

《传染病医院建筑设计规范》 暖通空调部分解析

中国中元国际工程公司 林向阳★

摘要 介绍了《传染病医院建筑设计规范》暖通空调部分的编制思路并分析了相关条文。根据实际工程的经验提出了一些建议。

关键词 机械通风 气流组织 隔离病房 清洁区 半污染区 污染区

Interpretation of HVAC items in the Architectural design code for infectious hospital

By Lin Xiangyang★

Abstract Presents the considerations in preparing the code and the author's understanding of the relative provisions thereof. Puts forward some suggestions based on experiences from actual engineering.

Keywords mechanical ventilation, air distribution, isolation ward, cleaning zone, semi-polluting zone, polluting zone

★ China IPPR International Engineering Corporation, Beijing, China

①

0 引言

2003 年上半年, SARS 的暴发流行, 使得传染病的控制, 特别是通过空气传播的传染病的控制, 得到了充分重视。各地医院在易于隔离的地方新建、改建了相对独立的发热门诊(急)诊、隔离观察室及专门病区等, 但缺乏基本的统一要求及规定。笔者所在单位受建设部及卫生部委托编制《传染病医院建筑设计规范》(以下简称《传规》), 使我国在传染病医院建设中有一部建筑法规来指导全国各地传染病医院(包括综合医院内的传染科)的建设。本文就通风空调专业的编制情况进行介绍。

1 规范编制框架

传染病医院建筑设计应遵循控制传染源、切断传染链、隔离易感人群的基本原则, 并满足传染病医院的医疗流程。在建筑要求上, 其总体布局和平面对竖向的布置应明确功能分区, 明确各部门洁、污分区与分流, 尽量避免洁净人流、物流与污染人流、物流的交叉与接触, 降低相互感染概率。在通风空调方面应致力于合理控制气流流向, 避免洁净空气与污染空气的交叉, 减少相互感染概率。

传染性疾病的传播途径有两大类: 接触传播和空气传播。在规范编制中根据传播途径不同, 分为非呼吸道传染病和呼吸道传染病区别对待。

呼吸道传染病由于是通过空气传播的, 最安全的通风空调系统莫过于全新风系统; 空气高效过滤器的采用也可阻挡病菌的通过; 干盘管的使用可使空调盘管不易滋生细菌, 以免污染通过的空气。但全新风空调系统的运行费用高, 使用高效过滤器或干盘管使系统的投资和运行维护费用增加, 并且更换过滤器时的安全性也需要考虑。如果在《传规》中提出较高的技术要求, 则对全国各级传染病医院的建设会缺乏可实施性。笔者希望能够制定较低标准又切实有效的措施来控制传染病菌的传播。

《传规》暖通空调部分突出了与一般综合性医院建筑不同的通风设计特点与措施要求。

2 条文分析

《传规》暖通空调部分共分 4 个部分: 一般规定、非呼吸道传染病区、呼吸道传染病区、传染性负压隔离病房(负压 ICU)。

2.1 一般规定

2.1.1 传染病医院各部门的温湿度要求参照《综

①★ 林向阳, 男, 1962 年 11 月生, 大学, 研究员级高级工程师
100089 北京市海淀区西三环北路 5 号
(010) 68732805
E-mail: linxiangyang@ippr.net
收稿日期: 2009-02-18
修回日期: 2009-02-26

合医院建筑设计规范》选用。

《综合医院建筑设计规范》详细给出了医院的设计要求与规定,如医院各部的温湿度要求、洁净手术部设计等。《传规》仅针对传染病医院的特殊部分提出要求与规定。

2.1.2 位于供暖地区的无空调系统的传染病医院应设集中供暖。供暖方式宜采用散热器供暖。

虽然我国目前供暖方式多种多样,但并不是都适用于传染病医院建筑。

2.1.3 传染病医院或传染病区应设置机械通风系统。

此为强制性条文。为了控制整个传染病医院或综合医院传染病区的空气流向,防止污染空气扩散,减小传染范围,传染病医院或综合医院的传染病区应设置机械通风系统(包括设置排气扇等简易送排风系统)。

2.1.4 医院内清洁区、半污染区、污染区的机械送排风系统应按区域设置。

医院分有清洁区、半污染区、污染区,各区空气污染程度不同,为防止污染区域的空气通过通风管道污染较清洁区域的空气,要求送排风系统分区设置。

2.1.5 医院门、急诊部入口处的筛查区,其通风系统应独立设置。

根据建筑平面设置,医院门、急诊部入口处设有接诊或筛查区,用于对不同传染病患者进行筛查分流。此区域情况较为复杂,为有效控制传染病的扩散,要求此区域的通风系统独立设置。

2.1.6 机械送排风系统的设置应使医院压力从清洁区→半污染区→污染区依次降低,清洁区为正压区,污染区为负压区。清洁区送风量大于排风量,污染区排风量大于送风量。

传染病医院或综合医院的传染病区应特别注意建筑物内的气流流向,即应严格保证医院内的压力梯度,使清洁区空气流向半污染区再流向污染区,绝不允许气流倒流。全面通风系统经设计和平衡后应使空气从较少污染的区域(即较为洁净的区域)流向较多污染的区域(较不洁净区域)。例如,空气流向应从走廊流入病房,以防止污染物传播到其他区域。

2.1.7 排风系统的排出口应远离送风系统取风口,并不应临近人员活动区。

强调排风口应该远离进风口并避开人员活动区,防止进、排风口设置过近。具体可参照《采暖通风与空气调节设计规范》第 5.3.4 条执行。

2.1.8 病房卫生间不宜通过共用竖井排风的,应结合病房排风统一考虑。

传统的卫生间排风大多数采用共用竖井排出屋面。但传染病医院的科室一般都是分层分布的,呼吸道传染病的卫生间的排风有可能通过共用竖井流入别的楼层的病房卫生间,造成交叉污染。因此应分病区设置排风系统。

2.1.9 医院各处门口不宜设置空气幕。

空气幕一般设置在各主要出入口,但传染病医院中携带各种病原体的病人来回穿梭,空气幕吹出的高速空气会加快空气中细菌、病毒的扩散。

2.1.10 有条件设置集中空调时,小空间(诊室、病房、医护办公室等)可结合机械送排风系统设风机盘管系统,机械送风系统设计为空调新风系统;大空间(中庭、门诊大厅等)可设计成全新风空调系统。

经济条件比较好、气候条件比较恶劣的地区,当设计集中空调系统时,其新风系统就是前述的送风系统,排风系统同样设置。在此基础上,小空间(诊室、病房、医护办公室等)设置风机盘管冷却或加热空气,当某一个或数个小空间的空气被病菌污染时,可将其控制在小范围内。如果采用全空气系统(CAV 或 VAV 系统),其回风会造成各房间之间的交叉污染;如果采用全新风系统,那么空调系统的投资及运行费用会成倍上升。大空间(中庭、门诊大厅等)建议设置全空气系统,并按全新风空调系统设计,因为这些区域人员较杂,应防止回风造成大范围污染。

2.1.11 全新风空调系统应能在非呼吸道传染病流行时利用回风,以节省医院的运行费用。

医院全年以全新风空调系统运行,会大大增加医院的空调运行费用。在一年中的非呼吸道传染病流行期间,如果能把系统调节成有部分回风的全空气系统,会节省医院的空调运行费用。应根据情况及时调节空调系统运行状况。

2.1.12 手术室、重症监护室(ICU)、负压隔离病房以及高精度医疗设备用房等宜采用空气调节系统。

手术室、重症监护室(ICU)以及医疗设备用房,因其空间比较封闭,温湿度有一定要求,一般应设置空调系统来满足重症病人的舒适度要求或医疗设备的运行条件要求。

2.1.13 在根据房间压差要求设置送排风系统的

基础上,医疗设备用房应根据设备的温湿度要求设置独立的空调机组(或恒温恒湿机组)。

有空调要求的医疗设备用房,其负压要求通过合理设计送排风系统来实现,在此基础上设置独立的空调机组(或恒温恒湿机组)来满足医疗设备的温湿度要求。独立的空调机组的冷热负荷应考虑通风系统带入的负荷。

2.1.14 传染病医院空调的冷凝水应分区集中收集,随各区废、污水排放集中处理。

一般公共建筑的空调冷凝水,有时会直接排放至房间地漏或室外散水等处。但在传染病医院中,飘浮在空气中、附着在灰尘颗粒上的病菌会被阻隔在空调机组换热盘管上,并随着冷凝水排出。这些病菌有可能使人致病,所以应该避免将空调冷凝水排到裸露的地面,而应该将冷凝水排到设置的冷凝水管,引至医院的废、污水系统,集中处理。

2.2 非呼吸道传染病区

2.2.1 房间通风量:非呼吸道传染病区的门诊、医技用房及病房的最小换气次数(新风量)为 3 h^{-1} 。

对于非呼吸道传染病区,主要考虑人员舒适和气味控制所需的新风量,建议最小换气次数为 3 h^{-1} 。在冬季较温暖、夏季凉爽地区,换气次数可考虑加大。

2.2.2 房间负压:污染区房间应保持负压,每间房间的排风量最少应比送风量大 $150 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

虽然是呼吸道传染病区,但也需要控制污染区的气味等;主要通过风量差来控制。

2.3 呼吸道传染病区

2.3.1 房间通风量:呼吸道传染病区的门诊、医技用房及病房、发热门诊的最小换气次数(新风量)为 6 h^{-1} 。

对呼吸道传染病区,理论上讲,房间通风量越大,对空气中细菌、病毒的稀释效果越好。但我国地域辽阔,气候条件多样,在设置供暖和空调系统的建筑内,较大的通风量代表着较大的能耗。目前在有效的空气稀释控制所需要的换气次数方面有很多争论。AIA 和 ASHRAE 建议肺结核病隔离病房和治疗室的最小换气次数为 6 h^{-1} ,大于 6 h^{-1} 的换气次数可能使房间的细菌浓度更低,但增加了通风量,而增加通风量使传染的风险降低的准确数据还没有。在冬季较温暖、夏季凉爽地区,换气次数可考虑加大。

2.3.2 气流组织:建筑气流组织应形成清洁区→半污染区→污染区有序的压力梯度;房间气流组织应防止送排风短路,送、排风口的设置应使清洁空气首先流过房间中医务人员可能的工作区域,然后流过传染源进入排风口。

空气的气流组织应排除死区、停滞区和送排风短路,防止细菌、病毒的积聚,使医务人员不会处于传染源和排风口之间,减少医务人员被感染的机会。

2.3.3 送风口应设置在房间上部;污染区(病房、诊室)的排风口应设置在房间下部,房间排风口底部距地不小于 100 mm 。

实现这种气流组织的一种方式是在与病人相对的一侧送风,从病人侧排风;另一种方式是在天花板附近送风,在地板附近排风,这种方式在送风温度比室内空气温度低时是最有效的。ASHRAE 也推荐采用高处送风、低处排风的方式,“向高污染区域送风的送风口应安装在天花板,病人侧环绕形的或单个的排风口安装在地板附近,这就使洁净空气通过呼吸区和工作区向下流动到污染的地板区域排出。”

2.3.4 房间正负压:清洁区,每间房间送风量最少应比排风量大 $150 \text{ m}^3/\text{h}$ 。污染区,每间房间排风量最少应比送风量大 $150 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

对房间压差要求:用以实现并维持负压。使气流流入房间所必需的最小压差非常小(约 0.25 Pa),大于这个压差都符合要求,但较大的压差可能难以实现,使用时的实际负压取决于送排风量差和房间围护结构的密闭程度,如果房间密封性好,负压大于最小值 0.25 Pa 容易实现;如果房间密封不好,为了获得较高的负压,所需的送排风量差可能会超过通风系统的设计能力。排风量比送风量大 10% ,在大多数情况下应该能实现至少 0.25 Pa 的负压。如果最小负压值没有实现,应该检查房间的泄漏情况(如通过门、窗、穿越墙的管道缝隙及墙体的泄漏),并采取措施来封堵。根据国内有关单位实测, $150 \text{ m}^3/\text{h}$ (风量差)是保证最小压差下流过门缝的最小空气量(国外推荐值为 $85 \text{ m}^3/\text{h}$)。

2.3.5 同一个通风系统,房间到总送、排风系统主干管之间的支风道上应设置电动密闭阀,以防止各房间空气交叉污染,电动密闭阀应能单独关断进行房间消毒。

同一个通风系统,也要防止不同房间的空气交叉污染。当通风系统因各种原因停止运行时,风管

是连通各个房间的直接通道,由于风压、热压等的作用,病房之间的空气有可能会相互流动。同时,当个别房间需要消毒时,要求该房间单独密闭。所以要求在支风管上设置电动密闭阀。

2.4 负压隔离病房(负压 ICU)

2.4.1 负压隔离病房宜采用全新风空调系统,最小换气次数为 12 h^{-1} 。

当设置传染性负压隔离病房时,因其建筑围护结构密封性好,气流都在精确控制下,不允许有自然通风的可能,要创造一个舒适的环境,就必须设置空调系统。鉴于这类病房要控制的是空气中致命性的病原体,目前空调机组对回风的处理不能保证 100%阻隔或杀死病菌,所以要求采用全新风空调系统。但国内有关单位进行的高效过滤器阻隔病菌的效果实验表明,高效过滤器可有效阻隔病菌^[1]。设计人员可参考实验结果考虑是否采用回风。参照美国 CDC 规范,传染性(负压)隔离病房最少需要 12 h^{-1} 换气,这也是密闭房间空调系统实现舒适的温湿度应该达到的风量,所以建议用此通风量。

2.4.2 空气处理:负压隔离病房的送风应经过粗效、中效、亚高效过滤器三级处理。排风应经过高效过滤器处理后排放。

负压隔离病房的病人一般体质较弱,内部散发的污染物主要为致病病原体。空调送风设置粗、中、亚高效过滤器三级过滤,送入洁净的空气,一是为防止带入其他致病病菌,影响病人;二是防止大量灰尘进入,给内部的致病病原体带来寄生体或携带体。

由于送入的是洁净的空气,在 12 h^{-1} 的换气次数下,隔离病房内是净化的环境,排风只需设置高效过滤器,阻隔病房内产生的灰尘和病菌,我国的学者经过实验证明,高效过滤器可阻隔绝大部分的灰尘及其附着的病菌^[1]。

2.4.3 负压隔离病房排风的高效过滤器应安装在房间排风口处。

为了防止负压隔离病房之间的带菌空气互相污染,要求负压隔离病房排风的高效过滤器安装在房间排风口处,这样也便于更换、消毒。

2.4.4 每间负压隔离病房的送、排风管上应设置密闭阀,使每间负压隔离病房可单独封闭消毒。

每间负压隔离病房因所住病人情况不同,有的病愈出院,有的病情恶化,会有病房腾空消毒,而其他病房的空调还不能停止,故要求每间隔离病房的

送、排风管设置密闭阀,以便单独隔断。

2.4.5 应确保负压隔离病房的通风系统在过滤器终阻力时的送、排风量仍能保证各区压力梯度要求。有条件时,可在送、排风系统上设置定风量装置。

随着空气过滤器积尘,阻力增加,系统风量会减小,其压力梯度会有变化,在系统设计中应考虑这个因素。为避免空气过滤器积尘对系统风量的影响,建议采用定风量装置,使系统定风量运行,以保证稳定的压力梯度。

2.4.6 负压隔离病房送排风系统的过滤器宜设压差检测、报警装置,确保系统在设计风量范围内运行。

过滤器设置压差检测及报警装置,可使运行维护人员及时更换过滤器,保证系统正常运行。

2.4.7 负压隔离病房应设置压差传感器,用来检测、显示负压值,或用来调节通风系统的送、排风量,以保证有序的压力梯度。

负压隔离病房门口或便于观察处应设置房间压差检测和显示装置,能够让使用者随时了解病房的压力情况,掌握病区压力梯度保障情况。

2.4.8 负压隔离病房与其相邻、相通的缓冲间、走廊应保持不小于 5 Pa 的负压差。

在相对密闭的传染性负压隔离病房,进行精确的压差控制较易实现;保持相对于邻室不小于 5 Pa 的负压差,可以可靠地控制气流。

3 工程实施中的问题及注意事项

3.1 在近几年工程实施过程中,由于实际施工建筑的房间的管井、墙体未进行封堵,普通推拉门缝隙大,使得负压隔离病房相对于邻室 5 Pa 的负压差难以保证。所以在工程实施中,应根据建筑施工的密闭程度来决定送排风量差值,以保证实现需要的压差值。

3.2 SARS 暴发期间,世界卫生组织的专家考察了多家医院的隔离病房,其考察指标不是负压值,而是通过发烟装置在门缝边发烟,观察烟气流向来判断气流的控制情况。所以对实际工程直接检测时,观察气流流向是简易可靠的方法。

3.3 空气高效过滤器的使用可有效阻隔病原体的传播,但过滤器维护更换时要采取保护维护人员安全的有效措施。

参考文献:

- [1] 许钟麟. 隔离病房设计原理[M]. 北京:科学出版社, 2006