

气动式自动化样本库Arktic管理系统研制

杨静, 杨俊波, 杨继雄, 张志荣, 曾春霞

(中国科学院 昆明植物研究所 分子生物学实验平台, 云南 昆明 650201)

摘要: 气动式自动化样本库Arktic作为重要生物样品的超低温保存设备具有其独特的优势, 但是该设备配备的原装管理系统操作繁杂, 并缺乏有效的样本库信息管理工具软件, 一直无法高效的融入到实验流程体系中, 只能被动地人工现场操作, 极大的影响了工作效率。通过对原设备系统软件的研究, 基于DNA库/实验用户的具体需求进行改进, 充分结合设备本身的硬件优势, 开发了功能强大, 更加实用的管理系统, 解决了数据管理、样本存储、权限管理、事件追溯和安全监控等多方面问题。

关键词: 气动式自动化样本库;管理系统;数据库;监控

1 气动式自动化样本库 Arktic 管理系统开发的意义

植物种质资源库“五库”体系的重要单元, 是生物种质资源的重要保存方式, 同时为生物多样性和植物基因功能等的研究提供必不可少的研究条件和基础。植物 DNA 库紧密结合相关科研项目, 至 2019 年底已对 12000 余种植物进行过 DNA 提取实验, 并入库保存了近 7000 种 50000 份高质量野生植物 DNA。如何长期、安全、有效保存和充分利用这些重要的野生植物 DNA 成为该库的核心任务, 配套的超低温保存设施是否安全、是否便于管理和操控对工作的成效影响很大。

生物样本库是现代各项科研的基础, 它不仅仅是用来对样品进行长期的保存, 更重要的是如何在保证样本质量的前提下, 有效的使用样本库中的所有样本。近年来国内外科研领域对于高质量的生物样本库的需求越来越高, 只有高质量的样本才能产出优秀的研究成果, 只有高效率的样本管理才能满足各类科研的使用需求, 因此, 自动化存储的概念被越来越多的科研工作者接受并重视。目前, DNA 库根据不同保存需求已配置普通超低温冰箱、机械臂式样本库。2017 年初又引进 Arktic 气动式自动化生物样本库作为 DNA 库扩容的重要装备, 以满足不断增加的 DNA 保存和科研共享需求。Arktic 气动式生物样本库较原有机臂式样本库占地面积更小, 存储量更大 (是原有样本库储量的近 3 倍); 干燥正压空气保证存储区域不结冰, 避免样品管被冻住无法取出; 和依靠人工冰箱手动管理模式不同, 自动化可以做到不需要开关冰箱门进行所需特定样品的取样, 所以自动化设备中样本的温度一直恒定在

-80°C，可以极大的提高样本保存的稳定性。Arktic 气动式自动化生物样本库可以做单管式挑取，所以只有需要的样本被移到冷冻区外，而无关样本不被影响。除了 DNA 库的应用外，Arktic 气动式自动化生物样本库同时也适合其它类型实验样品的低温自动存储及自动挑选和管理。

该仪器自厂商交付使用以来，由于设备原配英文操作界面无分级管理模式，无 LIMS 信息化接口，以及与其它存储设备存在接口兼容等问题，缺乏有效的样本库信息管理工具软件，一直无法高效的融入到实验流程体系中，只能被动的人工现场操作，极大的影响了工作效率。具体表现为：Arktic 原装管理系统（控制软件）仅很少一部分功能供用户使用，大部分功能用于仪器各部分温湿度状态、电压电流等指标的实时监测及仪器状态日志记录和工程师操作部分等。用户通过该控制软件执行存入样品操作时，只能被动获取内置二维码扫描仪扫描存入样品管而生成的数字代码，除此以外没有关于样品的任何其他关键信息，也没有关联相关信息的途径。取出样品时，需要在众多的 Report 文件夹中找到当初存入该样品时生成的二维码数字代码，通过复制粘贴或是手动输入的方式将数字代码录入一个生成取出命令的小软件（Arktic Order Generator），然后将命令发送给控制软件，从而实现样品取出操作。简言之，用户只能通过原有控制软件执行基本的存取操作，而且取出样本数量越多，操作越繁琐，出错率越高，软件的缺陷大大影响了设备本身优势的发挥，造成不良的用户体验，影响工作的开展。另外，单机操作不利于样本库实时管理；无人值守时仪器突发故障不能及时报告，导致宝贵的样本处于非有效监控状态。

通过为 Arktic 开发新的样品管理系统（软件），集成数据库功能查询调用、统计分析，针对性选择样品，实现批量存储便捷化、信息可识别；同时，管理员/操作员可以在不同场所、不同客户端（PC 机、手机）对仪器进行操作、信息交换及监控，大大节约了人力和时间，工作效率大幅度提高；管理系统实现了真正的授权管理和事件追溯性；客户端报警模块的设置，让样本库在无人值守的情况下能实时发送仪器故障提醒，问题得到及时响应.....

本项目通过对原设备系统软件的研究，基于 DNA 库/实验用户的具体需求进行改进，充分结合设备本身的硬件优势，开发功能更强大，更实用的管理系统，解决数据管理、样本存储、权限管理、事件追溯和安全监控等多方面问题。项目开发完成后，可以对科研实验有以下帮助：

- （1）管理系统和样本库设备无缝对接，真正做到全自动化驱动，提高工作效率。
- （2）实时监控报警，尽可能降低突发事件对保存样本的影响。
- （3）实现样本信息管理和使用流程的有机融合，避免环节缺失或环节窘迫。

- (4) 分级授权管理，确保样本的安全可靠。
- (5) 对样本的全溯源性追踪，确保样本安全，实验成果可靠、有效。
- (6) 基于 DNA 库真实实验流程的软件开发，操作和体验更人性化，提升操作简便性，避免因操作错误而造成的损失。
- (7) 系统可提供接口融入其他实验环节以及拓展与其他实验室的衔接，也可应用于其它自动化管理样本库和非自动化低温存储设备，促进科研体系信息化建设。

生物样本库所承载的历史使命是极具挑战性的，建立和维护生物样本库（软件、硬件）不仅仅是一项简单的收集工作，更重要的是通过生物样本库来赋予其特定的知识价值，促进研究价值或某些经济价值。通过改进后的自动化样本库，不仅珍贵的植物 DNA 样本，甚至大量珍贵、脆弱或高危的其它生物样本（如医学样本），也可以安全无忧的被该系统管理和储存起来；同时，便捷的操作管理使大量样本的存取不再成为困扰，样本得到高效利用，样本库功能得到充分发挥。

2 研制内容及创新点

研制的核心是通过对现有的 Arctic 气动式自动化样本库进行管理系统升级改造，开发出操作便捷、具数据库功能、权限管理及远程监控报警等功能的管理软件，赋能于样本库，充分发挥样本库的潜力。软件开发内容如下：

- (1) 基于中心服务器和 Arctic 设备通过 xml 指令集成的方案，将 Arctic 设备深度整合到系统中，为业内领先解决方案。
- (2) 样本字段使用动态可配置技术，提高系统灵活性。在导入样品数据时，系统自动检测新数据字段和类型并自动配置到系统中。对比其他样本管理系统，不需要字段手工配置的功能，减少了操作人员的工作量。
- (3) 在内网数据服务器的基础上，加入阿里云外网服务器，使用双服务器的架构，且数据单向流动，数据库完全隔离。在保证样品数据安全的情况下，满足设备远程监控，随时随地了解仪器状态的需求。
- (4) 对业务流程高度整合，数据库和指令操作密切结合，使得样品存取准确便捷，比如取出样品只需要查询+出库两步简单点击界面既可以完成。
- (5) 设备温度、湿度、气压实时监控和报警。
- (6) 用户权限可控制。
- (7) 数据多级自动备份机制。

- (8) 通过 Flutter 开发框架，实现 Windows 和 Android 双 APP 产出。
- (9) 服务器通过 Golang 来开发，保证了服务器运行的高性能、高可靠性。

3 研制成果

研制期间，本项目产出设备系统管理软件一套，赋能于设备，提高了工作效率和设备使用率，该软件已成功获得软件著作权登记证书。如下：

