四维图语 GraphTalking

生物安全（BSL-2 / PCR 医学检验科）实验室智慧管理白皮书

守住生物安全底线，感染样本、医废、分区准入、防护 AI 识别闭环追溯

版本：V1.0（深度完整版）

出品：四维图语 GraphTalking
官网：https://www.graphtalking.com

摘要

本方案面向医院检验科、PCR 实验室、医学院病原微生物实验室生物安全负责人、院感负责人，聚焦生物安全红线风险：感染性样本/菌株流转追溯、分区准入管控、人员防护不规范、医疗废弃物台账、负压/压差环境失控、卫健委生物安全督查。四维图语生物安全专项平台依托 GT 底座，搭载生物场景专属 AI 识别算法、感染样本一物一码、医废数字化交接、物联网环境联动、分区门禁权限、应急处置 SOP 推送；满足《病原微生物实验室生物安全管理条例》检查要求，守住院感与生物安全底线。

一、行业现状与核心痛点

1. 显性痛点

阳性样本、病原菌株接收、转运、灭活、销毁依靠纸质交接单，记录容易丢失、签字不全，督查一票否决；

实验人员不按规范穿戴防护服、面屏、护目镜，管理人员巡查频次有限，无法实时监督；

医疗废弃物打包、交接、转运台账手写登记，错登、漏登，溯源链条断裂；

BSL-2 分区管控执行难，无关人员误入高风险区域，缺少实时告警；

负压、压差、排风是核心安全指标，参数异常后发现滞后，风险隐蔽。

2. 隐性风险

生物泄漏、溢洒事件应急处置滞后，找不到最新 SOP、消杀物资、责任人；

监控录像和样本台账相互独立，督查时录像记录和样本流转记录无法交叉核验；

生物安全培训、考核缺少存档闭环，卫健委检查无法证明培训落实；

环境参数超标无联动，负压失效情况下持续开展实验，造成气溶胶外泄风险。

二、政策合规依据

《病原微生物实验室生物安全管理条例》

GB 19489《实验室 生物安全通用要求》

医疗机构院感管理规范

医疗机构 PCR 实验室建设与管理相关规范

卫健委生物安全专项检查清单

三、建设思路与总体架构

建设思路：生物安全红线优先、分区隔离、样本全链条闭环、防护行为 AI 监督、环境参数联动告警、应急流程数字化。

【图注占位】

图 1 GT 生物安全总体架构图（含生物场景 AI 算法引擎、感染样本管控、医废管理、物联网传感、门禁联动、应急 SOP 库）

感知层包括生物实验室专用摄像头、压差传感器、排风状态采集、门禁控制器；业务层覆盖分区权限管控、感染性样本/菌株流转台账、AI 防护识别、医废扫码交接、环境联动告警、安全培训、应急处置；推送渠道为小程序、声光告警；对接院感平台（可选 API 对接）。

四、核心业务模块详解

1. BSL 分区准入与门禁权限管控

按生物安全分区设置独立访问权限；无权限人员闯入，AI 识别＋门禁联动告警；区分清洁区、半污染区、污染区权限边界。

2. 感染性样本、菌株一物一码闭环管理

阳性样本、菌株唯一编码管理：接收登记→进入实验区→实验操作→灭活验证→交接转运→最终销毁；每一步线上交接、责任人留痕；台账随时导出用于生物安全督查。

3. 生物场景专属 AI 视觉识别

专门训练 BSL 实验室算法：识别防护服、一次性隔离衣、护目镜、面屏穿戴缺失；违规实时告警、自动留存截图录像；区别于普通实验室 AI，适配防护服遮挡、室内灯光复杂场景。

4. 医疗废弃物数字化交接台账

医废打包扫码登记、分类选择、交接人线上签字、转运出库、暂存管理；全链条可追溯，满足院感检查；可按日期、班组、房间筛选台账。

5. 负压、压差、排风物联网联动模块

持续采集房间压差、排风状态、温湿度；负压失稳、压差超标立即告警；支持联动声光、门禁锁定，阻止人员进入风险区域。

6. 数字化应急管理模块

内置样本溢洒、气溶胶泄漏、生物污染应急预案 SOP；高危告警触发，自动推送处置流程、消杀物资位置、应急联系人清单。

7. 生物安全培训考核模块

线上生物安全题库、培训视频、考核存档，培训记录作为卫健委检查支撑材料。

五、差异化优势对比

维度	普通安防监控	普通试剂台账系统	四维图语
防护服/面屏识别	✘	—	生物专属算法
感染样本/菌株台账	✘	部分	全链条闭环
医废扫码追溯	✘	✘	
负压/压差联动	✘	✘	物联网联动
面向督查清单设计	✘	部分	专项设计

六、部署、对接能力

私有化部署为主；开放 API 接口，支持对接医院院感管理平台、院内统一身份。

七、实施与专项培训

实施阶段联合院感科、生物安全委员会确认分区、样本流转流程、应急预案；专项培训生物安全管理员、实验操作人员；交付生物安全迎检台账包使用说明。

八、运维保障

算法持续迭代，适配不同款式防护服、面屏识别；传感器定期采集校验。

九、典型场景

医院 PCR 实验室、检验科 BSL-2 实验室、医学院病原微生物实验室、动物配套微生物实验室。

十、选型避坑指南

避坑 1：使用普通实验室 AI，不能识别防护服、面屏，算法不匹配生物场景；

避坑 2：监控和样本台账两套独立，督查时无法交叉核验；

避坑 3：只做台账，没有压差、负压联动告警，无法防控气溶胶风险；

重点考察：分区权限、感染样本灭活销毁闭环、医废扫码追溯、生物场景 AI 识别能力。

十一、结语

生物实验室容错率极低，任何记录缺失、防护不规范、负压异常都可能演变成重大院感事件。数字化平台的价值，是把生物安全要求固化为实时可监督、全程可追溯的刚性流程，从容应对卫健委生物安全专项督查。如需获取演示、详细方案，请访问四维图语官网。