

办公建筑应急照明设计和最低照度计算的应用研究

闻 露

上海建工五建集团有限公司 上海 200062

摘要：随着现代社会城市化的发展，高楼大厦林立，办公大楼随处可见。本文以上海某科技大楼为例，分析了办公大楼应急照明系统的设计过程，主要阐述了如何应急照明确定负荷等级和系统类型、如何计算应急疏散照明的最低照度值和备用照明的平均照度，通过照度均匀值来计算最低照度，从而布置应急照明的灯具。通过应急照明系统设计和灯具布置在该项目中的实际应用，以给新建项目应急照明的设计提供一些参考。

关键词：办公建筑；应急照明；安全照明；备用照明；平均照度；最低照度

引言

应急照明设计作为消防设计的一部分，在火灾或其他灾难发生时起着非常重要的作用。它能够实现对人员疏散、导流的作用，同时可以配合消防救援工作，与人身安全和建筑物安全密切相关。可以说应急照明是人员安全的基础，也是消防救援的最关键重要环节。

1 上海某科技大楼项目概述

本办公大楼位于上海市普陀区，总建筑面积17955.58m²。该建筑地上12层，地下3层。建筑消防高度60.05m（室外地面至屋面），建筑规划高度79.95m（室外地面至屋面钢架），属于一类高层公共建筑。其中地下二层和地下三层楼板距地高度为4.93米，地下一层楼板距地高度为6.13米，一层大堂吊顶距地高度为7.89米，二层吊顶距地高度为5.16米，中庭采光天窗距地高度为9.8米，其他楼层吊顶距地高度为3.53米。消防控制室位于地下一层。



图一 某办公大楼外观图

2 应急照明的负荷等级

根据《民用建筑电气设计标准》GB51348-2019（以下简称《民规》）附录A中第26条可知，本项目应急照明为一级负荷，需由双重电源供电，本工程电源由两路独立的10KV电源供电。一级负荷的双重电源，分别来自变

电所不同高压母线段，应急照明在最末一级配电箱处设置自动切换装置。

3 应急照明的分类

应急照明分为：疏散照明、备用照明和安全照明^[1]。

3.1 疏散照明

疏散照明指的是火灾或灾难时用于人员疏散的照明，是疏散应急照明，分为疏散照明灯和疏散标志灯。疏散照明灯具一般安装在天花上或壁装，用于火灾时提供光照度，色温不低于2700K。疏散标志灯是一般安装在高度小于1米的墙壁上，当没有条件安装在墙壁上时，也可吊装。除了壁装和吊装，疏散标志灯还有安装在地面上的方向标志灯，用于对疏散标志灯的补充。

3.2 疏散照明

备用照明指的是火灾或灾难时为需有人工作或值守的场所提供正常工作的照明，其照度一般与正常照明的照度相同，并应保证备用照明的供电可靠性。出于经济考虑，通常备用照明可以与正常照明兼用相同的灯具。消防备用照明的备用功能通常通过主电源和备用电源的切换得以实现。

3.3 安全照明

安全照明与备用照明相似，都可利用正常照明的灯具，但其一般用于有潜在危险人员的场所，如手术室、抢救室等。本项目属于办公建筑，无安全照明。

4 应急疏散照明

4.1 应急疏散照明系统的确定

本工程在地下一层设有消防控制室，根据《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》GB 51309-2018（以下简称《应急照明》）中第3.1.2.1和第3.2.1.4条规定，本工程应急照明系统采用集中控制型系统，灯具采用A型灯具。

关于采用集中电源还是非集中电源系统，笔者做了了解，下表是笔者对他们进行对比分析总结：

表一 集中电源与非集中电源系统对比

	集中电源	非集中电源
特性	当集中电源出现故障时供电区域的灯具无法正常工作	自带电池，灯具内部稍复杂，自带电池集中控制型灯具在应急状态下的照度普遍低于集中电源型灯具。
电池管理与使用年限	电池寿命可循环使用500次以上	需要定期人工逐个充放检测，易产生电池记忆效应，由于质量与管理原因，使用寿命一般在1-2年左右。
系统的维护	仅需要对集中电源中的电池进行更换	需要更换灯具内部电池，维护成本高，且会造成灯具损坏。
系统适用性	适用于地下车库和商业、办公建筑等	主要适用于住宅

考虑到本项目是办公大楼，而非集中电源电源维护麻烦且维护成本高的特点，选择集中电源更为合适。综上，本项目应急照明采用集中电源型集中控制型系统。应急照明控制器设置在消防控制室，每个楼层设置集中电源，集中电源的进线电源引自应急照明配电箱。集中电源的应急电池在消防时连续供电时间不应少于0.5h。非火灾状态下，灯具应急点亮时间不应超过0.5小时，集中电源的蓄电池组总供电时间不小于1小时。火灾时，应急照明点亮、熄灭的响应时间不应大于5s。

4.2 应急疏散照明的配电原则

4.2.1 应急照明电线电缆的选择

根据《应急照明》中表3.2.5可知：本项目仅2F的多功能厅和3F的餐厅（面积为305m²，超过表3.2.5中餐厅面积大于200m²即为人员密集场所的规定）为人员密集场所，考虑到建筑和人员的安全性，本项目220V/380V电线电缆采用低烟无卤型，集中电源出线采用耐火聚氯乙烯绞合型软性电线作为集中电源和A型灯具之间回路总线（电源）供电+通信合用二总线，应急照明控制器和应急照明集中电源之间采用耐火聚氯乙烯绞合型软性屏蔽电线。

4.2.2 应急照明集中电源的回路配置

根据《应急照明》3.3.6规定：配接灯具的额定功率总和不应大于配电回路额定功率的80%；A型灯具配电回路的额定电流不应大于6A。^[2]考虑进线路的质量及其损耗，以集中电源输出电压为36V为例：如灯具功率为3W，每个回路的灯具数量不超过40盏；当灯具功率为6W时，每个回路的灯具数量不超过20盏；天花高度如在4.5米以下时，采用中型或小型疏散标志灯，中小型疏散标志灯的功率一般为1W，每个回路不超过60套；天花高度如在4.5米以上时，采用大型疏散标志灯，大型标志灯的功率一般为4W左右，每个回路不超过30套标志灯。总之，当集中电源输出电压为36V（常用）时，集中电源每个输出回路功率不超过120W；当集中电源输出电压为24V时，集中电源每个输出回路功率不超过90W。^[3]

4.3 应急疏散照明灯具的布置

4.3.1 应急照明灯具的选择

本工程地下室因是裸顶，室内高度均高于4.5米，故应采用大型疏散标志灯。一层大堂挑空区室内吊顶高度大于4.5米，应采用大型疏散标志灯。其余区域均采用中型疏散标志灯。

4.3.2 应急照明灯具的布置原则

根据《建筑设计防火规范》GB 50016-2014（2018年版）（以下简称《防火规范》）中第10.3.1规定，本工程应在建筑内疏散走道、电梯厅、楼梯间及其前室、楼梯间和消防电梯合用前室、1F大堂、2F多功能厅（360.5m²）、2F餐厅（305m²）设置疏散照明。结合《应急照明》中第3.2.5中“照明灯的部位或场所及其地面水平最低照度表”，得出本工程应急照明的照度要求：

表二 本工程应急照明灯的设置部位及其地面水平最低照度（lx）

设置部位	地面水平最低照度(lx)
疏散走道	1
楼梯间及其前室	5
消防电梯间的前室或合用前室	5
多功能厅、餐厅	3
安全出口外面及附近区域、连廊的连接处两端	1
配电室、消防控制室、消防水泵房、自备发电机房等发生火灾时仍需工作、值守的区域 ^[4]	1

4.3.3 应急照明最低照度的计算方法

值得注意的是，最低照度值目前尚没有资料明确其计算方法，一般设计都是按照经验或者借鉴其他项目来布置应急照明的灯具，并不会按照规范中要求通过计算应急照明的最低照度来布置灯具，这将会为大楼消防安全带来隐患。虽然没有确切的资料告知我们最低照度的计算，但是《建筑照明设计标准》（GB50034-2013）中提到的照度均匀度却是计算应急照明最低照度的一个突破口。根据照度均匀度的定义——表面上的最低照度与平均照度之比 U_0 ，可以得到，最低照度就是平均照度和照度均匀度的乘积，而平均照度可以通过利用系数法得到。照度均匀度值可以参考《照明》中第五章的表格，如：5.5.1中普通走廊、楼梯、门厅、电梯前厅的照度均匀度为0.4，餐厅、设备机房

的照度均匀度为0.6。计算方法如下:

$$\text{最低照度} = E_{av} * U_0 = \frac{N\Phi UK}{A} * U_0$$

式中: E_{av} —工作面上的平均照度 (lx); Φ —光源光通量 (lm); N —灯具数量; U —利用系数; A —工作面积 (应急照明工作面为地面, 故为地面面积); K —灯具的维护系数 (本项目属于办公楼, 室内灯具维护系数取0.8); U_0 —照度均匀度。

其中, 利用系数 U 需通过室形系数查表, 室形系数计算公式如下;

$$Ri = \frac{L * W}{h_r * (L + W)}$$

Ri —室形系数; L —室内空间长度; W —室内空间宽度; h_r —应急照明灯具高度。

以某走道为例, 长 (L) 16m, 宽 (W) 2米, 高 (h_r) 2.8米, 灯具功率3w, 光通量300lm/w, 顶棚空间有效反射率 $\rho_{cc} = 70\%$, 墙面平均反射率 $\rho_w = 50\%$, $\rho_{fc} = 20\%$, 室形系数 $Ri = \frac{16 * 2}{2.8 * (16 + 2)}$, 查表, 利用系数取0.6。

最低照度值 = $1 * 300 * 0.6 * 0.8 / 32 * 0.4 = 2$ (lx), 已满足走道最低照度不小于1lx的要求。

通过平均照度计算最低照度来布置灯具是常用的方法之一, 还可以通过照度软件 (如DIALUX) 来计算灯具的照度, 此方法可以模拟出灯具的照度图, 得到空间每个点的照度值, 但是此方法较为复杂, 通常只用在正常照明设计中, 且正常照明照度要求不得超过标准照度的 $\pm 10\%$ 。而应急照明布置的区域和正常照明布置的区域相比相对较小, 且应急照明不需要考虑光污染的问题, 所以照度不受 $\pm 10\%$ 的限制, 但不能小于规范中最低照度值的要求, 故而笔者认为应急照明的布置都是采用以上方法较简便和准确。

5 备用照明

根据《防火规范》第10.3.3中可知, 本项目消防控制室、消防水泵房、自备发电机房、配电室、防排烟机房等应设置备用照明, 其作业面的最低照度不应低于正常照明的照度。^[5]表三是本项目备用照明灯的设置部位或场所及其工作面平均照度表:

表三 本项目备用照明灯的部位及其工作面平均照度表 (lx)

设置部位	照度(lx)
配电室、自备发电机房	200
消防控制室	300
消防水泵房	100

以消防控制室为例, 长 (L) 6.3m, 宽 (W) 5.7米, 作业面高度 (h_r) 3.5米, 灯具功率42w, 光通量4000lm/w, 顶棚空间有效反射率 $\rho_{cc} = 70\%$, 墙面平均反射率 $\rho_w = 50\%$, $\rho_{fc} = 20\%$, 室形指数 $Ri = \frac{L * W}{h_r * (L + W)} = 0.855$, 查表得利用系数 $U = 0.7$, 维护系数 $K = 0.8$, 计算灯具数量 $N = \frac{E_{av} * A}{\Phi UK} = 4.8$, 则灯具数量需要5盏, 此时平均照度值为327lx, 功率密度值为5.8w/m², 均满足规范消防控制室备用照明300lx的要求。

本项目的备用照明利用正常照明灯具, 通过主电源和备用电源切换实现消防备用电源的功能。

结语

综上所述, 通过本次对办公大楼应急照明设计的研究, 可以得出以下结论:

1) 应急照明设计前期, 应对项目概况和平面布置有了解。通过项目概况可以确定应急照明的蓄电池时间要求, 通过平面确定应急照明的系统选型。

2) 考虑到人员安全、维护成本等问题, 一般新建项目应急照明均采用集中电源集中控制型系统。

3) 最低照度和平均照度具有相关性, 通过照度均匀度能够更简单准确的计算出最低照度。

总之, 应急照明在突发火灾及停电的情况下, 起到了疏散指引、保障人员安全和顺利撤离现场的重要作用。设计必须要严格按照国家规范或高于规范要求, 才是保障人员安全的基础。

参考文献

- [1] [ISSN: 1672-9560,CN: 11-5249/TM], 孙长义、刘新建, 浅谈民用建筑应急照明设计, 电气应用, 2013
- [2] [ISSN: 1003-8493,CN: 51-1297/TU], 刘荣、陆柏庆, 大型建筑照明末端线路供电距离问题探讨, 建筑电气, 2022
- [3][ISSN: 1674-8417, CN: 31-2037/TM], 何玉辉、曹新, 若干新标准对建筑电气设计的影响, 现代建筑电气, 2021
- [4][ISSN: 1674-8417,CN: 31-2037/TM], 马瑞娥, 消防应急照明和疏散指示系统设计要点, 现代建筑电气, 2019
- [5] [ISSN: 1671-0711,CN: 11-4623/N], 李东明, 浅析油气初加工装置应急照明改造项目误区及应对措施, 中国设备工程, 2019