

NUANTONG KONGTIAO GONGCHENG YOUXIU SHEJI TUJI

# 暖通空调工程

## 优秀设计图集 ③

● 中国建筑学会暖通空调分会 主编

# 暖通空调工程优秀设计图集

③

中国建筑学会暖通空调分会 主编

中国建筑工业出版社

**图书在版编目 (CIP) 数据**

暖通空调工程优秀设计图集③/中国建筑学会暖通空调分会主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2012. 2  
ISBN 978-7-112-13844-9

I. ①暖… II. ①中… III. ①房屋建筑设备: 采暖设备-建筑设计-中国-图集②房屋建筑设备: 通风设备-建筑设计-中国-图集③房屋建筑设备: 空气调节设备-建筑设计-中国-图集 IV. ①TU83-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 271756 号

责任编辑: 姚荣华 张文胜

责任设计: 赵明霞

责任校对: 刘梦然 关 健

**暖通空调工程优秀设计图集**

③

中国建筑学会暖通空调分会 主编

\*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京凌奇印刷有限责任公司印刷

\*

开本: 880×1230 毫米 1/16 印张: 23 $\frac{3}{4}$  字数: 815 千字

2012 年 3 月第一版 2012 年 3 月第一次印刷

定价: 66.00 元 (含光盘)

ISBN 978-7-112-13844-9

(21616)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

## 前 言

随着人民生活水平的提高,我国建筑能耗总量逐年上升,已达到能源总耗电量的30%左右,其中暖通空调能耗约占建筑能耗的55%,面对日趋强化的资源环境约束,“十二五”期间,国家再次将绿色发展、建设资源节约型、环境友好型社会提到重要日程。以节能减排为重点,增强可持续建筑发展能力已成为当今暖通空调工作者不懈追求的目标,近年来,不断涌现出以实现建筑节能为目标的优秀设计人员,使低碳节能建筑满足人们对室内环境的要求,实现节能减排的目标。

暖通空调优秀设计奖是中国建筑学会继“梁思成建筑奖”、“优秀建筑结构奖”之后批准设立的又一项工程设计奖,是我国暖通空调设计领域的最高荣誉奖,每两年一届。自2006年该奖项设立以来,暖通空调分会已承办了三届暖通空调优秀设计奖的评选工作,相继出版发行了《暖通空调工程优秀设计图集①》、《暖通空调工程优秀设计图集②》,内容包括工程的概况、设计参数、设计特点、空调冷热源设计及主要设备选型、区间通风系统设计、防排烟系统设计、系统智能控制等,对于暖通空调从业人员具有重要的指导作用和参考价值。

2010年3月,在全国各设计单位、省地方学会和两委会理事委员的大力支持下,第三届暖通空调优秀设计奖共收到参赛作品57项,其中华北区28项、华东区13项、中南区12项、西南区4项。2010年8月召开了评审会,来自全国暖通空调学会的15位分别从事设计、研究、教学的资深专家担当评委,代表了地区性、专业性和权威性。经过预评、初评、专业组提议、无记名投票表决和中国建筑学会审查等一系列严格程序后,评选出一等奖8项、二等奖17项、三等奖29项。2010年11月在杭州召开的第十七届全国暖通空调制冷学术年会上举行了颁奖仪式。

在获奖设计人员和学会秘书处的共同努力下,《暖通空调工程优秀设计图集③》的文稿于2011年9月底完成并正式交中国建筑工业出版社出版,面向全国发行。希望本图集会继续对广大暖通空调设计人员有所参考和帮助。但需注意的是,暖通空调工程设计是一项涉及面广、影响因素多的复杂技术工作,因此在参阅本图集时必须具体情况具体分析。此外,因本图集获奖工程项目的完成时间前后不一,其参考的相关标准规范均有不同程度修订,亦应给予注意。



2011年9月

# 目 录

常州体育会展中心游泳跳水馆暖通设计 .....	1
广东科学中心空调设计 .....	7
济南卷烟厂联合工房 .....	14
江苏广电城 .....	21
南京工程学院图书信息中心空调工程 .....	29
浦东国际机场扩建工程 T2 航站楼 .....	38
深圳创意产业园（二期）3 号厂房改造 .....	47
国家游泳中心（水立方）设计 .....	53
北京地铁四号线工程 .....	62
北京地铁十号线一期工程 .....	70
北京市轨道交通路网管理服务中心工程 .....	79
长海医院门急诊大楼 .....	85
国际港务大楼 .....	90
国家环保总局履约中心业务用房 .....	95
国家图书馆二期工程暨国家数字图书馆工程 .....	103
广州大学城区域供冷站第三冷冻站 .....	113
黄河小浪底水电站地下厂房通风空调系统设计 .....	119
湖南省出入境检验检疫局综合实验楼 .....	129
河北省疾病预防控制中心综合实验楼 .....	136
解放军总医院外科大楼 .....	142
美邦亚联广场 .....	151
南京会展中心 .....	158
苏丹 3/7 区 PDOC 石油公司总部办公大楼工程 .....	167
东直门交通枢纽（暨东华国际广场商务区） .....	172
中国农业科学院农产品质量标准与检测中心 .....	180
安捷伦科技研发中心 .....	190
北京空港配餐有限公司 2 号配餐楼工程 .....	197
北京顺鑫农业股份有限公司农产品绿色物流 .....	203
北京市公安交通管理局奥运交通指挥中心 .....	210
百仕达东郡广场 .....	214
成都市文化宫新建工程办公文体中心及电影城暖通设计 .....	219
大连重工起重集团有限公司曲轴公司厂房 .....	226
高宝金融大厦 .....	232
华东汽车城 .....	237
海银国际大厦 .....	242
济南奥体中心能源中心 .....	247
济南体育中心——体育场 .....	255
嘉润园国际社区 A 地块、酒店综合体 .....	261
南开大学生物实验站 .....	267
宁波会展中心区进出口展览展示大楼 .....	272

侵华日军南京大屠杀遇难同胞纪念馆扩建工程 .....	281
四川省展览馆改造工程（四川省科技馆）暖通设计 .....	287
上海地铁一号线上海南站改建工程 .....	292
深圳东部华侨城茵特拉根酒店 .....	298
深圳益田假日广场 .....	303
SOHO 尚都（尚都国际中心二、三期） .....	310
天津公馆原生污水源热泵系统 .....	317
由由国际广场 .....	326
中国计量科学研究院实验基地光学热学楼 .....	333
中科院上海药物研究所——动物房子项目 .....	342
中山文化艺术中心 .....	349
郑州植物园展览温室 .....	355
363 医院建设工程暖通设计 .....	363
麒麟山庄配套工程 .....	368

## 常州体育会展中心游泳跳水馆暖通设计

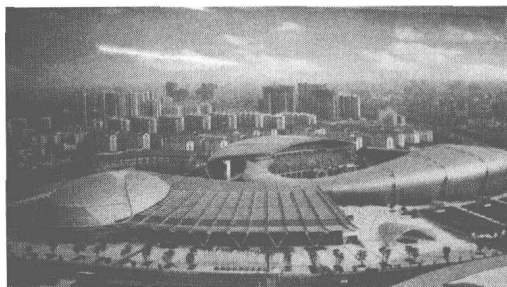


- 建设地点 常州市
- 设计时间 2006年1~6月
- 工程竣工日期 2008年10月
- 设计单位 中国建筑西南设计研究院有限公司  
[610042] 四川省成都市天府大道北段  
866号
- 主要设计人 熊小军 徐明 刘明非 辜兴军  
王泽宇 梁志孟
- 本文执笔 熊小军
- 获奖等级 第三届暖通空调工程优秀设计一等奖

熊小军 男, 1969年7月出生, 高级工程师。1991年毕业于上海同济大学采暖通风与空气调节专业, 获工学学士学位, 毕业分配至今在中国建筑西南设计研究院有限公司工作, 现任机电三所副总工程师, 主要代表作品: 重庆袁家岗奥林匹克体育中心游泳跳水馆及体育场、江苏镇江体育会展中心、巴基斯坦人马座、重庆财富中心、成都市第二人民医院、宋庆龄华西妇女儿童医院、钢城集团超高层办公楼等。

### 一、工程概况

常州体育会展中心游泳跳水馆位于常州市新北区中心位置, 东至新体育路, 南临城北干道, 北接三井河路, 西靠黄山路, 并与建设中的市民广场隔路相望。该工程包括体育会展馆、体育场及游泳跳水馆, 总建筑面积为 $160858\text{m}^2$ , 地上建筑面积 $128928\text{m}^2$ , 其中游泳馆内游泳、跳水比赛大厅为一个高大空间, 观众席2015座, 属于中型乙级场馆, 可举办地区性综合赛事和全国单项比赛, 游泳跳水馆与体育场“场馆合一”, 建筑功能之间相互融合、互换, 又相对独立。游泳馆地上共5层, 除比赛大厅外, 附设比赛功能用房(如新闻发布、裁判、检录、包厢、贵宾区、运动员区等)、训练池、训练房、管理办公、第三产业用房等, 兼顾比赛、训练及第三产业, 为以馆养馆创造条件。



### 二、工程设计特点

该工程设计具有鲜明的特点, 可概括为: (1) 游泳跳水馆集中空调冷源由设于体育会展馆地下室的区域冷源中心提供, 集中空调及地板辐射采暖、池水加热、淋浴的热源均由设于室外蒸汽锅炉房提供, 凝结水集中回收至锅炉房凝结水箱; (2) 集中空调系统设置自动控制及监控系统, 实现系统的节能; (3) 直流系统结合变频技术, 在满足室内空气参数使用要求的前提下, 解决了冬季围护结构结露的问题, 同时节约运行费用; (4) 比赛大厅设置机械排烟, 排烟系统与平时池厅上空排风系统合用风机及风口, 排烟时高速运行(平时与池厅新风系统连锁、变频变风量运行)。

由于常州为夏热冬冷地区, 冬季室外计算温度为 $-5^{\circ}\text{C}$ , 计算相对湿度为75%, 故冬季考虑新风防冻措施。除比赛大厅、训练池厅外, 其余区域的全空气系统的空调机组采用湿膜加湿方式。实践证明, 该工程暖通空调设计正确可靠, 为暖通空调设计技术的发展和创新的提供了宝贵的经验。

### 三、设计参数及空调冷热负荷

室外计算参数如表1所示。

室外计算参数

表 1

室外计算参数(常州地区)	夏季	冬季
大气压力	100.49kPa	102.59kPa
空调计算干球温度	34.6℃	-5℃
空调计算湿球温度	28.6℃	—
空调计算日平均温度	31.4℃	—
相对湿度	—	75%
平均风速	3.1m/s	3.1m/s

室内设计参数如表 2 所示。

室内设计参数

表 2

房间名称	室内温湿度参数				新风量 [m <sup>3</sup> /(h·p)]	噪声控制 标准 dB(A)
	夏季		冬季			
	温度(℃)	相对湿度(%)	温度(℃)	相对湿度(%)		
训练池厅	—	—	28~30	60~70	直流式	45
比赛大厅池厅	28~30	60~70	28~30	60~70	直流式	45
比赛大厅观众席	28	60	24	60	15	45
观众休息厅	27	60	18	>35	20	55
办公	25	60	20	>35	30	50
新闻发布	27	60	18	>35	20	45
检录厅	27	60	18	>35	20	50
健身、训练	27	60	20	>35	30	50
贵宾、裁判	25	60	20	>35	30	45
包厢	25	60	18	>35	30	50
VIP 休息区	26	60	20	>35	25	50
体育产业	27	60	18	>35	20	55
运动员休息	25	60	20	>35	30	50
运动员更衣	27	60	20	>35	30	50

空调冷热负荷：集中空调总冷负荷为 2317kW，空调总热负荷为 3150 kW，地板辐射采暖的总热负荷为 350 kW，其中平时用空调冷负荷为 1585 kW，空调热负荷为 1561 kW，地板采暖最大耗蒸汽量为 598kg/h。

#### 四、空调冷热源设计及主要设备选择

该工程的空调冷热源由位于会展中心的区域冷冻站提供（其中热源由设于火炬塔地下室蒸汽锅炉提供蒸汽，冷冻站集中设置换热器提供热水）。空调冷冻水的供/回水温度为 7/12℃，空调热水的供/回水温度为 60/50℃。

低温地板辐射采暖的热源由设于火炬观光塔地下室的蒸汽锅炉提供 0.8MPa 的饱和蒸汽，减压至 0.4MPa 后换热提供，辐射采暖系统的供/回水温度为 50/44℃。

该工程的空调循环泵（一次泵、二次泵）、系统定压、补水由位于会展中心的区域冷冻站解决，空调水由区域冷冻站提供一支水环路，于 0.000 标高层分集配站内按平时、比赛不同使用时间及区域分设不同水环路供给相应区域。空调水系统采用双管制异程式变流量系统，本子项空调供、回水总管的资用压力不低于 230kPa，系统工作压力为 1.0MPa，地板辐射采暖水系统采用双管制异程式定流量系统，系统工作压力为 0.5MPa。

空调机房采用组合式空调机组，一次回风系统，冬季回风机高速运行，夏季回风机低速运行，过渡季节全新风机械通风。此外，不同层高还采用柜式空调器、热回收式空调机组、新风机组综合运用。



## 五、空调系统形式

该工程大空间部位的新闻媒体用房、蹦床训练室、器械训练室、体育产业、15.900 标高层 VIP 休息区采用一次回风（单风机）的全空气系统；观众休息厅及比赛大厅观众席则采用一次回风（双风机）的全空气系统；全空气系统在过渡季节均可实现全新风运行以通风换气；其余区域采用风机盘管加新风的空调方式（内区或无外窗空调房间均设置排风系统，其排风机与相应新风机组连锁运行）。

训练池冬季采用直流式热风采暖系统辅以地板辐射采暖，其新风冬季根据室外温度控制电加热至  $1^{\circ}\text{C}$  后进入转轮热回收段（防冻），与池厅排风热交换，再经热水盘管加热后送入池厅；其新风、排风机均配设变频器，其风量根据室外空气含湿量的变化而变化。训练池过渡季节及夏季可按新风、排风机最大风量运行以通风换气。室内人员活动区域风速不大于  $0.2\text{m/s}$ 。

比赛大厅观众区与池厅分区设置独立的空调系统，气流组织采用观众区后侧喷口送风、座位回风的方式，在观众区与池厅交界处设置送风气幕，便于观众区、池厅分区控制温、湿度，同时保证池厅运动员及观众区观众的舒适度。

比赛大厅池厅冬季采用直流式热风采暖系统辅以地板辐射采暖，新风经热水盘管加热后送入比赛大厅两侧双层玻璃夹层，再送入池厅，新风量为变风量运行，池厅的新风机组及上部排风风机均配设变频器，其风量根据室外空气含湿量的变化而变化，过渡季节及夏季仅开启排风机高速运行以通风换气，池厅人员活动区域风速不大于  $0.2\text{m/s}$ ；比赛大厅观众席空调系统的回风机冬季高速运行、夏季为低速运行，便于夏季观众席区多余空调风经池厅排出以利池厅排湿。

该工程所有新风系统及空调系统（除训练池、比赛大厅池厅冬季热风采暖系统外）冬季均设加湿，机组均采用湿膜加湿的方式；所有新风系统及空调系统新风入口均设电动风阀，并与相应风机连锁启、闭，以防机组盘管结冻。

比赛大厅顶层评论员区设置独立的 VRV 型变制冷剂超级多联分体式空调系统，其新风、排风采用带全热交换器的新风换气机。

## 六、通风及防排烟设计

(1) 汽车库：按防烟分区分别设置机械排风及机械排烟（自然进风或补风），防烟分区面积不超过  $2000\text{m}^2$ ，排风仅设上部排风，平时排风按  $3\text{m}$  层高、换气次数按  $6\text{h}^{-1}$  换算计；排烟风量按实际层高、 $6\text{h}^{-1}$  换气次数换算计。

(2) 比赛大厅：排烟量按比赛大厅垂直投影面积扣除池水表面积的不低于  $60\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$  计算。

(3) 蹦床训练室：排烟量按房间面积的不低于  $60\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$  计算。

(4) 器材库、器械训练室划分为多个防烟分区，其排烟量按最大防烟分区的  $120\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$  计，其中器械训练室吊顶为镂空的网格吊顶。

(5) 其余房间通风换气次数：

水泵房、器材库、库房、技术夹层等： $3\sim 5\text{h}^{-1}$ ；

卫生间、淋浴： $10\text{h}^{-1}$ ；

配电房： $8\sim 12\text{h}^{-1}$ 。

(6) 比赛大厅吊顶北侧外墙设可开玻璃窗、东侧外墙设电动百叶窗，以达到吊顶内自然通风的目的。

## 七、空调自控

该工程空调水系统采用二次泵变流量系统，空调自控纳入 BAS 系统。

### 1. 空调末端控制及调节

(1) 风机盘管由室内温控器控制其回水管上的动态平衡电动调节阀的开关。

(2) 新风机组冬夏季的温度由设于典型房间内的温度传感器控制位于相应盘管回水支管上的动态平衡电动调节阀的开启度来完成, 另外设置过滤器压力报警; 湿膜加湿量由设于典型房间内的湿度传感器控制给水管上的电磁阀的开启度来完成。

(3) 一次回风的空调机组冬夏季的温度由设于回风总管上的温度传感器控制位于相应盘管回水支管上的动态平衡电动调节阀的开启度来完成, 另外设置过滤器压力报警; 根据室外焓值的变化调节新回风比例, 湿膜加湿量由设于回风总管上的湿度传感器控制。

(4) 训练池及比赛大厅池厅部位的冬季热风采暖及排风风量由室内外的温、湿度传感器控制风机转速来完成; 池厅温度由设于室内温度传感器控制热水回水支管的动态平衡电动调节阀的开启度来完成, 电加热器控制加热新风至  $1^{\circ}\text{C}$  时断电, 同时与新风送风机连锁, 做到无风断电保护。

(5) 冬季热风采暖系统及所有新风机组、空调器新风入口电动密闭风阀均与机组风机连锁启、闭, 防止冬季盘管冻结。冬季新风系统当送风温度低于  $5^{\circ}\text{C}$  时连锁关闭新风机组风机及电动密闭风阀, 防止盘管结冻或冻裂。

(6) 吊装式空调器由设于回风风管总管上的温度传感器控制位于相应盘管回水支管上的动态平衡电动调节阀的开启度来完成, 另外设置过滤器压力报警。

## 2. 空调、通风系统的启停控制

该工程的控制机组、新风机组、通风机等除就地控制外, 同时均可由 BA 系统集中启停, 并在总控室显示其运行状况。

## 八、设计体会

(1) 比赛池厅冬季新风与排风风量的确定: 池厅冬季直流式除湿通风系统所需风量应随室外空气含湿量的差值的变化而变化, 新风机、排风机可根据室内外空气含湿量的差值变频控制、变风量运行, 同时由加热处理后新风送风管的温度传感器控制新风机组加热盘管的出水管上电动调节阀的开启度, 最大限度地节约风机的能耗和对热源的需求。

(2) 防结露和排湿措施: 冬季热风送入比赛大厅南、北侧双层玻璃夹层以防玻璃结露; 夏季比赛大厅池水散湿量, 由含湿量较低的观众席空调新风量经过池厅下部及上部排风带走。

(3) 项目设计过程中与建筑专业密切配合, 改善围护结构的保温性能、玻璃夹墙的运用, 考虑在游泳跳水馆比赛大厅的年运行时间极少、初投资与回收期等因素, 比赛大厅池厅直流系统不设置热回收的情况下, 合理考虑送风气流组织、变频控制风量的技术运用, 较好地解决了围护结构的防结露、除湿通风、室内温湿度保障、降低运行费用的难点, 工程投入运行后, 基本达到设计的预期, 反映良好。

(4) 蒸汽供应及凝结水回收: 该工程所需蒸汽由设于火炬塔地下室蒸汽锅炉提供, 蒸汽压力为  $0.8\text{MPa}$ , 分别减压后供给不同的用户; 凝结水按不同用户, 相对集中设置以蒸汽为动力的凝结水回收装置加压回收至锅炉房。

## 九、本工程设计主要图片<sup>①</sup>

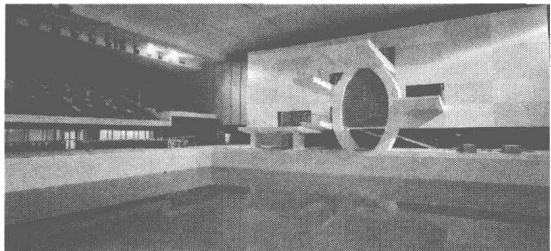


图1 跳水馆室内实景

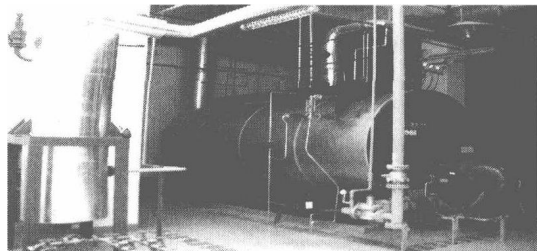


图2 热源中心室内实景

<sup>①</sup> 编者注: 该工程设计主要图纸见随书光盘。



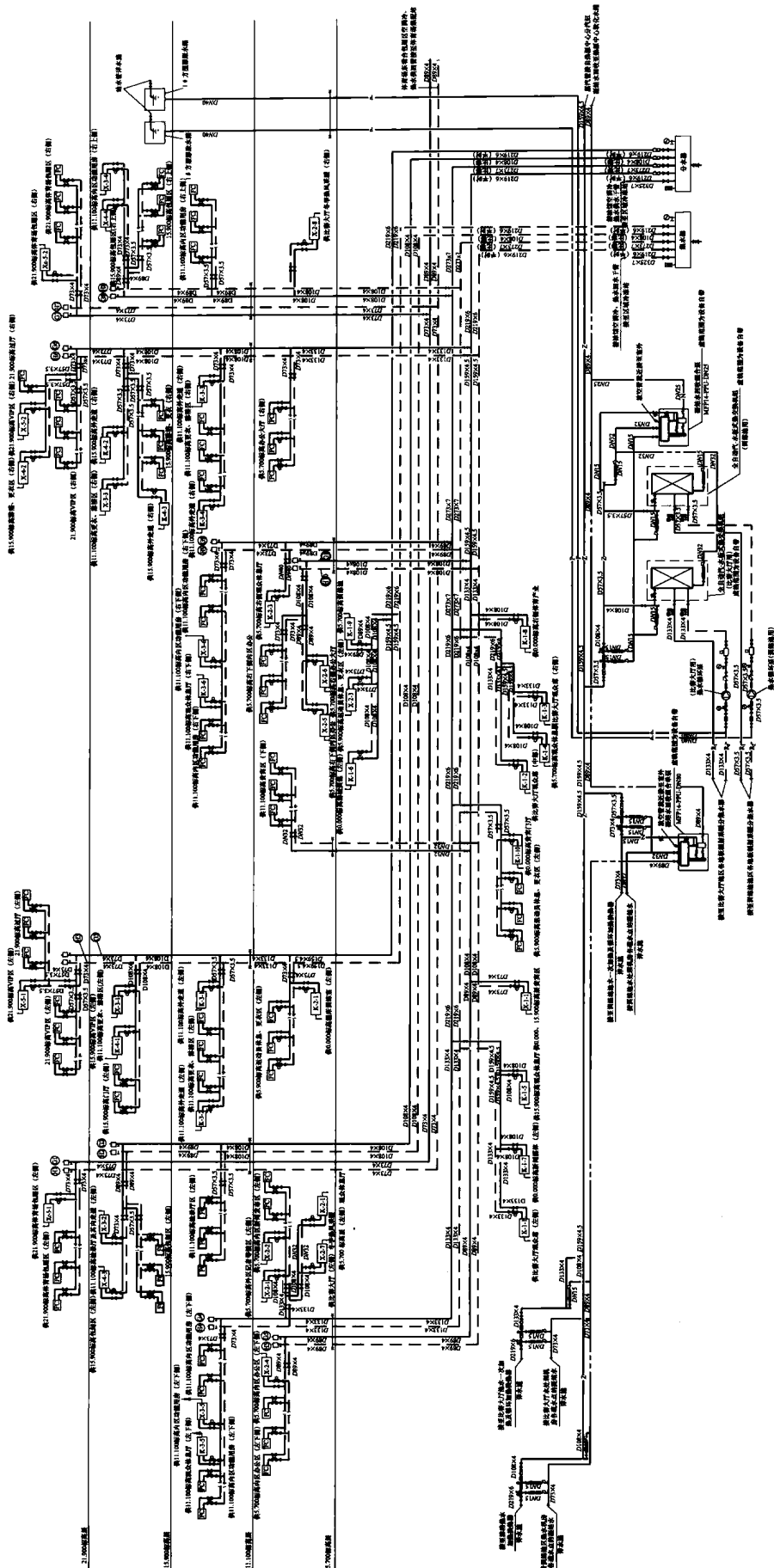


图 4 游泳馆空调水系统流程图

## 广东科学中心空调设计



- 建设地点 广州市
- 设计时间 2004年7~12月
- 工程竣工日期 2008年9月
- 设计单位 中南建筑设计院股份有限公司  
[430071] 武汉中南二路十号
- 主要设计人 马友才 刘华斌 王春香 张昕
- 本文执笔 马友才
- 获奖等级 第三届暖通空调工程优秀设计一等奖

马友才 院副总工程师，高级工程师，1987年毕业于同济大学。主要代表性工程有：福州长乐国际机场、华美达天禄大酒店、广东科学中心、武汉保利文化广场、太原南站、郑州东站、杭州东站、杭州东站综合体等。

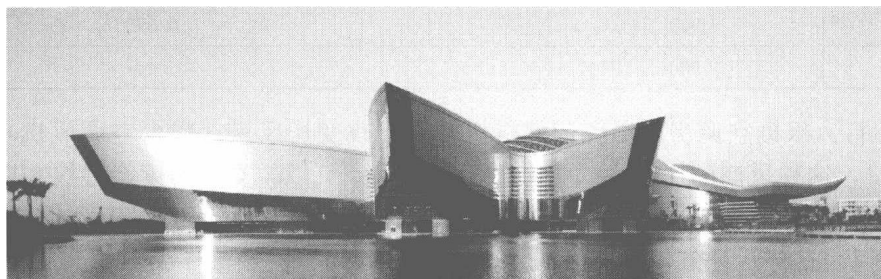
### 一、工程概况

广东科学中心位于广州大学城小谷围岛西端，三面环珠江水，西与番禺大桥相望，东靠广州大学城主校区，南北两岸视野辽阔。占地面积45万 $\text{m}^2$ ，建筑面积12.75万 $\text{m}^2$ ，建筑高度60m，总投资19亿元人民币。其建筑造型如“科技航母”，以广州市花——木棉花和神舟号飞船为特色，并以前进中的舰船造型寓意广东科技事业不断追求探索、高速奋进、一往无前，成为广州大学城、广州地区乃至广东科学界的形象标志。

广东科学中心是一幢集科学展览、科学演示、科学影视为一体的科普中心。具有科学普及教育、科技成果展示两大功能。地上主体建筑3层，局部5层。共分为A~G七个区，其中A、B区为公共区，C、D、E、F区为展区，G区为影院区。

功能区建筑面积面积为：常设展区6万 $\text{m}^2$ ；临时展区2万 $\text{m}^2$ ；科技影院1万 $\text{m}^2$ ；开放实验室0.25万 $\text{m}^2$ ；公共服务及管理区3.5万 $\text{m}^2$ 。

各层平面功能设置简介如下：地下层（A区）为设备用房，包括空调机房、变配电、网络机房、水泵房，并设职工餐厅，其余为地下停车库；架空层C、E、F区为亲水平台，D、G区为餐饮；一层（A区）为主入口门厅及展厅门厅和科技影院门厅；二层设C、D、E、F四个展厅及G区球幕、4D和虚拟航行科技影院；三层A区为开放实验室，C、D、E、F区设四个展厅，G区设巨幕影院；四、五层为办公室。



### 二、工程设计特点

#### 1. 空调冷源

根据广州的气候条件，冬季无需供暖，只设计夏季供冷。根据甲方要求，采用大学城集中供冷的冷源，冷源温度为3 $^{\circ}\text{C}$ ，供回水压差为190 kPa，最大压力为1.6 MPa。

## 2. 大温差水系统

空调水系统采用大温差供水技术, 空调供/回水温度为 4.5/14.5℃, 温差 10℃。与常规空调水系统(空调供回水温差 5℃)相比, 空调水流量减少 50%, 空调水管占用空间约减少 30%, 空调水循环泵功耗约减少 50% (见表 1)。水管管径也相应减小, 占用建筑空间也减少。

不同温差的冷水系统对比

表 1

冷负荷(kW)	水温差(℃)	冷水量(m <sup>3</sup> /h)	总管管径(mm)	水泵功率(kW)	EER(冷水系统输送能效比)(水泵扬程 36m 时)
16000	5	2760	630	110×4	0.0241
16000	10	1380	450	55×4	0.0120

水系统采用一次泵变流量系统, 在水泵台数控制的基础上, 通过供回水管间的压差调节水泵的流量。水系统大部分采用异程式, 部分办公区的风机盘管系统采用同程式, 末端组合式空气处理机组供水管上设置自力式压差控制阀, 以保证系统的水力平衡; 回水管上设置电动二通调节阀进行流量调节。

## 3. 风机盘管+新风系统

办公区域风机盘管加新风系统中的风机盘管为近似干盘管, 风机盘管间水路为并联连接, 风机盘管与新风机组间为串联连接。新风机组进/出水温度为 4.5/9.5℃, 风机盘管进/出水温度为 9.5/14.5℃。根据新风机组出水管上所设温度传感器调节新风机组供水管上电动三通调节阀的开度, 以保证新风机组出水温度为 9.5℃。设计时根据房间的总负荷以及 10℃水温差确定系统的水流量。

## 4. 变风量低温送风系统

根据冷源的条件(4.5℃)以及空气处理机组采用吸入式(风机位于表冷器的出风侧)等条件, 经技术经济比较确定表冷器出风温度为 8.5℃。门厅、中庭、展厅及影院均采用组合式空气处理机组低速风道送风系统, 风机变频。一层商场、贵宾接待室以及咖啡厅等房间分隔较多, 对每个房间采用串联型(压力无关型)风机动力末端装置。

空气处理机组表冷器出风温度为 8.5℃, 风机温升经计算为 1.5~2℃, 空调系统送风温差达 15℃, 与常规空调送风系统(空调送风温差约 10℃)相比, 空调送风量减少 33%, 空调风管占用空间约减少 15%, 空调风机电功率约减少 33%。空气处理设备占用建筑空间也减少。在相同的风机单位风量耗功率下, 空调风系统的作用半径可以增大 20% (见表 2)。

不同送风温差的风系统对比

表 2

室内显热负荷(kW)	送风温差(℃)	风量(m <sup>3</sup> /h)	总风管尺寸(mm)	风机功率(kW)
68	10	20000	1250×500	7.5
68	15	13500	1250×400	5.5
系统作用半径(m)	风机全压(Pa)	风机单位风量耗功率(W/m <sup>3</sup> /h)		
180	900	0.375		
210	900	0.407		

空调风机变频运行, 根据空调房间温度调整电机转速, 改变送风量, 减少空调风机功耗。采用 Thermal Core 高诱导热芯风口, 这种风口的送风方式为: 低温的一次空气以较高的速度经过核芯周边的喷嘴形成静脉收缩段, 将室内空气诱导至喷嘴与一次送风气流混合, 诱导风通过喷嘴送出, 从而在离开核芯 115mm 处混风比例可达到 2.35:1。这样送风气流在离开风口时已具备等同于甚至高于常规送风的气流温度, 同时风量也急剧增加, 因此不会产生低温空气在空调区内的沉降现象。

为避免风口结露, 热芯风口所有部件采用隔热材料制成, 并且被诱导的较高温度的室内空气以类似撞击的方式被诱导至风口表面, 充分加热风口表面, 有效防止结露、静脉收缩段的形成, 再将空气诱导回喷嘴, 提高出风温度, 防止结露。热芯风口射程较大, 最大射程可以达到 9.75m, 风口 A 声级噪声值不高于 35dB。

## 5. 全热回收系统

新风负荷约占整个空调负荷的 35% 左右, 广州空调使用时间长, 回收排风能量能有效节省空调能耗, 经

济可行。因此采用了全热回收新风换气机组，机组的温度效率 $>70\%$ ，焓效率 $>60\%$ ，新风经换气机组与排风进行换热后进入空气处理机组，与回风混合后再进行热湿处理。

该工程中，对70%的排风进行了热回收，节省空调冷量20%以上，减少空调冷源系统的功耗，节省运行费用。

根据室外空气焓值情况，利用室外新风。在空气处理机组上增设新风口，当室外空气焓低于室内空气设计焓点一定值时，空调系统转换为全新风运行，利用室外新风对空调房间降温除湿，满足使用要求，冷源系统停止运行，减少空调冷源系统的功耗，节省运行费用。

#### 6. 高大空间采用分层空调系统

A区入口大厅和B区中庭为高大空间，高度高，体积大，全空间空调能耗高。根据人的活动区域在地面以上2m内的特点，确定地面以上2m内为空调保证区，采用分层空调系统，空调送风方式采用喷口侧送风。减少空调负荷，减少空调系统运行功耗，节省运行费用。

#### 7. 空调系统设有完备的自动控制系统

空调系统设置完备的自动控制系统，对相关的温度、湿度、压力等自动检测并进行相应的控制，确保使用要求，实现经济节能运行，对相关的设备自动监测，确保设备正常、高效运转。

#### 8. 采用高效空调设备及优质材料

设计选用高效率的风机、水泵等运转设备，减少运行功耗；采用隔热效果好的闭孔橡塑保温材料对空调风管及水管保温隔热，减少冷耗；采用气密性好的空调送风管道，减少空调系统漏风量；采用低阻力的系统过滤设备，减少系统阻力。

### 三、设计参数及空调冷热负荷

室外计算参数参见广州地区气象参数。

室内设计参数如表3所示。

室内设计参数

表3

房间名称	夏季		新风量 [ $\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{人})$ ]	工作区风速(m/s)	噪声 dB(A)
	温度( $^{\circ}\text{C}$ )	相对湿度(%)			
入口大厅、中庭、门厅、走道	25	$\leq 55$	20	$\leq 0.3$	NR35
展厅	25.5	$\leq 50$	25	$\leq 0.25$	NR50
餐厅	25	$\leq 55$	25	$\leq 0.25$	NR40
快餐厅	25	$\leq 55$	20	$\leq 0.25$	NR40
影院	24	$\leq 55$	25	$\leq 0.25$	NR30
商场	25.5	$\leq 50$	20	$\leq 0.25$	NR50
办公、展品加工、实验及售票厅	25.5	$\leq 50$	30	$\leq 0.25$	NR40
3D巨幕、4D、球幕、虚拟航行影院放映室	23 $\pm$ 2(冬夏)	50 $\pm$ 5(冬夏)	50	$\leq 0.25$	NR40
控制中心、网络中心	25	$\leq 55$	30	—	—
配电房	32	—	—	—	—

空调冷热负荷：采用华电源负荷计算软件计算。夏季空调逐时冷负荷：空调逐时冷负荷综合最大值为18985.1kW，夏季空调日总冷负荷为155861kW，单位面积冷指标为149W/ $\text{m}^2$ 。

### 四、空调冷热源设计及主要设备选择

(1) 根据冷源条件，选择水-水板式换热器4台，单台换热量为4400kW，选用4台流量为380 $\text{m}^3/\text{h}$ 的卧

式离心水泵；为保证夜间影院供冷，选用1台流量为 $100\text{m}^3/\text{h}$ 的卧式离心水泵用于夜间供冷。水泵采用变频调速的变流量控制。

(2) 板式换热器一次水侧供/回水温度为 $3.3/13.3^\circ\text{C}$ ，二次水侧供/回水温度为 $4.5/14.5^\circ\text{C}$ ，水系统采用 $10^\circ\text{C}$ 的温差。

(3) 风机盘管加新风系统中的风机盘管为近似干盘管，风机盘管间水路为并联连接，风机盘管与新风机组为串联连接。新风机组进/出水温度为 $4.5/9.5^\circ\text{C}$ ，风机盘管进/出水温度为 $9.5/14.5^\circ\text{C}$ 。风机盘管与新风机组环路串联系统示意图如图1所示。

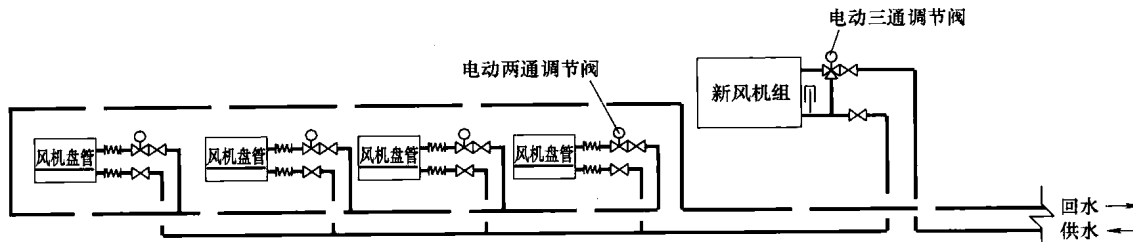


图1 风机盘管与新风机组环路串联系统示意图

## 五、空调冷冻水系统设计及计算

采用二管制一次泵变流量系统，空调水系统由地下室设备换热间接至各个区。管道异程敷设。空调水系统环路阻力计算：

$$(1) \text{水管的摩擦阻力损失 } \Delta P = \lambda \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{\rho v^2}{2}$$

$$\text{而 } \frac{1}{\lambda} = -2.0 \lg \left[ \frac{K}{3.71d} + \frac{2.51}{Re\sqrt{\lambda}} \right] \quad K=0.2 \text{ (镀锌钢管)}$$

$$(2) \text{水管的局部阻力损失 } \Delta P = \xi \cdot \frac{\rho v^2}{2}$$

(3) 以空调水系统最不利水管环路为例计算其阻力损失：

最不利环路为换热间至E区三层机房， $\sum \Delta P = 7.36\text{mH}_2\text{O}$

板式换热器水阻： $6\text{mH}_2\text{O}$ ；

水过滤器水阻： $3\text{mH}_2\text{O}$ ；

电动蝶阀水阻： $5\text{mH}_2\text{O}$ ；

电动二通阀水阻： $3\text{mH}_2\text{O}$ ；

组合式空气处理机组水阻： $6\text{mH}_2\text{O}$ ；

其他水阻： $2\text{mH}_2\text{O}$ 。

$\sum_{\text{总水阻}} = 32.36\text{mH}_2\text{O}$ ，考虑1.1系数，则 $\sum_{\text{总水阻}} = 36\text{mH}_2\text{O}$ ；冷冻水泵为： $380\text{m}^3/\text{h}$ ， $36\text{mH}_2\text{O}$ ， $55\text{kW}$ ， $1450\text{rpm}$ ，共4台； $100\text{m}^3/\text{h}$ ， $30.5\text{mH}_2\text{O}$ ， $15\text{kW}$ ， $1450\text{rpm}$ ，一台；用于影院夜间供冷。

## 六、空调风系统设计及计算

根据区域负荷计算的结果，用室内显热计算风量：

$$G = \frac{Q_N}{1.01(t_N - t_0)} \quad (\text{kg/s})$$

式中  $Q_N$ ——室内显热负荷，W；

$t_N$ ——室内设计温度， $^\circ\text{C}$ ；

$t_0$ ——送风温度， $^\circ\text{C}$ 。



## 七、通风、防排烟、防火设计及计算

### 1. 通风系统设计

(1) 地下室汽车库按  $6\text{h}^{-1}$  换气计算机械排风（兼排烟系统），冷冻机房按  $6\text{h}^{-1}$ 、高低压配电按  $15\text{h}^{-1}$ 、水泵房按  $8\text{h}^{-1}$  计算风量。

(2) 卫生间按  $10\text{h}^{-1}$  计算排风量。

### 2. 防排烟系统设计

(1) 机械加压送风系统：不能自然排烟的防烟楼梯间、防烟楼梯间前室、消防电梯前室、合用前室设机械加压送风系统。

(2) 机械排烟系统设计：

1) 地下室车库排烟按  $6\text{h}^{-1}$  计算，风机入口处设一个  $280^\circ\text{C}$  排烟防火阀（常开），垂直风管与水平风管接管处设一防烟阀（常开）。

2) 地下室设备用房设排风兼排烟系统，按照各用房换气次数计算排风量，按最大防烟分区  $120\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$  计算排烟量，取二者大值选风机，风机入口处设一个常开  $280^\circ\text{C}$  排烟防火阀。

3) 地上长度超过  $60\text{m}$  展厅的内走道设机械排烟系统。

4) 影院设机械排烟系统及机械补风系统。

## 八、空调运行效果

经过三年的运行，各区域的空调效果良好，温度、湿度以及噪声均能满足设计要求。大部分区域的相对湿度保持在  $50\%$  以下，室内的热舒适性良好。

## 九、主要经济指标

(1) 空调（不含冷源）耗电指标为： $15\text{W}/\text{m}^2$ （建筑面积）。

(2) 空调计算冷负荷指标为： $151\text{W}/\text{m}^2$ （建筑面积）。

(3) 空调（不含冷源）造价经济指标为： $390\text{元}/\text{m}^2$ （建筑面积）。

## 十、该工程设计主要图片<sup>①</sup>

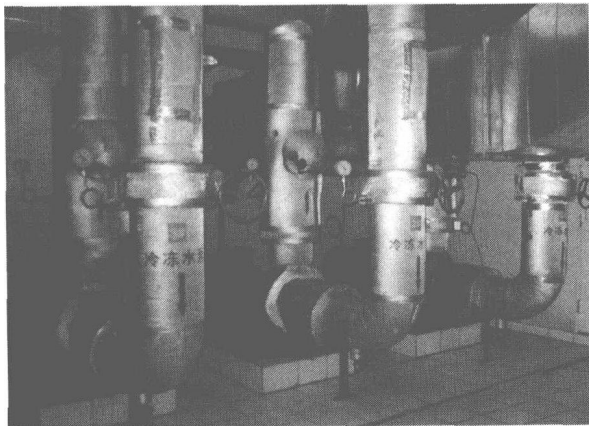


图2 冷冻水泵

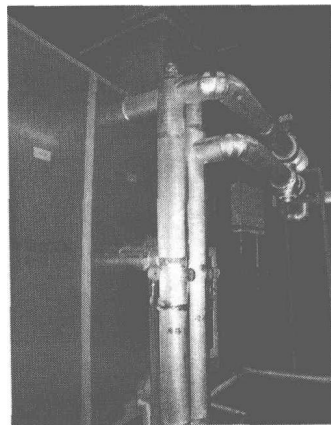


图3 组合式空气处理机组

<sup>①</sup> 编者注：该工程设计主要图纸见随书光盘。