

6S理念在高校仪器分析化学教学实验室规范化管理中的应用

王琳琳, 刘刚, 柴春笑, 路庆明, 马莹*

山东大学化学与化工学院, 济南 250100

摘要: 实验室作为实验教学的重要场所, 其整体环境对学生的实验学习和习惯养成具有潜移默化的引导作用。本文主要介绍了山东大学化学省级实验教学中心仪器分析化学实验室结合自身特点与需求, 在6S (整理(SEIRI)、整顿(SEITON)、清扫(SEISO)、清洁(SEIKETSU)、素养(SHITSUKE)、安全(SECURITY))管理上的具体实施方法与成效。

关键词: 6S; 仪器分析; 化学教学实验室; 管理

中图分类号: G64; O6

The Application of the 6S Concept in Standardized Management of Instrumental Analytical Chemistry Teaching Laboratories in Universities

Linlin Wang, Gang Liu, Chunxiao Chai, Qingming Lu, Ying Ma *

School of Chemistry and Chemical Engineering, Shandong University, Jinan 250100, China.

Abstract: The teaching laboratory serves as a crucial space for experimental education, where the overall environment subtly influences students' laboratory learning and the development of their habits. This paper primarily introduces the specific implementation methods and outcomes of 6S (SEIRI (Sort), SEITON (Set in order), SEISO (Shine), SEIKETSU (Standardize), SHITSUKE (Sustain), and SECURITY (Safety)) management in the Instrumental Analytical Chemistry Laboratory at Shandong University's Provincial Experimental Teaching Center for Chemistry, tailored to its own characteristics and needs.

Key Words: 6S; Instrumental analysis; Chemistry teaching laboratory; Management

作为实验教学的核心场所, 高校教学实验室不仅是学生进行实验和实践的基地, 其整体环境对学生的实验学习和习惯养成有潜移默化的影响, 并直接影响到课堂教学的质量, 故加强高校教学实验室的建设和管理至关重要^[1,2]。山东大学化学实验教学中心组建于1998年, 并于2005年10月成为首批“山东省高等学校实验教学示范中心”。目前实验教学中心设有无机及分析化学、有机化学、物理化学、仪器分析、综合化学、计算化学与虚拟仿真、开放创新、化学工程与工艺等教学实验室, 每年承担全校化学、医学、药学等院系约4.7万人次的实验教学任务, 总计约23万人时。作为实验教学中心的重要分支, 仪器分析化学实验室主要负责化学、化工与泰山学堂化学取向本科生的仪器分析实验课程, 目前开设的基础实验项目有12项、设计创新实验有6-8项, 教学类仪器设备超过50台, 其中单价10万以上的大型仪器设备多达25台。与基础实验室相比, 仪器分析化学实验室涉及到的仪器设备种类繁多, 各仪器设备下实验教学项目所需的化学试剂、实验耗材与仪器配件等也各不相同,

收稿: 2024-12-04; 录用: 2025-01-09; 网络发表: 2025-04-08

*通讯作者, Email: maying@sdu.edu.cn

基金资助: 山东大学实验室建设与管理研究项目(sy20232204); 山东大学教育教学改革研究项目(2022Y070)

管理人员需要投入更多的时间与精力来维护仪器设备、准备实验试剂与管理实验耗材,以保证实验教学课程的顺利开展。为了提高管理人员的工作效率、减少其繁重的工作量,科学、有效的实验室管理显得尤为重要。

6S是一种管理理念,起源于20世纪50年代的日本企业^[3,4],6S管理包括整理(SEIRI)、整顿(SEITON)、清扫(SEISO)、清洁(SEIKETSU)、素养(SHITSUKE)、安全(SEcurity)6个方面,因这六个单词均以字母“S”开头,故简称为6S。将6S理念运用到高校实验室建设与管理中,可有效实现实验室的安全、高效和规范化管理。目前国内高校实验室关于6S规范化管理的报道较多^[5,6],其中厦门大学在此方面做出了系统的工作和突出成效^[2,7-9],特别是在水、电、实验家具改造、实验室细化管理方面。然而,目前专门针对仪器分析化学实验室在6S规范化管理上的详细介绍较少。因此,本文中我们根据实验室的实际条件与实验需求,主要介绍了仪器分析化学实验室在改造建设后,针对学生在实验过程中出现的一些突出问题,有针对性地在细节上做出的一些改进方法与经验,以期能为高校仪器分析化学实验室提供一定的参考与借鉴意义。

1 仪器分析教学实验室建设与管理情况

为改善实验教学环境,山东大学化学省级实验教学中心仪器分析化学实验室于2020年8月进行了整体搬迁。搬迁之际,我们根据实验教学的实际需求,精心规划实验室的整体布局,以实现实验环境的实质性改善,提高实验室的日常管理效率。在实验室规划与改造过程中,我们将实验室电路统一规划到不锈钢线槽中,并增设了通风橱、万向通风罩、排气扇、纯水净化器、气瓶柜及气路管道等专用设备。然后按照使用功能对教学实验室、教师准备室、高温室、仪器储藏室与化学药品室进行了明确区分与独立设置,并为每一个实验项目设计了独立的空间,确保同一实验内容下的样品准备与仪器测试在各自独立的实验室内进行,从而实现实验课程之间的互不影响、互不干涉、有效隔离。通过一系列的规划与改进,仪器分析化学实验室搬迁后的整体环境得到显著改善,在水、电、气路等布局上更加科学与安全,在通风、整齐、整洁等方面的建设更加规范。

然而在日常实验教学过程中,实验室在规范化管理的细节上仍面临诸多挑战。例如,实验室的抽屉和柜子缺乏清晰的标签标示、物品摆放混杂、仪器和试剂摆放不合理等。在这样的实验环境下,学生不仅取用物品困难,还出现了物品随意摆放、仪器设备不按规则使用、卫生打扫不彻底等不规范行为,这也增加了管理人员在仪器维护与实验室管理上的工作量。同时,学生的这些不规范操作行为容易使其养成随意、无序和懒散的实验习惯,进而导致其安全意识薄弱、责任心缺乏和不遵守规则等,这对培养学生规范、严谨、安全的科学态度具有不利的影响。为解决以上客观存在的问题,我们需要一套科学、可行、有效且系统的管理方法,以实现实验室的规范化管理与运行。因此,为了给提供更加安全、规范的实验学习环境,仪器分析化学实验室的管理人员积极响应学校的号召与要求,开展6S的理论学习与实践培训。

2 6S在仪器分析教学实验室管理中的应用

山东大学仪器分析化学实验室根据实验课程内容的不同,每间实验室放置的仪器设备与实验物品各具特色,且每间实验室的空间条件也不尽相同,因此需要针对各实验室的具体情况个性化规划与布局。在深入学习和理解6S管理理念后,管理人员结合每间实验室的特点与特殊要求,将6S理念灵活地融入到实验室的规范化管理中,有效提升了实验空间的利用率,物品摆放更加科学与合理,教师讲解、示范更加简明与高效,学生寻找与取用物品更加便利与快捷。同时,6S的实施有效促进了实验环境的整齐、洁净与安全,提高了管理人员在实验室日常管理与维护上的工作效率。实验室的6S管理还在潜移默化中对学生的科研习惯养成和科研素养培养上起到了积极的引导作用。

2.1 实验室空间区域划分

6S与实验室建设的融合。在实验室搬迁改造时,我们依据实验室的实际空间条件和具体使用功

能,合理规划中央台、边台、水池、通风橱等实验室家具的位置、尺寸和规格,使实验室趋于功能化、区域化和合理化。同时,通过规范仪器设备和试剂耗材的摆放位置,提高了实验室的空间利用率,确保实验室整体布局和风格保持一致,打造出整齐、有序的视觉效果与实验环境。因此,前期的实验室建设为我们后期进行6S系统化管理奠定了坚实的基础。

通过6S理念对实验室管理细化。根据实验室有限的空间、实验内容安排以及学生实际操作顺序,合理划分空间布局,使实验室具备样品准备、仪器测试、教师授课以及公共区域使用等功能性特点。样品准备区主要用于学生配制溶液和处理样品,涉及水和溶剂的使用,归为“湿区域”,仪器测试区域为仪器放置和测试区域,需保持干燥、洁净,故视为“干区域”。教师授课区域为任课教师的讲解区域,而公共区域专门用于放置消防安全用品和卫生清洁用品等。我们在明确各区域功能性的同时,力求“干湿分离”。例如,在电化学实验室中(见图1),配制溶液主要为无机盐的水溶液,不涉及到挥发性有机溶剂或强酸碱性溶剂,因此在有限的空间下,我们将样品准备区放置在实验室的边台位置,并通过万向通风罩与排气扇确保实验的通风问题。在红外光谱实验室,样品准备需要用到挥发性的有机试剂,故而将样品准备区放置在具有通风橱的边台上。而对于需要使用强酸强碱或者对实验环境有特殊要求的实验室,我们单独设置了准备室,可同时满足学生实验中处理样品与教辅人员日常实验准备的需求,提高了实验室的利用率。因此,结合实验室的有限空间与具体需求,通过明确的区域划分实现了实验室的多功能性与“干湿分离”的目的,并引导学生明确操作目的与操作步骤,进而进行科学、严谨、规范的实验操作。



图1 电化学实验室的功能区域划分

2.2 实验室物品定位摆放与标识

物品定位摆放与标识管理能够有效促进学生、任课教师和教辅人员对物品的规范化使用与归位摆放,从而使得实验操作与取用物品更加科学、高效与便利。这种管理策略可有效减少因物品随意放置而引发的一系列安全隐患,在实验室管理与维护上起到提示与约束的作用,具有事半功倍的效果。因此,在实验室区域划分的基础上,我们根据各区域的功能与需求特点,精准地进行物品摆放,逐步实现模块化的建设与管理。

2.2.1 样品准备区

样品准备区主要用于放置样品处理与溶液配制的相关实验物品。例如,电化学实验中的样品准备区主要放置移液管、烧杯、比色管等玻璃器皿以及所需的试剂溶液,此类物品的特点是种类繁多且相对杂乱。为此,我们在该区域统一张贴不同颜色的标签进行标示,并对实验台进行区域划分,以明确各物品的摆放位置。由此实现物品的统一与整齐放置,同时也提醒学生使用物品后按照区域标签将其归位,引导学生养成良好的实验习惯、维护实验室的整齐与规范。为了便于管理,我们根据不同化学试剂的种类,张贴了红、黄、蓝等不同的颜色标签,并统一摆放,如图2所示。其中,学校专用化学试剂的白色黄边标签,由于信息区分不够突出,在学生实际使用过程中,容易出现混淆

或者标签损坏模糊的情况。因此，我们又增加了彩色防水标签，通过颜色、字体大小等视觉上的明显区分有效避免学生误拿误用的情况。同时，我们进一步确保移取试剂所用的移液管等玻璃器材的标签与试剂自身的标签颜色相同，以便学生在取用时通过名称与颜色确认无误后再使用，有效发挥提示与警示的双重作用。



图2 电化学实验室中实验物品的标识与区域划分

针对实验过程中用到的常规耗材，如手套、口罩、垃圾袋等，我们统一将其放置到实验台抽屉内，并在抽屉外张贴相应的标签(见图3)，以确保取用物品一目了然。对于实验过程中需要经常更换的实验耗材或仪器配件，如电化学实验中用到的比色管、移液管等，我们也提前备份到抽屉内。学生如需更换可在最短的时间内找到，避免因老师去仓库寻找物品而浪费学生实验时间。由于学生实验过程中的实验操作进度基本一致，常常会出现同时取用相同实验物品的情况。因此，为进一步提高学生取用物品的便利性，我们遵循“对位放置”的原则，即将样品准备需要的物品尽量放置在仪器测试区的实验台抽屉中，而将仪器测试所需的物品则尽可能放置在样品准备区的实验台抽屉中。通过这种“对位放置”，可实现学生随时取用物品而互不打扰的目的，有利于提高学生的实验效率。



图3 实验物品对位放置于实验台抽屉中

2.2.2 仪器测试区

仪器测试区域主要放置各类仪器设备，需明确可操作区域、注意事项及操作要点等。为了更好地帮助学生了解实验台面的可操作范围，我们在仪器、电脑、打印机等设备周围使用贴片进行位置标示与定位(见图4)。此举旨在约束学生按照实验步骤规范使用仪器设备，避免在仪器设备旁清洗玻璃器皿、处理样品或配制溶液等不规范行为的发生，从而提高学生的专业技能与科研素养。此外，贴片还能提醒学生在实验前后保持台面的整齐和清洁，引导学生养成规范操作的实验习惯。

2.2.3 教师授课区

教师授课区域是专门为教师上课而设置的专用区域，主要用于摆放教师的教学物品和多媒体教

学设施(见图5),方便教师讲解、示范和答疑。每间教学实验室还为教师配备了办公桌椅,方便教师在实验教学过程中与学生互动交流。通过合理的区域划分,实现了教与学的有效区分与融合,教师在示范的同时让学生学习操作,学生在操作的同时教师给予纠正与指导,从而提高了教师实验演示的效率。同时,这样也保证了学生在实验操作过程中遇到的问题能够被及时发现和纠正,进一步确保实验的规范性和安全性。



图4 实验台面上仪器设备的区域划分



图5 教师授课与办公区域

2.2.4 公共安全与卫生区域

为了实现公共安全与卫生的区域化管理,我们利用色带和贴片对地面和桌面放置的物品进行定位与标识。例如,使用黄色胶带标识板凳、垃圾桶和拖把的存放区,红色胶带标识消防器材与医药急救箱的存放位置(见图6)。这些醒目、直观的定位标识起到了提醒和警示的作用,以增强学生的卫生与安全意识。例如,通过定位放置垃圾桶,可提醒学生及时清理实验过程中产生的垃圾废弃物,并进行分类放置与处理,从而培养学生良好的实验卫生和清洁习惯。灭火器的定位放置,警示学生任何时候都要注意用电和化学试剂的安全。医药急救箱的摆放提醒学生注意遵守实验操作规范,避免自身受到伤害。教师在授课时,也会根据实验内容的特点进行有针对性的安全讲解与提醒。



图6 公共区域物品的放置与标识

2.3 实验室日常管理与维护

在实验室安全管理层面上, 为了有效保证学生在实验过程中的安全以及大型仪器设备的良好运行, 我们在每一间实验室增设了电子监控设备, 并关联到学校安全管理系统。实验室管理人员可在总控设备随时观察各个实验室的实时情况, 如学生操作的规范性、仪器设备的使用状况等, 一旦发现不规范操作或安全隐患, 及时进行提醒与纠正。任课教师也可通过监控设备复盘学生的操作情况与课堂整体表现, 有利于其对课堂教学的整体把控。同时, 智能门锁的使用可方便管理人员灵活设置实验室的开关门时间, 方便教师与学生按时进入实验室开展实验活动, 大大提高了管理人员的工作效率。另外, 为保证学生物品放置的安全性及规范性, 我们在走廊大厅增设了智能储物柜, 并连接到学校信息系统。学生使用校园卡即可完成物品的存放与取用, 有效避免学生将与实验无关的物品带入到实验室内, 从而杜绝此方面的安全隐患。

在实验室管理人员层面上, 针对实验室所用的化学试剂与耗材, 我们采用学校一体化的信息化管理系统, 从采购、出入库到库存管理均在线上完成。例如, 可通过系统的入库管理一键导入所购耗材与试剂的所有信息, 同时自动更新实验物品的库存信息。管理人员可通过手机或电脑实时登录系统查询试剂与耗材的采购与库存量等信息, 以便及时制订采购与补充计划并能最大限度地减小试剂与耗材的库存量, 降低安全隐患。对于试剂与耗材的使用, 可通过手机扫码、搜索名称、输入CAS号等方式快速完成物品的出库登记与管理, 且系统可同步更新库存信息。通过信息化管理, 实现了试剂与耗材的动态与安全管理, 显著减少了管理人员的工作量, 提高了其管理效率。

在实验教学管理层面, 根据6S的标准和要求, 每位学生在实验结束后需要对其使用的仪器设备和试剂耗材进行整理和清洁, 并将物品归位摆放整齐, 填写仪器使用记录本。值日生负责打扫和清洁台面、通风橱、水槽和地面等实验室公共区域的卫生, 同时检查并整理实验物品的摆放, 填写教学记录本、气瓶使用记录本以及值日表。整个打扫过程由任课教师进行监督、确认并签字。在实验室关闭前, 实验室管理人员会再次检查实验室安全和清洁情况, 如若发现问题, 及时向任课教师反馈, 并由教师督促学生注意与改进。通过这种方式, 确保实验室每位参与者都能各负其责, 层层把关, 从而实现教学实验室在学生层面上的标准化管理与日常化维护。

3 6S在仪器分析教学实验室管理中的实施成效

面对新时代的育人需求, 课程思政建设是当前专业课程教学改革的重要内容^[10,11]。将思政元素融入专业课程教学, 既能拓展学生的知识视野, 提升学生的专业素养和综合能力, 又能培养其正确的价值观和责任感, 实现知识传授、能力培养和价值塑造“三位一体”的人才培养目标^[12,13]。因此, 各高校都在积极探索专业课程思政的新路径。作为实验教学的重要场所, 仪器分析化学实验室的建设与管理对学生的实验学习与习惯培养有直接的引导作用。因此, 结合新时代培养学生的目标与要求, 我们从实验室管理人员的角度不断发掘实验课程中环境育人^[14,15]的元素, 并巧妙地将其融入到实验室6S的实施和管理中, 在实验室规范化管理与学生实验习惯培养方面取得了一定的成效。

在实验室建设与管理方面提高了实验室管理人员的工作效率。我们根据6S理念与每间实验室的特点和要求, 将实验室空间通过区域划分与物品定位摆放, 实现了空间的有效利用, 实验室的仪器、试剂、耗材得到了科学化放置, 使得空间布局统一、规范, 达到了整齐划一的效果, 显著改善了实验室的整体教学环境。而且, 在日常管理与维护时, 管理人员可以根据每个区域的特点进行有目的的检查与管理。例如, 在仪器摆放区域重点检查仪器的使用情况, 在试剂耗材区域则关注试剂与耗材的消耗情况, 在公共安全区域定期检查消防用品与医用药品的使用期限问题, 在卫生区域着重检查学生的值日情况。原来实验结束后每间实验室需要10–15 min的时间检查与整理, 现在只需要3–5 min即可完成。因此, 通过分区域检查, 管理人员的工作更有条理, 工作效率明显提高, 在日常管理与维护上的工作强度显著降低。

在教师实验教学方面提高了教师的课堂质量。通过实验室6S管理，我们为教师提供了标准化的实验环境与规范化的实验操作标准，让教师对学生每一步实验操作的要求更加具体与直观，从而有效提高实验教学的课堂质量。例如，实验室的区域划分与物品定位摆放不仅有利于教师为学生分步讲授实验原理、演示实验操作、讲解安全规则，还能让学生通过现有实验室标准来规范其实验操作行为、提高自身的实验技能，进而促进其规则意识与实验习惯的养成。通过6S管理后，学生实验出现误拿误用或者重复实验的情况明显减少，有效避免了因学生操作失误而延长实验时间的问题。另外，设置教师授课区域后，教师拥有相对独立的空间，在实验过程中能够全程陪护、观察和记录每位学生的表现，并随时参与到学生的实验指导中，增强了与学生之间的互动。同时，增添教师专用办公桌椅后，教师可以更加方便地收取学生的实验资料，有效利用上课时间为学生批改实验报告和整理实验教学讲义等，显著提高了教师的工作效率，得到了任课教师的认可与好评。

在学生实验学习方面提高了学生的实验技能与科学素养。通过物品的定位与分类放置，学生取用物品一目了然，更加方便和快捷，同时也提醒学生在使用后及时归位。这种管理方式显著减少了学生随意放置物品、随手丢弃实验垃圾等不规范现象，实验结束后实验室整体的整齐、清洁程度有了明显提高(见图7)；学生的规则意识与责任心也得到了增强，有效促进了学生实验习惯与规则意识的养成。区域划分使学生意识到仪器设备与化学试剂、耗材的使用有严格的规范性与专业性要求，学生主动在规定区域进行规范的实验操作，有效避免了仪器频出故障、溶液配制有误等问题，有利于培养其专业的实验技能与严谨的科学态度。同时，通过规范实验登记与记录，学生对实验室卫生清洁与整理更加明确与重视，在打扫与清洁过程中能够互相帮助，增强了其责任心与团结合作意识。



图7 学生实验结束后实验台面的整理与清洁情况

4 结语

6S标准化管理是改善实验室管理水平、提高实验教学质量的有效手段。在6S指导下，我们结合教学实验室的实际需求，实验教学整体环境与秩序得到明显改善，为学生的实验学习、任课教师的教学和教辅人员的管理起到了约束、高效、便捷的积极作用，有效提高了实验教学的质量。同时，在6S标准化管理下，我们巧妙地将环境育人理念融入到实验室日常使用与管理中，通过潜移默化的引导作用来提高学生在实验学习与操作训练中的专业技能与科研素养，进而培养学生安全、严谨、专业的科学态度与团结互助的合作意识。当然，6S理念在高校仪器分析化学实验室规范化管理过程中的应用，应该是一个不断改进、不断坚持、循序渐进、日益完善的过程。只有坚持将6S管理常态化、制度化，才能长期做好实验室的建设和管理工作，为师生提供一个积极向上、科学严谨的实验教学环境。

参 考 文 献

- [1] 周晓燕, 任磊, 尹承东, 贺立峰. 实验室研究与探索, **2019**, *38* (9), 258.
- [2] 张春艳, 翁玉华, 董志强, 欧阳小清, 阮婵姿, 潘蕊, 许振玲, 颜长明, 任艳平. 大学化学, **2017**, *32* (4), 40.
- [3] 王国红, 宗斌, 魏建忠. 实验室科学与技术, **2007**, *5* (2), 137.
- [4] 董振旗, 刘 鹏, 陈桂明, 屈 岩. 实验室研究与探索, **2012**, *31* (7), 410.
- [5] 张冬梅, 张世富, 郑胜强. 实验室科学, **2010**, *13* (3), 136.
- [6] 寇艳玲, 邹丽. 实验室研究与探索, **2008**, *27* (2), 159.
- [7] 张来英, 张春艳, 董志强, 阮永红, 彭淑女, 方雪明. 大学化学, **2016**, *31* (10), 19.
- [8] 翁玉华, 颜长明, 张春艳, 阮永红, 张来英, 彭淑女, 方雪明, 任艳平. 大学化学, **2018**, *33* (12), 39.
- [9] 张春艳, 吕银云, 潘蕊, 翁玉华, 阮婵姿, 欧阳小清, 董志强, 许振玲, 颜长明, 任艳平. 大学化学, **2019**, *34* (2), 37.
- [10] 张树永. 大学化学, **2019**, *34* (11), 4.
- [11] 李靖, 田林, 李昭, 陈艳, 杨宗斐, 师环环. 大学化学, **2024**, *39* (8), 7.
- [12] 郭今心, 朱荣秀, 赵全芹, 李明霞, 张树永. 大学化学, **2019**, *34* (11), 51.
- [13] 王爱香, 田露, 密丛丛, 王晓蒙, 李家珍, 夏其英. 大学化学, **2024**, *39* (12), 327.
- [14] 翁玉华, 许振玲, 潘蕊蕊, 张春艳, 阮婵姿, 吕银云, 董志强, 方雪明, 张来英, 彭淑女, 等. 大学化学, **2022**, *37* (1), 2104008.
- [15] 陈玉清, 邵文尧. 大学化学, **2019**, *34* (5), 65.