

文章编号: 1673-9469(2012)01-0041-03

建筑中光导照明通风系统的应用可行性研究

张亚冉

(河北工业大学 建筑与艺术设计学院 天津 300142)

摘要: 文章从分析光导照明通风系统的工作原理及其优越性入手,以寒冷地区某城市为例,采用实地调研、问卷调查及数据分析等方法,针对室内环境的现状与改善要求、技术普遍使用性及经济效益等方面进行研究,得出光导照明通风系统在寒冷地区高校教学建筑中的应用是可行性的。

关键词: 光导照明; 通风; 技术可行性; 经济可行性

中图分类号: TU113.5

文献标识码: A

Feasibility study of photoconductive illumination and ventilation system in college teaching building

ZHANG Ya-ran

(School of Architecture and Art Design, Hebei University of Technology, Tianjin 300142, China)

Abstract: This article starts with analyzing the principle of operation, components and advantages of photoconductive illumination and ventilation system. It focuses on a typical city in cold areas, and adopts the ways of questionnaires research, site survey and data analysis, etc. the article investigates the details of the status and requirement of indoor environment, general applicability of the technique and economic benefits, then draws the conclusion that the photoconductive illumination and ventilation system is feasible in college teaching building.

Key words: photoconductive illumination; ventilation; technology feasibility; economic feasibility

光导照明技术最早出现于20世纪80年代,是利用光纤或管道将室外的自然光引入室内,为室内提供日光照明,故光导照明又被称为自然光照明^[1]。光导照明技术可与自然通风技术结合,在改善采光照度均匀性的同时增加室内通风换气的次数,提高空气质量。该技术无需电能等常规能源,在保证自然光在室内的高效传输与自然通风的前提下不会产生多余的能量,是一种有效的绿色照明与通风技术。光导照明通风系统在国内、外得到广泛应用,在高校教学建筑这类一般公共建筑中还未见实践实例。本文研究系统在寒冷地区高校教学建筑中的应用是可行性,以期能为今后工程实践提供相关理论依据。

1 工作原理

1.1 系统工作原理

光导照明通风系统由两部分组成:光导照明系统和自然通风系统。光导照明系统有三个重要的组成部分:采光装置、导光装置和漫射装置。与通风装置的整合即是在传统光导管外壁增设一层通风管道,在采光装置下端、外管道上端处和漫射端口处分别设置进出气口,空气可自由进入,其结构纵剖面如图1所示。

光导管采光原理:通过室外采光装置聚集自然光线导入系统内部,经过自然光全光谱高反射性能的导光管反射与强化传输后,由漫射装置将

自然光线发散到室内。

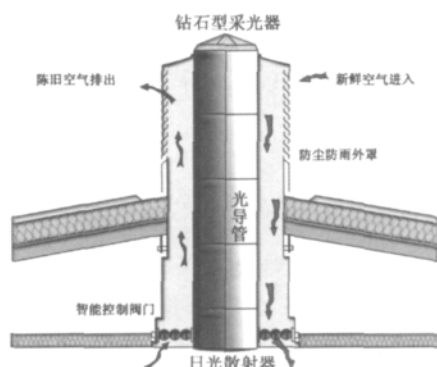


图1 光导照明通风系统纵剖面

Fig.1 Longitudinal section of photoconductive illumination and ventilation system

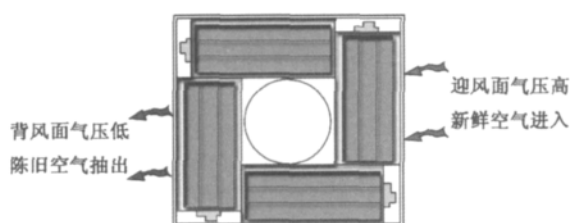


图2 光导照明通风系统横剖面

Fig.2 Cross section of photoconductive illumination and ventilation system

光导管辅助通风原理:光导管与外管道间形成可与外界连通的自由空气通道,利用室内外温差与装置自身的高度优势,采用风压与热压方式进行通风换气:采光装置吸收太阳辐射热量,加热导管壁中空气,使系统两端进风口产生空气温差促进热压通风。冬季室内外温差较大,室内热空气上升形成热压通风,当室外风速达到 $2-4\text{ m/s}$ 时,在导管风口处形成风压,新鲜冷空气压入导管平缓进入室内,浑浊空气排出,达到通风换气效果,如图2所示。系统设有控制阀,夏天控制阀完全打开,加速空气交换,冬天控制阀部分打开,实现部分通风换气的条件下,避免室外冷空气的过量进入。

1.2 系统优越性

光导照明通风系统适合各种场所的自然采光,可广泛应用于地下空间、商场、工业厂房、学校、体育场馆、火车站等公共建筑中,对风向、风速与建筑朝向要求不高,受季节和室内环境影响较小。同电力照明相比,系统在大多数天气条件下都可提供 8 h 以上稳定充足全频谱的室内照明且

不会对室内环境产生热干扰,系统可进行光量调节,出射光线照度均匀,亮度大且弥补了侧窗采光易产生眩光的缺点。相较于天窗采光形式,系统不因光线入射角的变化而改变,照射面积较大,且不产生局部聚光现象(图3、图4)。系统采用全封闭形式,维护费用较低,具有防水、防火、防尘等性能。

在光线有效输送长度方面,小孔径光导管最大传输距离 8 m ,大孔径光导管最大传输距离可达 20 m ^[2]。

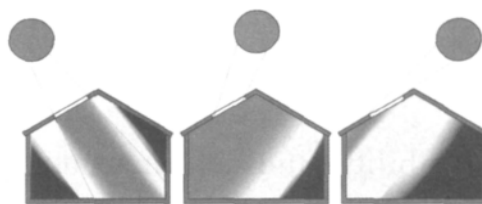


图3 采光天窗照明效果

Fig.3 Effect of above-window for collecting light

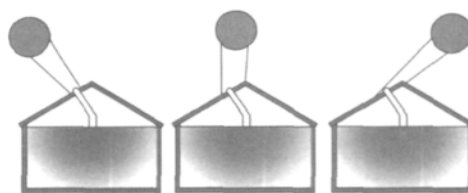


图4 光导照明系统效果

Fig.4 Effect of photoconductive illumination

2 应用于寒冷地区的可行性

2.1 气候特征

我国的寒冷地区包括北京、天津、河北、山东、河南、甘肃、陕西、内蒙等大部分地区,在《建筑设计采光标准》(GB/T 50033-2001)划分的光气候分区中分属I、III类,太阳辐射较强,年太阳总辐射照度约为 $150-190\text{ W/m}^2$,年日照时数为 $2000-2800\text{ h}$,年日照百分率为 $40\%-60\%$ ^[3]。大部分地区冬春季节与夏秋季节的主导风向大致相反,风速全年平均 $2-5\text{ m/s}$ 。

2.2 教学建筑光环境的现状与要求

针对高校教学建筑室内物理环境现状的调查与实地测量,发现了一系列普遍存在的采光照明与通风方面的问题和缺陷。寒冷地区高校教学建筑除中庭与顶层空间部分利用天窗采光外,多依

靠侧窗采光形式。在对天津某高校的教学建筑光环境满意程度调查中,靠近采光口的学生中 90.3% 的人对桌面自然光持不满意态度,认为由于直射光线的影响桌面眩光现象严重。远离采光口的学生中有 52.9% 的人认为桌面光线不够充足,多见室内光线照度分布不均匀。

自然通风是目前教学建筑采用的主要通风方式,教学建筑人员密度大、停留时间长,单一的通风方式无法满足需要。寒冷地区高校教学建筑普遍存在夏季室内闷热,完全依靠电扇辅助通风;冬季门窗紧闭,依靠冷风渗透换气,室内 CO_2 含量超标,空气质量下降。

对于寒冷地区高校教学建筑而言,舒适的室内光环境应保证基本照度,还应避免因室内照度不均匀或眩光引起的眼睛疲劳和损伤。《建筑照明设计标准》规定学校建筑教室天然采光临界照度为 300 lx,照度均匀度不应低于 0.7。《建筑采光设计标准》中规定学校建筑采光系数最低值为 2.0%。教学建筑每天室内通风次数不少于 3 次,同时采用有组织的通风形式,合理控制风速,冬季室内的风速控制在 0.25 m/s 以内,随着夏季环境温度升高,理想风速控制在 1.0 m/s 以内较为适宜。

2.3 技术可行性

早在上个世纪 80 年代光导照明装置已在国内外普遍流行,经过近三十年的发展与不断完善,光导技术已日臻成熟。光导管材料质轻且反射率不断增大,现普遍采用的光导管材料反射率在 0.92 - 0.99 之间^[4-6],光线的传输效率也随之提高。采光装置耐重压,外表面经过抛光处理,涂有防紫外线涂层,透光率较高且减少紫外线进入、延缓了老化过程。此外光导管内部封闭,空气不与外界连通,可避免灰尘与雨水进入,从而降低清洁与维修费用。光导照明通风系统的基本原理成熟,且各部分构造轻巧简单,便于安装。

正是由于光导照明通风系统的上述优点,系统很快得到国内外企业与设计师的广泛关注,陆续涌现出大量的试点建筑。2004 年传入我国后,北京科技大学体育馆、清华大学建筑学院环境节能楼、山东日照厂房、北京三星绿色奥运宣传馆、北京奥林匹克森林公园、同济大学航力学院、深圳设计之都、北京师范大学附属实验中学教室等公共建筑大量采用了光导照明系统,这些成功案例

为系统应用于寒冷地区高校教学建筑提供施工设计经验与佐证。与这些建筑类型相比,教学建筑功能较为单一,结构较为简单,光导照明通风系统安装过程中可按照已有的施工技术与实践经验进行操作,无特殊性要求,技术上是可行的。

2.4 经济可行性

光导照明通风系统常应用在大进深商业、办公建筑、库房及地下空间中,取代人工照明,节约能源,短期内可回收成本。而应用于教学建筑的特殊性在于建筑重视自然采光与通风,系统的引入是为了解决室内照度不均匀、通风不畅的问题,并可在阴天或早晚室内照度不足时提供辅助照明以减少人工照明,降低电耗节约能源。也就是说光导照明通风系统主要起到改善室内热舒适与提高采光舒适度的作用。因此系统在教学建筑中的应用回收周期相对较长。光导照明通风系统在低维护费用或无维护条件下的寿命周期为 25a。

3 结语

寒冷地区教学建筑结构简单、功能单一、无特殊要求,光导照明通风系统可按已有施工技术与实践经验操作,技术上可行。在不考虑对系统通风效果量化分析的前提下,每间中等规模教室在系统 25 年全寿命周期内可回收成本,且每年节约用电 1438.8kwh,直接经济效益 971.19 元,具有经济可行性。

参考文献:

- [1] D J CARTER. The measured and predicted performance of passive solar pipe systems [J]. *Lighting Research and Technology*. 2002, 27(1): 32 - 34.
- [2] D JENKINS. Modelling light - pipe performances - a natural daylighting solution [J]. *Building and Environment*. 2003, 39(7): 972 - 974.
- [3] 孙宇. 北方高校教学楼适应性改造研究 - 节能优化与整合策略 [D]. 上海: 同济大学 2008.
- [4] 马新慧. 自然光光导照明在自然采光中的应用 [J]. *建筑电气* 2007, 26(4): 192 - 195.
- [5] GB50034 - 2004 建筑照明设计标准 [S].
- [6] 戴鹏飞. 中小学教室光导照明通风一体化设计研究 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学 2009.

(责任编辑 刘存英)