

基于利用系数的拟合计算平均照度的方法

崔景洋
中车青岛四方机车车辆股份有限公司

摘 要: 目前轨道车辆的发展更多考虑乘客的乘坐舒适性, 本文针对有关舒适性指标的车内平均照度计算方法进行研究。平均照度的计算大多采用利用系数法, 但是在实际计算过程中发现, 基于利用系数法的平均照度计算中的利用系数并不能得到一个准确的数值, 这就极大的影响了平均照度的计算结果的准确度。根据利用系数与室指数的关系建立坐标系坐标, 拟合利用系数与室指数的函数, 通过该拟合函数可以较为准确的计算利用系数, 同时也就可以更加精确地计算车辆车内的平均照度, 这对设计工作效率与降本增效能力都有一定程度的提高。
关键词: 平均照度; 利用系数; 数据拟合

目前, 我国高速铁路蓬勃发展, 目前的发展已逐渐由高速发展转为高质量发展即更多考虑乘客用户的使用舒适性的方向发展, 乘客舒适度的体验直接体现在车内环境的设计, 其中车内灯光环境在其中起到了很重要的作用。灯光舒适度直接反映在乘客用户的视觉效果, 灯光的强度大小、灯光的颜色配置以及灯光的布置位置等都将直接决定乘客用户的舒适性体验, 因此对于车内照度的计算就显得尤为重要。

1 利用系数法平均照度计算

平均照度计算一般应用利用系数法进行计算, 该方法考虑了由光源直接投射到工作面上的光通量和经过室内表面相互反射后再投射到工作面上的光通量。利用系数法适用于灯具均匀布置、墙和顶棚反射系数较高、空间无大型设备遮挡的室内一般照明, 也适用于灯具均匀布置的室外照明, 该方法计算较为准确^[1]。利用系数法计算公式如公式 1 所示。

$$E_{av} = \frac{CR * \varnothing * U * K}{A}$$

(公式 1)

式中:

- E_{av} ——平均照度, lx;
- CR——灯具透光率;
- $\varnothing$ ——光源光通量, lm;
- K——灯具维护系数;
- A——计算区域面积, m²。

基于利用系数法的平均照度计算可以在设计阶段对轨道车辆

内部的平均照度有一个初步的预测, 判断是否满足最初的设计参数要求, 在设计过程中便于选取更加合适的灯具并进行更加科学合理的布局。

1.1 光源光通量

光源光通量的大小是由光源本身决定的, 目前轨道车辆常用的光源有两种分别为筒灯和灯带。单位个数的筒灯光源光通量的单位为 ϕ /个, 单位长度灯带的光源光通量的单位为 ϕ /m, 计算时根据光源的个数或长度来具体计算。

1.2 灯具维护系数

灯具的维护系数和灯具所处的环境和污染程度有关^[2], 具体维护系数的确认如下表 1 所示。

1.4 利用系数

利用系数 U 是投射到工作面上的光通量与自然光源发射出的光通量之比, 可由公式 5 计算。

$$U = \frac{\varnothing_1}{\varnothing}$$

(公式 5)

式中:

- $\varnothing$ ——光源光通量, lm;
- $\varnothing_1$ ——自光源发射, 最后投射到工作面上的光通量, lm。

利用系数是灯具光强分布、灯具效率、房间形状、室内表面反射比的函数, 计算过程比较复杂^[3]。在目前的轨道车辆车内平均照度计算中一般使用表 2 来确定利用系数进行平均照度计算。

表 1 维护系数

环境污染特征		房间或场所举例	灯具最少擦拭次数 (次/年)	维护系数值 K
室内	清洁	卧室、办公室、餐厅、阅览室、病房、客房、仪器仪表装配间、电子元器件装配间、检验室等。	2	0.80
	一般	商店营业厅、候车室、影剧院、机械加工车间、机械装配车间、体育馆等。	2	0.70
	污染严重	厨房、锻工车间、铸工车间、水泥间等。	3	0.60
室外		雨蓬、站台	2	0.65

表 2 利用系数

反射率	天花板	80%				70%				50%				30%			
	墙壁	70	50	30	10	70	50	30	10	70	50	30	10	70	50	30	10
	地板	10%				10%				10%				10%			
室指数 RI		利用系数 U (*0.01)															
0.6		44	34	29	25	43	34	28	25	41	33	28	24	39	32	28	24
0.8		52	44	38	34	51	43	38	34	49	42	38	34	47	42	37	34
1.0		58	50	45	41	57	50	45	41	55	49	44	41	53	48	44	40

1.25	63	56	51	47	62	55	51	47	59	54	50	47	58	53	49	46
1.5	66	60	55	52	65	59	55	51	63	58	54	51	61	57	53	51
2.0	70	65	61	58	69	64	61	58	67	63	60	57	65	62	59	56
2.5	72	68	65	62	71	68	64	62	69	66	63	61	67	65	62	60
3.0	74	71	68	65	73	70	67	65	71	68	66	64	69	67	65	63
4.0	76	73	71	69	75	73	70	68	73	71	69	67	71	70	68	66
5.0	77	75	73	71	76	74	72	71	74	73	71	70	73	71	70	69
7.0	79	77	76	74	78	76	75	74	76	75	73	72	74	73	72	71
10.0	80	79	78	77	79	78	77	76	77	76	75	74	75	75	74	73

利用利用系数表确认利用系数首先计算目标区域的室指数 RI。
室指数 RI 的计算公式如公式 6 所示。

$$RI = \frac{lb}{h_r(l+b)} \quad (\text{公式 6})$$

其中: l——室长, m;

b——室宽, m;

h_r——灯具距离工作面距离, m。

根据计算的室指数,结合天花板、侧墙、地板的反射率找到对应的利用系数。一般顶棚的反射率是 0.6~0.9,墙面的反射率是 0.3~0.8,地板反射率是 0.1~0.5,车厢内部侧墙均有车窗也会影响其反射率一般为 0.3。

2 利用系数 U 的确定

在平均照度的实际计算过程中,室指数的计算结果大多都不能找到对应利用系数表中的数值,因此并不能根据表格得到准确的利用系数,这将极大的影响最终平均照度计算的结果。由此可知,根据室指数准确的得到对应的利用系数是提高平均照度计算结果准确度的重要因素。

根据利用系数表中的室指数和利用系数两者构建坐标系坐标,根据坐标点在坐标系上的布局发现其符合对数函数的变化规律,因此将坐标系上的坐标点利用最小二乘法拟合成为对数函数,拟合的部分函数及其函数图像如图 1、图 2、图 3 所示。

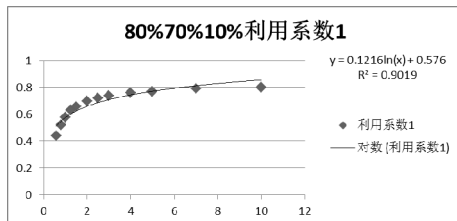


图 1 利用系数 1 函数图像

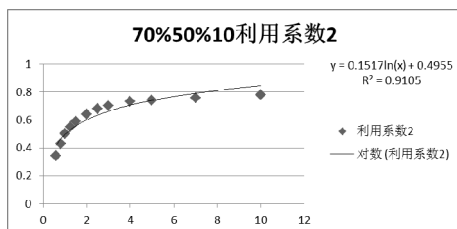


图 2 利用系数 2 函数图像

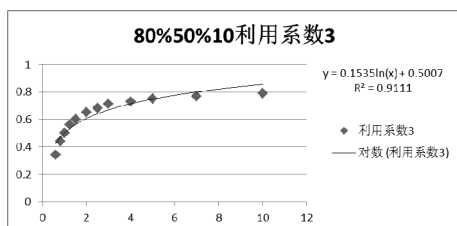


图 3 利用系数 3 函数图像

根据以上拟合出的函数得到其相关系数 R²均大于 0.9,因此可

以认为拟合出的函数可以准确的反应利用系数与室指数的对应关系。由此,在实际计算平均照度的过程中,不管室指数计算的结果如何选取均能在对应的利用系数函数上找到对应的利用系数。这样可以大大的提升选取利用系数的准确性也可以保证平均照度计算结果的精确度,为之后的设计工作提供较好的数据支持。

3 某车型的平均照度计算

现有某车型,客室区域采用灯带照明,通道区域采用筒灯照明。灯带的光通量参数为 2300lm/m,筒灯的光通量参数 1500lm/个。该车型客室长度 17900mm,客室宽度 2800mm,通道长度 1310mm,通道宽度 820mm,灯至车内地面的距离 2110mm,测点至车内地面的距离 800mm。

根据以上数据可以计算得到客室内灯带的总光通量为 82340lm,通道筒灯的总光通量为 3000lm。根据公式 3 可计算该车型客室室指数 RI 为 1.85,该车型通道室指数 RI 为 0.38。该车型天花板反射率为 70%、侧墙反射率为 50%、地板反射率为 10%,因此该利用系数函数为 $U = 0.1517\ln(RI) + 0.4955$,将客室以及通道的室指数 RI 带入该利用系数函数计算得到客室和通道的利用系数分别为 0.59 和 0.35。该车型灯的透光率为 0.6,根据表 1 确定该车型灯的维护系数为 0.8。

基于以上参数根据公式 1 计算该车型车内客室与通道的平均照度,计算结果如下:客室平均照度 $E_{av \text{ 客室}} = 465.257lx$,通道平均照度 $E_{av \text{ 通道}} = 469.186lx$ 。在实际过程中对该车型的车内进行照度实验,实验结果如下:实测客室平均照度 $E_{av \text{ 客室}} = 427.424lx$,实测通道平均照度 $E_{av \text{ 通道}} = 480lx$ 。基于以上计算结果得到数据如表 3 所示。

表 3 实测与计算数据

	实测平均照度/lx	计算平均照度/lx	误差/lx (%)
通道	480	469.186	-10.817 (-2.25%)
客室	427.424	465.257	+37.833 (+8.85%)

根据平均照度的实测值和计算结果进行对比,计算的平均照度结果与实际结果的误差均小于 ± 10%,且计算结果均满足初始设计要求。

4 结论

根据利用系数与室指数关系拟合的利用系数函数可以帮助我们更加准确的确定利用系数,同时也提高了平均照度计算结果的准确度,计算结果与实际结果的误差较小。利用该方法,将复杂的数据表格转化为简单易算的函数,可以有效提升前期设计阶段的工作效率,对车辆内部的平均照度有一个较为准确的预测,基于这个结果可以进行更加合理的设计与布局,提升了设计质量与效率。

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(第二版).北京:中国电力出版社,1998.
- [2]王晓东.电气照明技术[M].北京:机械工业出版社,2005.
- [3]游燕.浅谈平均照度计算[J].江西建材.2017(16).