



北京富凯大厦空调设计

中国建筑设计研究院 关文吉[☆] 宋 玫 张 力

摘要 介绍了该大厦空调主要设计参数、气流组织方式、防排烟设计及自控等内容,总结了设计经验。该大厦办公用房采用风机盘管加新风系统,大空间采用双风机全空气系统。大厦设内外区,内区全年供 7℃/12℃ 冷水,过渡季及夏季冷源为水冷冷水机组,冬季冷源为冷却塔;外区冬季供 60℃/50℃ 空调热水,热水由市政热网热水经板式换热器换得。水系统采用分区两管制,冷水泵及冷却水泵均变频运行。

关键词 空调系统 水系统 防排烟

Air conditioning system design for Beijing Fukai Building

By Guan Wenji[★], Song Mei and Zhang Li

Abstract Presents the main design conditions, air distribution mode, smoke control and exhaust system and automatic control system, etc. Summarizes the design experience. The office rooms apply fan-coil unit plus fresh air system; the large spaces apply double-fan all-air system. The building is divided into inner and peripheral zones. The inner zone is supplied with chilled water of 7℃/12℃ all the year by water chillers in transition seasons and summer and by cooling tower in winter. The peripheral zone is supplied with hot water of 60℃/50℃ in winter which is obtained from exchanging with the municipal heat supply network by plate heat exchangers. Water system uses zoning two-pipe system. Both chilled water pumps and cooling water pumps are operated with variable frequency.

Keywords air conditioning, water system, smoke control and exhaust

① ★ China Architecture Design & Research Group, Beijing, China



关文吉

代表工程:

首都博物馆

北京金融街富凯大厦

北京金融街 B7 大厦

天津南开大学泰达学院

青岛国际商业城

1 工程概况

北京金融街富凯大厦东临金融大街,南北两侧分别为金城坊南、北街,西侧为金融街 B4 区规划城市绿地,规划建设用地 11 054 m²,总建筑面积 119 304 m²,地上 3~22 层为标准办公层,地上 1,2 层为裙房,包括大堂、会议厅、商业用房等;地下共 3 层,其中地下 1 层为餐饮及设备用房,地下 2,3 层为汽车库,建筑主体高度 78.8 m。该工程 2000 年开始建设,2002 年竣工,已正常使用 4 年。该建筑多次获奖,如获 2003 年度建设部城乡优秀勘察二等奖、北京市第 11 届优秀工程设计一等奖、建设部首届全国

绿色建筑创新奖三等奖等。

2 设计参数

2.1 室内设计参数(见表 1)

表 1 室内设计参数

	夏季		冬季		新风量标准/ (m ³ /h)	噪声标准 NR
	温度/ ℃	相对湿度/ %	温度/ ℃	相对湿度/ %		
办公室	25	60	20	40	30	42
商业用房	25	60	20	40	25	50
大堂	25	60	20	40	25	45
营业厅	25	60	20	40	25	42
餐厅	25	56	20	40	20	45
厨房及配餐室	27		18			
卫生间	27		18			45

①☆ 关文吉,男,1955 年 2 月生,硕士研究生,教授级高级工程师,机电院副院长
100044 北京市西直门外车公庄大街 19 号中国建筑设计研究院机电院
(010) 68302568
E-mail: guanwenji@263.net
收稿日期:2007-03-20

变压器室排风量为 $5.4 \text{ m}^3/(\text{kVA} \cdot \text{h})$ 。

2.2 照明动力冷负荷指标

办公室 60 W/m^2 , 贸易场所 150 W/m^2 , 大堂 55 W/m^2 , 会议中心 70 W/m^2 , 商业用房 85 W/m^2 , 餐厅 80 W/m^2 , 厨房 75 W/m^2 。

2.3 主要房间人均建筑面积

办公室 $10 \text{ m}^2/\text{人}$, 贸易场所 $7 \text{ m}^2/\text{人}$, 大堂 $10 \text{ m}^2/\text{人}$, 商业用房 $5 \text{ m}^2/\text{人}$, 餐厅 $1.5 \text{ m}^2/\text{人}$ 。

2.4 外围护结构热工参数

屋顶: $K = 0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$; 外墙: $K = 0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$; 外窗(双玻单层): 冬季 $K = 1.76 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, 夏季 $K = 1.98 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$; 暴露的檐底和非供热区上部楼板: $K = 0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ 。

2.5 遮阳系数

裙房: 0.8; 标准办公层: 0.34。

3 冷热源

该工程空调冷负荷为 9283 kW , 空调热负荷为 9110 kW 。建筑面积冷负荷指标为 77.8 W/m^2 , 建筑面积热负荷指标为 76.4 W/m^2 。

3.1 制冷站

冷源为 3 台冷水机组, 单台制冷量为 3165 kW , 冷水供回水温度为 $7^\circ\text{C}/12^\circ\text{C}$, 冷却水供回水温度为 $32^\circ\text{C}/37^\circ\text{C}$ 。冬季供冷冷源为冷却塔。

3.2 换热站

换热站内设 1 套二次空调供热系统($60^\circ\text{C}/50^\circ\text{C}$)及 2 套生活热水系统($60^\circ\text{C}/50^\circ\text{C}$), 市政热力管网全年提供 $110^\circ\text{C}/70^\circ\text{C}$ 的供热热水(每年约有 20 d 的检修期), 市政热力管线检修期生活热水热源为容积式电热水器。

4 空调系统

4.1 风系统

空调系统基本为两种方式, 即风机盘管系统和全空气系统, 3~22 层办公用房为风机盘管加新风系统, 大空间为双风机全空气系统。

4.2 气流组织形式

首层大堂为百叶风口侧送、条形风口上回风方式; 其他大空间全空气系统为散流器上送、百叶风口上回风方式。风机盘管系统采用散流器上送、百叶风口上回风方式。

4.3 水系统

空调水系统为分区两管制系统。内区全年供 $7^\circ\text{C}/12^\circ\text{C}$ 冷水; 外区夏季供 $7^\circ\text{C}/12^\circ\text{C}$ 冷水, 冬季供 $60^\circ\text{C}/50^\circ\text{C}$ 空调热水。

夏季及过渡季冷水由电制冷冷水机组制备, 冷水参数为 $7^\circ\text{C}/12^\circ\text{C}$, 冷水系统为一次泵变频变流量系统。冬季冷水由冷却塔制备, 由冷却塔流出的一次水经换热交换成二次水后并入冷水系统, 冷水供回水温度为 $7^\circ\text{C}/12^\circ\text{C}$, 输

配为变频变流量方式。为了充分利用天然冷源, 设定当室外湿球温度低于 6°C 时采用冷却塔供冷(室外湿球温度较高时可适当提高冷水供水温度), 高于此温度则由冷水机组供冷。空调热水输配为变频变流量方式。

5 通风及防排烟设计

地下停车库为排风兼排烟方式。厨房设排风兼排烟系统。制冷机房、水泵房等设备用房设机械进排风系统。电气机房及贵宾停车库设排风及新风系统。防排烟系统严格按照《高层民用建筑设计防火规范》(GB 50045—95)(2001 年版)设计。

6 自控系统

本建筑设有一套 BAS 楼宇自控系统。纳入 BAS 系统的控制项目包括: 冷水机组、冷水泵、冷却水泵、补水泵、冷却塔、供冷换热器、热水循环泵、供热换热器、空调机组、新风机组、进风机、排风机等。

6.1 冷热源

由用户系统的需冷量确定冷水机组群的制冷总量, 进而确定冷水机组运行台数及单台冷水机组制冷量。为了节能和平稳启动, 冷水泵、冷却水泵及空调热水泵均采用变频控制。

空调冷热水泵由供回水管主干管压差控制变频泵的频率, 冷却水泵由冷却水供水温度控制变频泵的频率。

6.2 空调机组

空调机组由 CO_2 浓度控制空调系统新风量, 由回风温度控制冷热水电动调节阀以控制室温, 冷热水阀均与风机连锁, 由回风相对湿度控制加湿量。

标准办公层为风机盘管加新风系统, 由室温控制两通水阀开关以调节室温。

6.3 新风机组

冷热水阀均与风机连锁, 但当冬季风机停机时热水阀应保持 5% 开度。由送风温度控制冷热水电动调节阀流量, 由送风相对湿度控制加湿量。

6.4 防排烟系统

排烟楼梯间正压送风系统在火灾发生时启动, 火警解除后停机。

排烟楼梯间前室、消防电梯前室和合用前室正压送风系统在火灾发生时启动, 同时打开火灾层及其上下层(共 3 层)的正压送风口(平时各层风口均为常闭风口), 火警解除后停机, 并关闭各层风口。

负担一个防烟分区的排烟系统, 当火灾发生时启动, 同时打开排烟阀(或排烟风口); 烟温超过 280°C 时, 排烟阀(或排烟风口)自动关闭, 并连锁风机停机。

负担多个防烟分区的排烟系统, 当某防烟分区发生火灾时, 打开该区域排烟阀(或排烟风口)启动排烟风机排烟; 烟温超过 280°C 时, 关闭排烟阀(或排烟风口), 并连锁风机停机。

地上部分回风兼排烟系统,当火灾发生时,关闭回风阀、新风阀,打开排烟阀,启动回风兼排烟风机排烟;烟温超过 280℃时,280℃排烟阀自动关闭,联锁回风兼排烟风机停机。

地下部分回风兼排烟系统,当火灾发生时,关闭回风阀,打开排烟阀、新风阀,启动回风兼排烟风机排烟,并启动空调送风机补风;烟温超过 280℃或新风温度超过 70℃时,280℃排烟阀或 70℃防火阀自动关闭,联锁回风兼排烟风机及空调送风机停机。

汽车库排风兼排烟系统及补风系统,当火灾发生时,排风兼排烟系统及补风系统启动排烟补风;当排烟温度超过 280℃或补风温度超过 70℃时,280℃防火阀或 70℃防火阀关闭,联锁排烟风机及补风机停机。

7 工程设计特点

7.1 水系统分区两管制

由于建筑进深大,空调系统分设内外区,水系统采用分区两管制,内区盘管全年供冷水,外区盘管则冬季供热水,夏季供冷水,很好地解决了写字楼进深大、内部热负荷大、内区全年均为冷负荷的问题,从而大大提高了空调系统的舒适性、节能性和经济性。

7.2 排风余热利用

地上建筑排风集中收集,部分排入地下车库,作为地下车库的平时补风,充分利用余冷、余热,节省能源,节省设

备,并大大改善了车库的冬夏室内温度环境。

7.3 新风量标准

在新风系统设置上,加大新风量,在当时设计标准为 25 m³/(人·h)的情况下,提高设计标准,按 30 m³/(人·h)设置新风系统风量,保证人员在清新的环境中工作,有利于提高工作效率。

7.4 建筑外围结构保温

充分考虑了建筑节能,建议建筑专业采用了节能材料,采用 Low-e 玻璃,其余建筑墙体均作保温,该建筑属于节能建筑。

7.5 水系统采用先进的变频技术,节省电能。

8 设计体会

8.1 水系统变频运行没有经过系统的理论指导,业主根据经验运行,水泵一般在 40 Hz 下运行,效果良好,节能明显,运转平稳,噪声低。

8.2 标准办公层采用分区两管制系统,系统简单,工程造价低,实际使用达到了室内空气质量设计要求。

8.3 在没有空调供暖设施情况下,利用主楼排风余冷余热,实现地下汽车库的冬暖夏凉。

8.4 大堂冬季供暖效果差,原因有:1) 供水温度低,一般在 45℃左右,送风温度不到 30℃;2) 大堂层高 13 m,空气热浮作用大,热空气下不来,如果采用低温地板辐射供暖,供暖效果会好得多。

(上接第 106 页)

电网争电,体现了极好的社会和经济效益,其与水源热泵系统相比,具有节电、技术成熟,设备运行管理对自然环境的依赖少,环保等优点。最终,选择了方案 3,采用直燃机组作为本工程的冷热源。

2) 关于预留排烟系统的问题

对于已建成的工程来说,使用方最终的房间布置往往与设计阶段不符,许多甲方都会分隔出一些没有外窗或者有外窗但没有可开启窗扇的房间。这样在精装修阶段就需要加设机械排烟系统,会给使用方造成很大的不便。本工程在设计阶段也是按大空间开敞办公设计,每一个房间都满足《高层民用建筑设计防火规范》(GB 50045—95(2005 年版))中规定的开窗面积,所以不用设机械排烟系统。但是对于北楼办公室来说,其北向为玻璃幕墙,没有可开启外窗。考虑到今后业主的实际使用情况,有可能重新分隔房间,故设计时预留了一套机械排烟系统以便于今后的使用更加灵活。

3) 厨房通风问题

尽管设计时厨房工艺由专业公司负责,其中包括厨房通风设计。但在与厨房专业公司的配合中发现以下问题:

① 厨房排风量的问题。笔者发现按 40 h⁻¹换气设计的排风量不能满足厨房公司的设计排风量,所以在设计中将排风量提高到 50 h⁻¹。② 由于厨房位于地下 1 层靠外墙处,并设有窗井作为厨房防爆使用,且其存在直通室外的外窗,因此设计时没有设置机械排烟系统。但是对于厨房的设计来说,靠近外墙的部位往往层高较低,所以将操作间设置在层高较高的内区,这样就意味着要增设机械排烟系统,由于已进入设备安装阶段,增加系统已经不可能。厨房公司只能重新调整方案,将操作间调至外墙处,操作间的室内净高只有 2.2 m。所以对于今后的厨房设计来说,应在设计初期预留机械排烟系统,以保证其使用及工艺要求。

参考文献

- [1] 陆耀庆. 实用供热空调设计手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1997