

数据中心间接蒸发高效集成冷站

Research on Application of Indirect Evaporation and High-efficiency Integrated Cooling Station in Data Center

应用研究

程序,张帅,王凯,丁昊(中讯邮电咨询设计院有限公司郑州分公司,河南 郑州 450007)

Cheng Xu, Zhang Shuai, Wang Kai, Ding Hao (China Information Technology Designing & Consulting Institute Co., Ltd. Zhengzhou Branch, Zhengzhou 450007, China)

摘要:

近年来,随着数据中心机柜功率密度的增大和对机房安全、能耗要求的提高,冷水系统在数据中心的应用越来越广泛。目前,间接蒸发冷却冷水机组已经是业界公认最节能的冷源之一,如何在此基础上进一步优化空调系统方案、降低数据中心 PUE 是数据中心行业的重要研究方向。提出一种“数据中心用间接蒸发高效集成冷站”,对间接蒸发高效集成冷站的优势进行论述,同时结合项目具体情况进行分析。

关键词:

数据中心;间接蒸发高效集成冷站;节能性;集成化

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2022.12.004

文章编号:1007-3043(2022)12-0020-03

中图分类号:TP308

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Abstract:

In recent years, with the increase of power density of data center cabinets and the improvement of computer room safety and energy consumption requirements, the application of chilled water system in data centers is more and more extensive. At present, indirect evaporative cooling chillers have been recognized as one of the most energy-saving cold sources in the industry. On this basis, how to further optimize the air-conditioning system scheme and reduce PUE in data centers is an important research direction in the data center industry. An "indirect evaporation high-efficiency integrated cooling station for data center" is put forward. The advantages of indirect evaporation high-efficiency integrated cooling station are discussed, and the specific situation of the project is analyzed.

Keywords:

Data center; Indirect evaporation high-efficiency integrated cooling station; Energy saving; Integration

引用格式:程序,张帅,王凯,等. 数据中心间接蒸发高效集成冷站应用研究[J]. 邮电设计技术,2022(12):20-22.

0 引言

随着互联网全面进入5G时代,海量的数据信息推动着数据中心行业的蓬勃发展。在建设创新型国家的背景下,“节能减排”已逐步融入当今社会经济发展的主旋律,数据中心作为超高能耗产业,“节能减排”势在必行。在数据中心空调系统中,节能方向可以从冷源侧、输配侧和末端侧3个方向考虑,节能效果尤为显著的是冷源侧节能技术的应用。随着对数据中心温控领域节能技术的不断深入和研究,冷源的散热形

式已从传统的“干球温度散热”发展到“湿球温度散热”,而本文所涉及的技术则是目前国际最先进的“亚湿球温度散热”技术。

在大数据时代、双碳背景加持、东数西算政策引导下,数据中心行业将迎来爆炸式增长,随着服务器机柜功率密度增大、机房安全要求提高、能耗指标降低,间接蒸发冷却技术迎来更大的发展机遇。间接蒸发高效集成冷站采取间接蒸发冷却技术,可充分利用自然冷源将机房冷源系统能耗降至最低,同时将系统构成集成化,进一步压缩系统占地面积,工厂预制现场组装,提高交付效率。本文将从间接蒸发高效集成冷站的节能性、创新性、交付效率以及试点项目介绍

收稿日期:2022-10-12

等方面展开讨论。

1 间接蒸发高效集成冷站节能性

间接蒸发高效集成冷站的核心技术为蒸发冷却技术,蒸发冷却技术是利用水蒸发吸热的降温效应来冷却空气或水,按照技术形式可分为直接蒸发冷却和间接蒸发冷却2种形式,按照产出介质分类又可分为风侧蒸发冷却与水侧蒸发冷却2种形式。间接蒸发高效集成冷站是在间接蒸发冷却冷水机组的基础上叠加了板式换热器、系统循环水泵、冷水主机等设备,其中蒸发冷却冷水机组就属于上述水侧蒸发冷却设备。

图1为冷站热湿处理过程焓湿图,G状态点的机组供水全部被输送至板换吸收机房侧水系统热量后,成为H状态点的机组回水,再返回到淋水填料顶端进行喷淋,降温后的G状态点的机组供水再被送至板换吸收机房侧水系统热量,成为H状态点的机组回水,如此形成循环。外界环境空气一部分经过立管间接蒸发冷却器的一次换热通道从状态点O等湿预冷至状态点C;另一部分则经过立管间接蒸发冷却器的二次换热通道从状态点O增焓加湿至状态点P,最后排放到大气环境中。预冷后的空气从底部进入淋水填料换热器内,与机组回水接触发生近似直接蒸发冷却的热湿交换的过程,从状态点C增焓加湿至状态点E,最后被排风风机由机组顶部排入大气环境中。

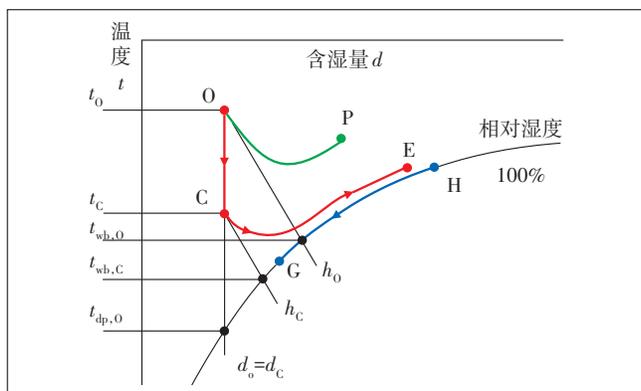


图1 冷站热湿处理过程焓湿图

间接蒸发高效集成冷站的核心节能原理是间接蒸发冷却冷水机组能够提供更低温度的冷水,因此能够有效延长自然冷却的时长,相比传统风冷精密空调系统,自然冷却时长年平均延长4 500~5 500 h;相比传统冷却塔水冷空调系统,自然冷却时长年平均延长2 500~3 500 h。另外,间接蒸发高效集成冷站将冷却水管路全部集成在冷站内,管路长度减少到50~80 m内,

冷却水系统管道材料及施工费节省75%~85%,系统平均阻力损失减少7~10 m,冷却水泵运行功耗平均减少25%。

2 间接蒸发高效集成冷站创新性

a) 冷源最简化。集成了磁悬浮冷水机组、间接蒸发冷却冷水机组、冷冻水泵、冷却水泵、板换、电控柜等装置,系统根据室外气象参数及室内负荷变化自动切换运行模式,简单方便。

b) 冷源高效化。系统全年部分时间通过自然冷却进行制冷,部分时间通过磁悬浮冷水机组制冷(此时间内间接蒸发冷却冷水机组提供温度较低的冷却水,提高磁悬浮冷水机组能效),使得冷源侧全年能效较高,大幅降低数据中心PUE。

c) 冷源集成化。将空调系统冷源侧、输配侧及控制系统高度集成为一体,打造“间接蒸发高效集成冷站”集成冷源模块,空调系统冷源侧、输配侧无须占用室内建筑空间,且能实现机组快速部署和交付。

d) 系统安全化。通过设置间接蒸发高效集成冷站的备份、环管输配、蓄冷罐储冷等措施保证系统全年安全运行。

e) 系统维护性。系统主要耗材除填料和滤网外,均为成熟部件,寿命均达15年以上,后期维护简单、操作方便。

f) 系统经济性。考虑空调系统的安装、维护、运行费用以及引起的电气系统相关的综合投资,实现最优的TCO。

3 间接蒸发高效集成冷站交付效率

间接蒸发高效集成冷站将间接蒸发冷却冷水机组、磁悬浮冷水机组、冷却水泵、冷冻水泵、板式换热器、补水泵、水处理装置、系统配电柜、控制柜等全部集成到一起,管道连接、电气系统连接以及系统、设备调试工作均在工厂完成。间接蒸发高效集成冷站对外只预留供水管、回水管法兰接口以及补水、排水口等,现场安装时仅需要进行管道碰口和总电源接入。

间接蒸发高效集成冷站中大部分设备为技术成熟的标准产品,供货周期稳定,货源充足。间接蒸发高效集成冷站的管道均一次设计到位,全部可以预制,机组生产安装周期均大幅减少,采用间接蒸发高效集成冷站的项目现场施工工期可以压缩30%以上。图2是间接蒸发高效集成冷站整体结构设计图。

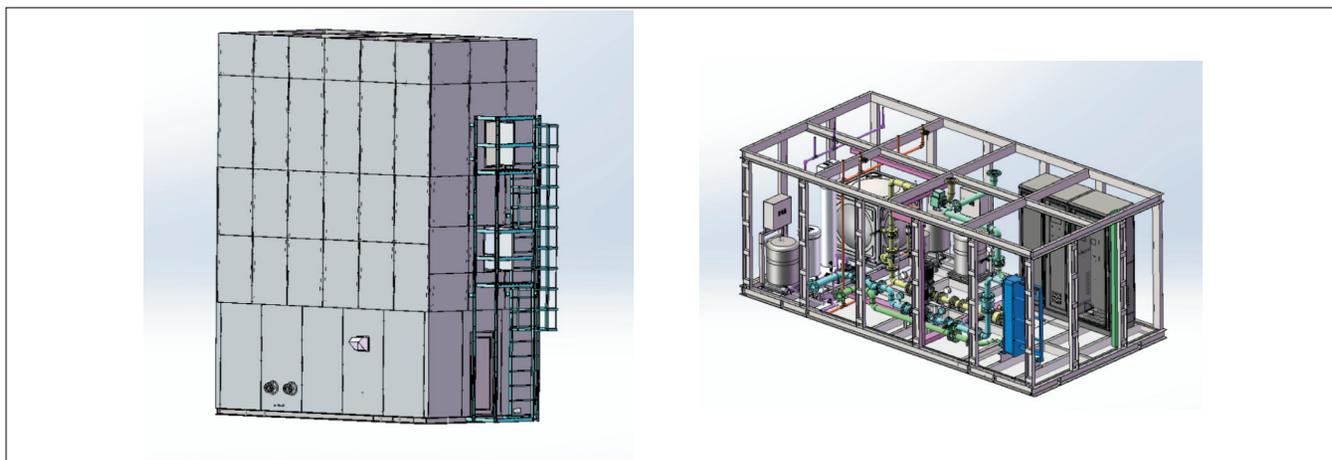


图2 间接蒸发高效集成冷站整体结构设计图

4 试点项目介绍

以2022年某公司间接蒸发高效集成冷站产品研发服务项目为例,该项目采用1台125RT的间接蒸发高效集成冷站作为空调系统冷源,机组设备尺寸($L \times W \times H$) $\leq 6\ 800 \times 6\ 800 \times 7\ 200$ mm,末端采用4台100 kW制冷量的冷冻水精密空调,系统供回水温度为15/21 $^{\circ}\text{C}$ 。项目使用的间接蒸发高效集成冷站从设计、生产到现场测试只需40个自然日,其中现场施工安装调试时间仅需15个自然日。

间接蒸发高效集成冷站内部的间接蒸发冷却冷水机组采用先进的立管式间接蒸发冷却器,从气流组织上,一次风通过采用梅花桩式排布的立管换热器实现充分紊流,在有限空间内增加一次风路由,增加与换热器接触时长,提高换热效率。采用逆流换热方式,二次空气自下而上,循环水自上而下,实现100%纯逆流换热,换热效率极高,间接蒸发冷却效率达到80%以上。从立管式结构上,特殊的生产工艺和立管式结构能够有效避免脏堵、结垢,维护工作量较小,降低了维护成本,广泛适用于各种气候环境,对水质无特殊要求(市政供水即可)。

该项目主要包括间接蒸发高效集成冷站产品设计、样机生产及测试、样机试点及应用数据分析。通过对间接蒸发高效集成冷站产品的设计,实现系统运行模式、控制逻辑最优,满足数据中心及通信机房全年安全、高效供冷的目标;通过样机生产,并在实验室模拟开展不同气候不同机房负荷条件下的测试,对空调系统高效节能情况进行验证分析,完善间接蒸发高效集成冷站参数,为中国联通数据中心及通信机房降

低PUE、便利施工的未来持续性发展奠定基础;通过试点应用及数据分析,为后期迭代深化设计打基础。

5 项目成果

该项目使用的间接蒸发冷却冷水机组额定工况能效比为16.09,项目设计PUE为1.25,根据现场3个月的实测值预测,全年运行PUE不超过1.23,节能效果良好。

该公司的间接蒸发高效集成冷站项目在前期设计、生产、施工交付多个环节均取得了理想的成绩,项目实施成本低于传统系统约20%,项目实施周期相比传统系统缩短30%以上,项目实测PUE值也小于预期值以及传统冷水系统。

间接蒸发高效集成冷站结合数据中心及通信机房的应用特点,以绿色、集成、高效为出发点,基于间接蒸发冷却冷水技术优势,充分利用室外干空气能,实现自然冷却,优化制冷系统,完成全年高效制冷。该项目在数据中心有较好的适用性、便利性,其应用经验在全国范围内均有推广价值。

参考文献:

- [1] 常健佩,黄翔,安苗苗,等. 蒸发冷却冷水机组的原理、性能与适用性分析[J]. 化工学报,2020,71(S1):236-244.
- [2] 贺红霞,黄翔,何华明,等. 数据中心用露点间接蒸发冷却与机械制冷复合空调的实验研究[J]. 制冷学报,2020,41(6):71-76.

作者简介:

程序,高级工程师,主要从事数据中心暖通空调、节能等方向的研究工作;张帅,助理工程师,硕士,主要从事空调研发工作;王凯,助理工程师,硕士,主要从事空调研发工作;丁昊,高级工程师,主要从事数据中心暖通空调、节能等方向的研究工作。