

已建成数据中心的温控散热 痛点分析及改造策略

王柄森

(维谛技术有限公司, 广东 深圳 518000)

摘要 本文从目前已经建好的计算机机房的散热难点问题进行了剖析和总结, 指出了造成这些问题的最重要原因是: 送风时的冷量损失、空气流动短路和计算机机房的设备布置不合理。为此, 本项目拟通过优化机房布局, 采用精准送风和密闭冷却等技术, 实现不会对机房的持续稳定工作产生干扰, 同时也不会产生过大的能耗, 以期为有效地提升机房的冷量利用率提供参考, 从而进一步改善机房的热环境。

关键词 已建成数据中心; 温控散热; 气流短路; 改造原则; 改造策略

中图分类号: TP3

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)10-0010-03

在我国“双碳”目标的制定和执行过程中, 迫切需要实现数据中心的能源节约和环境保护。由于受到时代发展及技术条件的限制, 前期建设的数据中心出现了一些问题, 如: 设计不够科学, 空调不能完全发挥其制冷效能。同时, 由于设备容量的增大, 能耗的增加, 导致了空调机的功耗降低, 从而使室内的热环境更加恶劣。

数据中心是一种新型基础设施, 具有容量大、密度高、应用多、能耗高等特点, 已成为支撑现代社会信息化的重要基础设施。随着云计算、大数据等技术的发展和运用, 数据中心在运行中存在许多问题, 其中最突出的是温升问题。一方面, 机房设备运行时发热量较大, 若散热方式不合理, 会造成服务器芯片的散热性能降低或故障; 另一方面, 数据中心机房往往远离城区或工业园区等地区, 而这些地区普遍存在电价高、用电量等特点。数据中心在运行时必须将热量及时排出机房外, 因此数据中心需要合理控制机房温度。^[1]

1 现有数据中心存在的问题

我国数据中心的建设进入了快速发展阶段, 但由于缺乏有效的运行管理手段, 数据中心出现了诸多问题。例如, 服务器、交换机、网络设备等设备散热不到位, 导致机房温度过高; 空调制冷系统效率低下, 不能有效控制机房温度; 供电及照明系统不能满足现有的供电要求等。其中, 机柜内部设备运行产生的热量是最主要的问题之一, 据统计, IDC 机房设备正常工作时的平均温升在 10℃ 以上。目前, 我国数据中心通常采用传统风冷式制冷系统。但传统风冷式制冷系统在设计

和运行方面存在很多问题: (1) 风冷系统在机房内无法实现均匀散热; (2) 由于风冷系统设计时考虑不周到, 使得空调气流组织不合理, 导致空调气流组织不能满足机房设备的散热要求; (3) 风冷系统在机房内无法实现高效冷却。随着 IDC 建设规模的不断扩大和运营时间的增加, 传统风冷式制冷系统面临着能耗高、维护困难、寿命短等诸多问题。为此, 需对传统风冷式制冷系统进行升级改造。^[2]

2 现有机房散热问题成因

2.1 气流短路

在计算机实验室初期的建筑设计中, 没有考虑到通风通道的设计, 很容易造成计算机实验室的“气流短路”现象。气流短路是指从空调出风口送出的冷空气没有加热设备而直接抵达空调进风口的现象, 可出现在采用上送风或下送风的机房中。造成这一现象的主要原因是没有明确空调系统中的空调系统, 或者没有对空调系统进行有效的封闭。空气中的空气短流对计算机机房的空气质量有很大影响, 是导致计算机机房空气质量下降的主要原因之一。^[3]

2.2 机房布局不合理

在一些位于办公楼内部的计算机中, 它的用房是由一个普通的房间经过改造而来的, 由于受大厦的结构和空间的制约, 大部分的空调系统都被设置在了计算机内部的边缘区域, 这样就会产生了一些问题, 比如: 送风距离太长, 空气流动的速度很快, 空气流动的速度也很快。除此之外, 为了保证设备布置的规整和一致性, 在常规机房的布置设计中, 机柜多数都是顺向

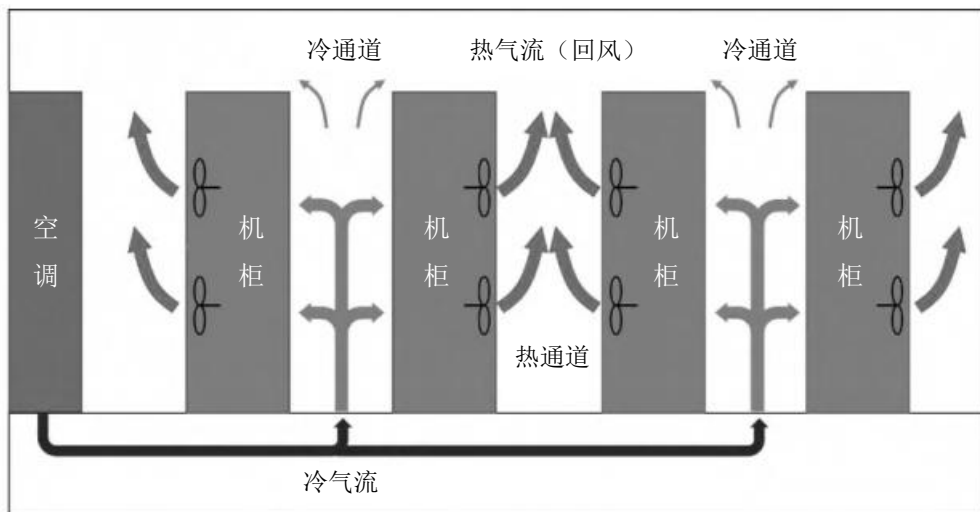


图 1 冷热通道分离

布置,也就是朝向相同。当冷空气进入到机柜内进行换热之后,所产生的高温气流,大部分都会被机柜内的散热风扇从机柜后方排出。所以,从上游机柜排出的一些高温气流,必然会被下游机柜吸收,从而造成下游机柜进风的温度上升,降低了制冷效果,从而加大了设备的工作负荷与室内温度场的不均匀度。

3 改造原则

数据中心设备发热量主要有两部分,一部分是服务器芯片本身的发热,另一部分是机房散热设备散发的热量。若要有效控制机房温度,需要从这两个方面入手。对于服务器芯片本身的发热,需要通过降低服务器功耗来解决;对于机房散热设备散发的热量,则可以通过合理设计散热设备的功率密度来解决。在实际改造过程中,需要遵循以下原则和思路:(1)优先采用自然冷源,减少机房空调制冷系统的能耗;(2)根据数据中心不同区域的温度要求,合理选择制冷设备的功率密度;(3)对于热源端的机房环境温度要求较高时,可采用风冷方式制冷;对于热源端的机房环境温度要求较低时,可采用冷媒水直冷方式制冷;通过上述原则和思路进行改造后,数据中心机房温度可以得到有效控制。改造后可以实现以下效果:(1)实现自然冷源的高效利用;(2)服务器功耗大幅降低;(3)服务器端散热设备的功率密度得到提升。

4 改造策略

4.1 优化机房布局

计算机机房的布置方法,例如:机柜的朝向和放置方向,以及空调机的位置选择,都会对室内的空气

分布产生直接的影响。研究和分析计算机室内的流场形态和热点分布,并与各种动力装置的散热功率要求相结合,合理地调整装置的布置,可以在不增加制冷能耗的情况下,有效地减少制冷空气的流阻,从而提升温度控制的效率。这种调节方式简单、无需任何附加条件,但是调节结果很难预料,往往要通过计算机仿真来评价。在按照之前所描述的顺序进行的时候,如果是按照顺方向进行布置的话,那么,从上游设备排出的高温气流在与冷却气流发生相互融合之后,就会流入下游设备之中,从而造成下游设备来风的温度上升,这会不利于设备的稳定工作。所以,将相邻的两排机柜调节为相对布置,会对形成分开的冷热通道产生影响,就像在图 1 中看到的那样,这样就可以有效地防止冷热气流的掺混,从而对设备的冷却产生有利影响,还可以减少空调的能耗水平。另外,依据装置的能耗等级,将高能耗的装置设置在离出风口较近的位置,实现了对空调系统的阶梯式使用,这对于改善局部的过热和提高房间的温度均匀性也是有益的。^[4]

4.2 提高自然冷源高效利用率

自然冷源是机房空调系统的最大能耗源之一,在当前气候条件下,大多数数据中心都存在着自然冷源不足的问题。根据大量数据中心调研结果显示,有接近一半的数据中心存在着自然冷源不足的问题。在实际改造过程中,可以采用以下思路来提高自然冷源的利用率:(1)充分利用机房周边的自然环境条件,如地下车库、屋顶绿化等。通过增加自然冷源的方式来提高机房制冷需求。根据笔者调研结果显示,采用自然冷源的数据中心机房 PUE 值均在 1.3 以下。(2)充

分利用自然冷源丰富的空间。部分数据中心机房空间利用率较低,如有空间位置较高且具有自然冷却条件的机房区域,可优先利用该区域作为自然冷源。(3)充分利用机房周边现有设施。对于已建成机房周边环境有条件建设制冷系统的情况下,可以通过对现有制冷系统进行改造,以达到提高自然冷源利用率的目的。^[5]

4.3 服务器端散热设备的功率密度得到提升

从服务器芯片本身发热的角度出发,要降低服务器芯片的功耗,主要有两种途径:一是在设计阶段选择高效率的芯片;二是在芯片运行期间通过降低功耗来提高芯片运行效率。但这两种方法都需要较大的资金投入。而通过合理设计服务器端散热设备的功率密度,可以有效降低服务器芯片的功耗,从而有效控制机房温度。如上所述,在已建成数据中心机房中,服务器端散热设备功率密度过高的现象普遍存在。由于这些散热设备没有合理设计功率密度,从而导致机房温度无法得到有效控制。若要解决这一问题,需要从以下两个方面入手:一是要提高散热设备的功率密度;二是要合理控制散热设备功率密度。若要提高散热设备的功率密度,可以通过以下两种途径实现:一是在设计阶段选择高效率的芯片;二是通过降低散热设备功率密度来实现。通过降低散热设备功率密度的方法可以有效降低服务器功耗,从而为服务器端散热设备减轻了负担。

4.4 提高机房温度控制精度

1. 对机房温度控制系统进行优化。由于数据中心机房内设备发热量较大,机房温度控制系统主要包括冷源侧的蒸发冷却系统和散热设备侧的空气冷却系统。由于数据中心机房内的设备发热量较大,因此在冷源侧,需要对蒸发冷却系统进行优化设计,使其能够更好地控制机房环境温度。对于蒸发冷却系统,需要将其与传统空调系统进行整合。由于蒸发冷却系统在机房中的应用较为广泛,因此本文不再对其进行单独介绍。在散热设备侧,需要对其进行优化设计,使其能够更好地控制散热设备的散热量。目前市场上的风冷散热设备主要包括以下几种:一是水冷式散热设备;二是风冷干式散热设备;三是冷媒水直冷散热设备。

2. 对数据中心空调制冷系统进行改造。数据中心空调制冷系统主要由制冷主机、空调末端和空调辅助设备等组成。在数据中心制冷主机和空调末端的改造中,可以采用风冷方式制冷或冷媒水直冷方式制冷。对于风冷干式空调末端,由于其不需要进行任何改造,

因此可以采用风冷式末端。对于风冷干式空调辅助设备,由于其主要安装在空调机房的角落位置,因此可以采用风冷式辅助设备。通过对机房环境温度进行优化控制,可以使机房环境温度更好地控制在机房环境要求范围内。本文以某数据中心为例,对其进行分析。在该数据中心的服务器集中安装在机柜中,每个机柜内安装有多台服务器。由于每个机柜内的服务器数量较多,因此需要对其进行整体散热改造。改造过程中,可以将机房中的所有服务器部署在同一个机柜内。在该数据中心的每个机柜内的服务器数量大约为100台左右,因此可以采用风冷方式对每个机柜进行散热改造。

3. 采用全新风换气系统代替传统空调系统。全新风换气系统具有以下优点:(1)全新风换气系统能够引入室外新鲜空气进行室内空气置换;(2)全新风换气系统的气流组织方式更合理,气流组织更加流畅;(3)全新风换气系统可以实现自然冷却与强制通风的有效结合;(4)全新风换气系统能够为机房提供更好的热湿环境;(5)全新风换气系统具有较强的抗菌能力;(6)全新风换气系统对机房内设备运行的影响较小。

5 结语

本文分析了数据中心的温升问题,指出了数据中心温控散热的痛点,并提出了相应的解决方案。此外,还可以结合数据中心的实际情况选择合适的改造方法和技术路线。在此背景下,研究数据中心温控散热问题具有十分重要的意义。本文分析了已建成数据中心温控散热的痛点及解决方案,可为新建数据中心提供参考;对于已建成数据中心,可通过对现有设备进行改造来减少温升,从而提升数据中心整体性能。

参考文献:

- [1] 李荒,杨元强,朱彤.数据中心采用余热制冷的可行性分析[J].洁净与空调技术,2016(04):1-5.
- [2] 刘兴鑫,王霖,陈金.数据中心PUE管理体系研究与分析[J].通信与信息技术,2020(06):39,65-66.
- [3] 程涛.老旧核心机房整体改造实证研究[J].通信电源技术,2020(z1):348-353,364.
- [4] 胡乾普.探讨传统机房局部热岛解决方案[J].通信电源技术,2016,33(01):132-134,137.
- [5] 沈伟杰,王金元.精确送风系统在数据机房的实际应用[C]//通信电源新技术论坛2011通信电源学术研讨会论文集,2011.