

# 以创新培养为主线构建综合化学实验与科研训练体系

张逢星 李珺 郭慧林

(西北大学化学实验教学中心 陕西西安 710069)

**摘要** 针对地方大学既培养基础性化学人才,又服务于地域经济社会发展的特点,提出了构建化学学科本科各专业一体化教学实验平台。该平台分为“基础化学实验”和“综合化学实验与科学研究训练”两个层次。后一层次是目前改革实践的重点。综合化学实验与科学研究训练体系划分为综合化学实验和科学研究训练两个阶段:综合化学实验又包括化学各专业通修的化学综合实验和分专业选修的专业综合实验两个层次,以满足基础性和应用性两种类型学生的需求;科学研究训练则通过科学研究成果转化形成的科研综合实验和介入教师科学研究工作的科学研究课题两个层次,培养学生的科学思维和能力。这样的体系概述为多层次递进式创新素质培养科学综合实验体系。通过这一实验体系,探索实践通识教育和专业教育有机结合,同时又着力体现“加强基础、淡化专业”的教育理念。

西北大学化学学科历来重视化学实验教学改革,将实验过程作为高素质和创新性化学人才培养的重要教学环节之一。西北大学化学专业作为国家基础科学研究和教学人才培养基地、国家级特色专业和陕西省名牌专业,担负着培养化学基础人才的职责,同时还承担服务于地域经济社会发展,培养应用性化学人才的任务。按照“加强基础、淡化专业”的思路,我们从 1998 年开始在本科化学、材料化学、应用化学和化学生物学(2007 年)等 4 个专业实施一级学科课程框架,进行了实验体系改革,设立了综合化学实验课程和学生创新科学研究基金<sup>[1]</sup>。在此基础上,为了进一步探索实践通识教育和专业教育有机结合,拓展学生科学研究能力和素质的培养途径,又开始进行构建化学学科本科各专业一体化教学实验平台的新一轮改革<sup>[2]</sup>。本次改革的重点是构建综合化学实验与科学研究训练新体系。新体系概述为多层次递进式创新素质培养科学综合实验体系。

## 1 综合化学实验和科研训练新体系的构建意义

国内高校从 20 世纪后期教学改革和教育理念的大讨论开始,把素质教育和创新性教育提到一个重要的位置,其中化学专业的教学改革重点之一,就是实行宽口径的大专业教育,加强基础,淡化专业,取消了二级学科专业课程和实验,代之以任意选修课程和综合化学实验课程。西北大学化学学科与国内一流院校同步进行实验教学改革,从 1999 年开始,实行基础化学实验和综合化学实验两层次实验教学。目前已有 10 届学生接受了综合化学实验教学。该课程被评为学校重点课程,教材已作为学校面向 21 世纪课程教材出版<sup>[3-4]</sup>。

进入 21 世纪以来,已建立了本科 硕士 博士多层次的化学学科人才培养体系,对于本科生,大部分学生要到中等教育、科学技术和生产部门直接就业。为适应本科化学人才需求改

变,基础型和应用型两类人才培养规格已成为化学人才出口的基础规格。教育部于 1998 年颁布了新的专业目录<sup>[5]</sup>,包括西北大学在内的许多高校,在化学学科设立了化学、应用化学和化学生物学等一级学科专业,在材料科学学科设立了材料化学专业。西北大学目前在这 4 个本科专业招收培养化学类本科生。我们从 1999 年开始,为了体现加强基础、淡化专业的理念,实行化学类各专业一体化的人才培养方案,设立化学学科通修课程和基础化学实验平台,通过指定选修课程进行某些专业基础和前沿领域教育。但在实验环节上,为了适当体现不同专业上的需求,考虑对学生择业和工作的需求,在统一的综合化学实验内容上,将实验项目划分为综合实验、应用实验和设计性实验 3 个模块,其中,应用化学实验模块设计为功能材料、精细化学品和环境化学等内容,使不同专业的学生得到一定的专业领域实验训练。但在实践上,要体现专业之间实验训练的差异,还是存在一定困难,即课程结构的缺陷并非能够通过实验项目选择完全得到弥补。因此,进行综合化学实验进一步改革,一方面是为了完善不同专业通识教育和专业教育的有机结合,另一方面是为了满足创新和素质教育的发展趋势。

近 10 年来,国内外高校都把高层次化学实验当作创新性化学人才培养的重要举措,在 20 世纪 90 年代后期,国内将化学实验体系定格为“基础化学实验 综合化学实验多层次一条龙”体系。近年来部分高校又进一步改革综合化学实验体系,并将其与学生创新科研活动结合在一起,构成综合化学实验与科研训练的教学实践环节。

由于西北大学化学学科既是国家理科基础科学研究和教学人才培养基地,承担培养基础化学人才的任务;同时又地处西部地区,承担培养服务于地方发展和建设的应用化学人才的使命。为了使两方面的人才都具有基础扎实、动手能力强、富有科学精神和创业能力的高素质,在实验教学上进一步改革综合化学实验课程,打造全新的综合化学实验与科研训练新体系显得更为迫切和现实。

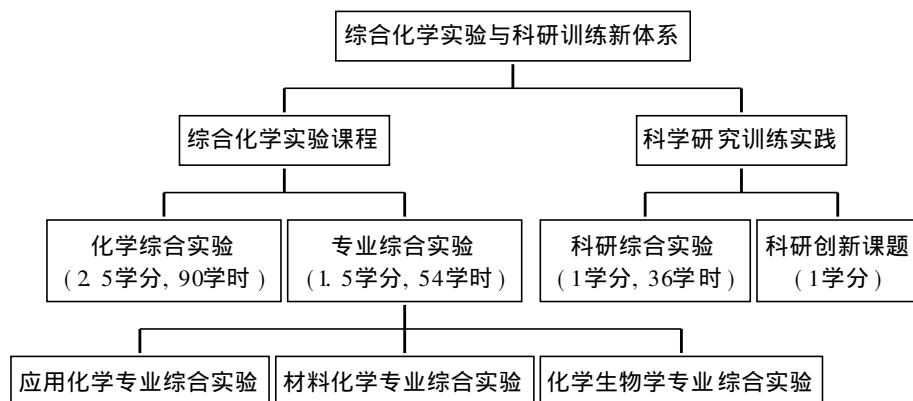
## 2 综合化学实验与科学研究训练新体系的基本框架

鉴于国内外发展趋势和人才培养需求,我们提出综合化学实验课程的新一轮教学改革。改革的总目标是在素质教育的新教学理念指导下,建立起国内领先并富有特色的化学类专业本科生实验和实践教学环节新体系。新体系将综合化学实验课程变革为化学综合实验和专业综合实验两个层次,再利用学科科研基地对学生进行创新科学研究培养,建立由本学科科学研究成果转化形成的科研创新综合实验,以及在此基础上扩展延伸的科学研究创新课题活动等两个层次。整体构成称之为二阶段四层次递进式培养学生创新能力的综合化学实验和科学研究训练新体系。图 1 给出新综合化学实验与科学研究训练体系的构成框架图。

新构建的综合化学实验和科学研究训练体系,采取二阶段四个层次,在基础化学实验之上,通过递进式推进,直至参加科学研究课题,全方位培养学生的综合素质、科研思维和创新。对此,我们重点做了以下的工作:

(1)深化改革,建立包括化学综合实验和专业综合实验两个层次的新综合化学实验课程。在校内名牌课程综合化学实验 10 年实践的基础上,进一步深化教学内容改革,重构实验内容。化学综合实验面向整个化学类专业学生开设,在基础化学实验之上,强化化学技能综合应用、化学研究方法训练以及从合成、表征和性能测试一体化多层次培养学生的综合素质;专业综合实验则针对不同专业开设,分为应用化学、材料化学和化学生物学等 3 个类别,以体现各专业的特点,培养学生实践能力、创新能力、就业能力和可持续发展能力。对于理科基地人才化学

专业, 施行学生自选模块或实验项目, 以适应源头人才的交叉领域素质培养。



(注: 实验课程每学分实验计划学时为 36 合计课程 5 学分 180 学时, 科研创新课题 1 学分)

图 1 新综合化学实验与科学研究训练体系构成框图

(2) 挖掘资源, 打造科研机构服务于本科生科学研究训练的创新基地。基于化学学科先进的科学研究硬件资源和软件环境, 利用教育部重点实验室和 3 个省级重点实验室等研究机构, 建立本科生科学研究训练创新基地。科学研究训练阶段也划分为两个层次: 以科研成果为基础, 转化形成科研综合实验层次。该层次拟建立科学研究创新实验项目 20 个, 可接受 120~150 名学生进行 36 学时大型综合科研实验训练, 旨在培养学生科研素质和科学精神。每个科研综合实验均与教师的科研任务相结合, 并设计实验延伸科研课题, 与化学学科本科生创新基金密切结合, 构成创新科学研究课题层次, 每年级选拔  $1/4 \sim 1/3$  学生完成科学研究创新课题, 在重点科学研究实验室完成, 借此全面推进素质教育, 培养大学生创新能力。

### 3 综合化学实验和科学研究训练新体系的主要特点

新的综合化学实验和科研训练体系的提出有 3 个出发点, 一是基于化学类专业人才的共性培养和个性化发展的人才培养观; 二是针对西北大学既是国家理科基础科学研究与教学人才培养基地, 担负培养基础性人才的重要责任, 同时又地处西部, 担负为西部科学技术和教育培养专业人才的职责; 三是围绕新时期综合素质提高、创新能力培养成为人才培养模式的主线。因此, 该体系具有以下几个特点:

(1) 在化学类各一级专业间进行一体化化学实验教学, 重视通识教学的同时, 体现一定程度上的专业教育, 既满足了人才基础雄厚的要求, 又能适应地域性人才需要, 并使教育成本最优化。新的实验体系发挥国家化学理科人才培养基地的教学改革成果, 努力践行我校化学本科教育既有一般性基础人才培养特点, 又有鲜明地域特色的教学传统, 一方面从学生已掌握的基本化学实验技能及其综合应用出发, 通过化学综合实验的学习, 增强学生应用能力和实践能力; 另一方面, 通过专业综合实验的学习, 凸现本专业某些特点, 满足西部经济社会发展对人才的需要。

(2) 新体系既符合新时期人才培养需求, 又运用教育规律, 通过建立和运行综合化学实验与科研训练课程平台, 实施二阶段四层次模式进行教学, 将技能综合应用、科学方法和思想学习、科研课题转化实验以及介入教师课题组科学研究活动等多层次连成一个培养链, 逐步提升

学生科研素质、创新思维和创新精神的水平。

(3)充分利用科学研究机构和基地来培养本科生,达到校内资源共享,既使培养人才水平达到或接近一流大学生水准,又使教学资源配置最优化。通过创新性实验项目和创新性科研课题的实践环节,可使学生直接介入前沿科学研究和现实科学技术项目开发的活动,以形成一套行之有效的体系和实施细则;并可推广到相关院校,形成辐射带动作用。

西北大学化学系从 1999年版人才培养方案实施,经过 2003年版人才培养方案修订实施,在综合化学实验课程中,已将实验内容划分为综合型实验、应用和材料化学型实验和设计开放型实验 3个模块,进行了 10年教学实践。这些模块在一定程度上体现了化学综合实验、专业综合实验和创新综合实验的特点。10年来,我们还通过基地创新科研基金的形式,选拔 1/4 学生进入科研课题组进行科学研究。进入国家实验示范中心后,完成了 100学时科研创新性实验项目设计,通过创新实验室的形式使学生受到创新性教育。这些做法对于高水平化学人才的培养起到了很好的作用。目前,我们正在进行 2008年版人才培养方案修订。本文工作是对过去实验课程建设和实践的总结、提高,也是新版实验体系的基础,还是陕西省高校 2007年质量工程教学改革项目。

参 考 文 献

[ 1 ] 张逢星,史真,柴三营,等. 大学化学, 2003, 18( 4 ): 16  
[ 2 ] 张逢星,李珺,刘华强,等. 宁夏大学学报 ( 自然科学版 ), 2007, 28( 增 02 ): 61  
[ 3 ] 李珺. 综合化学实验. 西安: 西北大学出版社, 2003  
[ 4 ] 李珺,张逢星,董绮功,等. 高等理科教育, 2003( 1 ): 50  
[ 5 ] 中华人民共和国教育部高等教育司. 普通高等学校本科专业目录和专业介绍 ( 1998 年颁布 ). 北京: 高等教育出版社, 1998

(上接第 17 页)

无论对于相平衡教学还是热力学教学,都应该着重引导学生注意研究的体系。在教学中涉及的相平衡体系,都是指确定的封闭体系。讨论几个相平衡共存的情况是指确定的体系在一定的条件下,会自动分成几个不同的相且能够平衡共存。如果在相图上指定几个相点,考查它们是否能够平衡共存,就要考查这几个指定的相点是否处在同一个相区的边界上 ( 单相区除外 ), 各个相都能够由结线两两相联。

由上面的讨论可知,相律只适用于处理平衡体系中的相数与自由度的关系,而不适合讨论相邻相区及其边界之间的关系。应用相图的边界理论却可以加深对相邻相区及其边界之间关系的理解,特别对于确定三元以上复杂相图或截面图来说,应用相图的边界理论效果更明显。

参 考 文 献

[ 1 ] 赵慕愚,万强,宋利珠,等. 大学化学, 2005, 20( 3 ): 28  
[ 2 ] 赵慕愚,宋利珠. 相图的边界理论及其应用, 北京: 科学出版社, 2004