

高精度湿度控制空调系统试验总结



国家建委建研院空调所
哈尔滨建筑工程学院
北京第三棉纺织厂

1977年

无锡市纺织工业职工大学图书	
总号	30011
类别	第一类工业技术
分类	603
书号	78

前言

在伟大领袖毛主席的无产阶级革命路线指引下，我国化纤、纺织、胶片等工业的迅速发展，都要求急需解决较高精度的湿度控制问题。国家建委建研院空调所、哈尔滨建筑工程学院、北京第三棉纺织厂等单位，坚持科研和教育为无产阶级政治服务，与生产劳动相结合，在北京第三棉纺织厂气流纺纱中间性试验车间，进行了高精度湿度控制空调系统的试验工作。

空调自控试验系统是由可控硅变风量调节系统和电气混合式调节系统组成。测量元件、变送器、调节器和执行器等全部是我国自制的。采用了变露点和变喷雾系数运行，相对湿度达到了较高的控制精度 ($< \pm 2\%$)，为我国化纤、纺织、胶片等工业的迅速发展创造了有利条件。

在此，对在氯化锂电湿式测湿元件的制作及系统的设计和调试等方面，给予热情指导和帮助的中国医学科学院劳动卫生研究所、纺织工业部设计院等单位表示感谢。

由于受到水平、时间及测试条件等方面的限制，诚恳地希望对总结中的缺点和错误提出批评指正。

江南大学图书馆



91433692

目 录

一 试验目的	1
二 试验系统	1-6
三 测定方法及数据整理	6-7
四 试验方案及其特点	7-17
五 结果分析	17-29
六 存在问题	29-31
附录	
1 气流纺纱中间性试验车间空调自控系统图及主要仪表设备表	31-33
2 可控硅调速变风量装置	33-38
3 试验方案测定数据整理表	38-48
4 试验方案空气处理过程图	49-58
5 试验方案空调参数记录曲线	59-78

五 出 出

一、试 验 目 的

(一) 了解采用不同空调自控方案的运行特点, 对空气温湿度进行控制的精度, 及那些方案能达到较高的湿度控制精度 ($< \pm 2\%$)。

(二) 通过试验方案的运行比较, 找出一些适合纺织厂空调特点的较为经济合理的空调自控方案。

(三) 对氯化锂电阻式测湿元件、变送器等进行工程考核试验, 了解其稳定性。

(四) 配合工艺测定空气的相对湿度对气流纺纱断头率 (根/千锭小时) 的影响。

二、试验系统

气流纺纱中间性试验车间的空调自控系统 (见附录 1-1) 主要由下列部分组成:

(一) 空调系统

1 空气系统

为具有一次回风的空气系统, 在轴流式风机 (38A1-11) 的作用下, 新风和车间回风被吸入空调室, 经淋水室 (I、II、III), 干式蒸汽加湿器 (GQ), 空气被处理到要求的状态, 进入主送风道, 通过安装在车间柱子上的支送风道的条缝形风口送入车间。

2 水系统

为采用深井回灌冷 (热) 水作为水源的三级喷雾系统:

第 I 级

靠离心水泵 (6BA-18) 的作用, 当水伐 1 关时, 可以进行循环水喷雾。

第 II 级

在离心水泵 (4BA-18) 的作用下:

(1) 当水伐 2、5 关; 3、4 开时, 经过逆止伐 (NZ) 的循环水和经过气动薄膜调节伐 (ZMAN-16K) 的冷 (热) 水, 可以按不同的比例混合进行变水温喷雾。

(2) 当水伐 2、5、3 和 4 都关时, 也可以进行循环水喷雾。

第 III 级

靠加压站水泵的作用, 当水伐 2、4 关; 3、5 开时, 冷 (热) 水经过气动薄膜调节伐可以实现变水量喷雾。

应该指出下列两点:

(1) 在一般情况下, 淋水室采用一级或不同组合的两级喷雾, 对空气进行处理。

(2) 在空调系统正常运行时, 水伐 6、7 是关闭的。只有:

① 当气动薄膜调节伐发生故障时, 旁通水伐 6 打开;

② 当靠加压站水泵的作用, 进行定水量喷雾时, 水伐 7 打开。

3 蒸汽系统

(1) 加热系统

空调室内安装有光管式蒸汽预热器 (YR) 和再热器 (ZR), 可以对空气进行加热处理。

(2) 加湿系统

对于送风进行加湿, 是由来自热力站的蒸汽, 通过气动薄膜调节阀, 借助于安装在空调室压出段的干式蒸汽加湿器喷射到空气中完成的。

(二) 自控系统

1 可控硅调速变风量控制车间温度系统 (图2-1)

车间铂电阻温度计和带电动 PID 调节器的 XDD1-400 型自动平衡电桥配合, 将温度的变化转换成 $0\sim 10\text{mA}$ 的直流电流变化信号, 经可控硅调速变风量装置 ZK (见附录 2), 改变直流电机 (Z2-62) 的电压, 亦即改变风机的转数, 达到变送风量控制车间温度的目的。

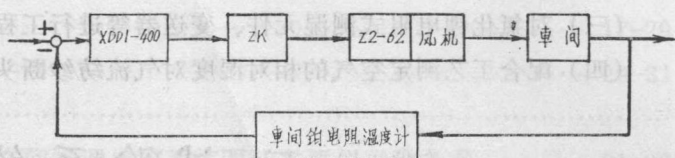


图2-1 变风量控制车间温度系统

2 定露点温度调节系统

(1) 变新回风比控制露点温度系统 (图2-2)

空调室露点铂电阻温度计和带电动 PID 调节器的 XDD1-400 型自动平衡电桥配合, 通过电气转换器 (DQ-2) 和气动杠执杆行机构 (QMG-130), 调节对开式多叶伐 (TK) 的开度, 改变新回风的比列, 淋水室喷循环水将露点控制在给定温度。

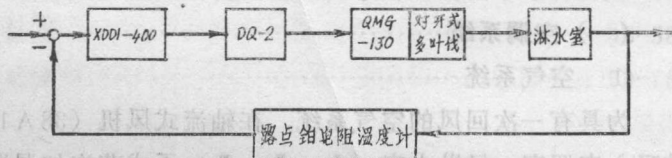


图2-2 变新回风比控制露点温度系统

(2) 变预热器预热量控制露点温度系统 (图2-3)

此系统和图 2-2 所示系统的原理是一样的。不同之处是通过气动薄膜调节阀调节预热器的预热量, 将露点控制在给定温度。

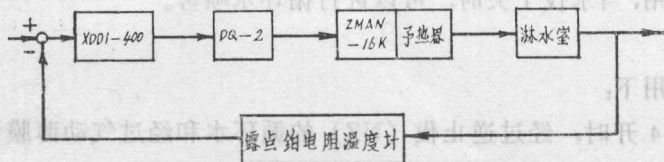


图2-3 变预热器预热量控制露点温度系统

3 变露点控制车间相对湿度系统

(1) 单环变喷水温度 (变水量) 控制车间相对湿度系统 (图2-4)

氯化锂电阻湿度计和变送器, 将车间相对湿度的变化转换成 $0\sim 10\text{mA}$ 的直流电流变化信号, 经 XWD1-200 型记录仪、DTL-120 型调节器, 和电气转换器及伐门定位器配合, 调节气动薄膜调节阀的开度, 变冷 (热) 水和循环水的混合比 (变喷水温度); 或者变冷

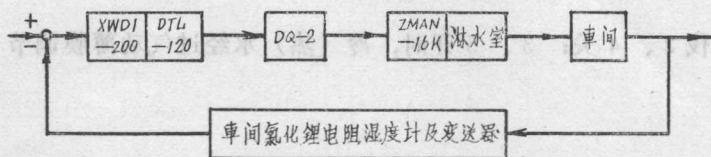


图2-4 变喷水温度 (喷水量) 控制车间相对湿度系统

(热) 水量, 即单环变露点将车间相对湿度控制在给定值。

(2) 串级变喷水温度 (变水量) 控制车间相对湿度系统 (图2-5)

串级变喷水温度 (变水量) 系统, 是根据气流纺纱车间要求较高的相对湿度控制精度, 和认为它的湿负荷变化滞后较大等特点而设计的。它具有下列特点:

① 双点 (两个控制点):

一个是车间控制点的相对湿度; 另一个是空调室机器露点的温度。

② 双环 (两个调节环路):

一个是以相对湿度为主调节参数的主调节环路; 另一个是以露点温度为付调节参数的付调节环路。

③ 串级:

是指两个调节环路的调节器 (DTL-120 型调节器为主调节器, XDD1-400 型自动平衡电桥的调节器为付调节器) 串接在一起, 由车间相对湿度对露点温度进行再整定, 根据整定值的变化, 改变喷水温度 (喷水量), 即串级变露点将车间相对湿度控制在给定值。

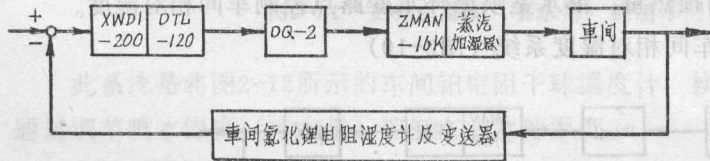


图2-6 变喷蒸汽量控制车间相对湿度系统

4 变喷蒸汽量控制车间相对湿度系统 (图2-6)

此系统和图 2-4 所示系统的原理是一样的。不同之处是通过气动薄膜调节伐, 调节进入蒸汽加湿器的蒸汽量, 对空气进行加湿, 改变送风状态将车间相对湿度控制在给定值。

5 根据方案试验及空调系统运行分析的需要, 将附录 1-1 所示的自动调节系统的测量元件、变送器、调节器和执行器等, 进行适当的变换和组合, 还可以组成下列一些单环调节系统:

(1) 变风量控制车间相对湿度系统 (图2-7)

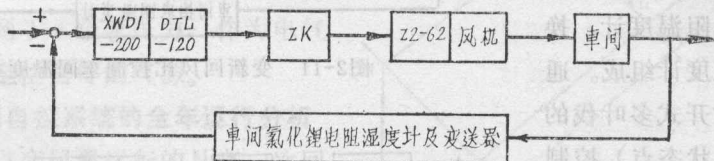


图2-7 变风量控制车间相对湿度系统

此系统是将图 2-1 所示的车间铂电阻温度计、带电动 PID 调节器的 XDD1-400 型自动平衡电桥, 换成车间氯化锂电阻湿度计及变送器、XWD1-200 型记录仪和 DTL-120 型调节器组成。靠调节风机的转数 (变风量) 控制车间相对湿度。

(2) 变新回风比控制车间相对湿度系统 (图2-8)

此系统是将图 2-4 所示的气动薄膜调节阀, 换成气动杠杆执行机构和对开式多叶伐组成。通过调节新回风对开式多叶伐的开度 (改变混合状态点), 淋水室喷循环水变露点控制车间相对湿度。

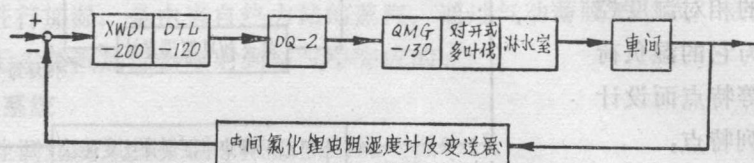


图2-8 变新回风比控制车间相对湿度系统

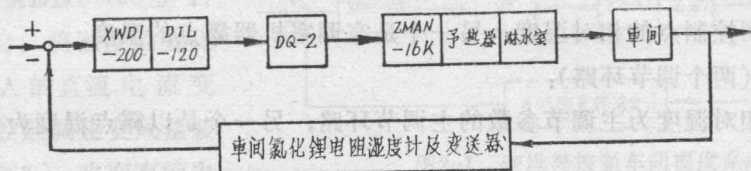


图2-9 变预热器预热量控制车间相对湿度系统

(3) 变预热器预热量控制车间相对湿度系统 (图2-9)

此系统是将图 2-8 所示的气动杠杆执行机构和对开式多叶伐, 换成气动薄膜调节阀和预热器组成。通过调节预热器的预热量, 淋水室喷循环水变露点控制车间相对湿度。

(4) 变再热器再热量控制车间相对湿度系统 (图2-10)

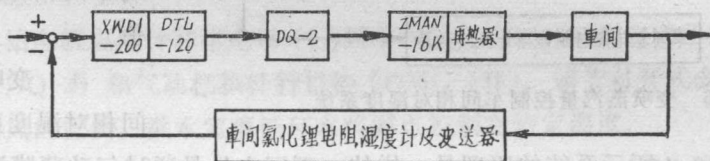


图2-10 变再热器再热量控制车间相对湿度系统

此系统是将图 2-6 所示的蒸汽加湿器换成再热器组成。通过调节再热器的再热量控制车间相对湿度。

(5) 变新回风比控制车间温度系统 (图2-11)

此系统是将图 2-2 所示的空调室露点铂电阻温度计, 换成车间铂电阻温度计组成。通过调节新回风对开式多叶伐的开度 (改变混合状态点) 控制车间温度。

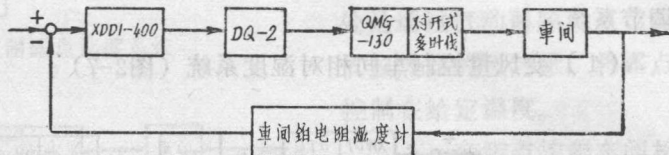


图2-11 变新回风比控制车间温度系统

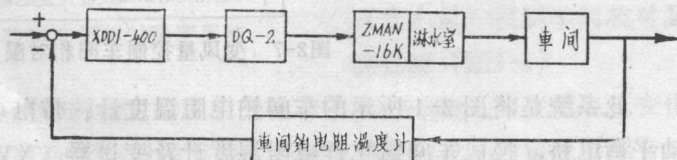


图2-12 变喷水温度（喷水量）控制车间温度系统

此系统是将图 2-11 所示的气动杠杆执行机构和对开式多叶伐,换成气动薄膜调节阀和淋水室组成。通过调节喷水温度(喷水量)控制车间温度。

(7) 变预热器预热量控制车间温度系统(图2-13)

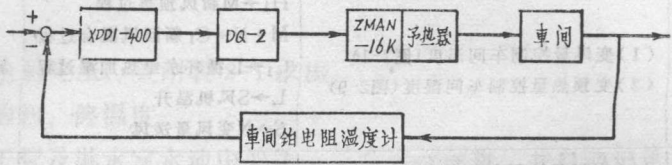


图2-13 变预热器预热量控制车间温度系统

此系统是将图 2-3 所示的空调室露点铂电阻温度计,换成车间铂电阻温度计组成。通过调节预热器预热量控制车间温度。

(8) 变喷水温度(变水量)控制车间湿球温度系统(图2-14)

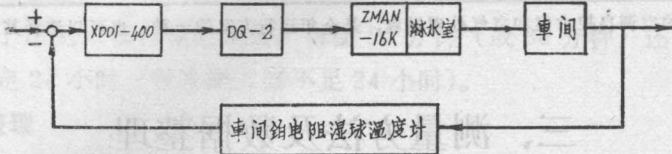


图2-14 变喷水温度(喷水量)控制车间湿球温度系统

此系统是将图2-12所示的车间铂电阻干球温度计,换成车间铂电阻湿球温度计组成。通过调节喷水温度(喷水量)控制车间湿球温度。

(三) 压缩空气系统

除了可控硅调速变风量调节系统是由电的测量元件、电动调节器和执行器等组成外,其余的调节系统都是由电的测量元件、电动调节器,经电气转换器和气动执行器组成,所以安装了压缩空气系统。选用 2V-0.6/7 型空气压缩机,将空气的压力控制在 3 个表压力以上,存入储气罐,经过滤器后,进入 QDY-200 型过滤减压阀,将压力降到 1.4 个表压力,作为电气转换器、伐门定位器等的气源。

(四) 空调自控系统的全年运行分析

按照变露点变风量运行的具有一次回风的空调系统,根据新风状态(湿球温度)的变化,全年可分为如图 2-15 所示的四个运行阶段,空调自控方案和空气处理过程如表 2-1 所示。

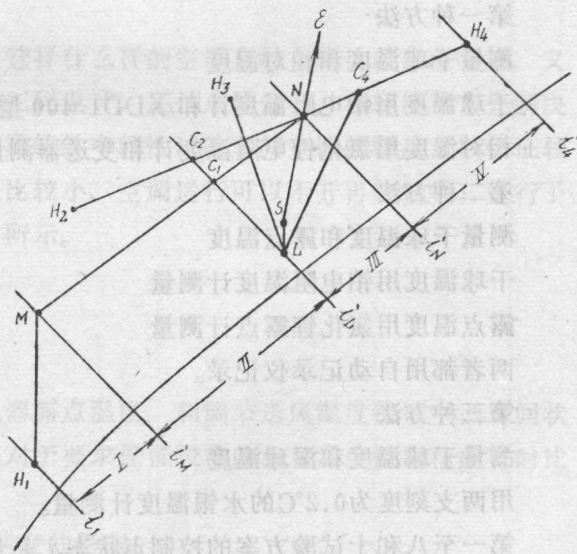


图2-15 具有一次回风的空调系统全年运行分析

表2-1 具有一次回风的空调自控系统的全年运行分析

运行阶段 (季节)	新风状态 特 征	空 调 自 控 方 案 (注 1)	空 气 处 理 方 案 (注 1)	备 注
I (冬)	H_1 在 i_1 和 i_M 线之间	(1)变风量控制车间温度(图2-1) (2)变预热热量控制车间湿度(图2-9)	$H_1 \rightarrow M$ 新风预热过程 $M + N \rightarrow C_1$ 新回风混合过程 $C_1 \rightarrow L$ 循环水绝热加湿过程 $L \rightarrow S$ 风机温升 $S \rightarrow N$ 变风量送风	新回风比固定
II (春、秋)	H_2 在 i_M 和 i_L 线之间	(1)变风量控制车间温度(图2-1) (2)变新回风比控制车间湿度(图2-8)	$H_2 + N \rightarrow C_2$ 新回风混合过程 $C_2 \rightarrow L$ 、 $L \rightarrow S$ 、 $S \rightarrow N$ 同 I	新风伐逐渐开大到全开 回风伐逐渐关小到全关
III (初夏)	H_3 在 i_L 和 i_N 线之间	(1)变风量控制车间温度(图2-1) (2)变喷水温度控制车间湿度(图2-4)	$H_3 \rightarrow L$ 混合水冷却却加湿过程 $L \rightarrow S$ 、 $S \rightarrow N$ 同 I	全部用新风
IV (盛夏)	H_4 在 i_N 和 i_4 线之间	(1)变风量控制车间温度(图2-1) (2)变喷水温度控制车间湿度(图2-4)	$H_4 + N \rightarrow C_4$ 新回风混合过程 $C_4 \rightarrow L$ 混合水冷却却干燥过程 $L \rightarrow S$ 、 $S \rightarrow N$ 同 I	新回风比固定

注 1 表中所列出的空调自控方案和空气处理过程，是全年运行方案的一种，也可以选择其它的运行方案。

三、测量方法及数据整理

(一) 空调参数的测量方法

1 车间控制点状态

在试验过程中，车间控制点选择了两个位置：

- (1) 第一、二、四至七试验方案，在离回风口 2.0 米、距地面 2.0 米处；
- (2) 第三、八至二十试验方案，在离送风口 2.0 米、距地面 1.7 米处。

其状态采用下列三种方法测定：

第一种方法

测量干球温度和相对湿度

干球温度用铂电阻温度计和 XDD1-400 型自动平衡电桥测量并自动记录。

相对湿度用氯化锂电阻湿度计和变送器测量，由 XWD1-200 型自动记录仪记录。

第二种方法

测量干球温度和露点温度

干球温度用铂电阻温度计测量

露点温度用氯化锂露点计测量

两者都用自动记录仪记录。

第三种方法

测量干球温度和湿球温度

用两支刻度为 0.2℃ 的水银温度计测量。

第一至八和十试验方案的控制点状态，是用上述三种方法测量的。

第九和十一至二十试验方案的控制点状态，是用第一和第三种方法测量的。

对于上述三种方法测出的相对湿度进行了比较,相差并不多。

2 新风、机器露点、车间和送风状态

由装在新风入口处、空调室挡水板后、车间机台间的主送风道内的铂电阻温度计及氯化锂露点计测量,并自动记录。

3 送风量

测出风机的电机电压,查附表 2-1 求出。

4 喷雾水的初、终温度

由装在喷水干管及淋水室水池中的铂电阻温度计测量,并自动记录。

5 深井水的初温度

由装在深井水供给管内的玻璃水银温度计测量。

6 水量

第一至七方案采用 Y-1 型离心式喷嘴,根据喷水压力,喷嘴直径查有关图表求出。

第八至二十试验方案采用喷嘴直径为 8.5 毫米的 BTL-1 型双螺旋离心式喷嘴,根据喷水压力查表 5-1 求出。

上述参数除了用记录仪自动记录外,每隔 20 分钟(或 30 分钟)还作一次记录,每个试验方案连续测定 24 小时(仅个别方案不足 24 小时)。

(二) 数据整理

1 每个方案取连续 12 小时测定的记录数据(车间相对湿度及温度波动最大的测点包括在内)进行整理;

2 取连续 2 小时记录的平均值作为一个测点。这样,每个方案可以得到六个测点;

3 将每个方案的数据整理结果、空气处理过程图及空调参数的记录曲线列入附录 3、4 和 5。

四、试验方案及其特点

对于不同的生产工艺过程及空调房间,选择什么样的空调自控方案比较经济合理,又能达到要求的温湿度控制精度,无论是对于工程设计,还是系统运行,都是应该首先解决的问题。为了得到一些初步的看法,结合气流纺纱中间性试验车间空调的特点(以保证较高的湿度控制精度为主,余热比较大,余湿比较小,空调运行可以不开再热器等),进行了下列二十个方案的运行比较试验,见表 4-1 所示。

各方案的主要特点叙述如下:

第一方案

1 能保证较高相对湿度控制精度

目前较多的空调自控系统,是采用定机器露点温度,和调节送风温度保证空调房间状态的。它对于温度的控制精度能够保证,但对于要求保证较高的相对湿度控制精度有时比较困难,原因有两个:

(1) 相对湿度的控制精度受温度控制精度的影响;

(2) 当房间的热湿负荷变化时,有时保证了温度,相对湿度就可能出现较大的波动。

表4-1 空调自控试验方案汇总表

编 号	空 调 自 控 方 案			空 调 运 行 工 况		空 调 参 数 变 化 范 围							控 制 精 度		备 注
	自 控 系 统	测 温 元 件	测 湿 元 件	新 回 风 混 合 比	淋 水 室	送 风 量 公 斤 / 时	露 点 温 度 ℃	水 初 温 度 ℃	水 量 公 斤 / 时	蒸 汽 公 斤 / 时	喷 雾 系 数 公 斤 / 公 斤	功 率 瓩	车 间 温 度 ℃	车 间 湿 度 %	
一	三个单环PID调节系统 (1)变风量控制车间温度 (图2-1) (2)变新风比控制露点 温度(图2-2) (3)变喷蒸汽量控制车间 湿度(图2-6)	铂 电 阻	柱 状 氯 化 锂		循 环 水	57000~62200	15.3~15.9		103000	60~122	1.61~1.81	5.15~6.85	25±1℃	65<±2%	
二	三个单环P调节系统 (1)变风量控制车间温度 (图2-1) (2)变新风比控制露点 温度(图2-2) (3)变喷蒸汽量控制车间 湿度(图2-6)	同 上	同 上		同 上	44400~59700	15.0~15.5		77000	17~60	1.29~1.73	3.2~5.7	24±1℃	65±2%	
三	一个串级PID调节系 统① 车间湿度和机器露点温度 串级变喷水温度控制车间湿 度(图2-5)		同 上		热 水 和 循 环 水 混 合	48900	15.5~21.4	20.8~25.5	52000②		1.07			<±2%	
四	两个单环调节系统 (1)变风量控制车间温度 (图2-1)③ (2)变喷水温度控制车间 湿度(图2-4)④	铂 电 阻	同 上	1:3	同 上	46800~76200	13.6~15.9	13.4~18.0	46000①		0.60~0.98	3.3~11.0	22±1℃	66<±2%	
五	两个单环PID调节系统 (1)变新风比控制车间 温度(图2-11) (2)变喷蒸汽量控制车间 湿度(图2-6)	同 上	同 上		水 泵 不 开	60000				36~186		5.94	23.5±1℃	64.5±1%	

六	两个单环调节系统 (1)变风量控制车间温度 (图2-1)⑥ (3)变新风风比控制车间湿度(图2-8)⑧	同 上	同 上	循环水	62700~85100	13.8~17.0	13.2~15.8	77000	0.90~1.23	6.5~14.6	22±1℃	66<±2%
七	两个单环PID调节系统 (1)变风量控制车间湿度 (图2-7)⑤ (2)变新风风比控制露点温度(图2-2)⑤	同 上	同 上	同上	48600~57500	15.5~16.4		100000	1.74~2.06	3.5~5.2		65<±2% ⑤
八	两个单环PID调节系统 (1)变风量控制车间温度 (2-1) (2)变喷水温度控制车间湿度(2-4)	热敏电阻	同 上	全新风 深井冷水和循环水混合	68400~82800	17.0~18.3	15.9~18.0	76000	0.92~1.11	8.0~13.4	25.5±0.5℃	64<±2%
九	两个单环调节系统 (1)变风量控制车间温度 (图2-1)⑥ (2)变喷水温度控制车间湿度(图2-4)⑥	铂电阻	同 上	同上	67200~76100	19.0~21.3	16.2~20.2	85000	1.12~1.26	7.0~10.4	26±0.5℃	72<±2%
十	两个单环PID调节系统 (1)变风量控制车间温度 (图2-1) (2)变水量控制车间湿度 (图2-4)	同 上	同 上	深井冷水	44400~60600	18.5~21.0	13.3	25400~30400	0.44~0.67	2.5~6.1	26±0.5℃	69<±2%
十一	两个单环PID调节系统 (1)变风量控制车间湿度 (图2-7) (2)变喷水温度控制车间湿度(图2-12)	同 上	同 上	深井冷水和循环水混合	52800~67200	18.8~21.0	15.9~19.0	85000	1.26~1.61	4.5~7.9	26.5±0.5℃	69<±2%
十二	两个单环PID调节系统 (1)变风量控制车间湿度 (图2-7) (2)变水量控制车间湿度 (图2-12)	同 上	同 上	深井冷水	42000~73200	17.9~21.8	13.2	20100~25500	0.27~0.61	2.2~9.5	26±0.5℃	69±1%

编号	空调自控方案			空调运行	空调参数变化范围						控制精度		备注
	自控系统	测温元件	测湿元件		新风风混比	送风量 公斤/时	露点温度 ℃	水初温度 ℃	水量 公斤/时	蒸汽量 公斤/时	喷雾系数 公斤/公斤	功率 瓩	
十三	两个单环PID调节系统 (1)变风量控制车间温度 (图2-1) (2)变二级喷水温度控制 车间湿度(图2-4)	同上	同上	第二级 喷水混合 水,水量 相等		56400~67200	17.2~18.5	13.2~17.3	$W_1 = W_2$ = 45000		$\mu = \mu_2$ 0.67~0.80	2.9~7.8	69 $\pm$ 2%
十四	两个单环PID调节系统 (1)变风量控制车间温度 (图2-1) (2)变二级喷水温度控制车 间湿度(图2-4)	同上	同上	第二级 喷水混合 水,水量 相等		51600~60000	17.3~17.8	13.4	$W_1 = 45000$ $W_2 = 18000$ ~21500		$\mu_1 =$ 0.75~0.85 $\mu_2 =$ 0.32~0.38	3.9~5.7	69 $\pm$ 1%
十五	两个单环PID调节系统 (1)变风量控制车间湿度 (图2-7) (2)变二级喷水温度控制 车间湿度(图2-12)	同上	同上	第二级 喷水混合 水,水量 不等		25200~37800	17.5~18.2	16.3~17.8	$W_1 = 50000$ $W_2 = 33000$		$\mu_1 =$ 1.32~1.98 $\mu_2 =$ 0.88~1.31	0.6~1.60	69 $\pm$ 1%
十六	两个单环PID调节系统 (1)变风量控制车间湿度 (图2-7) (2)变二级喷水温度控制车 间湿度(图2-12)	同上	同上	第二级 喷水混合 水,水量 相等	1:4	32400~42000	18.1~19.0	13.5	$W_1 = 85000$ $W_2 =$ 16000~22900		$\mu_1 =$ 1.99~2.62 $\mu_2 =$ 0.46~0.55	1.1~2.3	66 $\pm$ 2%
十七	两个单环PID调节系统 (1)变风量控制车间干球 温度(图2-1) (2)变二级喷水温度控制 车间湿度(图2-14)	热敏电阻	湿球铂电阻	第二级 喷水混合 水,水量 相等	1:4	47400~51600	17.3~18.5	14.9~16.1	$W_1 = W_2$ = 45000		$\mu_1 = \mu_2 =$ 0.87~0.95	3.1~4.4	69 $\pm$ 3%
十八	两个单环PID调节系统 (1)变风量控制车间干球 温度(图2-1) (2)变喷水温度控制车间 湿度(图2-14)	铂电阻	湿球热敏电阻	深井冷 水和循 环水混 合	1:4	48200~67200	17.9~19.1	16.7~18.0	76000		1.13~1.58	3.8~7.7	69 $\pm$ 3%

十九	两个单环PID调节系统 (1)变风量控制车间温度 (图2-1) (2)变二级喷水温度控制 车间湿度(图2-4)	铂电阻	片状氯化锂	1:4	第二级 为混 合水, 两级水 量相等	59400~70800	16.5~17.6	14.0~17.1	$W_1 = W_2 = 45000$	$\mu_1 = \mu_2 = 0.64 \sim 0.76$	5.7~8.8	25±0.5℃	67<±2%
二十	两个单环PID调节系统 (1)变风量控制车间温度 (图2-1) (2)变二级喷水温度控制 车间湿度(图2-4)	同上	同上	1:4	第二级 为矿井 冷水	56400~70800	16.2~17.0	13.5	$W_1 = 45000$ $W_2 = 23600 \sim 27400$	$\mu_1 = 0.64 \sim 0.80$ $\mu_2 = 0.38 \sim 0.47$	5.2~9.0	25±0.5℃	67±1%

- ① 试验时,可控硅变风量装置尚未按装好,车间温度不控制,只作了控制车间湿度的测定。
 - ② 其中热水量为7200~13400公斤/时。
 - ③ 控制湿度的调节器为P调节,控制湿度的调节器为PID调节。
 - ④ 其中热水量为110~850公斤/时。
 - ⑤ 是以保证湿度控制精度为主的空调、车间温度不控制。
 - ⑥ 控制湿度的调节器为P调节,控制湿度的调节器为PID调节。
- 说明: (1)表中车间温度、露点温度、水温度等,都是根据附录5记录曲线求出的,即记录值。
(2)表中送风量、水量、蒸汽量、喷雾系数、功率等,都是根据附录3求出的,即平均值。

采用三个单环调节系统，就可以提高相对湿度的控制精度，它在保证机器露点温度和房间温度的同时，用喷蒸汽改变送风状态控制房间相对湿度。由附录 5-1 可见，相对湿度的控制精度是较高的 ($< \pm 2\%$)。

2 可用于如图 2-15 所示的第 I、II 阶段运行，空气处理过程如图 4-1 所示。

第 I 阶段

可按下列三个单环调节系统运行：

- (1) 变风量控制车间温度 (图 2-1)
- (2) 变预热器预热量控制机器露点温度 (图 2-3)
- (3) 变喷蒸汽量控制车间相对湿度 (图 2-6)

空气处理过程如下：

$H_1 \rightarrow M$ 预热器预热过程

$M + N \rightarrow C_1$ 新回风混合过程

$C_1 \rightarrow L$ 循环水绝热加湿过程

$L \rightarrow L'$ 风机温升

$L' \rightarrow S$ 蒸汽加湿过程

$S \rightarrow N$ 变风量送风。

第 II 阶段

可按表 4-1 所示第一方案的三个单环调节系统运行。

空气处理过程如下：

$H_2 + N \rightarrow C_2$ 新回风混合过程

$C_2 \rightarrow L$ 、 $L \rightarrow L'$ 、 $L' \rightarrow S$ 、 $S \rightarrow N$ 同第 I 阶段。

第二方案

是将第一方案三个单环调节系统的调节器的 PID 调节改为纯 P 调节组成的。目的在于了解按照较为简单的调节规律运行，所能达到的温湿度控制精度。

由附录 5-2 可见，纯 P 调节也能达到下列的控制精度：

机器露点温度： $\pm 0.5^\circ\text{C}$

车间相对湿度： $\pm 2\%$

车间温度： $\pm 1^\circ\text{C}$

比 PID 调节控制的精度稍差些。

第三方案

从理论上讲，串级调节系统应比单环调节系统控制的精度高些，但从附录 5-3 和 5-4 相对湿度的记录曲线来看，两者的控制精度都小于 $\pm 2\%$ 。主要是由下列两个因素造成的：

(1) 付环的测温元件 (铂电阻温度计) 比主环的测湿元件 (氯化锂电阻湿度计) 的灵敏度低，所以付环起不了超前调节作用。

(2) 主、付环都采用了 PID 调节，其参数整定比单环复杂，所以测定时选用的参数不一定合适。

第四方案

1 和第一方案相比，对空气的处理过程比较简单，用热水和循环水混合喷雾的增焓

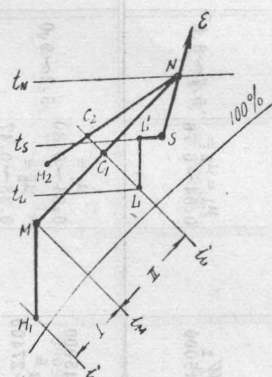


图 4-1 第一方案的运行分析

加湿处理过程（见附录4-4），代替了第一方案的定露点和蒸汽加湿两个处理过程（见附录4-1），省掉了一个单环调节系统。

2 和第三方案相比，单环调节变喷水温度比串级调节变喷水温度省掉了一个付调节环路。

因此，在能满足空调房间要求的温湿度控制精度的条件下，应优先考虑采用两个单环调节系统组成的空调自控方案。

3 适用于如图2-15所示的第 I 阶段运行。

空气处理过程如下：

$H_1 + N \rightarrow C_1$ 新回风混合过程

$C_1 \rightarrow L$ 热水和循环水混合喷雾的增焓加湿过程

$L \rightarrow S$ 风机温升

$S \rightarrow N$ 变风量送风。

4 应用在有热水井和热水供应比较充分的地方比较合适。

第五方案

1 相对湿度的控制精度比较高（见附录5-5），不用淋水处理空气。但在选用时应考虑下列几点：

- (1) 相对湿度的控制精度要求较高者；
- (2) 喷淋水不是净化空气的主要措施者；
- (3) 采用表面式冷却器的空气处理设备；
- (4) 蒸汽供应比较充足者。

2 适用于如图 4-3 所示的第 I、II 阶段运行。

第 I 阶段

新风状态 H_1 在 t_H 线以下（新回风比等于 $\overline{NL}/\overline{PL}$ ），可按下列两个单环调节系统运行：

- (1) 变预热器预热量控制车间温度（图2-13）
- (2) 变喷蒸汽量控制车间相对湿度（图2-6）

空气处理过程如下：

$H_1 \rightarrow H$ 预热器预热过程

$H + N \rightarrow C_1$ 新回风混合过程

$C_1 \rightarrow C'_1$ 风机温升

$C'_1 \rightarrow S$ 蒸汽加湿过程

$S \rightarrow N$ 定风量送风。

第 II 阶段

新风状态 H_2 在 t_H 和 t_L 线之间，可按表 4-1 所示第五方案的两个单环调节系统运行。

空气处理过程如下：

$H_2 + N \rightarrow C_2$ 新回风混合过程

$C_2 \rightarrow C'_2$ 、 $C'_2 \rightarrow S$ 、 $S \rightarrow N$ 同第 I 阶段。

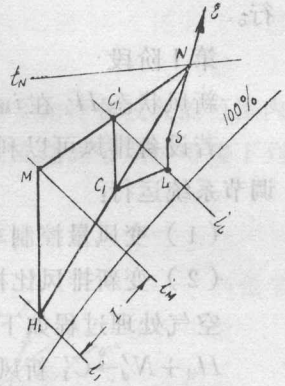


图4-2 第四方案的运行分析

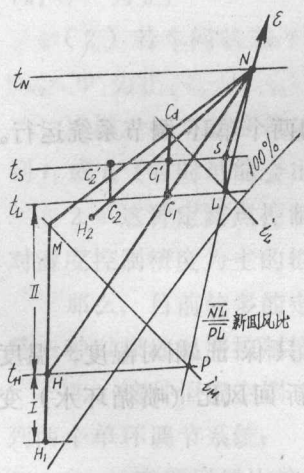


图4-3 第五方案的运行分析

第六方案

1 是靠调节新回风比(改变混合状态点)喷循环水变露点控制车间相对湿度的。由附录 5-6 可见,也能达到较高的控制精度($< \pm 2\%$)。

由于它没有使用象蒸汽、热水这样的加湿工质,所以经济性比头四个方案都好。

2 可用于如图 4-4 所示的第 I、II、III 阶段运行。

第 I 阶段

新风状态 H_1 在 i_M 线以下

若设备排风可以利用的车间,可按下列两个单环调节系统运行:

- (1) 变风量控制车间温度(图 2-1)
- (2) 变新排风比控制车间相对湿度(图 2-8)

空气处理过程如下:

$H_1 + N'_d \rightarrow C'_1$ 新风设备排风混合过程

$C'_1 \rightarrow L_d$ 循环水绝热加湿过程

$L_d \rightarrow S_d$ 风机温升

$S_d \rightarrow N_d$ 变风量送风。

若设备排风不可利用的车间(新回风比固定),可按下列两个单环调节系统运行:

- (1) 变风量控制车间温度(图 2-1)
- (2) 变预热器预热量控制车间相对湿度(图 2-9)

空气处理过程如下:

$H_1 \rightarrow M$ 预热器预热过程

$M + N_d \rightarrow C_1$ 新风和车间回风混合过程

$C_1 \rightarrow L_d$ 、 $L_d \rightarrow S_d$ 、 $S_d \rightarrow N_d$ 同上。

第 II 阶段

新风状态 H_2 在 i_M 和 i_d 线之间,可按表 4-1 所示第六方案的两个单环调节系统运行。

空气处理过程如下:

$H_2 + N_d \rightarrow C_2$ 新风和车间回风混合过程

$C_2 \rightarrow L_d$ 、 $L_d \rightarrow S_d$ 、 $S_d \rightarrow N_d$ 同第 I 阶段。

第 III 阶段

新风状态 H_3 在 i_d 和 i_x 线之间。根据纺织工艺的特点(可以只保证相对湿度,温度允许在 t_d 和 t_x 之间变化),可改为定风量车间温度不控制,调节新回风比(喷循环水)变露点控制车间相对湿度的一个单环调节系统运行。

空气处理过程如下:

$H_3 + N_g \rightarrow C_3$ 、 $C_3 \rightarrow L_g$ 、 $L_g \rightarrow S_g$ 同第 II 阶段

$S_g \rightarrow N_g$ 定风量送风。

若 N_g 落到相对湿度的允许范围 φ_{ad} 和 φ_{bc} 之内就可以了;否则,相对湿度调节系统

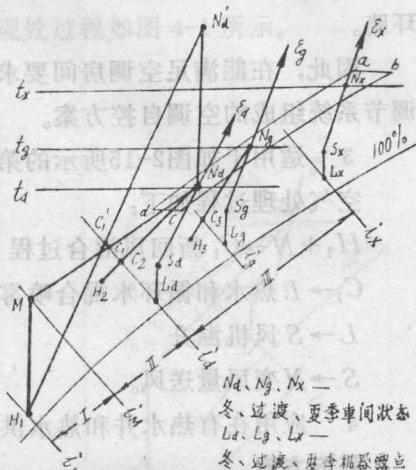


图 4-4 第六方案的运行分析

N_d, N_g, N_x —
冬、过渡、夏季车间状态
 L_d, L_g, L_x —
冬、过渡、夏季机器露点