·调查报告与分析·

2023 年杭州市生物安全实验室现场评价与分析

董芳，岑斌，胡薇薇，刘诗川

杭州市疾病预防控制中心（杭州市卫生监督所），杭州 310021
通信作者：岑斌，E-mail：27916471@qq.com

【摘　要】目的 为加强病原微生物实验室生物安全管理，了解各类机构生物安全实验室的管理现状，分析存在的问题并探索解决对策。**方法** 通过备案系统获取 2023 年 5 月底杭州市病原微生物实验室备案的相关数据，于 2023 年 6—9 月随机抽取杭州市 221 家病原微生物实验室设立单位及其下设的 636 个已成功备案的实验室，依据《生物安全实验室管理评价规范》对杭州市病原微生物实验室开展现场评价，并对实验室感染风险的现场评价结果进行分析。**结果** 杭州市被抽检机构生物安全总体指标符合率为 95.22%。各类机构实验室总体指标符合率差异有统计学意义（χ^2=431.816，P<0.001）。不同机构实验室的组织管理、实验室设施设备、人员管理、菌（毒）种和样本管理、实验废物管理、内务管理、消防管理评价指标符合率比较，差异均有统计学意义（P<0.05）；日常管理评价指标符合率比较，差异无统计学意义（P>0.05）。**结论** 杭州市区县级及以上医疗机构和独立检验检测机构的实验室生物安全管理状况较好，民营医疗机构、生物技术企业和乡镇卫生院的实验室管理状况有待加强。

【关键词】 医疗机构；实验室管理；生物安全实验室；现场评价；杭州市

Field evaluation and analysis of biosafety laboratories in Hangzhou, 2023

DONG Fang, CEN Bin, HU Wei-wei, LIU Shi-chuan (*Hangzhou Center for Disease Control and Prevention (Hangzhou Health Supervision Institution)*, *Hangzhou* 310021, *China*)
Corresponding author: CEN Bin, E-mail: 27916471@qq.com

【Abstract】 Objective To strengthen the biosafety management of pathogen microbiology laboratories, understand the current management status of biosafety laboratories in various institutions, analyze existing issues, and explore solutions. **Methods** Using the registration system, we obtained the registration data of pathogen microbiology laboratories in Hangzhou as of the end of May 2023. From June to September 2023, we randomly selected 221 entities responsible for establishing pathogen microbiology laboratories in Hangzhou and their 636 successfully registered subordinate laboratories. On-site evaluation of pathogen microbiology laboratories in Hangzhou was conducted in accordance with the Specification for the Evaluation of Biosafety Laboratory Management and the on-site evaluation results regarding laboratory infection risks were analyzed. **Results** The overall compliance rate with biosafety requirements among the inspected institutions in Hangzhou was 95.22%. There were differences in overall compliance rate among various types of institutions (χ^2 = 431.816, P < 0.001). The laboratories from different institutions showed differences in compliance rates (P < 0.05) in organizational management, laboratory facilities/equipment, personnel management, management of strains/samples, management of laboratory waste, housekeeping management, and fire safety management. No difference was observed in the compliance rates for routine management evaluation indicators (P > 0.05). **Conclusions** The laboratories in medical institutions of the county level and above and independent testing institutions in Hangzhou demonstrate good biosafety management status, whereas the management status of laboratories in private medical institutions, biotechnology enterprises, and township health centers needs improvement.

【Keywords】 medical institutions; laboratory management; biosafety laboratory; field evaluation; Hangzhou city

生物安全实验室是开展传染病防治、病原检测等相关研究的重要场所，同时也为实验人员免受病原感染和防止病原泄漏提供了重要的安全保障[1-2]。世界卫生组织（World Health Organization, WHO）于 1983 年发布了《实验室生物安全手册》[3]，我国也发布了《实验室生物安全通用要求：GB 19489—2008 》[4]、《病原微生物实验室生物安全通用准则：WS 233—2017》[5] 和《生物安全实验室建筑技术规范：GB 50346—2011》[6] 等重要的标准，明确了实验室相关的标准和规范。尽管目前已有诸多国家和国际标准以及实验室生物安全管理指南，但实验室在实施这些标准和指南时仍然面临重大挑战，尤其是在全球公共卫生事件频繁和实验室相关感染事件持续的背景下[1,7]。各类机构生物安全实验室需要面对大量临床患者的血液、体液、分泌物、排泄物等标本，

开放获取：CC BY-NC-ND 4.0　DOI：10.11847/zgggws1146356
基金项目：浙江省医药卫生科技计划项目（2023KY1001）
第一作者：董芳（1992—），主管技师，硕士，研究方向：病原微生物实验室生物安全管理。
收稿日期：2024-11-02　修回日期：2025-09-09　录用日期：2026-03-28
利益冲突：不存在　伦理审查：免除审查　出版授权：全体作者已与编辑部签署作者贡献声明及版权转让协议

也是各类临床微生物的汇集地，是导致实验室感染的潜在威胁[8–9]。传染病疫情对医疗机构检验实验室的生物安全和工作流程提出了严峻考验[10]。国内外多起实验室生物安全事故敲响了生物安全管理的警钟，凸显了加强生物安全实验室管理的重要性和紧迫性[11]。自 2022 年起，浙江省上线了“浙江省病原微生物实验室生物安全评价系统”（以下简称“评价系统”），并通过该平台持续开展实验室生物安全评价工作，以健全病原微生物实验室及其设立单位的规范化管理。本研究选取 2023 年杭州市实验室生物安全评价工作数据进行统计分析，以了解杭州市各类机构生物安全实验室的管理现状、感染风险及存在问题，并提出对策和建议。

1 对象与方法

1.1 对象 2023 年 6—9 月，选取杭州市范围内从事与人间传染的病原微生物菌（毒）种和生物样本相关检验检测、诊断、研究、教学等活动的 221 家病原微生物实验室设立单位及其下设 636 个已成功备案的生物安全实验室作为研究对象。实验室涵盖了各级医疗机构、独立检验检测机构、生物技术企业等多种类型单位，具有较强的代表性和普遍性。

1.2 方法 2023 年 6—9 月，杭州市卫生健康委组织杭州市病原微生物实验室生物安全检测质量控制中心，按照属地管理原则，联合各辖区卫生行政主管部门，依托“浙江省病原微生物实验室管理信息网”（以下简称“备案系统”）[12] 获取全市 622 家病原微生物实验室设立单位及其下设 1 555 个已备案实验室基本情况，并严格执行国家卫生健康委“现场检查覆盖率不低于 40%”的规定，采用随机抽样方法抽取 636 个实验室开展现场评价工作。杭州市卫生健康委组建杭州市生物安全专家队伍，并组织专家培训，旨在统一专业认知，提升专业技能与实际问题解决能力。专家成员均长期从事实验室生物安全工作，来源涵盖医疗机构、疾控机构、高校、海关、独立检验机构及生物技术公司，且均具有高级职称或担任生物安全管理人员职务，确保了评估工作的权威性与专业性。现场评价依据《生物安全实验室管理评价规范：DB33/T 2540—2022》[13]，涵盖组织管理、实验室设施设备、人员管理、菌（毒）种和生物样本管理、实验废物管理、实验室内务管理及材料标识、消防安保保密管理及其他日常管理八个方面。评价过程全程依托“评价系统”，实现了评价任务的电子化管理和整改审批的在线追踪。

1.3 统计分析 依据《生物安全实验室管理评价规范》，评价体系共设 45 项指标，其中单位层面 27 项，实验室层面 18 项。总指标数计算公式为：总指标数=单位数量×27+实验室数量×18。组织管理类指标在单位层面有 11 项，在实验室层面有 4 项，其数量计算采用相同方法：组织管理类指标数=单位数量×11+实验室数量×4。其他类别指标的数量计算依此类推。符合率计算公式为：符合率（%）=（符合指标数/总指标数）×100%。使用 Excel 2010 软件整理数据，采用 SPSS 22.0 软件进行统计分析，应用 χ^2 检验。检验水准 α=0.05（双侧）。

2 结 果

2.1 杭州市各类机构生物安全实验室总体情况（表 1） 截至 2023 年 5 月底，杭州市已有 622 家病原微生物实验室设立单位注册备案成功，其中医疗机构 307 家，占 49.36%；生物技术企业 208 家，占 33.44%；独立检验检测机构 85 家，占 13.67%；疾控机构 14 家，占 2.25%；其余机构 8 家，占 1.29%。622 家单位下共设有 1 555 个生物安全实验室，其中医疗机构有 913 个实验室，占 58.71%；疾控机构有 102 个实验室，占 6.60%；独立检验检测机构有 171 个实验室，占 11.00%；生物技术企业有 326 个实验室，占 20.96%；教育科研机构有 37 个实验室，占 2.38%；海关有 6 个实验室，占 0.39%。这些实验室中一级生物安全实验室（BSL-1）344 个，二级生物安全实验室（BSL-2）1 209 个，三级生物安全实验室（BSL-3）2 个。

表 1 2023 年杭州市各类机构生物安全实验室总体情况
Table 1 Overview of biosafety laboratories in various institutions in Hangzhou, 2023

实验室类型	医疗机构/个	疾控机构/个	独立检验机构/个	生物技术企业/个	教育科研机构/个	海关/个
BSL-1实验室	271	10	12	45	6	0
BSL-2实验室	641	91	159	281	31	6
BSL-3实验室	1	1	0	0	0	0
合计	913	102	171	326	37	6

2.2 杭州市抽检机构实验室基本情况（表 2） 本次抽检机构覆盖杭州市各辖区从事与人间传染的病原微生物菌（毒）种和生物样本有关的检测、诊断、研究、教学等活动的病原微生物实验室设立

单位，共计 221 家，占机构总数的 35.53%（221/622）；抽查机构下设立的实验室总数为 636 个，占实验室总数的 40.90%（636/1 555）。抽查的各类机构中 BSL-2 实验室数量有 517 个，占实验室总数的 81.3%。PCR 实验室的核心区一般被视为 BSL-2 实验室，其数量共 68 个，占 BSL-2 实验室的 13.15%。涉及新冠病毒、艾滋病病毒和结核分枝杆菌检测活动的实验室主要集中在省级、市级、区县级医疗机构。

表 2　2023 年杭州市被抽检机构实验室基本情况
Table 2　Basic information of laboratories in inspected institutions in Hangzhou, 2023

机构类别	单位数/家	实验室数/个	BSL-1实验室数/个	BSL-2实验室数/个	PCR实验室数/个	涉及新冠病毒检测活动的实验室数/个	涉及艾滋病毒检测活动的实验室数/个	涉及结核分枝杆菌检测活动的实验室数/个
省级公立医院	11	102	12	90	6	16	15	15
市级公立医院	13	92	10	82	12	34	19	15
区县级公立医院	27	149	11	138	21	41	33	13
乡镇卫生院	45	51	33	18	0	1	5	0
民营医院	45	66	32	34	2	6	17	0
独立检验检测机构	33	92	10	82	19	20	17	15
生物技术企业	47	84	11	73	8	15	9	6
合计	221	636	119	517	68	133	115	64

2.3　抽检的不同机构实验室生物安全总体评价指标的符合情况（表 3）　2023 年 6—9 月对杭州市 221 家单位及其下设 636 个实验室进行现场评价，生物安全总体指标符合率为 95.22%。各类机构实验室总体指标符合率差异有统计学意义（χ^2=431.816，P<0.001）。进一步分析发现，区县级及以上医疗机构与独立检验检测机构之间的总体评价指标符合率差异无统计学意义；乡镇卫生院与生物技术企业之间的总体评价指标符合率差异无统计学意义；区县级及以上医疗机构和独立检验检测机构的总体指标符合率高于乡镇卫生院、生物技术企业和民营医疗机构；乡镇卫生院、生物技术企业的总体指标符合率高于民营医疗机构，民营医疗机构总体评价指标符合率最低，为 88.98%。

表 3　不同机构实验室总体评价指标的符合情况
Table 3　Compliance status of overall evaluation indicators for laboratories in different institutions

机构类别	单位数/家	实验室数/个	评价指标总数/项	符合指标总数/项	符合率/%	χ^2值	P值
省级医疗机构	11	102	2 133	2 086	97.80	431.816	<0.001
市级医疗机构	13	92	2 007	1 949	97.11		
区县级医疗机构	27	149	3 411	3 345	98.07		
乡镇卫生院	45	51	2 133	1 989	93.25		
民营医疗机构	45	66	2 403	2 136	88.89		
独立检验检测机构	33	92	2 547	2 505	98.35		
生物技术企业	47	84	2 781	2 581	92.81		
合计	221	636	17 415	16 583	95.22		

2.4　抽检的不同机构实验室各项评价指标的符合情况（表 4）　不同机构实验室组织管理、实验室设施设备、人员管理、菌（毒）种和样本管理、实验废物管理、内务管理、消防管理评价指标符合率比较，差异均有统计学意义（P<0.05）；日常管理评价指标符合率比较，差异无统计学意义（P>0.05）。在 χ^2 检验基础上，采用 Bonferroni 方法进行多重比较。分析发现，在组织管理和内务管理方面，省、市、区县级医疗机构、独立检验检测机构的指标符合率高于乡镇卫生院、民营医疗机构和生物技术企业；在实验室设施设备方面，民营医疗机构和乡镇卫生院的指标符合率低于其他机构；在人员管理方面，民营医疗机构的指标符合率低于其他机构；在菌（毒）种和样本管理方面，民营医疗机构符合率低于独立检验检测机构，其他机构差异无统计学意义；在消防管理方面，民营医疗机构符合率低于乡镇卫生院，其他机构差异无统计学意义；在实验废物管理方面，民营医疗机构、生物技术企业符合率均低于市级、区县级医疗机构和独立检验检测机构。

表 4 不同机构实验室各项评价指标的符合情况(项，占比/%)
Table 4 Compliance status of evaluation indicators for laboratories in different institutions

评价指标	省级医疗机构	市级医疗机构	区县级医疗机构	乡镇卫生院	民营医疗机构	独立检验检测机构	生物技术企业	χ^2值	*P*值
组织管理	522(98.68)	500(97.85)	881(98.66)	659(94.28)	693(91.30)	722(99.31)	795(93.20)	117.891	<0.001
实验室设施设备	606(99.02)	539(97.64)	881(98.55)	267(87.25)	354(89.39)	535(97.99)	487(96.63)	155.902	<0.001
人员管理	223(98.67)	203(96.67)	339(96.31)	179(93.23)	168(75.68)	241(97.18)	245(93.51)	136.404	<0.001
菌(毒)种和样本管理	369(99.19)	349(98.59)	602(98.85)	420(99.29)	453(96.79)	469(99.58)	529(99.06)	19.419	0.004
实验废物管理	132(97.78)	129(98.47)	230(100.00)	179(96.24)	182(90.55)	187(98.42)	201(89.33)	50.890	<0.001
内务管理	196(91.16)	177(89.85)	311(95.69)	110(74.83)	131(74.01)	205(95.35)	162(75.35)	108.518	<0.001
消防管理	29(87.88)	39(100.00)	74(91.36)	131(97.04)	117(86.67)	95(95.96)	123(87.23)	20.617	0.001
日常管理	11(100.00)	13(100.00)	27(100.00)	44(97.78)	40(88.89)	33(100.00)	41(87.23)	9.917	0.059

3 讨 论

随着生物技术的飞速发展和突发公共卫生事件的增加，实验室生物安全管理的重要性日益凸显，生物安全管理已上升至国家战略层面[14]。生物安全相关法律法规和标准的建立[4–6]为实验室操作提供了全面的指导，各类机构的生物安全实验室在检测、识别和预防潜在的生物威胁方面发挥着至关重要的作用。

自 2007 年以来，浙江省各实验室按照原省卫生厅(现浙江省卫生健康委员会)要求，通过“备案系统”进行备案，便于上级管理部门对辖区实验室的日常备案管理工作进行监控，实现了对全省病原微生物实验室的统一规范管理[12]。此外，通过该系统的“通知公告”模块，发布了实验室管理与技能培训、生物安全管理体系构建、实验室生物安全风险管控培训等各类有关实验室生物安全的培训信息，使全省各机构实验室人员的生物安全知识和技能得到了显著提升[15]。自 2016 年以来，原杭州市卫生和计划生育委员会(现杭州市卫生健康委)持续组织开展实验室生物安全风险评估，各实验室及其设立单位的实验室管理更加规范[9]。2022 年，《生物安全实验室管理评价规范》作为浙江省首部专门用于生物安全实验室管理评价的标准开始实施，各辖区组织专家对实验室进行现场评价和技术指导，并全程依托“评价系统”开展生物安全监督检查和专项检查，实现了实验室监督检查的信息化管理。这使得实验室生物安全管理水平有了较大的提升，但仍存在一些问题。

本次研究结果显示，浙江省、市、区县级医疗机构和独立检验检测机构的实验室生物安全各项指标总体符合率较高，总体指标符合率分别为 97.80%、97.11%、98.07% 和 98.35%，实验室感染风险较低；相比之下，民营医疗机构、生物技术企业和乡镇卫生院的实验室生物安全各项指标总体符合率较低，总体指标符合率分别为 88.89%、92.81% 和 93.25%，实验室感染风险较高。这可能是由于区县级以上医疗机构和独立检验检测机构对实验室生物安全较为重视，人员相对稳定，并且参加了多次的实验室技能培训；而民营医疗机构、生物技术企业及基层医疗机构单位数量较多，且民营机构和生物技术企业停业、新建等变更频繁，导致卫生行政部门管理存在一定盲点。此外，各类企业(包括生物公司、化妆品企业、食品企业等)需要建立与市场监管局的沟通渠道，省市卫生行政部门应进一步发挥统一组织协调作用，通过联合其他行政主管部门，加强卫生监督执法人员和不同行业专家队伍的专项检查[16]。未备案的实验室主要集中在新建医疗机构、乡镇卫生院和企业。应尽快将这些应备未备的实验室纳入规范化管理，以减少生物安全实验室的感染风险。

生物安全实验室的管理水平直接关系到是否能有效防控实验室感染风险，实验室管理体系的建设至关重要[17]。在组织管理层面，民营医院的不符合项占比最多，达到 38.32%；其次是生物技术企业，占比 22.43%；乡镇卫生院占比 15.26%，反映出这些机构在管理体系方面较为薄弱，尤其是风险评估和体系文件两个方面，其不符合项占组织管理层面不符合项的 42.06%。实验室的设施设备是防护实验人员和环境免受生物侵害的重要屏障，是生物安全实验室的重要保障[18]。民营医疗机构和乡镇卫生院在设施设备方面的不符合项占比达 56.72%。在这些不符合项中，洗手、洗眼及喷淋装置的问题最多，占比 44.74%，其次是消毒和灭菌设备以及门禁管理系统不规范，占比 39.47%，这些问题亟待进一步规范。生物安全实验室的设备需要精心运行维护，才能充分发挥其保护效能，从而降低实验室感染风险，最大限度地避免生物安全事故的发生[19]。有研究表明，80% 的实验室感染事件可归因于人为错误，这凸显了实验室人员培训管理的重要性[20–21]。在人员管理中，实验室人员培训的不符合项最多，占比达 65.12%。具体问题包括新入职人员未进行上岗培训、实验室人员未定期培训、管理人员未在三年内参加省级继续教育培训等。其中，民营

医疗机构的不符合项占比达 43.75%。缺乏有针对性的培训和应急演练难以确保实验室人员和环境的安全[22]。因此，建议实验室加强有针对性的教育和培训，确保所有实验人员在紧急情况下都能快速准确地作出反应，有效降低实验室感染风险。

本次实验室现场评价结果表明，民营医疗机构、生物技术企业和乡镇卫生院等基层医疗机构的生物安全管理较为薄弱。针对这些问题，提出以下建议：首先，省市卫生行政部门应进一步发挥统一组织协调作用，各级卫生行政主管部门需要通过联合其他行政主管部门，梳理并明晰各部门职责和工作任务，有效预防、快速应对和及时控制实验室生物安全意外事故和生物恐怖事件，最大限度地减少可能造成的危害。这将促进各机构和各行业之间的相互沟通和学习，强化实验室人员的生物安全意识，确保病原微生物实验室的生物安全工作落到实处。其次，加大对实验室人员的培训力度，特别是新入职员工和转岗员工，必须接受系统的生物安全知识培训，并定期进行复训。培训内容应涵盖生物安全法律法规、操作规程、应急处理等方面，提高人员的安全意识和操作技能。最后，利用现代信息技术手段，如物联网、大数据等，建立多部门共享生物安全信息平台。通过实时监控、数据分析等手段实现对实验室生物安全风险的精准预警和有效控制。通过这些措施，可以全面提升实验室的生物安全管理水平，有效降低实验室感染风险，确保实验室人员和环境的安全。

数据可用性声明　原始数据来自杭州市 2023 年生物安全实验室设立单位及其下设生物安全实验室的备案和评价信息。研究内容免除伦理审查，部分汇总数据已在论文中呈现，进一步查询可联系通信作者。

参考文献

[1] Tang Q, Yan F, Yuan L, et al. Enhancing laboratory biosafety management: a comprehensive strategy from theory to practice[J]. Frontiers in Public Health, 2024, 12: 1439051.

[2] Liu H T, Liu L P, Zhang J H, et al. A survey of laboratory biosafety and protective measures in blood transfusion departments during the COVID-19 pandemic[J]. Vox Sanguinis, 2021, 116(6): 682-691.

[3] 张彦国. WHO《实验室生物安全手册》(第 4 版草案) 简介 [J]. 暖通空调, 2020, 50(6): 81-85.

[4] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 实验室 生物安全通用要求: GB 19489—2008[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.

[5] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 病原微生物实验室生物安全通用准则: WS 233—2017[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.

[6] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 生物安全实验室建筑技术规范: GB 50346—2011[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011.

[7] Pappas G. The Lanzhou *Brucella* leak: the largest laboratory accident in the history of infectious diseases?[J]. Clinical Infectious Diseases, 2022, 75(10): 1845-1847.

[8] 谢曙光, 李云珍, 苏坤华, 等. 独立医学实验室在实验室感染控制与管理方面的探讨 [J]. 检验医学与临床, 2022, 19(7): 1000-1002.

[9] 刘诗川, 胡薇薇, 岑斌, 等. 杭州地区医疗机构生物安全实验室感染防控风险调查 [J]. 中华医院感染学杂志, 2023, 33(19): 3037-3040.

[10] Lv J, Yang J, Xue J, et al. Investigation of potential safety hazards during medical waste disposal in SARS-CoV-2 testing laboratory[J]. Environmental Science and Pollution Research, 2021, 28(27): 35822-35829.

[11] Qasmi S A, Khan B A. Survey of suspected laboratory-acquired infections and biosafety practices in research, clinical, and veterinary laboratories in Karachi, Pakistan[J]. Health Security, 2019, 17(5): 372-383.

[12] 高颜超, 胡雪利, 陈伟, 等. 浙江省生物安全实验室智慧化监管实践与展望 [J]. 实验技术与管理, 2024, 41(1): 232-238.

[13] 浙江省市场监督管理局. 生物安全实验室管理评价规范: DB33/T 2540—2022[S]. 浙江: 地方标准信息服务平台, 2022.

[14] 陈方, 张志强, 丁陈君, 等. 国际生物安全战略态势分析及对我国的建议 [J]. 中国科学院院刊, 2020, 35(2): 204-211.

[15] 陈新元, 徐雪琴, 陈丽玲, 等. 温州市病原微生物实验室生物安全骨干实践培训效果分析 [J]. 全科医学临床与教育, 2024, 22(5): 436-439.

[16] 胡薇薇, 曹芳红, 陈树昶, 等. 生物安全实验室备案管理现状分析与对策研究 [J]. 中国卫生检验杂志, 2023, 33(8): 1022-1024.

[17] 詹宇, 朱钦磊. 我国低等级生物安全实验室管理体系探究 [J]. 中国医药科学, 2024, 14(4): 174-178.

[18] 裴云飞, 柴海燕, 孙衍波, 等. 食品药品检验机构生物安全实验室设施设备运行维护管理探讨 [J]. 中国药师, 2022, 25(6): 1064-1067, 1081.

[19] Liu Y, Guo Y Y, Li S S, et al. Investigation and analysis of the biosafety awareness of laboratory staff involved in the detection of pathogens in seven provincial Centers for Disease Control and Prevention in China[J]. Biosafety and Health, 2021, 3(4): 224-229.

[20] 夏承莉. 浅析实验室人员管理工作 [J]. 中国检验检测, 2023, 31(4): 93-96, 84.

[21] 庞欣. 食品检验检测实验室人员和仪器设备管理面临的挑战及策略 [J]. 食品安全导刊, 2024(11): 54-56.

[22] Lin K L, Liu M X, Ma H R, et al. Laboratory biosafety emergency management for SARS-CoV-2[J]. Journal of Biosafety and Biosecurity, 2020, 2(2): 99-101.