

深圳中洲控股中心暖通空调设计

北京市建筑设计研究院有限公司 张铁辉[☆]

北京市建筑设计研究院有限公司深圳院 蔡志涛 刘大为

摘要 该项目是由酒店、办公楼、公寓及商业配套设施组成的城市综合体,属超高层建筑。介绍了该项目的空调冷热源、空调水系统竖向分区,指出超高层建筑空调水系统的竖向分区应结合建筑的设备(避难)层设置,并综合考虑安全性、节能性、经济性和运行管理等因素,经技术经济比较后确定;针对酒店高大中庭,采用CFD模拟,使中庭的环境温度和气流组织更加合理。此外,还介绍了该项目燃气管井事故通风设计方案,并对超高层建筑暖通空调设计中需要关注的一些问题进行了总结。

关键词 超高层建筑 冷热源 水系统竖向分区 模拟分析 事故通风

HVAC system design for the Shenzhen Zhongzhou Holding Center

By Zhang Tiehui [★], Cai Zhitao and Liu Dawei

Abstract The Center is a city complex composed of hotel, office building, apartment and commercial facilities, which is a super high-rise building. Presents the air conditioning cold and heat sources and the vertical zoning of the air conditioning water system. Points out that the vertical zoning of the air conditioning water system in super high-rise buildings should be combined with construction equipment (or shelter) layer, considering safety, energy saving, economics, operation management and other factors. The vertical zoning should be determined after technical and economic analysis. In view of the hotel huge atrium, uses CFD for simulation to make the ambient temperature inside the atrium and its air distribution more reasonable. In addition, presents the project emergency ventilation design of gas well. Summarizes some issues worth attention in the HVAC design for super high-rise buildings.

Keywords super high-rise building, cold and heat source, vertical zoning of water system, simulation and analysis, emergency ventilation

[★] Beijing Institute of Architectural Design, Beijing, China

①

1 工程概况

深圳中洲控股中心(见图1)地处深圳南山商业文化中心核心区,北临海德二道,南靠海德一道,东侧与文心三路相邻,西侧靠后海大道。该项目建成后将成为南山乃至深圳西部的地标性建筑。总建筑面积232 400 m²,地上由两栋建筑组成,其中一栋为A塔楼,高300.80 m,为61层的超高层建筑;另一栋为B塔楼,高156 m,为36层公寓。A塔楼上部(43~61层)为五星级酒店,下部为甲级办公楼。共设3层地下室,包括停车库、设备用房等。裙楼共3层,为酒店、公寓服务用房及部分商业用房。本文仅对空调冷热源和空调水系统以及一些特殊区域的空调通风方案进行介绍。

2 空调冷热源

空调冷热源选择是超高层建筑暖通空调设计

中的重要环节,冷热源应根据当地能源供应现状、价格因素和空调末端需求等通过技术经济比较后确定,以安全、可靠、环保、经济为原则。除此之外,对于多功能的城市综合体项目,还需根据项目具体情况,选择冷热源合设或按使用功能分设的方案。

该项目为由酒店、办公楼、公寓及商业配套设施组成的城市综合体,根据酒店管理集团和业主的使用、管理需求,冷热源采用按酒店、办公区、公寓分设的方案。冷热负荷及冷热源配置详见表1,2。

①[☆] 张铁辉,男,1964年11月生,大学,教授级高级工程师,副总工程师
100045 北京市南礼士路62号北京市建筑设计研究院有限公司
(010) 88043143
E-mail: zth64@126.com
收稿日期:2014-03-10



图 1 深圳中洲控股中心效果图

3 空调水系统

3.1 空调水系统竖向分区

3.1.1 竖向分区原则

空调水系统竖向分区是超高层建筑空调水系统设计中的重要环节,空调水系统竖向分区是否合理,对工程的安全性、节能性、经济性和运行管理等会产生重大的影响。综合安全性、节能性、经济性和运行管理等因素,并结合建筑的设备(避难)层设置,确定了如下竖向分区原则:

1) 尽量减少换热次数,优先采用一次换热方案;

2) 冷水机组和板式换热器根据各系统具体情况选择不同的承压要求,当冷水机组或板式换热机组和水泵需要增大承压时,优先增大板式换热机组和水泵的承压;

表 1 冷热负荷

	夏季空调单位面积冷指标/(W/m ²)	冬季空调单位面积热指标/(W/m ²)	建筑面积/m ²	空调面积/m ²	夏季冷负荷/kW	冬季热负荷/kW
酒店	186	52	48 694	37 372	6 944	1 958
B塔楼公寓	179		45 286	37 100	6 630	
A塔楼办公用房	170		67 995	53 000	9 010	
地下室			60 418			

注:酒店部分按酒店管理集团要求预留 20% 负荷。

表 2 冷热源配置

	冷热源	设备配置			
		主机形式	容量	台数	供/回水温度/℃
酒店	冷源	离心式冷水机组	3 600 kW	2	6/11
		螺杆式冷水机组	1 230 kW	1	6/11
	热源	燃油、燃气两用热水锅炉	2 100 kW	3	85/60
		蒸汽锅炉	1.5 t/h	2	
办公用房	冷源	离心式冷水机组	3 930 kW	2	6/11
		螺杆式冷水机组	1 970 kW	1	6/11
公寓	冷源	离心式冷水机组	3 930 kW	2	6/11
		螺杆式冷水机组	1 970 kW	1	6/11

注:1) 酒店有稳定的生活热水需求,所以在酒店的冷却水管路上设置了冷凝热回收装置,用于酒店生活热水预热;

2) 蒸汽锅炉的蒸汽压力为 1.0 MPa,供厨房及洗衣房用汽。

3) 在满足冷水机组承压要求的前提下,尽量增大冷水机组直供区域;

4) 末端设备承压不超过 1.6 MPa;

5) 系统最大工作压力不超过 2.0 MPa。

3.1.2 空调水系统的竖向分区及水温

根据空调水系统竖向分区原则,并结合建筑的设备(避难)层设置,各系统竖向分区如下。

1) 酒店空调冷水系统竖向分为两个区,低区:冷水机组设在地下 3 层制冷机房,冷水机组承压 < 1.6 MPa,系统工作压力 < 2.0 MPa,末端设备承压 < 1.6 MPa; 中区:板式换热器及循环泵设在塔

楼 27 层换热间内,板式换热器及循环泵承压 < 2.0 MPa,系统工作压力 ≤ 2.0 MPa,末端设备承压 < 1.6 MPa。低区供回水温度为 6℃/11℃; 中区供回水温度为 7℃/12℃。酒店冷源及冷水系统分区示意图 2。

2) 酒店空调热水系统竖向分为两个区,低区:板式换热器及循环泵设在地下 1 层锅炉房内,板式换热器及循环泵承压 < 1.0 MPa,系统工作压力 < 1.0 MPa,末端设备承压 < 1.0 MPa; 中区:一次板式换热器及循环泵设在地下 1 层锅炉房内,二次板式换热器及循环泵设在塔楼 27 层换热间内,一次

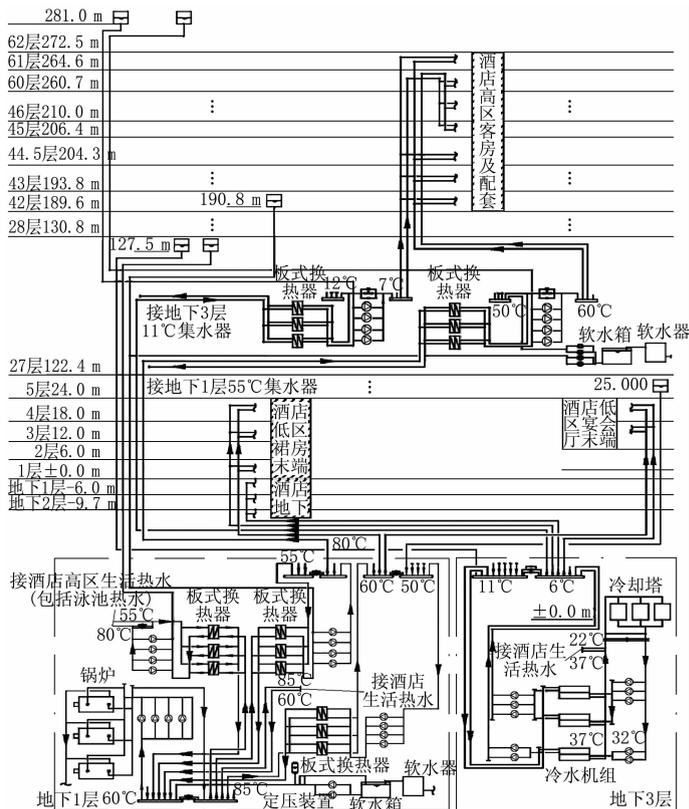


图2 酒店冷热源及水系统分区示意图

板式换热器及循环泵承压 $<1.6\text{ MPa}$,高区二次板式换热器及循环泵承压 $<2.0\text{ MPa}$,系统工作压力 $\leq 2.0\text{ MPa}$,末端设备承压 $<1.6\text{ MPa}$ 。低区和高区供回水温度均为 $60\text{ }^{\circ}\text{C}/50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。酒店热源及热水系统分区示意图见图2。

3) A塔楼办公区空调冷水系统竖向分为两个区,低区:冷水机组设在地下3层制冷机房,冷水机组承压 $<1.6\text{ MPa}$,系统工作压力 $<1.6\text{ MPa}$,末端设备承压 $<1.6\text{ MPa}$;高区:板式换热器及循环泵设在塔楼13层换热间内,板式换热器及循环泵承压 $<1.6\text{ MPa}$,系统工作压力 $\leq 2.0\text{ MPa}$,末端设备承压 $<1.6\text{ MPa}$ 。低区供回水温度为 $6\text{ }^{\circ}\text{C}/11\text{ }^{\circ}\text{C}$;高区供回水温度为 $7\text{ }^{\circ}\text{C}/12\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。办公区冷源及冷水系统示意图见图3。

4) B塔楼公寓空调冷水系统竖向分为两个区,低区:冷水机组设在地下3层制冷机房,冷水机组承压 $<1.6\text{ MPa}$,系统工作压力 $<1.6\text{ MPa}$,末端设备承压 $<1.6\text{ MPa}$;高区:板式换热器及循环泵设在公寓21层换热间内,板式换热器及循环泵承压 $<1.0\text{ MPa}$,系统工作压力 $\leq 1.6\text{ MPa}$,末端设备承压 $<1.0\text{ MPa}$ 。低区供回水温度为 $6\text{ }^{\circ}\text{C}/11$

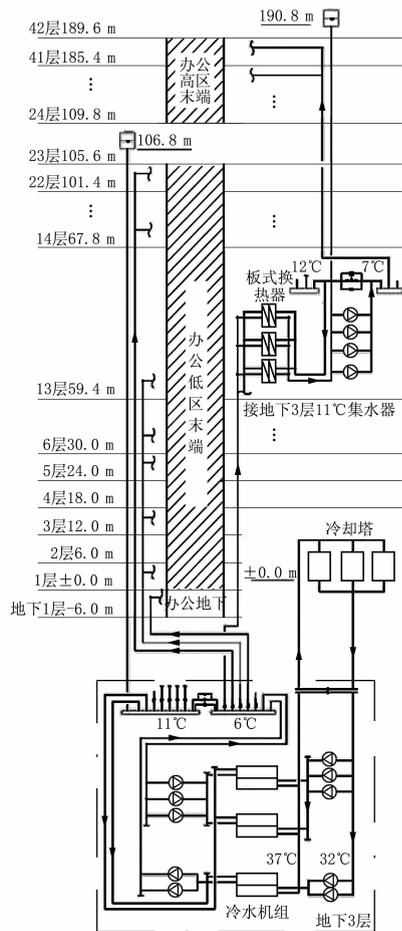


图3 办公区冷源及水系统分区示意图

$^{\circ}\text{C}$;高区供回水温度为 $7\text{ }^{\circ}\text{C}/12\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。公寓冷源及冷水系统分区示意图见图4。

3.2 空调水系统形式

酒店的空调(新风)机组和风机盘管冷热水系统采用四管制;办公区空调机组冷水系统采用两管制;公寓的空调(新风)机组和风机盘管冷水系统采用两管制。

酒店低区、办公低区、公寓低区冷水系统均采用一级泵变流量系统,根据供回水压差控制旁通阀开度。酒店高区、办公高区、公寓高区冷水系统采用板式换热器间接供冷,二次水循环泵采用变频泵,根据供回水压差控制变频泵的转速。冷水循环泵与板式换热器对应设置并通过共用集管连接,在每台板式换热器二次水出口管道上设置电动阀,且电动阀与对应的水泵联锁。

酒店空调(新风)机组和风机盘管冷热水系统采用同程系统;A塔楼办公区变频空调机组冷水系统采用异程系统;B塔楼办公区及公寓的空调(新

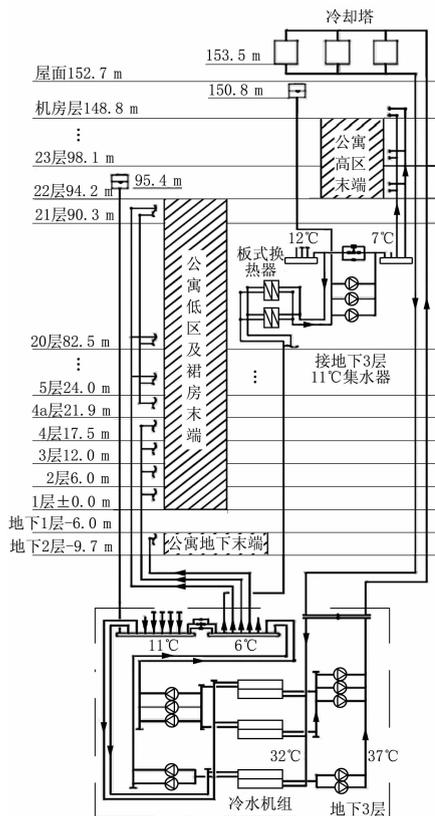


图4 公寓冷源及水系统分区示意图

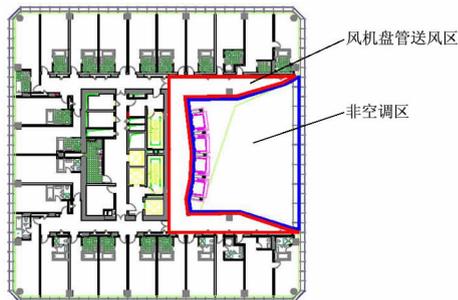


图6 夹层以上走廊空调送风方式示意图

式示意图。

4.2 模拟分析方案

对于封闭式中庭,工程中一般采用分层空调方式,仅满足底部空调区域的舒适性要求。而本项目中庭与走廊在一个大空间内,为开敞式中庭,除底部空调区域需满足舒适性要求外,与其相通的每层开敞式走廊的热环境也需要控制,使设计难度大大增加。由于采用常规的设计方法无法很好地解决此设计难题,因此采用了模拟分析方法,即利用 DeST 和 PHOENICS 对中庭和与其相通的各层开敞式走廊进行了负荷计算及热环境模拟分析,为空调设备选型、走廊设置形式的选择和中庭及走廊风口的布置、送风参数的确定提供依据^[1]。

4.3 模拟分析结果

初始方案中走廊每层只设 4 台风机盘管,2 台在中间,其余 2 台布置在两边。模拟结果如图 7 所示。

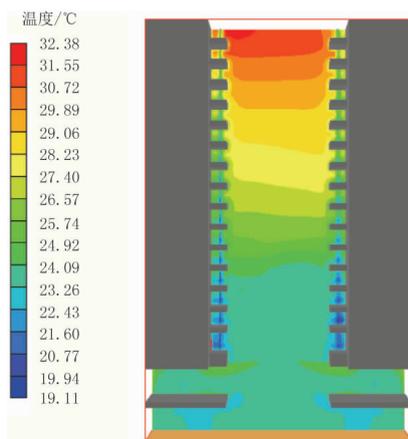


图7 初始设计方案中庭竖直方向温度分布

可以看出,中庭沿竖直方向存在明显的温度梯度,顶部温度在 32 °C 左右;中庭空调区的温度在 25 °C 左右,风速在 0.5 m/s 以下,人员的舒适性较好;顶层走廊区域的温度较设计温度高,局部温度达到

风)机组和风机盘管冷水系统采用同程系统。

4 酒店中庭热环境模拟分析

4.1 酒店中庭空调系统方案

A 塔楼 43~61 层设有中庭,竖向贯穿整个酒店,高度为 72 m,中庭为东向,外围护结构为玻璃幕墙。

中庭的空调系统采用了 2 种形式:43 层和 44 层中庭及走廊采用全空气系统,送风方式为方形散流器下送和喷口侧送;44 层夹层以上走廊采用风机盘管加新风系统。另外,在中庭的上部设有排风系统。图 5 为中庭空调区(43,44 层)空调送风方式示意图,图 6 为 44 层夹层以上走廊空调送风方

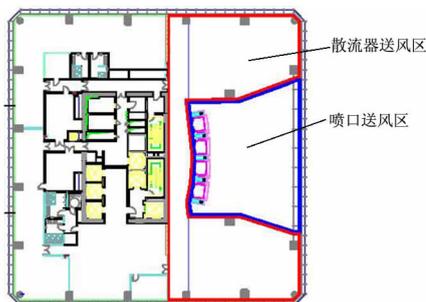


图5 中庭空调区空调送风方式示意图

29~30℃,温度分布不均匀,同层走廊两边的温度比中间高3~4℃;在靠近风口的区域风速略大。

因此对原方案每层风机盘管的数量及风量进行了调整,结果见表3。

表3 调整后的走廊风机盘管各层布置

楼层	单台风量/(m ³ /h)	台数	总风量/(m ³ /h)
45	959	6	5 754
46	1 032	6	6 192
47	1 088	6	6 528
48	1 146	6	6 876
49	1 188	6	7 128
50	1 236	6	7 416
51	1 270	6	7 620
52	1 305	6	7 830
53	1 333	6	7 998
54	1 375	6	8 250
55	1 417	6	8 502
56	1 465	6	8 790
57	2 557	6	15 342
58	2 708	6	16 248
59	2 985	6	17 910
60	3 621	6	21 726

为了解决初始方案中上部走廊温度偏高且温度分布不均匀的问题,增大了57~60层走廊的风机盘管总风量;将每层走廊的风机盘管数量由4台增至6台,中间部分设2台,两侧各设2台,且每个风机盘管的出风口由原来的1个增加为2个,使风量分布更均匀。

改进方案的模拟结果如图8所示。可以看出,中庭的温度分布与原方案基本相同;上部走廊区域的温度比原方案降低,且温度分布更均匀。由于送风口总面积增大,送风速度降低,速度场分布更均匀。中庭空调区和走廊的温度满足设计要求,提高了中庭和走廊人员的舒适性。

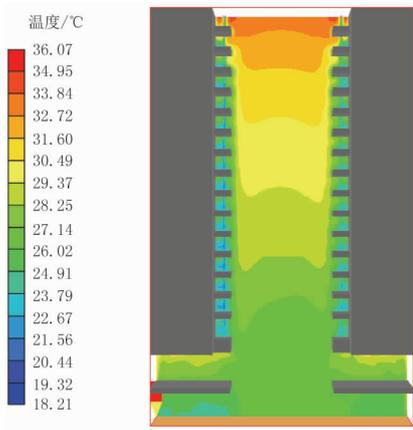


图8 改进设计方案中庭垂直方向温度分布

5 燃气管井事故通风设计

随着超高层建筑的发展,建筑功能越来越多样化,燃气管道上楼的需求越来越多。为满足安全要求,通常采用将燃气管道布置在外立面,或靠外立面设竖井,并在外立面上开百叶进行自然通风的方案。虽然上述方案可较好地解决安全问题,但由于对建筑外立面影响较大,在许多工程中特别是采用玻璃幕墙的工程中很难实施。如何在不影响外立面的情况下解决燃气管道上楼问题,成为工程中需要解决的技术难题。

A塔楼上部(43~61层)为五星级酒店,在43,44层设有全日制餐厅、亚洲餐厅、中餐厅及各餐厅配套的厨房,根据酒店管理集团要求,各厨房均要配置燃气设备,因此燃气管道必须布置到43,44层。由于该建筑外立面为玻璃幕墙,如果将燃气管道布置在外立面,或靠外立面设竖井,并在外立面上开百叶,则无法满足外立面设计要求。但是如果不靠外立面设置燃气管井,将燃气管井设在内部,又较难满足GB 50028—2006《城镇燃气设计规范》第10.2.27条第3款:“竖井应每隔2~3层做相当于楼板耐火极限的不燃烧体进行防火分隔,且应设法保证平时竖井内自然通风和火灾时防止产生‘烟囱’作用的措施”的要求。若将燃气管井设置在建筑内部(该工程设在核心筒内)、又能满足通风要求,前提是要保证在火灾时能封堵、在非火灾时能保证空气流通。经与深圳燃气公司沟通,并经专家评审会评审,最终确定燃气管井设在核心筒内,每层设楼板封堵,并在封堵的楼板上设通风短管,管道上加装70℃防火阀,同时在管道井设置事故通风系统,换气次数取12 h⁻¹;将1~44层管井按避难层分为三段,每段设独立的事事故通风系统,下设自然进风,上设机械排风,平时自然通风,事故时机械通风,在每层的管道井中设燃气报警探头并与事故排风机和燃气紧急切断阀联动,燃气管井设甲级防火门。燃气管井平面图见图9,燃气管井事故通风系统图见图10。

6 结论和体会

6.1 超高层建筑空调水系统的竖向分区要结合建筑的设备(避难)层设置,并综合考虑安全性、节能性、经济性和运行管理等因素,经技术经济比较后确定。

6.2 对于复杂空间,当采用常规设计方法无法实现

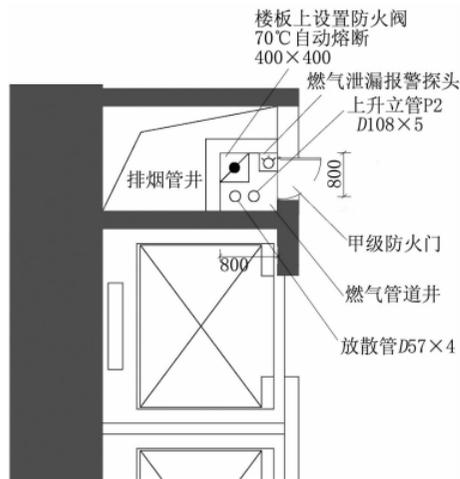


图9 燃气管井平面图

精确设计时,可利用模拟分析方法进行辅助设计。

6.3 当受条件限制,无法将燃气管道布置在建筑的外立面,或靠外立面设竖井,并在外立面上开百叶进行自然通风方案时,在燃气管井设置事故通风和事故报警且满足防火要求的前提下,可考虑采用将燃气管井设置在建筑内部的方案。此方案需经当地燃气和消防审批部门批准,并经专家评审后方可实施。

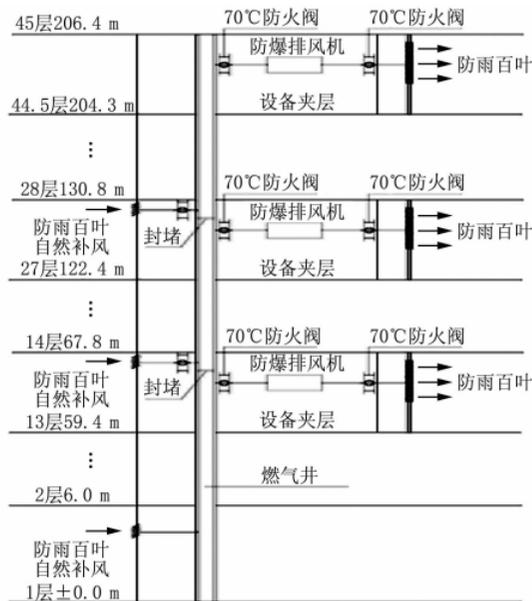


图10 燃气管井事故通风系统图

参考文献:

- [1] 张铁辉,马晓钧,诸群飞,等. 深圳南山中心区超高层项目中庭负荷及热环境模拟分析[J]. 暖通空调, 2013,43(增刊1):61-65