

# 典型高大厂房墙壁照度取值研究

高大厂房墙壁照度值是高大厂房照明计算简化公式的重要数据,但是其取值不易通过一般照明推导计算获得。提出了一种将高大厂房按照用途分类,分别对各类厂房采用软件仿真计算的方法,获取了三种典型高大厂房的墙壁照度值通用数据。通过对一个高大厂房案例软件仿真,验证了相应数据在高大厂房照明计算简化公式中能够正确应用。

李 鹏/中船第九设计研究院工程有限公司

## 1 典型高大厂房照明要求分析

高大厂房是船厂厂区内最常见的建筑样式之一,也是其他很多工业领域较为常见的工厂厂房。

GB 50034—2013《建筑照明设计规范》按照厂房内生产活动的类型,将工业生产分为粗加工、一般加工和精密加工三类用途,其照度标准分别为200 lx、300 lx和500 lx<sup>[1]</sup>。用于精密加工的高大厂房较为罕见,不作为典型厂房考虑;而随着生产活动机械化程度的提高,很多大型原材料处理厂房的照度标准已不需要按照粗加工的要求考虑,生产一线通常采用150 lx的照度要求。因此,典型高大厂房工作面照明标准可分为三类:150 lx(大件加工)、200 lx(粗加工)和300 lx(一般加工)。

## 2 高大厂房墙壁照度值的工程意义

《建筑照明设计规范》规定工作面照度的高度选择为0.75 m<sup>[1]</sup>,相比高大厂

房通常在10 m以上的层高而言,可以忽略不计<sup>[2]</sup>。忽略工作面高度并整理计算过程,可以得到高大厂房照明计算简化公式,能够利用已知建筑要求得到照明要求,计算公式为<sup>[3]</sup>

$$\Phi = \frac{2(a+b)HE_{\text{wall}}}{K_x} + \frac{abE_{\text{work}}}{K_x} \quad (1)$$

式中, $a$ 、 $b$ 和 $H$ 分别为建筑空间的长、宽和高; $K_x$ 为维护系数; $E_{\text{work}}$ 为工作面照度水平; $E_{\text{wall}}$ 为墙壁平均照度值; $\Phi$ 为照明要求中使用灯具的总光通量。

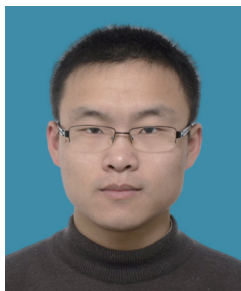
利用软件仿真的方法可以证明式(1)的正确性,简化公式在高大厂房照明计算中可以实际应用<sup>[4]</sup>。

工程设计人员在高大厂房照明设计中应用式(1),能够避免进行烦琐的利用系数法运算,套用公式便可直接得到照明设计要求,方便快捷。

然而简化公式中墙壁平均照度值 $E_{\text{wall}}$ 无法通过直观建筑数据得到,也无法在规范中查阅到相应条文。通过对典型高大厂房仿真可以得到相应的墙壁照度值,将该值视为定值便可应用在高大厂房照明计算简化公式中,方便照明计算。

## 3 高大厂房墙壁照度值仿真计算

高大厂房通常层高很高,面积很大<sup>[2]</sup>,这里以60 m×80 m的厂房为例,其建筑高度分别为10 m、15 m、20 m、25 m、30 m、35 m、40 m、45 m以及50 m。以这些面积相同,层高各异的高大厂房为例,分别选择配光曲线合适的灯具进行照明仿真,使之工作面照度值分别达到



李 鹏/工程师

### 关键词/Keywords

典型高大厂房·  
墙壁照度值·  
简化公式·  
DIALux仿真·

工业和信息化部,船舶企业能耗评价及监控管理系统研究(船舶节能措施和节能技术研究)。

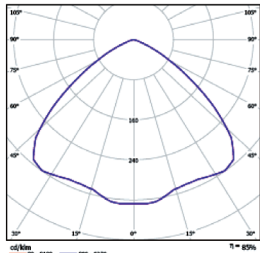
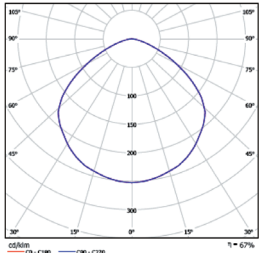
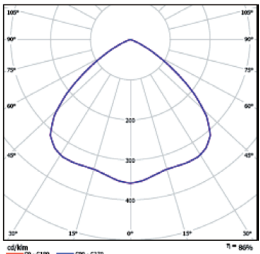
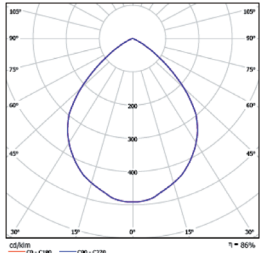
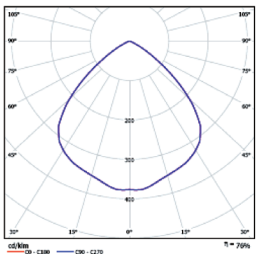
150 lx、200 lx和300 lx的照明要求，在仿真结果中提取各种墙壁照度数据进行分析，即可得典型高大厂房的三种墙壁照度值要求。

3.1 仿真过程

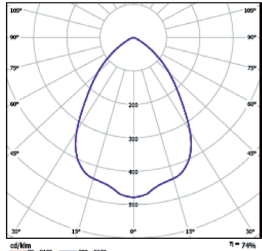
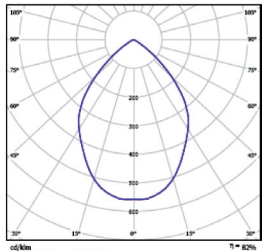
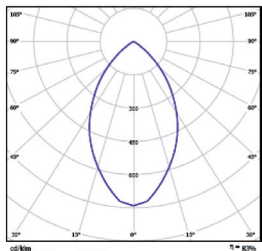
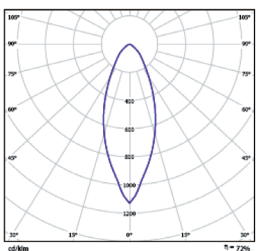
应用DIALux软件进行照明设计和照明仿真，

一方面能够使用大量第三方公司的灯具插件；另一方面也可以得到准确的照明数据。这里选用Philips公司的金属卤化物灯光源进行照明仿真，针对不同高度的厂房选用的灯具型号及其主要照明指标如表1所示。

表1 各高度厂房应用的金属卤化物灯灯具资料表

| 厂房高度/m | 灯具型号                                                                         | 功率/kW | 光通量/lm | 配光曲线                                                                                  |
|--------|------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 10     | Philips HPK380<br>1 × HPI – P400W – BU P – WB<br>+ GPK380 R D465             | 428   | 32 500 |    |
| 15     | Philips MPK110<br>1 × HPI – P400W – BU P – NB<br>+ GPK110 E – WB + ZPK110 GC | 428   | 32 500 |   |
| 20     | Philips HPK150<br>1 × HPI – P400W – BU P – WB<br>+ GPK150 R                  | 428   | 32 500 |  |
| 25     | Philips HPK380<br>1 × HPI – P400W – BU P – MB<br>+ GPK380 R D465             | 428   | 32 500 |  |
| 30     | Philips MPK110<br>1 × HPI – P400W – BU P – WB<br>+ GPK110 R + ZPK110 GC      | 428   | 32 500 |  |

(续)

| 厂房高度/m | 灯具型号                                                                | 功率/kW | 光通量/lm | 配光曲线                                                                                  |
|--------|---------------------------------------------------------------------|-------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 35     | Philips OPTIBAY HPK225<br>NB CLOSED VERSION<br>1 × HPI – P400W – BU | 425   | 35 000 |    |
| 40     | Philips MPK110<br>1 × HPI – P400W – BU P – MB<br>+ GPK110 R         | 428   | 32 500 |    |
| 45     | Philips HPK150<br>1 × HPI – P400W – BU P – NB<br>+ GPK150 R         | 428   | 32 500 |   |
| 50     | Philips PHOENIX<br>MDK900 AL (N) C<br>1 × HPI – P400W – BU          | 425   | 35 000 |  |

使用DIALux照明仿真计算软件，建立各个厂房模型，其面积皆为60 m × 80 m，高度依照前述分别设定。图1为20 m厂房的建筑模型<sup>[5]</sup>。



图1 20 m厂房建筑模型

针对不同高度的厂房，依照表1的要求选择灯具，并合理布置，使之满足三种典型厂房的照度要求，即水平照度值分别达到150 lx、200 lx和300 lx。

使用DIALux软件的计算功能进行仿真计算可以得到大量照明仿真数据，并生成各种照明计算模型。按照GB 50034—2013的要求，船厂厂房维护系数选择0.7，工作面高度选择0.75 m<sup>[1]</sup>。图2为50 m厂房使用了Philips PHOENIX MDK900 AL (N) C 1 × HPI – P400W – BU灯具后满足300 lx水平照度值的照明仿真模型。

3.2 仿真计算结果

经过DIALux仿真软件的计算，照明模型中照明计算数据较为全面，提取各模型的墙壁照度值，并

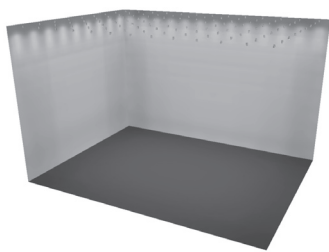


图2 50 m厂房一般加工要求照明仿真模型

按照几种高大厂房的分类分别列写，如表2所示。

表2 各高大厂房墙壁照度值计算数据统计表

| 墙壁照度值 $E_{\text{wall}}$ /lx  | 高大厂房工作面照度值 $E_{\text{work}}$ 要求    |                                    |                                    |
|------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
|                              | $E_{\text{work}} = 150 \text{ lx}$ | $E_{\text{work}} = 200 \text{ lx}$ | $E_{\text{work}} = 300 \text{ lx}$ |
| 10 m厂房 $E_{\text{wall}}$ /lx | 50                                 | 72                                 | 111                                |
| 15 m厂房 $E_{\text{wall}}$ /lx | 70                                 | 90                                 | 142                                |
| 20 m厂房 $E_{\text{wall}}$ /lx | 67                                 | 90                                 | 135                                |
| 25 m厂房 $E_{\text{wall}}$ /lx | 65                                 | 81                                 | 128                                |
| 30 m厂房 $E_{\text{wall}}$ /lx | 70                                 | 94                                 | 135                                |
| 35 m厂房 $E_{\text{wall}}$ /lx | 67                                 | 90                                 | 135                                |
| 40 m厂房 $E_{\text{wall}}$ /lx | 66                                 | 89                                 | 133                                |
| 45 m厂房 $E_{\text{wall}}$ /lx | 65                                 | 83                                 | 127                                |
| 50 m厂房 $E_{\text{wall}}$ /lx | 60                                 | 80                                 | 117                                |

3.3 结果分析及结论整理

以上高大厂房仿真过程中，灯具的选择满足厂房高度对灯具配光曲线的要求<sup>[6]</sup>，照明计算算法依照经典计算方法<sup>[5]</sup>，计算结果符合规范规定<sup>[1]</sup>，因此可视为典型高大厂房墙壁照度值数据。

整理表2中计算数据，取各典型高大厂房的墙壁照度值的平均值，如表3所示。

表3 典型高大厂房墙壁照度值取值表

| 典型高大厂房用途                      | 大件加工 | 粗加工 | 一般加工 |
|-------------------------------|------|-----|------|
| 工作面照度要求 $E_{\text{work}}$ /lx | 150  | 200 | 300  |
| 墙壁照度值 $E_{\text{wall}}$ /lx   | 64   | 85  | 129  |

表3中数据作为三类典型高大厂房的墙壁照度值取值，用于高大厂房照明计算简化公式中，方便可行，简单易用。

4 照明仿真案例

选择典型案例，应用高大厂房照明计算简化公式进行照明计算，便于直观展示式（1）的应用，也能验证墙壁照度值 $E_{\text{wall}}$ 的准确性。

选取前述仿真案例中厂房之一，首先应用公式计算得到照明计算方案，然后应用仿真软件验证公式计算结果，便可知公式应用及其墙壁照度值选取的准确性。

4.1 照明设计方案的确定

这里选择大件加工要求的20 m高度厂房进行验证。首先确定式（1）中各建筑指标， $a$ 、 $b$ 和 $H$ 取值分别是80 m、60 m和20 m；按照《建筑照明设计规范》， $K_x$ 取值0.7<sup>[1]</sup>；最后确定工作面照度值 $E_{\text{work}}$ 和墙壁照度值 $E_{\text{wall}}$ ，前者选取为150 lx，后者参考表3取值为64 lx；将以上数据带入式（1），可得

$$\begin{aligned}\Phi &= \frac{2(a+b)HE_{\text{wall}}}{K_x} + \frac{abE_{\text{work}}}{K_x} \\ &= \frac{2 \times (60 \text{ m} + 80 \text{ m}) \times 20 \text{ m} \times 64 \text{ lx}}{0.7} + \frac{60 \text{ m} \times 80 \text{ m} \times 150 \text{ lx}}{0.7} \\ &= 1541571.43 \text{ lm}\end{aligned}$$

选取表1中型号为Philips HPK150 1 × HPI-P400W-BU P-WB+GPK150 R的金属卤化物灯进行照明计算。该型灯具单灯光通量为32 500 lm，因此照明设计要求灯具数目应为

$$n = \frac{\Phi}{\phi} = \frac{1541571.43 \text{ lm}}{32500 \text{ lm}} = 47 \text{ 盏}$$

实际照明工程中的灯具布置应按照厂房形状修正计算数据，因此应用48盏金属卤化物灯进行6 × 8布置，便于使用合适的灯具布置来完成照明设计。

4.2 照明方案的验证

应用DIALux照明设计软件，首先建立厂房建筑模型（见图1）；然后根据表1选择照明灯具，并按照6 × 8的排列方式布置，确定维护系数为0.7，确定工作面高度为0.75 m<sup>[1]</sup>，完成模型的照明设计；最后，应用DIALux软件对照明模型进行仿真计算，生成仿真计算模型，如图3所示。

选取仿真计算结果中工作面照度数据，为175 lx，比标准照度值高10%。根据GB 50034—2013《建筑照明设计规范》的规定，设计照度值与照度标准值允许偏差为±10%<sup>[1]</sup>，因此仿真结果中照明数据满足规范要求，照明仿真案例支持式（1）和典型高大厂房墙壁照度值的取值要求，即表3的数据。

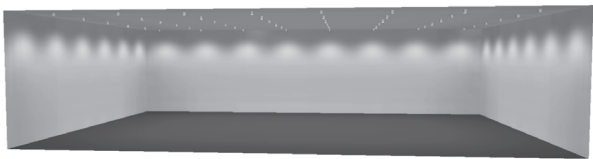


图3 20 m厂房大件加工要求照明仿真模型

5 结束语

准确确定墙壁照度值，在照明工程和照明计算中并不可行。本文确定了一种结合典型高大厂房分类分别获取墙壁照度值得方法。将高大厂房按照用途分类，既契合照明规范对工业建筑分类的精神，又符合实际生产要求，是墙壁照度值取值较为可行的方法。

通过仿真大量典型高大厂房，计算墙壁照度值平均值，以获取通用的参考数据，确实存在不尽全面之处。不过由于高大厂房层高很高、面积巨大的自身特点，墙壁照度值基本不随厂房高度变化<sup>[7]</sup>，因此表3中通用数据在实际应用中是可行

的，通过软件对大件加工要求的20 m厂房仿真也验证了这一点。

参考文献

[1] GB 50034—2013 建筑照明设计规范 [S].

[2] 李鹏，张晓明，周宏. 高大厂房照明设计的功率密度值限制 [J]. 光源与照明，2013，36 (2)：29-32.

[3] 李鹏，高小平，周宏. 高大厂房照明设计的简化计算 [J]. 电气应用，2014，33 (18)：29-31.

[4] 李鹏. 高大厂房照明计算简化公式的仿真验证 [C]. 2014年中国照明论坛，杭州，2014：309-313.

[5] 肖辉. 电气照明技术 [M]. 北京：机械工业出版社，2009.

[6] 邹吉平. 灯具配光曲线及其标准格式 [J]. 照明工程学报，2007，18 (2)：76-80.

[7] 李鹏，张晓明，周宏. 高大厂房墙壁照度值研究 [J]. 现代建筑电气，2013，4 (12)：9-12.

(收稿日期：2015—08—07) EA

(上接第17页)

务服务器 (HOST) 和通信机通信；备用服务器 (STANDBY) 主要监视正在运行的主服务器的运行状态并处理相应的数据备份。当主服务器出现故障时，备用服务器会立即自动切换到运行状态。

该系统的主要特点是主站通信网络采用双网结构，各通信子站之间通信网络采用光纤环网结构，系统设置两个系统工作站，负责对10 kV开关站以及各个低压配电站内主要电气设备的模拟量以及信号量状态进行监测，对断路器以及变压器等设备进行遥控/遥调。主站的双网结构可以大大增强系统的通信结构可靠性，子站采用环网结构可以提高系统的通信可靠性。系统安装了GPS对时装置，由服务器接受GPS信号，然后通过服务器对所有监控设备进行对时，这样就可以保证整个系统时间的一致性。

该配电网自动化系统结构简单、清晰，通过6个分布在不同通信子站的远程传输单元 (RTU) 采集中压开关站及各个低压配电站内需要通信的

设备信号 (通信协议为Modbus)，通过RTU的处理然后将所有信息送到通信服务器 (通信协议为IEC 807\_5\_104)。可以通过监控室内的SWITCH实现远程访问或与上级调度系统进行通信。由于采用了环网结构，即使某两个通信子站之间的通信线路出现故障，也能保证所有通信子站的正常通信，使得整个配电网系统的通信可靠性得到保障，并且在每个通信子站内都可以监控到其他子站的设备状态，使得调试及维护更加方便、快捷。

3 结束语

配电网自动化要结合具体配电网的结构特点，以制定出符合该配电网供电可靠性以及用户要求的自动化控制方案。

本文结合MicroSCADA系统的功能特点及某工厂的配电网结构，有针对性地介绍了一套配电网自动化方案。对MicroSCADA系统在配电网自动化中的应用具有指导作用。

(收稿日期：2015—03—20) EA