



雷神山负压隔离病房暖通设计及风管施工探讨

尹奎 郑文娟 刘波 曹灵玲

(中建三局第一建设工程有限责任公司 武汉 430040)

摘要: 本文阐述了雷神山医院负压隔离病房暖通系统的负荷设计、负压设计、合理的气流组织及风管施工等要点, 为其他类似工程提供了经验借鉴。

关键词: 负压病房 负荷 气流组织 压差

中图分类号: TU834 文献标识码: B 文章编号: 1002-3607(2020)04-0032-03

1 暖通系统概况

雷神山医院总建筑面积约8万m², 整体规划按照传染病医院标准设计, 包括医护生活区、隔离病区及相关配套用房, 病床总床位数建设目标为1500床, 可容纳医护人员约2300人。为防止交叉感染, 污染区、半污染区、清洁区均设置独立的空调系统, 病房区域采用热泵型分体空调, 室内机采用壁挂式。通风系统按照控制气流流向, 保证有序的压力梯度, 以有效阻断病毒传播。气流从清洁区→潜在污染区→污染区方向流动, 相邻相通不同污染等级房间的压差不小于5Pa。负压程度由高到低依次为病房卫生间、病房房间、缓冲间与潜在污染走廊, 清洁区相对室外大气保持正压。

2 负压隔离病房暖通系统设计

2.1 空调系统的热负荷设计

在室外温度达到2℃时, 本工程隔离病房的外维护结构负荷约为2kW, 新风负荷为3kW左右, 最大负荷仅为5kW。根据格力的产品样本参数, 1.5P空调的制热量为5+1.27kW, 2P空调的制热量6.3+2.1kW,

本工程隔离病房的空调设计都是2P, 完全能够满足制热需求。而随着春季的到来, 武汉的气温逐步攀升, 热负荷会越来越小, 2P空调的额定制冷量5kW, 冷负荷为3.5kW左右, 能够满足要求, 所以新风的电辅热系统略显多余。

2.2 负压病房的负压值设计

《医院负压隔离病房环境控制要求》(GB/T35428-2017)中“4.2.3 相邻相通不同污染等级房间的压差(负压)不小于5Pa, 负压程度由高到底依次为病房卫生间、病房房间、缓冲间与潜在污染走廊。清洁区相对室外大气压应保持正压。”医院负压隔离病房环境控制见图1。

《传染病医院建筑设计规范》(GB50849-2014)

“7.4.8 负压隔离病房与其相邻、相通的缓冲间、走廊压差, 应保持不小于5Pa的负压差”从条文上只对病房与缓冲间, 病房与走廊的压差作了要

求, 但对缓冲间与走廊未作要求。

《新型冠状病毒感染的肺炎传染病应急医疗设施设计标准》(T/CECS661-2020)中明确指出“7.0.10.5 负压隔离病房与其相邻相通的缓冲间、缓冲间与医护走廊的设计压差应不小于5Pa的负压差。门口宜安装可视化压差显示装置。”

ASHRAE170-2017提到“隔离病房与相邻区域之间的压差应为-2.5Pa。当设置缓冲间时, 病房相对于缓冲间应为负压, 缓冲间相对于对应的走廊应为负压。”

雷神山隔离病房设计见图2。

综上所述, 从负压病房的原理上说, 保证压力梯度是最重要的, 要在相邻的房间形成压力梯度, 所以缓

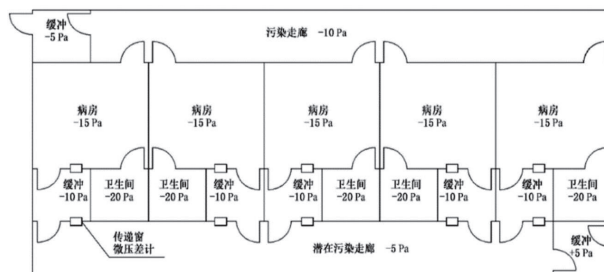
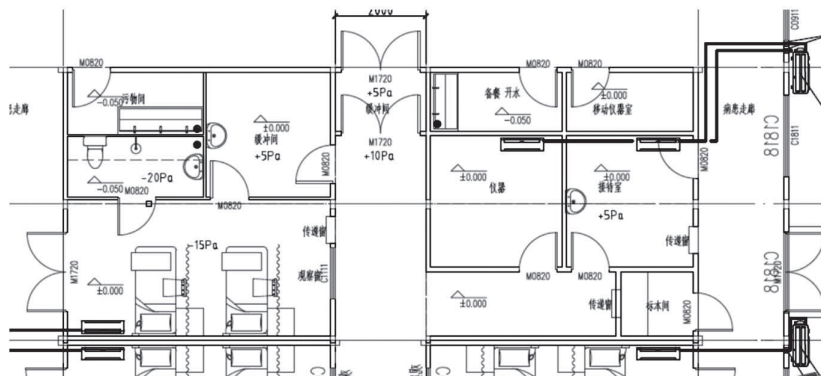


图1 医院负压隔离病房环境控制要求示意图



1. 负压隔离病房设置压差传感器, 病房与相邻相通的缓冲间、走道压差不小于5Pa负压差。
2. 进入房间的新风、排风支管设置电动密闭阀(详屋顶平面), 当房间消毒时, 可单独头断。
3. 医护走道与缓冲间之间、缓冲间与病房之间设置微压差计。

图2 雷神山隔离病房设计图

缓冲间和负压病房只需5Pa的压差, 同样, 在缓冲间和医护走廊, 也应该形成5Pa的压差。这个压差, 美国标准2.5Pa就够了, 国标为5Pa, 但是我们的《医院负压隔离病房环境控制要求》画的示意图隔离病房负15Pa, 卫生间负20Pa, 设计往往没有考虑医护走廊和病人走廊的负压值。大于10Pa的压差, 门都很难打开, 没有意义。

另外, 雷神山医院缓冲间的正压送风有待商榷。缓冲间不应该设置新风, 缓冲间的新风量虽然只有100m³/h, 由于密闭性较好, 正压过大, 而医护走廊的密闭性又不高, 导致缓冲间与医护走廊没有压差, 当医护走廊的门开启时, 甚至还存在缓冲间压力高于医护走廊的情况, 存在一定的风险。应该取消缓冲间的送新风, 使缓冲间保持0Pa的常压。所以雷神山微压差计设置位置是正确的, 显示值的问题主要在于新风系统设计不妥。

2.3 合理的气流组织是负压病房设计的重点

合理的气流组织是对医护人员最大的保护, 比负压病房更重要, 因为医护人员总是要进入病房, 病房内的环境至关重要。现行的规范及标

准, 主要是从定向气流的原则, 使清洁的空气先流向医护人员相对洁净的区域, 再从病人呼吸区排出, 同时也旨在保护医护人员的安全。ASHRAE Standard 170标准对送风口位置未作明确规定, 对排风口建议设置在顶部上顶棚处或顶部上墙壁处, 没有明确要求排风口在床头下方设置^[1]。病房送排风应从保护医护人员及保护病人2个方面权衡考虑, 合理设置送排风口位置, 如下排风口适当离病人一定距离(移向污物走廊侧), 或在紧靠病人头部之上的墙壁处设上排风口, 如图3所示的风口布置方式, 此种气流组织方式占用空间相对较多, 在临时应急医院可能难以实现, 但建议在永久性医院建设中可综合考虑。

《传染病医院建筑设计规范》(GB50849-2014) 7.4.2条文说明, 病房的新风量达到12次/时的风量下, 隔离病房也基本是洁净环境, 所以雷神山的新风量取500m³/h, 做到了有效稀释。病人戴好口罩, 比新风量意义更大, 病人也应该尽量减少对室内空气的污染, 才能更好地保护医护人员。另外, 雷神山病房的气流组织送风气流的卷吸度高, 送新风没有第一时间到

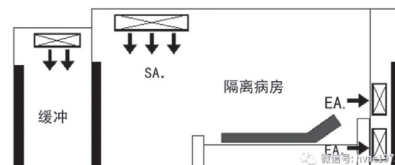


图3 负压隔离病房排风口设置方案

达医护人员工作区。个人认为病房送风是针对医护人员的送风, 不是针对病房的送风, 所以今后有传染病医院类的空调设计, 病房的气流组织是重中之重。

2.4 风阀设计及风机备用

2.4.1 电动密闭阀的设计

本工程暖通设计中, 电动密闭阀的设计考虑不周。首先在风机出口处设置电动密闭阀, 这种大的密闭阀买不到现货。二是风机的配电柜在医护长廊内, 最远处风机距离配电柜超过60m, 而风机如何与电动密闭阀连锁, 势必也要在配电柜内控制。所以当时应该设计为插板阀, 风机切换时人工开启插板阀更方便。

隔离病房设计了4000多个电动密闭阀, 设计者的想法是电动密闭阀可以切断某个房间的送排风进行消毒处理, 但是, 要给这几个阀门配电源和信号线, 都不是短时间可以完成的。实际上设计师都没有时间设计自控系统。所以病房的电动密闭阀最后也只能起手动阀的功能。

综上所述, 本工程所有电动密闭阀应设计为插板阀更合理, 操作简单, 采购方便。

2.4.2 风机的备用

作为临时性医院, 风机损坏的概率不大, 即使发生损坏, 更换也会很便捷。设计成一用一备后, 还需要增设电动密闭阀, 系统复杂, 不利于快速建造。所以个人认为应急医院的设计, 风机不需要考虑备用。

(下转第45页)



求和身心感受,以及节约工程造价、减少招采工作量、减少施工内容、更快推进施工进度等方面,对雷神山医院项目机电工程提出以下优化思考。

3.1 箱房的条形基础要加高,给排水管道可快速施工及方便维修

箱房的条形基础加高到1500mm左右,给排水管道明敷,可加快管道的施工速度和质量,方便运行检查维修,同时还可以清理施工过程中遗留的杂物,保障沟槽内的排水和卫生。或者将混凝土基础改为钢结构基础,管道的施工更为便利,底部通风效果更佳,更好地保障环境卫生。

3.2 参数相近送风机和排风机可考虑同规格,加强通用性和易维修性

送风机和排风机的设计风量接近,可考虑为同规格,通过风阀调节至设计风量。风机同规格可提高安装效率,

抢工时避免混用,发生故障维修时,备品备件通用,也能提高维修的效率。

3.3 医院使用时天气开始回暖,送风系统的电伴热器可不设计

冬季空调室外计算温度 -2.6°C ,但医院投入使用时,已经是2月的下旬,武汉的天气回暖气温在 5°C 以上。供热负荷已经大幅度降低。对短期使用,不跨年度使用的建筑,可考虑根据实际使用时间的最低气温值进行设计。送风系统的电伴热器可不设计。

3.4 缓冲间的送风可考虑取消,更好保证压力梯度分布

《传染病医院建筑设计规范》(GB50849),仅规定了负压隔离病房与其相邻、相通的缓冲间、走廊应保持不小于 5Pa 负压差。并没有对医护走廊与缓冲间的压差做要求。缓冲

间送风,则缓冲间容积小,压力上升快,医护走廊容积大,压力上升慢,所以压差波动较大,调试难度极大。取消缓冲间的送风,病房保持负压、缓冲间为大气压、医护走廊为正压,能更好保证三个区域的压力梯度分布。医护走廊与缓冲间的压力表主要功能是给医护人员安全感。

3.5 医院使用时气温高,医护走廊要考虑设计空调。

雷神山医院使用时为春季,但是3月的武汉有几天中午室外温度在 25°C 以上,身穿防护服的医护人员在医护走廊内已经感觉到炎热。室外气温高于 25°C 时,医护走廊和病患走廊尽量设计空调送风,提供给他们更好的心理舒适感,能够在更饱满的状态下救治病人。

(上接第33页)

3 风管施工

3.1 风管道材的选用及施工

风管采用PE管和PVC管,大大节省施工周期,但管道压力等级过高,自身重量太大。风管的主管如果采用镀锌铁皮风管,大约有 $3\text{万}\text{m}^2$,采用3套预制生产线,也需要10天的生产时间。采用PE管,大大缩短了工期,但是需注意管材压力等级及厚度的选用。

PE管壁厚的选用,全部按水管的要求选用 1.0MPa 和 1.6MPa 两个压力等级的PE管。根据《给水用聚乙烯(PE)管道系统-第2部分:管材》(GB/T-13663.2-2018)DN400的管子,0.4压力等级的只有 9.8mm 厚,1.0压力有 19.1mm 厚,1.6压力有 44.7mm 厚。DN500的PE管,设计团队采用了给水用钢丝网增强聚乙烯复

合管道,根据《给水用钢丝网增强聚乙烯复合管道》(GBT32439-2015),DN500的管子,0.8压力等级的只有 12.5mm 厚,1.0压力有 16.0mm 厚,1.6压力有 18.0mm 厚;PE管长度为 6m ,单根的重量达到了 $300\sim 350\text{kg}$,搬动和对口都存在非常大的难度。所以风管的PE管采用 0.4MPa 和 0.8MPa 压力等级,施工会更顺利很多。

另外值得一提的是,PE管道在施工准确对口有难度的情况下,曾经一度计划采用玻璃钢风管的做法,在PE管接口处缠玻璃丝布再刷胶。经过后期施工的验证,这样施工管道连接的强度严重不足。

3.2 风管的保温

新风未设制冷,电辅热对保温要求不高,项目也未开启电辅热,所以

风管的保温没有太大必要。

4 结语

负压隔离病房暖通系统的设计应全面、合理考虑负压设计、气流组织的设计及设备的布置,其中气流组织应该是着重思考的一个方面。通过对雷神山隔离病房暖通系统设计、施工中存在的一些问题进行分析及探讨,对负荷设计、负压设计、气流组织及新风的设计、系统施工提出了几点体会,希望对类似工程有所帮助。

参考文献:

- [1] 刘华斌.雷神山医院负压隔离病房环境控制[OL].<http://www.chinahvac.com.cn/Article/Index/6872>