

幼儿园电气设计注意要点与探讨

张高腾

中国建筑科学研究院有限公司, 北京

收稿日期: 2023年2月11日; 录用日期: 2023年3月8日; 发布日期: 2023年3月15日

摘要

根据幼儿园的特殊性, 参照相关国家规范标准及本人相关工程经验, 重点分析幼儿园在照明设计的灯具选择的注意要点, 并根据相关规范列出关于供配电、周边防护、消防安全一些特殊注意设计要点, 以供参考。

关键词

幼儿园照明, 供配电安全, 电气设计

Key Points and Discussion of Electrical Design in Kindergarten

Gaoteng Zhang

China Academy of Building Sciences Co., Ltd., Beijing

Received: Feb. 11th, 2023; accepted: Mar. 8th, 2023; published: Mar. 15th, 2023

Abstract

According to the particularity of kindergartens, referring to relevant national codes and standards and my relevant engineering experience, this paper focuses on the key points for attention in the selection of lamps in the lighting design of kindergartens, and lists some special design points for attention on power supply and distribution, peripheral protection, and fire safety according to relevant specifications for reference.

Keywords

Kindergarten Lighting, Power Supply and Distribution Safety, Electrical Design



1. 引言

随着国家对建筑安全与节能越来越重视，人们对学前教育认知的不断提高，幼儿园电气设计安全尤为重要。幼儿园属于人员密集型场所，相较于一般教育建筑，电气设计有其特殊性。电气设计人员根据其特殊设计要点可见以下相关规范：GB50016-2014 (2018 版)《建筑设计防火规范》、JB39-2016 (2019 年版)《托儿所、幼儿园建筑设计规范》、GB51309-2018《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》。还应特别注意 GB5024-2022《建筑电气与智能化通用标准》相关规定[1] [2] [3] [4]。

2. 配电安全

1) 幼儿园建筑层高一般在 3m 以上，但部分区域，根据项目需求，灯具安装高度低于 2.5 米，根据 GB5024-2022《建筑电气与智能化通用标准》第 4.5.4 条规定“当正常照明灯具安装高度在 2.5 m 及以下，且灯具采用交流低压供电时，应设置剩余电流工作保护电器作为附加防护”。我们常规照明回路，除潮湿场所外，一般不设置带剩余电流保护的装置开关，此项新规要求应注意。

2) 幼儿缺乏安全用电常识，防止淘气儿童触摸插座，对此 JG39-2016 (2019 年版)第 6.3.5 条规定做出了相关规定，做设计时，常规插座回路均设置带剩余电流保护的装置，但注意幼儿活动的房间内插座应注意采用安全型，并应距地不低于 1.8 m。

3) 根据 JG39-2016 (2019 年版)第 6.3.5 条的要求，幼儿活动场所的房间内是不建议装配电箱的，可将配电箱放置于门外走廊侧，但有些条件特殊，不得已放置于室内的话，底部距地不能低于 1.8 米，并采取安全措施。幼儿好奇心强盛，配电箱为避免幼儿误触，且使用方便安装高度应满足规范要求，在配电箱处笔者认为可采用幼儿安全警示标识，且加固上锁，配合学校的安全教育，可有效避免幼儿触电。

3. 照明舒适与安全

3.1. 照明安全

幼儿较成年人更加脆弱，幼儿园作为幼儿日常活动的重要场所，选择适合幼儿眼睛的灯具十分重要。市场上照明产品中国，品质良莠不齐，根据笔者研究，应根据以下几个方面确定合适的灯具。

① 频闪

灯具的频闪从某种意义上来说，是对人眼危害最大的一个因素，灯的每一次闪烁，我们的瞳孔都会跟着收缩、放大一次，无形中就会增加用眼的负担，眼睛就会感到疲劳，有些灯正常使用我们眼睛无法发现，但通过手机拍摄能感觉到明显的频闪。

波动深度即闪烁百分比，即一个周期内的光输出最大值和最小值的之差占光输出最大值和最小值之和的比例。灯具的波动深度是测量频闪对人影响的一个重要指标，波动深度根据 IEEE Std1789-2015 标准规定的频闪风险等级数值如图 1 所示，低风险和无显著影响水平的闪烁频率限制见图 2。

结合幼儿园情况，幼儿活动场所的频闪应选用无显著影响水平范围内的灯具，我国市面上室内灯具大多数频闪频率为 100 HZ，结合上表，幼儿园活动区域应至少选用波动深度 $\leq 3.2\%$ 的灯具才对幼儿眼镜健康无显著影响。

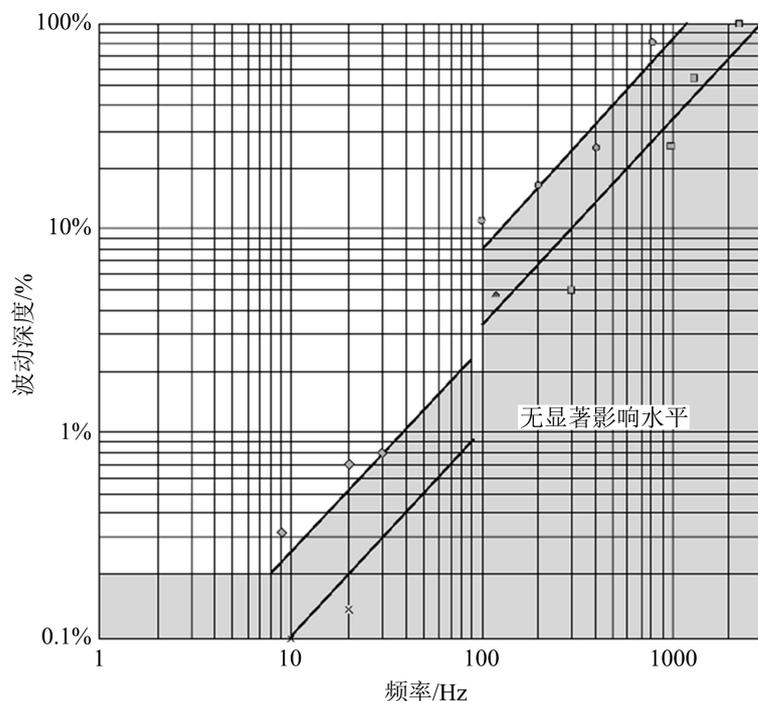


Figure 1. The function relationship between flicker frequency and fluctuation depth of low risk and non-significant impact level in IEEE Std 1789-2015 standard

图 1. IEEE Std 1789-2015 标准中低风险和无显著影响水平的闪烁频率和波动深度函数关系

低风险水平区域和无显著影响水平区域波动深度的限值如下：

——无显著影响水平区域的限值用式(A.1)~式(A.3)给出：

$$f \leq 10 \text{ Hz}, \quad \text{波动深度} \leq 0.1\% \quad \text{..... (A.1)}$$

$$10 \text{ Hz} < f \leq 90 \text{ Hz}, \quad \text{波动深度} \leq 0.01 \times f \quad \text{..... (A.2)}$$

$$90 \text{ Hz} < f \leq 3 \ 125 \text{ Hz}, \quad \text{波动深度} \leq 0.08/2.5 \times f \quad \text{..... (A.3)}$$

$f > 3 \ 125 \text{ Hz}$, 免除考核。

式中： f 为光输出波形频率。

——低风险区域的限值由式(A.4)~式(A.6)给出：

$$f \leq 8 \text{ Hz}, \quad \text{波动深度} \leq 0.2\% \quad \text{..... (A.4)}$$

$$8 \text{ Hz} < f \leq 90 \text{ Hz}, \quad \text{波动深度} \leq 0.025 \times f \quad \text{..... (A.5)}$$

$$90 \text{ Hz} < f \leq 1 \ 250 \text{ Hz}, \quad \text{波动深度} \leq 0.08 \times f \quad \text{..... (A.6)}$$

$f > 1 \ 250 \text{ Hz}$, 免除考核。

式中： f 为光输出波形频率

注：本方法对闪烁的评估未考虑波形的影响。

Figure 2. The flicker frequency limit of the low risk and non-significant impact level in IEEE Std 1789-2015 standard

图 2. IEEE Std 1789-2015 标准中低风险和无显著影响水平的闪烁频率限制

② 色温

色温表示光线中包含颜色成分的一个计量单位，灯光冷暖指的是色温，光线越冷色温越高，高色温容易让人集中精神，但是容易产生用眼疲劳。色温范围及影响详见表 1。

国标《读写作业台灯性能要求》第 6 节明确规定：不同的色温影响的主要是环境气氛，一般 2800 k~4000 k 之间的色温比较适合孩子书写阅读时的环境。因此笔者认为选择中色温 3800 左右的色温较适宜。

Table 1. Color temperature range and influence**表 1.** 色温范围及影响

分类	范围	影响	例如
低色温	<3300 K	暖色调，长时间看不易疲劳，但容易使人精神倦怠，易犯困	烛光、灯泡、卤素灯等
中色温	3300~5300 K	中性色调，给人清醒中带有温暖的感觉，既不容易疲劳，也不会让人精神倦怠	黄昏时的夕阳、荧光灯、清晨和黄昏的太阳等
高色温	>5300 K	冷色调，给人冷静提神的感觉，但长时间看易引起视疲劳，是近视发生的危险因素	正午的太阳，闪光拍摄、有云朵的天空、强烈的水蒸气等

③ 显色指数

显色指数(Ra)指的是光能正确表现出物体原本颜色，因为日光的显色性最佳，故将日光的显色性定为 100，可认为越接近 100，效果越好。JGJ39-2016 (2019 年版)要求显色指数要大于 80，经研究，市面上大部分灯具均可到达要求，但笔者认为，幼儿园应加强对孩子的保护，显色指数应尽量选高，最好达到 90 以上。

④ 蓝光

蓝光可引起视网膜细胞的损伤，造成眼底黄斑变性，根据 GB/T 20145-2006 第 4.3.3 条视网膜蓝光危害曝辐限值的数据表明，440 nm 左右是蓝光对视网膜危害的波峰。IEC/TR62778 给出了灯具产品的蓝光风险等级如表 2。

Table 2. IEC/TR62778 Product Blu-ray risk classification**表 2.** IEC/TR62778 产品蓝光风险等级划分

风险组别	风险组别名称	相应的 t_{max} 范围/s
RG0	无风险	>10,000
RG1	低风险	100~10,000
RG2	中度风险	0.25~100
RG3	高风险	<0.25

幼儿眼镜正处于发育期，幼儿园应采用 RG0 的灯具产品。

综上所述，幼儿园应综合考虑灯具的各项因素，笔者认为幼儿活动区应采用频闪波动等级 $\leq 3.2\%$ 、显色指数在 90 以上、色温在 3800 K 左右、蓝光等级为 RG0 的灯具较为适宜。

3.2. 紫外线消毒灯

根据 JGJ39-2016 (2019 年版)第 6.3.2 条规定：“托儿所、幼儿园的婴幼儿用房宜设置紫外线杀菌灯，也可采用安全型移动式紫外线杀菌消毒设备。”幼儿身体对病毒、细菌的能力弱，规范要求设置紫外线消毒灯，目的是为了建立一个相对无菌的环境，减少病毒、细菌的传播。

国际照明委员会(CIE)对紫外线分成三个等级：UVA、UVB 和 UVC，UVC 又称短波紫外线，它可破坏细菌和病毒中酶的活性导致细菌和病毒死亡，故市面上紫外线消毒灯基本采用 UVC 波段。

决定紫外线消毒灯的关键因素为消毒照射剂量，照射剂量可表示为紫外线强度和照射时间的乘积参

考 GB15981-1995 第 11.1.3 条规定：“对大肠杆菌、照射剂量应达到 $20,000 \mu\text{W}\cdot\text{s}/\text{cm}^2$ ，对枯草杆菌黑色变种芽胞应达到 $10,000 \mu\text{W}\cdot\text{s}/\text{cm}^2$ ”。

幼儿园选用紫外线杀菌灯为固定式，应依据具体灯的辐照强度结合照射时间来达到彻底杀菌的目的。双端头和单端端头灯具的紫外线辐射照度在 GB19258-2012 有相关规定见表 3 与表 4。

Table 3. Ultraviolet radiation illuminance of double-end lamps in GB19258-2012

表 3. GB19258-2012 中双端头灯具的紫外线辐射照度

标称功率	双端等紫外线辐射照度/ $(\mu\text{W}\cdot\text{s}/\text{cm}^2)$
4	11
6	17
8	22
13	35
15	50
18	62
30	100
36	135

Table 4. Ultraviolet radiation illuminance of single-end lamps in GB19258-2012

表 4. GB19258-2012 中单端头灯具的紫外线辐射照度

标称功率	单端等紫外线辐射照度/ $(\mu\text{W}\cdot\text{s}/\text{cm}^2)$
7	18
9	28
11	40
18	52
24	100
36	150
55 (T5)	185

按照常规照射剂量不应低于 $100,000 \mu\text{W}\cdot\text{s}/\text{cm}^2$ 来消毒时，以辐照强度为 $70 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 的紫外灯为例，照射时间应不低于 1429 秒。

综上所述，紫外线消毒应根据选用具体情况来确定，常规应照射至少 30 min。幼儿园应达到充分的消毒，并在消毒完成后应及时通风。

3.3. 应急照明

幼儿园属于人员密集型场所，应依据 GB0016-2014 (2018 版)第 10.3.2 条规定选择相应的照度，针对幼儿园的疏散照明的地面最低水平照度不低于 3.01 Lx，楼梯间、前室等处不低于 10 Lx，均比一般场所

的应急照明的照度要求高，设计时应格外注意。

幼儿园建筑应注意根据建筑层高确定标志灯规格，GB51309-2018 第 3.2.1 条第 6 项规定：“室内高度为 3.5 m~4.5 m 的场所，应选择大型或中型标志灯”，此项较易忽略，部分幼儿园设计层高较高，为使疏散标志更加醒目，应注意标志灯选用中型或者大型标志灯。

此外 GB51309-2018 第 3.2.11 条规定：“人员密集场所的疏散出口、安全出口附近应增设多信息复合标志灯具”，多信息复合标志灯能实现不同信息交替显示，部分厂家可以做到语音提醒，幼儿园属于人员密集场所的范畴，应注意在出口、一层楼梯出口处增设多信息复合标志。

此外，笔者不建议幼儿园内采用双向疏散指示灯具，发生火灾等紧急情况时，火灾指示应明确，幼儿园儿童居多，双向灯具幼儿不易分辨，火灾时应使人能瞬时判断逃生方向，建议尽量采用单方向疏散标志灯具。

4. 安防系统

校园安全是受全社会关注的主要问题，随着科技的发展，作为电气设计人员，应与时俱进，合理的选择与幼儿园相适应的设备，采取合理有效的方法实现校园安全保障。

4.1. 视频监控与入侵探测系统

幼儿园属于事故多发场所，视频监控应覆盖园区，避免出现死角，监控系统要按照防范区域进行划分。JGJ39-2016 (2019 年版)第 6.3.7 条第 1 项要求：“园区大门、建筑物出入口、楼梯间、走廊、厨房应设置视频安防监控系统”。规范是对设计者的最低要求，随着家长对学生在校安全的重视，为防止校园侵害，除以上这些必要场所外，笔者认为应在以下位置增设监控点位：

- ① 室外：幼儿园的周边外墙，园区的主要出入口大门，园区屋顶；
- ② 幼儿主要活动场所的出入口，通道等易发生事故场所；
- ③ 厨房、消防、安防控制室等避免闲杂人等进入的重要房间。

首层位置设置警卫室，监控信号统一接入警卫室，有专人监守。

市场上的监控种类繁多，功能简单到功能复杂的不等，笔者建议应根据幼儿园实际情况，选用适用的监控。例如有寄宿制幼儿园幼儿晚间出没的场所应设置夜间彩色监控、儿童禁止进出的场所附近可设带入侵警告和报警功能的监控。除此之外，监控系统应预留与公安机关对接的端口，以防止应对突发事件。

4.2. 门禁

为防止幼儿进入危险区域，禁止无关人等进入学校，保护学生安全，幼儿园应合理设置门禁系统。JGJ39-2016 (2019 年版)第 6.3.7 条第 3 项要求：“园区大门、厨房宜设置出入口控制系统”。笔者认为，幼儿园出入口控制系统应合理设置，可采用人脸识别和门禁两种方式。在学校主大门处，学校可设置人脸识别门禁系统，录入学生和家长的的人脸信息，确保学生上下学安全，学校也可方便统计学生到校情况。建筑物主要出入口处设置门禁刷卡方式，赋予教师门禁权限，避免学生淘气外出等意外情况。此外需要注意，当火灾等紧急情况发生时，门禁应失效，且可从内部打开门逃生，避免逃生通道受到阻碍。

5. 消防安全

5.1. 风机

幼儿园一般内部含厨房等功能，厨房区域设有燃气表间，暖通专业为安全考虑设置风机，此处需注

意, 需要与暖通专业确认是否为事故风机, 电气设计人员应设置室内控制按钮及室外控制按钮, 应在室内室外按钮启动风机。燃气表间等易燃易爆的区域, 应注意选用的电气设备为防爆型安全设备。

5.2. 可燃气体报警

燃气安全一直是重中之重, 为避免发生燃气泄露, 厨房、燃气报警区域应设置可燃气体探测器, 当探测器探测到可燃气体超过规定的阈值时, 应能快速关断阀门, 且应将信号传递给区域可燃气体报警主机, 提示人员注意。可燃气体报警主机可接入消防系统, 实现报警联动。

5.3. 应急广播

幼儿园广播系统中, 很多设计者选择公共广播与应急广播合用, 这样确实比较经济合理, 普通广播不再赘述, 应急广播与普通广播切换需特别注意, 根据 GB55024-2022 第 5.1.5 条相关规定, 应急广播应始终处于最高级别状态, 且应在 10 s 内播放紧急信号, 且应比现场环境杂音高至少 12 dB。此项为新规, 为了确保发生紧急情况时, 人员通知到位, 紧急做好安全防护, 应急广播应布置到位, 设计人员应配合厂家进行合理设置。

6. 结语

幼儿园属于全社会共同关注的重点部位, 设计人员应熟悉相关规范, 针对重点安全问题重点对待, 给幼儿创造安全、舒适的学习环境。笔者本文重点讲述灯具的选用并根据新规总结关于配电, 照明、安防等方面的注意要点, 希望对电气设计人员有所参考。

参考文献

- [1] 徐勤, 荆涛, 蒋春辉. 托儿所、幼儿园建筑设计规范: JGJ 39-2016 (2019 年版) [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2019.
- [2] 倪照鹏, 刘激扬, 王宗存. 建筑设计防火规范: GB 50016-2014 (2018 年版) [S]. 北京: 中国计划出版社, 2018.
- [3] 孙兰, 王金元, 傅慈英. 建筑电气与智能化通用标准: GB 55024-2022 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2022.
- [4] 中华人民共和国应急管理部. 消防应急照明和疏散指示系统技术标准: GB51309-2018 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2019.