

北京延庆文化中心空调设计

中国建筑设计研究院 李冬冬[☆] 蔡 玲

摘要 北京延庆文化中心集多项功能于一体,包括档案馆、图书馆、剧场、文化馆和新华书店、博物馆等子项。简要介绍了中心的空调设计,其中包括空调冷热源、水系统、风系统、供暖系统、气流组织、防排烟系统和 DDC 自动控制系统。重点介绍了影剧院观众厅、舞台和博物馆陈列厅、文物库房的通风及空调系统设计。

关键词 影剧院 博物馆 水源热泵 空调系统

Air conditioning design for Yanqing Cultural Center

By Li Dongdong[★] and Cai Ling

Abstract This is a multifunctional project, which consists of the archive building, library, theater, cultural building, bookstore and museum. Outlines the general situation of the project, the design of cold and heat sources, water system, air system, heating system, air distribution, smoke control and extraction system and direct digital control system. Emphasizes the ventilating and air conditioning system design for the audience hall and stage of theater, exhibition hall and cultural relic storeroom of the museum.

Keywords theater, museum, water-source heat pump, air conditioning system

★ China Architecture Design & Research Group, Beijing, China

①



李冬冬

代表工程:

首都博物馆(新馆)

金融街 B7 大厦

富华金宝中心

天元港国际中心

国典大厦



图 1 北京延庆文化中心效果图

1 工程概况

延庆文化中心(见图 1)位于北京市延庆县中心区,西临妫水北街和延庆一中,东临尚书苑小区,建筑用地呈南北向狭长形。工程性质为大型综合性文化建筑,集多项功能于一体,自北向南依次为档案馆、图书馆、剧场、文化馆、新华书店、博物馆等子项。地上 1~4 层为公共空间和业务用房,地下 1 层为设备机房和车库、库房等。总建筑面积 29 999 m²。该工程设计时间为 2006 年 3 月,竣工时间为 2007 年 10 月。

2 设计参数及空调负荷

2.1 空调房间设计参数(见表 1)

2.2 空调负荷(见表 2)

2.3 非空调房间换气次数(见表 3)

①[☆] 李冬冬,女,1980 年 1 月生,大学,学士,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) 68302664
E-mail: lidd@cadg.cn
收稿日期:2007-03-20

表 1 空调房间设计参数

	夏季		冬季		新风量/(m ³ / (人·h))	排风量
	温度/℃	相对湿度/%	温度/℃	相对湿度/%		
办公室	25	60	20	40	30	70%新风量
会议室	25	65	20	40	30	70%新风量
报告厅	25	65	20	40	30	
大厅	25	60	20	35	20	
展厅	25	65	20	40	30	
档案库房	24	55	20	50	(维持正压)	
书库	24	60	20	50	(维持正压)	
阅览室	25	65	20	40	30	70%新风量
观众厅	25	65	20	40	20	90%新风量
舞台	25	60	20	40	20	90%新风量
休息厅	25	65	20	40	20	70%新风量
教室、活动厅	25	60	20	40	30	
文物库房	25	50	20	50	(维持正压)	
书店营业厅	25	60	20	40	30	

表 2 空调负荷

	建筑面积/m ²	空调冷负荷/kW	空调热负荷/kW
档案馆	5 762	504	597
图书馆	5 598	678	746
剧场	2 988	365	363
文化馆	6 742	539	626
新华书店	2 752	332	395
博物馆	6 157	747	900
总计	29 999	3 165	3 627

表 3 非空调房间换气次数

	换气次数/h ⁻¹
档案库、文物库(平时)	1
档案库、文物库(气体灭火)	4
卫生间	10
冷热源机房	6
电缆夹层	2
水泵房	5
变配电室	10

3 空调水系统与冷热源

3.1 水系统

1) 空调水系统为两管制一次泵变流量系统。集中设置冷热源机房,为各子项提供空调冷热水。

2) 考虑到甲方以后可能的运行需要和末端设备的阻力特性,空调冷、热水系统分为风机盘管水环路和空调机组水环路。

3) 冬夏空调冷热水的切换在设于各子项地下室的热表间内的分水器和集水器处手动实现。

4) 按照《公共建筑节能设计标准》(DBJ 01-621—2005)规定,在各子项冷热源入口处设置冷、热量计量装置以便于日后运行管理。

3.2 冷热源

本工程位于延庆县奶水河北侧,地下水条件较好,可进行抽水和回灌,为实现环保节能的目的,采用水源热泵机组作为冷热源。

考虑工程的使用性质,使用时间集中且大部分在日间,配合采用蓄冰技术,以达到削减电力高峰时段用电负荷,节约运行费用,以谷补峰减小机组装机容量的目的。根据冬季热负荷配置 4 台水源热泵机组。夏季 2 台机组长期运行以满足基础负荷需求,另 2 台机组为三工况水源热泵机组,在夏季夜间电力低谷时段向蓄冰设备蓄冷,在日间电力高峰时段释放冷量,4 台水源热泵机组联合向空调系统供冷,以满足系统夏季冷负荷的需要。蓄冰采用串联系统,制冷机位于蓄冰槽上游的形式,以利于制冷机的高效率与节电运行。空调冷热源系统见图 2。

空调冷热源机房设在剧场(位置居中以便于管路水力平衡)地下 1 层,空调冷水供/回水温度为 7

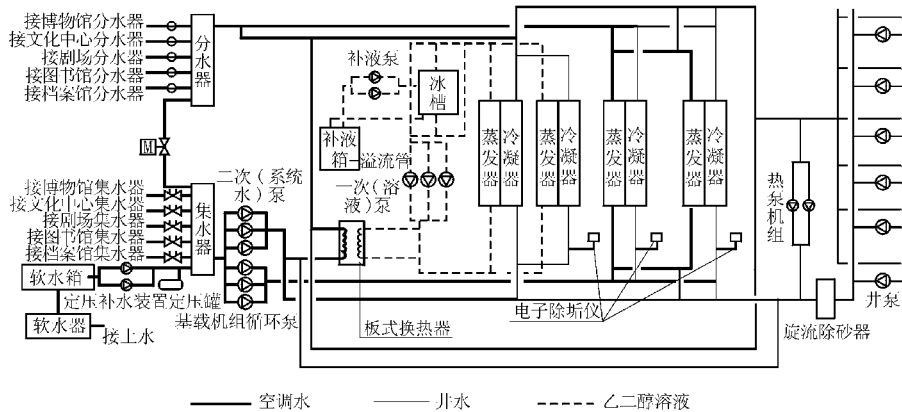


图 2 空调冷热源系统

℃/12℃,热水供/回水温度为 50℃/45℃。

4 空调风系统

1) 空调系统为集中空调系统。在变配电室、电梯机房、消防控制中心等需要 24 h 不间断使用的房间,设置风冷分体热泵空调机组。档案馆珍贵档案特藏室、博物馆贵重文物库设置带电加热恒温恒湿精密空调以满足工艺要求。

2) 办公室、值班室、化妆室、琴房等开间小,使用灵活的房间采用风机盘管加新风空调系统。

3) 展厅、报告厅、阅览室、外借处、活动厅、休息厅、观众厅、舞台、书店营业厅等大空间房间采用全空气低速空调系统。采用双风机变新风比以保证过渡季尽可能采用全新风节能运行。其中展厅、活动厅、休息厅、书店营业厅、报告厅等高大空间还单独设置低温辐射地板供暖系统,以保证冬季的舒适度。档案库房采用全空气低速空调系统。

4) 冬季采用湿膜加湿器加湿。

5 机械通风系统

1) 卫生间、库房设置集中排风系统。卫生间排风尽可能采用竖向系统,各卫生间设排气扇,屋面设屋顶风机,风机与各排气扇连锁控制。

2) 设置风机盘管加新风系统,且新风量较大的区域设置相应的机械排风系统,以保证室内正压值维持在 5~10 Pa 左右。

3) 档案馆中档案库房、博物馆中文物库房等设置气体灭火的区域设置相应的排风系统,换气次数为 4 h⁻¹。

4) 本工程属寒冷地区公共建筑,对经常开启且不设门斗的外门设置电热空气幕。

5) 地下 1 层车库采用诱导风机进行有组织通风,火灾时采用自然排烟。

6 供暖系统

为保证室内舒适度,展厅、活动厅、休息厅、书店营业厅、报告厅等高大空间区域采用地板辐射供暖系统,供暖热负荷指标为 60 W/m²。供回水温度为 50℃/45℃,由水源热泵机组供给。

7 防排烟系统

送风机出口、排风机入口、水平管道与竖直管道连接处及穿越防火分区的风管处设置风道防火阀。普通空调通风系统的防火阀动作温度为 70℃,排烟系统风道上的防火阀动作温度为 280

℃。防火阀与风机连锁,一旦防火阀动作,风机停止运行。

8 自动控制

1) 采用 DDC 系统进行控制,该系统由中央电脑及其终端设备加上若干现场控制分站相应的传感器、执行器等组成。控制系统的软件功能应包括(但不局限于):最优化启停、PID 及自适应控制、时间通道、设备群控、动态图显示、能耗统计和分析、各分站的协调联络以及独立控制、报警及打印等。

2) 除卫生间的吊顶排风扇、各房间风机盘管、分体空调机组等就地使用的小型空调通风设备外,其他空调设备及控制元件均由 DDC 系统进行控制。

3) 水源热泵机组、冷热水泵等进行电气连锁。

4) 空调供、回水系统采用压差控制。

5) 水源热泵机组根据冷热负荷进行台数控制。

6) 变新风空调机组采用焓值控制。

7) 全空气系统控制室内(或回风)温、湿度,新风系统控制送风温度和典型房间的相对湿度(无加湿设备的新风机组不控制相对湿度)。

8) 空调及新风机组新风入口上设有与风机连锁的电动风阀,以防止表冷器盘管结冰。

9) 部分排风机与相应的补风机或新风机进行连锁控制,以保持室内风平衡。

10) 卫生间排风扇与屋顶风机连锁,任一排风扇工作时风机启动,全部排风扇关闭时风机停止。

11) 风机盘管由室温控制器和三速开关控制,并在水路上设电动两通阀,根据室内温度控制两通阀(不进入 DDC 系统)。

12) 所有纳入 DDC 系统的受控设备均能够进行远距离启停和就地启停控制,当采用就地启停方式时,远距离不能控制。

9 影剧院及博物馆的空调设计

9.1 影剧院

9.1.1 空调风系统

1) 观众厅空调系统

本工程是一个小型剧场,观众厅仅有 300 个座位,不分楼座与池座,观众厅吊顶距座椅的垂直距离为 6.7~8.3 m,所以空调系统较为简单。设置 1 台空调机组,空调机房位于屋顶。采用全

空气低速空调系统并设双风机,这样既能维持固定的室内正压,又能使全年新风按需调节,以便于在过渡季采用全新风节能运行。系统总送风量为 $13\,800\text{ m}^3/\text{h}$,其中新风量为 $9\,380\text{ m}^3/\text{h}$,观众厅空调区域平均风速为 0.3 m/s 。送风方式采用旋流风口顶送风,回风由观众厅底部集中回风。

2) 舞台空调系统

舞台空调系统的特点是空间高大、幕布重叠、布景多变、有多层工作天桥,且舞台与观众厅直接连接,空调系统送风既要送至舞台,又不允许吹动幕布及布景。根据这些特点,舞台空调系统风管通常布置在舞台的两侧和后侧,不能影响舞台的工艺要求。

舞台空调除满足室内温湿度要求外,应保持与观众厅的压力平衡,因此为舞台单独设置了 1 台空调机组,机房同样位于屋顶,以便调节压力,避免在大幕界面上形成侧压,甚至影响大幕的启闭。采用全空气低速空调系统并设双风机,空调系统总风量为 $30\,000\text{ m}^3/\text{h}$,新风量为 $3\,000\text{ m}^3/\text{h}$ 。空调送风管布置在舞台第 1 层天桥两侧及后侧下面隐蔽处,采用百叶风口下送及侧送,由侧台底部集中回风,送风口风速为 1.3 m/s 。由于本工程舞台后侧墙面高度大,大部分与室外空气接触,冬季易造成下降气流侵入观众席,影响前排座椅的舒适性。故在舞台后部沿外墙处落地设置了 7 台风机盘管,有效地抵消了下降气流。

3) 休息厅空调系统

休息厅采用全空气双风机空调系统,采用上送上回的空调方式。由于层高较大,为了提高冬季室内的舒适度,采用低温地板辐射供暖系统。

9.1.2 通风系统

1) 观众厅空调回风机风量为 $12\,420\text{ m}^3/\text{h}$,可以有效地控制新风量略大于排风量,形成微正压。同时在观众厅顶部设置面光排风,在耳光室设置机械排风,考虑到延庆冬季气温较低,故冬季空调运行时面光排风及耳光排风尽量不开启。

2) 舞台空调回风机风量为 $27\,000\text{ m}^3/\text{h}$,同时舞台顶部设置排风机,用以排除舞台顶部灯光发热量。观众厅及舞台送排风剖面见图 3。

3) 放映室设机械排风系统。

9.1.3 防排烟系统

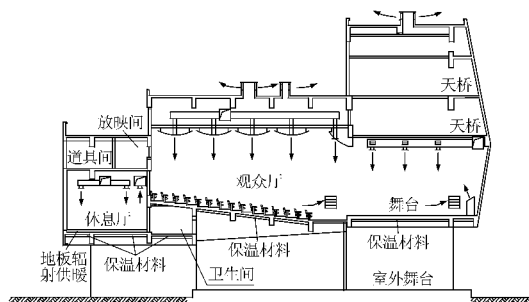


图 3 观众厅及舞台送排风剖面图

观众厅及舞台均设置机械排烟系统。

9.2 博物馆

9.2.1 陈列厅

1) 共有 4 个陈列厅,面积在 $370\sim 640\text{ m}^2$ 之间。根据负荷大小设置 1~2 台空调机组,风量在 $13\,000\sim 22\,000\text{ m}^3/\text{h}$ 之间,采用全空气低速空调系统并设置回风机,过渡季改变新风比以保证尽可能采用全新风节能运行。空调机组置于空调机房,为消除空调机组噪声和振动的影响,贴临陈列厅的空调机房,除机组设置必要的隔声减振措施外,机房采用双层隔墙。

2) 陈列厅层高 5 m 左右,气流组织采用百叶风口下送,上部集中回风。大件石刻厅层高 10.8 m,采用百叶风口侧送侧回,风口底距地 3.9 m,为保证冬季室内舒适度,同时设置低温地板辐射供暖系统。

3) 按展柜面积为陈列厅面积的 20% 预留展柜空调的电量。

9.2.2 文物库房

1) 地下室设置文物库房,分别为暂存库、贵重文物库、金属文物库、陶瓷文物库、纸质文物库、木质文物库,有较高的温湿度要求。由于库房面积较小(70 m^2 左右)、负荷不大,且要求 24 h 保证温湿度要求,每个库房均设置独立的带电加热的恒温恒湿分体空调,且置于专门的空调机房内。

2) 设置单独新风系统,为保证室内正压,走廊设置集中排风系统,排风量为新风量的 70%。

3) 文物库房消防采用气体灭火,设置相应的排风系统,换气次数为 4 h^{-1} ,排风口设于库房底部。

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