



照明工程课程设计的教学方案设计与研究

李长宁, 胡惠轶, 付保川, 朱学莉, 吴征天

(苏州科技大学 电子与信息工程学院, 苏州 215009)

摘要: 照明工程课程设计是建筑电气与智能化专业的主要实践性教学环节之一, 目前我国高校基本上采用 AutoCAD 软件进行该课程的教学, 指导学生完成电气照明施工图的绘制。实际上, 建筑物以及灯具提供的光照照明空间都属于三维空间, 而通过 AutoCAD 设计出的电气照明施工图属于二维空间, 所以在照明光照设计以及照明评价时就缺少了一些光照特征信息。虽然学生能有效完成二维施工图的绘制, 但是不能对照明光照设计有一个直观的理解和完整的认识, 对某些设计指标的概念也不甚清晰, 甚至会设计出不合理的照明方案。将 DIALux 三维照明设计软件引入照明工程课程设计中, 可以形成新的课程设计方案, 让学生通过设计照明光照三维模型的过程, 更好地理解电气照明理论知识和设计过程, 从而设计出更加科学更加合理的电气照明方案。新的设计方案在建筑电气与智能化部分本科生中进行了实践, 达到了较好的教学效果。

关键词: 照明工程; 电气照明技术; 照明设计; DIALux; 课程设计

中图分类号: G642.0

文献标志码: A

DOI: [10.12179/1672-4550.20210450](https://doi.org/10.12179/1672-4550.20210450)

Teaching Scheme Design and Research on Curriculum Design in Illuminating Engineering

LI Changning, HU Huiyi, FU Baochuan, ZHU Xueli, WU Zhengtian

(School of Electronics and Information Engineering, Suzhou University of Science and Technology, Suzhou 215009, China)

Abstract: The curriculum design in illuminating engineering course is one of the important practical teaching parts for building electricity and intelligence major. At present, AutoCAD software is widely used to teach and guide students to complete the illuminating design work in many universities in China. Actually, the lighting space provided by lamps and buildings belongs to three-dimension space, while the electrical lighting construction drawing designed by AutoCAD belongs to two-dimension space, so some lighting characteristic information is missing in lighting design and lighting evaluation. Although students can effectively complete the two-dimensional construction drawings, they cannot intuitively and completely understand on design concept, and even design unreasonable lighting schemes. The introduction of DIALux, a 3D lighting design software, into curriculum engineering course design can form a new course design scheme, so that students can better understand the theoretical knowledge and design process of electrical lighting through designing lighting 3D model. Then they can design a more scientific and reasonable electrical lighting scheme. The new design scheme has been applied in undergraduate students of building electrical and intelligent major and achieved a good teaching effect.

Key words: illuminating engineering; electrical lighting; lighting design; DIALux; curriculum design

照明工程是建筑电气与智能化专业的专业课程, 在部分高校的课程名称为电气照明技术。照明工程是基于电气照明设备的光学特性和电气特性, 依据各种建筑物的照明需求和规范, 进行电气照明系统设计, 以满足特定光环境中照明要求

的设计、技术及工程的学科^[1-2]。照明工程主要包括照明光照设计和照明电气设计两部分: 照明光照设计的主要任务是选择照明方式和照明种类, 选择电光源及其灯具, 确定照度标准并进行照度计算, 合理布置灯具等; 照明电气设计是在光照

收稿日期: 2021-09-09; 修回日期: 2021-11-01

基金项目: 苏州智慧城市研究院开放课题(SZSCR2019016); 2019 楼宇控制与节能优化国家级实验教学示范中心开放基金(BCES2019KF10)。

作者简介: 李长宁(1979-), 男, 博士, 讲师, 主要从事建筑电气与智能化、建筑节能、物联网的研究。E-mail: changningli@qq.com

设计基础上进行的,其主要任务是保证电光源和灯具能正常、安全、可靠而经济地工作。

照明工程课程是建筑电气与智能化专业大三或大四本科生的主要实践性教学环节之一^[3]。在学习了“照明工程”“建筑物供电”等课程的基础上,让学生设计一个实际建筑电气工程的照明系统,旨在使学生加深对照明工程相关知识的理解,初步掌握照明工程的基本设计方法,提高进行工程设计的基本技能及分析、解决实际工程问题的能力,为毕业设计和将来工作中的工程实践打下良好基础。

本文针对目前照明工程课程设计教学中存在的问题进行了深入分析,照明工程课程设计的主要目的是让学生熟悉电气照明设计的规范和设计步骤,并加深理解照明工程课程中的理论知识,但是通过近年的课程设计实践过程发现,很多学生对建筑物内实际的照明系统仍然不能有一个直观的理解,也不能对照明设计的质量有一个客观的评价,以致不能正确了解工程设计的合理性和设计水平,故本文提出将 DIALux 三维照明设计软件引入课程设计中,利用 AutoCAD 和 DIALux 软件共同完成课程设计工作,以便更好地达到课程设计的教学目的,提升学生的理论知识水平和工程实践能力。

在新工科建设的背景下,工程专业教育认证目前已成为我国专业建设以及课程建设的主要趋势,对于照明工程课程的实践环节来说,通过设计好的课程设计教学实施方案,可以培养学生注重细节、精益求精、脚踏实地、目标为导向的良好素质。本文也对该方案实施的教学结果进行了分析,表明新的教学方案能很好地培养学生的工程师素养,使得学生在未来的工作中能更快地成为一名合格工程师。

1 照明工程课程设计简介

在照明工程课程设计实施过程中,专业课教师为每一位学生分配一幢建筑大楼的一层或者几层建筑平面图和结构图,学生根据照明设计原理和电气照明设计规范,利用 AutoCAD 软件完成电气照明施工图,电气照明施工图主要包括照明系统图和照明平面图,其作用是来说明建筑电气工程中照明系统的构成和功能,描述系统的工作原理,提供设备的安装技术数据和实用维护数

据等^[1-3]。

在电气照明施工图中,照明平面图是用图形符号和文字表示照明设备的平面布置、配电管线的根数、走向及敷设部位等的图纸。照明平面图的设计主要包括照明方案的选择、灯具数量的确定、灯具布置方式的确定、插座/开关的确定、配电箱的确定、配电的确定和设计说明等步骤。

在电气照明施工图中,照明系统图是用图形符号和文字表示建筑物内外照明供配电线路的控制关系,一般只表达各配电线路及保护设备之间的连接关系。照明系统图的绘制主要包括照明方案选择、配电箱系统图设计、干线系统图设计、设计说明等步骤。

一般来说应该先绘制照明平面图,在照明平面图的基础上再绘制照明系统图。

2 照明工程课程设计现存问题及分析

从电气照明施工图的绘制步骤能看出,照明系统图主要涉及照明电气设计相关概念,而照明平面图的绘制主要涉及照明光照设计相关概念。实际上,照明系统图的绘制主要依靠所选设备的电学特征,如导线线缆电气规格、回路上灯具容量、开关及保护器件的电气规格等;而照明平面图的绘制主要是在建筑平面图中画出电气工程施工将要安装的所有灯具、开关、配电箱、插座以及连接各个设备导线的具体位置及其连接关系,在绘图前需要选择各类设备的规格及型号,计算设备的数量,以及确定安装位置等任务。要完成这些任务,需要涉及照明光照设计和照明电气设计两部分,而照明光照设计更多地考虑照明设备的光学特征,从这个角度分析,传统的基于 AutoCAD 的电气照明平面图对设备光学特点以及设备位置关系的描述就不是那么直观了,在教学过程中也给学生的理解带来了一定的难度,主要原因就是建筑物是三维的,而 AutoCAD 设计的是二维平面图,平面图缺乏一维信息,可能造成设计不完善或出现错误,没有施工经验的学生也无法了解到自己所设计平面图的水平和质量。传统的基于 AutoCAD 的电气照明平面图有如下主要缺点。

1) 在二维平面图上只能以灯具符号来表现灯具的选择情况,而不能直观地看到实际灯具在建筑物中的真实效果。

2) 灯具数量的选择依赖于照度计算和所选择

的照明标准,但实际的灯具光学特征和建筑环境特点较复杂,理论计算出的灯具数量不能保证达到照度标准要求,且二维平面图不能显示出灯具的照度分布,故在设计过程中无法对真实的照度分布进行评估。

3) 在建筑物实际使用时,不同类型的房间都会设置不同功能不同材质的家具、天花板、墙壁和地板,它们会对房间照明产生很大影响。如不同材料的墙壁对照明光的反射,或者家具对光线的遮挡等等,这些实际问题在二维平面的照明设计中是不会考虑到的。

4) 灯具安装位置在照明设计规范中有一定的要求,对于不同功能的建筑物中的灯具高度也有不同要求,在平面设计图中无法体现出设备的高度信息,也就无法了解灯具安装位置带来的实际照明效果。

5) 照明质量用于评判照明光照设计的合理性,一般包括照度水平、照度均匀度、亮度分布、眩光、光的颜色和照度稳定度等衡量指标,而在二维平面图设计中只能衡量平均照度水平和均匀度两个指标,衡量方式较为粗糙。

针对以上几点在基于 AutoCAD 的照明平面设计中难以解决的缺点,有必要引入三维的照明设计软件来进行辅助照明设计,作为照明平面图的补充,可称作照明三维设计图,这样的课程设计方案会让学生更好地理解照明设计的概念和步骤,了解实际施工中的照明设计效果。

3 基于 DIALux 的照明工程课程设计

如第2节所述,在设计电气照明施工图时,照明三维设计图的绘制能让学生更好地理解照明设计的各种知识点以及设计出更优质的照明施工图。目前存在多种三维设计和建模软件能实现照明三维可视化设计,这些软件可分为专业的三维建模软件、建筑可视化三维建模软件和照明三维模拟设计软件。专业的三维建模软件包括 SketchUp 和 3Ds MAX 等著名软件,这些软件在三维建模方面很专业,但是不具有照明模拟设计相关的算法和功能;建筑可视化三维建模软件主要是指建筑信息模型(building information modeling, BIM)软件,这类软件目前在建筑土木领域获得了极大的发展,包含多项建筑设计和管理功能,但是在电

气照明设计功能上并不是一个很好的选择。目前最著名的照明三维模拟设计软件包括 DIALux、RELUX 和 AGI32 等,它们都是专业的照明设计软件,功能强大,其中, DIALux 界面友好、使用简单、兼容性强,最重要的是,该软件具有更好的市场认可度,得到了 200 多家世界知名灯具厂商的灯具插件支持,广泛用于室内外建筑场所的灯光场景计算与模拟^[4]。该软件在我国也获得了广泛的照明设备厂商支持和设计单位的使用。故在本专业的照明工程课程设计中选择 DIALux 照明模拟软件来完成三维设计图的设计^[5]。

3.1 DIALux 软件简介

照明模拟软件 DIALux 诞生于 1992 年,是德国 DIAL 公司与多家国际知名灯具厂家联合开发的一款照明软件。DIALux 是一款免费且开放的软件,可用于个人、教育和商业用途。

DIALux 软件的主要操作流程是:首先搭建建筑三维模型,包括建筑材质设置;然后根据不同建筑物的功能、规范和要求置入家具和灯具设备;最后生成视觉场景文件,并进行照明信息计算,自动生成各种照明相关信息数据,包括灯具信息、照度水平值及分布、亮度分布、照度均匀度、眩光值、3D 效果图、伪色图等,通过这些量化数据能够全面衡量照明方案的质量^[6-9]。

3.2 DIALux 在照明工程课程设计中的优势

在第2节中描述了传统的基于 AutoCAD 的照明平面图设计的一些天然劣势,通过引入 DIALux 软件设计照明三维图可以对二维平面图做出必要的补充,以获得更好的设计效果,针对 AutoCAD 的照明平面图设计软件的 5 个缺点,通过 DIALux 软件进行辅助设计可获得以下优势。

1) 在 DIALux 软件中,内嵌了超过 200 家全球知名灯具制造商的灯具产品。这些持有 DIALux 许可证的厂家提供了“DIALux 插件”,这个插件实际上就是厂商所生产的灯具的目录,包括其外观构造和各种光学及电学特征(如图 1 所示)。该目录与 DIALux 相配,为照明设计师选择灯具产品提供了方便。所以在设计过程中可以根据设计要求选择具体的灯具品牌和型号,并通过在三维建筑图中展示灯具,让人更直观地了解灯具外观及照明效果。

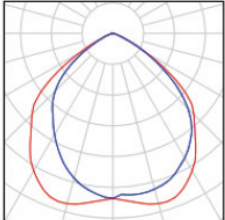
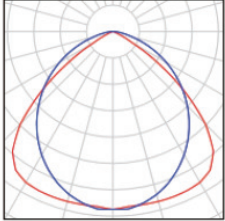
数量	灯具 (配光资料)	灯具样例	
25	Philips-FBH058 2xPL-C/2P18W 配光资料 1 数量: 2xPL-C/2P18W/840 光输出比: 49.98% 光源光通量: 2 400 lm 灯具光通量: 1 200 lm 功率: 51.0 W 发光效率: 23.5 lm/W 比色说明 2xPL-C/2P18W/840: CCT 3 000 K, CRI 100		
96	Philips-TBS318 C 2xTL-D36W HFE M2 配光资料 1 数量: 2xTL-D36W/840 光输出比: 65.91% 光源光通量: 6 700 lm 灯具光通量: 4 416 lm 功率: 0.0 W 发光效率: ∞ lm/W 比色说明 2xTL-D36W/840: CCT 3 000 K, CRI 100		

图 1 DIALux 软件中灯具样例

2) 通过 DIALux 软件完成灯具选择和布置后能自动显示出这些灯具在建筑物内形成的等照度分布曲线图(如图 2 所示)或照度分布伪色图(如图 3 所示),可以让设计者在设计过程中更好地对照度水平进行评估。

3) 在灯具选择和布置完成后,还应该根据建筑物内房间的功能添加相应的家具,这样能形成一个更加真实的照明光照模拟效果图,让设计者从各个角度观察到灯具和家具在房间中的位

置,以及所达到的照明效果(如图 4 所示),此时形成的照度分布图也更加接近现实的光照状况,这是基于 AutoCAD 的二维照明设计完全不能实现的效果。

4) 灯具等设备安装高度不同,形成的照度效果也不同,而且不同灯具安装的高度也是有一定要求的,通过 DIALux 软件进行设计可以根据实际情况调整灯具安装高度,以观测实际达到的光照效果,获得可观测的照度分布图。

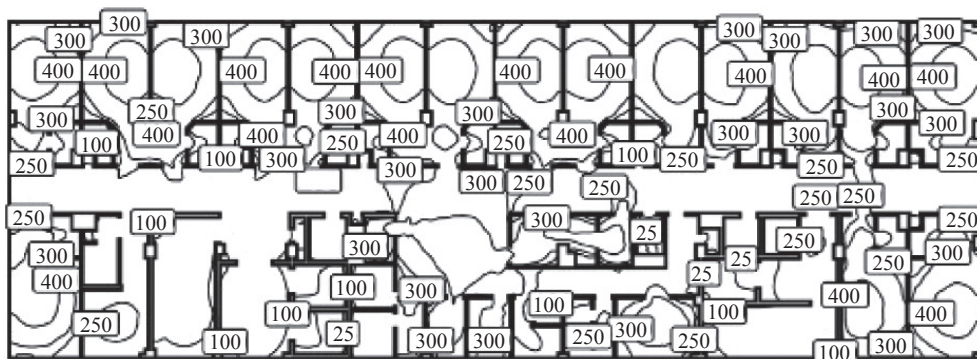


图 2 DIALux 软件中等照度分布曲线图

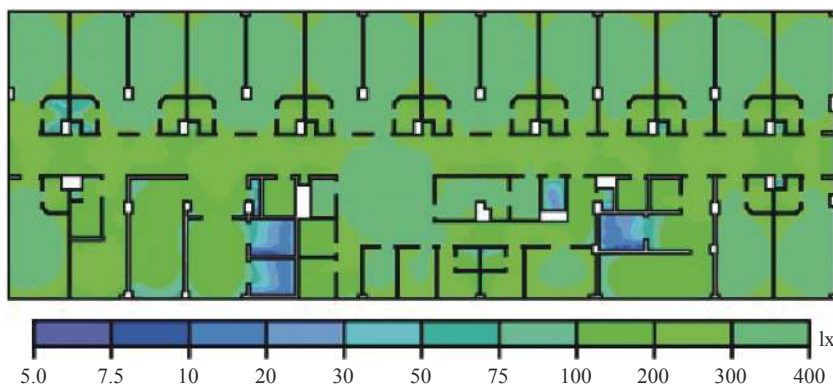


图 3 DIALux 软件中照度分布伪色图



图4 DIALux 软件中建筑物内照明设计效果图

5) 在照明设计时要考虑照明质量是否合格,通过 DIALux 软件,可用几个不同指标来进行评估,如用于评估照度水平的等照度分布图或照度分布伪色图(图2和图3),这是照明设计中最重要指标。实际上还有几个很重要但是难以进行评估的指标,如照度均匀度、亮度分布及眩光,这些指标都能通过 DIALux 软件自动计算出来。如照度均匀度通过软件能直接计算出来,然后评估其数值是否合理;要评估所设计的灯具布置是否会产生眩光,可以通过软件直接生成所布置的每一盏灯在各个方向的眩光限制值(如图5所示),评估其是否合理,如果不合理,可以通过调整光源的亮度,周围天花板、墙壁和桌面家具的反射率来避免眩光。

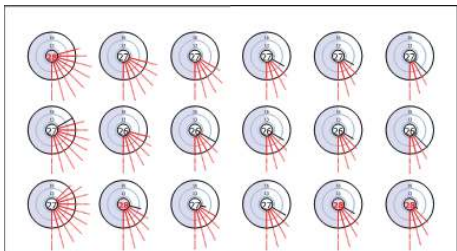


图5 DIALux 软件中灯具眩光限制值图

3.3 基于 DIALux 的照明工程课程设计方案

基于 3.2 节对 DIALux 软件优势和功能的分析,将 DIALux 软件引入照明工程课程设计能更好地提高学生对照明设计的理解和设计水平。所以,结合 AutoCAD 和 DIALux 软件,我们提出一个新的照明工程课程设计方案,新方案促使学生在设计电气照明施工图时,将利用 AutoCAD 设计的照明平面图拓展成照明三维设计图,并根据三维设计图中达到的效果,对照明设计的具体细节进行修正和优化,达到一个合理的照明设计效果后,再返回对基于 AutoCAD 的二维平面图进行修正,最后根据二维平面图完成照明系统图的绘制。该新方案具有以下 7 个步骤。

1) 根据第 1 节中照明平面图的设计步骤完成

照明平面图的初步设计。

2) 根据建筑物中建筑平面图和结构图,在 DIALux 软件中搭建三维建筑图,并根据建筑物的说明要求和其功能,设置每个房间天花板、墙壁和地板的材料和颜色,然后根据建筑物的功能在建筑物中设置相应的家具,如计算机机房要设置电脑桌和桌椅,办公室要设置桌椅、文件柜、空调等办公用品,这样可模拟出一个真实的建筑环境。

3) 根据初步设计的照明平面图中灯具设备的位置在三维建筑图对应的位置进行设置,注意在二维平面图中选择的光源和灯具可能不是很具体,这里可以在 DIALux 软件的灯具库中再次进行选择,挑选更合理的、具体到品牌和型号的灯具和光源。另外,要考虑设备的高度信息,这个在二维照明平面图中是没有给出的,设备高度信息要根据灯具的特征和功能,以及建筑物的功能进行合理的设置,完成初步的照明三维设计图。

4) 在设计好的照明三维图中,从各个角度观察灯具的位置、安装方式和灯具外观,从主观角度评价照明效果是否合理,是否美观,是否需要调整,如果感觉不满意,可以再次进行灯具选择和安装。

5) 在三维照明设计图中,生成照度水平的数据或图形、均匀度数值、亮度数据或图形、每盏灯的眩光限制值或图形等照明质量评估指标,通过对这些客观数据进行评估,来评价所设计的照明方案是否合理,对不合理的地方需要根据实际问题进行优化或重新设计。如照度均匀度不能满足照度标准,就要查看哪些位置照度水平太低,可能需要选择其他型号的灯具或者采用一些特殊的照明方式来解决。经过一系列的量化数值评估,最终使得照明方案的各项照明质量指标趋于合理。

6) 通过 DIALux 软件完成照明三维图设计后,要根据此时所选择的灯具设备的类型、型号、参数特征、安装方式以及安装位置,对基于 AutoCAD 的二维平面图进行修正,最终完成二维照明平面图的设计。

7) 根据照明平面图中设备的连接关系,依据第 1 节照明系统图的设计步骤完成照明系统图的设计和绘制。

3.4 基于 DIALux 的照明工程课程设计实施例

3.3 节介绍了结合 AutoCAD 和 DIALux 软件形成的照明工程课程设计新方案,本文作者及

教学团队在照明工程课程设计教学中, 选择了苏州科技大学建筑电气与智能化专业 2020 届及 2021 届的 10 位本科生, 进行了新方案的实践工作。

在该实践中, 选择某医疗应急救援中心科研办公楼和住院大楼进行电气照明设计, 并将大楼的 10 层分配给每一位学生, 让其利用 AutoCAD 和 DIALux 这两种软件来完成照明设计工作。图 6 和图 7 为学生的照明设计效果图, 相比之前仅仅采用 AutoCAD 进行照明设计的方案, 实施过程有了较大变化, 在学生培养上也产生了积极且正向的成效:

1) 相较旧方案, 新方案需要学生花更多时间完成照明课程设计工作, 但是设计出的三维照明图具有更直观的照明表现和更现实的工程效果, 学生通过绘制三维照明图能极大地提升对该课程的兴趣, 愿意主动投入时间和精力到工作中;

2) 新方案实施过程中需要学生更加精细化地完成灯具选择和设计工作, 该设计过程能更好地培养学生严谨而踏实的工作态度;

3) 旧方案的照明设计方法在理论课程教学中进行了详细介绍, 学生的课程设计过程主要是一个对设计方法和规范的熟悉过程; 而新方案还需要对照明工程的很多光学概念有更清晰的认识, 如房间照度分布、眩光的影响等, 所以该设计过程能更深刻地提升学生对照明设计的认识;

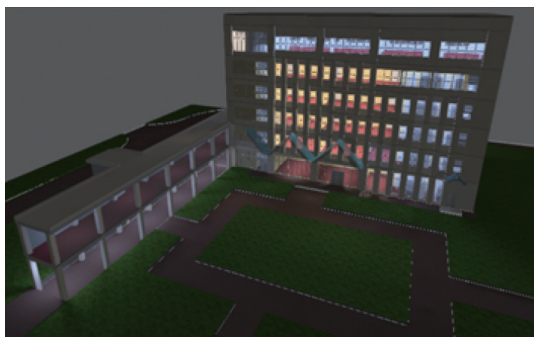


图 6 科研办公楼灯光效果全景图

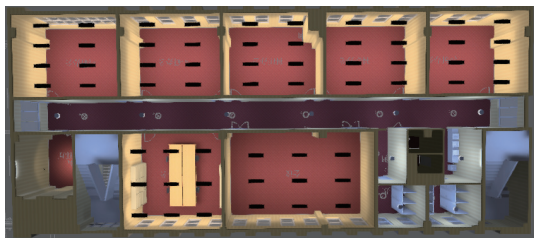


图 7 科研办公楼第 3 层部分房间俯视灯光效果图

4) 新方案的设计过程是在获得了更多照明质量量化数据的支持下完成的, 所以设计方案更加

科学更加合理, 这也与当今互联网与物联网时代生产过程量化目标为导向的工作方式不谋而合, 能更好地训练学生面向目标工作的工程思维方式, 使得学生在未来工作中能更快地成为一名合格的电气设计工程师。

4 结束语

本文首先对照明工程及其课程设计进行了简要介绍; 然后对照明工程课程设计的意义和方法进行了较详细介绍, 并对其现存的具体问题进行了描述, 提出需要引入三维照明图的设计来提升学生的设计能力; 从而提出基于 DIALux 的照明工程课程设计的新方案, 在新方案介绍中, 将 DIALux 相比传统的基于 AutoCAD 的电气照明设计的优势逐项进行了分析, 同时提出该新方案的实现方法; 最后, 新的课程设计方案在苏州科技大学建筑电气与智能化专业的课程设计中进行了实施, 结果表明, 采用新方案完成的照明设计工作更加科学更加合理, 而且三维照明图具有更直观的照明表现和更现实的工程效果。新方案很好地提高了该课程的教学质量, 也促进了学生对设计工作的兴趣, 取得了较好的实践成果。

参考文献

- [1] 谢秀颖, 郭宏祥. 电气照明技术[M]. 2版. 北京: 中国电力出版社, 2008.
- [2] 郭福雁, 黄民德. 建筑供配电与照明[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2014.
- [3] 周朕. “照明工程”课程的实践性教学改革[J]. 教育教学论坛, 2015(40): 131-132.
- [4] 佛山照明正式进驻DIALux 上线FSL插件[J]. 中国照明电器, 2019(11): 27.
- [5] 赵忠超, 韩波, 李红梅. 将照明模拟技术引入室内设计教学的途径与方法探讨[J]. 美与时代(上), 2015(10): 111-113.
- [6] 张肖肖, 裴元杰, 黄星月. 基于DIALux软件光环境模拟的候机厅照明方式与节能研究[J]. 智能建筑电气技术, 2021, 15(3): 103-105.
- [7] 覃剑戈. 基于Dialux EVO的中小学教室照明优化方法研究[D]. 北京: 北京建筑大学, 2019.
- [8] 刘云龙. 基于DIALux软件的室内照明LED灯具利用系数研究[J]. 灯与照明, 2019, 43(3): 40-42.
- [9] 胡锡兵, 杨华利, 程敏, 等. 基于DIALux教室光环境UGR影响因素的研究[C]//2020年中国照明论坛——半导体照明创新应用暨智慧照明发展论坛论文集.[S.I.]: 中国照明学会, 2020.

编辑 张俊