

无锡市博物院空调系统设计

中南建筑设计院 王俊杰★ 张 昕

摘要 该工程采用了部分冰蓄冷及一次泵变流量空调系统。介绍了空调形式和冷热源、水系统、通风系统、防排烟系统、自动控制系统的的设计。

关键词 冰蓄冷 一次泵变流量 防排烟 空调

Air conditioning system design of Wuxi Museum

By Wang Junjie★ and Zhang Xin

Abstract This project applies partial ice storage and the air conditioning system with variable flow primary pumps. Presents the air conditioning scheme and design of the cold and heat sources, water system, ventilating system, smoke control and extraction system and automatic control system.

Keywords ice storage, variable flow primary pump, smoke control and extraction, air conditioning

★ Central-south Architectural Design Institute, Wuhan, China

①

1 工程概况

无锡市博物院(见图 1)位于无锡市新城区太湖广场南侧,在广场的南北轴线上,北临市民广场,南临规划路并和拟建的双塔相对应,地理位置十分重要,也是城市景观的中心。



图 1 无锡市博物院立面效果图

无锡市博物院由无锡市博物馆、革命陈列馆、科技馆三馆并列组成。地下 2 层,地上 5 层,其中 1~5 层及地下 1 层局部为三馆用房,各馆之间相对独立又相互联系,建筑面积 48 323 m²;地下 1 层的其他部分及地下 2 层为地下商业用房,包括车库(地下 2 层)、商铺(地下 1 层),建筑面积 21 364 m²。博物院总建筑面积 69 687 m²,高 34.8 m,属一类高层建筑。

2 空调系统设计

按照博物院不同的功能区域,空调系统采用不同的形式。地下商业用房设置集中供冷、供热的水-空气系统,制冷站、供热站设在地下 2 层。三馆用房划分为三块:管理办公用房、弱电控制用房、消

防控制中心、值班室等设变频多联式或分体式直接蒸发空调系统;各类藏品库房设独立的恒温恒湿空调系统;博物馆、革命陈列馆、科技馆其余部分设置集中供冷、供热的水-空气系统,制冷站、供热站集中设置在地下 1 层。本文主要介绍博物馆、革命陈列馆、科技馆部分的空调系统设计。

2.1 设计参数

室内设计参数见表 1。

表 1 室内设计参数

	温度/℃		相对湿度/%		新风量/ (m ³ /(人·h))	噪声
	夏季	冬季	夏季	冬季		
展厅(馆)	26	16	55	45	20	≤NC40
藏品库房(金、石)	26	12	45	45	20	≤NC50
藏品库房(纸、绢)	26	12	55	55	20	≤NC50
藏品库房(木、骨)	26	12	60	60	20	≤NC50
藏品库房(墓葬壁画)	26	12	50	50	20	≤NC50
影院	26	18	<65	≥30	20	≤NC30
多功能厅、会议室	26	18	<65		20	≤NC30
办公室、研究室	26	20	<65		30	≤NC35
商铺	26	18	<65		20	≤NC50

注:藏品库房的新风量按房间换气次数和满足工作人员卫生标准要求的较大值来确定。

博物馆、革命陈列馆、科技馆部分夏季集中空调冷负荷为 5 800 kW,冬季空调热负荷为 3 700 kW。

①☆ 王俊杰,男,1976 年 8 月生,硕士,工程师
430071 武汉市中南二路 10 号中南建筑设计院
(027) 87336954
E-mail: wjj1102@163.com
收稿日期:2008-12-24
修回日期:2009-02-06

2.2 空调冷热源

夏季空调冷源采用部分蓄冰方式。选用 2 台常规水冷式冷水机组,1 台双工况水冷式冷水机组,夜间利用低谷电制冰蓄冷,总蓄冷量 9 220 kWh,白天融冰配合冷水机组一起为空调系统提供 7℃/12℃ 冷水,可根据负荷情况分别采用制冷机优先、融冰优先、全融冰等不同供冷策略。

一次热源为城市热力管网提供的 0.6 MPa/0.4 MPa 蒸汽,冬季通过一套汽-水成套换热机组换热后产生 60℃/50℃ 的热水供空调系统使用。

空调主机房位于地下 1 层,面积约 400 m²,机房平面见图 2。

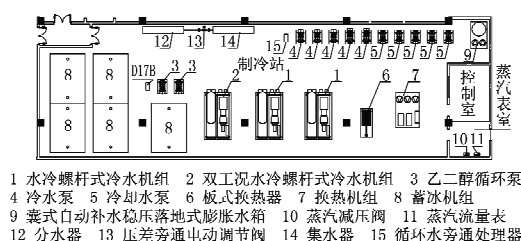


图 2 空调主机房平面图

2.3 空调形式

2.3.1 由于 1 层公共门厅层高达 8 m,夏季采用分层空调方式,采用大风量空调机组加低速风道系统,喷口侧送风,下侧定点回风;冬季采用低温地板辐射供暖加新风系统。

2.3.2 1 层大空间展厅采用大风量空调机组加低速风道系统,结合建筑造型及装修要求,采用喷口侧送风与旋流风口平顶下送风相结合的送风方式,集中回风。

2.3.3 其他展厅、多功能厅等采用大风量空调机组加低速风道系统,散流器或旋流风口平顶下送风,集中回风。

2.3.4 球幕影院采用大风量空调机组加低速风道系统,球形幕布送风和幕布下间隙条缝送风,四周定点回风。

2.3.5 4D 影院采用大风量空调机组加低速风道系统,平顶下送风,集中回风。根据工艺需要配送压缩空气等。

2.3.6 人员集中、新风负荷较大且有条件的空调系统(主要在 1~4 层)设置热回收装置。

2.3.7 柜式空调器内设置蒸汽加湿器,冬季对空调送风进行加湿,改善室内空气质量。

2.4 集中空调冷水系统

对空调系统来说,在大部分的运行时间内,系统的负荷率在 75% 左右。对于一次泵定流量系统来说,若总是维持 100% 的设计流量,则会出现大流量小温差现象,造成水泵能耗的浪费。对于二次泵系统来说,由于二次水侧采用变频调节,能耗比比一次泵定流量系统有所降低,但由于其一次水侧仍保持定流量运行,仍会造成部分水泵能耗浪费。由于博物馆、革命陈列馆、科技馆的主要功能是陈列及展览,末端负荷受参观人数的影响变化较大,所以选择了一次泵变流量系统。系统运行的水量根据末端负荷的变化通过压差旁通阀来调节,通过控制冷水机组及水泵的运行台数最大限度地减少能耗。冷水系统原理图见图 3。

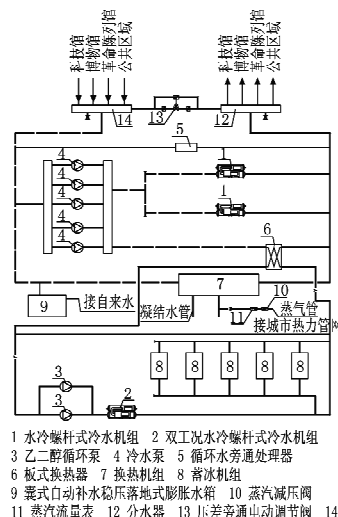


图 3 集中空调冷水系统原理图

由于博物馆、革命陈列馆、科技馆之间相对独立又相互联系,空调水系统在分、集水器处被划分成 4 个环路,博物馆、革命陈列馆和科技馆各为一个环路。

3 通风与防排烟系统设计

3.1 通风系统设计

3.1.1 地下车库设诱导通风系统,每个防火分区内设 2 台送风机,2 台排风机,平时可根据 CO 浓度对风机进行台数控制,以节省能源。

3.1.2 地下室设备用房(制冷站、泵房、变配电间)设置机械送、排风系统。

3.1.3 地下 1 层展厅、会议厅、商铺等设通风系统,选用多台(或双速)风机,空调季单台(或低速)运行,排风量为新风量的 90%,过渡季多台(或高

速)运行,以改善室内环境,减少空调系统运行时间,节约运行费用。

3.1.4 地上各展厅、会议厅、多功能厅等空调季利用新风换气机通风;过渡季设置排风系统,选用多台(或双速)风机,根据需要选择运行方式。

3.1.5 影院放映室、观众厅设机械通风系统。

3.1.6 技术用房设置了满足工艺需要的通风换气系统。

3.1.7 卫生间设机械排风系统。

3.1.8 博物馆 2~4 层展厅及 5 层书画库、纤维库等设有气体消防的场所,均设全面排风系统。

3.2 防排烟系统设计

根据《高层民用建筑设计防火规范》的要求,在下列部位设防排烟设施。

3.2.1 不具备自然排烟条件的各防烟楼梯间、消防电梯前室或合用前室分别设置正压送风系统,其中防烟楼梯间隔一层设一个常开风口;前室或合用前室每层设一个常闭风口,火灾时,消防中心控制开启着火层及其相邻两层风口送风。

3.2.2 各层长度超过 20 m 且无直接自然通风的内走道和长度超过 60 m 的内走道均设机械排烟系统,火灾时按防烟分区进行排烟。

3.2.3 1~4 层各展厅利用平时排风系统兼作火灾时的排烟系统。平时排风风机运行,火灾时排烟风机运行,各层均为镂空吊顶,净高大于 6 m,不设防烟分区。

3.2.4 地下 1 层各展厅、会议厅、商铺等利用平时排风系统兼作火灾时的排烟系统。火灾时风机高速运行(或排烟风机运行),其吊顶为密闭吊顶,净高小于 6 m,按防烟分区进行排烟。

3.2.5 地下车库利用平时排风系统兼作火灾时的排烟系统。平时各排风口(排风兼排烟口)常开、专用排烟支管上的排烟阀常闭,着火时由消防中心控制关闭平时排风口、开启着火防烟分区内的排烟阀,按防烟分区进行排烟。

3.2.6 5 层不具备自然排烟条件、面积大于 100 m²、且经常有人停留的房间设机械排风兼排烟系统,平时通风换气,火灾时按防火(防烟)分区进行排烟。

3.2.7 公共门厅高度超过 12 m,体积小于 17 000 m³,上部设排烟风机排烟;3 个自动扶梯区域高度超过 12 m,体积小于 17 000 m³,上部分别设排烟风机排烟。

3.2.8 影院放映室、观众厅的闷顶等设机械通风系统兼作闷顶的排烟系统。

4 自动控制

4.1 空调系统采用集散型控制系统,由中央管理计算机、通讯网络、带网络接口的温(湿)度控制器、各种传感器、电动执行机构组成。由中央管理计算机实现对各机房内温(湿)度控制器的监测及控制指令设定,温(湿)度控制器完成现场的温(湿)度控制。

4.2 水冷螺杆式冷水机组按设定的程序指令进行启动,第一台机组投入运行后,根据负荷计算器的计算结果控制其他机组的启停。每台机组的投入与退出均由冷水机组机载电脑指挥。机组的自动控制系统及故障报警系统均为机组自带,事故停机时应能关闭该系统进行检修,并在确保正常后再编入运行序列投入运行。

4.3 水冷螺杆式冷水机组的启停控制程序开机时为冷却塔风机→冷却水泵→冷水泵→水冷螺杆式冷水机组。停机时与此相反。

4.4 换热机组二次水供水总管上设有感温装置,经温控器控制蒸汽管上的两通电动阀开关,保持二次水供水温度的稳定。

4.5 空调系统供回水总管间设有电动两通调节阀,根据系统压差变化,夏季控制旁通阀的开启度,冬季控制循环水泵变频运行,以保证系统的压力稳定及恒定冷水机组的流量。

4.6 柜式、吊顶式空调器的回风总管上设有温度传感器,经温控器控制其回水管上的动态平衡电动两通调节阀,自动调节水量,以保持室内温度的稳定。电动调节阀与风机联锁。冬夏工况自动转换。

4.7 新风机的主送风管上设有温度传感器,经温控器控制回水管上的动态平衡电动两通调节阀,自动调节水量,以保持送风温度的稳定。电动调节阀与风机联锁。冬夏工况自动转换。

4.8 新风机、柜式空调器、吊顶式空调器的新风进风管上设电动保温风阀并与风机联锁,防止冬季盘管冻裂,同时在空调房间预热(冷)时也可控制新风阀关闭。

4.9 风机盘管除带有三挡调速开关外还设有温度控制,由设在室内的温控器控制其回水管上的动态平衡电动两通阀开关,以保持室温稳定。电动阀与风机联锁。冬夏工况自动转换。

(下转第 29 页)

求。乒乓球、羽毛球比赛时对风速有严格要求,乒乓球比赛时要求距地 3 m 以下气流速度小于 0.2 m/s,羽毛球比赛时要求距地 9 m 以下气流速度小于 0.2 m/s,气流组织要合理。本工程在比赛大厅的四角布置了 4 个空调机房,每个空调机房内安装 1 台风量 35 000 m³/h、制冷量 370 kW 的立柜式空调机组。比赛大厅观众席采用全空气低风速送风系统,风管布置见图 4。活动座椅和比赛场内采用电动球形喷口侧送风,活动座椅部分设计为近程喷口,比赛区部分设计为远程喷口。电动球形喷口有两种控制角度,夏季为 0°,冬季为 -15°。夏季送风温度为 17 °C,冬季送风温度为 25 °C,送风量均为 140 000 m³/h。通过控制风口的风速和角度来满足气流组织的要求。比赛区的远程喷口设计有电

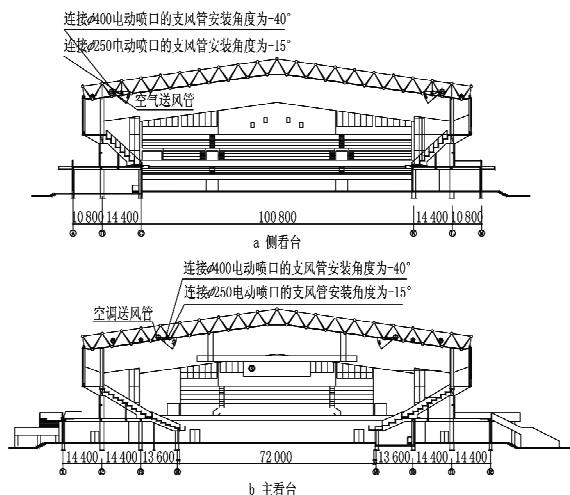


图 4 网架风管布置图

(上接第 32 页)

4.10 冬季低温地板辐射供暖系统运行时,在室内典型地点设置温度传感器,通过弱电信号线传送信号,控制地暖分配器上恒温阀开关,以保持室温稳定。

4.11 在各空调系统的室内典型地点设置湿度传感器,控制空调器内的蒸汽加湿器,使室内湿度控制在一定的范围内。

4.12 空调系统对下列参数进行监测:1) 冷水机组、换热机组、板式换热器的供回水温度、压力;2) 空调系统的供回水总管温度及压力;3) 空调回水总管流量;4) 供回水总管间压差;5) 各环路回水温度及流量;6) 室外空气温湿度;7) 空调器回风温度;8) 新风机组送风温度;9) 各过滤器的压差;10) 水泵进出口压力;11) 循环水泵、冷水机组及

动风阀,当进行小球比赛时,为保证比赛场地的风速小于 0.2 m/s,可电动关闭远程喷口的风阀。固定座椅采用旋流风口下送方式,风口尺寸和风口之间的间距要根据送风量、送风角度和送风距离通过详细计算来确定;主看台每个穿网架的水平送风支管上均设计有电动风阀,当平时观众不多或冬季室内温度高时可电动关闭风阀,调节比较灵活方便。比赛大厅的回风设计为机房集中回风方式。

3.2 大厅内排风系统

在比赛大厅网架上部设有 8 台轴流排风机,每边看台设置 2 台,每台排风量为 5 800 m³/h(排风量按空调新风量的 85%~90% 计算)。排风机运行台数可根据室内观众人数来灵活控制。过渡季可以关闭比赛大厅回风口处的防火阀,调节新风阀至最大开度,开启立柜式空调机组对比赛大厅进行通风换气。

4 空调运行情况

本工程 2004 年 12 月竣工。投入使用以来,体育馆举办过多次比赛及大型文体活动,空调运行效果满足使用要求,室内热舒适性良好。

参考文献:

- [1] 邹月琴. 体育馆建筑空调设计[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1991
- [2] 马晓钧,赵彬,李先庭,等. 体育馆计算上座率的确定及其对空调系统的影响[J]. 暖通空调,2001,31(6)
- [3] 甄华斌,范新,徐继军,等. 东营市某办公楼水源热泵空调系统冷冻站设计[J]. 暖通空调,2001,31(3)

其电动阀门等设备的启停状态;12) 系统最大静压;13) 蓄冰槽液位。

4.13 报警:1) 冷水机组、水泵、空调风机、通风机事故报警;2) 空调系统供回水总管间压差过高报警;3) 系统静压过高、过低报警。

5 结语

本工程 2008 年 9 月竣工,10 月 1 日开始试运行,效果良好,基本达到设计要求。

参考文献:

- [1] 钱以明. 高层建筑空调与节能[M]. 上海:同济大学出版社,1990
- [2] 电子工业部第十设计研究院. 空气调节设计手册[M]. 2 版. 北京:中国建筑工业出版社,1995
- [3] 郝庆,张子平,穆丽慧. 一次泵变流量系统的设计[J]. 制冷与空调,2007,12(6):47-51