

# 室外照明测量方法

Measurement methods for exterior lighting

## 1 主题内容与适用范围

本标准规定了室外照明场所的照明测量方法。

本标准适用于道路、体育场、广场等室外照明的测量。其他室外场所(如港口码头堆场、停机坪等)也可参照采用。

## 2 引用标准

GB 5697 人类工效学照明术语

JJG 211 亮度计

JJG 245 光照度计

JJG 1032 光辐射计量名词及定义

## 3 测量仪器

### 3.1 照度计

3.1.1 对于室外照明的照度测量,宜采用一级照度计,对于道路和广场照明的照度测量,应采用能读到0.1 lx 的照度计。

3.1.2 照度计的检定应符合 JJG 245 的规定。

### 3.2 亮度计

3.2.1 亮度测量宜采用一级亮度计,只要求测量平均亮度时,可采用积分亮度计;除测量平均亮度外,还要求得出亮度总均匀度和亮度纵向均匀度时,宜采用带望远镜的亮度计,其在垂直方向的视角应小于或等于  $2'$ ,在水平方向的视角应为  $2' \sim 20'$ 。

3.2.2 亮度计的检定应符合 JJG 211 的规定。

## 4 道路照明的测量

### 4.1 测量的路段和范围

#### 4.1.1 测量路段的选择

宜选择在灯具的间距、高度、悬挑、仰角和光源的一致性等方面典型的平坦路段。

#### 4.1.2 照度测量的路段范围

在道路纵向应为同一侧两根灯杆之间的区域;而在道路横向,当灯具采用单侧布灯时,应为整条路宽;对称布灯、中心布灯和双侧交错布灯时,宜取  $1/2$  的路宽。

#### 4.1.3 亮度测量的路段范围

在道路纵向应为从一根灯杆起 100 m 距离以内的区域,至少应包括同一侧两根灯杆之间的区域;对于交错布灯,应为观测方向右侧两根灯杆之间区域,在道路横向应为整条路宽。

## 4.2 测量的布点方法

### 4.2.1 照度测量的布点方法

应将测量路段划分为若干大小相等的矩形网格。

4.2.1.1 当路面的照度均匀度比较差或对测量的准确度要求较高时,划分的网格数可多些。当两根灯杆间距小于或等于 50 m 时,宜沿道路(直道和弯道)纵向将间距 10 等分;当两灯杆间距大于 50 m 时,宜按每一网格边长小于或等于 5 m 的等间距划分。在道路横向宜将每条车道二等分或三等分。

4.2.1.2 当路面的照度均匀度较好或对测量的准确度要求较低时,划分的网格数可少些。纵向网格边长可按 4.2.1.1 的规定取值,而道路横向的网格边长可取每条车道的宽度。

### 4.2.2 亮度测量的布点方法

若仅用积分亮度计测量路面平均亮度时,则不应布点,若用亮度计测量各测点亮度时,则应布点。

4.2.2.1 在道路纵向,当同一侧两灯杆间距小于或等于 50 m 时,通常应在两灯杆间接等间距布置 10 个测点;当两灯杆间距大于 50 m 时,应按两测点间距小于或等于 5 m 的原则确定测点数;在道路横向,在每条车道横向应布置 5 个测点,其中间一点应位于车道的中心线上,两侧最外面的两个点应分别位于距每条车道两侧边界线的 1/10 车道宽处。

4.2.2.2 当亮度均匀度较好或对测量的准确度要求较低时,在每条车道横向可布置 3 个点,其中间一点应位于每条车道中心线上,两侧的两个点应分别位于距每条车道两侧边界线的 1/6 车道宽处。

### 4.2.3 同时测量照度和亮度时的布点方法

应按 4.2.2 的亮度测量的布点方法测量照度和亮度。

## 4.3 照度和亮度的测量

### 4.3.1 照度测量

4.3.1.1 照度测量的测点高度应为路面。

4.3.1.2 可选取下列的照度测量方法:

a. 四点法:测点应布置在网格的四角(图 1),测量网格四角点上的照度。

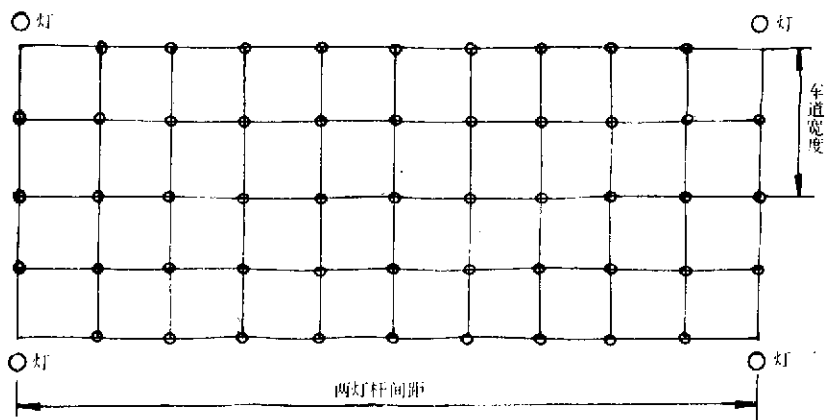


图 1 四点法布点示意图

b. 中心法:测点应布置在每个网格的中心点(图 2),测量网格中心点上的照度。

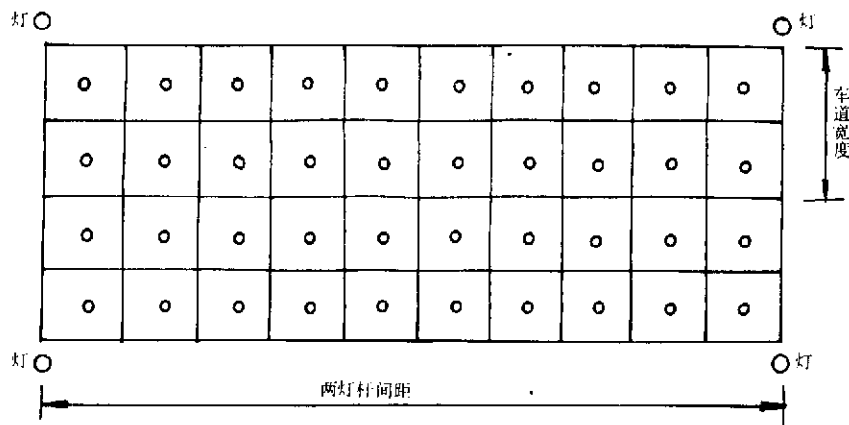


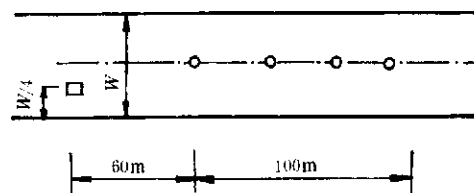
图 2 中心法布点示意图

#### 4.3.2 亮度测量

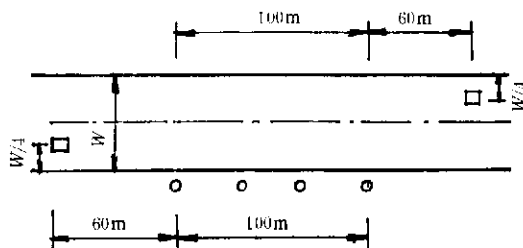
4.3.2.1 亮度计的观测点的高度,应距路面 1.5 m。

4.3.2.2 亮度计的观测点的纵向位置:应距第一排测量点为 60 m,纵向测量长度为 100 m(图 3)。

4.3.2.3 亮度计的观测点的横向位置:对于平均亮度和亮度总均匀度的测量,应位于观测方向路右侧路缘内侧 1/4 路宽( $W$ )处(图 3)。对于亮度纵向均匀度的测量,应位于每条车道的中心线上。

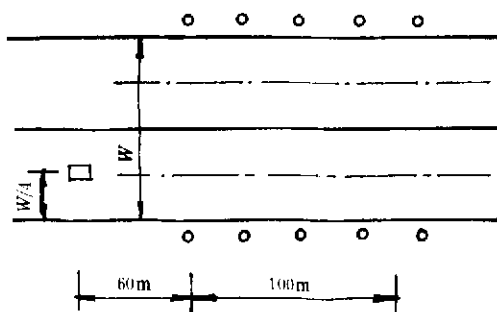


(a) 中心布灯时

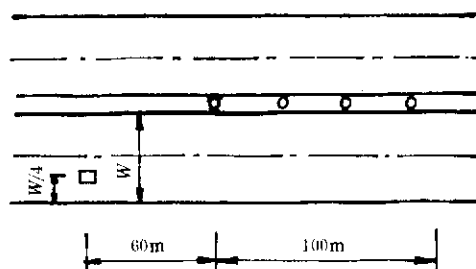


(b) 单侧布灯时

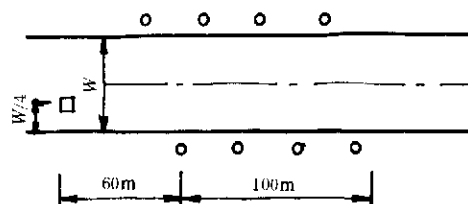
图 3 亮度计的观测点位置示意图



(c) 双侧对称布灯时



(d) 在中间分车带布灯时



(e) 双侧交错布灯时

续图 3

#### 4.4 平均水平面照度和照度均匀度的计算

##### 4.4.1 四点法的平均水平面照度的计算

$$E_{hav} = \frac{1}{4M \cdot N} (\Sigma E_0 + 2\Sigma E_o + 4\Sigma E) \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:  $E_{hav}$ ——平均水平面照度, lx;

$M$ ——纵向网格数;

$N$ ——横向网格数;

$E_0$ ——测量区域四个角处的测点照度, lx;

$E_o$ ——除  $E_0$  外, 四条外边上的测点照度, lx;

$E$ ——四条外边以内的测点照度, lx。

## 4.4.2 中心法的平均水平面照度的计算

$$E_{\text{hav}} = \frac{1}{M \cdot N} \sum E_i \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:  $E_{\text{hav}}$ ——平均水平面照度, lx;

$E_i$ ——在第  $i$  个测点上的照度, lx;

其他符号意义同(1)式。

## 4.4.3 照度均匀度的计算

$$U = E_{\text{hmin}}/E_{\text{hav}} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:  $U$ ——照度均匀度;

$E_{\text{hmin}}$ ——测点的最小照度值, lx;

$E_{\text{hav}}$ ——按(1)或(2)式求出的平均水平面照度, lx。

## 4.5 平均亮度和亮度均匀度的计算

## 4.5.1 平均亮度的计算

4.5.1.1 采用积分亮度计测量时,应按式(4)计算平均亮度:

$$L_{\text{av}} = (L_{\text{av}_1} + L_{\text{av}_2})/2 \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:  $L_{\text{av}}$ ——平均亮度, cd/m<sup>2</sup>;

$L_{\text{av}_1}$ ——从灯下开始测出的平均亮度, cd/m<sup>2</sup>;

$L_{\text{av}_2}$ ——从两灯中间点开始测出的平均亮度, cd/m<sup>2</sup>。

4.5.1.2 采用亮度计逐点测量时,应按式(5)计算平均亮度:

$$L_{\text{av}} = \sum_{i=1}^{i=n} L_i/n \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:  $L_{\text{av}}$ ——平均亮度, cd/m<sup>2</sup>;

$L_i$ ——各测点的亮度, cd/m<sup>2</sup>;

$n$ ——测点数。

## 4.5.2 亮度总均匀度的计算

$$U_o = L_{\text{min}}/L_{\text{av}} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:  $U_o$ ——亮度总均匀度;

$L_{\text{min}}$ ——从规则分布测点上测出的最小亮度, cd/m<sup>2</sup>;

$L_{\text{av}}$ ——按式(4)或式(5)算出的平均亮度, cd/m<sup>2</sup>。

## 4.5.3 亮度纵向均匀度的计算

应将测量出的各车道的亮度纵向均匀度中的最小值作为路面的亮度纵向均匀度,各车道的亮度纵向均匀度应按式(7)计算:

$$U_L = L'_{\text{min}}/L'_{\text{max}} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:  $U_L$ ——亮度纵向均匀度;

$L'_{\text{min}}$ ——分别测出的每条车道的最小亮度, cd/m<sup>2</sup>;

$L'_{\text{max}}$ ——分别测出的每条车道的最大亮度, cd/m<sup>2</sup>。

## 5 体育场的照度测量

## 5.1 测量场地的选择

应选择典型区域或对整个场地进行测量,对于照明装置的布置完全对称的场地,可只测量 1/2 或 1/4 的场地。

## 5.2 照度测量的布点方法

## 5.2.1 网格的划分

5.2.1.1 应将测量场地划分为矩形网格,网格宜为正方形,并应在网格中心测量照度(图4)。若将图4向上或向下移动半格,或按图5可测量网格交叉点上的照度,当求得场地边界线上照度下降情况时,可在主网格外增加网格(图5虚线),但在计算平均照度时,不应将该照度计算在内。

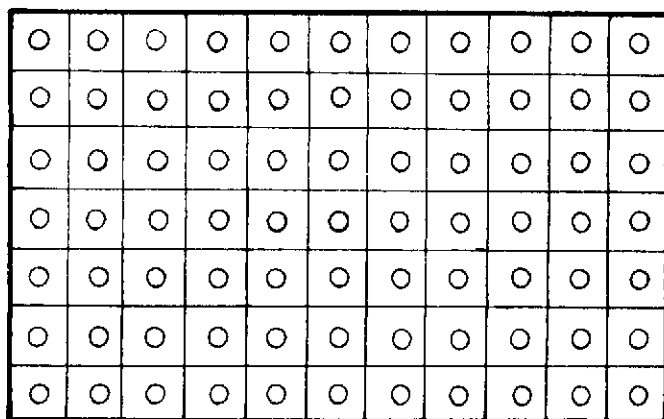


图4 在网格中心测量照度示意图

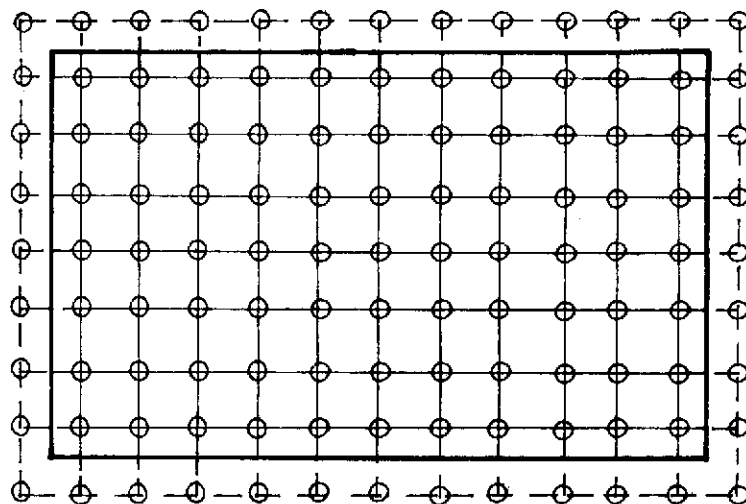


图5 在网格交点上测量照度示意图

5.2.1.2 应测量的近似网点数可按图6确定。

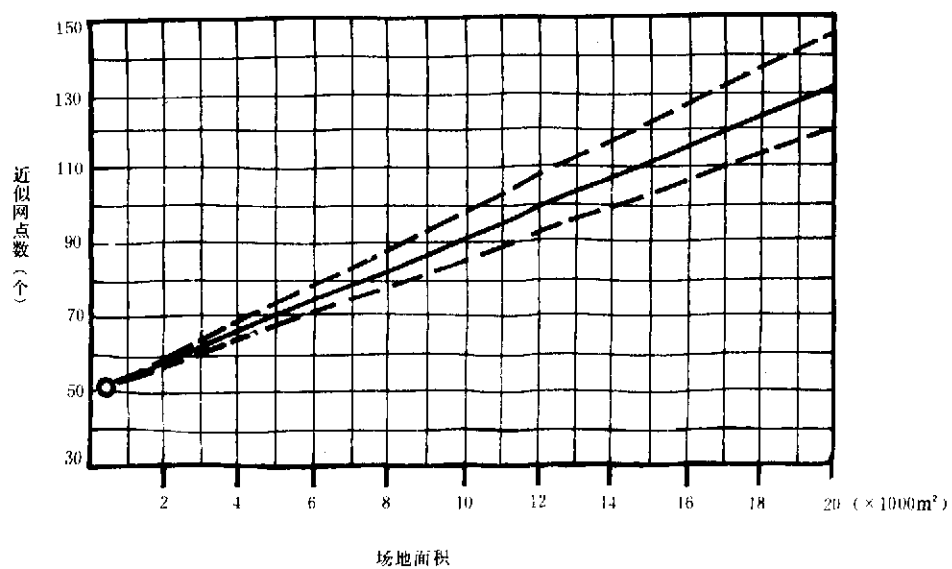


图 6 确定近似网点数图

——确定的近似网点数；---近似网点数的变化范围

### 5.2.2 足球场和体育场的网格划分

应按图 7 的规定划分成矩形网格。

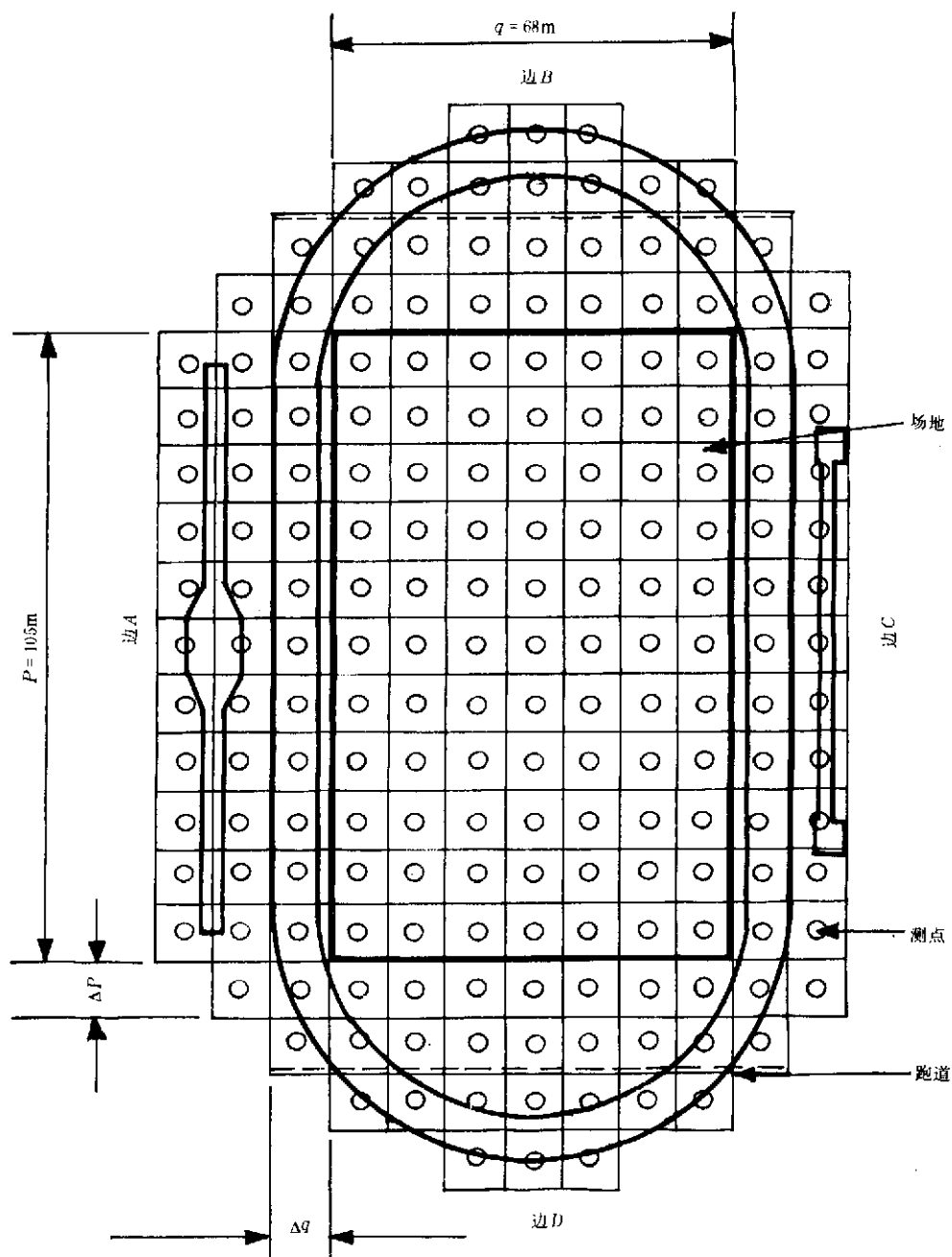


图7 足球场和体育场的测量网格划分图

网格尺寸由式(8)和式(9)决定:

$$\Delta P = P/11 \quad \dots\dots\dots(8)$$

$$\Delta q = q/7 \quad \dots\dots\dots(9)$$

式中:  $\Delta P$ ——网格长度,m;

$P$ ——矩形场地的长边长度,m;

$\Delta q$ ——网格宽度,m;



$q$ ——矩形场地的短边长度, m。

可按上述相同的网格尺寸划分网格扩展到矩形场地边界外, 其中包括跑道等。

### 5.2.3 跑道的网格划分

#### 5.2.3.1 直道部分可选取下列网格划分法:

- 将图 7 所画的矩形网格扩展到跑道直道部分, 只测量落入跑道网格内的点。
- 将跑道宽度( $q$ )划分为四条宽度相等的带。在跑道纵向, 应接近似的正方形划分网格(图 8)。

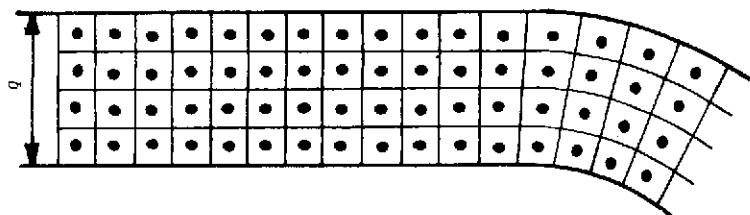


图 8 跑道的网格划分图

#### 5.2.3.2 弯道部分可选取下列网格划分法:

- 将图 7 所画的矩形网格扩展到跑道的曲线部分, 只测量落入跑道网格内的点。
- 纵向网格线应沿曲线, 而横向网格线则由以适当的间距建立的径向线组成网格, 且弯道网格尺寸宜与直道部分近似(图 8)。

### 5.2.4 网球场的网格划分

以场地中线为中心线, 划分边长为 4 m 的正方形网格(图 9)。

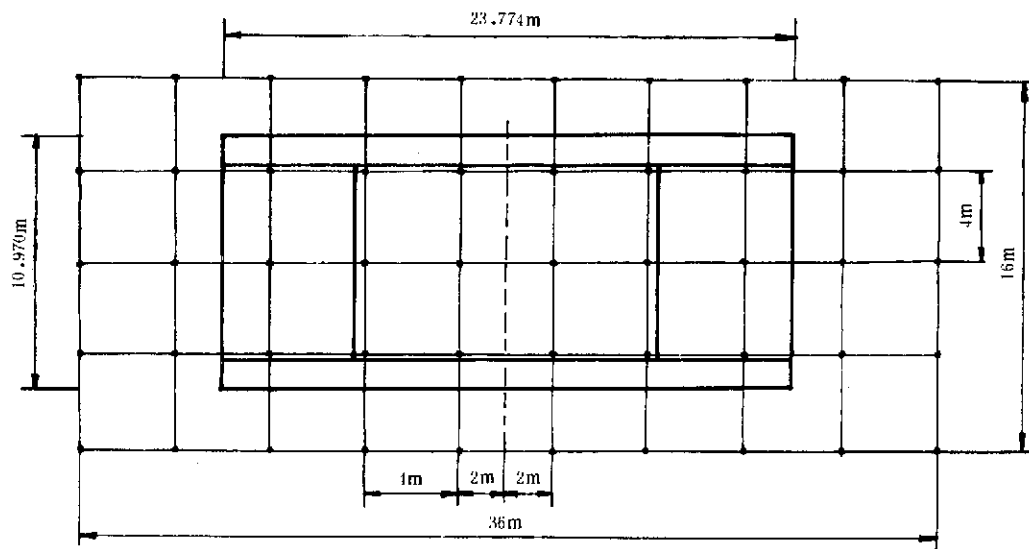


图 9 网球场网格划分图

### 5.2.5 棒球场的网格划分

内场和外场分别划分为 6.85 m 和 13.7 m 的正方形网格(图 10)。

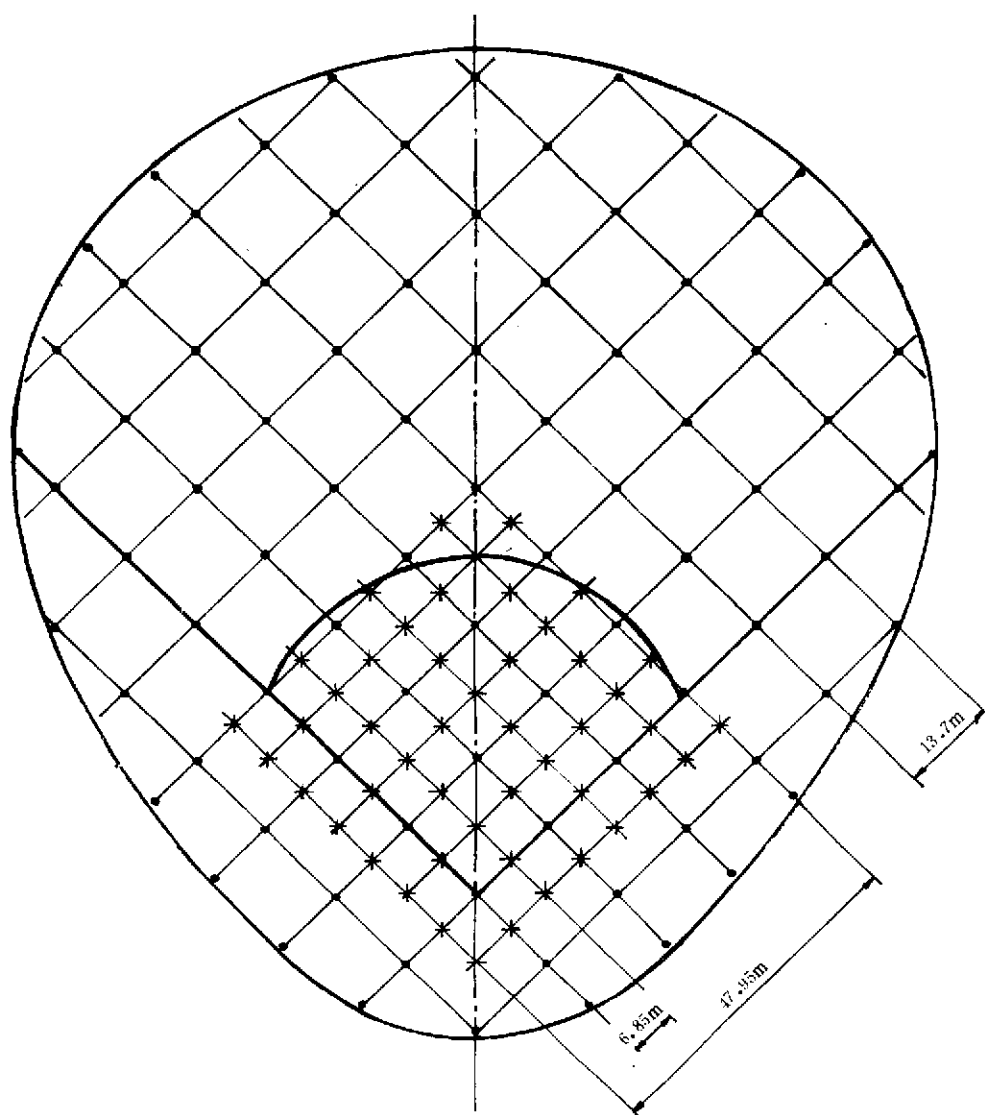


图 10 棒球场网格划分图

### 5.3 照度测量

#### 5.3.1 水平面照度的测量

水平面照度的测量平面宜为地面,通常也可测量距地面 1 m 高的水平面上的照度。

#### 5.3.2 垂直面照度的测量

5.3.2.1 可测量距地面 1 m 高的测点上平行平地四条边线 A、B、C、D 的垂直面上的照度(图 11)。

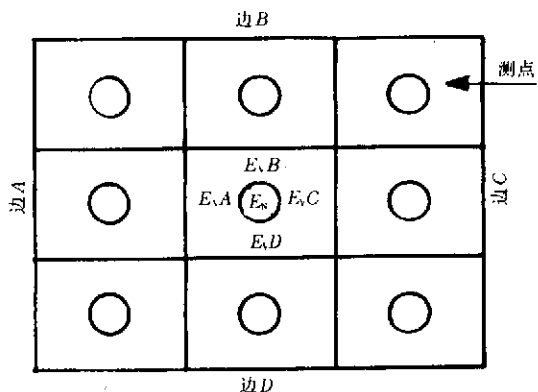


图 11 垂直面照度测量示意图

5.3.2.2 对于转播彩色电视场地的垂直面照度的测量应符合下列规定：

- a. 当主摄像机位置不固定时,应按 5.3.2.1 图 11 的规定测量每个测点面向四条侧边的垂直面上的垂直照度。
- b. 当主摄像机在某条侧边的位置不固定时,应按图 12 的规定测量面向该侧边的垂直面上的垂直照度。
- c. 当主摄像机位置固定时,应按图 13 的规定测量面向主摄像机的垂直面上的垂直照度。

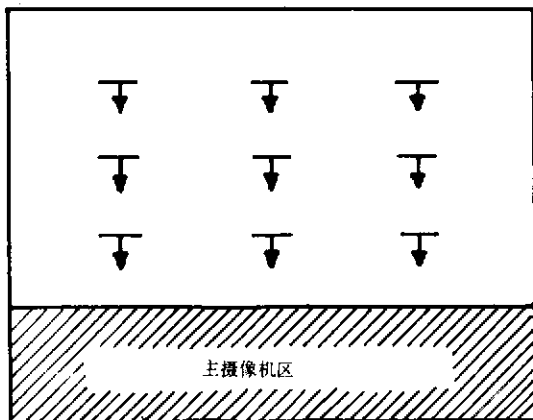


图 12 主摄像机位置在某一侧边不固定时每个测点的垂直面示意图

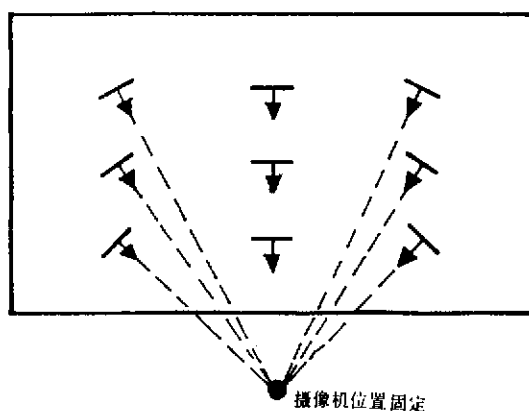


图 13 主摄像机位置固定时每个测点的垂直面示意图

#### 5.4 水平面照度及其均匀度的计算

##### 5.4.1 平均水平面照度的计算

$$E_{hav} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} E_{hi} \quad \dots\dots\dots(10)$$

式中:  $E_{hav}$ ——平均水平面照度, lx;  
 $E_{hi}$ ——各网格点上的照度, lx。

##### 5.4.2 水平面照度均匀度的计算

$$U_{h_1} = E_{hmin}/E_{hav} \quad \dots\dots\dots(11)$$

$$U_{h_2} = E_{hmin}/E_{hmax} \quad \dots\dots\dots(12)$$

式中:  $U_h$ ——水平面照度均匀度;  
 $E_{hmin}$ ——测点中的最小水平面照度, lx;  
 $E_{hav}$ ——测点的平均水平面照度, lx;  
 $E_{hmax}$ ——测点中的最大水平面照度, lx。

式(12)可用于转播彩色电视时的水平面照度均匀度的计算。

##### 5.4.3 平均垂直面照度的计算

$$E_{vav} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} E_{vi} \quad \dots\dots\dots(13)$$

式中:  $E_{vav}$ ——平均垂直面照度, lx;  
 $E_{vi}$ ——面向每个侧边的各点垂直面照度, lx。

##### 5.4.4 垂直面照度均匀度的计算

$$U_v = E_{vmin}/E_{vmax} \quad \dots\dots\dots(14)$$

式中:  $U_v$ ——垂直面照度均匀度;  
 $E_{vmin}$ ——面向每个侧边或主摄像机的测点中最小垂直面照度, lx;  
 $E_{vmax}$ ——面向每个侧边或主摄像机的测点中最大垂直面照度, lx。

## 6 广场的照度测量

### 6.1 测量场地的选择

应选择典型区域或整个场地进行照度测量,对于完全对称布置照明装置的规则场地,可只测量 1/2 或 1/4 的场地。

## 6.2 照度测量的布点方法

通常宜将场地划分为边长 5~10 m 的矩形网格,网格形状宜为正方形,可在网格中心或网格四角点上测量照度。

## 6.3 照度测量的平面和高度

应在已划分网格的测量场地地面上测量照度,也可根据广场实际情况确定所需测量平面的高度。

## 6.4 平均水平面照度的计算

应按式(10)进行。

## 6.5 水平面照度均匀度的计算

应按式(11)和式(12)进行。

# 7 测量条件

7.1 安装新气体放电灯时,应先老化点燃 100 h,待灯的光输出基本稳定后,方可进行测量。

7.2 测量开始前,应将灯点燃 20~30 min 后,方可进行测量。

7.3 宜在额定电压下进行测量;若做不到,在测量时,应定时测量电源电压,若与额定电压不符时,则应按电压偏差对光通量的影响予以相应的修正。

7.4 应在清洁和干燥的路面和场地上进行测量,不宜在明月和测量场地有积雪时进行测量。

7.5 应排除杂散光射入光接受器,并应防止各类人员对光接受器造成阴影和挡光。

# 8 测量报告内容

8.1 测量日期、时间、气候条件(如温度等)。

8.2 测量场所名称。

8.3 光源和灯具(包括镇流器等电器附件)的型号、规格和数量。

8.4 灯具的排列方式、间距、高度、仰角、灯具的悬挑长度。

8.5 光源和灯具的使用时间,上次清扫日期。

8.6 测试现场条件(包括环境条件、供电电压等)。

8.7 标有尺寸的照度测点布置图。

8.8 各测点的照度测量值。

8.9 平均照度和照度均匀度的计算结果。

8.10 等照度曲线图。

8.11 标有尺寸的亮度测点和亮度计的观测点布置图。

8.12 各测点的亮度测量值。

8.13 平均亮度、亮度总均匀度、亮度纵向均匀度的计算结果。

8.14 测量仪器(厂家、型号、规格、编号、检定日期等)。

8.15 照度计和亮度计的放置高度和放置状态。

8.16 测试单位和测量人员。

8.17 测量报告表见附录 A(补充件)和附录 B(补充件)。

附录 A  
道路照明现场测量报告表  
(补充件)

表 A1 道路照明现场测量报告表

道路名称		测试路段		交通流量		道路等级	
道路条件	道路型式			道路断面图			
	路面宽度		m				
	分车带宽度		m				
	机动车道宽度		m				
	非机动车道宽度		m				
	人行道宽度		m				
	路面材料						
光源	种类			灯具布置	排列方式		
	功率		W		安装高度		m
	已运行小时数		h		灯间距		m
	生产厂				仰角		(°)
灯具	类型			测量结果	悬挑(从路缘起)		m
	型号				臂长(从灯杆起)		m
	已安装天数				最大照度( $E_{hmax}$ )		lx
	上次清扫日期				最小照度( $E_{hmin}$ )		lx
	生产厂				平均照度( $E_{av}$ )		lx
镇流器	型号			环境条件	照度均匀度( $U$ )		
	生产厂				平均亮度( $L_{av}$ )		cd/m <sup>2</sup>
供电电压		V	亮度总均匀度( $U_0$ )				
环境温度		℃	亮度纵向均匀度( $U_L$ )				
环境明暗程度							

续表 A1

照度和亮度的测点及其测量值

亮度纵向均匀度的测点及亮度测量值

测量  
仪器

测量  
人员

测量  
日期

附 录 B  
体育场或广场照明测量报告表  
(补充件)

表 B1 体育场或广场照明测量报告表

场地名称						
场地尺寸	长度	m	环境条件	供电电压	V	
	宽度	m		温度	℃	
	面积	m <sup>2</sup>		环境明暗程度		
光源	种类		测量结果	最小水平面照度( $E_{hmin}$ )	lx	
	功率	W		最大水平面照度( $E_{hmax}$ )	lx	
	数量			平均水平面照度( $E_{hav}$ )	lx	
	生产厂			水平面照度均匀度( $U_h$ )		
灯具	类型			最小垂直面照度( $E_{vmin}$ )	lx	
	型号			最大垂直面照度( $E_{vmax}$ )	lx	
	已安装天数			平均垂直面照度( $E_{vav}$ )	lx	
	上次清扫日期			平均水平面照度 平均垂直面照度	$\frac{(E_{hav})}{(E_{vav})}$	
	生产厂					
灯具布置	排列方式			备注		
	安装高度	m				
	灯间距	m				
灯 具 布 置 剖 面 图						



续表 B1

照度测点及其测量值					
测量 仪器		测量 人员		测量 日期	

**附加说明：**

本标准参照采用国际照明委员会(CIE)第 30/2 号出版物《道路照明的照度和亮度的计算和测量》(1982 年版)、第 67 号出版物《体育照明装置的光度规定和测量指南》(1986 年版)、第 83/2 号出版物《彩色电视和摄影用的体育照明指南》(1989 年版)和日本工业标准 JIS 9120—1988《室外体育设施照明标准》(棒球场和网球场)。

本标准由国家技术监督局提出。

本标准由全国人类工效学标准化技术委员会归口。

本标准由中国建筑科学研究院建筑物理研究所负责起草。

本标准主要起草人张绍纲、李景色。