

北京轻汽西厂区(主语城) 项目通风空调系统设计

中国建筑设计研究院 梁 琳[☆]

摘要 介绍了北京轻汽西厂区项目公建区的空调系统设计特点及环保节能设计情况,包括项目概况,设计参数,冷热负荷,空调水系统和空调风系统的划分,以及二次泵水系统、大温差冷水系统、空调自控系统的设计。讨论了二次泵水系统和大温差冷水系统的节能情况。

关键词 冷热源 风系统 水系统 供暖系统 控制系统

Ventilating and air conditioning system design for the west part of Beijing Automobile Factory

By Liang Lin[★]

Abstract Analyses characteristics of air conditioning system design, environmental protection and energy efficiency design, including the general situation of the project, design conditions, cooling and heating load, division of water system and ventilating system, and design of secondary water system, large temperature difference water system and automatic control system. Discusses the energy efficiency of large temperature difference water system and secondary water system.

Keywords cold and heat source, air system, water system, heating system, control system

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



梁 琳

代表工程:

深圳戏院中海商城

北京数字出版信息

中心

北京轻汽西厂区(主

语城)项目

1 工程概况

北京轻汽西厂区改造工程位于车公庄大街北侧、首体南路西侧,总占地面积 35 万 m²,西侧为住宅区,东侧为公建区。由中国建筑设计研究院完成公建区的初步设计及施工图设计。公建区地下室连通,地上分为南北两个区,总建筑面积 24.3 万 m²。共设 3 层地下室,地下 2 层、地下 3 层为汽车停车库,其中地下 3 层兼作 6 级人防物资库;地下

1 层设有商业、汽车停车库及设备用房。地上南北区各有 5 栋独立建筑(CS1~CS5, CN1~CN5),分别为消防队用房、商业用房、办公用房、娱乐用房、餐饮用房及公寓式酒店,最高 24 层,高度为 98.15 m。

2 主要房间室内设计参数(见表 1)

3 空调冷热源

根据业主要求及使用功能、建筑高度的不同,本工程南区设 3 个制冷机房,1 个空调换热机房,北区设 1 个制冷机房,1 个空调换热机房。各制冷机房负担的空调冷热负荷见表 2。

①☆ 梁琳,女,1964 年 4 月生,大学,学士,高级工程师
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) 68302644
E-mail: lianglin@126.com
收稿日期:2007-03-20
修回日期:2007-05-10

表 1 主要房间室内设计参数

	夏季		冬季		新风量/(m ³ /h) (人·h)	进风换气 次数/h ⁻¹	排风换气 次数/h ⁻¹	A 声级 噪声/dB
	温度/ ℃	相对湿度/ %	温度/ ℃	相对湿度/ %				
办公区	26	50	20	≥40	30			40
餐厅	25	60	20	≥40	20			50
会议室	25	50	20	≥40	20			40
多功能厅	25	50	20	≥40	20			45
健身房	25	60	22	≥40	50			50
大堂	25	50	18	≥40	(15%(最小 新风比))			50
商铺	25	60	20	≥40	30			50
商业用房	25	60	20	≥40	20			50
公寓	25	50	20	≥40	100			40
室内游泳池	28	70	28	60~70	(按除湿要求)			50
按摩室	27	50	26	≥40	50			45
厨房			16			45	55	55
变配电室						11	12	
制冷机房						5.5	6	
水泵房、库房						3	4	
卫生间			16				10	
汽车库						5.5	6	
垃圾间							15	

表 2 各制冷机房负担的空调冷热负荷

	总负荷		商业区域		办公区域		南区酒店客房/北区会所区域	
	冷(热)负荷/ kW	冷(热)负荷指 标/(W/m ²)	冷(热)负荷/ kW	冷(热)负荷指 标/(W/m ²)	冷(热)负荷/ kW	冷(热)负荷指 标/(W/m ²)	冷(热)负荷/ kW	冷(热)负荷指 标/(W/m ²)
CS2 制冷机房	3 675	109	216	79	3 459	112		
CS4 制冷机房	3 966	116	359	147	3 607	114		
南区其他制冷机房	4 090	132	2 219	246	836	121	1 035	69
北区制冷机房	9 700	139	4 650	194	5 259	109	661	126
南区空调换热机房	10 577	107						
北区空调换热机房	10 186	134						

北区制冷机房设置 3 台制冷量为 2 740 kW 的离心式冷水机组,1 台制冷量为 1 407 kW 的离心式冷水机组;3 台流量为 390 t/h 的冷水循环泵,2 台流量为 202 t/h 的冷水循环泵(一用一备),3 台流量为 450 t/h 的二次冷水循环泵(变频控制);3 台流量为 550 t/h 的冷却水循环泵,2 台流量为 291 t/h 的冷却水循环泵(一用一备)。

空调冷水供回水温度为 6℃/12℃,空调冷却水供回水温度为 32℃/37℃。

南区空调换热机房设两个空调热水换热系统,其中一个换热系统服务于 CS4 楼,换热量为 3 426 kW,供回水压差为 0.1 MPa,系统最高点高度为 105.95 m,循环水泵出口最高工作压力不超过 1.6 MPa;另一个换热系统服务于南区其他各楼,换热量为 7 149 kW,供回水压差为 0.1 MPa,系统最高点高度为 85.2 m,循环水泵出口最高工作压力不超过 1.2 MPa。

CS2 制冷机房设置 2 台制冷量为 1 407 kW 的离心式冷水机组,1 台制冷量为 862 kW 的螺杆式冷水机组;2 台流量为 202 t/h 的冷水循环泵,2 台流量为 124 t/h 的冷水循环泵(一用一备);2 台流量为 291 t/h 的冷却水循环泵,2 台流量为 179 t/h 的冷却水循环泵(一用一备)。

CS4 制冷机房设置 2 台制冷量为 1 552 kW 的离心式冷水机组,1 台制冷量为 862 kW 的螺杆式冷水机组;2 台流量为 223 t/h 冷水循环泵,2 台流量为 124 t/h 的冷水循环泵(一用一备);2 台流量为 317 t/h 的冷却水循环泵,2 台流量为 179 t/h 的冷却水循环泵(一用一备)。

南区其他制冷机房设置 2 台制冷量为 1 646 kW 的离心式冷水机组,1 台制冷量为 862 kW 的螺杆式冷水机组;2 台流量为 236 t/h 冷水循环泵,2 台流量为 124 t/h 的冷水循环泵(一用一备);2 台流量为 340 t/h 的冷却水循环泵,2 台流量为 179 t/h 的冷却水循环泵(一用一备)。

北区空调换热机房设置空调热水换热系统、空调/地板辐射供暖热水换热系统、供暖热水换热系统各一个。空调热水换热系统服务于北区除 CN3 楼 7,8 层以外的所有空调系统,换热量为 9 724 kW,供回水压差为 0.1 MPa,系统最高点高度为 85.2 m,循环水泵出口最高工作压力不超过 1.2 MPa;空调/地板辐射供暖热水换热系统服务于 CN3 楼 7,8 层空调系统和地板辐射供暖系统,换热量为 378 kW,供回水压差为 0.1 MPa,系统最高点高度为 43.8 m,循环水泵出口最高工作压力不超过 0.8 MPa;供暖热水换热系统服务于 CN1 楼散热器供暖系统,换热量为 144 kW,供回水压差为 0.02 MPa,系统最高点高度 22 m,循环水泵出口工作压力不超过 0.5 MPa。

考虑到游泳池及淋浴间等的室内舒适性,要求北区空调/地板辐射供暖热水系统供热期不少于 9 个月。

空调热水、地板辐射供暖热水供回水温度为 60℃/50℃;散热器供暖热水供回水温度为 85℃/60℃。

4 空调水系统

本工程空调冷热水系统均为两管制变流量空调水系统,其中北区空调冷水系统为二次泵变流量系统。分别设置空调机组/新风机组、风机盘管供回水环路,采用竖向同程式系统,塔楼区域设置水平同程式系统,其他区域采用水平异程式系统。商铺、办公区按使用单元设置冷热水供回水支管,公寓式酒店按户设置供回水支管,为按使用单元进行冷热计量预留条件。

5 空调风系统

本工程地下 1 层商业区、地下 1 层餐厅、CS1 楼餐厅、CN5 楼餐厅设置双风机变新风比低速全空气空调风系统。CS2 楼门厅、CS4 楼门厅、CS5 楼 1 层大厅、CS5 楼 2 层快餐厅和咖啡厅、CN2 楼门厅、CN3 楼 3,4 层餐厅、CN3 楼 5,6 层健身俱乐部、CN4 楼门厅设置单风机低速全空气空调风系统。商铺、办公室设置风机盘管加新风空调系统。

CS3 楼 3~8 层分内、外区设置新风系统。外区设置定风量新风系统,内区设双风量、变新风量新风系统,满足过渡季及冬季排除内区余热要求。

CN3 楼 8 层室内游泳池设置双风量新风系统,并在游泳池周边设置风机盘管负担围护结构负荷。夏季及过渡季节大风量运行,冬季小风量运行,排风系统对应进行转速调节。厨房设置平时送风新风机组和排油烟补风新风机组。除厨房送风新风机组、游泳池新风机组外,其他空调机组、新风机组冬季采用湿膜加湿器进行加湿处理。消防控制中心、楼宇控制中心、变配电室等设置分体空调机,电梯机房预留分体空调电源。

表 3 各制冷机房内不同温差下的冷水循环泵流量及功率

	空调总负荷/kW	6℃/12℃水泵流量/(m³/h)	6℃/12℃水泵所需功率/kW	7℃/12℃水泵流量/(m³/h)	7℃/12℃水泵所需功率/kW	6℃/12℃与7℃/12℃水泵功率差/kW
CS2 制冷机房	3 675	528	85	634	104	19
CS4 制冷机房	3 966	570	99	684	140	41
南区其他制冷机房	4 090	596	99	716	140	41
北区制冷机房	10 570	912	285	1 095	337	52

由表 3 可知,温差增加 1℃时冷水循环泵的安装功率减少 153 kW,约 20%,据有关资料统计,目前水系统的输配用电一般占系统总耗电量的 15%~20%,因此系统能耗减少 3%~4%。

6 供暖系统

CN1 楼设置下供下回双管散热器供暖系统,干管为同程式。供回水压差为 0.02 MPa,采用铸铁 760 型散热器。CN3 楼 8 层设置低温热水地板辐射供暖系统,总热负荷为 80 kW,供回水压差为 0.03 MPa,游泳池周边、更衣室、淋浴间设置低温热水地板辐射供暖系统,游泳池周边地面温度为 31~33℃,更衣、淋浴区地面温度为 28~30℃。

7 用户自用冷却水系统

CS2 楼、CS4 楼、CN2 楼、CN4 楼预留用户自用冷却水系统,办公楼每层预留冷却水接口。冷却水系统供回水温度为 32℃/37℃。CS4 用户自用冷却水系统工作压力为 1.6 MPa,其他用户自用冷却水系统工作压力为 1.2 MPa。冷却水循环泵采用变频控制。

8 空调系统调节与控制

本工程设 DDC 控制系统,对空调冷热源设备、空调通风设备进行集中监控。在中央控制室显示并记录各设备运行状态、各监测点参数、故障报警,进行设备启停控制、设定控制参数,进行相关设备联动控制,设置设备运行时间表,进行自适应控制和系统优化控制。空调冷热水供回水总管上设冷热量计,根据负荷变化确定冷水机组、换热器及冷水循环泵工作台数。

9 节能与环保

1) 空调冷水采用大温差设计。

与常规空调设计相比,本工程空调设计冷水供回水温度为 6℃/12℃,在相同冷负荷的情况下,大温差时的冷水量较常规温差时小,冷水泵和冷水管道的型号规格相应减小,可降低冷水泵输送能耗和运行费用,容易满足部分负荷运行特性。

各制冷机房内不同温差下的冷水循环泵流量及功率见表 3。

2) 北区采用二次泵空调冷水系统,二次泵变频控制。

由于北区冷水泵水流量较大,采用二次泵变频

(下转第 112 页)

工艺机房的这些特点对空调设备提出相应要求:1) 消除显热能力强;2) 在室外温度较低($< -5^{\circ}\text{C}$)时也应具有较强的供冷能力;3) 运行稳定、可靠等。因此在空调系统设计时,没有使用常规的风机盘管、组合式空调机组等集中空调系统形式,而是采用风冷式模块化机房专用空调机组。每个机房专用空调机组都配有制冷剂盘管、电制冷压缩机、电极加湿器、电加热器和送风机,它可以根据室内环境变化及时调整送风参数,并且具有控制精度高的优点。每台机组在运行时都是独立控制,因此一套机组出现问题,不会影响到其他机组的正常运行。考虑到机组需要长期运行、轮流检修及将来工艺设备发展的可能性,在每个工艺机房设置了 1~2 台备用机组。

3.2 与气体消防系统的配合

由于工艺设备不允许与水接触,所以工艺用房均采用了 IG-541 洁净气体灭火系统,其事故通风系统的设置及运行控制与通常的空调防排烟系统有所不同。

在设计中,工艺用房的送排风系统均为平时兼事故通风系统,并在风管穿越房间分隔墙处安装常开型电动防火风阀(电信号启闭, 70°C 熔断关闭)。因为气体灭火系统所采用的 IG-541 混合气体比空

气略重,所以排风系统全部设计为下部排风。在启动气体灭火系统后,会在短时间内向房间充入大量灭火气体,使得室内正压急剧增大,为避免围护结构受到气压冲击而遭到破坏,在建筑外墙距地 2/3 高度处设置泄压阀,其开启压力约在 1.0 kPa 左右。以上所有相关的风阀、送排风设备均应按照消防要求进行安装和控制。

当某个工艺用房发生火灾时,相应区域的空调系统停止运行。穿越该房间的全部空调风管上的风阀关闭,保持该房间的密闭性。启动气体灭火系统后,在房间出现超压时泄压阀自动开启,防护性泄压。待灭火过程完成并确认后,开启该房间的送/排风系统及相关风阀,排除灭火后产生的有毒气体,为人员能够安全地进入火灾房间作准备。

4 结语

该工程作为一栋民用综合性建筑,大量的工艺用房置于其内,是比较少见的。对于办公用房设计时还是采用了常规的风机盘管加新风系统;但对于工艺设备用房,针对其自身的大发热量等特点,大量使用了机房专用空调机组,较好地满足了工艺设备的要求。同时,对于工艺房间特殊的消防系统,设计时对其通风系统进行局部特殊设计,较完善地配合了整体消防设计的效果。

(上接第 17 页)

控制有较好的节能效果。用户负荷的变化可以通过改变系统冷水循环流量实现,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。如采用冷水机组变流量,则对机组本身性能及其控制系统要求较高,目前只有少数厂家能做到。而采用一次泵定流量、二次泵变流量空调冷水系统,不需要改变冷水机组性能,只通过改变二次泵循环水量实现对用户的负荷调节。在理想工况下,二次泵系统中的一次泵、二次泵的扬程之和与一次泵系统中的水泵扬程相等,一次泵扬程克服机房内蒸发器、管道、控制阀等阻力,本工程为 20 m,二次泵扬程克服管网、盘管、平衡阀及控制阀等的阻力,本工程为 20 m,当负荷减小时,通过改变水泵转速使扬程和流量减少可以获得明显的节能效果。考虑变频器效率和电动机散热等因素,变速调节应有一个最低转速限制(一般为额定转速的 30%),本系统负荷变化范围较大,采用 3

台泵并联变速调节,并在分集水器间设压差控制器及压差旁通阀以保证流量低于 1 台变频泵最小流量时水泵正常运行,在低负荷时系统仍能保持较高的效率,实现节能运行。

3) 空调热水循环泵变频控制,降低水泵运行能耗和运行费用。

4) 地下商业区、餐厅采用双风机变新风比空调系统,过渡季及冬季采用新风供冷,降低运行能耗,节省运行费用。

5) 游泳池新、排风系统设置显热回收器,新风机组、排风机采用双速风机,冬季以小风量运行。

6) CS3 楼办公室采用双风量新风机组,过渡季节新风机组、排风机以大风量运行。

10 结语

设计时根据使用功能要求进行冷水机组优化配置,保证低负荷时冷水机组正常运行,并提高低负荷时冷水机组制冷效率。在空调通风系统的设计上尽可能进行节能设计,采取节能措施,采用节能设备。