

# 加速发展我国现代仪器事业, 迎接 21 世纪挑战

王大珩<sup>1</sup> 胡柏顺<sup>2</sup>

(中国科学院, 北京三里河路 52 号 北京 100864)<sup>1</sup>

(现代科学仪器编辑部, 北京中关村南三街 8 号 北京 100080)<sup>2</sup>

**摘要** 本文全面评述了科学仪器在现代化生产、科学研究及在信息技术中的重要地位和作用。讨论了国外仪器的发展趋势和国内仪器事业存在的主要问题, 提出了振兴我国的仪器事业的目标和若干建议

**关键词** 科学仪器, 重要作用, 趋势、问题、振兴、目标、建议

## To Accelerate the Development of Modern Instrumentation in China, and to Meet the Challenge of 21' Century

Wang Daheng<sup>1</sup> Hu Baishun<sup>2</sup>

(Chinese Academy of Sciences, No. 52, San-Li-He Road, Beijing 100864, China)<sup>1</sup>

(Editorial Office of Modern Scientific Instruments, No. 8, South 3rd, Zhong Guan Cun, Beijing 100080, China)<sup>2</sup>

**Abstract** The important role and position of scientific Instrumentation in the modernizing production, scientific and technological research, and information technology are reviewed comprehensively.

The development trend of Instrumentation abroad and the major problem of instrumentation in China are discussed. Some objects and proposals for vigorously developing instrumentation in China are proposed.

**Key words** Scientific instrument, Important role, Trend, Problem, Vigorously develop, Objective, Proposal.

### 1 要从更高更全面的高度认识科学仪器的重要性

仪器是认识世界的工具。这是相对机器是改造世界的工具而言的, 而改造世界是以认识世界为基础的。

认识世界有两个方面, 一是探索自然规律, 积累科学知识; 二是对生产现场的了解, 用以指导生产。认识世界和改造世界同等重要, 而且认识世界往往是改造世界的先导, 所以仪器与机器也同等重要, 在一定条件下, 仪器也是生产的物质先导。历史上许多重要仪器的科研成果常常会带来生产力水平的飞跃。

#### 1.1 仪器及检测技术已成为促进当代生产的主流环节, 仪器整体发展水平是国家综合国力的重要标志之一。

在现代化的国民经济活动中, 仪器有着比以前更为广泛的用途, 涉及所有人类各种活动的需求。钱伟长教授说过“飞机要上天, 离开了航空仪表就飞不起来”。在国民经济建设中仪器的作用意义重大, 在工业生产中起着把关者和指导者的作用, 它从生产现场获取各种参数, 运用科学规律和系统工程的做法, 综合有效地利用各种先进技术, 通过

自控手段和装备, 使每个生产环节得到优化, 进而保证生产规范化, 提高产品质量, 降低成本, 满足需求, 保证安全生产。

现代工业中炼油、化工、冶金、电力、电子、轻工、纺织等, 如果没有先进的仪器仪表发挥其检测、显示、控制功能, 就无法正常连续安全生产。据悉, 现代化宝钢的技术装备投资, 1/3 经费用于购置仪器和自控系统。即使原来认为可以土法生产的制酒工业, 今天也需通过仪器仪表严格控制温度流程才能创出名牌。

据美国国家标准技术研究院(NIST)的统计, 美国为了质量认证和控制、自动化及流程分析, 每天要完成 2 亿 5 千万个检测, 占国民生产总值(GNP)的 3.5%。要完成这些检测, 需要大量的种类繁多的分析和检测仪器。仪器与测试技术已是当代促进生产的一个主流环节。美国商业部国家标准局(NBS), 九十年代初评估仪器仪表工业对美国国民经济总产值(GNP)的影响作用, 提出调查报告: 仪器仪表工业总产值只占工业总产值的 4%, 但它对国民经济(GNP)的影响达到 66%。

仪器仪表对国民经济有巨大“倍增器”和拉动作用。应用仪器仪表是现代生产从粗放型经营转变为集约型经营必须采取的措施, 是改造传统工业必备的手段, 也是产品具备

竞争能力, 进入市场经济必由之路。

仪器在产品的质量评估及计量等有关国家法制实施中起着技术监督的“物质法官”的作用。

在国防建设和国家可持续发展战略的诸多方面, 都有至关重要的作用。

仪器逐渐走进千家万户和人们的健康、生活与工作休戚相关。

1.2 先进的科学仪器设备既是知识创新和技术创新的前提, 也是创新研究的主体内容之一和创新成就的重要体现形式。科学仪器的创新是知识创新与技术创新的组成部分。发展科学仪器设备应当视为国家战略。

科学仪器是从事科学研究的物质手段。“工欲善其事, 必先利其器”, 以致科研之成败决定于探测实验方法和仪器。有些科研工作可以用现成的商品仪器来完成, 这时对仪器的配置, 可以认为是技术条件的后勤工作。但是当需靠仪器装备的创新开发来解决科研和生产中关键问题时, 则探索研究实验方法和仪器设备的研制, 就应该是科技发展工作, 是科研工作的重要组成部分, 也是当前所提倡的知识创新, 技术创新研究的主体内容之一和创新成就的重要体现形式。科学技术是第一生产力, 首先要靠科学仪器仪表去认识世界。

在诺贝尔物理和化学奖中大约有四分之一是属于测试方法和仪器创新的。例如, 电子显微镜、质谱技术、CT 断层扫描仪、X 射线物质结构分析仪, 光学相衬显微镜, 扫描隧道显微镜等, 这些说明科学仪器不仅仅是探索自然规律, 积累科学知识, 在科学技术的重大成就和科学研究新领域的开辟, 往往是以检测仪器和技术方法上的突破为先导。为此, 有些科学仪器越来越复杂, 性能越来越先进, 规模也越来越大。仪器的进展代表着科技的前沿, 科学仪器的发展和创新的也应看做是我国科学发展的支柱。能不能创造高水平的新式科学仪器和设备, 体现了一个民族、一个国家的创新能力。发展科学仪器设备应当视为国家战略。

### 1.3 仪器是信息的源头技术

今天, 世界正在从工业化时代进入信息化时代, 向知识经济时代迈进。这个时代特征是以计算机为核心延伸人的大脑功能, 起着扩展人脑力劳动的作用, 使人类正在走出机械化的过程, 进入以物质手段扩展人的感官神经系统及脑力智力的时代。这时, 仪器的作用主要是获取信息, 作为智能行动的依据。

仪器的功能在于用物理、化学或生物的方法, 获取被检测对象运动或变化的信息, 通过信息转换的处理, 使其成为易于人们阅读和识别表达(信息显示、转换和运用)的量化形式, 或进一步信号化、图象化。通过显示系统, 以利观测、入库存档, 或直接进入自动化、智能运转控制系统。

仪器是一种信息的工具, 起着不可或缺的信息源的作用。

仪器是信息时代的信息获取——处理——传输的链条中的源头技术。如果没有仪器, 就不能获取生产、科研、环境、社会等领域中全方位的信息, 进入信息时代将是不可能的。钱学森院士对新技术革命的论述:“新技术革命的关键技术是信息技术。信息技术由测量技术、计算机技术、通讯技术三部分组成。测量技术则是关键和基础。”现在通常提到信息技术就是计算机技术和通讯技术, 而关键的基础性的测量技术却往往被人们忽视了。从上述可以看出仪器技术是信息的源头技术。仪器工业是信息工业的重要组成部分。

这里有必要改变一些习惯概念, 例如: 认为仪器只是一种机械, 是为机器配套的, 仪器工业是机械工业的一个组成部分。这种概念, 也许是因为国家把仪器工业归口机械部管理而形成的习惯印象; 或者认为仪器仅仅是为科研服务的一种技术后勤; 在学科上仪器科技是机械学科的一个分支, 或从属于有关工程学科, 是配套技术等等。

正确的概念应当是把仪器和机器放在同等的地位。把仪器工业与机械工业同等看待。

仪器不是机器, 绝大多数也不是简单的机械结构, 不是单纯的精密机械, 也不是单纯的精密机械加光学, 而是机、电、光、计算机、材料科学、物理、化学、生物学等学科和先进技术的高度综合的高技术。

仪器又是国家高科技发展水平的标志。特别是在今天的信息时代, 仪器具有多学科综合的特点。因此仪器科技在学科上也应具有适应时代发展的独立的学术地位。在学科分类上也应有这样的体现。只有对仪器的地位和作用树立了正确的观念, 才能有利于仪器事业的发展。

## 2 国外仪器发展趋势

### 2.1 科学仪器发展已成为国家的战略

发达国家中的科学仪器的发展, 已从自发状态转入到有意识、有目标的政府行为上来。美、日、欧等发达国家早已制定各自的发展战略并锁定目标, 专门投入, 以加速原创性仪器的发明, 转移(化)和产业化进程。

发达国家凭借其先进的科学研究水平, 长期高技术储备, 广泛占领世界市场的基础, 强大的经济与军事实力, 企图遏止发展中国家科学仪器的自主研制, 这种态势已日益明显。应引起我们的警惕。

2.2 当今科学仪器技术最引人注目的发展是在生物、医学、材料、航天、环保、国防等直接关系到人类生存和发展的诸多领域中。

科学研究的尺度深入到介观(纳米)和微观, 要求不仅能确定分析对象中的元素、基团和含量, 而且能回答原子的价态、分子结构和聚集态、固体结晶形态、短寿命反应中间产物的状态和生命化学物理进程中的激发态。不但能提供

空间分析的数据,而且可作表面、内层和微区分析,甚至三维立体扫描分析和时间分辨数据。从而,发展高分辨率、高选择性、高灵敏度的活体动态研究技术、原位技术、非接触(无损)测定技术等成为趋势,发展超快时间分辨和超高空分辨技术成为仪器发展新的追求目标。

研究的对象和过程,从静态转入动态,国际上正在大力发展集采样、样品处理(制作)、自动检测分析和结果输出于一身的流程分析系统;发展现场和实时的研究手段;生命科学等复杂体系研究的瓶颈是缺乏灵敏、有效和快速的现场或实时的研究手段,解决这一问题的突破口在于发展新的检测原理和新的检测仪器。

### 2.3 仪器的研制和生产趋向智能化、微型化、集成化、芯片化、系统工程化。

利用现代微制造技术(光、机、电)、纳米技术、计算机理论、仿生学原理、新材料等高新技术发展新型科学仪器已成为主流,如微型全化学分析系统、微型实验室、生物芯片、芯片实验室等。如正在发展的芯片型自动分析元件,它不仅具有测试功能,这里执行的是分离、反应等操作。综合这些芯片的功能将组成微型的分析仪器,进而形成芯片实验室。现在用于基因及基因组研究的器件包括:微流量分配装置,微电泳仪、微聚合酶链式反应器(PCR仪)等。这些分离分析元器件可做在玻璃、熔石英(Fused-silica)或塑料上,大小犹如芯片,但具备某些“传统”分离、分析仪器的功能。

在微型元器件、微处理器高度发展的基础上研究和开发小型价廉而又准确可靠的家用和个人分析仪器已经有可能并有广大的市场容量。

另外,在一些重大科学前沿研究中,测试及研究手段成为重大复杂的科研工程,如大型天文望远镜、高能粒子加速器,航天遥感系统等,都是由诸多分系统集成,这些分系统都是由高新技术武装起来的。

### 2.4 测试仪器网络化

由于仪器的自动化,智能化水平的提高,多台仪器联网已推广应用,虚拟仪器、三维多媒体等新技术开始实用化。因此,通过 Internet 网,仪器用户之间可异地交换信息和浏览,厂商能直接与异地用户交流,能及时完成如仪器故障诊断、指导用户维修或交换新仪器改进的数据、软件升级等工作。仪器操作过程更加简化,功能更换和扩张更加方便。网络化测试系统(仪器)是今后测试技术发展的必然。

## 3 关于振兴我国仪器事业的几个问题

### 3.1 对我国仪器事业发展的回顾

我国的仪器事业是解放后几乎从零开始发展起来的。1955年制定的12年科技远景规划,发展仪器仪表事业是其

中的第54项,成立了仪表总局,建设了一批门类比较齐全的仪器仪表的生产和科研基地。为钢铁、煤炭、电力、石油、化工、轻纺、交通等国家经济建设各行业,为国防建设“二弹一星”及科学研究做出过积极而有成效的贡献。党的十三大以来,邓小平同志提出“改革开放”、“科技兴国”和“科学技术是第一生产力”的理论和战略,仪器仪表事业也得到了相应的重视和发展。

随后机构改革、企业下放,“造船不如买船”议论盛行。大量国外仪器涌进中国市场。在企业转轨过程中多数仪器仪表企业是背着原来体制中必须承担的义务,而又没有改造和开发的宏观管理和资金支持。一些工厂只得卖地、转产、停产。仪器科研机构也遭遇了相似的境况。仪器仪表事业出现大滑坡。有的企业靠外商合作,缺少技术自主权和创新意识。

针对我国仪器工业出现上述严峻的形势,1995年20位院士联名向国务院递交“关于振兴仪器仪表工业的建议”。得到了国务院领导的重视和支持。国家计委、经委、科技部、科学院、自然科学基金委等部门为科学仪器的发展作出了一定的安排。科技部颁发了“关于九五期间科学仪器发展的若干意见”,并将科学仪器研究开发列为“九五”国家科技攻关计划。这些措施预期对振兴我国的科学仪器事业正在产生积极的影响。

但是还应该看到,现在我国科学仪器事业还处在十分被动的局面,与世界先进水平的差距还在扩大而不是逐年接近,大量高档的仪器和重大设备,主要依赖进口。1995年仪器仪表进口为机械工业的第一位。据有关部门对分析仪器的调查统计表明,目前国外分析仪器占据我国市场的份额仍然高达70%以上!全自动生化仪器、高档医疗仪器和科学仪器几乎全部是进口的。初步分析,作者认为有如下问题:

#### 3.1.1 仪器仪表的传统观念不能适应时代发展的需求。

长期以来,仪器仪表从属于机械制造行业,在科学管理上,把仪器仪表单纯的视为技术保障。这使得上层建筑不能适应新的和潜在的生产力的发展。更不能把仪器仪表看作是国家的支柱工业。

#### 3.1.2 在行政管理上,缺少针对仪器仪表工业的特点采取扶植措施,以求发展:

- 仪器仪表在技术上的多元化及综合性
- 以国家的规模来衡量,仪器仪表企业的规模、产值(除少数家用仪器外)都属于中小企业范围。对其高技术的实质注意不够,或未有认识,因此在国家安排重点项目时往往排不上队。

• 仪器仪表在我国属于幼稚而脆弱的工业,缺少扶植措施。在国际市场竞争中,特别将面临加入WTO后的挑战,必然有被淘汰的危险,前景堪忧。

• 当今我国的仪器仪表工业分散在很多行业中,既没有象其它生产部门那样的总公司的经营机构,也没有得力

的管理机构,如此下去,要形成支柱产业及民族工业,岂非梦想?问题是在整个现代化建设中缺少独立自主的能力,将受制于人,形成落后挨打的局面。

3.1.3 建国以来,在生产及科研开发领域从事测试技术及专用仪器装备的队伍不算小。但多数处于科研成果开发阶段,未能推广用于商品开发和产品化。这样,很难设想新概念,新的设计能传播到产品中去。这是多年来科研成果与产业化脱节的传统造成的恶果,也是过去计划经济缺少市场经济观念的结果。

#### 3.1.4 我国仪器生产管理存在的问题

从全国来看,我国科学仪器生产缺少先进的和自动化的加工设备,缺少严格的质量管理体系。由于我国基础工业水平不高,仪器仪表用的元器件质量不稳定,致使国产仪器可靠性低,返修率高。同时,在缺少市场竞争观念情况下,企业短期行为严重,售后服务水平不高。也使用户对国产仪器信心不足,保护观念淡薄。更谈不上创名牌产品。

#### 3.1.5 国产仪器经费投入严重不足并缺乏激励和保护机制

相当长时间以来,对国产仪器的研制和生产缺乏鼓励和保护的措施;重引进轻研制,重国外轻国内;在经费方面,对国产仪器和进口仪器装备的投入比例严重失调。例如,自“七五”至“九五”国家科技攻关的每个五年计划中对医疗器械领域的投入仅为900万元。仅占1998年医疗器械产品的进口5.7亿美元的千分之二。近年来,国外大企业采取各种封杀手段,企图彻底侵占中国仪器市场。国产仪器如果没有必要的财力和有效的保护机制,以其现有的基础和水平,不能抵挡国外企业的围追堵截。

### 3.2 发展我国科学仪器的规划和目标

仪器工业是我国的支柱产业,又是民族工业,尽管现在处在弱势,但代表着国家水平,一定要帮助我国民族的仪器工业成长起来。各部门在制定“十五”规划时,应包括仪器仪表。要制定一个发展我国科学仪器全面的规划和战略目标。使我国的科学仪器在一些主要方面在10—15年内达到或接近国际先进水平,力争国产仪器在国内市场占有率达50%以上。为此,建议:

#### 3.2.1 高档科学仪器的研制一定要纳入规划

不要停留在只保住中、低档仪器市场,不能对先进的高档仪器的研制采取麻木不仁的作法,将市场让位给国外公司。无数历史事实证明,最先进的科学仪器往往是科学家为了实验研究的需要由自己设计制造出来的。仪器从实验室阶段到成为商品至少要3—5年,而在这期间大量有开拓性工作都已发表,而买来的仪器已是昨日黄花,难以做出具有竞争力的开创性的工作。

#### 3.2.2 要提倡打破传统依赖进口和习惯从事仿制跟踪性研究

建立敢于创新、勇于创新信念。要重视原创性的科学仪器,它是知识创新和技术创新的源头,也是国家经济发

展的原始储备,是振兴我国仪器工业的一条捷径。

#### 3.2.3 对支撑和发展科学仪器的元器件和共性技术要作出安排

从科研成果转化为商品仪器须经过第二次创新和开发工作。要成立仪器技术开发中心和现代科学仪器信息中心。随时掌握和分析国内外科学仪器的最新动态,为我所用,掌握先进技术的自主权。

#### 3.2.4 要发挥已有的从事仪器研制和生产工作的科技人员的力量

从事“两弹一星”研制生产及863计划中有一大部分人员是搞测试技术的,他们有研制高精尖仪器的能力和水平,他们是仪器界高水平的代表,有很大潜力,特别是培养后继人才,我们要充分利用这些力量在仪器创新和产业化过程中发挥更大作用。

#### 3.2.5 加强中国仪器仪表协会和学会的咨询作用

积极组织专家组协助各经济部门做好仪器仪表发展规划和对接研究,面向市场和国力增长的双重需求。

#### 3.2.6 我国仪器分散在很多行业中,要各部门大力协同发展现代科学仪器,需要有能指导全局的调控机构(如建立一个仪器指导委员会)

现在很多生产部门都成立行业总公司,唯独仪器仪表没有总公司,应成立仪器行业的总公司,或成立一个指导性调控机构,协调检查规划的执行,对重大、关键、创新的科学仪器项目,加速产学研合作进程,要确立目标,优势集成,用“两弹一星”形式,市场导向,用公司(股份制)机制实施。

#### 3.2.7 政府给予扶植政策是振兴我国现代仪器事业成败的关键因素

尤其是加入WTO以后,减让关税造成的压力,将使我国民族仪器工业面临更大的挑战。从“十五”计划开始,应将现代高新仪器纳入计划优先发展的领域,加大经费投入。选择有产业化前景(或急需)的项目,给予低息贷款或贴息的办法,政府采购等等加以支持。对于当前已初见起色的生产高新仪器的企业,尤应加以关注、支持,促其发展。

### 参考文献

- 1 20位院士“关于振兴仪器仪表工业的建议”
- 2 胡柏顺 要振兴中国的现代科学仪器——访问全国仪器仪表学会名誉会长、中国科学院院士王大珩,现代科学仪器1994.1.3.
- 3 胡柏顺 当今世界上最有活力的仪器公司——热电仪器系统公司,现代科学仪器,1995.3.3—5
- 4 王大珩 要从更高更全面的角认识仪器仪表事业的重要作用,现代科学仪器,1997.2.6—7
- 5 纳米科技及其检测仪器,现代科学仪器,1998.1—2
- 6 马立人,生物芯片,现代科学仪器,1999.3.3—7
- 7 回红等,网络化手持式测试仪器的研究,现代科学仪器,1999.5.13—15
- 8 姚志建,芯片型实验室及基因组研究,2000.1.5—7