

# 高校大型仪器设备使用效益评价体系的现状分析

桑惠兰, 唐俊峰, 韩阜益  
(东华大学 资产管理处, 上海 201620)

**摘要:** 调研部分高校大型仪器设备使用效益评价体系, 结合文献资料, 着重从评价方法和评价指标体系两个方面总结了目前高校大型仪器设备效益评价体系情况。分析了功效系数法、层次分析法、模糊综合评价法、秩和比法等评价方法的优劣, 并通过调研分析, 概括了四川大学、武汉大学等高校在指标选取和个性化评价在指标体系中的实际应用情况, 为今后的理论研究提供一定的参考依据。

**关键词:** 大型仪器设备; 大型仪器设备使用效益; 大型仪器设备评价体系  
中图分类号: G 482 文献标志码: A  
文章编号: 1006 - 7167(2017)05 - 0281 - 05



## Analysis of the Evaluation Systems of Use Efficiency of Large-scale Equipment in Universities

SANG Huilan, TANG Junfeng, HAN Fuyi

(Asset Management Department, Donghua University, Shanghai 201620, China)

**Abstract:** Based on actual conditions in universities and investigation of literature, evaluation systems of use efficiency of large-scale equipment are introduced from the aspects of evaluation methods and index systems. Then the advantages and disadvantages of different evaluation methods such as efficiency coefficient method, AHP, fuzzy comprehensive evaluation and RSR are analyzed. The paper also summarizes the practical application of selecting index and personalized evaluation in the index system from Sichuan University and Wuhan University, and provides certain reference basis for the further theoretical study.

**Key words:** large-scale equipment; large-scale equipment use efficiency; large-scale equipment evaluation system

### 0 引言

近年来,中央和地方财政对高校的教育投入不断加大,高校大型仪器设备的数量也随之迅速增长。在这大好的形势下,却出现了一系列的矛盾,其中最突出的就是投入与产出不平衡。高投入保证了大型仪器设备在实验教学、科学研究、生产实验、技术开发、科技创新、学科建设和人才培养中起到基础性和重要性作用,

但大型仪器设备使用效益不高,管理未实现同步,造成某种程度的资源浪费<sup>[1]</sup>。

2014年10月中央全面深化改革领导小组第六次会议上指出:不少科研设施和仪器重复建设和购置,闲置浪费比较严重,专业化服务能力不高。要从健全国家创新体系、提高全社会创新能力的高度,通过深化改革和制度创新,把公共财政投资形成的国家重大科研基础设施和大型科研仪器向社会开放,更好地为科技创新服务、为社会服务。

在深化改革的背景下,大型仪器设备使用效益评价工作再次成为设备管理部门热门话题。但在评价工作的实际操作中,由于诸多因素的影响,并未出现更加完善且得到各高校认可的系统性评价体系。其中普遍的原因认为是评价指标体系中支撑数据存在有效性、

收稿日期: 2016-08-25

基金项目: 东华大学基本科研业务费专项资金资助项目 (2232015E3-06)

作者简介: 桑惠兰(1983-),女,上海人,硕士,助理研究员,主要研究方向: 设备与实验室管理。

Tel.: 021-67792461, 15921532498; E-mail: shl@dhu.edu.cn

真实性问题<sup>[2]</sup>。本文对其中的评价体系进行调查研究,从评价方法和评价指标体系两个方面分析,对比其中的优缺点,了解高校大型仪器设备使用效益评价现状并加以分析,从而进一步促进大型仪器设备使用效益评价研究不断探索和发展。

## 1 大型仪器设备的使用效益评价

大型仪器设备的使用效益研究基本分为两个阶段。从80年代开始,逐步由以实物数量评价的单一指标评价向综合评价指标体系转换<sup>[3]</sup>。

同时,2000年教育部出台了《高等学校贵重仪器设备年度效益评价表》,各个高校也相应地制定了本校的大型仪器设备评价指标。一般来说,大体分为5个部分:机时利用、人才培养、科研成果、服务收入、功能利用与开发<sup>[4]</sup>。

在大型仪器设备使用效益考核评价制度仍不完善的前提下,在实际应用方面,除了武汉大学、华中师范大学等高校已经在大型仪器设备使用效益的评价内容、结果方面做出了一些成绩外,整体使用效益评价并不理想。多数高校未建立有效的评价制度,也未进行专门的效益评价,只是按照教育部“高等学校贵重仪器设备年度效益评价表”的要求对大型仪器设备进行机时等数据填报,未对数据进行分类统计和深入分析,也未建立相关的奖惩制度,评价作用有限。

## 2 大型仪器设备使用效益评价方法

评价方法是千差万别的,不同的评价方法,导致评价结果和评价侧重点也不同。作者从查阅的相关资料文献中,列举出已经应用于大型仪器设备使用效益评价中的评价方法,对其进行分析,评判其优劣。

(1) 功效系数法。刘浩<sup>[5]</sup>提到用功效系数法通过为单个评价指标确定满意和不允许值来确定该指标的分数,同时他也在文中提到效益和利用率二维指标体系,这种体系有其合理性但却忽视了对设备日常管理的评估。

(2) 数据包络分析法(DEA)。DEA方法主要用于解决衡量多投入和多产出的决策。在实际操作中无须任何权重假设,排除了很多主观因素,具有很强的客观性;不必确定输入与输出之间存在关系的显示表达式;不受计量单位的影响。

DEA方法的原有指标体系虽较成熟,但仍需不断完善和优化。同时,大型仪器设备因在教学、科研、社会服务等方面产出的成果具有周期性,且根据项目的不同,其周期也各不相同,DEA方法不能以固定时间段为单位进行评价,否则会造成结果的波动和偏离<sup>[6]</sup>。

(3) 层次分析法(AHP)。层次分析法是由美国运

筹学家 T. L. Saaty 教师于 70 年代提出的一种多准则决策方法。AHP 把较为复杂的问题分解成若干因素,再将这些因素按支配关系构成递阶层次结构,通过成对比方式确定处于同一层的各个要素的重要性,然后综合决策者的判断,确定备选方案的相对重要性。AHP 法具有定性与定量相结合的优点;构造判断矩阵将考评指标量化,便于计算;减少了人为因素的干扰;应用较多比较成熟<sup>[7]</sup>。

(4) 模糊综合评价法。模糊综合评价法,是建立在层次分析的基础之上,通过借助模糊数学理论,采用模糊矩阵对每个指标做模糊判断,再根据各指标对总体作用的大小确定相应的权重系数,通过权重系数和模糊评判矩阵复合运算,得到一个较为清晰的结果,进而综合评价事物的优劣。模糊综合评价结果更深刻、更客观;其数学模型较容易建立;对多层次、多因素的权重计算效果较好。但是计算过程相对复杂<sup>[8-9]</sup>。

(5) 平衡积分卡(BSC)。邹鑫在对大型仪器设备使用绩效评价研究中引进平衡积分卡的概念,该框架以高校大型仪器设备使用绩效评价的战略愿景为中心,包括高校大型仪器设备使用的财务业绩、顾客满意、内部管理流程、学习与发展等四个基本维度<sup>[10]</sup>。BSC 可以从战略高度和非财务角度出发,既增加实施前和实施过程的评价,又增加潜在因素的考察,同时继承了战略绩效评价在指标和标准选取上的优点,将财务指标与非财务指标相结合、过程指标与结果指标相结合、定量指标与定性指标相结合。其局限在必须使用绩效评价报告才能将其功能发挥充分,且存在各项具体指标该如何分配、指标的设计是否合理等具体实施上的一些问题<sup>[11]</sup>。

(6) 秩和比法(RSR)。秩和比法是以秩次代替原有变量值,将不同的测量变量转化为 RSR,以该统计值对评价对象进行排序,最终得出中和评价结论的一种方法。RSR 综合了多个对象多项评价指标的信息,广泛地应用于多指标综合评价,RSR 指越大越优<sup>[12]</sup>。

(7) 博弈论分析法。博弈论分析法主要考虑预测行为和实际行为,并研究它们的优化策略。高校仪器设备使用绩效评价一般是用户提供数据,管理部门进行评价。由于管理部门和用户考虑问题的角度、立场和目标都不尽相同,于是二者在对仪器设备绩效评价问题上形成了博弈状态。局中人在选择自己的策略时是有先后顺序的,从而形成了动态博弈,由此可以采用完全且完美信息动态博弈方法建立数学模型<sup>[13]</sup>。

(8) TOPSIS 法。Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution(TOPSIS) 法是根据有限个评价对象与理想化目标的接近程度进行排序的方法,对现有的对象中进行相对优劣评价。TOPSIS 法的核心思想是首先在评价的有限方案中确定各项指标的正

负理想解,之后求解各个具体方案与正负理想解直接的加权欧氏距离,由此计算出各方案与最优方案的接近程度,以此作为评价方案优劣的标准。TOPSIS 法适用于对多项指标、多个方案,能充分反映各方案之间的客观差距,具有真实、直观、可靠等优点<sup>[14]</sup>。

(9) 广义回归神经网络法( GRNN)。广义回归神经网络方法,是一种并行量化计算模型,可以通过对简单非线性函数的复合进行映射。它既能全面、科学地反映数据内在结构、复杂特性和变化规律,又能根据已知数据进行快速学习、预测与评价,最终得出准确、客观的评价结论。大型仪器设备绩效评估存在大量非线性、多因素的复杂动态系统,GRNN 可为其提供数据支持与辅助决策,对其进行较好的量化<sup>[15]</sup>。

(10) 汇总分析。基于以上分析对比,得出不同评价方法的优劣对比表,如表 1 所示。

表 1 不同评价方法的优劣对比表

评价方法	优点	缺点
功效系数法	财务指标全面、准确性和操作性较高	忽视了对设备日常管理
数据包络分析法( DEA)	不需要自行确定权重系数,可分析一些无形指标	只能用较少的指标来反映,导致评价结果可能失真。
层次分析法( AHP)	定量和定性相结合,便于计算机上的运算,减少了人际关系的干扰	被评价指标较多就不再适用
模糊综合评价法	其优点是所建数学模型相对简单,比较容易建立;对于多层次、多因素的权重计算,效果比较好	计算过程较复杂
平衡积分卡( BSC)	战略高度和非财务角度出发,增加潜在因素的考察	必须通过绩效评价报告的使用才能将其功能发挥充分,并且在具体实施上仍有许多问题
秩和比法( RSR)	可分类排序比较,消除异常值的干扰	转换成秩次计算会丢失一些原始值的信息
博弈论分析法	博弈过程是动态博弈	绩效自报数和绩效要求数都是人为填写,存在不准确性
TOPSIS 法	适用于对多项指标、多个方案进行比较选择。	规范决策矩阵的求解比较复杂,属性权重是事先确定的,主观性较强
广义回归神经网络法( GRNN)	对于非线性、海量数据计算,以无法获得大量数据样本的情况下,也可获得较为准确的评价结论。	难以精确分析神经网络的各项性能指标。

### 3 大型仪器设备使用效益评价指标体系

进行评价研究,确定评价的指标体系是基础。所

谓的评价指标体系是由多个相互联系、相互作用的评价指标,按照一定层次结构组成的有机整体<sup>[3]</sup>。由于在高校大型仪器设备使用效益评价工作中涉及的指标繁多,指标间又相互影响,情况复杂,每所高校在评价中的侧重点也并不相同<sup>[16]</sup>。

#### 3.1 评价指标的选定纷纷不一

调查发现大部分研究人员仍然将教育部文件中规定的 5 个方面作为中心考核指标,即: 机时利用、人才培养、科研成果、服务收入、功能利用和开发,部分高校结合学校特色和实际情况构建评价指标体系,或者修改权重,或者增加考核指标。现将部分高校考核指标及权重整理如表 2 所示。

表 2 部分高校大型仪器设备效益考核指标及权重( 1)

考核指标	教育部	华南理工大学	山东建筑大学	重庆大学	山东大学	武汉大学	华中师范大学	陕西师范大学	地质大学
机时利用	0.30	0.30	0.25	0.35	0.25	0.35	0.35		0.45
人才培养	0.20	0.20		0.20	0.20	0.10	0.17		0.05
科研成果	0.25	0.25	0.20	0.25	0.25	0.30	0.14		0.05
服务收入	0.20	0.20	0.15	0.15		0.10	0.10		
功能开发	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.15	0.08		0.10
设备管理			0.10		0.05		0.08	0.15	0.05
有偿服务					0.15				
收益率									
设备完好率					0.05				
学院考核							有		
项目数							附加	0.08	
档案管理									0.15
仪器维修									0.10
物资管理									0.15
仪器保养									0.10
安全管理									0.15
环境保护									0.10
卫生管理									0.1
开发程度									0.30
设备负责人			0.05						
教学任务			0.20						

增加的一级指标和二级指标往往是各高校根据本学校具体情况进行的调整,侧重点也不同<sup>[17-21]</sup>。有的侧重开放程度,如有效开放机时数,开放率;有的侧重设备管理,如人员配备、管理制度、使用记录、设备维护、档案管理、标签管理;有的侧重运行基础,如体制机制( 体制创新、机制创新)、人员职责( 人员配备、明确职责、制度建设、档案完整、统计精准);有的侧重流程科学,如配置标准、立项依据、预算管理、招标采购、专家验收、资产清查、资产处置。

从表 2 和表 3 中可以清楚的看出,尽管评价指标纷纷不一,但教育部的标准不管是指标还是权重,不管是一级指标还是二级指标,都仍然是大型仪器设备使用效益评价体系的主体。对于评价指标的选取,可以结合本校实际情况酌情处理,但仍然要坚持指标选取的原则,即可操作性和有效性。同时,在信息化程度普遍提高的前提下,建议获取实时数据,如机时数、开发程度、服务收入、预算情况、维修情况等,保证指标数据的真实有效。

表 2 部分高校大型仪器设备效益考核指标及权重(2)

考核指标	暨南大学	天津大学	广西大学	湖南师范大学	中南大学	四川大学	南方医科大学	湖南农业大学	华北电力大学
机时利用	0.30	0.30	0.45	0.40	0.35	0.35	0.30	0.30	0.35
人才培养	0.20	0.20	0.10	0.10	0.20	0.20	0.20	0.20	0.10
科研成果	0.25	0.25	0.20	0.20	0.20	0.25	0.20	0.20	0.20
服务收入	0.20	0.20	0.20	0.10	0.10	0.15	0.10	0.10	0.20
功能开发	0.05	0.05	0.05	0.10	0.05	0.05	0.05		0.05
设备管理				0.10	0.10				
日常管理									0.20

由于指标内容较多,整理如表 3 所示。

表 3 部分高校大型仪器设备效益评价指标对比表

一级指标	二级指标 1	二级指标 2	二级指标 3	二级指标 4	二级指标 5	二级指标 6
机时利用	有效机时	定额机时				
人才培养	获得独立操作资格人员数	在指导下能独立完成部分测试的人员数	进行教学演示实验人员数			
科研成果	国家、国际奖	省、部级奖	核心期刊	校级奖	发明专利	
服务收入	校外服务收入	校内服务收入				
功能利用与开发	原有功能利用数	原有功能数	本年度新增功能数			
开放程度	有效开放机时数	开放率				
设备管理	人员配备	管理制度	使用记录	设备维护	档案管理	标签管理
流程科学	配置标准	立项依据	预算管理	招标采购	专家验收	资产清查
环境评价	安全措施	环境保护	整洁卫生			
投入成本	设置费用	年维护费				

### 3.2 个性化评价

在常规的大型仪器设备使用效益评价体系中,往往是通过选择的评价指标不同,评价方法不同,指标权重不同,作为新的研究领域和研究方向。在实际操作中,也有人指出了一些个性化的评价,使得大型仪器设备使用效益评价体系更加完善。

(1) 分类评价。高校中大型仪器设备由于经费来源复杂,多头管理,使用目标多样,很难用统一的尺度进行衡量。除了通用指标,在评价中也可采用个性化指标进行考核。

河北科技大学根据大型仪器设备的使用方向,可将其分为 A、B、C 三类进行评价,A 类设备主要用于教学;B 类设备主要用于科学研究和对外服务;C 类设备既用于教学,也用于科学研究和对外服务<sup>[18]</sup>。

华中科技大学将大型仪器设备分为通用类和专用类,通用类设备的机时利用权重为 60%,科研论文权重为 15%,而专用类设备的机时利用权重为 35%,科研论文权重为 40%<sup>[17]</sup>。

武汉大学从共享性角度考虑,在效益考核时将大型仪器设备分为共享型和科研型,共享型设备的使用机时权重为 35%,成果权重为 30%(主要包括获奖情况和论文情况),而科研型设备的使用机时权重为 25%,成果权重为 40%<sup>[17]</sup>。

华中师范大学将大型仪器设备分为教学为主类和科研为主类,主要区别在于教学为主类设备的人才培养权重为 17%、科研成果权重为 8%,而科研为主类设备的人才培养权重为 8%、科研成果权重为 17%。

(2) 全生命周期评价。使用 3 年的设备与使用 10 年的同类设备进行对比,根据正常使用规律,前者的使用效益要明显优于后者。针对此种有失公平的情况,鞠芳<sup>[21]</sup>提出了全生命周期评价概念,即根据大型仪器的生命周期,将其分为前期(设计购置阶段)、中期(正常保养维护运行阶段)和后期(技改更新阶段)。

每个设备以设备经济寿命参考年限表中对应的寿命的最大值为基础,将寿命分为分 5 个阶段。第 1 年故障期不评价,从第 2 年开始算起,即第 2 年~2/5 寿命周期、2/5 寿命周期~3/5 寿命周期、3/5 寿命周期~4/5 寿命周期、4/5 寿命周期~寿命参考年限、寿命参考年限之后。大型仪器设备评价时要按照同一寿命阶段内比较原则来进行,保证了评价的公平与公正。

从以上两类个性化评价形式可以看出,个性化评价是指还没有被大多数采用的评价形式,但并不代表其错误或者无法实现,反而是对原来体系的补充和完善,为广大从业者提供了更加符合实际的操作模式,只是程序略微复杂。在具备充足条件时,建议采用个性化评价,使其评价和后续分析更加严谨。

## 4 结 语

高校大型仪器设备使用效益评价问题是一个庞大的系统,众多因素相互联系,有相互制约,也有独立存在的一面。为了有效开展使用效益评价,必须理顺各因素直接关系,使之条理化、层次化。从另一个角度来看,进行大型仪器设备使用效益评价只是管理的一种手段,目的还是提高大型仪器设备使用效益,从而更好地为学校人才培养、科学研究、决策定位服务。

### 参考文献(References):

- [1] 邢林华. 高等院校大型仪器设备使用绩效评价方法及应用研究[D]. 长春: 吉林大学, 2009.
- [2] 宋象军, 夏建潮. 浅析高校大型仪器设备使用效益评价及有效利用[J]. 实验室研究与探索, 2015, 34(3): 164-167.
- [3] 魏清. 高校大精设备使用效益评价研究[D]. 北京: 华北电力大学, 2012.
- [4] 教育部关于印发《高等学校贵重仪器设备年度效益评价表》的通知[Z]. 教高司条函(2000)010号.
- [5] 刘浩. 高校大型精密仪器设备评估体系研究[D]. 广州: 广东工业大学, 2009.
- [6] 黄涛, 李鸿飞, 王伏玲, 等. 基于DEA的高校大型仪器设备效益评价[J]. 实验室研究与探索, 2015, 34(1): 270-273.
- [7] 王晓燕, 范朝阳, 李郁雁. 基于层次分析法的大型仪器设备管理综合评价体系[J]. 实验室研究与探索, 2011, 30(11): 177-180.
- [8] 范瑞. 军医大学大型仪器设备管理信息系统基础理论暨设备

管理效益综合评价研究[D]. 重庆: 第三军医大学, 2011.

- [9] 孙超, 张峨嵋, 李柏桐, 等. 高校大型设备绩效评价机制探索[J]. 中国现代教育装备, 2012(19): 16-19.
- [10] 邹鑫. 大型仪器设备使用绩效评价研究[J]. 中国高校科技, 2011(8): 18-19.
- [11] 高小康, 钱俊明. 平衡计分卡研究现状和未来展望[J]. 经营管理者, 2013(11): 1-2.
- [12] 张瑛, 杨利军, 周德杰, 等. 高等医学院校大型科研仪器设备使用绩效分析[J]. 中国高等医学教育, 2015(12): 53-54.
- [13] 李海燕, 姜春兰, 杨会如, 等. 高校仪器设备使用绩效评价的博弈论分析法[J]. 实验技术与管理, 2013, 30(3): 221-226.
- [14] 王芸凤, 于宝证. 基于改进TOPSIS法的高校大型精密仪器绩效评价与绩效提升策略研究[J]. 实验技术与管理, 2012, 29(9): 213-218.
- [15] 李海燕. 基于广义回归神经网络的高校仪器设备使用绩效评价[J]. 中国现代教育装备, 2014(9): 12-18.
- [16] 宋云, 刘现国. 层次分析法在高校仪器设备使用效益和综合管理考核中的应用[J]. 华北科技学院学报, 2014, 11(12): 87-92.
- [17] 邓敏, 雷敬炎. 高校大型仪器设备效益评价机制及指标体系研究[J]. 实验室科学, 2015, 18(6): 211-216.
- [18] 王涛, 冯素江, 陈爱祖. 地方高等院校大型精密仪器设备使用效益评价的有效性[J]. 河北工业科技, 2015, 32(3): 230-235.
- [19] 武向侠, 张月琪. 高等院校仪器设备使用效益评价方法的探讨[J]. 实验室科学, 2015, 18(5): 222-224.
- [20] 戴建华. 高校大型仪器设备使用绩效评价指标体系研究[J]. 中国教育技术装备, 2015(22): 1-4.
- [21] 鞠芳. 高校贵重设备评估研究[D]. 济南: 山东大学, 2013.

(上接第267页)

## 4 结 语

目前,高校重理论轻实践的传统思想仍时有反映,对实验室的重要意义和作用认识不足,对课堂教学与实验教学,教师与实验技术人员的关系,两者的平等地位尚待确立,对实验室队伍定位有待提高,同时管理体制不顺、管理力量薄弱、开放共享不到位、学生自主实验不足等问题依然或多或少存在<sup>[16]</sup>。作为全国重点学科,应高度重视实验室建设,仪器设备建设水平应达到与学科水平一致,以提升国家矿业学科水平为己任,增强神圣使命感,在体制上创新、制度上完善,构建合理的实验人才队伍、以成本化运作的原则建设仪器设备的开放共享平台,努力提升仪器设备开放共享率,为国家矿业学科整体水平的提高做出应有的贡献。

### 参考文献(References):

- [1] 左铁镛. 充分发挥实验室的作用,建设一流大学[J]. 中国大学教学, 2007, 12: 4-6, 67.
- [2] 赵跃民. 实验室是大学的核心竞争力[J]. 实验室研究与探索, 2006, 24(2): 1-4.
- [3] 胡亚云. 有效提高大型仪器设备利用率的探讨[J]. 实验室研究与探索, 2013, 32(1): 180-183.

- [4] 国务院办公厅. 关于国家重大科研基础设施和大型科研仪器向社会开放的意见: 国办发(2014)70号[Z]. 2014.
- [5] 杜建林, 麻明友, 罗雪梅. 实验教学与资源共享的创新与实践[J]. 实验室研究与探索, 2006, 25(11): 1440-1442.
- [6] 吴春安. 实验室投资项目管理的过程控制及效益评价[J]. 实验室研究与探索, 2003, 22(5): 122-126.
- [7] 张乐, 孙淑强, 杨永德, 等. 仪器设备和实验资源共享平台构建方法初探[J]. 实验室研究与探索, 2006, 25(8): 1024-1027.
- [8] 胡宁, 张万光, 许宏山, 等. 南开大学大型仪器共享管理的探索及建设效果[J]. 实验技术与管理, 2015, 32(1): 13-17.
- [9] 蔡兵, 刘姝玲, 尹玲娜, 等. 高校大型仪器设备开放共享实践与探索[J]. 实验室研究与探索, 2014, 35(2): 259-263.
- [10] 王一柏, 温涛, 王惠琴, 等. 北京市属高校仪器设备共享机制探索[J]. 实验室研究与探索, 2011, 30(3): 383-385.
- [11] 闻星火, 武晓峰, 杨树国. 创新机制建设公共科研条件平台[J]. 实验技术与管理, 2015, 32(10): 1-4.
- [12] 孙宇, 高禄梅, 任金妮, 等. 大型设备预约系统时间分配模型的设计与实现[J]. 实验室研究与探索, 2014, 35(1): 263-266.
- [13] 姬长生, 涂廷亚, 张集, 等. 加强实验队伍建设的举措与思考[J]. 实验室研究与探索, 2007, 26(3): 11-13.
- [14] 姬长生, 涂廷亚, 张集. 以评促建, 加强实验基础条件建设[J]. 实验技术与管理, 2006, 23(7): 254-256.
- [15] 王莉. 加强基础建设, 稳定实验室人才. [J]. 实验室研究与探索, 2006, 25(11): 96-98.
- [16] 左铁镛. 高等学校实验室建设的作用与思考[J]. 实验室研究与探索, 2011, 30(4): 1-5.