

Optimization of Air Conditioning System in a Laboratory Building

Qingjie Yao

Chongqing Institute of Metrological Quality Testing, Chongqing, 401123, China

Abstract

The air conditioning system is a key link in building a laboratory, especially a precision laboratory working environment. This paper optimizes the air conditioning system of a certain experimental building by adjusting the room layout, selecting different air conditioning units, and other measures to improve the convenience and energy consumption indicators of laboratory use.

Keywords

laboratory; air conditioning; optimization

某实验楼空调系统的优化

姚庆节

重庆市计量质量检测研究院, 中国·重庆 401123

摘要

空调系统是构建实验室尤其是精密实验室工作环境的关键环节, 论文通过调整房间布局、选取不同空调机组等措施方法, 对某实验楼的空调系统进行优化, 提高了实验室使用的便利性和能耗指标。

关键词

实验室; 空调; 优化

1 引言

空气调节系统是建筑物的重要组成部分, 对提高建筑物的舒适性具有十分重要的作用。与普通民用建筑空调系统以提升使用人群感受的“舒适性空调”不同, 实验室的很多房间需要使用对温室度、洁净度能够进行零花有效的调节, 并满足各种规范的严格要求的“工艺性空调”。工艺性空调是为对环境要求较为苛刻的高精度精密加工、测量工作服务的, 对设备选择、系统设置、控制工艺等都有较高要求。论文介绍了笔者单位在建设某实验楼的过程中, 在建筑房间布局、工艺设备选择和空调系统控制方案等方面对实验室空调系统所作的优化。

2 工程概况

为满足业务发展需要, 某单位新近建设了一栋实验楼, 主要面对某市汽车摩托车发动机产业及其配套企业提供计量测试服务, 开展引导汽车摩托车发动机产业发展的量值溯源传递及应用、关键参数测量与测试验证、标准制修订、前

瞻计量测试研究以及国内外产业计量测试服务等工作。汽车摩托车发动机的产业链长、涉及面广, 从基础的原材料理化指标、机械性能检测; 到零部件研发和生产制造各阶段对特殊尺寸、非常规量的测量; 到发动机整机、各分系统总成及各结构系统的; 以及使用维保、节能环保都需要专业的计量测试技术支撑。汽车摩托车发动机产业总多环节中的检测需求有的相似相近的, 有的却迥乎不同甚至大相径庭, 相应所需的检验检测环境也就差异甚大。因此在规划各专业实验室的布局时需要统筹考虑的因素较多: 既要考虑优化建筑功能分区以降低施工技术难度、节约工程造价, 并提高节能减排效能, 减少投用后的使用成本。又要顾及检测样品等物流通道的运转效率, 减少同等条件下检验检测人员的工作强度并尽可能的提高其操作环境的舒适性。

3 建筑物属性的选择

本项目建设的实验室涵盖长度、力值、热工等领域的在线检测、动态测量、极端量测量以及非接触测量等检测工作。由于不同检测工作对实验空间和环境条件的要求差异较大, 本项目需要建设独立的实验楼和实验车间, 并通过连廊形成物流和人员通道, 同时实现功能区隔, 建筑物的公用功能设施也尽量布置在连廊。设计师在进行房间布置时按习惯

【作者简介】姚庆节(1975-), 男, 中国重庆人, 本科, 高级工程师, 从事工程管理研究。

先布置了建筑物的共用设施，再安排实验室的布置。由于本项目中要建设大面积的恒温恒湿房间等精密实验室，考虑到重庆地区夏季的高温高湿情况，使用部门提出将恒温恒湿实验室都建在地下方综合分析（见图 1）。

①受建设地块地形条件限制（如平面布置图），本项目建筑物只能沿东西向布置，造成向南的外墙面积较大，对夏季降温是很大的不利条件。但本项目实际是两栋相对独立建筑物的形式提供了一个可以利用的条件：我们尽可能地将对温度条件没要求或要求较低的房间布置到南侧实验楼的南面，并适度提高建筑物的高度，将其余房间布置到建筑物的背面避免太阳直晒，同时利用其阴影减少北侧实验车间受太阳直晒的时间，尽量减少阳光的加热作用。

②优化地下室和地面层的功能分配，充分利用土壤热容提高恒温恒湿房间温度稳定性，降低能耗。设计师按照习惯将本项目的地下层布置为车库和公用设备房间，将恒温恒湿实验室设置在地下部分。但是经过计算，在夏季高温条件下建筑物的冷负荷将超过到 800kW，能耗指标过高。综合分析各种条件后，我们将停车位全部移至地面，共用设施也尽量移走，只保留消防水池等部分设施，而将全部恒温恒湿实验室都移至地下。需要说明的是，项目建设地的地下水位较高，为了保证将恒温恒湿精密实验室移至地下后的结构安全和使用维护，我们修改加强了 -1 层的结构和防水设计。此一改动预计将带来上百万元的造价预算增加，初步估算每年可节约至少 20 万元的用电费用，这样的代价是完全可以

承受，从建筑物使用的整体费比看是十分必要的。当然从后期使用维护的工作来看，虽然将恒温恒湿房间设置在地下对降低运行时能源消耗的作用是很明显的，但地下水渗透侵入对保温层和恒温恒湿空调设备的危害不容低估，需要提高对防水工程的关注，注意优化防水设计，充分考虑使用工程中的维护保养工作的方便，同时加强施工过程质量监督，保障恒温恒湿空调等设备的顺利运行和维护保养。土壤源热泵系统是实现节能减排的有效途径^[1,2]，近年来受到广泛注视，但由于本项目的使用技术要求高，这类系统只能用于辅助，将降低项目投资效益。但将实验室放置地下，利用土壤热容能够有效降低空调系统的长期功耗^[3]，有效地改善了本项目暖通空调系统的使用效率。

③普通实验室躲避太阳光直晒。建筑物的地上部分在白天会受到阳光直晒加热，特别建筑的南侧外立面受阳光直晒加热的情况尤其严重。经过与设计单位和造价单位协商沟通，在外立面上增设铝合金遮光栅栏，减少太阳光对墙体的直接家人。该设计需要注意的是在保证结构强度的同时需要注意紧固结构的热桥效应，避免或减少遮挡阳光的金属构建把接收的热量向建筑物内部传递。在本项目中，我们还着重优化了实验楼和实验车间的位置和朝向，利用现有建筑物和本项目拟建设的实验楼遮挡部分太阳光对实验车间的照射。同时简化实验车间的外立面设计，尽量减少墙面对太阳光热辐射的吸收。同时屋面均预留了光伏设备的安装场地，以备将来安装光伏发电设备，既可以减少夏季阳光对建筑物的热

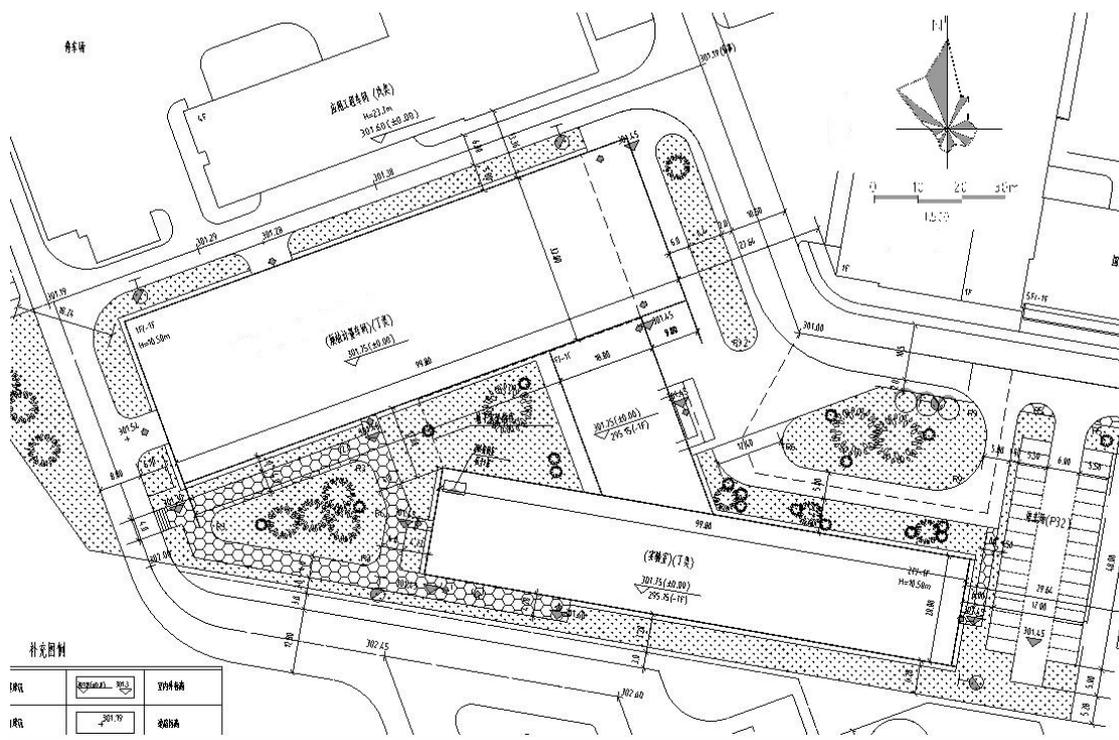


图 1 平面布置图

辐射,又能够获得电能抵消部分降温除湿工作的能源消耗,改善节能减排效率,提高建筑整体的能源利用效率。

④采光和通风矛盾的处理。由于普通实验室开展检测工作时遵循的相关检验检测规程规范对环境条件的要求较低,根据重庆地区气候特点以及我院以往和现有实验室使用情况来看,使用普通空调配合专门的湿度调节设备(主要是除湿功能)完全能够满足相关检测实验工作的需求。而对于数据处理等以人员舒适需求为主的一般办公区域,更希望采用自然采光和通风以便使用人员能够获得更好的工作环境感受。以及为了配合项目所在园区整体的建筑风格,建筑地上部分的外立面采用了石材幕墙加窗的方案以获得更好的视觉效果。当然这样会降低外墙的热阻,增加部分热负荷。我们可以通过优化实验室布置,将夏季使用率较低的部分尽量安排在向阳的南面,同时空调系统采用分区控制,不工作的房间可以不开空调以减少电能消耗,同时还能为其他房间起到隔热作用。

常见外墙材料热物理特性见表1。

表1 常见外墙材料热物理特性

	钢筋混 凝土	水泥 砂浆	空心砖 砌体	透明 玻璃	高透光 LowE 玻璃 (12A+6+12A)
导热系数 (W/(m ² ·K))	1.74	0.93	0.54	5.8	1.8
比热容 (kJ/kg·K)	0.92	1.05	1.05		

4 空调系统机组的选择

重庆地区夏热冬冷,雨热同期,建筑能耗本就较大,近年受全球气候变暖的影响越发显著^[4]。建筑工程的设计也越来越重视节能降耗。项目多数房间在工作时都对温湿度等环境条件有明确的具体要求,而且有大量精度要求较高的恒温恒湿房间。恒温恒湿房间通常上进下回或上进侧回的气流组织形式,利用天棚和屋顶之间的空间作静压箱,通过天棚上的微孔板出风的设计,采用集中控制的中央空调是比较有利的。但本项目各个房间的使用频率节奏等情况却存在很大的差异:既有大量存放标准器和标准物质的房间需要常年24小时不间断维持恒温恒湿的环境条件,要求空调设备在较低功耗下长期工作,也有很多房间平时可以停机不使用空调设备,但其工作时会大量发热或产生废气影响实验室室内的环境温湿度条件,导致空调系统需要在负荷短时间内大范

围波动的情况下要能够稳定工作,给空调系统的选型带来很大困难。经过对设备厂家和先进项目的广泛调研学习,结合本项目实际使用需求分析和建筑设计其他专业的优化配合,最终设计方案采用了恒温恒湿精密实验区采用分区控制的中央空调,普通实验室采用多联机的整体布局。精密空调主机采用水冷四管制螺杆机组,通过分区控制的方式以平衡各个实验室不同的使用需求,实现使用功能和能耗指标的最优化。普通实验室采用普通舒适空调,配合抽/加湿机调节实验室内的湿度。

空调机组调节使用房间的环境条件时自身却不可避免地会对环境条件产生影响,对实验室而言主要体现在机组工作时的振动方面。很多精密设备要求在尽可能平稳的环境下工作,甚至需要设置转么的隔振设施设备来减少环境振动的影响。我们希望空调机组能够尽量落地并远离相关实验室,设计师最初把空调机组安排在负一层的设备间内。如前所述,本项目很多精密实验室布置在地下,不巧的是恰好许多房间都有隔振减震的要求。再反复咨询检测设备厂家优化布局仍然不能满足检测设备要求的情况下,空调机组不得不另寻他处安装。然而本项目的地面布局也很紧张,反复权衡后,我们将空调机组设置到了检测车间的屋顶。此处远离精密实验室,能够减少和避免对精密实验室的影响,当然,代价是不得不增加相应工艺管线的长度,和配套材料和设施设备。设计师从优化管线走向和共用其他工艺管线设施设备的方向入手,有效控制了工程造价的上涨。

5 结论

检验检测实验室对室内环境有明确的要求,但相关设备的选取应结合具体检验检测工作开展的情况来确定,并结合用户使用便利和建设工程各个专业的特点,在建设投资、运行维护成本和使用便利性之间合理取舍,实现项目建设的优化。

参考文献

- [1] 李金桃.土壤热泵空调系统在贵阳地区的应用测试分析[J].四川建筑科学研究,2015(6):204-207.
- [2] 黄瑞.土壤热泵空调系统的运行控制与节能分析[J].中国新技术新产品与维修,2010(5):23-24.
- [3] 韩浩然.重庆某土壤热泵工程地埋管系统分区运行策略研究[D].重庆:重庆大学硕士学位论文,2015.
- [4] 冯成.气候变化对重庆地区建筑能耗的影响研究[D].重庆:重庆大学硕士学位论文,2021.