

# 构建网络实验室 促进微生物学实验教学与管理

裘娟萍\* 余志良

(浙江工业大学 生物与环境工程学院 浙江 杭州 310014)

**摘要:** 探讨网络实验室的构建与微生物教学与管理的实践。实践证明, 利用网络实验室, 可以提高学生对实验的熟悉程度, 弥补实验室已有硬件条件的局限, 以仿真实验弥补传统实验教学的不足。同时, 网络实验室能拓展学生的实验技能、有效加强毕业环节的过程管理与提高指导毕业实践的时效性, 并提高真实实验室的运行效率。利用实验室网站, 可以展示学生的实验结果、学习成就, 以提升学生的成就感。

**关键词:** 网络实验室, 微生物学, 虚拟实验, 实验教学和管理, 效率

## Establishment of web-based laboratory for improvement of microbial experimental teaching and management

QIU Juan-Ping\* YU Zhi-Liang

(College of Biological and Environmental Engineering, Zhejiang University of Technology,  
Hangzhou, Zhejiang 310014, China)

**Abstract:** In this communication, the construction of web-based laboratory for the improvement of microbial teaching and management was discussed. It was found that web-based laboratory can help students to be familiar with experiments and alter the situation that laboratory condition is limited. In addition, the simulated experiments on web-based laboratory platform can offset the deficiencies existing in traditional experimental teaching. Besides, it can be used to not only expand students' experimental skills, but also effectively strength the process management of graduation and improve the advice efficiency. Moreover, this platform can contribute to the improvement of the operation efficiency of real laboratory. Last but not

\*通讯作者: ✉: qiujuanping@zjut.edu.cn

收稿日期: 2011-12-13; 接受日期: 2012-05-30

the least, this web-based laboratory can be used to display students' experimental results and their study achievements, thereby promoting them for success.

**Keywords:** Web-based laboratory, Microbiology, Virtual experiment, Experimental teaching and management, Efficiency

实验教学的重要性在于学生从实验中学到的东西远比课堂理论教学更加丰富、更加直观、更加综合,因此实验在整个教学体系中有不可替代的作用。微生物学实验技术是现代生物技术的基础,广泛应用于工业、农业、医药、食品、环境保护、卫生检验等领域。微生物学实验课在浙江工业大学是生物工程、生物技术、生物制药、食品科学、环境工程、环境科学等多个专业的专业基础课,加强微生物学实验教学的平台建设,有助于提高学生的实践能力。

本校的微生物学实验课程设置32学时,内容以验证型和综合型实验两大项目为主。在微生物学实验教学中我们进行了一些探索:如提倡学生自己采集样品,自带实验材料进行微生物检测与微生物形态观察,鼓励学生改进实验方法;结合教师科研,增加实验项目的科技含量;开设第二课堂,开展课外科技活动等。这些措施的实施都切实增强了实验的系统性、应用性和趣味性,同时,理论联系实践激发了学生的学习热情,提高了学生的实验水平,增强了学生潜在的创新意识。通过多年的教学实践与改革,取得了良好的效果,我们主讲的微生物学课程于2007年进入了国家精品课程的行列。然而,我们的实验教学与其他学校一样,仍然存在一些问题,在此我们解剖问题,探索解决问题的新方法。

## 1 目前微生物学实验教学中存在的问题

### 1.1 实验手段落后

近二十年来生物技术飞速发展,尤其是微生物学领域的新技术层出不穷,例如微生物快速鉴定技术<sup>[1-2]</sup>、药物高通量筛选技术<sup>[3]</sup>、细菌工厂技术<sup>[4]</sup>等,这些高端前沿性实验需要大型的仪器、昂贵的耗材,使得相关实验很难开出,微生物学实验往往根据现实只开设一些显示性、验证性实验,这就导致实验内容的新度、深度、广度不够,难于激发学生的学习兴趣,难于提高学生的创新能力,更难于培养精英人才。

### 1.2 学生被动实验

学生人数较多而导致实验空间小、课时缩减和经费不足、实验室安全隐患多等因素,让部分教师不敢放手让学生从事研究性实验和创新性实验。实验教学也通常采用以教师为主导的程序化教学模式,从教学内容的选择、实验方案的设计到实验用品和器材的准备都由教师一手包办,学生只是按照讲义被动实验,根本不可能进行“开放式实验教学”<sup>[5]</sup>。

通过被动实验,虽然也巩固了理论知识,掌握了基本操作技能,但是无法发挥其主观能动性,无法体会到主动实验的乐趣,由此不能很好地激发学生的实验积极性。

鉴于上述存在的问题,我们积极探索实验教学与管理的新途径。

## 2 微生物学网络实验室的应用及其效果

计算机网络教学具有开放性、灵活性、交互性、协同性、共享性、时效性、个性化等特点,可突破时空限制、实现优质资源共享,已广泛应用于理论课的教学实践,成为教学改革和发展的趋

势。在国内实验教学中应用计算机进行网络教学还不广泛。针对上述实验教学中存在的难题, 结合现代学生“恋网”的时代特征, 我们顺应实验教学改革潮流, 融合引领 21 世纪的两大高新技术: 生物技术和计算机技术, 创建微生物学网络实验室, 促进微生物学实验教学与过程管理。

### 2.1 以虚拟实验辅助真实的实验教学

为提高实验课的教学效果, 学生进实验室前均要预习实验讲义、写好预习报告。然而人对图像的记忆远远强于对文字的记忆。学生在课前通过网络实验室观看实验视频或虚拟实验, 对将要进行的真实实验进行预习, 其效果远远好于浏览讲义文字。因此在真实实验过程中, 大大减少了操作失误, 提高了实验操作的规范性和实验结果的正确性。

例如, 革兰氏染色实验是微生物学研究中最重要和经典的实验之一。以前经常有学生记不清各步染色时间, 实验过程中边做边看讲义, 手忙脚乱, 需要反复多次才能获得满意的阳性菌、阴性菌紫红分明结果。现在我们应用 2D 技术, 自主开发了革兰氏染色虚拟实验课件, 课件中的实验环境和用品、操作姿势全部摄于真实实验室, 以提高真实性; 课件中每一步染色都有时间选择, 以强化学生的记忆性; 课件中每一步操作都有提示框, 正反结果都有示图, 以提高学生的关注度。通过虚拟实验、网上预习, 学生对真实实验中的仪器设备、玻璃器皿等均已熟悉, 90% 以上的学生仅需 1-2 次真实实验, 便能获得理想的结果, 大大提高了真实实验的时间效率。

### 2.2 以网络实验拓展学生的实验技能

通过对实验仪器进行拍摄、对操作过程进行实时录像, 通过网络资源共享, 应用计算机仿真技术和数码技术, 构建微生物学领域的实验项目库, 将最先进的技术与设备通过色彩鲜艳的交互 2D、3D 场景或录像逼真地展示, 方便学生了解学

科前沿。将真实实验不能开设的实验项目<sup>[6]</sup>, 以虚拟实验形式在网络实验室中开出, 使学生了解更多的微生物学实验方法, 从而提高学生的实验技能和探究能力。

例如, 我们自摄全自动发酵罐、高效液相色谱等大型仪器规范操作的示范视频, 将设备的操作规程网络化、视频化后, 为学生安全、规范、正确地使用仪器提供了一个培训的平台。学生通过观看视频熟悉仪器的操作规程、注意事项, 在课外创新课程或毕业环节中, 学生把虚拟实验中掌握的技术回归到现实实验中, 大型仪器维修率大大下降。

例如, 为让学生掌握先进的微生物快速鉴定技术, 我们自主开发了 BIOLOG 自动微生物鉴定系统的 3D 课件和革兰氏染色实验的 2D 课件, 通过 <http://www.hhmi.org/biointeractive/vlabs/> 网页共享了美国霍华德·休斯医学研究会 (Howard Hughes Medical Institute) 的 16S rRNA 核苷酸序列分析课件, 教师在课堂教学中结合教学内容引导学生通过网络实验室拓展和补充正常实践教学, 学生通过虚拟实验, 了解了从形态、生理生化到分子水平系统的细菌鉴定技术, 在课外创新课程或毕业环节中, 学生对自己筛选到的菌种均能正确地进行鉴定。

### 2.3 以网络实验室加强毕业环节的过程管理

毕业论文阶段的过程管理存在薄弱环节, 一些教师往往疏忽了过程管理, 待学生毕业论文答辩时方感遗憾。网络实验室恰恰可以大大提高毕业环节的过程管理, 有利于提高毕业环节的教学质量。

**2.3.1 通过考勤系统提高出勤率:** 毕业论文阶段是学生的开放实验阶段。一些有疏于做实验倾向的学生经常不在实验室; 考勤负责人常常碍于情面而不真实公布出勤率。网站考勤功能每天记录了每位学生到实验室及离开实验室的时间, 铁面

无私的统计功能毫不留情地显示出勤率,由此大大提高了大家的组织性和纪律性,出勤率由原来的60%–70%提高到80%–90%。

**2.3.2 通过网络实验室提高指导学生毕业实践时效性:**学生在从事毕业论文环节或课外科技活动中,将自己近期的研究计划、实验方案、实验数据及阶段结果及时上传到各自的科研文档中,导师及同一课题组成员均可以直接从网上读取并进行批阅,提出建议,而学生不需要反复多次向不同老师和同学介绍研究情况;导师在出差、出国的情况下,也能及时了解某位学生的情况,从而加强对毕业生的指导和管理。

网站的任务管理功能和师生交流功能,真实记录了学生完成任务和教师检查指导的及时性,加强了师生的工作责任心。网站运行后再没有老师因忙于其他工作而疏忽了指导,布置了任务而忘记了检查,大大提高了毕业环节的工作效率。

## **2.4 以网络实验室提高真实实验项目的运行效率**

**2.4.1 通过设备预约制度提高学生的责任心:**实验室的每一件仪器均有学生专人管理,仪器使用实行网络预约制度,仪器状态实行网络通报制度,这为实验室成员提供了便捷的信息服务。当仪器使用有冲突或问题时,可以及时调整自己的实验安排;仪器使用实行预约制,敦促师生为避免“撞车”现象而养成按计划工作的习惯;仪器使用实行预约制,使仪器发生故障能及时查明责任人和故障原因,为仪器设备的维修提供了方便,提高了仪器使用的效率,也加强了仪器管理人员的工作责任心。

**2.4.2 通过耗材申领制度提高学生节约意识:**学生在真实实验中需要购买药品等耗材时,需要网上申请,经管理员批准后统一采购并登记入库、登记领用。通过耗材库查询,学生可以快速、准确地找到药品、物品的性质、用途、存放地点及

存有量,方便互相调用,方便了解物品性质,可以节约时间,提高效率。实验耗材申领制,避免了易过期的生化试剂及药品的重复过量购买,特别是昂贵的生化试剂,可以做到资源共享,节约实验室运行经费,更能提高学生的节约意识。

## **2.5 以网站展示实验结果提升学生的成就感**

成就感是一种积极的情绪体验,是个人自我价值得到认可后的满足,对于建立自信心、激发潜能、提高工作能力都有很强的促进作用。通过实验室网站将学生在微生物学实验中观察到的特殊微生物形态结构、取得的良好实验结果、获得的奖励、发表的论文等进行展示,给学生创建一个展示成绩的平台,有助于提升学生的成就感。

# **3 网络实验室应用中应该注意的问题**

虚拟实验教学模式不需要购置昂贵的仪器设备、不需要消耗药品试剂、不需要占用场地空间,学生只需要一台联网电脑。在网络实验室中,学生通过鼠标的点击、拖动,将计算机上虚拟的各种实验仪器、实验材料,按自己设计的实验要求、实验操作步骤组装成一个完整的实验系统,包括样品的选择、实验材料的添加、实验条件的确定以及实验结果的呈现和讨论等,十几分钟甚至几分钟就可以独立在寝室或家里远程完成虚拟实验的整个过程或完成整个项目研究,从而使学生掌握实验方法,巩固理论知识,了解先进仪器,提高创新能力。

然而虚拟实验教学不能替代真实实验。如果只考虑经济成本,用虚拟实验减弱真实实验,学生在今后的工作学习中难于将网络实验室中学到的东西回归现实。在网络实验室中,学生学不到真实实验室中通过反复试验反复失败、通过流汗流泪、通过互相协作才能学到的东西,如严谨的科学态度、踏实的工作作风、坚韧的钻研精神、无私的奉献精神、团队的合作精神。因此虚拟实

验必须与真实实验有机地整合起来, 发挥各自的优势来促进实验教学的改革, 才能真正提高学生的综合素质和创新能力。

实验教学改革建设是一项复杂而艰巨的任务, 是一项系统工程。网络辅助实验教学是现代教育改革发展的必然趋势, 是新时代对人才培养的需求。它必将引发传统实验教学以教师为中心到以学生为主体的变革, 使教师从“灌输型”向“指导型”转化, 使学生从“应试型”向“素质型”转化, 网络实验教学克服了传统实验教学的局限性, 丰富了教学手段, 激发了学生的学习兴趣, 调动了学生的学习积极性和主动性, 提高了信息的传播与利用率, 开拓了实验教学思路 and 理念, 促进了教学改革的进程, 虚实结合的实验教学模式一定能提升实验教学水平和质量。

## 参考文献

- [1] 唐春林, 车振明. 食品微生物快速检测技术研究进展[J]. 食品工程, 2006(1): 52-55.
- [2] 王素英. “微生物分类”一章教学内容的删改意见[J]. 微生物学通报, 1994, 21(2): 123-124.
- [3] 路群, 顾觉奋. 药物高通量筛选技术应用研究进展[J]. 今日药学, 2010, 20(2): 2-5, 15.
- [4] 科学家掌握一种细胞间“交谈”方式[EB/OL]. <http://news.sciencenet.cn/htmlpaper/20121171415015721743.shtm>. [2012-2-6].
- [5] 宋继田, 李占勇, 刘文武. 对开放式实验教学的理解与思考[J]. 化工高等教育, 2011, 28(2): 34-36.
- [6] 周丹, 黄伟华. 试论素质教育中的实验教学[J]. 企业家天地, 2007(12): 192-193.

## 书 讯

### 《微生物学》(第三版) 出版

由蔡信之教授等老师主编的高等学校教材《微生物学》(第三版), 经过三年多的艰苦努力, 已完成修订工作, 于 2011 年 9 月由科学出版社出版发行。

第三版在第二版的基础上, 作了全面的修改补充, 对第二版的各章节都作了较大的调整, 增加了许多新的内容。全面、系统地介绍微生物学的基础知识、基本理论、基本技术, 较多地介绍新知识、新理论、新技术、新动态。内容新颖, 语言精炼, 图幅精美。

全书共 66 万多字(16 开本), 分十二章, 包括绪论、原核微生物、真核微生物、病毒、微生物的营养、微生物的代谢、微生物的生长、微生物的遗传和变异、微生物的生态、传染与免疫、微生物的分类、微生物的应用, 还有附录。本书取材广泛, 重点突出, 结构合理, 条理清晰, 概念准确, 图文并茂, 科学性强, 系统性好, 理论联系实际。每章配有习题。

本书不仅适合作高等院校生物科学、生物技术、生物工程等专业本科、专科和函授、自学考试等的微生物学课程的教科书, 也可以作相关专业的研究生和科研、生产技术人员的参考书。还可供从事与微生物学相关工作的各类人员参考。