艺路线的流程如图 1 和图 2 所示。

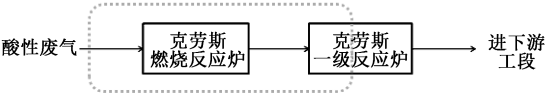


图 1 直流进料示意图

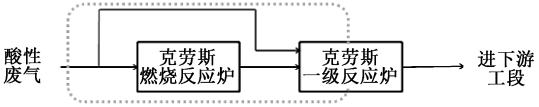


图 2 分流进料示意图

之后,团队对两种工艺的效果进行了以下分析:不同进料方式的选择会对燃烧炉炉膛的热负荷和进入下游反应器的气体杂质含量产生很大的影响,以所处理的含 H₂S 60%的酸性气为原料,两种进料方式的效果对比如表 2 所示。

表 2 直流法与分流法使用效果对比^[4]

项目	直流法	分流法	使用效果前后对比
适宜 H ₂ S 浓度范围	>55%	15%~30%	—
炉膛操作温度	1 000℃	1 300℃	—300℃
炉膛操作压力	0. 2MPa	0. 2MPa	—
控温效果	较差	较好	↓
进入克劳斯下游反应器杂质	0. 01%~0. 02%	0. 1%~0. 2%	—0. 09%~0. 18%
对炉膛温度负荷	低	高	↓

由表 2 可知,当原料气中的 H₂S 含量达到 60%时,直流法进料方式对燃烧炉的温度负荷更低,且对经过燃烧炉后进入克劳斯反应器的原料气中所含有的 NH₃ 及烃类杂质去除得更为干净,从而对其催化剂床层有一定的保护作用。因此,团队最终选择了直流法进料方式。

在参赛过程中,指导教师带领学生完成“发现问题→分析问题→提出解决方案→对比讨论优缺点→得出结论”的过程,初步培养了学生的创新思维。

三、强化学生熟练使用现代计算工具的能力

21 世纪以来,计算机在化工领域的应用越来越

越广泛,其应用价值也越来越受到化工行业的认可。现代设计方法的应用在化工设计竞赛中占比15%,包括计算机辅助过程设计(7%)、计算机辅助设备设计(4%)、计算机辅助工厂设计(4%)。参赛者应用 Aspen Plus 进行工艺流程模拟、优化与设计,应用 Aspen Energy Analyzer 进行夹点分析并根据分析结果进行热集成,应用 Aspen Exchanger Design and Rating 等软件进行设备设计与选型,应用 AutoCAD 绘制设计图纸及应用三维建模软件进行设备布置或工厂外观设计等^[1]。全国大学生化工设计竞赛常用的化工过程与设计软件如表 3 所示。

四、加强学生工程制图能力的培养

大赛工程图纸评分表在图纸格式规范性和内容正确与完整性两部分设置了评分细则,合计占总分的 15%,如表 4 所示。从中可看出,大赛引导学生的设计朝着符合国家相关设计标准、绘制规范、图纸美观大方、内容完整且正确的方向发展。

五、提升学生表达交流能力

在竞赛答辩环节,各参赛队伍进行 20 分钟的分工合作,将项目背景、研究目的与意义、市场分析、生产规模、厂址选择、工艺比选、工艺技术方案

表 3 化工设计竞赛常用的化工过程与设计软件

软件类型	软件名称	用途说明
过程模拟与优化	Aspen HYSYS	反应器模拟
	Aspen Energy Analyzer	热集成
	Water Design	水集成
	Aspen Dynamic	成品塔动态模拟
	Aspen Plus	流程模拟
	Fluent	反应器流场模拟
	Aspen Plus Simulation Engine	流程模拟引擎
	Aspen Process Economic Analyzer	初步经济分析
工程制图与三维建模	Comsol Multiphysics	反应器模拟
	AutoCAD	PFD、P&ID
	PDMAX、PDMS	车间布置及配管设计
	SPDA	车间、装置三维图
	PSMS	三维车间与配管
	Smart Plant 3D、3DMax	车间三维布置与配管
	SketchUp	厂区三维图
	3DPlant	三维建模
设备设计与选型	Sulpak3.0	填料塔设计
	Matlab R2012a	反应器建模
	Croe	反应器内部结构设计
	CUP-Tower	塔设备设计
	KG-Tower	板式塔计算
	HTRT、Aspen Exchanger Design and Rating、Aspen HTFS+	换热器设计
	Matlab	换热器传热优化
	chemCAD6.0.1-sizing	设备设计
	SW6	强度校核设计
	Polymath	反应器设计

续表 3

软件类型	软件名称	用途说明
环境风险 评价	ALOHA	储罐泄漏扩散模拟
	Autopipe	管道应力分析
	Eian	噪声评价分析
	PV Elite	应力分析
	Eiaw	水环境评价分析
	EIAProA	大气风险模拟评价
	Aermodsystem	大气评估
	Risksystem	环境风险评估
	Noisesystem	噪声影响评价系统
	EHS	环境、健康、安全
	Screen3Model	大气环境影响评价

表 4 全国大学生化工设计竞赛工程图纸评分表^[1]

参赛队名：

物料工艺流程图（PFD） （5 分）			工艺管道及仪表流程图（P&ID） （4 分）			车间设备布置图 （3 分）			分厂平面布置图 （3 分）		
格式规 范性 （1 分）	图框、标题栏 （0.5 分）		格式规 范性 （1 分）	图框、标题栏 （0.5 分）		格式规 范性 （1 分）	图框、标题栏 （0.5 分）		格式规 范性 （1 分）	图框、标题栏 （0.5 分）	
	图标、图线、 文字 （0.5 分）			图幅、图标、 图线、文字 （0.5 分）			图幅、比例、 图线、文字 （0.5 分）			图幅、比例、 图线、文字 （0.5 分）	
内容正 确与完 整性 （4 分）	流程结构 （2 分）		内容正 确与完 整性 （3 分）	单元控制逻辑 （2 分）		内容正 确与完 整性 （2 分）	空间布置合 理无冲突 （1 分）		内容正 确与完 整性 （2 分）	风玫瑰、技术 指标、说明文 字（1 分）	
	物料平衡表 （1 分）			管道组合号 （1 分）			平面图与立 面图一致 （0.5 分）			布局合理、 安全间距、 消防措施 （1 分）	
	设备位号 （1 分）						尺寸标注 （0.5 分）				
小计			小计			小计			小计		

合计得分： 评委签名： 日期： 年 月 日

流程及其创新点、流程模拟、设备设计与选型、自动控制、“三废”处理、节能降耗、财务分析、车间平立面图、厂区漫游等内容在 20 分钟内进行清楚完整、重点突出、富有感染力的讲解，这个过程非常有利于提升学生的语言表达能力。

六、培育学生团队协作精神

全国大学生化工设计竞赛任务繁重，参赛队伍需要在项目可行性论证、工艺方案比较、工艺流程确定、设备设计、过程控制、车间设备布置、装置总体布置、厂区布置、CAD 制图、财务分析、安全评价、环境评价和“三废”处理等方面做出科学合

理的设计与分析。5 名大三参赛学生在短短六个月内除了要完成正常的课程学习和考试外，还要完成高强度的设计工作，如何快速准确、高效优质地完成作品，是决定成败的重要因素。观察发现，历年获得全国总决赛一等奖的队伍有一个共同特点——队员团结一致、分工明确，富有勇于担当、坚持不懈、迎难而上的精神。

七、结论

十多年来，全国大学生化工设计竞赛为化工及相关行业培养了无数优秀人才，2014—2016 年获得全国总决赛一等奖以上的学生毕业后可作为“优

才”免试进入中石化就职。该竞赛因丰富的内涵与独特的方式,已成为学生展示自我、突破自我的舞台和高校培养学生综合能力和工程实践能力的第二课堂。在培养学生的同时,竞赛也为高校之间的教学经验交流、教师工程经验的积累及高校教学质量的提升提供了一个很好的平台。

(文字编辑:袁倩)

参考文献:

[1] 全国大学生化工设计竞赛官网[EB/OL].<http://>

iche.zju.edu.cn/.

[2] 郑辉东,赵素英,吴丹,等.浅析化工设计竞赛对化工专业学生培养的促进作用[J].广州化工,2016,44(8):194-195,240.

[3] 杨则恒,席裕明,卢雁航,等.化工设计竞赛——化工学生的创新实践舞台[J].化工高等教育,2018(5):73-77.

[4] 曹文全,韩晓兰,周家伟,等.常规克劳斯非常规分流法硫磺回收工艺在天然气净化厂的应用[J].石油与天然气化工,2016,45(5):11-16.

欢迎订阅《化工高等教育》

《化工高等教育》是经国家新闻出版总署批准的一本由教育部主管、华东理工大学主办,是面向高等教育领域的管理人员、高等教育理论与实践研究者、一线教师公开发行的教育类学术性期刊,是中国化工教育协会会刊,国内统一连续出版物号:CN 31-1043/G4,国际标准连续出版物号:ISSN 1000-6168。

《化工高等教育》是“中国学术期刊综合评价数据库”来源期刊,“中国社会科学期刊精品数据库”“万方数据-数字化期刊群”和“中国核心期刊(遴选)数据库”入选期刊,2015年被武汉大学中国科学评价研究中心评为“RCCSE中国核心学术期刊(A)”。

本刊为双月刊,全年出版6期,每期双月末出版,国内外公开发行。国内定价16.8元/册。欢迎广大读者订阅。

编辑部地址:上海市梅陇路130号华东理工大学343信箱 邮编:200237

电话:021-64252403

网址:<https://hggdjj.ecust.edu.cn>