

# 内蒙古地区的医院设计体会

内蒙古建筑勘察设计院有限责任公司 宋 玲<sup>☆</sup> 高明亮

**摘要** 介绍了针对医院的特殊性所选择的供暖、通风、空调的系统形式。指出应针对内蒙古自治区的气候特点和医院所在地、医院规模、当地人民的生活习惯、消费水平、医疗保障水平、医院的性质和医疗设备的使用要求确定经济、合理、实用的设计方案。

**关键词** 医院 气候特点 供暖 空调 通风 节能

## Design experiences of hospitals in Inner Mongolia

By Song Ling<sup>★</sup> and Gao Mingliang

**Abstract** Presents the heating, ventilating and air conditioning system schemes selected based on recognition of the particularity of hospital. Considering the local climate characteristics, the location and scale of hospitals, the life habitude and consumption level of residents, their medical insurance degree, the character of hospital and the requirements of medical equipment, determines the economical, reasonable and practical design schemes.

**Keywords** hospital, climate characteristic, heating, air conditioning, ventilating, energy saving

★ Inner Mongolia Institute of Architectural Design & Research Co., Ltd., Huhhot, China

①

### 1 概述

从 2000 年开始,内蒙古地区各地为了改善医疗环境,提高医院的医疗水平,满足患者对医院的要求,相继新建了许多规模和标准不同的医院,笔者所在单位也陆续承接了多个医院的设计任务,大到省市级三级甲等医院,小到县级医院都有。有各种门诊和病房的综合医院、单纯病房楼,也有传染病医院;有军队医院,也有地方医院。这些医院涵盖了所有的诊查、医疗、住院、手术科室和附属设备用房。有些诊查科室中还含有 PET/CT(正电子发射核素型计算机断层仪)、ECT(放射性核素发射型电子计算机断层摄影仪,又称计算机同位素核辐射断层术)、回旋加速器等医疗设备。手术部包括局部百级等各种净化级别的手术室,可以承担器官移植和置换等尖端手术。住院科室不仅包括普通科室,还有百级血液层流病房、烧伤病房。传染病房中有烈性隔离病房、普通传染病房。附属设备用房除了常规建筑的制冷空调换热机房、变配电机房、柴油发电机房外,还包括医疗建筑特有的洗衣房、制氧机房、负压吸引机房、物流传输机房、中心供应机房、病案库、餐饮部、焚烧间、太平间、污水处理间等各种特殊用房。

### 2 笔者所在单位承担设计的部分医院建筑(见表 1)

### 3 各医院建筑的供暖空调系统形式(见表 2)

### 4 供暖空调系统特点

#### 4.1 冬季气候特点

以上建筑所在地均处于北方严寒地区,供暖时间长达半年左右,具体分区详见表 3。

#### 4.2 供暖空调系统

##### 4.2.1 系统形式

医院房间的功能各异,医疗设备的种类不同,对使用时间、温湿度、室内气体性质都有不同的要求,按供暖空调方式分为以下 5 种方案。

方案 1:冬季采用散热器供暖,夏季采用新风机组送低温新风适当降低室温。

方案 2:冬季采用低温地板辐射供暖,夏季采用新风机组送低温新风适当降低室温。

方案 3:采用风机盘管加新风系统,冬季供暖夏季供冷。

方案 4:冬季采用散热器供暖,采用空气源热泵型变制冷剂流量多联分体式空调系统夏季供冷、过渡季供热。

方案 5:冬季采用低温地板辐射供暖,采用空气源热泵型变制冷剂流量多联分体式空调系统夏季供冷、过渡季供热。

①☆ 宋玲,女,1964 年 4 月生,大学,高级工程师,副总工程师  
010020 呼和浩特市中山东路与呼伦南路交汇处波士名人国际六楼 6007 室  
(0471) 6208190  
E-mail: slgml@126.com  
收稿日期:2009-02-10  
修回日期:2009-02-17

表 1 部分医院建筑概况

建筑名称	设计时间	建设规模	医院地址	医院类别	医院类型
内蒙古医学院附属医院综合病房楼	2000 年	建筑面积 66 000 m <sup>2</sup> , 地上 21 层, 地下 2 层, 建筑主体高 80 m, 裙房地上 2 层, 地下 1 层	呼和浩特市	三级甲等	医疗、病房楼
内蒙古医院医疗综合楼	2001 年	建筑面积 54 000 m <sup>2</sup> , 地上 21 层, 地下 2 层, 建筑主体高 78.9 m, 裙房地上 5 层, 地下 1 层	呼和浩特市	三级甲等	医疗、门诊、病房楼
满洲里市第一医院	2004 年	建筑面积 17 860 m <sup>2</sup> , 主楼 12 层, 总高度 58.95 m	满洲里市	三级甲等	门诊、病房楼
内蒙古自治区突发公共卫生事件救治中心、内蒙古自治区第四医院	2004 年	建筑面积 8 860 m <sup>2</sup> , 主楼 5 层, 总高度 23.90 m	呼和浩特市	三级甲等	医疗、门诊、病房楼, 传染病病房楼
包头市中心医院病房楼	2005 年	建筑面积 67 757.57 m <sup>2</sup> , 主楼 20 层, 地下 2 层, 裙房地上 2 层, 总高度 76.8 m	包头市	三级甲等	病房楼
托克托县医院	2007 年	建筑面积 21 639 m <sup>2</sup> , 主楼 5 层, 总高度 18.92 m	呼和浩特市托克托县	二级乙等	门诊、病房楼
鄂托克旗医院	2008 年	建筑面积 21 762 m <sup>2</sup> , 主楼 5 层, 总高度 12.25 m	鄂尔多斯市鄂托克旗	二级乙等	门诊、病房楼

表 2 医院建筑的供暖空调系统形式

建筑名称	供暖空调系统形式	手术室、设备层位置
内蒙古医学院附属医院	热源采用院内区域燃煤锅炉房热水, 冬季供暖高、中区(5~20 层)采用上供下回的单双管散热器系统, 低区采用下供下回双管散热器系统, 地下室采用上供上回双管散热器系统, 门厅设有低温地板辐射供暖系统; 冷源采用水冷螺杆机, 夏季空调末端采用新风机组送新风(适当加大送风温差)适当降温	手术室设在 4 层, 设备层设在 4、5 层之间
内蒙古医院医疗综合楼	热源采用院内区域燃煤锅炉房蒸汽, 冷源采用蒸汽型溴化锂机组。冬季供暖地下室采用上供上回双管散热器系统, 门厅设有低温地板辐射供暖系统; 夏季空调采用风机盘管加新风系统	手术室设在 4 层, 设备层设在 4、5 层之间
满洲里市第一医院	热源采用城市热力管网, 冬季供暖高区(5~12 层)采用上供下回的单双管散热器系统, 低区采用下供下回双管散热器系统, 地下室采用上供上回双管散热器系统, 门厅设有低温地板辐射供暖系统; 夏季局部设分体空调, 没有设集中空调	手术室设在 4 层, 设备层设在 4、5 层之间
内蒙古自治区突发公共卫生事件救治中心、内蒙古自治区第四医院	热源采用院内燃煤锅炉房热水, 供暖采用下供下回双管散热器系统; 因传染病医院夏季没有设集中空调, 各室内设分体空调。为节能并保证洁、污区所需的压力梯度, 设有高换气次数的新风换气系统, 排风经屋顶的高效过滤器排出	手术室设在 5 层, 设备层设在顶层
包头市中心医院病房楼	热源采用院内区域燃煤锅炉房热水, 冬季供暖高中区(5~20 层)采用上供下回的单双管散热器系统, 低区采用下供下回双管散热器系统, 地下室采用上供上回双管散热器系统, 门厅设有低温地板辐射供暖系统; 冷源采用水冷螺杆机, 夏季空调末端采用新风机组送新风(适当加大送风温差)适当降温	手术室设在 19 层, 设备层设在顶层
托克托县医院	热源采用城市热力管网, 地上层采用低温地板辐射供暖系统, 地下室采用上供上回双管散热器系统。夏季没有设集中水冷空调。甲方根据今后资金和使用情况按设计预留分期安装变制冷剂流量多联分体式空调系统	手术室设在 5 层, 设备层设在顶层
鄂托克旗医院	热源采用城市热力管网, 地上层采用下供下回双管散热器系统, 地下室采用上供上回双管散热器系统, 门厅设有低温地板辐射供暖系统。夏季没有设集中水冷空调。甲方根据今后资金和使用情况按设计预留分期安装变制冷剂流量多联分体式空调系统	手术室设在 5 层, 设备层设在顶层

表 3 建筑所在地气候分区

气候分区	城市
严寒地区 A 区	满洲里市
严寒地区 B 区	呼和浩特市、包头市、呼和浩特市托克托县、鄂尔多斯市鄂托克旗

空调系统方案比较

## 1) 方案 1

经过方案比较和运行实践证明, 在内蒙古地区, 对于规模较大的医院冬季采用散热器供暖, 夏季由新风机组送低温新风或带热回收的机组送风来降低室温, 每个房间的新风口设开关阀, 可根据需要开启风阀, 这种方式最适用。因内蒙古地区夏季具有早晚凉、中午热, 昼夜温差大、空气较干燥, 夏风常吹、凉爽宜人的气候特点; 再加上病人经常躺着, 身体发热量小, 早晚基本不用开空调, 所以病房楼或病房楼层更适合采用这种空调方式。

优点: ① 初投资和经常运行费用最低。② 节能效果好, 每组散热器安装温控阀实现室温控制。③ 室内无噪声源(风机盘管), 消除了盘管和凝水盘藏污纳垢的隐患。④

## 4.2.2 冷源形式

- 1) 采用电制冷式冷水机组。
- 2) 采用蒸汽型溴化锂机组(有蒸汽源条件时)。
- 3) 采用空气源热泵型变制冷剂流量多联分体式空调系统。

## 4.2.3 热源形式

- 1) 改扩建燃煤锅炉房。
  - 2) 城市热力管网。
- 4.2.4 针对医院非传染病类普通科室及病房的 5 种供暖

明装散热器便于清洗、消毒,解决了采用大量暗装风机盘管时的维修、消毒、维护和寿命相对于散热器短的问题。⑤尽量利用室外新风,最大限度地满足了室内空气质量要求,为患者的身体恢复提供了良好的室内环境。

缺点:与方案 3 相比夏季不能完全保证空调温度。

## 2) 方案 2

冬季采用低温地板辐射供暖,夏季送低温新风降低室温。由于地板辐射供暖系统每层楼板增加 10 cm 左右垫层,每  $\text{m}^2$  增加荷载 80 kg 左右,对于高层建筑增加的造价会很大,所以此系统适合多层医院建筑。

优点:①初投资较风机盘管系统低,经常运行费用与散热器系统相近。②节能效果好,室内舒适度好,每个房间安装温控装置实现室温控制。③室内无噪声源(风机盘管),消除了盘管和凝水盘藏污纳垢的隐患。④无明装散热器及立管,节省空间,室内清洁美观,提高了房间的利用率。

缺点:①每层占用建筑层高 10 cm。②结构荷载加大,土建费用增加。③后期装修时,如果不躲开埋地盘管所在位置,施工时容易造成管路损坏。维修时还会破坏地面。④与方案 3 相比夏季不能完全保证空调温度。

## 3) 方案 3

采用风机盘管加新风系统,冬季供热、夏季供冷。

《公共建筑节能设计标准》(GB 50189—2005)第 5.1.2 条规定,严寒地区不宜采用空气调节进行冬季供暖,宜设热水集中供暖。在设计初期,无论是省市级医院还是县级医院,由于观念上的差距和空调厂家的灌输,甲方感觉只有全部上集中空调,建筑才上档次。所以作为设计师要耐心细致地给他们讲解国家的节能政策、初投资、经常运行费用和各種暖通空调系统的优缺点,并根据医院的所在地、规模、当地人民的生活习惯、消费水平、医疗保障水平确定经济、合理、实用的系统形式。

## 4) 方案 4,5

供暖系统的优缺点与方案 1,2 相同,空气源热泵型变制冷剂流量多联分体式空调系统的优缺点如下。

优点:①根据每个房间的使用时间、服务对象、工作性质不同分区域设置系统,可自由开启、灵活调节室内温度,尤其适合门诊、医技、检验、检查、餐饮服务区等人员较多、设备散热量较大、冷热负荷变动频繁的科室。②节能效果好,室内舒适度好,每个房间安装温控装置实现室温控制。③过渡季可随时开启制热功能,能满足房间的恒温要求,尤其是各种检查科室能很好地满足病人对室温的要求。

缺点:初投资较新风系统高得多,经常运行费用高。

## 4.2.5 净化空调

### 1) 手术部和百级层流病房

一般由专业净化厂家承包设计施工,设计院只负责配合提供冷热源设计。夏季采用电制冷式冷水机组提供  $7^\circ\text{C}/12^\circ\text{C}$  空调冷水;冬季可采用板式换热机组供给热水,也

可由蒸汽经半即热式换热机组供给  $60^\circ\text{C}/50^\circ\text{C}$  空调热水。过渡季、冬季采用空气源热泵型机组作为备用冷热源。因手术部的空调外区需供热时内区(手术室)需供冷,外区需供冷时内区又需供热(空调机组再热过程),因此空调水系统采用四管制系统来满足手术部全年供冷供热的空调运行要求。

### 2) ICU、CCU、产房、血透室、无菌室

可根据业主资金情况、医院等级、医院规模设置净化空调,或设置变风量移动式空气自净器,根据房间的使用要求,方便节能地利用设备,使这些房间达到准净化要求。

## 4.2.6 恒温恒湿系统

直线加速器、回旋加速器、模拟定位、CT 模拟、热疗、PET/CT 和 ECT 等机房,根据各功能科室对温度、湿度、使用时间的不同要求,采取各自独立的机房空调系统,以防放射气体对其他房间的污染,保证其正常运行。

## 4.3 通风系统

1) 普通放射科机房:包括 CT、B 超、彩超、核磁共振、X 光片等辐射较小、人流量较大的技术用房。这些房间最好单独设置通风系统,并保证机房内有  $5\sim 10\text{ Pa}$  的负压。为减少 X 射线对楼上各层病房的影响,排风机最好设置在屋顶。

2) 检验科:包括血液分析仪、血液离心机及其他医疗实验柜。血液分析过程中会产生气溶胶、硝酸氨等有害气体。其中气溶胶中含有苯类、氯氟烃、酮类、醛类、胺类等数百种有机物,这些物质会对人体呼吸道黏膜、眼膜、皮肤等器官产生刺激;硝酸氨可以使人致癌。检验科排风要单独设置,经粗、中效过滤器过滤后在屋顶高空排放。

3) 病理科:主要进行病理切片分析,采用医用通风柜、冰冻切片机等设备。由于被检测物需要使用甲醛进行防腐,所以本区域甲醛气体浓度非常高。当空气中甲醛含量达到  $0.06\sim 0.07\text{ mg}/\text{m}^3$  时人会感到气喘;当达到  $0.1\text{ mg}/\text{m}^3$  时人体出现恶心、呕吐、胸闷等症状。同时在病理分析过程中通风柜内会产生二甲苯气体。二甲苯能使神经系统功能紊乱,人体长期吸入这类气体会导致癌变和白血病的发生。为保证正常的医疗工作环境,补充新风的同时必须快速、安全地将有害气体排出室外,并保证操作区域维持  $10\sim 20\text{ Pa}$  的负压。所以病理科的排风系统要单独设置,并经粗、中效过滤器过滤后在屋顶高空排放。

4) 特殊放射科机房:包括 PET/CT、ECT、回旋加速器、模拟定位、CT 模拟等用房。这些区域按放射性物质的种类可分为 X 射线辐射区和核素辐射区。X 射线辐射区包括直线加速器室、CT 模拟机房、深部机房、后装机房及其控制室等房间,其中直线加速器室的 X 射线及其他电子射线的放射性非常强,为了进行辐射防护,土建墙体采用迷道式布置,主防护墙墙体厚度  $2500\text{ mm}$ ,次防护墙墙体厚度  $1300\text{ mm}$ ,迷道内墙墙体厚度  $1200\text{ mm}$ ,迷道外墙墙体

厚度 800 mm,墙体采用重混凝土砌筑,内墙及顶板采用铅板防护。送、排风道预埋在墙体内,并呈“Z”字形走向,避免射线穿过风道进入排风系统。CT 模拟机房、深部机房、后装机房及其控制室的排风与直线加速器室可采用同一系统,经风道排至屋顶。由于直线加速器室要求送风量大(治疗室  $10\sim 12\text{ h}^{-1}$  换气,制冷机房  $85\text{ m}^3/\text{min}$ ),为避免噪声过大,直线加速器室可单独设置送风机,CT 模拟机房、深部机房、后装机房、模拟定位机房及其附属用房另设一台送风机。模拟定位机房及热疗室排风与体膜室排风分别在屋顶单独排放。

5) 核素辐射区包括回旋加速器室、放化实验室、ECT 室、PET/CT 室及其操作间和办公用房。本区域设有一套送风系统和三套排风系统。回旋加速器室和放化实验室作为合成和生产放射性核素( $\text{C}11, \text{F}18, \text{N}13, \text{O}15, \text{Te}99$ )的房间,放射性最强,采用独立的送排风系统,以使空气不致经由风管相互交叉流动。回旋加速器室及放化实验室等管制区采取负压式设计(负压  $15\sim 20\text{ Pa}$ ),以防止放射性气体扩散至非管制区。排风机出入口由设备厂家配套椰壳活性炭过滤器,过滤器外壳作核防护层,并且设置辐射侦测器以监测气体排放浓度。如有意外事故发生,辐射侦测器可示警,且空调送风及所有排风门应立即自动关闭,使其成为封闭空间,待放射性活度衰变后,方能启动排风设备抽至室外。整个管制区设万级净化空调送风,局部百级净化,净化空调由专业厂家进行设计施工。患者进行同位素药品注射后进入 PET/CT 室和 ECT 室进行肿瘤检测和定位。由于患者注射剂量较小,核素半衰期短,所以危害性较放化实验室和回旋加速器室要小得多,采用铅板防护就能达到很好的效果。通风道仍采用“Z”字形走向,此两部分排风与操作间等办公用房最好分设排风系统,如果没有空间也可纳入统一系统,排出室外。本区域除回旋加速器室及放化实验室采用净化空调送风外,其他房间采用一套新风系统送风。PET/CT 和 ECT 室按  $5\sim 10\text{ Pa}$  负压进行风量设计。

6) 病房的新风口:为避免病人有吹风感,将新风口设置在床头对面的走道侧墙上,使病人处在回流区,并保证床头的风速不大于  $0.2\text{ m/s}$ 。

7) 卫生间、污物间、开水间、备餐间的排风可采用两种系统,自平衡通风系统的优点是末端采用自平衡风口,可以均匀、稳定地排风,保证各层风口的风量平衡,不受环境影响,屋顶排风机采用低噪声高性能风机,具有定时开关功

能,可方便业主集中管理。自平衡风口的寿命长,与传统的排气扇加屋顶风机系统相比,消除了室内噪声源,节省了后期设备维修、更换费用和排气扇的运行费用,节约电能。实际运行表明,用于高层建筑更能体现出它的优点。

8) 传染病房的送、排风系统要分层设置,且每层洁、污分区,原则上采用全新风直流系统。有些传染病房换气次数大,考虑节能和系统的安全性可设新风换气系统,并采用新风和排风完全隔离的乙二醇显热回收新风换气机组。为保证室内温度,新风换气机送风出口设风管式电加热器,通过温度传感器与机组连锁;或设预热盘管,使出风温度达到送风要求。病房的气流组织为床头上送风、床尾侧墙下回风的方式。病床上方的风速不宜大于  $0.5\text{ m/s}$ ,病床下方风口离地至少  $75\text{ mm}$ ,形成向下的气流,以便使病人能呼吸到新鲜空气,及时排走污染空气,这与普通房间上送上回的气流组织是完全不同的。为防止排风回流污染,每个病房排风口处设高效过滤器(H13),排风经竖井由屋顶排风机前的高效过滤器处理到满足排放标准后高空排放。因病房、病人走廊、医护走廊、医生护士值班室的换气次数各不相同,各房间所要保持的正、负压不同,为保证各区域所需的压力梯度,送、排风支管需设定风量阀和密闭阀。系统开启顺序为:排风机—电动调节阀—新风机;系统关闭顺序为:新风机—电动调节阀—排风机。排风机设事故报警;过滤器设压差报警。

## 5 结语

医院建筑的供暖、通风、空调系统的设计非常重要,舒适的医疗环境能为医生技术水平的发挥和病人的身体康复提供有力的保障。设计师要以安全、适用、经济、节能为前提,以为医患双方提供舒适的人工环境为宗旨,并充分体现“以人为本”的绿色设计理念,才能设计出满足医疗功能要求的、并能提供舒适环境的精品医院建筑。

## 参考文献:

- [1] 中国有色工程设计研究总院. GB 50019—2003 采暖通风与空气调节设计规范[S]. 北京:中国计划出版社,2004
- [2] 上海市民用建筑设计院. JGJ 49 88 综合医院建筑设计规范[S],1989
- [3] 中国建筑科学研究院,中国建筑业协会建筑节能专业委员会. GB 50189 2005 公共建筑节能设计标准[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2005
- [4] DBJ-03-27 2007 公共建筑节能设计标准[S]. 呼和浩特:内蒙古自治区工程建设标准化管理办公室,2007

## · 简讯 ·

### “许钟麟工作室”成立

2009 年 2 月经中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院院务会议研究通过,院长批准,在该院成立“许钟麟工作室”,设于净化研究室内。“许钟麟工作室”的主要任务是科研、技术咨询与工程顾问服务、开发新产品、制订标准、

学术交流与培训等工作,开展对外合作是该室一个重要方针。联系电话(含传真):010-84278377-826,13622706602(均由潘红红收转),该室邮箱:ph\_ph@163.com。

(本刊)