

南开大学文件

南发字〔2018〕41号

关于印发《南开大学实验室建设、改造技术安全指南（试行）》的通知

各学院、各单位、机关各部门，附属医院：

《南开大学实验室建设、改造技术安全指南（试行）》业经2018年6月12日第六次校长办公会议审议通过，现印发你们，请遵照执行。

南开大学

2018年6月27日

（此件主动公开）

南开大学实验室建设、改造技术安全指南 (试行)

为加强我校实验室技术安全管理，从源头规范实验室新建、改建、扩建、装修等活动，依据《科学实验室建筑设计规范》《建筑设计防火规范》《生物安全实验室建筑技术规范》《医学实验室安全要求》《特种气体系统工程技术规范》等标准，参考《实验室设计与建设指南》(黄家声主编)和《高校实验室安全检查项目与检查要点(2017年)》，制定本指南。

因实验室类型多样，涉及内容广泛，本指南仅适用于常规实验室的一些基本要求，未尽事宜或与国家现行有关标准、法律法规相冲突之处，请参照专业实验室设计规范、国家标准或法律法规执行。

第一章 实验室建筑空间标准

一、实验区域空间标准

1.1 室内净高

常规实验室和研究工作室的室内净高：当不设置空气调节时，不宜低于 2.70m；设置空气调节时，不应低于 2.40m。走道净高不应低于 2.20m。专用实验室的室内净高应按实验仪器设备尺寸、安装及检修的要求确定。

1.2 开间

常规实验室标准单元开间应由实验台宽度、布置方式及间距决定。实验台平行布置的标准单元，其开间不宜小于 6.60m。

1.3 进深

常规实验室标准单元进深应由实验室台长度、通风柜及实验仪器设备布置决定，且不宜小于 6.60m，无通风柜时，不宜小于 5.70m。

1.4 窗

设置采暖及空气调节的科学实验建筑，在满足采光要求的前提下，应减少外窗面积。设置空气调节的实验室外窗应具有良好的密闭性及隔热性，且宜设不少于窗面积 1/3 的开启窗扇。

底层、半地下室及地下室的外窗应采取防虫及防啮齿动物的措施。

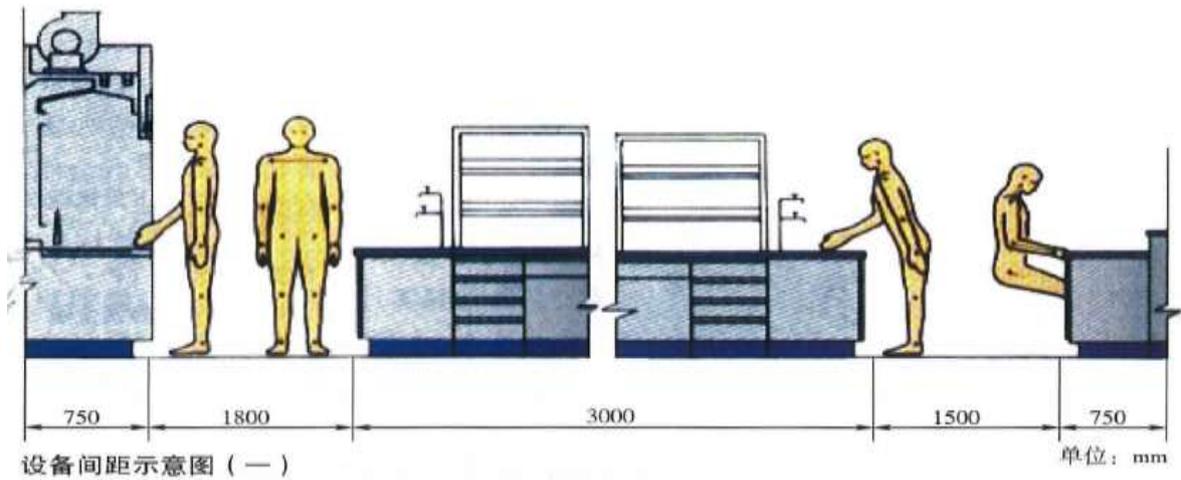
1.5 门

由 1/2 个标准单元组成的实验室的门洞宽度不应小于 1m，高度不应小于 2.10m。由一个及以上标准单元组成的实验室的门洞宽度不应小于 1.20m，高度不应小于 2.10m。有特殊要求的房间的门洞尺寸应按具体情况确定。实验室的门扇应向外侧开启，设置观察窗。

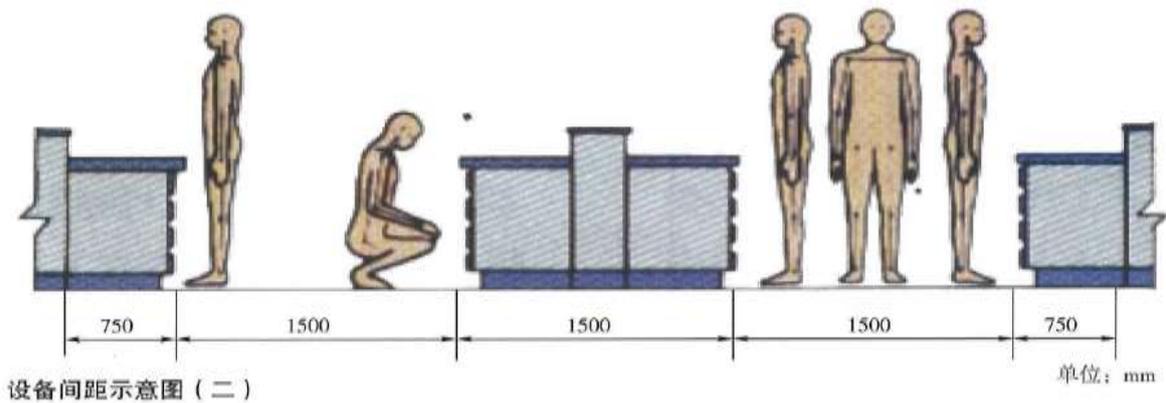
1.6 设备间距

靠两侧墙布置的边实验台之间的净距不应小于 1.50m。当靠一侧墙改为布置通风橱或实验仪器设备时，其与另一侧实验台之

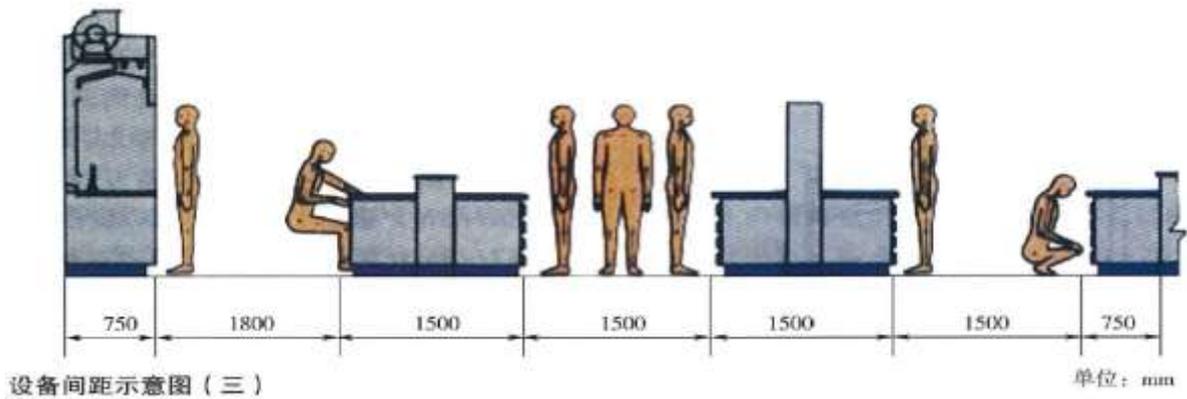
间的净距不应小于 1.80m。



由一个标准单元组成的常规实验台，靠两侧墙布置的边实验台与房间中间布置的岛式或半岛式中央实验台之间的净距不应小于 1.50m。

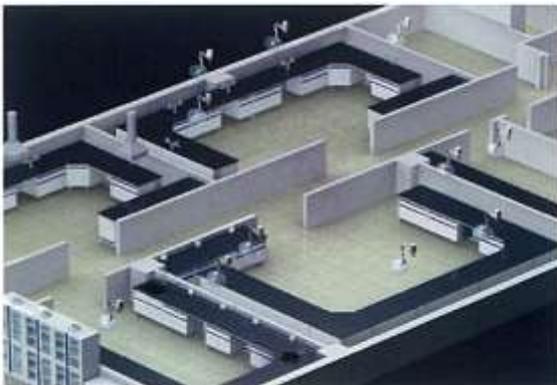


布置通风橱或实验仪器设备时，其与实验台之间的净距不应小于 1.80m。实验台的端部与走道墙之间的净距不宜小于 1.20m。



1.7 实验台布置

常见的实验台由岛式或半岛式中央实验台，边实验台。不宜贴靠有窗外墙布置边实验台，岛式或半岛式中央实验台不宜与外窗平行布置。必须与外窗平行布置时，其与外墙之间的净距不应小于 1.30m。



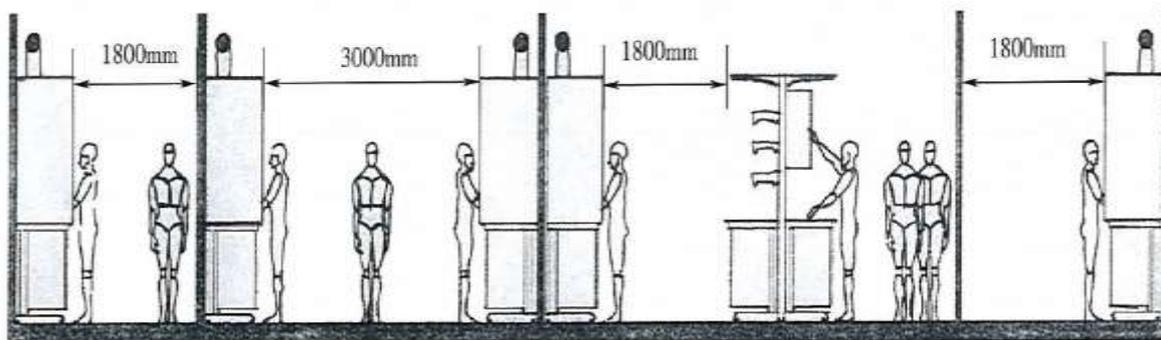
实验台布置图(一)



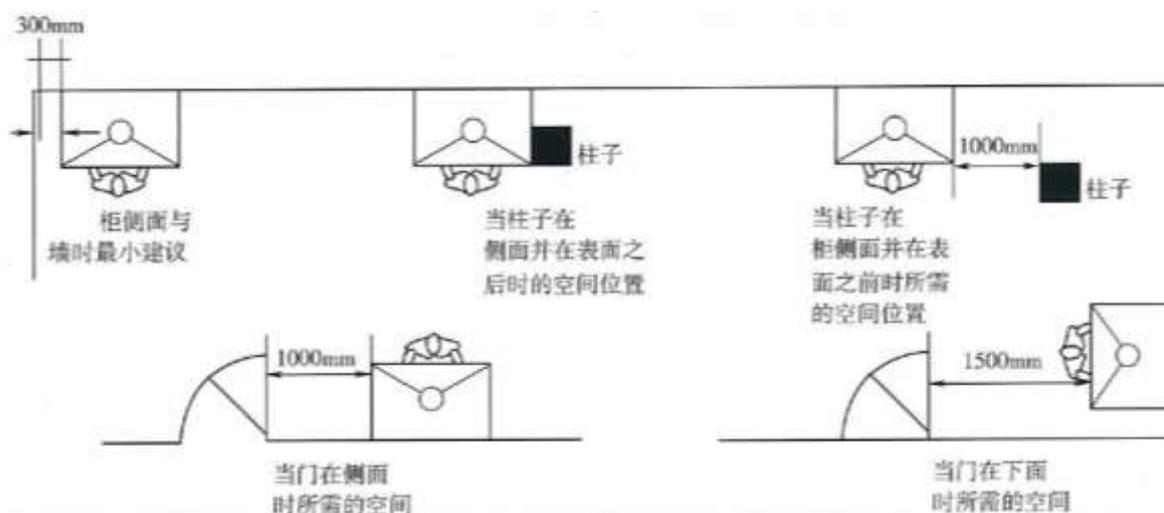
实验台布置图(二)

1.8 通风橱布置

(1) 两台通风橱对放时建议空间 3m，通风橱与中央台最小建议空间 1.80m，通风橱与对墙时的建议空间 1.80m，通风橱应留有 1m 的非干扰区及建议 1m 的走道。



(2) 通风橱与墙壁的距离 0.30m，通风橱侧对门开建议最小空间 1m，通风橱正对门摆放最小距离 1.80m，人背对门操作通风橱最小距离 1.50m。



1.9 承重

大型仪器设备、机械等应尽量放置在实验室一楼（无地下室）。如需放在其它楼层，应充分考虑承重等因素。

二、辅助区域空间标准

2.1 走廊

单面布房最小净宽不应小于 1.30m，单走道双面布房最小净宽不应小于 1.60m，走廊地面有高差时，当高差不足二级踏步时，

不得设置台阶，应设坡道，其坡度不宜大于 1:8。

2.2 楼梯

楼梯设计必须符合国家现行的建筑设计防火规范的规定。经常通行的楼梯，其踏步宽度不应小于 0.28m，高度不应大于 0.17m。四层及四层以上的科学实验建筑宜设电梯。

2.3 更衣间

科学实验建筑宜设更衣间，每人使用面积不宜小于 0.60m²，且应设更衣柜及换鞋柜。可采用集中式、分散式或两者结合的布置方式。

2.4 采光

常规实验室、研究工作室宜利用天然采光，房间窗地面积比不应小于 1:6。利用天然采光的阅览室窗地面积比不应小于 1:5。

2.5 隔声

常规实验室、学术活动室允许噪声等级不宜大于 55dB；研究工作室、阅览室允许噪声级不应大于 50dB。产生噪声的公共设施等用房不宜与实验室、研究工作室、学术活动室及阅览室贴邻，否则应采用隔声及消声措施。

2.6 隔振

产生振动的公共设施等用房不宜与实验室、研究工作室、学术活动室及阅览室贴邻，且宜设在底层或地下室内，其设备基础等应采取隔振措施。设在楼层或顶层的空调机房、排风机房等，

其设备基础等应采取隔振措施。

第二章 实验室系统工程

一、实验通排风专项工程

1.1 技术规范及标准

实验室通风控制系统要求总则：实验室通风系统应符合国家及国际标准和规范的要求。

(1) 设计布局：实验室通风系统设计考虑安全与节能，除个别房间外，均采用变风量通风，并在符合工艺合理布局的情况下尽量减少通风系统数量及所占用的风道井空间。

(2) 安全性：实验室通风系统必须保证工作人员的安全和健康，首先要控制通风柜入口具有合适的面风速，其次要控制实验室房间相对其他办公、走廊等区域为一定负压，送风应是全新风系统，补风必须跟随排风迅速动作，整个房间送排风气流组织做到合理分布。

(3) 经济节能：根据工艺布局情况，合理设计排风系统，考虑分区使用便利降低将来运行成本的情况下，尽量减少通风系统，以降低通风管道占用空间及设备投资。除个别排风系统外，以变风量通风系统为主，实现节能。

(4) 技术先进性与成熟度：采用国际先进的实验室通风空调系统控制方案与设备，具有高品质的控制和可靠的安全性，控制系统具有独立和集中监控功能。

(5) 安装使用灵活性：本次设计充分要考虑建筑构造上的限制以及实验室格局可能变化需要增加或调整部分排风柜的可能，预设合适的管道井空间。

(6) 通风柜的防护：安全的面风速控制，控制面风速 0.4-0.6m/s。控制浓度 $\leq 0.5\text{ml/m}^3$ ，响应时间 1s，面风速偏差 $\leq \pm 20\%$ ，噪声 $\leq 60\text{dB (A)}$ 。

(7) 房间压力：气流组织从办公、管理用房、内走道到产生危险物质的实验房间。通风柜的位置布置应该在远离空气流动、紊流大的地方，远离行走区域和空气新风区。新风从远离通风柜的地方引入，空气流动路径远离通风柜，防止气流对通风柜的面风速产生扰动。某些较小的房间为避免气流扰动对通风柜面风速的影响，应该避免设置散流器或者在通风柜 1.5 米范围内部设置散流器。

(8) 房间最小换气次数：适当的换气量控制，化学实验室换气次数不小于 8 次/小时，无人时换气次数可减少为 4-6 次/小时。

(9) 可控性：实验室暖通及气流控制系统的集中监视要求。

1.2 排风与补风系统主要设备技术要求

1.2.1 排风机及排风设备

(1) 排风风机选用优质耐酸碱腐蚀的玻璃钢变频离心风机，风机性能曲线优良，满足风量、风压要求。

(2) 选用的风机必须满足节能的需要。

(3) 所有的排风机全部安装在不影响周围环境的区域，实验室的排风必须实现高空排放，排风机的外部排风口应远离实验室新风机组的新风口并设置在主导风的下风向，应至少高出所在建筑 3 米，应有防雨、防雷设计，但不应影响气体直接向上空排放。

(4) 风机结构紧凑、噪声低、耐腐蚀、耐高温、强度高、使用寿命长；运行效率高、高效区平坦、性能稳定可靠，风速、风量稳定。

(5) 风机马达为专用马达，配置电机防水、防尘、变频、使用寿命长。

(6) 每台排风机可独立操作及运行。

(7) 风机配置阻抗型消声器，并具有耐腐蚀作用，采用软接头柔软连接，并对风机采取减震措施。

(8) 风机的选择应考虑楼板承重要求。

(9) 其风安装后运转噪音距离 1M 处需小于 85 分贝。

(10) 风机需附叶轮动平衡报告书及性能测试报告书，转子动平符合：ISO1940 之 1G2.5 等级。性能测试依 AMCA210-99 之规范。

1.2.2 通风管道管材

(1) 排风管道采用优质耐酸碱腐蚀的玻璃钢管道，空调送风管道采用优质镀锌钢板制作而成（保温材料采用橡塑保温棉），

加工制作方法及安装按照《通风与空调工程施工及验收规范》（GB50243-2002）的规定确定。

（2）当排风管道通过不同防火分区时需设计防火阀，防火阀采用 70 度常开防火阀。防火阀的安装依据图纸。

（3）所有水平或垂直的风管，必须设置必要的支、吊或托架，其构造形式由安装单位在保证牢固、可靠的原则下根据现场情况选定，详见《国标风管支吊架》，管架与楼板之间采用膨胀螺栓固定。风管和设备都应配置相应的支吊架和减震器，保证系统运行时不产生震动，确保实验室内的噪音满足要求（小于 60 分贝）；风管支架安装间距不超过 2 米。

（4）风管上的可拆卸接口不得设置在墙体或楼板内。

（5）安装调节阀、蝶阀（防腐材料制作而成）、70 度常开防火阀（304 不锈钢材质）等调节配件时，必须注意将操作手柄配置在便于操作的位置。

（6）支托吊架的安装：吊架的吊铁采用角钢或槽钢制成；斜撑的材料为角钢；吊杆采用圆钢；扁铁用来制作抱箍。支架、托吊架制作完毕后，应进行除锈，刷一遍防锈漆。风管的吊点应根据吊架的形式设置，采用膨胀螺栓法。

（7）软管连接。主要用于风管与排风设备间（通风柜，排风口等）的连接。软管两端套在连接的管外，然后用特制管卡或不锈钢抱箍把软管箍紧。

(8) 中、低压系统硬聚氯乙烯、聚丙烯风管圆形、矩形风管板材厚度 (mm) 标准:

风管直径 D	板材厚度	风管长边尺寸 b	板材厚度
$D \leq 320$	3.0	$b \leq 320$	3.0
$320 < D \leq 630$	4.0	$320 < b \leq 500$	4.0
$630 < D \leq 1000$	5.0	$500 < b \leq 800$	5.0
$1000 < D \leq 2000$	6.0	$800 < b \leq 1250$	6.0
		$1250 < b \leq 2000$	8.0

(9) 送风管道镀锌钢板厚度遵守《通风与空调工程施工质量验收规范》(GB50243-2002) 的有关规定。

(10) 其他各项施工要求和未尽事宜, 应严格遵守《通风与空调工程施工质量验收规范》(GB50243-2002) 的有关规定。

1.2.3 新风空调机组

(1) 新风补风空调机组功能段位应根据实验室要求设置, 一般为: 新风段、初中效过滤段、蒸汽盘管段、表冷段、加湿段、送风机段 (机组出口余压大于 500Pa)。

(2) 夏季制冷, 配套空调水系统电动二通调节阀由送风温度自动调节空调水量。

(3) 冬季制热, 配套蒸汽盘管段, 采用 0.2MPa 饱和蒸汽进行制热, 制热量需满足设计要求。

(4) 组合式空调机组的设计风量, 机外余压以及其它详细

参数参考设计图纸。

(5) 新风机组出风口设计手动对开多叶调节风阀。

(6) 机组外壳为双层金属夹心保温板，外板为彩钢，内板为镀锌钢板，厚度不小于 1.0mm，箱板厚度 35mm。

(7) 过滤段。采用按国际标准生产的各类过滤器（初、中效），具有过滤效率高，风阻力小、性能稳定、通用性强、可重复使用等特点。

(8) 电机采用三相异步电动机。整个送风机安装在弹簧橡胶双重保护减振座上，振动小、运行噪声低，质量可靠。

(9) 风机与电机安装在减震台架上，下设弹簧或者橡胶减震器与箱体相连。风机的出口应由软接头和对手动对开多叶调节风阀。

(10) 保温材料为聚氨酯发泡（阻燃型），保温层厚度 50mm，各功能段的组合应该严密，漏风率 $<2\%$ 。

1.2.4 冷热源系统

根据实验室环境及现场现有条件，酌情确定冷热源形式，并充分考虑好供水及配电情况，是否需要电力增容及给水改造。

1.2.5 局部排风控制

建议实验室局部排风，如通风柜等设备采用变风量控制，变风量控制系统产品应在国内化验室通风系统工程使用过的产品，并提供业绩表由建设单位确认。传感器、控制器、控制模块、阀

门调节机构、专用监控软件等均应采用同一厂家同一品牌产品，以保持控制完整性以及维护可靠性。不允许厂家之外的供应商更换及组合系统内产品。投标人需提供系统完整性及可靠性承诺书。

多个万象罩支路采用变风量排风，根据开启个数引起的管道压力波动调节变风量阀风量以适应变化，独立万象罩采用定风量排风阀控制排风设备风量。

送风系统依据实验室通风柜等排风设备的实际排风量进行自动调节，保持送排风一定差值从而控制房间的气流流向，保持房间负压。

变风量实验室房间设置一套房间风量控制器。房间控制系统保证实验室房间气流组织的单向性（房间保持在微负压）。系统包括变风量阀、定风量送风阀、辅助变风量排风阀、房间控制器、房间温湿度传感器、压差传感器。

1.2.6 自控系统

(1) 排风机变频控制系统

风机变频控制采用定静压控制方法，通过控制主管道压力损失 $1/3$ 处静压值，保持该点静压值在设定值，并以此为基准点变频调节风机运转。每台变频排风机设置一套静压控制器。该系统包括一个管道静压传感器、一台数显控制面板。

系统具有以下功能特性：

自动调节风机的转速以保证测量点的静压稳定不变。

直接测量并数字显示或上传当前管道内的静压值及风机流量。

不正常情况下，声光报警。

具备夜间工作模式。

就地键盘操作及功能显示屏：

具备意外紧急排放功能。

触控面板显示管道内的压力值、风机运行状态、运行频率、风量等。

支持就地控制与远程监控功能，所有新风机状态参数上传至BAS。

(2) 新风机组控制

初效过滤段压差报警：在过滤器前后安装压差开关检测初效过滤段的前后压差，若检测压差超出过滤器标定压差范围，在工作站中显示过滤器阻塞报警。

温湿度控制：检测管道温湿度值，根据设定要求控制调节比例积分水阀或蒸汽阀开度，以此完成送风温湿度控制。

新风机运行状态检测及故障报警：采用压差开关检测新风机运行状态，系统将命令信号与反馈信号相比较，如发现严重超差，则在工作站报警。

新风机的变频控制：新风机为变频控制，通过变频器控制启停及转速。在送风主管道上设置管道静压传感器，通过控制器和

变频器调节新风机组风机转速，维持管道静压，从而调节系统在原静压状态运行，当系统风量减少时同时可达到变频节能的目的。

联锁：排风与新风机状态联锁。

(3) 新风机组与风机的连锁控制

开启顺序：风机启动→新风机组启动

关闭顺序：新风机组关闭→风机关闭

系统具有以下功能特性：

- 1) 自动调节风机工频以保证测量点的静压稳定不变。
- 2) 直接测量并数字显示或上传当前管道内的静压值及风机流量。
- 3) 初中效过滤器故障维护报警。
- 4) 送风温湿度调节。
- 5) 送排风连锁。
- 6) 夜间工作模式。
- 7) 火灾及意外有紧急关闭功能。
- 8) 触控面板显示管道内的压力值、风量、新风机运行状态、运行频率、送风温湿度、过滤器压差等。
- 9) 就地控制与远程监控功能，所有送排风机状态参数上传至BAS。

1.3 实验室通风、空调变风量控制系统的验收标准

1.3.1 面风速控制功能检测

检测通风柜动态使用中的恒定面风速控制功能，将调节窗移动至全关、全开等任意位置，通风柜面风速控制在其设定值 $\pm 20\%$ 范围内。

所有厂家需按《排风柜》(JB/T6412-1999) 7.2 条提供通风柜面风速测试检测报告，费用自行计算含于报价清单中，不得另行报价。

1.3.2 通风柜监控器其它功能检测

分别检测控制系统、监控器报警、设置、紧急排风等功能确认。

1.3.3 浓度试验（烟雾实验）

对每个排风柜的内部、外部和人员进行实验及人员经过时的干扰实验。可按照 GB/T222-2007 的第 6.6 条进行试验。

1.3.4 压力无关试验（用于定风量测试）

两个通风柜均进行试验。在被测试的通风柜在运行时并分别处于全开和关闭的两种状态下，在 1s-3s 内将另一台通风柜的柜门开启和关闭，被测试的通风柜的风速变化不得大于 $\pm 10\%$ 。

1.3.5 房间负压稳定性试验

任何情况下房间内外的气流流向为走廊、办公区、外窗等区域流向实验区域，开启实验室门，在通风柜运行时在 1s-3s 内同时将两台通风柜的柜门开启和关闭，测试室内外的风向标，风向标的漂流方向不得改变，且不会产生很大波动。

1.3.6 管道严密性测试

采用漏光法测试，即利用光的穿透力检测管道有无缝隙。

1.3.7 工程验收规范

《通风与空调工程施工及验收规范》GB50243-2002；

《建筑给排水及采暖工程施工质量验收规范》
GB50242-2002；

《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》
GB50274-98；

《压缩机、风机、泵安装工程施工及验收规范》GB50275-98；

《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB50231-98。

施工完成后，室内空气质量状况必须满足国家标准要求，所有产品、材质要求按招标文件要求验收，验收完毕移交所有设备合格证、操作手册、检测资料及竣工资料。

二、实验建筑空调与洁净系统

普通实验室的空调系统是指对洁净度没有特殊要求的实验室空调系统，一般按舒适性空调设计即可，夏季的适宜温度应是18-28℃，冬季16-20℃；湿度最好在40%（冬季）-70%（夏季）之间，为了保证实验室的气流不对周围的公共区产生污染，一般相对公共区保持微负压。

有些精密仪器室要求保持恒温恒湿，以利于仪器的保养。对于通风橱较多的理化实验室，为了达到节能的目的，除了通风系

统采用 VAV 控制系统外，还需要合理设置空调系统的补新风系统，避免实验室内过多空气被抽走而出现负压，当室内外的温差较大时，还需要对补入空气进行预热或预冷。

洁净实验室是一个全密闭的环境，通过空调送、回风系统的初、中、高效过滤器，使室内环境的空气不断地循环过滤，以保证空气悬浮粒子浓度受控到一定的浓度，洁净实验室需控制的主要参数有尘埃粒子数、菌落数、换气次数、压差、温度、湿度、光照度、噪音。

实验室空调系统必须满足实验室研究要求。除对温度、湿度需严格控制外，需要足够的通风量处理烟尘、异味、空气中污物，满足排风设备通风以及实验室内热负荷要求。空调系统必须充分考虑系统的可靠性并考虑富余量。不同性质区域需保证不同的相对压力，并要根据相关标准考虑节能。实验室空调系统设计除了常规空调需要考虑的因素外，还需要结合实验室特点，综合分析各种因素后，选择合适的空调系统。

三、实验室环保系统

在化学实验室进行实验才会大量使用化学药品，实验过程中发生的化学反应会产生废气、废液、固体废物，对环境造成污染。对于废气、废液、固体废物、噪声、放射性等污染物排放频繁、超出排放标准的实验室，要安装符合环境保护要求的污染治理设施，保证达标排放；严禁把废气、废液、废渣和废弃化学品等污

染物直接向外界排放。

化学实验室室内空气污染物的种类很多，成分复杂，排放具间歇性，主要空气污染物包括有机气体和无机气体两大类。目前对气态污染物的处理方法一般可分为湿法和干法两大类，具体需要根据化学实验室废气的特点来选择高效率、低成本的方法。

实验室产生的废水、固体废物必须通过规范途径进行处置，严禁直接倒入水槽，危险废弃物严禁与生活垃圾混放。

四、实验室供气系统

实验室气体应尽量由实验室外气瓶区域用管路引入。除了空气采用空气压缩机供应外，其余气体都是采用高压气瓶供气。安装半自动转换阀控制气瓶更换，主要的控制阀门和减压阀门都安装在实验室外。实验室气体管路主要材质为不锈钢，安装在天花板下方，这样便于检查和维修。此外，中央台气体管路引入可以通过服务柱或功能柱等途径。所有的气体管路在工作台上有合适的控制阀门，便于操作。所有气体管路的连接采用无缝焊接方式。

引入分析实验室的压缩空气要求配置一定体积的气体缓冲罐，避免空气压缩机的频繁启动，延长使用寿命。气体管路为不锈钢，在管路上安装过滤杂质、水分和油汽的净化装置。此净化装置最好并联备用管路，用单独的阀门隔离，这样在不影响正常使用情况下，可以对过滤装置进行维修和更换。

使用气瓶和备用气瓶之间安装手动或自动切换系统。所有气

体管路应采用高质量的、完全退火、无缝不锈钢 SS-316L，氧气管路需完全清理干净，使其适合氧气用。气体管路需要有安全压力释放阀门、压力调节阀门、压力表来指示气体压力。所有减压阀都要连接一条通出气体存放区的排气管路。易燃、氧化性气体排气管路不应使用盘管或软管的形式。安全减压阀要有标识，标明压力释放级别。所有阀门、调节装置、压力表都由高质量的不锈钢制成，并且都是标准配件。对于氢气、乙炔等气体安装气体回火防止器。所有管路标明连接的气体。所有管路能在所处环境下正常使用。所有气体管路有合适的接地保护措施。

4.1 气体管道设计规范：

(1) 输送干燥气体的管道宜水平安装，输送潮湿气体的管道应有不小于 0.3% 的坡度，坡向冷凝液体收集器。

(2) 氧气管道与其他气体管道可同架敷设，其间距不得小于 0.25m，氧气管道应处于除氢气管道外的其他气体管道之上。

(3) 氢气管道与其他可燃气体管道平行敷设时，其间距不应小于 0.50m；交叉敷设时，其间距不应小于 0.25m。分层敷设时，氢气管道应位于上方。室内氢气管道不应敷设在地沟内或直接埋地，不得穿过不使用氢气的房间。

(4) 气体管道不得和电缆、导电路路同架敷设。

(5) 气体管道宜采用无缝钢管。气体纯度大于或等于 99.99% 的气体管道宜采用不锈钢管、铜管或无缝钢管。

(6) 管道与设备的连接段采用金属管道；如为非金属软管，宜采用聚四氟乙烯管、聚氯乙烯管，不得采用乳胶管。

(7) 阀门和附件的材质对氢气和煤气管道不得采用铜质材料，其他气体管道可采用铜、碳钢和可锻铸铁等材料。氢气和氧气管道所用的附件和仪表须是该介质的专用产品，不得代用。

(8) 阀门与氧气接触部分应采用非燃烧材料。其密封圈应采用有色金属、不锈钢及聚四氟乙烯等材料。填料应采用经除油处理的石墨石棉或聚四氟乙烯。

(9) 气体管道中的法兰垫片其材质应依管内输送的介质确定。

(10) 气体管道的连接应采用焊接或法兰连接等形式，氢气管道不得用螺纹连接，高纯气体管道应采用承插焊接。

(11) 气体管道与设备、阀门及其他附件的连接应采用法兰或螺纹连接，螺纹接头的丝扣填料应采用聚四氟乙烯薄膜或氧化铅、甘油调和填料。

(12) 气体管道设计的安全技术应符合每台（组）用氢设备的支管和氢气放空管上应设置阻火器的规定。

(13) 各种气体管道应设置明显标志。

(14) 所有气体管路都由高质量的、完全退火型、无缝连接的不锈钢管组成。铜管只使用在气体管路末端和气体纯度不是要求太严格的地方（比如通风柜）。

(15) 所有的管路、阀门、压力表都由高质量的不锈钢构成，并且都是标准配件。

(16) 据实验室的用气量，计算供气压力、流量和管道的内径，所有气体主管道原则上不低于 9.52mm (3/8in，仪器空气主管道直径为 12.7mm)。管路末端，原则上直径不低于 6.35mm (1/4in，也可根据实际使用量而定)。

(17) 所有管路在天花板下面布设，并通过功能柱到中央台。边台的气体管路隐藏在实验工作台后面服务通道内。

(18) 易燃气体（如乙炔、氢气等）需要和其他气体分开，单独引入。

(19) 所有气体管路的连接为无缝焊接。连接到阀门或调节装置时，才可以使用压力配件。

(20) 每个实验室都要有单独的阀门、减压阀门、压力表。此外，对于供应多台分析仪器的气体管路，另外还需气体压力控制指示装置。

(21) 引到工作台的气体管路将安装单独的球阀或针阀来控制。

(22) 气相色谱工作台上均匀的排放各种气体的出口龙头，管径为 3.18mm (1/8in)。

(23) 工作台上气体出口由单独的阀门来控制。

(24) 所有气体出口为不锈钢阀门。

(25) 气体管路每隔 1.5m 的距离，都要有明确标示，同时指示气体的流向。

(26) 气体管路的支架要求耐腐蚀，可以采用不锈钢或其他合适的工程塑料等制作。

(27) 每隔 1.5m 左右，气体管路就需要有支架。另外根据气体管路弯曲的直径，设置合适的支架位置。所有“U”型弯曲根据安装情况，需要有支撑。

(28) 氢气、氧气和煤气管道以及引入实验室的各种气体管道支管宜明敷。当管道井、管道技术层内敷设有氢气、氧气和煤气管道时，应有换气 1-3 次/h 的通风措施。

(29) 按标准单元组合设计的通用实验室，各种气体管道也应按标准单元组合设计。

(30) 穿过实验室墙体或楼板的气体管道应敷在预埋套管内。管道与套管之间应采用非燃烧材料严密封墙。

(31) 氢气、氧气管道的末端和最高点宜设放空管。放空管应高出层顶 2m 以上，并应设在防雷保护区内。氢气管道上还应设取样口和吹扫口。放空管、取样口和吹扫口的位置应能满足管道内气体吹扫置换的要求。

(32) 氢气、氧气管道应有导除静电的接地装置。有撞地要求的气体管道其接地和跨接措施应按国家现行有关规定执行。

4.2 特种气体请参见《特种气体系统工程技术规范》

五、实验室给排水系统

1.实验室的给排水系统应设计科学，保证饮用水源不受污染，若实验用水与饮用水的水源不一，应将饮用水与实验用水的水龙头分别注明，以免混淆。

2.实验楼应设有备用水源，在公共自来水系统供水不足或停止时，备用水源能保证各种仪器的冷却水、洗眼器用水、蒸馏器用水、蒸馏瓶冷凝管用水的正常供给。

3.给排水系统应与实验室模块相符合，合理布置，便于维修，管线应尽量短，避免交叉。给水管道和排水管道应沿墙、柱、管道井、实验台夹腔、通风柜内衬板等部位布置，不得布置在遇水会迅速分解、引起燃烧、爆炸或损坏的物品旁，以及贵重仪器设备的上方一般实验室的管可明装敷设，在安全要求较高的实验室中应尽量暗装，所有暗装敷设的管道均应在控制阀门处设置检修孔，以便维修。

4.给排水系统应设计灵活，并预留部分设施以保证实验室的可靠性和持续运行。下行上给式的给水横干管直敷设在底层走道上方或地下室顶板下；上行下给式的给水横干管宜敷设在顶层管道技术层内或顶层走道上方，不结冻地区可敷设在屋顶上，从给水干管引入实验室的每根支管上，应装设阀门。

5.实验室内部各用水点的位置必须科学定位并提前敷设，尽量把用水点设在靠墙位置，方便下水点的设置及满足未来改造的

需要。

六、实验室供电系统

1.为了使大功率仪器工作时互不干扰，一般给大功率仪器单独设一条线路，微电子仪器与大功率用电器不能共接同条线路。

2.对于需要不间断供电的精密仪器，应配稳压的 UPS 电源；对于培养室、生物安全实验室、动物饲养室等需要不间断供电的实验室，必须采用双保险专用电源。

3.每实验室内设三相交流电及单项交流电，在靠近门口设置一个总电源控制开关，方便从走廊引线、控制检修及开启或切断室内电源。对于实验停止后仍须运行的设备，应连在专用供电电源的线路上，避免因切断实验室的总电源而影响工作。

4.实验台设置一定数量的三相及单相电源插座，电源插座回路设有漏电保护电器，插座设置应远离水盆和煤气。

5.潮湿、有腐蚀性气体、蒸汽、火灾危险和爆炸危险等场所，应选用具有相应的防护性能的配电设备。

6.化学实验室因有腐蚀性气体，配电导线采用铜芯。物理实验室可以采用铝芯导线。

7.实验室的接地系统可保证人身安全以及仪器的正常运转。一般接地种类有安全保护接地、防静电接地、直流接地、防雷接地等。

8.在同科学实验建筑（室）内设有两种及以上不同电压或频

率的电源供电时,宜分别设置配电保护装置并有明显区分或标志。当由同一配电保护装置供电时,应有良好的隔离。不同电压或频率的线路应分别单独敷设,不得在同一管内敷设。同一设备或实验流水线设备的电力线路和无防干扰要求的控制电路允许同管内敷设。

9.高层或线路较多的多层科学实验建筑,垂直线路宜采用管道井敷设。强、弱电管线应分别设置管道井。当在同一管道井内敷设时,应敷设在管道井内两侧。

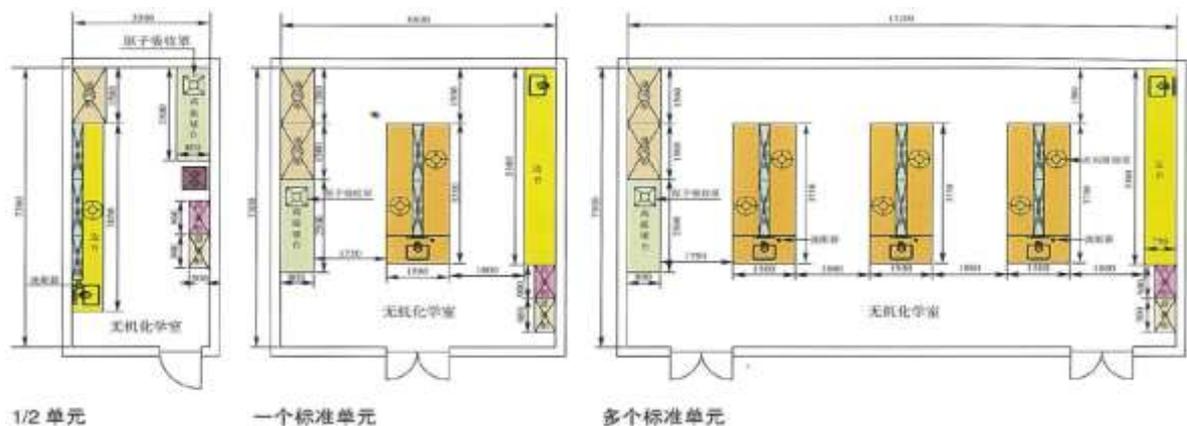
第三章 实验室设计

一、化学实验室

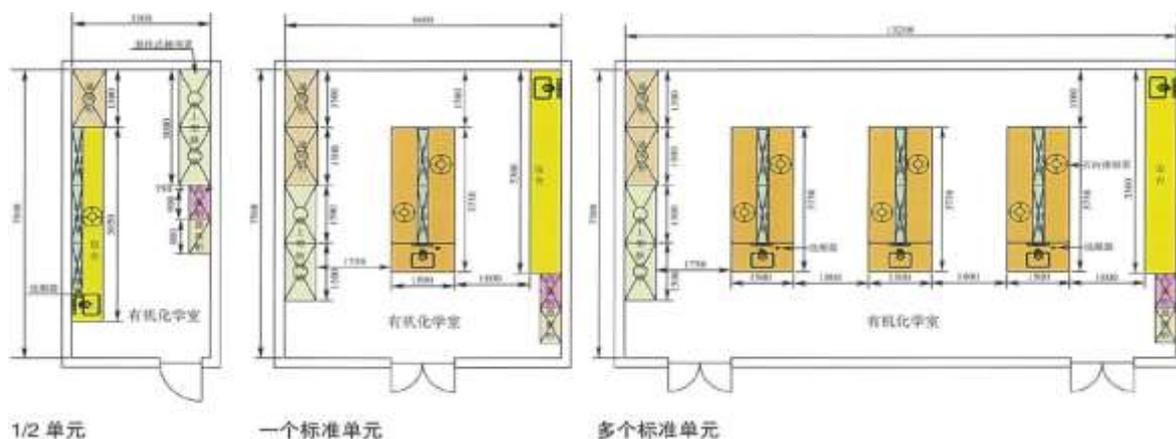
1.1 化学实验室模型

化学实验室标准单元组合设计应符合工作流程、设计规范及空间标准的要求,并与通风橱、实验台及实验仪器设备的布置、结构选型以及管道空间布置紧密结合,一般有以下几种模型。

1.1.1 无机实验室



1.1.2 有机实验室



1.2 安全及防护设备

1.2.1 通风橱

(1) 有需要的实验场所配备符合要求的通风系统，管道风机需防腐，使用可燃气体场所应采用防爆风机；

(2) 实验室通风系统运行正常，柜口面风速 $0.35-0.75\text{ m/s}$ ，定期进行维护、检修有记录；屋顶风机固定无松动、无异常噪声；

(3) 根据需要在通风橱管路上安装有毒有害气体的吸附或处理装置（如活性炭、光催化分解、水喷淋等）；

(4) 任何可能产生高浓度有害气体而导致个人曝露、或产生可燃、可爆炸气体或蒸汽而导致积聚的实验，都应在通风橱内进行；

(5) 进行实验时，可调玻璃视窗开至距台面 $10-15\text{ cm}$ ，保持通风效果，并保护操作人员胸部以上部位；

(6) 实验人员在通风橱进行实验时，避免将头伸入调节门

内；不将一次性手套或较轻的塑料袋等留在通风橱内，以免堵塞排风口；

(7) 通风橱内应避免放置过多物品、器材，以免干扰空气的正常流动；通风橱内放置物品应距离调节门内侧 15cm 左右，以免掉落；

(8) 涉及易燃易爆有机试剂的通风橱内不得安装电源插座；

(9) 配备通风罩等的实验场所，换气扇、风机使用正常。

1.2.2 试剂储存柜

根据储存物品的不同，可分为毒品柜、防爆柜、酸柜、挥发性试剂柜等。毒品柜用于储存有毒物品，需要配双锁，能调节温湿度。防爆柜用于储存易燃易爆的物品。酸柜用于储存酸性试剂，一般采用高分子材料制作，最常见的材料为聚丙烯。挥发性试剂柜用于储存挥发性试剂，一般在试剂柜上部配备过滤器与小型风机，可定时抽掉挥发性气体，并经过滤器过滤后排出柜外，避免挥发性气体长期积聚在柜内腐蚀柜体或造成其他危险。根据储存物品的不同，可选用不同的过滤器。

(1) 剧毒品、易制毒品、易制爆品、爆炸品购买前须经学校审批，报公安部门批准或备案后，向具有经营许可资质的单位购买。校职能部门保留资料、建立档案。不得私自从外单位获取管控化学品；

(2) 麻醉药品、精神药品等购买前须向食品药品监督管理局

部门申请，报批同意后向定点供应商或者定点生产企业采购；

(3) 有实验室内化学品的动态使用台帐；建立本实验室危险化学品目录，并有危险化学品安全技术说明书（MSDS）或安全周知卡，方便查阅；

(4) 实验室应有专用于存放试剂药品的空间（储藏室、储藏区、储存柜等），应通风、隔热、避光、安全；有机溶剂储存区应远离热源和火源；易泄漏、易挥发的试剂保证充足的通风；试剂柜中不能有电源插座或接线板；

(5) 化学品有序分类存放；配备必要的二次泄漏防护、吸附或防溢流功能；试剂不得叠放、配伍禁忌化学品不得混存、固体液体不混乱放置、装有试剂的试剂瓶不得开口放置；实验台架无挡板不得存放化学试剂；

(6) 实验室内存放的危险化学品总量原则上不应超过 100L 或 100kg，其中易燃易爆性化学品的存放总量不应超过 50L 或 50kg，且单一包装容器不应大于 20L 或 20kg；

(7) 如单个实验装置存在 10L 以上甲类物质储罐，或 20L 以上乙类物质储罐，或 50L 以上丙类物质储罐，需加装泄露报警器及通风联动装置；

(8) 化学品包装物上应有符合规定的化学品标签；当化学品由原包装物转移或分装到其他包装物内时，转移或分装后的包装物应及时重新粘贴标识。化学品标签脱落、模糊、腐蚀后应及时

时补上，如不能确认，则以废弃化学品处置；

(9) 建立针对特殊危险实验的应急预案，方便取阅；实验人员熟悉所涉及的危险性及应急处理措施；

(10) 涉及危险化工工艺、重点监管危险化学品的反应装置应设置自动化控制系统；涉及放热反应的危险化工工艺生产装置应设置双重电源供电或控制系统应配置不间断电源；

(11) 对于产生有毒和异味废气的实验，在通风橱中进行，并在实验装置尾端配有气体吸收装置；配备合适有效的呼吸器；

(12) 剧毒品管理配备专门的保险柜并固定，实行双人双锁保管；对于具有高挥发性、低闪点的剧毒品应存放在具有防爆功能的冰箱内，并配备双锁；配备监控与报警装置；执行双人收发、双人运输；应严格记录品种、规格以及购入、发放、退回的日期、单位及经手人、数量以及结存数量；使用时有两人同时在场，且计量取用后立即放回保险柜，详细记载用途，双人签字；建立规范的剧毒品处置流程，依规对残余、废弃的剧毒品或空瓶进行处置，双人签字；

(13) 易制毒品分类存放、专人保管，做好领取、使用、处置记录；实行“五双”管理制度；

(14) 易制爆品分类存放、专人保管，做好领取、使用、处置记录；

(15) 爆炸品单独隔离，限量存储，使用、销毁按照公安部

门的要求执行；

(16) 麻醉品和精神类药品储存于专门的保险柜中，有规范的领取、使用、处置台账。

1.3 冰箱

(1) 应使用防爆冰箱贮存危险化学品，禁止使用无霜型冰箱储存易燃易爆试剂；

(2) 冰箱内存放的物品必须标识明确（包括品名、使用人、日期等），并经常清理，有清理记录；

(3) 冰箱内储存试剂必须密封好；

(4) 冰箱不超期服役（一般使用期限控制为 10 年），如超期使用需经审批；

(5) 冰箱周围留出足够空间，周围不堆放杂物，影响散热；

(6) 实验室冰箱中不放置食品。

1.4 气瓶柜

气瓶柜用于放置气瓶，由于气瓶属于高压容器，存在一定的危险性，为了安全起见，气瓶柜一般采用钢制产品，配备报警器，根据气体不同分为可燃性报警器与非可燃性报警器，最好具备防爆功能，并在柜子上方设泄爆口。气瓶柜一般分为单瓶和双瓶两种规格。尺寸分别为 450mm（宽）x500mm（深）x2000mm（高）、900mm（宽）x500mm（深）x2000mm（高）。

气瓶柜安装位置须预留排风管道；

其它气体安全规范请参见供气系统部分。

1.5 紧急冲淋洗设备

存在可能受到化学和生物伤害的实验区域，需配置应急喷淋和洗眼装置，走廊有显著引导标识；应急喷淋安装地点与工作区域之间畅通，距离不超过 30 米；应急喷淋安装位置合适，拉杆位置合适、方向正确。

1.6 急救箱

危险性实验室须配备急救药箱，药箱不上锁、药品在保质期内。

二、生物实验室

2.1 实验室生物安全风险评估

实验室生物安全评估可帮助实验操作者正确选择生物安全水平（设施、设备和操作），评估职业性疾病风险、制定相应的操作规程和管理规程，采用相应安全防护措施，减少危险性事件的发生。

所有生物实验室进行生物实验研究必须进行生物安全评估。实验室生物安全评估的内容包括：病原微生物的风险评估；实验室活动的风险评估；实验室仪器设备相关的危险与风险评估；实验室生物安全的环境评估。

根据实验室所处理对象的生物危害程度和采取的防护措施，生物安全实验室分为四级。微生物生物安全实验室可采用

BSL-1,BSL-2,BSL-3,BSL-4 表示相应级别的实验室；动物生物安全实验室可采用 ABSL-1, ABSL-2, ABSL-3, ABSL-4 表示相应级别的实验室。

生物安全实验室分级与可使用微生物等级请见下表。

分级	生物危害程度	处理对象
BSL-1	低个体危害，低群体危害	对人体、动植物或环境危害较低，不具有对健康成人、动植物致病的致病因子。
BSL-2	中等个体危害，有限群体危害	对人体、动植物或环境具有中等危害或具有潜在危险的致病因子，对健康成人、动物和环境不会造成严重危害。有有效的预防和治疗措施。
BSL-3	高个体危害，低群体危害	对人体、动植物或环境具有高度危害性，通过直接接触或气溶胶使人传染上严重的甚至是致命疾病，或对动植物和环境具有高度危害的致病因子。通常有预防和治疗措施。
BSL-4	高个体危害，高群体危害	对人体、动植物或环境具有高度危害性，通过气溶胶途径传播或传播途径不明，或未知的、高度危险的致病因子。没有预防和治疗措施。

2.2 生物安全实验室布局要求

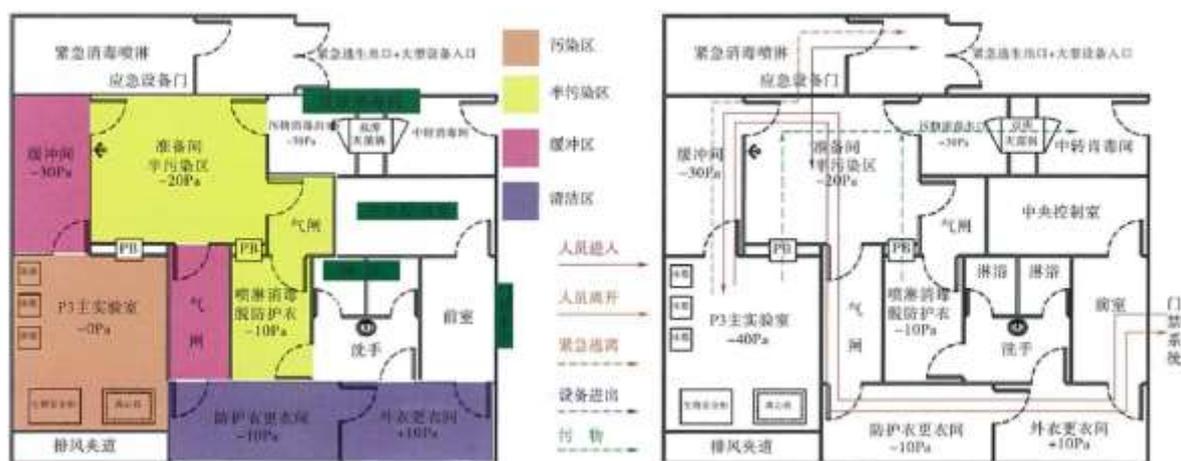
(1) 安全原则 毒性强、感染性高的专业实验室应与办公区域隔离，成相对独立区域，病原微生物实验室等尽量设在人员流动少的区域（新建最好独立设置）。

(2) 实验室流向，由安全低毒实验室向高毒高感染性实验室过渡，高度高感染性实验室应远离人员活动频繁区域，设在建筑物末端。

(3) 人流物流通道尽量分开，人员进出通道和物品通道分开，洁净物品与污染物品通道分开。

(4) 不同类别和专业实验室宜独立设置，合理分区布局。

(5) 实验室房间建筑层高 3.5-4.0m，内部净高 2.5-2.6m，技术夹层 1.2-1.5m，开间 3.2-4.0m，实验室在面积要求可满足实验工作需要为原则，过大不仅浪费，而且会增加气流组织的困难。



三、激光实验室

激光实验室应遵循以下实验室安全规范：

有激光器的安全使用方法，有激光危害标识；

功率较大的激光器有互锁装置、防护罩；激光照射方向不会对他人造成伤害，防止激光发射口及反射镜上扬；

做好安全防护，操作人员穿戴防护眼镜等防护用品、不带手表等能反光的物品；

禁止直视激光束和它的反向光束，禁止对激光器件做任何目视准直操作；禁止用眼睛检查激光器故障，激光器必须在断电情况下进行检查。

四、涉辐实验室

使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备。使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其入口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号。

甲级非密封源工作场所的安全管理参照 I 类放射源；乙级非密封源工作场所的安全管理参照 II 类放射源；丙级非密封源工作场所的安全管理参照 III 类放射源。非密封放射源应置于建筑物底层一端或独立的建筑，合理设置功能区域，安全防护要求可参照《WS 457—2014 医学与生物学实验室使用非密封放射性物质的放射卫生防护基本要求》。

五、压力容器实验室

压力容器必须备案后方可使用，并张贴使用标志，定期检验。使用时应当具有规定的安全距离、安全防护措施。用电安全请参照第二章的实验室供电系统部分。

第四章 实验室安全标识设计

1. 功能或区域标识



2. 房间危险警示标识、安全警告标识及安全防护标识



3. 生物危险标识

生物安全标志的使用。在二级以上的生物安全防护实验室的入口明显位置处必须贴由生物危险标志，并加以标明。

如应明确标示出操作所接触的病原体的名称、危害等级/预防措施负责人姓名、紧急联系方式等，同时应标示出国际通用生物危险符号。



生物安全标志

所有盛装传染性物质的容器表面明显位置处必须贴有生物

危险标准,并按所有生物安全防护实验室的级别标明相同的级别。



当心感染 Caution, infection

4. 放射性物品警告标识

在生产、使用、贮存、运输放射性物质的场所、运输工具、包装容器、含有放射性物质的设备及装置,都必须使用放射性警告标识。



当心电离辐射 Caution, ionizing radiation



当心裂变物质 Caution, fission matter

5. 安全警告标识



当心中毒 Caution, Poisoning



当心腐蚀 Caution, Corrosion



必须戴防护眼镜

当心腐蚀

6. 危险废弃物标识



危险废弃物相示表

危险废弃物	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
1 剧毒（有机过氧化物）																				
2 爆炸物																				
3 易燃，正负液体和固体																				
4 易燃，包括有机过氧化物																				
5 易燃物																				
6 氧化剂，有机过氧化物																				
7 酸，腐蚀性，有机过氧化物																				
8 腐蚀性，有机过氧化物																				
9 水																				
10 油																				
11 氧化剂，有机过氧化物																				
12 二硫化碳																				
13 易燃，液体，有机过氧化物																				
14 易燃物（液体）																				
15 易燃物（液体）																				
16 易燃，有机过氧化物，有机过氧化物																				
17 易燃，有机过氧化物																				
18 易燃，有机过氧化物，有机过氧化物																				
19 易燃，有机过氧化物，有机过氧化物																				

7. 安全逃生标识



