

中央空调系统水力平衡调试法探析

张 亮

上海宝冶集团有限公司 上海 201900

【摘要】在中央空调制热或制冷系统日益普遍的情况下,伴随着建筑业的蓬勃发展,机电安装成为贯穿整个建筑生命周期的关键,但空调系统经常会出现流量分配不均、热量不均等一系列现实问题。而水力失衡就是该问题当中的最重要原因,因此如何提高中央空调系统的水力平衡就是保证空调系统运作稳定的关键技术。

【关键词】中央空调;水力平衡;平衡调节

前言

空调水系统作为空调系统的重要组成部分,最常见的使用问题是空调系统的水力失衡,水力失衡会导致空调系统中各管道回路的流体不合理分布,从而导致流过中央空调末端系统的介质水流量与末端设备使用工况需求介质水流量不匹配,进而会出现,在不同的空调区域会产生冷暖量不均衡的状况,严重危害了中央空调系统的节能安全工作及使用者的舒适性体验。随着我国科学技术的进步和社会节约意识的日益增强,各种水力平衡装置也在中央空调供水系统中获得了日益普遍的使用。管路水力不平衡的处理方法最常见的是根据中央空调控制系统标准的不同,在系统管路内设置静力平衡装置、动态水力平衡装置。而如何控制系统的水力平衡调试也就成为了空调控制系统中调试的最主要内容之一。

1 中央空调系统水力失衡的表现、原因及缺点

1.1 中央空调系统水力失衡的表现

水力失衡的现象在中央空调控制系统主要有:各回路的介质流量输配不平衡,造成各系统冷热输配的不平衡,在供暖期间,距循环泵最近的房间温度偏高,制冷工况时温度较低,效果较好,而离循环泵较远用户在供热制冷时正好相反。除此之外在空调设备中普遍存在着不能根除的问题,如当大流量小温度下设备运行时,冷热很难达到其额定出力工况、投入工作的系统超出了实际负载要求、泵运行位置远离有效区域、耗电量过多、水力平衡紊乱等,都是造成空调设备中普遍存在的问题。

1.2 中央空调系统水力失衡的原因

空调系统中水力不平衡的主要原因是中央空调控制系统中静态和动态两个方面的失衡。

静态水力不平衡又称系统稳态失调,是中央空调系统各管道的实际回路流量,由于设计、施工、材料设备等各

种原因,与设计所要求的流量产生偏差,从而使某些管道的流量较大,某些管道的流量较小,从而引起空调系统水力失调^[1]。这就造成了空调水系统的管路特性阻力与设计所要求的管路特性阻力数比值的不一致,从而导致空调水系统的管路特性阻力与设计要求的管路特性阻力数比值的不一致。静态水力不平衡是系统本身所固有的,使用过程中不会产生水力不平衡的现象。一般情况下,设计通常采用异程式的支状管线,但由于异程管线中各环节的行程不同,摩擦阻力也不同,这一阻力导致空调水系统流过近端的用户行程较短,而流过远端的用户行程较长,导致用户近端的作用压差较大,而用户的功能压差较小。这样的管道一旦工程设计、调度等不恰当,就会导致近端用户的流速远远超过工程设计的流速,而远端用户的流速远远低于工程设计的流速,从而出现近热远冷(近冷远热)、静态水力不平衡系统一般满负荷运转的现象。

动态水力失衡,亦称为末端稳定性失调,主要指的是在中央空调系统运行时,由于末端设备数量过多或区域空调水系统的开关及主阀门频繁开启和关闭所导致的情况。导致中央空调系统管路中的介质流量和系统压力出现波动或变化,从而引起其他管路空调设备的介质流量和系统压力的不稳定,导致水力失调,偏离设计工况要求。空调系统通常在变负荷工况下运行,动态水力失衡是在空调系统使用过程中产生的现象,而并非系统自身固有的特性。

1.3 中央空调系统水力失衡的缺点

中央空调系统水力失衡的缺点:空调末端的电动调节阀频繁动作运行噪音大,电动执行器寿命缩短,制冷机组出现结冰报警,无法启动,供回水的温差不能达到设计值,流量大温差小,能耗较高,系统启动时间长,空调效果失衡,调节阀频繁启动驱动器易烧毁,冷水机组和空调水泵效率低下,问题较多。

2 解决水力失衡中央空调水系统

2.1 中央空调系统管路设计

中央空调系统中,管道的直径大小直接影响管道介质的流速。当介质流速太快时,水力损失增加,系统内部的水压下降,从而影响到设备的工作效果。而当介质流速太慢时,管道中的运行产生的污垢会堵塞系统,也会产生水力失调。因此,在设计过程中,要考虑到管道直径的大小,以便合理地分配水流量^[2]。此外,设计在合理计算水力时需要合理分配管路,尽量采用同程式布置管路,以减少管路特性对介质的阻力数比,从而使空调系统的设计流量与系统所需流量相对保持一致,这也就是设计过程中采用同程式布置管路的原因之一。

2.2 水力平衡阀的选用

水力平衡阀是空调水系统正常运行中不可或缺的介质流量控制装置。为了更有效地解决水力失衡的问题,首要任务是选择合适的水力平衡阀并进行合理的安装与使用,这样才能在空调系统出现各种水力失调问题时,及时应对。

2.2.1 静态平衡阀

静态平衡阀可自动控制,但根据控制系统的不同情况,不能自动改变压力系数,故称为静态平衡阀(SilentWaldner)。静态平衡阀的工作重点在于调节流动阻力,使管网系统的流动阻力和流量大小通过手动调节阀门阀瓣启闭功能达到平衡,从而在不同的回路上达到水力平衡的效果。

2.2.2 自力式流量控制阀

自力式流量调节阀又称定流阀,又称最大流量限制器(top-top-down)。原则上可以在规定的作用压力范围内,合理限制通过的流量。利用阀门自动闭合动作,确保流量在阀门左、右压差增大的情况下不会升高;反之,为了保证流速不变,在压差下降的情况下主动打开阀门。自力式流速控制器的量程为流速(flow)。

2.2.3 动态流量平衡阀

动态压力平衡阀阀体内设有精确的活动阀胆和灵敏的空气弹簧机构,此装置可以调节通过阀体前后的空气压力,并且调整自动调节阀的介质流速系数使空气流过阀体的流速保持恒定。动态流量平衡阀是由阀门制造厂家按照不同的压力工况条件进行设计和制造的,由于每个阀门出厂时的流量系数都是设置恒定的,所以在使用后也不需要再次调整。

2.2.4 动态压差平衡阀

在空调水控制系统中解决动态水力失调的最重要的调节控制装置是动态压差均衡阀,当空调控制系统运行工况发

生变化时,控制系统中各管道相对的介质流速、系统压力等都会产生不同变化,动态压差平衡阀可根据调节阀门内机械结构自行调整,随着系统压力的改变而自行调节阀门的开度,并且利用阀芯升降改变来补偿空调系统管道阻力的变化,使空调控制系统水力工况在发生改变时,保证被控回路的系统压力差系数保持恒定,从而达到控制系统运行的动态水力平衡。

2.3 系统水力平衡的调节

在各种建筑物或写字楼等建筑中,使用中央空调系统进行集中供冷、供暖时,由于空调水系统介质流量不均衡,经常会产生空调水系统水力失衡的不良现象,从而造成空调运行效果不均衡,对人体在建筑结构后的舒适度造成不利。如不同楼层空调效果不同、同楼层接近主管的空调效果好、较远的空调效果差,所以产生的空调效果不均衡主要是由于介质在空调水系统中的流量分配失衡,也叫水力失调。

在空调系统运行过程中主要任务为空调系统水力调节和平衡,水力调节是使得空调系统中各分支环路的介质流量实时变化,力求准确的与控制系统冷热负荷的工况要求相匹配,进而达到良好的空调供冷供热效果;水力平衡主要是克服调节过程的水力失衡,保证空调系统运行的持久稳定。

2.3.1 静态平衡的调试

静态平衡阀的基本作用是用来调节空调系统内各设备末端的预定流量,使得中央空调系统的总流量能够合理分配。具体来说,它的作用包括调节系统压力和介质流量,改善空调水管网系统中中介质量的流动状态,实现介质平衡。

静态平衡阀主要通过改变阀芯与阀座之间的距离,改变系统介质的流通阻力来达到调节流量的目的。这种阀门可以按设计计算的比例将新的介质流量均衡地分配出来同时根据等比例将系统各支路增减,在目前室温工况下满足大部分负荷的流量需求,起到冷热平衡的作用。静态平衡调试的关键技术为“一动多动”的多个静力平衡阀所组成的联动系统,即各支路每次调流都会对已调好的其他支路的流量阀门产生干扰,但总体呈等比变化,即在受外界影响的情况下同一回路中的阀门所连接的流量在同一比例内发生变化,这种联动系统可以由等比调试法和补偿调节阀两种静态平衡调试法来实现。

2.3.1.1 等比例调节阀

等比例调节法的调节原理:根据空调系统中二个使用者间(空调末端)的流速比值,决定了上行使用者(按供水流动走向)之后管段的阻力,不受上行使用者与制冷机房间相互的阻力直接影响。也就是说,不管对上行使用者还是制冷机房的控制系统如何变化,下游使用者间的流速比都恒定。

所以,当系统总体的介质流量在规定范围内变化波动时,系统其他各支路间的总流速之比保持恒定不变^[3]。必须先测量各支路在调整前的总流速,然后对系统其它支路的水力调失量进行粗略估计,按从大到小排列,这样的排序就是在调整时的先后次序。在按最小支路阀门不变之前先维持排序,然后将其它支路的流量按调整程序依次比调至各支路流量比的90~95%,调整支路后将支路的门阀调整到该支路所在的干管,使支路调整为该支路的干管的门阀使用。

2.3.1.2 补偿调节法

补偿调整法同等比例调整法,它是基于统一性等比失衡原则,上行使用者的调整导致下行使用者的出现统一性等比失衡。当系统水力平衡调节时,首先选择设置待调分支的末端用户平衡阀,在设置压力下设置水压下降的待调分支。然后通过平衡阀样品测量阀门的启动程度,再通过平衡阀调节仪表调节支路平衡阀(即合作阀),使基础阀的压力比设计数值降低,在支路成功调节支路后,再调节支路的其它用户,使支路的压力与设计数值相同,从而达到调节支路平衡阀门的目的。支线内的调整方式就与分支内的调整方式一样。这种利用合作阀再调节的调节方式称为补偿法,以保证基准流量的水力失调点始终保持在某一位置。这种控制方式同时也需要装置人员在调节管路安装平衡阀,并且需要由多个组件人同时加以测试。

2.3.2 动态平衡的调试

空调末端流量、压力、温度等平衡主要通过动态平衡调节进行调节。在某一区域空调水总阀或空调设备关闭或突然启动时,由于系统内水流量的波动,造成动态水力失调,从而影响其他区域空调效果,依靠静态平衡阀解决不了,最好的解决方法是采用动态压差平衡阀和动态流量平衡阀进行动态调节。

2.3.2.1 动态压差平衡阀

动压平衡阀的工作原理:该阀由各部件组成:阀体、阀盖、阀芯弹簧、控制导管、调节器等,阀体一般安装在回水管上,由空调系统管路上的阀门上工作腔与给水管相接,通过控制导管的连接,使阀门上的工作腔达到平衡,从而达到调节阀的作用。排除因外网压力波动而产生的流量偏差,使P1-P3在给水压力P1增大的情况下增大给水压差,并由感压膜带动阀芯下移小阀口,使P2增大,使P1-P2恒定当给水压力P1减小时,感压薄膜带动阀芯上移,P2减小,使P1-P2始终保持不变。在施加于被控对象压差和流量恒定的情况下,无论管路中压力是怎样变化的,动态压差平衡阀均可维持^[4]。

动态压差平衡阀的调试工作,主要是系统运行中的动态

水力平衡根据设定调节管路中某一二点的压差系数到设定值。利用旋转平衡阀内的调节旋钮和螺栓完成动态压差平衡阀的设置。其主要作用是在压差较大的情况下,保持阀前、阀后压差稳定在恒定值,减小阀的开度并在压差过小时后增加阀的开度,以保证阀前系统介质流量波动减少对阀后系统介质流量的影响,使相应系统内介质流量保持动态平衡从而避免由于截流波动而引起系统内的动态不平衡。

2.3.2.2 动态流量平衡阀

动态流量平衡阀又称自力式流量调节阀、全自动流量平衡阀、固定式流量阀(DynamicFlowValve)。当系统压力发生变化时,动态流量平衡阀可以适应阀门前后压力的变化而自动调节阀芯的开度,通过自身压差的改变来对阀门前后的压强变化加以控制,使阀门流量稳定下来。特征:主要是由阀体、手动调节阀组及自动调节阀组的组成,是动态流量平衡阀的主要组成部分。手动调节阀组可以设定通过阀门的最大流量,自动平衡阀组由导向套、自动阀芯、弹簧支架、弹簧、膜垫、膜片、压板组成。当膜片两侧压力不平衡时,膜片会随着压力的改变而发生变形,从而带动自动阀芯移动,就改变了流体的流通面积,达到维持流量恒定的作用。

3 结语

除了决定整个系统是否能够有效节水外,中央空调给水系统作为整个中央空调系统中至关重要的一环,其水力平衡的特性也决定了其运行是否正常顺畅。良好的水控制系统往往更要求优秀的操作维护,所以建立一种合理而先进的空调水控制系统是十分重要的。而基于空调水控制系统在建筑节能中的巨大潜能,为更经济有效地实现流体输配任务,并且克服传统空调水控制系统中常见的平衡性与可调节性差的现状,空调水控制系统的水力平衡问题将越来越受到人们足够的关注。

参考文献:

- [1]王赛华.中央空调冷冻水系统的水力平衡调试[J].福建建设科技,2014(1):3.
- [2]易巨开.基于中央空调冷冻水系统的水力平衡调试分析[J].建筑工程技术与设计,2018,(016):4804-5003.
- [3]冯文劫.中央空调冷冻水系统调试发现的一些问题的探讨[C].2015年福建省暖通空调制冷学术年会论文集,2015.
- [4]于军琪,刘奇特,赵安军等.一种中央空调冷冻水管网动态水力平衡的群智能优化方法.

作者简介:

张亮(1992.01—),男,汉,甘肃陇西,大学本科,中级,研究方向:建筑机电。