

基于研发-中试需求导向的生物医疗类研发中心载体空间设计实践探讨

——以大零号湾国际智能医疗创新中心为例

高伟业

上海南滨江智能医疗科技开发有限公司 上海 200000

摘要：发展新质生产力是我国实现民族复兴的必经之路。近年来，新质生产力的代表——生物医疗类产业得到了巨大的发展，取得了长足的进步。此类产业对于研发-中试-生产的载体空间有较为特殊的要求，因此，对这类空间载体进行专项设计以适配现代生物医疗产业的发展具有强烈的现实意义。本文以作者主导设计的大零号湾国际智能医疗创新中心为例，探讨此类空间载体（从研发到中试）的设计方法论。

关键词：生物医疗；研发中试；建筑设计

生物医疗产业主要包含制药产业、酶工程、基因测序、中间体组织工程等细分产业，涉及到医药、化工、检测、能源等多个领域。此类产业有几个共性：一款产品上市之前，都需要进行研发-中试-生产的产业化路径，对于空间载体都需要有关于污水处理、环评、空气净化、温度控制、用电荷载等一系列的特殊要求，相对应的，对于建筑物的各个专业都提出了较高的设计标准。在项目设计之初，作者走访调研了几家生物医疗类公司，对于其试验生产的流程进行了解，并积极听取这类公司对于空间载体的设计要求，力争做出适应新时期生物医疗产业的先进载体空间。下面，作者以自己主导设计的大零号湾国际智能医疗创新中心项目为例，探讨下此类产业通用型的研发-中试载体空间设计方法论。

1 建筑专业

1.1 平面布局及空间要求

生物医疗类研发中心载体的研发-中试类工艺流程，对于建筑平面的要求可以概括为：空间尽量方正无缺角、跨距不宜小于10米、平面空间连贯无阻挡，净高不低于3米，采光通风好。其中，制药行业往往需要配置反应炉等超大尺寸设备，依据国际通行的GMP认证生产工艺标准，需要配置不低于8米层高的高大型空间。其中为了方便大型设备的进出，需要在立面上设置尺寸不小于7m（高）x5m（宽）的吊装口，并在吊装口下部设置吊车吊装停车位^[1]。

1.2 人行流线与货运通路的设计与布置

人行流线与货运流线要求为：人流与货流分离、货流洁污分离、货运通路要能供箱式冷冻柜通行（一般通路上的门洞尺寸不宜小于1.4mx2.4m）。大型装置要有吊装口。

基于以上标准与原则，在大零号湾国际智能医疗创

新中心项目设计中，建筑专业将建筑的标准层平面设计为方正的矩形，柱网设置为9m~10.8m，核心筒设置在矩形的角部并呈对角线分布。此种平面布局使得空间连贯无阻挡，且单跨的净使用面积达到了100㎡以上，对于将来的工艺设备布局，预留了充足且灵活的可能性。层高设置为4.5m，通过优化梁高与室内的设备管线布局，使得全部净高不低于3m，大部分区域净高在3.3m以上。四个立面全部采用准落地窗，窗墙比达到1:1以上，充分满足了室内对于采光与通风的要求。在建筑物的顶层，设置了8m层高的高大空间，并设置若干埋板方便后期大型设备的固定与安装。在最顶层的角部，设置了7.1米x6.4米的可拆卸框架式幕墙，方便未来使用者在有需要的时候，能够将超出电梯运载能力的超大超重物品或设备直接吊装至高大空间。其中电梯采用双侧开门设置，可以保证在一层室外卸货区由叉车将货物运入电梯，电梯抬升至目标楼层后，开启另外一侧门将货物运送至室内，从而避免了货物在整个通路上的多次转运，对货物运输造成不便。

2 结构专业

2.1 整体结构设计

本工程的抗震设防烈度为7度，设计基本地震加速度0.1g，设计地震分组为第二组，场地特征周期为0.9s，建设场地属于抗震不利地段。为了保证试验与生产精度的要求，减少周边高架路及地面震动的干扰，本项目的桩基采用劲性复合桩施工，地基大底板适当加厚20%，并设置了柔性隔振措施，使得整体抗震等级高于规范标准值，隔振标准满足GMP生产工艺标准，可以满足精细化工、精密制造的生产要求。

2.2 生产荷载设计

基于不同楼层的使用场景要求,设计之初对各层采用了不同的均布荷载设计。其中,一层层高为6米,可以满足中型设备的安装与使用,设计均布活荷载为500KN/m²;标准层层高为4.5米,可以满足试验生产人员与小型设备的混合安装与使用,设计均布活荷载为300KN/m²;顶层层高为8米,可以满足中型设备的安装与使用,设计均布活荷载为1000KN/m²,可以满足大型设备的安装与使用。其中顶层楼面预埋钢板,方便后期使用者自行安装设备基础,柱子中段预埋钢板,方便使用者后期增设设备固定支架或检修爬架。所有的楼面板采用预制peek板,冗余荷载设置范围较一般建筑大,隔绝微小震动性能良好。同时为了满足多层租户的使用要求,在每层设置一处可拆卸楼板,方便使用者在后期自行加装内部跨层楼梯,方便跨层办公的使用^[2]。

3 给排水专业

3.1 常规给水与排水

本项目全部用水以市政自来水为水源,给水管引入管处自来水水压要求不低于0.16MPa。本项目室外生活给水干管采用环状供水,其它生活供水管道采用枝状供水。地下室、一层等区域生活用水采用城市自来水,水质符合现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB5749的规定。绿化浇灌、道路冲洗、车库冲洗采用雨水回用水,雨水量不足时用自来水补充。为了满足生物医药类企业对供水的要求,给水系统各分区的静水压力不超过0.45MPa。用水点处供水水压大于0.2MPa的配水支管采取设置支管减压阀的减压措施,并满足用水器具工作压力的要求。整栋楼的给水系统采取竖向分区设置如下表1:

表1 给水系统分区表

竖向分区	供水范围	供水方式	供水水箱位置及有效容积(m ³)
一	地下室、一层	市政直供	/
二	1#楼2-13F	恒压变频供水	楼层:-1F:容积:31m ³
三	2#-4#楼	恒压变频供水	楼层:-1F:容积:31m ³
四	1#楼 14-17F	水箱减压重力供水	楼层:1#屋面:容积:9m ³

本项目的生活排水与雨水排水系统采用分流制,生活污水与生活废水分流。室内地面±0.00以上生活排水采用重力自流排出:地下室卫生间及其他区域排水排至污水提升装置,提升排放至室外污水管网。本项目共设有1个市政污水接驳口,在莲花南路设置1个DN300市政污水接口。

3.2 污废水处理

生物医药类企业对于污废水的处理是整个项目的重中之重。由于生物医药类企业各自的工艺千变万化,所产生的污废水种类也多种多样,如发酵废水、化学合成废水、

洗涤废水、实验室废水、动物实验废水、纯水废水、冷却锅炉水、生活污水等,每个都有其特点。为了满足对于污废水的处理并排放至市政管网,本项目采用了两级污水处理机制。在每一层设置单独的一级污废水处理间和排水计量装置,可供将来使用者安装适应自身供应的污废水处理设备;同时在地库层设置二级集中污废水处理间。一二级污废水处理间之间分别安装pvc与镀铬钢管两套排水管路,可以适应绝大多数种类污废水的排放。各层产生的污废水在各层经过初步处理后,再汇集到地下室的二级污废水处理间进行二次处理。二次处理后的水质可以达到市政排放标准,从而解决大多数生物医药类企业的污废水处理与排放问题。

4 暖通与排风专业

为了满足生产试验与人员办公的双重需求,生产研发载体应设置两套空调系统:舒适性空调系统与洁净型空调系统。由于不同的企业所采用的生产工艺流程不同,在未知入驻实际使用企业的需求情况下,笔者走访了大量的生物医药研发类企业,对于其平面布局、工艺流线、设备安装等做了大致的整理与归纳,最后结合本项目的实际,摸索出“虚拟平面”这一概念,即将来入驻企业的平面布置、工艺流线、设备安装等大概率会与“虚拟平面”一致。后期的所有空调、机电配置全部依据“虚拟平面”进行排布。

4.1 舒适性空调系统

采用变制冷剂流量多联分体式空调,室外机设置在各塔楼屋顶。并于每层设置全热交换机组进行新、排风处理。变配电间设置自带冷源的单元式空调机组。弱电机房(消防控制中心、安保机房)采用独立分体式空调。电梯机房等设置独立分体空调。为了提升办公空间的舒适性,研发中心楼空调采用湿膜加湿,加湿效率>50%。湿膜为无机抑菌材料的高分子膜,布水拟采用节水型滴定方式,吸水率大于260%。加湿水管需配置5um精细过滤器。加湿过程为等焓过程。于办公及公共服务设施等重要场所的空调/新风系统均设有消毒杀菌装置。净化装置的消除病毒率>99%,白色葡萄菌灭杀率>98%,甲醛净化效率>85%,苯净化效率>98%.TVOC净化效率>96%,阻力<1Pa。空调系统的新风管、回风管设置应急关闭装置,新风系统送风管设置应急关闭装置。

4.2 洁净性空调系统

洁净型空调是专门为高洁净度环境设计的空调系统,广泛应用于生物医药、电子制造、医疗手术室、实验室等领域,其核心功能是控制温度、湿度、气流组织和空气洁净度。洁净型空调的设计需综合考虑工艺需求、能耗、成

本及后期维护,通过科学布局 and 智能控制实现高效、稳定的洁净环境保障。

结合本项目的实际,由于本项目在建筑设计之初并未确定未来使用者的具体需求,因此本项目在实际竣工交付中并不将洁净性空调系统安装到位,而是结合“虚拟平面”为洁净型空调预留安装条件。例如:在布置综合天花的时候,将一部分的空调、新风、桥架等管路避开洁净用房集中的区域,预留出的空间给将来的洁净空调管线使用;在建筑外立面上设置三包围的预留管井,在不占面积的情况下,避免了将来外立面上布满管道而破坏外立面的情况。

5 电气专业

5.1 生产性电量的配置

除了必要的照明、空调及办公用电之外,生物医疗类研发中心载体最大的用电大户为研发工艺生产线的设备用电。通过与相关行业的调研,结合本项目的实际,初步定于每25平米设置一台振动机(生物医药类企业最常用的设备),标准层为1000m²,极限情况下可以满布40台机器。实际生产使用过程中,四十台机器同时开机并满功率运行的概率较小,因此在全部机器满功率运行的极限数值,取0.6系数(行业经验值),作为本项目的设备用电配置。经初步计算,本项目的单方供电容量290va/m²。此容量可以基本满足市面上绝大多数生物医药类公司的生产用电需求^[3]。

5.2 UPS室的设置

UPS(Uninterruptible Power Supply)即不间断电源,是一种为关键设备提供持续、稳定电力的应急电源系统,能在市电中断或异常时立即切换至电池供电,确保设备不间断运行。生物医药类企业生产研发过程中,大多数的生产研发过程是不能中断的(一旦中断会造成不可逆的损失),因此UPS设备对这类企业为刚需。

本项目在每层楼均设置了UPS安装室,并配备了设备基础、接地线缆和防电磁干扰系统。未来的企业可以依据自身的设备需求,对UPS室进行二次改造,确保对设备能够完美安装并顺畅运行。

结束语

生物医疗类研发中心载体是一个有高度定制化的建筑类型,只有充分了解市场和使用者需求,才能对其需求进行逐一拆解,并在设计中有针对性的做出应对。

参考文献

- [1] 郑浩峻,张秀丽.生物医药产业观察[M].北京:清华大学出版社,2019
- [2] 周美立.工业上楼设计专题研究[M].北京:科学出版社,2022
- [3] 汪应洛.生物类制药研发-中试工艺流程解析[M].第3版.北京:化学工业出版社,2018