



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101833163 B

(45) 授权公告日 2011.08.10

(21) 申请号 201010182785.0

G02B 9/62(2006.01)

(22) 申请日 2010.05.20

G02B 1/00(2006.01)

(73) 专利权人 福州福赛特光学仪器有限公司
地址 350002 福建省福州市金光大道 618 号
桔园洲工业区 27 栋

(56) 对比文件

JP 2006-349920 A, 2006.12.28, 全文.
FR 2826735 A1, 2003.01.03, 全文.
CN 2710009 Y, 2005.07.13, 全文.
US 2006/0274433 A1, 2006.12.07, 全文.
CN 201348672 Y, 2009.11.18, 全文.

(72) 发明人 赖英辉 叶鸿英 黄思尚 赖爱光

(74) 专利代理机构 福州智理专利代理有限公司
35208

审查员 赵强

代理人 黄秀婷 丁秀丽

(51) Int. Cl.

G02B 13/00(2006.01)

权利要求书 1 页 说明书 10 页 附图 7 页

(54) 发明名称

高清晰宽光谱共焦面视频摄像镜头

(57) 摘要

本发明涉及一种高清晰宽光谱共焦面视频摄像镜头,它包括六片球面单透镜,前两片透镜组成负焦距前组;第三至五片透镜组成三片式正透镜组,且选用相对部分色散偏离阿贝正常色散基准线较大且偏离方向相异的的正、负透镜制成;光栏设在第三和第四片透镜间;第六片透镜为第一面接近齐明条件的正透镜;需满足条件为:

$$-3.85 < \frac{f'_{前}}{f'} < -3;$$

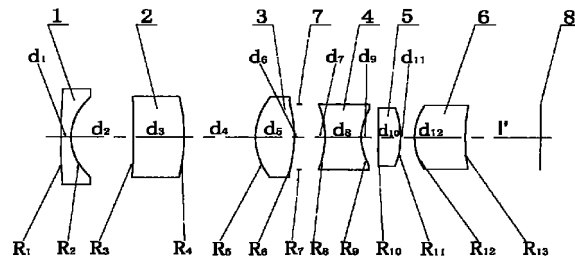
$$-0.8 < \beta_{后A} < -0.65; 4 < F_{后A} < 5.6;$$

$$\frac{0.65(l'_{11} - d_{11})}{n_6 + 1} < R_{12} < \frac{1.5(l'_{11} - d_{11})}{n_6 + 1}; 1.72 < n_3$$

$$\text{及 } n_5 < 1.82, 54 > v_3 \text{ 及 } v_5 > 45; 1.73 < n_4 < 1.85, 27 > v_4 > 23; 1.62 < n_6 < 1.79, 62 >$$

$$v_6 > 47, |l'_{0.78\mu} - l'_d| < \frac{4 \times 0.656(\mu m)}{(u')^2} \circ \text{本发明}$$

全部采用常用球面透镜,便能在同一最佳成像面上对不同的两个光谱区域都获得较佳的高清晰度成像效果,可适应百万像素的高清晰度要求。



CN 101833163 B

1. 一种高清晰宽光谱共焦面视频摄像镜头,其特征在於:所述摄像镜头包括六片球面单透镜,其中第一片透镜和第二片透镜组成负焦距前组;第三片透镜至第五片透镜组成三片式正透镜组,光阑设在第三片透镜和第四片透镜之间,构成三片式正透镜组的透镜包含有正透镜和负透镜,并且构成三片式正透镜组的正、负透镜选用折射率高、相对部分色散偏离阿贝正常色散基准线较大且正、负透镜产生的相对部分色散偏离方向相异的光学材料制成;第六片透镜为第一面接近齐明条件的正透镜;构成摄像镜头的各光学元件需满足以下条件:

$$\begin{aligned}
 & -3.85 < \frac{f'_{前}}{f'} < -3 && \dots\dots\dots \textcircled{1} \\
 & -0.8 < \beta_{后A} < -0.65 && \dots\dots\dots \textcircled{2} \\
 & 4 < F_{后A} < 5.6 && \dots\dots\dots \textcircled{3} \\
 & \frac{0.65(l'_{11} - d_{11})}{n_6 + 1} < R_{12} < \frac{1.5(l'_{11} - d_{11})}{n_6 + 1} && \dots\dots\dots \textcircled{4} \dots\dots\dots \textcircled{4} \\
 & 1.72 < n_3 < 1.82, 54 > v_3 > 45 && \\
 & 1.73 < n_4 < 1.85, 27 > v_4 > 23 && \\
 & 1.72 < n_5 < 1.82, 54 > v_5 > 45 && \dots\dots\dots \textcircled{5} \\
 & 1.62 < n_6 < 1.79, 62 > v_6 > 47 && \dots\dots\dots \textcircled{6} \\
 & |l'_{0.78\mu} - l'_d| < \frac{4 \times 0.656(\mu m)}{(u')^2} && \dots\dots\dots \textcircled{7} \dots\dots\dots \textcircled{7}
 \end{aligned}$$

其中, f' 表示摄像镜头的合成焦距, $f'_{前}$ 表示负焦距前组的组合焦距; $\beta_{后A}$ 表示三片式正透镜组的倍率; $F_{后A}$ 表示三片式正透镜组所承担的数值孔径; l'_{11} 表示由摄像镜头的第十一面出射的光束后截距, d_{11} 表示第五片透镜和第六片透镜之间的距离, R_{12} 表示第六片透镜的第一面的半径, n_3 至 n_6 分别表示第三片透镜至第六片透镜的折射率, v_3 至 v_6 分别表示第三片透镜至第六片透镜的阿贝系数; $l'_{0.78\mu}$ 表示波长为 0.78μ 的谱线在摄像镜头的光学后截距, l'_d 表示波长为 0.5876μ 的 d 谱线在摄像镜头的光学后截距, u' 表示摄像镜头的像方孔径角。

2. 根据权利要求 1 所述的高清晰宽光谱共焦面视频摄像镜头,其特征在於:摄像镜头的各光学元件还需满足以下条件: $\Phi' \geq 1.058\Phi_{E标}$; 其中, Φ' 表示摄像镜头的像面大小, $\Phi_{E标}$ 表示摄像器件有效扫描靶面标注尺寸。

高清晰宽光谱共焦面视频摄像镜头

技术领域

[0001] 本发明涉及光学镜头装置,特别涉及一种适用于配套百万像素的高清晰度的 CMOS, CCD 日夜型视频监控摄像机和 IP 网络摄像机的高清晰宽光谱共焦面视频摄像镜头。

现有技术

[0002] 目前视频监控摄像机普遍采用的是 30 万至 50 万总像素的摄像器件,它的清晰度已不能满足安防行业和科研领域获得准确的景物信息的要求。随着百万级甚至千万级总像素高性能 CMOS 摄像器件技术和产业化的突破,视频监控摄像机向高清晰化、智能化、网络化发展已成为趋势。在许多场合人们除了要求在白天能清晰的看清目标,同时也要求在照度很低的条件下(如夜晚),通过辅助光源(如近红外 LED 光源,半导体激光光源等)也能看清景物的细节,为此,发展了日夜型的摄像系统,相应也开发了配套的系列化日夜型摄像镜头。这种新型镜头要求在很宽的光谱区域(从可见光谱区到近红外光谱区),在共有的一个最佳像面上都能有同样高的成像质量,这样就带来如何减少光学系统二级光谱的问题。国外近年来发展的这类镜头普遍通过选用低色散高折射率的 LD 光学玻璃材料和非球面设计等方法,较好地解决了宽光谱共焦的难题,推出了适应日夜两用的百万级总像素的高清晰度视频摄像镜头,但它的投资和加工成本较高,为国内普通镜头的几倍。中国专利 200420048615.3 根据实用的情况,提出了设计这种镜头的新思路,把适应白天到晚上较宽的光谱区域(波长 $0.486 \sim 0.9 \mu\text{m}$)分成可见光谱区域(波长 $0.486 \sim 0.656 \mu\text{m}$)和近红外光谱区域(波长 $0.656 \sim 0.9 \mu\text{m}$),降低和简化了解决光学系统二级光谱的难题,通过对常用光学玻璃材料相对部分色散间偏移量的合理配置,设计和研制了价格低、性能好的宽光谱共焦面视频摄像镜头。但采用这种方法设计的目前广为应用的镜头,其评价成像质量的最高特征频率只有 50 线对/mm \sim 63 线对/mm,已不能适应百万级像素高清晰度(一般要求的特征频率在 100 \sim 150 线对/mm,甚至 200 线对/mm)视频监控摄像要求。

发明内容

[0003] 为了解决现有技术所存在的上述问题,本发明通过优化的光学结构选用和常用光学玻璃材料的合理选配,提供了一种能在可见光(如白天或灯光照明下)和近红外(如夜间或低照度条件下)宽光谱区域内均能在同一成像面上获得成像性能能适应百万像素的高清晰度要求的、性价比高、全球面透镜的高清晰宽光谱共焦面视频摄像镜头。

[0004] 本发明技术方案是这样构成的:

[0005] 一种高清晰宽光谱共焦面视频摄像镜头,其特征在于:所述摄像镜头包括六片球面单透镜,其中第一片透镜和第二片透镜组成负焦距前组;第三片透镜至第五片透镜组成三片式正透镜组,光阑设在第三片透镜和第四片透镜之间,构成三片式正透镜组的透镜包含有正透镜和负透镜,并且构成三片式正透镜组的正、负透镜选用折射率高、相对部分色散偏离阿贝正常色散基准线较大且正、负透镜产生的相对部分色散偏离方向相异的光学材料制成;第六片透镜为第一面接近齐明条件的正透镜;构成摄像镜头的各光学元件需满足以

下条件：

[0006]

$$-3.85 < \frac{f'_{\text{前}}}{f'} < -3 \quad \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

[0007] $-0.8 < \beta_{\text{后A}} < -0.65 \quad \dots\dots\dots \textcircled{2}$

[0008] $4 < F_{\text{后A}} < 5.6 \quad \dots\dots\dots \textcircled{3}$

[0009] $\frac{0.65(l'_{11} - d_{11})}{n_6 + 1} < R_{12} < \frac{1.5(l'_{11} - d_{11})}{n_6 + 1} \quad \dots\dots\dots \textcircled{4}$

..... $\textcircled{4}$

[0010] $1.72 < n_3 < 1.82, 54 > v_3 > 45$

[0011] $1.73 < n_4 < 1.85, 27 > v_4 > 23$

[0012] $1.72 < n_5 < 1.82, 54 > v_5 > 45 \quad \dots\dots\dots \textcircled{5}$

[0013] $1.62 < n_6 < 1.79, 62 > v_6 > 47 \quad \dots\dots\dots \textcircled{6}$

[0014] $|l'_{0.78\mu} - l'_d| < \frac{4 \times 0.656(\mu\text{m})}{(u')^2} \quad \dots\dots\dots \textcircled{7}$

..... $\textcircled{7}$

[0015] 其中, f' 表示摄像镜头的合成焦距, $f'_{\text{前}}$ 表示负焦距前组的组合焦距; $\beta_{\text{后A}}$ 表示三片式正透镜组的倍率; $F_{\text{后A}}$ 表示三片式正透镜组所承担的数值孔径; l'_{11} 表示由摄像镜头的第十一面(即第五片透镜的第二面)出射的光束后截距, d_{11} 表示第五片透镜和第六片透镜之间的距离, R_{12} 表示第六片透镜的第一面的半径, n_3 至 n_6 分别表示第三片透镜至第六片透镜的折射率, v_3 至 v_6 分别表示第三片透镜至第六片透镜的阿贝系数; $l'_{0.78\mu}$ 表示波长为 0.78μ 的谱线在摄像镜头的光学后截距, l'_d 表示波长为 0.5876μ 的 d 谱线在摄像镜头的光学后截距, u' 表示摄像镜头的像方孔径角。

[0016] 为了适应显示器由 4:3 向 16:9 格式发展的趋势, 避免采用 16:9 格式的显示器观察时出现暗角现象, 本发明上述技术方案还做了以下改进: 即构成摄像镜头的各光学元件还需满足以下条件: $\Phi' \geq 1.058 \Phi_{\text{E标}}$; 其中, Φ' 表示摄像镜头的像面大小, $\Phi_{\text{E标}}$ 表示摄像器件有效扫描靶面标注尺寸。

[0017] 本发明工作原理说明如下:

[0018] 在安防、交通、科研等一些领域视频监控系统普遍要求: 不仅在照度环境好的白天能获得被摄物的清晰图像, 而且也要求在夜间照度低的条件下也能清晰分辨景物的细节。为了实现上述需求, 目前常用的办法是: 在白天视频监控系统加入近红外光截止滤色片, 把不用的近红外光截止掉, 大大提高了可见光谱区域的图像清晰度; 在晚间由于环境照度低, 采用了辅助近红外光源进行照明, 获得清晰的黑白视频电视图像。很显然, 在实际使用中, 可以把白天至晚上较宽的光谱区域(波长范围为 $0.486 \sim 0.9\mu\text{m}$) 分成光谱区域为波长范围 $0.486 \sim 0.656\mu\text{m}$ 可见光光谱区和波长范围为 $0.656 \sim 0.9\mu\text{m}$ 的近红外光谱区域, 这样可以把设计光谱区域较宽的问题, 分解为光谱区域较窄的两个光谱区域, 降低了宽光谱区域的二级光谱等设计难度。由于辅助照明光源的不同, 近红外光谱区域可分为连续光谱

照明区域（方法是采用近红外光丰富的特殊卤素灯）和窄光谱照明区域（如用半导体激光器或 LED 组合）。为满足对被摄物体的活动不能造成任何影响，一般都把灯源 $0.72\ \mu\text{m}$ 以下的波长的光滤掉以增加监控的隐蔽性。这样近红外光光谱区域大致控制在波长为 $0.72\sim 0.9\ \mu\text{m}$ 内，其设计的主谱线可选在 0.78 或 $0.82\ \mu\text{m}$ 之间。对窄光谱照明方式，目前采用的是波长范围为 $0.85\pm 0.01\ \mu\text{m}$ 近红外 LED（发光二极管）光源和波长范围为 $0.805\pm 0.01\ \mu\text{m}$ 的半导体激光器，它们不必采用滤色片就可以满足要求。由于在这两个光谱区进行视频摄像大多数是由同一摄像机同时实现，而这些摄像机一经安装，其摄像镜头（除可电动调距镜头和可精密移动的摄像器件部件除外）都不能调整，这样，设计的光学系统必须在同一最佳成像面上（即必须宽光谱共焦面）对两个光谱区进行成像质量的评价。本发明采用了这种方案，为了适应百万级像素高清晰度视频监控摄像要求，其评价成像质量的 MTF 值的最高特征频率提升至 100 线对/mm 至 150 线对/mm。本发明的摄像镜头，根据实用经验，它的 MTF 值在全孔径的条件下，轴上应在 0.45 以上，0.7 视场应在 0.35 左右，全视场应达到 0.3 左右。

[0019] 本发明所提供的的高清晰宽光谱共焦面视频摄像镜头，采用了反远距光学结构型式，适用于焦距较短的百万像素的高清晰度视频监控摄像需求。所述摄像镜头包括了六片球面单透镜，其中第一片透镜和第二片透镜组成光学镜头的负焦距前组，第三片透镜至第六片透镜构成光学镜头的正焦距后组。光阑设置在第三片透镜和第四片透镜之间。摄像镜头的正焦距后组由可视为近摄距离成像的三片式正透镜组和单片增大孔径用的正透镜组成。由于三片式正透镜组处在极近距离的成像状况（以 $\beta_{后A}$ 表示它的倍率， $\beta_{后A}$ 在 $-0.8\sim -0.65$ 之间），因此其光焦度的配置和光学玻璃材料的选取是降低各种像差高级量和二级光谱影响的关键。通过控制三片式正透镜组所承担的数值孔径 $F_{后A}$ （在 $4\sim 5.6$ 之间），且组成三片式正透镜组的正、负透镜均采用折射率很高同时其相对部分色散偏离正常玻璃阿贝基准直线较大而且正、负透镜偏离方向相异的光学玻璃材料（如 H-LAF50A 和 ZF52）的组合，较好地降低了三片式正透镜组的各种像差高级量，特别是轴上高级球差和高级慧差及二级光谱，有利于整个摄像镜头实现高像质的平衡。此外，在像差平衡时，基本上把三片式正透镜组与负焦距前组的各种像差控制在较小的范围，减小了单片正透镜（第六片透镜）的像差平衡的压力，使它只起着提高孔径角的作用。第六片透镜的第一面半径按齐明条件设计，第二面半径可按照产生球差反常区设计（即凹球面产生一定量的正光焦度，使其生成正的 S_1 值），通过两面产生的初级像差系数去平衡前面镜组产生的剩余像差。像差平衡后的光学镜头装置，在其特征频率超过以往常用的监控镜头特征频率（50 线对/mm）高 $2\sim 2.5$ 倍条件下，在两个光谱区域都能获得较高的 MTF 值。

[0020] 较之现有技术而言，本发明具有以下优点：

[0021] (1) 通过对关键的三片式正透镜组比较合理的光学材料的匹配选择，如选用折射率较高和其相对部分色散偏离阿贝基准直线较大且它们组成透镜组时正负透镜偏离方向相异的光学材料，有效地降低了宽光谱（波长 $0.486\sim 0.9\ \mu\text{m}$ ）的二级光谱和各种像差高级量的影响，使本发明所述的高清晰宽光谱共焦面视频摄像镜头在不用非球面和特殊的低色散 LD 光学玻璃的情况下，能在同一最佳成像面上对不同的两个光谱区域（可见光谱区域和近红外光谱区域）都获得较佳的高清晰度成像质量效果，即使特征频率在 120 线对/mm，在全孔径的条件下，轴上的 $MTF > 0.45$ ，0.7 视场 $MTF \geq 0.35$ ，在全视场达 0.3 左右。

[0022] (2) 由于本发明所述的高清晰宽光谱共焦面视频摄像镜头不采用国外必须使用的特殊低色散光学玻璃材料和非球面设计方案,因此可避免需大量投资用于增添特殊加工设备和解决复杂的工艺和昂贵的材料等困难,有利于产业化生产,而且所生产的光学镜头性价比较高。

[0023] (3) 此外,本发明所述的高清晰宽光谱共焦面视频摄像镜头的成像面大小比 CMOS 或 CCD 有效扫描靶面标注尺寸要大,可适应显示器由 4:3 向 16:9 格式发展的趋势,满足 16:9 显示屏观察的需求,避免采用 16:9 格式的显示器观察时出现暗角现象。

[0024] (4) 上述优点使本发明所述的高清晰宽光谱共焦面视频摄像镜头特别适用于配套百万像素级高清晰度日夜型摄像机和网络摄像机。

附图说明

[0025] 图 1 为本发明具体实施方式提供的一种高清晰宽光谱共焦面视频摄像镜头的结构示意图,该具体实施方式中,摄像镜头的实际焦距是 $f' = 6.38\text{mm}$,摄像镜头的数值孔径 $F = 1.62$,摄像镜头的像面大小 $\Phi' = 6.34\text{mm}$ 。图中,标号 1-6 依次表示第一片透镜至第六片透镜,标号 7 表示光栏,标号 8 表示成像面, $R_1 \cdots R_{13}$ 从左到右依次表示构成摄像镜头的各光学元件(包括六片透镜和光栏)的各个面的半径。 $d_1 \cdots d_{12}$ 从左到右依次交错表示构成摄像镜头的各光学元件(指透镜)的厚度以及各光学元件之间的空气间隔(包括透镜和透镜之间的空气间隔以及透镜和光栏之间的空气间隔), l' 表示摄像镜头的光学后截距。

[0026] 图 2 为本发明实施例 1 的各种几何像差曲线图。图中,(a) 为可见光光谱区域(波长 $0.486 \sim 0.656 \mu\text{m}$) 的各种表征几何像差的曲线图,(b) 为近红外光谱区(波长 $0.72 \sim 0.86 \mu\text{m}$) 的各种表征几何像差的曲线图。其中:球差和场曲像差图的横坐标单位为 mm ,倍率色差的横坐标单位为 μm ,相对畸变图的横坐标为百分比。

[0027] 图 3 为本发明实施例 1 在不同光谱区域的 MTF 曲线图(视场 $0\omega, 0.7\omega, 1\omega$)。图中,(a) 为可见光谱区域(波长 $0.486 \sim 0.656 \mu\text{m}$) 的 MTF 曲线图;(b) 为近红外光谱区域(波长 $0.72 \sim 0.86 \mu\text{m}$) 的 MTF 曲线图;(c) 为波长范围 $0.805 \pm 0.01 \mu\text{m}$ (采用近红外激光照明光谱区)的 MTF 曲线图;(d) 为波长范围 $0.85 \pm 0.01 \mu\text{m}$ (采用近红外 LED 照明光谱区)的 MTF 曲线图。上述 MTF 曲线图的横坐标单位均为:线对/ mm 。

[0028] 图 4 为本发明实施例 2 的各种几何像差曲线图。图中,(a) 为可见光光谱区域(波长 $0.486 \sim 0.656 \mu\text{m}$) 的各种表征几何像差的曲线图,(b) 为近红外光谱区(波长 $0.72 \sim 0.86 \mu\text{m}$) 的各种表征几何像差的曲线图。其中:球差和场曲像差图的横坐标单位为 mm ,倍率色差的横坐标单位为 μm ,相对畸变像差图的横坐标为百分比。

[0029] 图 5 为本发明实施例 2 在不同光谱区域的 MTF 曲线图(视场 $0\omega, 0.7\omega, 1\omega$)。图中,(a) 为可见光谱区域(波长 $0.486 \sim 0.656 \mu\text{m}$) 的 MTF 曲线图;(b) 为近红外光谱区域(波长 $0.72 \sim 0.86 \mu\text{m}$) 的 MTF 曲线图;(c) 为波长范围 $0.805 \pm 0.01 \mu\text{m}$ (采用近红外激光照明光谱区)的 MTF 曲线图;(d) 为波长范围 $0.85 \pm 0.01 \mu\text{m}$ (采用近红外 LED 照明光谱区)的 MTF 曲线图。上述 MTF 曲线图的横坐标单位均为:线对/ mm 。

[0030] 图 6 为本发明实施例 3 的各种几何像差曲线图。图中,(a) 为可见光光谱区域(波长 $0.486 \sim 0.656 \mu\text{m}$) 的各种表征几何像差的曲线图,(b) 为近红外光谱区(波长 $0.72 \sim$

0.86 μm) 的各种表征几何像差的曲线图。其中：球差和场曲像差图的横坐标单位为 mm，倍率色差的横坐标单位为 μm，相对畸变图的横坐标为百分比。

[0031] 图 7 为本发明实施例 3 在不同光谱区域的 MTF 曲线图 (视场 0ω, 0.7ω, 1ω)。图中, (a) 为可见光谱区域 (波长 0.486 ~ 0.656 μm) 的 MTF 曲线图; (b) 为近红外光谱区域 (波长 0.72 ~ 0.86 μm) 的 MTF 曲线图; (c) 为波长范围 0.805 ± 0.01 μm (采用近红外激光照明光谱区) 的 MTF 曲线图; (d) 为波长范围 0.85 ± 0.01 μm (采用近红外 LED 照明光谱区) 的 MTF 曲线图。上述 MTF 曲线图的横坐标单位均为：线对 /mm。

[0032] 图 2-图 7 中, a1 代表波长 = 0.486 μm 的各种几何像差曲线, b1 代表波长 = 0.588 μm 的各种几何像差曲线, c1 代表波长 = 0.656 μm 的各种几何像差曲线; a2 代表波长 = 0.72 μm 的各种几何像差曲线, b2 代表波长 = 0.78 μm 的各种几何像差曲线, c2 代表波长 = 0.86 μm 的各种几何像差曲线; I 代表中间视场, II 代表 0.7 视场, III 代表全视场。

具体实施方式

[0033] 下面结合说明书附图、具体实施方式和实施例对本发明内容进行详细说明：

[0034] 一、具体实施方式：

[0035] 如图 1 所示为本发明具体实施方式所提供的一种高清晰宽光谱共焦面视频摄像镜头, 图中, 所述摄像镜头包括六片球面单透镜, 六片球面单透镜的外形依次为：凸凹负透镜、凹凸正透镜、双凸正透镜、双凹负透镜、双凸正透镜、凸凹正透镜, 采用的光学材料依次为：ZK3、ZF13、H-LAF50、ZF52、H-LA50A、LAK1 (具体应用时, 各透镜还可采用其它符合本发明技术方案所设定条件的光学材料, 如实施例 2 和实施例 3 所示)。以 n₁……n₆ 分别表示第一片透镜 1 至第六片透镜 6 的折射率。以 v₁……v₆ 分别表示第一片透镜 1 至第六片透镜 6 的阿贝系数。

[0036] 其中, 第一片透镜 1 和第二片透镜 2 组成摄像镜头的的负焦距前组；第三片透镜 3 至第六片透镜 6 构成摄像镜头的正焦距后组, 正焦距后组是由近摄距离成像的三片式正透镜组 (第三片透镜 3 至第五片透镜 5) 和带准齐明面的单片正透镜 (第六片透镜 6) 组成, 以 f_{后A}' 和 f_{后B}' 分别表示三片式正透镜组和第六片透镜 6 的焦距。光阑 7 设在第三片透镜 3 和第四片透镜 4 之间；构成三片式正透镜组的透镜包含有正透镜和负透镜, 并且构成三片式正透镜组的正、负透镜选用折射率高、相对部分色散偏离阿贝正常色散基准线较大且正、负透镜产生的相对部分色散偏离方向相异的光学材料制成；构成摄像镜头的各光学元件需满足以下条件：

[0037]

-3.85 < f_前' / f' < -3①

[0038] -0.8 < β_{后A} < -0.65②

[0039] 4 < F_{后A} < 5.6③

[0040] (0.65(l₁₁' - d₁₁')) / (n₆ + 1) < R₁₂ < (1.5(l₁₁' - d₁₁')) / (n₆ + 1)④

.....④

[0041] $1.72 < n_3 < 1.82, 54 > v_3 > 45$

[0042] $1.73 < n_4 < 1.85, 27 > v_4 > 23$

[0043] $1.72 < n_5 < 1.82, 54 > v_5 > 45$

.....⑤

[0044] $1.62 < n_6 < 1.79, 62 > v_6 > 47$

.....⑥

[0045] $|l'_{0.78\mu} - l'_d| < \frac{4 \times 0.656(\mu m)}{(u')^2}$

.....⑦

.....⑦

[0046]

$\Phi' \geq 1.058 \Phi'_{E标}$

.....⑧

[0047] 其中, f' 表示摄像镜头的合成焦距, $f'_{前}$ 表示负焦距前组的组合焦距; $\beta_{后A}$ 表示三片式正透镜组的倍率; $F_{后A}$ 表示三片式正透镜组所承担的数值孔径; l'_{11} 表示由摄像镜头的第十一面(即第五片透镜 5 的第二面)出射的光束后截距, d_{11} 表示第五片透镜 5 和第六片透镜 6 之间的距离, R_{12} 表示第六片透镜 6 的第一面的半径, n_3 至 n_6 分别表示第三片透镜 3 至第六片透镜 6 的折射率, v_3 至 v_6 分别表示第三片透镜 3 至第六片透镜 6 的阿贝系数; $l'_{0.78\mu}$ 表示波长为 0.78μ 的谱线在摄像镜头的光学后截距, l'_d 表示波长为 0.5876μ 的 d 谱线在摄像镜头的光学后截距, u' 表示摄像镜头的像方孔径角。 Φ' 表示摄像镜头的像面大小, $\Phi'_{E标}$ 表示摄像器件有效扫描靶面标注尺寸。

[0048] 设定上述必须满足条件的目的是:

[0049] 条件①设定的目的是控制负焦距前组的孔径和轴外偏角,以利于视场增大时不出现过大的轴上和轴外像差的高级量,同时也可增大光学系统的后截距和控制三片式正透镜组的物像距,实现光学镜头的小型化。

[0050] 条件②设定的目的主要是限定三片式正透镜组的物像距,以利于光学装置的小型化。

[0051] 条件③设定的目的是不让三片式正透镜组承担过大的孔径角并尽量使之趋于对称,以利于降低它可能引起的轴上和轴外像差的高级量。

[0052] 条件④设定的目的是限定第六片透镜(单正透镜)第一面(R_{12})偏离齐明条件范围,同时能使它处在球差的反常区,产生少量的初级像差,又能起着提升孔径角的作用。

[0053] 条件⑤设定的目的是控制光学镜头装置关键的三片式正透镜组的光学材料的合理匹配范围,使之通过选用折射率较高和它们的相对部分色散偏离阿贝基准线较大且组成透镜组时透镜之间偏离方向相异的光学材料,从而有利于降低像差高级量和二级光谱的影响。

[0054] 条件⑥设定的目的是使齐明透镜通过选用折射率较高的光学材料,在进一步提升孔径角的同时能降低其对光学系统的球差和倍率色差的影响。

[0055] 条件⑦设定的目的是限制可见光谱区和近红外光谱区的主谱线的最大偏移量,它相当于 4 倍的焦深,根据实践,在这范围内用同一最佳像面成像对两个光谱区都有较佳的成像质量。

[0056] 条件⑧设定的目的是适应显示器由 4:3 向 16:9 格式发展趋势而提出的,以避免采用 16:9 格式的显示器观察时出现暗角现象。

[0057] 本发明高清晰宽光谱共焦面视频摄像镜头的设计原理是：通过对光学镜头装置关键的透镜组优化的光焦度分配及光学玻璃材料的合理匹配，如选用折射率较高和其相对部分色散偏离阿贝正常色散基准线较大且它们组成透镜组时偏离量方向相异的光学材料，可有效地降低宽光谱区的光学系统的像差高级量和二级光谱量，使光学镜头装置在不必采用低色散（LD）特殊光学玻璃和非球面透镜就可使本发明的光学镜头装置在可见光光谱区域及近红外光谱区域，在共同的最佳成像面上，获得较佳的成像质量。即使评价成像质量的特征频率比目前常用的视频摄像镜头高出 2 ~ 2.5 倍（由 50 线对/mm 提升至 120 线对/mm），在全孔径的条件下，轴上的 MTF > 0.45, 0.7 视场 MTF ≥ 0.35, 在全视场达 0.3 左右。可满足百万像素级日夜型高清晰度视频监控摄像要求。

[0058] 构成本发明高清晰宽光谱共焦面视频摄像镜头的六片透镜全部采用球面透镜，避开国外选用的非球面透镜，避免了需增设投资大的特殊加工设备和较复杂的工艺过程等，利于产业化生产。加上选用的光学材料是常用玻璃，因此性价比高，有利于在国内推广。此外，还考虑了能适应显示器由 4:3 向 16:9 格式发展的趋势。

[0059] 二、实施例：

[0060] (1) 实施例 1

[0061] 表 1 为本发明高清晰宽光谱共焦面视频摄像镜头的实施例 1：E.F.L = 1, F = 1.62, $2\omega = 57.48^\circ$, $y' = 0.5484$, 消色光谱区域分别为波长 0.486 ~ 0.656 μm 和 0.72 ~ 0.86 μm , 主谱线分别为 0.5876 μm 和 0.78 μm 。

[0062]

序号	半径 R (mm)	厚度间隔 d(mm)	折射率 n_d	阿贝系数 v_d	玻璃名称	
1	10.989046	0.109155	1.589185	61.2422	ZK3	第一片透镜
2	0.946020	0.704453				
3	-12.745772	0.561369	1.784719	25.7559	ZF13	第二片透镜
4	-3.397349	0.795433				
5	1.181936	0.437893	1.772499	49.6	H-LAF50A	第三片透镜
6	-2.735890	0.053072				
7	∞	0.072966				光栏面
8	-1.697673	0.399101	1.84666	23.83	ZF52	第四片透镜
9	1.081117	0.079396				
10	12.326401	0.254089	1.772499	49.6	H-LAF50A	第五片透镜

11	-1.594205	0.015993				
12	1.112221	0.561350	1.659499	57.3511	LAK1	第六片透镜
13	3.532287	0.948094				
14	∞					像面

[0063] 以下是 d(F.C) 谱线的初级像差系数： $\Sigma S_1 = 0.001789$, $\Sigma S_2 = 0.000601$, $\Sigma S_3 = -0.000567$, $\Sigma S_4 = 0.003498$, $\Sigma S_5 = 0.034796$, $\Sigma C_1 = -0.000051$, $\Sigma C_2 = -0.000027$, $\Delta = 0.01\text{mm}$ (非归一化)。

[0064] 注：实施例 1- 实施例 3 中， Δ 均为近红外光谱区的主谱线 ($0.78\ \mu\text{m}$) 与可见光谱区的 d 谱线 ($0.5876\ \mu\text{m}$) 的最佳像面的位移量。

[0065] (2) 实施例 2

[0066] 表 2 为本发明高清晰宽光谱共焦面视频摄像镜头的实施例 2： $E.F.L = 1$, $F = 1.62$, $2\omega = 58.06^\circ$, $y' = 0.5557$, 消色光谱区域分别为波长 $0.486 \sim 0.656\ \mu\text{m}$ 和 $0.72 \sim 0.86\ \mu\text{m}$, 主谱线分别为 $0.5876\ \mu\text{m}$ 和 $0.78\ \mu\text{m}$ 。

[0067]

序号	半径 R (mm)	厚度间隔 d(mm)	折射率 n_d	阿贝系数 v_d	玻璃名称	
1	11.299917	0.300164	1.603109	60.5969	ZK14	第一片透镜
2	0.863909	0.972406				
3	2.523877	0.218869	1.728223	28.3388	ZF4	第二片透镜
4	8.810746	0.694129				
5	1.339200	0.495583	1.772499	49.6	H-LAF50A	第三片透镜
6	-2.268426	0.037698				
7	∞	0.133253				光阑面
8	-1.339168	0.109435	1.84666	23.83	ZF52	第四片透镜
9	1.339168	0.073478				
10	5.915729	0.265770	1.772499	49.6	H-LAF50A	第五片透镜
11	-1.596027	0.015634				

12	1.339168	0.547174	1.696800	56.1756	LAK12	第六片透镜
13	3.856167	1.064331				
14	∞					像面

[0068] 以下是 d(F. C) 谱线的初级像差系数：

[0069] $\Sigma S_1 = 0.002324$, $\Sigma S_2 = 0.001180$, $\Sigma S_3 = -0.000424$, $\Sigma S_4 = 0.002749$, $\Sigma S_5 = 0.042524$, $\Sigma C_1 = 0.000061$, $\Sigma C_2 = -0.000017$, $\Delta = 0.02\text{mm}$ (非归一化)。

[0070] (3) 实施例 3

[0071] 表 3 为本发明高清晰宽光谱共焦面视频摄像镜头的实施例 3 :E. F. L = 1, F = 1.62, $2\omega = 58.2^\circ$, $y' = 0.5566$, 消色光谱区域分别为波长 $0.486 \sim 0.656 \mu\text{m}$ 和 $0.72 \sim 0.86 \mu\text{m}$, 主谱线分别为 $0.5876 \mu\text{m}$ 和 $0.78 \mu\text{m}$ 。

[0072]

序号	半径 R (mm)	厚度间隔 d(mm)	折射率 n_d	阿贝系数 v_d	玻璃名称	
1	121.998984	0.346861	1.589185	61.2422	ZK3	第一片透镜
2	0.911720	0.738541				
3	4.529853	0.526453	1.784719	25.7559	ZF13	第二片透镜
4	-12.954606	0.669668				
5	1.344397	0.518260	1.772499	49.6	H-LAF50A	第三片透镜
6	-2.321681	0.021863				
7	∞	0.092114				光栏面
8	-1.586970	0.111318	1.84666	23.83	ZF52	第四片透镜
9	1.310530	0.069307				
10	8.179226	0.305576	1.772499	49.6	H-LAF50A	第五片透镜
11	-1.498228	0.037510				
12	1.331127	0.546178	1.772499	49.6	H-LAF50A	第六片透镜
13	2.456804	1.036911				

14	∞					像面
----	----------	--	--	--	--	----

[0073] 以下是 d(F. C) 谱线的初级像差系数：

[0074] $\Sigma S_1 = 0.002835$, $\Sigma S_2 = 0.000352$, $\Sigma S_3 = 0.000001$, $\Sigma S_4 = 0.002807$, $\Sigma S_5 = 0.042573$, $\Sigma C_1 = -0.000182$, $\Sigma C_2 = 0.000014$, $\Delta = 0.024\text{mm}$ (非归一化)。

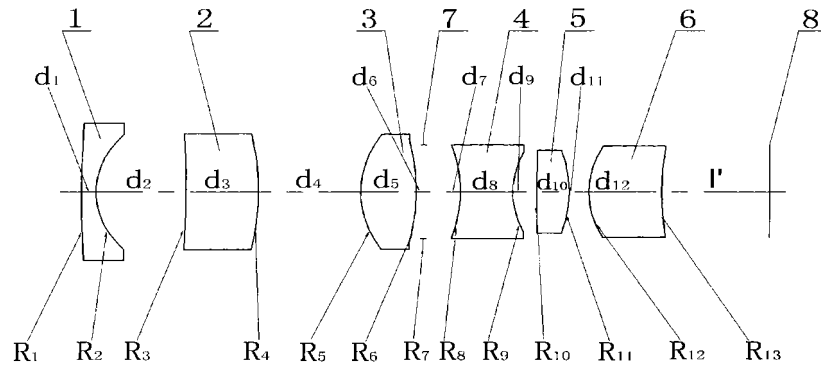


图 1

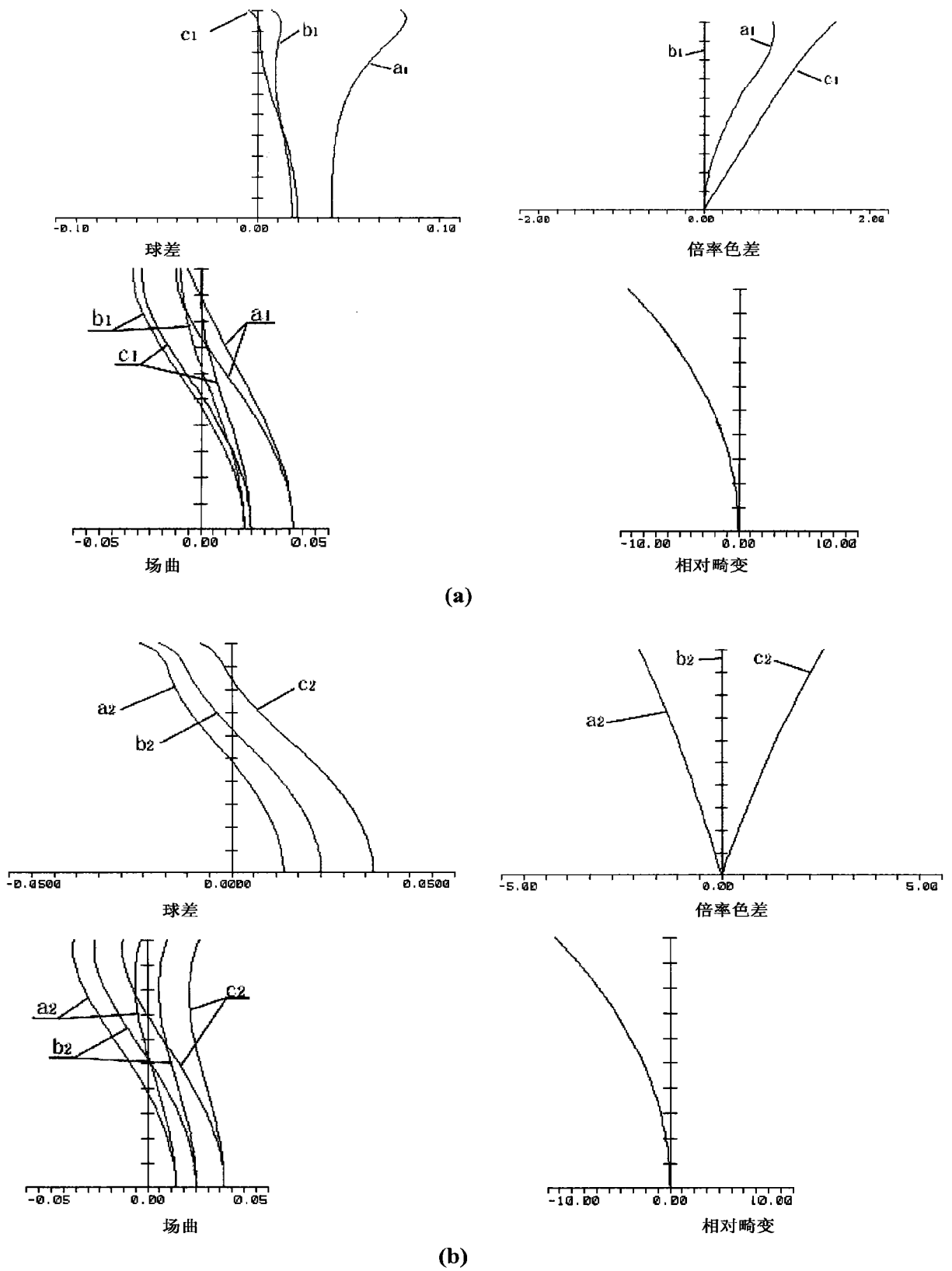


图 2

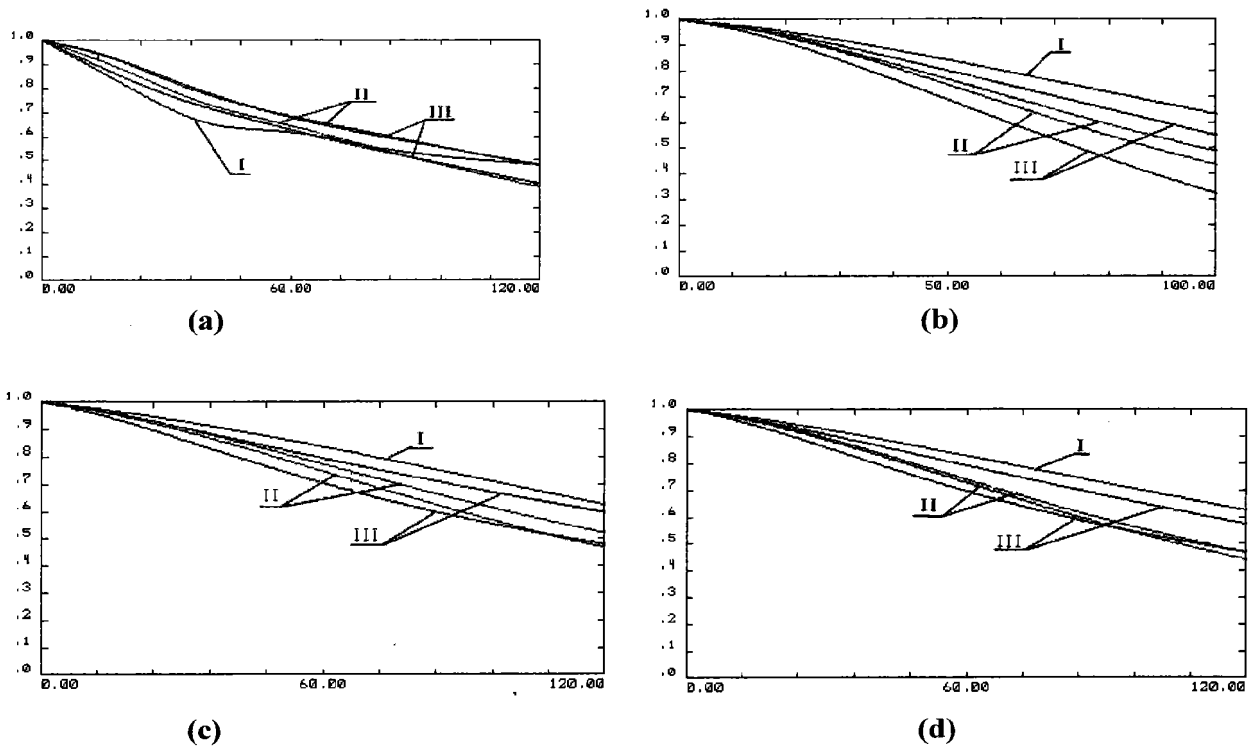


图 3

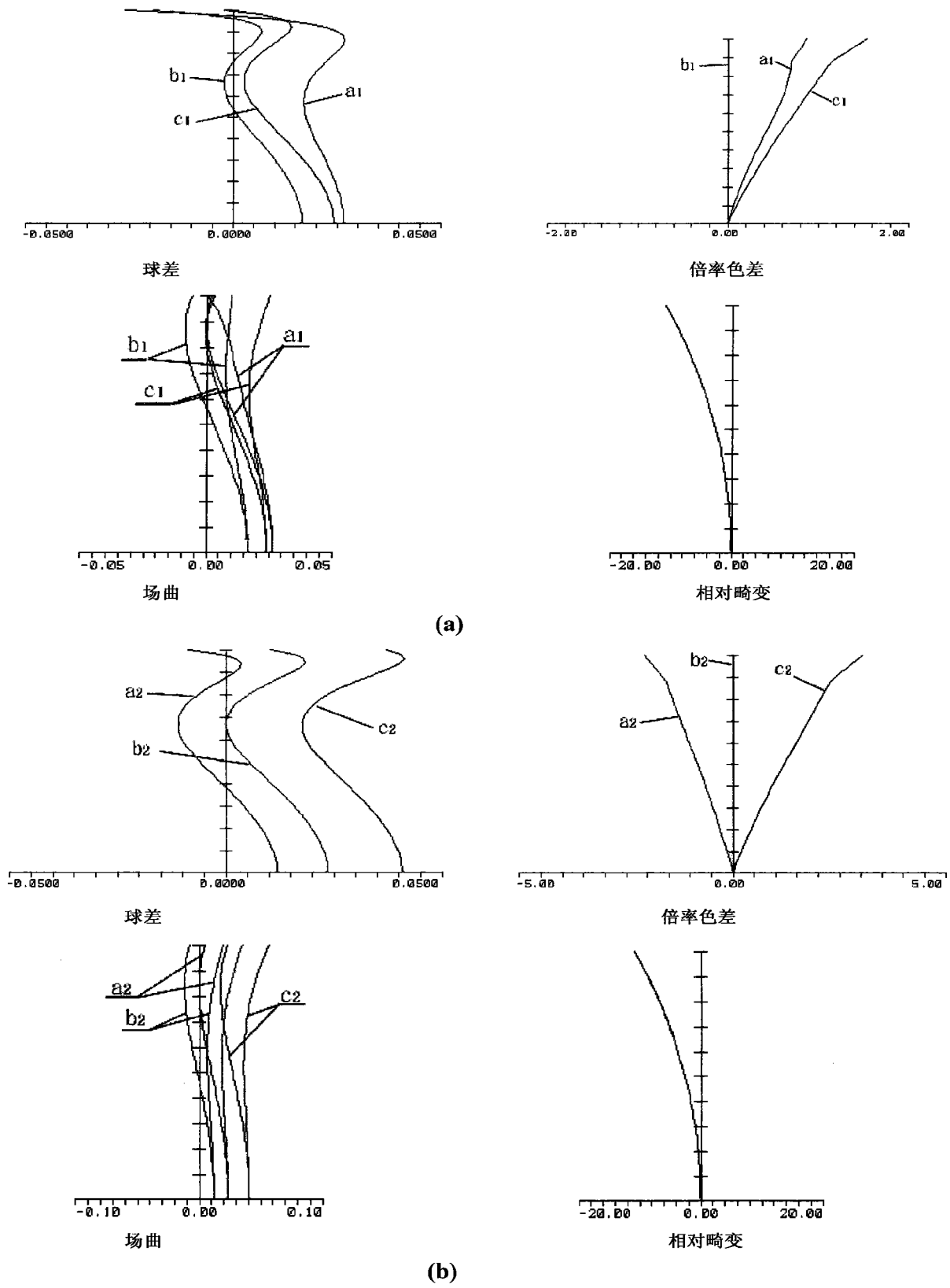


图 4

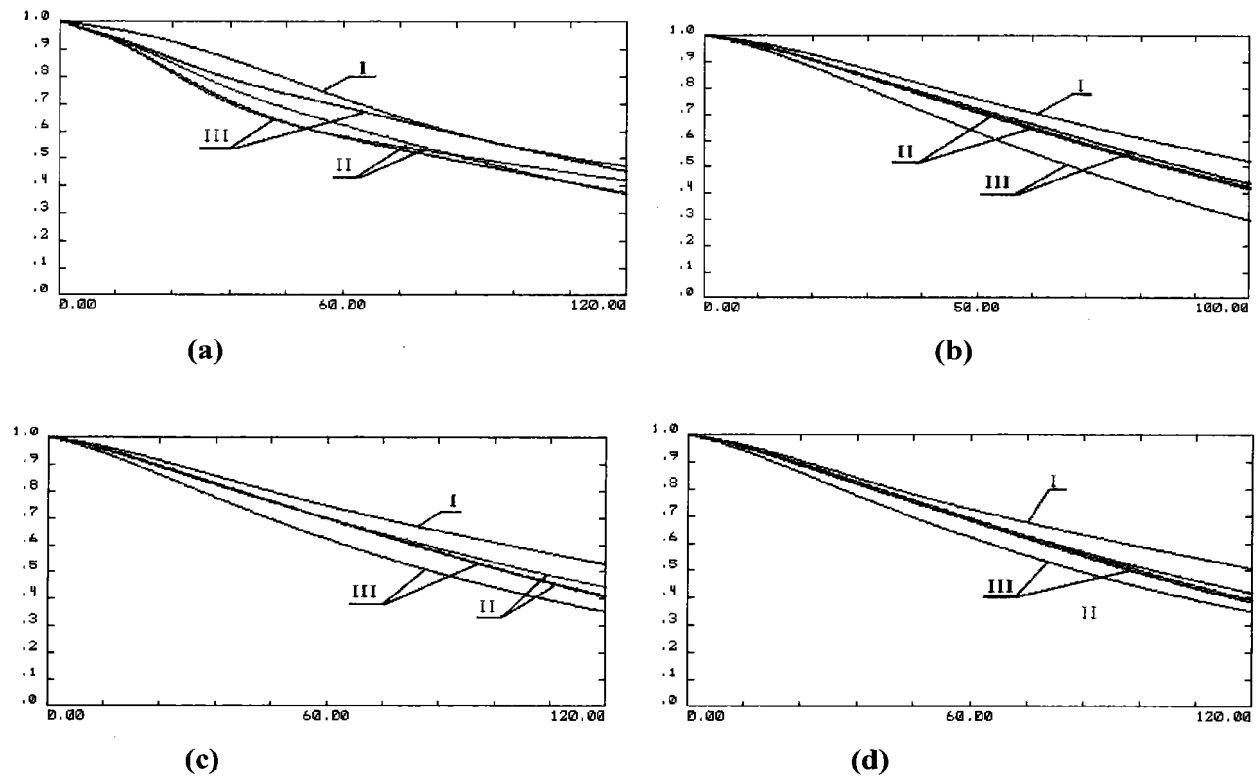


图 5

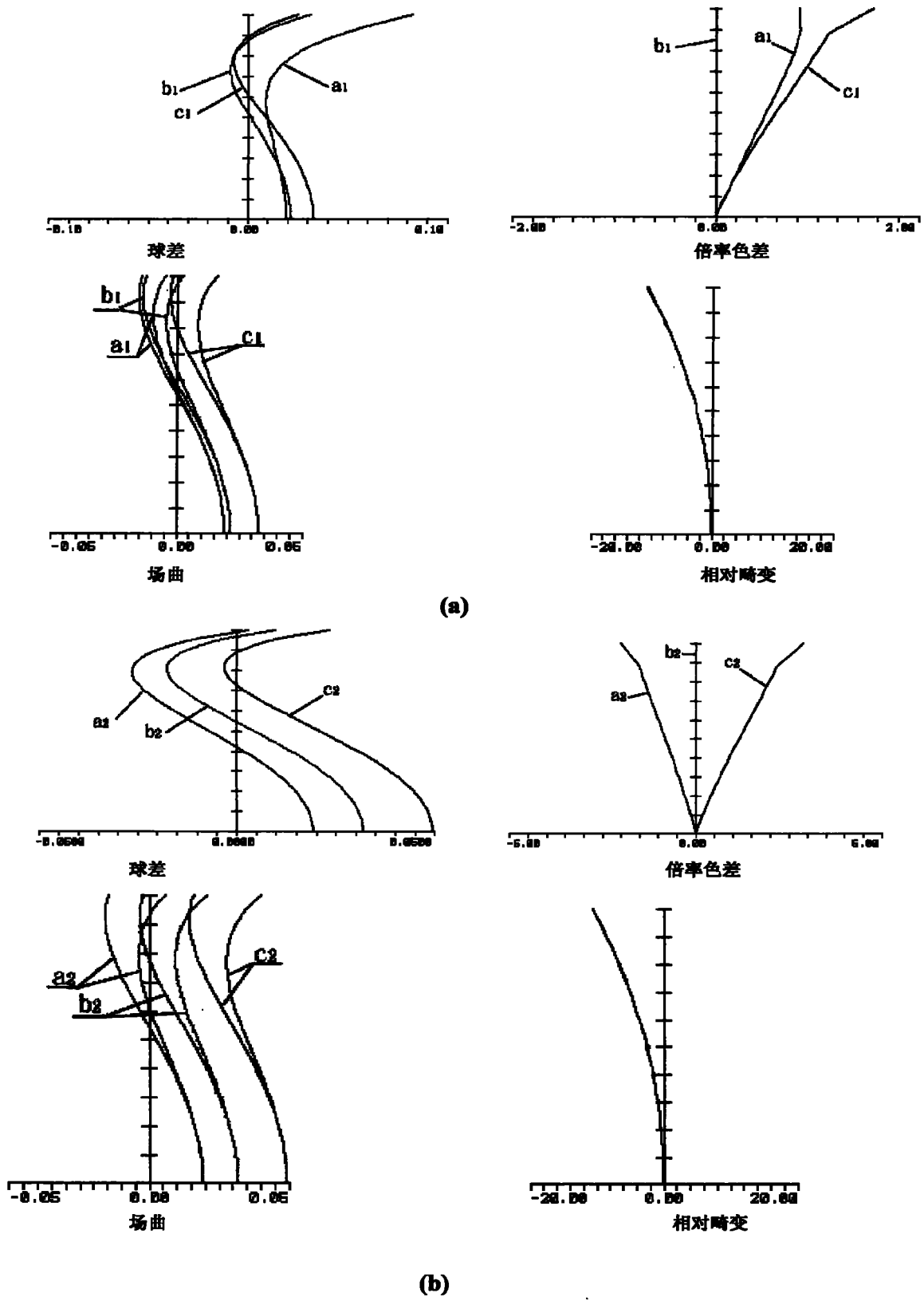
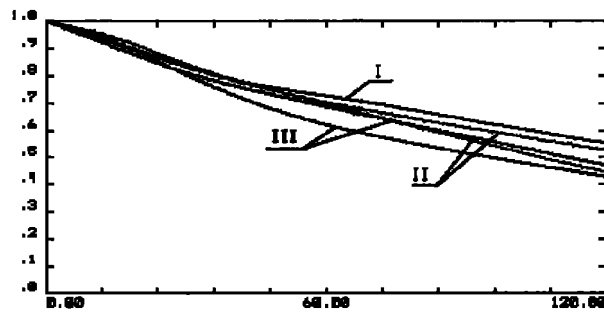
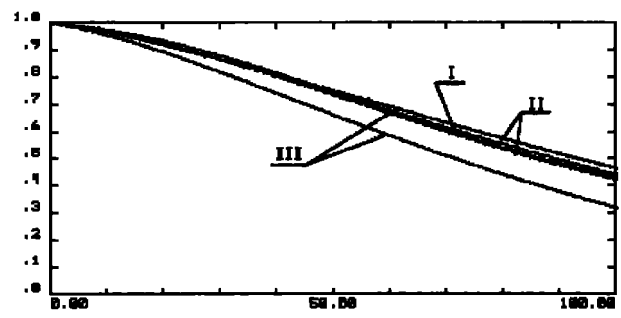


图 6



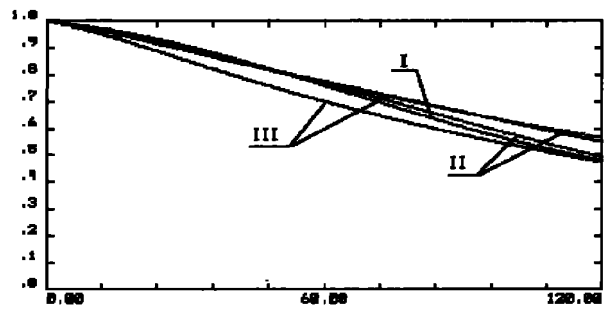
传递函数

(a)

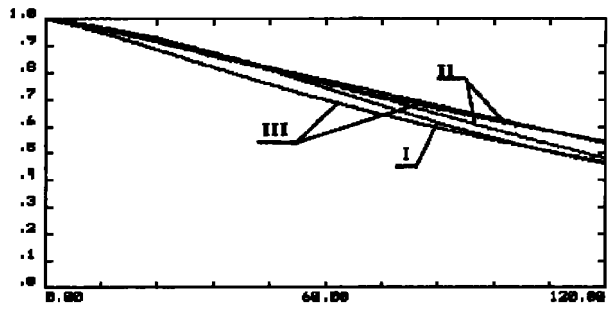


传递函数

(b)



(c)



(d)

图 7