

现代医学实验室环境智能管控

同济大学 沈晋明 博士 教授

www.chinaacac.cn

实验室环境控制重要性

- 随着对疾病不断探索与深入认识，越发重视医学实验室、高科技设备不断采用、要求提高，智能化、信息化水平提升，相应的实验室设施容量加大。
- 先进的、新型的实验室也不断出现，是医学发展较快的领域，促使实验学科内涵改变，临床功能扩展。
- 由于实验与检验设备的不断发展，对环境控制提出了新的要求。要求建筑设施具有一定灵活性。只有对新工艺、新装备、新出现的污染物特性充分认识，才能做好实验室环境控制，保护医护人员与环境。
- 针对医学实验室种类不同，提出相应的对策。以控制实验室内污染，消除实验室感染风险，保障实验室工作，保护实验过程、工作人员与外界环境安全。

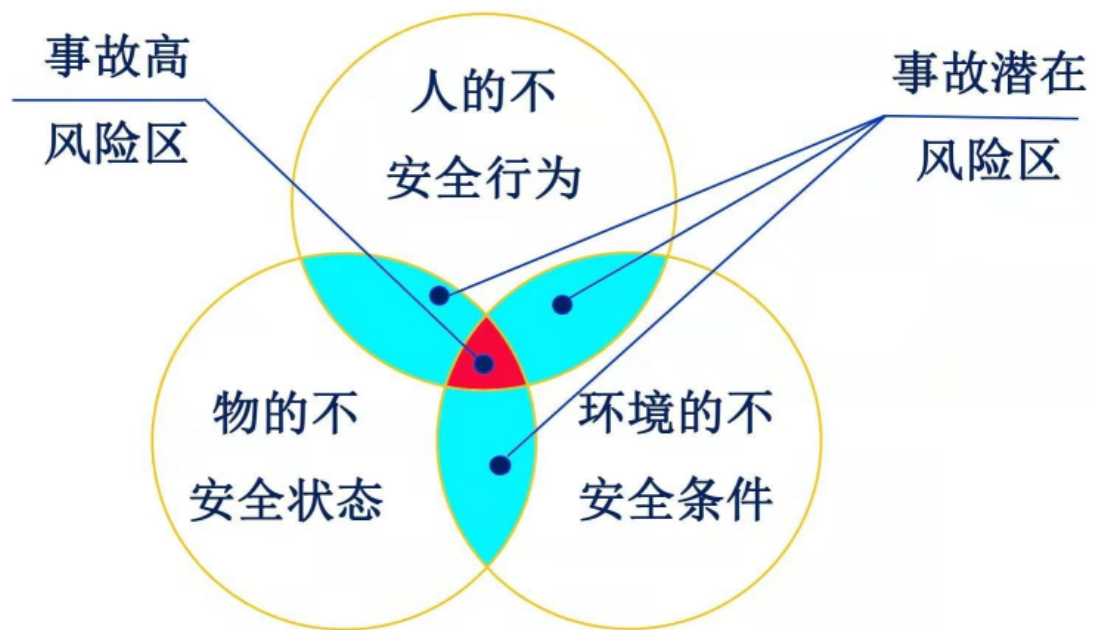


医学实验室环境管控



- 医学实验室环境控制以保证实验过程的需求，使室内实验人员在安全、健康与舒适状态下工作，使实验室内设备、样本、试剂、器材等不受污染、处于良好状态。
- 实验室环境控制应保证对技术工作区域中温湿度、微生物、化学、放射和物理危害的防护水平控制与经过评估的风险程度相适应，并为关联的办公区域和临近的公共空间提供安全的工作环境，以降低周围社区的风险。
- 医学实验室环境参数及储存生物样本的低温冰箱、恒温箱等设备的温湿度需要不间断在线监控。
- 医学实验室不时出现事故，监控越来越显得重要。

实验室意外事故分析



- 实验室事故风险很多，往往归类于人的不安全行为、物的不安全状态和环境的不安全条件。
- 著名的“三圆环”事故致因理论指出，这三者均是潜在风险因素。任何事故高风险都是由人的不安全行为、物的不安全状态和环境的不安全条件三方面因素的同时出现（红区）而引发的。避免事故高风险关键要消除人的不安全行为、物的不安全状态和环境的不安全条件。本讲演重点在于实验环境管控。
- 管控就是将这些核心隐患问题处于受控的关键手段。

医学实验室环境控制

- 实验室设备多、发热量大，排风量大，工作时间长，其空调系统以及冷热源宜与医院大系统分开。通风空调系统根据检验区域内不同控制区、操作对象的危害程度、室内控制要求、平面布置等合理划分。并考虑采取有效措施避免污染和交叉污染。
- 医学实验室许多操作会产生有害气溶胶，应设通风柜（生物安全柜）、万向排风罩、仪器室（柜）、试剂室（柜），并对贮藏贵重药物和剧毒药品的设施设置相应的通风系统。
- 细菌检验的接种室与培养室之间应设传递窗。
- 实验室应设洗涤设施，细菌检验应设专用洗涤、消毒设施，每个检验室应装有非手动开关的洗涤池。检验标本应设废弃消毒处理设施。
- 危险化学试剂附近应设有紧急洗眼处和淋浴。
- 检验室应设置双路电源与不间断电源（UPS）



我国综合医院建筑设计规范GB51039

- 5.1.12/2 手术室、实验室、中心实验室和病理科等医院卫生学要求高的用房，其室内装修应满足易清洁、耐腐蚀的要求。
- 5.1.12/3 实验室、中心实验室和病理科的操作台面应采用耐腐蚀、易冲洗、耐燃烧的面层。相关的洗涤池和排水管亦应采用耐腐蚀材料。
- 7.3.4 化验室、处置室、换药室等污染较严重的场所应设局部排风。
- 7.1.10 集中空调系统的送风量不宜低于6次/h。
- 7.1.13 医疗用房的集中空调系统的新风量每人不应低于40m³/h，或新风量不应小于2次/h。对人员多的场所，新风量宜能调节。



Au-640全自动生化分析仪



XT-2000I全自动血球分析仪

我国综合医院建筑设计规范GB51039

- 医学检验室用房位置及平面布置应符合下列要求：

- 1 应自成一区，临近门、急诊，微生物学检验应与其他检验分区布置。
- 2 微生物学检验室应设于实验室的尽端。

- 实验室用房设置应符合下列要求：

1 应设临床检验、生化检验、微生物检验、血液实验、细胞检查、血清免疫、洗涤、试剂和材料库等用房。

- 2 可设更衣、值班和办公等用房。

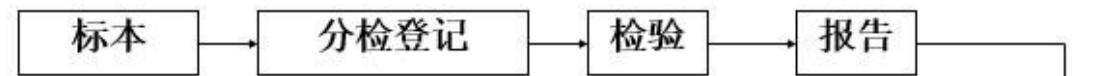
- 医学检验室应设外部区域与核心区域。

- 1 外部区域：HIV筛查、微生物、PCR实验室等，宜独立设置在外部。
- 2 核心区域：检验样本量大、检测频率高、要考虑设施资源共享。

- 相邻实验室部门之间如有不相容的业务活动，应有效分隔。在检验程序可产生危害，或不隔离可能影响工作时，应制定程序防止交叉污染。

- 必要时，实验室应提供安静和不受干扰的工作环境。安静和不受干扰的工作区包括：如，细胞病理学筛选、血细胞和微生物的显微镜分类、测序试验的数据分析以及分子突变结果的复核。

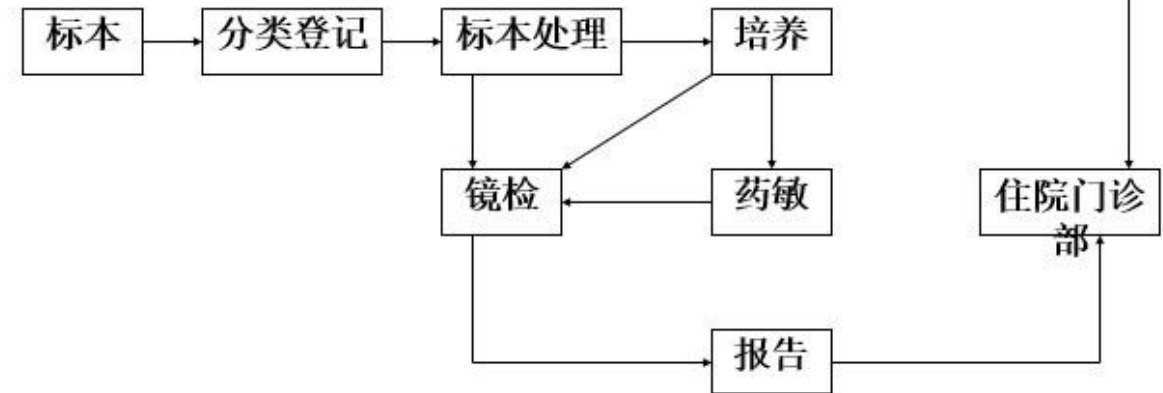
(1) 血尿便常规检验；



(2) 生化、免疫检验；

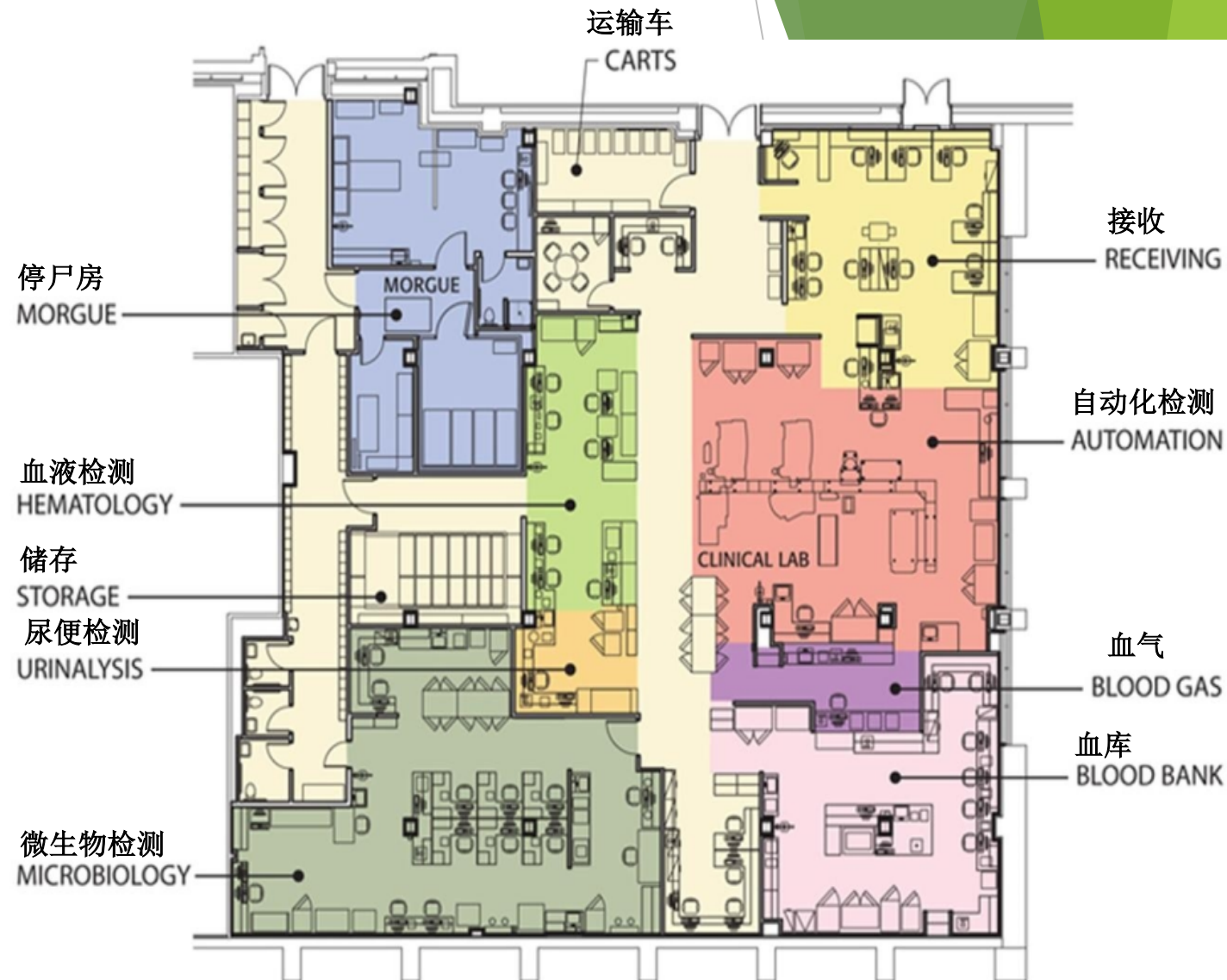


(3) 微生物检验；



实验室平面布局

- 医学检验室区域设计与划分
- 核心医学实验区域应划分为：清洁区、缓冲区和污染区
- 清洁区：办公室、会议室、更衣室、休息室等；
- 缓冲区（半污染区）：洗手（冲洗、消毒与干燥）、储存室、供给室、试剂冷藏室、常温冷藏室等；
- 污染区：工作区、洗涤区、标本储存室等。其中工作区包括，标本接受区（集中签收、编号、离心）、生化室、免疫室、临检室等，要处于负压。
- 其中工作区：包括仪器设备、试验台、人员操作区。应根据现有设备种类数量、运行要求、操作空间布置、并留有以后发展需求的空间。工作台面通道宽度不应小于1.20m。仪器设备间要留有维修通道。
- 一般不应将门急诊与住院检验分开，以提高设备与人员使用效率。



医学实验室自动化检测系统

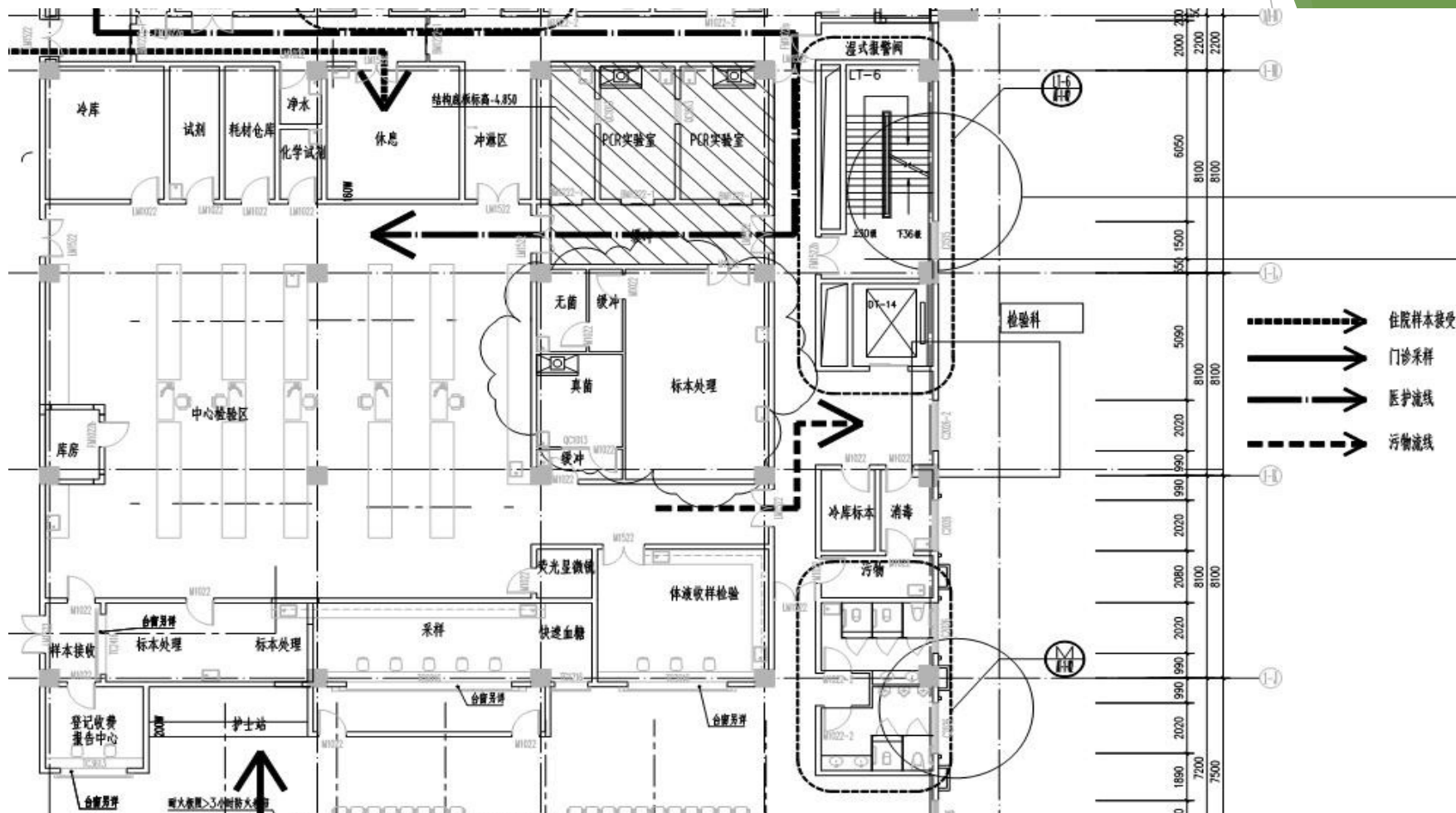
- 要关注医学实验室的设备的进步对实验环境控制影响。
- 自动化检测系统，只需较少人工操作和干预，系统可以自动进行检测，给出试验结果。标准化操作减少了误差，提高检测过程的生物安全性。
- 医学实验室越来越多设置自动化检测系统，缩短出报告时间，提高工作效率和检验量，在设置时应确保使用方安全、高效、人性化，更好为临床一线服务。
- 自动检验设备要设置集中污液处理管道与设备。
- 由于自动化检测设备处理量很大，设计时必须充分评估，合适选用。不能盲目攀比、造成使用效率很低。
- 实验室设计所取的实验室样本量=1.2*日门诊量



自动检验设备改变了实验室的流程与布局



现代 医学 检验室 平面 布局



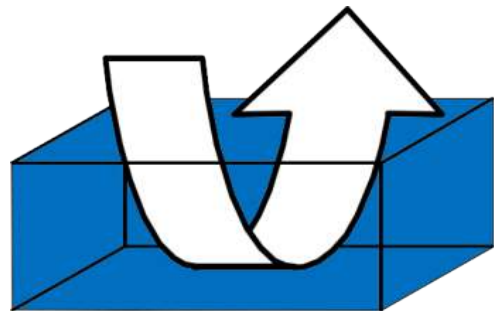
医学实验室净化空调设施

- 医学实验室按要求划分清洁区、半污染区与污染区，设置相应的净化空调系统。宜采用全空气通风空调系统。
- 清洁区可以采用风机盘管+新风系统，规范规定新风量按 $40\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{p}$ 或者 $2\text{次}/\text{h}$ 确定，换气按 $6\text{次}/\text{h}$ 确定，相对于周围区域宜维持正压；
- 处于半污染区的中心化验区，存在大量设备发热量，需要 12 甚至 24h 运行；供冷时间长甚至可能全年供冷，宜采用冷媒直接膨胀式空调系统，新风量宜按 $12\text{次}/\text{h}$ 确定；
- 有净化要求的洁净医用实验室按洁净度级别采用相应的换气次数、过滤器设置与压差控制；
- 污染区各实验单元的空调通风系统应分别独立设置；属于BSL-2b2类的实验室宜采用全新风直流式空调系统；
- 实验室内空气流向应从“清洁”区域流向“污染”区域；污染区宜采用上送下排气流组织；半污染区宜采用上送下排气流组织；清洁区允许采用上送上回气流组织。

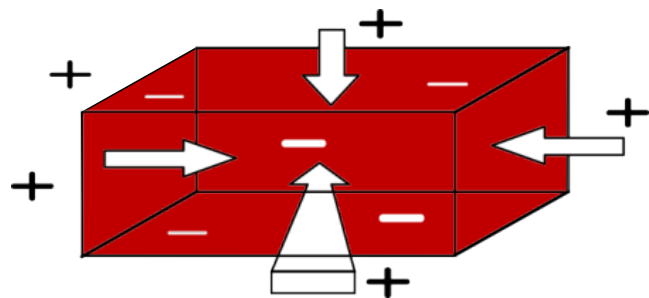


医学实验室设计参数

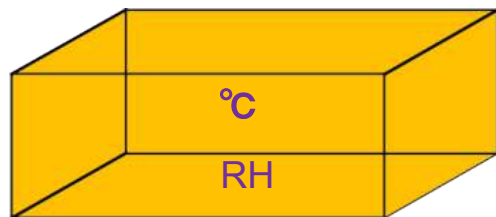
换气次数
工作时: 6-12ACH
非工作时: 3-6ACH



压力
实验室区域相对于非实验室区域保持微负压
(-2.5至-5Pa)



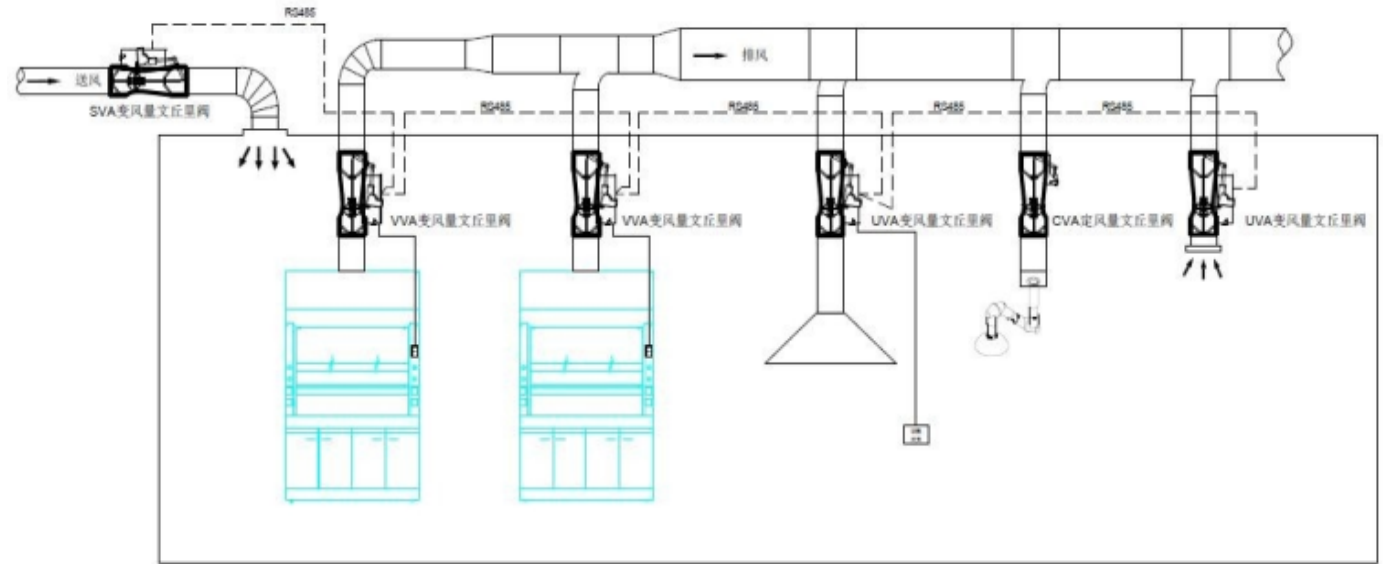
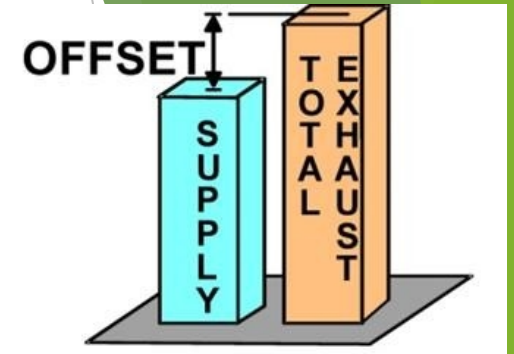
温湿度
温度: 21~24°C
相对湿度: 30~70%



- 实验室除了换气次数、温湿度、IAQ（污染物浓度）外，压差控制更为重要。
- 实验室要维持有序的压力梯度，压力级差2.5Pa至5Pa，强调压差在于形成定向气流，而不是强调压差值控制。
- 以保证定向气流的流向：清洁区→缓冲区→污染区。污染区中工作区→污物洗涤区→微生物实验室→污物出口。
- 医学实验室生物安全水平为二级微生物实验室，要求设置二级生物安全工作台。针对生物安全工作台开启与关闭，需设置室内压力的自动控制措施。

医学实验室压差控制

- 压差建立在送排风量的差值，稳定压差在于室内风量平衡控制
- 从净化或安全要求，实验室需要维持一个最小换气次数；
- 检验室内通风柜、生物安全柜在使用过程中不断在改变排风量。要求在任何时候检验室维持适当的负压，这需要动态控制差值不变；
- 并要求在检验室无人使用时，降低换气次数，同时要保证负压. 负压不会因使用方式而变化；
- 为此要求配置良好的自控系统与变风量风阀。



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
<https://d.book118.com/408066064000006106>