

沈阳建筑大学图书馆自然通风 现状与改进措施

安艳华,周虹

(沈阳建筑大学建筑与规划学院,辽宁沈阳110168)

摘要:以沈阳建筑大学图书馆为个案,对大进深建筑的自然通风设计进行研究,分析该图书馆所存在的自然通风问题,并从4方面对图书馆室内自然通风提出了改进措施:中庭顶层设置可开启窗口,增强热压通风;阅览室临近中庭部分设置可开启窗口或机械通风口,增强贯流式通风;外窗开启扇形式由推拉窗改为下悬窗;加设遮阳设施,提高夏季室内热舒适性。

关键词:沈阳建筑大学图书馆;大进深建筑;自然通风设计;构造技术

中图分类号:TU201.5 **文献标志码:**A

沈阳建筑大学图书馆是校园里学生学习、阅读的主要场所之一,开放使用时间07:00-22:00。建筑进深大,人流量密集,室内空气流通不畅,导致阅览室室内常处于闷热状态。同时,图书馆中庭部分在受到太阳照射之后温度升高,室内不能有效地利用自然通风来达到换气与降温,因此,夏季主要依赖空调系统进行室内降温和换气。造成图书馆通风不畅的主要原因是建筑进深大,对于“大”的范围目前没有明确的界定,但姜冶^[1]提出:“考虑自然通风的建筑,不能有太大的进深(通常不能大于14 m),这样可以形成较多的穿堂风。”沈阳建筑大学图书馆的进深为48 m,层高3.9 m,因此,仅依靠传统的贯流式通风方式不能很好地满足室内自然通风,需要依靠机械通风及空调来降温。但机械通风降温不仅会加大建筑能耗,也影响使用者的健康。因此,充分利用设计与技术手段满足建筑的自然通风,不仅能够降低能耗,

还能提高室内的空气质量,增加室内的舒适度。

一、大进深建筑自然通风设计相关研究

大进深建筑种类繁多,有文化类建筑、商业类建筑、医疗类建筑等。虽然功能不同,但其对于自然通风都有着共同的诉求。因此,沈阳建筑大学图书馆自然通风设计可以参考不同类型的大进深建筑的自然通风研究。

例如:曾琳雯^[2]以商场为研究对象,通过使用CFD对不同中庭类型进行模拟对比,归纳总结出最适合利用自然通风的中庭类型;谢勇^[3]通过对屋顶及剖面形态的通风模拟分析,总结出利于通风的屋面形态,促进了室内热压通风;张雪松^[4]提出了利用双层通风立面,使自然通风与机械通风相结合,促进高层办公建筑的室内通风;曹勤^[5]通过设置竖向通风井,利用南北向温度差产生的压差加速空气的自然对流,辅助室内通风降温;邱

静^[6]提出了一种新的通风方式——下向通风降温技术,即高空新鲜空气从捕风塔或天井上部进入室内,利用密度大下沉原理促使冷热空气进行循环,从而解决高校通风降温问题。

综上,大进深建筑通风设计研究主要以被动式通风、风压通风原理、热压通风原理等为出发点。其中,在大进深建筑通风设计研究中运用最多的是以热压通风为主,风压通风为辅。同时,大空间建筑高度高,内部一般设有中庭辅助采光,若采用热压通风原理,中庭就可以起到很好的拔风效果。所以,将热压通风与风压通风结合起来,室内能够达到更好的通风效果。

二、沈阳建筑大学图书馆通风现状分析

1. 沈阳建筑大学图书馆区位与自然条件

沈阳建筑大学图书馆位于校园东南位置,北邻中央水系,南临沈阳建筑大学稻田区,南北向无其他建筑物遮挡。图书馆地上6层,地下1层。总建筑高度为28.8 m,长105.49 m,宽48.94 m。建筑内部有4个中庭贯穿地上6层,作为建筑内部的采光口(见图1)。

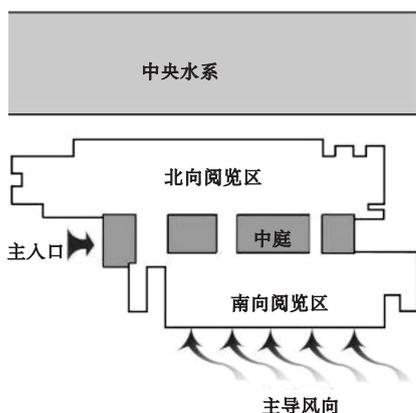


图1 图书馆平面示意图

建筑所在地辽宁省沈阳市处于严寒地区,寒冷期持续时间长,从10月初至次年3月平均气温都低于 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$,最冷月1月的平均气温为零下 $11\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。沈阳春季多风,气象局的资料显示,春季风力大于6级以上的天数占全年的46%左右。夏季的主导风为南风,风

速为 2.9 m/s ,冬季主导风为北风,风速为 3.0 m/s ^[7]。沈阳地区开窗进行自然通风一般在4—10月。

2. 沈阳建筑大学图书馆通风现状

从建筑所处区位可以看出,沈阳建筑大学图书馆有着良好的通风条件。但通过调查发现图书馆内部通风不佳,阅览室常处于不通风状态。在下午有阳光的时候,建筑中庭会出现闷热情况,越往上层温度越高,顶层温度高于室外温度。笔者向沈阳建筑大学师生发放夏季图书馆阅览室热环境电子调查问卷,最终收回有效问卷96份。调查结果如图2、图3所示。对图书馆顶层热舒适度的调查显示,有39.1%的人认为非常闷热,有30.4%的人认为闷热。总计超过60%的调查者认为图书馆顶层热环境十分恶劣。而对图书馆南北向阅览室的调查问卷显示至少有60%以上的人认为不舒适,这种通风情况对于人流量较大的公共场所十分不利,容易形成不卫生的室内环境。

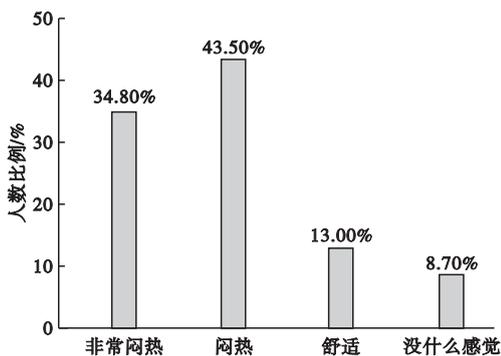


图2 北向阅览室热环境调查结果

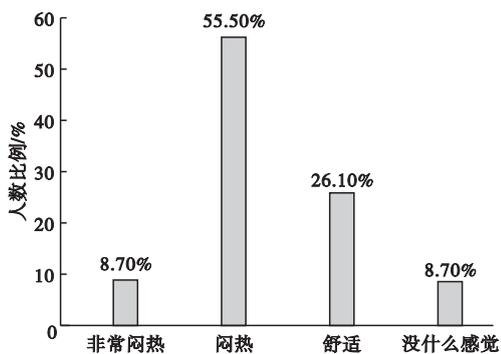


图3 南向阅览室热环境调查结果

(1)中庭通风现状分析。图书馆中庭部分顶层为大面积玻璃天窗(见图4),在为图书馆提供自然采光的同时,冬季时利于阳光投射,提高室内温度,增加自然采光。但在夏季时会造成室内过热,引起空调能耗增加。根据热压通风原理可知,当空气因室内热源或阳光照射温度升高时,空气密度变小,热空气上升。因图书馆顶层玻璃天窗没有可开启的通风口,上升的热空气聚集在顶层无法排到室外,所以,即使在天气晴朗的春季,顶层依然十分闷热。



图4 图书馆顶层屋顶

(2)建筑立面外窗可开启扇面积尺寸过大。图书馆南北立面外窗尺寸一致,宽3 000 mm,高2 650 mm,其中包括150 mm的窗间墙。开窗形式为推拉窗,窗台高600 mm,一扇可开启窗的面积为700 mm × 2 050 mm。春夏季南侧立面在有风的情况下可以依靠风压通风;北侧临近中央水系,因水的比热容大,温度上升慢,温度低,而建筑受热导致温度升高,所以由热压差形成了从水面向建筑流通的水陆风,可见图书馆具备可进行自然通风的条件。但室内依旧出现空气不流通现象,主要原因是外窗可开启扇面积尺寸过大。当窗开启时,大量冷空气进入室内,大部分冷空气正吹向临窗的同学,长时间冷空气侵袭会造成体感不舒适,导致邻窗的同学一般很少开窗。且沈阳在春秋季节出现6级大风的情况较多,窗户开口面积过大,会导致进入室内的风速过快,让师生感觉不适。因此,从通风舒适性方面来说,应避免自然通风时室内风速过快^[8]。

(3)建筑内部不能形成很好的通风对

流。建筑靠中庭内侧为整片玻璃幕墙,没有可开启通风口,只能通过门与外侧窗形成穿堂风。但大多数情况下,为了保持室内阅览区的安静,门常处于关闭状态,不能达到理想状态中的通风对流。此外,由于中庭顶部没有设置通风口,不能起到拔风效果,因此,当靠近中庭部分的门开启时,也不能很好地满足大面积阅览区域的自然通风要求,阅览室时常出现闷热状况。笔者使用斯维尔的建筑通风软件 VENT 对图书馆局部进行了通风模拟,图5为距楼板1.2 m处风速云图,从中可见两边外窗通过内侧的门可以形成一定范围的穿堂风,但室内大部分区域(图中深色部分)通风不良。

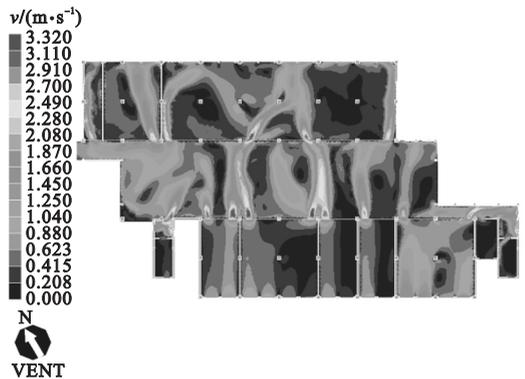


图5 室内风速模拟云图

(4)建筑缺少遮阳设施。基于建筑造型需求,建筑的东、西立面为玻璃幕墙,室内外也无任何遮阳、保温设施。建筑西面入口处通高的玻璃幕墙导致西晒严重,特别是在夏季,造成了室内温度升高。而在冬季冷空气渗入,造成入口处温度过低,增加了采暖能耗,降低了使用者的舒适性。建筑南立面开窗面积大,主要目的是为了保证大空间建筑的室内自然采光,却忽略了在无遮阳设施的情况下,夏季大面积的阳光照射会造成室内温度升高、阳光太过强烈而影响阅读等情况。应采取适当的遮阳措施,在保证冬季采光的同时兼顾夏季防晒。

三、沈阳建筑大学图书馆通风改进措施

1. 中庭改进措施

由于图书馆进深大,仅依靠风压通风不

能满足室内环境的舒适性要求,因此,需要利用中庭的“烟囱效应”进行自然通风。沈阳建筑大学图书馆的中庭部分竖向贯穿图书馆6层空间,上下高度之间存在的温差可以产生热压通风,也就是烟囱效应。同时,中庭还可以将各层的南北侧阅览室连接起来,促进各阅览室的风压通风,形成良好的冷热空气循环,改善室内通风与热舒适性。

(1)中庭屋顶设置排气口。图书馆中庭屋顶是根据桁架结构设置的不可开启的玻璃天窗,每一块玻璃尺寸大概为 $1\text{ m} \times 1.5\text{ m}$,玻璃窗框由屋顶桁架结构支撑,一个桁架矩形框通过4个节点支撑着两扇玻璃窗。中庭与走廊顶部全为按规则分布的玻璃窗,没有一扇可开启窗户。因此,选取中庭顶部的玻璃顶进行改造,将两个桁架矩形框所支撑的4扇玻璃窗作为一个改造整体。拆除原有4扇玻璃,利用桁架支撑起一圈镀锌矩形钢管梁,钢管梁的高度至少为 300 mm ,以保证泛水的设置。然后在梁上设置可开启的下悬窗,窗户尽量设置在南北两侧,避免在东西侧开窗,窗户内侧也可以安装百叶,起到遮挡室外灰尘的作用。具体构造技术做法如图6所示。这种做法类似于传统民居里“天斗”的做法,在天井上搭建一个小屋顶,可以保证通风换气与采光。为了保证中庭更好地采光,小屋顶可以采取玻璃材质,若中庭已满足采光要求,也可以采用其他材质,还能起到遮阳的作用。为了防止雨水渗入室内,小屋顶可以设置为有一定夹角的两坡屋顶,以起到排水作用。通过 VENT 软件对改造之后的图书馆进行局部通风模拟分析(见图7)。可见,中庭通风情况较之未设置可通风屋面时有明显改善。

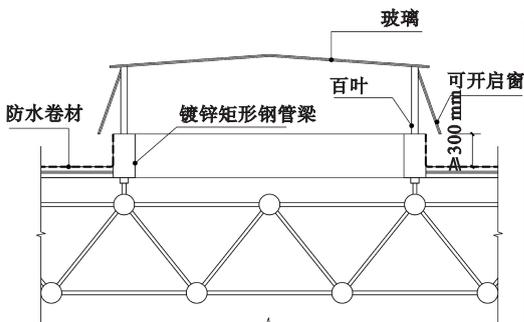


图6 屋顶通风窗构造示意图

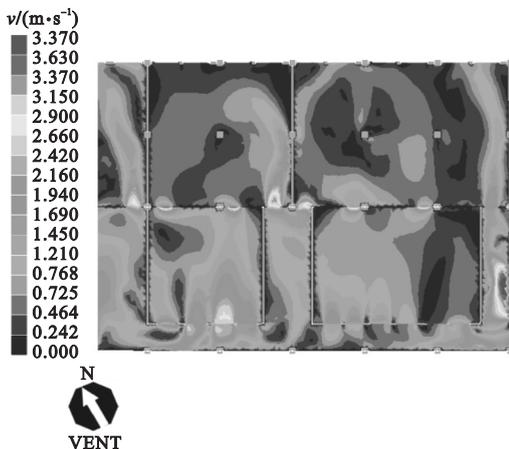


图7 6楼局部通风模拟图

(2)中庭屋顶设置遮阳设施。在图书馆6楼某一处桁架结构上放置温度计,选取2017-03-06—2017-03-10天气晴朗的每天14:30为测试时间,记录屋顶温度。结果发现屋顶温度波动不大,几乎每天都接近 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$,与室外日平均 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的气温形成鲜明对比。虽然在这个季节,利用阳光照射提高室内温度是积极环保的方式,但当室内温度达到 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,便会出现闷热感,反而不利于室内热环境。因此,对中庭的玻璃屋顶采取适当的遮阳措施是十分必要的。考虑到室内能更好地采光,将保留中庭顶部的玻璃屋面,而对于除中庭以外的其他部分的屋顶可以进行遮阳改造。因为图书馆6楼南侧全部为玻璃幕墙,建筑功能主要为信息服务中心,人流量少,故在中庭以外其他部分设置遮阳设施也可以保证室内采光。拆除原有玻璃,替换为压型钢板,在钢板下设置保温层(见图8)。这样不仅能满足遮阳要求,减少阳光辐射面积,降低室内温度,冬季还能起到保温作用。

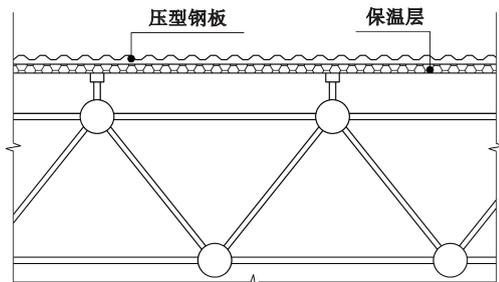


图8 屋顶遮阳构造示意图

(3)加设屋顶绿化。目前图书馆6楼的

南侧为可上人屋面,室内外由大面积玻璃幕墙连接,阳光对南侧玻璃幕墙的照射加剧了图书馆顶层的闷热感。若在南侧的可上人屋面上进行绿化种植,那么不仅能够降低屋顶平台的温度,减少因温差变化大导致的结构开裂现象,而且在夏季,植物的蒸腾作用能够降低局部温度,使通过南侧幕墙吹入室内的东南风温度降低,从而辅助室内降温。同时,也能起到遮阳的作用,减少南侧玻璃幕墙的受热面积。

2. 外窗改进措施

(1) 将推拉窗改为下悬窗。由上述分析可知,图书馆外窗可开启面积大,窗口正对着使用者,若风速过快,会对其造成不良的影响。故可将推拉窗改为下悬窗,并适当减小下悬窗的开口高度(见图9)。风经下悬窗吹入室内,利用冷空气下降热空气上升的原理,起到上下循环通风的作用,也避免了风口正对着使用者的问题。此外,推拉窗的气密性不如下悬窗,特别是对于北向外窗而言,在冬季会有冷空气渗透的情况,不利于室内保暖。

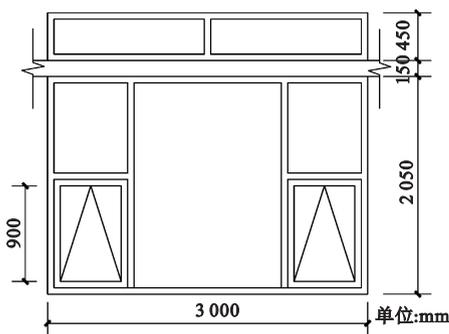


图9 下悬窗改造示意图

(2) 外窗设置遮阳设施。图书馆南向窗户面积大,只设置了内部遮阳帘,在下午时刻,因阳光过于充足导致室内温度升高,开窗会促使热空气进入室内,不利于室内降温。通过问卷调查发现,82.6%的调查者认为夏季南向阅览室过晒。同时,通过图2与图3可见,南向阅览室较之北向阅览室更加闷热。这与南向外窗无良好的遮阳设施有关。若使用外部遮阳,传入室内的热量较之内遮阳由60%减少到30%^[9-10]。在南向外窗设置遮阳设施是保证室内热舒适性的重要措施,同

时,也要保证冬季室内有充足的阳光。

① 利用外遮阳设施。南向外窗可采用智能遮阳百叶,根据不同太阳高度角调整遮阳角度。在冬季调整角度,使阳光可以进入室内,提高室内热舒适度。同时,南向外窗可以增设水平遮阳设施,通过计算机模拟计算水平遮阳板的长度,夏季太阳高度角高,水平遮阳板能遮挡夏季的阳光,而冬季太阳高度角低,遮阳板不影响冬季的日照,保证严寒地区冬季日照需求。在设置遮阳板的时候应注意与外墙面留有一定的间隙,以促进墙面的通风,带走外墙体的热量,从而避免夏季室内过于闷热。

② 利用绿化遮阳。可以在南向辅助种植高大的落叶树,在冬季落叶之后能满足日照要求,在其他季节又能起到遮阳作用。在植物的选择上应选择树干高大的,树叶起到遮阳与蒸腾作用的同时,树干还能保证南向房间的室内通风。而在建筑西面大片玻璃幕墙周围也应种植树木或者爬山虎,避免夏季大面积西晒造成室内温度过高。

3. 建筑内部出风口形式改进措施

对于大空间建筑,仅仅采用南北向外窗一般不能很好地满足室内的通风采光需求。伴随中庭空间辅助采光的出现,靠近中庭内侧区域的通风口辅助室内通风的功能显得十分重要。由于图书馆阅览室面积较大,人流量大,只依靠门作为换气口不能满足良好的通风要求。应在玻璃幕墙上设置小面积的通风口,开口位置宜偏上,结合外窗偏下的通风口,利用热空气上升冷空气下降的原理将热空气从内侧的上部通风口排到中庭,再通过中庭的拔风原理从屋顶排出室外。除此之外,还可以辅助以机械通风。可在靠近内侧幕墙的天花板处设置一条通风口,通过机械降低压强,促使空气向通风口排出。在冬季还可以通过机械设施回收污浊空气的热源,进行一定的处理后用于图书馆采暖。

四、结 论

(1) 建筑外窗通风口尺寸不合理。大空

间建筑设计不能一味地追求大面积通风,这不仅会造成使用者体感不适而且不利于冬季室内保温。

(2)建筑内侧窗未设置通风口,不能形成良好的室内外对流。图书馆阅览室进深大,需将风压通风与热压通风相结合,若内侧未设置合适的通风口,会致使热空气在屋内逗留,不能保证良好的室内热舒适性。

(3)中庭未设置通风口,室内热空气不能利用中庭的拔风原理排出室外,顶层温度过高造成体感不舒适。

(4)建筑在兼顾冬季日照的情况下,应考虑外立面的遮阳措施,有效的遮阳在一定程度上能改善室内的热舒适性。以上问题也是一些大空间建筑存在的共性问题。应摒弃传统的大空间建筑单纯依赖机械降温的方式,积极探索合适的技术手段来实现室内的自然通风,保证大空间建筑的室内热舒适性,降低建筑能耗,创造更加绿色的室内环境。

参考文献:

[1] 姜冶. 利用竖向空间实现大进深建筑通风设

计研究[D]. 沈阳:沈阳建筑大学,2011.

[2] 曾琳雯. 重庆地区大中型百货商场中庭空间自然通风设计研究[D]. 重庆:重庆大学,2015.

[3] 谢勇. 基于CFD的大空间建筑自然通风优化设计[D]. 广州:华南理工大学,2012.

[4] 张雪松. 双层立面在高层办公建筑中的自然通风策略[J]. 世界建筑,2009(11):128-130.

[5] 曹勤. 某超高层写字楼竖向贯通通风井设计[J]. 暖通空调,2012(7):84-87.

[6] 邱静. 被动复合式下向通风降温技术在建筑中应用的可行性研究:以武汉高校为例[D]. 武汉:华中科技大学,2012.

[7] 宋宇. 沈阳某建筑室外风环境模拟分析[J]. 建筑节能,2014(11):72-75.

[8] 谢响辰. 中南地区住宅生态适宜技术应用研究[D]. 长沙:湖南大学,2012.

[9] 陈勇明. 冬暖夏热地区建筑外遮阳与建筑一体化设计研究[D]. 重庆:重庆大学,2014.

[10] 伍彬. 最新智能建筑技术在绿色建筑建设中的节能应用[J]. 大众科技,2013(3):31-37.

Natural Ventilation Situation and Improvement Measures Analysis in the Library of Shenyang Jianzhu University

AN Yanhua, ZHOU Hong

(School of Architecture and Urban Planning, Shenyang Jianzhu University, Shenyang 110168, China)

Abstract: Based on the library of Shenyang Jianzhu University, this paper studies natural ventilation of deep-plan public buildings. Through analyzing and studying the situation of the library's natural ventilation, it puts forward the following 4 suggestions to improve the situation of natural ventilation: install retractable windows on the roof of the atrium to improve stack ventilation; install the retractable windows or mechanical ventilator in the wall close to the atrium; take hopper window as the new form of external windows instead of sliding window; and install solar shading facilities to improve the environment thermal comfort of the library.

Key words: the library of Shenyang Jianzhu University; deep-plan public buildings; natural ventilation technology; tectonic technology