

電氣照明設計手冊

重工業出版社

電氣照明設計手冊

Г. М. Кнорринг 著

張薏楚·朱百里 譯

重工業出版社

原出版者的話

本手冊提供了設計電氣照明裝置的主要資料，闡明了照明的各種計算方法。此外，對選擇照明器及必需材料亦作了指示。

本手冊可供從事電氣照明設計的工程師和技術員參考。

Г. М. Кнорринг
СПРАВОЧНИК ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОСВЕЩЕНИЯ
ГОСЭНЕРГОИЗДАТ (1952 年修正第三版)

* * *

電氣照明設計手冊

張蓋楚 朱百里譯

重工業出版社（北京東交民巷 26 號）出版
北京市書刊出版業營業許可證出字第〇一五號

* * *

北京市印刷一廠印

一九五三年七月第一版

一九五三年七月瀋陽第一次印刷（1—3,000）

一九五三年十二月北京第二次印刷（3,001—11,000）

一九五四年六月北京第三次印刷（11,001—14,000）

$31'' \times 43'' \frac{1}{25} \cdot 150,000$ 字 · 印張 $5 \frac{3}{4}$ · 定價 8,500 元

* * *

發行者 新華書店

原作者的話

本手冊第二版係在 1946—1947 年，即在偉大衛國戰爭結束後恢復了正規的技術標準時期準備付印的。自然，該版反映了過渡期中的特點，因此在出版時其部分內容顯得業已過時。

本版出版時，條件較為良好，基本上搜集了戰後時期所批准的技術數據。但是，應該注意，隨着我國所有技術部門的迅速發展，對修改技術標準、計算方法、製品規格等工作也將不停地進行。因此，本手冊所採用的材料穩定度也是相對的。

作者在編著本手冊時，參考了最新的標準和產品目錄資料，特別是電氣設備安裝規程（1950 年第一版及第二版）及審定電站部所採用的這些規程的全蘇委員會提出的修正部分，熒光燈照明規程及標準等。

在本版中大加修改和補充的部分計有：

- 1) 全部修改照明標準部分的資料，使其符合 ГОСТ 3825—47 及住宅和公共建築物的人工照明標準；
- 2) 增加作者在 1949 年所編之單位照度標準；
- 3) 增加專門敘述熒光燈照明的一章。

所有其餘的資料均經重新修改、部分地加以訂正和補充。

作 者

目 次

第一章 總 論	I
1 光量及其單位	I
2 光源之分配	2
3 照度之計算	2
4 材料的發光特性	4
第二章 照明系統、照明種類及照度之選擇	9
5 照明質量	9
6 照明系統	9
7 照明種類	10
8 照度之選擇	11
9 備用係數	21
第三章 白熾燈	22
10 白熾燈	22
第四章 照明器	29
11 分 類	29
12 照明器在照明技術上之選擇	30
13 根據環境條件選擇照明器	31
14 照明器配置位置之選擇	32
15 標準照明器	33
第五章 按光通量利用係數法及單位容量計算照明	41
16 方法概述	41
17 η 及 Z 值之確定	42
18 計算示例	42
19 單位容量	43
第六章 按逐點法計算照明	62
20 方法概述	62
21 規定照度之確定	62

22	計算方法之指示	63
23	傾斜面照明之計算	63
24	採用照明器的外部照明之計算	64
25	示 例	66
第 七 章	投光燈照明之計算	74
26	概 述	74
27	等照線之構成和規定點照度之確定	75
28	等照線之分佈	80
第 八 章	電氣照明線路之設計	83
29	供電電源及線路之配置	83
30	線路之裝設	86
31	中性接地及接地	89
第 九 章	電氣照明線路之計算	103
32	概 述	103
33	根據負荷電流和保護設備的額定電流選擇導線截面	103
34	根據電壓損失計算線路的單一線段	104
35	支線線路最小金屬消耗量之計算	105
36	關於零相線及中性線	106
第 十 章	熒 光 燈	123
37	熒 光 燈	128
38	熒光燈之裝置	124
39	熒光燈照明之計算	125
第十一章	照明設計之編製	131
40	設計資料的內容和編製	131

第一章 總 論

1 光量及其單位

光通量(F)爲人眼所能感覺的光能。其單位爲流明(ЛМ)。

發光強度(I)爲單位立體角的光通量。其關係式如下：

$$I = \frac{dF}{d\omega}$$

發光強度的單位爲國際燭光(c_b)，其值等於 1 流明/斯吉拉基爾(斯吉拉基爾爲立體角之絕對單位)。蘇聯目前所採用的燭光(「新燭光」)，實際上與舊單位(「國際燭光」)無差別。

所謂「發光強度」僅指「一點」的光源，且用以判斷光能在各個方向的強度。

亮度(B)爲一定方向的表面發光強度與發光面投影面積之比，此投影面係與該照射方向垂直。即：

$$B = \frac{dI}{dS \cdot \cos \alpha}$$

亮度單位爲斯蒂伯($сб$)，其值等於 1 燭光/平方公分。實際單位爲千分斯蒂伯(10^{-3} 斯蒂伯)及萬分斯蒂伯(10^{-4} 斯蒂伯)。由某一表面(發光面或照明面)獲得的視覺決定於此一表面的亮度，因此亮度是一種極重要的光量。

被照面亮度的大小，隨其照度、照明材料的發光特性(與照度無關)及方向而變化。

光度(R)爲光通量與其輻射面積之比。即：

$$R = \frac{dF}{dS}$$

光度單位爲拉特流克司(РЛК)，其值等於 1 流明/平方公尺。

照度(E)爲光通量與被照面面積之比。即：

$$E = \frac{dF}{dS}$$

照度單位爲流克司(ЛК)，等於 1 流明/平方公尺。其最小單位爲福特(Φ)，等於 1 流明/平方公分(即 10^4 流克司)，但此一單位極少採用。

照度在實際的照明技術計算中是一個最重要的數值。

所有上述公式，在改爲非微分形式後，能計算出最終面積或立體角的平均值。

2 光源之分配

光源在一定方向的發光強度，可以由光源發光中心用分段直線圖解，其線段之長度（按一定比例）即表示發光強度的大小。

向各個方向所繪製的此種線段，將其在表面上的終點聯接起來，即可求得光度面，此光度面決定於光度體。

如果此一立體與其本身的直立軸對稱時，則光源的分配即完全呈子午線狀的曲線，亦即光度體沿直立軸的截面。換言之，發光強度曲線也就是表示某一子午線平面上發光強度在一定方向和一定大小的終端幾何位置。如果光度體為非旋轉體，則數組子午線平面必須有各自的發光強度曲線。

在頂點為 α 角的三角形圍繞通過頂點的軸迴轉一周所構成的基本立體角（此軸與三角形的邊成 α 角）為：

$$d\omega = 2\pi \sin\alpha d\alpha$$

合成的立體角在 α_1 及 α_2 的界限內，即：

$$\omega = 2\pi (\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)$$

光源在同一界限內的光通量為：

$$F = 2\pi \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} I_{\alpha} \sin\alpha d\alpha$$

決定總光通量時， $\alpha_1 = 0$ ， $\alpha_2 = \pi$

如果已知其關係為 $I_{\alpha} = f(\alpha)$ 即可積分。

在相反的情況下，如果要確定光通量時，可將發光強度曲線按 α 角分成數段，即 $0-10^\circ$ ， $10-20^\circ$ ，…… $80-90^\circ$ ，…… $170-180^\circ$ 。各段的光通量可將在分段方向內發光強度的平均值乘以分段的立體角來求得（見表 1）。

總光通量等於： $F = I_5\omega_{0-10} + I_{15}\omega_{10-20} + \dots$

相反地，當用該段的光通量除以該段的立體角時，即可求得平均的發光強度。

通常以總的光通量除以圍繞一點所成的立體角即為平均的球體發光強度。

$$I_e = \frac{F_e}{4\pi}$$

當平面各點及各方向的亮度相同時，若干光源的配光即呈現規則的幾何體，如圖 1 所示。

3 照度之計算

在一般情況下：

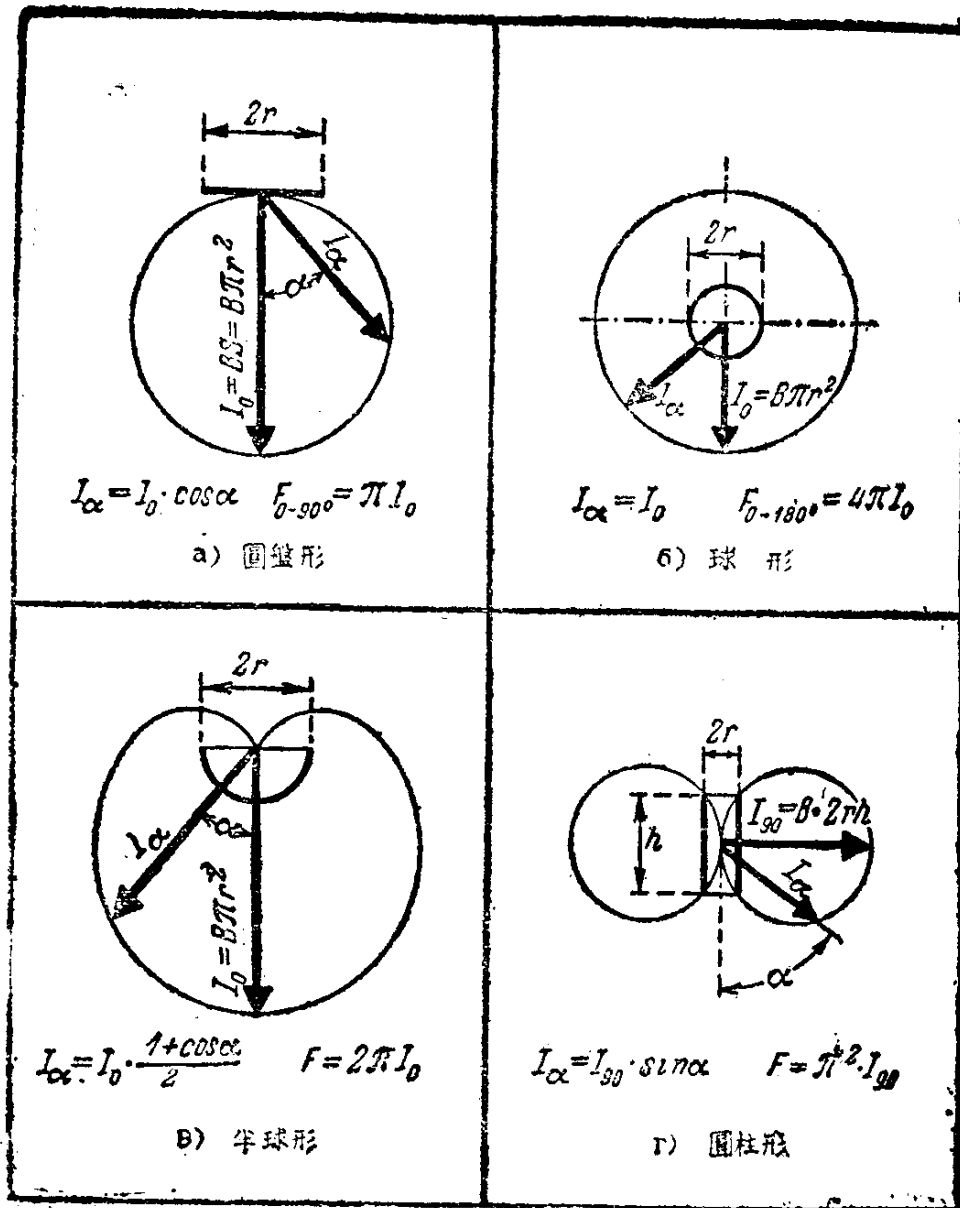


圖 1 配光的幾種情形

$$E = \frac{I_\alpha \cdot \cos \alpha}{r^2}$$

式中, r — 光源至被照點的距離; α — 光的傾斜角, 即光線與通常被照表面間的角度。

確定水平面各點的照度時, 可採用下述簡便公式:

$$E = \frac{I_\alpha \cdot \cos^3 \alpha}{h^2}$$

數字之意義如圖 2 所示。主要數據決定於被照點與光源位置的關係, 用 d (水平距離) 及 h (計算高度) 表示, 其單位為公尺。

當 d 增加時，照度便迅速或緩慢地降低，其值視配光曲線的形狀而定。當配光曲線形狀一定時，即可由一定之已知 d 求得固定的照度。但在必要時，當 d 增加，則照度增加至一定值。

當 h 變化時，則與光源的投影相對應的 S' 點之照度與 h^2 成反比。

如果 d 固定不變且不等於零時，則當 h 增加時，該點的照度由 $E = 0$ ， $h = 0$ 增至最大值，之後，又重新開始下降。

當照度達到最大時的高度為最適當的高度，其值視配光特性而定，並可由微分法或直接計算求得。

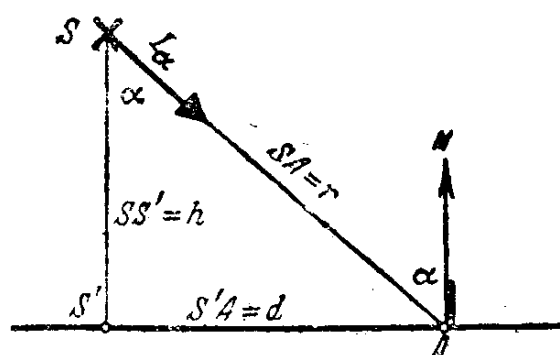


圖 2 照度計算簡圖

根據圖 1 a) 所示的配光為：

$$h_{\text{наиб}} = d$$

而在圖 1 б) 所示的配光時，則為：

$$h_{\text{наиб}} = \frac{d}{\sqrt{2}}$$

垂直面照度 E_B ，由二被照面（圖 2—A 點）的共同點的水平面照度 E_2 計算。在一般情況下：

$$E_B = \frac{P}{h} \cdot E_2$$

式中， P 由光源至被照面的垂直長度。

在個別情況下，當垂直面垂直於三角形 $SS'A$ 之平面時，則

$$E_B = E_2 \cdot \tan \alpha = E_2 \cdot \frac{d}{h}$$

在傾斜面上的照度 E_H 為 $E_H = \psi E_2$

式中， ψ —係數，根據圖 10 的計算圖確定。係為光源的垂直距離與傾斜面或水平面垂直距離的函數。

計算時所必需的三角函數值列於表 2 中。

4 材料的發光特性

落在表面上的光通量，在一般情況下，一部分反射、一部分透射及一部分被吸收。

反射係數 (ρ)、透射係數 (τ) 及吸收係數 (α) 為落到表面上的光通量與反射、

透射及吸收的光通量之比。 ρ 及 τ 的數值列於表 3 中。在此種情況下， $\rho + \tau + a = 1$ 。

光穿過一物體或從一物體反射出來時，將有或多或少的散射。在反射或透射過程中，沒有光的散射時，稱為單向導光(如鏡子、窗戶的玻璃)。

在反射或透射過程中，光的散射使被照面在各個方向獲得同樣亮度時，稱為【擴散】。

擴散反射的物體如石膏、粉筆等。但表面粗糙之紙、布及木材等也幾乎屬於擴散物。

擴散透射的有乳白玻璃。

在擴散反射時：

$$R = E\rho = B\pi; B = \frac{E\rho}{\pi}$$

在擴散透射時：

$$R = E\tau = B\pi; B = \frac{E\tau}{\pi}$$

$$I_a = BS \cos \alpha = I_0 \cos \alpha;$$

$$F = BS\pi = I_0\pi$$

在上述各公式中， E 的單位為流克司； R 為拉特流克司； B 為萬分斯蒂伯； S 為平方公尺。

實際上，大多數物體均具有反射和透射的特性，因而是處於【單向導光】及【散射】之間。

此類物體的亮度為角度的函數，其計算公式如下：

$$B = \frac{E \cdot r}{\pi}$$

式中， r — 亮度係數，等於一定方向之表面亮度與同一條件下理想散射體(即 $\rho = 1$ 的擴散表面)的亮度之比。

分段間之立體角

表 1

子午線間角度之問隔(弧度)		立 體 角 (斯吉拉基爾)
下 半 球	上 半 球	
0—10	170—180	0.096
10—20	160—170	0.284
20—30	150—160	0.463
30—40	140—150	0.628
40—50	130—140	0.774
50—60	120—130	0.807
60—70	110—120	0.992
70—80	100—110	1.057
80—90	90—100	1.092

[illegible]

反射及透射係數的近似值

表 3

材 料 名 稱	ρ %	τ %
窗玻璃·····	8	90
磨沙玻璃·····	12	75
乳白色玻璃(完全不能見燈絲)·····	50	35
蛋白色玻璃(恰好看到燈絲)·····	35	55
蛋白色玻璃(燈絲清楚地看到)·····	25	70
塗水銀之鏡面玻璃·····	70	—
同上，但為鍍銀的·····	85	—
磨光銀面·····	92	—
磨光鉻面·····	65	—
磨光鋁面·····	66	—
表面不平之鋁面·····	62	—
磨光鎳面·····	55	—
磨光黃銅面·····	65	—
粗糙黃銅面·····	55	—
磨光鋼面·····	50	—
白錫·····	65	—
未經加工之黑色金屬·····	10—20	—
白亮木材·····	40以下	—
灰暗木材·····	10以上	—
煤·····	3—5	—
乾黏土·····	15	—
濕黑土·····	5	—
乾 砂·····	30以下	—
濕 砂·····	10以上	—
青草層·····	9—15	—
初降雪·····	85	—
硫酸鋇、氧化鎂·····	95	—
粉筆、石膏、石灰·····	85	—
白紙·····	60—80	—
暗色壁紙·····	6以上	—
鮮明壁紙·····	50以下	—
白斑瑯·····	65	—
黑絲絨·····	0.2	—
黑 皮·····	1—1.5	—

第二章 照明系統、照明種類及照度之選擇

5 照明質量

照明裝置的質量是否優良，視能否保證必要的明晰的視覺而定。

祇有正確選擇照度，始能使工作表面具有足夠的亮度。在視覺範圍內的其他面（如牆壁、地板、天棚等）的亮度，亦具有重要的意義。因為祇有當其具有足夠的亮度時，始能減少視覺範圍內的亮度差及減輕視力工作。通常採用照明器以利用上半球的光通量，同時裝置局部照明以及一般照明等方能獲得足夠的亮度。

零件與背景間的亮度或色度差，視光的方向及光譜而定。

照明的均勻度無特殊規定，但在均勻的一般照明的條件下， E_{max} 與 E_{min} 之比，不應大於 2—3。

直射眩光（無效因數）在視覺範圍內，產生眩惑並降低眼睛的工作能力。如果採用遮影罩照明器並增加其懸掛高度則能使眩光減弱。

反射眩光（無效因數）係由工作面上有鏡面反射而產生。減少反射眩光的方法為使照明器傾斜配置或使工作面特別傾斜，及採用遮影罩等。

陰影（無效因數）在擴散光照明、正確選擇光的方向（有時為交叉）及增加照明器尺寸的條件下即可減弱。

照度的固定性。照度變動的大小約為 5% 左右，係隨照明器轉動程度和線路中電壓的波動而變化。

採用與白晝或太陽光譜相近似的光源，能達到被照表面的色度均勻配合（1 發光色度）。

6 照明系統

一般照明的目的，在於使整個被照面有明晰的視覺。在整個被照面上有同樣的視覺條件時，稱為均勻的一般照明；而各部分間的視覺條件有差別時，則稱為局部的一般照明。

當為均勻的一般照明時，具有相同的視覺條件。而在不均勻的情況下（局部的照明），則有不同的視覺條件。

在均勻的一般照明的條件下，照明器的型式、容量、懸掛高度及彼此間相距的距離，通常在整個房間內均應一致。

均勻的一般照明用於生活及輔助性建築物，以及住宅、辦公室、學校及醫療機

關等。但後四者應預為考慮桌燈用插座。

在工作位置異常稠密或整個廠房均有可能進行工作的生產廠房內，均勻的一般照明，其照度通常不超過 30—50 流克司。而在混合照明系統中，所採用的一般照明，幾乎均為均勻照明。

在局部的一般照明的條件下，通常每一照明器或每組照明器的型式、配置及容量均單獨進行選擇，務使其適應工作位置的配置及特點。局部的一般照明，通常應用於大面積的工作面，特別是應用於不在同一水平面或要求一定發光方向的工作面。

局部照明的目的，僅在於保證所安裝的工作位置具有必要的明晰視覺條件。如果採用局部照明時，必須在該照明場所的輔助面積上裝置一般照明以減少視覺範圍內的亮度差。

一般照明與局部照明配合，即構成混合照明系統。

就電能的消耗而言，混合照明通常較一般照明為經濟，但其原始費用較高。在工作位置需要高度照度、工作位置稀疏、對發光方向有特殊要求等條件下，均應採用混合照明。

採用移動式照明器（通常接至插座）的臨時性局部照明，通常稱為移動照明（以前均稱為修理照明）。在有機械設備、鍋爐、儲藏室及需要進行內部檢查的其他裝置的廠房內，均應採用移動照明。同樣，移動照明亦應用於模型車間、裝配車間以及與此類工作相類似的場所。

7 照明種類

除主要工作照明外，在大多數情況下，應採用事故照明（根據ГОСТ3825—47）。

事故照明是在黑暗中有可能發生爆炸或發生火災及生產過程長期停頓（例如冶金、造紙、玻璃等工業的車間）或整個用戶之電源中斷（例如中央熱電站、巨型變電所、電話局、自來水廠等）時，供繼續工作使用。此種事故照明必須保證工作表面的照度不小於工作照明所需照度的 10%。

事故照明在下列情況下，供工作人員疏散之用：

A) 由於工作人員在黑暗中不小心而會引起爆炸、着火、羣衆性的大批挫傷、中毒等事故的生產廠房內；

B) 人數在 50 人以上的生產廠房內，由於燈光熄滅而機械繼續工作有引起撞傷的可能，或因照明中斷，人們通過有危險的場所之建築物內；

B) 在甬道、消防車道、走廊、樓梯以及人數在 50 人以上的生產廠房內；

Г) 在人員大量密集的公共場所內。

此種事故照明必須保證主要甬道地面上的照度不低於0.1 流克司。

在廣義上,上述「Г」項內的事務照明,根據住宅及公共建築物人工照明標準的要求,在下述情況下亦須裝置:

- a)同時有 50 人以上通過的公共建築物(經過主要的甬道);
- b)同時有 100 人以上的單獨建築物內在其出入口處應裝置照明指示燈;
- в)在「兒童之家」、托兒所、幼兒園(不拘人數多少)內;
- г)在五層以上並有電梯的住宅之樓梯上。

上述場所內,其地面之最低照度不得低於0.3 流克司。

在有人員經常往來的建築物內,事故照明的照明器必須在工作照明的整個時間內同時開亮,或在工作照明發生故障時能自動接上。事故照明的照明器在外形上必須與工作照明的照明器有別。祇有在一晝夜中均進行工作之車間或採用小容量燈時,事故照明線路擔任一部分工作照明才是合理的。

8 照度之選擇

選擇照度時應考慮:各種零件之最小尺寸、眼睛至工作表面的距離、背景的反射係數、零件與背景間的對比、視力緊張的久暫、接觸工作物有無危險以及衛生要求等。

工業企業的照度為ГОСТ3825—47 所規定(參閱表4—5)。至於ГОСТ的統一採用可根據ГОСТ按各企業所制訂的標準(表6)。對於某些非工業建築物可採用蘇聯電站部工業動力檢查局和動力監察局以及全蘇國家衛生檢查局所頒佈的標準(表7)。而街道的照度標準,則在「電氣設備安裝規程」的街道照明篇內亦有規定(表8)。

對於細緻工作(考慮了局部照明的照明器能具有高度照度的相對靈活性),其照度標準規定有一般照明及混合照明的不同值,而在後者的場合下是較大的。在採用局部照明時的一切情況下,同樣均應考慮在工作面上產生不小於標準照度10%的一般照明,但所產生的照度亦不應大於30 流克司(通常均採用30 流克司)。

在個別情況下(例如特別細緻的工作或必須區別亮度極小的物體或有色度差的工作),照度應作個別考慮。至於熒光燈照明的照度標準,則可參閱第十章。