

灯具配光曲线及其标准格式

邹吉平

(通用电气照明公司, 上海 200233)

摘要: 配光曲线的传统表示法不能满足照明行业 LCAD 技术推广与应用, 本文列举了国外流行的 CIBSE TM-14、EULUMDAT、CIE 102、IESNA LM-63 等配光曲线电子文件标准, 并以 IESNA LM-95 为例, 介绍如何解读灯具配光曲线的 IES 文件及其值得注意的一些问题。

关键词: 配光曲线; 光域网; 发光面形状; LCAD

Luminaire's Photometric Curve and its Standard Format

Zou Jiping

(GE Lighting System, Shanghai 200233, China)

Abstract

The traditional method of representation of photometric curve could not spread and be applied in Lighting Computer Aided Design (LCAD). The popular international standard for electronic transfer of photometric data are illustrated, including CIBSE TM-14, EULUMDAT, CIE 102, IESNA LM-63, etc. Take IESNA LM-95 as an example, how to understand luminaires' IES file and some issues worthy of attention is depicted in details.

Key words: Photometric Curve Photometric; Web Luminous Shape Lighting Computer Aided Design (LCAD)

1 引言

传统的利用系数法、点照度法、概算曲线等照度计算方法主要依靠厂家提供灯具配光的印刷资料, 在照明设计时, 不仅繁琐费时, 而且这些方法得出的结果准确性差。在过去十多年, 国外照明行业的生产企业、软件商、设计公司纷纷走进中国市场, 给国内的照明设计注入了新活力, 使新一代的年轻照明设计师们更方便更准确地采用照明设计软件计算照度, 计算机辅助照明设计 LCAD 技术在国内有了长足的发展。因此, 灯具的配光曲线就必须采用标准的电子文档格式书写, 以便能够被各照明应用软件读取。为了正确地使用照明软件, 准确地地在软件中布置灯具, 照明设计们必须正确理解灯具配光曲线的电子文档格式。

2 灯具配光曲线及其标准

配光是指光源(灯具)在空间各个方向的光强分布, 其表示方法有配光曲线、空间等照度曲线、平面相对等照度曲线、光强分布表格及数学函数表示等。在过去, 使用最广泛、计算也比较方便的是配光曲线, 有极坐标表示法和直角坐标法等。灯具制造厂商一般会根据其灯具类型提供相关的印刷资料, 对于投光灯, 一般采用直角坐标表示法; 对于室内灯具和道路灯具, 多采用极坐标表示法; 为了计算方便, 还提供利用系数曲线、概算曲线等。在照明设计软件得到普遍应用的今天, 照明厂家除了提供印刷版的直角坐标或极坐标配光曲线外, 还必须提供电子文档格式的配光文件, 很少再提供概算曲线和利用系数曲线。

随着众多的计算机软件在照明工业中的应用,不同软件之间的文件格式兼容性变得越来越重要,包含灯具光度数据的文件必须在不同软件里兼容。目前,国际上比较流行的配光文件格式的标准有 CIBSE TM-14、EULUMDAT、CIE 102、IESNA LM-63 等标准,应用最为广泛的是 IESNA LM-63 和 EULUMDAT 标准。北美和欧洲已经分别选择了 IES LM-63 和 EULUMDAT 标准,英国的照明制造商已经选择 TM14 标准。

3 配光曲线标准分类

3.1 IESNA LM-63 标准

1986 年,北美照明工程师社区 IESNA (Illumination Engineering Society of North America) 出版了最早的灯具和光源配光电子版信息制作的工业标准,发行灯具配光曲线的电子文档格式,即: IES 推荐的配光资料电子版转换标准格式 (IESNA LM-63-1986: IES Recommended Standard File Format for Electronic Transfer Photometric Data),很快被北美照明制造行业厂家和照明软件开发公司积极响应。这标准在 1991 年进行了修改,增加了一些关键词。1995 年又做了修订,澄清了一些模棱两可的条款,而且其标题扩展为“配光资料及相关信息电子版转换的 IES 标准文件格式”,所有修订的新版本都能和以前的旧版本兼容。

经过 1991、1995、2002 年三次修订后,目前使用的 2002 年标准已经在 2002 年 8 月得到美国国家标准学会 (American National Standard Institute, ANSI) 批准认可, IESNA LM-63-2002 (IESNA Standard File Format for Electronic Transfer of Photometric Data) 已经成为北美唯一使用的配光文件格式,文件扩展名为“*.ies”。在我国已经有少数照明厂家和检测机构开始用 IESNA 标准进行配光检测与发行 IES 配光文件。

3.2 CIBSE TM-14 标准

英国注册建筑服务工程师协会 (Chartered Institution of Building Services Engineers) 紧跟着北美照明工程师社区,于 1988 年出版了 CIBSE TM14-1988,“CIBSE Standard File Format for the Electronic Transfer of Luminaire Photometric Data”,目前,其 1998 年修订版本在英国广泛采用。

3.3 EULUMDAT 标准

1990 年,德国柏林照明咨询公司 (Light Consult Inc. Berlin, Germany) 的照明软件工程师 Axell Stockmar 提出 EULUMAT 格式的配光曲线,即:“Proposal for a Data Format for Exchange of Luminaire Data (Interior, Exterior, and/or Road Lighting Luminaires) Under the Operating System MS-DOS 2.x/3.xx Under Condition of Unequivocal Coordination Between Luminaire and Data Set”,文件扩展名为“*.ldt”。虽然到目前为止还没有官方的文件来规定 EULUMDAT 格式,但它实际上已经成为除了英国以外的其他欧洲照明生产企业采纳遵循的标准。

3.4 CIE 102 标准

国际照明协会 CIE 于 1993 年出版了 CIE 102 标准的配光文件格式,即:“Recommended File Format for Electronic Transfer of Luminaire Photometric Data”,尽管它具有世界性范围,是一个涉及面很广泛而设计很好的格式,但它没有得到任何照明制造行业或商业性照明软件研发公司的支持,很少照明企业采用 CIE 102 格式的配光文件格式。

3.5 其他标准

如今,还有其他几个工业标准的配光曲线格式在使用中,包括 EULUMDAT/2 (LCI, Germany), LTLI (Lys & Optik, Denmark), TBT (Toshiba, Japan), and CEN (European Committee for Standardization)。

4 IESNA 标准格式举例

4.1 解读 IESNA LM-63-1995 标准格式

所有 IESNA LM-63 格式的配光曲线文件名都必须以“ies”扩展名结束,采用 ASCII 文本文件,所有文件的第一行必须为 IESNA91、IESNA: LM-63-1995 或 IESNA: LM-63-2002 (1986 年版本没有这规定),以便表示文件的开始,也区别于其他文件格式。跟在 IESNA: LM-63-2002 其后,直到“[TILT]=”之前,是关键字部分,每个关键字都加上方括号“[]”,其格式如下:

- IESNA: LM-63-1995
- [Keyword 1] 关键字资料
- [Keyword 2] 关键字资料
-
- [Keyword n] 关键字资料

• TILT = <filename> or INCLUDE or NONE, 光源倾斜产生的光输出变化 = “反应光输出变化的文件名”或“包括下面光输出变化参数”或“光输出无变化”

- <光源相对于灯具的位置>
- <倾斜角度的数量>
- <角度大小>
- <与角度对应的光输出变化系数>
- <光源数量><每只光源的光通量><光强的乘数因子><垂直角度的数量><水平角度的数量><配光曲线种类><单位的种类><发光面宽><发光面长><发光面高>
- <镇流器系数><未来使用系数><输入功率>
- <垂直角度数列>
- <水平角度数列>
- <所有第一行水平角度的光强值数列>
- <所有第二行水平角度的光强值数列>
-
- <所有最后一行水平角度的光强值数列>

注：标注“•”的每行必须新起一行，没标“•”的部分可以新起一行，也可以在同一行，所有文件一般都包括检测报告编号 [TEST]、配光检测实验室名称 [TESTLAB]、灯具制造商发行 IES 文件的日期 [ISSUEDATE]、灯具制造商名称 [MANUFAC] 等关键字；所有其他选项为可选择部分，推荐包括灯具产品代码 [LUMCAT]、灯具描述性语言 [LUMINAIRE]、光源产品代码 [LAMPCAT]、光源描述性语言 [LAMP] 等几个关键字等。

4.2 IESNA LM-63-1995 实例

```

IESNA: LM-63-1995
[TEST] 85042208 PUBLISHED CURVE CREATED
[MANUFAC] GE Lighting Systems - Hendersonville, NC, USA
[SEARCH] ROADWAY M2RC
[LUMINAIRE] M-250R2 CUTOFF
[DISTRIBUTION] MC3
[LUMCAT] M2RC25S***GMC3
[LAMP] 1; 250W HPS, CLEAR ED18, HORZ
[LAMPCAT] GE LU250
[OTHER] HSNG: CAST HOUSING CAST DOOR/COVER
[MORE] REFL: SEMI-SPEC HYDROFRM ALUM
[MORE] ENCL: CLEAR SHEET GLASS
  
```

```

[MORE] ACSY:
[MORE] SOCKET POSITION: 1DH
[MORE] COMMENT:
TILT = NONE
1 28000 2.8000 20 36 1 1 0.9 1.1 0.0
1.0 1.0 305
0 5 15 25 35 45 55 60 62.5 65 67.5 70 72.5 75 77.5 80
82.5 85 87.5 90
0 5 15 25 35 45 52.5 55 57.5 62.5 65 67.5 72.5 75 77.5
82.5 85 87.5 92.5 95 97.5 102.5 105 107.5 112.5 115
117.5 122.5 125 127.5 135 145 155 165 175 180
2513 2576 2611 2451 2046 1678 935 624 468 312 240 168
96 23 18 12 6 0 0 0
2513 2596 2664 2443 2109 1819 1042 726 568 410 317
224 131 38 28 19 10 0 0 0
.....
2513 2350 1933 1439 1026 838 654 479 391 304 238 173
108 42 32 21 10 0 0 0
  
```

4.3 值得注意的几个问题

4.3.1 灯具光域网 (Photometric Web) 及其分类

灯具的光度数据 (Photometric Data) 一般是采用“角度式光度测试仪 (Goniophotometers)”测量，按照光学中心 (Photometric Center) 的一个点光源 (一般是指光度测试仪的旋转中心) 在不同的水平角度和垂直角度上的光强值，利用球状坐标系统描述而得出的光域网来表示。根据灯具使用功能和应用中的旋转角度情况，一般分 A 类、B 类和 C 类三种不同类型的光域网。A 类灯具主要用在汽车灯和信号灯中；B 类灯具主要应用在户外或体育场馆中，一般都需要调整角度，如泛光灯和投光灯；C 类灯具主要是用在室内或道路中，如室内筒灯、格栅灯、工矿灯、路灯、高杆灯等。图 1 角度式光度测试仪的旋转镜和灯具的旋转情况示意图，图 2 为灯具的分类及其坐标系统示意图。

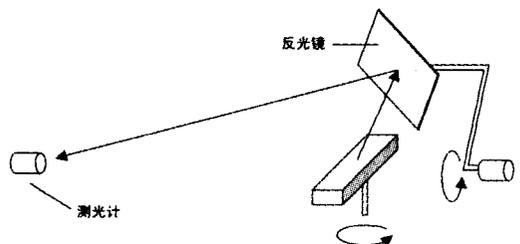


图 1 角度式光度测试仪及其旋转镜示意图

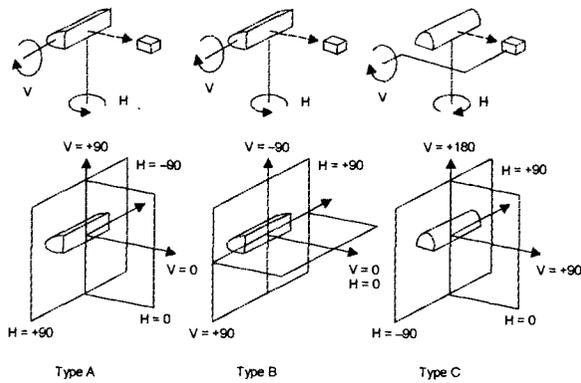


图 2 灯具光域网分类及其坐标系

4.3.2 IES 文件中的垂直角度与水平角度

从上面的图 2 看出，不同类型的灯具所定义的垂直角度和水平角度是不同的。对于 C 类灯具，垂

直角度必须从 0 度或 90 度开始，以 90 度或 180 度结束，水平角度总是以 0 度开始，根据灯具的对称情况，可以以 0 度、90 度、180 度、360 度等四种角度结束，各结束角度的情况分别代表灯具全部对称、四象限对称、两象限对称和不对称；对于 A 和 B 类灯具，垂直角度必须以 -90 度或 0 度开始，以 90 度结束，当灯具配光是对称于垂直平面时，其水平角度可以以 0 度开始，以 90 度结束，当灯具不对称时，其水平角度必须以 -90 度开始，以 90 度结束。可以采用 Photometric Toolbox 显示配光曲线的三维曲线模型和相应的坐标系，现以泛光灯和路灯为例，比较 B、C 两类灯具配光曲线之间的区别，如图 3 所示。

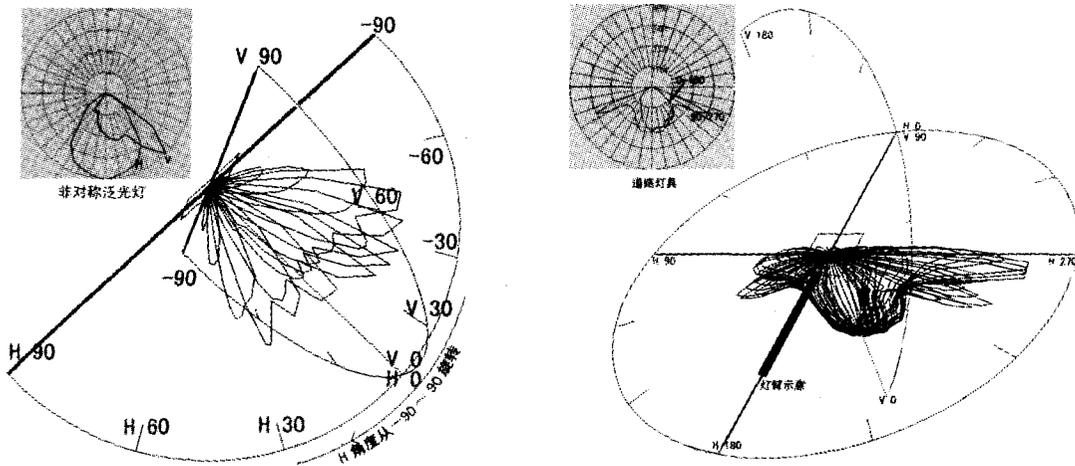


图 3 B 类 C 类灯具的配光曲线比较

4.3.3 发光面形状 (Luminous Shape)

标准中规定的发光面尺寸不是指灯具的实际外形尺寸，而是指灯具的发光部分的尺寸，这经常给灯具制造商、配光检测机构、软件开发商、照明设计师们产生很多误解性问题。大多数照度计算软件都要求知道灯具的发光面形状，至少需要知道发光面的长宽尺寸。采用光能传递算法的软件需要长宽尺寸来细分发光面表面；采用光线追踪算法的软件需要这些尺寸来决定由什么地方发光，并依此来计算直接照明。IESNA LM-63 规定了发光面的长宽高尺寸，这些尺寸最初是被假定为一个长方体盒子，2002 年修订后的版本增加了点、长方形、圆形、椭圆形、球体、圆柱体、椭圆柱体、各种方向的椭球体等形状。EULUMDAT 也定义了灯具发光面长宽尺

寸，被称做发光区域 (Luminous Area)，并以毫米为单位。不同的是，该标准还规定了发光区域的四个独立高度来表示垂直平面上的 0、90、180、270 度方向的高度。CIBSE TM-14 采用眩光形状代码 (Glare Shape Code) 来定义发光面尺寸，分长方体、球体、垂直圆柱体、水平圆柱体、或其他形状等。还规定了相关灯具的底面、侧面和灯具端面。

很多照明厂商都采用长方体模型，少数厂商也采用无量纲的点。如采用无量纲的点来定义发光面形状，在照明设计软件应用中会导致很多问题，照明设计师不得不采用写字板工具来编辑 IESNA LM-63 格式的配光曲线，以确保其长宽尺寸不是零。

4.3.4 灯具的光学中心

发光面通常被假定置于灯具的光学中心，在

CIE 121-1996 中,把光学中心定义成“距离最大光强密度点最近的点”,但它并没有规定如何来量取这点。IES LM-41-98 标准比较具体,规定光学中心按照灯具的安装方式(如嵌入式安装、吸顶式、悬挂式)和照明方式(如直接式、间接式、半直接式)规定光学中心,但是这些信息并没有在 IESNA LM-63-95 标准格式中规定,只有修订后的 IESNA LM-63-2002 标准中有详细规定。

对于吊装型灯具,照明应用软件对光学中心的准确性要求不高,但对于嵌入式灯具和吸顶式灯具就不一样了,如果照明设计软件具有可视化渲染的功能时,就需要照明设计师给出灯具的物理模型,并把具体的发光面的安装位置和方向置于灯具中。为了避免天花板会挡住灯具发出来的光,必须保证发光面被置入天花板平面以下。如果光学中心和天花板平面刚好一致的话,将产生一个共面的问题,光线是否被天花板挡住就取决于浮点运算中的累计舍入误差,这就意味着在实际应用中,问题的出现是随机的。

4.3.5 灯具的方向和位置

一个非对称配光的灯具(如荧光灯洗墙灯具),按照正确的方向把它置入 CAD 模型中是非常关键的。由于不同系列的 IESNA LM 标准所规定的光域网(Photometric Web)相对于其灯具外形出现互相出现矛盾的现象。例如,IESNA LM-63-95 规范暗示了 0—180 度光域网垂直平面是平行于线型光源的轴线,但 IESNA LM-41-98 却推荐这种类型灯具的光域网的方向垂直于光源轴线,并且规定 0 度方向朝向光线投射方向。

很多荧光灯具制造厂家忽略 IESNA LM-63-95 标准,而按照 IESNA LM-41-98 标准测试并出具配光曲线,因此,照明设计师在使用软件时必须手动检测 IESNA LM-63 的文本文件,来确定是平行于还是垂直于光源的轴线。如果这信息没有标识在配光文件的文件头中,照明设计师就需要联系制造厂家以获取相关信息。由于在欧洲普遍采用 EULUMDAT 标准,但没有相关文件来确定灯具的光域网和灯具的几何尺寸之间的关系,所以多数灯具是按照 CIE 121-1996 标准检测,对于在垂直平面 90—270 度方向的光强分布对称的灯具,其规定非常模糊。

4.3.6 国标测试灯具光度数据遇到的问题

我国配光检测有三个标准:GB 9467-1988 室内

灯具光度测试、GB-T207002-1986 投光照明灯具光度测试、GB 9468-1988 道路照明灯具光度测试。这三个标准主要参照 CIE 相关标准编制,但由于 CIE 和 IESNA 标准之间的差异性,这给照明设计者、灯具厂商、软件开发商等人员带来一些问题。例如:GB 规定的路灯检测时,定义顺着行车方向为 C0 平面(如图 4 所示),而 IESNA 规定为垂直于马路为 C0 平面,两个标准间存在 90 度的差异。因为照度计算软件一般都按照灯臂的方向(IESNA 的 C0-C180 方向)调整路灯的倾斜角度,由于这 90 度差异,按照 GB 检测的路灯在软件中就无法准确调整倾斜角度。除非照度软件同时支持 CIE 和 IESNA 标准,照明设计师可以根据经验选择合适的标准计算。

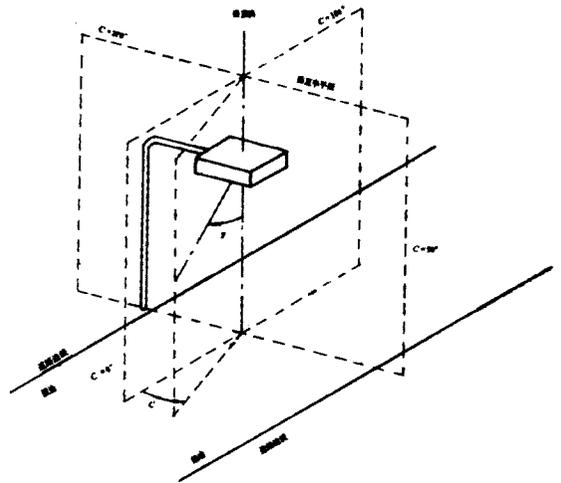


图 4 GB-T207002 规定的道路灯具测试方式

5 结束语

推广灯具制造 CAD 和照明应用 CAD 技术是我国照明行业在“十一五计划”期间发展的重点任务之一,配光曲线的电子文件是连接灯具生产与应用间的桥梁,我国照明制造厂家、检测机构、软件开发与应用、照明设计等行业都需要尽快熟悉灯具配光及其标准格式,以推动整个行业发展。

参 考 文 献

- [1] Ian Ashdown. Thinking Photometrically Part II. Lightfair International 2001 Workshop Notes. Las Vegas, NV

(下转 P59)

看下去，桥上灯光投射到水中的倒影亦虚亦幻，如诗如画。灯光与河水交相辉映，在快节奏的现代生活中，古代秦淮历史文化的另一代表——灯光阑珊的灯船仿佛又呈现在我们眼前：自六朝以来，中华门这段秦淮河上的灯船往来穿梭。逢年过节，南京人必乘灯船游览秦淮河，“舟楫穿梭，灯船毕集”，十里秦淮灯船之盛名早已远播于天下。所谓灯船，是指秦淮河中悬挂了羊角灯的游船。“羊角灯”其实

并不是羊角形状的灯。《南京文献》谓：“羊角灯者，昔金陵特产，用羊角熬成胶液，和以色彩，凝而压薄成片，谓之明瓦，金陵街市有明瓦廊，联缀明瓦而成灯，透光明，无火患”，这就是羊角灯。而灯船的“羊角灯火”倒是古朴文化的产物，与秦淮河上的“中华门城堡”、“长干桥”、“饮马桥”灯光有机结合，互相呼应，有如现代版的《清明上河图》。



图 4

结束语

在饮马桥景观照明工程的设计中，体会到在满足 LED 照明的安全性和可视性的基础上，一定要根据城市区域的历史文化的内涵，运用先进的科技产品，准确地把握桥梁建筑物的特征进行有的放矢的设计。由于受二极管阵列的价格与光通量成正比的障碍、可选择的 LED 光源能效太低的制约，设计

异状投光灯具发光的光通量受到限制，在一定层面上影响了饮马桥的灯光效果。

我们本着“抛砖引玉”的目的，去评价或分析一个实施过的 LED 照明工程，通过 LED 灯光渲染将混合桥梁夜间的主体造型呈现给大家。

参 考 文 献

- [1] 蔡明诚. LED 与霓虹灯光源在景观照明设计中的应用. 中国(上海)复旦大学.《全国电光源科技研讨会论文集》

(上接第 80 页)

- [2] IES LM-63-95, IESNA Standard File Format for Electronic Transfer of Photometric Data
- [3] ANSI/IESNA LM-63-2002, IESNA Standard File Format for Electronic Transfer of Photometric Data and Related Information (to appear)
- [4] CIBSE TM14: 1988, CIBSE Standard File Format for the Electronic Transfer of Luminaire Photometric Data
- [5] Stockmar, A. W. EULUMDAT-ein Leuchtdatenformat für den europäischen Beleuchtungplaner. Tagungsband Licht, 1990: 641 ~ 644
- [6] CIE 102-1993, Recommended File Format for Electronic Transfer of Luminaire Photometric Data
- [7] IESNA Computer Committee. The Lighting Software Directory. LD + A Lighting Design + Application, 2005 (9): 69 ~ 77
- [8] Judith Block, John Bullough, Mariana Figueiro. IESNA Lighting Handbook. 9th Edition. New York: The Illuminating Engineering Society of North America
- [9] GB 9468 - 1988, 道路照明灯具光度测试