

东营会展中心空调设计

中国建筑设计研究院 李京沙[☆] 戴宏亮

摘要 展览中心为屋面膜结构的高大空间,夏季因上部空间冷负荷很大,采用分层空调系统,人员活动区域采用全空气低风速空调系统,两侧喷口送风,下侧回风,上部空间设置机械通风系统。会议中心的大空间采用双风机全空气低风速空调系统,办公区采用风机盘管加新风系统。水系统采用两管制、一次泵变流量系统。冷热源采用地源热泵加冰蓄冷系统。

关键词 膜结构 高大空间 分层空调 地源热泵 冰蓄冷

Air conditioning system design for Dongying Meeting and Exhibition Center

By Li Jingsha[★] and Dai Hongliang

Abstract The exhibition center is a large space building with the roof of membrane structure. For the large cooling load in the upper part in summer, the stratificated air conditioning system is adopted. The occupant zone is served by an all-air low-velocity system and air is supplied by nozzle outlets in two opposite side walls and returned from the downside. A mechanical ventilation system is designed in the upper space. The large space in the meeting center is served by a double-fan all-air low-velocity system and the office zone a fan-coil unit plus fresh air system. The water system is of two-pipe with variable flow primary pumps. The cold and heat sources are ground-source heat pump plus ice storage system.

Keywords membrane structure, large space, stratificated air conditioning, ground-source heat pump, ice storage

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



李京沙

代表工程:

宁波国际会展中心

外国专家公寓

中软昌平科技园 1 号 2

号研发楼

北京市人民检察院办公楼

北京大学留学生公寓



图 1 东营会展中心建筑外形

1 工程概况

东营会展中心(建筑外形如图 1 所示)位于东营市东、西城之间,总建筑面积为 36 000 m²,分为会议中心和展览中心两部分。其中展览中心建筑面积为 25 800 m²,展厅局部 2 层,展厅桁架最大距地高度约为 22 m,在 1 层还有前厅及洽谈休息区;会议中心建筑面积约为 8 500 m²,设有办公室、会议室、餐厅,局部 3 层,建筑高度为 22 m。本工程的设计完成时间为 2006 年 5 月,目前尚未竣工。

2 空调冷热源

2.1 空调负荷

夏季空调系统设计总冷负荷为 5 806 kW,其中展览中心空调冷负荷为 4 853 kW(含前厅),空调冷负荷指标为

①[☆] 李京沙,女,1970 年 6 月生,大学,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) 68302663
E-mail: lij@s@cadg.cn
收稿日期:2007-03-20
修回日期:2007-04-17

188 W/m²;会议中心空调冷负荷为 953 kW,空调冷负荷指标为 112 W/m²。

冬季空调系统设计总热负荷为 4 418 kW,其中展览中心空调热负荷为 3 518 kW,空调热负荷指标为 136 W/m²;会议中心空调热负荷为 900 kW,空调热负荷指标为 106 W/m²。

2.2 冷、热源系统设置

本工程甲方提供的能源状况为:1) 3 年内城市无热网延伸过来;2) 周边无天然气管网;3) 无柴油、轻油等油源。根据上述条件,设计院、甲方和当地专家多方协商,空调冷、热源系统采用地源热泵加冰蓄冷系统。

共设置 3 台螺杆式三工况水源热泵机组,单台机组制冷量为 1 185 kW,制冷工况冷水供回水温度为 5.5 °C/10.2 °C;制热量为 1 600 kW,制热工况供回水温度为 50

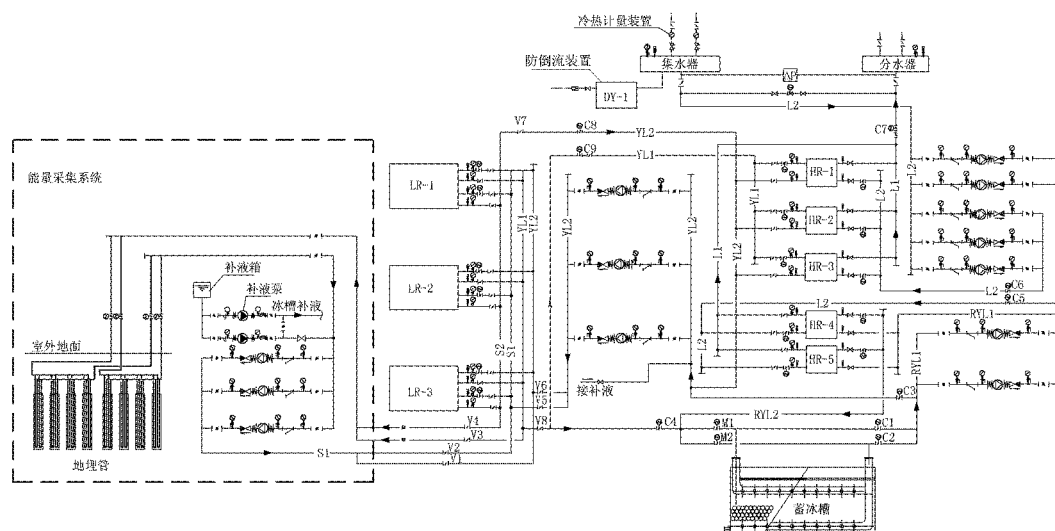
°C/43.6 °C;制冰工况的制冷量为 819 kW,冷冻液供回水温度为 -5.8 °C/-2.5 °C。

夏季夜间空调设备停止运行时,3 台三工况机组同时进入制冰工况运行,运行时间为 8 h。白天空调冷负荷达到设计额定值时,3 台机组按制冷工况运行,蓄冰槽融冰系统和冷水机组并联运行。蓄冰设备按照高效蓄冰球系统设置,总蓄冰球体积为 316 m³。蓄冰设备提供的最大冷量为 16 486 kWh。

空调冷热水均经过板式换热器后供空调系统使用,空调冷水供回水温度为 7 °C/12 °C,空调热水供回水温度为 45 °C/37 °C。

地源热泵系统室外管道均埋于地下 1.5 m 深以下,打孔深度为 100 m。地埋管采用双 U 形管技术和 PE 塑料管材。

冷热站空调水系统原理图见图 2。



口设在距地 4.5 m 处,两侧喷口送风,回风口设于机房侧墙下部;上部空间设置了机械通风系统,送风口设置于主展厅北侧设备用房顶部(距地 6 m 处),排风口设于展厅顶部桁架内,换气次数为 1 h^{-1} 。局部 2 层小展厅下部空间空调送风口设在距 2 层地面 6 m 处,两侧双层百叶风口侧送风,回风口设于 2 层机房侧墙下部;上部空间设置了独立的机械通风系统,送风口设置于 2 层空调机房顶部(距 2 层地面 12 m 处),排风口设于展厅顶部桁架内,换气次数为 1.5 h^{-1} 。展厅夏季空调系统负荷分析结果见表 1。

表 1 展厅夏季空调系统负荷分析

	主展厅	小展厅
空调区负荷/kW	941	457
非空调区负荷/kW	892	706
非空调区向空调区辐射形成的冷负荷/kW	386	250
非空调区向空调区对流形成的冷负荷/kW	25	40
分层空调系统负荷/kW	1 352	747
节能率/%	26.2	35
室内冷负荷指标(不含新风)/(W/m ²)	135.2	125
冷负荷指标(含新风)/(W/m ²)	202	200

冬季展厅机械通风系统停止工作,根据人员活动区的温、湿度要求由空调系统向室内送热风。

3.1.2 会议中心

会议中心餐厅、多功能厅及大会议厅等大空间设置了双风机全空气低风速空调系统,办公区设置了风机盘管加新风系统。

3.2 空调风系统控制

展厅内设置了 CO₂ 浓度探测仪器,根据室内 CO₂ 浓度控制冬、夏季新回风阀门的开度比例;过渡季节充分利用室外天然冷源,根据室内外空气比焓控制新、回风量比例,根据室内典型区域的正压传感器控制屋面排风机的启停台数。

会议中心设置的双风机全空气低风速空调系统,在过渡季节进行空气比焓控制。

4 空调水系统

4.1 通过设在制冷机房的冬、夏季转换阀,实现夏季送冷水,冬季送热水。空调冷热水通过直埋管道从动力中心送至展览中心和会议中心。水系统供回水总管上设置压差旁通阀。

4.2 空调水系统按一次泵两管制系统设计,变流量运行。空调水管在展览中心及会议中心空调机房内分为空调机组和风机盘管两路。

5 防排烟系统

该建筑属高大空间特殊建筑,目前现行的消防规范均不能完全适用,防排烟系统设计由当地消防部门组织专家组进行消防性能化评审后确定。会议中心无防排烟系统。

5.1 展厅排烟系统

展厅按一个防火分区考虑,中间不再划分防烟分区,设置了机械排烟系统,排烟量按照大空间 4 h^{-1} 换气次数计算。

5.2 展厅前厅的排烟系统

前厅按 2000 m^2 一个防火分区划分,同时按 500 m^2 一个防烟分区划分,设置了机械排烟系统,排烟量按 $60 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 计算。

6 节能

6.1 按照《公共建筑节能设计标准》(GB 50189—2005),本工程围护结构热工计算参数如下。

1) 外墙 1:100 mm 厚保温夹芯钢板,传热系数 $K=0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;

2) 外墙 2:300 mm 厚陶粒混凝土墙,外保温为 50 mm 厚聚苯板,总传热系数 $K=0.59 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;

3) 屋面 1:外层 PVC 膜+内层双层中空阳光板,总传热系数 $K=1.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$,双层中空阳光板的遮阳系数 $S_c \leq 0.1$;

4) 屋面 2:120 mm 厚楼板+80 mm 厚聚苯板保温层,总传热系数 $K=0.55 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;

5) 外窗 1:双层中空镀膜玻璃,传热系数 $K=2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, $S_c \leq 0.5$ (北向除外);

6) 外窗 2:双层中空阳光板,传热系数 $K=2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, $S_c \leq 0.5$ (北向除外);

7) 单一朝向窗墙面积比 ≤ 0.7 ;

8) 由于展厅屋面透明部分面积超过屋顶总面积的 20%,委托清华大学作了围护结构热工性能的权衡判断分析,结论是本工程全年空调能耗小于参照建筑全年空调能耗,围护结构总体热工性能符合《公共建筑节能设计标准》的要求。

6.2 夏季空调系统设计为分层系统,仅满足人员活动区的温湿度要求,非人员活动区的温湿度不保证,节约了冷量,降低了主机能耗。

6.3 过渡季节通过空气比焓控制,充分利用了室外新风降温,减少了能耗。

7 结语

东营会展中心是笔者所在单位设计的第一个屋面膜结构会展中心,夏季按设计工况计算,通过屋面膜结构传热引起的空调冷负荷占室内总负荷的 50%,夏季设计分层空调系统节能效果较显著。

目前国内会展建筑的消防系统(含防排烟系统)的设计没有明确的规范可执行,一般消防局会主持召开消防性能化设计专家评审会,设计方案需经过专项论证后,审批通过。

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