



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111348065 A

(43)申请公布日 2020.06.30

(21)申请号 202010160525.7

(22)申请日 2020.03.10

(71)申请人 南京工程学院

地址 211167 江苏省南京市江宁区科学园
弘景大道1号

(72)发明人 张艳芹 倪世钱 罗义

(74)专利代理机构 南京钟山专利代理有限公司
32252

代理人 王磊

(51) Int. Cl.

B61D 27/00(2006.01)

B61C 17/04(2006.01)

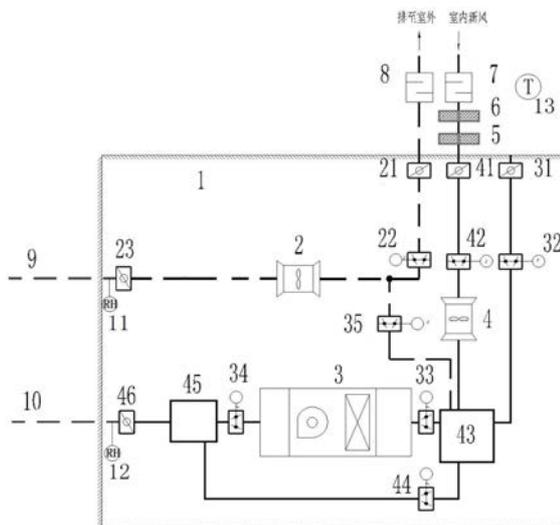
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种高寒地区地铁空调系统及其控制方法

(57)摘要

本发明涉及一种高寒地区地铁空调系统及其控制方法,其中,第四防火阀、回/排风机、第三风阀、第三防火阀和排风道依次相连,新风道、过滤器和净化器依次相连,净化器出口分为两路,一路经第一防火阀、第一风阀和新风机后接入第一混风箱,另一路经第二防火阀和第二风阀后接入第一混风箱。第五防火阀、第二混风箱、第七风阀、组合式空气处理机组、第六风阀和第一混风箱依次相连。旁路管道连接第一、第二混风箱,第五风阀安装在旁路管道上。本发明成本较低,能够解决冬季组合式空气处理机组内表冷器冻裂问题,同时,解决组合式空气处理机组故障时整个系统无法运转的问题,实现空调系统的自动闭环控制,节能降耗的同时保障站内弱电机房的环境温度。



1. 一种高寒地区地铁空调系统,其特征在于,包括设置在小系统机房(1)内的回/排风机(2)、第三防火阀(21)、第三风阀(22)、第四防火阀(23)、组合式空气处理机组(3)、第二防火阀(31)、第二风阀(32)、第六风阀(33)、第七风阀(34)、新风机(4)、第一防火阀(41)、第一风阀(42)、第一混风箱(43)、第五风阀(44)、第二混风箱(45)和第五防火阀(46),以及,设置在小系统机房(1)外的净化器(5)、过滤器(6)、新风道(7)和排风道(8);

第四防火阀(23)、回/排风机(2)、第三风阀(22)、第三防火阀(21)和排风道(8)依次通过排风管(9)相连,新风道(7)、过滤器(6)和净化器(5)依次通过送风管(10)相连,净化器(5)出口分为两路,一路依次经第一防火阀(41)、第一风阀(42)和新风机(4)后接入第一混风箱(43),另一路依次经第二防火阀(31)和第二风阀(32)后接入第一混风箱(43);

第五防火阀(46)、第二混风箱(45)、第七风阀(34)、组合式空气处理机组(3)、第六风阀(33)和第一混风箱(43)依次通过送风管(10)相连;第一混风箱(43)和第二混风箱(45)间还连接有旁路管道,第五风阀(44)安装在所述旁路管道上;

第四防火阀(23)进口位置的排风管(9)上安装有第一管道式温湿度传感器(11),第五防火阀(46)出口位置的送风管(10)上安装有第二管道式温湿度传感器(12);弱电机房外设置有用于测量弱电机房外环境温度的第一温度传感器(13),弱电机房内设置有用于监测弱电机房内环境温度的第二温度传感器;

回/排风机(2)、组合式空气处理机组(3)、新风机(4)、第一管道式温湿度传感器(11)、第二管道式温湿度传感器(12)、第一温度传感器(13)、所述第二温度传感器、各风阀和各防火阀分别接入所述地铁空调系统的PLC控制系统中。

2. 根据权利要求1所述的高寒地区地铁空调系统,其特征还在于,还包括设置在小系统机房(1)内的第四风阀(35),第一混风箱(43)与回/排风机(2)出口管路通过短接管路相连,第四风阀(35)安装在所述短接管路上;第四风阀(35)接入所述地铁空调系统的PLC控制系统。

3. 根据权利要求2所述的高寒地区地铁空调系统,其特征还在于,第一至第七风阀均选用三挡风阀,包括全开、半开和全关三个档位。

4. 根据权利要求1所述的高寒地区地铁空调系统,其特征还在于,第一至第五防火阀均选用70°C熔断常开式防火阀。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的高寒地区地铁空调系统,其特征还在于,还包括设置在站外风亭室内的水冷机组,所述水冷机组与组合式空气处理机组(3)相连,所述水冷机组接入所述地铁空调系统的PLC控制系统。

6. 一种高寒地区地铁空调系统的控制方法,其特征还在于,

第二管道式温湿度传感器(12)测量送风管(10)内的空气温度 t_e 和空气湿度 RH_e ,第一管道式温湿度传感器(11)测量排风管(9)内的空气温度 t_o 和空气湿度 RH_o ;第一温度传感器(13)测量弱电机房外环境温度 t_w ,所述第二温度传感器测量弱电机房内环境温度 t_n ;

分别计算送风管(10)内空气焓值 i_e 和排风管(9)内空气焓值 i_o :

$i = 1.01t + (2500 + 1.84t)d$, i 表示空气焓值,单位为 kJ/kg ; t 表示温度,单位为 $^{\circ}\text{C}$; 含湿量

$d = \frac{0.622Pq}{P - Pq}$, $Pq = 3360.58 * RH$, P 为标准大气压, RH 表示相对湿度;

所述控制方法包括:

1)、小新风空调工况:当 $t_w \geq 17^{\circ}\text{C}$, $t_n \geq 28^{\circ}\text{C}$,且 $i_e \geq i_o$ 时,启动水冷机组,同时,启动回/

排风机(2)和组合式空气处理机组(3),打开第四风阀(35),关闭第一风阀(42)和第五风阀(44),部分排风与新风在第一混风箱(43)中混合,经组合式空气处理机组(3)和第二混风箱(45)后,送入弱电机房内;

2)、全新风空调工况:当 $t_w \geq 17^\circ\text{C}$, $t_n \geq 28^\circ\text{C}$, 且 $i_e < i_o$ 时,启动水冷机组,同时,启动回/排风机(2)、组合式空气处理机组(3)和新风机(4),关闭第四风阀(35)和第五风阀(44),此时,所有送入弱电机房内的新风均来至新风道(7);

3)、全新风通风工况:当 $-10^\circ\text{C} \leq t_w < 17^\circ\text{C}$, $t_n \geq 28^\circ\text{C}$, 且 $i_e < i_o$ 时,启动回/排风机(2)、组合式空气处理机组(3)和新风机(4),关闭第四风阀(35)和第五风阀(44),此时,所有送入弱电机房内的新风均来至新风道(7);

4)、小新风通风工况:当 $-10^\circ\text{C} \leq t_w < 17^\circ\text{C}$, $t_n \geq 28^\circ\text{C}$, 且 $i_e \geq i_o$ 时,启动回/排风机(2)和组合式空气处理机组(3),打开第四风阀(35),关闭第一风阀(42)和第五风阀(44),部分排风与新风在第一混风箱(43)中混合,经组合式空气处理机组(3)和第二混风箱(45)后,送入弱电机房内;

5)、空气处理机组停用工况:当 $t_w < -10^\circ\text{C}$, 且 $t_n \geq 28^\circ\text{C}$ 时,或者,组合式空气处理机组(3)故障,且 $t_n \geq 28^\circ\text{C}$ 时,启动回/排风机(2)和新风机(4),打开第四风阀(35)和第五风阀(44),关闭第二风阀(32)、第六风阀(33)和第七风阀(34),部分排风与新风在第一混风箱(43)中混合,经第五风阀(44)和第二混风箱(45)后,送入弱电机房内;

6)、停止工况:当 $t_n < 20^\circ\text{C}$ 时,关闭水冷机组、回/排风机(2)、组合式空气处理机组(3)、新风机(4)以及各风阀,停止给弱电机房送排风。

一种高寒地区地铁空调系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于城市轨道交通机电设备技术领域,具体涉及一种高寒地区地铁空调系统及其控制方法。

背景技术

[0002] 截止到2019年末,城市轨道交通共有40座城市、210条线路开通运营。由于地域不同,机电设备系统的配置需求不完全相同。在南方城市,由于天气炎热,需要大量考虑整个车站的空调系统,而在北方,特别是哈尔滨、长春、沈阳、乌鲁木齐、呼和浩特等高寒地区,对于车站内的空调系统有着不一样的要求。

[0003] 目前,这些高寒地区的城市轨道交通空调系统仅在小系统中设置,保障弱电机房的温度,且多数都采用水冷机组、组合式空气处理机组、小新风机、排风机组合,如图1所示。但由于气候的特殊性,目前使用的方案在实际运营过程中,总是存在一些难以解决的问题,包括:组合式空气处理机组内的表冷器出现冻裂现象;冬季时不能送新风;空调系统通风模式不能全自动控制;组合式空气处理机组作为混风室的作用,出现故障时无法实现送新风的目的是,故障点过于集中等十分突出的问题,给运营安全带来很大的隐患。

[0004] 由于常规方案的弊端,人们尝试着进行了改进,通过增加一套备用多联机的方案,解决冬季降温、组合式空气处理机组故障点集中的问题,但无法解决组合式空气处理机组内表冷器冻裂现象、小系统通风模式不能全自动控制,并且新增了两个问题,由于地下建筑结构的限制,多联机系统的室外机放置点很难权衡,且会增加建设期的造价和运营维护成本。

[0005] 鉴于此,现有高寒地区地铁空调系统还有很大的优化空间,如何在资金少投入的前提下,解决高寒地区地铁空调系统运营中存在的实际问题,保证城市轨道交通运行设备的安全运营是需要解决的问题。

发明内容

[0006] 本发明针对背景技术中所提出的问题,提供一种成本较低的高寒地区地铁空调系统,解决组合式空气处理机组内表冷器冻裂现象。同时,还提供了该地铁空调系统的控制方法,解决小系统通风模式不能全自动控制的问题。

[0007] 本发明所采用的技术方案为:

[0008] 一种高寒地区地铁空调系统,包括设置在小系统机房内的回/排风机、第三防火阀、第三风阀、第四防火阀、组合式空气处理机组、第二防火阀、第二风阀、第六风阀、第七风阀、新风机、第一防火阀、第一风阀、第一混风箱、第五风阀、第二混风箱和第五防火阀,以及,设置在小系统机房外的净化器、过滤器、新风道和排风道;

[0009] 所述第四防火阀、所述回/排风机、所述第三风阀、所述第三防火阀和所述排风道依次通过排风管相连,所述新风道、所述过滤器和所述净化器依次通过送风管相连,所述净化器出口分为两路,一路依次经所述第一防火阀、所述第一风阀和所述新风机后接入所述

第一混风箱,另一路依次经所述第二防火阀和所述第二风阀后接入所述第一混风箱;

[0010] 所述第五防火阀、所述第二混风箱、所述第七风阀、所述组合式空气处理机组、所述第六风阀和所述第一混风箱依次通过送风管相连;所述第一混风箱和所述第二混风箱间还连接有旁路管道,所述第五风阀安装在所述旁路管道上;

[0011] 所述第四防火阀进口位置的排风管上安装有第一管道式温湿度传感器,所述第五防火阀出口位置的送风管上安装有第二管道式温湿度传感器;弱电机房外设置有用于测量弱电机房外环境温度的第一温度传感器,弱电机房内设置有用于监测弱电机房内环境温度的第二温度传感器;

[0012] 所述回/排风机、所述组合式空气处理机组、所述新风机、所述第一管道式温湿度传感器、所述第二管道式温湿度传感器、所述第一温度传感器、所述第二温度传感器、各风阀和各防火阀分别接入所述地铁空调系统的PLC控制系统中。

[0013] 进一步地,上述高寒地区地铁空调系统还包括设置在小系统机房内的第四风阀,所述第一混风箱与所述回/排风机出口管路通过短接管路相连,所述第四风阀安装在所述短接管路上;所述第四风阀接入所述地铁空调系统的PLC控制系统。

[0014] 进一步地,第一至第七风阀均选用三挡风阀,包括全开、半开和全关三个档位。

[0015] 进一步地,第一至第五防火阀均选用70℃熔断常开式防火阀。

[0016] 进一步地,上述高寒地区地铁空调系统还包括设置在站外风亭室内的水冷机组,所述水冷机组与所述组合式空气处理机组相连,所述水冷机组接入所述地铁空调系统的PLC控制系统。

[0017] 一种高寒地区地铁空调系统的控制方法,

[0018] 第二管道式温湿度传感器测量送风管内的空气温度 t_e 和空气湿度 RH_e ,第一管道式温湿度传感器测量排风管内的空气温度 t_o 和空气湿度 RH_o ;第一温度传感器测量弱电机房外环境温度 t_w ,所述第二温度传感器测量弱电机房内环境温度 t_n ;

[0019] 分别计算送风管内空气焓值 i_e 和排风管内空气焓值 i_o ;

[0020] $i = 1.01t + (2500 + 1.84t)d$, i 表示空气焓值,单位为 kJ/kg ; t 表示温度,单位为 $^{\circ}\text{C}$;

含湿量 $d = \frac{0.622Pq}{P - Pq}$, $Pq = 3360.58 * RH$, P 为标准大气压, RH 表示相对湿度;

[0021] 所述控制方法包括:

[0022] 1)、小新风空调工况:当 $t_w \geq 17^{\circ}\text{C}$, $t_n \geq 28^{\circ}\text{C}$,且 $i_e \geq i_o$ 时,启动水冷机组,同时,启动回/排风机和组合式空气处理机组,打开第四风阀,关闭第一风阀和第五风阀,部分排风与新风在第一混风箱中混合,经组合式空气处理机组和第二混风箱后,送入弱电机房内;

[0023] 2)、全新风空调工况:当 $t_w \geq 17^{\circ}\text{C}$, $t_n \geq 28^{\circ}\text{C}$,且 $i_e < i_o$ 时,启动水冷机组,同时,启动回/排风机、组合式空气处理机组和新风机,关闭第四风阀和第五风阀,此时,所有送入弱电机房内的新风均来至新风道;

[0024] 3)、全新风通风工况:当 $-10^{\circ}\text{C} \leq t_w < 17^{\circ}\text{C}$, $t_n \geq 28^{\circ}\text{C}$,且 $i_e < i_o$ 时,启动回/排风机、组合式空气处理机组和新风机,关闭第四风阀和第五风阀,此时,所有送入弱电机房内的新风均来至新风道;

[0025] 4)、小新风通风工况:当 $-10^{\circ}\text{C} \leq t_w < 17^{\circ}\text{C}$, $t_n \geq 28^{\circ}\text{C}$,且 $i_e \geq i_o$ 时,启动回/排风机和组合式空气处理机组,打开第四风阀,关闭第一风阀和第五风阀,部分排风与新风在第一

混风箱中混合,经组合式空气处理机组和第二混风箱后,送入弱电机房内;

[0026] 5)、空气处理机组停用工况:当 $t_w < -10^{\circ}\text{C}$,且 $t_n \geq 28^{\circ}\text{C}$ 时,或者,组合式空气处理机组故障,且 $t_n \geq 28^{\circ}\text{C}$ 时,启动回/排风机和新风机,打开第四风阀和第五风阀,关闭第二风阀、第六风阀和第七风阀,部分排风与新风在第一混风箱中混合,经第五风阀和第二混风箱后,送入弱电机房内;

[0027] 6)、停止工况:当 $t_n < 20^{\circ}\text{C}$ 时,关闭水冷机组、回/排风机、组合式空气处理机组、新风机以及各风阀,停止给弱电机房送排风。

[0028] 本发明的有益效果在于:

[0029] 本发明提出的高寒地区地铁空调系统成本较低,其通过设置组合式空气处理机组旁路管道,能够解决在冬季时,冷、热空气混合在组合式空气处理机组中冻裂表冷器的问题,同时,解决组合式空气处理机组故障时整个系统无法运转的问题。

[0030] 本发明提出的高寒地区地铁空调系统控制方法中,在控制逻辑中引入空气焓值,由送、排风管道内的温度和湿度计算出相应的空气焓值,通过比较弱电机房内、外的温度数值,以及送、排风管道内空气焓值的大小,实现空调系统的自动闭环控制,在节能降耗的同时,保障弱电机房的环境温度。

附图说明

[0031] 图1为现有高寒地区地铁空调系统的结构示意图;

[0032] 图2为本发明的高寒地区地铁空调系统的结构示意图;

[0033] 图3为本发明的高寒地区地铁空调系统的工况调节框图;

[0034] 附图标记:1-小系统机房,2-回/排风机,21-第三防火阀,22-第三风阀,23-第四防火阀,3-组合式空气处理机组,31-第二防火阀,32-第二风阀,33-第六风阀,34-第七风阀,35-第四风阀,4-新风机,41-第一防火阀,42-第一风阀,43-第一混风箱,44-第五风阀,45-第二混风箱,46-第五防火阀,5-净化器,6-过滤器,7-新风道,8-排风道,9-排风管,10-送风管,11-第一管道式温湿度传感器,12-第二管道式温湿度传感器,13-第一温度传感器。

具体实施方式

[0035] 下面结合附图和具体的实施例对本发明的高寒地区地铁空调系统及其控制方法作进一步地详细说明。

[0036] 如图2所示的高寒地区地铁空调系统,包括设置在小系统机房1内的回/排风机2、第三防火阀21、第三风阀22、第四防火阀23、组合式空气处理机组3、第二防火阀31、第二风阀32、第六风阀33、第七风阀34、第四风阀35、新风机4、第一防火阀41、第一风阀42、第一混风箱43、第五风阀44、第二混风箱45和第五防火阀46,以及,设置在小系统机房1外的净化器5、过滤器6、新风道7、排风道8和水冷机组。水冷机组设置在站外风亭室内。

[0037] 第四防火阀23、回/排风机2、第三风阀22、第三防火阀21和排风道8依次通过排风管9相连,站内的热量通过回/排风机2排至站外,实现系统的排风功能。新风道7、过滤器6和净化器5依次通过送风管10相连,净化器5出口分为两路,一路依次经第一防火阀41、第一风阀42和新风机4后接入第一混风箱43,另一路依次经第二防火阀31和第二风阀32后接入第一混风箱43。

[0038] 第五防火阀46、第二混风箱45、第七风阀34、组合式空气处理机组3、第六风阀33和第一混风箱43依次通过送风管10相连。第一混风箱43和第二混风箱45间还连接有旁路管道,第五风阀44安装在旁路管道上,避免了组合式空气处理机组3故障时,无法送风以及冬季冷热空气对流易冻表冷器的问题。第一混风箱43与回/排风机2出口管路通过短接管路相连,第四风阀35安装在短接管路上,进而可增加系统控制的灵活性。水冷机组与组合式空气处理机组3相连,水冷机组用于制冷实现空调季小系统机房1降温。

[0039] 第四防火阀23进口位置的排风管9上安装有第一管道式温湿度传感器11,第五防火阀46出口位置的送风管10上安装有第二管道式温湿度传感器12。弱电机房外设置有用于测量弱电机房外环境温度的第一温度传感器13,弱电机房内设置有用于监测弱电机房内环境温度的第二温度传感器。

[0040] 回/排风机2、组合式空气处理机组3、新风机4、第一管道式温湿度传感器11、第二管道式温湿度传感器12、第一温度传感器13、第二温度传感器、水冷机组、各风阀和各防火阀分别接入地铁空调系统的PLC控制系统中。

[0041] 本实施例中,第一至第七风阀均为三档阀,包括全开、半开和全关三个档位。第一至第五防火阀均采用70℃熔断常开式防火阀。

[0042] 参见图3,一种高寒地区地铁空调系统的控制方法,第二管道式温湿度传感器12测量送风管10内的空气温度 t_e 和空气湿度 RH_e ,第一管道式温湿度传感器11测量排风管9内的空气温度 t_o 和空气湿度 RH_o 。第一温度传感器13测量弱电机房外环境温度 t_w ,第二温度传感器测量弱电机房内环境温度 t_n 。

[0043] 分别计算送风管10内空气焓值 i_e 和排风管9内空气焓值 i_o :

[0044] $i = 1.01t + (2500 + 1.84t)d$, i 表示空气焓值,单位为 kJ/kg 。 t 表示温度,单位为 $^{\circ}\text{C}$ 。

含湿量 $d = \frac{0.622Pq}{P - Pq}$, $Pq = 3360.58 * RH$, P 为标准大气压, RH 表示相对湿度。

[0045] 控制方法包括六种控制工况:

[0046] 1)、小新风空调工况:当 $t_w \geq 17^{\circ}\text{C}$, $t_n \geq 28^{\circ}\text{C}$,且 $i_e \geq i_o$ 时,启动水冷机组,同时,启动回/排风机2和组合式空气处理机组3,打开第四风阀35,关闭第一风阀42和第五风阀44,部分排风与新风在第一混风箱43中混合,经组合式空气处理机组3和第二混风箱45后,送入弱电机房内。

[0047] 2)、全新风空调工况:当 $t_w \geq 17^{\circ}\text{C}$, $t_n \geq 28^{\circ}\text{C}$,且 $i_e < i_o$ 时,启动水冷机组,同时,启动回/排风机2、组合式空气处理机组3和新风机4,关闭第四风阀35和第五风阀44,此时,所有送入弱电机房内的新风均来至新风道7。

[0048] 3)、全新风通风工况:当 $-10^{\circ}\text{C} \leq t_w < 17^{\circ}\text{C}$, $t_n \geq 28^{\circ}\text{C}$,且 $i_e < i_o$ 时,启动回/排风机2、组合式空气处理机组3和新风机4,关闭第四风阀35和第五风阀44,此时,所有送入弱电机房内的新风均来至新风道7。

[0049] 4)、小新风通风工况:当 $-10^{\circ}\text{C} \leq t_w < 17^{\circ}\text{C}$, $t_n \geq 28^{\circ}\text{C}$,且 $i_e \geq i_o$ 时,启动回/排风机2和组合式空气处理机组3,打开第四风阀35,关闭第一风阀42和第五风阀44,部分排风与新风在第一混风箱43中混合,经组合式空气处理机组3和第二混风箱45后,送入弱电机房内。

[0050] 5)、空气处理机组停用工况:当 $t_w < -10^{\circ}\text{C}$,且 $t_n \geq 28^{\circ}\text{C}$ 时,或者,组合式空气处理机组(3)故障,且 $t_n \geq 28^{\circ}\text{C}$ 时,启动回/排风机2和新风机4,打开第四风阀35和第五风阀44,关

闭第二风阀32、第六风阀33和第七风阀34,部分排风与新风在第一混风箱43中混合,经第五风阀44和第二混风箱45后,送入弱电机房内。

[0051] 6)、停止工况:当 $t_n < 20^\circ\text{C}$ 时,关闭水冷机组、回/排风机2、组合式空气处理机组3、新风机4以及各风阀,停止给弱电机房送排风。

[0052] 上述六种控制工况中,小新风空调工况和全新风空调工况是在室外温度大于 17°C 的夏季使用,全新风通风工况和小新风通风工况是在室外温度大于 -10°C 且小于 17°C 的过渡季使用,空气处理机组停用工况是在室外温度小于 -10°C 或者空气处理机组故障时使用,停止工况是在弱电机房内的温度低于 20°C 时启用。

[0053] 本发明的地铁空调系统配套PLC控制系统,可根据弱电机房内、外的环境温度和送、排风管内空气焓值,自动选择控制工况,实现空调系统闭环自动控制,达到节能降耗的目的,并保障弱电机房的环境温度。

[0054] 以上,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术方法范围内,可轻易想到的替换或变换方法,都应该涵盖在本发明的保护范围之内。

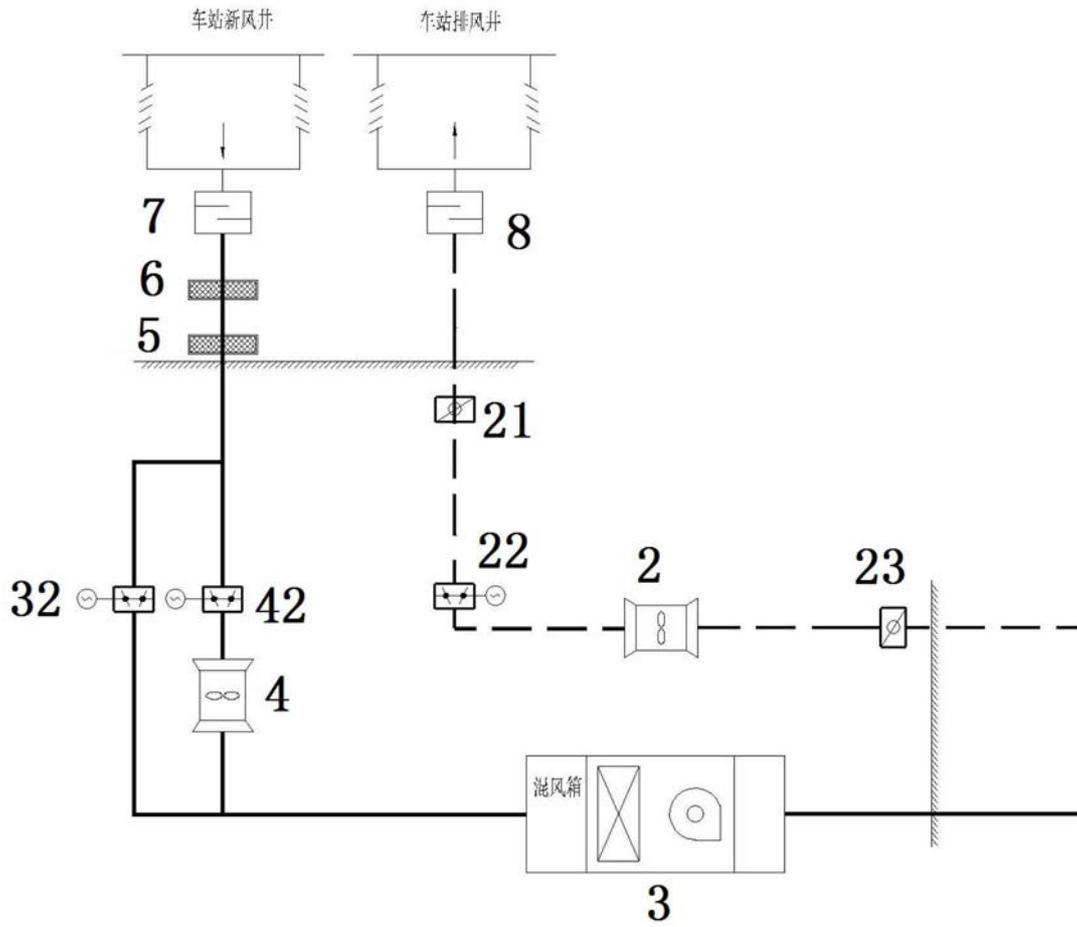


图1

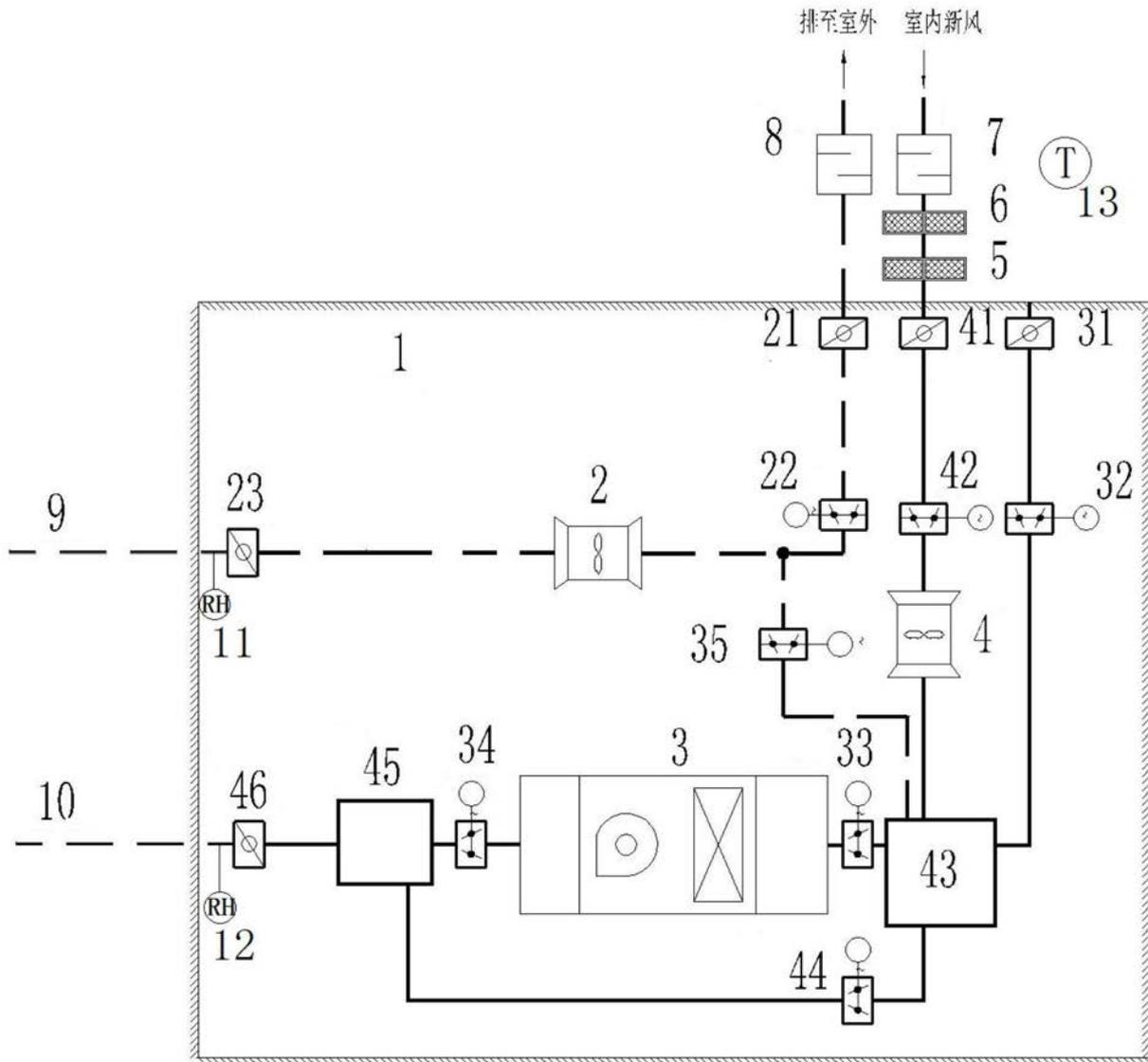


图2

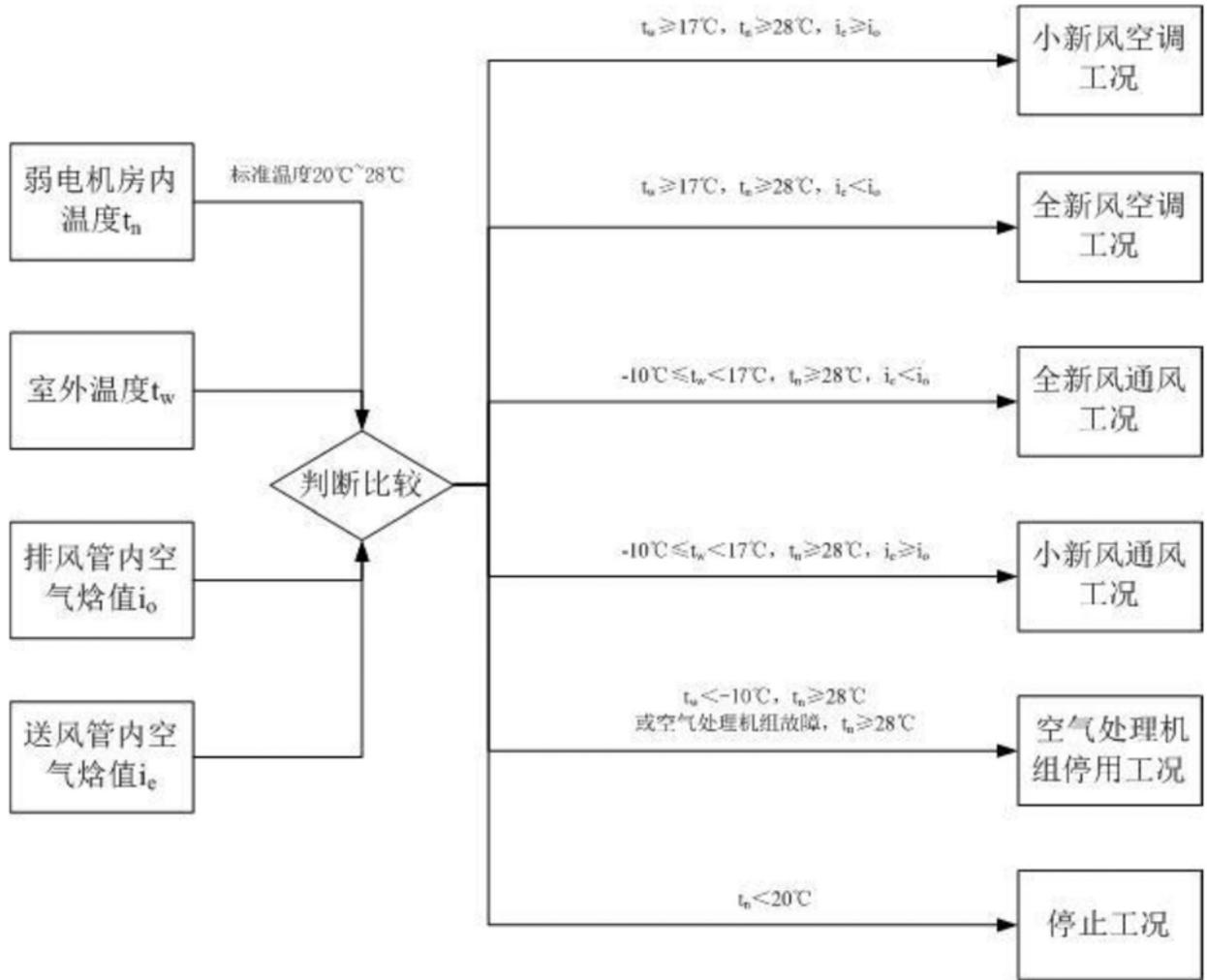


图3