

.....
(上接第 32 页)

6 结语

通过对冰蓄冷、地板辐射供暖、排风热回收、中央吸尘系统、四管制水系统、一级泵变频和二级泵等的介绍,期望能对类似工程的暖通空调设计有所帮助。

参考文献:

[1] 陆耀庆. 实用供热空调设计手册[M]. 2 版. 北京:中国建筑工业出版社,2008

[2] 中元国际工程设计研究院. 暖通空调设计 50[M]. 北京:机械工业出版社,2003

[3] 宋孝春. 民用建筑制冷空调设计资料集 蓄冷空调[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2004

[4] 住房和城乡建设部工程质量安全监管司,中国建筑标准设计研究院. 全国民用建筑工程设计技术措施暖通空调·动力[M]. 2009 年版. 北京:中国计划出版社,2009

北京饭店二期改扩建工程空调系统介绍

中国中元国际工程公司 徐伟[☆] 张莉 田国强 范强 赵文成

摘要 介绍了该工程空调冷热源、末端系统、通风和排烟系统、自控系统的设计,介绍了冰蓄冷、中央吸尘系统、四管制水系统、一级泵变频和二级泵变频等技术在该项目五星级酒店、商业区和豪华公寓中的应用。

关键词 北京饭店 空调系统 冰蓄冷 中央吸尘系统 末端系统 通风和排烟系统 自控

Air conditioning system of the second phase expansion of Beijing Hotel

By Xu Wei[★], Zhang Li, Tian Guoqiang, Fan Qiang and Zhao Wencheng

Abstract Presents design of the cold and heat source, terminal system, ventilation and smoke extraction system and automatic control system. Describes applications of ice storage, central dust collection system, four-pipe water system, frequency conversion primary pump and frequency conversion secondary pump to the five-star hotel, commercial building and luxury apartments in this project.

Keywords Beijing Hotel, air conditioning system, ice storage, central dust collection system, terminal system, ventilation and smoke extraction system, automatic control

① [★] China IPPR International Engineering Corporation, Beijing, China



= 徐 伟 =

代表工程:

- ◎ 德胜国际数据机房
- ◎ 中国政协文史馆
- ◎ 神农大剧院
- ◎ 神农艺术中心
- ◎ 中航信运行中心
- ◎ 北京金融街威斯汀酒店

1 工程概述

北京饭店二期改扩建工程的主要使用功能为豪华公寓、酒店、会展中心、商业和餐饮,为一类高层建筑,位于北京市东城区王府井大街,用地分为E3、E4、E5 3个地块。规划建设用地面积 29 200 m²,容积率 4.8,总建筑面积 274 867 m²,地上 140 078 m²,地下 134 789 m²,其中豪华公寓 46 786 m²,酒店 43 535 m²,会展中心 7 627 m²,自营商业区 80 289 m²,回迁商业区 19 908 m²,地下车库及其他 76 722 m²。

建筑层数 12 层,其中地上 8 层(由西到东依次为 7、8、8 层),地下 4 层。建筑高度 35 m(由西到东依次为 24、30、35 m)。各层主要功能见表 1。

2 空调系统

2.1 室内设计参数(见表 2)

2.2 冷热源及空调冷水系统设计

该工程总冷负荷为 34 167 kW,冷负荷指标为 124.3 W/m²;总热负荷为 12 016 kW,热负荷指标为 43.7 W/m²。

共有 5 个制冷机房,分别为:E3 地块自营商业区制冷机房、E3 地块回迁商业区制冷机房、E4 地块五星级酒店制冷机房、E5 地块豪华公寓制冷机房和老北京饭店制冷机房。

E3 自营商业区空调冷负荷为 19 879 kW,冷源采用冰蓄冷系统,蓄冰装置采用不完全冻结式的蓄冰方式,主机与蓄冰装置串联,主机上游;蓄冷量约占设计日空调负荷总量的 30%。该蓄冰空调系统与常规电制冷系统相比具有较好的节电效果,100%设计日负荷下节省电费 6 583 元/d,80%设

①[☆] 徐伟,男,1977 年 3 月生,大专,工程师
100089 北京市西三环北路 5 号中国中元国际工程公司
(010) 68732465
E-mail: xuwei@ippr.net
收稿日期:2012-11-29
修回日期:2012-12-21

表 1 各层主要功能

	E3	E4	E5
地下 4 层	汽车库、人防六级物资库、制冷机房、换热站、消防水泵房、库房	汽车库、人防六级物资库、制冷机房、换热站、消防水泵房、库房	汽车库、人防六级物资库、制冷机房、换热站、消防水泵房、库房
地下 3 层	汽车库、蓄冰槽、水处理机房、给水泵房、变配电室、洗衣房、换热站、库房	汽车库、蓄冰槽、水处理机房、给水泵房、变配电室、洗衣房、换热站、库房	汽车库、蓄冰槽、水处理机房、给水泵房、变配电室、洗衣房、换热站、库房
地下 2 层	汽车库、电缆夹层、商业、商业管理用房、库房	汽车库、电缆夹层、商业、商业管理用房、库房	汽车库、电缆夹层、商业、商业管理用房、库房
地下 1 层	汽车库、电缆夹层、换热站、变配电室、锅炉房、自营商业区、回迁商业区、厨房	汽车库、电缆夹层、换热站、变配电室、锅炉房、自营商业区、回迁商业区、厨房	汽车库、电缆夹层、换热站、变配电室、锅炉房、自营商业区、回迁商业区、厨房
地下夹层	商业管理用房、消防监控室	酒店办公、自行车库	制冷机房、办公室、消防监控室
首层	商业、商业大堂	大堂、会展大厅、会议室	大堂、健身、商铺、私人影院
2 层	商业	厨房、餐厅、商务办公室	豪华公寓
3~6 层	商业	酒店客房	豪华公寓
7 层	商业、厨房、餐厅	酒店客房、游泳池	豪华公寓
8 层	厨房、餐厅	酒店客房	

表 2 主要场所室内设计参数

	夏季		冬季		新风量/ (m ³ / (人·h))
	温度/ ℃	相对湿度/ %	温度/ ℃	相对湿度/ %	
酒店、公寓客房	24	≤60	24	≥40	≥50
商业、零售	26	≤65	20	≥30	≥25
会展中心	24	≤65	19	≥30	≥25
餐厅、宴会厅	24	≤65	23	≥40	≥35
办公区	26	≤65	20	≥30	≥30

计日负荷下节省电费 7 409 元/d,50%设计日负荷下节省电费 9 052 元/d,全年按 150 d 供冷考虑,共可节省电费 118 万元。另外,该系统全年转移高峰电量 35 062 kW·h,转移平峰电量 17 640 kW·h,减少电力增容负荷 1 099 kW,为电力移峰填谷作出了贡献。设计日负荷平衡表见表 3,100%设计日负荷平衡图见图 1。

表 3 设计日负荷平衡表

时刻	总冷负荷/kW	制冷机制冷量/kW			蓄冰槽/kW		取冷率/%
		基载主机	主机制冰	主机制冷	储冷量	释冷量	
01:00	0		8 382		25 727		
02:00	0		8 234		33 961		
03:00	0		8 118		42 079		
04:00	0		8 020		50 099		
05:00	0		7 936		58 035		
06:00	0		6 948		64 983		
07:00	0				64 983		
08:00	7 665	1 582		3 836	62 736	2 247	3.46
09:00	9 462	1 582		3 910	58 766	3 970	6.11
10:00	14 356	1 582		4 803	50 799	7 971	12.27
11:00	15 520	1 582		11 329	48 187	2 609	4.02
12:00	17 640	1 582		11 564	43 697	4 493	6.91
13:00	18 976	1 582		11 715	38 019	5 678	8.74
14:00	19 180	1 582		11 736	32 154	5 861	9.02
15:00	19 879	1 582		11 817	25 674	6 480	9.97
16:00	17 935	1 582		11 599	20 920	4 754	7.31
17:00	15 794	1 582		11 357	18 065	2 855	4.40
18:00	14 992	1 582		11 269	15 924	2 141	3.30
19:00	12 770	1 582		4 047	8 783	7 141	10.99
20:00	10 850	1 582		3 966	3 477	5 302	8.16
21:00	8 959	1 582		3 938	39	3 439	5.29
22:00	1 582	1 582				0	0
23:00	1 438	1 438	8 769		8 769		
00:00	960	960	8 576		17 344		
合计			64 983		64 948		

载冷剂采用质量分数为 25%的乙二醇溶液。冰蓄冷系统可以按照以下模式运行:1) 基载主机单供冷;2) 单制冰;3) 单融冰供冷;4) 双工况主机单供冷;5) 双工况主机与融冰联合供冷;6) 制冰同时供冷。其中,模式 1)可与其他 5 种模式的任

意一种联合运行。冷水供、回水温度为 6 ℃/13 ℃,水系统采用二级泵变频调速的变流量控制。冬季空调热负荷为 4 850 kW,供、回水温度为 60 ℃/50 ℃,冷、热水均独立计量,计量装置分别设在制冷站和换热站分水器的各路供水总管上。

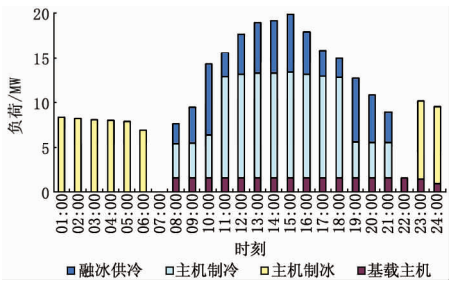


图 1 100%设计日负荷平衡图

E3 回迁商业区空调冷负荷为 3 516 kW,冷源采用电制冷系统。冷水供、回水温度为 6 ℃/13 ℃,水系统采用一级泵变频调速的变流量控制。冬季空调热负荷为 1 320 kW,供、回水温度为 60 ℃/50 ℃,冷、热水均设独立计量,计量装置分别设在制冷站和换热站分水器的各路供水总管上。

E4 五星级酒店冷负荷为 6 329 kW,冷水供、回水温度为 6 ℃/13 ℃,水系统采用一级泵变频调速的变流量控制。冬季空调热源为酒店锅炉房,热负荷为 3 466 kW,供、回水温度为 60 ℃/50 ℃,冷、热水均设独立计量,计量装置分别设在制冷站和换热站分水器的各路供水总管上。

E5 地块豪华公寓空调冷负荷为 2 400 kW,冷源采用电制冷系统。冷水供、回水温度为 7 ℃/12 ℃,水系统采用一级泵变频调速的变流量控制。冬

季空调热负荷为 1 600 kW,供、回水温度为 60 ℃/50 ℃,冷、热水均设独立计量,计量装置分别设在制冷站和换热站分水器的各路供水总管上。

E4 会展中心的冷热源与原老北京饭店合用。空调冷负荷为 13 361 kW,其中会展中心的冷负荷为 2 043 kW,冷源为电制冷系统。冷水供、回水温度为 6 ℃/11 ℃,老北京饭店空调冷水系统依据原空调系统分为高、低区。会展中心空调冷水系统与老北京饭店低区水系统合用,水系统采用二级泵变频调速的变流量控制。会展中心冬季空调热负荷为 780 kW,供、回水温度为 60 ℃/50 ℃,冷、热水均独立计量,计量装置分别设在制冷站和换热站分水器的各路供水总管上。

对于空调水系统来说,输送能耗占总能耗的比例随系统规模的增大而增大。商业区与五星级酒店部分空调冷水供回水温差采用 7 ℃。空调冷水大温差技术减小了空调循环水量,降低了冷水泵的能耗,减少了水系统的运行费用,同时降低了初投资。对于负荷较大的商业部分,水系统采用二级泵变水量系统。变水量系统通过改变输送管网内的冷水流量满足用户负荷要求,可有效降低系统输送能耗。

各区冷水机组及冷水泵配置见表 4、5。

表 4 冷水机组的配置及容量

	冷水机组类型	冷水机组容量/kW	台数/台
E3 自营商业区	双工况冷水主机	制冷量 4 079,制冰量 2 672	3
	变频基载离心式冷水机组	制冷量 1 582	1
E3 回迁商业区	变频离心式冷水机组	制冷量 1 758	2
E4 五星级酒店	变频离心式冷水机组	制冷量 2 637	2
	螺杆式冷水机组	制冷量 1 055	1
E5 豪华公寓	螺杆式冷水机组	制冷量 1 217	2
E4 会展中心及老北京饭店	变频离心式冷水机组	制冷量 4 571	2
	变频离心式冷水机组	制冷量 2 110	2

表 5 冷水泵的配置及容量

	水泵类型	水泵流量/(m³/h)	台数/台	备注
E3 自营商业区	双工况变频乙二醇泵	905	4	三用一备
	基载一次侧冷水泵	242	2	一用一备
	一级冷水泵	915	4	三用一备
	风机盘管二级变频冷水泵	318	4	三用一备
	空调机组二级变频冷水泵	580	4	三用一备
E3 回迁商业区	变频冷水泵	238	3	两用一备
E4 五星级酒店	变频冷水泵	354	3	两用一备
	变频冷水泵	142	2	一用一备
E5 豪华公寓	变频冷水泵	142	2	
E4 会展中心及老北京饭店	一级冷水泵	866	3	两用一备
	一级冷水泵	400	3	两用一备
	低区变频冷水泵	929	3	两用一备
	高区变频冷水泵	413	3	两用一备

3 空调末端系统的设计

由于该工程建筑规模大,使用功能复杂,各末端用户的要求不尽相同。为了便于管理及使用,各区域空调系统设置如下。

3.1 回迁商业区及自营商业区空调末端系统

地上商业区外区、地下1层酒店物业办公室及小餐厅采用四管制风机盘管加新风系统;地下1层回迁商业区、地下夹层办公用房及地上商业内区采用两管制风机盘管加新风系统;风机盘管由设在室内的温控器进行调节,新风机组分别设在各层空调机房和屋顶层;新风机组设置转轮回收装置,便于运行节能。地下2层及地下1层自营商业区和首层大堂采用全空气空调系统,水管为四管制;厨房采用直流式空调系统。

3.2 酒店空调末端系统

酒店客房、酒店式公寓采用四管制风机盘管加新风系统,风机盘管由设在室内的温控器进行调节,新风机组分别设在2层和屋顶层,新风经过集中处理后通过管井送至客房。每个客房的新风支管上均设风量调节阀,以保证每个房间的新风量。为了满足五星级酒店的标准,已入住的客房无人时风机盘管仍保持低速运行,以保证一定温度。

地下2层及地下1层自营商业区、酒店大堂、会展中心大堂、会展大厅及宴会大厅采用全空气空调系统,水管为四管制;小餐厅、小会议室、健身中心、行政管理办公室、游泳池等区域采用风机盘管加新风系统,水管为四管制;厨房采用直流式空调系统;游泳池区域采用热泵恒温除湿空调系统,水管为四管制。游泳池冬季除送热风外,在泳池外窗周边设立式风机盘管系统,以满足室内温度要求,并防止结露。

每层空调机组的回水管和风机盘管的回水管上均设置水流量平衡阀。酒店空调新风系统采用0.2 MPa的蒸汽加湿,最大加湿量为1 100 kg/h,蒸汽由设在地下1层的锅炉房提供。

3.3 豪华公寓空调末端系统

豪华公寓、地下夹层物业办公室、首层阅览室、儿童活动室等采用两管制的风机盘管加新风系统,风机盘管由设在室内的温控器进行调节,豪华公寓的新风机房设置于屋顶,新风经过集中处理后通过管井送至各房间。其余新风机组均设置于地下夹层。

首层大堂及公共区域、私人影院、健身房采用全空气空调系统,水管为两管制;全空气机组均设置于地下夹层。

首层大堂及公寓等区域设地板供暖系统,供暖热水供、回水温度为60℃/50℃。

4 通风排烟系统

4.1 通风系统

汽车库、变配电室、制冷机房、设备间、锅炉房、换热站、水泵房、库房等区域均设机械排风系统和机械(或自然)补风系统,排风通过竖井由风机排至室外,补风将室外新风通过竖井由风机或门窗送至各房间,并保证排风量大于补风量,使这些区域始终处于负压状态。

酒店客房卫生间、公寓式酒店卫生间和豪华公寓卫生间均设机械排风系统,每个卫生间的排风量为客房新风量的80%~90%,排风通过竖井由设在屋顶的风机排至室外。

在厨房产生油烟的炉灶上设置运水烟罩。经过运水烟罩和油烟过滤器处理后,油烟微粒与空气分离,排放浓度小于等于2 mg/m³,由风机排至室外高空区,满足环保要求。厨房的排风量大于补风量,以保证异味不外窜,厨房排油烟风管采用厚度大于1.5 mm的钢板焊接制作,水平管道应以不小于0.5%的坡度坡向排气罩。

地下4层部分区域平时为车库,战时为六级物资库人防区,划分了12个防护单元,每个防护单元分为1~2个防火分区,每个防护单元按人防地下室设计规范的要求各设一套战时清洁式通风和隔绝式通风系统。物资库换气量按1.5 h⁻¹计。

豪华公寓设置了中央吸尘系统,该系统的最大优势就是解决了普通家用吸尘器在吸尘工作时带来的两大弊端,即二次污染和噪声干扰。公寓每个单元设一个中央吸尘系统,主机设在地下夹层,每户设3~5个吸尘口。中央吸尘系统气尘分离器的排风经净化后排至地下车库,其含尘浓度应小于汽车库容许浓度的30%。中央吸尘系统原理图见图2。

4.2 排烟系统

1) 该工程按一类高层民用建筑进行防排烟设计。

2) 地下车库平时机械进、排风系统兼作火灾时机械补风和排烟系统,排风及排烟量按换气次数6 h⁻¹计,补风按不小于5 h⁻¹计,计算排烟量时按

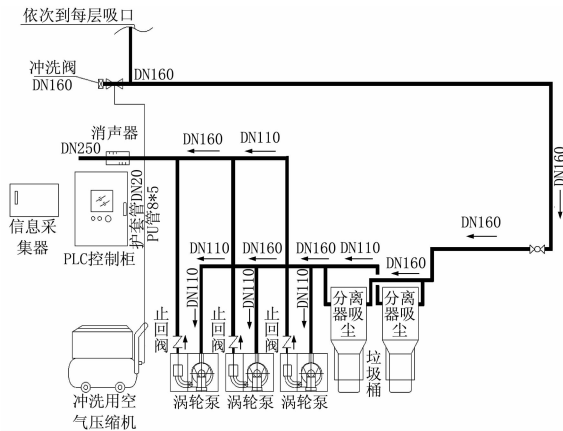


图 2 中央吸尘系统原理

实际层高计算。对地下层面积超过 50 m^2 的经常有人停留或放置可燃物较多的无窗房间和地上层面积超过 100 m^2 的无窗房间及长度超过 20 m 的内走道均设置机械排烟系统,其排烟量将按每 m^2 防烟分区面积不小于 $60 \text{ m}^3/\text{h}$ 或 $120 \text{ m}^3/\text{h}$ 计算(根据排烟系统所承担的防烟分区数量而定)。

3) 地下采用全空气空调系统的区域,消防时,全空气空调系统回风阀关闭,空调机组兼作消防补风机。

4) 高度大于 12 m 的中庭设机械排烟系统。

5) 地上客房区内走廊均设置机械排烟系统,每层排烟量按每 m^2 不小于 $120 \text{ m}^3/\text{h}$ 计,风机总排烟量不小于 $7\,200 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

6) 防烟楼梯间及消防电梯合用前室均分别设置机械加压送风系统;防烟楼梯间设常闭加压送风口,着火时按地上、地下分区控制,消防电梯合用前室设常闭加压送风口,着火时,打开本层及上、下层的加压送风口。

5 空调通风系统自控

5.1 电制冷制冷站的控制

冷水机组通过自控元件保证冷水的供水温度和水量,并根据冷负荷变化自动调节冷水机组、冷水泵、冷却水泵和冷却塔的运行参数、启停台数及启停顺序,自动显示冷水机组的各种参数及故障报警信号。

5.2 冰蓄冷制冷站的控制

制冰模式根据时间预设及剩余冰量来操作,如果剩余冰量大于第二天负荷的全部需求量也可不制冰。供冷的模式应在满足空调使用要求的前提下运行,控制运行费用最少:优先次序是优先选用

冰(单融冰)方式,次加基载主机(融冰+基载),再加双工况主机(联合供冷+基载)。双工况主机单供冷及制冰供冷模式作为非常规情况下的应急措施。而联合供冷时,是采用融冰优先方式还是主机优先方式,冰和主机负荷在不同电价时段如何分配,以及随着用户负荷的变化而进行各种模式的转换、设备运行状态和参数的调整等,由完善的优化自动控制程序完成。

5.3 空调机组及风机盘管的控制

空调机组回水管上设动态平衡电动调节阀,根据空调回风温度自动调节冷热水水量,达到节能的目的。空调机组粗、中效过滤器均设压差报警装置。新风阀、回风阀和排风阀的开度随室外空气状态的变化而调节。

全空气空调系统和风机盘管加新风系统均设相应的排风系统,新风、回风和排风系统的风机和风阀相互联锁控制,以满足不同功能和不同季节的新风量要求。

空调机组的新风量均可在总风量的 $10\% \sim 100\%$ 范围内调节,并由监控系统显示各个空调系统的运行工况(如房间温湿度、空调送回风温度、新风温度、冷水供回水温度等),并能根据室内空气状况和预测的空气参数自动调节送风温度和新风量,各空调机房均由楼宇自控系统集中控制和管理,就地设检修开关。

新风机组系统回水管设动态平衡电动调节阀,通过空调区域典型房间温度自动调节冷热水水量,达到节能的目的。风机盘管由设在室内的温控器进行调节。

空调机组和新风机组均设空气过滤器报警系统及防冻保护装置。新风处理机组的新风进风口处设密闭型电动调节风阀,风阀的开关与新风处理机组的送风机开关联锁控制。在冬季新风需要加湿处理时,由设于送风管的湿度感应器控制蒸汽加湿器电动阀门的开启。所有新风机组均由楼宇自控系统集中控制和管理,就地设检修开关。

5.4 通风机的控制

所有设有机机械排风系统的房间,其排风机除就地设手动开关外,还均可由楼宇自控系统集中控制。煤气表房和锅炉房设平时排风和事故排风系统,风机为防爆型风机,并与自动报警联锁,以达到消防设计要求。