

浅谈实验动物建筑设计

佟一平

中国中元国际工程有限公司 北京 100089

摘要: 本项目作为实验动物设施, 面积大、规模大、功能丰富、动物种类丰富、自动化程度高、注重设计创新、注重对现代技术、材料的利用, 投资高, 为国内一流的实验动物中心。

关键词: 实验动物; 丰富; 重难点

一、项目概况

中山大学·深圳校区位于深圳市光明区, 本项目面积大、投资高、动物种类及功能较为齐全, 不仅要满足中山大学的实验需求, 同时要在珠三角甚至国内地区展开需求调研, 大范围的提供实验动物资源; 建成后将成为国内重点科研服务平台, 成为国内一流的实验动物中心。

本项目建筑半地下一层~地上6层, 总建筑面积为43925.5平方米, 结构形式为框架剪力墙结构。

本项目主要功能为实验动物中心。实验动物科学是研究实验动物和动物实验的一门新兴学科, 是关于实验动物标准化和动物实验规范化的科学。实验动物中心的布局要符合科研机构的实验流程, 空间布局合理高效, 便于实验人员的使用和维护管理。其功能空间一般包括: 动物实验室、动物饲养室、动物检疫室、准备室、解剖室、洗消间、技术人员办公室、监控室、更衣室、风淋室、缓冲间等。同时根据需要配备传递窗、高压灭菌器等物品消毒设备。

二、主要设计原则

1. 实验室平面布局功能合理, 结合功能需求、未来发展等, 可做到灵活划分, 适应性强。

2. 通过科学的功能流线, 合理的功能布局, 展现现代化的实验理念和先进的实验流程。充分结合实验的需求和发展, 合理处理实验的工艺布局, 做到流线清晰, 配套辅助功能完善。

3. 融入智能、自动、高效的管理需求, 对主要的物流流线设置自控条件, 减少未来管理的人工成本, 提高利用率。

4. 优化经济设计, 节省投资。尽量采用当地的材料和习惯性做法, 参照立项的投资要求, 选用合理的设计系统和档次配置, 节省投资。技术设计先进合理可靠, 与总体理念

相协调, 对产生噪声的房间进行隔声、吸声处理。

三、选址原则

根据建筑规模、动物种类、实验室种类需求, 应遵循如下原则:

1. 实验动物设施选址应避免自然疫源地, 远离易燃、易爆物品的生产和储存区、有振动或噪声干扰的设施及可能产生交叉感染的场所。

2. 风向: 若不能远离上述区域, 则应布置在当地最大频率风向的上风侧或全年最小频率风向的下风侧。

3. 总平: 基地的出入口不宜少于两处, 人员出入口不宜兼做动物尸体和废弃物出口; 周围不应种植影响实验动物生活环境的植物(如产生花絮、绒毛、粉尘的数种, 或对人和动物有毒、有害的数种);

4. 新建设施周边宜设置环形消防车道, 或应沿建筑的两个长边设置消防车道。

四、建筑设计

1. 总平面规划

建筑融实验动物生产供应、动物实验及其表型测定、动物实验教学培训、模型动物制备研发等为一体, 是面向全校、重点服务深圳校区各单位的综合性动物实验公共服务平台。主要实验人员出入口位于东侧, 小动物出、入口, 外来动物饲料、垫料、包装材料、动物尸体、使用过的脏垫料主要从西侧进出。

2. 平面布局及流线分析

动物生产设施与实验设施应分开设置, 不同级别的实验动物应分区饲养, 实验动物必须按照不同来源, 不同品种、品系和不同的实验目的, 分开饲养, 不同种属实验动物不应同时饲养在同一个房间, 发出较大噪声的动物和对噪声敏感

的动物宜分区设置,屏障环境设施平面布局应划分洁净区和非洁净区,人、动物、物品进出洁净区应通过缓冲间、传递窗(仓)等防止污染的装置,屏障环境设施的净化区内不应设置卫生间,不宜设置楼梯、电梯,工作人员休息区应与动物饲养区有效隔离,如果考虑控制生物风险,检疫和隔离室宜设置为负压室或单独设置。

本项目包含实验动物中心、仪器设备共享平台、功能性支撑用房。

实验动物中心包含 SPF 级大、小鼠屏障设施、清洁级兔、豚鼠、犬、小型猪、斑马鱼和非人灵长类动物饲养和实验设施等。设置实验动物基本表征分析相关的实验室、大动物解剖室、手术室、模式动物室、繁殖室、质量监控室。

大型仪器设备平台包含电镜、小动物核磁、超声成像设备间、Micro-CT、Pet-CT、活体成像等。

功能性支撑用房包含低温试验室、二级生物安全实验室、细胞实验室、集中清洗间等。

人流物流洁污分流原则:

建筑外围、楼层内部流线应实现人流、洁物流、污物流、动物流的均衡分配,减少主通道上的交叉污染。通过合理的流线设计将各类流线通畅便捷,提高工作效率,减少洁污交叉。建筑 C1 段、C3 段东端设置电梯厅。外部科研人员从室外连廊直接抵达 C1 段、C3 段一层、二层、三层电梯厅或利用室内电梯到达其他层。西侧分别布置外来动物入口、污物出口和实验人员出入口;人员、洁净物品、实验动物、废弃物独立出入口,减少交叉污染。

屏障生产区,双走廊布置形式,采用平板架饲养动物(SPF 级大/小鼠)。

实验人员经更鞋、一更(脱外衣)、二更(穿洁净服)、淋浴、缓冲进入洁净区(洁净走廊)再经污物走廊、缓冲退出洁净区。

笼盒、饲料经高压灭菌器进入洁净区,大型笼架经大型消毒传递仓进入洁净区。更换下的脏笼盒经污物走廊、缓冲间退出洁净区。

待发动物经洁净走廊至动物包装间。经外包装后运至各使用点。

单走廊布置形式,采用 IVC 饲养动物(SPF 级大/小鼠)。

实验人员经更鞋、一更(脱外衣)、二更(穿洁净服)、风淋进入洁净区(中间走廊),按授权进入不同的实验室,

实验人员经中间走廊、缓冲间退出洁净区。

笼盒、饲料经高压灭菌器进入洁净区,大型笼架经大型消毒传递仓进入洁净区。洁净区外部物品经具有二种以上消杀功能的传递窗进入洁净区。

更换下的脏笼盒需包装后经中间走廊、缓冲间退出洁净区。

外来动物经检疫观察间进入洁净区。

五、项目亮点

1. 项目作为动物房项目,规模大、功能丰富

拟建的中山大学深圳校区实验动物中心融实验动物生产供应、动物实验及其表型测定、动物实验教学培训、模型动物制备研发等为一体,是面向全校、重点服务深圳校区各单位和附属医院的综合性动物实验公共服务平台。

实验动物中心设置有 SPF 级屏障动物实验室(配备独立通风系统 IVC 及手术室)、普通级大动物(豚鼠、兔、狗、猴)实验室、实验动物生产用房、动物检疫、动物生物净化实验室、病源性(非传染性)二级生物安全动物实验室(ABSL-2),以及动物解剖、饲料库房等。按功能划分,实验动物中心分为实验动物饲养区、动物外科教学区、动物实验及分析综合区、动物实验辅助区。

2. 项目动物种类丰富

该实验动物中心主要功能包括:

生产供应 SPF 级约 30 万只标准化大小鼠。采用万级净化 SPF 级条件生产;

SPF 小鼠实验基地,提供标准化 IVC 笼位及系统表型测定条件。表型测定包括病理、生理生化、影像、行为、以及动物心血管、肿瘤、消化、精神等重大疾病表型测定条件,建立“小鼠医院”表型测定完整技术条件;

SPF 大鼠实验基地;提供标准化笼位及常规表型测定条件;

SPF 豚鼠、家兔实验基地,提供标准化笼位及常规表型测定条件;

斑马鱼、线虫等模式动物实验基地;

标准化猪、犬、猴大动物实验、手术培训基地;

基因工程动物制备、繁育、表型检测研究基地;

无菌动物与隔离器动物实验基地,提供无菌动物及其隔离器条件下饲养动物实验条件;

提供 P2 级感染性动物实验条件。

3. 自动化程度高

(1) 屏障外物品进入屏障区必须经过消毒或灭菌流程采用的方式: 脉动真空蒸汽灭菌、大型消毒传递仓、传递窗。

(2) 采用集中清洗的方式

本项目动物实验区、生产区的面积较大, 统计 IVC 小鼠笼盒数量约 6 万盒。人工清洗工作量非常大, 采用笼盒自动化的清洗设备很有必要。程序化自动清洗可降低人工清洗的不确定性, 降低劳动强度、节省人力。

4. 重难点分析

本项目注重设计创新, 注重对现代技术、材料的利用, 严格执行国家和当地有关政策法规。建筑设施配备及标准达到实验室及动物房的标准。

节能及绿色建筑的考虑, 节约造价。暖通换气次数, 给排水点位、电气照明及智能化等均不同于普通的民用建筑。优化各系统的布局, 优化管线综合工作, 做到充分比较, 合理设计。以项目的目的性及先进性为原则, 在系统设置和选择上, 将绿色节能、环境控制、管理等多方面内容纳入一个完整的系统, 进行综合分析与研究。

建筑根据工艺及实验室功能要求, 合理布置洁污出入口和各种流线, 合理分配及利用货梯作为大型设备运输进出的通道, 使功能合理, 交通便捷。

复合功能的实验建筑: 实验室、动物房、手术室、交流展示空间, 监控中心、办公室、庭院等。将丰富复合的功能空间统一起来, 为学校的老师、学生及科研工作者创造舒适宜人的空间环境。

根据工艺使用需求提供结构荷载。实验室建筑, 尤其是动物房荷载要求较高, 一般民用建筑荷载不足, 需要重点考虑。

层高影响: 根据实验室功能要求, 生物、化学、动物房等不同功能需求选择合理层高布置合适的功能。动物房因

净化要求, 机电系统复杂, 管线较多, 一般要求层高较高。层高一般在 5.5m~6m 左右, 而一般民用建筑层高很难满足要求, 造成使用期间维护不便等问题。在设计之初, 就需要根据以往新建和改造动物房的经验选择最优的机电系统及布线方式, 为后期维修留出空间, 选择经济合理的层高, 在方案阶段解决该问题。

装修设计过程中不仅要兼顾美观设计, 同时密切关注机电系统末端点位, 与各功能空间统一起来一体化设计, 原则上要创造一个颜色、质感、风格舒适和谐的建筑环境。

六、结语

本实验动物中心为集生产、教学、科研三位一体的公共服务性设施, 在“动物保护”的前提下满足科学研究对高质量实验动物的要求。同时考虑动物的人文关怀, 通过经济合理高效的设计, 让本建筑成为国内一流的实验动物建筑。

参考文献

- [1] 赵霞. 现代科研实验建筑的设计实践——几个科研实验建筑的设计比较 [J]. 工业建筑, 2006, 36(3): 9-12.
- [2] 谢晓婕. 实验动物设施生物安全管理 [C]// 中国毒理学会. 2016 年第六届全国药物毒理学年会论文集, 2016: 495-497.
- [3] 杨九祥. 实验动物设施屏障环境设计与建造要点 [J]. 洁净与空调技术, 2021(4): 92-96.
- [4] 黄韧, 阳建春, 陈乾生, 等. 广东省实验动物建筑设施情况及有关问题的探讨 [J]. 北京实验动物科学与管理, 1994, (1): 73-76.
- [5] 周相涵. 实验动物房建筑设计的探讨 [J]. 造船工业建设, 2005(3): 37-41.
- [6] GB 50447-2008 实验动物设施建筑技术规范 [S].
- [7] GB14925-2010 实验动物环境及设施 [S].