

自然采光与通风在建筑设计中的节能效果研究

邹杭志

中冶南方工程技术有限公司 四川 成都 610056

摘要: 本研究聚焦自然采光与通风在建筑设计中的节能效果。阐述其通过降低照明与空调能耗、改善室内环境质量实现节能的重要性,剖析直射、散射、反射等采光原理及风力、热压通风原理,分析气候、朝向等影响因素。介绍实测、模拟、计算等节能评估方法,并从建筑布局、体型、窗户设计等方面提出优化策略,为建筑节能设计与决策提供科学依据。

关键词: 自然采光; 自然通风; 建筑设计; 节能效果

1 自然采光与通风对建筑节能的重要性

在全球能源危机加剧、可持续发展成为共识的背景下,建筑节能成为建筑领域关键议题。自然采光与通风作为核心节能手段,对降低能耗、改善室内环境意义重大。传统建筑依赖人工照明和机械通风,致使照明与空调能耗占比极高,商业建筑中照明能耗占总能耗20%~40%,通风、空调能耗达30%~60%。而自然采光借助太阳光,可减少人工照明使用,降低照明能耗;自然通风利用自然作用力,在合适气候下替代机械通风,降低空调能耗。在室内环境上,自然光光谱连续柔和,能减少视觉疲劳,提升效率与生活质量;自然通风可排出污染物,保障空气质量。自然采光与通风还兼具经济效益与环境效益,既能降低运营成本,又能减少碳排放,契合绿色建筑发展趋势,对实现建筑节能减排、推动行业可持续发展至关重要。

2 自然采光与通风的基本原理及影响因素

2.1 自然采光的基本原理

自然采光主要是利用太阳光通过建筑的门窗、天窗等开口部位进入室内,照亮室内空间。太阳光进入室内的方式主要有直射、散射和反射三种。直射光是指太阳光线直接照射到室内,在地面或墙面上形成明显的光斑,其光线强度高,能够提供较强的照明,但容易产生眩光和局部过热现象;散射光是太阳光在穿过大气层时,被空气中的气体分子、尘埃等微粒散射后进入室内的光线,其光线分布均匀,不会产生明显的阴影和眩光,能营造出柔和舒适的光环境;反射光则是太阳光照射到建筑外部的墙面、地面等物体表面后,经反射进入室内的光线,它可以补充室内的光线,提高室内光的均匀度^[1]。自然采光效果通常用采光系数来衡量,采光系数是指室内某一点的天然光照度与同时刻室外无遮挡水平面上天然光照度的百分比。采光系数越高,表明室内自

然采光效果越好。不同功能的建筑空间对采光系数有不同的要求。

2.2 自然通风的基本原理

自然通风是依靠自然作用力,如风力和热压,实现室内外空气交换的过程。风力通风原理基于伯努利方程,当风吹过建筑物时,在建筑的迎风面形成正压,背风面形成负压,这种压力差促使空气从迎风面的开口进入室内,再从背风面的开口排出室外,从而实现室内外空气的流通。热压通风则是利用室内外空气温度差所产生的密度差来推动空气流动。当室内空气温度高于室外时,室内热空气密度小,会向上流动,从建筑上部的开口排出,室外冷空气密度大,从建筑下部的开口进入室内,形成空气的自然循环。在实际建筑中,风力通风和热压通风往往同时存在、相互作用。夏季,风力较强,风力通风起主导作用,能够快速置换室内空气,降低室内温度;冬季,热压通风相对更显著,可保证室内空气的新鲜度。自然通风效果常用换气次数来表示,换气次数是指单位时间内室内空气更换的次数,换气次数越高,说明自然通风效果越好,室内空气质量也就越容易得到保障。

2.3 自然采光的影响因素

自然采光效果受气候条件、建筑朝向、建筑间距、窗户及室内装修材料等多因素影响。气候方面,日照长、辐射强地区采光优,多云多雨地区因云层遮挡,采光效果受限。建筑朝向决定采光量,北半球南向建筑光照充足,北向光照少,合理朝向设计可最大化利用太阳光。建筑间距不足会导致相邻建筑遮光,按规范保持合适间距,才能保障日照时间与强度。窗户是采光关键,面积大虽进光多,但热量传递增加,影响建筑热工性能;其形状和位置也左右光线分布。室内装修材料的反射率同样重要,白色墙面、浅色地面等反射率高的材

料,可增强室内采光;深色、粗糙材料易吸收光线,会降低采光效果。

2.4 自然通风的影响因素

自然通风效果受室外气象条件、建筑布局、开口设计及室内障碍物等多因素制约。室外气象方面,风速直接决定风力通风强度,风速越大,空气交换越快;风向决定建筑迎风与背风面,将主要通风口对准主导风向,可充分利用风力通风;温差是热压通风的核心动力,室内外温差越大,热压通风效果越佳。建筑布局影响显著,行列式布局利于前后建筑间空气流通,通风效果好;围合式布局易形成空气涡流,阻碍通风。建筑群的高度错落与间距设置合理,能引导气流顺畅进入建筑内部。建筑开口设计中,门窗大小、位置与开启方式至关重要。门窗面积大虽通风量高,但会削弱建筑保温隔热性;合理规划门窗位置可形成良好通风路径;开启方式上,平开窗通风效果优于推拉窗^[2]。此外,室内家具、隔断等障碍物会阻碍气流,室内设计时需合理布局,减少对空气流动的阻挡,以保障通风顺畅。

3 自然采光与通风的节能效果评估方法

3.1 自然采光节能效果评估

自然采光节能效果评估主要通过对比采用自然采光前后的照明能耗来进行。目前常用的评估方法有实测法、模拟法和计算法。实测法是通过在建筑内安装照度传感器,实时监测室内不同位置的光照度,并记录人工照明设备的开启时间和功率,以此计算实际的照明能耗。通过长期的实测数据,可以准确了解自然采光对人工照明使用时间和能耗的减少情况。但实测法受天气、季节等因素影响较大,数据采集周期长,工作量大。模拟法借助专业的建筑采光模拟软件,如Ecotect、Dialux等,输入建筑的几何模型、材料属性、气象数据等信息,模拟不同工况下的自然采光效果,计算出室内各点的采光系数和光照度分布,进而估算出人工照明的使用时间和能耗。模拟法可以在建筑设计阶段进行,提前评估自然采光设计方案的节能效果,为方案优化提供依据。

3.2 自然通风节能效果评估

自然通风节能效果评估主要是通过评估自然通风对机械通风和空调系统能耗的替代作用来实现。常用的评估方法同样包括实测法、模拟法和计算法。实测法通过在建筑内安装温湿度传感器、风速传感器等设备,监测室内外温湿度、风速等参数,同时记录机械通风和空调设备的运行时间和功率,计算出实际的通风空调能耗。通过对比自然通风开启前后的能耗数据,评估自然

通风的节能效果。模拟法利用建筑环境模拟软件,如EnergyPlus、DeST等,建立建筑的热环境模型,输入气象数据、建筑围护结构参数、通风系统参数等,模拟自然通风过程中室内外空气的流动、热量交换情况,计算出机械通风和空调系统的能耗,从而评估自然通风的节能潜力。模拟法可以考虑多种复杂因素的影响,能够较为准确地预测自然通风的节能效果,为建筑设计和运行管理提供参考。

3.3 综合节能效果评估

自然采光与通风往往相互关联、协同作用,因此需要对其综合节能效果进行评估。综合节能效果评估是在分别评估自然采光和自然通风节能效果的基础上,考虑两者之间的相互影响,全面评估其对建筑总能耗的降低作用。可以采用基于生命周期评价(LCA)的方法,从建筑的全生命周期角度,考虑建筑在建造、使用、维护和拆除等各个阶段,自然采光与通风对能源消耗、环境影响等方面的综合作用。通过建立数学模型,将自然采光和通风的节能效果与其他建筑节能措施相结合,分析其对建筑整体节能效益的贡献。另外,还可以运用多指标综合评价法,选取照明能耗降低率、通风空调能耗降低率、室内环境舒适度改善程度、投资回收期等多个指标,构建评价指标体系,采用层次分析法(AHP)、模糊综合评价法等方法,对自然采光与通风的综合节能效果进行量化评估,为建筑节能设计和决策提供科学依据^[3]。

4 自然采光与通风在建筑设计中的优化策略

4.1 建筑布局优化

合理的建筑布局是实现良好自然采光与通风的基础。在规划阶段,应充分考虑场地的地形、周边环境、主导风向和太阳方位等因素。建筑群的布局应尽量采用行列式或错列式,避免形成封闭、密集的空间布局,以保证空气能够顺畅流通。建筑的朝向应根据当地的气候条件和太阳运行轨迹进行优化,在北半球,南北向布局的建筑能够更好地利用太阳光,获得充足的自然采光,同时也有利于组织自然通风,使建筑在夏季能够迎风纳凉,冬季减少冷风渗透。合理设置建筑间距也至关重要,足够的建筑间距不仅可以避免建筑之间的相互遮挡,保证每栋建筑都能获得良好的日照和采光,还能自然通风创造有利条件,使气流能够顺利穿过建筑群,进入建筑内部空间。在建筑群中适当设置绿化景观、水体等,能够调节微气候,改善通风条件,提高自然采光效果。

4.2 建筑体型优化

建筑体型对自然采光与通风有着重要影响。简洁、

规整的建筑体型有利于自然采光和通风。对于高层建筑,采用细长的体型可以增加建筑的迎风面和采光面,促进空气流通和光线进入;而对于多层建筑,适当降低建筑高度,增加建筑的进深与面宽比例,能够使室内空间获得更均匀的采光和通风效果。在建筑体型设计中,可以通过设置凹凸变化、退台等手法,增加建筑的表面积,为自然采光和通风创造更多的开口机会。例如,在建筑外立面设置凹槽或阳台,不仅可以丰富建筑造型,还能引导气流进入室内,改善通风效果;同时这些凹凸变化也能增加阳光的反射和折射,提高室内采光的均匀度。

4.3 窗户设计优化

窗户是自然采光与通风的关键部位,其设计直接影响建筑的节能效果。在窗户面积设计上,应根据建筑功能和采光通风需求,综合考虑建筑的热工性能进行优化。一般来说,在满足采光标准的前提下,适当增加窗户面积可以提高自然采光效果,但过大的窗户面积会增加建筑的传热损失,降低保温性能。因此,需要通过权衡计算,确定窗户面积的合理取值。窗户的形状和开启方式也需要精心设计。横向长窗有利于增加室内水平方向的采光均匀度,适合用于进深较大的房间;竖向长窗则更适合提高室内垂直方向的采光效果,常用于层高较高的空间。在开启方式上,平开窗通风效果较好,能够提供较大的通风量;推拉窗开启方便,但通风面积相对较小。还可以采用可调节的百叶窗、天窗等形式,根据不同的天气和使用需求,灵活控制采光和通风量。窗户的玻璃材料选择也至关重要,采用Low-E玻璃、中空玻璃等高性能玻璃,能够有效降低窗户的传热系数,减少热量的传递,提高建筑的保温隔热性能,在保证自然采光和通风的同时,降低建筑的能耗。

4.4 中庭与天井设计

中庭和天井是改善建筑自然采光与通风的有效设计手法。中庭能够将自然光引入建筑内部较深的空间,提高室内整体的采光效果。通过在中庭顶部设置玻璃天窗,阳光可以直接照射到中庭内部,再通过反射、折射等方式将光线传递到周边的房间,减少对人工照明的依赖^[4]。在自然通风方面,中庭可以利用热压通风原理,形成“烟囱效应”。由于中庭空间高大,内部空气在太阳辐射下温度升高,热空气上升,从顶部开口排出,室外

冷空气则从建筑底部进入室内,形成空气的自然循环,有效改善室内通风条件。天井的作用与中庭类似,但其规模相对较小,适用于一些中小型建筑或局部空间的采光通风改善。为了进一步提高中庭和天井的采光通风效果,可以在其周边设置可开启的门窗,根据需要调节通风量;同时在中庭内种植绿植,不仅可以美化环境,还能调节空气湿度,改善室内微气候。

4.5 智能控制系统应用

随着信息技术的发展,智能控制系统在建筑自然采光与通风中的应用越来越广泛。智能采光控制系统可以通过光照度传感器实时监测室内外光照强度,根据设定的采光标准和使用需求,自动调节遮阳设施的角度、窗帘的开合以及人工照明的亮度。智能通风控制系统则通过温湿度传感器、风速传感器等设备,实时监测室内外温湿度、空气质量等参数,根据预设的舒适指标和通风需求,自动控制门窗的开启与关闭、通风设备的运行状态。在室外气候条件适宜时,系统自动开启门窗,利用自然通风调节室内环境;当自然通风无法满足需求时,自动启动机械通风设备,保证室内空气质量和舒适度。智能控制系统还可以与建筑的其他系统,如空调系统、能源管理系统等进行集成,实现建筑能源的综合管理和优化控制,进一步提高建筑的节能效率。

结束语

自然采光与通风是建筑节能的关键路径。从原理探究到影响因素分析,再到评估方法和优化策略,形成完整体系。未来,伴随技术发展,二者与智能控制系统深度融合将更高效。持续深入研究并应用,可推动建筑行业朝着低碳、可持续方向发展,助力实现节能减排目标。

参考文献

- [1]张明杰.自然采光设计对建筑能源效率的影响研究[J].建筑科学,2022,38(06):56-62.
- [2]李红梅.通风优化技术在现代建筑中的应用探讨[J].绿色建筑,2023,45(02):78-84.
- [3]王明.自然采光与通风系统在现代建筑中的应用研究[J].建筑科学,2020,36(5):58-63.
- [4]李华.自然采光与通风系统对建筑能源效率的影响研究[J].建筑技术,2021,37(2):26-31.