

磁控溅射系统共享效率提升策略及成效分析

孙家宝¹, 孙一军¹

(1.浙江大学 微纳加工中心, 浙江省 杭州市 310013)

摘要: 针对浙江大学微纳加工中心磁控溅射镀膜系统传统预约管理方式效率低下导致大量用户排队预约不上设备的现实问题, 提出了基于微信软件的预约管理方式。研究发现, 采用微信预约结合微信群实时更新预约动态的方法, 实现了设备共享效率的显著提升, 将磁控溅射设备的年机时数、年使用记录数、年用户人数分别从 650 小时、457 条和 81 人提高到 2331 小时、1707 条和 245 人。用户对该预约管理方法的评价普遍较好, 认为该方法简化了预约流程, 具备便捷、实时、高效性等特点。

关键词: 磁控溅射镀膜系统; 共享效率; 微信预约管理; 效率提升

中图分类号: N33 **文献标识码:** A

1 引言

资源共享已成为当今社会的一种主要趋势, 其核心理念是“随用随取、先用后付”, 旨在实现资源的有机流动和高效利用^[1,2]。近年来, 我国政府高度重视资源共享, 出台了一系列相关政策文件, 如《国家重大科研基础设施和大型科研仪器向社会开放管理办法》等^[3], 为资源共享提供了明确的发展目标和政策支持。微纳加工中心作为浙江大学校级大型仪器共享服务平台, 其建设目标是集微米纳米加工、制造和检测手段于一体的, 开放式、一站式的共享服务平台, 为校内外研究人员进行关键研究工作提供所需的资源支持。

磁控溅射镀膜技术在半导体器件制造、光学薄膜制备、生物传感器开发等领域具有广泛的应用。该系统是浙江大学微纳加工中心的重要设备之一, 主要用于制备各种功能薄膜, 如导电膜、抗反射膜、光波导膜等。这些薄膜在微电子、光电子、生物医学等领域具有重要的应用价值^[4]。

设备预约管理使大型仪器开放共享中非常重要的一个环节, 将直接影响到设备的使用效率。在微纳加工中心磁控溅射设备开放初期, 由于管理经验不足且无文献报道有高效可行的预约管理方法可以借鉴, 用户均通过中心的预约网站进行线上预约。然而, 该预约方式存在以下问题和局限性: 1) 网站预约方式存在使用时间分散的问题, 导致设备机时利用率低。由于一次溅射需要时间较长, 用户之间的零散时间间隔很多情况下无法进行完整的溅射实验, 造成设备一天中有很多个时间段处于待机无人使用状态; 2) 预约系统缺乏靶材选择和

显示选项，用户无法查看其他用户的预约情况，容易导致当天用户预约的靶材种类超过设备允许安装的最大数量，出现冲突的情况；3) 线上预约具有随时性，管理员和用户均无法实时知晓当日的预约情况，如用户预约了何种靶材、何时开始使用等。需要频繁登录预约系统进行查看，如发现问题还需查找用户联系方式并与其沟通，浪费了管理员和用户双方的精力和时间，过程繁琐、效率低下且容易出错。

2 实验方法与技术实现

针对浙江大学微纳加工中心用户利用传统预约方式造成磁控溅射系统利用效率及其低下的实际情况，2020年初设备管理团队经过多次商讨，最终提出了一种基于微信软件的预约管理方法，经过两年多不断探索、调整和优化，形成了今天较为成熟的预约管理方式。实践证明该方法切实可行，效果显著。

2.1 基于微信的预约管理方法设计

在人们日常生活中，微信已经成为一款广受欢迎的即时通讯应用，在职场中也发挥着举足轻重的作用。微信具有灵活性、实时性、高效性、便捷性、容易操作性能诸多优点，已成为当下最热门最受欢迎最高效便捷的及时通讯工具。微信的群组功能也为群成员进行多人协作和讨论带来了极大便利，通过实时消息更新，每个群成员都能及时了解项目的进展情况。此外，几乎人人都可以熟练上手操作微信，不需要投入人力和时间进行操作培训。

针对原有的传统网站预约方式存在的明显不足，基于微信软件，设备管理团队对预约规则做了如下设计和策略优化：

1) 集中预约使用日期

为提高机时利用效率，每三天开放一次预约，每次开放三天。在已开放的三天中的最后一天，再开放后面三天的预约。这样可以集中用户使用时间，避免使用日期跨度过大的情况。由于前道工艺的不确定性，用户无法确定半个月之后的实验方案，往往是担心迟了约不上设备而提前预约。实际操作过程中，经常遇到需要提前或因前道工艺失败而取消预约的情况，导致大段时间浪费，设备利用率低下。

2) 预约时间优化

使用开始时间为上午 10:00 点，8:00-10:00 是管理员换靶材和抽真空时间。结束时间通常为下午 22:00 点，如实验进行中，允许适当晚点。同时，一个紧接一个使用，中间不留时间间隔，避免机时浪费。预约遵循先约先得原则。因时间比较集中，如第一批用户当天结束的早，还可以安排更换一批靶材，当天增加一批用户使用，实现机时充分利用，进一步提

高设备利用率。

2.2 基于微信的预约管理方法具体实施流程

1) 加设备管理员微信

用户需要添加设备管理员的微信，告知管理员真实姓名和导师姓名，以便与管理员进行沟通、预约设备和使用后向导师进行收费。

2) 设备管理员审核权限后加进微信群

设备管理员核实用户的身份和权限，包括是否已在中心网站上注册成中心用户并完成超净间的综合安全培训，审核通过后，将用户加入设备管理微信群。

3) 设备培训

管理员定期在群里发布培训公告，用户微信私聊报名培训。培训内容包括预约规则、设备理论和操作以及注意事项。

4) 管理员群公告开放预约

管理员定期准时在微信群里发布开放预约通知。

5) 预约设备

已通过设备培训和考核的用户通过微信私聊的形式向管理员发送预约信息。预约信息按照群公告规定的预约格式编写。

6) 微信群里实时更新预约动态

用户预约成功后，管理员在微信群里更新预约情况，便于用户及时查看预约情况，包括已预约的靶材种类和预约时段。

7) 实验

用户通过查看群安排知悉预约成功后，需要按照预约的时间进行实验。

基于微信的预约管理方法具体实施流程如图 1 所示。

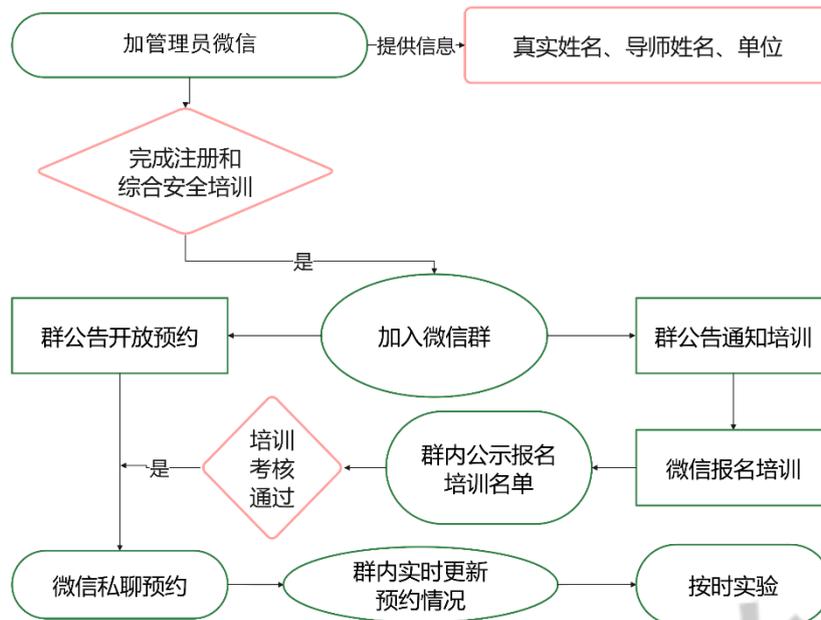


图 1 微信预约管理流程图

2.3 预约管理方法的技术实现细节

管理方式实施过程中，研究团队对一些技术细节进行了优化和完善。例如，群公告内容的不断优化，群公告内容示例如图 2 所示，示例中包括可供预约的日期、预约信息格式、预约规则、晚间安全管理等信息。

群公告：
 现在开始接受10月27日、10月28日、10月30日的溅射预约，第一批预约截止至使用日期当日上午7:30。
 预约信息格式：
 10月28日：张三（李四陪同）SiO₂、Au(100nm)，10:00-11:00（任意时间）；
 预约第一个使用的同学需要从10:00开始，后面同学紧接着前一位同学预约，中间不要留有时间空档，17:30以后使用设备，需要至少两人同时在场，且其中至少一人可以独立操作设备，谢谢配合！

图 2 群公告示例

2.4 微信预约管理实践及成效

自 2020 年初实施微信预约管理方式两年多来，根据管理方法实施过程中遇到的各种实际情况，经过不断摸索、调整和优化，成效显著，并形成了较为成熟的预约管理方式。研究中对其实际应用效果主要从以下几个方面进行对比分析：一是机时利用效率，二是使用记录数，三是服务用户人数。图 3 表明，自 2020 年初实施微信预约管理方式以来，设备的年度服务机时数呈现逐年增长的趋势，其中微信预约管理方式实施前的 2019 年度，全年机时只

有 650 小时，而实施当年的 2020 年，年服务机时数即出现突跃式增长，达到到 1520 小时，年服务机时增加了一倍多。而到去年的 2022 年，年服务机时已增长到 2331 小时，相比 2019 年，增长了 259%。实践表明，该方法实施效果显著，有效解决了机时浪费和用户预约难的现实问题，从而加快了校内外用户的科研进度。

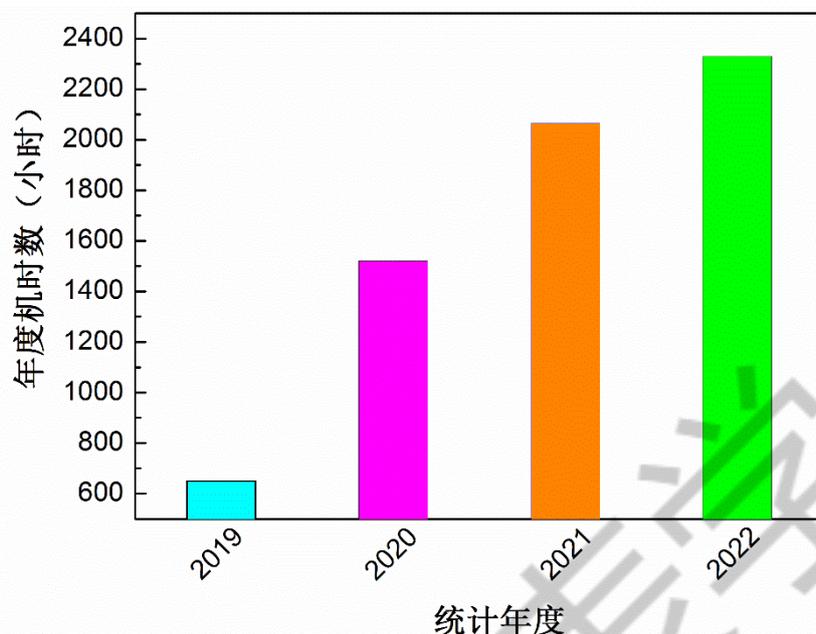


图 3 磁控溅射设备年度服务机时数随年份的变化关系

研究团队还对磁控溅射设备年度使用记录数和年度服务用户数等数据进行了提取与分析，并总结归纳，如图 4 所示。图 4 表明，新预约管理方式实施后，设备的年度使用记录数和服务用户数均呈现逐年增长的趋势。其中年度使用记录数从 2019 年的 457 条，增长到 2022 年的 1707 条，增长了 274%。服务用户数也从 2019 年的 81 人，增长到 2022 年的 245 人，增幅达 202%。两年多的实践表明，不断优化并且日趋完善成熟的微信预约方式在磁控溅射设备的管理中成效卓越，使得用户的预约安排更加合理和高效，极大地提高了设备的利用率，降低其闲置率，完善正规的管理方式和便捷高效的预约方式吸引了越来越多的用户成为中心的注册用户。目前，该管理方式依然处于顺利实施过程中，在日常设备管理中发挥着非常重要的作用，为校内外用户的科研进度提供了重要的保证。

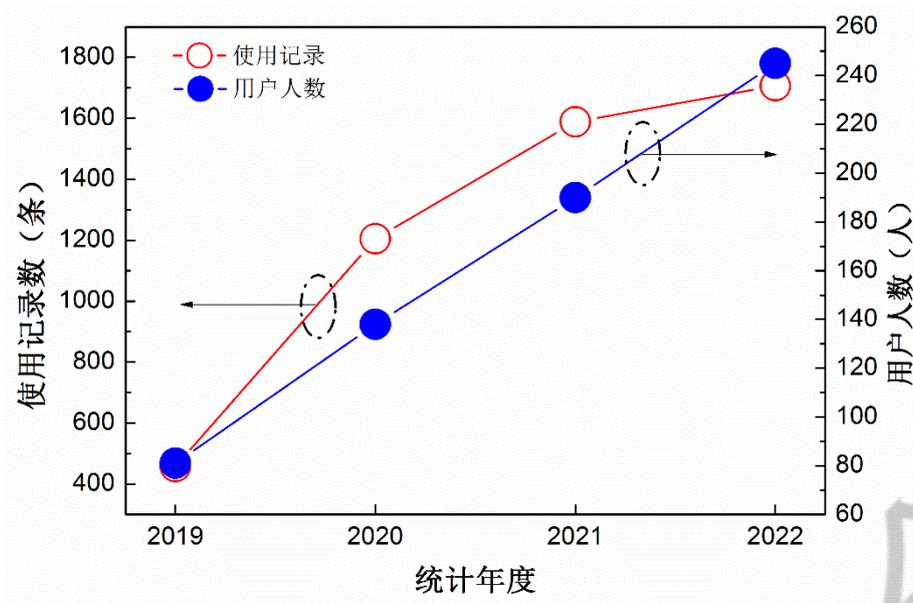


图4 磁控溅射设备年度使用记录数和服务用户数随年份的变化关系

经分析总结得出，微信预约管理方式的提高效率的原因主要有三个方面。一是微信预约管理方式可以确保用户一个紧接一个使用，使用日期和时间均更加集中，避免机时闲置浪费。二是微信预约更加灵活机动，可以随时修改调整用户的预约和任意设置修改靶材种类避免靶材冲突。三是用户可以通过手机随时随地进行设备预约，可以实时了解设备的预约状态和设备的使用情况，预约的便捷高效规范性，吸引了越来越多的用户。以上优势是传统的网络系统预约方式无法比拟的。

3 结论与展望

针对传统的预约方式导致设备利用率严重不足的现实问题，提出了一种基于微信软件的预约管理方法。实践表明，该方法可以显著提升磁控溅射镀膜系统的使用效率。同时，该方法还具有一定的通用性和可扩展性，研究成果对于其他大型仪器共享服务平台具有一定的启示和借鉴意义。首先，可以其他平台可以借鉴该方法，提高设备的使用效率和用户满意度；其次，可以根据各自的实际情况，对预约管理方法进行优化和完善，解决实际使用过程中遇到的问题；此外，还可以与其他高科技手段相结合，如基于该方法的实施步骤和逻辑设计实现一款基于华为鸿蒙系统和苹果 IOS 系统的预约管理 app，解放管理员的时间和精力，实现更加高效率的设备管理模式。总之，该研究工作为其他大型仪器共享服务平台提供了一种行之有效的解决方案和参考经验。

感谢浙江大学微纳加工中心的同事们在研究中提供的有益建议和和设备管理过程中给予的大力支持和帮助。

参考文献:

[1] 赵鹏, 张彦通, 王纲, 等. 大型仪器设备开放共享管理系统的构建与实践[J]. 实验技术与管理, 2019, 36(1): 1-5.

[2] 王云, 刘臻, 王彤, 等. 大型仪器设备共享平台的设计与实践[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(5): 1-5.

[3] 国家重大科研基础设施和大型科研仪器向社会开放管理办法(国科发基〔2017〕289号)[EB/OL]. 2014-12-31[2021-05-07].

https://www.gov.cn/gongbao/content/2018/content_5257406.htm

[4] 罗孝涛, 芮海超. 磁控溅射镀膜技术原理及工艺参数优化[J]. 物联网技术, 2021, 7(3): 34-39.

中国仪器设备数字库