

生物 3D 打印共享平台高效发展的探索与实践

代靖伟

(南开大学药物化学生物学全国重点实验室, 天津 300350)

摘要: 基于现阶段高校大型仪器开放共享管理中的普遍问题, 结合南开大学药物化学生物学全国重点实验室下属的生物 3D 打印共享平台的实践经验, 通过建立师生共同体, 构建以智能化管理、系统化培训、便捷性沟通、产学研合作、通识课建设与科普化推进为重点的六大创新管理模式, 有效提升了仪器设备的开放共享效率和创新型人才培养水平, 对高校大型仪器管理与平台建设具有推广和示范作用。

关键词: 生物 3D 打印; 大型仪器; 开放共享; 科技创新

Exploration and Practice of High-efficiency Development for the 3D Bioprinting Shared Platform

DAI Jingwei

(State Key Laboratory of Medicinal Chemical Biology, Nankai University, Tianjin 300350, China)

Abstract: Based on the common issues in the current management of large-scale instrument open sharing in universities, combined with the practical experience of the 3D bioprinting shared platform under the State Key Laboratory of Medicinal Chemical Biology at Nankai University, six innovative management models have been established. These models focus on building a teacher-student community, intelligent management, systematic training, convenient communication, industry-academia-research cooperation, general education curriculum development, and promotion of scientific literacy. These approaches have effectively improved the efficiency of instrument equipment open sharing and the cultivation level of innovative talents, playing a promotional and exemplary role in the management of large-scale instruments and platform construction in universities.

Keywords: 3D Bioprinting; Large-scale instruments; Open sharing; Scientific and technological innovation

基金项目: 南开大学大型仪器实验技术研发项目 (23NKSYJS08); 南开大学实验课程教学改革项目 (23NKSYKF03); 教育部产学合作协同育人项目 (230804583281527)

1 引言

大型仪器设备的开放共享不仅是国家对高校设备管理的基本要求，也是高校“双一流”建设的必然需要，同时也是解决当前高校资源配置矛盾的重要举措。可以说，提高大型仪器设备的使用效率具有深远的社会影响和经济效益。近年来，国家陆续颁布了《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》、《关于加强高等学校科研基础设施和科研仪器开放共享的指导意见》、《国家重大科研基础设施和大型科研仪器开放共享管理办法》等政策文件，为解决科研仪器闲置问题、实现资源的合理利用提供了制度保障^[1-8]。

随着高校改革的不断深入和技术的飞速发展，大型仪器的管理面临着前所未有的机遇和挑战^[9-15]。深入研究如何细化制度、规范设备管理、强化师生间的互动与交流、拓展大型仪器的应用价值，从而进一步提高开放共享效率、增强科学研究的原始创新力、培养高质量的创新型人才、推动高校综合实力提升，成为当前高校大型仪器管理与平台建设的迫切需求。

2 大型仪器平台管理现状与挑战

南开大学药物化学生物学全国重点实验室拥有独立的大型仪器平台，其中配备的生物3D打印类设备广泛服务于生物材料、组织工程、再生医学、药物研发等前沿交叉学科领域，是平台中的重要组成。目前，平台已采购多台3D打印相关设备，搭建了生物3D打印的完整实验体系，可实现细胞打印、孔板打印、增压打印、光固化打印等多种生物制造方式。作为基于增材制造理念设计的新型制造类设备，生物3D打印类仪器在管理过程中逐步显现出诸多挑战，在大型仪器管理中兼具普适性与特殊性，值得探讨与关注。

(1) 仪器专用性强，可参考借鉴经验少。

科技发展日新月异，新技术层出不穷。作为制造业前沿科技的代表，3D打印在生物医学领域的发展催生出生物3D打印机的诞生^[16]。这类设备普遍具有专业性强，学科交叉广，技术迭代快等特点，在其管理过程中，需要管理人员不断学习和适应新技术，以确保设备的高效运行和最优性能，同时，需要结合研究课题实时规划实验方案，以满足多样化的科研需求，对设备的广泛开放共享提出了更高的要求。同时，由于这类设备属于新兴技术，缺乏可参考借鉴的经验，仪器管理人员需要因设备特性提出独特解决方案，也带来了新的挑战。

(2) 方法开发不足，协同创新不充分。

针对前沿创新型大型仪器，由于技术迭代加速，系统的技术框架不完善，在使用中还存在着方法开发不足，设备潜力亟待充分发挥等问题。同时，不同学科、不同研究团队间的协同合作还存在一定的障碍，营造更加开放、合作、共享的研究环境，鼓励研究团队间开展更深层次的合作，推动方法学的不断创新和完善，也成为大型仪器的管理中的新任务。

(3) 管理细节待完善，培训效果需加强。

在大型仪器管理过程中，管理方案已日渐成熟，但细节完善仍至关重要。大型仪器需要针对不同仪器的特性定期维护，规范操作流程，制定安全操作指南及数据记录与分析规范等，从而提高设备的稳定性、延长使用寿命，保障数据的准确性和安全性。另外，传统的培训模式效率较低且针对性不足，也需要管理者发挥协调能力，创新优化培训方式，提升培训效能，增进大型仪器的利用效率和安全性，更好地发挥仪器的作用，推动科学研究和创新的顺利进行。

(4) 拓展管理思路，发挥大型仪器在创新人才培养中的重要作用。

创新人才是科技进步的推动者，也是国家发展的宝贵资源^[13]。大型仪器设备作为一个综合服务平台，如何有效的将其运用于人才培养，也让仪器管理面临新的考验。这不仅体现在注重多方面的协同培育，实现跨学科、跨领域的合作与交流；更体现在优化拓展管理思路，紧密结合创新人才培养的需求，给予学生更多的实践机会，进而激发创新潜力。并且，大型仪器平台的宣传和推广仍有提升空间，通过多渠道宣传大型仪器平台的作用、价值和优势，吸引更多的师生了解并参与到资源共享中，将进一步发挥大型仪器在创新人才培养中的重要作用。

3 生物 3D 打印共享平台创新管理模式

面对大型仪器管理过程中的多样化问题，特别针对生物 3D 打印共享平台，积极展开深入探索和不断调整，并提出了六大创新管理模式，这些模式以师生共建为基础，能够在解决现有问题的同时优化管理流程。这些创新模式涵盖了设备运行、维护、培训、教学、研究、拓展等多个方面，形成了全方位、立体化的管理网络，不仅保障了设备的正常运转，更有效地提升了开放共享效率，确保了设备能够充分发挥作用，广泛服务于教学、科研与创新（图 1）。

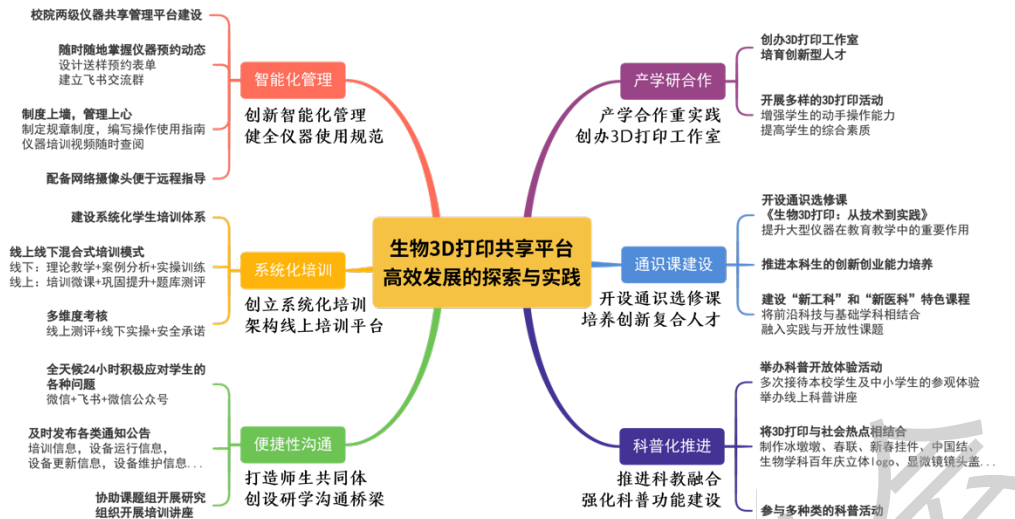


图1 生物3D打印共享平台创新管理模式

3.1 创新智能化管理，健全仪器使用规范

目前，基于物联网技术的智慧管理平台已成为大型仪器平台日常管理的重要工具，通过南开大学校院两级仪器共享管理平台的建设，生物3D打印共享平台下属设备均可实现科研仪器等公共资源的智能化管理与使用，充分发挥实验室资源在科研攻关、人才培养、社会服务等方面的价值。

由于生物3D打印这类大型仪器设备操作复杂，因此，用户在通过培训考核前大多采取送样预约。同时，仪器管理人员由于承担多台设备的工作而时间分散。因此，科学安排送样测试与自主测试的预约时间，是提高共享效率的重要途径。为了解决这个问题，一方面，收集自测及送样预约表单，全面了解用户的需求；另一方面，通过实时通讯软件建立工作交流群，将用户使用信息与管理员日常动态及时记录于群共享日历中，在师生共建的机制下让仪器预约随时随地迅速可查，确保了每一次测试预约的高效与便捷。

在保证预约使用时间的同时，重视设备的维护保养，建立和完善使用规范，也是减少设备故障和提高使用寿命的重要措施。为此，生物3D打印共享平台制定了一系列规章制度，编写了详细的操作使用指南，做到“制度上墙，管理上心”。张贴生物3D打印共享平台管理及安全制度，设立操作使用指南摆台，建立实验室VR云全景，分享随时可看的仪器培训视频二维码，确保设备的正确使用和良好运行。特别在仪器管理员无法在岗时，通过专门配备的可实时连线的网络摄像头等设备，最大程度的确保设备的共享开放。

3.2 创立系统化培训，架构线上培训平台

由于现有的生物 3D 打印设备价值昂贵、操作流程严格，需进行系统培训后方可独立操作设备。建设系统化学生培训体系，对实现人才培养目标和提升设备使用效率至关重要。本着以学生为中心的工作理念，建立起一套具有线上线下融合特点的混合式生物 3D 打印培训体系（图 2）。该体系以线下实操训练为核心内容，通过录制培训微课、总结前沿应用、创建考核题库、混合信息技术等多种形式，将线下理论教学、线下案例分析、线上培训微课、线上巩固提升、线上测评考核等多角度全方面的培训内容，通过少量多次的方式引导学生学习，同时结合实操及理论的线上线下多维度考核，为学生全面掌握仪器使用方法、提升科研素养提供了有益的尝试。在实践中，混合式培训相比于传统面授更加灵活全面，学生学习更有针对性，培训效率得到了大幅提升，积极助力仪器全面开放共享。

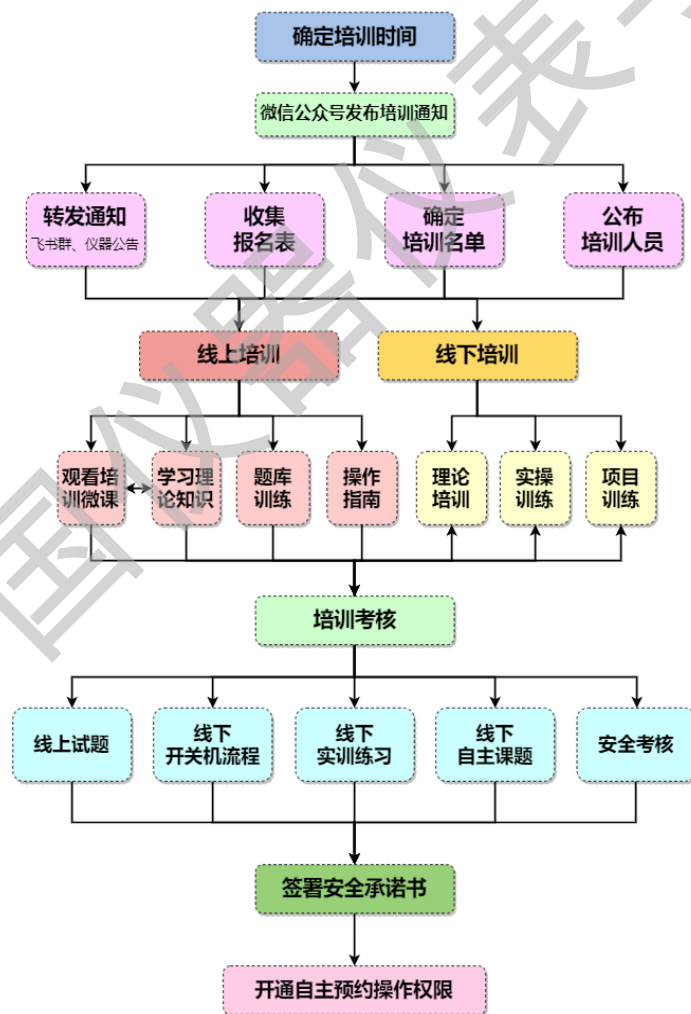


图 2 生物 3D 打印线上线下混合式培训流程图

3.3 打造师生共同体，创设研学沟通桥梁

南开大学在 2019 年发布了“南开 40 条”（即《南开大学一流本科教育质量提升行动计划》），提出构建“新时代师生共同体”这一育人理念与目标。其内涵就是师生间的相互促进，在课堂内外、校园内外、线上线下形成师生交流双循环。在师生共同体的理念指导下，生物 3D 打印共享平台充分重视教师与学生之间的便捷性沟通，通过飞书、微信、微信公众号等多渠道和方式打通教师与学生间的沟通壁垒，确保全天候 24 小时积极应对学生的各种问题。同时，将公众号作为面向全社会沟通的桥梁，定期发布培训信息，设备运行信息，设备更新信息等内容，并在后台确保留言的积极回复，极大的保障了大型仪器的高效运转与社会覆盖。

通过与学生的主动沟通，平台管理员能够及时发现问题与解决问题，协助课题组开展研究，并组织开展多次生物 3D 打印相关培训讲座以拓宽学生科研思路。在设备使用的过程中，做到常思考，常总结，针对学生们不能及时掌握的问题，例如三维建模，材料合成等，总结规律、提供解决思路、帮助学生设计个性化三维模型，提高研究课题完成水平。

3.4 产学合作重实践，创办 3D 打印工作室

随着我国现代制造业的发展，创新型人才成为社会急需人才。实践证明，产学研合作教育是创新人才培养模式的有效途径。在生物 3D 打印类大型仪器的管理与实践中，引入产学研合作教育，扩大生物 3D 打印以及 3D 打印领域的应用范围，加强学生的动手能力，是优化培养模式和提升管理品质的重要途径。2022 年，通过与合作企业创办 3D 打印工作室，生物 3D 打印共享平台开启了产学研合作育人的新篇章。学生们通过自己组装 3D 打印机、学习三维建模、制作 3D 打印作品，乐在其中，学在其中。通过自主学习，增强了学生的动手操作能力，提高了学生在交叉学科领域内的综合素质，为构建富有特色的“产学研合作”人才培养创新模式奠定了良好的实践基础。

3.5 开设通识选修课，培养创新复合人才

在学科交叉融合及科技浪潮的引领下，大型仪器设备在高校本科生的创新创业能力培养过程中发挥着重要作用。通过调研，依托生物 3D 打印机等大型仪器设备，平台组织开展面向本科生的《生物 3D 打印：从技术到实践》等通识选修课，将最新的科研成果转化为教育教学内容，以高水平的科学研究支撑高质量的本科人才培养，从而增强学生的创新精神和科研能力，推动大型仪器设备进一步的开放共享。

课堂上，学生们思维活跃，勇于创新。依托课程优势，在学有余力的学生中设立开放课题，将生物 3D 打印与学生的大创课题相结合，产生了许多富有创造性的构想，并通过实践提高了学生们解决实际问题的能力。课程将生物 3D 打印的前沿科技与基础学科相结合，融入实践与开放性课题，是“新工科”和“新医科”建设过程中打造科教融合新型课程体系的创新性研究，为进一步推进教育改革，提升大型仪器在教育教学中的重要作用，深化大型仪器的开放共享提供了富有价值的尝试。

3.6 推进科教融合，强化科普功能建设

科教融合是连接科学研究与教学实践的重要环节，强化大型仪器设备的科普功能建设既可为课堂教学提供科研素材，为科研拓展思路，也是推进科教融合，对习总书记提出的“要把科学普及放在与科技创新同等重要的位置”要求的积极响应和实践^[17]。为了提高生物 3D 打印技术的认知度，平台技术老师通过讲解、微视频等多种科普传播方式，让更多人了解该技术，提升科技影响力。目前，生物 3D 打印共享平台已多次举办科普开放体验活动，接待本校学生及中小学生的参观体验并举办科普讲座，为提升公众的科学素养和劳动技能创造机会。

为了进一步推广 3D 打印技术，平台多次将 3D 打印与社会热点相结合，通过设计建模，利用生物 3D 打印机实现了“冰墩墩”、“春联”、“新春挂件”、“中国结”、“学科立体 logo”、“镜头盖”等物品的制作。与此同时，平台还积极组织师生参与多种类的科普活动，包括科普讲解大赛，科学实验展演汇演，科普微视频大赛等，目前已陆续获得省部级以上荣誉二十余项，包括全国科学实验展演汇演二等奖，全国科普讲解大赛三等奖，全国科普讲解大赛最佳人气奖，“科普中国青年之星创作大赛”优秀作品，天津市科学传播作品大赛“津英奖”，天津市科普讲解大赛一等奖等。通过高质量的科普，共享平台将生物 3D 打印的前沿知识传递于大众，在提升平台影响力的同时强化自身特色，全方面调动创新主体的积极性，为大型仪器的科学普及与潜在应用开辟了思路。

4 生物 3D 打印共享平台建设成效

伴随着创新型管理模式的不断推进，生物 3D 打印共享平台在培训人数，测样量，年运行机时数等方面均稳步增长。从培训成效来看，近两年培训人数均大幅提升，覆盖面广。学

生通过系统化培训，对仪器原理、操作和应用有了较为深入的了解，保障了仪器的 24 小时全时段开放共享，并大大降低了仪器的故障率，为大力提升仪器的开放共享效率提供了保障。

2023 年度，生物 3D 打印机全年使用机时约 3000 小时。其中，开放共享机时超过 1500 小时，打印样品数量超过 200 个，培训学生超过 100 人。服务课题组分布于全校多个学院。与此同时，该设备已完成校院两级仪器共享管理平台与飞书用户群建设，具备完善的预约与培训体系。依托该设备现已开设两门课程，并创办“全重 3D 打印工作室”，全方面深化创新人才培养。同时，该设备还作为硬件支持助力各类全域科普活动，高质量推动科技创新。

5 结语

以师生共建的发展模式引领生物 3D 打印平台的管理，建立具有南开特色的师生共同体，通过创新智能化管理、健全仪器使用规范；创立系统化培训、架构线上培训平台；打造师生共同体、创设研学沟通桥梁；产学研合作重实践、创办 3D 打印工作室；开设通识选修课、培养创新复合人才；推进科教融合、强化科普功能建设的六大创新管理模式，充分激发了师生对生物 3D 打印这一前沿技术的科研兴趣，将生物 3D 打印类大型仪器设备的开放共享提升了新的高度，为当前高校大型仪器管理与平台建设拓展了思路，是创新型人才培养的有益尝试。

参考文献：

- [1] 心蕊,杨巍,张鹤达.我国高校大型科研仪器设备共享评价模型构建[J].实验技术与管理.2021,38(1):21-27.
- [2] 刘贺,胡颖,王冬梅.国家大型科研仪器现状及其开放共享分析研究[J].科研管理.2019,40(9):282-288.
- [3] 史广军,焦文彬.开放科研基础设施的共享管理平台机制、功能与流程——基于中国科学院仪器设备共享管理[J].中国科学基金.2019,33(3):246-252.
- [4] 关苑君,容婵,梁翠莎,等.科研型仪器平台共享服务评价框架要素与构建[J].实验室研究与探索.2020,39(6):268-272.
- [5] 陈树敏,方少亮,李莎,等.广东省大型科研仪器共享现状及对策[J].实验室研究与探索.2021,40(2):266-269.

- [6]潘春彬.推动仪器设备高质量社会化开放共享实践研究[J].实验技术与管理.2022,39(5):233-237.
- [7]张娅琳,刘字濠.大型科研仪器设备共享平台建设机制[J].实验室研究与探索,2021,41(4):271-274,293.
- [8]张海峰,李桂宾,梁国丰.大型仪器设备开放共享管理体系探索与研究[J].实验技术与管理,2017,34(3):257-259.
- [9]张安胜.构建高校立体化大型科研仪器开放共享服务体系实践[J].实验室研究与探索.2022,41(6):1-5.
- [10]安晨炜,梁国胜,马旭灵,等.大型仪器开放共享助推兰州大学“双一流”建设[J].实验技术与管理.2021,38(8):5-10.
- [11]张小蒙,金军,倪永强,等.基于调查问卷的校际间大型仪器设备共享研究[J].实验技术与管理.2022,39(1):237-240.
- [12]张三军,洪家祺,赵杭美,等.高校大型仪器设备开放共享管理的探讨与实践——以华东师范大学为例[J].实验技术与管理.2020,37(10):1-5.
- [13]王意,薛涛,李方,等.基于实践育人和创新人才培养的高校大型仪器平台建设[J].实验科学与技术,2023,21(3):150-156.
- [14]高红梅,董艳云,王世海.高校大型仪器设备开放共享研究与思考[J].实验室研究与探索,2020,39(6):289-292.
- [15]张林,张乐,段伦超,等.反思与探索:高校大型科学仪器共享的内卷化困境和破解之路[J].实验技术与管理.2022,39(7):1-9.
- [16]贺永,高庆,刘安,等.生物3D打印——从形似到神似[J].浙江大学学报(工学版).2019,53(3):407-419.
- [17]翟杰全.科学普及和科学素质建设高质量发展:服务创新发展[J].科普研究.2021,16(4):31-36,43,107.