

高等学校实验室工作 学习资料选编

(内部资料)

3

中国教育服务中心
教育发展事业部
2003 年 3 月

G64-33

5047 目 录



第一部分 讲稿汇编

实验室建设与技术物资工作研究	蒋景华 1
改革实验管理体制 构建创新育人体系	华东理工大 25

第二部分

摘自《北京高校基础课教学实验室评估指南》

第一章 高等学校基础课教学实验室概述	1
第一节 基础课教学实验室的地位和作用	1
第二节 基础课教学实验室的现状	3
第三节 基础课教学实验室的改革方向	5
第二章 基础课教学实验室评估综述	8
第一节 评估与评估七要素	8
第二节 基础课教学实验室评估的目的和原则	11
第三节 基础课教学实验室评估的依据与性质	14
第四节 评估的预期效益	16
第三章 基础课教学实验室评估标准	19
第一节 基础课教学实验室评估标准表的构成	19
第二节 评估条目的实施要点分析	21
第三节 评估实践中的难点及掌握	37
第四章 高等学校基础课教学实验室评估的程序与方法	45
第一节 评估的程序与方法概述	45
第二节 学校自评与整改	48
第三节 地区评估	51
第四节 地区评估专家组的构成与工作方法	56
第五节 国家级评估	60



A0338861

300977

实验室建设与技术物资工作研究

蒋景华

中央提出科教兴国的战略以后，高等学校实际上面临着三大方面的任务：一是大幅度扩大招生；二是提高学生的科学文化素质；三是加快科技进步和知识创新的速度。这三方面的任务，都和实验室及技术物资工作（指教学仪器装备的供应及管理，下同）有着直接的关系。

要做好实验室及技术物资工作：首先，是要对科学实验有正确的理解，对实验教学有正确的理解，对实验室这种组织形式有正确的理解，对技术物资工作有正确的理解。因为正确的理解才会有好的工作思路，工作思路导致工作机构的设置和一系列的方针、政策、制度和各项措施的出台。目前，全国高校在实验室及技术物资工作的做法上差别相当大，究其原因在于对工作的理解不同。有的名校这任校长这样改，下任校长又改回去了，清华、南大、交大、北大、都发生过这样的情况，都是基于理解不同。如果讲汲取经验，最重要的经验是对工作的正确理解。今天我讲的第一部分是如何理解。其次，要研究工作的规律，包括规划、建设、供应、管理等各个环节上要精心策划。既要认真总结自己学校历史上的经验教训，同时研究兄弟院校的经验，并研究和借鉴国外大学学校在市场经济体制下运作的经验教训。

在这方面，我提供一些情况和个人看法，供大家参考。我讲六个问题：

- （一）21 世纪的前五十年，我国高等教育将经历一个持续的快速发展过程；
- （二）科学实验对民族振兴和社会进步有很大影响，提高国民的科学实验素养，应成为素质教育的一个重要目标；
- （三）充分发挥科学实验的特长，培育有创新精神的人才；
- （四）实验室的设置以及技术物资工作机构的设置，要着眼于建立一种效率高的科学实验的工作体制；
- （五）在市场经济体制下，高校更加需要强有力的物资机构；
- （六）为追求对实验室的投资有最佳效益，要认真研究和处理好十个关系；

一、21 世纪的前五十年，我国高等教育将经历一个持续的快速发展过程

我国的规划目标是 2050 年基本实现社会主义现代化。在现代化社会 发达国家的劳动力结构和发展中国家有很大差别。根据国际劳动组织 1981 年的调查统计：在发达国家，工业和第三产业的就业人口占 90%，在第一产业（农业）只占 10%。而发展中国家农业占 59%，工业和第三产业占 41%（不到发达国家 90%的一半）。就发达国家自身的发展历史看，在五十年代，工业和第三产业的就业人口只有 62%，到八十年代已上升到 90%，也是随着生产力的提高而提高的。我国在 1997 年的统计资料是，工业和第三产业的就业人口只有 50.1%，比发达国家低得多。有份调查表明，全国就业人口中，受到大专及以上学历的教育，只占 3%，这和建设现代化国家的要求差距非常大。

2、我国需要大规模培养有专业技术和技能的人才。需要大到多大规模呢？可以从发达国家高教情况找一个参考坐标。现在国际上普遍接受一种马丁·特罗理论，来衡量一个国家高等教育发展水平。它是以 18-21 岁年青人中有多少入大学为衡量指标——“毛入学率”。毛入学率低于 15%的称之为处于少数精英教育阶段；毛入学率 15-50%的称之为处于大众化教育阶段；毛入学率高于 50%的称之为进入普及化阶段。欧、美、日等发达国家在六十、七十年代毛入学率已超过 50%，有的已达 60%。而我国在 1998 年毛入学率才 9.8%，连续三年“扩招”，到 2001 年底才达到 13.3%，预计 2005 年达到 15%。即便是达到了 15%，就业人员中大专及以上学历的人才占 7%，和现代化国家的要求仍然差距很大，还是有很长的路要走。为了 2050 年我国基本实现社会主义现代化，我国高等教育必须有一个五十年持续快速发展过程。

3、我国改革开放二十年以来积累的实力，包括国家财力、民间财力及基础教育的较好发展，也使得我国高校持续快速发展有可能。

（1）1986-1997 年间，国内生产总值平均每年增长 9.8%，国家财政收入平均每年增长 13.0%，城乡民间存款额平均每年增长 32.2%。而同期，高校在校学生人数，平均每年增长 5.3%。这一方面说明改革开放以来，高等教育发展相对滞后了。从另一方面说，国家和民间积蓄了财力，可以使高校发展得快一点，不仅公办大学可以发展快一点，民办大学也可以发展快一点。（2）最近公布的全国人大正在审议的《促进民办教育法》就是一个大举措。

在日本、韩国，70%的大学生在民办大学，国家财力也只能支持少数有名的研究型大学。在我国仍是公办为主，但民办的比例肯定会大大增加。从以下财务数字就可以看出这一点：如果我国的高教毛入

学率达到 15%，在校学生即 1600 万人，办学条件好一点的学校，每个大学生每年的培养成本 10000 元，全国为培养这 1600 万人每年要花 1600 亿元。而 2001 年全部财政性教育经费只有不到 3000 亿元，而且 70% 要用在中小学。显然，完全靠国家投入很难实现 15% 毛入学率，更不用说达到 50%。因此民办学校一定有一个大的发展。最近的调查表明：陕西省民办高校的在校学生已达 15 万人，是公办高校在校生的 30%；广东省民办高校在校学生是公办的 21%。都已是不小的比重。

4、高教的持续快速发展，将使实验室及技术物资工作任务大幅度上升。据《面向 21 世纪教育振兴计划》(R) 预测，未来十年我国大学及高中阶段的投资为 4500 亿元。如果 30% 用来购教学仪器及设备，即 1350 亿元，相当于一个三峡工程的投资规模。其中一些重点大学投资规模很大，如清华、北大各 18 亿元（三年），另外 9 所重点大学 96 亿元，这 11 所学校三年投入 132 亿元。投资强度是过去的十多倍。清华去年一年的设备采购量是 2.4 亿，是（1921-1991）七十年建校以来，积累的仪器设备存量的总和。除了国家重点投资外，地方政府及民间也在大力投入，如浙江省已动工新建五个大的高校园区，占地四万亩，投资 180 亿元，这里面有很多是投在地方大学的。此外，如果今后民办大学广泛兴起，总投资量还会增加。陕西、广东两省最近三年左右民办高校购入的仪器设备就有近 6 亿元，平均每年 2 亿元。因此，今后五十年，不论重点大学、地方大学还是民办大学，技术物资部门的采购、供应、管理任务很重，责任也很大。

5、并不是有了钱以后，学校的教学科研水平就一定能上去。中东一些国家很有钱，但教育和科技并不在国际领先，关键要能用出效率来。我们自己也有不少不成功的教训：五十年代全面学习苏联，有一个学校获得大笔经费以后，花了四百多万元（当时 400 多万相当于现在好多倍）引进了世界各国的先进机床，像个万国博览会，但是没有科学实验能力，摆了几十年，最后全部处理掉了；八十年代引进现代化大型仪器，学校之间出现攀比现象，似乎谁的仪器档次高就意味着学校水平高。过了四、五年去看看实用情况，大部分高档功能未用，许多昂贵的附件没有用过。高档仪器成了“门面”，实际上“隐形浪费”非常大。例如，电子显微镜，100A 分辨率的只要 2 万美元，1A 分辨率的要 20 多万美元，两者相差 100 多万元人民币。如果买了 1A 的功能，而学校大量做的是 100Å 的工作，这 100 多万元就是隐形浪费。有了钱，如何规划好、买好、管好、用好、有很多学问。后面第六部

分我再展开讲讲，讲十个关系。

6、办学体制多样化以后，在实验室及技术物资工作方面会出现一系列新问题：（1）不论国内还是国外，不论是公办还是民办，大学生都是以大专层次居多（美国也是 50% 学生在大专层次），以职业技术类型的居多，它们的实验室建设不能照搬重点大学模式；民办学校只有紧限市场需求才能生存，专业更新会比较快，实验装备要有更宽的适应性；（2）民办高校建立现代化实验室不是靠国家拨款，而是靠精打细算学费收入，靠负债经营。例如西安西京大学，贷款 2.8 亿元，建立了现代化的教学楼、实验楼、图书楼、信息广场建筑群，160 天建成 16 万 m^2 校舍，都是当年开工，当年投入实用，当年就扩大招生。今年已有 8000 万元学杂费收入。这套全新的运作机制，是过去公办学校从来没有过的。（3）很多省市在建立大规模的新大学城时，在新学区内建立多校（公办、民办）共用的图书馆、计算机网络、实验室、体育场及后勤设施，给管理带来许多新问题；（4）资产管理中将会出现许多新问题。如，现在公办高校也只有 50% 左右经费来自政府拨款，其它靠自筹。因此资产的性质就有变化，既有国有资产，又有校产（集体资产），如何处理是个新问题。民办学校将来也会有国家的补贴及社会捐赠，情况更复杂，因为既有投资人的资产，又有国家投的资产及社会捐助形成的校产。资产管理中另一个问题是如何消除“资产总量”中的水分？很多十多年以前买的仪器设备早已过时或不能用了，但还全额在帐上反映，原因是设备不折旧，账面数字不能反映学校装备的真实情况。这些，势必要改革。

总之，21 世纪我们会遇到很多新问题，也一定会涌现出许多新思路、新经验，应该认真研究。

二、科学实验对民族振兴和社会进步有很大影响，国民的科学实验素养应成为素质教育的重要目标

1、在世界科学技术发展史上，科学实验的出现是一个重要分水岭，在这以前科技进步缓慢，在这以后科技进步神速。在欧洲是如此，在中国也是如此。中世纪的欧洲曾经经历了长达一千多年的“黑暗时期”，神权高于王权，科学要为神学服务，有创见的科学先驱遭到迫害，科学凋零、停滞。科学实验兴起(1500~1600)以后，以大量的事实和科学的发现，否定了宗教教义的种种主观臆测，冲破了经院哲学对思想的禁锢，使自然科学从神学中解放了出来。1687 年出版的牛顿的《自然哲学之数学原理》，标志着科学实验思想体系的形成(注一)。在《原

理》中，牛顿提出了一整套“从经验事实概括为自然科学理论的方法”，并在物理、化学、生物等许多学科领域中应用，取得巨大成功。可以说，近代自然科学是在科学实验中产生和迅速发展起来的。

中国古代也有很多发明创造，在《天工开物》、《梦溪笔谈》等古籍中有综合反映。但是，近代自然科学并没有在中国产生。这里有多种社会的和历史的原因，但就自然科学发展的道路来看，很重要的原因是没有经过科学实验这个升华过程，生产经验和技術发明没有上升为科学的理论体系。牛顿时代(相当于中国明朝)以后，欧洲的科技进步速度日益加快，而我们还在以一种老的方式缓慢发展，经过三百年及以后，形成东西方之间科技水平方面的巨大反差。中国人民受欺侮压迫大体也就是在明清及以后的三百年。

2、不仅自然科学是在实验的基础上发展起来的，近代社会科学中的许多学科也是在一系列实验的基础上迅速发展起来的，如管理学、心理学、教育学……等等。

当代管理科学主要源发于美国，而美国的管理科学就是在一系列实验、试验和社会调查的基础上逐步形成。例如：号称“科学管理之父”的泰勒，在企业管理中从事科学实验达 26 年之久，曾经用 310 台机床做了 50000 次实验，综合研究生产工艺、生产管理、工人行为规范和劳动定额，在一系列实测数据的基础上得到 12 项规律和相应的量化管理的公式。他用研究成果培训出来的新工人，比有着十年工龄的老工人的生产效率还高 9 倍。泰勒认为：“与其在缺乏数据或单凭经验的情况下，长期低效率地工作；还不如花一些时间做实验，在高效率下取得更大的利润。”他为实验花费了 20 万美元，但企业得到了“比为实验所支付的要多得多的收入。”他还做了大量其它实验，在此基础上出版了《科学管理原理》一书，成为近代管理科学的奠基之作。又如，美国哈佛大学梅奥教授进行的著名的“霍桑实验”，历时八年，并访谈职工 20000 人次，提出职工不是“经济人”而是“社会人”的学说，提出了“人际关系学”，据此设计现代企业管理模式，取得巨大成功。后来出版了《工业文明的人类问题》一书。成为哈佛学派的奠基之作。再如，美国电报电话公司 AT&T 用实验方法来研究选拔后备干部的途径，结果发现：(1)由企业领导人个人决定的，正确率 15%；(2)经过各级经理逐级推荐的，正确率 35%；(3)由评价中心用模拟实验测评后推荐的，正确率 76%。目前美国的电报电话公司、IBM 公司、通用动力公司、福特公司、柯达公司等大型企业(达 1000 多家)普遍采取

这种模式选拔干部。每年用这种方法选拔的干部达十多万人。还有大量其它管理学发展史上的著名实验，这里一一列举了。

3、纵观社会进步史，可以看到这样的现象：自然科学实验源发白欧洲，推进了科技进步，引发了工业革命，欧洲社会发展走在了世界前列，尔后科学实验传入了美国；从美国开始的管理学科实验，触发了“管理革命”。美国又将现代科技和现代管理相结合，应用于企业经营，使国家经济迅速上升，反而超过了欧洲。这一现象很值得我们深思。而贯穿于现代科学和现代管理学的一根红线，是科学实验。

另一个值得我们深思的现象就是第二次世界大战以后德国的崛起。据原中科院院士、高能所所长张文裕教授讲(讲此话时是六十年代)：第二次世界大战以后，德国很多研究设施毁坏了，很多城市成了废墟，应该讲物质条件很差，但是牛顿以后三百年间在国民身上形成的科学实验传统依然存在。以致二战以后仅仅过了20年，德国许多工业产品(如汽车)就已在国际领先，包括德国起步较晚的高能物理也已在许多领域中领先。可见科学实验思想体系的强大力量，可见国民科学实验素养的重要性。

从以上这些现象，我们应该思考一个问题：我们是把科学实验当作一种教学辅助手段来用？还是应该把人的科学实验素养当作一种育人的目标！？这两种指导思想导致实验室工作有很大差别。我认为，学生在学校里学到的知识终究是有限的，我们要的是学生不断拓展知识的能力，使学生不断跟上时代步伐。而人的科学实验素养是形成拓展知识的能力的重要基石。

三、充分发挥科学实验的特长，培育有创新精神的人才

科学实验和历史上的“炼丹”不同，它是在很强的理论指导下的实践，有很明确的探索目标，同时又在实践中检验理论，修正和发展理论。从实验课题的选择、实验方案的构思、实验方法的确定、实验数据的处理、以及由实验结果中提出科学假说，作出科学结论等等，都始终受理论的指导。可以说，在科学实验的全过程，从开始到结束，始终有理论思维活动，始终有实际探索实践，始终是理论和实践相结合的过程。可以说科学实验是理论和实践相结合的载体。因此仅仅把实验活动理解为培养动手能力是很不全面的。巴斯德讲过：“在观察的领域中，机遇总偏爱那种有准备的头脑”。同样观察事物，有的人视而不见，有理论准备的人就会抓住现象，有所发现。历史上错过发现机会的事例很多。我认为，实验教学从总体上是要教会学生如何正确地

开展理论思维，让学生正确地理解理论是如何在实践的基础上发展起来的，引导学生走上发展科学技术的正确道路。

1、我认为教学实验应该有多方面的功能：第一，验证和加深对课堂讲授的理论的理解。通过实验来学习理论非常有效（如欧洲物理课的讲法）。有扎实的理论基础有利于学生将来创新。第二，训练扎实的科学实验的基本功。包括：规范地运用仪器设备、规范地录取和整理测试的数据、规范地进行数学分析和编写实验报告，训练一种严谨的作风。62年清华大学普查实验教师基本功，发现好多电表指针是打弯的，钢板尺读数不科学，等等。党委花了三年时间抓实验基本功。扎实的实验基本功是创新的前提。否则，到底是实验工作中的误差还是新的发现，就很难区分。惰性气体一族的发现很大程度上得益于扎实的基本功，在精密测定中有所发现。前年看到中南大学一份研究报告，机械专业把大学四年的实验统筹安排，在总学时有限的情况下，开展了系统的基本功训练，并增加了计算机、激光等许多新的实验技术。结果学生的科学实验素质大幅度上升，全院评选优秀实验报告，30%为该系所得。第三，学习在实际工作中如何进行探索。客观的实际过程，往往掺杂着许多复杂的因素，要学会应用理论，设计实验，运用恰当的手段和仪器，纯化某些过程，在尽可能减少干扰的情况下突出主要规律，以求得在科学技术上的突破。例如，很多近代物理实验在真空中进行，排除气体分子碰撞的干扰，突出显示电子或其它粒子的运动规律。第四，学生所做的实验中，不少是模拟科学先驱的伟大发现。要从中体会他们的思维方法研究方式、严谨学风和艰苦奋斗的精神，这些都是创新型人才的重要素质。历史上焦尔用了三十多年的时间测定了热功当量，为能量守恒定律提供了重要依据。当然教学实验还可能有第五、第六等等方面的功能，大家可以进一步研究。

教学实验的以上这些功能，不是每一门实验课都一样，也不是每一个实验都一样，而应循序渐进的增加探索性内容。我们今天强调综合性设计性实验是对的，但不要忽视基础的培训。常说：“根深叶茂”，对培养创造型人才也应是这样。

2、在打好基础的前提下，要尽可能组织学生做相当数量的设计性探索性的“大实验”，甚至较早介入“真刀真枪”的科学研究工作中去，对培育学生的创新精神大有好处。这方面，不少学校已经介绍了很好的经验。我认为还应给有特殊天份的学生以特殊的机会，让他脱颖而出，在年青时期就有好的起步，以后一直做下去，达到世界先进

水平。这样的大学才能称得上一流大学。苏黎士高工在普通物理实验时，就有学生做专题实验。在科学技术发展史上，原子核的发现是有里程碑意义的重大突破。而这一发现的“判决性证据”—— α 粒子大角度散射现象，就是由到实验室实习的学生马斯登首先看到的(1909年)，他的导师卢瑟福在此基础上又经过一年的理论思考和科学计算，在1910年提出了原子有核的论文。

组织学生做探索性实验，要有一定条件。首先，是对教师的要求很高，老师本身有扎实的实验基本功和丰富的创新实践，正如马斯登的发现在卢瑟福的指导下，奔向了伟大的创举。因此，真要贯彻素质教育，实验师资队伍要大大加强。过去清华、北大等名校有一个很好的传统，即青年教师要先到实验室工作三年，辅导实验，或设计调试新试验台，一些老教授亲自下去言传身教，就是这个目的。有的老教授亲自带学生的教学实验。其次，要有“高效率的科学实验工作环境”，也就是说有很强的实验技术及后勤支撑系统，使新的构思能够很快成为新的实验。否则学生在有限时间内完不成这种具有探索性的课题。关于“建立高效率的科学实验工作体制”问题，我将在后面第四个问题中展开。这里只想强调一点：为了培养创造型人才，必须重视和解决好实验室的支撑队伍。这也是学校里为什么要建立实验室及技术物资工作机构的一个重要着眼点。

3、实验室可以成为很好的德育基地

前面已经讲到，科学实验是在和神学的斗争中顽强地成长起来的，后来又成为反对各种迷信和唯心哲学的有力的思想武器。历史上很多科学先驱，出身于正统的宗教家庭，但是“事实胜于雄辩”，科学实验的实践使他们转变了观念。今天在校的学生，四年期间做了百多个实验，很多是对科学先驱们所做实验的模拟，必然也会在学生思想深处产生影响。如果在此基础上加强引导和总结提高，必然会产生很好的效果。这里想着重讲几点：

(1) 在大量实验现象中，呈现出非常具体的“辩证唯物”的规律，有利于学生正确世界观的建立。例如，能量守恒以及热能、机械能、电能、化学能……等等可以相互转换，生动说明各种运动形态的统一性和可变性；元素及周期规律证明各种物质的内在联系，证明了物质世界的统一性；科学实验本身就体现了“实践——理论——实践——……”的辩证发展规律；重元素的衰变反映了量变到质变等规律。如果结合学生亲身经历过的实验，来引伸一些哲学观念，贴近学生生

活实际，很容易被理解和接受。

(2) 伟大的科学家是青年学子心中的偶像，对人生追求影响颇大。是否正确地介绍先驱们的经历就十分重要。过去常听说，牛顿看到苹果落地发现了万有引力，瓦特看到蒸汽顶起茶壶盖子，就发明了蒸汽机等等。这些事情也许有，但导致他们的发明绝非这一偶然灵感。以蒸汽机的发明为例，它并不起自瓦特，也不是终于瓦特，而是几十辈子人的长期努力的结果。蒸汽机的发明可以上溯到古埃及的赫龙球(反冲式发动机)，到瓦特时代已有数种在生产上应用的蒸汽机。瓦特是英国格拉斯哥大学实验室的蒸汽机修理工，他在运行、修理蒸汽机的过程中积累了大量经验，产生了新的思想——把“缸内凝汽”改为缸外凝汽，把往复运动转为旋转运动，把不稳定转速变为稳定转速，使蒸汽机的热效率、稳定性、使用范围都大大提高，使许多工矿企业用上了蒸汽动力。瓦特以后，又有很多人改进蒸汽机，使用到火车、轮船，促进了商品流通(注四)。从这件事的历史过程可以看到：①瓦特确实对蒸汽机作了根本性的变革，是发明蒸汽机的一个巨人，个人的历史作用应当充分肯定；②瓦特之所以能成为巨人，是因为他站在发明蒸汽机的先驱们的肩膀上，绝不是靠偶然灵感凭空创造出来的，而是在继承的基础上创造出来的，蒸汽机是几十代人共同创造出来的财富；③瓦特也是经过艰苦努力才最后成功的。从1763年开始到1787年完成现代蒸汽机的雏形，历时24年，中间反复改进，曾求教于许多物理、化学、机械学方面的专家，博采众长，才获成功。应该说，这也是集中大家的智慧的结果。正确摆正个人和集体关系的重要性，是显而易见的。

(3) 许多科学大师同时是伟大的爱国者，而且个人品德崇高。我国著名物理学家，原复旦大学校长杨福家院士，曾多次讲到，他在丹麦玻尔实验室工作时深被玻尔的一些事迹感动。①1913年玻尔发表了划时代的原子结构理论，并因此而获诺贝尔奖，美、英、法等国纷纷来函以重金聘他去外国工作。许以和爱因斯坦相当的职位，但他均婉拒。他说：“丹麦是我出生的地方，是我的家乡，这里是我心中的世界开始的地方。”他心中日夜想念的是如何使当时物理学很落后的丹麦成为世界物理的中心。经过他多年的努力，在身边汇聚了一大批精英，出了海德堡、泡利、郎道等一批诺贝尔奖获得者。玻尔实验室成为全世界物理学的三大中心之一，成为学者们朝圣的“麦加”。使得只有50万人口，在地图上不易找到的丹麦，在世界舞台上闪闪发光。杨福家

成名以后，始终以玻尔为榜样，他放弃了日本每月 70.1 万日元的高薪，毅然回国工作。他多次在复旦说：在讲授原子模型时，就应该向同学们介绍玻尔的爱国主义精神。②玻尔的个人品质也非常崇高。他以物理大师的身份在法国讲学时，学生海德堡、泡利当场提出一些异议。玻尔不顾个人情面，反而约二人分别深谈，并邀请两人去玻尔实验室工作，平等讨论、合作，把两人培养为诺贝尔奖获得者，被人称为哥本哈根精神。

(4) 在科学技术发展史上，这类好的案例很多，但是埋在浩如烟海的文献中。我认为应组织一批专家来选编丛书，引导青年学习先辈们好的人文素质，这也是创造型人才必须有的素质。清华大学几位长期从事实验教学的教授，曾经收集大量资料，编写了《著名物理实验及其在物理学发展中的作用》及《诺贝尔物理学奖(1901—1998)》等一批专著，逐一对著名的实验进行个例分析。对某一发明进行全方位的介绍，说明为什么会发生新的突破？为什么会造就出伟大的人物？讲清来龙去脉，前因后果；分析其成功要素，总结其经验教训。他们还专门开设了一门《物理学史的启示》课(选修)。这一系列的做法，使学生得到启示，又不是生硬灌输，而是通过真实的历史，生动的场景，让学生自己去体会，去获得教益。其他学校还有一位管理学方面的教授，专门写了一本《管理实验启示录》，介绍了大批在管理学发展史上有重要影响的实验，用大量史料给人以很大启发。这些做法很受学生的欢迎。钱三强、张文裕、虞福春等老一辈科学家对此十分赞赏，他们说：“物理学发展史是一块蕴藏着巨大财富的宝地，……要把宝贵的精神财富发掘出来，从中吸取营养，……这对我国教育事业和人才培养都会大有好处的”。

我和一些化学、生物学的教授交谈，他们说在化学、生物学的领域中，也有很多这类深有启发的案例，也应该挖掘整理。

四、实验室的设置以及技术物资工作机构的设置，要着眼于建立一种高效率的科学实验工作体制

实验室及技术物资工作，是学校知识创新体系的重要环节，其作用是保障科学实验有较高的工作效率，进而使学校的教学和科学研究工作水平的提高，有更快的速度。对于“进步速度”，应该有时代紧迫感。中央提出“科教兴国、振兴中华”，是要我们尽快缩短与先进国家的差距，迎头赶上。“缩短”是相对进步的概念，现在先进国家也在不断进步，只有我们的进步速度比他们还快，才会真正缩短，否则实际

上还在不断拉大差距，实现不了“立于世界先进民族之林”的目的。我们常常讲要建成一流的大学，“一流”也是相对先进的概念。你这个学校如果今天在同行中是二流，进步得比兄弟院校快，明天是一流，否则即便有进步，但速度慢，明天将是三流。因此，对学校教学、科研水平的进步速度，一定要有时代紧迫感。我们要从这一点出发，来策划实验室的设置，以及校内管理机构设置的。

为什么说实验室及技术物资工作影响学校进步的速度？

1、要让学者集中力量做学问。科学技术的进步主要靠学者，但学者要有好的工作环境。世界著名的卡文迪什实验室，在 110 年间出了 25 位诺贝尔奖获得者（截至 1985 年）。在那里学者很出色，实验室的支撑系统也很有力，构成一个完整的知识创新体系。在那里，我接触到一位国内一流大学去的研究生，她刚到英国四个多月，一个很复杂的近代物理实验台已经建成。她说自己有了新的构思，出了一个原理图，向实验室的行政秘书和工程师说清楚，后面的工程制图、加工、采购、安装、调试等等，有人去办，进展很快。她说类似的实验台，在国内母校时两年也建不成，因为各种采办事项均要自己去跑，“开天辟地，从猿到人”的工作方式，不是有组织的开展科学实验。

实际上，这种速度上的差距，不是个别学校存在。上海交大的何友声院士在公开的文章中就讲过：“一个系的实验室，实验人员只有 1-2 人，教授倒有一大邦。很自然，那些加工、采购、组装等事情都要教授自己去跑，很难专心致志的搞研究。”

设想：我们的教授今天的水平和国外先进大学的教授相当，只是工作环境不同，几年以后将会拉大差距。如果这种情况有普遍性，怎么能实现“科教兴国”。1997 年小平同志对教育部门的领导讲过：“一些科研人员到处去跑器材，耽误事情，浪费时间，是一种很大的损失”。二十五年已经过去了，但这个问题仍然没有解决。要解决这个问题，首先要转变观念，正确理解实验室及技术支撑系统的作用，既要重视学科带头人，又要重视支撑人员；同时要有一系列措施，包括建立合理的实验室体制及技术支撑体系，建立一支与学者水平匹配的技术及后勤工作队伍。如果要攀登 8840 米高的珠穆朗玛峰，后勤支撑人员也得有爬上七、八千米的水平，否则冲不上顶峰。此外，要建立工作制度以及调动各种人员积极性的激励机制……，这是一个系统工作。如果没有得力的机构去抓，即便是校长有建设一流大学的心愿，也落不到实处。

我们在欧美考察过十几所名牌大学，他们在市场经济大环境中运作已有百多年，虽然他们的人员费用比我们高十多倍，仍然在学校有相当人数的实验室的技术队伍及技术物资的管理机构和工作队伍。在卡文迪什实验室，在编的学者和支撑体系的人数之比大体是 1: 1，这实际上是从工作实践中获得的结论。我国一些知名大学近几年经历了把实验室及技术物资管理机构打散了又合起来的过程，也是从挽救工作实效出发，作出的迅速反应。

2、我们如果考察一下“实验室”这一组织形式出现的历史过程，对我们今天来策划实验室的建制，可能是有益的。在工业革命以前，早期的生产活动和科学实验活动能力动基本上都是作坊式的，实验室的各项工作都是学者自己干。第一次产业革命以后，机器生产代替手工生产，生产规模迅速扩大，生产的各个环节需要分工合作，“工厂制度”应运而生，使生产效率大幅度提高；几乎与此同时，工业生产所提供的先进仪器和协约化生产的理念，使研究工作的规模和效率也大大提高了，“集体式研究”逐步代替了“个人自由研究”，使实验室制度应运而生，研究工作有分工又有合作，各人发挥所长，学者可以集中大部分时间搞研究。实验室这个组织形式，大大加快了科技进步的速度，出现了许多高效率的科学实验机构。如 1876 年成立的爱迪生实验室，平均每 11 天出一项发明，到 1910 年，24 年间共获得 1328 项专利。实验室这一组织形式的优越性，使实验室在全球普及起来。我国建立实验室，也是引自国外，根本着眼点应是速度和效率。这些年，有的大学里让课题组把实验室瓜分了，分的很小、很散，每一摊子的人手很少，往往又是集研究、行政、后勤于一人之身，又回到作坊式的历史中去了。

3、在国外，我们看到了实验室这一组织形式的发展方向，与上述国内一些学校的做法相反，即不但不分散、分小，而且开展更大范围的分工合作。如果说上面讲的是靠一个实验室内部的人员群体的分工合作，保证了科技发展速度，那末现在国外已发展到靠一个“实验室群”的大协作，来保障更大规模和更高效率的科学实验工作。例如：美国麻省理工学院（MIT）材料与工程中心，是由 39 位学科带头人（教授）根据协议建立的实验室合作群。在那里除了 39 位教授有自己的专用实验室外（在同一幢大厦里），还联合建立了中心实验室，这个中心实验室和各个专用实验室是互相开放的，大型精密仪器共同使用，促进学术交流，促进实验技术互相借鉴。甚至连食堂也成为活跃的讨论

场所，简单的午餐谈上一二小时。在英国剑桥大学，我们也看到了类似的情况。

美国是最讲个人主义的地方，为什么在实验上搞大协作？这不是讲风格的结果，是市场竞争规律的导向：（1）在美国，一个大学要水平上得去，必须拿到国家的科学基金。而每年全国各地申报的项目中，大约只有 30% 获得批准。你有好的实验室设备和实验室群体、配套的人员梯队，以及由此而产生的科研进展快，水平高等等，均增加了这 39 个教授的竞争资本。他可以把中心实验室的高档仪器以及开展学术合作的各位教授都作为他自己的基础条件上报。（2）随着科技的进步，前沿重大课题的突破愈来愈不是一个实验室内部的力量所能实现的。例如超导问题：1911 年即已发现超导现象，但道理不清，先后有 5 位得诺贝尔奖的著名科学家探讨过，均告失败。46 年以后（1957 年）在巴丁（50 岁，诺贝尔奖）、库柏（30 岁，博士生）、施里弗（20 岁，来自 MIT 大学生）三人合作下，完成了超导微观理论。而这三人的专业背景完全不同（晶体、量子场论、原子结构），来自三个学校（威斯康星、普林斯顿、MIT），共同汇合在一起工作，共同平等讨论，共获诺贝尔奖。有一项统计说明问题：1901-1998 近百年期间，获得诺贝尔物理学奖的，前 30 年间个人得奖的占 75%，三人共同得奖的只占 5%；最近这 30 年，个人得奖的只占 18%，三人共同得奖的上升到 50%。而且得奖者中很多人有过在不同实验室，不同学校，工作过一个时期的经历，这比查阅资料获得的知识和启发要丰富得多，同时又启发了别人的思路。因此，有远见的学者提倡实验室之间的开放、合作，这样使自己不断处于科学前沿。

MIT 材料及工程中心的开放程度很高：一是每周七天，每天 24 小时开放；二是让教师、学生自己上大型仪器自己操作观察，而不是让人“代看”。因为隔行如隔山，“代看”错过了好些发现的机会，因为“机遇偏爱有准备的头脑”；三是利用现代化的校园网和“一卡通”来管理，虽然 24 小时开机，并不是 24 小时有实验室人员监管。250 名研究生中一半是外国留学生，晚上输入导师的密码就可以开机，后面的计时、收费……均由校园网完成。

这种联合实验室群体，有一个财务上的保障制度。根据合作协议：

（1）39 个教授每年从自己获得的课题经费中拿出 30% 给中心实验室，保证这个中心可以及时更新仪器，我们看到那里的仪器确是一流的，而且数量多，经常更新；（2）另外还拿出 10% 建立“种子基金”，资

助有新思想、还未出名的年青人，因而在那里学术思想非常活跃。(3)剩下的 60%是留给教授自己支配。MIT 的这个案例，就是建立高效率的科学实验工作体制的一个例子。

4、从上面的表述中可以看出，建设实验室的概念，不仅仅是建房买仪器，不仅仅是物的建设，更重要的是实验队伍的建设，管理体制的建设和运行机制的建设。我认为应如此理解实验室的建设。可惜我们的政策上常常不是这样理解的，我们建实验室时得到一笔钱，往往只能买仪器，不能付工资，因此人员的配备和仪器的购置常常是不配套的。在美国，我们了解到联邦政府预算署发布过一个《OMB-Z1 号通告》，同意学校在承接科研任务时，不但可以上报“直接成本”（包括本项研究的直接开支，其中 75%是人员工资，既可以聘教授、研究生，也可以聘秘书和实验室工程师），而且还可以报“间接成本”。间接成本约占项目总预算的 40-50%，由学校总部直接支配，学校可以用这笔钱来加强为实验室服务的“二线力量”，如校园网、图书馆、技术物资支撑系统……等等，包括这些部门的人员工资。这样就有了一种机制，确保学校可以因地制宜的建立一种健全的知识创新体系，不会再像何友声教授那样遭遇工作效率很低的实验室工作环境。

我上面着重从科研角度来说明实验室建设的概念。实际上教学领域同样有此问题。一个电子学实验室每学期接纳几千名学生实验，如果没有实验技术保障系统，实验中常出问题，就不能在有限的课时内完成实验，上一节课还没做完，下一节课又压上来了，那就全乱套了。实验室至少要保证拿上桌面的仪器是好的，测量是准的，有备份可以把坏的仪器当场撤换。这些，要求有很强的技术支撑队伍。现在强调培养学生的创新能力，如果学生有一个很好的新思想，但实验室迟迟建不起来，有创意的工作做不完就毕业了，培养创新能力这个目标就落实不了。

5、考虑实验室的建制时，有一个突出的问题是实验室和课题组的关系问题。

课题组有自己的经费来源，有相对的自主权；但又要求实验室提供基础设施和技术后勤的支持。这个问题长期困扰实验室主任的统一管理。我认为应该明确几点：(1)经费渠道多样化以后，经费的支配权可以分散，但购入设备的产权仍应属学校资产，不是个人资产，应该受实验室的统一管理，课题组可以优先使用；(2)课题研究实际上存在“直接成本”和“间接成本”，课题的间接成本费用应该交给学校或实

验室；(3)可以参考加州贝克莱大学的办法来解决“实验室建制”问题，即区分“已明朗化的研究单位”和“非明朗化的研究单位”。所谓“非明朗化的研究单位”是指刚刚起步小型课题，学校给它五年的“观察期”，当它有了明确、稳定的学科方向，和长期稳定的经费来源(也就意味着有长期稳定的人员)，就可以转为“明朗化的研究单位”，允许它正式成立实验室。在那里实验室是一个“正式机构”的概念。在这以前，课题组(非明朗化的研究单位)均不作为一个“独立机构”存在，而是附设在某个实验室里被管理，被称做“研究小组”。这个小组也有可能做一阵子不继续做了，由实验室来处理遗留物品。

五、在市场经济体制条件下，高校更加需要强有力的物资机构

92年时，社会上“公司热”，学校里也有不少人认为教师自己可以上街买东西，学校里的物资机构可以不要了，设备处纷纷也改为“公司”。经过一年多实践，发展学校的211工程一上来，没有强有力的机构不行，又纷纷恢复。经过这一段实践，我们可以总结些什么呢？

1、教师是可以上街买到东西，但能在多大程度上解决问题？一些学校总结过，即使处在市中心的大学，80%的物资仍是学校物资处解决的。物资处仍是供应的主渠道。我们在85、93两次去美国考察，发现他们也是80%由学校物资机构解决的。

2、教师上街自己跑器材，既有好的一面，也有不好的一面。好的一面是机动灵活，可以应急；不好的一面是分散了搞学术的精力。拿它作为一个基本工作方针是不合适的。

3、市场经济条件下，多种物资渠道、多种质量和多种价格并存，可以利用学校是“大买主”的身份，用商业技巧，通过引起竞争，来为学校省钱；南京大学前年物资处采购6000万元物资，省了一千万开支。同时，也要通过严格的商业程序来规避风险和防止不正当谋私行为。例如，某单位批量采购录象机被骗1000万元，至今追不回来，这些都是教师所不熟悉的工作。例如国家规定大宗采购必须通过公开招标，而招标过程中有大量的业务问题、技术问题、技巧问题和政策问题，专业性非常强，不是一般教师所能胜任的，必须有专门队伍来对付。教育部世行贷办公室曾经就招标写过一份25000字的总结。招标，总体上是公正、公开、公平的，但里面“花样”很多。现在不少学校领导感到比以往任何时候更需要强有力的物资机构。

4、商业经济是法制经济，发生购销纠纷是常有的事，都要通过