

绿色建筑的自然采光设计策略研究

杨振,杨勇

(黑龙江科技大学建筑工程学院,黑龙江 哈尔滨 150022)

摘要:通过对相关自然采光设计的调研、实验和相关资料的查阅,在总结和分析自然采光设计成功经验的基础上,从绿色建筑方案设计角度出发,研究了采光系数、室内天然光照度标准值等相关限定自然采光的参数。以自然采光的参数控制为契机,在具体的绿色建筑设计中,提出了实现自然采光设计的3项策略,以期绿色建筑提供技术支撑。

关键词:绿色建筑;采光系数;室内天然光照度标准值;自然采光分区;室内反光系数

中图分类号:TU113.5

文献标志码:A

一、绿色建筑自然采光设计分析

1. 绿色建筑自然采光设计的形式

建筑自然采光的形式有3种,分别是天窗采光(见图1)、侧窗采光(见图2)、天窗和侧窗混合采光(见图3)。天窗采光是指太阳光线通过屋顶上的窗或其他采光口构造照射到室内的自然采光形式。侧窗采光是指太阳光线通过侧墙上的窗或其他采光口构造照射到室内的自然采光形式。天窗和侧窗混合采光是以上两种采光形式的综合。3种自然采光形式各有优点和不足,在具体的绿色建筑设计中应针对性地进行选择。无论是天窗或是侧窗,不仅要满足自然采光,还要满足必要的通风、排烟、观景和泄爆(一般指工业建筑)等功能需求,且要兼顾立面造型、建筑结构等方面的要求。

2. 绿色建筑自然采光设计的重要性

自然采光参与到绿色建筑的整个生命运营周期之中,它是衡量绿色建筑使用者生理和心理满意度的重要内容,目前世界范围内



图1 香山饭店共享大厅的天窗采光



图2 哈尔滨木雕博物馆的侧窗采光

收稿日期:2017-01-05

基金项目:黑龙江省高等教育协会十三五高等教育教学改革课题(16G339)

作者简介:杨振(1976—),男,辽宁义县人,讲师。

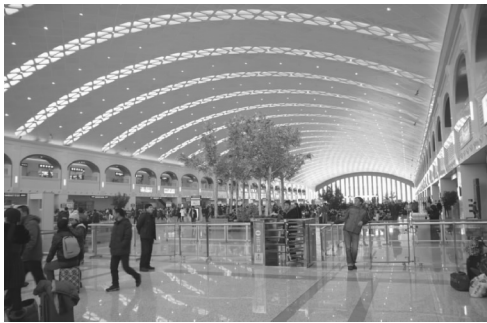


图3 哈尔滨西客站的天窗和侧窗混合采光

照明用电量约占总用电量的 20% 左右,充分利用自然采光是实现绿色建筑节能的重要技术手段。绿色建筑要从方案设计开始,在施工建设、使用运营的整个生命周期中考量自然采光的综合效果,且自然采光设计又与建筑的总体布局、立面和体型的设计、功能和空间的形成等内容紧密联系在一起。可以说,自然采光设计关系着绿色建筑的成败^[1]。

绿色建筑要获得视觉舒适感和热觉舒适感都与自然采光密不可分。在同样照度的条件下,自然光的视觉舒适感和热觉舒适感都优于人工光,更有利于工作、生活、学习、保护视力和提高效率^[2]。此外,我国大部分地区处于亚热带和温带地区,自然光相对丰富,为利用自然光提供了必要条件,在白天的大部分时间内能满足各项工作的要求。绿色建筑要充分利用这些便利的条件,在方案设计过程中深入研究自然采光的相关限定参数。

二、绿色建筑自然采光的相关限定参数

1. 采光系数

为了自然采光条件下室内各项功能的实现,在绿色建筑的采光设计中,在无遮挡的情况下室外照度的最低值要能使室内得到应有的最小照度,以满足室内各项功能要求。实际上,确定室外照度最低值很不容易,要根据

地区、季节、时刻、国民经济情况及节能要求等因素来综合确定。因此,在自然采光设计中引入了采光系数的概念来解决这一问题。

采光系数(C)是指室内某一点的天然光照度(E_w)和同一时间的室外全云天水平面天然光照度(E_n)的比值。采光系数是采光设计中采光量的评价指标。或者说,采光系数就是室内某一点的日照强度和室外参照点的日照强度的比率(采光系数无量纲,通常用百分数表示,也可用小数)。

美国绿色建筑委员会 LEED NC - 2.1 规定采光系数 2% 作为达到 LEED 标准的底线。根据实验的结果,以下是采光系数从人的视觉角度提出的参考值:在采光系数小于 2% 时,房间显得很阴暗,在白天也需要人工照明;在采光系数大于 2% 且小于 5% 时,房间基本满足自然采光要求,对于细致的工作需要辅助人工照明;采光系数大于 5% 时,房间很明亮,基本不需要人工照明^[3]。要达到绿色建筑的自然采光要求,就必须考虑建筑的使用功能、所在的区域等多方面的因素,用采光系数的具体数值为标准来限定自然采光效果。

2. 室内天然光照度标准值

室内天然光照度标准值是指对应于规定的室外天然光设计照度值和相应的采光系数标准值的参考平面上的照度值。不同建筑的参考平面不同,要达到的室内天然光照度标准值也各不相同。

不同类型的建筑在《建筑采光设计标准》(GB50033—2013)中都限定了相应的采光系数和天然光照度标准值,为我国绿色建筑设计提供了采光设计方面的确切依据和条件^[4]。例如:针对住宅建筑要求其厨房的采光不应低于采光等级Ⅳ级的采光标准值,侧面采光的采光系数不应低于 2%,室内天然光照度不应低于 300 lx(见表 1)。

表 1 住宅建筑的采光标准值

采光等级	场所名称	侧面采光	
		采光系数标准值/%	室内天然光照度标准值/lx
Ⅳ	厨房	2	300
Ⅴ	卫生间、过道、餐厅、楼梯间	1	150

3. 自然采光分区

自然采光分区(见图4)是将一栋建筑的几个具有相同照度要求的不同空间划分为同一采光区,其目的是节省设计和控制造价。采光分区可以是多个房间也可以是单个房间,一般要有三方面的考虑。首先是功能要求,房间的照度水平要以主要功能为依据;其次是时间段要求,即在需要的时间段获取合适的自然采光;再次是位置和朝向要求,建筑中的房间都要有具体的位置和朝向,适应功能需要和自然采光分区的房间更具有舒适性^[5]。

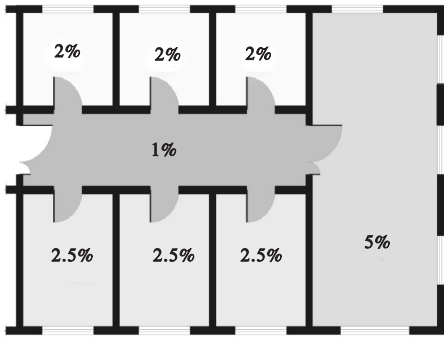


图4 采光分区示意图

采光分区和建筑的功能分区联系密切,一般同一功能要求的区域采光分区和功能分区是一致的^[6]。如教学楼中的教室部分、办公部分的功能分区就和采光分区是重合的。

在方案设计阶段,对每个具体的采光分区常采用2.5倍的高度法则和1/2经验法则,来验证自然采光的设计效果。2.5倍的高度法则(见图5)用来预估通过侧窗的自然光照到室内的最大深度,说明自然光最多只能达到2.5倍窗高的进深。1/2经验法则(见图6)是指对于设计合理窗而言,距离窗户4.5 m以内的范围,自然采光可以达到需要的采光效果;距离窗户4.5~9 m的范围内,需要自然采光加人工照明;距离窗户9 m以外的范围,如果没有天窗等采光方式,则必须依靠人工照明。这两种经验方法可以在自然采光设计中进行简单的估算,十分实用^[7]。

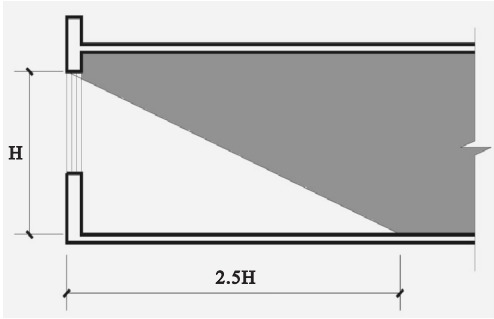


图5 2.5倍的高度法则示意图

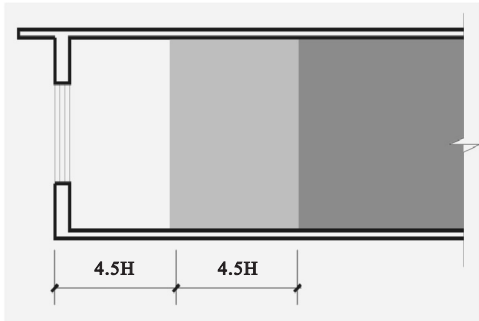


图6 1/2经验法则示意图

4. 室内光反射系数

由于进入室内的自然光是不可控的,室内反光系数主要受室内面层材料的表面特征(即颜色和平整度)的影响。颜色决定反射光的数量,深颜色的表面吸收光线多,浅颜色的表面吸收光线少。平整度决定反射光的质量,不平整的表面产生散射反射光,平整的表面产生镜面反射光。为实现空间均质的采光效果,以散射光效果更佳,且不会产生眩光。为增加空间的照度,要采用浅颜色且平整度适中的表面。

建筑的空间基本上是由顶棚、墙面、地面围合而成,要想获得合适的室内反光系数就必须控制它们的颜色和表面的平整度。要考虑室内空间的形态和装修材料的使用,由于浅色对视力影响较小,室内设计时应选择浅颜色家具、结构材料和设备,使用米黄、浅黄等代替刺眼的白色,并注意它们之间的布置关系。实验证明,顶棚和墙面的光反射系数宜低于60%,地面宜为15%~35%。过分明亮的装饰面,会使反射系数高达90%,引起光污染^[8]。

三、绿色建筑优化自然采光的设计策略

1. 侧窗自然采光设计策略

布置在墙上的侧窗采光是最常用的自然采光形式。侧窗的设计是一个多方面因素共同协调的过程,这些因素包括自然采光、通风、节能、景观、消防、安全、立面设计、工程造价、使用者的感受等。在这些因素中,自然采光是首先要考虑的,因为它是实现其他各方面功能的前提^[9-10]。根据 2.5 倍的高度法则,侧窗上部到室内地面的高度(一般认为窗台的高度为 0.9 m)和房间进深的关系是自然采光的重要因素,它决定了光线能够进入室内的最远距离。但仅有侧窗的高度是不够的,还要保证侧窗的宽度,这是保证室内天然光照度标准值达标的关键。且为了实现绿色建筑的节能,要适当控制侧窗的面积。窗也是建筑立面造型的重要因素,从中世纪的基督教堂到现代的玻璃幕墙,窗的设计拥有着丰厚的美学价值,表达着建筑独特的光影效果。所以,侧窗设计是以自然采光为前提

的、多因素综合协调的结果。
在绿色建筑设计中应从以下三步实现自然采光设计:

第一步,要根据不同空间的视觉需求,确定不同空间的照度。主要根据《建筑采光设计标准》(GB50033—2013)中的采光系数和室内天然光照度标准值来确定。在绿色建筑方案构思阶段就加入自然采光设计。

第二步,通过调研相关建筑,建立参照预计使用时间和自然采光可能性的调研表格(见表 2)。根据相近的采光要求、空间使用要求、热舒适要求在设计方案中进行必要的采光分区。考虑建筑空间朝向、功能布置、空间形态等,使采光要求高的部分靠近侧窗,其他采光要求相对低的部分要至少达到最低照度标准,达不到的要有人工照明的辅助。对每个采光区要验证采光效果,2.5 倍的高度法则和 1/2 经验法则在方案设计阶段是最为简便易行的方法。还要从通风的角度合理确定开启扇的面积和位置,实现有效的室内风环境组织。

表 2 照度标准和使用时间统计表

空间类型	照度标准		使用时间	自然采光可能性
	大空间	局部空间		
小商店	高	高	10:00—17:00	很小
会议室	低	高	08:00—17:00	背景空间
卫生间	低	低	10:00—17:00	背景空间和局部空间
办公室	低	高	08:00—18:00	背景空间
展览厅	低	高	10:00—17:00	背景空间
教室	低	高	08:00—18:00	背景空间

第三步,通过模型测试所设计的自然采光系统的采光效能。模型可以是建筑模型,也可以是计算机模型,计算机模型包括 Eco-tect、Radiance、Daysim 等,可根据需要有针对性地进行应用。通过调整所选择的自然采光的设计参数(窗口尺寸、位置,玻璃的性能、表面颜色和平整度等),达到最佳的采光系数和室内天然光照度标准值。在设计方案完善阶段,经过测试自然采光设计也需要不断进行调整,与建筑的其他功能相配合形成全生命周期效能最佳的绿色

建筑^[11]。
2. 天窗采光及天窗和侧窗混合自然采光设计策略

自然光线来自于空间的顶部都属于天窗采光。天窗的形式多种多样,如工业建筑常用的矩形天窗、锯齿天窗等形式以及一般民用建筑常用的老虎窗、平天窗等。绿色建筑天窗的选用要综合考虑自然采光和通风等因素,必须控制直接的太阳辐射,防止眩光的产生和过度增加室内得热。在天窗和侧窗混合采光设计中,天窗一般要和侧窗形成便捷、直

接的风通道,有效地组织穿堂风,同时,也要增加必要的遮阳和调节风压的建筑构件。天窗采光的优点是使室内采光不依赖于侧墙,这对跨度大的单层工业建筑至关重要,不受进深大小的限制,通过调整天窗的形式可以获得需要的自然采光和通风。天窗采光、天窗和侧窗混合自然采光的缺点是只能用于单层建筑 and 多层建筑的顶层^[12]。

确定采用天窗和侧窗混合自然采光的设计,应根据采光效果的需要,确定以采用天窗采光为主还是以采用侧窗采光为主,避免出现室内光线混乱、照度过高和眩光现象。组织好侧窗和天窗之间的通风路径,既不影响正常的空间使用,又能有效地组织穿堂风。

3. 遮阳设计策略

绿色建筑可利用的遮阳设计有 3 类,分别是绿化遮阳、建筑构件的窗口遮阳以及专门设施遮阳。绿化遮阳利用绿色植物与建筑的配合,可以形成建筑周围的乔木、墙面绿化、屋顶绿化的全方位遮阳体系,也可选用其中的 1 种达到绿化遮阳的效果。建筑构件的窗口遮阳包括水平遮阳、垂直遮阳、综合遮阳、挡板遮阳 4 种形式(见图 7),其应用最为广泛,往往结合建筑的立面进行设计。设施遮阳包括:遮阳卷帘、活动百叶遮阳、遮阳篷、遮阳纱幕等形式,窗口内的百叶窗帘、垂直窗帘、卷帘等也属于设施遮阳。多种遮阳形式在绿色建筑的设计中可有针对性地进行选用。



(a)水平遮阳



(b)垂直遮阳



(c)综合遮阳



(d)挡板遮阳

图 7 建筑构件的窗口遮阳

绿色建筑的遮阳设计要从建筑所在的气候分区出发,要考虑建筑的使用功能、建筑的围护结构、朝向、视觉舒适和热舒适等诸多方面的因素。通过必要的设计工具(如太阳经纬仪等)测定太阳的轨迹,为遮阳设计提供

必要的依据;也可以利用 BIM 软件模拟建筑遮阳的实际效果并作必要的方案对比和分析。确定使用内遮阳还是外遮阳,使用可调节的遮阳形式还是固定的遮阳形式,并考虑遮阳的投资预算、立面设计、景观和通风效果

等综合影响因素。

四、结 语

绿色建筑是未来建筑的发展趋势,自然采光设计是研究绿色建筑不可或缺的一部分,要不断完善绿色建筑体系,就必须提高自然采光设计水平。自然采光关系到室内的光环境和热环境等方面,要达到绿色建筑为使用者提供的舒适度和满意度要求,就必须对采光系数、室内天然光照度标准值、自然采光分区、室内反光系数这4个主要的自然采光设计参数进行恰如其分的定量和定性分析。在绿色建筑设计过程中,结合不同的建筑特点采取适宜的自然采光设计策略,势必为自然采光设计赢得更高的“绿色”价值。

参考文献:

- [1] 秦旋,荆磊.绿色建筑全寿命周期风险因素评估与分析:基于问卷调查的探索[J].土木工程学报,2013(8):131-134.
- [2] 刘凯英,田慧峰.基于《绿色建筑评价标准》的绿色建筑设计流程优化[J].施工技术,2014(4):69-71.
- [3] 夸克,格龙扎克.绿色工作设计手册:环境方

案的设计策略[M].张慧,王昭俊,译.北京:中国建筑工业出版社,2010.

- [4] 林若慈,赵建平.新版《建筑采光设计标准》主要技术特点解析[J].照明工程学报,2013(1):5-11.
- [5] 陈玉兰.绿色民用建筑设计要点研究[J].建筑知识,2016(5):21-23.
- [6] 吴君.绿色建筑电气设计的探讨[J].建筑知识,2016(7):30-33.
- [7] 刘宇,张宇峰,孙燕琼,等.基于生命周期评价的绿色建筑选材研究[J].中国材料进展,2016(10):41-44.
- [8] 阮丹,周春娟.浅析公共建筑的室内自然采光模拟[J].陕西建筑,2016(11):32-34.
- [9] 周雪帆,陈宏,李保峰.基于节能的高层办公建筑自然采光设计策略研究[J].城市建筑,2010(8):32-34.
- [10] 赵建平,肖辉乾,罗涛,等.建筑采光照明技术研究进展[J].建筑科学,2013(10):76-78.
- [11] 边宇,马源,遇大兴.参考天空亮度分布模型下的建筑采光设计优化[J].华南理工大学学报(自然科学版),2015(7):37-38.
- [12] 丁建华,金虹,孟臻.居住建筑绿色改造中的自然采光优化研究[J].住宅产业,2012(9):30-34.

The Strategic Study of Natural Lighting Design in Green Building

YANG Zhen, YANG Yong

(School of Architecture and Civil Engineer, Heilongjiang University of Science and Technology, Harbin 150022, China)

Abstract: Through the investigation and according to the survey of related natural lighting designs, referring to the experimental and other certain data, based on the summary and analysis of the design experience of the natural lighting, this paper starts from the perspective of the architectural design scheme in green building to study the daylight factor, illumination standard value of indoor natural lighting and parameters which define the natural lighting. Taking the chance of parameter control of natural lighting, in specific green building design, we proposed three design strategies to realize natural lighting for the purpose of providing technical support with the green building design.

Key words: green building; daylight factor; illumination standard value of interior natural lighting; natural lighting partition; indoor reflection coefficient