

文章编号: 1671-6612 (2022) 03-513-04

某生物医药阴凉库空调系统检测及诊断分析

甘灵丽 王 曦 吴银萍

(四川省建筑设计研究院有限公司 成都 610000)

【摘要】 介绍了某生物医药阴凉库建筑及空调系统的概况,通过对空调系统中冷水机组性能、冷冻水系统、组合式空气处理机组及室内外环境进行检测及分析,指出了该空调系统存在的问题并找出了原因,给出了整改意见,根据整改意见对更换水泵后节能率进行了预测,得出了更换现有水泵可取得明显的节能效果,最后提出了设计调试中的几点思考。

【关键词】 空调系统;检测;诊断;建议

中图分类号 TU831 文献标识码 B

Examination and Diagnosis of Air-conditioning System in a Biomedical Cool Warehouse

Gan Lingli Wang Xi Wu Yinping

(Sichuan Provincial Architectural Design and Research Institute Co., Ltd, Chengdu, 610000)

【Abstract】 This paper introduces the general situation of the building and air conditioning system of a biomedical shady warehouse. The water chiller performance, the chilled water system, the station air handling units, indoor and outdoor environment is examined and analyzed. The problems existing in the air conditioning system are pointed out and the causes are found out. The rectification suggestions are given. According to the rectification suggestions, The energy-saving rate of replacing the water pump is predicted, and the results showed that replacing the water pump can achieve remarkable energy saving effect. At last, Some thoughts on the design and debugging is put forward.

【Keywords】 air-conditioning system; examination; diagnosis; suggestion

作者(通讯作者)简介:甘灵丽(1983.04-),女,硕士研究生,高级工程师, E-mail: 154617397@qq.com
收稿日期: 2021-06-30

0 引言

为加强药品经营质量管理,规范药品经营行为,保障人体用药安全、有效,《药品经营质量管理规范》^[1]要求企业应当在药品采购、储存、销售、运输等环节采取有效的质量控制措施,对于冷藏冷冻药品应配置与其经营规模和品种相适应的冷库。

《中华人民共和国药典》^[2]规定:冷库温度应达到2~10℃;阴凉库温度要求不超过20℃;常温库温度要求保持在0~30℃;各库房相对湿度应保持在45~75%之间。空调系统作为阴凉库药品储藏的保证,其好坏直接影响到药品的药效,极其重要,本文对某生物医药阴凉库空调系统进行检测并对检

测数据进行分析,找出了该空调系统存在的原因,并提出整改意见,根据整改建议对更换水泵后节能率进行了预测,得出了更换现有水泵可取得明显的节能效果。

1 建筑及空调系统概况

某生物医药阴凉库总建筑面积为13778m²,地下1层,地上2层,地下一层为消防水池和消防水泵房;地上一层为阴凉库、办公室、值班室、设备用房,地上二层为常温库和设备用房。阴凉库空调系统采用集中式空调系统,主要设备及参数如表1所示。

表 1 阴凉库空调系统主要设备及参数

Table 1 Main equipment and parameters of air conditioning system in shady warehouse

设备名称	设备参数	台数
蒸发冷凝式螺杆冷水机组	额定制冷量 583kW, 额定输入功率 100kW, 供回水温度 7/12°C, 额定流量 100m³/h, COP5.83	2
冷冻水泵	额定流量 150m³/h, 扬程 16mH₂O; 额定功率 11kW, 定频	3 (2 用 1 备)
组合式空气处理机组	风量: 28000m³/h, 制冷量: 376kW	3

冷冻水系统采用主机侧定流量、负荷侧变流量一次泵系统, 供回水干管之间设自力式压差旁通装置; 空调末端采用组合式空气处理机组, 新风比可调。系统原理图如图 1 所示, 阴凉库目前投入使用的面积约占阴凉库总面积的 1/3, 冷源系统运行 1 台蒸发冷凝式螺杆冷水机组, 冷冻水泵 2 台并联运行, 末端仅运行投入使用区域的 1 台组合式空气处理机组 (一次回风运行)。

根据业主反馈及现场勘察结果, 此生物医药阴凉库空调系统存在冷水机组运行不稳定 (频繁启停机), 空调区域个别时间达不到设计温度、运行费用高等问题。

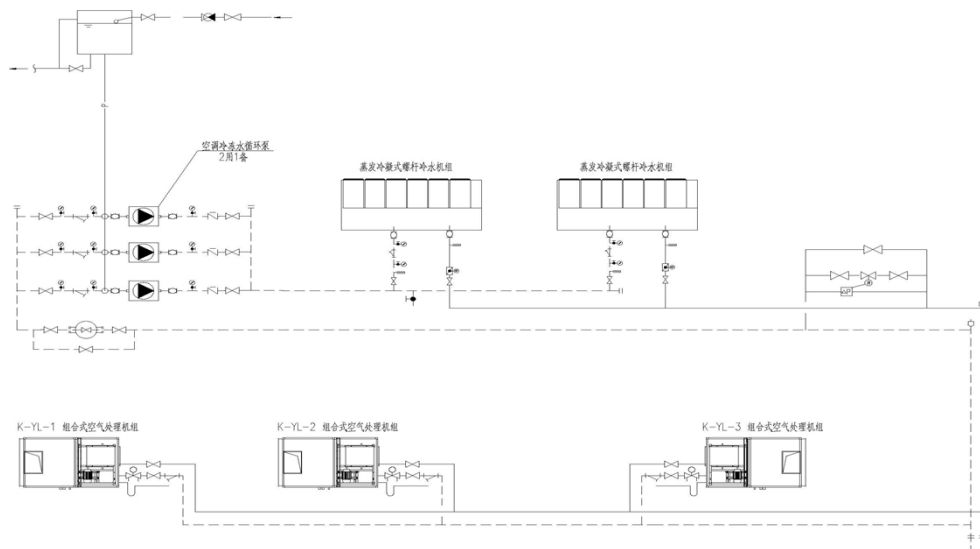


图 1 系统原理图

Fig.1 System diagram

2 空调系统检测及分析

根据空调系统情况对冷水机组性能、冷冻水系统、组合式空气处理机组及室内外环境进行检测, 由于检测期间冷水机组周期性启停机, 各主要参数均成周期性变化, 各周期参数变化相似, 为便于研究下文抽取一个半典型周期 (从主机准备启动—加载—能量保持—卸载—停止—主机准备启动—加载—能量保持) 进行分析。

2.1 冷水机组性能检测及分析

冷水机组的制冷性能系数 COP 计算公式:

$$COP = \frac{Q}{N}$$

式中: COP 为机组的平均制冷性能系数; Q 为检测期间机组的平均制冷量, kW; N 为检测期

间机组的平均输入功率, kW。

$$冷水机组平均制冷量计算公式: Q = \frac{V\rho c\Delta t_w}{3600}$$

式中: V 为机组用户侧平均流量, m³/h; Δt_w 为机组用户侧进出口水温差, °C; ρ 为水平均密度, kg/m³; c 为水平均定压比热, kJ/(kg·°C)。

将水流量、供回水温差、冷水机组输入功率带入计算公式可以得出表 2。

表 2 冷水机组性能

Table 2 Performance of water chiller		
冷水机组平均制冷量 (kW)	机组平均输入功率 (kW)	机组平均 COP
127.61	34.84	3.66

由表 2 可以看出, 冷水机组运行平均 COP 仅为 3.7, 远远低于额定 COP5.83, 机组运行能效低。

2.2 冷冻水系统检测及分析

从图 2 可以看出, 水系统回水温度在 7℃~13℃ 范围内, 平均回水温度 9.9℃, 最小回水温度达到 7.6℃。供水温度在 6.0℃~12.7℃ 范围内, 平均供水温度 8.6℃, 供回水温差在 0℃~1.5℃ 范围内, 平均供回水温差为 1.3℃, 供回水温差值严重偏离设计的 5℃ 供回水温差值, 反映出冷冻水系统存在严重的大流量小温差现象。

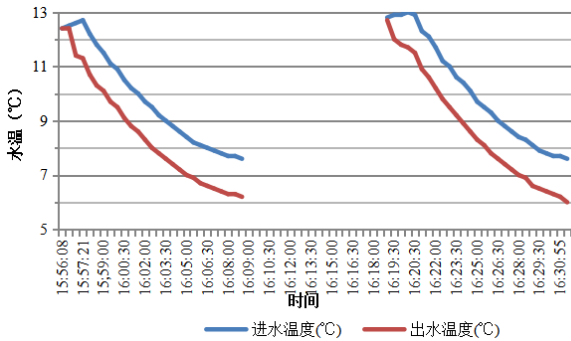


图 2 冷水机组进出水温度变化曲线

Fig.2 Temperature change curve of inlet and outlet water of water chiller

同时从图中还可以看出冷水机组启停机频繁 (空白段为机组停机时段), 停机时长大于开机时长, 当供回水温度过低时冷水机组停机, 由于冷水机组停机时水泵仍在运行, 室内侧仍有负荷, 水系统的供回水与末端空气处理机组进行热交换后温度不断上升, 上升至一定值冷水机组再次开机, 此时供回水温度均较高, 均在 12℃ 以上。初步判定可能原因是末端负荷较小, 导致机组运行时供回水温度不断下降, 造成周期性停机。

表 3 水泵与水流量检测结果

Table 3 Test results of water pump and water flow

单台水泵平均流量 (m ³ /h)	水泵电机功率 (kW)	水泵扬程 (mH ₂ O)	
泵 1	42.5	6.1	23
泵 2	42.5	6.4	23

表 4 系统旁通水流量检测结果

Table 4 Test results of bypass flow of water system

干管平均水流量 (m ³ /h)	末端平均水流量 (m ³ /h)	旁通水流量 (m ³ /h)

85

4.5

80.5

现场检测期间, 不管冷机是否停机, 水泵均处于运行状态。从表 3 可以看出水泵流量远远小于额定流量, 均在额定流量 33% 以下, 扬程均远远大于额定扬程, 大于额定扬程 43.5% 以上。水泵流量扬程偏离额定工况较多, 电机效率偏低, 水泵选型与系统不匹配。从表 4 可以看出水系统流入末端的平均水流量占总干管平均水流量的 5.6%, 大部分冷冻水通过旁通管进入回水干管, 末端需求太小。

2.3 组合式空气处理机组检测及分析

组合式空气处理机组检测期间一次回风运行, 风压正常。检测结果如图 3 所示。

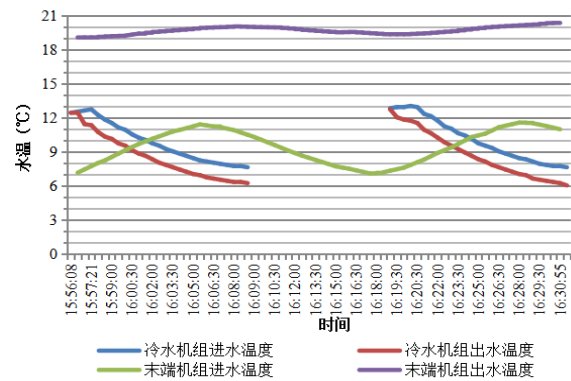


图 3 空气处理机组与冷水机组进出水温度变化趋势对比

Fig.3 Temperature change curve of inlet and outlet water of water chiller and AHU

从图 3 可以看出, 空气处理机组的进水温度随着冷水机组的启停机时间呈周期变化, 因为冷水机组出水需要经过管网最终到达末端空气处理机组, 使得空气处理机组进水温度变化相对于冷水机组出水温度变化存在时间上的滞后。空气处理机组进水温度在 7.1℃~11.5℃ 之间, 出水温度均在 19℃ 以上, 与设计供回水温度 7/12℃ 相差甚远, 特别是出水温度远远高于设计工况, 空气处理机组的进出水温差为 8.5~12.3℃, 与设计供回水温差 5℃ 也相差甚远, 以上数据可以得出空气处理机组的进水量远远不满足末端负荷的水量需求, 导致回水温度升高。

2.4 室内外环境检测结果及分析

对投入使用的空调区域平均分成 3 个区进行检测, 检测结果如表 5 所示。

从表 5 可以看出, 室内温度湿度基本满足阴凉库的要求, 个别区域个别时间温度超过运行要求温度 20℃。结合 2.3 节得出末端设备的供水量不满足室内负荷的需求, 最终致使阴凉库温度超过要求温

度。

表 5 阴凉库空调区域室内温湿度检测结果

Table 5 Test results of temperature and humidity in air conditioning area of shady warehouse

测试区域	温度 (°C)		相对湿度 (%)	
	平均	最高	平均	最高
1 区	19.7	20.2	60.9	72.8
2 区	19.1	19.6	59.9	72.3
3 区	19.5	20.0	58.7	70.0

3 诊断结果及建议

通过对冷水机组性能和冷冻水系统的检测分析表明末端负荷较小,需求水流量较小。而对组合式空气处理机组及室内外环境的检测分析表明流入末端的水流量不满足末端负荷需求,与对冷水机组性能和冷冻水系统的检测分析结果刚好相反。造成以上矛盾的结果是自力式压差旁通装置设定值有误,让本该进入末端的水流量流入了回水总管。这不仅使大量的低温供水经过旁通后与末端回水混合进入回水总管,大大地降低了机组回水温度,造成了冷水机组频繁停机;也使得末端需求得不到满足,室内温度湿度达到要求。同时,检测分析还得出此生物医药阴凉库空调系统存在大流量小温差,冷机效率偏低,水泵选型与系统不匹配的情况。

为了保证阴凉库在使用时温度能达到设计要求值,建议业主及管理单位根据目前系统管道具体阻力重新设定自力式压差旁通压差值。为了能使空调系统设备能在较高效率下运行,建议更换冷冻水泵并设置冷冻水泵变频器。

4 改造节能分析

据业主反馈,现场重新调整自力式压差旁通压

差值后,阴凉库温度湿度均能达到要求。

由于系统整体改造费用较高,业主较难接受,考虑不更换冷水机组,仅更换现有水泵,使更换后的水泵参数与冷机及系统相匹配,更换后的水泵流量额定流量 110m³/h,扬程 16mH₂O;额定功率 7.5kW,变频。在与测试相同的流量运行条件下,水泵在允许的最低频率下运行(按 30Hz),此时水泵的功率仅约为额定功率的 22%(即约为 1.65kW),与现有水泵耗功率相比,节能 70%以上,节能效果相当明显。

5 设计调试中的几点思考

(1) 阴凉库在投入运行前期,投入使用面积较少,整个空调系统处于部分负荷甚至极低负荷运行,容易造成冷机大马拉小车、频繁启停机的情况。因此在设计阶段,应充分考虑设备配置和能效等。

(2) 水泵应与主机及系统相匹配,应采用变频水泵以适应系统变流量运行且达到节能效果。

(3) 由于种种原因,现场设备及管道阻力等和设计参数有所差异,现场各设备应根据安装完成后的具体情况调整各自设备参数,即各设备同时同步进行系统联动调试。

(4) 此空调系统的自力式压差旁通装置作为一个小部件,却影响了整个系统的运行状态,因此在设计和调试时,任何小部件都不容忽视。

参考文献:

- [1] 国家食品药品监督管理总局. 药品经营质量管理规范[M].北京:中国医药科技出版社,2016.
- [2] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典[M].北京:中国医药科技出版社,2020.