

乒乓球馆 LED 灯光均匀度对运动员视觉影响研究

吴哲

杭州职业技术学院 公共基础部, 浙江 杭州 310018

DOI:10.61369/MEC.2025020012

摘要：乒乓球运动是一项视觉要求很高的运动，要求运动员能迅速、准确地判断出球的落点、速度及方向。好的照明条件对运动员的视觉效果是非常重要的。近几年来，随着 LED 照明技术的广泛应用，乒乓球馆的照明系统正朝着高效率、节能和环保的方向发展。但是，在 LED 照明系统中，人们往往忽略其均匀性问题。光照均匀度不高会引起运动员的视觉疲劳，甚至造成运动员的运动损伤。因此，研究 LED 灯光均匀度对乒乓球场馆的视觉效果，对优化场馆灯光设计，提高运动员的视觉舒适度，提高比赛成绩，都具有十分重要的意义。

关键词：乒乓球馆；LED 灯光均匀度；运动员视觉影响

Research on the Visual Impact of LED Lighting Uniformity in Table Tennis Halls on Athletes

Wu Zhe

Department of Public Basic Education, Hangzhou Vocational & Technical College, Hangzhou, Zhejiang 310018

Abstract : Table tennis is a sport with high visual requirements, demanding that athletes be able to quickly and accurately determine the landing point, speed and direction of the ball. Good lighting conditions are very important for the visual effect of athletes. In recent years, with the wide application of LED lighting technology, the lighting system of table tennis halls is developing towards high efficiency, energy conservation and environmental protection. However, in LED lighting systems, people often overlook the issue of uniformity. Poor uniformity of light can cause visual fatigue among athletes and even lead to sports injuries. Therefore, studying the visual effect of LED light uniformity on table tennis venues is of great significance for optimizing the lighting design of the venues, enhancing the visual comfort of athletes, and improving competition results.

Keywords : table tennis hall; uniformity of LED light; visual impact on athletes

引言

在乒乓球比赛中，运动员的视觉系统要求在较短的时间内准确地跟踪、判断出乒乓球的运动轨迹。这不仅要求运动员有较好的视觉、反应能力，而且还要求有良好的光线条件。LED 照明作为一种新的照明技术，其亮度高、使用寿命长、节能效果好，但是在使用过程中存在着照明均匀度问题，会影响运动员的视觉健康。由于光线分布不均，运动员在不同位置接球时会产生视觉上的差异，从而影响到对球的判断与反应速度。另外，长期处于非均匀光环境下训练、比赛，也会造成视疲劳，甚至引发眼疾。因此，研究 LED 灯光均匀度对乒乓球场地运动员视觉效果的影响，为当前相关行业的热议课题。

一、乒乓球馆 LED 灯光均匀度对运动员视觉影响

(一) 视觉疲劳的加剧

乒乓球运动中，运动员必须保持较长时间的集中注意力，才能快速地跟上高速运动的乒乓球。乒乓球运动的速度很快，所以运动员的视觉系统必须要在极短的时间内，准确的判断出球的位置、速度、以及旋转的方向。当球场内 LED 照明均匀度较差时，运动员在不同位置所面对的光照强度也不一样。这种光强不均匀的变化，会使运动员的瞳孔经常收缩或扩大，以适应不同的光环

境。经常调整瞳孔，增加眼肌负担，从而加重视疲劳^[1]。另外，由于光线不均匀，运动员在运动过程中会产生视觉闪烁，这将进一步影响运动员的视觉知觉，使得运动员很难长时间维持稳定的视线。长期处于非均匀光照条件下，运动员视疲劳程度明显增高，比赛时注意力、反应速度均受到影响。

(二) 对视觉感知的干扰

乒乓球运动是一项对视觉感知能力要求很高的运动项目，但是，如果场馆内 LED 灯光均匀度不够好，则会对处于不同位置的运动员产生明显的视觉干扰。在光照强度较大的地区，运动员可

能产生眩光，使部分区域暴露过多，使球的细节很难看清。当光线较弱时，运动员可能会出现视觉模糊，对球路及速度的判断有困难。由于光照强度的非均匀变化，运动员在运动过程中需要不断地调整视觉焦点，从而影响到对球的准确判断。另外，光线不均匀也会使运动员产生视觉错觉，如在阴影处对球旋转方向或速度的错误判断，从而影响到球的准确与稳定。因此，如果 LED 照明亮度不够均匀，将严重影响运动员的视觉感知，从而影响运动员的竞技水平发挥与提高。

（三）对运动员心理状态的影响

在乒乓球馆内，LED 灯光均匀度不仅直接影响人们的视觉感受，同时也间接地影响着运动员的心理状态。运动员在比赛时要保持高度的集中与冷静，任何外界的干扰都会影响运动员的精神状态^[3]。光线不均匀会给运动员带来不适，甚至引起焦虑。如在比赛中，运动员可能会因灯光的不均匀变化而分神，担心自己无法准确地判断出球路，从而影响自信心。另外，长期暴露在非均匀光照环境下，运动员易产生焦虑、烦躁等负面情绪，进而影响比赛成绩。在心理上，一个好的灯光环境能给运动员营造一个舒适稳定的比赛气氛，有助于运动员集中注意力。但是，如果 LED 灯光均匀度不够好，就会破坏这种平衡，影响运动员的心理状态，从而影响运动员竞技的整体水平。

（四）对运动员长期视力健康的潜在危害

乒乓球运动员的训练、比赛都是在特定的光线条件下进行的，其灯光状况直接影响着运动员的视觉健康。当 LED 照明均匀度不好时，运动员在不同位置所面对的光照强度也不一样，长期处于不均匀光照环境中，对运动员的视觉健康存在潜在危害。运动员长时间暴露在不均匀的光线下，容易引起眼肌的过度疲劳，从而造成视力下降。另外，光线不均也会增加运动员患眼疾的危险，如干眼症，近视等。乒乓球比赛中，运动员需要经常进行调整，如果光线均匀度不够，则会加重眼睛的负担。因此，长期来看，球场内 LED 灯光均匀度的不足，不但会影响运动员的竞技水平，也会对运动员的视力造成不可挽回的损害。

二、基于运动员视觉优化的乒乓球馆 LED 灯光均匀度调整

（一）前期数据采集与场地环境分析

乒乓球场馆 LED 照明均匀度调整前，需要全面细致地收集和分析场地环境和现有照明条件，可利用专业的照度仪，根据标准网格点法，在乒乓球台上测量乒乓球馆的照度。以乒乓球桌为中心，把整个场馆划分成若干个规则的网格区，每一个网格点都是照度测量点，保证测点覆盖场馆内运动员活动的主要区域和观众席等辅助区域，对各测点的照度进行准确采集，并对可能对测量结果产生影响的环境参数如：测量时长、环境温度，环境湿度等进行记录^[3]。详细分析乒乓球馆的建筑构造和空间布局，测量场地的长度、宽度和高度，确定场馆内的立柱、悬挂物等障碍物的位置和大小，因为它们会遮挡照明光线，影响照明的均匀性。同时，要了解场馆的墙壁、天花板、地板的材质和颜色，不同材

料、颜色对光线的反射和吸收能力各不相同，白色或浅色的墙壁和天花板可以使光线更好地反射，使场馆内的灯光分布更加均匀，反之，如果是深色的材料，会吸收大量的光线，使照明效果变差。另外，还需要采集不同光照条件下运动员的视觉反馈数据，通过问卷调查、访谈等方法，了解运动员在训练、比赛中对已有灯光的亮度、眩光、阴影等的感受与看法，明确运动员视觉感受方面的具体需要，为今后的灯光均匀度调整提供重要的参考依据，应综合上述数据和分析结果，制定出有针对性的照明均匀度调整方案。

（二）基于运动员活动区域的 LED 灯具布局优化

应根据乒乓球运动的特点，运动员的活动范围主要是围绕乒乓球桌及周边一定区域，所以在布置灯具时，需要以乒乓球桌为中心来规划。利用照明计算软件，根据场馆的面积和高度，以及达到的平均照度标准，进行模拟计算。在计算过程中，充分考虑光源的光通量和光束角度，保证灯具的数量能够满足场馆的整体照明要求。一般而言，对于标准乒乓球馆而言，可以采用多组灯组合的方式来布置，以避免因单个灯的功率过大而造成的光集中或明显的阴影。在场馆顶部均匀布置灯具，避免照明盲区，对于长方型场地，灯具可沿场地长轴方向布置，使光线能均匀地覆盖乒乓球桌的纵向方向，同时，乒乓球桌两侧还应适当地设置照明灯具，以确保乒乓球桌宽度方向有足够的照明^[4]。照明设备间的间距应根据照明设备的光束角度及照射面积合理设置，以保证相邻照明设备之间的光能相互叠加，形成均匀的照明面积。另外，灯具和乒乓球桌之间的相对位置也要考虑好，尽量不要直接安装在运动员头顶上，以减少强光对运动员的视觉影响。在布置灯具时，也要考虑到不同的比赛水平及训练场地的需要，在高水平、正规的比赛中，照明均匀度要求更高，可以适当增加灯具数量或调整灯具布置，或采用照度功率无极调节技术以达到更高的照明要求。对于日常训练而言，在满足基本照明需求的情况下，可以适当减少灯具的功率或者调整灯具的布局，以达到节能的目的，科学、合理地布置灯光，是提高乒乓球馆灯光均匀度的基础。

（三）LED 灯具照射角度与高度的精细化调节

LED 照明的角度和高度直接影响到乒乓球馆内的照明分布，影响着乒乓球馆的照明均匀度，所以需要对其进行精细调整。在调整照明角度时，必须明确不同区域对照明的要求。对乒乓球桌区域而言，为确保乒乓球运动轨迹清晰，灯具的照明角度应能使光线垂直或近垂直地照射到乒乓球台上，以减少光线的反射及阴影。通过调整灯体的俯仰及水平转动角度，使灯光能准确地覆盖乒乓球台，又能避免强光直接照射到选手的眼睛，造成眩光。在观众席、休息区等辅助场所，灯具的照明角度可以适当调整，以满足观众活动及观看比赛时的照明要求。在调整过程中，利用角度测量工具对灯的角度变化进行精确控制，每一次调节之后，都要对这一区域的照度分布进行测量，并根据测量结果对角度进行进一步的微调，直到获得理想的照明效果^[5]。调整照明设备的高度也是非常重要的，灯具安装高度越高，光照范围越大，阴影越少，灯具安装高度越低，在一定程度上可以提高照明效果，但也容易造成眩光、阴影等问题。因此，应结合场馆实际高度及灯

具性能参数，合理选择灯具的安装高度。在安装时，可以先按初步设计的高度来安装，再根据实际测量及仿真分析，优化调整灯具的高度。同时，鉴于乒乓球运动本身的特殊性，在调整灯具高度时，还要避免影响运动员的视线及活动空间。通过精细调整LED灯的照射角度和高度，使得乒乓球馆内的灯光分布更加均匀合理，提高了运动员的视觉感受。

（四）基于视觉舒适度的LED灯光亮度与色温调控

为使运动员视觉感受最佳化，在对乒乓球馆内LED照明均匀度进行调节的同时，也需要合理地调节灯光的亮度与色温。在亮度调节上，应针对乒乓球运动的特点，结合不同场景的需要，确定适宜的亮度标准。在正式比赛中，为保证选手能清楚地看到乒乓球的轨迹及对手的动作，乒乓球台面的平均照度要求在1000~1500lux之间，日常训练时，照明强度可降低至750~1000勒克斯，以满足训练需要，节省能源。为达到精确的亮度调节，可以使用智能调光控制系统。该系统可以根据场馆内的实际照明状况以及不同的使用场合，自动调整LED灯的输出功率，从而达到准确控制照明亮度的目的。在设定系统时，可以预设不同的亮度模式，如竞赛模式、训练模式、清洁模式等，每一种模式都对应不同的照度值。同时，场馆内安装的照度传感器对场馆内的照度进行实时监测，当实际照度偏离设定值时，系统会自动调整灯具的亮度，保证场馆内的照明一直处于适宜的水平^[6]。在色温调节中，色温直接关系到运动员的视觉舒适度及心理感受，一般而言，乒乓球馆的灯光色温最好是在4000~5000K之间，这一色温范围内的光线与自然光相近，可以让运动员保持良好的视觉状态，减少视觉疲劳。在实际调节时，可以根据场馆的具体情况以及运动员的反馈来调整色温。同时，采用色温可调的LED灯，利用智能控制系统对色温进行连续可调，满足不同比赛、训练等场合的需要。在保证照明均匀度的前提下，通过合理调节灯光的亮度、色温，进一步提高乒乓球馆运动员的视觉舒适性。

（五）动态监控与持续优化的灯光均匀度管理体系

建立动态监测和不断优化的灯光均匀度管理系统，需要将高精度照度传感器与环境监测装置安装于乒乓球馆内，实时采集场馆各区域的光强、温、湿度等参数。这些传感器应均匀分布于场馆各处，以保证场馆内灯光及周围环境的变化能得到全面准确的反映。采集数据经无线网路传送至中央控制系统，以作即时分析与处理。中央控制系统根据预先设定的准则和算法，对采集到的数据进行评价，当某一区域的照度出现偏差，或者照度不达标时，系统会自动报警，并给出详细的分析报告，指出可能的问题所在。管理员可以根据报告的内容，及时安排专业人员检查、调整灯具的曝光量、更换灯具的出光功率等。另外，应定期对球场内的灯光均匀度进行全面的测试与评定，在测试过程中，除对场馆各区域的照明强度进行测试外，还应综合考虑照明均匀度和照度等指标。根据测试结果，优化并完善照明系统的照明布局，更换更合适的灯具型号。与此同时，不断地收集运动员及工作人员对灯光的反馈意见，并与实际使用相结合，对灯光均匀性管理系统进行持续完善，使得乒乓球馆内的LED灯光总是处于最佳均匀状态，给运动员提供一个好的视觉环境。

三、结语

综上，LED灯光均匀度对乒乓球场地运动员视觉效果的影响显著，优化提升其光照质量不仅提高观众的观看感受，增强比赛的公平性与安全性，同时也可为场馆灯光设计提供科学的依据。未来，随着LED照明技术的不断进步以及灯光设计的不断优化，乒乓球场馆的灯光环境会更好地满足运动员的视觉需要，以提升乒乓球馆内LED灯光的均匀度，为选手创造更先进的训练及比赛环境，促进乒乓球运动之高质量发展。

参考文献

- [1] 徐立明. 大型体育赛事前方演播室灯光设计思路及解决方案 [J]. 影视制作, 2024, 30 (08): 65~68.
- [2] 王哲, 刘远丰. 亚运奥体演绎灯光对民航飞行员视觉影响评估研究 [J]. 中国新技术新产品, 2024, (10): 91~93.
- [3] 吕文丰, 王云玉. 灯光对服装表演视觉效果的影响 [J]. 西部皮革, 2023, 45 (08): 143~145.
- [4] 李沈飞, 王书晓, 王大维, 胡黄蔚. 杭州亚运会体育场馆灯光照明要求与设计 [J]. 浙江建筑, 2021, 38 (03): 14~18.
- [5] 刘瑜. 舞台灯光对服饰视觉色感的影响分析 [J]. 中国民族博览, 2021, (11): 165~167.
- [6] 罗文轩, 杨宏臻, 周锡韬. 兼具体育和演艺功能体育馆的建设——建声、扩声及灯光系统设计特点及运营探讨 [J]. 演艺科技, 2021, (Z1): 38~46.