

文章编号: 1671-6612 (2019) 05-517-04

武汉某数据中心空调系统设计

黄慧丽

(湖北联合轻工业设计工程有限公司 武汉 430000)

【摘要】 介绍了武汉某数据中心项目空调系统的冷热源、水系统、风系统的设计。简要阐述了该项目采用热回收机组的节能措施。

【关键词】 数据中心; 空调系统; 热回收; 节能

中图分类号 TU8 文献标识码 A

Design of Air Conditioning System for a Data Center in Wuhan

Huang Huili

(Hubei United Light Industry Design Engineer Co., Ltd, Wuhan, 430000)

【Abstract】 This paper introduces the design of the cold and heat source, water system and wind system of a data center air conditioning system in Wuhan. The energy saving measures for the heat recovery unit of the project are briefly described.

【Keywords】 data center; air conditioning system; heat recovery; energy conservation

0 工程概况

该项目位于湖北省武汉市某 IDC 园区, 主要功能为数据中心机房及其配套设施。整个园区共三期数据机房工程, 机房的建筑面积分别为 6097m² (一期)、17787m² (二期)、15223m² (三期), 配套办公楼的建筑面积共 12000m²。本项目为一期工程, 共建有五个主机房及其配套用房 (配电房、动力站、空调机房、不间断电源系统用房、总控中心、消防控制室等), 主机房内部共 700 个 20A 的机柜。

园区配套的办公楼主要是为该园区的数据中心区提供配套支持服务, 满足工作流程及安全管理需要。

1 冷热源系统设计

该项目的空调系统为冷冻水系统供冷, 由制冷主机产生温度合适的冷冻水, 通过管道送至机房末端的精密空调内, 以维持数据机房的温度恒定。

1.1 制冷主机

根据计算, 该项目数据机房内的 700 个机柜满载运行时, 服务器在一年四季的散热量均为 3080kW。在夏季, 经计算, 围护结构的冷负荷约为 900kW, 所以数据中心需要的最大制冷量约为 3980kW。因此设计选用四台 400RT 的水冷螺杆冷水机组 (三用一备) 保障数据中心的全年供冷。考虑到整个园区 12000m² 的办公楼在冬季需要约 500kW 的供热量, 因此其中一台冷水机组带热回收功能 (最大冷凝热可达约 1600kW) 即可。在冬季, 利用 BA 控制系统, 优先运行热回收机组, 在为数据中心供冷的同时保障办公区域的采暖。制冷主机的单台制冷量为 1400kW, 设计的空调冷冻水供回水温度为 12℃/17℃, 冷却水供回水温度为 32℃/37℃。

1.2 冷冻泵

系统共设置四台变频冷冻泵, 与冷水机组一一对应。在最不利环路设置压差传感器, 通过供回水压差控制水泵频率。经计算, 冷冻水系统的阻力约为 36mH₂O, 单台冷水机组满负荷的设计流量为

240m³/h。因此选用四台卧式端吸离心泵，流量为 260m³/h，扬程为 40mH₂O。

1.3 冷却泵和冷却塔

系统设置四台冷却泵和四台冷却塔，与冷水机组一一对应。冷却泵和冷却塔风机均采用变频控制。冷却泵采用卧式端吸离心泵，流量为 300m³/h，扬程为 29mH₂O。冷却塔采用逆流方形冷却塔，设在数据机房楼的屋顶。

1.4 蓄冷罐

为了保证数据机房的不间断制冷，在空调水系统总供水管路上设置了两个储水量均为 50m³ 的闭式蓄冷罐。在主机故障以及停电的时候能保证空调系统满负荷运行 15 分钟。蓄冷罐一直处于充冷在线运行状态，旁路上的阀门常闭，当蓄冷罐故障时，开启旁通阀，将蓄冷罐从系统中隔离出来。

1.5 补水定压

系统采用两台四合一补水定压装置，一用一备。该设备安装在冷冻水泵的吸入口端，定压点的工作压力为 0.2MPa。该装置通过水泵和压力控制器的合理配合，以常压隔膜罐吸收膨胀水作用，实现对冷冻水系统的及时补水和稳定压力的作用；通过真空脱气罐、自动加药设施及离子交换功能，还

能实现对冷冻水进行真空脱气、加药和软化。

1.6 冷却水补水

本项目采用的冷却塔是开式冷却塔，所以系统运行的时候由于冷却水系统需要较大的补水量。一旦补水不及时，就可能会导致冷水机组停机，进而导致数据机房温度升高，服务器可能会宕机。为保证冷却水的连续供应，本系统设计了两条补水管路，一路为市政补水，另一路设置补水池补水。补水池的储水量满足空调系统满负荷运行时 12 小时的补水量。经计算，补水池的容积为 150m³，考虑到补水池的检修问题，将其分割成相互独立的两个 75m³ 的补水池。补水池设置在主机楼室外，埋地设置。

2 水系统设计

该项目空调水系统原理图见图 1。为保障数据中心服务器的运行环境安全，水系统采用环网设计，整个水系统管路没有单点故障，系统中的任一组件都可以从服务中拆除或测试，这种维护不会造成制冷中断或供冷不足，不会对数据中心服务器的运行产生影响。冷冻水系统采用一次泵、变流量系统。

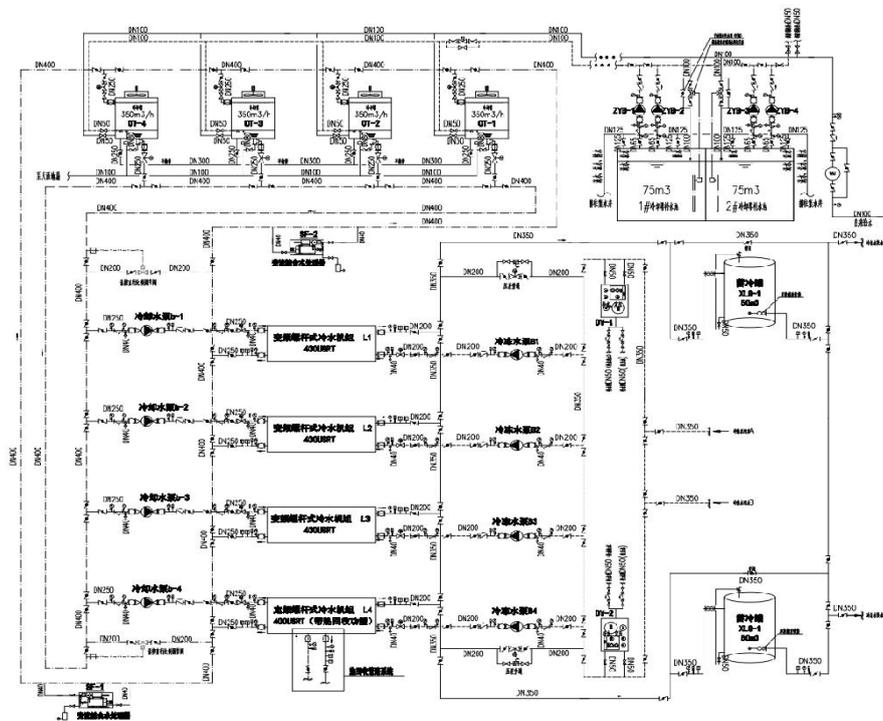


图 1 空调水系统原理图

Fig.1 Schematic diagram of air conditioning water system

3 风系统设计

3.1 新风系统设计

根据 GB 50174—2017 的要求，主机房应维持正压，主机房与其他房间、走廊的压差不宜小于 5Pa，与室外静压差不宜小于 10Pa。同时需要满足在机房内的工作人员的健康要求。每个机房设置一台新风机组，风机变频驱动，可根据需要调节风量大小，维持机房所需正压。新风机组为热泵机组，夏季对新风降温除湿、冬季将新风加热至露点温度以上。新风系统还装有初、中效过滤器，以保证进入室内的空气洁净度符合要求。

3.2 事故排风和灾后清空系统

数据机房和配电房等设置了气体灭火的房间，需要设置灾后清空系统，本项目设计的灾后清空系统与事故排风系统合二为一。

4 末端空调

数据机房的精密空调机组安装于独立的空调机房内，同机架排列方向垂直，机组向活动地板下供应冷空气，并通过开孔地板向封闭冷通道输送冷空气。热通道内的热空气回到机组。为保障数据机房的湿度恒定在 50% 左右，特设置湿膜加湿器。

UPS 及电池间的精密空调自带加湿功能，采用风管上送风的方式将冷空气送至 UPS 及电池区域，热风从下部回到空调机组。

高压配电房采用机房专用空调（风冷直膨式）。其他辅助间空调采用风机盘管系统。

5 节能措施的应用

5.1 采用高温冷源

提高空调冷冻水温度至 12℃/17℃，大幅度提高了制冷主机的 COP 值。

5.2 变频水泵和变频风机

该系统的冷冻泵、冷却泵、冷却塔的风机均为变频控制，可根据末端的负荷自动调节频率，降低转速，达到节能效果。

末端精密空调采用 EC 风机，当制冷需求变大时，通过变频控制增大 EC 风机转速，加大冷量输出；当制冷需求变小时，降低 EC 风机转速，减小冷量输出。当无制冷需求时，变频空调关闭，EC 风机保持最低转速运行。

5.3 热回收机组的应用

本项目采用了一台带热回收功能的制冷主机。在冬季，利用该热回收机组回收数据机房的热量用于园区的办公楼（12000m²）采暖。

热回收系统原理图见图 2。本项目采用的部分热回收机组与普通的冷水机组的主要区别是具有两组冷凝器：标准冷凝器（冷凝器 1）和热回收冷凝器（冷凝器 2）。两组冷凝器的冷却水管相互隔离，标准冷凝器内部的冷凝水通过冷却塔散热，而热回收冷凝器内部的冷凝水则在冬季通过采暖泵送入办公楼末端的风机盘管，用于办公楼采暖。

在非采暖季节，阀门 V3、V4 关闭，V1、V2 打开，所有的冷凝热通过冷却塔散到室外大气中。在冬季，当热回收机组满载时，V1、V2、V3、V4 均打开，两套冷却水系统同时运行，一部分热量通过冷却塔散走，另一部分热量送至办公楼采暖。当出水温度低于所需要的采暖温度（如 45℃）时，控制三通阀的开度，让标准冷凝器侧的冷却水大部分通过旁通管重新回到冷凝器内，而不是通过冷却塔散热。这样做，就可以保证办公楼的采暖量供应。

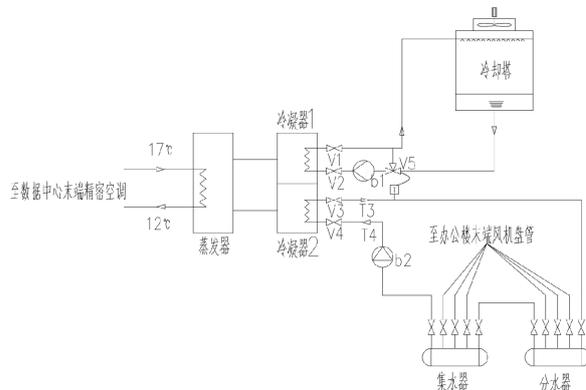


图 2 热回收系统原理图

Fig.2 Schematic diagram of heat recovery system

6 结论

本文以武汉某数据中心为例，总结了数据中心空调系统设计的特点。由于数据机房对环境的稳定性要求较高，数据中心的空调设计在很多方面较传统空调系统不同，比如空调冗余设计、蓄冷罐设计、冷却水补水池设计、冷冻水系统环网设计、机房内封闭冷通道设计等。同时，由于数据机房散热量过高，例如本项目 700 个机柜满载运行的散热量达 3000kW，如何将这部分热量有效利用，也将成为数据中心节能的主要研究方向。

参考文献:

- [1] GB 50174—2017,数据中心设计规范[S].北京:中国计划出版社,2017.
- [2] 陆耀庆.实用供热空调设计手册[M].北京:中国建筑工业出版社,2008.
- [3] 姜海元.北京某数据中心配套建筑空调系统设计[J].暖通空调,2016,46(3):56-61.
- [4] 王韬.江西某云数据中心暖通空调设计及节能技术应用[J].制冷与空调,2018,32(2):207-209.
- [5] 张国辉.回收数据中心冷凝热用于北方地区供暖的效果分析[J].暖通空调,2016,46(12):28-33.
- [6] 宫晔.大连市某数据中心空调系统节能设计及经济分析[J].建筑热能通风空调,2017,36(10):56-60.
- [7] 曾晓庆.电子厂房自然供冷空调系统应用的优化与其区域适应性研究[D].上海:上海交通大学,2014.
- [8] 钱晓栋.数据中心空调系统节能研究[J].暖通空调,2012,42(3):91-94.

(上接第 508 页)

(1) 阐明了采用 Excel 表格迭代工具求解超越方程的方法,较之 Matlab 中的 fzero 函数^[4]及其他迭代计算方法,具有简便、快捷、准确等优势,提高了设计效率;特别对于年运行时间 t 等参数与规范取值不同时^[5],采用 Excel 表格迭代可快速准确得到绝热层厚度。还可以根据迭代精度要求,采用 Excel 表格手动迭代计算。

(2) 经计算得到:柳州地区柔性泡沫橡塑、离心玻璃棉、硬质聚氨酯泡沫用作冷水管绝热材料时,绝热层厚度分别按防结露厚度、经济厚度、防结露厚度确定,考虑修正因子取值的不同等因素,计算结果与文献数据^[1]具有较好的一致性。

参考文献:

- [1] 寿炜炜.GB 50189—2015《公共建筑节能设计标准》管道与设备绝热厚度的修订[J].暖通空调,2015,45(10):34-40.
- [2] GB 50736—2012,民用建筑供暖通风与空气调节设计规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2012.
- [3] 杜义明,王为民,王亮,等.迭代法计算制冷管道保冷层经济厚度[J].辽宁石油化工大学学报,2013,33(1):64-68.
- [4] 陈刚.绝热规范标准中存在问题的研究[M].长沙:湖南大学,2005:15.
- [5] 路延魁.保冷绝热层经济厚度的探讨[J].洁净与空调技术,2001,(1):12-15.