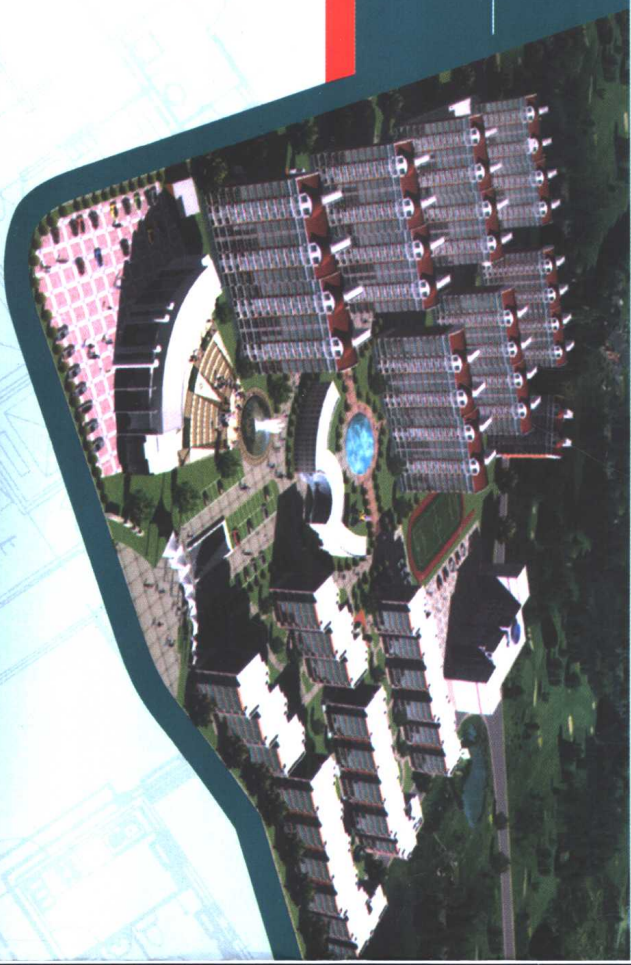


全国暖通空调技术信息网

暖通空调新技术 设计实例图集



中国建筑工业出版社

暖通空调新技术设计实例图集

全国暖通空调技术信息网 编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

暖通空调新技术设计实例图集/全国暖通空调技术信息网编. —北京: 中国建材工业出版社, 2003.10

ISBN 7-80159-519-X

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 088073 号

暖通空调新技术设计实例图集

全国暖通空调技术信息网 编

出版发行: 中国建材工业出版社

地址: 北京市海淀区三里河路 11 号

邮编: 100831

经销: 全国各地新华书店

印刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开本: 850mm×1168mm 1/16

印张: 17.25

字数: 438 千字

版次: 2003 年 10 月第 1 版

印次: 2003 年 10 月第 1 次

印数: 1~6000 册

书号: ISBN 7-80159-519-X/TU·262

定价: 45.00 元

本书如出现印装质量问题, 由我社发行部负责调换。联系电话: (010) 68345931

前 言

为了配合当前全国暖通空调市场多元化发展的需要,在第十二届暖通空调技术信息网大会召开之际,针对当前暖通空调设计的热点问题及新技术、新系统的应用,全国暖通空调技术信息网就所征集的有关大型公共建筑、体育馆的空调与供暖,蓄冷蓄热系统,热泵技术应用工程,高大空间辐射供暖,低能耗高舒适住宅暖通空调系统,医院手术室洁净空调等工程实例,编辑、出版了这本《图集》,呈献给广大暖通空调设计工作者,供大家参考,并作为本次大会的交流资料。

此次所选设计实例基本符合这届大会的主题,文中除少量删改外,基本不做改动。由于今年受SARS的影响,《图集》的征集、编辑、出版工作时间很仓促,其中定有不足之处,敬请谅解。

在《图集》的征集和审校工作中,得到了各二级网理事、相关设计者、企业及《暖通空调》编辑部与中国建材工业出版社的大力支持,在此表示衷心的感谢。

全国暖通空调技术信息网

2003年9月

目 录

1. 国家大剧院暖通空调设计.....	孙敏生	李永振	王旭	石鹤	柯佳林	杨东哲	崔海平 (1)
2. 中国工商银行总行营业办公楼空调设计.....					刘茂堂	胡育红	龚京蓓 (13)
3. 上海新国际博览中心空调设计.....						陈怀琴	陆雍健 (25)
4. 宁波大剧院空调设计.....	徐亚明	江苹	梁韬			周铭铭	叶大法 (31)
5. 上海植物园展览温室空调设计.....						朱学锦	王吉平 (41)
6. 北京庄胜广场工程设计.....				孟凡兵	刘宁然		叶鸣 (49)
7. 上海四季酒店工程设计.....							叶宏楔 (63)
8. 世纪经贸大厦工程水环热泵空调系统设计.....		满孝新	邓燕春	谢丹			张锡虎 (75)
9. 蓝星科技大厦工程 VRF 空调设计.....							李雯筠 (85)
10. 东京临海新都心建设与空调/供能.....							范存养 (91)
11. 大商集团大庆新百大购物中心.....				赵文哲			裴凤玲 (99)
12. 商业建筑中的水环热泵空调系统设计.....							徐征 (109)
13. 杭州国际商贸中心空调设计.....							寿广 (115)
14. 保福大厦工程水环热泵空调系统设计.....		王振华	满孝新	刘洁			张亚钊 (121)
15. 兰州中川机场航站楼出港大厅空调工程设计.....							徐树声 (129)
16. 天津微电子开发区罗姆供热中心.....							田卫平 (135)
17. 北京市某展览馆水源热泵空调系统设计.....	甄华斌	任宇林	孙昱波	季建忠			张帆 (143)
18. 天津水云花园土壤热泵家用中央空调系统设计.....			施秀琴	孙国勋			李海青 (149)
19. 北京大学附属小学教学楼地道通风及诱导通风系统设计.....				林其静			马新伟 (169)
20. 东北师范大学田径训练馆保温与诱导式通风设计.....					方政武		苏志军 (175)
21. 中景豪庭蒸发式家用中央空调系统设计.....							成洁 (181)
22. 北京市某别墅空调设计.....						甄华斌	梁军 (191)
23. 呼和浩特航空公司 101 号维修机库.....						范新	冀冠华 (197)
24. 某库房 CRV 柔强辐射供暖系统设计.....						张晚莉	魏占和 (203)
25. 烟台莱山机场航站楼改造空调工程设计.....						张积太	姜绍彬 (209)

26. 南新雅饮食城及新雅粤菜馆空调设计	蒋小易 (217)
27. 淮北市行政中心空调蓄能系统设计	李 侃 魏家福 王乐萌 李炳辉 (223)
28. 杭州市拱墅区政府办公楼冰蓄冷系统设计	李 颖 刘月琴 雷炳成 陈永林 (229)
29. 福州电力高级技工学校冰蓄冷系统的应用与测试	张子星 叶水泉 雷炳成 李光旭 (237)
30. 豫港大厦空调通风设计	杨东辉 程向阳 张振陆 (243)
31. 东陶机器 (北京) 有限公司二期工程空调设计	钟 磊 (249)
32. 华普航空发动机培训中心机电设备安装工程	邓文辉 谢少成 唐战英 王 琳 吕 颂 (253)
33. 山东省立医院净化实验室设计及过渡季节空调运行设计	卫田青 贾 岩 (259)

1 国家大剧院暖通空调设计

北京市建筑设计研究院 孙敏生 李永振 王 旭 石 鹤 柯佳林 杨东哲 崔海平

设计说明

国家大剧院位于北京市长安街人民大会堂西侧，采用的是法国著名建筑师安德鲁的设计方案，由法国 ADP 公司和 SETIC 公司分别完成建筑和结构、机电初步设计，北京市建筑设计研究院完成施工图设计，预计 2005 年竣工。

建筑面积约为 23 万 m²，建筑总平面及其主要功能见图 1-1。

1 冷热源及空调水系统

见表 1-1，表 1-2 及图 1-2~图 1-10

表 1-1 冷热源设备表

编号	名称	规格	数量	服务对象	备注
CH1	离心式制冷机组	冷量 3 870 kW	4	空调冷水冷源	
CH2	螺杆式制冷机组	冷量 1 060 kW	1	低负荷时空调冷水冷源	
CT1	冷却塔	水量 840 m ³ /h	4	空调冷却水	CT1' 要求塔体防冻, 1 用 1 备
CT2	冷却塔	水量 230 m ³ /h	1	低负荷时空调冷却水	
EX1	板式换热器	一次水温 15℃/70℃ 二次水温 60℃/50℃ 换热量 3 300 kW	4	空调采暖热水	
EX2	板式换热器	一次水温 7℃/9℃ 二次水温 9℃/14℃ 换热量 1 700 kW	1	冷却水制冷	
CP1	水泵	流量 700 m ³ /h, 扬程 23 m	4	空调冷水—次水循环	
CP2	水泵	流量 190 m ³ /h, 扬程 15 m	1	低负荷时空调冷水—次水循环	
CP3	水泵	流量 840 m ³ /h, 扬程 38 m	4	冷却水循环	CP3' 为冬季采用冷却塔制冷时使用, 1 用 1 备

续表

编号	名称	规格	数量	服务对象	备注
CP4	水泵	流量 230 m ³ /h, 扬程 30 m	1	低负荷时冷却水循环	
CP5	水泵	流量 870 m ³ /h, 扬程 40 m	4	空调机组冷水—次水循环	3 用 1 备, 变速运行
CP6	水泵	流量 350 m ³ /h, 扬程 30 m	3	风机盘管空调冷水—次水循环	2 用 1 备, 变速运行
CP7	水泵	流量 152 m ³ /h, 扬程 37 m	2	冷辐射地板—次水循环	1 用 1 备
CP8	水泵	流量 15 m ³ /h, 扬程 40 m	2	空调冷水补水	1 用 1 备
HP1	水泵	流量 300 m ³ /h, 扬程 17 m	4	空调机组热水—次水循环	3 用 1 备, 变速运行
HP2	水泵	流量 260 m ³ /h, 扬程 32 m	4	空调机组热水—次水循环	3 用 1 备, 变速运行
HP3	水泵	流量 75 m ³ /h, 扬程 25 m	2	风机盘管热水—次水循环	1 用 1 备, 变速运行
HP4	水泵	流量 65 m ³ /h, 扬程 30 m	2	地板供暖热水—次水循环	1 用 1 备
HP5	水泵	流量 15 m ³ /h, 扬程 40 m	2	空调热水补水	1 用 1 备
TK1	钢板水箱	10 m×3 m×3.7 m	1	冷却水集水	
TK2	钢板水箱	2 m×2 m×2 m	1	空调冷水补水	
TK3	钢板水箱	3 m×2 m×2.5 m	1	空调热水补水	

续表

编号	名称	规格	数量	服务对象	备注
TK4	气压罐	容积 2.37 m ³ 工作压力 0.8 MPa $\phi = 1\ 200\ \text{mm}$	1	空调冷水定压	启泵压力 0.34 MPa 停泵压力 0.53 MPa 电磁阀开启压力 0.56 MPa 安全阀开启压力 0.57 MPa
			1	空调热水定压	
TK5	气压罐		1	空调热水定压	
TK6	分水器	$\phi = 1\ 000\ \text{mm}$, $L = 3\ 750\ \text{mm}$ 工作压力 0.8 MPa	1	空调冷水	
TK7	集水器		1	空调冷水	
TK8	分水器	$\phi = 800\ \text{mm}$, $L = 2\ 950\ \text{mm}$ 工作压力 0.8 MPa	1	空调热水	
TK9	集水器		1	空调热水	
TK10	分水器	$\phi = 600\ \text{mm}$, $L = 2\ 330\ \text{mm}$ 工作压力 1.6 MPa		市政高温热水	
TK11	集水器			市政高温热水	
TR1	加药装置		1	空调冷却水	
TR2	综合水处理器	流量 1 120 m ³ /h	3	空调冷却水	
TR3	综合水处理器	流量 1 340 m ³ /h	2	空调冷水	
TR4	离子交换软水器	软化水量 6~12 m ³ /h	1	空调热水	

表 1-2 空调水系统控制图说明

序号	主要控制内容	监 控 方 法
空调冷水和冷却水系统		
1	冷负荷计算	根据冷水流量和供回水温度的测量值, 计算空调总冷负荷和能耗累计计算
2	冷水机组台数控制	根据总冷负荷控制冷水机组运行台数, 当负荷量 $\leq 700\ \text{kW}$ 时, 使用小冷水机组 CH2
3	夏季冷却塔出水温度控制	水温低于 24℃ 时停开冷却塔风机, 高于 29℃ 时重新打开正在运行的冷却塔风机

续表

序号	主要控制内容	监 控 方 法
4	冷凝器进水温度控制	根据冷却水温度控制供回水旁通阀 EV3 或 EV4 的开启度, 使水温不低于 15℃
5	室外冷却水管防冻控制	采用自控电伴热设备使室外管道水温不低于 5℃
6	冷却塔制冷	当室外湿球温度达到设定的低温值时, 停开冷水机组, 使用冷却塔制冷。解除冷水机组与冷却塔、冷却塔风机的联锁关系, 通过电动阀 EV5, EV6 打开换热器通路, 关闭冷水机组通路。室外温度升高时, 回到冷冻机制冷状态
7	冷却塔制冷的水温控制	冷却塔出水温度控制环节重新设定温度, 冷却塔风机停开温度变为 5℃/7℃
8	冷却塔制冷的冷水水温控制	根据二次水出口水温, 控制电动阀 EV7, 调节一次水旁通和进入换热器的水流量
9	各二次冷水系统流量控制	根据各二次水系统的压差变化, 控制水泵的运行台数和转数
10	冷辐射地板水温控制	根据冷辐射地板供水温度控制三通混合阀 EV10 的开启度
11	定压及补水控制	根据系统压力, 控制补水泵的启停和膨胀管电磁阀 EV12 的启闭

空调热水系统

1	热负荷计算	根据空调热水流量和供回水温度的测量值, 计算空调总热负荷
2	水泵及换热器运行台数控制	根据空调总热负荷控制循环泵和换热器的使用台数
3	水温控制	根据空调热水的出水温度, 控制正在使用的换热器一次水进水三通阀 EV9 的开启度

注: 空调热水二级泵系统和补水定压系统与冷水系统基本相同

a) 夏季总冷负荷: 15 000 kW (冷水机组)

冬季总热负荷: 11 000 kW (市政高温热水)

b) 空调供暖热水为四管制系统, 变流量运行; 冷热水各设 3 个二级泵系统。其中风机盘管空调冷水系统全年使用, 风机盘管 (包括少量散热器) 热水系统和热辐射地板系统冬季全天运行, 以保证冬季夜间值班供暖的需要。冷热辐射地板系统分别需要大约 18℃/21℃冷水和 45℃/35℃的热水, 设置三通水温调节阀, 使 7℃冷水和 60℃

热水分别与各系统回水混合调节到需要的冷水和热水水温。

c) 由于内区风机盘管系统需全年供冷，冷却塔冬季使用，所以在制冷机房内设置冷却水集水箱，集中补水，以防止冬季市政水及塔底集水箱内存水冻结，室外管道采取电伴热措施。

d) 冬季可使用冷却塔制冷，采用与冷水机组并联的板式换热器及2台冷却水循环泵（1用1备）供应冷源水，可节省制冷电能。

2 空调供暖通风方案

2.1 观众厅气流组织

歌剧院、戏剧场和音乐厅的3个观众厅均采用了椅下送风、在上部灯光密集处回风及排风的气流组织方式（见图1-11）。气流组织和空气在室内的变化过程按照置换通风理论进行分析计算，主要设计参数见表1-3。

表1-3 主要设计参数

冬季室内参数	夏季室内参数	新风量			送风温差	工作区风速	允许A声级
		温度	相对湿度	$/(m^3/(h \cdot p))$		$/(m/s)$	
温度 /℃	相对湿度 /%	温度 /℃	相对湿度 /%				噪声/dB
21±1	50±10	24±1	50±10	30	≤4	0.15~0.20	20

2.2 各类型区域的空气处理方案及其特点

本工程以双风机系统为主，可充分利用室外空气作为冷源，对于存在大量内区的国家大剧院工程，其节能效果较为明显。各类型空调区域的空气处理方案见表1-4。

表1-4 空气处理方案

空调区域	空气处理过程							
	回风 机	混合 (新风)	粗效 过滤	中效 过滤	加热	冷却	再热	加湿 电 水
观众厅、乐池、排练厅、演播室等	√	√	√	√	√	√	√	√
舞台	√	√	√	√	√	√	√	√
公共休息厅廊等	√	√	√	√	√	√	√	√

续表

空调区域	空气处理过程							
	回风 机	混合 (新风)	粗效 过滤	中效 过滤	加热	冷却	再热	加湿 电 水
办公、管理、化妆区等		(√)	√	√	√	√		√
变配电、热力、制冷机房	√	√	√	√	*	√		√
给排水机房等		(√)	√		√			√

注：制冷机房仅设置加热器

2.2.1 剧院观众厅、乐池、排练厅、录音室、演播室等

由于较高标准的舒适度要求以及乐器对温湿度，尤其是对湿度的严格要求，夏季均采用了控制露点温度再根据室内负荷变化进行二次加热的方案，冬季采用能够较精确控制加湿量的电蒸汽加湿器，见图1-12及表1-5。

表1-5 观众厅、乐池、排练厅、演播室等空气处理机组控制图说明

序号	主要监控内容	监 控 方 法
1	季节转换状态点的设定	(1)夏季：室外焓值高于回排风焓值； (2)过渡季：室外焓值低于回排风焓值、高于冷却器露点的设定状态点的焓值； (3)冬季：室外焓值低于冷却器露点设定状态点的焓值
2	火灾的控制状态	(1)火灾时切断该火灾控制区中与消防无关的空调通风设备的电源，兼作排烟补风的空气处理机组的送风机与回风机的联锁关系解除，其排风和回风阀联锁关闭，兼作排烟补风的转为火灾控制状态； (2)排烟和平时空调通风合用的风道上设置电动常开或常闭风路转换阀门，火灾时该火灾控制区的转换阀自动转换为排烟和补风状态
3	室内参数的季节转换	根据室外焓值改变室内温湿度设定值
4	风阀季节转换和新风量调节	根据室外焓值(湿球温度)判定季节，确定风阀开启程度。 (1)夏季：采用最小新风量(新排风阀最小开度、回风阀最大开度)； (2)过渡季：采用全新风(新排风阀最大开度、回风阀关闭)； (3)冬季：根据室内温度调节新、回、排风阀门开度——随室外焓值的降低室温降低，减小新风、增加回风，直至最小新风量；随室外焓值逐渐增加室温也增加，增加新风量，直至全新风

续表

序号	主要监控内容	监 控 方 法
5	换热盘管季节转换	(1) 加热器: 夏季和过渡季关闭加热器水路二通阀; 冬季新风阀达到最小开度时, 加热器二通阀投入运行; (2) 冷却器: 冬季关闭冷却器水路二通阀; 夏季和过渡季冷却器水路二通阀投入运行; (3) 再热器: 冬季关闭再热器水路二通阀, 夏季和过渡季再热器水路二通阀投入运行
6	送风温湿度调节*	(1) 夏季和过渡季根据冷却器后露点温度控制冷却器水路二通阀开度, 由室温(观众厅、乐池)或回风温度(其他房间)控制再热器水路二通阀的开度; (2) 冬季当新风阀为最小开度时, 根据室温或回风温度控制加热器水路二通阀的开度; (3) 根据室内(观众厅、乐池)或回风(其他房间)湿度控制加湿器加湿量

注: 观众厅和乐池采用置换通风, 上部回风温度高于室温, 温湿度传感器只能设在室内, 不能设在回风口处。

2.2.2 歌剧院和戏剧场舞台

一般没有乐队演出, 温湿度精度要求不高, 仅控制舞台温度和冬季加湿。舞台设变速风机, 并与侧台分设空气处理机组, 通过预冷和间断供冷, 或在演出时减少送风量、降低风速等办法解决幕布晃动和歌唱、舞蹈等演员不愿吹风的问题。

2.2.3 公共休息厅廊等

这些区域是人员不经常停留的大空间, 因夏季无湿度要求, 不设置再热盘管。考虑到冬季湿度过高时壳体和水下通廊的玻璃易结露, 所以不设置加湿器。

各层相通的壳体下公共大厅及各层休息厅组成的高大空间为有壳体围护结构的外区, 受热压影响, 会出现上下温度不均匀的现象。利用CFD模拟计算, 最高处的休息厅温度为 27°C 左右时, 底层温度只有 21°C 左右。因此在 6.00 m 标高及其以上层设冷辐射地板, 夏季弥补上部冷量的不足。 -7.00 m 和 0.00 m 标高的地面设制了热辐射地板, 冬季弥补下部热量不足, 并兼作夜间值班供暖。

2.2.4 办公、管理、会客接待、化妆等小空间空调区域

温湿度要求不严格, 为控制灵活, 采用风机盘管加新风系统。因考虑到人员长期停留, 新风空调机组设置了价格较便宜、使用寿命较长且节电的高压喷雾加湿器。其排水作为中水回收利用。

2.2.5 发热量较大的变配电、热力、制冷机房

房间温度设置在 $35\sim 37^{\circ}\text{C}$ 左右, 为减少通风量和风道尺寸, 夏季设置冷却盘管降温, 夏季和过渡季采用直流式全新风。为防止冬季室外新风直接经过冷却盘管而冻结及冷风对人员和设备的不利影响, 空气处理机组设置了回风机。冬季利用回风与新风混合至 5°C 以上送入室内, 比冬季设置加热盘管的方案节省了能量。制冷机房因防止工质泄漏所需最小新风量较大, 冬季仍设置了加热盘管。

2.2.6 给排水机房

为防止冬季水系统冻结, 设置了加热盘管。

2.2.7 空调通风机房

因电机多为散热量不大的内置式, 仅在机房内设置了排风机。因为设备均采用集中式监控, 除检修外人员一般不在机房内停留, 所以排风机仅在设备检修时使用, 从走廊进风, 节省了平时大量排风时需要补新风的设备和管道。

2.3 串联式总排风系统

2.3.1 排风系统方案

由于建筑外观的要求, 整个建筑物的新风、排风, 火灾时的补风、排烟, 都必须从下部引入或排出。

为缩短新鲜空气经过潮湿的地下通道的路程, 由较近的圆形壳体周围和人工湖之间的室外消防通道(见图1-1的F区)侧墙上部引入新风和火灾时的补风, 为避免汽车尾气被吸入室内, 消防通道侧墙下部分设置了多个排风口。

中区和南区由各系统的排风机将排风或排烟分别送入结构基础层中的总排风通路汇合, 为避免肮脏的排风和高温烟气对建筑物的影响, 再由较远的建筑物东南侧(S5区)地下总排风口排出。排风口设置了 $16\text{台 } 94\,000\text{ m}^3/\text{h}$ 风量的总排风机(按总排风量的

80%考虑), 维持排风系统负压, 并可减小室内各排风或排烟风机的风压。

北区排风排向建筑物北侧绿地处。

2.3.2 排风系统的调节与控制

由于室内各排风、排烟系统的风机之间, 以及总排风机之间均为并联, 为防止短路, 风机出口设置了与风机联锁通断的电动调节阀。

排风系统和压力变化及控制示意如图 1-13。采用在总排风通路内设置压力传感器, 根据静压(负压)绝对值的变化控制总排风机, 减少运行台数, 如风道特性改变不大而并联的总排风机运行台数减少过多, 会使单台风机风量增加过大而发生超负荷事故。但此系统因设置了与总排风机联锁的风阀, 阀门关闭使风道局部阻力系数增加, 单台风机的工作点会向减少风量、提高风压的方向移动, 超负荷运行的危险不大。

考虑到风量连续调节的需要, 以及每台风机只能调节到 40%左右的风量, 为 4 台总排风机配置变频调速装置, 根据总排风通

路内静压的改变, 调节风机的运行台数和转速。

3 高大空间的防排烟系统

壳体下主大厅及与主大厅相通的各层休息厅组成的高大空间的最低层地面与壳顶标高相距 48 m, 但圆形壳体不允许设置机械排烟设备。经过论证, 采用了机械通风、自然通风和机械补风相结合的防排烟方案, 见图 1-14。

3.1 与主大厅相通的各剧场的休息走廊和休息厅等防烟分区, 火灾时为机械排烟。补风机通过与平时合用的 1 台相应空调器的送风机, 通过公共大厅向机械排烟部位补风。

3.2 主大厅上部壳体设置 150 m² 排烟窗自然排烟; 7 台与平时合用的空调器的送风机向公共大厅壳体下部进行机械补风, 补风量约为 350 000 m³/h, 有助于烟气上升并迅速排除。

当烟气蔓延到 ±0.00 m 以上与主大厅相通的各剧场的休息走廊等处, 各处的机械排烟系统启动, 与主大厅排烟窗共同进行排烟。

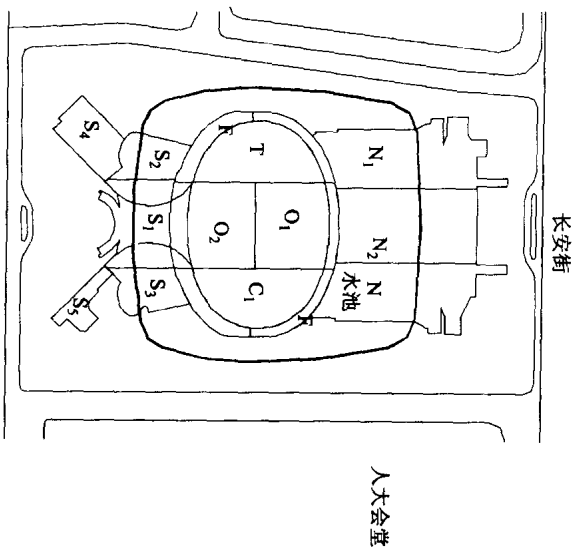


图 1-1 建筑总平面及其主要功能
 T—戏剧院；O—歌剧院；C—音乐厅；
 N—北区（车库和北入口）；S₁—南入口；
 S₂—多功能厅；S₃—内部餐厅、单宿等；
 S₄—制冷热力机房；S₅—总排风井；
 F—环形消防通道

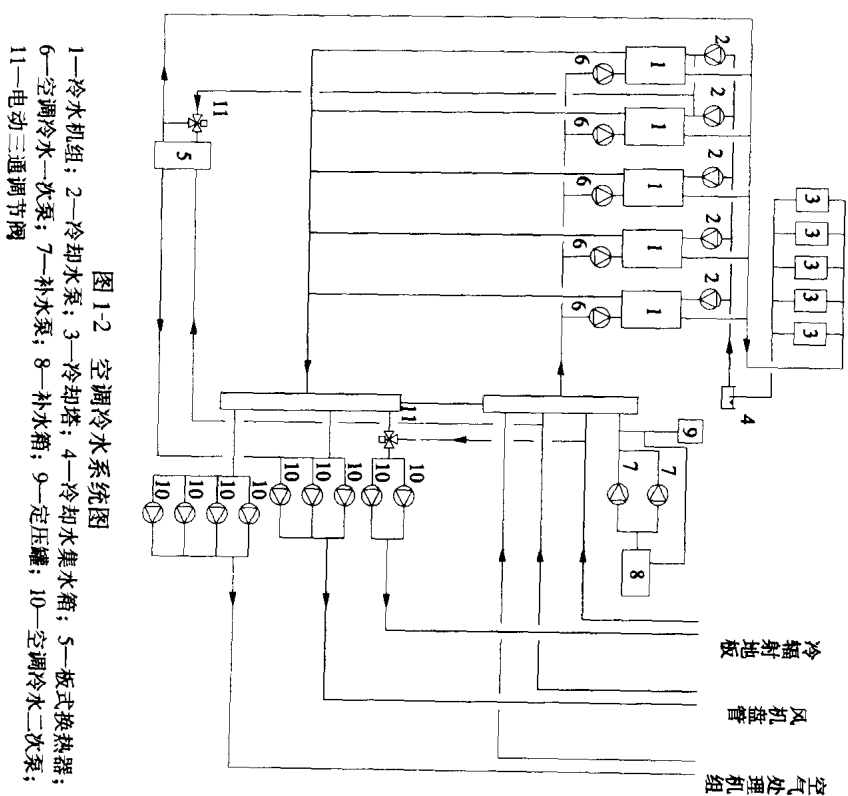
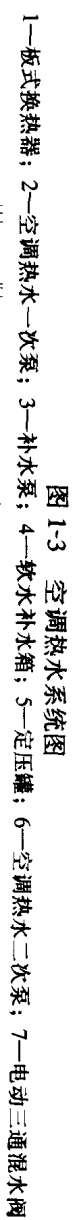


图 1-2 空调冷水系统图
 1—冷水机组；2—冷却水泵；3—冷却塔；4—冷却水集水箱；5—板式换热器；
 6—空调冷水一次泵；7—补水泵；8—补水箱；9—定压罐；10—空调冷水二次泵；
 11—电动三通调节阀



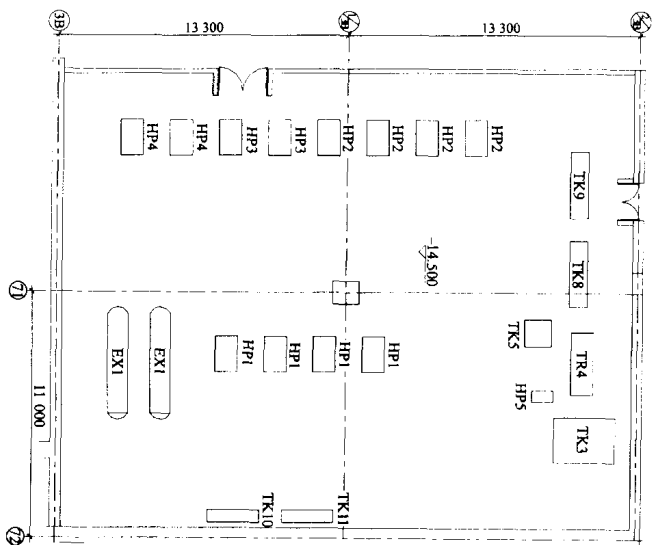


图 1-5 热电厂房平面布置图

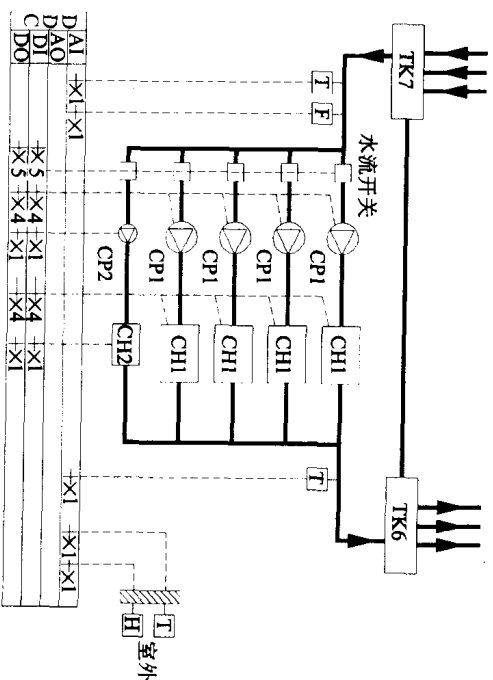


图 1-6 冷水机组和空调冷水一级泵控制原理图

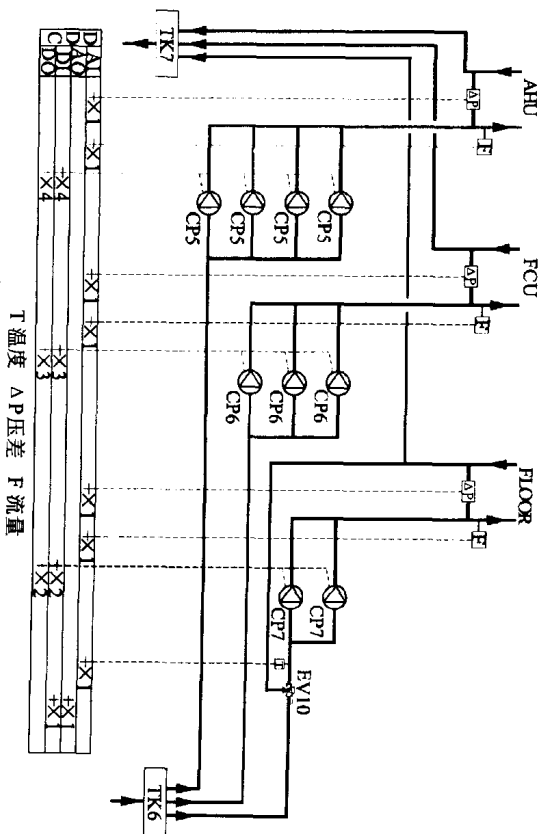


图 1-7 空调冷水二级泵系统控制原理图

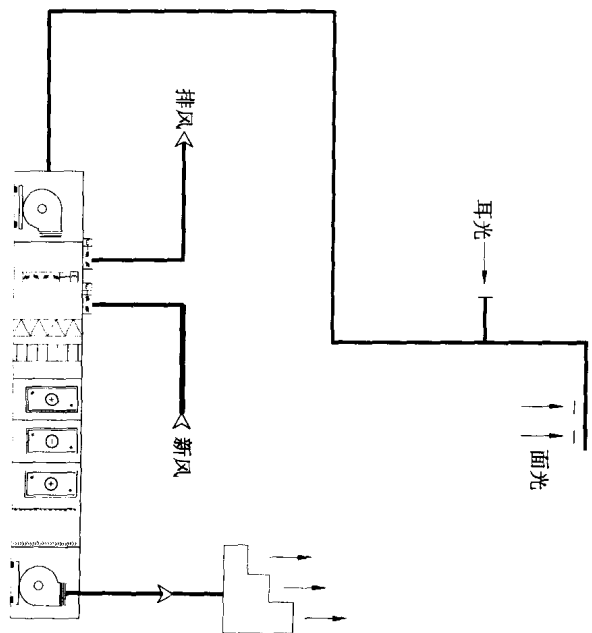
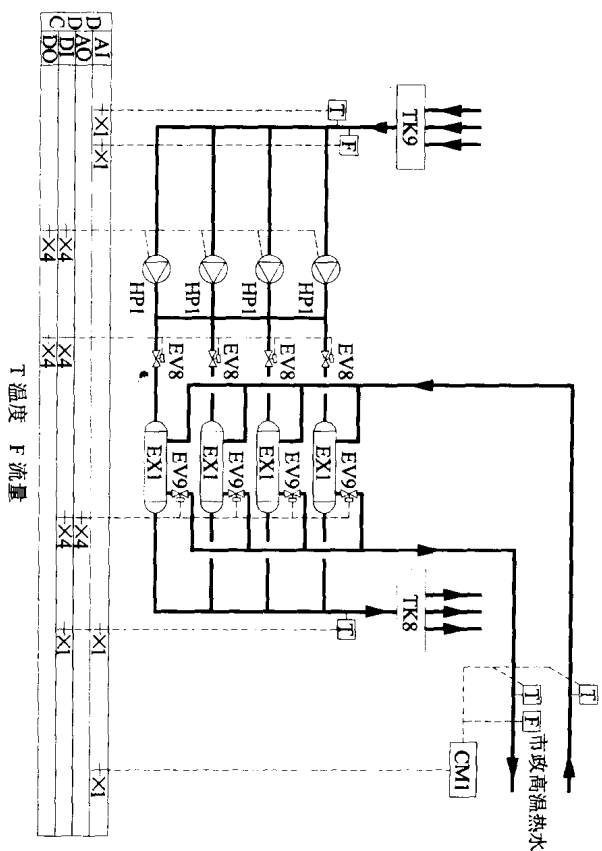


图 1-10 空调热水一级泵系统控制原理图

图 1-11 观众厅置换通风空调方案

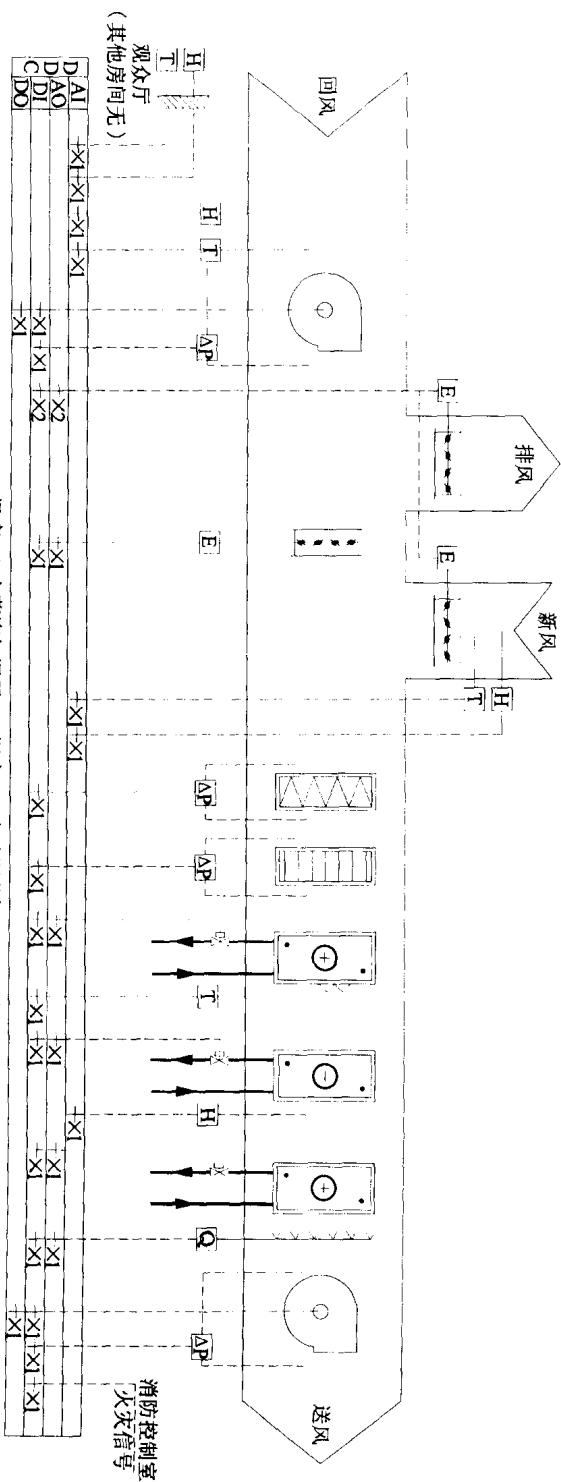


图 1-12 观众厅、乐池、排练厅、演播室等空气处理机组控制原理图