



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102494387 B

(45) 授权公告日 2014. 04. 16

(21) 申请号 201110412127. 0

(22) 申请日 2011. 12. 13

(73) 专利权人 国电南瑞科技股份有限公司

地址 210061 江苏省南京市高新技术开发区
高新路 20 号

(72) 发明人 刘宏灿 钟伟 曲小平 史京

(74) 专利代理机构 南京纵横知识产权代理有限
公司 32224

代理人 董建林

(51) Int. Cl.

F24F 11/00 (2006. 01)

审查员 曹斌宏

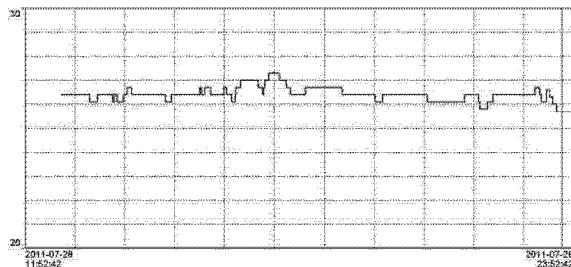
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

地铁 BAS 通风空调系统节能控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种地铁 BAS 通风空调系统节能控制方法，其特征是，包含以下步骤：a) 测量地铁车站外部空气温湿度、车站内部空气温湿度；b) 根据测量的温湿度计算并判断车站通风工况，执行工况自动切换步骤；c) 空调水系统自动调节步骤：采用模糊控制算法自动调节空调水系统中每个空调器末端的电动二通调节阀，调节流经每个空调器的冷冻水流量。本发明着重应用于地铁车站的全年自动运行，保证在正常运营期间，满足车站的通风要求，同时控制风系统、水系统，在满足温度要求的前提下，实现整个空调系统的在全年运行中的节能运行。



1. 一种地铁 BAS 通风空调系统节能控制方法, 其特征是, 包含以下步骤 :

a) 测量地铁车站外部空气温湿度、车站内部空气温湿度 ;

b) 根据测量的温湿度计算并判断车站通风工况, 执行工况自动切换步骤 ;

c) 空调水系统自动调节步骤 : 采用模糊控制算法自动调节空调水系统中每个空调器末端的电动二通调节阀, 调节流经每个空调器的冷冻水流量 ;

步骤 c) 中, 电动二通调节阀的开度计算为 :

$K + U * \frac{100}{6}$, 式中, K 为电动二通调节阀的控制基值, U 为根据模糊控制算法建立的模糊

对应关系获取的控制系数 ;

$$U = l_i * l_j * U(i, j) + l_i * l_{j+1} * U(i, j+1) + l_{i+1} * l_j * U(i+1, j) + l_{i+2} * l_{j+1} * U(i+1, j+1)$$

其中, 定义

偏差 {EF} = { 负大, 负中, 负小, 零, 正小, 正中, 正大 }

量化后为 {ef} = {-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3}

偏差变化率 {ECF} = { 负大, 负中, 负小, 零, 正小, 正中, 正大 }

量化后为 {ecf} = {-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3}

ef = 当前温度反馈值 - 控制对象温度设定值 ; ecf = 本时刻 ef - 上一时刻 ef ;

计算出 ef 以后, 根据其值由模糊控制算法建立的模糊对应关系确定 ef_i 和 ef_{i+1} , 以及其隶属度 l_i 和 l_{i+1} , 偏差变化率量化以后, 根据其值由模糊控制算法建立的模糊对应关系确定 ecf_i 和 ecf_{i+1} , 以及其隶属度 l_j 和 l_{j+1} , 并根据模糊控制算法建立的模糊对应关系确定 $U(i, j), U(i, j+1), U(i+1, j), U(i+1, j+1)$ 。

2. 根据权利要求 1 所述的地铁 BAS 通风空调系统节能控制方法, 其特征是, 步骤 b) 中计算车站通风工况包含以下步骤 :

d) 计算空气焓值 i

$$i = 1.006t + w(2501 + 1.86t)$$

式中, t 表示空气温度, w 表示单位质量干空气含湿量 ;

$$w = 0.62198 \frac{p_w}{p - p_w}$$

式中 p 表示湿空气压力, p_w 表示水蒸气分压力 ;

$$p_w = \theta * p_{ws}$$

式中 θ 表示空气相对湿度, p_{ws} 表示在当前的温度、压力下饱和蒸汽的分压力 ;

$$\ln p_{ws} = \frac{C_8}{T} + C_9 + C_{10}T + C_{11}T^2 + C_{12}T^3 + C_{13}\ln T$$

式中, T 表示环境绝对温度,

$$C_8 = -5.8002206 \times 10^3$$

$$C_9 = 1.3914993$$

$$C_{10} = -4.8640239 \times 10^{-2}$$

$$C_{11} = 4.1764768 \times 10^{-5}$$

$$C_{12} = -1.4452093 \times 10^{-8}$$

$$C_{13} = 6.5459673;$$

e) 根据步骤 d) 中的公式分别计算外部空气焓值 i_w 、内部空气焓值 i_r , 并进行比较, 执行工况自动切换步骤。

3. 根据权利要求 2 所述的地铁 BAS 通风空调系统节能控制方法, 其特征是, 判断切换通风工况包括

f) 空调季节小新风工况

当 $i_r < i_w$, 进入小新风空调运行工况, 采用小新风空调运行, 用小新风加一次回风运行;

g) 空调季节全新风工况

当 $i_r \geq i_w$ 且 $T_w > T_o$, 其中, T_w 表示外部空气温度, T_o 表示车站设定温度, 进入全新风空调运行工况, 采用全新风空调运行, 空调器处理室外新风后送至空调区域, 回 / 排风则全部排至车站外。

4. 根据权利要求 3 所述的地铁 BAS 通风空调系统节能控制方法, 其特征是, 判断切换通风工况还包括非空调季节工况,

当 $T_w \leq T_o$, 进入全新风非空调运行工况, 停止冷水机组运行, 外界空气不经冷却处理直接 送至空调区域, 回 / 排风则全部排出车站。

地铁 BAS 通风空调系统节能控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及地铁通风空调系统的控制方法,其中包含了空调风系统、空调冷冻水系统的自动控制。

背景技术

[0002] 地铁成为城市发展中利用地下空间的一种有效形式,充分缓解了城市的地面交通,以其运量大、准时性好、快速安全、交通效率高、利于环保等优点,成为现代城市地下空间建设的重点。但地铁在运营过程中,环境控制(简称环控)系统的用电量占了相当的比重,特别是带有空调的环控系统的用电量约占整个地铁耗电量的40%左右。但为了给乘客提供一个令人满意的舒适的环境,必须设有地铁环控系统。

[0003] 对于空调系统(包括通风系统、空调水系统)的监控是 BAS (Building Automation System, 楼宇自动化系统或建筑设备自动化系统)的主要功能之一,地铁车站空间大,外部干扰多,因此采用一种适当的控制方案,对地铁 BAS 系统的通风空调系统的节能进行控制就显得尤为重要。

发明内容

[0004] 本发明的目的是在保证地铁车站环境温度达到标准的前提下,实现空调系统的节能。

[0005] 为了实现本发明的目的,本发明采取的技术方案是:根据车站外部环境温湿度、车站内部环境温湿度,自动判断车站通风工况,同时采用模糊控制算法,自动调节空调水系统电动二通阀,控制车站环境温度满足设定要求,并达到对地铁 BAS 系统的通风空调系统节能控制的目的。

[0006] 包含以下步骤:

[0007] a) 测量地铁车站外部空气温湿度、车站内部空气温湿度;

[0008] b) 根据测量的温湿度计算并判断车站通风工况,执行工况自动切换步骤;

[0009] c) 空调水系统自动调节步骤:采用模糊控制算法自动调节空调水系统中每个空调器末端的电动二通调节阀,调节流经每个空调器的冷冻水流量。

[0010] 步骤 b) 中计算车站通风工况包含以下步骤:

[0011] d) 计算空气焓值 i

[0012]

$$i = 1.006t + w(2501 + 1.86t)$$

[0013] 式中, t 表示空气温度, w 表示单位质量干空气含湿量;

[0014]

$$w = 0.62198 \frac{p_w}{p - p_w}$$

[0015] 式中 p 表示湿空气压力, p_w 表示水蒸气分压力;

[0016]

$$p_w = \varnothing * p_{ws}$$

[0017] 式中 \varnothing 表示空气相对湿度, p_{ws} 表示在当前的温度、压力下饱和蒸汽的分压力;

[0018]

$$\ln p_{ws} = \frac{C_8}{T} + C_9 + C_{10}T + C_{11}T^2 + C_{12}T^3 + C_{13}\ln T$$

[0019] 式中, T 表示环境绝对温度,

[0020]

$$C_8 = -5.8002206 \times 10^3$$

[0021]

$$C_9 = 1.3914993$$

[0022]

$$C_{10} = -4.8640239 \times 10^{-2}$$

[0023]

$$C_{11} = 4.1764768 \times 10^{-5}$$

[0024]

$$C_{12} = -1.4452093 \times 10^{-8}$$

[0025] $C_{13} = 6.5459673$;

[0026] e) 根据步骤 d) 中的公式分别计算外部空气焓值 iw 、内部空气焓值 ir , 并进行比较, 执行工况自动切换步骤。

[0027] 一、工况自动切换

[0028] 车站主要运行工况包括三种, 其判断切换通风工况包括

[0029] 1. 空调季节小新风工况

[0030] 当 $ir < iw$, 进入小新风空调运行工况。采用小新风空调运行, 用小新风加一次回风运行。

[0031] 2. 空调季节全新风工况

[0032] 当 $ir \geq iw$ 且 $Tw > To$, 进入全新风空调运行工况。采用全新风空调运行, 空调器处理室外新风后送至空调区域, 回 / 排风则全部排至车站外。

[0033] 3. 非空调季节工况

[0034] 当 $Tw \leq To$, 进入全新风非空调运行工况。

[0035] 当外界空气温度小于空调送风温度时, 停止冷水机组运行, 外界空气不经冷却处

理直接送至空调区域,回 / 排风则全部排出车站。

[0036] 上面描述中 :ir 表示室内空气焓值(根据内部空气温湿度计算), iw 表示室外空气焓值(根据外部空气温湿度计算), Tw 表示外部空气温度, To 表示车站设定温度。

[0037] 二、空调水系统自动调节

[0038] 在本发明中,主要通过调节流过空调的冷冻水水量来调节车站环境温度,采用模糊控制策略来对末端电动二通调节阀进行自动调节。

[0039] 电动二通调节阀的开度计算为 :

[0040] $K + U * \frac{100}{6}$, 式中, K 为二通阀的控制基值, 较佳的取二通阀的控制基值 K=50, U

为由模糊控制算法建立的模糊对应关系即模糊查询表获取的控制系数。

[0041] 定义如下 :

[0042] 偏差 {EF}={ 负大, 负中, 负小, 零, 正小, 正中, 正大 }

[0043] 量化后为 {ef}={-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3}

[0044] 偏差变化率 {ECF}={ 负大, 负中, 负小, 零, 正小, 正中, 正大 }

[0045] 量化后为 {ecf}={-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3}

[0046] 上述中 ef= 当前温度反馈值 - 控制对象温度设定值 ;ecf= 本时刻 ef- 上一时刻 ef ;

[0047] 模糊查询表 UT 如下表 :

[0048]

EF \ ECF	-3	-2	-1	0	1	2	3
-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
-2	-3	-2	-2	-1	-1	0	1
-1	-2	-2	-1	-1	0	1	1
0	-2	-1	-1	0	1	1	2
1	-1	-1	0	1	1	2	2
2	-1	0	1	1	2	2	3
3	3	3	3	3	3	3	3

[0049] 对于软件内部计算得到的偏差量化 ef 以后, 根据其值由模糊控制算法建立的模糊对应关系即模糊查询表查得其 ef_i 和 ef_{i+1} , 以及其隶属度 l_i 和 l_{i+1} , 偏差变化率量化以后, 根据由模糊控制算法建立的模糊对应关系即模糊查询表查得其 ecf_i 和 ecf_{i+1} , 以及其

隶属度 l_i 和 l_{i+1} , 并根据由模糊控制算法建立的模糊对应关系即模糊查询表, 在表中分别对

应确定 $U(i, j)$, $U(i, j + 1)$, $U(i + 1, j)$, $U(i + 1, j + 1)$, 采用下式计算 U :

[0050]

$$U = l_i * l_j * U(i, j) + l_i * l_{j+1} * U(i, j + 1) + l_{i+1} * l_j * U(i + 1, j) + l_{i+1} * l_{j+1} * U(i + 1, j + 1) \quad \text{。}$$

[0051] 本发明的有益效果是：

[0052] 本发明应用到地铁 BAS 系统中通风空调系统的控制, 包括对空调风系统、水系统的自动调节, 可应用于地铁车站的全年自动运行, 保证在正常运营期间, 满足车站的通风要求, 同时控制风系统、水系统, 在满足温度要求的前提下, 实现整个空调系统的在全年运行中的节能运行。

附图说明

[0053] 图 1 是某一天车站公共区全天运行温度曲线图。

具体实施方式

[0054] 地铁 BAS 系统多采用 PLC 作为控制器, 可以将上述方法在 PLC 里面结构化, 通过调用该结构化的功能对多个空调房间进行统一监控。

[0055] 以某一段城际轨道交通的地铁 BAS 系统为例, 采用本发明的方法实现对地铁 BAS 系统的监控控制, 系统主要设置有:

[0056] 1. 在新风井设置温湿度传感器, 测量室外空气温湿度;

[0057] 2. 在每个空调系统回风管设置温湿度传感器, 测量回风温湿度;

[0058] 3. 在每个空调器末端设置电动二通调节阀, 用以调节流经空调器的冷冻水流量;

[0059] 4. 在关键的房间传感器冗余设置;

[0060] 最终的车站公共区全天运行温度如图 1 所示, 车站公共区的温度控制在设定的 26.5 度上下波动, 温度波动范围在 25.7–27.3 度之间。

[0061] 本发明的方法适于在南方地区实施, 在北方地区实施时可做进一步的改进, 考虑冬季寒冷的外部条件, 在满足新风的情况下, 尽可能的利用自然通风来保证车站运行环境的舒适性, 以达到节能的目的。

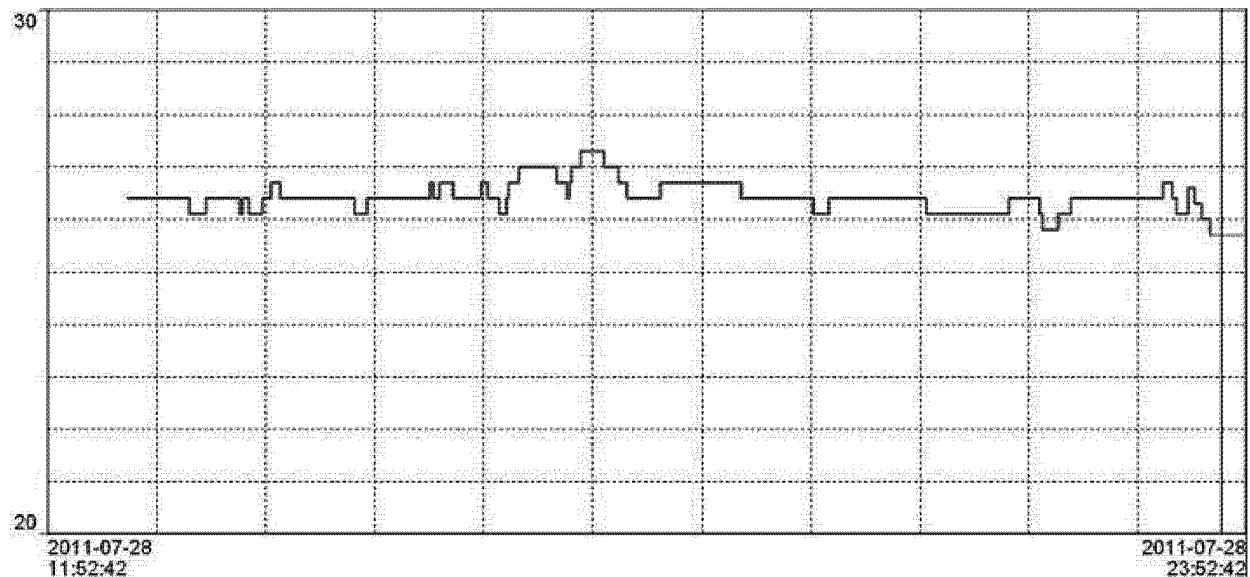


图 1