北京地质仪器厂

——我国第一个地质仪器专业生产厂

吴天彪

（北京地质仪器厂 北京 100016）

1 前言

“当了裤子也要建仪器厂!”这是当年地质部党组书记何长工部长发出的一句“豪言壮语”! 也是20世纪50年代中期地质部的部长们为快速发展我国地质事业、实现地质工作现代化下的决心。因为光靠地质工作的三大件——锤子、罗盘、放大镜已经不能满足大规模找矿的需求，必须使用先进的地球物理、地球化学等手段来勘查深部的矿藏。于是，何部长亲自带人“跑马占地”，在北京东直门外3km处的野兔子满地跑，到处是坟地的牛王庙地区（今三元桥附近，现在已经发展成东三环路上最繁华的地区，是通往国际机场高速路的起点）圈了20多万m^2的地盘。此后，经过调研，论证，设计，施工，终于在1959年建成了我国第一个地质仪器专业生产厂——北京地质仪器厂。

建厂初期的地质仪器产品主要是生产物探仪器，如重力、磁法、电法、地震、放射性等仪器，并且各种方法的仪器都拥有相应的研究室，仪器的使用范围从地面到航空乃至井中。具体产品有石英弹簧重力仪、海洋航空质子磁力仪、电子自动补偿仪、24道磁带地震仪、放射性测井仪、陀螺井斜仪、地震预报用的钢弦应力仪以及地质罗盘和地质放大镜等。

北京地质仪器厂自建厂以来，在较短的时间里得到了快速的发展，迅速成为一个专业技术全面，具有独立知识产权的高新技术综合性国有企业，目前有光学分析仪器和地球物理学与探测仪器两大类产品。40多年来为地质事业、国民经济建设和国防建设研制开发生产了各类型仪器产品百余项，几百种型号。先后荣获国家、地矿系统、北京市和中国人民解放军等各类奖项70余项，在国内外有较高的知名度和良好的商业信誉。如在分析仪器领域多次获BCEIA金奖的双道原子荧光光度计系列产品；荣获国务院颁发的可替代进口商品“中华之最”称号的等离子体单道扫描光电直读光谱仪系列产品；国内唯一采用直流塞曼扣背景的原子吸收分光光度计系列产品。在探测仪器领域有国内独一无二的石英弹簧重力仪系列产品；具有国内领先水平的磁力仪系列产品；荣获国家银质奖章的地质罗盘系列产品和为部队装备用于和平目的的探雷器和航弹探测器（铁磁物体探测器）等系列产品。



图1 国内独家生产的ZSM-400石英弹簧重力仪

北京地质仪器厂进入光学分析仪器领域是在60年代后期。作为入门产品的是采用电弧光源的半米光栅光谱仪，配以光谱投影仪，先后制造了105台，全部发到野外队，用作化探土样的半定量分析。随后又试制了3台1米光栅光谱仪，采用带有恒流源性质的电弧光源，由于用户有限，售出后没再投产。

本文主要介绍北京地质仪器厂研制生产光学分析仪器从无到有的发展历程。

2 原子吸收分光光度计

20世纪70年代初期，地质部系统大量的化探样品和地质样品，仅采用传统的化学分析方法和一般的分光光度计等简单仪器已不能满足分析结果对数量和精度的要求。当时，部分地质实验室依靠进口的原子吸收分光光度计基本上掌握了分析方法后，仍急需大量的普及型仪器，但国内尚无厂家能够

生产,而当时的地质部南京实验室已经搭制出了原理性样机。1974年9月,在济南的一次原子吸收法的经验交流会上,北京地质仪器厂的马立军工程师代表厂里接受了国家地质总局科技部门领导的建议,经过进一步调研,决定自行设计试制原子吸收分光光度计,1975年拿出了样机,定名为GGX-1型,此后,地矿部科技司领导为了解决本系统400个实验室急需分析仪器的配套装备,适应地质工作的需要,在国家新技术开发拨款的支持下,北京地质仪器厂开始批量生产光学分析仪器,从此北京地质仪器厂走上了研制生产高档光学分析仪器的光辉历程,并在这个领域里牢固地占据了一席之地,而且做出了自己的特色。

当然,这个GGX-1型从现在的观点看几乎有点"原始",因为它只是用一只指针式大微安表作"显示器",用笔式记录仪记录读数,不过,在当时正值文革期间一切闭关自守,提倡凡事都要"自力更生"的条件下,能做到主要性能较好、工作稳定,已经是很不简单了。据说,一直到现在还有单位用得很好。这个产品从1975~1981年共售出309台,这是北京地质仪器厂生产的任何价格超过数万元的大型仪器从来没有过的销售数量。随后的GGX-2型仪器的显示器改成$3\frac{1}{2}$位LED数字显示,读数的分辨率大有提高,仅1980~1986年就售出383台,而之后的GGX-5型则加进了单片机、微型打印机、电路也作了很大改进,1986~2001年销售达到419台。

经过GGX-3型样机阶段而成熟起来的GGX-4型微机塞曼石墨炉原子分光光度计则实现了塞曼技术扣背景和石墨炉原子化器,这使其灵敏度提高了2~3个数量级,达ppb级。这个产品1986年开始销售,5年间售出近70台,由于自行设计的微机板,加之大块电路板的工艺较差,这一机型故障率较高。

1988年开始推出的GGX-6型仪器,以及随后相继推出的GGX-6A、GGX-6B都是塞曼火焰型仪器,由于采用塞曼效应扣背景,使得灯的漂移自动扣除;另外,火焰及喷雾所造成的噪声也能基本扣除;在190.0~900.0nm范围内,背景干扰均可扣除。到2001年共售出402台,它所配用的微机从8位的"紫金"机开始,AT,XT,286,386,486,586以及现在的奔腾处理器都用过,可以说是"与时俱进",而GGX-698型则属于全自动型仪器,具有5只灯的自动灯位调节、自动燃烧头调节、自动点火装置、自动空气以及燃气调节等附加功能。GGX-6系列机型,全世界除了"日立"生产外,只有北京地质仪器厂生产,在国内独树一帜,受到用户的欢迎。

GGX-9型仪器采用氘灯扣背景,在电路和结构上有很大改进。如原子化器可作三维调节,实现了自动波长、自动灯电流、自动负高压、自动能量调节等自动化功能;数据处理方面也有不少灵活之处,如测量方式可作原子吸收、背景吸收、背景原子吸收校正;还可读取信号平均值、峰值、峰面、浓度;也可作一次、二次、折线,自动拟合等曲线校正,并可以自动调零。1997年以来已售出数百台,而且在2003年实现了火焰,石墨炉两用。



图2 GGX-9型原子吸收分光光度计

20 世纪 80 年代后期，从美国 Perkin-Elmer 公司引进了 1100B 全自动原子吸收分光光度计，火焰无火焰两用，内装式计算机系统，性能先进自不必说，不过这仅仅是大散件组装，完全没有自制件，也不可能实现国产化，但也从中学了不少设计思路，对以后设计国产仪器也有所帮助，如 GGX-9 型的全塑外壳就从此而来，这一机型共售出 76 台，曾被用于亚运会的药物检测。

近 30 年来，原子吸收分光光度计共搞了 11 个型号(包括引进)，产量超过 70 台的有两个型号，超过 300 台的有 5 个型号，总共向广大用户提供了约 2000 多台仪器。目前国内不少专业生产的原子吸收产品的光学仪器厂家在激烈的竞争中丢掉了市场，而北京地质仪器厂这个非专业厂家却坚持下来，不能不说和这个厂在技术上与时俱进，不断创新，适应市场的需求的作风息息相关。

3　原子荧光光度计

1984 年，在西北有色金属地质研究院和物探所的协助下，北京地质仪器厂在 WYD-2 型科研样机的基础上研制成功了 XDY-1 型双道原子荧光光度计，这是一种氢化物无色散原子荧光仪器，能同时测定两个可生成氢化物的元素。使用两种不同元素的微波无极放电灯，在切光器的调制下，顺序照射原子化器，同一个检测器接收荧光信号，经信号处理后在数字面板表上显示出读数来。这种仪器的出现解决了用其它方法难以分析，灵敏度低的元素的测定，又有较高的工作效率，特别适合大批量化探样品中的 As、Sb、Bi、Hg、Se、Te、Ge、Sn 等元素的快速测定。仅 1985～1987 年三年间就生产近 200 台。

1988 年推出了采用特制的空芯阴极灯作光源的 XDY-2 型仪器，与微波无极放电灯相比，仪器稳定性能更好、操作也更简便，同时，操作者不会受到微波辐射的影响。该型仪器已经采用了“紫金”Ⅱ微机，在机器上可设置分析条件和测量条件并显示测量结果和相关的波形及曲线。该型仪器到 1992 年出厂达 150 多台。随后生产出的 XDY-3 型则采用 MS-51 单片机作整机控制和数据采集及数据处理，4 位数码管显示工作参数和测试结果、小型打印机打印输出，这本来是为了降低成本的措施，但是由于单板机的元器件质量，如大规模集成电路插座工作不可靠，造成返工，而且影响产品质量，以至生产不到 100 台就停了下来。此后的 AFS-120，AFS-210，乃至 1994 年鉴定的 AFS-220 可以测定 11 种元素，采用的微机不断升级，自动化程度不断提高，相应软件也随之换代。目前的 AFS-2202 增设了外置式单泵断续流动进样系统，而 AFS-2202E 则将单泵断续流动进样系统装在前面板上，实现了一体化设计，操作更加方便，电路系统采用高集成度结构，使维护更加容易。AFS-230E 全自动双道氢化物发生原子荧光光度计配有双泵断续流动进样系统和可以容纳 130 个样品的自动进样器，使仪器可以全自动运行，这不仅是北京地质仪器厂仅有的第一台全自动商品化的原子荧光仪器，也可以说是国际上第一台这类仪器，这种进样器还是根据我们请来的加拿大仪器分析专家的建议和提供的初步参考资料，攻克了许多技术上的难关研制而成的。AFS-230 型仪器具有打进国际市场的良好前景。近 3 年来，各型仪器年销售量都在 100 台以上。广泛用于地质、冶金、农林、商检、化工、环保、卫生防疫、医药、食品以及城市给排水质量控制等部门的微量元素的分析测试。

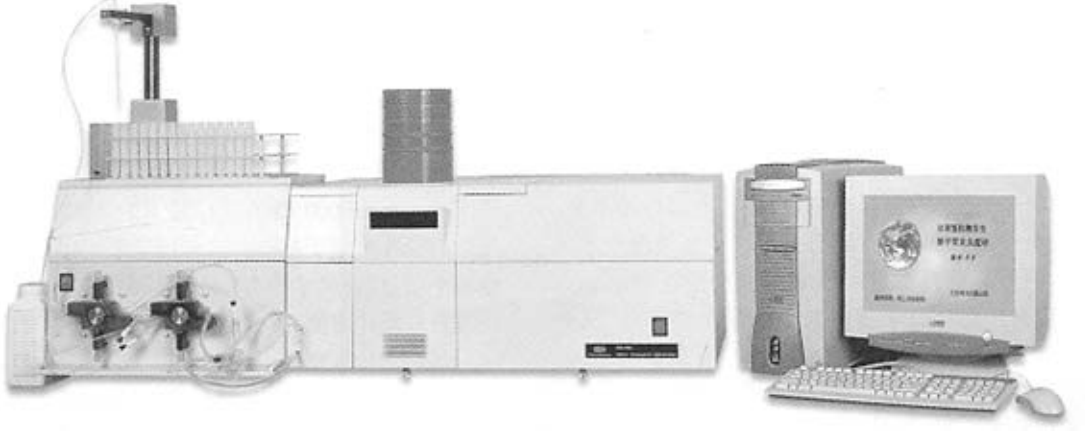


图 3　AFS-230E 全自动双道氢化物发生原子荧光光度计

4 等离子体光谱仪

20世纪90年代初期,北京地质仪器厂开始涉足难度更大的ICP-AES等离子体发射光谱仪。当时,由于各部门复杂样品分析的需要,大量进口了多道或单道扫描等离子体光谱仪,而众多的地质实验室由于资金紧张,根本无力购买昂贵的进口仪器,只好望"洋"兴叹。虽然也有用原来从苏联进口的两米光栅光谱仪改装ICP的,但毕竟已是数十年的光机系统,灵敏度,检出线等主要指标难以达到使用要求。为此,在浙江省地质局实验室的建议下,地矿部科技司实验管理处组织北京地质仪器厂和该实验室协作,研制等离子体单道扫描光电直读光谱仪,尽管有不少人认为仅凭北京地质仪器厂这点本事,根本拿不出ICP-AES等离子体发射光谱仪。但是,终于在1994年底,WLY100-1等离子体单道扫描直读光谱仪通过了鉴定。鉴定意见认为,该仪器的主要指标和国外同类仪器相当.这台仪器采用40MHz电子管自激式高频发生器作光源,1m焦距的单色器,2400条/mm或3600条/mm,110mm×110mm平面全息闪耀光栅,扫描步距0.001nm,线性范围达5个数量级,检出限以Sr为例,达1μL/L。操作系统采用视窗3.2,在当时已是很先进的了。该仪器投产后,在软硬件方面经过不断改进,已经建立了自己的市场体系,在地质、冶金,尤其是稀土元素的测定方面,表现极为出色,受到用户的欢迎,近几年,年产量都在10台左右。迄今为止,在我国,北京地质仪器厂仍然是等离子体单道扫描光电直读光谱仪唯一的制造厂家。



图4 SPS8000单道扫描光电直读光谱仪

值得一提的是,1996年,WLY100-1等离子体单道扫描光电直读光谱仪获得了国务院经济研究所颁发的"1949～1996<中华之最>入选证书",证书上写道:"地质矿产部北京地质仪器厂全国首台自行设计制造,可以替代进口的商品型ICP顺序式光谱仪"。这里有几个含义:全国首台——全国第一台;自行设计制造——有自己设计的全套图纸,资料并按照其制造,所有改装,拼装,改造都不算数;可以替代进口——意味着指标经测定,至少和国外差不多;商品型——研制单位有能力并可以重复大批量投入生产,所有原材料都有可靠来源。这份证书是北京地质仪器厂建厂以来获得的级别最高的带有"国务院"3个字的证书。也是相当高的一份荣誉。当然,这里有部领导机关的支持,更有从事此项工作的协作单位和本厂职工的努力,以及厂领导的重视,记得在当时职工住房非常紧张的情况下,拿出3套房子,分别给光、机、电项目组的主要骨干解决了住房问题,使他们能安心努力工作,尽快拿出成果。

由于有了WLY100-1等离子体单道扫描光电直读光谱仪,迫使外商不得不为了和国产仪器竞争而大幅度降价,从而使买进口仪器的单位间接获益。更有甚者,由于我们自己生产仪器而引来了上门寻求合作的外商,2002年厂下属海光仪器公司和日本精工合作完成了SPS8000型单道扫描ICP-AES的样机,为此后的合作奠定了基础。这台仪器采用中阶梯光栅,体积小巧,外形尺寸约为750W×680D×655Hmm,软件完善。操作方便,目前已准备投入批量生产。

2002年底,完成了科技部"九五"攻关项目——全固态光源的初样机,40.68MHz,输出达1600W,

(下转第23页)

/三相流检测技术与仪器研究方面与国外的差距作出自己的贡献。

该项研究由天津大学电气与自动化工程学院过程层析成像研究室实施。项目属于检测技术与自动化装置、仪器科学与技术及计算机科学技术等多学科交叉领域。基于电学敏感原理的过程层析成像技术是国际上于 20 世纪 80 年代中期兴起的生产过程在线监控技术的学术发展前沿。安装在工业管理/设备/装置的某个"截面"的外/内壁面上的电学敏感阵列，在特定电源激励下，产生相对被测物场作空间旋转的敏感场，以非接触/非侵入方式从不同"观测角度"快速地扫掠物场，获取该物场的多个"投影"数据，经预处理后，输入计算机，运用实时的定性/定量图像重建算法，得到该被测物场在该"截面"上的瞬时分布图像。结合多传感器融合技术、相关流速测量技术和基于模型的专家知识库，可提取出反映该生产过程/设备运行状况的特征参数及其时间变化历程，并作为控制系统的输入信号，实现生产过程听闭环控制。该技术的突出特点是：对物场没有干扰、破坏作用，实时性好(每秒可产生几十～几百幅物场图像)，可使工程设计人员"直接看到"反应过程的"状态"，能够实现以往检测技术难以做到的"困难"过程(如两相/三相流)的在线监测与控制。

该项研究以自行研制的透射模式超声层析成像系统、多激励模式电磁感应成像系统和阻抗层析成像系统等为具体研究对象对基于电学敏感原理的过程层析成像系统的理论基础，敏感阵列的设计方法，图像重建算法的并行实现，系统静、动态性能的评价等进行了深入的探讨。其中，电阻层析成像系统在大庆油田模拟井实验装置上进行了在线运行，成功地实现了对油/水、气/水两相流流动状态动态监测。到目前该项研究，已在国内外学术刊物和学术会议上发表论文 80 多篇。其中，被 SCI、EI 和 ISTP 收录的有 20 余篇。

研制成功的超声成像系统和电磁成像系统具有独创性，处于国际领先水平。阻抗成像系统的实时性能达到国际先进水平，在气/液两相管流流型识别和流动参数检测的应用研究方面也取得了国际水平的成果。该项研究共申请国家发明专利 5 项。并获得 2001 年天津市自然科学二等奖。

目前，该项技术的研究已被国内外过程参数检测和多相流测试技术研究人员所重视，并在工业应用上取得了初步的成果。国家自然科学基金和"863"计划也给予了大量资助，在多相流测试技术的应用上进行深入研究。该项技术的研究与发展对我国仪器仪表、过程参数检测和多相流测试水平的提高，为发展我国具有自主知识产权的、创新性的高新技术产品具有较大的社会和经济价值。

(上接第 30 页)

稳定性不劣于 0.1%，这为 ICP-AES 光源的全固态化(即全晶体管化)打下了基础。

5　结束语

40 年来，除了上面提到的 3 种主要产品外，还研制了不少分析仪器及相关产品，如紫外可见、离子色谱、流动注射、石墨炉路自动进样器、高稳定性高频光源、原子吸收七型，等等，虽然其中有的只是鉴定了未投产，有的半途而废，但大多数获得了成功。不管怎样，北京地质仪器厂分析仪器的研究开发工作，争取技术的进步步伐始终没有停止。而且围绕地质实验工作的需要开展工作，产品不仅装备了地矿系统的大多数实验室，而且在冶金、有色、化工等系统的地质部门以及国民经济各个领域，如工厂、卫生防疫、环保、商检、农林、食品等各领域也得到广泛的应用。这既使我们感到欣慰，也使我们感到自豪。

根据北京市结构调整的布局和企业发展的需要，厂下属公司和分厂[北京海光仪器公司(北京地质仪器研究所)；北京奥地探测仪器公司和机械加工分厂]于 2002 年由三元桥地区迁往朝阳区酒仙桥的中关村北京电子城科技园区，成为集中于该科技园区的中外数十家高新技术企业大家庭的成员之一，有着良好的发展环境和前景，为企业的产品开发、生产、经营销售提供了优越的条件，为企业今后发展壮大创造了广阔的空间。

已经走过了 40 多年风雨历程的北京地质仪器厂在跨入新世纪的征途中，仍将本着"与时俱进"的精神，不断推出新产品，新技术，满足广大用户的需求。我们相信北京地质仪器厂的明天更加璀璨、更加辉煌。