

地下车库行车道的智能照明设计

张博智

江苏基久网络科技有限公司南京分公司, 江苏 南京 210019

摘要: 地下车库行车道的普通照明灯具一般为全亮, 无论是否有车辆经过灯具都是点亮状态, 这无疑是一种浪费行为。这一方面浪费了资源, 与国家的“双碳”目标背道而驰; 另一方面也增加了用户的电费。基于此, 文章介绍了一种新的地下车库行车道智能照明解决方案, 可为类似项目提供参考。

关键词: 地下车库照明; 行车道照明; 智能照明设计; 照明灯具

分类号: TU113; TU113.5⁴⁷

0 引言

目前, 我国的年用电量中很大一部分都是通过燃烧煤炭发电获取的, 只有很少一部分是通过新能源发电获取的。2012 年化石能源发电占比约为 91%, 2022 年约为 65%。从以上数据来看, 我国最近十年用电量中化石能源发电占比已经有了很大的下降, 但是从数量上看我国每年的化石能源发电量还是很高。

为实现我国“双碳”目标, 日常生活中践行节约用电是一种不可忽视的手段。地下车库作为当今新建住宅小区的必要配套设施, 其中的普通照明没有得到足够的重视, 很多车库设置全亮灯具, 没有任何节电措施; 少数地下车库做了智能照明设计, 但实际应用中还存在诸多问题, 例如行车道上的灯具只有汽车行驶到灯具附近之后才会点亮, 不具备在合适的距离上提前将灯具点亮的功能。针对以上问题, 文章介绍了一种智能照明方案。

1 设计背景

以位于南京某新建住宅小区的地下一层地下车库为例, 该地下车库的横向柱距为 8.4 m, 竖向柱距为 6.5 m, 如图 1 所示。该地下车库顶板下高度为 3.5 m, 如图 2 所示。

作者简介: 张博智, 男, 本科, 助理工程师, 研究方向为建筑电气。

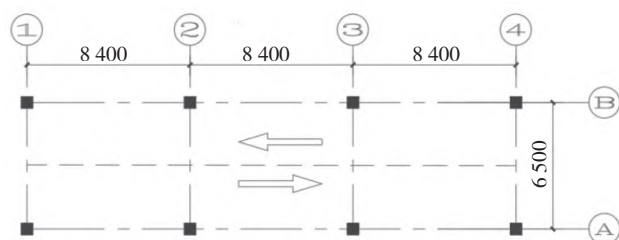


图 1 行车道平面示意图 (单位: cm)

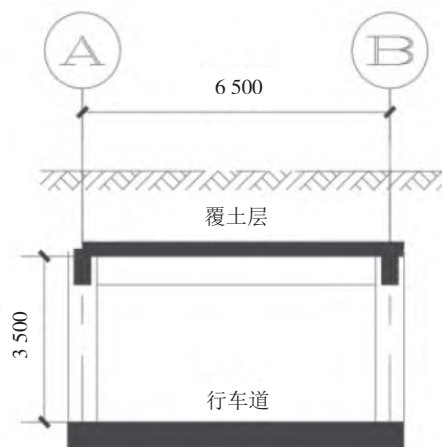


图 2 地下汽车库剖面图 (单位: cm)

2 行车道智能照明设计内容

行车道上的照明灯具选择常见的 18 W LED 直管灯, 该灯具工作电压为交流 220 V, 最大光通量为 1 800 lm。

2.1 行车道照度确认

根据《建筑节能与可再生能源利用通用规范》(GB 55015—2021) 中规定, 行车道的照度标准值为 50 lx, 照明功率密度限值为不大于 1.9 W/m²。

利用系数法计算平均照度, 计算公式^[1]如下:

$$E_{av} = \frac{N\phi UK}{A} \quad (1)$$

式中: E_{av} 为工作面上的平均照度, 即行车道照度标准值, 50 lx; ϕ 为光源光通量, 1 800 lm; N 为光源数量; U 为利用系数; A 为工作面面积, 此次选取一跨为计算

单元, 即 $A=lb$, 由前文可知 l (横向柱距) 为 8.4 m, b (竖向柱距) 为 6.5 m; K 为灯具的维护系数, 一般污染环境场所的灯具的维护系数选取 0.70 较为合适。

由于地下汽车库的行车道四周均无墙面, 顶部还有众多管线, 因此选取有效顶棚反射比、墙反射比为 0。地面为混凝土, 后期实际使用过程中地面也会有一定的污垢, 因此选取地面反射比为 0。通过查阅《照明设计手册》得知利用系数为 0.5。室形指数 RI 计算公式如下:

$$RI = \frac{lb}{h_2(l+b)} \quad (2)$$

式中: l 为室长, 取 8.4 m; b 为室宽, 取 6.5 m; h_2 为室空间高, 取 2.6 m^[2]。

此外, h_1 为顶棚空间高, 取 0.9 m; h_3 为地板空间高, 取 0 m。由以上数据可计算出室形指数 RI 约为 1.407 9, 室内空间划分如图 3 所示。

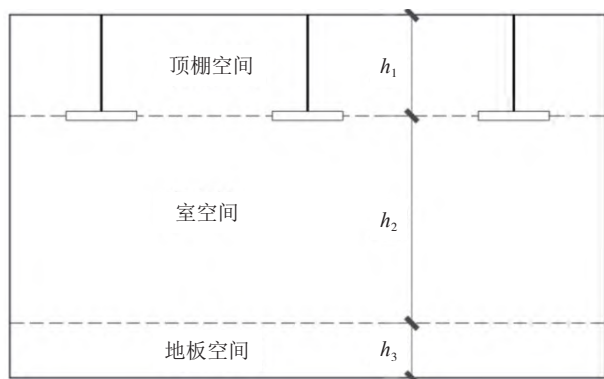


图 3 室内空间划分

结合以上数据可计算出灯具数量为 4.3 个, 但灯具数量需取整, 此次取 4 个。

利用式 (1) 计算照度约为 46.2 lx, 满足照度设计值与照度标准值的偏差不超过 10% 的要求。

计算照明功率密度值约为 1.3 W/m², 满足照明功率密度限值不大于 1.9 W/m² 的要求。

行车道每跨内布置 4 个灯具, 平面布置如图 4 所示。

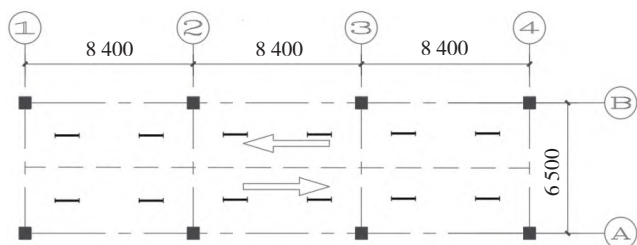


图 4 照明灯具平面布置图 (单位: cm)

2.2 行车道灯具提前点亮距离计算

目前, 地下车库的智能照明多数是需要汽车行驶

到灯具下方, 或者行驶到距离灯具很近时才会点亮, 导致司机不能提前观察前方道路的情况, 此时若是侧边停车位有车辆驶出, 可能会对行车道上的司机造成心理上的惊吓。还可能出现汽车被感应器探测到时整条回路上的灯具都被点亮的情况, 虽然该种方案一定程度上节约了电能, 但较智能照明系统而言, 节约程度还不够^[3]。

为了避免安全隐患, 需要将行车道上的灯具设置为提前点亮的足够距离。同时, 为了进一步节约电能, 只需要点亮汽车前后一定距离内的灯具, 而非点亮整条回路上的灯具。

司机从发现危险到右脚移动至制动踏板时间内行驶过的距离为反应距离 S_1 , 计算公式如下:

$$S_1 = t_1 \times V_1 \quad (3)$$

式中: t_1 为司机从发现危险到右脚移动至制动踏板上的反应时间, 反应时间为 0.3 ~ 1.0 s, 此次取最大值, 即 1.0 s; V_1 为汽车在 t_1 时间内的行驶速度, 经过实测, 地下车库行驶速度为 15 ~ 20 km/h, 此次取 20 km/h, 即 5.67 m/s。

由以上数据可得反应距离 S_1 为 5.67 m。

从司机右脚开始踩下制动踏板至汽车完全停下的制动距离 S_2 计算公式如下:

$$S_2 = \left(t_2 + \frac{t_3}{2} \right) V_1 + \frac{V_1^2}{2\phi g} \quad (4)$$

式中: t_2 为司机右脚接触制动踏板到踏板下压制动器摩擦力开始增加的时间, 液压制动一般为 0.03 ~ 0.05 s, 此次取最大值 0.05 s; t_3 为制动器的摩擦力持续增加直至达到路面制动力的时间, 液压制动一般为 0.17 ~ 0.45 s, 此次取最大值 0.45 s; ϕ 为不同路面下的轮胎附着系数, 干燥的沥青或混凝土路面的轮胎附着系数为 0.7; g 为重力加速度, 取 9.8 m/s²。

由以上数据可得出制动距离 S_2 约为 5.03 m。

从司机发现危险至汽车完全停下的距离为安全距离 S_3 , 计算公式如下:

$$S_3 = S_1 + S_2 \quad (5)$$

根据公式 (5) 计算得出安全距离 S_3 为 10.7 m。该距离为司机发现危险立即作出反应后的安全距离, 如果危险当即发生, 司机立即需要作出反应, 这样会对司机造成惊吓, 需要调整从司机发现危险到作出反应时间, 文章在前文基础之上将反应时间增加 1 s, 随即反应距离 S_1 会增加 5.6 m, 调整之后的安全距离为 16.3 m。该距离即行车道上的灯具需要提前点亮的距离。

2.3 行车道智能照明设计

该地下车库设计一个跨距内有 4 个灯具, 平均分为 2 组, 为了保证没有车辆经过时行车道上微亮, 有车经过时行车道上全亮, 需要将 1 组灯具接入常亮回路, 另外 1 组灯具接入智能照明回路^[4]。假设常亮回路为 WL1, 智能照明回路为 WL2, 灯具平面布置图如图 5 所示。

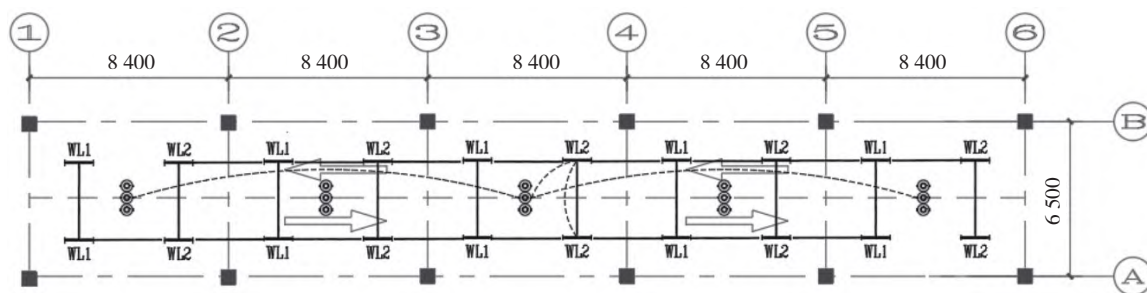


图 5 照明灯具平面布置图 (单位: cm)

的中间。

图 5 中每组智能照明灯具前后各需装设一个探测器, 每个探测器装设在所控灯具的前后隔一跨的跨距中间, 每个探测器感应到汽车经过时都会点亮灯具 30 s, 为防止 30 s 内汽车只在某一跨内前后微动造成该跨内的智能照明灯具没有点亮, 在智能照明灯具所在的跨内需装设一个探测器, 接线图如图 6 所示。通过以上设计可得到在汽车前后两个跨距区域内的全亮效果, 且该区域可以随汽车行驶而移动^[5]。

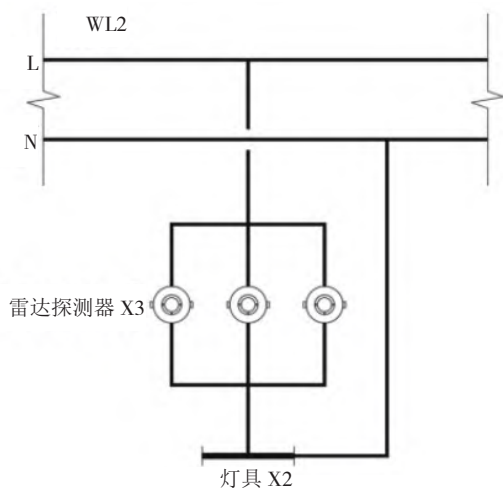


图 6 灯具接线示意图

由于每一跨内的智能照明灯具需要在汽车到来之前 16.3 m 点亮, 即装设的雷达探测器需要在灯具前方 16.3 m 探测到汽车, 目前市场上的雷达探测器探测角度为 120° , 探测距离为 6~8 m, 由于该地下车库行车道上的柱距为 8.4 m, 考虑探测器的探测角度与探测距离, 探测器安装位置约为灯具前方 11.1 m, 同时结合后期安装方便, 将探测器安装在灯具前方两个柱距

能照明方式是将每两个灯作为一个控制单元, 不同于常见的将同一个回路中的灯具作为一个控制单元, 节能效果更好。同时, 文章介绍的智能控制方式结合了司机实际驾驶的习惯, 不再只是将车辆前面很短距离内的灯具点亮, 可以实现车辆在快要到达灯具前、在安全距离内将灯具点亮, 此种方式对于司机来说更加安全。

参考文献

- [1] 北京照明学会照明设计专业委员会. 照明设计手册 [M]. 2 版. 北京: 中国电力出版社, 2017.
- [2] 陈羽曦. 地下车库照明设计方法及注意事项研究 [J]. 光源与照明, 2022 (2): 30-32.
- [3] 陈宇. 地下车库照明节能改造设计分析 [J]. 照明工程学报, 2022, 33 (6): 211-214.
- [4] 郭帅, 刘贞, 魏清亮, 等. 自组网式分区协同控制地下车库照明控制系统及方法: CN202111364020.3[P]. 2022-02-18.
- [5] 李镇江, 韩成浩. 地下车库智能照明控制系统的设计 [J]. 吉林建筑大学学报, 2022, 39 (5): 80-84.

3 结束语

智能照明在节约电能方面起到至关重要的作用, 好的智能照明方式节约电能效果明显。文章介绍的智