

DOI: 10.3969/j.issn.1673-713X.2025.03.014

• 生物样本库建设 •

生物样本库在样本全程管理中的生物安全措施

杨沮勤, 张琳珮, 李淑君, 邓丹, 樊萍, 刘占杰, 杨宗泽, 王亚文, 黄伟

【摘要】 生物样本库保藏的样本均应被认为有潜在的生物风险。然而在样本全程管理中, 生物风险没有被全面地认识和重视, 因此需要加强生物安全管理。本文旨在帮助识别样本全程管理中的生物风险来源, 并提供系统的生物安全管理措施。具体描述了样本全程管理中样本分析前、分析中、分析后, 仪器设备, 个人防护装备, 生物废物风险评估的生物风险及生物安全管理措施。通过防范样本全过程管理中的生物风险, 应对可能出现的实验室感染, 更好地保护人员健康, 保障生物样本库的生物安全。

【关键词】 生物样本库; 生物安全; 生物风险; 样本全程管理; 实验室感染

中图分类号: R318

文献标识码: A

文章编号: 1673-713X (2025) 03-0334-05

生物安全在生命健康、环境保护、生物多样性和粮食安全等领域中显示出不可忽视的地位^[1-2]。据世界卫生组织 (WHO) 统计, 2011–2018 年先后发生了 1400 多起与生物安全有关的传染病事件^[3]。我国于 2021 年开始实施《中华人民共和国生物安全法》, 以应对包括实验室感染^[4]在内的各种生物威胁。针对实验室生物安全, WHO 发布的第四版《实验室生物安全手册》定义生物安全为防止无意接触生物因子或其意外释放而实施的控制原则、技术和做法。随着我国实验室生物安全体系的不断健全, 生物样本库 (简称样本库) 平台建设快速发展, 其围绕生物样本保藏的核心工作, 亟需重视生物安全管理。

生物样本库的工作地点在医院科室和生物安全实验室, 处理对象为人源样本。样本库员工在工作时, 不仅要面对复杂的样本, 还处于充斥着病原微生物的医院环境^[5-6]。样本涵盖全血、尿液、唾液、指甲、头发以及与特定研究设计相关的各种组织和材料^[7], 可能携带各类未知的病原微生物。然而, 实验室感染潜伏期长, 途径不典型, 其风险和影响无法被可靠评估^[8]。实验室感染也受到其他因素的影响, 包括工作人员的健康和免疫情况、实验室等级、涉及的病原微生物特性和浓度, 以及具体的实验操作^[9]。一项研究临床实验室正常工作时人鼻病毒污染情况的结果显示, 收集和制备病毒的个人防护装备和实验室设备, 包括防护服的手套、袖口, 生物安全柜, 垃圾箱把手, 离心机内壁, 离心机转子内表面都检测到病毒污染^[10-11]。有的样本库招募项目制人员或学生等非专职人员参与部分工作, 这都增加了样本全程管理中的生物风险。

与样本库防范生物风险相关的管理规范包括《中华人民共和国传染病防治法》、GB 19489—2008《实验室 生物安全通用要求》、《可感染人类的高致病性病原微生物菌 (毒) 种或样本运输管理规定》和《医疗废物管理条例》等。在此

背景下, 生物样本库在样本全程管理中仍缺乏生物安全共识。本文讨论了样本库工作人员涉及到的与样本相关的生物风险, 详细评估了包含样本分析前、分析中、分析后处理等样本全程管理流程中的生物风险, 总结了容易产生生物安全风险的操作, 并提出对应的措施, 最终为样本库样本全程管理中的生物安全提供保障。

1 样本分析前生物风险及生物安全管理措施

样本分析前过程包含样本采集、预处理和运输, 是生物安全的第一个阶段。在此阶段, 样本库不仅要评估样本质量, 还要评估可能的生物风险。样本的采集大多发生在临床医疗机构, 具有直接暴露在生物风险中的特点, 特别是在传染性疾病流行期间, 如新冠疫情初期, 医务人员感染占当时总感染人数的 2.3%^[3]。一般样本采集标准操作规程包含采样人员、采样时间、耗材种类、储存和运输等相关要求, 往往忽略可能面对的生物风险。临床面对的病原微生物复杂多样, 接触风险有时还取决于疾病的临床形式和阶段, 例如宿主本身无阳性反应的鼠疫耶尔森菌感染, 相关的粪便、尿液或骨髓样本可能呈 DNA 或抗原阳性。此时安全风险来自相关样本的培养物和其他感染性材料, 以及操作过程中产生的气溶胶或飞沫^[12]。另一类可能会接触生物风险的操作是在实验室中对样本进行的简单预处理操作, 涉及到液体样本的离心、分装, 组织的取材、研磨等, 主要指气溶胶或外包装污

基金项目: 国家老年疾病临床医学研究中心 (四川大学华西医院) 立项资助课题 (Z2018C02)

作者单位: 610000 成都, 四川大学华西医院生物样本库/国家老年疾病临床医学研究中心 (杨沮勤、李淑君、邓丹、樊萍、杨宗泽、黄伟); 710000 西安交通大学医学院第一附属医院生物样本信息资源中心 (张琳珮、王亚文); 266109 青岛海尔生物医疗股份有限公司 (刘占杰)

通信作者: 杨宗泽, Email: 13688155054@163.com

收稿日期: 2024-07-01

染导致的感染。容易产生气溶胶的操作包括：离心、混合、混匀、研磨、振动、超声和涡旋；分装或转移液体样本；培养容器上的取瓶盖或擦拭操作；打开冻干培养物；打开冻存管；真空过滤样本^[13]。样本预处理后若需长距离转运到储存区，需注意尽量密封包装并详细标识，避免运输途中样本泄漏，一般由专业的运输公司负责转运。

建议在样本分析前过程中做好以下工作：采样时对可能涉及的病原微生物做好风险评估和应急预案，以应对感染风险；血液和体液样本注意对随行的纸单或标本容器外壁的污染；注意防止坚硬的组织样本（如骨头碎片等）和剪刀等利器划破手套；所有与样本相关的活动都以产生最小气溶胶的方式进行；收集感染患者的样本时，采集对象正在咳嗽、打喷嚏、呕吐、出血或以其他方式产生体液，建议采取常规措施之外的预防措施；当由气溶胶传播的疾病流行时，例如新冠、SARS、脑膜炎双球菌等，有必要做好充分的个人防护工作；预处理操作尽量选择在负压实验室或生物安全柜中进行；对溢出物、使用后的工作区域和仪器设备等进行清洁和消毒；转运样本过程中尽量对样本中的传染源做详细的说明，并保持各方及时沟通；对样本进行多层密封包装；采用密封运输箱进行转运；佩戴手套；对运输设备进行消毒等。

2 样本分析中生物风险及生物安全管理措施

样本分析对象包括原始样本、等分样本和预处理后的样本。样本库中常见的样本分析操作有核酸提取、病理切片、蛋白检测、代谢物检测、细胞处理等。样本分析中不一定有使病毒或细菌失活，破坏朊病毒^[12]的操作，例如有研究发现，较大或亲脂性（脂肪）样本在采用福尔马林固定和处理时^[14]，若采用不完全固定或固定时间较短，固定后的组织中含有对环境稳定的伯氏考克斯氏体^[15]和革兰氏阴性杆菌等^[16]。若使用感染性样本进行实验，如感染性组织的原代细胞培养^[9]、打开含高致病病原活菌保存管、感染性样本的不正确操作或发生意外事件，都存在较大的感染风险，可能对样本库实验人员及环境造成危害。

在样本分析中防控生物安全风险的措施包括：采取标准操作，尽量消除气溶胶的产生；预防冷冻切片机的刀片割伤手；实验中需穿戴适当的个人防护装备，保护实验员的皮肤、口腔、鼻子和眼睛；在相应级别生物安全实验室中检测具有传染性的样本；将生物来源的培养基或其他试剂视为含有潜在感染因子试剂^[9]；密切关注实验人员发烧或呼吸道症状，甚至可以将人员的血清与处理样本之前的进行对比，用来研究实验人员在实验过程中可能遭遇的生物安全风险^[9]；为避免实验室获得性感染，在处理所有新鲜或冷冻的流行疾病背景下的生物样本时，建议遵循生物安全指南^[17]，并对实验环境进行定期消毒，安全管理实验室产生的生物废物。

3 样本分析后生物风险及生物安全管理措施

样本分析后阶段的主要风险在储存和销毁过程。不正确储存或销毁样本对样本库工作人员和环境安全构成风险，并

可能影响样本整体质量，导致产生误导性实验结果。在样本储存过程中，储存容器会带来破损、泄漏和外部表面污染等的生物风险^[18]；当样本长期低温储存时，可能存在未发现的泄漏、污染和随意取出等风险。需特别注意的是储存在液氮中的病毒会保留其致病性^[19-20]，所以对于感染性样本，有必要在外包装盒的标识上区别一般样本，以帮助工作人员快速识别。美国公共卫生实验室协会建议实验室制订并实施不同类型的样本储存要求，减少工作人员的风险。

样本分析后防控生物安全风险的措施包括：选用质量合格的冻存管、管内装适量体积的样本、采用防泄漏的密封包装、储存前对冻存盒外部进行消毒、对样本的存放设定权限、制订生物废物消毒程序、尽可能将感染样本储存在专用的冰箱或液氮罐中，并分区管理^[21]；当遇到样本质量不合格或捐献方撤回捐献样本等情况时，样本的销毁应遵守生物废物处置要求^[22]。

4 仪器设备的生物风险及生物安全管理措施

仪器设备的污染更隐蔽并且难以解决，往往被忽略，但其也可能产生感染风险。在处理样本时，用到的实验室仪器设备可能经皮肤或液滴、气溶胶等产生感染风险。一些微小的仪器设备故障会产生含有细菌孢子的气溶胶，如蠕动泵堵塞、过滤器堵塞或离心机“O”形密封圈缺失^[23]。一项将匀浆后的小鼠肝脏与重组单纯疱疹病毒结合，用超声波仪和组织匀浆仪来评估实验室污染的研究发现，在正常使用下，这些仪器操作会产生含有活病毒的气溶胶^[24]。另外含有结核分枝杆菌的样本，在处理和培养中也会产生气溶胶^[25]，而且此气溶胶容易造成实验室鉴定结果的假阳性^[26]，所以需要重视此类样本的处理和结果解释。有临床实验室曾用棉签对自动化设备不同点位采样，调查 HBV 和 HCV 污染情况，结果显示在部分采样点位发现了病原体污染^[27]。

近年来自动化设备，例如自动化血液分装系统、核酸提取仪以及自动化冰箱等，已广泛应用到样本库的样本保藏活动中。为了预防和消除污染，定期消毒措施是必要的。由于自动化设备的体积大，相对封闭，污染多在表层，实践中多采用紫外灯辐照灭活，防止微生物繁殖和生存^[28]。紫外灭菌的范围在 0.6 ~ 1 m，时间 30 ~ 40 min 为宜^[29]，若设备内有遮挡，需增加不同角度的紫外灯照。也可选用消毒剂，但需注意设备中材料，可能不适用某些试剂，在擦拭前需阅读设备厂家的使用手册。

在使用实验室仪器设备时需注意：实验时佩戴适当的个人防护装备，这能降低血源性病原体相关的感染风险；在使用仪器设备前接受厂商的培训并对仪器设备进行认证；使用时需遵守标准操作流程；离心机尽量配套使用防溅罩、密封转子；制订系统的维护、消毒计划；并对仪器设备的消毒效果进行评价；为降低安全风险，高风险仪器设备可放在生物安全柜中^[30]；处理含有高致病性病原体相关的样本时，需要重视仪器和工作场地周围的低残留污染^[18]。

5 其他生物安全管理措施

5.1 个人防护装备

个人防护装备是指临床实验室人员为防止感染或危险物而穿的专门服装或设备^[31]。防护装备应符合国家监管标准，并分为眼睛和面部保护、头部保护、身体保护、足部保护、呼吸保护和手部保护。常用的外科口罩可用于防止大滴的血液、体液或喷雾等的危害，保护口鼻免于手部的污染，也可以防止实验室样本受到人的污染^[32]；当涉及到气溶胶传播风险时，可能需要佩戴 N95 口罩；实验过程中，建议戴双层手套，随时丢弃被污染的外层手套^[18]；可重复使用的防护面罩或眼镜，需要消毒合格后再使用。个人防护装备的选择和使用取决于危害程度和暴露风险，所以需要对本库工作人员开展的实验活动和暴露风险进行评价，以便采取相应的防护措施。为帮助样本库员工在实践中正确使用个人

防护装备，需进行相关培训（表 1）。

5.2 生物废物的处置

生物废物的处置是影响实验室生物安全，避免感染的重要措施。广义上的生物废物通常指来源于医疗机构、生物学实验室、新兴生物产业等领域的具有一定生物安全风险的废弃物^[33]。样本库生物废物应遵循《医疗废物管理条例》、《医疗废物分类目录》（2021）、GB19489—2008《实验室 生物安全通用要求》进行管理。可以针对具体实验项目设计生物废物管理程序，监管生物废物的产生、分类、暂存、消毒和运输等，防止其二次污染。产生的生物废物需妥善储存在适当的容器中，包括贴有信息标签的医疗废物包装袋、利器盒、垃圾箱等。实验室通常使用高压灭菌锅对生物废物进行灭菌处理，样本库有必要对生物废物或销毁样本进行高压灭菌处理后再运出实验室。

表 1 个人防护装备的维护、丢弃条件、使用寿命和储存要求

种类	维护	弃用条件	使用寿命	储存要求
医用防护帽	存放环境的确认	破损	一般为一次性使用	干燥、通风、无腐蚀性气体
医用防护口罩	使用前破损检查；保质期前使用	潮湿、污染，使用一次或超过厂家建议使用持续时间	一次性使用	干燥、通风、无腐蚀性气体
手套	根据使用条件正确选配不同材质手套；提供多尺码规格；使用前破损检查	变色、破损、污染、手部不适	根据厂商要求，一般考虑接触实验室物品后手套的极限使用时间、降解程度和渗透速率，及时更换	不折叠，避光、阴凉处储存
隔离衣（防护服）	使用前破损检查；使用后清洁并消毒	污染，1 天使用完毕后	可消毒后重复使用	干燥、通风、无腐蚀性气体
护目镜（面罩）	使用后清洁并消毒	污染，1 天使用完毕后	可消毒后重复使用	干燥、通风、无腐蚀性气体
鞋套	使用前破损检查	破损，离开规定区域	一次性使用	干燥、通风、无腐蚀性气体

表 2 实验室人免疫缺陷病毒（I 型和 II 型，HIV）风险评估

类别	评估结果
危害程度分类	第二类
致病性	直接接触含高水平病毒的样本容易造成传播，包括游离的病毒或者被感染细胞的体液，尤其是血液、精液、阴道分泌物、母乳、皮肤和黏膜损伤的渗出物；蚊虫叮咬，与感染者共同吃饭、拥抱、握手、礼节性接吻等一般生活接触，都不会发生感染
宿主	人类和黑猩猩
实验室传播方式	被污染的针头刺伤，在病毒细胞培养液或浓缩病毒 ^[34] 中暴露
感染途径	性接触、血液和母婴传播
稳定性	实验室培养的高浓度 HIV 病毒，在室温下存活 15 d，在 37 ℃ 存活 11 d，感染患者的血液在室温下 96 h 病毒仍具有活力；干燥可明显降低 HIV 的生存活力；HIV 病毒可被热灭活 ^[35] ；离开血液和体液的 HIV 病毒脆弱，常温下只可生存数小时
实验室操作风险	活菌操作、动物感染实验、样本检测、非感染性材料的实验对实验室生物安全防护等级要求不一样，需针对具体操作和实验室条件等实际情况来判别风险
预防措施	目前无 HIV 病毒疫苗预防感染；必要时可评估工作人员素质、能力、健康和免疫状况；向实验室人员培训相关的个人防护设备、预防措施和可能接触的场景，要求尽量在恰当的实验室中实施实验，例如 P3 实验室；评估并培训可能接触到感染源的行为，包括未知的采样过程，应提前穿戴防护性装备；使用的设备、通风系统、消毒方式及风险评估应定期评价其可靠性和适用性；暴露前服用抗逆转录病毒药物也是预防手段之一；接触 HIV 病毒后尽早服用抗逆转录病毒药物 4 周
治疗措施	HIV 药物（抗逆转录病毒药物）可以阻止 HIV 的复制，使免疫系统得以增强，在没有严重感染或 HIV 相关癌症的情况下，能显著降低死亡和传播率
意外事件风险	若意外接触致病性病原体，皮肤暴露，用肥皂和水清洗；穿刺伤口，在伤口近心端向远心端轻轻挤压，再用水或杀菌剂清洗；黏膜暴露，大量的水或生理盐水冲洗；并咨询医生，权衡预计的感染风险与可能的药物副作用来决定是否用药
污染或疑似污染环境消毒	0.5% 次氯酸钠、5% 甲醛、2% 戊二醛、0.5% 过氧乙酸、70% 乙醇室温处理 10 ~ 30 min，或至少 71 ℃ 清洗 25 min 可灭活 HIV ^[36]

5.3 生物风险评估

生物风险评估是生物安全管理的重要环节,包含病原微生物的已知特性,实验室操作风险程度,实验人员身体状况、能力等带来的相关风险,意外事件风险,风险的优先次序,可能产生的危害及后果分析,消除或减少风险的预防措施以及暴露有关的治疗措施等。实验室常见的传染源包括乙型肝炎病毒、人免疫缺陷病毒、苍白(梅毒)螺旋体等。实验室人免疫缺陷病毒风险评估示例见表 2。生物风险评估是一个持续的过程,它可以帮助参与病原微生物处理的员工了解安全实验的条件^[12],提高员工对生物风险的认识,最终达到实验室安全管理的目的^[18]。

6 结语

样本库需要系统的生物安全措施来防控样本全程管理中遇到的生物风险,这对样本库实验活动的生物安全十分重要。随着全球生物安全议题越来越被重视,样本库与样本相关的生物风险管理措施会日趋完善,以避免可能造成严重后果的生物安全事件的发生。通过对样本库在样本全程管理中可能遇到的生物风险及应对措施的梳理,为样本库的安全运行提供建议,期望保护样本库工作人员的健康,保障样本库的生物安全。

参考文献

- [1] Lu BR. Biosafety: safeguarding the development and application of new technologies[J]. World Sci, 2023, (10):36-39. (in Chinese)
卢宝荣. 生物安全: 为新技术发展与应用保驾护航[J]. 世界科学, 2023, (10):36-39.
- [2] Liu PP, Jiang JF, Lu H, et al. Accelerating biosafety capacity building to ensure national biosecurity[J]. Bull Chin Acad Sci, 2023, 38(3): 414-423. (in Chinese)
刘培培, 江佳富, 路浩, 等. 加快推进生物安全能力建设, 全力保障国家生物安全[J]. 中国科学院院刊, 2023, 38(3):414-423.
- [3] Cai QL, Qu D, Jin L, et al. The status quo of and development challenges facing china's high-level biosafety labs[J]. China Security Stud, 2023, (1):61-76. (in Chinese)
蔡启良, 瞿涤, 金力. 我国高等级生物安全实验室现状、发展和挑战[J]. 国家安全研究, 2023, (1):61-76.
- [4] Ye LL, Feng YY, Zhang YD. Retrospective analysis of laboratory-acquired infection in China[J]. China Trop Med, 2022, 22(11):1101-1105. (in Chinese)
叶琳琳, 冯媛媛, 张耀东. 我国实验室获得性感染的回顾性分析[J]. 中国热带医学, 2022, 22(11):1101-1105.
- [5] Ding YQ, Li YP, Zhao J. Prevalence of nosocomial infection in a tertiary general hospital in Zhengzhou, 2019-2021[J]. South China J Prev Med, 2023, 49(3):332-334, 338. (in Chinese)
丁雅琼, 李亚平, 赵洁. 2019-2021 年郑州市某三级综合医院医院感染现患率调查[J]. 华南预防医学, 2023, 49(3):332-334, 338.
- [6] Pu D, Zhao J, Chang K, et al. "Superbugs" with hypervirulence and carbapenem resistance in *Klebsiella pneumoniae*: the rise of such emerging nosocomial pathogens in China[J]. Sci Bull (Beijing), 2023, 68(21):2658-2670.
- [7] Peakman T, Elliott P. Current standards for the storage of human samples in biobanks[J]. Genome Med, 2010, 2(10):72.
- [8] Sewell DL. Laboratory-associated infections and biosafety[J]. Clin Microbiol Rev, 1995, 8(3):389-405.
- [9] National Research Council (US) Committee on Hazardous Biological Substances in the Laboratory. Biosafety in the laboratory: prudent practices for the handling and disposal of infectious materials[M]. Washington (DC): National Academies Press (US), 1989.
- [10] Wang XL, Song J, Song QQ, et al. Viral contamination source in clinical microbiology laboratory[J]. Biomed Environ Sci, 2016, 29(8): 609-611.
- [11] Yarbrough ML, Kwon JH, Wallace MA, et al. Frequency of instrument, environment, and laboratory technologist contamination during routine diagnostic testing of infectious specimens[J]. J Clin Microbiol, 2018, 56(6):e00225-18.
- [12] U.S. Centers for Disease Control and Prevention; U.S. National Institutes of Health. Biosafety in the laboratory: prudent practices for the handling and disposal of infectious materials[M]. 6th ed. 2020.
- [13] Miller JM, Astles R, Baszler T, et al. Guidelines for safe work practices in human and animal medical diagnostic laboratories. Recommendations of a CDC-convened, Biosafety Blue Ribbon Panel[J]. MMWR Suppl, 2012, 61(1):1-102.
- [14] Demiryurek D, Bayramoglu A, Ustacelebi S. Infective agents in fixed human cadavers: A brief review and suggested guidelines[J]. Anat Rec, 2002, 4(269):194-197.
- [15] Gürtler L, Bauerfeind U, Blümel J, et al. *Coxiella burnetii* - pathogenic agent of Q (query) fever[J]. Transfus Med Hemother, 2014, 41(1):60-72.
- [16] Ramesh G, Katiyar A, Sujatha R, et al. Detection of microorganisms on formalin-fixed and stored pathology tissues: a microbiological study[J]. J Oral Maxillofac Pathol, 2017, 21(1):64-69.
- [17] World Health Organization. Guidance on regulations for the transport of infectious substances 2019-2020[Z]. 2020-01-07.
- [18] Cornish NE, Anderson NL, Arambula DG, et al. Clinical laboratory biosafety gaps: lessons learned from past outbreaks reveal a path to a safer future[J]. Clin Microbiol Rev, 2021, 34(3):e0012618.
- [19] Grout BW, Morris GJ. Contaminated liquid nitrogen vapour as a risk factor in pathogen transfer[J]. Theriogenology, 2009, 71(7):1079-1082.
- [20] Gould EA. Methods for long-term virus preservation[J]. Mol Biotechnol, 1999, 13(1):57-66.
- [21] Zhang XY, Sun W, Shang SQ, et al. Principles and suggestions on biosafety protection of biological specimen preservation during prevalence of COVID-19[J]. J Zhejiang Univ (Med Sci), 2020, 49(2): 170-177. (in Chinese)
张小燕, 孙伟, 尚世强, 等. 2019 冠状病毒病(COVID-19)疫情期生物样本保藏生物安全防护原则及建议[J]. 浙江大学学报(医学版), 2020, 49(2):170-177.
- [22] Cornish NE, Anderson NL, Arambula DG, et al. Clinical laboratory biosafety gaps: lessons learned from past outbreaks reveal a path to a safer future[J]. Clin Microbiol Rev, 2021, 34(3):e0012618.
- [23] Bennett A, Parks S. Microbial aerosol generation during laboratory accidents and subsequent risk assessment[J]. J Appl Microbiol, 2006, 100(4):658-663.
- [24] Song J, Zhou W, Wang Y, et al. Contamination of live virus during tissue homogenizing by ultrasonic processor and tissue disperser[J]. Biomed Environ Sci, 2012, 25(2):167-171.
- [25] Lu B, Liu QH, Wang R, et al. Analysis of *Mycobacterium tuberculosis* laboratory-acquired infection events[J]. Chin J Antituberculosis, 2012, 34(5):333-335. (in Chinese)
陆兵, 刘秋焕, 王荣, 等. 结核分枝杆菌实验室获得性感染事件分析[J]. 中国防痨杂志, 2012, 34(5):333-335.

- [26] Chang CL, Kim HH, Son HC, et al. False-positive growth of mycobacterium tuberculosis attributable to laboratory contamination confirmed by restriction fragment length polymorphism analysis[J]. *Int J Tuberc Lung Dis*, 2001, 5(9):861-867.
- [27] Bryan A, Cook L, Atienza EE, et al. Bloodborne viral pathogen contamination in the era of laboratory automation[J]. *Clin Chem*, 2016, 62(7):973-981.
- [28] Raeiszadeh M, Adeli B. A critical review on ultraviolet disinfection systems against COVID-19 outbreak: applicability, validation, and safety considerations[J]. *ACS Photonics*, 2020, 7(11):2941-2951.
- [29] Zeng QL, Song Q. UV lamp sterilization performance and monitoring [J]. *Lishizhen Med Mater Med Res*, 2010, 21(7):1847-1848. (in Chinese)
曾庆莉, 宋强. 紫外灯灭菌性能及监测[J]. *时珍国医国药*, 2010, 21(7):1847-1848.
- [30] Hill CE, Burd EM, Kraft CS, et al. Laboratory test support for Ebola patients within a high-containment facility[J]. *Lab Med*, 2014, 45(3): e109-11.
- [31] Kening MZ, Groen K. Personal protective equipment[M]//StatPearls [Internet], 2023. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2025.
- [32] U. S. Occupational Safety and Health Administration. Respiratory infection control: respirators versus surgical masks[Z]. 2009.
- [33] Liu S, Zhao J, Liu DY. Classification management of biological waste in university laboratory to support “Double first-class” construction[J]. *Exp Technol Manag*, 2021, 38(8):252-256. (in Chinese)
刘硕, 赵珏, 刘德英. 高校实验室生物废弃物分类管理支撑“双一流”建设[J]. *实验技术与管理*, 2021, 38(8):252-256.
- [34] Weiss SH, Goedert JJ, Gartner S, et al. Risk of human immunodeficiency virus (HIV-1) infection among laboratory workers[J]. *Science*, 1988, 239(4835):68-71.
- [35] Spire B, Dormont D, Barré-Sinoussi F, et al. Inactivation of lymphadenopathy-associated virus by heat, gamma rays, and ultraviolet light[J]. *Lancet*, 1985, 1(8422):188-189.
- [36] Resnick L, Veren K, Salahuddin SZ, et al. Stability and inactivation of HTLV-III/LAV under clinical and laboratory environments[J]. *JAMA*, 1986, 255(14):1887-1891.

· 协会之窗 ·

第九届生物安全论坛暨生物安全标准宣贯培训在鹏城圆满落幕

2025 年 5 月 23 – 25 日,由中国医药生物技术协会生物安全专业委员会主办,深圳市第三人民医院、北京实安科技有限公司和深圳市疾病预防控制中心承办的“第九届生物安全论坛暨第三期生物安全标准宣贯培训”在深圳成功举行。本次论坛以“聚焦创新性生物安全技术,促进高质量安全标准发展”为主题,汇聚了全国生物安全领域的专家学者、行业代表等 240 余人,共同探讨生物安全领域的最新发展。

论坛分为多个专题环节,内容涵盖生物安全实验室管理、应急处置、消毒灭菌技术、智慧化发展等热点议题。中国药学会副理事长曲凤宏教授、卢洪洲院长等专家分别就生物安全实验室体系建设、科技创新助力临床医学研究中心建设等主题发表演讲;江苏省疾病预防控制中心谢景欣研究员、深圳市疾病预防控制中心病原微生物检验所石晓路所长、首都医科大学附属北京安定医院检验科刘辰庚主任、海南大学刘艳研究员、北京克力爱尔生物科技有限公司王卫明高级工程师和生物安全专委会李娜秘书长等对实验室建设、事故处置技术规范、风险控制策略和生物安全标准化展开阐述;生物安全专业委员会李劲松研究员、中国科学院武汉病毒研究所宋冬林研究员、深圳市第三人民医院张明霞研究员和中国医学科学院实验动物研究所魏强研究员等分享了专家共识,包括高等级生物安全实验室菌毒种管理、正压防护头罩使用规范等,为行业提供了重要参考。广州实验室于学东正高级工程师、中国科技大学张国庆教授、山东新华医疗器械股份有限公司巩镇通高级工程师等探讨了消毒技术的传承与创新;青岛海尔生物医疗股份有限公司梁轶群总经理和北京慧荣和科技有限公司温占波技术总监报告了生物安全实验室智慧化和生物气溶胶感染应用等前沿话题;国家生物防护装备工程技术研究中心祁建城研究员和北京易安亚太生物科技有限公司田曙光高级工程师从应用和检测角度介绍了正压防护头罩;浙江恒驭生物科技有限公司朱向莹博士、广东省疾病预防控制中心柯昌文主任技师发表了关于生物制品安全控制、传染病样本库建设的专题报告,充分展现了行业发展的最新动态。

本次论坛的成功举办,为我国生物安全领域的技术突破、标准完善和产业融合搭建了高效交流平台,与会代表高度认可论坛的桥梁作用,期待持续打造开放共享的行业生态,助力国家生物安全能力提升。