

工业建筑空调冷源一次泵 变流量系统设计

机械工业第四设计研究院 亢 抗★ 韩志峰

摘要 针对工业建筑空调系统的负荷与运行特性,指出了采用一次泵变流量系统应注意的几个问题,给出了解决方法。

关键词 一次泵变流量系统 运行特性 空调冷源

Design of primary pump variable flow system of air conditioning cold source for industrial buildings

By Kang Kang★ and Han Zhifeng

Abstract According to the characteristics of cooling load and operation of air conditioning system in industrial buildings, points out some problems in adopting the primary pump variable flow system, and gives their solutions.

Keywords primary pump variable flow system, operation characteristic, cold source of air conditioning

★ SCIVIC Engineering Corporation, Luoyang, Henan Province, China

①

0 引言

随着冷水机组制造和控制技术的不断发展,冷水机组蒸发器和冷凝器适应流量变化的能力大大提高,为暖通专业设计人员推崇的一次泵变流量系统的实现提供了硬件基础。所谓一次泵变流量系统是指用户侧和制冷机侧的流量均发生变化的系统,一次泵变流量系统与常规的一次泵系统和二次泵变流量系统的本质区别为:通过制冷机的冷水流量前者是变化的,而后两者是基本不变的。由于通过制冷机的冷水流量随用户负荷变化而变化,当用户负荷快速变化时,通过制冷机的冷水流量也将快速变化,一次泵变流量系统可能因冷水机组制冷能力变化速度不能快速适应冷水流量变化速度而产生保护性停机或使蒸发器结冰。对于民用项目而言,由于空调末端数量较多,同时调节的概率较小,通过制冷机的冷水流量的变化率也较小,对冷水机组负荷调节速度要求较低,这正是一次泵变流量系统在民用项目中使用较早、较多的主要原因。对于大空间的工业项目来说,空调末端单台规格较大、

数量较少,短时间内多台空调机同时调节流量的概率很大(要求不高的场所常采用一只温度传感器控制多台空调机,容易引起多台空调机同时同向调节),使得通过制冷机的冷水流量快速变化,因此设计制冷系统时必须采取有效的技术措施减小通过制冷机的冷水流量的变化率,避免产生保护性停机。

1 一次泵变流量系统的使用范围

一次泵变流量系统适合于阻力相差不大的冷水多回路或单回路系统。工业项目中的集中制冷站通常为多个车间提供冷源,当制冷站位于负荷中心时,可以在制冷站和各主要车间之间分别设置独立的供回水管道,如果采用一次泵变流量系统,就应使各回路的最不利经济阻力尽可能平衡,如果经

①★ 亢抗,男,1962年12月生,大学,教授级高级工程师
200434 上海市虹口区邯郸路159号17楼上海四院汽车工程技术有限公司
(021) 65524610-207
E-mail: Kzh_hbs@163.com
收稿日期:2009-09-17

济阻力相差悬殊,应采用二次泵变流量系统或在经济阻力较大的系统中设置二次加压泵,否则将影响节能效果。当集中制冷站远离负荷中心时,各车间可以合用一套较大的供回水管道,此时采用一次泵变流量系统可以有效减少循环水泵耗电量。

2 减小通过冷水机组的冷水流量变化率的措施

常规冷水系统(见图 1)用户侧的流量是变化的,为了避免循环水泵喘振和冷水机组保护性停机,在制冷站内的供、回水总管(或分水器、集水器)之间设置压差旁通阀,确保通过冷水机组的流量基本恒定或仅在很小的范围内变化,该方案的缺点在于部分负荷时冷水泵处在高扬程工况工作,浪费水泵能量。

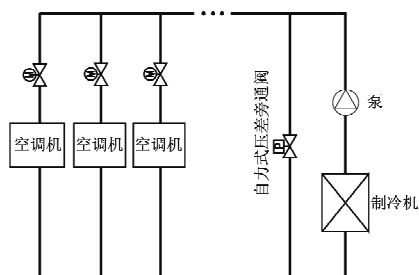


图 1 常规冷水系统原理

与常规一次泵系统相同,一次泵变流量系统也采用恒定供、回水压差的方法控制变频水泵的转速,不同的是压差传感器被设置在最不利回路的末端(见图 2)。压差传感器的设定值满足空调末端支管路的额定阻力损失即可,不需要包含主管道阻力,不管流量如何变化,空调末端换热器两侧的压差基本不变,始终可以满足要求,主干管和制冷机的阻力随着系统流量的减小而下降,变频器控制电动机降低转速,从而达到节能的目的。但是完全依靠压差传感器信号控制变频水泵不能可靠地满足系统要求,因为:1)频率不能无限制地降低,一般来说当频率降低到 30 Hz 以下时,常规工业用电动机转速就会不稳定;2)通过蒸发器的水流量大幅减小,流速亦大幅降低,随着流速的降低,可能改变蒸发器内水的流动形式——由湍流变为层流,从而使换热性能大大降低,影响换热器的产热性能。为了避免上述现象发生,可以通过设置最低频率和提高蒸发器管内额定流速来解决,例如设置最低频率为 30~35 Hz,配置细长形的蒸发器等。

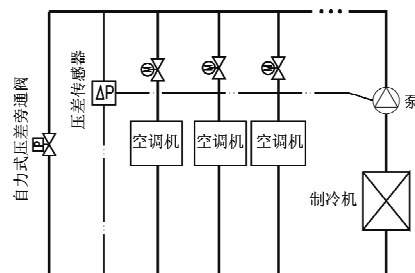


图 2 一次泵变流量系统原理

大面积、大空间工业厂房末端同时调节负荷的概率很大,当电动调节阀同时调节减小流量时,系统流量在 2~3 min 内会下降 20%~50%(例如在午餐期间、交接班期间,部分生产线停止生产,空调负荷急剧减小),压缩机卸载速度往往跟不上流量的变化速度,如果不采取措施,通过冷水机组的流量和出水温度会急剧下降,致使冷水机组保护性停机。可以通过在系统末端压差传感器附近的供回水管道上安装自力式压差旁通阀来解决,设定的旁通压差比变频调速控制器的设定值高 0.5~1 m 左右,当用户流量快速减小时,由于变频调速控制系统调节速度滞后(或达到最低频率),压差传感器处的压差会迅速升高,超过自力式压差旁通阀的开启压差后,压差旁通阀打开,旁通部分水量,增大冷水系统的循环水量,随着时间的推移,冷水机组逐渐卸载了制冷能力,循环水泵输出频率也逐渐降低,供回水压差回到设定值以下,自力式压差旁通阀自动关闭。此时自力式压差旁通阀相当于起到了减振器的作用。

3 冷水管道较长和水容量较大时的提前开机问题

设置自力式压差旁通阀的另一个作用是可以实现在空调末端未启动的情况下运行冷水机组。该功能在连续运行的民用项目中可能没有太大的意义,但是对于制冷站远离用户、水容量较大的工业冷水系统来说,有着非常大的意义——只需要制冷站工作人员提前上班、提前运行制冷系统,不需要提前运行各车间的空调机,就可以使冷水循环起来,经过一段时间的运行,供回水管道内的冷水基本达到额定工作温度,车间空调机一启动就可以迅速达到额定供水温度。例如,某汽车厂冷水供、回水主管长 2 000 m,水容量 600 t,停机 56 h 后供水管内水温为 22 ℃(双休日),回水管内水温为 26 ℃,提前 1 h 运行 2 台制冷能力为 4 187 kW 的冷

(下转第 15 页)