

某卷烟厂联合工房空调系统 节能设计

机械工业第六设计研究院 周惠娟[☆]

将军集团济南卷烟厂 袁朝晖 刘 捷

摘要 结合工程实例,以节能环保理念为指导,介绍了卷烟厂空调、通风等设备的选择要点、主要节能措施、设备运行情况及所取得的成效,以期对工程中空调、通风方案的选择提供参考。

关键词 节能 制冷 过滤 加湿 变频

Energy saving design for the air conditioning system in a cigarette factory

By Zhou Huijuan[★], Yuan Zhaohui and Liu Jie

Abstract With an engineering example, taking the energy saving and environmental protection as a guideline, presents the key points of the air conditioning and ventilation equipment selection, the energy saving measures, the equipment operation and their application effects, with a view to provide a reference for the air conditioning and ventilation equipment selection.

Keywords energy saving, refrigeration, filter, humidifying, frequency

★ Mechanical Industry Design and Research Institute of the Sixth, Zhengzhou, China

①

华北某卷烟厂易地技术改造工程新建联合工房于2007年8月正式投入使用。目前,新建联合工房在提高制丝、卷烟产品的质量和产量、降低原材料成本及运行成本等方面的作用日渐显现,为把该联合工房建设成为我国“绿色工房”的样板工程,对联合工房的空调系统实施了节能环保规划,下面作一介绍。

1 空调系统能耗现状分析

卷烟厂联合工房采用集中通风空调系统,冷源由集中制冷站供给,热源由锅炉房提供饱和蒸汽。目前该联合工房集中制冷站选用4台离心式制冷机组,锅炉选用4台燃油(气)两用锅炉,空调末端设备选用组合式空气处理机组。从整个供热、通风、制冷、空调系统来看,主要能源消耗有电和油(或天然气),其中,水泵、电制冷冷水机组、冷却塔、风机使用电能,换热器、空调机组的加热器、加湿器使用燃油(气)锅炉提供的蒸汽。

2 制冷系统的节能环保意义

集中空调系统是卷烟厂保证生产环境符合工艺要求的重要手段,是卷烟厂正常运转必不可少的

设施。在初始配置空调系统设备容量时,总是按夏季(冬季)最不利工况、设备全部运行进行选择与设计,而这些情况在全年并不多见,因此,空调系统存在极大的节能空间。

为此,针对新建联合工房项目的集中空调系统实施节能环保措施,对该厂适应我国工业发展走节能生产道路的大潮流、降低成本、提升市场竞争优势、为保持领先的行业优势提供后劲、改善室内空气质量、提高工作效率具有重要意义。

3 节能环保实施措施及方案

为保证联合工房项目达到预期的节能环保效果,笔者着重从设备配置与选择、系统结构设计及运行控制管理三个方面制定实施措施和方案。

3.1 设备配置与选择

①☆ 周惠娟,女,1973年11月生,大学,高级工程师
450007 郑州市中原西路191号机械工业第六设计研究院
(0) 13613827557
E-mail: manguo@126.com
收稿日期:2009-09-16

联合工房空调系统的设备主要包括冷水机组、冷水/冷却水泵、冷却塔、组合式空气处理末端机组和空调自控系统。选择高能效比、合理的、性能质量可靠的设备是空调系统实现节能环保的基础,而其中最重要的是在设计中选择合适的设备。在许多设计中,由于设备发热量难以确定,以及设计者担心设备无法满足房间的最大负荷,所选择设备的容量往往大于所需的负荷等,不仅造成初投资大幅增加,而且增加后期的运行费用。所以,选择合适的设备是节能的重中之重。

1) 制冷站设备(冷水机组、冷水/冷却水泵、冷却塔)

联合工房南侧的动力中心设集中制冷站,选用 4 台变频离心式电制冷冷水机组(单台制冷量 3 516 kW)及配套设备。

2) 组合式空气处理末端机组

在联合工房各车间附近设置空调机房,配置组合式空气处理机组。除表冷、加热、加湿、风机等必须设置的各功能段外,空调机组内还配置亚高效滤筒段、水加湿设备段、变频双风机系统和自动控制系統。从根本上保证了节能、环保的可实施性。

① 亚高效滤筒段。卷烟厂生产车间内散发大量细微粉尘,尤其是制丝车间,由于要利用回风,故需要增强过滤效果,以保证送风空气的洁净,更重要的是亚高效过滤器能够保护空调换热设备不被污染,保证换热设备的效率。目前,烟厂普遍在空调机组内设置亚高效滤筒段,过滤掉绝大多数粉尘,以保证室内空气清洁,换热设备无污染。

② 水加湿设备的采用。组合式空调系统以采用新型保温、快速扩散式蒸汽加湿器为主,个别工艺环境采用气、水混合加湿方式。快速扩散式蒸汽加湿方式使得蒸汽加湿更加均匀,蒸汽加湿处于等温加湿工况,可有效地控制蒸汽加湿带来的升温现象;卷接包车间、储丝房、储梗丝房主要工艺环境由于对温湿度要求敏感,过渡季节采用气、水混合加湿方式,水加湿处于等焓加湿的工况,既可满足空调要求,又可有效缩短制冷机的运行时间,避免了过渡季开启制冷机的同时开启蒸汽加湿的情况。卷烟厂老厂的空调系统在室外温度高于 17℃ 时,就必须开启制冷机方可满足空调要求,一般 4 月中旬制冷机就投入正常运行了。据 2008 年春夏过渡季节测试,4 月室外温度高达 24℃ 时,卷接包车间温度仍然控制在 26℃ 以下,而新厂制冷机没有投

入运行,节能效果非常明显。这一技术可大力推广,用于新建、改建工程。

③ 变频双风机系统。过去,制丝车间采用全新风空调模式,空调能耗大;现在利用双风机系统,可以实现新风量的随意调节,有效地利用室内、外自然资源,降低运行能耗。夏季,在保证室内作业人员新风需求的情况下,最大限度地利用室内低温空气,回风经过空调机组处理后再送入生产车间,减少降温所需人工冷源消耗;冬季,在保证室内作业人员新风需求的情况下,最大限度地利用室内高温空气,回风经过空调机组处理后再送入生产车间,减少升温、加湿所需人工热源消耗;过渡季,逐渐加大新风量直至全新风,不仅可以利用室外低温新风减少制冷机的开启,还极大改善了空气质量。据 2008 年春夏过渡季节测试,新风利用量占总送风量的 43%。而采用高效节能变频风机,可节省供电变压器的资金投入及空调运行成本,这在大风量空调系统中尤为明显。

④ 凝结水的回收利用。生产过程中和空调机组等所有直接用汽设备产生的蒸汽凝结水全部回收利用。一方面用于锅炉补水和供暖系统换热,另一方面,将生产过程产生的凝结水进行闪蒸,闪蒸出来的二次蒸汽用于储叶房等 7 套空调系统的温湿度调节,按设计加湿能力,可节省 3 010 m³/h 蒸汽。

⑤ 制丝车间空调系统均增加回风系统,改变了过去制丝车间全新风空调模式,有效地利用室内、外自然资源,降低运行能耗。

⑥ 空调自控设备。自控系统是空调系统保证生产车间温湿度工艺参数和节能运行的关键设施,负责车间温湿度参数精度控制、设备系统运行参数及状态监测、能源参数计量以及设备节能优化运行控制。对于空调自控设备的选择,应遵循性能稳定、质量可靠、配置合理、能源计量到位的原则。该联合工房空调自控的设备主要有 PLC 控制系统、变频器、温湿度传感器等。

3.2 系统结构设计

空调系统结构设计涉及空调风系统设计、车间气流组织设计、冷水系统设计、冷却水系统设计以及自控系统结构设计。不合理的系统结构设计可能导致系统投入运行后能源的极大浪费。为此,本次设计按使用情况、功能、工艺布局等精心分区,最大限度地保证了不同区域运行时系统互不干涉、调

节简单、使用方便、节能。

3.3 运行控制与管理

空调设备及相应的管路系统安装就位、投入运行后,自控系统负责日常的节能运行控制和自动化管理。根据与集成商的多次方案论证,联合工房空调系统拟定的节能运行控制方案包括如下几个方面。

1) 车间温湿度工艺指标的研究

联合工房各车间的温湿度设定值指标主要用于满足卷烟生产工艺对周围环境的要求,夏季该厂各车间的温度设定值一般定在 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。根据我国目前民用建筑节能的宣传,夏季适当提高室内温度设定值(如 $26\text{ }^{\circ}\text{C}$)或允许车间温度设定值随室外空气温度的变化在一定范围内波动(如 $25 \sim 27\text{ }^{\circ}\text{C}$),不仅可以大大节省空调制冷系统的运行能耗,而且可以缩小室内外空气温差,减小工人长期待在低温的空调环境里而引起的“空调综合症”的发生概率。但车间温湿度在多大范围内波动不会影响卷烟生产质量,这需要工艺部门进行专题研究。这方面杭州卷烟厂于 1999 年组织技术工艺科进行过专题研究,研究结果表明:在实验的温湿度环境条件下,烟丝表面均呈吸湿状态,其中相对湿度在 $70\% \pm 4\%$ 时,烟丝的吸湿性较大,而相对湿度在 $66\% \pm 4\%$ 时,温度上升或下降 $1 \sim 2\text{ }^{\circ}\text{C}$,对烟丝水分影响在 0.5% 左右。

2) 空调系统全年多工况节能运行控制

人工管理下,空调系统的新回风比全年基本不变,即新风量保持最小。全年多工况节能运行控制可以根据室外气象参数自动将全年分成若干个工况区域,每个工况区域内制定最佳的空气处理过程方案和最大限度利用室外新风冷源,调节新风量实现免费制冷,从而减少人工制冷量和加热、加湿量,节省空调系统运行能耗。

(上接第 12 页)

水机组,可以使空调机供水管处的水温达到 $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。自力式压差旁通阀的规格应能够满足 1 台制冷机全负荷运行所需要的流量。

4 结语

设计大型工业建筑一次泵变流量空调系统时,应充分考虑冷水流量的剧烈波动,在系统末端安装自力式压差旁通阀可以避免流量剧烈波动,实现该功能时旁通阀不宜采用电动阀,因为电动阀的反应

3) 空调变风量节能运行控制

相对于定风量运行的空调系统,根据车间负荷的变化调节送风量可以减少风机输送能耗,风机变风量通常以变频调速来实现。变风量的范围一般不低于总风量的 70% ,按目前运转情况,风机频率一般固定在 40 Hz (避免频率变化频繁引起电磁干扰),这时,风量降低到 80% ,风机运行能耗可节省 50% 左右。

4) 制冷站变水温节能运行控制

人工运行管理时,冷水出水温度通常设为 $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。在自控模式下可以根据空调负荷特性调整出水温度,提高制冷机效率,减少能耗。据统计,冷水出水温度每提高 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$,制冷机能耗可减少 $3\% \sim 4\%$ 。卷烟厂车间相对湿度设定值一般较高(60% 左右),对应的露点温度也较高,一般在 $15 \sim 18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间。因此,即使在夏季卷烟厂空调制冷系统采用变水温节能控制也是可行的,过渡季节根据车间空调负荷的变化提高冷水温度更是很好的节能方案。制冷机提高水温后,制冷负荷仍不变,在保持电控阀一定开度的范围内($70\% \sim 90\%$),空调末端机组的换热性能不仅不会降低,反而有所提高。

5) 制冷站变流量及台数群控节能运行

根据空调末端的实际负荷需求,对冷水流量进行调节,以减少冷水泵的运行能耗,同时对冷水机组、冷却塔的运行台数进行优化控制,保证每台冷水机组在最高效率下运行,实现制冷站设备的节能运行。

4 总体节能目标

在运行安全、稳定的前提下,期望通过各种节能措施达到 $20\% \sim 25\%$ 的节能效果,即空调系统的能耗占全厂总能耗的比例由常规的 45% 下降到 36% 左右。2008 年的运行能耗显示,该厂新厂(生产量约 100 万箱)现有能耗与老厂(生产量约 50 万箱)能耗基本持平。

速度跟不上。随着系统水容量的增加,制冷站每天提前开机显得非常重要,设计师必须制定切实可行的方案予以保证。设置变频泵的最低频率,确保电动机可靠运转。

参考文献:

- [1] 张再鹏,陈焰华. 一次泵变流量系统的旁通方法[J]. 暖通空调,2009,39(6):51-55
- [2] 张再鹏,陈焰华. 一次泵变流量系统研究现状综述[J]. 暖通空调,2009,39(6):47-50