

电影銀幕 及其制作法

阿·維·洛·夫 著
波特格羅杰茨基

2
2
中國電影出版社

目 录

緒言	(1)
第一章 銀幕的照明技术及其試驗方法概述	(2)
銀幕的照度	(2)
銀幕的反射系数	(4)
銀幕的亮度系数	(7)
透射系数	(9)
光的吸收	(11)
試驗銀幕的方法	(11)
第二章 銀幕的种类及其特性	(16)
第三章 根据观众厅的形狀选择銀幕的类型	(18)
第四章 銀幕的制作方法	(25)
漫反射銀幕	(25)
方向性散射銀幕	(32)
透光銀幕	(44)
第五章 白晝电影的銀幕	(54)
第六章 电影銀幕的鑲边	(58)
第七章 銀幕的保护	(61)

緒 言

电影銀幕是电影放映设备的不可缺少的一部分，因为观众是在銀幕的反射面上观看映象的。

观看电影时，观众的注意力长时间地集中在銀幕上，致引起视力一定程度的紧张。

銀幕上的映象有很好的亮度，就能改进放映的质量，减轻观众眼睛的疲劳。

固定式电影放映单位的銀幕主要以以下几个部分组成：

- 一) 映出影象的反射面；
- 二) 用以装置反射面的框；
- 三) 镶边；
- 四) 幕帷。

制作得精细和装设得正确的銀幕，使观众能更好地观看銀幕上的映象。

銀幕反射面的照明技术特性根据其制作法的不同而有很大的差异。

制作某些类型的銀幕（玻珠銀幕，蜂窝銀幕）需要复杂的专用设备，因此这些銀幕的生产只能在一些适当的企业里来组织，而适用于大多数观众厅的漫反射銀幕和金属銀幕的反射面，可以由电影放映单位的工作人员来制作。

本书着重叙述的是那些不需要特有材料和复杂设备来制作的銀幕的制作方法及其所需用的材料。

第一章

銀幕的照明技术及其試驗方法概述

銀幕的照度

假如用 F 流明* 的光流均匀地散射在 S 平方米面积的某一表面上, 那么, 这个表面的照度就等于:

$$E = \frac{F}{S},$$

也就是說, 照度等于射在被照亮的1平方米表面上的光流。

照度以勒克斯 (лк) 或辐透 (ϕ) 来測量。1 勒克斯等于1流明的光流均匀地散射在1平方米表面上的照度; 1 辐透等于均匀地散射在 1 平方米面积上的1流明光流的表面密度。因而,

$$1 \text{ лк} = \frac{1}{10^4} \phi = 0.0001 \phi.$$

1 勒克斯的照度值極微, 在这样的照度下閱讀是不可能的。室內的照度通常不低于15勒克斯。电影放映單位要使影片放映得好, 銀幕的照度應該是100勒克斯左右。

在表1中列出了当使用各种类型并具有不同数值的光流的电影放映机时, 根据这些銀幕的面积而求得的銀幕的照度。* *

銀幕的照度与銀幕表面的顏色和特性無關, 照度只是由被照射的表

* 光源在一秒鐘內輻射出来的光能的数量叫作光流或光通量 (F)。通常把1流明看作一个光流單位。

* * 見戈爾陀夫斯基著“电影放映光学四講”一書, 国立电影出版社, 1951年出版。中譯本已于1954年由中央文化部电影局出版。

各种银幕的照度、银幕的大小和电影放映机光流的关系

银幕的大小		在使用各种类型电影放映机的情况下银幕的照度（以勒克斯计）			
宽 (米)	高 (米)	16-3 П (光流等于 120流明)	K-301, K303, “烏克 蘭” (光流等于250流 明)	CKП-26 (光流等于 1750流明)	KПТ-1 (光流等于 3500流明)
1.5	1.09	1.64	250 : 1.64 = 152	1750 : 1.64 = 1076	3500 : 1.64 = 2146
2.0	1.46	2.92	250 : 2.92 = 85	1750 : 2.92 = 600	3500 : 2.92 = 1200
2.6	1.9	4.94	250 : 4.94 = 51	1750 : 4.94 = 350	3500 : 4.94 = 700
3	2.19	6.57	250 : 6.57 = 38	1750 : 6.57 = 270	3500 : 6.57 = 540
4	2.92	11.68	250 : 11.68 = 21	1750 : 11.68 = 150	3500 : 11.68 = 300
5	3.65	18.25	250 : 18.25 = 14	1750 : 18.25 = 96	3500 : 18.25 = 192
6	4.28	26.28	250 : 26.28 = 9.5	1750 : 26.28 = 67	3500 : 26.28 = 134
7	5.11	35.55	250 : 35.55 = 7.0	1750 : 35.55 = 49	3500 : 35.55 = 98
8	5.84	46.72	250 : 46.72 = 5.5	1750 : 46.72 = 37	3500 : 46.72 = 74
9	6.75	59.13	250 : 59.13 = 4.2	1750 : 59.13 = 30	3500 : 59.13 = 60
10	7.3	73.0	250 : 73.0 = 3.4	1750 : 73.0 = 24	3500 : 73.0 = 48

面的面积和光流的数值来决定的。如果把銀幕涂成黑色，那么銀幕的照度是仍然不变的，但是所有射在黑色表面上的光都被表面所吸收，而到不了观众的眼里。因此，銀幕看上去是黑色的，銀幕上的映象也就看不見。

假如我們有兩块銀幕，表面的反射系数一块是0.60一块是0.85，那么这两块銀幕在同一照度下，射在銀幕表面上的光綫就有60%或85%相应地反射到观众的眼里。这样，这两块銀幕的表面虽然是白色的，但是在后一种情况下，其表面会使观众觉得比較亮些。銀幕的亮度决定于射在銀幕上的光流的数值，即决定于銀幕的照度。

但是仅按銀幕的照度来判断电影放映的質量是不正确的，因为观众所看到的不是射在銀幕上的光流，而是从銀幕的表面反射出来的光綫。

銀幕的反射系数

如果在光流傳播的路上放置一个什么物体，那么这物体就会影响光流，改变光流在空間散射的数量和特性。一部分光流从这个物体上反射出来，一部分被物体吸收，其余的則透过此物体。透过物体的和吸收的光愈少，則物体的反射性能愈高。反射性能用反射系数来測量。

从銀幕（ F_p ）上反射出来的光流和射在銀幕（ F_p ）上的光流之間的比例称为銀幕（或其他物体）的反射系数（ ρ ）：

$$\rho = \frac{F_p}{F_t}。$$

銀幕的反射系数决定于銀幕表面的質量。物体表面反射光綫永远是根据入射角等于反射角这个著名的定律。

根据反射面特点的不同，物体所反射的光流在空間的分配也有差异。如果表面是磨得很光滑的，那么兩条平行的光綫便以同一角度射到表面上，因而反射出来的光綫也是平行的（鏡面反射）。如果表面是無光澤的，即稍微有些粗糙，那么兩条非常接近的平行光綫便以不同的角度射到这平面上，因而光綫就向各个方向反射（漫反射或散射反射）。

由此可見，光的反射可以分为以下几类：

(一) 当入射光线和反射光线在入射面法线的两边时, 是方向性反射或镜面反射 (图1, a);

(二) 反射光线集中在镜面反射定律所规定的方向, 是方向性散射反射 (图1, b);

(三) 反射光线均匀地散布在反光平面的一边, 是漫反射 (图1, c)。

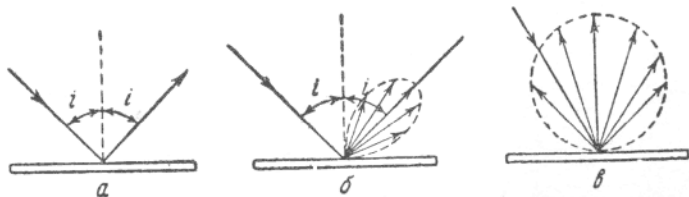


图1. 光线的反射

a ——方向性反射; b ——方向性散射反射; c ——漫反射

当反射面是磨光的或是很光滑的时候, 如静水面、水银面或优良的镜面的时候, 光的反射定律就特别简单。许多照明器都利用这种反射。

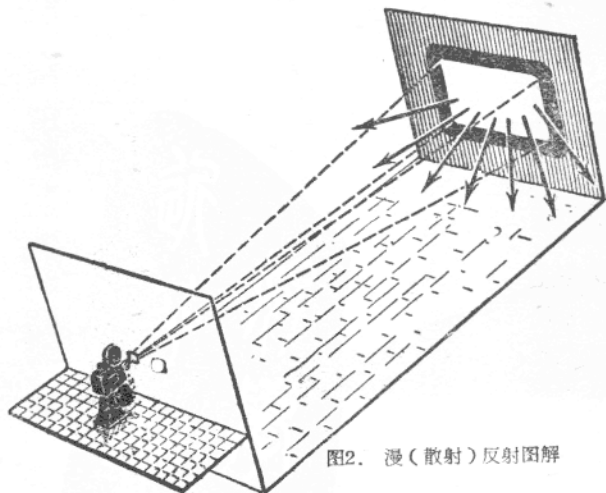


图2. 漫(散射)反射图解

任何非磨光面（紙、刷白的牆）都是由杂乱分布的無數微小的纖維和顆粒組成。射在这种表面上的光綫反射出来后都向各个方向分散（图2）。

普通的銀幕上涂有保持其表面呈白色的物質，这种銀幕反射光綫时，把光綫均匀地分散到各个方向（图3）。

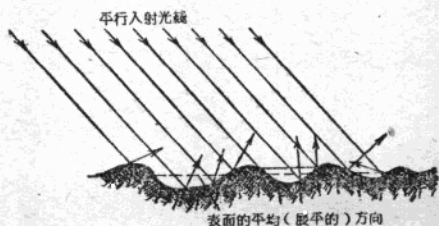


图3. 漫反射銀幕的作用

因为反射系数系說明从物体表面上反射出来的光綫的总量，所以反射系数和反射的性質（方向性反射或漫反射）無關。表2列举了几种材料的反射系数。

表2

各种物質的反射系数

材 料	反 射 系 数
磨光的銀.....	0.88—0.93
玻璃鏡（鍍銀的）.....	0.70—0.85
玻璃鏡（汞合金）.....	0.70
磨光的鉻.....	0.60—0.70
白色洋鉄.....	0.60
磨光的錫.....	0.64
磨光的鋁.....	0.65—0.75
“альзак” 鋁	0.80—0.85

無光澤的銀.....	0.71
無光澤的鋁.....	0.55—0.60
無光澤的鍍鎳.....	0.50
無光澤的鍍鐵.....	0.48—0.52
硫酸銀.....	0.96
白鎂粉.....	0.72
不透明水彩顏色.....	0.73
白鋁粉.....	0.79
白鐵粉.....	0.78
氧化鋅（工業用）.....	0.81

銀幕的亮度系数

光源向一定方向輻射出来的光强称为亮度。亮度的單位是熙提（cd）。被均匀照射着的平面向垂直于它的方向发出光强时，每一平方厘米发出一燭光称之为一个熙提。

各种被照射的表面的亮度，决定于和該表面的照度，状态和反射系数等等有关的許多因素。就鏡面來說，其亮度（ B_s ）与光源的亮度（ B_s ）之間的关系可用下式表示：

$$B_s = \rho_s B_s,$$

式中 ρ_s 是表面的鏡面反射系数。

就漫反射的表面來說，其亮度不仅决定于反射系数（ ρ_d ），而且决定于这个表面的照度（ E ）。其关系可用下列公式表示：

$$B_s = \frac{\rho_d E}{\pi},$$

式中 B_s 是以熙提表示的表面的亮度， ρ_d 是漫反射面的反射系数， E 是以輻透表示的照度。

这种漫反射面的亮度在各个方向大体上都是相等的。

假如以勒克斯来测定照度（1勒克斯 = $\frac{1}{10^4}$ 辐透），那么上面列举

的公式就可以化为下式：

$$B_n = \frac{\rho_d E}{\pi 10}。$$

在电影技术中，银幕的照度以勒克斯表示，而作为亮度单位，通常是采用阿伯熙提（或称之为白光下的勒克斯）。1阿伯熙提等于照度为1流明/平方米（即1勒克斯）的平面各个方向的相同的亮度。熙提与阿伯熙提之间的关系如下：

$$1 \text{ 熙提} = \pi \cdot 10^4 \text{ 阿伯熙提} = 31400 \text{ 阿伯熙提}。$$

如果在一块反射系数等于1.0的理想的白色银幕上有1勒克斯照度，那么从银幕上反射出来的光线的亮度就等于1阿伯熙提，也就是说，在这种情况下虽然亮度和照度是以不同的单位来表示，但彼此在数量上是相等的。实际上，由于银幕并不具有百分之百的反射效能，所以它的亮度和照度在数量上是不相等的。

如果银幕的漫反射白色表面的反射系数等于0.5，那么要得到1阿伯熙提的亮度，表面的照度就应该不是1勒克斯，而是1:0.5=2勒克斯。这样，只要知道银幕的反射系数，就能计算出得到一定亮度所必需的银幕照度。

实践说明：要使影片放映的质量达到优等，影院的银幕亮度应该不少于100阿伯熙提。当银幕亮度为60阿伯熙提时，放映质量也很良好，而30阿伯熙提的亮度则映象的明见度刚能令人满意。

由于实际上有时送到放映单位的是一些提高了光学密度的影片拷贝，透过这些拷贝的光线比较少，因此，最好是把银幕亮度保持在高亮度的范围内，即固定放映单位用100阿伯熙提，流动放映单位用50阿伯熙提。

表3

在亮度不变的情况下决定于銀幕反射系数的銀幕照度
的測量，在照度不变的情况下决定于銀幕反
射系数的銀幕亮度的測量

銀幕的反射系数	在 100 阿伯照提的亮度下 銀幕的照度(以勒克斯計)	在 100 勒克斯的情况下銀 幕的亮度(以阿伯照提計)
0.5	$\frac{100}{0.5} = 200$	$100 \times 0.5 = 50$
0.6	$\frac{100}{0.6} = 167$	$100 \times 0.6 = 60$
0.7	$\frac{100}{0.7} = 142$	$100 \times 0.7 = 70$
0.8	$\frac{100}{0.8} = 125$	$100 \times 0.8 = 80$
0.9	$\frac{100}{0.9} = 111$	$100 \times 0.9 = 90$
1.0	$\frac{100}{1.0} = 100$	$100 \times 1.0 = 100$

在表3中列举了具有不同反射系数的各种漫反射銀幕 为得到 100阿伯照提同样的亮度所必需的銀幕照度。

从表上可以看出，要得到同样的亮度，銀幕的照度就应根据反射系数的大小而有所不同；另一方面，在同样的銀幕照度下，銀幕亮度也应根据反射系数而改变。由此可見，銀幕照度本身并不能說明放映的質量。因此要掌握銀幕的特性，不仅必須知道其照度（以勒克斯計），而且必須知道其亮度（以阿伯照提計）。

銀幕亮度（以阿伯照提計）和銀幕照度（以勒克斯計）的比例，称为銀幕的亮度系数。

从表3可以看出，漫反射銀幕的亮度系数和它的反射系数相等。

透 射 系 数

透过銀幕的光流（ F_6 ）与射在銀幕上的光流（ F_0 ）之間的比例，称

为銀幕的透射系数(τ):

$$\tau = \frac{F_6}{F_u}。$$

光的透射和光的反射一样，也可分为方向性透射(图4, a)、方向性散射透射(图4, b)和漫透射(图4, c)三种。由于銀幕表面不光滑或銀幕本身不干淨，当光綫通过銀幕时会发生散射。磨沙玻璃可以作为第一种情况的实例，这种玻璃之所以发生散射，是由于各条光綫在不同的角度上与表面相接触，因此也就向各个方向反射。

但是，由于表面的不光滑而发生的散射会給銀幕帶來較大的方向性和亮度。这通常是和銀幕上出現由电影放映机射出来的浅色斑点同时发生的。因此磨沙玻璃按其光学特性來說，不宜于用来作透光銀幕。此外，由于这种材料很脆和很重，制作大尺寸的这样的銀幕是很困难的。

乳白玻璃可以作为光綫散射的第二种情况的实例。乳白玻璃是由透明的玻璃質体作成，在此質体中，含有其它透明物質的处于悬浮状态的許多微粒，这种透明物質具有与玻璃不同的光綫折射系数。透过这种玻璃的光綫之所以发生散射，是由于玻璃中物質的悬浮微粒使各条光綫发生折射的緣故。在这种情况下，散射的程度决定于悬浮微粒的大小和数量。这些微粒的数量愈少，体积愈大，則发生的散射也就愈强烈。

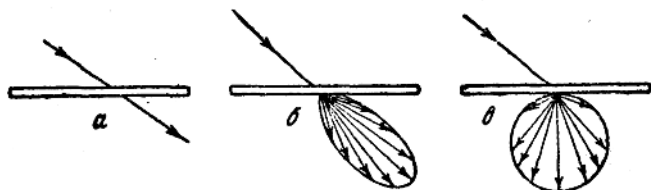


图4. 光綫的透射

a ——方向性透射;

b ——方向性散射透射;

c ——漫透射

在光綫通过混濁的介質(乳白玻璃)时，散射得比較均匀，因此含有混濁剂的透光銀幕，虽然其最大亮度系数稍微減低了些(沿中綫)，

但銀幕亮度的变化即使在視角增大的情况下，也能得到大大的改善。

含有混濁剂的銀幕的透射系数比較小一些，因为一部分光綫被混濁剂中質体的悬浮微粒所吸收，而另一部分則向光源方面反射。

光的吸收

物体反射和透射光綫时，光流由于被物体吸收而受到損失。

被物体吸收的光流 F_a 和射在物体上的光流 F 之間的比例，称为吸收系数 (α)，即：

$$\alpha = \frac{F_a}{F}。$$

对每一物体來說，其反射系数、透射系数和吸收系数的总和等于 1：

$$\rho + \tau + \alpha = 1。$$

試驗銀幕的方法

亮度系数是銀幕質量的主要指标。

方向性散射銀幕反射面的高度，根据視角的不同而变化。因此鉴定这样的銀幕时，得从不同的角度来測量它的亮度。

銀幕亮度的測量。銀幕的亮度通常是用專門的仪器測量的（图5），这种仪器是一个在垂直面与水平面上都刻有分度弧的迴轉台。

仪器的半圓垂直弧的直徑为一米，这个半圓弧有 75—0—75 度的刻度，而水平面的分度弧分为 90—0—90 度。

銀幕的样屏是用发出直射光束的照明器来照亮的。

在仪器台的中心有一个用鉸軸紧紧扣住的用以裝置銀幕样屏反射面的小框，但是这个小框可以按照光电管的移动而使試驗的样屏旋轉。

光电管沿着半圓弧移动时，它和試驗样屏之間的距离应该固定不变。

銀幕反射面样屏的亮度，用与鏡式檢流計相联接的光电管来測量。

仪器的刻度作在涂有氧化鎂层的薄板上，此氧化鎂层的最高反射系数(ρ)为0.96。

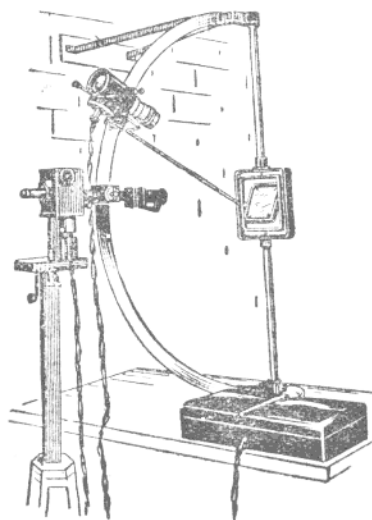


图5. 表面亮度测量仪

被試驗的样屏的反射光綫(或透射光綫)的亮度系数(r_α),是根据在同样的照明条件下,样屏表面在規定方向的亮度(B_α)和白色的鎂散射板表面的亮度(B_0)之間的比例来确定,即:

$$r_\alpha = \frac{B_\alpha}{B_0} \quad \text{或}$$

$$r_\alpha = \rho \frac{n}{n_1 - c_0 \sin \alpha},$$

式中 n 是在測量銀幕样屏时仪器的指数, n_1 是在測量标准銀幕的仪器的指数, α 是視角, ρ 是标准銀幕的反射系数, 即 0.96。

用上述方法根据各种視角測定銀幕硫酸鋁样屏的結果, 如表 4 所示。

銀幕亮度系数的特性曲綫, 用極座标系統(銀幕亮度系数的指标綫)表示, 或者用直角座标系統表示。

在第一种情况下, 亮度指示綫的作法如下。

在水平直綫(图6)中点(零点)的兩边, 按一定的比例标出亮度系数值(例如: 1厘米表示亮度系数0.1)。然后以水平直綫的中点为圓心, 用圓規將直綫中点兩边标出的相应的点分別联成半圓。从水平綫的中点作出一条垂直綫, 并标以 0° 。在这条垂直綫兩边的圓弧上标出若干段, 使每一段都等于 5° 或 10° , 然后将圓弧上标出的各个点和中点联成直綫。

决定于视角的硫酸鋇銀幕的照明技术特性*

表4

测量的角度 (α)	测量樣屏时儀器的指 数 (n)	測量标准銀幕时儀器 的指数 (n_1)	亮度系 (r_α)
0	60.5	61.1	0.967
10	58.6	60.1	0.952
20	55.5	57.4	0.944
30	50.5	52.9	0.932
40	44.3	46.7	0.925
50	37.0	39.2	0.920
60	28.0	30.5	0.895
70	19.0	20.9	0.886
80	9.0	10.5	0.832

在这样構成的極座标系統中，根据每个角度的亮度系数的上述測量材料标出各个点，然后把这些点联成一条曲線。图6 所示，是根据表4 的材料描繪出来的硫酸鋇銀幕亮度系数的指示綫。

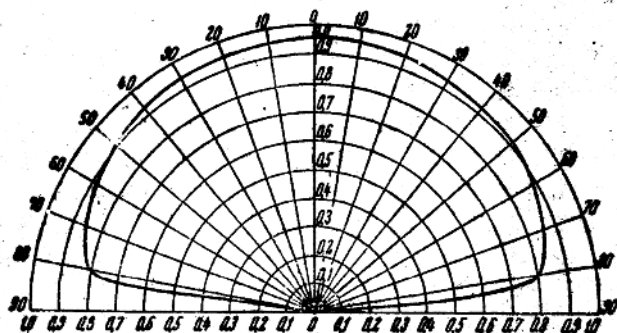


图6. 以極座标系統表示的硫酸鋇銀幕反射面的亮度系数指示綫

* 本書所列出的各种銀幕样屏的照明技术特性，均系拉扎列娃工程師所算出。

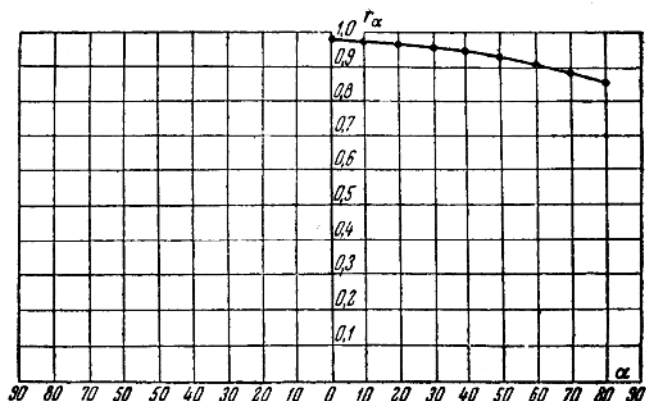


图7. 以直角坐标系表示的硫酸银反射面的亮度曲线

在直角坐标系中表示这种结果时，就采用如下的方法：在水平轴上标出测量时所取的角度，而亮度系数值则标在垂直轴上。曲线(图7)也表示决定于视角的银幕亮度系数。

银幕反射系数的测量。就漫反射银幕来说，其亮度系数值大体上与反射系数值相等。因此想知道这些银幕的特性，只要知道其反射系数就够了。用电影放映员杰维亚特金设计的仪器来测定反射系数甚为方便。

这仪器是一个扁的金属盒，其尺寸为 $110 \times 68 \times 22$ 毫米(图8)。图中1是上面的打开了的盖子。标准小银幕3装置在盖子的内面。在盖子的小银幕的下面，有一个长方形的窗2，其尺寸为 40×22 毫米，用来让光线射到试验的银幕上。盒里装有桿7。桿上装有透镜4(+4屈光度)。拨动这根桿能使透镜沿着它的光轴移动。在盒子左面装有刻度板5，它是按照银幕反射系数的百分率分度的。

进行测量时，象图中画的那样打开仪器的盖，将仪器的盖靠在银幕上，然后放映机射上光去。移动透镜使试验的银幕的亮度与标准样屏

* 見庫帕里亞諾娃著“银幕反射系数的测量”一文，“电影放映员”杂志，1951年第10期。

的亮度相等之后，就可以根据指示器（图8,6）看出試驗的銀幕的反射系数。

实际测量銀幕反射系数的結果証明，测量結果的誤差不超过实际值的5—7%。

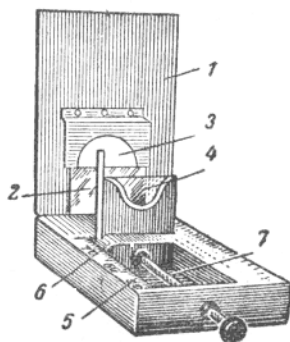


图8. 銀幕反射系数测定仪（杰維亞特金設計）

- 1——盖；2——长方形窗；3——标准反射面；4——透鏡；
5——刻度板；6——指示器；7——桿