

彩色电影放映

戈尔陀夫斯基著

中国电影出版社

彩色电影放映

(苏联)戈尔陀夫斯基著

孟·浪·立 书译

中国电影出版社

1957·北京

彩色电影放映
(苏联)戈尔陀夫斯基著
孟浪立书译

*

中国电影出版社出版

(北京西单会馆寺12号)

北京市书刊出版业营业许可證出字第089号

北京新华印刷厂印刷 新华书店发行

*

開本 787×1092 公厘 $\frac{1}{32}$ · 印張 4 · 字數 106,000

1957年12月第1版

1957年12月北京第1次印刷

印數 1—1,600册 定價 (10) 0.55元

統一書號: 15061·29

Проф. Е. М. ГОЛДОВСКИЙ

ДЕМОНСТРАЦИЯ
ЦВЕТНЫХ
КИНОКАРТИН

本書根据苏联国家电影出
版局 1949 年版譯出

內容說明

彩色影片使用更还是很短的。所以彩色影片無論在制作技术、思想內容和創作处理方面，都还是一个新的課程，特別在彩色影片的放映方面，更还没有人对它作充分的闡述和研究。本書作者試圖从研究彩色影片放映中的某些專門問題初次提出探討，同时为了适合广大有关放映讀者的要求，本書用通俗文字，从电影放映基本知識談起，对彩色电影放映理論作系統全面的闡釋。全書共分四章：“顏色的概念”、“彩色影片正片的特性”、“彩色画面的放映”、“彩色声帶还音”等。

作者的話

苏联的彩色影片，無論在制作技术、思想内容和創作处理方面，都是位列世界前茅的。苏联彩色影片有着广闊的前途。現在苏联人民正在偉大的列宁——斯大林党的领导下，为共产主义的胜利而斗争。而彩色电影，作为群众的思想武器，在这一武庫中确有着巨大的作用。

在目前的五年計劃中，苏联各个主要电影制片厂都将完全或几乎完全轉到制作彩色影片这个方面来。

繼“宝石花”、“米丘林”、“西伯利亞交響曲”这些最优秀的苏联彩色片及許多紀录片之后，还将出現更优秀的彩色影片。这些影片，即將在国内广大的电影放映網及国外放映。

但是，关于彩色影片在放映和还音方面的特点，却还没有人对它作充分的闡述和研究。

本書是研究彩色影片放映中的某些專門問題的，其中有許多問題尚屬初次提出。

为了适合关心彩色影片放映特点的各界讀者，本書在文字方面力求通俗，但讀者必須具有电影放映及还音方面的基本知識。

因本書在叙述上务求通俗易懂，因而有許多現象只能給以簡略的說明，对于彩色片放映中的一些复杂問題也就只好从略了。

作者力求避免多余的叙述，所以本書就沒有談那些例如光强的概念等等，亮度也只是以常用的照度單位（阿伯熙提）来确定，虽然这个單位在實質上是用来說明光度的。

由于研究的对象全是些新东西，而且过去对彩色片的很多放映过程沒有研究过，所以作者也就不能透徹地闡明提出的問題。然而，这些問題，毫無疑問能促使人們对彩色片放映中的那些最复杂的过程發生兴趣，从而予以进一步的研究，这一点却不能說沒有好处。

E. M. 戈尔陀夫斯基

目 录

第一章 颜色的概念	1
第二章 彩色影片正片的特性	28
第三章 彩色画面的放映	48
第四章 彩色声带还音	93

第一章

顏色的概念

要研究彩色影片的放映問題，就不能不知道顏色的基本特性。但“色”和“光”的現象是息息相关的，勢必不能分开研究。因此，在說明顏色的基本概念時，完全有必要把光的現象問題研究一下。

光

光是一种人眼感受后，产生視覺的輻射能。假使这种輻射能直接由光源射入人眼，我們就会直接看見这个光源，但光源的輻射能往往是射在我們所观察的物体上的，这时投入人眼的已是物体所反射出来的輻射能。

从光源或从光源所照射的物体傳播到人眼的輻射能，均呈直綫形，这就叫做光綫。

輻射能的波动性

为了說明輻射能的性質，我們先来打一个比方。假使投石于水，那末在石头着水的地方立刻出現一些圓圈，呈波浪形向四周傳播。如果在石头着水的附近飄浮着一些木片，便可看出木片并不随着波浪向前移动，只是随波浪起伏着。这也就是說，水的質点也是沿垂直方向一起一伏，結果是波浪起伏的方向和傳播的方向相互垂直。圖1所示是这种所謂橫波从左至右（如箭头所示）的傳播情形。在一定的時間，1，2，3各点通过中心点向下移动，而在下一个瞬間則达到最低位置的4，5，6

各点开始向上升。处在同一位置的各点间的距离 $1-2=2-3=4-5=5-6$ 便是波长，以希腊字母 λ 表示。

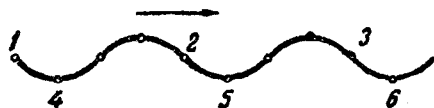


圖 1 輻射能的波的傳播

目前，已經斷定在光線的進路上產生電磁場現象。這個電磁場週期性地變化着，就是說，在電磁場的每一點經過同樣時刻後便恢復原來的電力和磁力。這種情形和上述的比方一樣，電磁波動的方向垂直於電磁波傳播的方向。電磁波傳播的速度非常大——一秒鐘300,000公里。

人眼感受的輻射能，可用電磁波來表示，但是它和投石於水時所形成的波長相比，小得不可以計量。電磁波的長度，以百萬分之一毫米即毫微米（以 μ 表示）來計量。

可見光的波長與顏色的關係

波長 $\lambda = 400$ 毫微米到 $\lambda = 760$ 毫微米的電磁波動，人眼可以感覺出它是光。如輻射能中所含的是另一種波長的電磁波動，則在通常的條件下，我們的視覺器官就失去效用了。

可見電磁輻射的每種波長都有一定的光色（單色光），也就是說，顏色的種類有無限多^①。然而人眼並不是一種完善的器官，在整個可見光線的範圍內，它只能辨別出約 130 種顏色。把光的電磁波可見部分分為

表 1

波 長 (毫微米)	顏 色	波 長 (毫微米)	顏 色
400—455	紫	575—587	黃
455—485	藍	587—600	橙
485—505	藍綠	600—615	橙紅
505—550	綠		
550—575	黃綠	615—750	紅

① 波長400—760毫微米這一段可以任意分成無數長度相差甚微的波。

若干个辐射颜色相当一致的光段，这样就更适合于实际运用。

表 1 所示是国家光学研究所的资料，它把光的整个可见部分分成了九段不同的颜色。

从表 1 可得出结论说，任何一段颜色，例如紫色，都可以视为复杂成分的光，而不是由一定的波长所构成的单色光。这种复杂成分的光的颜色接近于一定的单色光。

白光及光谱

如果从 400 到 760 毫微米的全部光波同时作用于眼睛，而且每种波长的光的能量相等，则眼睛便感觉是纯粹的白光。放出理想白光的光源，其每种波长（见图 2 横坐标上的记号）显然应当放出同样的光能（平行于横坐标的直线）。

图 2 中直线所表示的光，它的特性相当于国际照明委员会所采用的所谓光源 E，在自然界中这种光源实际上是不存在的。

绝对太阳光（第三图）最接近于理想光源 E，然而太阳光 400 毫微米长的电磁波的辐射能，比 500—550 毫微米长的电磁波的辐射能几乎小一半。

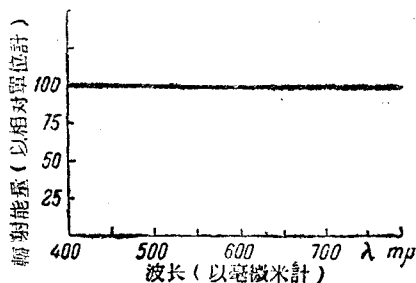


图 2 白色光源 E 的光谱特性

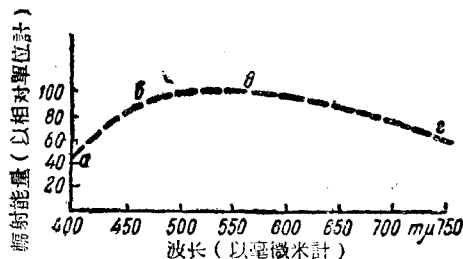


图 3 绝对太阳光的光谱特性

在曲线的 a-b 段上可以看出辐射能在增加，而在 b-c 段上则辐射能在减少。因此，太阳光并不是理想的白光，但实际上却是相当的白。

不难相信，白光可

以分解为一系列連續不断的
光綫：其波長从 400 毫微米到 760
毫微米，即从紫色到紅色。

若使太陽光穿过小孔 O 和三
棱鏡 Π ，則在 Θ 屏面上就产生色

帶（色譜），色帶始端呈紅色，經過橙、黃、綠、藍綠、藍等顏色后，在
另一端呈紫色①，如圖 4 所
示。

个别光譜的顏色为單
色，不能再分。这一点我們
可用小孔和三棱鏡分解太陽
光譜的可見部分就可得出証

明。最后如果我們用聚光鏡 Γ 將全部光譜的顏色聚集在一起，这时，在
聚光鏡焦点 B 处就得到白色的斑点如圖 5 所示。

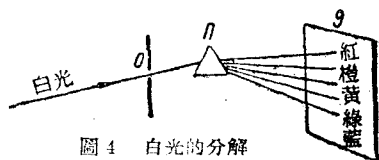


圖 4 白光的分解

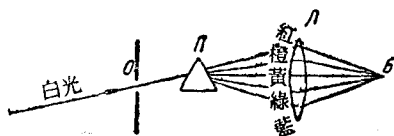


圖 5 光譜色产生白光

相对可見度

波長不同的光綫不仅引起各种不同的顏色，而且使人眼觉得明暗也
不同。能量相等而波長不同的輻射能，在人眼中所产生的印象具有不同
的強度，原因是人眼对于波長不同的光綫的敏感度不一样。在十分良好
的照明条件下，人眼对于波長 $\lambda = 555$ 毫微米（黃綠光）的光綫敏感度
最大。光的波長短于或長于 $\lambda = 555$ 毫微米的黃綠光时，則人眼的敏感
度显著降低。

例如，如果光綫的波長为 610 毫微米，則眼睛的敏感度减小一半，
波長为 650 毫微米时，則眼睛的敏感度几乎减小为十分之一。

波長减到 500 毫微米时，眼睛的敏感度几乎降为最大的敏感度（即
人眼对 $\lambda = 555$ 毫微米的光綫的敏感度）的三分之一。

換言之，如欲使人眼对 $\lambda = 500$ 、610 和 650 毫微米的輻射能有同样的

① 可見光譜的兩端外面是光譜的不可見部分。在紫色光綫的外面是看不見
的紫外綫，在紅色光綫的外面是看不見的紅外綫（熱射綫）。

感觉,就应当比 $\lambda = 555$ 毫微米的黄绿光线的辐射能分别大2倍1倍和9倍。

人眼对于 $\lambda = 555$ 毫微米的光线的敏感度通常以 1 为單位,而其他波长的光线的敏感度则小于 1, 以真分数表示。国际照明委员会为一般的人眼规定了相对敏感度,即現今通称的相对可见度,如第二表所示。根据表 2 中的資料,可以作出人眼相对可见度和光线波长间的关系曲线,如图 6 所示。

表 2 ①

波 長 (毫微米)	相对可见度	波 長 (毫微米)	相对可见度
400	0.0001	600	0.631
450	0.038	650	0.109
500	0.323	700	0.0041
555	1	750	0.00012

光通量

如果光源以等速放出辐射能,則以時間(秒)除辐射能就可求出辐射能的功率,即所謂辐射流量。辐射流量和电功率一样,也可以用功率單位——瓦特来表示。显然,就产生可见光线来说,辐射流量并不能决定光源的性质。例如,电热器所放出的就是不可见的辐射流量——热射线。只有当辐射流量的电磁波是属于可见光谱的范围时,即其波长从 400—760 毫微米时,該辐射流量才能产生可见的现象。

然而,即使辐射流量含有可见光谱的光波,它所产生的视觉印象,还决定于它的波长,以及最大的辐射功率是集中哪一段光谱上。假设有两个光源,一个在光谱可见部分内放出黄绿色的辐射流量 ($\lambda = 555$ 毫微米),功率为 100 瓦特,另一个光源,功率相同,但它放出蓝色辐射流量 ($\lambda = 450$ 毫微米),結果,这两个光源所产生的视觉印象便完全不同。

由于 $\lambda = 555$ 毫微米,和 $\lambda = 450$ 毫微米的光线的相对可见度各等于 1 和 0.038 (见表 2 及图 6),所以第一个光源的可见辐射流量全部 (100

① 表 2 所列举的只是某些波长的相对可见度。

瓦特)变为光通量,而第二个光源的光通量則只為 $100 \text{ 瓦特} \times 0.038 = 3.8 \text{ 瓦特}$ 。

因此可以說,光通量就是能产生视觉印象的辐射能的功率(即辐射流量),前面講过,光通量的大小可以用瓦特来計量,或者可以更确切地說,是用光瓦特来

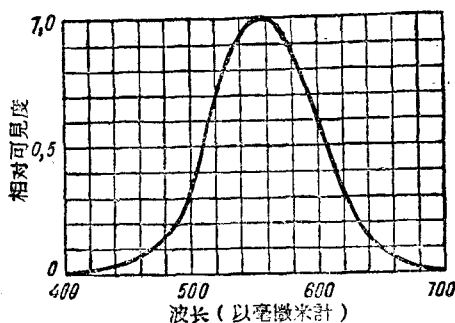


圖6 人眼可見度的曲綫

計量。如果功率1瓦特的辐射流量是由波長 $\lambda = 555$ 毫微米的單色光所組成,則此时的光通量便为一个光瓦特。同样功率的辐射流量,如所含的單色光其波長 $\lambda = 600$ 毫微米,則此时的光通量便为 $1 \times 0.631 = 0.631$ 光瓦特,原因是这种光綫的相对可見度为0.631(表2)。

在苏联及其他国家,一般以流明作为光通量的实用單位①,一个流明等于 $1/621$ 光瓦特。

光的輸出

由上述可以得出結論:理想光源把輸入的整个电功率改变为光通量时,每輸入一瓦特功率,便产生621流明的光通量。因此,这种理想光源(效率=100%)的光輸出便为621流明/瓦特,它所發出的光为黃綠色(波長 $\lambda = 555$ 毫微米)。如果上述光源只放出一種波長为600毫微米的光波,則發出橙色光(表1),而光的輸出則为 $621 \times 0.631 = 392$ 流明/瓦特。

前面說过,發出純白光的光源E(見圖2),其光譜能量是相等的,

① 这个單位在确定相对可見度的曲綫以前就被采用。精确的流明量,是根据标准的白熾灯来确定的,这种白熾灯保存在列宁格勒全苏度量衡科学研究所里。

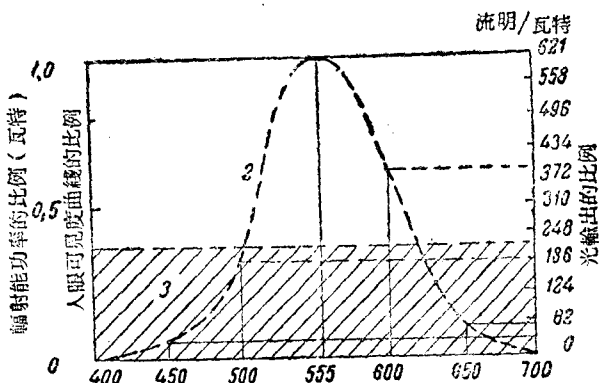


圖 7 理想白光光源的光流及光輸出的位置

就是說，這種光源在整個可見光譜範圍內應放出同樣的輻射能功率。如果這個光源不發出任何其他（不可見）光綫，而且光譜能量相等，每種波長的輻射能功率均為 1 瓦特，那末，光譜中輻射能的分布特性便如圖 7 直綫 1。考察一下該圖中人眼可見度曲綫 2，我們就可以得到每種波長的光綫所產生的光通量，各種波長的光通量等於各該波長的人眼相對可見度（曲綫 2 的縱坐標）乘 1 瓦特（曲綫 1 的縱坐標）的乘積。這樣，也就不難求出每種波長的光輸出，其計算法見表 3。

表 3

波 長 (毫微米)	光譜能量相等時 縱坐標上的輻射 流量(瓦特)	表 2 中的相 對可見度	光 通 量 (流明)	光 輸 出 (流明/瓦特)
400	1	0.0004	$1 \times 0.0004 \times 621 = 0.26$	0.26
450	1	0.038	$1 \times 0.038 \times 621 = 23.5$	23.5
500	1	0.323	$1 \times 0.323 \times 621 = 200$	200
555	1	1	$1 \times 1 \times 621 = 621$	621
600	1	0.631	$1 \times 0.631 \times 621 = 392$	392
650	1	0.109	$1 \times 0.109 \times 621 = 67.7$	67.7
700	1	0.0041	$1 \times 0.0041 \times 621 = 2.65$	2.65
750	1	0.00012	$1 \times 0.00012 \times 621 = 0.075$	0.075

从表 3 和圖 7 可以得出結論：光譜能量相等的各种光綫的光輸出，它的变化范围是从 0.075 到 621 流明/瓦特。若要計算平均的光輸出①，則大約为 220 流明/瓦特。这也就是發純白光的光源，在把整个輸出的功率改变为可見光綫时的光輸出。

太陽光只是近似白光（見圖 3）。而且在太陽光譜中有許多人眼看不見的光綫，这些光綫的产生，要消耗額外的（对人眼來說是白費的）功率。因此，太陽光源的光輸出等于 86 流明/瓦特。其他的光源，例如白熾灯，还不如太陽光源。普通的充气鎢絲白熾灯，当功率为 100 瓦特（电压为 220 伏特）时，發出約 1000 流明的光通量，就是說，这种灯的光輸出为 10 流明/瓦特②。这是因为在白熾灯的光譜中，为人眼最易感觉的黃綠光不多，而为人眼不易感觉的紅光特多之故。此外，由白熾灯光譜能量的分布曲綫可知，輻射能增加的地方正好是在热射的紅外綫的范围內（ λ 大于 750 毫微米），如圖 8 所示。因此，当充气鎢絲白熾灯發出微紅光，同时也發出热。

照 度

假設具有 F 流明的光通量，投射到面积 S 平方米的某一物体表面，并均匀地分布在上面，則此物体表面的照度便为：

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

这就是說，照度等于落到一平方米被照面上的光通量。也就是說，照度与物体表面的顏色或質地無關，而仅視光通量的大小和物体表面的面积而定。無論紅牆或白牆，木牆或土牆，其照度完全决定于光源的大小和牆的面积。

- ① 計算平均的光輸出，必須以矩形 3 的面积来代替相对可見度曲綫 2（这一曲綫也是光輸出和波長的关系曲綫）与横坐标間所形成的面积，然后据以确定矩形的縱坐标（見第 7 圖画有斜綫的矩形 3）。
- ② 它的光輸出，是波長为 555 毫微米的單色光源的光輸出的 $1/62(10:621)$ 。因为后者的效率为 100.%（整个能量均变为光），所以前者（白熾灯）的效率等于 $(100:62) \times 1.6\%$ 。

* 譯注——(100:62)可能为 (1:62) 之誤。

計算照度的單位是勒克斯。一個勒克斯等於一流明光通量均勻地分布在平方米面積上的照度。一個勒克斯的照度非常小，在一勒克斯的照度下，不易辨識物體的表面，當然不可能看書。室內的照度通常不能低於15勒克斯。根據房間的用途，其照度一般等於100，200和200以上勒克斯。晴朗的日子，室外的照度達幾萬勒克斯。

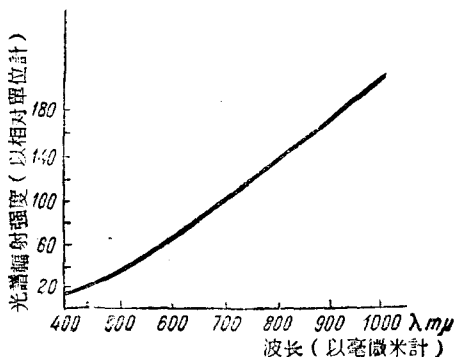


圖8 充氣式白熾燈輻射能量的分布

消 色

黑色、灰色、白色以及諸如此類的色調（如明灰色、暗灰色等等），稱為無色，或按古希臘文的含義稱為消色。如果把所有的消色按次排列起來，就得到所說的灰色級譜。在這個消色的級譜中，黑色逐漸變明，即由黑色變為暗灰色、灰色、明灰色，最後變為白色。從最黑色變到最白色的過程中，人眼只能辨別出300種色度。消色中有僅能察覺的微小色度時，它們就該屬於有色的範圍。

所有的消色都有一個共同的特性，就是它們對各種波長的光綫，吸收的程度和反射的程度相同。假設白色光流或紅色光流落在消色（白、灰或黑）的表面上，則反射（或吸收）光流中輻射能的分布，便和投射光流中輻射能的分布相同。這時，反射光流呈白色或紅色。

然而，反射光的光通量，卻要看物體表面的消色接近白色的程度如何而定。如果物體表面不透明，那末射在它上面的光流便一部分被吸收，一部分則被反射。透過物體表面的光通量與射在該物體表面上的光通量的比例，稱為透光係數，以希臘字母 τ 表示：

$$\tau = \frac{F_{\text{透射}}}{F_{\text{入射}}}$$

式中， $F_{\text{透射}}$ 为透过物体表面的光通量， $F_{\text{入射}}$ 为射在物体表面上的光通量。

同样，物体表面的反射光流（ $F_{\text{反射}}$ ）与投射光流（ $F_{\text{入射}}$ ）的比例，便称为反射系数，以希腊字母 ρ 表示：

$$\rho = \frac{F_{\text{反射}}}{F_{\text{入射}}}$$

假设有一表面为理想的白色，那末，它就应当把射在它上面的光通量全部反射出去（ $F_{\text{反射}} = F_{\text{入射}}$ ），这就是说，这种物体表面的反射系数应等于 1。实际上，可能得到的最白的物体表面，其最大的反射系数为 $\rho = 0.95$ 。这种物体表面通常都是一层氧化镁或氧化钡。

物体表面越“灰”，则吸收光通量越多，反射越少，也就是反射系数越小。如果消色物体表面为黑色，则其反射系数值可以达到 $\rho = 0$ ，也就是说，射在他上面的光通量全被吸收，一点没有反射。实际上，这种理想的黑色表面也是不可能有的。但是，光线的吸收比反射更接近于极限值：黑色天鹅绒的反射系数几乎接近于零，即 $\rho = 0.006$ ①。

因此，所有的消色，其反射系数都是在 $\rho = 0.006$ 到 $\rho = 0.95$ 的范围内各不相同，或如一般所说的，按光度变更。

在同样的照明条件下，不管照度的大小，光度大的消色表面，比光度小的消色表面显得更亮，就是说，后者的反射系数较小。由于反射面的消色性，被反射的光流的颜色，和照射在消色面上的光流的颜色是相同的。

亮 度

物体表面的反射，视物体表面的性质而定。如果物体表面为抛光（發亮）面，则射到上面的光线 OA ，将沿 AB 方向反射出去，形成一个角度，而且光线的入射角 OAB 等于反射角 EAB （见图 9）。这个抛光

① 其他的黑色面，反射系数较大，如黑纸的反射系数 $\rho = 0.05$ ，黑呢的反射系数 $\rho = 0.02$ 。

面除去反射光流所傳播的方向外，人眼看去覺得是暗的。因而發亮的便只是 AB 方向上的表面，如圖 9 所示。光線的這種反射稱為“鏡面反射”或“方向性反射”。

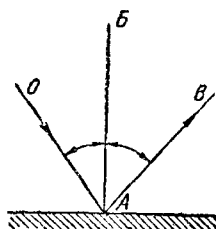


圖 9 光線的鏡面反射

如果物體表面“無光澤”，即粗糙或凸凹不平，且其凸凹程度超過投射光線的波長，則射來的光流，便會沿着各種不同的方向，從物體表面各部分反射出去。因此，雖然每條光線都合乎入射角等於反射角的規律，但是反射光流却好像是从整個物體表面反射出來似的，即物體表面從任何方向看去都一樣亮，如圖 10 所示。這種物體表面稱為漫射（或散射）面。漫射表面愈完善，散射得便愈好，亮度愈符合於相等的規律，即人眼無論從哪一個角度看它，亮度都一樣。石膏片就是消色散射表面的實例。

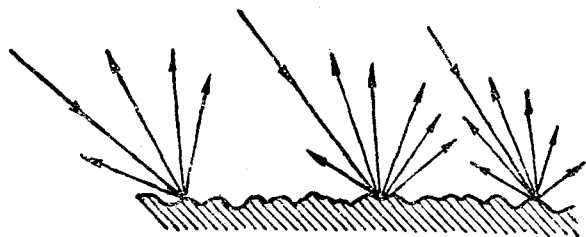


圖 10 散射面的光線反射

另外還有一種光澤面，它介於拋光面與粗糙面之間。如，白色珢琅雖然沿不同的方向散射射來的光流，但是從某一角度看，仍然特別明亮。

可以把全部射來的光流漫射出去的表面（ $\rho = 1$ ）稱為絕對白色面①。如果這種物體表面的照度等於 1 勒克斯，則便可以說，它的亮度（從任何方向看去都一樣）等於一個阿伯熙提。

因此，一個阿伯熙提就是照度為 1 勒克斯的絕對白色面的亮度。

如果漫射的白色面，例如白紙，其反射係數 $\rho = 0.5$ ，那末為了得到 1 個阿伯熙提的亮度，紙上的照度便應當不止一個勒克斯，而是 $1:0.5 = 2$ 勒克斯。

① 我們知道，這種物體表面實際上不可能存在。