

核磁共振谱仪升级改造实践与成效

邓小娟, 朱孔营, 丁国生

(天津大学分析测试中心, 天津, 300072)

摘要: 核磁共振谱仪是有机化合物结构鉴定的常用表征设备。核磁共振谱仪的特点在于磁体稳定, 机柜和 workstation 等随着时间推移, 逐步老化, 存在故障频发, 并且随着仪器软件和探头硬件的不断更新, 仪器存在功能不全等问题。在教育部改善基本办学条件专项资金以及学校各部门的大力支持下, 天津大学分析测试中心顺利完成谱仪升级改造, 优化了配置, 增加了功能, 极大的促进了仪器的功能开发利用, 提升了开放共享水平。

关键词: 核磁共振, 升级改造, 维护维修

中图分类号: O657.2

文献标识码:

核磁共振谱仪 (NMR) 主要用于有机化合物结构鉴定, 广泛用于化学、材料、药学、生物学等各个学科, 是高校科研测试平台不可或缺的大型仪器之一。大型仪器的开放共享是促进创新人才培养, 支撑高水平科学研究的重要举措, 而仪器的运行维护管理是保证开放共享的前提基础^[1-5]。以我校为例, 2004 年分析测试中心购置了我校第一台超导液体核磁共振谱仪, 安装使用后供校内各学院和科研单位开放共享使用, 使用率很高。截至 2023 年仪器运行时间近 19 年, 厂家维修服务终止, 机柜部件故障频发, 测试效率降低功能也大受限制, 但校内外单位的检测需求有增无减, 且我校仅此一台 500M 核磁共振波谱仪。购买新的核磁共振波谱仪价格较高, 预算不足, 因此通过在旧核磁共振波谱仪的基础上进行升级改造, 保留磁体, 升级主机和探头等, 通过升级改造后仪器重新利用, 并且弥补了谱仪功能, 提高了运行效率, 进一步提升了开放共享程度。

1 NMR 谱仪升级改造前基本情况

1.1 仪器使用效益情况

仪器原型号为 VARIAN INOVA 500 MHz 超导傅里叶变换液体核磁共振谱仪, 原生产厂家为美国 VARIAN 公司, 安装时间为 2004 年, 是天津大学第一台超导高分辨率液体核磁, 首批加入大型仪器管理平台, 对校内外开放共享。该 500 MHz 液体核磁主要为全校各个学院、科研单位提供开放测试服务, 包括化工学院、材料学院、药学院、理学院、环境学院、生命科学学院、精仪学院等各个学院及校外科研院所及企业, 服务课题组超过 200 个, 支撑

了五百篇以上高水平论文的发表以及近二十余项省部级以上科研获奖。

1.2 仪器维护维修情况

核磁谱仪在运行超过十年后部件陆续老化，仪器故障频发，测试效益明显降低。对于一些硬件，我们积极进行自主维护和维修，例如多次自主维修功率放大器电源、二极管等，对故障产生的机理逐步清晰，在此经验基础上，开发了功率放大器的过压保护装置（图 1），用于防止由于电源调整管击穿造成过电压、从而造成功率放大器损坏。设计出实验电路构造图，制作加工实物并在模拟负载上使用效果良好。进而安装到仪器机柜中，该保护装置可以自动切断初级电源，并给出光报警信号，避免造成每次数十万元的换装费和数月的维修时间的损失，安装后仪器功率放大器运行稳定没有再出现故障，由此可见过压保护装置的开放具有创新性和实用性。

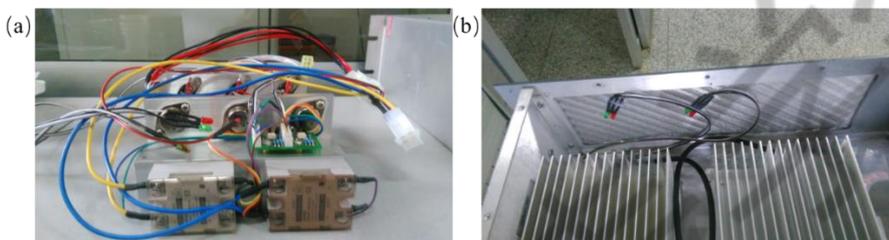


图 1 自主开发功率放大器的过压保护装置

此外，机组人员还多次自主维护维修风机、电源继电器、电源连接器和探头法兰盘等（图 2）。通过积极主动的维修维护，直至升级改造前仪器始终服务在测试一线，为师生提供高质量的测试服务。

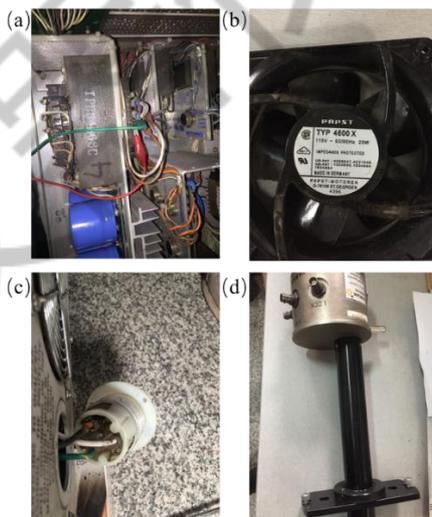


图 2 自主维护维修 (a) 电源继电器，(b) 机柜风机，(c) 电源连接器，(d) 探头法兰盘

1.3 仪器升级改造的必要性

原有的核磁共振谱仪可以测试一维 ^1H 、 ^{13}C 、DEPT、1DNOE 谱图以及二维 COSY、HMQC、