

分析化学——现代高科技研究的先驱和工业控制的馈源

Analytical Chemistry—The Basis of Modern Hi-Tech Research

邓志威 王小如 朱尔一 庄峙厦 杨梵原 袁东星 黄本立

(厦门大学化学系)

提 要 分析化学是现代自然科学领域中的一门重要学科,并且在科研和生产中发挥着极其重要的作用。随着经济建设的发展,加强对分析化学的重视,提高我国分析化学教育与研究的水平,建立和完善我国分析化学教育与科研体制,培养和训练出一支业务素质较高的分析化学队伍已成为我国分析化学界的一个紧迫任务。

分析化学的地位

分析化学常被误认为仅仅是一种服务性的工作,其作用只是用化学方法对某些特定样品进行定性或定量分析而已。这种认识不能真实地反映分析化学科学的实质,而且往往容易使人们忽视分析化学在科研和生产中的重要作用,阻碍了分析化学的迅速发展。这种现象在我国尤为严重。

实质上,分析化学可看作人类感官的科学延伸。它吸取了化学、物理学、电子学、数学、计算机、生物学等当代各学科的最新成就,是最广泛地应用于科研、生产,以至生活各个领域的学科。因而人们将分析化学视为科学界的一只“四不像”,难以给其下一准确的定义,即使分析化学界内部对此也是争论不休。实际上分析化学不仅是一门应用性很强的应用学科,同时又是一门基础学科。从应用学科角度看,分析化学涉及从分析方法的建立、仪器的研制到常规化学和仪器分析的各种应用技术;从基础学科的角度看,分析化学又是研究如何科学地利用实用物理及纯粹数学等各种交叉学科来解决化学测量和分析的理论问题。在实践中,理论研究正确地指导了分析化学应用技术的发展,而应用技术的发展又极大地推动了理论研究的深入。正是这种独特的双重性,才使分析化学成为当今最为活跃的一门自然学科。

分析化学作为当今生产力最强的一门学科已

经得到科技界的普遍重视。在经济发达的国家,分析化学也往往具有较高的水平。例如在美国,从联邦政府到基层的各级政府部门都拥有化学机构;在较大的生产企业,特别是与化学有关的企业,如化学、化工、医药、材料等,分析化学不仅作为独立的部门存在,而且渗透到生产过程的各个主要环节。美国拥有一支人数众多的分析化学工作者队伍。在美国化学学会(ACS)注册登记的分析化学家占全美化学家总数的20%以上,居各化学专业之首。1979~1988的10年中,美国获得化学博士学位人数的年平均增长率为4%,而同一时期在美国化学学会注册登记的分析化学家人数的年平均增长率是它的2倍。美国每年还组织大量的分析化学学术交流活动,其中每年一届的匹兹堡分析化学学术会议及仪器展销会是世界上规模最大的二级学科科技学术交流活动。1992年3月举办的第42届会议上,发表的论文数达到了1 000余篇,并且有900余家国际公司推出了为数可观的最新分析仪器技术,与分析化学有关的材料,零配件甚至出版物,展台达3000多个。

高水平的美国分析化学学科有力地推动了其他自然学科(如环境、生物、材料等)科研工作的发展,保证了工厂企业产品质量的稳定与提高。

分析化学家的任务

分析化学工作者在当今的科技和生产活动中

既是问题的发现者,又是问题的解决者。他们所从事的工作包括质量控制,分析方法和技术的建立及发展,发现疑点并加以解决,为科研及生产提供所需信息,以及发展和研究在线分析技术。作为解决问题的分析化学工作者必须具有分析家的思维方式,并且能够运用自己的仪器、化学知识及其他交叉学科知识,以及对分析对象的了解,发现问题所在,并提出解决的途径。

质量控制是分析化学工作者的主要工作,包括获取样品、用标准方法进行测量、最后报告分析结果。这部分工作多用于生产部门,但在研究开发新产品和新工艺的部门也大有可为。

随着科研和生产的不断发展,人们在不断地追求新方法、新技术,研制新仪器设备。因此,分析化学工作者首先要进行大量的理论研究工作,提出可行性方案,并付诸施行。而最后产生的任何一项新成果又需要分析化学工作者对其进行鉴定,以确定其实用性和可靠性。这部分工作常常由科研单位或高等院校承担,但工厂企业,尤其是仪器生产厂家无疑在其中发挥着重要的作用。

发现疑点、解决难题是现代分析化学的重要标志。各行各业的人们经常拿着实际样品来找分析化学家,寻问问题所在,并且希望能找到解决的办法。大多数情况下,这些样品都来自于分析化学家不太熟悉的其他领域,而且常常缺少某些分析化学工作者所需的有用信息。因此,要求分析化学工作者具有耐心及判别能力。由于计算机科学的发展,化学计量学从分析化学中掘起,为分析化学工作者处理这类问题提供了一个重要的手段。

在参与其他领域科研过程中,分析化学工作者需要捕获和掌握许多重要的信息。这些信息常常是进一步开展科研工作的依据。为了提供有价值的信息,分析化学工作者不仅要提供分析结果和分析化学的咨询业务,还必须对所研究的对象有基本的了解。

在线分析是现代分析化学工作者面临的另一重要挑战。在很多领域的自动化控制线上,分析化学是其中一个关键环节。为完成这一重要使命,分析化学家除了要提供与实验室得出的一样准确和可靠的测量数据外,分析方法和测量技术还必须快速和稳定。这就要求分析化学家不仅具有分析化学的广泛知识,还必须具备工程技术、数学和计算机控制等多方面的知识。

分析化学教育

为了提高分析化学的整体水平,分析化学教育应相应发展,并对分析化学教育有一个正确的认识。分析化学是一门具有其自身科学规律的独

立学科(二级学科),因此应在化学系作为一个单独的专业。事实证明,欧洲某些国家在20年前将分析化学归属于无机化学或物理化学的作法是完全错误的。可喜的是这种作法并没有得到多数人的赞许,象美、日这样的经济大国近年来反而加强了分析化学教育。例如,美国的威斯康星大学将其分析化学专业更名为分析科学专业,以扩大其影响,吸引更多的优秀人才加入其博士研究生队伍。遗憾的是20年后的今天,当国际上已普遍开始重视分析化学的发展时,在我国,还有为数不少的高校在化学系中没有设置分析化学专业,甚至有人建议将已设置的分析化学专业归并于其他专业。

二次世界大战以后,分析化学发展迅速,新方法和新技术不断涌现,新的仪器设备不断地推出。各仪器公司竞争激烈,推动了分析化学教育的迅速发展。分析化学课程设置的更新速度之快是许多其他学科望尘莫及的。由于所处环境和条件的差异,以及侧重方向不同,各地区,甚至同一个地区各院校间分析化学的课程设置也不尽相同。如何开展分析化学教育的讨论在今日教育界是异常活跃的。鼓励和引导智力高、想像力强、悟性好的人才报考分析化学专业,并使他们认识到分析化学既是一门科学,又是一门艺术,从而有志于投身这个领域,是在教育战线上工作的分析化学家和分析化学教育家的首要任务。同时,分析化学教育还须不断更新教学内容,紧紧地跟上国际分析化学的飞速发展,从而培养出能直接投入科研、生产和教育的有用人才。为此分析化学教育必须不断地进行自我完善。

加强分析化学教师队伍的建设 为适应分析化学教学的发展,教师本身应注意自己知识的更新。在教育界工作的高层次的分析化学家应以基础理论研究为主,同时也应适当分出精力从事一些分析化学基础课教学(或直接承担基础课,或以某些途径辅导承担基础课教育的教师),将科研成果直接充实到教学中去,使分析化学的课程不断出现新内容。

课程设置要经常更新 由于分析化学的快速发展,课程设置也应适时地不断更新。在美国,分析化学已将其专业基础课从基础化学扩大到了物理学、数学、自动化(包括计算机和电子学),同时各学校根据本身的特点把生物学、环境科学、材料科学等学科的一些课程扩大为必修课,从而满足了科学与生产不同领域对分析专业人员的需要。那种试图在全国范围内建立统一教学模式的作法,并不可取。

改进实验课 分析化学的实验课程十分重要,是一个急需改进的环节。一些理论课与实验课脱节,实验课又与实际工作脱节的现象应该改变。

随着自动化程度的不断提高,仪器操作越来越简单,学生们常常对该课程设置的目的是缺乏正确的认识。实验成了送样品、按电钮、出数据三个简单而乏味的操作。为此各国分析化学教育家纷纷提出了各种不同的教学方案。例如,美国缅因州立奥莱弗学院(St. Olaf College)沃特斯(Watters)教授曾推行了一套“进入角色”分析化学实验的教学方案,目的是使学生认识到一个真正的分析化学工作者在现实生产中的作用,通过实验,学生们除学会操作外,还能学会设计实验方案和组织实验的实施。

完善研究生教育 研究生教育是培养高层次科研和教育工作者的重要渠道。我国培养研究生的教育体系虽已形成,但还存在有待改进的问题,如存在入学困难毕业容易的现象。另外,学生一入校就定专业,定导师。这些做法缺乏竞争力和吸引力。为改变这种状况,可以将入学考试放宽,使更多的人获得进研究生院的机会,然后在竞争中淘劣择优。这样,既可以保证毕业生的质量,又可以使更多的青年学生得到显示才华的机会。学生入校后应给他们一定时间、机会,使他们对各专业、导师有所了解,然后自己选导师,而导师也应有挑选学生的权力。这样有利于提高研究生学习的积极性。

分析化学专业的研究生教育应该使研究生意识到他们是未来科研、生产和教育战线上的组织者、管理者和领导者。由于分析化学常常渗透到各种领域,因而分析化学的研究生还应注意丰富自己的各种知识,提高自己和其他专业人员交流的能力。目前在校研究生,几乎把自己的全部精力放在导师指导下完成自己的研究生论文,这种现象有待改变。研究生应该成为学校科研和教育的参加者和生力军。例如美国的研究生,不仅担任本科生的教学,还承担了研究生的一些基础课教学,高年级生指导新生进行科研的做法也相当普遍,这样做不但培养和锻炼了学生而且可以将教师从繁忙的教学工作中解放出来,有更多的精力从事科研教学改革及自身学术水平的提高。为扩大学生的知识面和交流能力,应给研究生更多的机会参加学术活动,同时应该用“请进来”的办法,例如请外校或企业界的同行(甚至非同行)来进行讲座,以扩大学生的知识面。也可以组织区域小型学术活动,以便培养和锻炼学生的交流能力。

全社会都应重视和支持分析化学教育 当前,质量控制和环境科学十分引人注目,分析化学对这两个学科的发展负有重任。而我国目前的分析化学队伍,无论从质量和数量上均远不能满足实际工作的需要。加强分析化学研究及教育都十分必要,但是仅靠政府资助,我国分析化学教育的

水平和能力很难很快提高。全民办教育,对分析化学来说,应是可行的。工厂企业可以从资金(如技术的有偿转让,合作研制新型仪器)、设备(大型企业淘汰的设备无偿地转让给大学)上为大学提供资助;反之,大学可为缺乏技术力量的中小型企业提供科技服务,甚至可以从事必要的例行分析工作,由此获得中小型企业经济上的支持。工矿企业应该认识到,忽略了高校就等于抛弃了自己一个庞大的智囊团,企业支持高校的教学和科研实际上弥补了自己在人力和物力上的不足。在美国许多大的公司都设立了某种类型的科研基金,用以直接扶持高校的科研工作。高校申请这类基金项目往往不是用来马上解决生产上的疑难问题,有些科研项目关系到一个企业的明天或更远的将来。应该说这方面可做的事情很多,潜力很大,分析化学可成为我国依靠社会办教育的突破口和样板。

企业应该成为分析化学的一支重要力量

目前我国的分析化学工作在企业中仍比较薄弱。要全面提高分析化学的水平,工厂企业(尤其是与化学有关的企业)不但要支持而且要参与,成为分析化学的一支重要力量。企业应该认识到,在商品竞争就是质量竞争的时代,分析化学的发展和提高不仅决定了企业的今天,而且还关系到企业明天的命运。

企业应有自己高水平的分析化学队伍 如果说高校的分析化学工作者主要侧重于基础理论研究,发展新的技术,那么工厂企业的分析化学工作者则应以应用技术为主。由于企业界的分析化学工作者直接接触生产实际,他们对分析技术和仪器设备的改造更具发言权。要使应用技术得以发展,工厂企业必须有一批高水平的分析化学人才。以美国为例,许多大中公司都拥有一支很强的分析化学队伍,并拥有一批高水平的分析化学工作者。据美国化学学会统计,在企业界工作的分析化学家占全美国分析化学家总数的65%(而在高校工作的仅占20%,仅有13%在政府部门任职)。他们不但有效地组织或参与了解决生产中实际问题的科研攻关项目,保证了企业生产发展的需要,而且成功地将大量最新科学成果引入到生产中。一方面提高了企业的经济效益,另一方面有力地推动了科研工作的进一步深入发展。

在企业建立高水平的分析化学队伍,还可以为吸引在国外留学和工作的分析化学工作者回国工作。目前我国有一大批分析化学留学人员在完成学业后滞留在国外,而他们大部分进入了企业

(下转第7页)

资金不足、社会资金较多的情况下,如何加快证券市场的建设,为企业筹集发展资金?这些都迫切要求各级政府拿出更多的精力用于市场建设。要看到,市场机制不健全、不完善是企业难以摆脱对政府依赖的重要原因。

三、激发企业走向市场的内在动力

转换企业经营机制,让企业真正走进市场,需要外部环境的改善,但最重要的是激发企业内在的动力。扬州市宝城无线电厂与无线电总厂的对比很能说明问题。这两个厂技术、产品、规模基本相似,1990年前都是亏损大户。宝城无线电厂面向市场转换内部机制,产品开发由低档转高档,资金投放由老产品转新产品,产品销售由代销转自己经销、由农村转向大城市,同时建立激励机制,鼓励科技人员面向市场开发新品,经过一年的努力,企业扭亏增盈。无线电总厂是扬州市电子行业的产值大户(1991过亿元),也是亏损大户,1991年底实际亏损100多万元,借贷高达2 000万元。政府曾对企业有过一些许诺:旧贷挂帐停息,增拨流动资金,适当增加投入等。企业一直指望政府扶持,年复一年等和靠,结果企业等僵了,职工等懒了,至今已经发展到资不抵债的地步。这两个企业具有差不多的外部条件,一个扭亏为盈,一个一息尚存,差距就在于企业走向市场的内在动力。

扬州玻璃厂是为全国电光源、电子工业配套生产各种玻璃管的国营中型企业。1991年该厂生产各种玻璃管1.6万多吨,占全国总用量的57.5%,年产值3 700多万元,比上年增长24%,年销售3 712万元,增长28%,实现利税460多万元,增长26.8%。几年来尽管市场发生了较大变化,但该厂却由最高额亏损87万元一跃夺得了全国同行业产量、销售、市场覆盖率、劳动生产率四个第一。该厂在强手如林的市场竞争中取胜的奥秘是,敢于在外部环境不太宽松的条件下主动大胆地转换企业内部机制,激发企业改革与发展的内在动力。

1. 治“铁中之铁”

铁工资、铁饭碗、铁交椅,是在传统计划经济条件下形成并逐渐固定下来的一种僵化的经营机制。“三铁”机制紧紧束缚着企业的手脚,阻碍着企业走向市场。有铁工资可拿、铁饭碗可捧、铁交椅可坐,还谈得上冒市场风险?扬州玻璃厂看准了这一条,从治“三铁”入手,以治“铁中之铁”的“铁交椅”为主攻方向,为实现企业内部机制的转换开了好头。该厂在妥善安置年龄偏大、文化水平偏低的中层干部的基础上,1991年一次就从工人中选拔了22名有一定文化和经实践的年轻人充实中层

干部队伍。新干部新办法,通过实行见习制、助理制、换岗制、淘汰制,在干部中造成了“危机感”、“竞争感”,企业的活力大增,同时也为其它各项改革创造了一个良好的条件。

2. 立足于调动人的积极性

扬州玻璃厂转换内部机制的实践还告诉我们,改革是全体干部职工的事业,改革的成功最终取决于广大职工的积极性。目前,企业内部改革最担心的是得不到职工的支持,怕职工“起哄”。正是这样,该厂始终把增强干部职工的承受能力作为改革的重点。一项改革方案出台,总是通过交职工讨论,过细做思想工作;在改革的步骤上,坚持典型示范,循序渐进。该厂大胆引进“三资”企业的管理办法,实行“高标准、高要求、高定额、高报酬”时,不是搞全厂齐步走,而是首先在第三、第八车间试点。这两个车间是两条玻璃管生产线。改革前,每个车间104名工人,第一次压缩为69人,第二次又压缩为46人,比其它车间人员平均少50%,人均月报酬高55元,在全厂引起了强烈的反响,在干部职工承受能力逐步增强的条件下,该厂今年打算由“一厂两制”逐步转变为“一厂一制”,使机制转换稳步到位。

搞好大中型企业重在转换内部机制。但怎样才能加快步伐,达到转换的目的,这是当前和今后一个较长时期需要不断探索的课题。我们认为,让企业真正进入市场,既是转换机制的目标,又是转换机制的途径。因此,所有改革措施既要注重增强企业内部走向市场的活力、动力和实力,又要注重培育和完善市场机制,强化市场的拉力,最终将企业改造为“自主经营、自负盈亏、自我约束、自我发展”的市场主体。

(责任编辑 冷远猷)

(上接第34页)

界。若能迅速发展和扩大我国企业界的分析化学工作,必然为他们归国工作创造有利条件,为他们归国后施展才华提供用武之地。同时他们的归国也必定会从国外带回先进技术及宝贵的经验,以促进我国分析化学事业的发展。

大力发展我国的分析化学仪器仪表工业 目前我国分析化学仪器仪表工业仍比较落后,国内使用的比较高尖的分析化学仪器绝大部分是进口的。由于分析化学仪器发展很快,市场竞争也很激烈,今天的先进设备,明天就有可能被淘汰,因而进口仪器的零配件的添置就是一个棘手的问题。相对来说进口的仪器的价格较高,因而使某些技术不能得到广泛的应用。若想彻底改变这些现状,必须进行我国自己的分析化学仪器的研制和生产。

(责任编辑 刘先曙)