

加强技术管理 重视技术开发 提高实验水平

蒋景华 陈教泽 鲍世栓

大学实验室和技术管理专题国际讨论会

中国·上海

加强技术管理，重视技术开发， 提高实验水平

清华大学 蒋景华 陈教泽 鲍世铨

内容提要：

现代化仪器设备有一系列特点，管理工作要与此相适应并进行调整。高级技术力量与现代化装备相结合，形成高的实验水平。实验人员的知识要翻新，素质要提高。要对设备寿命全过程进行系统的技术管理，开展管理工程设计。严格的技术验收为开展技术管理打下良好基础。设备投入运行以后，要重视技术消化和技术开发，用出新水平。评价仪器使用水平的标准，既要包括利用效率，又要包括功能潜力利用程度。要采取行政的、技术的和经济的综合措施，促进大型仪器的协作共用。要在严格技术管理的基础上，放手让教师学生使用现代化仪器。这样，既能充份利用仪器，又会对社会上实验技术水平的提高有深远的影响，对加速科学研究进程有积极作用，也为实验室本身的技术开发增加活力。

我校的实验室，在十年动乱期间破坏相当严重，经过78—82年的整顿，已经基本得到恢复。近几年，在中央和教育部的支持下，增加了实验室经费，不少实验室即将进入有较大发展的阶段，全校也将经历一个实验技术的改造过程。一批现代化仪器设备正在替代陈旧装备。实验人员的知识也在翻新。实验室的管理工作面临着许多新的课题，其中最为突出的就是如何使现代化仪器设备用出水平。

从这几年已经到校的现代化仪器设备中可以看到，这些装备有许多特点：第一，它往往是多种学科最新科技成果的综合运用，是智力密集型装备，其安装、验收、管理、使用对工作人员的要求很高，需要有系统的技术管理，进行必要的管理工程设计，如：设备配置方案设计、技术验收方案设计、实验室改扩建工艺设计，以及拟订整套的操作规程、维护规程、人员培训和考核大纲等等；第二，它还往往是多功能的和高度自动化的，潜在能力很大，可以为许多部门服务，为多种学科服务，妥善地解决跨单位的协作共用，成为昂贵投资能否发挥较高效益的一个关键问题；第三，它们不仅在硬件上结构复杂，而且有大量适应各种用途的软件和功能，需要有一大批中高级技术人员用很多精力去消化、开发。因此，建立现代化实验室，不仅需要下决心投入大批资金，而且要有决心投入大批技术力量。从投资效果的角度看，一个实验室能装备多少现代化仪器，装备的级别定多高，不完全由财力来决定，更大程度上由主观技术力来决定。

根据现代化仪器的这些特点，我们认为实验室管理工作有以下两方面的问题值得研究：

一、要充分认识发展实验技术的重要性和复杂性，下决心配备高水平的实验技术队伍

对于理工科大学来说，没有实验室水平就没有学校的教学和科研水平。实验技术的突破常常推进研究领域的开拓，促进教学内容的更新。79～80年间，我校曾大力普及计算机技术。学校自己设计制造了一批小型计算机装备各系，花的人力、财力相当大，但是很快在2000多名教师、5000多名学生中普及了基本计算机语言和应用方法。又过一年多时间，就看到了在教学科研各个环节中广泛应用计算机的生动局面，包括机械、土木、热能等一些非电类老专业也在应用。习题、课程设计的规模和复杂程度增加了；三个月的毕业设计已经不只是完成一种方案，而且可以进行多方案设计比较，开展优化设计，选用“真刀真枪”的毕业设计课题变得更现实可行；实验课的内容更新了，像电子学实验室，增加数字电路、逻辑电路、单板机实时控制、微处理机数据分析等新内容。这样，就造成一种新局面：学生在五年学习期间，可以反复多次地、多种方式地应用计算机，做到学习计算机“五年不断线”，达到基本学到手的程度。

科研方面引用实验新技术的效果更为明显。我校汽车科研组，20多年来一直研究汽车的操纵性和稳定性，技术进展缓慢，教学内容也逐渐显得陈旧。自从78年该组引进计算机信息处理系统，教学科研工作面目一新。开始起步时，这些原来学机械的教师面临着知识翻新和耗费大量精力搞装备建设等问题，似乎占用了许多宝贵的学术活动时间；但是当他们一旦掌握了实验新技术，过去耗去的时间得到了加倍的偿还：这个研究组过去一年完成一个研究课题，现在一年完成三十余项课题；他们开发出来的汽车动特性“系统参数识别”和“模态分析”实验技术已广泛应用于交通、航空、医疗、城市管理、抗震等领域的研究工作，为国内各部委20多项科学研究工作提供技术服务，每年接待技术咨询近千人次；他们为工业部

门的科技骨干人员办了四期短训班，不少学员目前已成为本行业领导这方面科学实验工作的带头人。在一次国内学术讨论会上，有一半学术报告是曾经得到他们技术协助的，这个研究组的学术水平已在国内得到公认。他们的研究成果也推动了教学内容的更新。目前已开出一门新的专业课；为三个系的研究生开了一门实验课；承担了本专业50%毕业生的专题实验工作，这些毕业生去年毕业后，在工作岗位上接受新技术的能力表现出明显优势，受到产业部门好评，可以说这个老专业现在又焕发出新的活力。

类似这种事例还很多，它表明，发展实验新技术十分重要；还表明，实验新技术往往跨多种学科，技术上比较复杂。像上述信息处理技术，要求有关人员有较好的数学、力学、外语、电测、计算机基础和汽车工程的专业知识，要比较熟悉随机振动理论、信息论和概率统计原理，要在没有人指导的情况下靠自己摸索掌握装备的安装调试技术，要消化大量的计算机软件资料，等等。这些要求，一般中等技术人员难于胜任，甚至一些大学毕业生也难以承担。因此，必须以较强的技术队伍与先进的物质装备相结合，才能形成先进实验技术。

我们感到，只有充分认识到发展实验技术的重要性和复杂性，才能从学校长远发展的战略高度下决心，既在引进设备上舍得花钱，又在队伍配备上舍得投入。高等学校是智力密集的地方，学科众多，人才济济，有条件组建高水平的、学科配套的实验技术班子。要有意识的发挥学校的这种优势，争取实验技术上的领先地位。

二、开展系统的技术管理

在实验室的种种管理工作中，技术管理的好坏直接影响着仪器功能的发挥。对于现代化科学仪器尤为如此。一台设备从安装开始到报废为止的

寿命全过程中，每个阶段的技术管理都互相联系，只有每阶段都实现了高水平的技术管理，为后续管理创造条件，才能在总体上有较高的使用水平。不能在买来设备后“走着瞧”，发生了问题后被动地处理问题，而应该进行系统的管理工程设计，提高管理的科学性。我们规划一个先进实验室，既要安排好“硬件”（采办装备），也要事先安排好“软件”（管理工程设计）。这和计算机有点类似，好的硬件配上好的软件才能高效能地工作。一些单位常常只在采购设备上下功夫，在管理上不下功夫，导致引进设备长期效率很低，国家要为此而付出大笔“学费”。应该扭转这种“软”、“硬”不配套的局面，特别是在规划工作中要“软”、“硬”件一起规划。

下面就几个重要的管理环节，谈点看法：

1. 把好技术验收关，为技术管理打好基础。

许多情况表明，厂商提供的产品常常不像广告宣传的那末完善，他们出于市场竞争的需要而夸张产品性能，今年我校验收的100多台仪器中，三分之一有大大小小的问题：有的精度比铭牌低四倍，有的工作一个月即失效，有的仪器部件是用过的返修品等等。因此验收之前必须有充分的技术准备，其中重要的一环是拟订技术验收方案，这一工作要有水平较高的人员来主持。如果在验收中配备的技术骨干力量不足，或者验收人员的技术准备不足，技术检验不严（或者不会），就难免要吃亏，受“暗”的损失。我们要通过严格的技术验收，维护学校权益，必要时拿出证据向厂商索赔。

验收不只是履行一些商务手续，而且是仪器技术管理的起点。通过技术验收，把种种隐患消除在投入运行之前，更换质量差的部件，这是确保今后仪器能长期稳定运行的前提。技术验收中，既要检查宏观功能，也要

深查仪器内部的某些参数；既查硬件，也考验软件。软件陈旧也会使整套装备功能大幅度下降。

我们还要通过认真的技术验收，熟悉资料和仪器，消化实验技术，训练好管理队伍。接机不能只是接过一批设备，而且要接过新的实验技术。实验技术掌握得不好，就会在以后出现“高档仪器，低档使用”的情况，严重的甚至使仪器很快丢失高档性能，造成巨大的“暗”的浪费。

我们的验收过程要实现三个目的：①拿到真正完善的仪器，②培训出骨干队伍，③掌握了实验新技术。这三者的实现，为以后的技术管理打下良好基础。

2. 深入消化和开发实验新技术，提高仪器管理使用水平。

验收阶段所掌握的实验技能，往往还只是“初知、初会”。有些现代化装备有多种功能，要通过实践逐一开发。有的一个软件就是一厚本书，真正深入掌握要高水平教师花数月以至更长一点的时间。因此，如果验收结束以后骨干教师很快就转移，将会使引进设备的效益大为减色。有的仪器在引进后2—3年，还有半数软件未开发，这是一种潜在的重大积压。

我们认为，评价一台现代化仪器的使用水平，应该有三条标准：第一、机时利用率多高；第二，各种高档功能利用程度多高；第三，利用仪器潜在的技术资源，做开创性的工作如何。不能只看机时利用率这一条，如果只会低档运行，即便是机时很多，也只是低水平利用。但也不能以开发高档功能为理由而忽视大面上的服务和贡献一定的机时。应该把两者结合起来，建立一个比较全面的评价使用水平的标准。

应该提倡实验技术开发工作。我校早期配备的DJS—130计算机，功能较弱，外面有些单位甚至认为应淘汰。这几年，一些系给DJS—130机

加了点部件，只花了原投资的十分之一的钱，就使它由只能运行单一语言扩展为运行多种高级语言，从单一计算功能扩展为可以进行实时控制和数据采集处理，使一些实验工作提高了功效。热能系还在 DJS-130 机上配以专业模拟系统，形成一整套 20 万瓩火电站的动态模拟系统，可以进行许多现场机组不易进行的操作试验和事故处理实验，填补了国家一项科技空白。

深入的实验技术开发，需要有仪器管理人员与专业人员结合。专业人员往往既提出发展新技术的要求，又有较活跃的学术思想。我校电子显微镜室与球墨铸铁科研组合作，发展了“深腐蚀”、“热氧腐蚀”及“离子轰击”制样技术；催化研究组与红外光谱室结合，测出了反应器内化学反应的动态过程，在国内首次证实了反应动力学中对某些中间过程的假设。~~因此，大型~~仪器室应该是开放型的，这样做既为别人服务，也给自己增加了活力。

3. 在加强技术管理的基础上，放手让教师、学生上机工作。

从科学技术发展角度看，研究人员请别人代看样品，很难做到深入研究。上述球墨铸铁研究工作，开始时是送样品请操作人员观察拍照，研究进展不大，后来科研人员直接操作仪器作观察分析，很快发现了石墨新形态，拍下许多国内外迄今未见过的珍贵照片，出版了铸铁石墨形态图谱，提出了“铸铁中石墨形态的科学分类及命名”等论文，达到国际先进水平。

从学校发展角度看，今后研究生要大幅度增加，这些攻读博士、硕士学位的研究生的学习方式与大学生很不一样，他们大部份时间在实验室搞研究。如果他们的试样都要请别人代看和分析，很多活跃的科学思想会被束缚；学校也派不出这么多人去为 2000 多名研究生代做实验分析。必须创造条件让他们亲自动手操作先进仪器，研究问题。现在的大学生、研究生，到 2000 年正是 40 多岁的年富力强的中年科技骨干，要让他们在现

在学习过程中受到先进实验技术的训练，以适应将来从事“四化”建设的需要。学校的教学内容及实验装备应该领先于社会。如果学校培养出来的人能熟悉和运用先进仪器，将会从根本上扭转社会上现存的某些仪器利用率不高的状况。

当前新技术的发展很快，学校将会不断引进一些先进装备，许多教师往往不了解学校具备的某些先进实验手段可以利用，因此必须大力做新技术的普及和推广工作。这些年我们经常组织实验技术讲座，有针对性地组织一些技术短训班，组织参观表演，受到教师、学生的欢迎。

现代化仪器十分昂贵，一定要有专人管理维护，订出操作维护规程，防止人多手杂损坏仪器。因此，必须是在加强技术培训和严格进行技术考核的基础上，放手让广大师生使用现代化仪器。75年我校电子显微镜室试行“培训考核使用人员，发给使用执照”的办法，并组织这些有执照人员轮流在机房值班，为各种学科的分析工作服务，这些人员具有专业知识，因此一般分析水平较高。后来X衍射仪室也试行了这种办法。这二个室试行这个办法已数年，并未发生损坏仪器的情况，而各学科的分析要求普遍得到了满足，仪器的使用效率上升到国内先进水平。仪器室的管理人员也因此得益，他们不必天天去开机值班，有相当多时间可以从事教学科研工作，进一步开发实验技术，这些必然会带动仪器的使用向更高水平发展。

4. 要有强有力的维修保证，和易损零配件的快速供应。

让广大师生上机，不论技术管理多严，总会有损坏的时候。国外的经验是搞快速修复，这样不会严重影响使用。而我们采购零配件，快则几个月，慢则一年多。修复一台设备，常因维修力量不落实而需要较长的时间，

因此，往往因为上述原因而使几万元的整套仪器停摆。这是许多人不敢放手让更多人上机操作的一个原因。解决这个问题要从两方面着手：①实验室要配备必要的维修编制，因为我们离外国厂商远，不可能经常请他们来，小问题得靠自己维修力量解决；②简化易损零配件和维修所需外汇的审批手续。每年拨给学校一定额度的维修专用外汇，允许学校直接与国外厂商联系，直接支付费用。这些烦杂零碎的物品全要集中到几个大进出口公司去办，手续层次太多，运转手续就得数月，外贸公司也缺乏足够人力来采办这些烦杂的东西，这种工作方式不利于科技的发展。

5. 制订工作定额，促进协作共用。

目前国家资金还比较缺乏，还不可能普遍满足各个单位装备现代化仪器的要求，已装备的仪器应该努力多提供有效使用机时，并开展协作共用。这就要求有高水平的维护工作，使仪器经常处于完善的可用状态；还要求服务人员有较高的技术水平，能满足用户对分析操作的要求。一台仪器一年能为用户提供的使用机时的总量，是反映一个实验室维护质量和服务质量的综合指标。经常“停停打打”的仪器和服务态度不好的地方，全年有效使用机时不可能很高。

前年开始，我们对小型计算机试行“定额管理、超额奖励”办法，结果使计算机的“年有效使用机时”增加了一倍多，而所发的奖金只相当于设备折旧费的1%。这个办法试行以后，维护工作普遍抓得紧了，很少长期停机待修的；服务质量也改善了，服务质量差的地方去的教师、学生少，不仅有关人员收入减少，而且在学校向全校公布机时考核结果时，舆论压力相当大。

对各种大型仪器制订工作定额是一件比较复杂的技术管理工作。仪器

刚投入使用阶段应该有几个月试用期，定额应低一些，以便有关人员进一步掌握仪器；过了试用期应提高到正常定额，这时应恰当规定对外提供有效使用机时。内部维修调试机时和深入技术开发机时的比例。一定要建立起保养常规，对于不同的仪器，这些比例应有所不同。此外，制订定额时应考虑仪器分档使用的原则，用一般仪器能解决问题的就不该用高档仪器。不要为了凑使用机时而滥用高档仪器。应当详细了解本校教学科研的需要和为社会开展服务的可能，从实际出发，来制订定额，使工作人员经过努力有可能达到和超过。

6. 改进现代化仪器的管理体制

协作共用的大型仪器比较集中的地方，不宜于由一个教研组或科研组来管，应尽量组织成中心实验室，由系或学校来领导。这样，有利于集中力量搞配套建设，尽快形成实验能力；也有利于集中配备人力，组建起健全的运行维护班子，有了落实的班子协作共用才有保证；有利于处理各用户之间的协调关系，从全局考虑制订一些使用管理办法。从75年起，我校陆续建立了分析中心、计算中心、电化教学中心等，承担全校各系有关的教学科研任务，一般工作效率都比较高，促进了跨系的协作共用，成长起一支稳定的专业队伍。

7. 要建立起完整的技术档案，为开展技术管理提供依据。

从验收仪器开始，就要保存各种原始技术资料：包括随箱文件、图纸图谱；原始的清点记录、性能测试记录、验收日志；拟订的各种规程、大纲；仪器使用维护记录、人员培训考核记录、故障登记；等等。这些技术资料是开展技术设计、技术管理、技术维修的依据，是培训人员的教材。也是最后确定报废设备的依据。

要从设备管理的全过程来考虑技术档案的内容，事先有所设计。在管理过程的每一环节上，及时收齐档案。要避免原始数据记录在私人笔记本上等情况，否则“人走资料散”，后继人员摸不清头脑。

