



实验动物设施自动控制系统的应用问题及对策

蒙少鹏

(北京科实同利环境工程技术有限公司, 北京 102208)

【摘要】 经过多年参与实验动物设施的设计、建造、调试与运行所积累的经验,对实验动物设施自动控制系统的作用进行了阐述,对实验动物设施自动控制系统在规划、设计、建造过程中存在的问题进行分析,剖析问题存在的根源并对改进措施提出一些合理化建议。

【关键词】 实验动物设施;自动控制;法规标准

【中图分类号】 R-33 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1671-7856(2015) 08-0072-04

doi: 10. 3969. j. issn. 1671. 7856. 2015. 008. 015

Application of automatic control system in laboratory animal facilities and countermeasures against the problems

MENG Shao-peng

(Beijing Keshitongli Environmental Engineering technology co., Ltd. Beijing 102208, China)

【Abstract】 Through years of experience to design, build, debug and operate the automatic control system in laboratory animal facilities, the author expounds the detailed effect of such system, analyzes the problems and causes, and finally provides some advice to improve the system.

【Key words】 Laboratory animals; Laboratory animal facilities; Auto-control system; Regulations; Standard

实验动物设施作为科学研究、安全评价、产品检验检测等的科学实验平台,涵盖生命科学、生物医药、教育教学等各个领域^[1],自动控制系统作为实验动物设施众多建造专业之中的一个子专业,集成了硬件和软件技术,涉及传感技术、变频传动技术、信息通讯技术、计算机技术等,充分体现了现代工业自动化、楼宇自动化的大部分特性。虽然自动控制系统的建造费用只占整个实验动物设施建造费用的 15% 左右,但其担负着实验动物设施按照预定目标运行的重要使命,是实验动物设施中的核心部分。尽管大多数实验动物设施的使用单位和使用者都意识到自动控制系统的重要性及其带来的好处,而且大多数的实验动物设施都设置了自动控

制系统,但在实际使用过程中经常出现自动控制系统失效和参数达不到预定目标的现象,甚至出现放弃使用自动控制系统而改用人工手动控制的现象,结果是自动控制系统在实验动物设施的生命周期内没有体现出应有的价值,造成资源的浪费。本文针对实验动物设施在规划、设计、建造过程中常见的与自动控制系统有关的问题进行分析和探讨,并提出相应的对策,主要从以下几个方面进行阐述。

1 法规标准存在的问题

我国现行的与实验动物设施工程设计、工程建设、工程验收有关的规范性文件主要有《实验动物环境及设施》(GB4925-2010)^[2]、《实验动物设施建

筑技术规范》(GB50447-2008)^[3]、《实验动物机构质量和能力的通用要求》(GB/T27416-2014)^[4]以及建筑专业、给排水专业、通风空调专业、电气专业相关的法规及标准,其中《实验动物 环境及设施》、《实验动物设施建筑技术规范》、《实验动物机构质量和能力的通用要求》是针对实验动物设施编制的规范性文件,是实验动物设施规划、设计、建造必须遵循的基础性文件,同时也是实验动物设施认证认可的主要评价依据。

《实验动物 环境及设施》对实验动物设施的环境指标作出了规定,然而却没有对自动控制系统作出要求和规定;《实验动物设施建筑技术规范》和《实验动物机构质量和能力的通用要求》对实验动物设施的自动控制部分作出一些规定与说明,例如《实验动物设施建筑技术规范》的 7.3 条仅对风机、电加热的报警、运行顺序、连锁、操作(自动和手动)作简单的描述;《实验动物机构质量和能力的通用要求》的 5.2.9 条也仅是就对报警及数据存储作了简单的要求,至于什么条件报警、怎么样的数据存储格式才符合要求均没有说明;上述法规及标准对实验动物设施自动控制系统的作用、组成、架构、功能、设备的选择要求等均没有相关规定,结果造成这部规范性文件对实验动物设施自动控制系统的规划、设计、建造缺乏具体可操作的指导作用。

2 建设单位存在的问题

实验动物设施的建设单位主要从事科学研究、安全评价、产品检验检测、生物制品生产等工作的科学研究机构、高等院校、事业单位和企业等,使用人多数为这些领域的科研、生产人员,由于专业的差异,他们在实验动物设施的规划阶段对自动控制系统所提出的要求主要表现在最终状态,如温度、湿度、压力梯度的数值及范围,至于过程如何实现、产品选择有什么要求,他们认识或了解的深度和广度还处于概念性的范畴。虽然建设单位在实验动物设施规划、设计、建造、使用与运行的过程中都配置一些专业人员,但实验动物设施是集生物安全防护、空气净化、建筑、给排水、通风空调、电气、高温高压设备等多学科多专业于一体的特殊建筑体,建设单位很难做到每个专业都配置相应的人员,加上自动控制专业在整个实验动物设施建造费用中所占的比例较小,导致自动控制专业不被建设单位引起足够的重视,甚至被忽略。

由于缺少自动控制专业人员,实验动物设施在规划阶段的技术咨询、可行性研究、风险评估等难以形成完整的、符合实验动物工作实际要求的可用于设计、建造、运行阶段的指导性文件。因此,在指导文件不完备的时,建设单位往往把希望寄托于实验动物设施的设计单位和建造施工单位。

3 项目设计存在的问题

设计单位进行工程设计的依据主要有国家颁发的法规及标准、行业标准,建设单位提供的设计委托书、实地勘察记录文件等。除此之外,设计单位通常通过与建设单位的技术沟通活动来获取建设单位的设计意图,设计单位在此基础上依靠各专业设计工程师的技术水平和工作经验开展工程设计活动。

与设计单位经常设计的大型建筑体或建筑群相比,实验动物设施可谓小型建筑甚至是微型建筑,多数设计单位承接实验动物设施的设计任务是从经济的角度出发,实验动物设施涵盖的专业类型、专业数量、复杂程度很少考虑;对于按完成的设计任务量计取劳动报酬的工程师而言,他们不会过多地考虑实验动物设施的功能、作用,照搬规范及标准、快速完成设计任务成了他们工作中的一种常态;另一方面,设计单位的设计工程师主要以工程设计为主,工程建造过程中的实践经验较少,从当前行业的情况观察,参与工程建造过程的设备选型、安装、调试、验证工作的自动控制专业设计工程师凤毛麟角,大多数自动控制专业设计工程师对自己的设计作品在建造过程中的产品选型、程序编写、现场调试、最终状态不得而知。

法规及标准不健全、设计委托书缺乏指导意义、技术沟通活动达不到实际需求、设计单位重视程度不够、设计工程师的设计能力及利益驱动下的责任心缺失等多个隐患,造成实验动物设施设计图纸隐含了诸多问题,其中自动控制系统最为明显,设计说明不详细、参数不具体、图纸设计深度不够等问题常见,类似“自动控制系统由专业单位深化设计”的设计图纸层出不穷。例如:国内某著名建筑科学研究院为北京某心理研究所设计的屏障环境实验动物设施,其对自动控制系统的设计仅设计了组合式空调机组、排风机组的控制位点图,同时在设计说明作如下描述:

风冷热泵式空调机组自带控制系统和保护装

置,冷热媒体采用水。机组自控程序应包括温度和湿度调节,保护程序应包括过热保护、无风保护和消防联动保护。

系统运行时,应先开送风机,再开排风机;关闭进,先关排风机,再关送风机。

电加热器后设超温保护开关,温度过高时,切断电加热主回路,停止加热。

电加热器设无风联锁保护,当送风机停时,联锁停电加热。

70 度防火阀关断时,联锁停相应机组送排风机。

从以上图纸设计说明及整套图纸上看该设计对自动控制系统的作用、组成、架构、功能、设备选择要求、设备安装位置、线路敷设要求、数据显示、数据记录格式、数据存储方法、报警方式及其记录都没有体现,其设计深度与实验动物设施的认证要求存在很大差距,对实验动物设施功能的符合性、工程造价、工程建造工期造成了很大的影响。

4 建造施工存在的问题

工程建造施工是实验动物设施由设计图纸形成实体、实现使用功能的一个重要阶段^[5],自动控制系统将在这个阶段完成设备的选型、采购、安装、程序编写、调试、验证等环节,其中选型、采购对实验动物设施自动控制系统品质、符合性影响很大,也是最容易产生问题的环节。

在实际的建造施工过程中,实验动物设施的自动控制系统除了少数建造施工企业是自己完成的,多数情况下,实验动物设施的自动控制系统被分包给专业自动化公司。不管是采取哪种实施方法,企业都以追求经济利益为目的。当设计图纸不完善,自动控制系统选型依据模糊不清、工程监理不严格等情况下,建造施工企业通常会采取达到验收即可的态度,不论是自己实施还是分包实施,选型和采购都是以最小代价获取最大利润为出发点,而设备在长期运行过程中的稳定性、可靠性不是主要考虑因素。另一方面,专业的自动化公司作为各种各样的自动控制系统的集成供应商,他们对自动控制产品的性能了解较多,但对各种自动控制系统作用了解的深度有限,对于工艺性较高、采用闭环过程控制量较多的实验动物设施自动控制系统缺乏足够的了解,同时受经济利益影响,采用低端的不适用于大量闭环过程控制的控制器、简易的单片机控制

板等。在天津某医学研究所的实验动物设施建造过程中由于设计不完善,施工单位出于经济利益采用简易的单片机控制板,结果造成自动控制系统经常性通讯中断、数据记录不连续不完整、温度湿度控制精度差的现象。

设备选型不当是硬伤,更换或更改都会造成经济损失;由于程序编写、调试、验证可以在试运行或运行期间进行修改,因而程序编写、调试、验证不是影响实验动物设施的自动控制系统质量的主要原因,但是程序编写错误、调试方案不当、验证不到位等等经常会造成设备损坏。

5 改进的对策及措施

随着实验动物设施建设的数量、规模不断扩大,如何规避实验动物设施自动控制系统在规划、设计、建造、运行过程中出现的问题,除了完善法律法规、规范工程设计、加强工程建造管理的同时,还应在以下几个方面进行改进:

5.1 完善法律法规

对不合时宜的规范标准进行修订,广泛征集行业内各专业技术人员的意见,开展公开、公正的、各专业技术人员积极参与的规范标准修订活动,避免少数人、非专业人员制订专业的规范标准。

5.2 加强实验动物设施建设单位人员培训力度

监管部门、行业协会加强实验动物设施建设单位人员培训力度,定期开展包括自动控制在内的各专业技术培训,增强建设单位管理人员对自动控制系统的管理能力;建设单位在人力资源不足时,可以通过实例考察调研、聘请专业机构进行技术咨询,使自动控制系统在实验动物设施的设计、建造施工、验证等各个阶段得到合理、正确的实施,确保实验动物设施自动控制系统安全、可靠。

5.3 监管部门加大实验动物设施建造施工前审查

监管部门加大实验动物设施建造施工前包括自动控制等各个专业图纸的审查,规范工程设计与施工,确保实验动物设施的符合性。

5.4 建立健全实验动物设施良好自动控制系统验证体系

可以通过参考、借鉴国际制药工程协会的 GAMP® 5(良好自动化生产实践指南第五版)建立一套符合实验动物设施实际要求的良好自动控制系统验证体系。

参考文献:

- [1] 许钟麟. 洁净室及其受控环境设计[M]. 北京, 化学工业出版社, 2008. 03.
- [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部, 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 实验动物 环境及设施(GB14925-2010)[S]. 北京, 中国标准出版社, 2011. 02.
- [3] 中华人民共和国住房和城乡建设部, 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 实验动物设施建筑技术规范(GB50447-2008)[S]. 北京, 中国建筑工业出版社, 2008. 08.
- [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. 实验动物机构 质量和能力的通用要求(GB50447-2014)[S]. 北京, 中国建筑工业出版社, 2014. 09.
- [5] 丁士昭, 逢宗展. 机电工程管理与实务[M]. 北京, 中国建筑工业出版社, 2014. 04.

[修回日期] 2015-07-10

(上接第 61 页)

- [2] 高改霞, 卫小春, 李凯, 等. 大鼠膝关节软骨不同染色方法的差异[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2010, 24(14): 4385-4389.
- [3] 简月奎, 吴雪晖, 田晓滨, 等. 不同方法显像骨组织微血管的对比研究[J]. 中国矫形外科杂志, 2008, 16(7): 535-536.
- [4] 李坚, 娄玉铃, 李满意, 等. 健膝丸对大鼠膝关节组织形态学的影响[J]. 风湿病与关节炎, 2013, 2(1): 13-17.
- [5] 席越, 孟淑琴, 宫丽华, 等. 骨组织病理解剖学技术(第 2 版)[M]. 北京: 人民卫生出版社. 2009: 1.
- [6] 袁雪凌, 汪爱媛, 孟昊业, 等. 兔膝关节炎症进程中软骨下骨血管生成的实验研究[J]. 中华关节外科杂志(电子版), 2013, 7(6): 810-814.
- [7] Schmitz N, Laverty S, Kraus VB, et al. Basic methods in histopathology of joint tissues[J]. Osteoarthritis Cartilage, 2010, 18(Suppl 3): 113-116.
- [8] Király K, Lapveteläinen T, Arokoski J, et al. Application of selected cationic dyes for the semiquantitative estimation of glycosaminoglycans in histological sections of articular cartilage by microspectrophotometry[J]. Histochem J, 1996, 28(8): 577-590.
- [9] Dimri GP, Lee XH, Basile G, et al. A biomarker that identifies senescent human cells in culture and in aging skin in vivo[J]. Proc Natl Sci U S A, 1995, 92(20): 9363-9367.
- [10] Itahana K, Campisi J, Dimri GP. Methods to detect biomarkers of cellular senescence: the senescence-associated beta-galactosidase assay[J]. Methods Mol Biol, 2007, 371: 21-31.

[修回日期] 2015-07-12

(上接第 71 页)

- [38] Nixon RA, Wegiel J, Kumar A, et al. Extensive involvement of autophagy in Alzheimer disease: an immuno-electron microscopy study[J]. J Neuropathol Exp Neurol, 2005, 64(2): 113-122.
- [39] Fimia GM, Bartolomeo SD, Piacentini M, et al. Unleashing the Ambra1-Becn1 complex from dynein chains: Ulk1 sets Ambra1 free to induce autophagy[J]. Autophagy, 2011, 7(1): 115-117.
- [40] 刘敏, 马建芳, 汤荟冬. 自噬在阿尔茨海默病中的作用机制及治疗前景[J]. 中国现代神经疾病杂志, 2014(05): 441-445.

[修回日期] 2015-07-10