

光学与电子光学仪器

[苏联] Л. И. 拉扎列夫主編



国防工业出版社

光学与电子光学原理

陈维英 王 健 编著



清华大学出版社

79.84
327

光学与电子光学仪器

〔苏联〕Л. П. 拉扎列夫主编

楊崇田 孙士珍 譯
張景文 何銘群
楊崇田校



內容簡介

本論文集闡明了电子光学仪器的計算及設計問題：光电裝置中光学系統相对孔徑的選擇；自动記錄的双光束显微光度計的說明；变倍系統綜述；磨削及拋光球面时运动指标的計算方法；某些用在追蹤系統之光电敏感发送器中的光通量調制系統綜述；各元件之位移有綫性关系的三元可变放大率系統等。

本論文集可供仪器制造工业工程技术人員及科学人員使用，也可供有关专业的教师、研究生及大学生使用。

ОПТИЧЕСКИЕ И ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ

[苏联] Л. П. Лазарев 主編

ОБОРОНГИЗ 1962

*

光学与电子光学仪器

楊崇田 孙士珍 譯
張景文 何銘群

楊崇田校

*

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业許可証出字第074号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店經售

国防工业出版社印刷厂印装

850×1168^{1/32} 印張4^{1/4} 110千字

1965年8月第一版 1965年8月第一次印刷 印数：0,001—4,700册

統一书号：15034·905 定价：(科七) 0.75元

序 言

本論文集中包括莫斯科巴烏曼高等技术学校《电子光学仪器》及《应用光学》教研組教师、研究生及科学工作人員的論文，这些論文是在1954~1961年間完成的科学著作的基础上写成的。本論文集汇集了有关电子光学仪器計算和設計的論文。

技术科学副博士 В. Н. 季卡列夫(Дикарев)讲师及 Г. М. 莫夏金(Мосягин)工程师的論文闡述光电装置强光力光学系統中光通量的損失計算問題。作者說明了輻射通量損失的图解分析計算法及在規定的系統視場下获得光电装置的最大灵敏度时光学系統最佳相对孔徑的求解方法。

在技术科学副博士 Р. С. 伊利英(Ильин)、А. В. 洛波佐夫(Лобозов)及 Н. Н. 列赫(Рейх)工程师的論文中，对气体动力研究中辨认阴影、干涉及光譜照片用的自动記錄双光束显微光度計活动模型的光学、运动学及光电系統图作了說明。

在 В. З. 貝科夫(Быков)工程师、技术科学副博士 А. Л. 德沃尔尼科夫(Дворников)讲师及技术科学副博士 М. Н. 謝米布拉托夫(Семибратов)讲师的論文中闡述了球面磨削及拋光时运动指标的計算方法。这样就有可能在加工球面时設計出工具工作面的最有效的几何形状以及选择机床最合理的調整状态。

在技术科学副博士 В. Н. 別古諾夫(Бегунов)的論文中概略地敘述了照象、电影、电视、望远鏡及其它仪器中采用的变倍系統的近况。

技术科学副博士 Е. Н. 列別捷夫(Лебедев)和技术科学副博士 И. И. 巴霍莫夫(Пахомов)的論文闡明了空間目标相对运动的

光学模拟。

技术科学副博士 И. И. 巴霍莫夫在論文中探討了各元件位移間有綫性关系的三元变倍系統的研究及計算問題。

工程师 Г. М. 莫夏金及 В. Ф. 彼基(Петин)的論文中簡要叙述了某些光通量調制系統。光通量的調制系統可用于設計各种以光电发送器作敏感元件的自动裝置。

В. И. 庫吉切夫(Кузичев)工程师在論文中研究了以真空中塗附加物质层的方法制造非球形反射面时产生变形的原因。

Д. Т. 普良叶夫(Пуряев)工程师的論文闡述了有关利用二級反射旋轉面的无象差点(焦点)檢驗这些面的問題。这篇論文的結論可用于解决其它問題(例如: 确定表面偏心公差、定中心精度等)。

Л. И. 拉扎列夫

目 录

序言.....	5
光电装置中光学系統相对孔徑的选择.....	7
自动记录双光束显微光度計.....	19
磨削及拋光球形表面时运动指标的計算方法.....	29
变倍系統的近况.....	42
論空間目标相对运动的光学模拟.....	61
各成分位移間有綫性关系的三成分可变放大率系統.....	69
用于光电設備中的某些光通量調制系統概述.....	102
真空非球面形成时表面形状的变形.....	120
二級反射旋轉面纵向离焦时波头的变形.....	131

79.84
327

光学与电子光学仪器

〔苏联〕Л. И. 拉扎列夫主编

楊崇田 孙士珍 譯
張景文 何銘群
楊崇田校



國防·1965·商·版社

內容簡介

本論文集闡明了电子光学仪器的計算及設計問題：光电装置中光学系統相对孔徑的选择；自动記錄的双光束显微光度計的說明；变倍系統綜述；磨削及拋光球面时运动指标的計算方法；某些用在追蹤系統之光电敏感发送器中的光通量調制系統綜述；各元件之位移有綫性关系的三元可变放大率系統等。

本論文集可供仪器制造工业工程技术人員及科学人員使用，也可供有关专业的教师、研究生及大学生使用。

ОПТИЧЕСКИЕ И ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ

[苏联] Л. П. Лазарев 主編

ОБОРОНГИЗ 1962

*

光学与电子光学仪器

楊崇田 孙士珍 譯
張景文 何銘群

楊崇田校

*

国防·工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业許可証出字第074号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店經售

国防工业出版社印刷厂印装

*

850×1168^{1/32} 印張4^{1/4} 110千字

1965年8月第一版 1965年8月第一次印刷 印数：0,001—4,700册

統一书号：15034·905 定价：(科七) 0.75元

目 录

序言·····	5
光电装置中光学系統相对孔徑的选择·····	7
自动记录双光束显微光度計·····	19
磨削及拋光球形表面时运动指标的計算方法·····	29
变倍系統的近况·····	42
論空間目标相对运动的光学模拟·····	61
各成分位移間有綫性关系的三成分可变放大率系統·····	69
用于光电設備中的某些光通量調制系統概述·····	102
真空非球面形成时表面形状的变形·····	120
二級反射旋轉面纵向离焦时波头的变形·····	131

序 言

本論文集中包括莫斯科巴烏曼高等技术学校《电子光学仪器》及《应用光学》教研組教师、研究生及科学工作人員的論文，这些論文是在1954~1961年間完成的科学著作的基础上写成的。本論文集汇集了有关电子光学仪器計算和設計的論文。

技术科学副博士 В. Н. 季卡列夫(Дикарев)讲师及 Г. М. 莫夏金(Мосягин)工程师的論文闡述光电装置强光力光学系統中光通量的損失計算問題。作者說明了輻射通量損失的图解分析計算法及在規定的系統視場下获得光电装置的最大灵敏度时光学系統最佳相对孔徑的求解方法。

在技术科学副博士 Р. С. 伊利英(Ильин)、А. В. 洛波佐夫(Лобозов)及 Н. Н. 列赫(Рейх)工程师的論文中，对气体动力研究中辨认阴影、干涉及光譜照片用的自动記錄双光束显微光度計活动模型的光学、运动学及光电系統图作了說明。

在 В. З. 貝科夫(Быков)工程师、技术科学副博士 А. Л. 德沃尔尼科夫(Дворников)讲师及技术科学副博士 М. Н. 謝米布拉托夫(Семибратов)讲师的論文中闡述了球面磨削及拋光时运动指标的計算方法。这样就有可能在加工球面时設計出工具工作面的最有效的几何形状以及选择机床最合理的調整状态。

在技术科学副博士 В. Н. 別古諾夫(Бегунов)的論文中概略地敘述了照象、电影、电视、望远鏡及其它仪器中采用的变倍系統的近况。

技术科学副博士 Е. Н. 列別捷夫(Лебедев)和技术科学副博士 И. И. 巴霍莫夫(Пахомов)的論文闡明了空間目标相对运动的

光学模拟。

技术科学副博士 И. И. 巴霍莫夫在論文中探討了各元件位移动間有綫性关系的三元变倍系統的研究及計算問題。

工程师 Г. М. 莫夏金及 В. Ф. 彼基(Петин)的論文中簡要叙述了某些光通量調制系統。光通量的調制系統可用于設計各种以光电发送器作敏感元件的自动装置。

В. И. 庫吉切夫(Кузичев)工程师在論文中研究了以真空中塗附加物质层的方法制造非球形反射面时产生变形的原因。

Д. Т. 普良叶夫(Пуряев)工程师的論文闡述了有关利用二級反射旋轉面的无象差点(焦点)檢驗这些面的問題。这篇論文的結論可用于解决其它問題(例如: 确定表面偏心公差、定中心精度等)。

Л. И. 拉扎列夫

光电装置中光学系統相对孔徑的选择

技术科学副博士 B. H. 季卡列夫讲师

Г. М. 莫夏金工程师

各种光电装置在生产过程自动化及科学研究中具有重大意义。在这些装置中利用光电元件、光电倍增器及光敏电阻等作为接受器,以便将輻射能变换为别种能并将这种轉換記錄下来。

接受器光电流的大小或导电性的增减取决于表面上得到的照度值^①。根据光学仪器理論得知,在一般表达式中照度值 E 取决于輻射强度 B (成象物体的性质)及光学系統的光力 H (光学系統本身的一个性质),即:

$$E = BH。 \quad (1)$$

若不考虑輻射能在系統本身內的損失,則系統光力在窄光束情況下按出射孔徑的平方与 π 值的乘积^②計算,即:

$$H = \pi u'^2。 \quad (2)$$

在特殊情況下,輻射体位于实际无限远处,如同光电装置工作时經常遇到的情况,出射孔徑角取决于系統入射光瞳直徑与其焦距之比值。此时,系統光力的計算公式为:

$$H = \frac{\pi}{4} \left(\frac{D}{f'} \right)^2, \quad (3)$$

式中 D —— 光学系統入射光瞳直徑;

f' —— 光学系統焦距。

因而,輻射体位于实际无限远时,系統的光力与相对孔徑的平

① И. А. 馬尔果林和 Н. П. 魯緬采夫,紅外綫技术基础,苏联軍事出版社,1955。

② М. М. 魯西諾夫,光学系統的外形尺寸計算,苏联測繪出版社,1959。

方成比例。但各种包括辐射能接受器在内的实际光学系统还可用有效系数(к. п. д.)表征。

有效系数可了解为接受器敏感层收到光通量值 Φ_n 与落在光学系统入射光瞳上的光通量值 Φ_0 之比, 即:

$$\tau_{\text{опт}} = \frac{\Phi_n}{\Phi_0} \quad (4)$$

实际光学系统的光力考虑到有效系数, 其计算式为:

$$H = \frac{\pi}{4} \tau_{\text{опт}} \left(\frac{D}{f'} \right)^2 \quad (5)$$

由此可见: 由照度值确定的接受器光电流或电导增量不但取决于辐射强度, 而且也取决于光电装置光学系统的相对孔径及有效系数。此时, 可认为辐射强度为一常数。

如下文所述, 既然光学系统的有效系数随系统相对孔径的增大而迅速减小, 那末显然存在某一个最佳的相对孔径值, 保证系统有最大的光力。

为了正确选择光学系统中同光电装置灵敏度有关的相对孔径, 必须计算光学系统中光通量的损失。

在光电装置中广泛采用反射-透镜系统, 这种系统可得到相对孔径在 $1:\left(\frac{f'}{D}\right)=1:0.7$ 以内的物镜并且在视场不大($2\sim 5^\circ$)时得到满意的象质。现在我们来研究图1所示光学系统的反射-透镜物镜中光的损失。

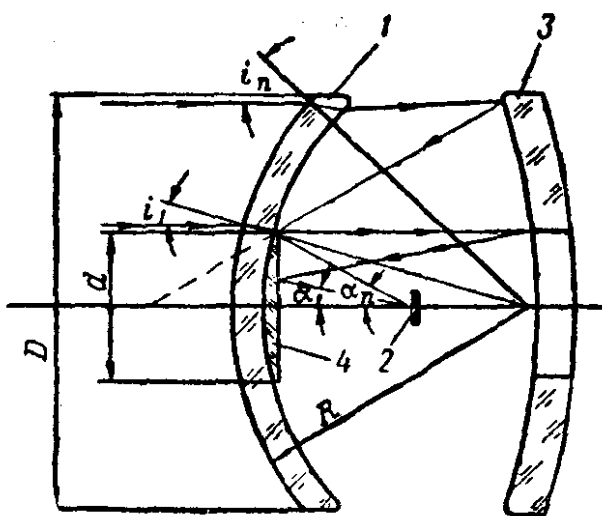


图1. 反射透镜物镜光学系统

到满意的象质。现在我们来研究图1所示光学系统的反射-透镜物镜中光的损失。

物镜包括: 同心月形透镜1、外表镀膜的反射镜3、平面镜4及辐射能接受器2。光学系统中的光通量损失在波长工作范围由 λ_1 至 λ_n 时将发生在: 月形镜中、反射镜

鍍膜中和輻射能接受器表面上。現在我們來研究這些損失值。

月形透鏡中輻射通量的損失是由于其前后表面的反射、材料中吸收及后表面的反射部分不透明之故。我們來求這些損失值。

月形透鏡的前、后表面的反射損失可用弗累涅爾公式^①求出。

按 i_n 角投射在《空氣-材料》分界上的光通量反射系數為：

$$\rho_{i_n} = \frac{1}{2} \left[\frac{\sin^2(i_n - i'_n)}{\sin^2(i_n + i'_n)} + \frac{\operatorname{tg}^2(i_n - i'_n)}{\operatorname{tg}^2(i_n + i'_n)} \right] \quad (6)$$

根據此式，可在折光點光綫入射角 i_n 及折光角 i'_n 時，求出一個不透光表面上反射出的相對能量。因為入射角是一個變數，所以月形鏡前表面上反射的總損失可用下述數值表示：

$$\rho = \frac{1}{2} \int_{i_1}^{i_n} \left[\frac{\sin^2(i_n - i'_n)}{\sin^2(i_n + i'_n)} + \frac{\operatorname{tg}^2(i_n - i'_n)}{\operatorname{tg}^2(i_n + i'_n)} \right] di, \quad (7)$$

式中 ρ ——月形透鏡第一表面的總反射系數。

方程式(7)用圖解分析法求解。為此，對光通量一定工作波長 λ 及月形鏡一定材料繪制一條曲綫 $\rho = f(i)$ (圖2)。入射角為 i_1 至 i_n 時的總反射系數 ρ 根據面積 S_2 及 S_1 之比求出，即：

$$\rho = \frac{S_2}{S_1} \quad (8)$$

採用鍍透光膜表面時，《空氣-材料》分界反射系數最簡單的計算法是求出工作波長 λ 的實驗關係式 $\rho = f(i)$ 并按公式(8)求出入射角範圍 i_1 至 i_n 時的 ρ 值。如果認為《材料-空氣》第二分界面上的光通量入射角和第一分界面上相同（工程計算允許這樣），

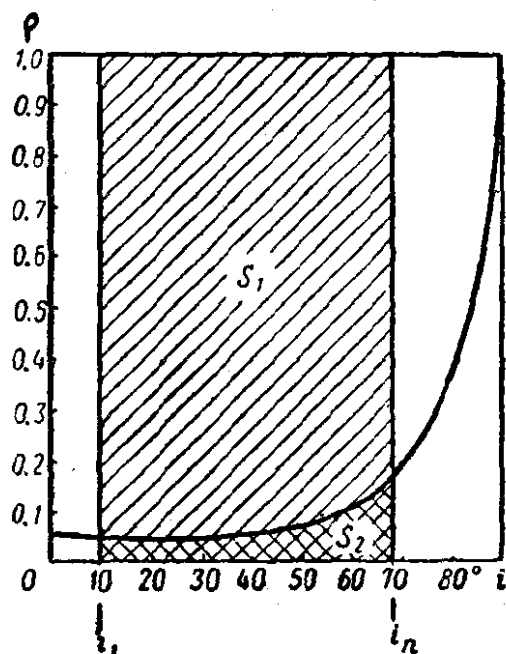


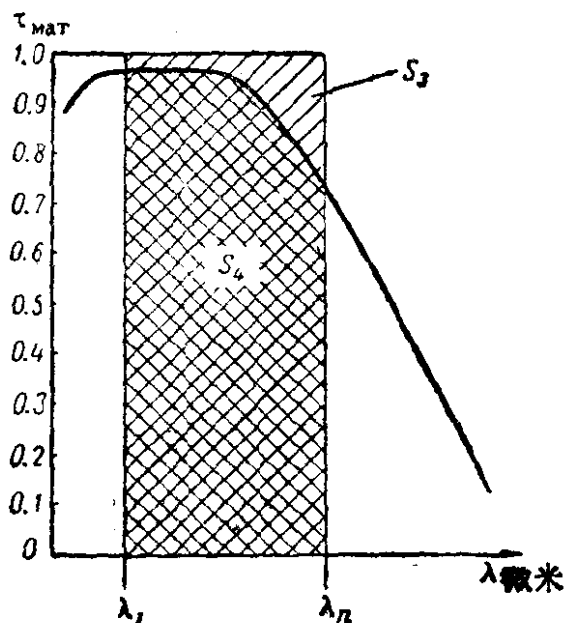
圖2. 反射系數與光通量入射角的关系曲綫

① Г. С. 兰德斯别尔格, 光学, 苏联国立技术出版社, 1952。

則第二分界总反射系数可取等于《空气-材料》第一分界的反射系数。在这种情况下,包括反射损失在内的月形透鏡透射系数为:

$$\tau_p = (1 - \rho)^2. \quad (9)$$

若已知材料透射光谱特性 $\tau_{\text{MAT}} = f(\lambda)$, 則可在輻射接受器敏感的波长 λ_1 至 λ_n 范围内, 求出月形透鏡材料中光通量的吸收损失。月形透鏡材料在工作波长范围内的透射系数 τ_{MAT} 可按面积 S_4 及 S_3 之比求出(图 3), 即:



$$\tau_{\text{MAT}} = \frac{S_4}{S_3}, \quad (10)$$

式中 S_4 —— λ_1 至 λ_n 范围内的曲线占用面积;

S_3 —— λ_1 至 λ_n 范围内的矩形面积。

由于在系统图中添加了直径 d 的月形透鏡不透明部分, 因而损失可通过透射系数 τ_H

表示, 透射系数 τ_H 根据入射光瞳透过辐射的面积与其总面积之比求出:

$$\tau_H = \frac{D^2 - d^2}{D^2}, \quad (11)$$

式中 d ——月形透鏡不透明部分的直径(见图 1);

D ——光学系统入射光瞳直径。

由此可見, 若将月形透鏡波长 λ_1 至 λ_n 范围内輻射通量的全部损失考虑在内, 則月形透鏡的透射系数为:

$$\tau_1 = \tau_p \tau_{\text{MAT}} \tau_H$$

或(解出所有关系式之后)

$$\tau_1 = \left(1 - \frac{S_2}{S_1}\right)^2 \frac{S_4}{S_3} \cdot \frac{D^2 - d^2}{D^2}. \quad (12)$$