

《民用建筑照明设计标准》

编制组内部交流资料(2)

体育照明装置的光度规定和测量指南

CIE内部讨论稿

李景色 译

本手册中引用的标准、规范仅作“参考资料”使用，如需采用，必须以现行有效版本的标准、规范为准。

院总工程师办公室 1997.10

中国建筑科学研究院物理所

1986.2

体育照明装置的光度规定和 测量指南

目 录

一、导言	(1)
1. 1 目的	(1)
二、照明性能的规定	(1)
三、计算和测量网格的规定	(2)
3. 1 概述	(2)
3. 2 另外的垂直面照度	(3)
3. 3 足球场和体育场指南	(4)
3. 4 跑道指南	(4)
3. 5 室内装置	(5)
四、现场照明测量	(6)
4. 1 测量装置	(6)
4. 2 测量记录	(7)
五、计算或测量结果的求值	(8)
5. 1 平均水平面照度	(8)
5. 2 平均垂直面照度	(8)
5. 3 照明均匀度	(8)
5. 4 特殊测量值的规定	(9)

一、导言

大部分室内和室外运动场地照明性能的规定是根据下列各项拟定的。

- (a) 水平照度 (E_h)
- (b) 垂直照度 (E_v)
- (c) 在一个或多个这种平面上的均匀度
- (d) 平均 E_h 和 E_v 之比。

通常的设计过程包括对不同的照明系统作这些值的计算,使可对它们的性能进行比较和评价。

照明装置安装完毕后,通常必须进行现场照度测量,以保证原设计规定已被满足。

1. 1 目的

本建议的目的是建立室内和室外照明装置照明特性的计算、测量和报告的标准方法。

二、照明性能的规定

通常是规定一块场地的平均照度值。如果这仅包括平均水平面照度,可由计算直接或包括相互反射到达场地的那一部分灯总光通除以受照场地总面积而简单地得到,然而,大多数情况下性能规定还要求:

- (a) E_h 的均匀度
- (b) 垂直平面照度 (E_v)
- (c) E_v 的均匀度

(d) 最后装置所提供的照度的测量

所有这些情况下必须计算和测量场地上有代表性的区域或整个场地上形成规则网络的若干点上的照度。平均照度和均匀度的计算和测量的准确度取决于所考察的点数。一般说来,准确度会随点数的增加而增加。然而超过一定数目,准确度就不会有显著的增加了,计算和测量的工作量过大,大量的数据也难以进行评价和分析。

按照本建议,无须进行过多的计算和测量就能得到可以接受的准确度。然而,假定除了很小的运动场地之外,对所有的计算通常得借助于计算机的帮助进行。完成对称的场地和照明装置,计算和测量的工作量可以减少,仅需考虑半个或 $1/4$ 场地。

三、计算和测量网络的规定

3.1 概述

室内和室外运动场应划分成矩形网格,在每个矩形网格的中心进行计算和测量。

为了逐点比较计算和测量的照度值,网格的设置应相同。图1给出要考察的网点大概实际数,其取决于场地的尺寸。所选取的最终点数应是沿着和受照区域的边线重合或围住受照区域的边界线的矩形的长边和宽边的点数的乘积。对形状不规则的场地或有弯曲跑道的地方,在围住受照区域边界线的矩形以内,但落在主要区域以外的那些点可以忽略。

网格的形状最好划分成近似的正方形。

为了获得平均照度的准确值,应考察位于每个方格中心的值如图2所示。如果如图3所示网格向上和向下移动半个方块,也

获得相同的结果。这时计算和测量的值出现在网格的交叉点上，因而和网格的结构有直接的关系。

当要求知道边界线上照度下降的信息时，如图3虚线所示，可以在主网格以外增加网格，但在附加的网点上得到的照度值不应包括在平均照度的计算之中。

均匀度比由最小照度除以平均值求出

$$U_1 = \frac{E_{\min}}{E_{av}}$$

此外，均匀度还可视为 $E_{\max}$ 与 $E_{\min}$ 之比

$$U_2 = \frac{E_{\max}}{E_{\min}}$$

在某些情况下，还要规定照度随距离的变化率或照度梯度，由于假定各点之间的照度变化率是线性的，通常可由网格数据内插得到。

严格地说， E_h 是在地平面上取，而 E_v 是在一米高度上取。但为了方便，水平和垂直照度的计算和测量通常均取距地面一米，安装高度大于10米时，在地平面和距地面一米处的 E_h 之间的差异未必有意义。决定垂直照度的平面的取向对各种运动场地都一样，即平行于运动场地的边界线（例图4、边A、B、C、D）。由此看出在每个网点常常必须计算和测量一个水平平面和四个垂直平面的照度值。图5示出如何很方便地、很清楚地把这些值记录下来并和运动场地的缩尺图联系起来。

3.2 另外的垂直照度

某些国家的规范有些变动 选择另外的平面代替上面提到的四个垂直平面，概括起来讲，最常见的有：

(a) 指向摄像机的法线

每个网点上在这样的平面上取读数，该平面的法线指向预定的摄像机位置。

(b) 15° 平面

计算或测量与垂直成 15° 的倾斜平面上的照度。这可以是面向场地的摄像机边的一个平面或和决定垂直照度的一般情况一样的四个平面但倾斜 15° 。

(c) 平均柱面照度

此值另又称其为某点处的平均垂直照度。可由取每个网点上四个垂直平面的平均值而得到。这样做有合理的准确度。所有这些变动，目的是找出一种将视觉或摄像机响应和照明装置所提供的照度联系起来的照度表达方式，没有人会取得完全成功。但这里重要的问题是运动场照明设计时就得选择并仔细确定计算和测量方法，使得可能在共同基础上进行不同照明系统的比较。

3. 3 足球场和体育场的照明

运动场如足球场场地的尺寸为国际体育标准所控制，据图 4 所示的长度 p 和宽度 q 决定矩形网格的尺寸是共同的做法。

网格的尺寸由下式决定

$$\Delta p = \frac{p}{11} \quad \Delta q = \frac{q}{7}$$

同样的网格可以扩展到场地的边界，包括跑道等，边界线以外的测量点被忽略。

3. 4 跑道指南

对径赛、赛狗、速滑、赛马、赛车等跑道，有其局部的泛光照明系统，可采用图 6 所示的专用网格，直线部分，跑道的宽度

q 被划分成四条宽度相等的窄条，而纵向则按形成近似的方网格来划分。在弯曲部分，纵向网格顺着曲线，而横向网格线则由以适当的间距建立的径向线所组成，以便在曲线的外测给出方网格。这些方网格近似地和在跑道的直线部分的网格间距相同。另一种做法是在直线部分所画的矩形网格可以扩展到跑道的曲线部分，只有落入跑道的那些点才在平均照度和均匀度的计算和测量中予以考虑。

3. 5 室内装置

至今的论述同等地适用于采用泛光照明技术的室外和室内体育照明装置，然而，有许多室内运动场如运动大厅、体育馆和供娱乐的游泳池的照明可采用一般的照明灯具按规则排列，没有特殊的照明问题，对这种类型的装置，只规定平均水平照度。在要求均匀度的地方，要得到它也不困难。

对于这些情况，表 1 将室形指数和必须的测量点数联系起来以给出小于 10% 的计算和测量误差。表中数据对灯具间距和安装高度之比一直到 1.5 : 1 仍正确。在要求误差小于 5% 的地方，网格点的数目应加倍。

此表使用的唯一限制是在网格点和能引起大误差的灯具设置一致时。为了克服这一点，应该采用比给定的数目多的点，这里所建议的测点数为最低数目，增加点数以获得适合于特殊室形的对称网格

表 1 室形指数或室形比和测量点数之间的关系

室指数	点数	室比率 (北美)
<2	9	72.5
2—<3	16	2.5 ~ 1.6
3 和 >3	25	1.6 及以下

四、现场照度测量

现场光度测量的准确度比实验室的光度测量准确度要低。这是由于遇到了控制不了的因素和不利的试验条件。因此，要做出种种努力尽可能多记录下对照明系统的运行状态起作用的各种因素。

对于新装置，灯具应干净，灯和灯具应作适当调节，理想作法是在测量进行以前灯应燃点 50~100 小时。

如果测试的目的是为了检查装置使用、衰减后的性能，应记录灯具的使用条件和灯泡已经燃点的小时数。如果要确定由于清扫和维护得到的改善，则应在清扫后进行测试。

气体放电灯在测量进行以前至少要点燃 30 分钟以达到正常的工作温度。

因为电气线路运行条件对灯的光通有影响，必须尽可能准确地知道进行光度测量时系统内灯具电气线路运行条件。对各个灯应进行电流、电压和功率的测量，以确定灯泡的运行条件是否符合额定的电路条件。整个实验期应监测电气运行条件以确信系统维持在试验所体现的条件。初始条件确定以后，周期性测量线电压通常就能满足监测的目的。

包括荧光灯具的场合，温度和气流速度的测量应包括在报告中，这是因为这些因素能严重地影响到这些灯具的光输出。测试应在大气干净和外来光处于最低时进行。

要极端小心防止操作人员挡光以及白色和彩色衣物反射而增加光。

4. 1 测量装置

光电池具有色修正和余弦修正，或对没有修正的光电池所得

得的读数乘上修正系数。照度计至少一年校验一次。

所有照度计对温度的变化都很敏感，硒光电池比硅光电池要灵敏得多。长时间暴露在 50°C 以上会永久性损坏硒光电池。理论上讲，光-伏打电池应工作在大约 25°C 环境温度下。它们不应在 15°C 到 50°C 温度范围外使用。在这个温度范围以内仍然会出现误差，但对不同工作温度的修正系数可由制造厂提供。高温也能对采用玻璃半球形系统修正的光电池所获得的读数产生不利的影响。

为了使仪器稳定，在照度测量开始以前，光电池应在与测量过程中碰到的类似的照度水平下至少暴露30分钟。当采用多量程仪器时，选择挡次使得在该挡的上部分取读数就会得到最高的准确度水平。即使采用了高质量的仪器，并考虑了早先讲到的其它各项变量， $\pm 10\%$ 的测量误差是可以接受的。

4. 2 测量记录

记录应包括以下各项

- (a) 运动场地的名称
- (b) 测量的日期和时间 (也注明测量过程中检查电压的时间)
- (c) 照明装置的类型和几何尺寸
- (d) 灯具和光源的类型和数量
- (e) 灯具和灯使用了多长时间。以及灯泡实际工作小时数。
- (f) 上次清扫的时间
- (g) 测量期间的工作电压
- (h) 测量仪器和灯具的环境温度

(i) 如果是室内场地, 记录边界面的反射系数。

(j) 如果是室外装置, 记录气候条件

(k) 测量仪器的类型, 生产厂家、出厂编号、等级、测量的值

(1) 测量过程中如果工作电压不同于灯泡的额定电压, 就得考虑对光通量的修正系数。

(2) 对气体放电灯, 必须靠近灯或镇流器测量其工作电压。

(3) 注意在测量过程中灯不亮的灯具的位置和瞄准方向。

五、计算或测量结果的求值

5. 1 平均水平照度

在几个点上测量了水平照度值 E_h , 则平均水平照度 E_{ha} 为

$$E_{ha} = \frac{1}{n} (E_{h1} + \dots + E_{hn})$$

5. 2 平均垂直面照度

为了决定在 Δ 边方向上的平均垂直照度 $E_{v\Delta a}$, 在几个点上测量垂直照度值 $E_{v\Delta}$, 然后相加再除以 n 。因此在 Δ 边方向的平均照度为

$$E_{v\Delta a} = \frac{1}{n} (E_{v\Delta 1} + \dots + E_{v\Delta n})$$

对 B、C 和 D 边适用同样的程序

5. 3 照度均匀度

为了确定局部均匀度 U , 必须从测量或计算记录取出最小值 E_{min} 和最大值 E_{max}

对水平照度

$$U_{1h} = \frac{E_{hmin}}{E_{ha}} \quad U_{2h} = \frac{E_{hmax}}{E_{hmin}}$$

垂直照度的局部均匀度 U_{1v} 或 U_{2v} 应分别对每条边方向 A、B、C、D 进行计算。对 A 边方向

$$U_{1h} = \frac{E_{vAmax}}{E_{vAmin}}$$

对 B、C、D 边 E_v 的均匀度同理可以找出。

5. 4 特殊测量值的规定

如果在个别测点上，鉴于照明装置的几何条件实际情况，垂直照度为零或很低，如果这些测量值为平均值和（或）均匀度的计算所考虑，必须在报告中清楚地加以注明。

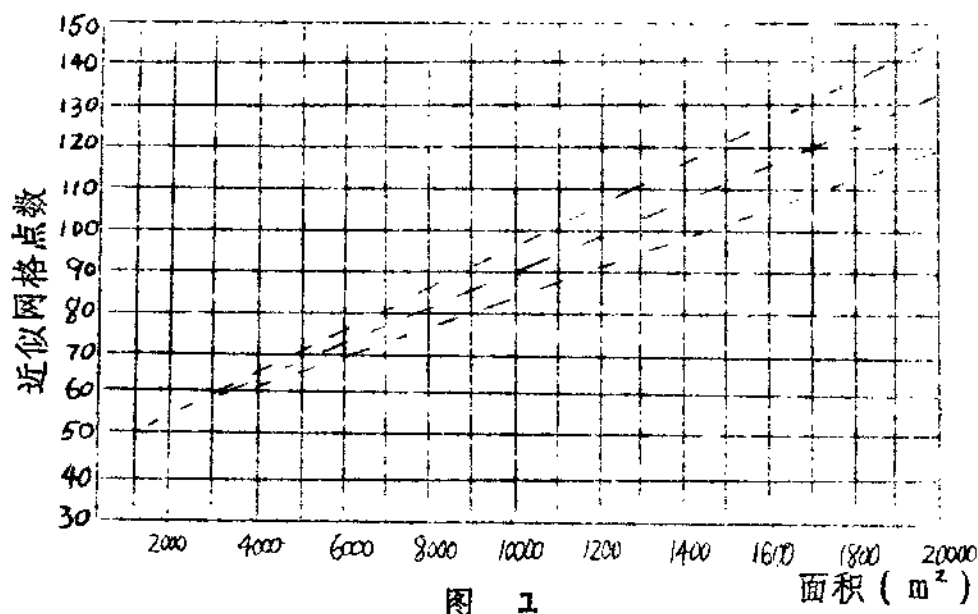


图 1

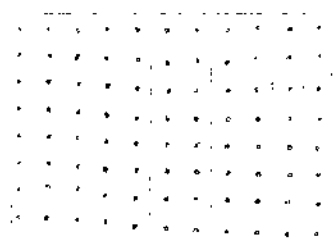


图 2

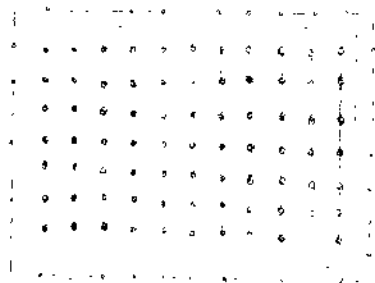
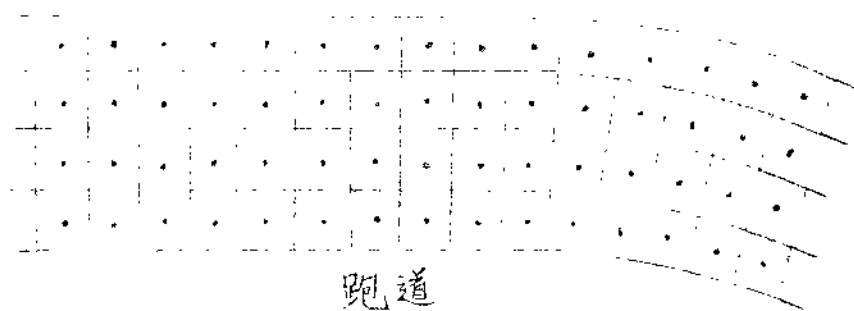


图 3



跑道

图 6