

积木式电视变倍物镜

摘要:电视中使用的各种变倍物镜,可以通过不同组件组合而成,十分经济。本文谈及这类组合件在高斯与赛得范围的作用方式,并以2.1……6.3/33……100毫米电视变倍物镜为例指出所达到的特性数据。

一、引言

为了满足电视摄象机中变倍物镜的不同工作范围,需要大量专门的系统。当然,研制和加工这类物镜的花费甚高,致使很不经济。所以研究的目的是要选择一种办法,便于一方面确定其技术特性水平,另一方面限制其研制与加工的经费,但不减少应用的可能。其中成象性能的质量损失是肯定的。

这项任务应该通过积木结构来解决。技术上“积木”一词表示儿童造屋玩具一类的积块[1],这里第一次被引入光学领域。

在高斯范围和赛得范围进行了深入的研究。从所得详细结果来看,对于光学设计的评价,以及电视象机不同使用范围的变倍物镜的性能数据是很清楚的。针对专用范围对相应的变倍物镜提出下列要求:

1. 室内摄影物镜:大的相对孔径,在短焦距起始时,焦距的变化范围最少10倍,所

以较大的视场角和尽可能短的近摄距离。

2. 较宽敞室内用物镜(礼堂、剧院、体育馆……),大的相对孔径,焦距范围在15倍和15倍以上(起始焦距应与画面对角线相等),尽可能短的近摄距离,显然在1米以下。

3. 摄外景用的物镜(体育场、较远距离拍摄目标的运动场等):大的相对孔径,较大的焦距变化范围和长的终端焦距,近摄距离显然在5米以下。

对于彩色电视摄像机应当在其后面配置绿、红、兰颜色通道的光束分色器的光学系统。并有如下摄影幅面:“ $1\frac{1}{4}$ ”摄像管用 $12.8\text{mm} \times 17.1\text{mm}$ 和 $1'$ 摄像管用 $9.6\text{mm} \times 12.8\text{mm}$ 。对电视摄像机除尽力满足专门要求的说明外,如技术说明书中所规定的广播电视IRT说明,变焦距物镜BBC说明,菲力蒲 $1'$ 氧化铅管广播电视摄像变焦距物镜ELR4—706技术说明。尽力做到手提式系统既轻便,又易于操作。正是由于这种要

劳就变大,而光通量多时,则烧伤反而减小,所以,只根据疲劳来理解,是有很多问题的。

6. 结束语

研究光导摄像管的烧伤的测定法,同时进行了长时间响应的测定,因此明确了信号电流的过渡现象与烧伤的关连性,特别将烧伤的光通量或靶压变成最大,在其前后烧伤

则减少的事实,对于选择烧伤少的使用条件以及制作条件,给予了重要的启示。

烧伤由于使用时间而变化的现象,过渡现象的物理性能理解的不充分性等方面,残留的问题还很多。本报所述的测定法和想法,可以为同样能够适用于 Sb_2S_3 以外的光导摄像管,或者其它摄像管。

译自日本《テレビジョン》第21卷,
第7号通卷第227号,第483页
〔世春译 林陶校〕

求，致使焦距可变范围大约为起始焦距值的30倍。这种物镜分两次变倍〔2、3、4、5〕。因为通过实践证明：在相同或较大的变倍范围，一次变焦系统体积太大，故不方便和笨重。自然，特别是因为两个移动件的光学应力如此大，以至不仅在误差校正而且在制造中都产生困难。

二、高斯范围的研究

因为用光学补偿的变倍系统只允许较低的变化范围，所以只对机械补偿的系统加以研究。机械补偿的变倍物镜由许多组件构成图1)。

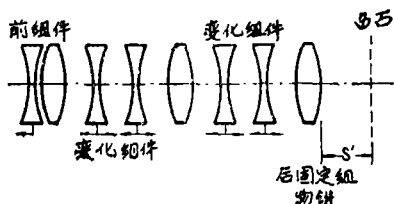


图1 积木结构中变倍焦距光学系统的原理。

下面详细说明之。

2.1 前组件

前组件是对着目标，由许多单透镜或胶合透镜组成的构件。为了对不同物距调焦，它必须是轴向移动。焦距范围，整个系统的相对孔径和最短的调焦距离不仅对光学结构，而且对尺寸都会产生影响。

2.2 变倍组件

它最少由两个互相独立地，轴向移动的作用组件构成。前部分所产生的固定位置的中间象在每次变焦后会位移动到另一个固定位置的中间象上。为了扩大焦距范围可以使用第二种变倍组件〔2，3，4，5〕。

2.3 基本物镜（后固定组物镜）

基本物镜将最后的变焦组件所产生的中间象成象在本来的象面上。基本物镜的结构主要决定于所要求的孔径在第一片透镜上口径和后截距，其后截距由于在彩色电视摄像机中后面跟着分色器必须很长。

2.4 入瞳（入射光瞳）

除孔径、焦距范围和最短近摄距离外，

一个变焦系统的尺寸也还取决于入瞳的位置。从而得出光阑的位置和各个作用组件彼此间的光焦度分配。

2.5 变化的可能性

由于单个作用组件或组合件的交换，可能有以下影响：

1. 焦距范围的改变
2. 焦距范围的位移
3. 孔径的影响

图2指示电视摄像机变焦系统的性能数据，12种物镜如何由九组光学组件构成。按至今一般的结构方式，这12种系统可以算作具有42个组件的专用物镜。积木结构的优点已经清楚。然而应该注意，大家虽熟悉了基本物镜的交换，但是要得到一个完整的概念还需要进一步研究。为了找到对于光学设计有利的结构，在高斯范围和赛得范围中深入研究是

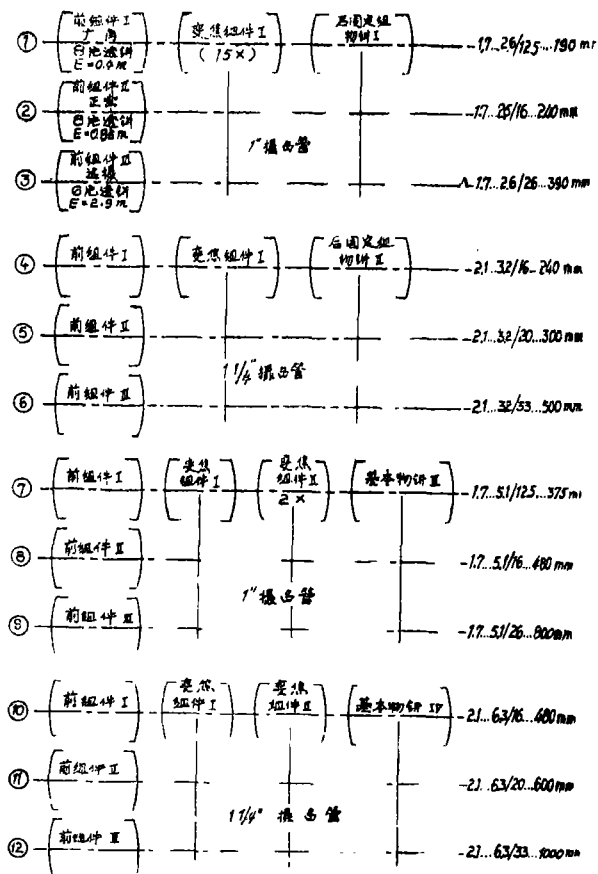


图2 由单个组件组合时电视一变倍物镜的相对孔径和焦距

必要的，其单个组件的光学基本结构和光焦度分配的选择，必须尽可能使其结构方式坚固。尽管如此，制造工艺所限定公差之影响不允许损害成象质量（性能）。高斯范围内的结构必须保证这些点〔2，3，4，5〕。另外，应当考虑到：在电视广播物镜中应该有尽可能短的近摄距离。通常调焦，移动整个前组，在长焦距近摄距离时，成象质量下降尤为突出。为了避免这点，对前组的结构形式加以选择，该结构形式与积木结构无关，已发表于西德专利12,79962。专利指出，前组单元由一部分带负光焦度和一部分带正光焦度部件组成。负的前置部件为调焦所用。两部分光焦度的数值必须这样选择。这个总的光焦度还是正的（参看图1）。

三、赛得范围内的研究

为分析判断单个作用组件对于像差的影响，求得相宜的折射面及其总和的赛得系数〔5〕。著名的赛得公式分析地变换成专为变倍物镜而用。因此，有可能很容易地识别整个焦距范围内单个作用组件对孔径象差、球差、慧差、象散、畸变及纵向色差和横向色差的影响。珀兹伐和是随焦距而变化的，因此无需额外说明。

以一个积木结构的系统为例（电视变倍物镜2.1至6.3/20……600毫米），（图2所示第11种组合）就很清楚。该系统由4个组件（总共七个光学作用组件的积木件）构成〔图3〕，为了较好概括说明，图4仅示出作用组件对孔径像差的影响。首先值得注意，作用

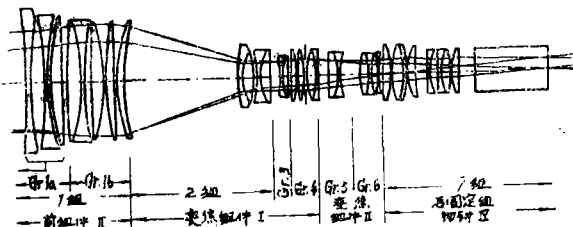


图3 电视变倍物镜 2.1……6.3/20……600毫米（参数：无穷远和全孔径在最长焦距时象中心和象角对画幅 12.8 mm × 17.1 mm 的光束图示

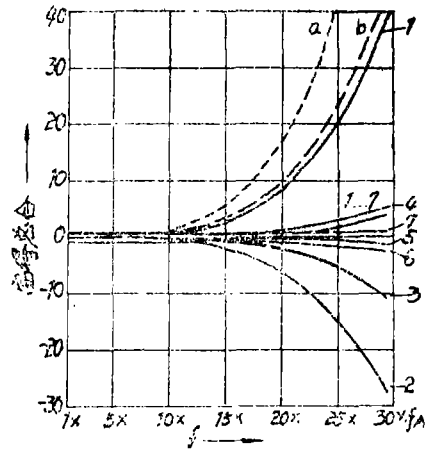


图4 电视变倍物镜 2.1……6.3/20……600毫米的孔径像差（在赛得区域中对全部焦距范围）

组件7的像差值是常数，并与焦距无关。其根据就是所应用设计原理。按这个原理在移动组件后面存在与焦距无关的关程。此外还知，不仅指示出可移动组件2，3，5和6，同时固定的前组元件（除近距离调焦移动外）都是以焦距示出可变的像差。即使对所有组件加起来总像差量相对的是小的，1组和2组的像差量尤其负担着非常可观的数值。

每一个光学作用组件均指出象差随焦距改变而产生的独特变化。用整个前组件（1至8片透镜）对很近的焦距调焦时，像差急剧增加，以致损坏长焦距的成象质量。由于将补偿份额大概均匀地分配在前组件的所有单元上，在用前置负的光组（透镜1—3）调焦时，成象特性对成象比例而言，是几乎不变的。下面以例探讨并论述三种较广泛的结构组合方式的变倍物镜所涉及到的赛得像差：

1. 2.1……6.3/3.3……1000毫米的电视变倍物镜供 1 1/4" 摄像管 12.8毫米 × 17.1毫米象幅使用。（图5就是图2中的第12种组合）。它是通过更换电视变倍物镜 2.1……6.3/30……600毫米的前组件而形成。

2. 2.1……6.3/16……480毫米的电视变倍物镜供 1 1/4" 摄像管 12.8毫米 × 17.1毫

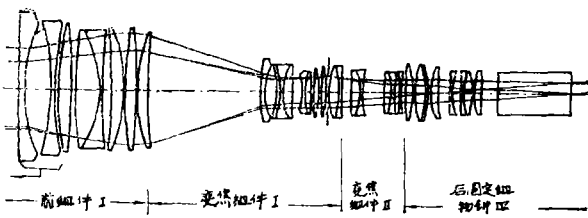


图5 电视变焦距物镜2.1……6.3/3.3……1000毫米参数同图3)。

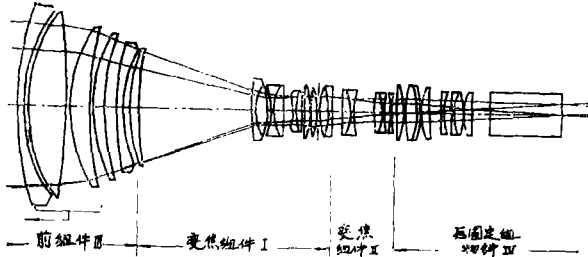


图6 电视变焦距物镜2.1……6.3/16……480毫米(参数如图3)。

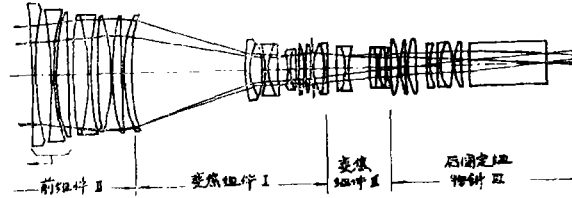


图7 电视变焦距物镜1.7……5.1/16……480毫米(参数如图3但象的画幅是9.6mm×12.8mm)。

米象幅使用。(图6是图2的第12种组合),它是通过更换电视变倍物镜 2.1……6.3/30……600毫米电视前组件而形成。

2. 2.1……6.3/16……480毫米的电视变倍物镜供1¹/₄”摄象管 12.8毫米×17.1毫米象幅使用,(图6是图2的第10种组合),它是通过更换电视变倍物镜 2.1……6.3/20……600毫米电视前组件而形成。

3. 1.7×5.1/10……480毫米的电视变倍物镜供1”摄象管 9.6毫米×12.8毫米象幅使用,(图7是图2第8种组合),它是通过更换电视变倍物镜2.1至6.3/20……600毫米的后固定组物镜而形成。

在更换单个组件或更换起作用组件的时候,必须保持象差影响的性质特征。正是从这一认识而得出各组的光学构造。图8, 9 10从图4出发指示出更换组件对孔径像差所起的专门影响。

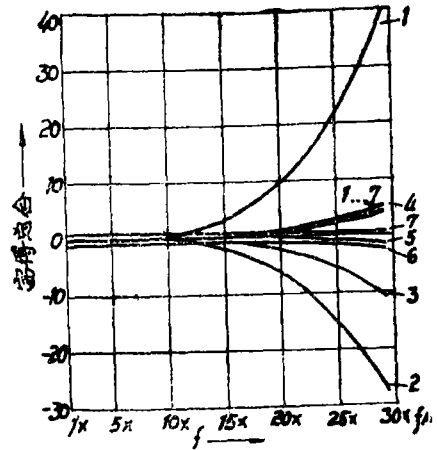


图8 2.1……6.3/33……1000毫米电视变倍物镜的孔径像差如图4。

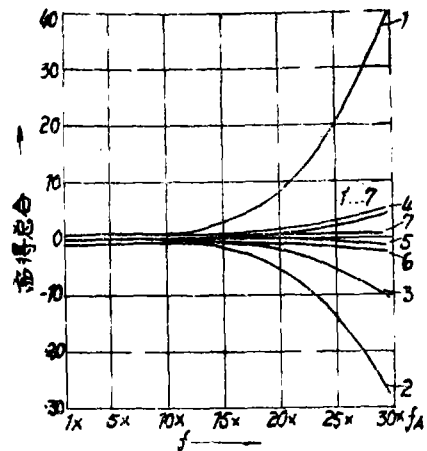


图9 2.8……6.3/16……480毫米电视变倍物镜的孔径像差如图4。

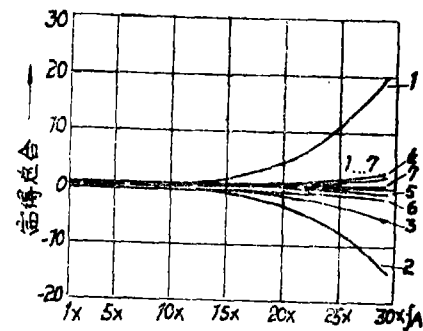


图10 1.7……5.1/16……480毫米电视变倍物镜的孔径像差,如图4。

四、积木式结构方式

如果交换各个光学组件(前组件,后固定组物镜或变焦组件)就会产生一种新的,用于不同性能数据的系统。

4.1 不同光焦度的前组件

如果前组件通过另一个不同光焦度所代替,那么焦距范围就会变化而相对孔径和照射的象的物圆直径保持不变。由此得出不同物方视场角对应的起始焦距和末端焦距。为了达到固定的成像特性,有必要适当地设计和校正前组透镜。图4, 8, 9示出赛得范围内的情况。

在相同焦距时由于前组件中不同的光程(图3, 5, 6), (其余物镜中光程不变), 因而在光学结构中必须特别注意高级像差。另外, 所要求的最短物距同样对前组件的形式有着决定性的影响。

4.2 不同光焦度的后固定组物镜

如果用的是不同光焦度的后固定组物镜, 焦距范围就会变化; 相对孔径和象的圆直径正比于下面关系式的变化因子。

$$K_n = \frac{f_n}{f_a} K_a$$

$$\text{和 } 2y'_n = \frac{f_n}{f_a} 2y'_a$$

(K = 孔径值, f = 起始焦距, $2y$ = 象的圆直径, 指数 a = 原来的系统, 指数 n = 新的系统)。

时常的起始焦距和终端焦距的物方视场

角是不变的。为了达到固定的成像特性, 有必要适当的设计和校正后固定组物镜。图4和图10指示出赛得范围内的情况。

在相同焦距时整个系统中仍保持原来光程时其相对孔径本身必然要变化(图3和图7)。因为高级象差严重影响了象的质量, 所以必须设计相应孔径的后固定组物镜。然而, 由于彩色电视摄像机增加的光束分色器, 摄像机装置的规格对光学结构是固定的, 而需要长的截距。

4.3 第二种变焦组件

第二种变焦组件有可能扩大焦距范围。如果在第一种变焦组件中, 焦距变化主要的受第一组可移动作用组件的影响, 那么, 在第二种变焦组件中主要的受第二组可移动作用组件影响, 也就是说受总系统的第4组可移动作用组件的影响(图5)。按照结构坚固和成象质量最佳的要求, 得出光焦度分配和光学结构。赛得范围中各组件的象差总量由图4, 8, 9和10指出。

五、积木结构方式的电视变倍物镜

为了一目了然, 对图2示出的六种最有用物镜组合系统加以说明。即焦距变化范围30倍的系统。其性能数据汇集于表1。

表1 积木式电视变倍物镜, 具有30倍的范围

图2中组合号	最大相对孔径	距离范围(毫米)	$E = \infty$ 时的水平象角	最短调焦距离(米)	摄像管
10	2.1...6.3	16...480	$56^\circ \dots 2^\circ$	0.40	$1\frac{1}{4}''$
11	2.1...6.3	20...600	$45^\circ \dots 1.6^\circ$	0.85	$1\frac{1}{4}''$
12	2.1...6.3	33...1000	$29^\circ \dots 0.98^\circ$	3.00	$1\frac{1}{4}''$
7	1.7...5.1	12.5...375	$53^\circ \dots 1.9^\circ$	0.40	1''
8	1.7...5.1	16...480	$4.3^\circ \dots 1.5^\circ$	0.85	1''
9	1.7...5.1	26...800	$27^\circ \dots 0.92^\circ$	3.00	1''

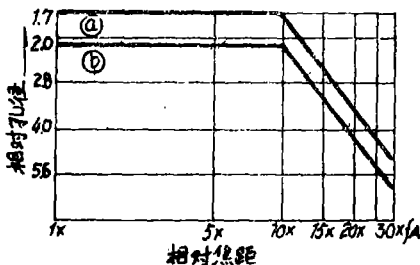


图11 相对孔径与相对焦距的关系, 变倍物镜初始孔径为1:1.7, 用于1''摄像管(a), 初始孔径为1:2.1, 用于 $1\frac{1}{4}''$ 摄像管(b)。

这六种系统共由七个光学积木组件构成。在普通结构中这样大概需要24个组件。在图3、5、6和7示出的截面图足已说明这六种系统的光学结构。图中指出的四种物镜已应用了所有这七种光学积木组件。其余二种系统通过这些积木件的变化组合来形成，如图2所示。

5.1 相对孔径

在所有六种系统中，一直保持了固定的孔径为1:2.1或1:1.7并直至10倍的初始焦距。而后随着焦距增大而成比例地下降为1:6.3或1:5.1。如果光阑调制到1:6.3或1:5.1或更大一些，那么孔径在整个范围中不变。全孔径与终端焦距的孔径之间的孔径比例通常保持对应的焦距比例。

为了获得小的前片直径，有意识地选取这种解决方法。尽而使重量减轻，假设终端焦距是100毫米，相对孔径是1:2.1时，直径就必须是476毫米。这样，结果会使玻璃重量增长10倍以上。从使用角度来看，在500毫米或更长焦距的情况下，使用大孔径

意义不大。那么，焦深很小，反正人们必须调整光阑。因此，一般固定焦距500毫米物镜的相对孔径也只是1:5.6或更小。

5.2 最近调焦距离

在所有六种系统中都是通过前组件的部分移动来完成对近目标调焦距。由此而得出成像质量的优点已在第2节和第3节中说明。近调的可能性是使之适用于物镜通常的使用范围而且取决于前组件的结构。当用前组件1（调焦距离为 $E = \infty$ 至0.4米）和前组件II（ $E = \infty$ 至0.85米）时，采用前置负透镜组进行调焦；与此同时当用前组件III（ $E = \infty$ 至2.9米）时，则用前置正透镜组完成距离调整。调焦距离应从前组透镜顶点进行测量。用前置透镜可能将最短调焦距离减半而且能维持全部焦距范围。用三种前组件所达到最短的物距，而得出不同焦距调焦时相应的成象比例。从中计算出物体的大小。为了在表II和表III中得出用30倍焦距范围系统的影响，同时也提出在200米工作距离时物体的大小。

表2：三种积木式电视变倍物镜的成象比例和物体大小，用于1 1/4" 摄象管，一般在焦距为最小或最大和物距为200米时，

近调距离(米)	焦距(毫米)	成象比例	物体大小(米)	物 镜
0.4	16	1:34	0.59×0.44	TV...变倍物镜 2.1...6.3/ 16...480mm
	480	1:1.3	0.021×0.016	
200	16	1:1235	211.1×1580	
	480	1:433	7.40×5.54	
0.85	20	1:53	0.91×0.68	TV...变倍物镜 2.1...6.3/ 20...600mm
	600	1:1.9	0.032×0.024	
200	20	1:9770	167×125	
	600	1:342	5.85×4.38	
3.0	83	1:81	1.39×1.04	TV...变倍物镜 2.1...6.3/ 3.3...1000mm
	1000	1:2.8	0.049×0.036	
200	33	1:5882	1006×75.3	
	1000	1:206	3.52×2.64	

表 3：三种积木式电视变倍物镜的成象比例如物体大小（物场）
用于1"摄像管。一般焦距为最小或最大和物距为2000米时，

近调距离(米)	焦距(毫米)	成象比例	物体大小	物 镜
0.4	12.5	1 : 43	0.55 × 0.42	TV...变倍物镜 1.7...5.11 12.5...375mm
	375	1 : 1.6	0.019 × 0.015	
200	12.5	1 : 15534	198.8 × 149.1	TV...变倍物镜 1.7...5.1/ 16...480mm
	375	1 : 544	7.00 × 5.23	
0.85	16	1 : 67	0.86 × 0.64	TV...变倍物镜 1.7...5.1/ 16...480mm
	480	1 : 2.4	0.030 × 0.023	
200	16	1 : 12289	157.3 × 1180	TV...变倍物 1.7...5.1/镜 26...800mm
	480	1 : 431	5.51 × 4.13	
3.0	26	1 : 102	1.30 × 0.98	TV...变倍物 1.7...5.1/镜 26...800mm
	800	1 : 3.5	0.046 × 0.034	
200	26	1 : 7408	94.8 × 71.1	TV...变倍物 1.7...5.1/镜 26...800mm
	800	1 : 259	3.31 × 2.50	

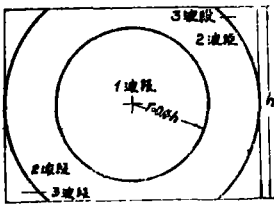


图12、象场各带划分

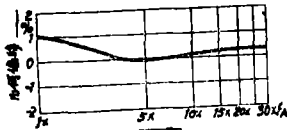


图13、关于全部焦距范围内的几何误差

六、积木式电视变倍物镜的性能

因为要详细介绍上述六种系统的性能篇幅太长，因此仅叙述一下2.1...6.3/33...1000毫米电视变倍物镜（图5）。为了达到性能数据而使得其尺寸小，重量轻，恰是这种以积木式结构而成的系统给人以深刻的印象。按目前为止的结构只能用变焦范围很小的（大约15至18倍）许多系统来实现。其体积是大的。重量几乎是上述系统的二倍。这里，终端焦距只用一个置于其后的范围扩展器来达到。这种新型系统的先进性是显而易见的。

易见的。

对比传递函数（积调制传递函数MTF）适用判断一种光学系统的成象特性

$$K = \frac{I_{\text{最大}} - I_{\text{最小}}}{I_{\text{最大}} + I_{\text{最小}}}$$

$I_{\text{最大}}$ = 正弦光栅图象中的最大光强度， $I_{\text{最小}}$ = 正弦光栅图象中的最小光强度。

表4以百分比示出5兆赫（正弦光栅每毫米15对线），对于象中心及三个象高度（区域1、2、3外边缘）的好些焦距的平均调制景深。此数据系指调到无穷远位置，并全孔径和光圈数4时，530微米主峰波长的绿色通道。图12示出象场的区域划分。同时在此情况下1" / 4" 摄像管象的高度 h 为12.8毫米。

图13指出几何误差，几何误差定义在图14中示出。它实际上与成象比例无关。通过全部焦距范围时容易形成枕形误差（<1%）。

图15指示其象场在无穷远位置时为好些焦距和光阑数的亮度分布。在一个工作光圈为4的情况下，渐晕实际上不起作用。在充满孔径时其残余亮度可视为足够。

表 4

焦距(毫米)	相对孔径 I_r	象中心%	区域 1%	区域 2%	区域 3%
33	2.1	95	68	43	38
140	2.1	89	74	79	63
330	2.1	62	65	59	60
660	4.2	77	59	45	34
1000	6.3	69	61	52	42

光圈数 4.0

33	4.0	98	87	72	47
140	4.0	97	96	94	72
330	4.0	96	92	72	59

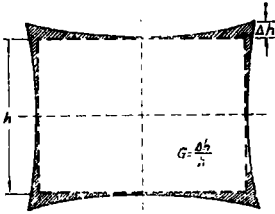


图14 几何误差定义

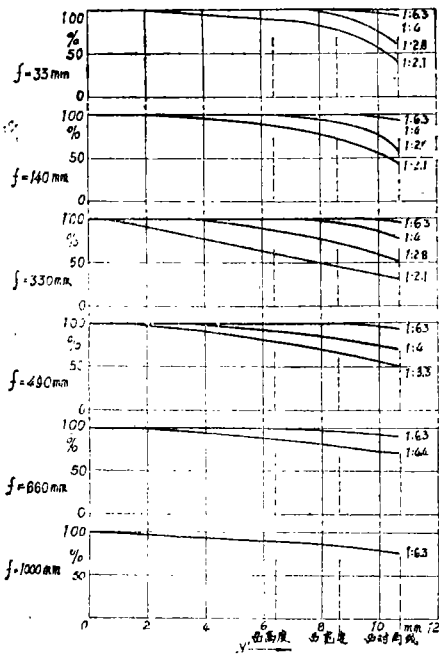


图15、当不同光圈数时对一些焦距在无限远位置时其象的亮度分布

图16指出透过率与光波长的关系。系统的所有玻璃——空气表面涂有多层减反射膜。为了得到最大的光透过率，主要是通过全部光谱范围减少漫射光。但为了获得最佳效果，在选择玻璃品种时，就已经对高的纯透射度作过努力。同时 Jenaer 玻璃 T Schott 和 Geh、Mainz 的密切合作，发挥了很大的作用。

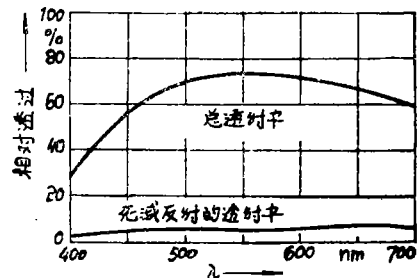


图16、透过率与波差的关系

七、结论

积木式的电视变倍物镜对使用者从注意经济观点出发，提供了对电视摄像机不同使用范围的最佳适应性。为了确保性能和携带方便，各个光学积木件通常在机械上集中在一个完整的系统上。因为，加上所必要的机械消耗，即有意识地放弃由使用者更换组件的可能性。此外，性能变坏和成像质量的损失很可能是无法排除的。由于焦距的30倍变焦范围与大的相对的初始孔径相结合，使这六

用热塑膜进行实时电子图象转换

摘要: 通过所施加的电荷密度分布的静电力, 使热塑膜在瞬间加热时形变成一种浮雕物。它可经过较强的加热脉冲而重新变平。文章指出, 热塑膜可用来作为电子图象的快速、可擦除的存储器, 它能够及时地制成光学衍射图。为达到照相干板的灵敏度, 图象电流密度用一电路倍增板增强。文中谈到热塑转换器几项特性测量, 并据其他人的研究结果进行了讨论。非晶形炭膜粒化的“实时”衍射图, 可由 10^{-10}C/cm^2 以下的电荷密度而获得。定量的图象选择, 由于非线性特性曲线及其他一些仍须详细研究的干扰而受到影响。

作者, K.H.Herrmann, D.Krahl

1. 引言

电子显微镜的图象信息是通过一种在最终象面上平面电荷密度分布而得, 它通常是用照相干板的密度来表示, 并转变为一种可以用光学的手段进行评价或进一步处理的形式。照相干板的优点是它的像点数目大, 电子的量子效率高, 然而, 遗憾的是它的处理时间长, 以致排除了为直接反作用于显微镜而对图象信息进行评价的各种方式。最近也许有可能采用一种方法, 即在记录之后不久就可以进行评价。

配有图象存储器的高灵敏度图象增强装置是解决这一任务的有效途径[1], 当然, 这些设备花费很大, 在图象点数方面, 由于电传真扫描系统而受限, 此外, 为完成苛求的图象处理, 即使谈得上一种“实时”方法, 还要求附加一台快速数据引导大型计算机。这点对在高分辨率电子显微镜方面经常

提出的、对图象进行一次或两次付里叶变换的任务而言尤为重要。非晶形载体膜统计粒化的电子显微镜照片, 大多数情况利用激光制成它们的光学衍射图, 衍射图指出了这些照片付里叶变换的方阵, 并以此而说明电子显微镜的传递特性。衍射图不仅可以识别出球差、波长及散焦效应, 而且对可能出现的干扰也可清楚地看出, 因此, 对判断电子显微镜的光学性能非常重要。利用电传真图象增强装置和大屏幕投影装置而得的“联用”衍射计量的方法(即将视频图象转变为相位浮雕图), 在参考文献[3]中已有说明。这种方法的缺点是, 被处理的图象点数受到电传真扫描系统限制。如果用附加电传真图象存储器来满足对积分时间的变动的要求, 那么在器材方面本来已不小的花费还要增多。

二次付显叶变换对于照片的复数空间滤波是必要的, 它被用来使图象信息得到较好的判读。付显叶变换也可结合显微镜的光瞳函数, 用来改善传递函数, 例如对单边带全

个系统得到广泛地使用, 从而省去使用者所要做的组件更换。

除了此种结构所取得的经济成果外, 力求达到在所有熟悉的电视摄象机中都可以使用。摄象机连接板与相应变化焦距的伺服元件, 以及调焦和光阑控制, 对所有的物镜都是相同的, 与集中的光学组件相反, 在这里

使用者可以进行更换。相应的单件在所有由积木方式组成的物镜中也完成可以互相更换。

译自 《Fernseh + Kino - Technik》

1977年 N.7 248页—254页

[张联维译、周毓平、孙静校]