

上海浦东国际机场航站楼（一期）暖通工程设计

左鑫

(华东建筑设计研究院有限公司, 上海 200002)

摘要: 概述了浦东国际机场一期航站楼的建筑概况和功能要求, 对其暖通空调设计的内容, 主要包括空调冷热源、空调方式、空调水系统、消防防排烟系统及BA系统等作了介绍。

关键词: 航站楼; 高大空间; 热交换站; 四管制水系统; 节能

中图分类号: TU83

文献标识码: B

文章编号: 1006-8449(2003)02-0027-06

1 引言

上海浦东国际机场一期航站楼总体占地面积约11 万 m², 总高度约 40m, 总建筑面积 28 万 m²。航站楼主 要由三部分组成: 航站楼主楼、登机长廊、连接廊(参 见图 1)。

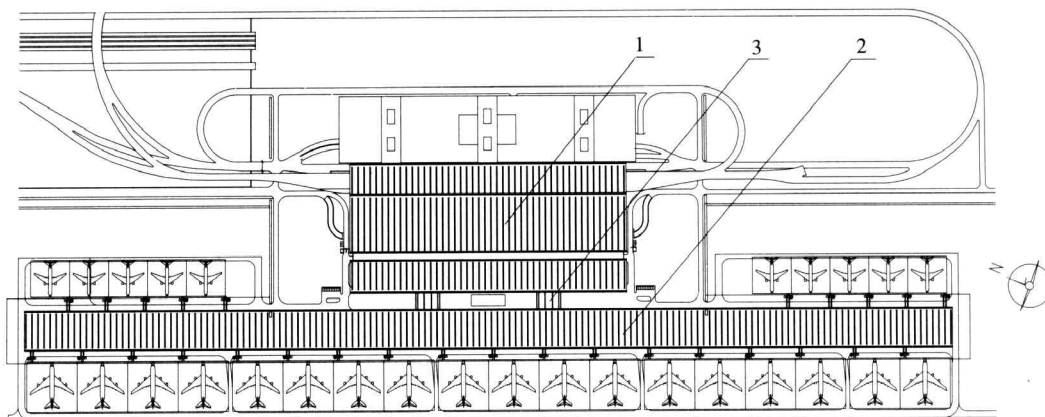


图1 航站区一期工程总体平面
1-主楼 2-候机长廊 3-连接廊

航站楼主楼南北长约 400m, 东西宽 120m, 占地 4.8 万 m², 建筑总面积约为 13.1 万 m²。地上为两层, 地下一层。地下层为各种设备用房和货运通道; 地面首层高至 9.2m, 一部分为到达大厅, 供乘客和接客提取行李; 另一部分为行李处理机房。上层标高 12.8m, 为乘客出发大厅, 是登机前办理各种手序的层面; 屋面为造型别致的弧形钢结构; 位于 9.2m 和 12.8m 之间的技术夹层放置了大多数主楼的机电设备; 两个弧线型的屋面间有两层楼面, 12.8~16.1m 间为航站楼办公用房, 16.1m 至平屋面为设备用房(参见图 2)。

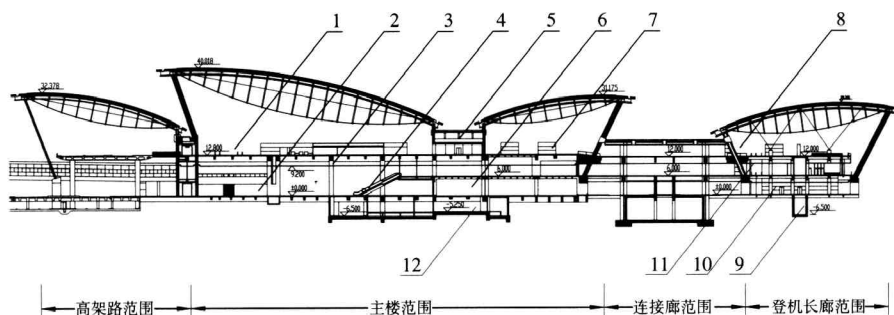


图2 航站区主要剖面图
1-出发大厅 2-到达等候大厅 3-机电设备夹层 4-行李提取大厅 5-机电设备层 6-行李处理大厅
7-商业区 8-候机大厅 9-管线地沟 10-机电设备层 11-登机/离机层 12-地下机电设备层

登机长廊南北长 1370m,东西宽 37m,占地约 5.5 万 m²,分三层。首层中高 0.00~6m 主要为各种设备用房和办公用房;6~12m 为公共大厅,来自各航班的下客人流和登机的人流在此层混合,因此,该层与 28 座登机桥相连;12m 的高层为候机层,供乘客在此候机,并由此层下至 6m 层登机。登机长廊屋面风格与主楼相同(参见图 2),总建筑面积约为 14 万 m²。

连接廊的作用是将主楼和登机长廊连通,为边长 25m 的正方形平面,共分两层,即 6m 层和 12m 层,分别与主楼和登机长廊相连。最上面为平屋面。+0.00m 层架空,为远期轻轨预留通道。连接廊总建筑面积约 1 万 m²。

整个航站楼在平面上以中心线为界,将航站楼一分为二。南部为国内部分,北部为国际部分。国内与国际部分的建筑平面基本以中心线为轴对称布置。航站楼除了空港必要的专业功能外,同时也拥有可出租的商用办公间,零售商店摊位,餐饮娱乐俱乐部和计时客房。是一座集多种功能于一体,同时又具游览参观价值的现代化空港。

2 航站楼总体及空调冷、热源概况

航站楼内的全面空调总冷、热源由能源中心提供。航站楼与能源中心通过架空管线及地沟管线相连。冷、热源管线分开,供冷季节由能源中心提供 5 的空调冷冻水,设计回水温度 12 ;供热季节由能源中心提供 0.8MPa 的饱和蒸气,蒸气凝结水 100% 回收至能源中心。由能源中心向航站楼提供的空调总冷量达 53MW、总热量达 41.5MW。整个航站楼可以分为 9 个独立的系统,即航站楼内部设 9 个站点与总体冷、热源管道相接,其中航站楼主楼(Terminal)地下室设 4 个站点,登机长廊

(Concourse) ± 0.00m 层设 5 个站点(参见图 3)。对于航站楼内一些特殊用途的房间及区域,采用专用空调机组以满足其独立控制的要求。航站楼各区域的冷热负荷见表 1。

表1 航站楼各区域冷、热负荷表 kW

地 点	供冷装机容量	供热装机容量
1号热交换站	6500	4800
2号热交换站	4570	3300
3号热交换站	9400	6300
4号热交换站	5150	3560
5号热交换站	6060	4900
6号热交换站	6100	4500
7号热交换站	6600	4800
8号热交换站	6600	4800
9号热交换站	6100	4500
总 计	57080	41460

3 计算的各种参数及采用标准

3.1 室外空气计算参数(参见表 2)

表2 室外空气计算参数

项 目	冬 季	夏 季
空调计算干球温度	- 4	34
空调计算湿球温度	- 4.5	28.2
采暖计算温度	- 2	
通风计算温度	2	32

3.2 室内计算参数(参见表 3)

表3 室内计算参数

区 域	夏 季		冬 季	
	干球温度	相对湿度	干球温度	相对湿度
		%		%
大厅、行李房	22~26	50~70	18~22	-
餐厅	22~26	50~70	19~21	-
候机厅	24~28	50~70	19~21	-
办公区	22~26	50~70	19~21	-
商业区	22~26	50~70	18~22	-
流通区	22~28	50~70	18~22	-
行李分拣区	<30	-	-	-

3.3 新鲜空气量计算标准

公共区域、商业网点	17~20m ³ /h·人
办公等区域	30 m ³ /h·人
客房	50 m ³ /h·人

3.4 其它计算参数、标准(参见表 4)

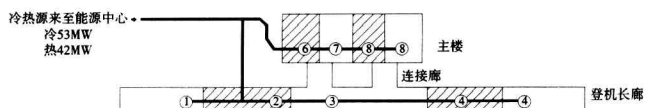


图3 空调冷热源总体流程示意

(图中阴影及空白区为每个站点负担的空调区域,数字和圆圈的位置为热交换房所处的平面位置)

表4 其它计算参数、标准

地区	人员密度	灯光照明用电	动力用电
公共区域	3.9 m ² /人	出发大厅 10W/m ²	公共场所、行李房 10W/m ²
登记区域	3.6 m ² /人	到达厅、行李厅 25W/m ²	办公室 30W/m ²
商店	6.25 m ² /人	商店 10W/m ²	
登记点	1.4 m ² /人	办公室、休息室 20W/m ²	
登机城	1.8m ² /人		

3.5 围护结构K值(参见表5)

表5 围护结构性能

位置	k, W/m ²	遮阳系数
屋顶	0.6	
外墙	0.7	
内墙	0.8	
外区地板	0.7	
内区地板	0.9	
南面、西面单层玻璃	5.7	0.6
东北、北面单层玻璃	5.7	0.78
屋面银色双层玻璃	2.8	0.56

4 空调及送回风设计

航站楼主要采用的空气末端设备有卧式、立式组合式空调箱,风机盘管机组和专用空调机组。

4.1 高大空间空气处理及空调送回风设计

高大空间主要采用组合式空调箱,所有的空调箱为单风机送回风,再加上换热器段、过滤段等基本功能段其主要特点如下。

4.1.1 主楼±0.00m层行李提取大厅,采用卧式组合空调箱,顶送顶回,由于行李提取大厅净高9.2m,为防止气流短路,所以送风口采用旋流式风口以增加向下送风的深度,设计送风深度为7.6m。

4.1.2 主楼12.8m层出发大厅采用卧式组合空调箱,侧送侧回。在各类办票岛、办公岛、商业模块的侧面布置了大量的侧送风口,其中采用了为数众多的高诱导比的球型可调式远程喷口,以保证送风的均匀性(参见图4)。

4.1.3 主楼范围内共采用了242台立式、卧式的组合式空调箱,风量范围从5200~35000m³/h,其中包括22台卧式全新风空气处理机组。位于9.2m至12.8m之间的技术夹层布置了220台卧式组合空调箱,循环处理±0.00m层及12.8m层大空间内的空气。位于主楼16.10m层的空调机房,集中了主楼全部的新风处理机组,共22台。

4.1.4 长廊6m层公共大厅,基本采用立式组合空调箱,侧送侧回。对于公共大厅内的公务员舱,VIP房等大面积房间,采用了顶送顶回的方式,即散流器送风、顶棚内条缝型回风口回风的方式(主要是配合后期装修)。

4.1.5 长廊12.8m层候机大厅除了采取与主楼12.8m层相同的空调送回方式外,另外还采用了大量的底送底回的方式,即地面送风、地面回风的方式。

4.1.6 长廊范围内共采用了185台立式、卧式组合式空调箱。风量范围从5000~29000m³/h,其中包括20台卧式全新风空气处理机组。所有空调箱主要位于±0.00m

的21个空调机房,以及+6m层的20个空调机房中,就近向相邻的区域送、回风。

4.1.7 主楼和长廊所有公共区域外立面,凡有玻璃幕墙处,靠该幕墙地板处均设空调冷暖送风以解决周边负荷,冬季可防止大面积玻璃窗的结露问题(参见图4)。

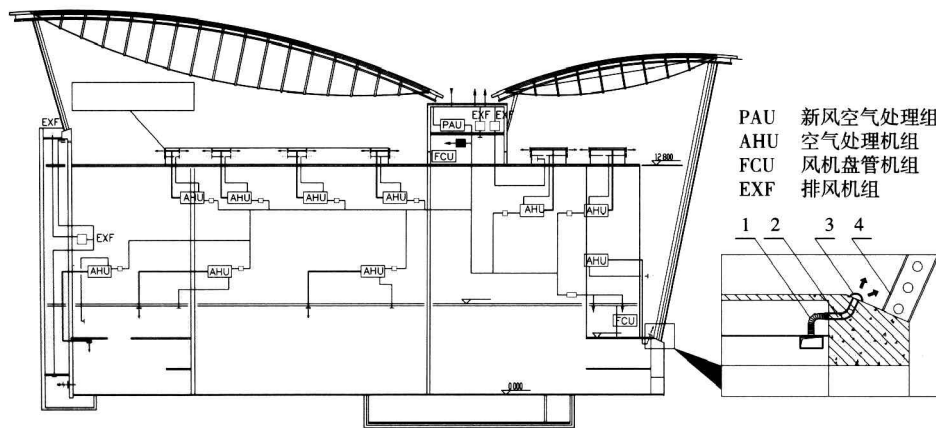


图4 主楼空调方式原理图

1-金属软管管 2-预埋钢制风管 3-球形可调送风口 4-玻璃幕墙

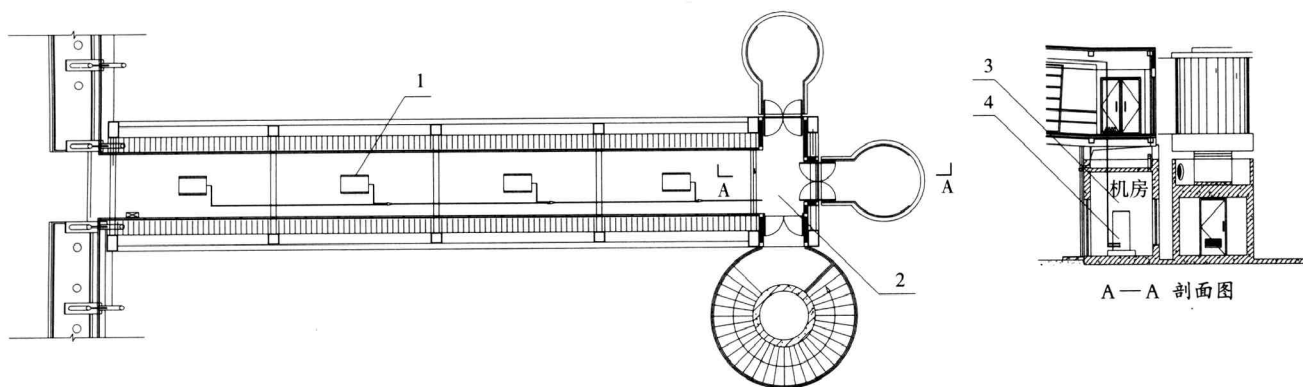


图5 登机桥的空调

1- 室内机 2-登机桥下的空调机房 3-空调机房 4-变频空调机的室外机组

4.1.8 连接廊采用卧式组合空调箱,上送下回,机组设于±0.00m层空调机房。

4.1.9除了向玻璃幕墙送风的空调机组、新风空调箱外,所有组合式空调箱采用的送风参数:夏季16~16.5,95%,冬季29;专门送玻璃幕墙的送风参数为:夏季19,90%;冬季29;新风最终处理参数:夏季13,95%,冬季29。

4.2 办公管理用房空气处理及送回风设计

整个航站楼从主楼至长廊分布着大量的办公、管理用房。对于这些用房一般采用风机盘管加新风系统的空调风方式,每台风机盘管配三档风速开关及温控装置。对于个别有专门用途及要求的房间,如行李系统控制管理机房、弱电控制室等,设置了可独立控制的专用空调机组。图5为登机桥的空调,采用了分体变频式空调机组,满足了即开即用、不用不开的要求。

4.3 主要的通风设计

4.3.1 航站楼内的公共卫生间及客房浴厕均设机械排风系统,排风量按10~15次/h换气计算。

4.3.2 所有热交换站房、水泵房设机械排风系统,送排风量按6~10次/h计算。

4.3.3 行李分检区、储存区、技术区及仓储间均设机械送排风系统,送排风量根据工艺要求计算。

4.3.4 变、配电间 柴油发电机房根据设备发热量及环境要求计算通风量,设置机械送排风系

统,且通风量不小于15次/h换气。

4.3.5 各商业区块设置机械换气通风,风量不小于5次/h。吸烟室设强制排风扇排至室外,进风由相邻空调区域引入,排风量不小于15次/h。

4.4 空调送回风系统的主要特点

4.4.1 空调系统小而多,分布面广。由于机场面积较大,若系统划分过大,势必在空间上造成设备和管道均会过大,使安装、维修困难,并且对于场地功能的二次划分也有影响。

4.4.2 由于机场人员流动性强,因此新风量的输入不应是一个恒值。航站区所有新风机组均为变频调速机组,根据空调区域的二氧化碳浓度,自动调整新风机组的送风量。其中主楼划成22个区域,长廊分为20个区域,每个区域一台新风机组。每台新风机组将处理后的新风接至每台循环空气处理机,经过一个变风量箱VAVBOX后送入空调箱的回风段,或经一个定风量箱CAVBOX后以恒定的风量送入办公室、客房等区域(参见图6)。

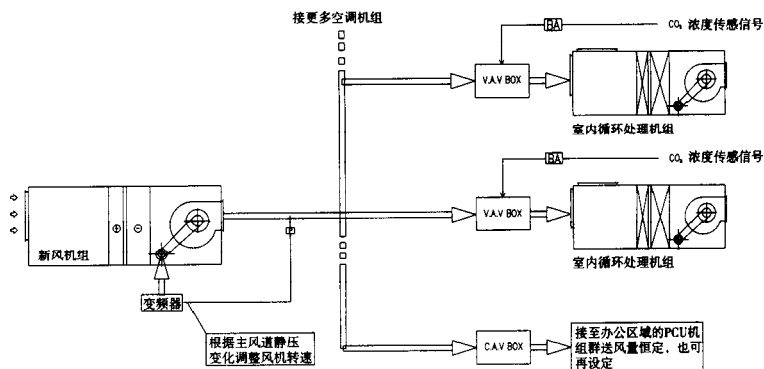


图6 典型的新风系统流程示意图

5 空调二次水系统

5.1 航站楼采用的二次水系统

整个航站楼采用二次水系统,即不是直接利用由能源中心提供的冷冻水和饱和蒸气,而是通过分布于航站楼内的9个热交换站房,进行热交换、加热或冷却二次水,向航站楼内的空调末端设备提供空调冷热水。因此对航站楼二次水系统,可以划分成9个单独运行的单元,(参见图3)。

5.2 由能源中心提供的冷冻水和饱和蒸气

由能源中心提供的冷冻水参数为5 /12,经过每个热交换站房的板式热交换器,形成两种参数的二次冷冻水,即供新风机组使用的7 /13 冷冻水和供室内循环空气处理机组和风机盘管机组的8 /14 的冷冻水;两种参数的二次冷冻水各自形成独立的环路,每个环路中设置了板式热交换机组,循环水泵,水处理仪和空气末端设备等。

由能源中心提供的0.8MPa饱和蒸气至每个热交换站房后,分别减压至0.4MPa,通过蒸气-水板式热交换器,最高可形成95 /70 的热水,供新风处理机组和各类立、卧式空气循环处理机组使用,由蒸气形成的凝结水经过水-水板式热交换器,再次形成最高可达60 /50 的二次热水,可供风机盘管机组使用。两种参数的二次热水各自形成独立的环路,每个环路中设置了板式热交换器机组,循环水泵,水处理仪以及空气末端设备等。

5.3 低负荷时热水控制系统

在热水两个系统间设置了由A和B两组阀门控制的旁通管,在供热低负荷或过渡季节时,大量空调箱尚未使用,此时由蒸气-水板式热交换器中气-水产生的凝结水量不足以提供足够热能供给风机盘管机组使用,此时关闭B组阀门,开启A组阀门,同时重新设定供水温度为60,整个系统的供热全部由蒸气-水热交换系统完成(参见图7)。凝结水由于充分热交换可以使其为过冷状态,不经过水-水热交换器直接回收。当负荷达到正常值后,可以关闭A组阀门,开启B组阀门,恢复两个独立的供热环路。

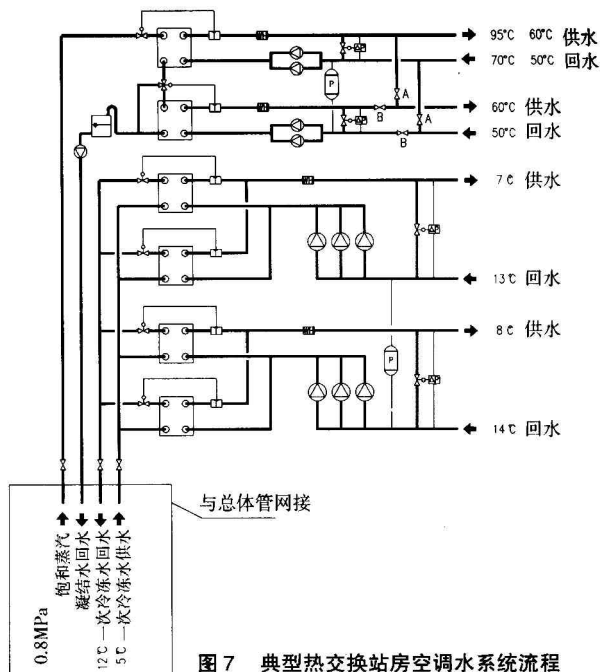


图7 典型热交换站房空调水系统流程

5.4 膨胀水箱

航站楼内使用的空气末端产品,如空气处理机组和风机盘管机组,均为冷、热盘管分开的四管制设备,冷热水有四种参数,四个独立运行的环路。二次水系统采用闭式压力膨胀水箱,冷水系统合用一个,热水系统合用一个。因此,每个热交换站房有2套压力式膨胀水箱。该压力式膨胀水箱同时兼有向系统自动补水的功能。

典型的热交换站二次水系统的流程图示于图7。

6 消防排烟设计

6.1 航站楼消防排烟设计范围

6.1.1 消防疏散用的楼梯间,设正压送风系统。

6.1.2 公共人员大厅、各类面积大于或等于100m²有人员停留的房间,均设排烟系统。其中,对于最上层12m层和12.8m层部分的公共大厅,采用自然排烟系统,在屋面上设置了自动开启的排烟天窗。对于其余无法采用自然排烟的区域,均采用机械排烟系统。

6.1.3 行李分检大厅,设机械排烟系统

6.2 航站楼的消防排烟设计

主要以国家高层建筑设计防火规范和法国ADP公司的设计计算为依据。

6.2.1 对于正压楼梯间,送风量以敞开的门洞风速大于或等于 0.75m/s为计算依据。

6.2.2 对于机械排烟,排烟量按 $60\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ 计算。

6.2.3 对于自然排烟部分,屋面设置自动开启的排烟天窗,其面积总和约占屋面投影面积的1.5~2%。

6.2.4 最大排烟分区可至 1600m^2 ,每个排烟分区之间设挡烟垂壁。自然排烟的区域中,在每个排烟天窗下,利用土建构造自然形成蓄烟池。采用机械排烟的区域内,设一台或多台排烟专用轴流风机,每台排烟风机入口处均设280自动熔断的防火阀。排烟系统平时不兼作通风系统。

6.2.5 对于各类通风、空调送回风管穿越防火隔断、楼板以及进出空调机房隔墙处,均设70熔断的防火阀。各种管件、材料均选用消防部门已认可的产品。各消防用电设备采用消防专门电源。

7 能量调节及空调自动控制

航站楼独立设置一套现代化的楼宇管理系统,以实现自动化运行管理。自动化控制系统(BAS)为二级控制,总控制点数达14000点,主要控制内容如下。

7.1 能量调节

7.1.1 空调水系统的温度控制。对于二次水的出水温度进行设定,根据二次水的出水温度调整一次冷冻水和饱和蒸气的流量(参见图7)。

7.1.2 对于空调二次水系统采取流量控制。水系统末端空气处理机设三通比例调节阀,FCU设三通双位阀,每个二次水系统供回水总管设压差旁通调节,并设二次循环水泵的台数控制,从而进行二次水流量的控制(参见图7)。

7.1.3 新风系统变风量控制。进入每台循环空气处理机前设VAVBOX,据该台空调箱服务的空调区域内 CO_2 浓度的探测值,动态调整新风量,使其符合BA系统的 CO_2 设定值,同时最小新风量不小于空调箱额定风量的10%。对于办公、客房区域内,新风量随人员数而定,因此采

用CAVBOX(定风量装置)。预先根据该服务区域的人员总数设定新风量,当新风系统风量发生变化时,自动保持该区域内新风量不变。新风空气处理机配置变频装置,根据总风管静压变化,调整风机转速(参见图6)。

7.2 系统检测和监视

7.2.1 空气处理机组中,水过滤器设压差报警,新风空气处理机设低温防冻报警。

7.2.2 空调机组、风机、水泵等设备设运行状态显示。

7.2.3 典型房间设温度、湿度、 CO_2 浓度的监测;热交换站冷、热水水系统设供回水温度、流量、压力的监测;各空气处理机组设送回风温度、风量、风压按时间顺序的自动检测和巡回显示。

7.2.4 室外典型部位设置温湿度的检测。

8 结语

浦东新机场航站楼的设计,采用了些非国内常规的设计概念,主要有:

a) 高大空间的空调系统划分很小,每个空调系统承担的范围大多在几百平方米,而国内以往系统承担的面积都上千平方米左右。系统划分小的最大好处在于布置灵活,能较好地适应随功能不断变化的二次场地划分,这对适应大型机场建设中场地及功能的不确定性非常有实用价值。

b) 空调新风系统单独设置,新风经过处理后送入室内循环空气处理机组或风机盘管机组的区域,新风总量随人员流量(CO_2 的浓度)变化,可以节能运行。

c) 在空调四管制的基础上,夏季处理新风时可独立设定较低冷冻水温,而室内循环空气处理机组和风机盘管机组则可以采用较高的冷冻水温,这样有利于综合热交换效率的提高及节能运行。

d) 大空间主要采用自然排烟的方式,采用电动天窗,也可以用作平时通风。

收稿日期:2002-09-04

修回日期:2003-02-12

作者简介:左鑫(1969-),男,黑龙江哈尔滨人,学士,工程师,从事暖通工程设计。