

# 美国高校仪器设备开放共享调研总结

第一版，闻星火执笔

2011年10月16日

## 一、 调研目的

仪器设备是高等学校人才培养和科学研究的技术支撑条件，尤其是其中的大型、精密、贵重仪器设备日益发挥出关键作用，其建设和管理工作得到高校的普遍重视。采取政策和措施，加强仪器设备公共科研条件平台的规划、建设和开放共享，构建优越的公共科研环境，广泛支撑各学科的发展，为高校的科研工作服务，为高校人才培养服务，使仪器设备的效益得到充分的发挥，已经成为许多高校仪器设备管理部门的重要工作内容。为深入研究和学习欧美高校在仪器设备开放共享方面的先进经验，进一步推动我国高校的仪器设备开放共享工作，高等学校实验室工作研究会于2011年8月组织部分高校赴美开展考察和调研活动。

为保证调研效果，本次活动采取定点式考察和面上考察相结合的方式，即选择若干所高校，每所高校调研2天，深入了解学校的政策制度和规划、建设、效益评价的宏观措施，并且深入了解一部分典型的共享仪器平台的开放服务、运行维护、经费与人员管理的具体做法。其余高校调研1天，从总体上调研了解情况。具体目标是：

1. 在学校层面工作的了解开放共享的理念与措施
  - (1) 开放共享的理念与政策措施
  - (2) 规划建设的办法
  - (3) 激励与制约机制
  - (4) 技术队伍建设措施
2. 在实验室（平台）层面了解具体情况
  - (1) 平台的基本情况
  - (2) 开放服务及其成效
  - (3) 技术队伍状况
  - (4) 维修维护工作状况

## 二、 调研方案设计

本次赴美调研工作由高等学校实验室工作研究会发起，清华大学实验室与设备处负责前期的筹划与联系。为保证调研的效果，清华大学借助于学校资源及在美的校友资源对美国高校进行调查了解，在此基础上慎重选择多所高校进行反复联系和沟通，充分表述我们的想法，争取对方的充分理解和支持，协调访问时间和具体的调研内容。

### 1. 访问团的组成

考虑到我国高校的仪器设备开放共享工作主要集中在科研水平较高、仪器设备条件较好

的部属和少数地方特色高校，因此本访问团的组成成员以高水平研究型大学为主，充分考虑高校的地域分布和学校的类型和特点，邀请的成员涵盖了全国七大地区有代表性的高校。最后成行的成员名单（如下表）基本体现了上述考虑。

序号	姓名	学校	部门	职务
1	敖天其	四川大学	实验室及设备管理处	处长
2	毕卫民	武汉大学	实验室与设备管理处	副处长
3	胡放	浙江大学	实验室与设备管理处	副处长
4	贾申利	西安交通大学	实验室与设备处	处长
5	李鸿飞	华中师范大学	实验室与设备管理处	处长
6	卢晨	上海交通大学	实验室与设备处	处长
7	宋象军	华中科技大学	实验室与设备处	副处长
8	孙岳明	东南大学	实验室与设备处	处长
9	王卫荣	合肥工业大学	实验室与装备处	处长
10	闻星火	清华大学	实验室与设备处	副处长
11	武宝瑞	人民大学	实验室建设与设备管理处	处长
12	武晓峰	清华大学	实验室与设备处	处长
13	张万光	南开大学	实验设备处	处长
14	张勇	厦门大学	实验室与设备管理办公室	主任

## 2. 访问的美国高校的甄选

美国作为高等教育的强国，在很多方面都处于国际领先地位，是中国高校未来很长一段时间研究的对象，学习和超越的目标。考虑到代表团组成的特点和向高水平高校学习的目的，考察的对象同样以美国高水平研究型大学为主，考虑档次分布和类型特点。同时，为了方便行程安排，减少路上时间，增加在校访问交流的时间，学校的选择力求集中。在清华大学程建平副校长的帮助下，经过在美校友的反复联系协调，选择了处于全美顶级、一流和上游水平的7所研究型大学进行调研，学校主要分布在波士顿及附近地区和休斯敦及附近地区，他们是：哈佛大学、耶鲁大学、布朗大学、莱斯大学、波士顿大学、德州大学奥斯汀分校和休斯顿大学，其中，前5所大学为私立大学，后两所为州立大学。

序号	学校名称	建校年份	属性	全美排名	学生数 (本/研/总)	教师/职工
1	哈佛大学	1636	私立	1	6700/14500/21200	2100
2	波士顿大学	1839	私立	56	16813/13233/29418	3963
3	布朗大学	1764	私立	15	6102/1905/8007	682/4525
4	耶鲁大学	1701	私立	3	5279/6381/11660	3810/9085
5	莱斯大学	1912	私立	17	3485/2275/5760	650/2125
6	休斯顿大学	1927	公立	141	29378/9374/38752	
7	德州大学-奥斯汀分校	1883	公立	45	38420/12775/51195	2385/4030

### 3. 行程安排

调研采取交流报告与讨论，实地考察的方式开展，并通过面谈交流建立起联系，方便今后的邮件往来。为保证成员的正常出行和全程访问，选择了国内的暑假。行程安排中也充分了解到对方的假期安排，落实调研内容和走访的实验室名单，既保证调研效果，也减轻对方的负担。行程安排中重视细节，减少影响访问的因素。例如，宾馆位置选择在出行方便的地点且保持稳定，避免频繁迁徙的劳顿。

行程表如下：

Date:日期	Place Visit 旅行地	Flight Info 航班及活动
07/31/2011 周日	旅行至 Boston 波士顿	北京 (CO88) —— 纽约 (CO1615) —— 波士顿 召开行前讨论会
08/01/2011	Boston 波士顿 (旅途修整, 自由活动)	召开访问准备会。
08/02/2011	Boston 波士顿 1. Harvard University	10am-5pm: Harvard 大学参观学习。中方准备半小时 高校设备管理介绍。
08/03/2011	Boston 波士顿 2. Harvard University	9am-12pm: Harvard 大学参观纳米中心, 交流学习。 2pm-4pm. 与管理学会中国学社座谈
08/04/2011	Boston 波士顿 3. Boston University	10am-5pm: Boston 大学参观学习。中方准备半小时 高校设备管理介绍。
08/05/2011	Rhode Island 罗得岛 4. Brown University	10am-5pm: Brown 大学参观学习。中方准备半小时 高校设备管理介绍。
08/06/2011 周六	乘车旅行: 离开波士顿) 到达 New Haven 纽渥文	周六休息, 预计下午 3-4pm 到达纽渥文。
08/07/2011 周日	New Haven 纽渥文	周末休息, 自由活动。游览纽渥文小城
08/08/2011	New Haven 纽渥文 5. Yale University	9am-5:30pm: YALE 大学参观学习。中方准备半小时 高校设备管理介绍。
08/09/2011	New Haven 纽渥文 6. Yale University	10am-2:30pm: YALE 大学, 依据前一天情况参观座谈 感兴趣的实验室。 召开工作讨论会。
08/10/2011	旅行: 离开纽渥文) 到达 Houston 休斯顿	旅途中
08/11/2011	Houston 休斯敦 7. Univ of Houston	9am-5:30pm: UH 休斯敦大学参观学习。中方准备半 小时高校设备管理介绍。
08/12/2011	Houston 休斯敦 8. Univ of Houston	9am-12:30pm: UH 休斯敦大学参观学习。超导, 能 源, 激光国家实验室。
08/13/2011 周六	Houston 休斯敦	周末休息, 自由活动。市内游览, 参观博物馆。
08/14/2011 周日	Houston 休斯敦	周末休息, 自由活动。
08/15/2011	Houston 休斯敦 9. Rice University	9:45am-5:30pm: Rice 大学参观学习。中方准备半小 时高校设备管理介绍。

Date:日期	Place Visit 旅行地	Flight Info 航班及活动
08/16/2011	Houston 休斯敦	修整, 自由活动。
08/17/2011	Austin 奥斯町 10. UT Austin	1:00pm-5:30pm Austin 大学参观学习。生物, 细胞分子工程系。中方准备半小时高校设备管理介绍。
08/18/2011	Austin 奥斯町 11. UT Austin	上午参观学习。 召开工作讨论会。
08/19/2011	回程北京	休斯敦 (CO1107) ——芝加哥 (CO4159) ——北京

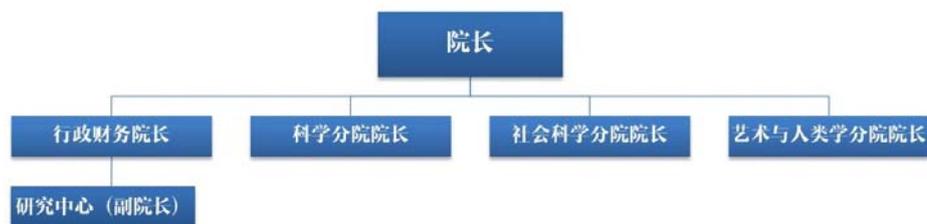
### 三、 调研记录要点及分析

#### 第一站 哈佛大学



哈佛大学有学生 21000 多 (本 6700, 研 14500), 教授约 2000。学校体制上是一个比较分散的系统, 各学院相对独立。代表团访问的艺术与科学学院 (Faculty of Arts and Sciences, 简称 FAS) 是哈佛最大的学院, 涵盖了除工程与应用科学学院以外的所有本科生和除职业学院以外的所有研究生, 教授超过 500, 可谓“小哈佛”。

艺术与科学学院 (FAS) 行政结构如下图。学院下面分为三个分院, 每个分院有一名院长, 整个学院的行政、财务事务有一名专职院长来负责, 其下设一名副院长, 分管研究中心。



8 月 2 日, 哈佛文理学院分管仪器设备工作的院长助理 Patrick Fitzgerald (associate dean for research administration, FAS) 先生 (见图 1) 与他的同事们在学院的会议室热情接待了代表团, 与代表团进行座谈交流 (见图 1), 从整体上介绍了哈佛文理学院。Patrick 先生在康奈尔大学工作 10 年, 在 MIT 工作 10 年, 目前已在哈佛工作了 5 年, 是一个科研、设备管理的专家。



图 1 座谈会

Patrick 先生介绍, 依靠校友和社会各界长期的捐赠积累, 哈佛拥有各类基金总量约 280 亿美元, 在全球高校中排名第一。哈佛年度运行经费的一半以上来自基金的利息。各学院自己的基金收益学校抽取 10% 的费用后由院长做主, 许多学院很有钱, 相应地各学院的权利也比较大, 各自规划其建设发展, 自然形成了分散式管理的模式。这种模式为学校减轻了负担, 赋予各学院政策实施上最大的灵活性, 学科发展呈现出多样性的特点。其缺点也是显而易见的, 如各个学院对学校政策的执行情况不一样, 重复投资不可避免, 设

备管理也缺乏统一性（许多设备连标签都不贴，放在抽屉里），设备管理很多是兼职人员做，对工作往往不够重视，且缺乏经验、能力。

2010 年哈佛大学 10 个学院获得的赞助经费见下表：

学院	金额
哈佛医学院	285,000,000.00（2.85 亿美元）
哈佛公共卫生学院	240,000,000.00（2.40 亿美元）
艺术与科学学院（FAS）	132,000,000.00（1.32 亿美元）
工程与应用科学学院	42,000,000.00（0.42 亿美元）
哈佛-肯尼迪政治学院	25,000,000.00（0.25 亿美元）
研究生院	18,000,000.00（0.18 亿美元）
其它学院	28,000,000.00（0.28 亿美元）
总计	770,000,000.00（7.70 亿美元）

FAS 大多数仪器设备在科研项目里申请配置，少部分仪器设备由学院根据教授的提议配置。教学仪器设备则完全依靠学院的资金配置。仪器设备在购置时一般都要买财产保险（防火灾、

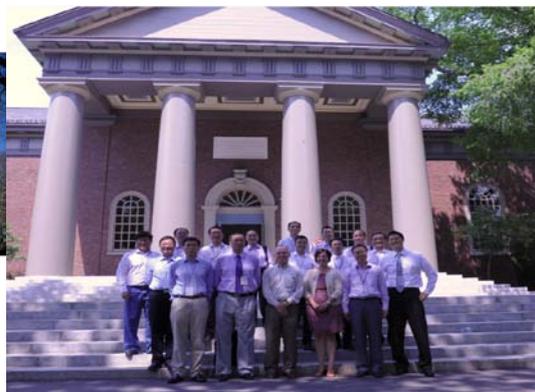


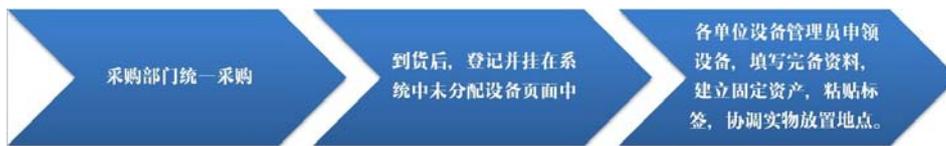
图 2 在哈佛文理学院合影

失窃等），保险要覆盖整个项目的期限，此后学院支付。维修费（保修）也由项目经费支付，项目结束后如果继续使用，维修费由教授自己承担。

哈佛大学采用统一的资产管理政策，但各个学院对于该政策的执行流程自行制定实施，资产管理的职责由学校委派给各个学院或者中心自行承担。FAS 的具体政策为：研究中心负责设备的总管，借助 Equipster 系统来进行管理，具体管理职责下放到各个系所，包括标签粘贴和两年一次的资产清查。研究中心负责对设备管理员进行培训。

Equipster 系统是 FAS 自己设计开发的网络在线设备数据管理系统，对“使用期 1 年以上，单价 5000 美元以上的仪器设备”建固定资产帐，哈佛大学则没有统一的仪器设备帐目系统。他们使用这个系统的目的首先是保险的需要，其次，联邦政府法律规定了每隔两年要做一次详细的库存盘点，系统有助于开展清查。此外，还能够实时的计算经费花销比例，并与基金申请预算的比例进行比较。

Equipster 主页包含了未申领资产，未完善资料资产，未申领非资产类物资三大类，其中，他们对于资产的管理包含了资产来源（基金项目号），发票号码，供应商名称，时间，金额等信息。各学院设备管理员申领设备时候，对于固定资产必须填写设备编码，描述（即生产商的序列号、标识码，设备来源（即受资助项目的项目号），学校所有还是归国家所有，购置时间，价格，政府资助费用占设备费用的百分比，设备处置状态及处置金额等），主要使用人，建筑物名称，放置房间号，以及上次盘点的日期。他们管这个申领过程叫做 **assigning transactions to assets**。设备管理的流程如下：



FAS 的仪器设备根据经费来源有不同的管理方式，例如，政府资金买的设备或政府给的设备，根据政府的要求，有的产权归属政府，学校不能建帐，项目（任务）结束后政府可以收回，但大多数情况下最后都是给学校。哈佛的教授如果去别的学校任教，带走自己实验室的仪器设备一般是允许的，且通常不收取费用。

哈佛大学每年对于固定资产折旧一次，使用直线折旧法。电脑或软件的折旧年限为 4 年，科学研究设备为 8 年，其余设备为 7 年。

对比国内高校的仪器设备管理，FAS 的管理有如下特点：

- (1) 资产建账门槛较高，入账管理的设备少，对不构成固定资产的设备、物资管理相对简单；
- (2) 其设备数据中含项目基金信息。在项目资助期内，项目责任教授对该设备有优先使用权。项目完成后，学校或者基金委有权将该设备划拨给另外一个基金资助的教授使用；
- (3) 从设备的立项，采购，调拨，使用，管理，处置，整个相关信息完全采用统一系统管理，即把我们学校重点办，财务处，招标采购办公室，现有的资产管理系统，报废流程统一划归到一个系统，系统之间有联系；
- (4) 设备从立项到购买的基本信息均由专门的资产管理人填写，而设备到货后有专门的申领过程，由院系设备管理员补充其他信息，定期盘查在系统中留记录。

由于在多所大学从事过科研和仪器设备管理工作，Patrick 特意将哈佛、MIT 的仪器设备管理特点做了比较。他说，MIT 有一个很大的设备管理部门，部门拥有 12 位专职管理人员，对全校的仪器设备实行集权式管理，采用一个管理管理，连贴标签、清查等日常工作都是设备管理部门的事情，学院没有权利。这种管理方式优点是：

- (1) 工作人员比较专业，工作效率高；
- (2) 全校政策统一，思想统一，执行好；
- (3) 仪器设备重复投资少，设备维护管理好；

当然，这种管理职能集中于学校顶层的方式也有缺点，比较突出的问题有：

- (1) 管理部门队伍规模大，学校负担重；
- (2) 院系参与度低，对设备管理工作积极性不高；

Patrick 认为，集中式管理可以雇佣专家，实行专业化管理，管理水平比较高，因此，他本人认为 MIT 的方式比较好。

为了应对外来临时人员在 FAS 实验室工作期间发生意外的情况，非哈佛人员进入实

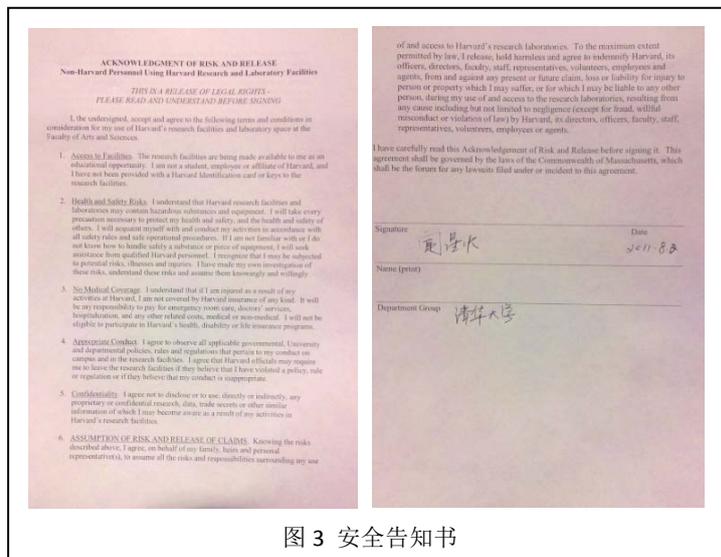


图 3 安全告知书

实验室工作前要接受安全教育并签署安全告知书。我们作为实验室参观人员，虽然没有接受安全教育，也被要求按例签订告知书（如图3）。

为了支持学院的教授广泛开展各方面的研究工作，FAS建立了一批 service center（Core Facility），根据需要聘用专职经理和专业的技术人员，几十年来一直在持续建设管理。FAS向我们推荐了4个非常有特色的公共平台进行考察。

- (1) Bauer 实验室（FAS center for Systems Biology）
- (2) 生物学实验室
- (3) 同位素实验室（PI 实验室）
- (4) 纳米加工中心（FAS Center for Nanoscale Systems）

上述公共平台都实施收费服务，对内低收取，对外高收费。其中 Bauer 实验室是一个大型通用仪器平台，生物学实验室是一个中等规模的专业性仪器平台，同位素实验室是一个科研实验室，纳米加工中心则是一个大型的综合性公共研究平台，提供加工制备、分析测试、图像分析等科研条件。也有一些设施是免费的，如机加工车间、某些 DNA 测序仪等，或则某些服务是免费的，如仪器设备的操作培训。

### 1. Bauer 实验室是 FAS

为满足生命科学研究需求而设立的开放共享实验室。实验室是一个几百平米的大开间，数十台仪器集中在这里，由一位经理（manager）和 11 位技术人员统一管理（图4）。为了便于进行仪器设备布局调整，几乎所有的管线，如电线、气体管路、排风管路等，采取顶置方式（如图5）。这种布置管线的方式看起来已经成为美国高校实验室的设计规范，我们所到之处几乎都是如此。大多数实验室也不吊顶，以便于管理和维护管线。



图4 Bauer实验室的大开间结构



图5 管线顶置

Bauer 实验室的技术人员很少直接操作仪器设备为教授们做分析测试服务，其主要工作是运行维护和培训用户，每年培训大约 500 人左右，主要是学生。工作人员正常上下班，而实验室则是 24 小时开放，经过严格培训的学生自己操作仪器设备开展研究工作。这种运行方式可以让需求量大的仪器设备得到充分的使用，缓解供需矛盾。

Bauer 实验室的仪器设备来源多样，有的是学院从联邦政府争取设备专项经费购置的；有的是学院教授申请的科研项目中购置的，或者是若干个教授用科研项目的经费集资购置，放在实验室运行管理的；还有的是学院根据教授们的建议用学院自有经费购置的。其中学院自有经费购置的仪器设备往往是教授提出，实验室经理汇总意见，形成年度建设规划报告报学院审议。年度报告中还要对实验室的运行情况进行成本核算，根据收支情况提出下一年度的收费计划（包括收费标准），目的是实现年度收支平衡。如果出现窟窿或者盈余，下一年度收费根据本年度的核算结果进行调整。如果出现大窟窿，很难通过调整下一年度的收费弥补，就报委员会讨论，请学院补贴。因此，年度报告对 Bauer 实验室的运行管理和建设发展十分重要。

Bauer 实验室的大部分仪器利用率都比较高，实验室经理知道哪些仪器利用率比较高，哪些用的少，哪些应该淘汰，各是什么原因。从交谈中我们可以感受到，实验室主管非常重视教授们的需求，关注实验室建设发展的方向性问题，重视培训工作，为的是让教授满意，

让学生方便。另外，还非常重视实验室的收支情况，反复强调要保持实验室的财务平衡和非盈利状态。并不关注年机时数等定量的指标。

Bauer 实验室实行主管负责制，独立运行管理，独立核算，教授对自己的项目购置并放在实验室管理的仪器有优先使用权，但无管理权，收费等各方面与其他用户一视同仁。有的仪器应用面比较窄，是几个教授包干，教授们均摊运行费用。

**2. 生物学光学仪器实验室**是一个专业性非常强的开放共享实验室。由于 FAS 在生物学研究方面影响很大，这个实验室得到了蔡司公司的特别支持，公司以非常优惠的价格向该实验室提供成系列的生物学光学仪器租赁服务，并派出专职现场工程师在实验室工作。同系列的仪器推出最新型号即及时向实验室提供，替换旧型号的仪器。当然，这是一种近似于排他性的合作，实验室使用的十多台大型光学仪器几乎是清一色的蔡司光学仪器。这种合作对 FAS 的好处是显而易见的：

- (1) 花比较少的钱（租赁费）获得大量先进的光学仪器的使用权，节省了大笔购置费；
- (2) 能够及时获得蔡司公司最新的光学仪器，有助于一些前沿研究；
- (3) 能够从现场工程师那里得到蔡司公司及时的、高水平的培训和技术保障；

蔡司公司从这种合作中得到的好处也很明显：

- (1) 国际顶尖高校的国际一流实验室专一使用蔡司光学仪器，宣传和示范作用很大；
- (2) 租赁收入也是一笔可观的收入，经济上也不吃亏；
- (3) 能够从学术前沿领域获得第一手需求信息，有助于公司研发技术的发展；

这种合作也有缺点，实验室为了获得公司方面的最大程度的优惠和节省开支，没有机会使用其他公司的优秀产品。当然，蔡司公司产品的优秀品质很好地弥补了这个缺陷。

这种合作需要很好的互惠前提。一方面，学校要有影响，其在某个专业领域具有极高的研究水平、学术声誉和展示效果；另一方面，公司方面必须是业界的领导者，能够提供一流的产品和服务，满足科研需求，这样才能最大限度地相互吸引，实现互惠。此外，双方还需要在长期合作中建立深厚的互信基础。

国内高校在寻求公司支持方面也一直没有停止过探索的脚步，但多数是以完全捐赠或免费使用的方式与公司共建，而这种在经济上互惠的租赁方式目前在服务行业已经比较常见，在学术界则非常少见。对于正在走向一流的一部分国内高校而言，这种实验室建设模式也是一种值得努力寻求的模式。

这个实验室只有 1 个经理、1 个技术人员，外加蔡司公司的现场工程师，负责全部仪器的运行维护和用户培训。3 个人都不提供分析测试服务，只做技术培训，培训合格的用户（基本上都是本校研究生）预约仪器，自己上机操作。

**3. 同位素实验室**是一个 PI 实验室，FAS 对这类实验室并无开放共享的要求。这个实验室和国内的科研试验室很相似，在整个大楼里偏安一隅，由很多个小房间组成，仪器设备散布在不同的房间里（见图 6），



图 7 应急预案

一扇大门把自己和其它实验室隔开。由于实验室的仪器设备具有一定的通用性，在校内外有一定的需求，实验室主动将部分仪器实施开放，得到学院的支持。经常有 5 个左右的用户在这个实验室做测试，都是经过培训独自操作仪器。实验室 24 小时开放，其中培训比较好的能拿到钥匙，可以随时进来做测试。



图 6 开放仪器

虽然是体量不大的科研实验室，但管理不错，实验室安全标识完善、实用（见图 7），有助于学生在实验室独立工作时的安全。实验室化学

试剂管理也非常规范。相对而言，国内的科研实验室普遍比较脏乱，不够规范，与之相比有差距。

实验室的仪器设备由 1 位经理带领 1—2 位技术人员负责维护。陈经理是一位来自大陆的中国人，赴美获得博士学位后曾在公司工作多年，后应聘在这个实验室工作。他说学校的工作收入比公司少，但也不是很低，且比较稳定，他比较安心这里的工作。他的收入接近 FAS 普通教授的收入。

**4. 纳米加工中心 (Center for Nanoscale Systems)**。8 月 3 日我们来到 CNS，经理邓江东博士 (来自南开大学) 为我们系统介绍和展示了实验室。实验室始建于 1999 年，初期建设经费来自 NIH。目前拥有 1 万平方尺的超净间 (10、100、1000 级，100 级为主)，4500 万美元仪器设备 (见图 8)。实验室的运行管理人员共 22 人，其中 1 名经理，17 名技术人员，4 名办公室人员。技术人员中学术背景强的 3 名高水平技术人员拥有科学家头衔 (Scientist)，其他的称为工程师、技师。经理向实



图 8 CNS 的超净间



图 9 CNS 的组织结构

验室的学术主任和学院的院长助理 (Patrick) 负责，实验室建设发展的决策则由一个 5 人委员会 (CNS advisory committee) 做出。CNS 的组织结构图见图 9。

实验室的技术服务有三种模式：

- ◆ Self-use, 即用户受训后自己使用仪器设备；
- ◆ Assisted-use, 即在技术人员帮助下使用仪器设备开展研究，这种模式费用高一些；
- ◆ remote use, 即送样过来，由技术人员加工、测试，这种模式费用最高。

实验室 24 小时开放，鼓励用户自己使用仪器设备，为此非常重视用户培训工作。由于用户培训是免费的，实验室发现不少学生 (其中还有许多 MIT 的学生) 参加培训并不是为了来实验室开展工作，而是仅仅为了学习技能，这部分学生的培训给实验室增加了额外的工作负担。实验室正在考虑将培训改为收费制，以屏蔽这部分非用户。

实验室的实验技术人员主要职责包括：

- ◆ 用户培训。这是日常的主要工作，大约占用 40% 的时间。一个典型的认证培训大约要持续 1-2 周，每个个体的培训时间因人而异，必须达到一些客观标准；
- ◆ 仪器设备的维护、修理和调试等工作，大约占用 30-40% 的时间；
- ◆ 应用支持，包括为用户提供技术支持，开展分析测试、加工服务等工作；
- ◆ 工艺开发及技术研发；

实验室经理邓博士很自豪地告诉大家，他管理的这个实验室在全美高校中都称得上是条件好的，硬件条件、工程师技术力量、在实验室开展研究工作的交流人员水平都是一流的。研究人员在这里工作出成果快，外面 1-2 年的工作这里半年肯定能出来，因此对校内外

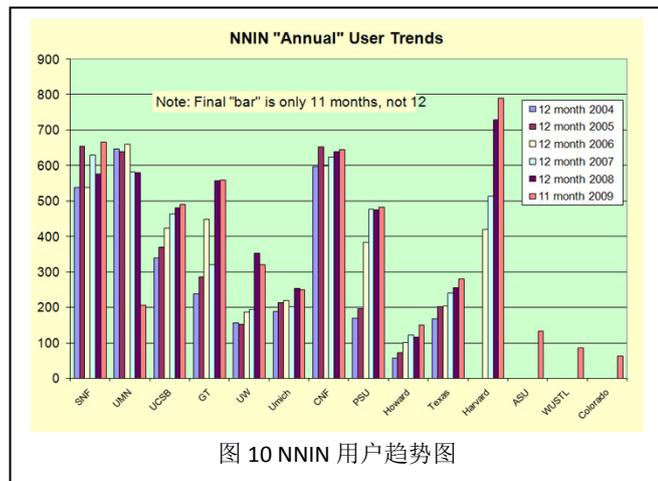


图 10 NNIN 用户趋势图

纳米研究人员都有吸引力。

全美共 14 所高校有类似的纳米加工中心，它们组成了一个称之为 NNIN (National Nanotechnology Infrastructure Network) 的机构，在纳米科技领域形成了一个大型的共享服务网络，这个网络系统每年都公布上一年度各成员单位的应用服务数据。从图 10 可见，哈佛的 CNS 自 2006 年加入 NNIN 以来，用户规模持续快速增长，到 2009 年用户数已经达到第一位，用户发表的文章也是最多的（2010 年达到 2500 篇文章）。到我们访问前夕（2011 年 8 月），实验室统计的今年的用户数已超过 1200 人，在这里开展研究工作的 PI 课题组超过 300 个，工业用户超过 200 个。CNS 对哈佛本校、外校的学术性用户的收费是一样的，对工业用户收费高 4-5 倍。

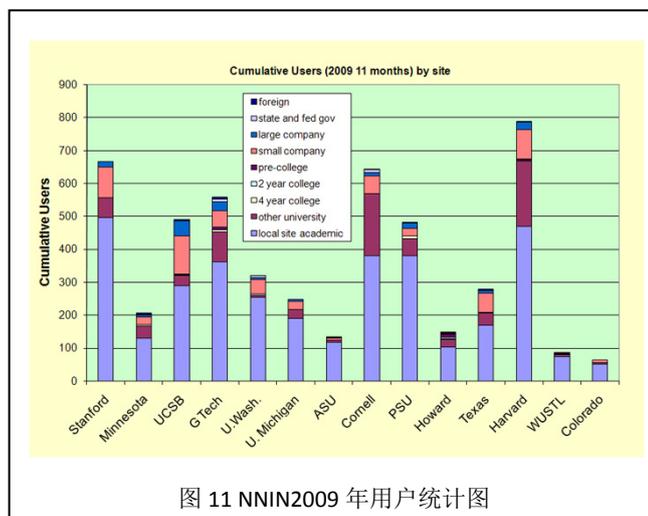


图 11 NNIN2009 年用户统计图

图 11 是 14 校 2009 年对不同服务对象提供服务的数据。NNIN 还汇总了 14 校各年度对不同服务对象提供服务的数据，见图 12。从中可见，自 2004 年以来，NNIN 服务的用户数的比例情况是：校内服务约占 70%，校际间服务 10% 以上，对小公司服务约占 10%。可见以校内服务为主，校际间相互交流和支是 NNIN 的显著特点。

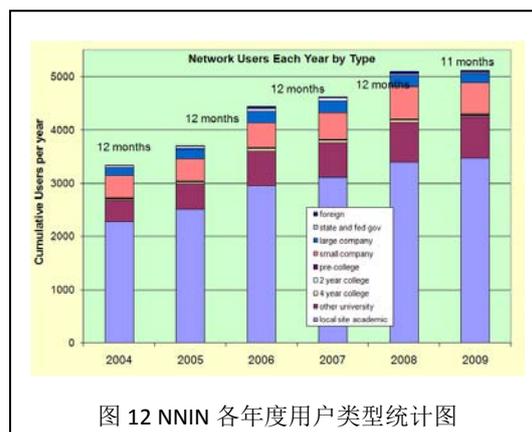


图 12 NNIN 各年度用户类型统计图

哈佛的 CNS 实验室的运行维护费用非常高，每年运行费 400 多万美元（不包括人员费用）、实验室每年的运行收入 500 多万美元，其中：

- ◆ 服务收费 340 万美元
- ◆ 哈佛大学补贴 100 万美元
- ◆ NNIN 补贴 70-80 万美元

收入扣去运行费，还不能完全覆盖人员工资，所以 FAS 还要给一定补贴。

CNS 耗费巨大，靠服务收费无法实现收支平衡，哈佛大学和 FAS 每年的巨额补贴已成为惯例。学校、学院愿意拿出巨额补贴的原因是：

- ◆ 学术地位：高水平的平台吸引高水平的研究，有效提高本校研究水平和学术影响。在这个实验室建设之前，哈佛的纳米技术研究落后于 MIT。现在哈佛的纳米技术研究已经走到了全美高校的前列；
- ◆ 经济效益：吸引高水平教授来学校工作，教授拿项目，学校和学院挣 overhead。在美国高校，科研是挣钱的买卖。学校的大牌教授越多，科研项目越多，学校得到的 overhead 越多，学校越富裕。这和国内的情况正好相反；
- ◆ 社会影响：在国家重点支持和发展的领域做出成绩，为学校赢得社会影响。

FAS 每年还要拿出约 500 万美元，更新 CNS 的仪器设备。CNS 很多重要的仪器设备都是多台、多类型，加工能力很强。仪器设备的购置流程通常如下：

研究人员提出新的设备需求 → CNS 根据需求广泛征求用户和校内相关方面的意见，在年度报告（或专门报告）中上报学术主任 → 学术主任同意后向 advisory committee 汇报 →

committee 同意后再报给 FAS → 列入年度计划，购置设备。一般 CNS 的 advisory committee 通过后就基本确定了。

FAS 的 4 个实验室类型不同，运行管理的特点不同，但有几条共同的特点引起我们的关注：

- (1) 实验室全成本核算，收费服务，尽量依靠收费保持年度财务平衡，必要处学校、学院补贴；
- (2) 采取认证方式培训学生自己使用仪器设备。高素质的用户保证了许多仪器设备能够实现 24 小时开放。我们访问时正值假期，但很多仪器仍然在使用，几乎都是学生在用。
- (3) 技术队伍学历结构好，水平高，基本稳定。吸引技术人员的因素主要是两个方面：
  - i. 收入比较高，高级技术主管可以拿到接近普通教授的待遇(还是明显低于公司)；
  - ii. 学校福利好，有医保、假期，且学校没有频繁失业的风险，压力较小；

## 第二站 波士顿大学

波士顿大学创立于 1839 年，学生总数约 3 万人（本 1.7 万，研 1.3 万），来自於全美五十州及 125 个国家，外籍学生总数近 5 千，比例为全美各大学之冠，以国际型大学自誉。学校有教职工 3900 多人，其中 2400 左右教师。

8 月 4 日，波士顿大学物理系主任 Claudio Rebbi 教授组织科技处、招办、高性能计算中心以及物理系相关人员为代表团安排了一个内容丰富的接待，并为我们安排考察了学校的光学研究中心和物理系机加工实验室。

学校的光学研究

中心总体上是一个公共研究平台，学校建设这个中心的目的是实现与光学相关的学科领域的学科交叉，促进光学研究的发展。现在已基本成为一个科研实体，其内部基本按照课题组制分成了若干个组成部分，每个组成部分拥有一批仪器设备资源，各自雇佣技术人员运行管理，仪器设备开放共享工作接受中心的统一领导。由于专业细分，仪器设备的专业性很强，仪器设备又是分布在多个小房间



图 14 波士顿大学光学研究中心

在多个小房间（图 14），专人管理，看上去能够很好地开展共享的资源不是很多。学生经培训后自



图 15 波士顿大学物理系机加工实验室



图 13 波士顿大学访问场景

已使用仪器开展工作。

物理系拥有自己的机加工实验室（图 15），配备了一批高精度加工设备，3 名技术人员提供加工服务，协助物理系的教授承担了一批有高精度机加工要求的科研项目和加工任务。

波士顿大学联合 Harvard、MIT、U.Mass、Northeastern 四所大学与麻省公共安全部等政府部门以及 CISCO、EMC<sup>2</sup> 等企业合作，正在建设一个马塞诸塞州绿色高性能计算中心。房屋、电力和运行费用是建设高性能计算平台必须考虑的关键问题。由于建设和运行成本高，需求广泛，所以采取了各方面共建的方式。建成后，波士顿大学负责管理，5 所大学共享。运行维护费采取政府出一部分，5 所大学平摊其余部分的方式筹措。

在波士顿大学考察的一个比较深刻的印象是，实验室的安全管理工作非常到位。实验室内的显著位置悬挂着实验室应急预案和小型灭火器（图 16）。化学实验室的门外设有存放吸水性材料的应急箱，一但



图 16 实验室应急预案



图 17 化学液体擦拭材料



图 18 气瓶卡具

发生化学液体泄漏、溢出等事故，可立即使用

（图 17）。为了

防止气瓶倾倒，

所有气瓶都有

防倾倒装置，图

18 是将气瓶固

定在桌旁的小

型卡具。化学实

验室的通风橱

上都有明确的安

全说明，或禁止某

类操作的说明（图

19）。走廊顶部布

满水、电、气、数

据信息等管线，每

根管线上每隔一段

距离就有一个标

志，



图 19 通风橱上的安全说明

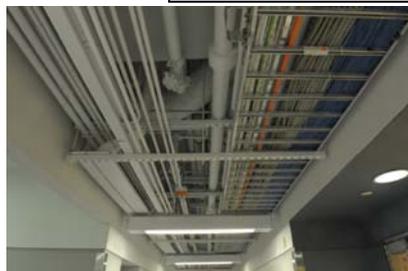


图 20 走廊里的顶置管线

便于查找、维护。规范、细致，使用便利，与环境要求匹配，是波士顿大学实验室安全管理的突出特点（图 20）。

### 第三站 布朗大学



8 月 5 日，我们来到第三站布朗大学。布朗大学位于罗德岛，距离波士顿市区不到 2 小时车程。学校创立于 1764 年，规模不大，只有 8 千学生（6 千本，2 千研），4500 多教职工，其中教师不到 700 人。校园美丽，富有历史文化气息（图 21）。

学校国际处的主任 Norman J Hebert 博士为我们安排了一整天的交流讨论，没有能够抽时间参观实验室。



图 21 布朗大学校园景色

作为一所私立大学，布朗大学不能从政府获得教学经费，但可以通过项目申请从联邦的健康基金、自然科学基金以及地方政府的研究项目中申请经费，都是竞争性申请。布朗大学的经费有 70%是通过这些项目从政府获得的，申请的成功率大约 25%，高于 20%的平均成功率。布朗大学可以从项目机构获得 62.5%的 overhead，用于行政管理和设施运行。

布朗大学和哈佛的组织结构比较类似，分散式管理，权力主要在学院。仪器设备通常是在研究项目中申请、配置。教授如果需要大型仪器设备也可以向学院申请，学院根据总体需求综合考虑。

Norman 博士邀请来自院系的多个平台的负责人向我们介绍各自平台的运行管理情况。

生物系设有公共服务平台（Service Center），将通用性仪器设备放在这个平台统一管理，实施收费服务（主要对系内，兼顾其他院系和校外）。平台实施全成本核算，用户分摊成本，保持年度财务平衡，不许留钱私设小金库。因为很多仪器不太好登记机时，为了合理收费，设计了一个公式计算用户在每台仪器上的分摊费用。其计算方法是：根据研究组的规模（人数）确定一个参数（1、2 或 3），根据研究组的经费规模确定第二个参数（1、2 或 3），两个参数之和即成为研究组在这台仪器上的使用因子。研究组在某台仪器上分摊的费用 = 总费用 × 研究组使用因子 / 所有研究组在该仪器上的使用因子总和。有的仪器有主要用户，有小用户，则主要用户承担主要费用，剩下的用户按公式计算分摊。下表是该平台部分仪器费用分摊的情况。

Equipment	# of Users	A Individual Usage Factor (IUF) 组因子	B Total of Usage Factors (TUF) 总因子	C Relative Usage Factor (RUF) 相对 因子	D Actual or Projected Contract Cost(\$) 总费用	E Cost Less Major Users	F Prorated Cost(\$) 分摊 费用
Centrifuges	15	6	60	.10	3709		371
Scintillation Counter (new)	8	6	32	.19	1880		357
Incubators	13	6	50	.12	7083		850
X-Ray developer (service)	13	6	50	.12	1140		137
X-Ray developer (supplies)	13	6	50	.12	3020		362
RealTime PCR (old)	5	6	8	.75	2958	592	444
RealTime PCR (new)	5	non	user	-	2958		
FPLC	4	major	user	60%	1030	412	618
Nano-Drop	13	6	52	.12	612		73
Typhoon	6	6	18	.33	9756		3219
Centrifuge L8-80M	4	non	user	-	1424		
Autoclave/Dishwasher	15	6	60	.10	1764		176
DI Cartridges	13	non	user	-	1653		
-80 Emergency Freezer	15	6	60	.10	800		80

第二个平台也是属所在系领导，由用户委员会决策，学校没有相应的管理机构领导这个中心。平台上主要是电镜等大型仪器设备，以分析测试服务为主，按照制订收费标准，按机时收费的方式开展服务。例如，4 台电镜收费标准大约是 50 美圆/小时。每年进行财务核算，确定下一年度的收费标准：上一年总的花费/总机时数=今年的单价。收费只考虑运行费，学校不为这个平台提供运行费补贴。这个平台也是以对内服务为主，对外服务很少，且收费很高。

学校的生命科学与医学学部（Division of Biology and Medicine）建设了一个 BioMed 共享

资源平台，集中了一批贵重仪器设备，提供网站预约服务。这个平台同样遵循收支平衡原理，由用户教授和少量外部人员组成的用户委员会每年参与讨论和制订新的收费费率，规划平台的建设发展，找钱添置仪器设备。为此，这个平台的经理每年要做平台的服务计划和战略发展计划，向委员会汇报。

收费标准=（直接成本—收到的资助）/样品数+均摊费用

收费主要用于人员工资、仪器维修和耗材购置等用途，电费则是学校负担。以 2010 年为例，收入的 56%用于人员开支，20%用于签订维修服务合同，15%用于购置耗材，4%用于购置小型设备，其余用于差旅、额外维修、购置计算机等。布朗大学的所有教授，包括附属医院的用户在这个平台都享受内部待遇，校外用户实施高收费。

这个平台由若干小平台组成，每个小平台 2-3 个技师，整个技术队伍基本稳定，有的技师被制药公司挖走，但也有回流的，因为在这里工作虽然工资不算高，但学校的福利待遇不错，环境氛围很好。

BioMed 在实验室规划建设中明确提出：少造墙，开放空间，便于统一管理和灵活伸缩，



图 22 BioMed 共享平台的设计理念

便于交流。对实验室实施规范管理，保证安全（图 22）。尽管这些规划、建设主要是在学院层面的，但

学院的规划部门既强调资源条件建设既要满足教授们的需求，也要平衡好与大学的关系，强调系统建设。这些理念在之前的哈佛、波士顿以及之后的耶鲁、莱斯、休斯顿等大学都有很好的实践，值得我们学习。

布朗大学的生命科学和医学研究比较多，因此设有专门的人和动物研究办公室，如果研究涉及动物保护、人体器官，该办公室会检查、协助教授们开展工作。学校有两个委员会分别管理关于人类器官、动物相关的实验研究，其中动物管理受到卫生部、农业部两个部门的监管，工作更麻烦些。委员会有很大的权力，可以批准、否决、检查、终止相关研究项目。如果项目终止，学校其他部门无权重新启动。持续检查的间隔必须小于 12 个月。如研究中有伤害事件，或有较大的偏差时，要及时报告。另外，如果是国际合作，分包给其他的国家去做的工作也要遵守此规定，动物的饲养、环境也要符合要求。

## 第四站 耶鲁大学



耶鲁大学成立于 1701 年，是美国的第三所大学，现有学生 1.1 万多（本 5 千，研 6 千），教职 9 千多，其中教师近 4 千。建校以来逐步形成了“教授会治校”的传统和重视本科教育的特点。

我们此行重点考察耶鲁医学院的 Keck 实验室。8 月 8 日，实验室主任 Kenneth R. Williams 教授组织了十多位教师和技术人员在实验室本部（300 George St, 5<sup>th</sup> Floor YCMI Conference Room #508）与访问团座谈，向我们非常全面地介绍了实验室各个仪器平台的开放服务工作（图 23），展示实验室资源。

Keck 实验室建于 1980 年，是由 Keck 基金资助建立，最初定位于蛋白质化学研究，现已扩展到基因研究领域。现拥有约 50 名员工和 110 台仪器设备，仪器设备原值 2700 万美元，其来源为：NIH32%，HIMI 基金 11%，NSF10%，CTSA 基金：4%，服务收费 25%，耶鲁大学 13%，其它 5%。实验室占地面积达 33000 平方英尺，本部坐落于乔治大街 300 号的生物技术大楼，基因分析资源主要在耶鲁西校区（图 24、25）。西校区的实验室是近几年新建的，



图23 座谈会

图24 Keck实验室的基因分析平台

图25 Keck实验室的计算平台

发展速度很快。医学院认为基因方面的研究工作发展前景很好，正在努力招揽学术人才，发展这个学科领域。在实验室建设方面与学科建设相匹配，采取筑巢引凤的方式，大量购置先进的仪器设备，优化实验室条件，以有利于吸引优秀学者。美国的一流大学资金比较充裕，筑巢引凤的做法很普遍。当然，科研的发展变化很快，机会往往稍纵即逝，因此这种做法也存在很大的风险，很有可能造成很大的资源浪费，因而存在争议。另外，也出现过建设起来的条件平台被少数科研团队独占，不能很好地对全校服务的情况。

Keck 实验室的分析测试服务主要由实验室的技术人员完成，而不是培训用户，让用户自己操作仪器。这时 Keck 实验室根据长期的工作经验选择的方式，与走访的其它实验室完全不同。主要原因是分析测试的特点使得培训用户自己测试的效率和效果大大低于技术人员，且有大量用户来自校外，主要是送样测试。并非所有的仪器平台都采取这种方式，有几个小平台也培训学生自己使用仪器开展工作。

Keck 实验室的技术人员学历结构很好，大多数是博士、硕士，许多技术人员已在这里工作了十年以上，大多数比较稳定。参加交流的十多人中有 3 个来自中国大陆。

Keck 实验室的运行规则如下：

- (1) 优先服务校内需求；
- (2) 收费服务。校内收取成本费用，校外收取高于成本 15%或更高的服务费用，高出的收费主要是用于处理样本所增加的费用；
- (3) 主要服务都是由 Keck 实验室独立完成；

Keck 实验室的多数仪器设备来源于 NIH 和 NSF 提供的资助，NIH 还提供基金资助，用于员工薪水。耶鲁医学院填补实验室每年超出预算的赤字部分，并为一些关键的必需设备提供资助。这些措施保证了服务收费能够保持在较低的水平。

2011 年，Keck 实验室完成了超过 400, 000 个分析和合成（其中测序占 82.3%），来自于 27 个国家 285 个机构的 1040 个用户中，444 个来自耶鲁大学，596 个来自耶鲁以外。虽然校外用户很多，但服务量的 93%提供给了耶鲁大学的用户。实验室的各项收入将近 700

万美元，其中服务收费占总收入的 59%，其中来自耶鲁的费用占 37%，耶鲁以外的机构占 22%；耶鲁的拨款占 9%；各种基金资助占 32%。

从上述数据可以看出两个特点：

- 1) 用户数校外居多，服务量校内居多。考虑到对外服务收费较高，对内服务量应比收费数据反映的还要高一些。外部用户多凸显其影响和水平，内部收费多说明它的建设始终立足于耶鲁大学的需要。校外用户往往是因缺乏资源，或在自己的仪器上遇到难题才会来这里需求帮助，到这里做除了收费高，还有其它方面的费用和时间上的额外支出，远处的用户不会像校内用户一样都大量在这里做工作。我们访问中没有深入不太了解的一点是，Keck 实验室对外开放程度这么高，和从校外得到近 1/3 的基金资助是不是有关系？一般了解，国家和公益机构的钱不是好拿的，有可能有对外开放方面的要求。
- 2) 低收费。Keck 实验室也是遵循财务平衡原则的，而从耶鲁大学和各种基金获得的资助达 41%，说明其收费只有实际成本的 60%左右，用户是最终的受益者。

为了保证仪器设备的高效运行，同时节省维护费用，Keck 实验室每台仪器设备根据经验和客观分析确定是否签订保修服务合同（见下表）。

仪器设备资源	服务合同/备注
AAA、蛋白质、多肽合成	否
DNA 序列、芯片及寡核苷酸合成	是。因为这类仪器的维修很困难，故所有的仪器都有服务合同保障。由于这些仪器处在一个高通量的环境中，并且有些服务提供 24 小时折返整备，所有我们必须拥有服务合同。
高效色谱	是。HPC 仪器一般只提供 3 年的安装后免费服务。由于这类仪器的型号大小以及其复杂性，使用一段时间后某些部件一定会出现故障。诊断以及维修这些故障技术上来说是很大的挑战，并且储备一整套零部件需要储存空间及资金。
质谱/蛋白质组学	否。这类仪器不需要维修服务合同。估计每年的合同成本约 275,000 美元，而 2011 年维修 FY2100 才花费了 31,000 美元，节省了 244,000 美元。

Keck 实验室还非常重视能够产生社会影响的延伸工作，如与 New Haven Sound 中学高年级学生合作开展“牡蛎蛋白质”的研究，为中学生提供科研体验。

Keck 实验室自 1980 年成立以来运行非常成功，他们自己总结有如下经验：

- (1) 基于平均成本的收费，向所有的研究者提供公平服务。平均每年吸引了来自 284 个机构的大约 600 名研究者的服务需求，说明了其服务的高质量；
- (2) 争取到多个 NIH/HHMI 的项目资助，有利于保持实验室的低成本运行；
- (3) 重视宣传。Keck 出版的论文均对杂志封面有较高的要求，提升了 Keck 实验室的知名度，获得 NIH 研究平台等机构的较高评价。

此外，学校、学院都很重视服务中心的建设和开放共享服务，给予运行补贴，并给技术人员名额。技术人员虽然没有职称，但收入不菲，水平高、资历老的技术人员收入相当于一般教授。加上学校的各种福利和稳定、良好的环境，因此虽然收入不如公司，但仍然能稳定一支高水平的技术队伍。

8 月 9 日，代表团拜访了为我们安排此次访问活动的耶鲁大学负责科研的校长助理 Andrew B. Rudczynski 博士，向他表示感谢，并与他座谈（图 26）。Andrew 博士向我们介绍了耶

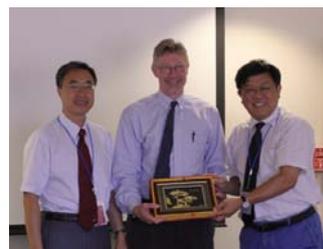


图26 与耶鲁大学副校长座谈

鲁大学的科研管理工作（图 27）。从 Andrew 博士的介绍可以感觉到，耶鲁大学和哈佛大学尽管在办学理念和文化精神方面坚持各自的特色，但学校的管理体制则比较相似，都是分散式管理模式，学院掌握的资源比较多，在建设和管理上有很大的自主权。尽管科研规模大，教授的课题组条件好，但学校和学院在实验室建设方面仍然非常重视公共条件平台的建设，在设施建设、设备购置、运行补贴、技术人员聘用等方面每年都有大量的投入，教授们对这些方面的投入普遍比较认可，资源的利用比较充分。他们的理念和做法值得我们借鉴。

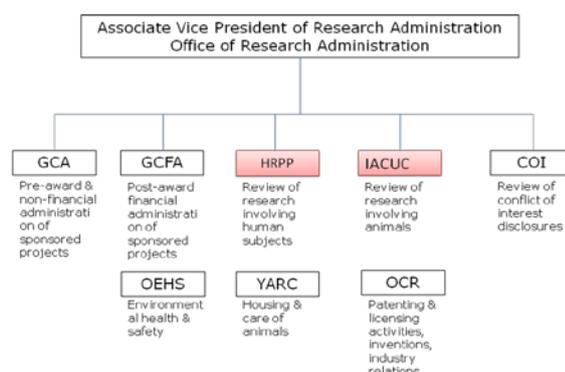


图 27 耶鲁大学的科研管理机构及其职责

## 第五站 休斯敦大学

8月11日，访问团来到休斯顿大学。休斯敦大学是德州的州立大学，创建于1927年，学生总数近3.9万（本2.9万，研0.9万）。休斯顿大学希望成为美国、世界领先的大学，正在往这个方向努力，因此这是一所正在迅速上升中的发展中得大学。学校对访问团的到来非常重视，副校长Rathindra BOSE，校长助理Elizabeth Anderson Fletcher以及3个学院的院长等十余人参加接待（图28）。



图 28 访问团与 UH 校、学院领导合影

Bose 副校长向代表团介绍了学校建设发展的整体情况。在谈到核心设施（Core Facility）时，他列举了学校的很多设施，如纳米中心的超净间，虚拟现实演播室以及新的研究设施 research wing 等。他认为学校的核心设施至少要有三个方面的含义：1）多用户；2）对多学科发展发挥重要作用；3）得到持续投入（建设、维持、升级）。学校对核心设施实行集中管理，设有一个管理委员会，吸收各学院的意见，引导核心设施的发展方向。核心设施的运行经费来自服务收费和学校的资助。休斯敦大学在吸引熟练的技术人员方面不存在障碍，技术人员的工资有一定灵活性，如果学院觉得有价值，可提高工资。

自然科学学院的副院长 Fred McGHEE 博士在谈到核心设施时说，越来越多的研究人员认识到要发挥核心研究设施的作用，共同提高承接项目的能力——坐在一起讨论如何建立和管理这样的核心设施。学院也在研究设施的统一管理，这些措施还要符合联邦政府的政策。建设资金来源，建设多大规模等这些问题也在讨论之中。

访问团实地考察了休斯敦大学的眼科学院、超导中心、机载激光测绘中心、德州发动机测试研发中心等机构的实验室。其中眼科学院的核心设施分为4个单元，分别运行管理。学生经过培训可以自己操作仪器。超导中心建于1987年，是超导技术的发源地，目前仍然是美国最好的超导研究机构。其近期研发的卷对卷生产技术是高温超导线材生产的一个重要的突破，可以实现无限长导线的生产。超导中心拥有一批高档仪器设备，如高档扫描、透射电镜，电子探针，X射线衍射仪等。其中一台扫描探针显微镜能够看到原子级别的图像，甚至可以用于在原子尺度上研究表面催化机理。仪器总花费500万美元，属于顶尖设备，放在防

震台上，地下还有真空设备（图 29）。去年超导平台上的仪器设备共培训了用户 131 个。超导中心仪器设备的服务收费只能满足一小部分运行需求，大部分还是中心贴钱。

休斯顿大学的仪器设备总体规模、水平以及服务收入显然比哈佛、耶鲁有差距，体现使用效益相对较差，说明其科研的规模、水平与一流名校还有一定差距。

## 第六站 莱斯大学



莱斯大学建校于 1912 年，目前在校学生总数 5700 余名（本 3500，研 2300），教职工总数 2000 出头，其中教师 650 人。学校规模虽小，社会声誉很高，在全美大学排名表上和布朗大学差不多，排在 15 位上下，是美国南部最负盛名的大学。过去 7 年学校持续扩招，今年入学的本科生超过了 1 千人，达到历史新高，其中有不少中国学生。学校目前 1100 多个国际学生中 397 个是中国人，加上 30 多个台湾人，10 多个香港人，总数超过 440 人，在国际学生中占三分之一强。这种情况是最近 3-5 年形成的，过去几乎没有中国大陆学生。

学校代表（Representative of Rice University）、校长夫人孙月萍女士在校门处热情欢迎代表团，并安排人员带领代表团参观了莱斯校园。

莱斯大学校园不大，处处显示出精致、优雅、恬静。学校培养学生强调“Make A Difference”，鼓励标新立异，挑战权威。

为学生提供非常好的生活、学业指导服务和日常活动帮助，同学关系非常密切，是公认的全美学生幸福指数最高的学校。学生也非常用功，学两个以上学位的学生非常多，成绩普遍很好，本科生毕业率达到 72%，是全美 top5 的高校。途径商学院，导游（大二学生）告诉大家，商学院设了一个模仿纽约证券交易所的实验室，与交易所实时同步，为商学院的学生提供启动资金进行投资实战练习，赚钱、赔钱都算学校的。学生对这种实战练习非常重视，据说总体情况是赚多赔少。

这些措施都与学校培养精英的定位相对应。

参观完校园后，莱斯大学的校长助理接待代表团，向大家介绍了莱斯大学的总体情况。随后，学校共享仪器部（Shared Equipment Authority）主任

Douglas Natelson 教授向代表团详细介绍了莱斯大学的仪器设备开放共享情况并带领大家参观实验室。



图 29 超导中心原子尺度的扫描探针显微镜



图 30 莱斯大学校园



图 31 学校大门立柱上的从大一到大四的 4 张脸谱

Natelson 教授说，仪器共享是全美大学共同面对的问题，只要是用有限的资金购置仪器设备就会面对共享问题。莱斯大学规模小，科研规模也相对小，因此学校成立 SEA，依托学科建设了若干个科研条件平台，称为 SEA Labs，接受 SEA 的直接领导。这些实验室包括 Clean Room, X-ray Diffraction Lab, NMR Lab, XPS、SEM、AFM&TEM Lab, SEA Core Lab (图 32), 其中 SEA Core Lab 在与学校一路之隔的德州医学中心的一个新楼内，为生命科学和医学提供服务，目前还在建设中。

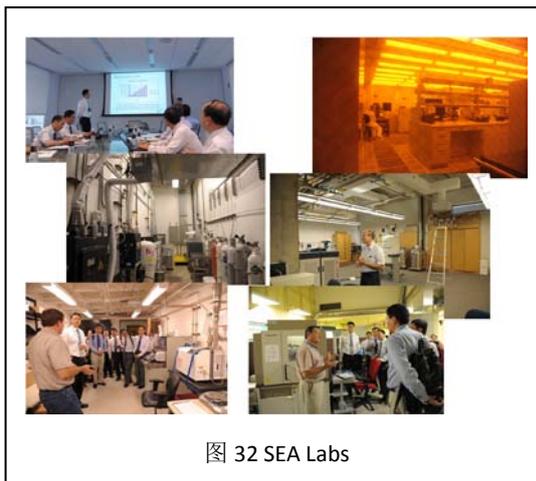


图 32 SEA Labs

学校成立了一个 15 人的委员会 (SEA Faculty board)，对全校 75 台 (总价值 1500 万美元) 进行管理。委员会每个月开一次会，检查收支平衡问题，讨论条例是否合理，看用户使用时间是否合理，对买仪器的需求进行监督和协调，比如处理多个单位要买同样的设备的问题。SEA 的仪器设备服务收费是按年预估的，根据本年度的实际情况下年度调整，或者委员会会议上调整。



图 33 仪器单价与维护费的关系

Natelson 教授谈到，一个好的 proposal 能够很容易争取到买仪器设备的钱，但此后仪器的维护费用会非常高，维护费用会逐年快速上涨，这是必须要考虑的大事 (图 33)。

莱斯大学由于科研用户少，每年校内外用户总数大约 130 个，年收费大约 75 万美元 (收费含折旧费，6-7 年后就可以用收费买新的仪器了。国家资助的仪器不能算折旧。)，并不能覆盖技术人员的工资 (差得很多)，只够维持仪器的运行。技术人员的工资由学校另外出资。

SEA Labs 中的仪器设备的总体情况一般，大多是比较好的常规设备，没有超大型的顶尖设备。这些仪器设备由 9 个 technical Staff 分别管理，大多是 1 个人管多台设备。这 9 个人中 8 个是博士，很多人是学术背景非常强的 scientist 级别的技术专家。从他们为代表团介绍工作的情况看业务能力都非常强，精神状态很好，待人非常热情。XPS、SEM、AFM&TEM Lab 的 3 个技术骨干很凑巧都是中国大陆人，占了 SEA 技术人员的 1/3。

这 9 个技术人员的一项重要职责是培训学生用户 (年培训 350 人以上)，让他们自己使用仪器开展研究。培训用户自己独立操作仪器是主要的服务方式，SEA core lab 则比较多地接受送样测试，现在学生自己操作仪器测试和技术人员帮助做分析测试的收费标准是一样的，正在酝酿用户独立操作和送样测试区别化收费的政策，对送样测试的用户收取一定的人员费，即提高收费标准。实际上已经在这么做，XPS 的技术人员说，经过培训自己使用仪器测试，按照每小时 20 美元收费，送样由他测试，按照每小时 70 美元收费，差别很大。培训一个学生独立使用 XPS 大约需要 5-6 小时，分三个阶段逐步进行。培训是收费的，大约每小时收费 30 美元。收费也是不得已，如果不收费，就会有大量的不来使用仪器的学生也报名培训，纯粹学习操作技能，实在应付不过来。

学校还鼓励技术人员花 20% 的时间从事研究工作，让他们更有成就感。

## 第七站 德州大学奥斯汀分校

奥斯汀大学成立于 1883 年，是德州州立大学，学生总数 5 万出头（本 3.8 万，研 1.3 万），教职工 4 千，其中教师约 2400。

代表团首先访问奥斯汀大学理学院，理学院副院长 Peter J. Riley 和工学院副院长 George Down 与代表团座谈（图 34）。Down 副院长介绍，奥斯汀大学的实验室、仪器设备都是各个学院分散管理，在学院（和一些系）的层面开展仪器设备共享，也是采取付费制，全成本核算，年度财务平衡。出现财务缺口学院自己解决。

学院的资金主要来自政府，向政府写 proposal，经费下来后购置仪器设备。院系相互之间有联系，同类仪器设备可以放在一起运行管理，通常是在系里管理。也做争取把对某个特定仪器设备感兴趣的教授的钱集中到一起买仪器设备共享的工作。学院的主要任务是协助教授向不同机构申请资源，帮助教授设计实验室，开展仪器设备调研，用从 NIH 等机构申请来的经费购买仪器。

共享平台（Service Center）运行管理方式多样。例如，工学院从德州仪器争取到经费，教授用经费购置仪器设备，集中在平台上管理。原则上运行经费中一半靠用户收费，一半由学院支付（50%-50%模式）。实际运行中采取人员费是学院支付，其它运行费是用户交。又如，制药学院则是人员费由自然基金项目出，运行费是用户交。再如，另外一个学院则是用教学经费支付人员费，运行费是用户交。……每个学院的情况都不太一样。化学、材料、物理等许多学科（学院、系）都拥有公共平台（Service Center），非常普遍。

Riley 副院长说，和中国的大学一样，奥斯汀大学在仪器设备使用管理方面也要面对开放共享、运行管理的挑战。政府付费买了仪器设备，但使用维护费很贵，常常是没钱支付。理学院有很多很贵的仪器设备，每年要支付几百万运行费。学校有一个新生培养计划，培训学生使用研究室的高端仪器设备，教授付费。

目前理学院对高端仪器设备的管理非常好，采购是通过各个系的协调，多个教授共同写 proposal 向政府申请购置。保修期过了后维修费很高，他们的做法是申请时多要点钱，维持的时间长一点，例如生物系就是这么做的。共享使用中教授申请使用自己购置的仪器设备也同样付费。

奥斯汀大学从政府那里拿来的科研经费有 50%的 overhead，其中 75%归学校管理，25%归各个学院管理。虽然是州立大学，但来源于德州政府的经费很少，从最初的 50%到现在的 14%左右。教授的研究项目主要从联邦政府的机构申请经费。他们收的学费不多，每年有 7 千万元来自于企业、社会的捐款。

随后，代表团来到奥斯汀大学科研项目处（Office of Sponsored Projects），校长助理 Susan 向代表团介绍了学校的科研管理工作（图 34）。

作为州立大学，奥斯汀大学每年要把资产情况汇报给州政府，包括新购、变化情况。

学校设有采购中心，专门负责设备购置工作，部门共有 9 个人。超过 5 千的仪器按照类似于投标的方式采购，大的仪器设备要公开招标，单一供应商的情况要提交报告（单一来源报告）。买仪器的决定权在教授，采购中心只是提供咨询意见，比如 100 万的科研项目如果



图 34 访问奥斯汀大学

要花 80 万买仪器，他们会提醒教授考虑预算是不是够用。200 元以下的仪器由教授自己控制，学校提供一个信息卡，便于自己使用。

## 四、 分析与讨论

### 1. 仪器设备资源共享是美国高校的基本理念

仪器设备共享在美国高校已成为得到教师和管理人员普遍认同的基本观念。许多学校、学院建立专门的委员会审查贵重仪器购置申请，在学校、学院的协调下，教授们共同出资购置共同感兴趣的仪器在平台上使用成为比较普遍的现象。即便是在专业性比较强的科研实验室，将一些共用性比较强的设备拿出来，聘用专门的技术人员管理，本实验室、本系甚至本校的多个 PI 课题组共同使用，建立费用分担机制，维持仪器设备的运行也是很常见的现象。

这种观念的形成有两个方面的重要因素：

- (1) 独立运行公平服务、非盈利观念下的全成本核算、年度报告（财务公开）、发展大计共商等机制使得共享仪器的学科支撑作用及普惠作用得到很好的发挥，奠定了各方面的互信基础；
- (2) 政府对其资助的仪器设备的开放共享有明确的政策要求和检查、制约手段，对一流大学（从政府得到的支持多）的仪器设备开放共享推动作用很大；

### 2. 建设仪器设备开放共享平台是美国高校的基本做法

以学科需求和为教授做好服务为评价标准进行各类共享平台（美国高校多称之为 core facility）的规划和持续建设，在这 7 所高校是得到普遍认同的有效措施。在调研的 7 所学校中，休斯顿大学和莱斯大学采取建设校级 core facility 机构，面向全校开放服务的方式，其余 5 所高校则采取依托院系建设 core facility 的方式，也有 PI 实验室整合贵重仪器对外服务的情况。这些 core facility 都实行主任负责，独立运行，按统一的规则服务，独立核算。因此，在学校、院系和 PI 实验室三个层面建设仪器设备共享平台的做法在调研的 7 所学校都有体现。其中，在学院层面上建设的做法比较普遍。

美国高校的仪器共享平台以学院为主，主要原因有两条：

1) 高水平高校主要学科科研体量大、科研工作对贵重仪器的需求强，足以在学院甚至一些系的层面上构建有一定规模的一个或若干个 core facility，满足本学院某些学科的共同需求；

2) 学院自主权很大，独立性强，很多学院在管理上可以看作一个独立的学校。这些学院科研水平高、规模大，贵重仪器设备资源非常丰富，运行费充足，各方面条件都能够很好地支撑 core facility 的运行，包括提供高额的运行补贴；

在院系层面上建设学科公共研究平台很可能是高水平研究型大学仪器设备开放共享的发展方向，需要我们特别重视，在条件成熟的院系加强引导。这种做法需要关注，但要实事求是分析情况，推进工作，切不可强求。即使美国的一流高校也有重视建设校级 core facility 的。至少目前，国内高校限于资金规模、科研规模和水平、学校的管理模式等因素，还是要以在学校层面上集中规划、投资、建设和管理为主要方式。

### 3. 平台建设以年度计划为主，随需而动

美国高校的仪器设备购置经费也是来源多样，有联邦政府仪器设备专项资金、教授科研经费、企业和社会赞助以及学校自有资金等。

来源于 NIH、NSF 等联邦政府机构以及州政府机构的仪器设备专项资助是贵重仪器设备的重要来源，高校许多重要的 core facility 起源于这些项目的资助，有的还得到持续支持。同时，由于学校能够获得大量的科研运行费（overhead），经费比较充足，因此学院或学校根据教授的集体提议和委员会的审批直接动用自有资金购置需要的仪器设备是非常普遍的

现象。平台（core facility）在规划仪器设备的工作中有很大的发言权，往往承担起反映教授意见，提出购置计划的责任。因此，平台开展年度总结，公开运行管理情况和财务状况，接受年度考核是一项非常重要也非常实在的工作，受到各方面的关注，建设发展计划往往在这里提出。因此，美国高校贵重仪器设备的建设周期是年度，与我们以 985、211 等重大项目为周期的区别非常明显。

此外，如前所述，一些有共同的仪器需求的教授共同出资购置仪器设备，在某个类型的仪器平台上共享也是比较普遍的现象。这一方面得益于美国高校仪器共享理念的普及，另一方面也得益于各类仪器平台的广泛存在和良好运行。特别值得一提的是，这些教授们共建、托管的仪器设备在对出资教授服务时也是照章收费，并无特殊优惠，只是在机时分配时予以一定的照顾。这大概和美国高校科研项目经费的管理要求有关系。

#### 4. 开展收费服务，保持年度财务平衡

各类 core facility 对校内教授的服务都采取收费服务的方式，计费标准一般依据上一年度财务的收支状况。非盈利，保持财务平衡是制定计费标准的基本原则。这些平台的全成本核算的概念非常强，管理非常精细，财务状况完全公开透明。因此，这些平台上的仪器每年的收费标准是变化的。一些专业性较强、用户比较确定的平台，包括一些有共享仪器的 PI 实验室，则采取费用均摊的方式，年底根据实际支出和用户使用情况分摊费用。为了保证费用分摊的合理性，有的实验室制订了非常细致的成本核算办法，计算之精细非常有趣。美国高校仪器平台成本核算的概念之强，方法之清晰，过程之公开透明，对我国高校仪器共享平台的运行成本核算有很好的借鉴意义。

收费标准的制订依据主要包括人员费、仪器设备折旧费、维修费（外包维修合同费）、耗材及运行费等。这里要特别注意，美国高校的收费标准中是包括人员费和设备折旧费的，其中人员费由学校收取发放人员工资及各种福利，设备折旧费则由学校（学院）收取，用于今后新设备的购置。联邦政府的一些机构资助的仪器明确规定不允许折旧，收费中不能包括这部分。

校内服务是美国高校 core facility 的主业，平台的校内服务量达到总量的 70% 以上，很多超过 90%。在做好校内共享的同时，学校、政府也鼓励平台对校外服务。校外服务，尤其是对企业服务，通常是高收费，往往是参照商业收费标准，比校内收费高出 4-5 倍，这种收费是联邦政府鼓励的，政府不希望高校以低收费扰乱商业市场。对外的高收入用于贴补运行费，有利于校内的低收费。

校内外服务有两个很重要的数据：

- （1）对内服务强调服务量，保证绝大部分资源用在了对内服务上，体现仪器、平台在本校存在的价值；
- （2）对外服务强调用户数，体现平台的服务水平和社会影响；

#### 5. 运行补贴是普遍现象

各类平台在实际运行中常常出现收入无法完全覆盖支出的情况。一方面，通过调整下一年度的收费标准填补上一年度的窟窿，另一方面，由于美国高校普遍鼓励建设高水平的仪器设备共享平台，支持高水平的研究，吸引高水平的学者，获取高额 overhead。越是顶尖的仪器设备和环境条件其成本、消耗越大，因此对一些重要的 core facility 由学校、学院提供运行补贴是普遍行为，并且补贴力度很大。通常学校、学院使用 overhead 来补贴，这其实就是高水平平台带来的效益。美国高校可以实行财务平衡的完全非盈利运行模式，和他们有 overhead，能够应对亏空有很大关系。国内高校科研工作还处在发展阶段，资源共享需要关注，多种形式的运行补贴是非常必要的。

最近听到一个好消息，财政部等部委发文，从明年开始实行间接科研费制度，即 overhead 制度。虽然比例较低，但这个政策实施无疑是一个突破，对高校仪器设备开放共享以及其他

公共环境、公共资源建设将会有一个大的推动。

#### 6. 培训用户独立使用仪器设备是普遍做法

这样做的好处主要有两条：

- 1) 有利于实现仪器 24 小时开放，大幅度提高仪器的利用率；
- 2) 充分培养学生自主开展科研探索的能力。

在所走访的 7 所高校的十多个实验室中只有耶鲁的 Keck laboratory 是采取以技术人员分析测试服务为主的方式，这是由于基因测序仪等仪器的运行消耗非常大，测试技术对结果的影响非常大，用户自己做的效果多数不如意，在实际比较了两种方式的效果后实验室选择了这种传统的方式。即使如此其中仍然有一些仪器是培训用户自己使用的。我国高校应该站在培养人和促进科研水平提高的角度，以研究生为主要对象开展用户培训，最好是有技能水平认证的培训，为学生的这种做法代表了共享平台运行的方向，值得我们的各类平台努力推进。

#### 7. 技术队伍水平较高，学历层次高，人员相对稳定

美国高校技术人员没有职称晋升之说，不申请和承担科研项目（有申请和承担技术研发项目的情况），但学历结构好，通常以博士、硕士为主体；技术水平高，能够承担仪器的运行维护、技术培训、技术方法研究以及高水平分析测试等工作；队伍比较稳定，许多技术人员在实验室工作了十多年甚至一辈子。从了解的情况看，对一些技术要求比较高的岗位给予比较高的待遇是一个非常重要的因素，一些技术水平高、工作年限长的技术人员的收入与普通教授相当或相近。

技术人员的工作接受用户的评价，待遇逐年会有所提升，但没有奖金等额外收入，待遇和工作业绩并不挂钩。这或许是待遇达到一定高度后出现的现象，不太适合国内高校目前的情况。

技术人员的工作中用户培训所占比重很大，往往达到 1/3 以上，此外还会花大量的时间进行仪器维护和测试技术开发。也做一些有难度的分析测试和数据分析服务，帮助教授开展测试方案设计，这也是非常体现其技术水平和能力的内容，但除了耶鲁大学的 keck 实验室之外，从工作量上看比重普遍不大。

#### 8. 不开放共享的仪器也普遍存在

并非所有的贵重仪器都适合开放共享，或者都能够开放共享，美国高校也有大量的仪器设备不开放，或者开放不好。但是由于学科内部或者课题组内部科研需求旺盛，不开放的仪器的使用效益也可能并不差。

我们对校内开放共享也没有必要强求一致，追求迅速到位，对不同的仪器可以有不同的要求，尤其对不同经费来源的仪器提出不同要求。在目前的条件下，我们下大力气做好学校直接投入的校级平台的开放和国家重点实验室的开放，引导一部分院系建设学科平台。共享一部分有广泛需求、通用性比较强的仪器就可以初步达到广泛支持多学科发展的作用。

#### 9. 重视仪器设备基础数据的管理

美国高校和我们相似，对仪器设备采取登记建账，贴条码标签管理的方式，不过登记建账的单价起点比较高，有多所学校高达 5000 美元，因此，计算机等大量仪器设备都作为低值设备管理，不入固定资产账，资产总值减少不多，但数量减少很多。在不影响大局的情况下，抓大放小减少了学校、学院层面的资产管理工作量，也减轻政府部门的工作负担。国内高校近几年也曾在多个场合向教育部、财政部建议提高固定资产的入帐起点，各方面形成了一定的共识，但还没有确定标准，列入实施日程。

美国高校仪器设备普遍进行折旧计算，这样帐上数据能够比较好地反映学校的实际状况。仪器设备的折旧周期普遍较短，常常只有 5-8 年。只有来自一些特定的政府机构资助的仪器按照规定不进行折旧。

#### 10. 重视实验室安全工作

实验室安全管理措施规范、全面，安全设施比较完善。工作中非常重视细节，如实验室门口设置安全标识、危险源说明和实验室在用指示灯；房间内显著位置挂着本实验室主要危险物的说明及其应急处理说明的册页，并设置急救箱；有化学、生物实验的实验室内及走廊都设有喷淋、洗眼装置；电路、气路、水路等各种管线多采用房顶走线的方式，既方便了实验室的布局和调整，也提高了安全性能；气瓶等倾倒的物品都有固定装置等等，非常细致周到，有的高校甚至对临时到访人员都采取告知、签订协议书等措施。

## 说明

本总结的信息来源：

- 1) 闻星火、张勇、毕卫民等人的访问记录；
  - 2) 李鸿飞、贾申利回国后整理的资料；
  - 3) 在美讨论会记录（闻星火、张勇）；
  - 4) 访问的学校提供的资料；
  - 5) 王卫荣、张万光、李鸿飞、张勇、卢晨拍摄的照片，其中以王卫荣拍摄的为主；
- 以上资料中“4)”、“5)”是客观资料，“1)~3)”为个人记录，或有错讹，请大家修改。

另外，分析讨论部分以及访问记录中的感受、议论部分大多出自闻星火的个人思考，不见得正确，请大家批评指正。

不足之处请大家补充，续写第二版、第三版、……