

# 全联合工房多区域多空调机组风压平衡装置的研制与应用

张 兢 马凯瑞 齐建峰 刘海文

陕西中烟工业有限责任公司延安卷烟厂 陕西延安 716000

**摘 要:** 近年来, 随着企业的高质量转型发现, 如何实现企业的精益化生产已经成为不同行业不同企业开始广泛关注的重点话题。行业内卷烟厂空调系统是人的舒适性温湿度与卷烟生产所需温湿度, 相兼顾的空调系统, 联合工房内部不同区域有不同的温湿度要求, 目前无区域之间的风压控制, 各空调区域间“窜风”普遍存在, 随企业高质量发展的需求, 风压平衡控制是未来趋势。目前, 在国家局大力推进企业高质量发展的进程中、行业精益管理不断提升的背景下, 为推动我厂的高质量发展, 并为企业生产提供高质量的动能保障, 针对联合工房空调系统无法实现差异化风压控制的现状, 我厂成立课题小组, 通过研究空调区域间的风压波动, 探究一种多区域多空调机组风压平衡装置, 以解决空调实际运行中出现各区域压力不平衡, 相互干扰温湿度, 影响空调控制精度的问题。

**关键词:** 联合工房; 空调机组; 风压控制; 风压平衡装置

## Development and application of wind pressure balancing device for multi-zone and multi-air conditioning units in full union workshop

Jing Zhang, Kairui Ma, Jianfeng Qi, Haiwen Liu

Yan 'an Cigarette Factory, China Tobacco Shaanxi Industrial Co., LTD., Yan 'an, Shaanxi 716000

**Abstract:** In recent years, with the high quality transformation of enterprises, how to achieve lean production has become the focus of attention of different enterprises in different industries. Cigarettes factory air conditioning system in the industry is people are comfortable temperature and humidity and temperature and humidity for cigarette manufacturing, phase balance of the air conditioning system, joint workshops within different areas have different requirements of temperature and humidity, without area between the wind pressure control at present, the regional air conditioning “leap into wind” widespread, with the needs of the development of the enterprise high quality air pressure balance control is the trend in the future. At present, in the country to promote the development of enterprise quality, industry in the process of lean management under the background of rising, to promote the development of our high quality, and provides the high quality production of kinetic energy security for the enterprise, joint workshops for the present situation of the air conditioning system can't achieve differential air pressure control, our factory set up project team, by studying the regional air conditioning wind pressure fluctuations, A wind pressure balancing device of multi-zone multi-air conditioning unit is explored to solve the problems of unbalanced pressure in various regions, mutual interference of temperature and humidity and affecting the control accuracy of air conditioning in the actual operation of air conditioning.

**Keywords:** Combined workshop; Air conditioning unit; Wind pressure control; Wind pressure balancing device

### 引言:

在卷烟生产企业中, 联合工房空调系统的应用不仅可为工作人员提供舒适的工作环境, 同时也是调节控制卷烟生产所需湿度的重要设备, 在空调系统开启应用过程中, 通常需要通过风压进行控制, 调节空调送风

量的大小, 然而由于在不同的生产区域中对于湿度的要求本身就存在一定差异, 若只依靠原有系统的统一调控方式显然已经不能满足不同区域对湿度环境的要求。且通过对我厂所使用的空调系统进行调研后发现, 其并不具备对不同区域之间的风压进行差异化调控的功能。

且调研行业内联合工房空调系统后发现,行业内也无类似装置。基于此,必须要结合现状,探究一种新型控制装置,通过将其加装于现有空调风压控制系统中,来实现对不同区域的风压调节,进而为生产提供更高质量的动能保障。

### 一、风压平衡装置的研制概况

在项目立项后,课题组进行了详细调研和精心策划,并主要从以下几个方面开展了研究:

首先,在对延安卷烟厂联合工房空调区域间风压不平衡的调研过程中,了解了整个行业卷烟工厂联合工房风压不平衡的现状和成因。通过研究,确定了以控制空调新风量来控制空调区域间风压平衡,采用新风阀与区域内静压值比例闭环控制控制的技术路线,实现低成本的空调区域间的风压控制模式。

其次,课题组开展了空调区域风压测量研究,研发了用于全联合工房多区域多空调机组的风压平衡装置,并采用压差传感器,解决了空调区域的微压测量难题。

同时,课题组还编制了联合工房空调区域风压控制工艺逻辑图,并聘请外协单位开发控制程序,集成于工厂空调自控系统中,实现不影响空调原有温湿度控制原理,可一键投切的风压平衡控制系统。

此外,课题组进一步开展风压平衡控制系统试运行和参数优化,并编写了联合工房空调风压平衡控制操作手册。

最后,通过将风压平衡装置应用于现有空调系统中,课题组重新建立了联合工房空调区域风压控制系统,并最终实现了空调区域间的风压可控,使得不同区域的风压式中在预控制的设定范围内。

## 二、现状分析

### 1. 卷烟厂空调机组构成原理分析

卷烟厂空调机组的应用,主要就是通过机组的调节使人感到室内空气中的温度适宜、湿度良好,同时保持室内空气的气流速度以及洁净度均维持在合适的状态。而在空调机组的运行过程中,厂区需要对空调机组的相关运行参数进行监测及控制,通常情况下监测及控制参数内容主要如下:

#### (1) 监测参数

新风温度、新风湿度,回风温度、回风湿度,室内温度、室内湿度。

风机两侧压差:当压差开关过滤网的压差值超过设定的报警阈值时,风压差开关将信号传给公用设备管理系统,提醒需要对空气过滤网清洗。

防冻开关状态:测量空调机组内表盘的温度,温度低于传感器的感应温度时,防冻开关将会把低温报警信号传给公用设备管理系统。

送风机运行状态参数:设备手、自动的工况、设备运行和故障状态:

#### (2) 控制参数

风机启停状态:手、自动状态,可以根据程序设定自动执行。阀门开度:冷、热盘管阀门,新、回风阀门。

通过检测得到的室外焓值以及设定的温湿度值为参考值,以保持室内最小新风量为基本原则,调整机组设备上、回风控制阀的开度比例。

通过检测得到的控制区域内的CO<sub>2</sub>浓度值为参照值,调整机组设备上、回风控制阀的开度比例,保证室内空气质量的清新。

过渡季时,通过调整机组设备上、回风控制阀的预设开度比例,有效的利用室外空气,保证室内空气质量的舒适。

开启/停止:根据监测湿度自动启闭电加湿器。

## 2. 卷烟厂空调区域风压平衡控制现状

### (1) 卷烟厂空调区域间风压现状

在研制之前,课题组首先对卷烟厂空调区域风压平衡控制现状展开分析,以探究其中存在的问题,为风压平衡装置的研制提供相关数据及理论支撑。

卷烟生产的联合工房是按照生产工序和流程设计建造的,我厂采用“U型”厂房设计,内部划分多个功能区,如制丝车间、卷包车间、贮丝房等。联合工房中央空调系统负责保障各区域温湿度,按照卷烟生产工艺要求不同区域有着不同的温湿度需求。设计时是以保障温湿度为核心的,充分考虑了工艺需求以及区域内的冷、热负荷。但在生产过程中联合工房各区域内的排风、工艺除尘以及烟丝风送系统会影响到区域内的实际空调送风量,导致各功能区之间和功能区与厂外发生气压不平衡,相邻区域产生空气流现象,即“窜风”。

卷烟厂自2008年技改投产以来,这种因压力不平衡所产生的“窜风”在生产中一直存在。轻则导致门窗关闭困难、穿越区域的输料窗口物料被吹散,严重时相邻区域温湿度相互干扰,直接导致单独区域内的温湿度不平衡。经对行业内兄弟企业调研,联合工房内各空调区域间“窜风”普遍存在,即使用可采用风量和微压传感器进行常规控制,但风量计误差大、微压传感器故障率高,仍难以可靠解决区域间风压不平衡问题。

### 卷烟厂空调区域间压力分析

### (2) 卷烟厂空调区域间“窜风”分析

各空调区域间发生“窜风”这一现象，理论上是两个相邻区域间压力不相同所引发，按照流体力学理论，这一压力准确应称之为全压，全压等于静压加动压，即： $P_q = P_i + P_b$ ，根据伯努利方程风—压关系，风的动压为：

$$w_p = 0.5 \cdot \rho \cdot v^2$$

$w_p$ ：风压（KN/m<sup>2</sup>），

$\rho$ ：为空气密度（kg/m<sup>3</sup>）

$v$ ：为风速（m/s）

各空调区域间温湿度不同，因此其空气密度  $\rho$  不同；各区域间空调排风量、送风量、除尘风量不同，理论上静压也不相同。按照这一理论，只要温湿度、静压不同，厂房内相邻两个区域全压永远不同。“窜风”这一现象也永远存在，只能通过研究改造空调系统，使其在一定范围内，减少“窜风”危害。

### (3) 卷烟厂空调系统新风阀对各区域压力的影响

除了空调区域内空气密度对空调区域间风压影响外，假设空调机组和所有生产停止，空调区域间将无风压差，影响空调区域间的风压主要是排风（除尘、排风等）与新风（补风）间的不平衡造成，排风（除尘、排风等）是生产进行的基本保障，因此可以认为新风量是影响区域风压的主要因素，卷烟工厂联合工房所有区域补风量几乎全部来自空调系统，尽管实际生产中有一定的压缩空气进入，通过测算其相对于空调机组，对区域风压影响可以忽略不计。通过分析卷烟工厂联合工房的所有空调区域都需补充一定量的新风才能保障风量平衡，才能实现区域间的风压平衡。因此新风量的补充即新风阀的调节可直接改变区域间的风压平衡。

### 3. 卷烟厂空调风压控制目标确定

《洁净厂房设计规范》（GB50073-2013）中明确了各区域间压差值的要求（微正压5-10Pa）。空调控制需要有建筑设计基础，洁净厂房在建筑设计中就已经考虑，区域间的密封达到洁净厂房规范的要求。烟草厂房无建筑设计基础，各区域的通道、门窗、伸缩缝、输送烟料窗口、各类管道穿越不同区域都没有进行相应的密封措施。通过查阅相关资料，采用现场测量的方法，在贮丝房与暂存间现场进行了“窜风”测量，在“窜风”大于2.5m/s时，相邻通道门关闭困难，输送皮带带有“窜风”吹起输送通道烟丝，低于2.5m/s时则影响较小，在此风速下测得两个区域间的风压差为30Pa。基于此，课题小组经讨论后确定研制一种风压平衡控制装置以实现区域间风压可控，且风压控制目标为 $\leq 30\text{Pa}$ 。

## 三、卷烟厂风压平衡装置的研制过程

### 1. 制定措施

结合上述现状分析，课题小组针对卷烟厂空调机组运行情况，制定如下措施。

空调区域温湿度及排风量与生产相关，无法改变，且量化分析困难，通过其变化规律分析，可通过改变中央空调新风输送量，控制调节区域间风压。

卷烟厂原有中央空调控制系统虽然在一个上位机集控系统中进行操作监视，但各台空调机组（即各区域空调）间没有控制关系。需要在现有控制系统中加入区域间的风压平衡控制逻辑，在不影响温湿度调节的条件下实现区域压差可控。

### 2. 研究确定逻辑，绘制逻辑图

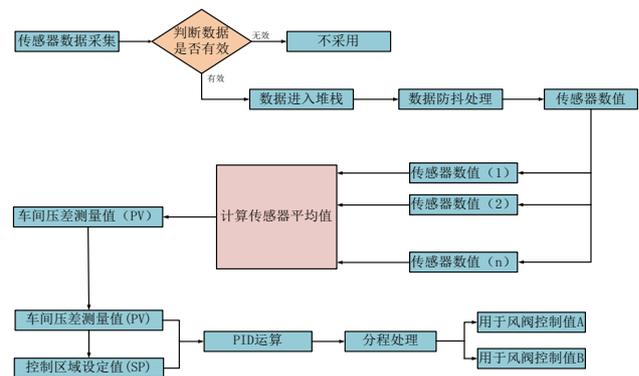


图1 空调区域风压控制逻辑图

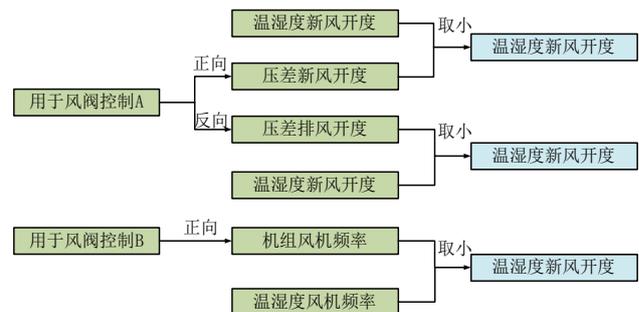


图2 空调区域风压控制逻辑图

### 3. 研制过程

#### (1) 采用压差传感器替代微压传感器

经由对比分析发现，原有微压传感器价格贵，可靠性差，且对环境要求苛刻。使用压差传感器能够有效地改变原有的传感器的缺点，其一，压差传感器自身是将压力能够通过测量膜片这一装置，将测量膜片所产生位移与压力形成联系，后又经过信号调制将压力转换为数字信号，其监测精准度更高。而且压差传感器的采购价格较之于微压传感器明显较低。针对使用环境方面的要求，压差传感器较之于微压传感器也能够更为广泛

的适应多种的应用环境。因此采用压差传感器替代微压传感器较为理想。

### (2) 压差传感器的现场部署

在压差传感器的布置选择过程中,小组成员经研究后讨论出两种方案,方案1为:将压差传感器的一端连接至空调控制区域,另一端连接至室外,如此一来即可测出各区域和室外大气之间的压差。方案2为将压差传感器布置在两个不同的空调控制区域之间,如此一来即可测得连接的两个区域之间的压差。经由对比发现,若采用方案1,需要安装通向室外的管道,而若采用方案2,虽然无需安装室外管道,却只能得出相邻区域之间的压差,无法计数出区域和大气之间的压差。对比研究后发现,较之于方案2,方案1更具优势,因此确定压差传感器布置方案为方案1。

### (3) 确定空调控制区域风压测量点

采用以大气压为基准的导压管,采用压差传感器进行风压测量,通过实地勘察对室外取压管以及每个压差传感器的安装位置进行了论证。室外取压点配置方式如下图(绿色为取压管道、蓝色方块为传感器位置)。



图3 空调区域风压测量点分布图

### (4) 程序编写

按照逻辑图及风压测量点,安装传感器,编写PLC程序及上位机组态。

## 四、装置应用效果分析

该装置研制成功后,加装于现有空调控制系统中,经现场调试应用一段时间后取得了较好的应用效果:首先是空调区域内温湿度受外界干扰度降低,主要表现在原来发生窜风的部位。经测量湿度原最大相差4%RH,现在只有1.5%RH,温度原为1.5℃,现在只有0.5℃。其次是空调间区域压差达到标准,课题开始之处,小组设定的压差控制目标为 $\leq 30\text{Pa}$ ,而经实际调研后发现,目前运行压差维持在5-15Pa之间,同时还可以依据设定值进行调节。活动目标圆满实现。

## 五、结束语

此次活动的圆满完成,使得在卷烟工厂各空调区域间风压控制上,行业内首次实现联合工房空调区域间压力可控,并能控制在一定的范围之内。且该装置的成功研制,有效解决了卷烟厂联合工房空调系统风压采集和基准控制难题,可在行业内推广使用。

## 参考文献:

- [1]王雷岗,王冠军.温度湿度独立控制技术在上海某卷烟厂联合工房中的应用[J].暖通空调,2015(8):4.
- [2]胡波,于鲁海,黄春艳,等.新风独立处理系统在卷烟厂的应用及节能效果分析[J].烟草科技,2021,54(1):6.
- [3]羊一涛,许建勇,周沅楨.一种对卷烟联合工房使用的大气流空调设计方法:CN105841320A[P].