

文章编号:1005-0523(2017)05-0106-07

基于 BIM 中使用区域光效法的照度计算策略

傅军栋,刘 武,李江辉

(华东交通大学电气与自动化工程学院,江西 南昌 330013)

摘要:针对建筑信息模型(BIM)在建筑照度计算上所存在的缺陷,给出一种基于 BIM 中使用区域光效法的照度计算策略。首先利用房间属性、区域光效法照度计算公式以及设计规范建立算法模型;然后通过使用实例对该算法进行有效性测试;最后在 DIALux 照明仿真软件中搭建室内空间仿真模型,将其仿真出的照度值分别与区域光效算法和常用的利用系数法计算出的照度值相比较。仿真结果表明,与利用系数法相比,区域光效算法所计算出的照度值更接近仿真值、适应性强即可以计算出不同规则形状房间的照度值、无需大量查表等特点,使其更好的解决 BIM 所存在的照度计算问题。

关键词:BIM;区域光效法;照度计算;DIALux;适应性强

中图分类号:TP399

文献标志码:A

DOI:10.16749/j.cnki.jecjtu.2017.05.016

BIM 技术自提出以来,凭借其具有的三维设计、协同设计、建筑电气耗能分析及管道碰撞检查等优势,一直成为电气设计行业的研究热点;特别是 Autodesk Revit 软件的出现,将建筑电气中的照明设计推向一个新的高度^[1-5]。相比传统二维、三维软件,BIM 具有保证各专业之间信息完整传递、碰撞检查、设计精细化、可视化等优点^[1-2]。英国内阁办公室早在 2011 年 5 月就发布了“政府建设战略”,规定到 2016 年所有公共建筑工程都要达到 BIM 二级标准;我国也已颁布有关 BIM 的国家标准有《中国 BIM 标准体系 CBIMS 框架》^[2]。照度计算是整个照明设计的关键,计算时,同时要考虑所计算的照度值和功率密度值满足设计要求,旨在为用户提供一个好的生活环境^[6]。

文献[7-8]通过 Autodesk Revit 得出空间照度分析表,并用已知的平均估算照度得出所需照明级别的照度差值,进一步核实房间的功率密度值是否满足要求,极大的提高了设计效率,但所估算照度值与实际照度值相差较大。文献[9]提出区域光效法计算室内的照度值,该文只是简单提出这种计算方法,没有进一步阐述其使用价值。文献[10]针对利用系数法存在的计算结构类型单一即只能计算规则形状房间的照度值、查表困难、计算繁琐等缺陷,提出了基于模糊利用系数的照度算法,此算法解决了利用系数查表困难、计算繁琐等问题,但是使用模糊利用系数法所计算出的照度值与实际值相差很大。文献[11]在常规利用系数法计算照度值和照明功率密度值比较繁琐的情况下,提出简化算法。引出两个新的物理量,有效光通量和模糊系数,分别由光通量、利用系数、维护系数和光效、利用系数、维护系数组合而成。设计过程中,通过查询简化计算表中的有效光通量和模糊系数求解照度值和功率密度值。虽然该算法过程简捷、计算方便,但要通过查表得到所需要的利用系数值。文献[12]提出基于 MATLAB 的 RBF 神经网络的照度计算,相对于其他的照度计算方法,一定程度上减小了手工计算量,但不足之处在于训练需要大量的样本且样本数都是通过利用系数法计算所得,计算结果不准确。文献[13-14]使用 DIALux 照明软件对建筑物照度值进行仿真计算,结果表明,照度值与实际值接近,因此对于建筑物照度值难以测定的情况,可以通过使用 DIALux 照明软件对该建筑物照度值仿真计算;但该软件算法封闭,用户无法使用。以上各种方法,均不能在满足照度计算适应性强、不需大量查表、计算准确度高,的情况下提高设计效率。

收稿日期:2017-05-09

作者简介:傅军栋(1972—),男,副教授,研究方向为电力系统、建筑电气及智能化研究。

本文提出基于 BIM 中使用区域光效法对建筑物进行照度计算的策略。该策略首先解决了 BIM 中存在的照度计算问题;其次该方法与利用系数法相比,适应性强即不同规则形状的建筑都能计算出其照度值、无需大量查表和计算准确度高,进一步的提高了设计效率。

1 基于 BIM 技术照明设计

BIM 用户在照明设计的应用如图 1 所示。

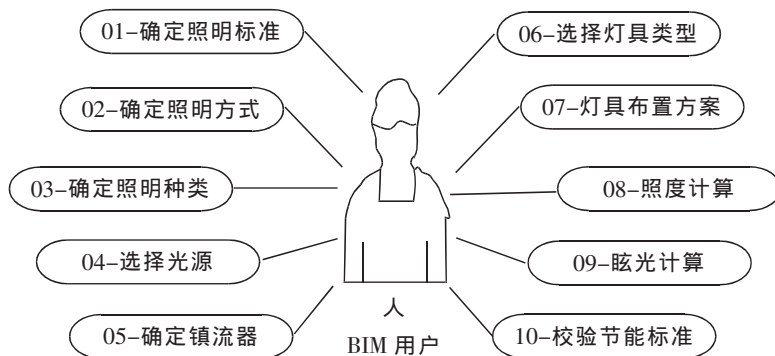


图 1 基于 BIM 的照明设计
Fig.1 Lighting design based on BIM

从图 1 可以看出,在 BIM 的照明设计中,首先按照照明设计规范先设定每个功能房间的照度标准值;其次选择光源、镇流器与灯具布置,布灯时,对照其相应的设计标准,如果不满足要求,可以很方便的对设计进行适当调整,以满足照度要求;然后进行照度计算和眩光值计算并验算节能标准。

在照明计算中,创建空间照度明细表。设置项目参数照明级别,进行照度计算创建空间照度明细表和分析表,选择相应的照明设备及确定其具体的位置,同时检查是否满足照度要求,利用明细表平均估算照度直接得出所需照明级别的照度差值,然后核实房间的功率密度值是否满足要求,可以极大的提高设计效率,但所估算照度值与实际照度值相差较大^[15-16]。

本文提出使用区域光效法通过绿色建筑可扩展的标记语言 (green building extensible markup language, gbXML) 与 IFC(industry foundation classes)文件格式^[17]导入 BIM 技术中,不仅可以提高设计效率,也解决了 BIM 所存在的照度计算问题。

2 算法模型建立

2.1 区域光效法计算原理

区域光效法,以照明环境为主导,把照明环境分为照明空间和地板空间,根据所提供的房间构造规则、灯具的数量和类型以及照明空间区域光效率来计算出房间照度值。图 2 表示为照明区域的划分。

在算法的实现过程中相关定义如下:

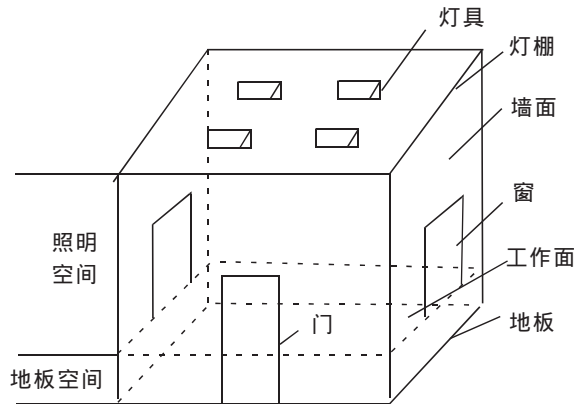
定义 1 不同类型房间面积为

$$A_1 = l \times w \quad (1)$$

$$A_2 = \pi r^2 \quad (2)$$

$$A_3 = \pi \times a \times b \quad (3)$$

其中: A_1 为矩形房间面积, l 为矩形房间长度, w 为矩形房间宽度; A_2 为圆形房间面积, r 为圆形



房间半径; A_3 为椭圆形房间面积, a 为椭圆形房间长半长, b 为椭圆形房间短半长。

定义 2 房间的照度值为

$$\eta_t = \frac{\eta_r}{1 - 0.7\eta_r\eta_d} \quad (4)$$

$$E = \frac{N\phi_0\eta_0\eta_rK_1K_2}{AK_0} \quad (5)$$

其中: η_t 为照明空间总区域光效率; η_r 为照明空间光效率; η_d 为地板空间对入射光的回受能力; E 为工作面平均照度, lx; N 为灯具的个数; ϕ_0 为光源额定光通量, lm; η_r 为灯具效率; K_1 为配光系数; K_2 为形位系数; A 为工作面面积, m^2 ; K_0 为维护系数。由于灯具与光源的配光存在差异, 照明空间与灯具不在形体中心的差异, 引入配光系数 K_1 和形位系数 K_2 对区域光效率 η_r 进行校正^[9]。

定义 3 房间的功率密度值为

$$\omega = \frac{N \times P_m}{A} \quad (6)$$

其中: ω 为房间内功率密度值; P_m 为每个灯具的功率。

定义 4 设计规范约束为

$$0.7E_z \leq E \leq 1.1E_z \quad (7)$$

$$\omega \leq \omega_z \quad (8)$$

其中: E_z 为标准照度值; ω_z 功率密度现行值。

2.2 区域光效算法的基本步骤

步骤 1) 初始化参数: 给定房间的长、宽和高, 门窗尺寸及相应个数, 照明空间各个面的反射率, 设计标准值等参数。

步骤 2) 给定矩形、圆形和椭圆形三种类型房间及相应计算公式, 按实际情况选择房间类型。

步骤 3) 将灯具按照不同品牌进行分类, 且每种品牌灯具按照功率大小进行排序, 依次选择灯具类型。

步骤 4) 根据区域光效法计算照度值并计算相应的功率密度值。

步骤 5) 如果所计算的照度值和功率密度值满足设计规范, 则输出结果, 主要包括房间照度值、功率密度、灯具型号以及个数; 不满足则返回步骤 3。

实现区域光效算法的基本流程如图 3 所示。

3 实例分析

3.1 实例数据

本文数据来源于某设计院所设计的办公建筑, 其房间形状各异。本文所选用的主要有办公室、控制室、档案室等规则型矩形房间, 以及不规则型圆形和椭圆形会议室。其基本参数值分别如表 1 和表 2 所示。

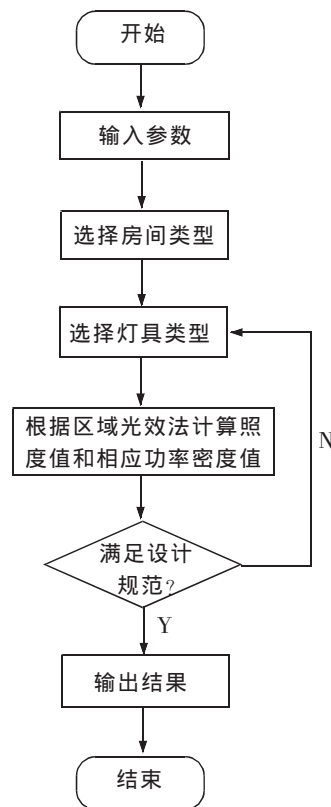


图 3 区域光效算法的基本流程

Fig.3 Flowchart of area luminous efficacy method

表 1 规则型办公建筑基本参数表
Tab.1 Basic parameters of regular-shaped office building

房间或场所	长/m	宽/m	高/m	面积/m ²
办公室 1	8.1	6.4	3.6	51.84
办公室 2	16.6	6.4	3.6	106.24
办公室 3	8.4	8.2	3.6	68.88
控制室	8.4	3.00	3.6	25.2
档案室	8.4	8.2	3.6	68.88

表 2 不规则型办公建筑基本参数表
Tab.2 Basic parameters of irregular-shaped office building

房间或场所	圆形		椭圆形		
	半径/m	高度/m	长半轴长/m	短半轴长/m	高度/m
会议室	5	3.6	7	4	3.6

区域光效法以照明环境为主导,需要考虑顶棚、墙面、地板、门、窗等反射面对光效的影响。因此,除提供办公建筑的基本参数外,还需该办公建筑各个门、窗的参数,具体情况如表 3 所示。

表 3 某办公建筑的门窗基本参数表
Tab.3 Basic parameters of doors and windows for office building

房间或场所	门			窗户		
	宽/m	高/m	个数/个	宽/m	高/m	个数/个
办公室 1	1	2	2	1.8	2.1	3
办公室 2	1	2	2	1.8	2.1	6
办公室 3	1	2	2	2.1	2.1	3
档案室	1	2	2	1.8	2.1	1
控制室	2	2	1	2.1	2.1	3
圆形会议室	2	2	1	2.1	2.1	3
椭圆形会议室	2	2	1	2.1	2.1	3

根据《建筑照明设计标准》GB50034—2013[15]规定,建筑内各房间照明的照度标准值和功率密度值规定值以及各表面采用反射比应分别满足如表 4 与表 5 所示。

表 4 办公空间照明规定值
Tab.4 Lighting specified value in office space

房间或场所	参考平面及其高度/m	照度标准值/lx	照明功率密度限定值/(W/m ²)	
			现行值	目标值
办公室	0.75	300	9	8
会议室	0.75	300	9	8
控制室	0.75	300	9	8
档案室	0.75	300	8	7

表 5 工作房间各表面反射比
Tab.5 The reflectance of the surface of the operating room

表面名称	反射比
顶棚	0.8
墙面	0.5
地面	0.1
门、窗	0.15

3.2 计算结果

根据设计院所提供的基本参数数据以及需要满足的照明设计规范,使用区域光效算法对房间内的照度值进行计算。设计中都采用统一灯具型号为 PAK-TLW28W-865,光通量为 2 600 lm,功率为 28 W,每个灯具都含有 2 个光源。其计算结果如表 6 所示。

表 6 区域光效法计算照度值
Tab.6 Area luminous efficacy method for calculation

房间或场所	平均照度值/lx	功率密度值/(W/m ²)	灯具个数/个
办公室 1	278.58	6.48	6
办公室 2	282.53	5.27	10
办公室 3	305.30	6.50	8
控制室	282.17	8.89	4
档案室	193.34	4.07	5
圆形会议室	301.78	6.42	9
椭圆形会议室	299.41	6.37	10

根据上表可以得出,所求得的照度值不仅满足该功能性房间的照度标准值的-10%~10%,同时还满足其设计的功率密度值小于其现行值,符合照明设计标准^[6]。

4 仿真分析

文献[16-18]应用德国 DIAL 公司设计开发的 DIALux 软件对建筑物照度值进行模拟仿真,该软件可以根据建筑物的空间尺寸以及环境进行 3D 建模,内部有照度设计所需的灯具选型、布置及照度计算等功能。能在短时间内完成照明设计建模,并生成相应的仿真效果图和照度计算报表。

为验证本文所提出的基于 BIM 中使用区域光效法的照度计算策略,在 DIALux 软件中搭建办公室空间仿真模型,然后将仿真结果值分别与区域光效法和利用系数法计算值进行对比。图 4 为其办公室空间模型;表 7 为相关的仿真参数。

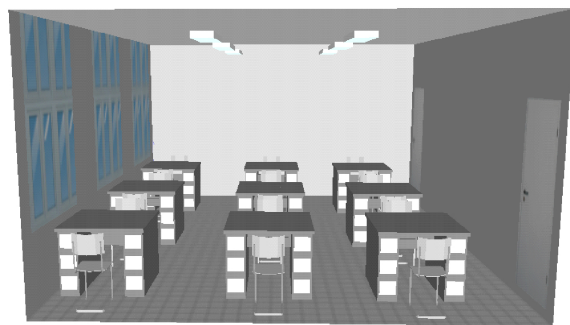
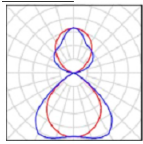


图 4 办公室空间模型
Fig.4 Office space model

表 7 办公室灯具使用情况表
Tab.7 Office lighting lamp usage

房间属性	数量/个	名称	图片	配光曲线
办公室 1	6	PAK311335 PAK-A08-128C-A08 光通量:5 200 lm;瓦数:56.0 W; 配件:2×28 W/T5 高效节能荧光灯管 (修正系数 1.000)		

通过使用 DIALux 照明软件对办公室 1 进行仿真,计算出其工作面的平均照度值 279 lx;实际效能值为 6.48 W/m²。照度值与功率密度值都符合标准^[6]。将 DIALux 仿真得出的各个房间的照度值与区域光效法和利用系数法计算出的照度值进行比较,对比情况如表 8 所示。

表 8 计算值与仿真值比较
Tab.8 Comparison between calculated values and simulation values

房间或场所	区域光效法		利用系数法		DIALux 软件仿真
	平均照度值/lx	误差率/%	平均照度值/lx	误差率/%	平均照度值/lx
办公室 1	278.58	-0.15	274.81	-1.50	279
办公室 3	282.53	-0.87	278.01	-2.51	285
办公室 2	305.30	-0.88	302.94	-1.67	308
控制室	282.17	-1.00	277.33	-2.77	285
档案室	193.34	-0.86	189.34	-3.00	195
圆形会议室	301.78	-1.07	无法计算	—	305
椭圆形会议室	299.41	-0.87	无法计算	—	302

从上表可知,区域光效算法较利用系数法计算出的照度值与 DIALux 软件仿真得出的照度值误差率更小;同时可以看出利用系数法只能计算规则形状的功能性房间的照度值,对于不规则型的房间照度值无法计算,而区域光效法的适应性更强,不仅适合矩形等规则型的功能性房间计算,还能计算出圆形和椭圆形等不规则型的功能性房间的照度值。因此,区域光效算法较利用系数法而言,不仅计算出的照度值更准确,且适用范围更广。

5 结论

本文所提出的基于 BIM 中使用区域光效法的照度计算策略有以下几个优点:

- 1) 实现 BIM 技术中的照度计算。本文提出的基于 BIM 中使用区域光效法的照度计算策略,弥补了 BIM 技术在建筑照明设计中照度计算的空白,进一步提高了 BIM 用户的设计效率。
- 2) 适应性强。本文所运用的计算方法比传统的计算方法,使用的范围更广,不仅可以计算规则形状房间的照度值,也能计算出不规则形状房间照度值。
- 3) 无需大量查表。与利用系数法相比,本文所运用的计算方法无需大量的查表,解决了利用系数法所存在的查表困难,计算繁琐等问题。
- 4) 准确度更高。由仿真结果可知,本文所运用的算法计算出的房间照度值相比利用系数法更准确。

参考文献:

- [1] 扈超,刘庚凡,孟士婕. BIM 技术在建筑电气设计中的应用[J]. 智能建筑电气技术,2015,9(1):49-52.
- [2] 孔嵩. BIM 技术在建筑电气设计中的应用和展望[J]. 现代建筑电气,2013,4(9):1-4.
- [3] 贺琳,何穆. BIM 在某办公楼电气设计中的应用[J]. 建筑电气,2014(8):53-57.
- [4] 谭健,赵妍妍,安荣荣. BIM 技术在某四星级酒店建筑电气设计中的应用[J]. 智能建筑电气技术,2016(1):51-55.
- [5] 陈沛仁,丁玲. BIM 在华都中心项目电气设计中的应用[J]. 智能建筑电气技术,2015(1):42-45.
- [6] 中国建筑科学研究院. GB 50034-2013 建筑照明设计标准[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2014.
- [7] 于红亮,王楠. BIM 技术在建筑电气设计中的应用研究[J]. 电气应用,2015(14):30-35.
- [8] 周莹. BIM 在建筑电气设计中的应用介绍[J]. 电气应用,2016(17):64-68.
- [9] 罗茂羲,钟祖勋. 室内照度区域光效法简介[J]. 灯与照明,1995(4):43-49.
- [10] 谈东波. 模糊利用系数法与利用系数法的比较[J]. 建筑电气,2007,26(3):39-43.
- [11] 胥正祥. 照度(Eav)、照明功率密度(LPD)简易算法[J]. 智能建筑电气技术,2010(4):10-15.
- [12] 江莉,方林宏. 基于 MATLAB 的 RBF 神经网络在照明计算中的应用[J]. 照明工程学报,2014(3):121-123.
- [13] 黄旭. 基于 DIALux 仿真分析的厂房照明设计[J]. 照明工程学报,2013(6):120-124.
- [14] 梁霭明,李军,伍国章,等. DIALux 软件在照明工程设计中的应用[J]. 现代建筑电气,2014(11):42-44.
- [15] 来侃,马小军,朱亮. 电气设备族在 BIM 照明设计中的应用[J]. 电气应用,2015(2):30-34.
- [16] 汤跃,大慧,秋阳,等. BIM 技术在电气设计中的应用[J]. 黑龙江科技信息,2016(32):119-120.
- [17] 李农,刘玄烨. BIM 技术在建筑照明设计中的应用展望[J]. 照明工程学报,2013(5):12-15.
- [18] 范士娟. 公路隧道照明中央布灯参数优化研究[J]. 华东交通大学学报,2016,33(4):67-72.

Illumination Calculation Strategy with Area Luminous Efficacy Based on BIM

Fu Jundong, Liu Wu, Li Jianghui

(School of Electrical and Automation Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: Aiming at the defects of building information modeling(BIM) in architectural illumination calculation, this study proposes the illumination calculation strategy with area luminous efficacy method based on BIM. Firstly, an algorithm model was established in accordance with the room property, illumination calculation formula and the design criterion. Secondly, the model was validated by an instance. Finally, the indoor space simulation model was constructed in the DIALux illumination simulation software, and then comparisons were made between the illumination value of the simulation and the illumination value calculated by the region optical efficiency algorithm and the frequently-used coefficient method respectively. The results show that compared with coefficient method, the illumination value calculated by area luminous efficacy method(AIE) is closer to the simulation value. It is found that AIE has strong adaptability to calculate the illumination values of the rooms in different shapes with no need of checking large quantities of tables, thus making up for the deficiency of the illumination computation in BIM.

Key words: BIM; area luminous efficacy method; illumination calculation; DIALux; strong adaptability

(责任编辑 姜红贵)