



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 213987011 U

(45) 授权公告日 2021.08.17

(21) 申请号 202023327714.3

(22) 申请日 2020.12.31

(73) 专利权人 江西晶超光学有限公司
地址 330096 江西省南昌市南昌高新技术
产业开发区天祥北大道699号

(72) 发明人 杨健 李明

(74) 专利代理机构 广州华进联合专利商标代理
有限公司 44224
代理人 郑小粤

(51) Int. Cl.

G02B 15/14 (2006.01)

G02B 13/00 (2006.01)

G02B 13/18 (2006.01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

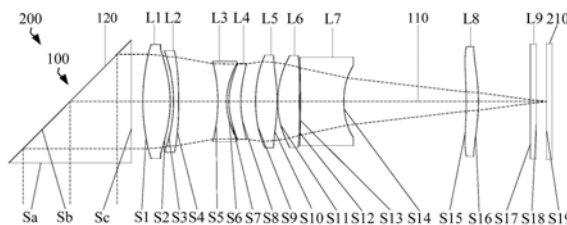
权利要求书2页 说明书30页 附图16页

(54) 实用新型名称

变焦光学系统、变焦取像模组及电子设备

(57) 摘要

本实用新型涉及一种变焦光学系统、变焦取像模组、电子设备及潜望式光学系统。变焦光学系统包括：具有正屈折力的第一透镜组，所述第一透镜组包括第一透镜以及第二透镜；具有负屈折力的第二透镜组，所述第二透镜组包括第三透镜以及第四透镜；具有正屈折力的第三透镜组，所述第三透镜组包括第五透镜、第六透镜以及第七透镜；具有正屈折力的第四透镜组，所述第四透镜组包括第八透镜；其中，变焦光学系统的各透镜组之间于光轴上的距离可调，以实现所述变焦光学系统的焦距变化；且所述变焦光学系统满足以下条件式： $f7/f567 \leq -0.2$ ； $f7$ 为第七透镜的有效焦距， $f567$ 为第三透镜组的有效焦距。上述变焦光学系统，具有良好的成像质量。



1. 一种变焦光学系统,其特征在于,由物侧至像侧沿光轴依次包括:

具有正屈折力的第一透镜组,所述第一透镜组包括具有屈折力的第一透镜以及具有屈折力的第二透镜;

具有负屈折力的第二透镜组,所述第二透镜组包括具有屈折力的第三透镜以及具有屈折力的第四透镜;

具有正屈折力的第三透镜组,所述第三透镜组包括具有屈折力的第五透镜、具有屈折力的第六透镜以及具有屈折力的第七透镜;

具有正屈折力的第四透镜组,所述第四透镜组包括具有屈折力的第八透镜;

其中,所述变焦光学系统的各透镜组之间于光轴上的距离可调,以实现所述变焦光学系统的焦距变化;

且所述变焦光学系统满足以下条件式:

$$f7/f567 \leq -0.2;$$

其中, $f7$ 为所述第七透镜的有效焦距, $f567$ 为所述第三透镜组的有效焦距。

2. 根据权利要求1所述的变焦光学系统,其特征在于,满足以下条件式:

$$f_c/f_d \geq 1.4;$$

其中, f_c 为所述变焦光学系统处于长焦端的有效焦距, f_d 为所述变焦光学系统处于短焦端的有效焦距。

3. 根据权利要求1所述的变焦光学系统,其特征在于,满足以下条件式:

$$3.5^\circ/\text{mm} \leq \text{FOV}_c/\text{ImgH} \leq 6^\circ/\text{mm};$$

其中, FOV_c 为所述变焦光学系统处于长焦端下的最大视场角, ImgH 为所述变焦光学系统的最大有效成像圆的半径。

4. 根据权利要求1所述的变焦光学系统,其特征在于,满足以下条件式:

$$15 \leq \text{TTL}/(\text{ATg}_2 + \text{ATg}_3) \leq 150;$$

其中, TTL 为所述第一透镜的物侧面至所述变焦光学系统的成像面于光轴上的距离, ATg_2 为所述第三透镜的像侧面至所述第四透镜的物侧面于光轴上的距离, ATg_3 为所述第三透镜组中各相邻透镜之间于光轴上的空气间隔的总和。

5. 根据权利要求1所述的变焦光学系统,其特征在于,满足以下条件式:

$$1 \leq (R7+R8)/R14 \leq 4;$$

其中, $R7$ 为所述第四透镜的物侧面于光轴处的曲率半径, $R8$ 为所述第四透镜的像侧面于光轴处的曲率半径, $R14$ 为所述第七透镜的像侧面于光轴处的曲率半径。

6. 根据权利要求1所述的变焦光学系统,其特征在于,满足以下条件式:

$$0.4 \leq f12/f567 \leq 4;$$

其中, $f12$ 为所述第一透镜组的有效焦距, $f567$ 为所述第三透镜组的有效焦距。

7. 根据权利要求1所述的变焦光学系统,其特征在于,当所述变焦光学系统处于长焦端时,所述第四透镜的像侧面为所述变焦光学系统的孔径光阑,当所述变焦光学系统处于短焦端时,所述第五透镜的物侧面为所述变焦光学系统的孔径光阑,且所述变焦光学系统满足以下条件式:

$$1.01 \leq \text{SD}_9/\text{SD}_8 \leq 1.5;$$

其中, SD_9 为所述第五透镜的物侧面的最大有效口径的一半, SD_8 为所述第四透镜的像

侧面的最大有效口径的一半。

8. 根据权利要求1-7任一项所述的变焦光学系统,其特征在於,还包括反射元件,所述反射元件设置于所述第一透镜的物侧,所述反射元件用于改变光路的走向。

9. 根据权利要求1-7任一项所述的变焦光学系统,其特征在於,当所述光学系统从短焦端到长焦端进行变焦时,所述第一透镜组与所述第二透镜组之间的距离增加,所述第三透镜组与所述第四透镜组的距离增加。

10. 一种变焦取像模组,其特征在於,包括感光元件以及权利要求1-9任一项所述的变焦光学系统,所述感光元件设置于所述变焦光学系统的像侧。

11. 一种电子设备,其特征在於,包括壳体以及权利要求10所述的变焦取像模组,所述变焦取像模组设置于所述壳体。

变焦光学系统、变焦取像模组及电子设备

技术领域

[0001] 本实用新型涉及摄像领域,特别是涉及一种变焦光学系统、变焦取像模组及电子设备。

背景技术

[0002] 随着摄像领域的发展,出现了潜望式摄像设备,通过在光学系统的物侧设置能够改变光路走向的直角棱镜,使得安装时光学系统能够横向置于潜望式摄像设备的壳体中,进而使潜望式摄像设备在实现小型化设计的同时也能够具有高变焦比的特点。

[0003] 然而,目前的潜望式摄像设备的成像质量还有待提高。

实用新型内容

[0004] 基于此,有必要提供一种变焦光学系统、变焦取像模组及电子设备,以提升潜望式摄像设备的成像质量。

[0005] 一种变焦光学系统,由物侧至像侧沿光轴依次包括:

[0006] 具有正屈折力的第一透镜组,所述第一透镜组包括具有屈折力的第一透镜以及具有屈折力的第二透镜;

[0007] 具有负屈折力的第二透镜组,所述第二透镜组包括具有屈折力的第三透镜以及具有屈折力的第四透镜;

[0008] 具有正屈折力的第三透镜组,所述第三透镜组包括具有屈折力的第五透镜、具有屈折力的第六透镜以及具有屈折力的第七透镜;

[0009] 具有正屈折力的第四透镜组,所述第四透镜组包括具有屈折力的第八透镜;

[0010] 其中,所述变焦光学系统的各透镜组之间于光轴上的距离可调,以实现所述变焦光学系统的焦距变化;

[0011] 且所述变焦光学系统满足以下条件式:

[0012] $f_7/f_{567} \leq -0.2$;

[0013] 其中, f_7 为所述第七透镜的有效焦距, f_{567} 为所述第三透镜组的有效焦距,即所述第五透镜、所述第六透镜与所述第七透镜的组合焦距。

[0014] 上述变焦光学系统,所述第七透镜为所述第三透镜组提供负屈折力,满足上述条件式时,能够对所述第七透镜于所述第三透镜组内承担的负屈折力进行合理配置,有利于所述第三透镜组平衡所述第一透镜组及所述第二透镜组产生的球差;同时,所述第七透镜能够为所述变焦光学系统提供合理的负屈折力,以提升所述变焦光学系统的成像质量;另外,所述第三透镜组的有效焦距能够控制在较小范围内,从而增大所述第三透镜组的屈折力,使得第三透镜组能够有效会聚所述变焦光学系统后端的光线,进而有利于缩短所述变焦光学系统的系统总长。当 $f_7/f_{567} > -0.2$ 时,所述第三透镜组各透镜的屈折力分配不均,不利于所述第三透镜组校正所述第一透镜组及所述第二透镜组产生的像差。

[0015] 在其中一个实施例中,变焦光学系统满足以下条件式:

[0016] $f_c/f_d \geq 1.4$;

[0017] 其中, f_c 为所述变焦光学系统处于长焦端的有效焦距, f_d 为所述变焦光学系统处于短焦端的有效焦距。满足上述条件式时, 能够对所述变焦光学系统处于长焦端以及处于短焦端的有效焦距的比值进行合理配置, 以使得所述变焦光学系统获得较高的变焦比, 从而实现更大范围的拍摄倍率。当 $f_c/f_d < 1.4$ 时, 所述变焦光学系统的变焦比过小, 不足以满足大范围拍摄的要求。

[0018] 在其中一个实施例中, 变焦光学系统满足以下条件式:

[0019] $3.5^\circ/\text{mm} \leq F0Vc/\text{ImgH} \leq 6^\circ/\text{mm}$;

[0020] 其中, $F0Vc$ 为所述变焦光学系统处于长焦端的最大视场角, 单位为度, ImgH 为所述变焦光学系统的最大有效成像圆的半径, 单位为mm。满足上述条件式时, 能够对所述变焦光学系统处于长焦端的全视场角及半像高的比值进行合理配置, 有利于实现所述变焦光学系统的长焦特性, 同时使所述变焦光学系统具有大像面, 可以匹配更高像素的感光元件, 从而实现高清拍摄。

[0021] 在其中一个实施例中, 变焦光学系统满足以下条件式:

[0022] $15 \leq \text{TTL}/(\text{ATg2}+\text{ATg3}) \leq 150$;

[0023] 其中, TTL 为所述第一透镜的物侧面至所述变焦光学系统的成像面于光轴上的距离, 即所述变焦光学系统的光学总长, ATg2 为所述第二透镜组中各相邻透镜之间于光轴上的空气间隔的总和, 即所述第三透镜的像侧面至所述第四透镜的物侧面于光轴上的距离, ATg3 为所述第三透镜组中各相邻透镜之间于光轴上的空气间隔的总和, 即所述第五透镜的像侧面至所述第六透镜的物侧面于光轴上的距离与所述第六透镜的像侧面至所述第七透镜的物侧面于光轴上的距离之和。满足上述条件式时, 能够对所述变焦光学系统的光学总长以及所述第二透镜组、所述第三透镜组中各相邻透镜之间于光轴上的空气间隔的总和进行合理配置, 在实现所述变焦光学系统的大变焦比的同时, 有利于缩短所述变焦光学系统的系统总长, 进而实现所述变焦光学系统的小型化设计, 为搭载所述变焦光学系统的电子设备节省空间。当超过上述条件式的上限, 所述变焦光学系统的系统总长过大, 容易对搭载所述变焦光学系统的电子设备的空间配置增加压力, 不利于电子设备的小型化设计, 同时也会降低所述变焦光学系统本身的稳定性。

[0024] 在其中一个实施例中, 变焦光学系统满足以下条件式:

[0025] $1 \leq (R7+R8)/R14 \leq 4$;

[0026] 其中, $R7$ 为所述第四透镜的物侧面于光轴处的曲率半径, $R8$ 为所述第四透镜的像侧面于光轴处的曲率半径, $R14$ 为所述第七透镜的像侧面于光轴处的曲率半径。满足上述条件式时, 能够对所述第二透镜组的第二个透镜的曲率半径以及所述第七透镜的像侧面的曲率半径进行合理配置, 有利于抑制所述第二透镜组产生的像差, 使所述第二透镜组与物侧、像侧各透镜组的像差分配达到平衡状态, 进而提升所述变焦光学系统的成像质量; 另外也有利于约束所述第四透镜的面型, 使所述第四透镜的面型不会过度弯曲, 进而降低所述第四透镜的成型加工难度, 同时使所述第四透镜的面型不会过于平缓, 使得第四透镜对光线具有合适的偏折能力。

[0027] 在其中一个实施例中, 变焦光学系统满足以下条件式:

[0028] $0.4 \leq f12/f567 \leq 4$;

[0029] 其中, f_{12} 为所述第一透镜组的有效焦距, 即所述第一透镜与所述第二透镜的组合焦距, f_{567} 为所述第三透镜组的有效焦距, 即所述第五透镜、所述第六透镜与所述第七透镜的组合焦距。满足上述条件式时, 能够对所述第一透镜组和所述第三透镜组的有效焦距的比值进行合理配置, 有利于所述变焦光学系统获得较大的变焦范围, 另外也能够对所述第一透镜组及所述第三透镜组承担的正屈折力进行合理配置, 配合所述第二透镜组贡献的负屈折力, 使得所述第二透镜组及所述第三透镜组沿光轴的移动能够实现所述变焦光学系统在三个状态下的不同焦距, 从而实现所述变焦光学系统的变焦特性。

[0030] 在其中一个实施例中, 当所述变焦光学系统处于长焦端时, 所述第四透镜的像侧面为所述变焦光学系统的孔径光阑, 当所述变焦光学系统处于短焦端时, 所述第五透镜的物侧面为所述变焦光学系统的孔径光阑, 且所述变焦光学系统满足以下条件式:

[0031] $1.01 \leq SD9/SD8 \leq 1.5$;

[0032] 其中, $SD9$ 为所述第五透镜的物侧面的最大有效口径的一半, $SD8$ 为所述第四透镜的像侧面的最大有效口径的一半。满足上述条件式时, 变焦光学系统的孔径光阑能够阻挡所述变焦光学系统处于短焦端的边缘视场光线, 减小畸变、像散的产生, 进而减小所述变焦光学系统产生的像差, 提升所述变焦光学系统的光学性能。超过上述条件式的上限时, 容易增大所述变焦光学系统的像差敏感度, 降低所述变焦光学系统的光学性能。

[0033] 在其中一个实施例中, 所述变焦光学系统还包括反射元件, 所述反射元件设置于所述第一透镜的物侧, 所述反射元件用于改变光路的走向。在所述变焦光学系统中采用反射元件, 使得所述变焦光学系统能够运用于潜望式摄像设备中, 有利于所述潜望式摄像设备的小型化设计。

[0034] 在其中一些实施例中, 当所述光学系统从短焦端到长焦端进行变焦时, 所述第一透镜组与所述第二透镜组之间的距离增加, 所述第三透镜组与所述第四透镜组的距离增加。

[0035] 一种变焦取像模组, 包括感光元件以及上述任一实施例所述的变焦光学系统, 所述感光元件设置于所述变焦光学系统的像侧。在所述变焦取像模组中采用上述变焦光学系统, 所述第三透镜组能够平衡所述第一透镜组及所述第二透镜组产生的球差, 所述第七透镜能够为所述变焦光学系统提供合理的负屈折力, 进而提升所述变焦取像模组的成像质量, 另外也有利于所述变焦取像模组的小型化设计。

[0036] 一种电子设备, 包括壳体以及上述的变焦取像模组, 所述变焦取像模组设置于所述壳体。在所述电子设备中采用上述变焦取像模组, 有利于提升所述电子设备的成像质量, 同时有利于所述电子设备的小型化设计。

附图说明

[0037] 图1为本申请第一实施例中变焦光学系统处于一种长焦状态下的结构示意图;

[0038] 图2为本申请第一实施例中变焦光学系统处于一种短焦状态下的结构示意图;

[0039] 图3为本申请第一实施例中变焦光学系统处于一种中焦状态下的结构示意图;

[0040] 图4为本申请第一实施例中变焦光学系统处于一种长焦状态下的纵向球差图、像散图和畸变图;

[0041] 图5为本申请第一实施例中变焦光学系统处于一种短焦状态下的纵向球差图、像

散图和畸变图；

[0042] 图6为本申请第一实施例中变焦光学系统处于一种中焦状态下的纵向球差图、像散图和畸变图；

[0043] 图7为本申请第二实施例中变焦光学系统处于一种长焦状态下的结构示意图；

[0044] 图8为本申请第二实施例中变焦光学系统处于一种短焦状态下的结构示意图；

[0045] 图9为本申请第二实施例中变焦光学系统处于一种中焦状态下的结构示意图；

[0046] 图10为本申请第二实施例中变焦光学系统处于一种长焦状态下的纵向球差图、像散图和畸变图；

[0047] 图11为本申请第二实施例中变焦光学系统处于一种短焦状态下的纵向球差图、像散图和畸变图；

[0048] 图12为本申请第二实施例中变焦光学系统处于一种中焦状态下的纵向球差图、像散图和畸变图；

[0049] 图13为本申请第三实施例中变焦光学系统处于一种长焦状态下的结构示意图；

[0050] 图14为本申请第三实施例中变焦光学系统处于一种短焦状态下的结构示意图；

[0051] 图15为本申请第三实施例中变焦光学系统处于一种中焦状态下的结构示意图；

[0052] 图16为本申请第三实施例中变焦光学系统处于一种长焦状态下的纵向球差图、像散图和畸变图；

[0053] 图17为本申请第三实施例中变焦光学系统处于一种短焦状态下的纵向球差图、像散图和畸变图；

[0054] 图18为本申请第三实施例中变焦光学系统处于一种中焦状态下的纵向球差图、像散图和畸变图；

[0055] 图19为本申请第四实施例中变焦光学系统处于一种长焦状态下的结构示意图；

[0056] 图20为本申请第四实施例中变焦光学系统处于一种短焦状态下的结构示意图；

[0057] 图21为本申请第四实施例中变焦光学系统处于一种中焦状态下的结构示意图；

[0058] 图22为本申请第四实施例中变焦光学系统处于一种长焦状态下的纵向球差图、像散图和畸变图；

[0059] 图23为本申请第四实施例中变焦光学系统处于一种短焦状态下的纵向球差图、像散图和畸变图；

[0060] 图24为本申请第四实施例中变焦光学系统处于一种中焦状态下的纵向球差图、像散图和畸变图；

[0061] 图25为本申请第五实施例中变焦光学系统处于一种长焦状态下的结构示意图；

[0062] 图26为本申请第五实施例中变焦光学系统处于一种短焦状态下的结构示意图；

[0063] 图27为本申请第五实施例中变焦光学系统处于一种中焦状态下的结构示意图；

[0064] 图28为本申请第五实施例中变焦光学系统处于一种长焦状态下的纵向球差图、像散图和畸变图；

[0065] 图29为本申请第五实施例中变焦光学系统处于一种短焦状态下的纵向球差图、像散图和畸变图；

[0066] 图30为本申请第五实施例中变焦光学系统处于一种中焦状态下的纵向球差图、像散图和畸变图；

[0067] 图31为本申请一种实施例中变焦取像模组的结构示意图；

[0068] 图32为本申请一种实施例中电子设备的结构示意图。

具体实施方式

[0069] 为使本实用新型的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂，下面结合附图对本实用新型的具体实施方式做详细的说明。在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本实用新型。但是本实用新型能够以很多不同于在此描述的其它方式来实施，本领域技术人员可以在不违背本实用新型内涵的情况下做类似改进，因此本实用新型不受下面公开的具体实施例的限制。

[0070] 在本实用新型的描述中，需要理解的是，术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”、“轴向”、“径向”、“周向”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本实用新型和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本实用新型的限制。

[0071] 此外，术语“第一”、“第二”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。在本实用新型的描述中，“多个”的含义是至少两个，例如两个，三个等，除非另有明确具体的限定。

[0072] 在本实用新型中，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或成一体；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系，除非另有明确的限定。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本实用新型中的具体含义。

[0073] 在本实用新型中，除非另有明确的规定和限定，第一特征在第二特征“上”或“下”可以是第一和第二特征直接接触，或第一和第二特征通过中间媒介间接接触。而且，第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”可是第一特征在第二特征正上方或斜上方，或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”可以是第一特征在第二特征正下方或斜下方，或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

[0074] 需要说明的是，当元件被称为“固定于”或“设置于”另一个元件，它可以直接在另一个元件上或者也可以存在居中的元件。当一个元件被认为是“连接”另一个元件，它可以是直接连接到另一个元件或者可能同时存在居中元件。本文所使用的术语“垂直的”、“水平的”、“上”、“下”、“左”、“右”以及类似的表述只是为了说明的目的，并不表示是唯一的实施方式。

[0075] 请参见图1，在本申请的一些实施例中，变焦光学系统100由物侧到像侧沿光轴110依次包括第一透镜组L12、第二透镜组L34、第三透镜组L567以及第四透镜组。第一透镜组L12包括第一透镜L1以及第二透镜L2。第二透镜组L34包括第三透镜L3以及第四透镜L4。第三透镜组L567包括第五透镜L5、第六透镜L6以及第七透镜L7。第四透镜组包括第八透镜L8。具体地，第一透镜L1包括物侧面S1及像侧面S2，第二透镜L2包括物侧面S3及像侧面S4，第三

透镜L3包括物侧面S5及像侧面S6,第四透镜L4包括物侧面S7及像侧面S8,第五透镜L5包括物侧面S9及像侧面S10,第六透镜L6包括物侧面S11及像侧面S12,第七透镜L7包括物侧面S13及像侧面S14,第八透镜L8包括物侧面S15及像侧面S16。

[0076] 其中,第一透镜组L12具有正屈折力,第二透镜组L34具有负屈折力,第三透镜组L567具有正屈折力,第四透镜组具有正屈折力。第一透镜L1、第二透镜L2、第三透镜L3、第四透镜L4、第五透镜L5、第六透镜L6、第七透镜L7以及第八透镜L8均具有屈折力。

[0077] 需要注意的是,在本申请的一些实施例中,第一透镜组L12与第四透镜组相对固定,而第二透镜组L34与第三透镜组L567能够沿光轴110移动,进而实现变焦光学系统100的变焦功能,使得变焦光学系统100具有长焦状态、中焦状态以及短焦状态,其中,变焦光学系统100处于长焦状态、处于中焦状态及处于短焦状态下的有效焦距依次递减。且当变焦光学系统100处于长焦端时,变焦光学系统100的有效焦距最大,处于短焦端时,变焦光学系统100的有效焦距最小。可以理解的是,当第二透镜组L34沿光轴110移动时,第三透镜L3与第四透镜L4沿光轴110同步移动,当第三透镜组L567沿光轴110移动时,第五透镜L5、第六透镜L6以及第七透镜L7沿光轴110同步移动。另外,一些实施例中的第二透镜组L34可与第三透镜组L567同步移动,或者也可非同步移动。

[0078] 例如,在一些实施例中,第二透镜组L34沿光轴110朝向远离第一透镜组L12的方向移动,而第三透镜组L34沿光轴110朝向靠近第四透镜组的方向移动,以使变焦光学系统100的有效焦距改变,实现变焦光学系统100的变焦功能。而在一些实施例中,当第二透镜组L34沿光轴110朝向远离第一透镜组L12的方向移动,即第一透镜组L12与第二透镜组L34之间的距离增加,第三透镜组L567沿光轴110朝向远离第四透镜组的方向移动,即第三透镜组L567与第四透镜组之间的距离也增加时,变焦光学系统100的有效焦距增大,换言之,变焦光学系统100由短焦状态向中焦状态过渡,或者由中焦状态向长焦状态过渡。

[0079] 需要说明的是,在本申请中,变焦光学系统100具有的长焦状态、中焦状态以及短焦状态仅为变焦光学系统100部分焦距状态下的举例,在另一些实施例中,随着第二透镜组L34及第三透镜L567与第一透镜组L12及第四透镜相对位置的改变,变焦光学系统100的有效焦距还可以有其他取值,即变焦光学系统100还可以有其他的焦距状态。

[0080] 在一些实施例中,变焦光学系统100可运用于变焦镜头(图未示出)中,此时,变焦镜头还可包括变焦环和定焦环。第一透镜组L12以及第四透镜组固定于变焦镜头中,变焦环及定焦环设置于第一透镜组L12与第四透镜组之间,且变焦环与第二透镜组L34固定连接,定焦环与第三透镜组L567固定连接。变焦环可带动第二透镜组L34沿光轴110移动,而定焦环可带动第三透镜组L567沿光轴110方向移动,以此实现变焦镜头的变焦功能。当然,变焦镜头的变焦功能还可通过其他方式实现,只要能够使第二透镜组L34和/或第三透镜组L567沿光轴110移动,以改变变焦光学系统100的有效焦距即可,此处不再赘述。

[0081] 另外,在一些实施例中,变焦光学系统100还包括设置于第八透镜L8像侧的红外截止滤光片L9,红外截止滤光片L9包括物侧面S17和像侧面S18。进一步地,变焦光学系统100还包括位于第八透镜L8像侧的像面S19,入射光经第一透镜L1、第二透镜L2、第三透镜L3、第四透镜L4、第五透镜L5、第六透镜L6、第七透镜L7以及第八透镜L8的调节后能够成像于像面S19。红外截止滤光片L9,用于滤除干扰光,防止干扰光到达变焦光学系统100的像面S19而影响正常成像。

[0082] 在一些实施例中,变焦光学系统100的各透镜的物侧面和像侧面均为非球面,非球面结构的采用能够提高各透镜设计的灵活性,并有效地校正变焦光学系统100的球差,改善成像质量。在另一些实施例中,光学系统100的各透镜的物侧面和像侧面也可以均为球面。需要注意的是,上述实施例仅是对本申请的一些实施例的举例,在一些实施例中,变焦光学系统100中各透镜的表面可以是非球面或球面的任意组合。

[0083] 在一些实施例中,变焦光学系统100中的各透镜的材质可均为玻璃或均为塑料。采用例如聚碳酸酯等塑料材质的透镜能够减小变焦光学系统100的重量并降低生产成本,而采用玻璃材质的透镜能够使变焦光学系统100具备优良的光学性能以及较高的耐温性能。并且,变焦光学系统100的各透镜的材质也可以为玻璃和塑料的任意组合,并不一定均为玻璃或均为塑料。

[0084] 需要注意的是,第一透镜L1并不意味着只存在一片透镜,在一些实施例中,第一透镜L1中也可以存在两片或多片透镜,两片或多片透镜能够形成胶合透镜,胶合透镜最靠近物侧的表面可视为物侧面S1,最靠近像侧的表面可视为像侧面S2。或者,第一透镜L1中的各透镜之间并不形成胶合透镜,但各透镜之间的距离相对固定,此时最靠近物侧的透镜的物侧面为物侧面S1,最靠近像侧的透镜的像侧面为像侧面S2。另外,一些实施例中的第二透镜L2、第三透镜L3、第四透镜L4、第五透镜L5、第六透镜L6、第七透镜L7或第八透镜L8中的透镜数量也可大于或等于两片,且任意相邻透镜之间可以形成胶合透镜,也可以为非胶合透镜。

[0085] 在一些实施例中,变焦光学系统100还可包括直角棱镜120,直角棱镜120的材质可以为玻璃或塑料,直角棱镜120设置于第一透镜组L12的物侧,用于改变光路的走向。且在一些实施例中,直角棱镜120能够将光路的走向改变 90° ,此时,变焦光学系统100构成一潜望式光学系统,变焦光学系统100可运用于智能手机、平板电脑等具备潜望式镜头设计的潜望式电子设备中。直角棱镜120包括第一表面Sa,第二表面Sb以及第三表面Sc,第二表面Sb与光轴110之间的夹角为 90° ,第二表面Sb能够反射光线以改变光路的走向。光线从第一表面Sa进入直角棱镜120,经第二表面Sb反射后由第三表面Sc出射,进而进入第一透镜组L12内。当然,在另一些实施例中,变焦光学系统100也可采用其他反射元件替代直角棱镜120,只要能够起到改变光路的走向的作用即可。

[0086] 进一步地,在一些实施例中,变焦光学系统100满足条件式: $f_7/f_{567} \leq -0.2$;其中, f_7 为第七透镜L7的有效焦距, f_{567} 为第三透镜组L567的有效焦距。具体地, f_7/f_{567} 可以为: -0.81 、 -0.79 、 -0.78 、 -0.75 、 -0.73 、 -0.70 、 -0.64 、 -0.62 、 -0.60 或 -0.59 。第七透镜L7为第三透镜组L567提供负屈折力,满足上述条件式时,能够对第七透镜L7于第三透镜组L567内承担的负屈折力进行合理配置,有利于第三透镜组L567平衡第一透镜组L12及第二透镜组L34产生的球差;同时,第七透镜L7能够为变焦光学系统100提供合理的负屈折力,以提升变焦光学系统100的成像质量,另外,第三透镜组L567的有效焦距能够控制在较小范围内,从而增大第三透镜组L567的屈折力,使得第三透镜组L567能够有效会聚变焦光学系统100后端的光线,进而有利于缩短变焦光学系统100的系统总长。当 $f_7/f_{567} > -0.2$ 时,第三透镜组L567各透镜的屈折力分配不均,不利于第三透镜组L567校正第一透镜组L12及第二透镜组L34产生的像差。

[0087] 在一些实施例中,变焦光学系统100满足条件式: $f_c/f_d \geq 1.4$;其中, f_c 为变焦光学系统100处于长焦端的有效焦距, f_d 为变焦光学系统100处于短焦端的有效焦距。具体地,

f_c/f_d 可以为:1.66、1.68、1.70、1.71、1.73、1.76、1.77、1.78、1.80或1.81。满足上述条件式时,能够对变焦光学系统100处于长焦端以及处于短焦端的有效焦距的比值进行合理配置,以使得变焦光学系统100获得较高的变焦比,从而实现更大范围的拍摄倍率。当 $f_c/f_d < 1.4$ 时,变焦光学系统100的变焦比过小,不足以满足大范围拍摄的要求。

[0088] 在一些实施例中,变焦光学系统100满足条件式: $3.5 \leq FOV_c/ImgH \leq 6$;其中, FOV_c 为变焦光学系统100处于长焦端的最大视场角,单位为度, $ImgH$ 为变焦光学系统100的最大有效成像圆的半径,单位为mm。具体地, $FOV_c/ImgH$ 可以为:4.52、4.58、4.60、4.61、4.67、4.69、4.70、4.73、4.77、或4.91,数值单位为 $^\circ/mm$ 。满足上述条件式时,能够对变焦光学系统100处于长焦端的全视场角及半像高的比值进行合理配置,有利于实现变焦光学系统100的长焦特性,同时使变焦光学系统100具有大像面,可以匹配更高像素的感光元件,从而实现高清拍摄。

[0089] 需要说明的是,在本申请中,变焦光学系统100可以匹配具有矩形感光面的感光元件,变焦光学系统100的成像面与感光元件的感光面重合。此时,变焦光学系统100成像面上有效像素区域具有水平方向以及对角线方向,则 $ImgH$ 可以理解为变焦光学系统100成像面上有效像素区域对角线方向的长度的一半。

[0090] 在一些实施例中,变焦光学系统100满足条件式: $15 \leq TTL/(ATg_2+ATg_3) \leq 150$;其中, TTL 为第一透镜L1的物侧面S1至变焦光学系统100的成像面于光轴110上的距离, ATg_2 为第三透镜L3的像侧面S6至第四透镜L4的物侧面S9于光轴110上的距离, ATg_3 为第三透镜组L567中各相邻透镜之间于光轴110上的空气间隔的总和。具体地, $TTL/(ATg_2+ATg_3)$ 可以为:42.73、46.52、49.33、55.04、69.82、70.85、73.98、79.55、81.39或97.54。满足上述条件式时,能够对变焦光学系统100的光学总长以及第二透镜组L34、第三透镜组L567中各相邻透镜之间于光轴110上的空气间隔的总和进行合理配置,在实现变焦光学系统100的大变焦比的同时,有利于缩短变焦光学系统100的系统总长,进而实现变焦光学系统100的小型化设计,为搭载变焦光学系统100的电子设备节省空间。当超过上述条件式的上限,变焦光学系统100的系统总长过大,容易对搭载变焦光学系统100的电子设备的空间配置增加压力,不利于电子设备的小型化设计,同时也会降低变焦光学系统100本身的稳定性。

[0091] 在一些实施例中,变焦光学系统100满足条件式: $1 \leq (R_7+R_8)/R_{14} \leq 4$;其中, R_7 为第四透镜L4的物侧面S7于光轴110处的曲率半径, R_8 为第四透镜L4的像侧面S8于光轴110处的曲率半径, R_{14} 为第七透镜L7的像侧面S14于光轴110处的曲率半径。具体地, $(R_7+R_8)/R_{14}$ 可以为:1.67、1.71、1.73、1.80、1.88、1.91、1.94、1.99、2.13或2.25。满足上述条件式时,能够对第二透镜组L34的第二个透镜的曲率半径以及第七透镜L7的像侧面S14的曲率半径进行合理配置,有利于抑制第二透镜组L34产生的像差,使第二透镜组L34与物侧、像侧各透镜组的像差分配达到平衡状态,进而提升变焦光学系统100的成像质量;另外也有利于约束第四透镜L4的面型,使第四透镜L4的面型不会过度弯曲,进而降低第四透镜L4的成型加工难度,同时使所述第四透镜的面型不会过于平缓,使得第四透镜对光线具有合适的偏折能力。

[0092] 在一些实施例中,变焦光学系统100满足条件式: $0.4 \leq f_{12}/f_{567} \leq 4$;其中, f_{12} 为第一透镜组L12的有效焦距, f_{567} 为第三透镜组L567的有效焦距。具体地, f_{12}/f_{567} 可以为:1.68、1.71、1.74、1.75、1.80、1.93、1.95、1.98、2.02或2.47。满足上述条件式时,能够对第一透镜组L12和第三透镜组L567的有效焦距的比值进行合理配置,有利于变焦光学系统100

获得较大的变焦范围,另外也能够对第一透镜组L12及第三透镜组L567承担的正屈折力进行合理配置,配合第二透镜组L34贡献的负屈折力,使得第二透镜组L34及第三透镜组L567沿光轴110的移动能够实现变焦光学系统100在三个状态下的不同焦距,从而实现变焦光学系统100的变焦特性。

[0093] 在一些实施例中,当变焦光学系统100处于长焦端时,第四透镜L4的像侧面S8为变焦光学系统100的孔径光阑,当变焦光学系统100处于短焦端时,第五透镜L5的物侧面S9为变焦光学系统100的孔径光阑,且变焦光学系统100满足条件式: $1.01 \leq SD9/SD8 \leq 1.5$;其中,SD9为第五透镜L5的物侧面S9的最大有效口径的一半,SD8为第四透镜L4的像侧面S8的最大有效口径的一半。具体地,SD9/SD8可以为:1.17、1.18、1.19、1.20、1.21或1.22。满足上述条件式时,变焦光学系统100的孔径光阑能够阻挡变焦光学系统100处于短焦端时的边缘视场光线,减小畸变、像散的产生,进而减小变焦光学系统100产生的像差,提升变焦光学系统100的光学性能。超过上述条件式的上限时,容易增大变焦光学系统100的像差敏感度,降低变焦光学系统100的光学性能。

[0094] 根据上述各实施例的描述,以下提出更为具体的实施例及附图予以详细说明。

[0095] 第一实施例

[0096] 请参见图1、图2、图3、图4、图5和图6,图1为第一实施例中的变焦光学系统100处于一种长焦状态下的示意图,图2为第一实施例中的变焦光学系统100处于一种短焦状态下的示意图,图3为第一实施例中的变焦光学系统100处于一种中焦状态下的示意图。变焦光学系统100由物侧至像侧依次包括直角棱镜120、具有正屈折力的第一透镜L1、具有负屈折力的第二透镜L2、具有负屈折力的第三透镜L3、具有正屈折力的第四透镜L4、具有正屈折力的第五透镜L5、具有正屈折力的第六透镜L6、具有负屈折力的第七透镜L7以及具有正屈折力的第八透镜L8。图4由左至右依次为第一实施例中变焦光学系统100处于一种长焦状态下的球差、像散及畸变的曲线图,图5由左至右依次为第一实施例中变焦光学系统100处于一种短焦状态下的球差、像散及畸变的曲线图,图6由左至右依次为第一实施例中变焦光学系统100处于一种中焦状态下的球差、像散及畸变的曲线图,其中,变焦光学系统100处于三种状态下的像散图和畸变图的参考波长均为587.56nm,其他实施例相同。

[0097] 第一透镜L1的物侧面S1于近轴处为凸面,于圆周处为凸面;

[0098] 第一透镜L1的像侧面S2于近轴处为凸面,于圆周处为凹面;

[0099] 第二透镜L2的物侧面S3于近轴处为凹面,于圆周处为凹面;

[0100] 第二透镜L2的像侧面S4于近轴处为凹面,于圆周处为凸面;

[0101] 第三透镜L3的物侧面S5于近轴处为凹面,于圆周处为凹面;

[0102] 第三透镜L3的像侧面S6于近轴处为凹面,于圆周处为凸面;

[0103] 第四透镜L4的物侧面S7于近轴处为凸面,于圆周处为凹面;

[0104] 第四透镜L4的像侧面S8于近轴处为凹面,于圆周处为凸面;

[0105] 第五透镜L5的物侧面S9于近轴处为凸面,于圆周处为凸面;

[0106] 第五透镜L5的像侧面S10于近轴处为凸面,于圆周处为凸面;

[0107] 第六透镜L6的物侧面S11于近轴处为凸面,于圆周处为凸面;

[0108] 第六透镜L6的像侧面S12于近轴处为凸面,于圆周处为凸面;

[0109] 第七透镜L7的物侧面S13于近轴处为凹面,于圆周处为凹面;

[0110] 第七透镜L7的像侧面S14于近轴处为凹面,于圆周处为凹面;

[0111] 第八透镜L8的物侧面S15于近轴处为凹面,于圆周处为凸面;

[0112] 第八透镜L8的像侧面S16于近轴处为凸面,于圆周处为凸面。

[0113] 第一透镜L1、第二透镜L2、第三透镜L3、第四透镜L4、第五透镜L5、第六透镜L6、第七透镜L7以及第八透镜L8的物侧面和像侧面均为非球面。

[0114] 需要注意的是,在本申请中,当描述透镜的一个表面于近轴处(该侧面的中心区域)为凸面时,可理解为该透镜的该表面于光轴110附近的区域为凸面。当描述透镜的一个表面于圆周处为凹面时,可理解为该表面在靠近最大有效半径处的区域为凹面。举例而言,当该表面于近轴处为凸面,且于圆周处也为凸面时,该表面由中心(光轴110)至边缘方向的形状可以为纯粹的凸面;或者是先由中心的凸面形状过渡到凹面形状,随后在靠近最大有效半径处时变为凸面。此处仅为说明光轴110处与圆周处的关系而做出的示例,表面的多种形状结构(凹凸关系)并未完全体现,但其他情况可根据以上示例推导得出。

[0115] 第一透镜L1、第三透镜L3、第四透镜L4以及第八透镜L8的材质均为塑料,第二透镜L2、第五透镜L5、第六透镜L6以及第七透镜L7的材质均为玻璃。

[0116] 进一步地,变焦光学系统100满足条件式: $f_7/f_{567} = -0.66$;其中, f_7 为第七透镜L7的有效焦距, f_{567} 为第三透镜组L567的有效焦距。第七透镜L7为第三透镜组L567提供负屈折力,满足上述条件式时,能够对第七透镜L7于第三透镜组L567内承担的负屈折力进行合理配置,有利于第三透镜组L567平衡第一透镜组L12及第二透镜组L34产生的球差;同时,第七透镜L7能够为变焦光学系统100提供合理的负屈折力,以提升变焦光学系统100的成像质量,另外,第三透镜组L567的有效焦距能够控制在较小范围内,从而增大第三透镜组L567的屈折力,使得第三透镜组L567能够有效会聚变焦光学系统100后端的光线,进而有利于缩短变焦光学系统100的系统总长。

[0117] 变焦光学系统100满足条件式: $f_c/f_d = 1.66$;其中, f_c 为变焦光学系统100处于长焦端的有效焦距, f_d 为变焦光学系统100处于短焦端的有效焦距。满足上述条件式时,能够对变焦光学系统100处于长焦端以及处于短焦端的有效焦距的比值进行合理配置,以使得变焦光学系统100获得较高的变焦比,从而实现更大范围的拍摄倍率。

[0118] 变焦光学系统100满足条件式: $F0Vc/ImgH = 4.91$;其中, $F0Vc$ 为变焦光学系统100处于长焦端的最大视场角,单位为度, $ImgH$ 为变焦光学系统100的最大有效成像圆的半径,单位为mm。满足上述条件式时,能够对变焦光学系统100处于长焦端的全视场角及半像高的比值进行合理配置,有利于实现变焦光学系统100的长焦特性,同时使变焦光学系统100具有大像面,可以匹配更高像素的感光元件,从而实现高清拍摄。

[0119] 变焦光学系统100满足条件式: $TTL/(ATg_2+ATg_3) = 56.43$;其中, TTL 为第一透镜L1的物侧面S1至变焦光学系统100的成像面于光轴110上的距离, ATg_2 为第三透镜L3的像侧面S6至第四透镜L4的物侧面S9于光轴110上的距离, ATg_3 为第三透镜组L567中各相邻透镜之间于光轴110上的空气间隔的总和。满足上述条件式时,能够对变焦光学系统100的总长以及第二透镜组L34、第三透镜组L567中各相邻透镜之间于光轴110上的空气间隔的总和进行合理配置,在实现变焦光学系统100的大变焦比的同时,有利于缩短变焦光学系统100的系统总长,进而实现变焦光学系统100的小型化设计,为搭载变焦光学系统100的电子设备节省空间。

[0120] 变焦光学系统100满足条件式： $(R7+R8)/R14=1.93$ ；其中， $R7$ 为第四透镜 $L4$ 的物侧面 $S7$ 于光轴110处的曲率半径， $R8$ 为第四透镜 $L4$ 的像侧面 $S8$ 于光轴110处的曲率半径， $R14$ 为第七透镜 $L7$ 的像侧面 $S14$ 于光轴110处的曲率半径。满足上述条件式时，能够对第二透镜组 $L34$ 的第二个透镜的曲率半径以及第七透镜 $L7$ 的像侧面 $S14$ 的曲率半径进行合理配置，有利于抑制第二透镜组 $L34$ 产生的像差，使第二透镜组 $L34$ 与物侧、像侧各透镜组的像差分配达到平衡状态，进而提升变焦光学系统100的成像质量；另外也有利于约束第四透镜 $L4$ 的面型，使第四透镜 $L4$ 的面型不会过度弯曲，进而降低第四透镜 $L4$ 的成型加工难度，同时使所述第四透镜的面型不会过于平缓，使得第四透镜对光线具有合适的偏折能力。

[0121] 变焦光学系统100满足条件式： $f12/f567=2.47$ ；其中， $f12$ 为第一透镜组 $L12$ 的有效焦距， $f567$ 为第三透镜组 $L567$ 的有效焦距。满足上述条件式时，能够对第一透镜组 $L12$ 和第三透镜组 $L567$ 的有效焦距的比值进行合理配置，有利于变焦光学系统100获得较大的变焦范围，另外也能够对第一透镜组 $L12$ 及第三透镜组 $L567$ 承担的正屈折力进行合理配置，配合第二透镜组 $L34$ 贡献的负屈折力，使得第二透镜组 $L34$ 及第三透镜组 $L567$ 沿光轴110的移动能够实现变焦光学系统100在三个状态下的不同焦距，从而实现变焦光学系统100的变焦特性。

[0122] 当变焦光学系统100处于长焦端时，第四透镜 $L4$ 的像侧面 $S8$ 为变焦光学系统100的孔径光阑，当变焦光学系统100处于短焦端时，第五透镜 $L5$ 的物侧面 $S9$ 为变焦光学系统100的孔径光阑，且变焦光学系统100满足条件式： $SD9/SD8=1.21$ ；其中， $SD9$ 为第五透镜 $L5$ 的物侧面 $S9$ 的最大有效口径的一半， $SD8$ 为第四透镜 $L4$ 的像侧面 $S8$ 的最大有效口径的一半。满足上述条件式时，变焦光学系统100的孔径光阑能够阻挡变焦光学系统100处于短焦端时的边缘视场光线，减小畸变、像散的产生，进而减小变焦光学系统100产生的像差，提升变焦光学系统100的光学性能。超过上述条件式的上限时，容易增大变焦光学系统100的像差敏感度，降低变焦光学系统100的光学性能。

[0123] 另外，变焦光学系统100的各项参数由表1和表2给出。其中，表1中的像面 $S19$ 可理解为光学系统100的成像面。由物面（图未示出）至像面 $S19$ 的各元件依次按照表1从上至下的各元件的顺序排列。表1中的 Y 半径为相应面序号的物侧面或像侧面于光轴110处的曲率半径。面序号1和面序号2分别为第一透镜 $L1$ 的物侧面 $S1$ 和像侧面 $S2$ ，即同一透镜中，面序号较小的表面为物侧面，面序号较大的表面为像侧面。第一透镜 $L1$ 的“厚度”参数列中的第一个数值为该透镜于光轴110上的厚度，第二个数值为该透镜的像侧面至像侧方向的最后一透镜的物侧面于光轴110上的距离。

[0124] 需要注意的是，在该实施例及以下各实施例中，光学系统100也可不设置红外滤光片 $L9$ ，但此时第八透镜 $L8$ 的像侧面 $S16$ 至像面 $S19$ 的距离保持不变。

[0125] 在第一实施例中，变焦光学系统100处于短焦端的有效焦距 $f=13.8\text{mm}$ ，处于中焦端的有效焦距为 $f=18.0\text{mm}$ ，处于长焦端的有效焦距为 $f=23\text{mm}$ ；变焦光学系统100处于短焦端的光圈数 $FNO=2.821$ ，处于中焦端的光圈数 $FNO=3.11$ ，处于长焦端的光圈数 $FNO=3.82$ ；变焦光学系统100处于短焦端的最大视场角 $FOV=32.8^\circ$ ，处于中焦端的最大视场角 $FOV=24.8^\circ$ ，处于长焦端的最大视场角 $FOV=19.6^\circ$ ，也即表1中有效焦距、光圈数以及视场角的数值中，第一个数值表示变焦光学系统100处于短焦端的数值，第二个数值表示变焦光学系统100处于中焦端的数值，第三个数值表示变焦光学系统100处于长焦端的数值，其他实施例

也相同。变焦光学系统100的光学总长TTL=25mm。

[0126] 且各透镜的焦距、折射率和阿贝数的参考波长均为587.56nm(d线),其他实施例也相同。

[0127] 表1

第一实施例								
f=13.8mm-18.0mm-23mm, FNO=2.821-3.11-3.82, FOV=32.8° -24.8° -19.6°, TTL=25mm								
面序号	表面名称	表面类型	Y 半径 (mm)	厚度 (mm)	材质	折射率	阿贝数	焦距 (mm)
	物面	球面	无限	无限				
a	直角棱镜	球面	无限	-4.000	玻璃	1.717	29.51	
b		球面	无限	4.000				
c		球面	无限	0.800				
1	第一透镜	非球面	8.503	1.886	塑料	1.544	56.11	9.207
2		非球面	-11.240	0.010				0.000
3	第二透镜	非球面	-38.562	0.354	玻璃	1.741	27.77	-16.973
4		非球面	18.729	D1				0.000
5	第三透镜	非球面	-13.233	0.600	塑料	1.544	56.11	-5.549
6		非球面	3.974	0.133				0.000
7	第四透镜	非球面	4.067	0.805	塑料	1.671	19.24	20.056
8		非球面	5.365	D2				0.000
9	第五透镜	非球面	7.076	1.479	玻璃	1.620	60.37	7.600
10		非球面	-13.001	0.030				0.000
11	第六透镜	非球面	5.536	1.500	玻璃	1.487	70.42	11.075
12		非球面	-199.093	0.280				0.000
13	第七透镜	非球面	-17.766	3.000	玻璃	1.755	27.55	-4.796
14		非球面	4.881	D3				0.000
15	第八透镜	非球面	-92.817	1.184	塑料	1.671	19.24	23.936
16		非球面	-13.768	2.999				0.000
17	红外截止	球面	无限	0.400	玻璃	1.517	64.17	
18	滤光片	球面	无限	0.051				
19	像面	球面	无限	0.000				

[0129] 表2

面序号	表面名称		Y 半孔径 (mm)	X 半孔径 (mm)	
	物面				
a	直角棱镜	折射	4.000	4.000	
b		反射	5.657	4.000	偏心和弯曲
c		折射	4.000	4.000	
1	第一透镜	折射	3.700	3.700	
2		折射	3.330	3.330	
3	第二透镜	折射	3.196	3.196	
4		折射	3.060	3.060	
5	第三透镜	折射	2.493	2.493	
6		折射	2.334	2.334	

[0130]

[0131]

7	第四透镜	折射	2.342	2.342	
8		折射	2.289	2.289	
9	第五透镜	折射	2.808	2.808	
10		折射	2.830	2.830	
11	第六透镜	折射	2.779	2.779	
12		折射	2.620	2.620	
13	第七透镜	折射	2.567	2.567	
14		折射	2.213	2.213	
15	第八透镜	折射	3.843	3.843	
16		折射	3.936	3.936	
17	红外截止	折射	3.997	3.997	
18	滤光片	折射	4.001	4.001	
19	像面	折射	4.002	4.002	

[0132] 第一实施例中变焦光学系统100处于不同焦距状态下各透镜组的相对位置关系由下表给出,其中,D1为第一透镜组L12及第二透镜组L34于光轴110上的空气间隔,即第二透镜L2的像侧面S4至所述第三透镜L3的物侧面S5于光轴110上的距离,D2为第二透镜组L34及第三透镜组L567于光轴110上的空气间隔,D3为第三透镜组L567与第四透镜组于光轴110上的空气间隔,D1、D2、D3的数值单位均为mm。由下表可知,当第二透镜组L34沿光轴110朝向远离第一透镜组L12的方向移动,第三透镜组L567沿光轴110朝向远离第四透镜组的方向移动时,变焦光学系统100的有效焦距增大。

[0133]

可变距离	长焦状态	短焦状态	中焦状态
D1	2.6023	1.1037	2.1192
D2	1.0278	4.7870	2.7845
D3	6.6585	4.4779	5.3091

[0134] 进一步地,光学系统100各透镜像侧面或物侧面的非球面系数由表3给出。其中,面序号从1-16分别表示像侧面或物侧面S1-S16。而从左到右的K-A20分别表示非球面系数的类型,其中,K表示圆锥系数,A4表示四次非球面系数,A6表示六次非球面系数,A8表示八次非球面系数,以此类推。另外,非球面系数公式如下:

$$[0135] \quad Z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (k+1)c^2r^2}} + \sum_i A_i r^i$$

[0136] 其中,Z为非球面上相应点到与表面顶点相切的平面的距离,r为非球面上相应点到光轴110的距离,c为非球面顶点的曲率,k为圆锥系数,A_i为非球面面型公式中与第i项高次项相对应的系数。

[0137] 表3

面序号	K	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16	A18	A20
1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0	0	0
2	0.000	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0	0	0
3	0.000	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0	0	0
4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0	0	0
5	7.882E+00	-2.400E-04	5.300E-04	-1.600E-04	2.000E-05	0.000E+00	0	0	0	0
6	7.149E-01	1.080E-03	1.350E-03	-1.500E-04	1.000E-05	0.000E+00	0	0	0	0
7	7.316E-01	4.550E-03	3.700E-04	4.000E-05	0.000E+00	0.000E+00	0	0	0	0
8	-1.330E+00	3.770E-03	-3.600E-04	9.000E-05	-1.000E-05	0.000E+00	0	0	0	0
9	0.000E+00	-7.600E-04	6.000E-05	-1.000E-05	0.000E+00	0.000E+00	0	0	0	0
10	0.000E+00	5.400E-04	-5.500E-04	1.300E-04	-2.000E-05	0.000E+00	0	0	0	0
11	0.000E+00	3.090E-03	-5.800E-04	1.200E-04	-3.000E-05	0.000E+00	0	0	0	0
12	0.000E+00	1.890E-03	1.210E-03	-5.400E-04	1.000E-04	-1.000E-05	0	0	0	0
13	0.000E+00	-2.900E-04	8.500E-04	-3.400E-04	7.000E-05	-1.000E-05	0	0	0	0
14	0.000E+00	-3.030E-03	1.500E-04	-4.000E-05	1.000E-05	0.000E+00	0	0	0	0
15	-5.866E-01	1.700E-04	7.000E-05	-2.000E-05	0.000E+00	0.000E+00	0	0	0	0
16	8.321E+00	3.700E-04	6.000E-05	-2.000E-05	0.000E+00	0.000E+00	0	0	0	0

[0140] 另外,图4、图5和图6包括变焦光学系统100处于不同焦距状态下的纵向球面像差图(Longitudinal Spherical Aberration),其表示不同波长的光线经由镜头后的汇聚焦点偏离。纵向球面像差图的纵坐标表示归一化的由光瞳中心至光瞳边缘的光瞳坐标(Normalized Pupil Coordinator),横坐标表示成像面到光线与光轴110交点的距离(单位为mm)。由纵向球面像差图可知,第一实施例中的各波长光线的汇聚焦点偏离程度趋于一致,成像画面中的弥散斑或色晕得到有效抑制。图4、图5和图6还包括变焦光学系统100处于不同焦距状态下的场曲图(ASTIGMATIC FIELD CURVES),其中S曲线代表587.5618nm(d线)下的弧矢场曲,T曲线代表587.5618nm(d线)下的子午场曲。由图中可知,光学系统100的场曲较小,各视场的场曲和像散均得到了良好的校正,视场中心和边缘均拥有清晰的成像。图4、图5和图6还包括变焦光学系统100处于不同焦距状态下的畸变图(DISTORTION),由图中可知,由主光束引起的图像变形较小,系统的成像质量优良。

[0141] 第二实施例

[0142] 请参见图7、图8、图9、图10、图11和图12,图7为第二实施例中的变焦光学系统100处于一种长焦状态下的示意图,图8为第二实施例中的变焦光学系统100处于一种短焦状态下的示意图,图9为第二实施例中的变焦光学系统100处于一种中焦状态下的示意图。变焦光学系统100由物侧至像侧依次包括直角棱镜120、具有正屈折力的第一透镜L1、具有正屈折力的第二透镜L2、具有负屈折力的第三透镜L3、具有负屈折力的第四透镜L4、具有正屈折力的第五透镜L5、具有正屈折力的第六透镜L6、具有负屈折力的第七透镜L7以及具有正屈折力的第八透镜L8。图10由左至右依次为第二实施例中变焦光学系统100处于一种长焦状态下的球差、像散及畸变的曲线图,图11由左至右依次为第二实施例中变焦光学系统100处

于一种短焦状态下的球差、像散及畸变的曲线图,图12由左至右依次为第二实施例中变焦光学系统100处于一种中焦状态下的球差、像散及畸变的曲线图。

[0143] 第一透镜L1的物侧面S1于近轴处为凸面,于圆周处为凸面;

[0144] 第一透镜L1的像侧面S2于近轴处为凸面,于圆周处为凹面;

[0145] 第二透镜L2的物侧面S3于近轴处为凸面,于圆周处为凹面;

[0146] 第二透镜L2的像侧面S4于近轴处为凹面,于圆周处为凸面;

[0147] 第三透镜L3的物侧面S5于近轴处为凹面,于圆周处为凹面;

[0148] 第三透镜L3的像侧面S6于近轴处为凹面,于圆周处为凹面;

[0149] 第四透镜L4的物侧面S7于近轴处为凸面,于圆周处为凹面;

[0150] 第四透镜L4的像侧面S8于近轴处为凹面,于圆周处为凸面;

[0151] 第五透镜L5的物侧面S9于近轴处为凸面,于圆周处为凸面;

[0152] 第五透镜L5的像侧面S10于近轴处为凸面,于圆周处为凸面;

[0153] 第六透镜L6的物侧面S11于近轴处为凸面,于圆周处为凸面;

[0154] 第六透镜L6的像侧面S12于近轴处为凹面,于圆周处为凸面;

[0155] 第七透镜L7的物侧面S13于近轴处为凹面,于圆周处为凹面;

[0156] 第七透镜L7的像侧面S14于近轴处为凹面,于圆周处为凹面;

[0157] 第八透镜L8的物侧面S15于近轴处为凸面,于圆周处为凹面;

[0158] 第八透镜L8的像侧面S16于近轴处为凸面,于圆周处为凸面。

[0159] 第一透镜L1及第二透镜L2的物侧面和像侧面均为球面,第三透镜L3、第四透镜L4、第五透镜L5、第六透镜L6、第七透镜L7以及第八透镜L8的物侧面和像侧面均为非球面。

[0160] 第一透镜L1、第三透镜L3、第四透镜L4以及第八透镜L8的材质均为塑料,第二透镜L2、第五透镜L5、第六透镜L6以及第七透镜L7的材质均为玻璃。

[0161] 另外,光学系统100的各项参数由表4和表5给出,且其中各参数的定义可由第一实施例得出,此处不加以赘述。

[0162] 表4

[0163]

第二实施例								
f=13.8mm-17.9mm-23mm, FNO=2.68-3.10-3.83, FOV=32.4° -24.8° -19.6° , TTL=25mm								
面序号	表面名称	表面类型	Y 半径 (mm)	厚度 (mm)	材质	折射率	阿贝数	焦距 (mm)
	物面	球面	无限	无限				
a	直角棱镜	球面	无限	-4.000	玻璃	1.717	29.51	
b		球面	无限	4.000				
c		球面	无限	0.800				
1	第一透镜	球面	10.381	1.575	塑料	1.544	56.11	12.885
2		球面	-20.439	0.010				0.000
3	第二透镜	球面	17.123	0.371	玻璃	1.741	27.77	1443.875
4		球面	17.241	D1				0.000
5	第三透镜	非球面	-18.172	0.600	塑料	1.544	56.11	-6.425
6		非球面	4.379	0.243				0.000
7	第四透镜	非球面	4.605	0.637	塑料	1.671	19.24	-123.901
8		非球面	4.121	D2				0.000
9	第五透镜	非球面	7.145	1.500	玻璃	1.620	60.37	7.616
10		非球面	-12.831	0.030				0.000
11	第六透镜	非球面	5.462	1.500	玻璃	1.487	70.42	11.791
12		非球面	99.996	0.304				0.000
13	第七透镜	非球面	-21.167	2.717	玻璃	1.755	27.55	-5.011
14		非球面	4.863	D3				0.000
15	第八透镜	非球面	26.564	1.455	塑料	1.671	19.24	18.132
16		非球面	-21.975	3.096				0.000
17	红外截止	球面	无限	0.400	玻璃	1.517	64.17	
18	滤光片	球面	无限	0.286				
19	像面	球面	无限	0.000				

[0164] 表5

面序号	表面名称		Y 半孔径 (mm)	X 半孔径 (mm)	
	物面				
a	直角棱镜	折射	4.000	4.000	
b		反射	5.657	4.000	偏心和弯曲
c		折射	4.000	4.000	
1	第一透镜	折射	3.688	3.688	
2		折射	3.335	3.335	
3	第二透镜	折射	3.146	3.146	
4		折射	3.052	3.052	
5	第三透镜	折射	2.567	2.567	
6		折射	2.338	2.338	
7	第四透镜	折射	2.341	2.341	
8		折射	2.297	2.297	
9	第五透镜	折射	2.854	2.854	
10		折射	2.880	2.880	
11	第六透镜	折射	2.831	2.831	
12		折射	2.673	2.673	
13	第七透镜	折射	2.606	2.606	

[0165]

[0166]

14		折射	2.278	2.278	
15	第八透镜	折射	4.167	4.167	
16		折射	4.250	4.250	
17	红外截止	折射	4.036	4.036	
18	滤光片	折射	4.021	4.021	
19	像面	折射	4.004	4.004	

[0167] 第二实施例中变焦光学系统100处于不同焦距状态下各透镜组的相对位置关系由下表给出,且其中各参数的定义可由第一实施例得出,此处不加以赘述。

[0168]

可变距离	长焦状态	短焦状态	中焦状态
D1	1.7870	1.1100	1.4683
D2	1.0719	4.7713	2.8296
D3	7.4161	4.4737	5.8971

[0169] 进一步地,变焦光学系统100各透镜像侧面或物侧面的非球面系数由表6给出,且其中各参数的定义可由第一实施例得出,此处不加以赘述。

[0170] 表6

面序号	K	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16	A18	A20
1	0.000E+00	2.400E-04	-9.000E-05	2.000E-05	0.000E+00	0.000E+00	0	0	0	0
2	0.000E+00	-1.200E-03	4.700E-04	-7.000E-05	1.000E-05	0.000E+00	0	0	0	0
3	0.000E+00	-1.270E-03	5.200E-04	-3.000E-05	0.000E+00	0.000E+00	0	0	0	0
4	0.000E+00	-2.200E-04	1.100E-04	4.000E-05	-1.000E-05	0.000E+00	0	0	0	0
5	1.000E+01	3.100E-04	1.170E-03	-3.300E-04	5.000E-05	0.000E+00	0	0	0	0
6	9.770E-01	-5.880E-03	4.260E-03	-9.900E-04	1.700E-04	-2.000E-05	0	0	0	0
7	7.914E-01	3.060E-03	1.710E-03	-4.400E-04	1.000E-04	-1.000E-05	0	0	0	0
[0171] 8	-2.420E+00	6.650E-03	-5.000E-04	6.000E-05	0.000E+00	0.000E+00	0	0	0	0
9	0.000E+00	-9.700E-04	0.000E+00	2.000E-05	0.000E+00	0.000E+00	0	0	0	0
10	0.000E+00	4.400E-04	-6.200E-04	1.400E-04	-2.000E-05	0.000E+00	0	0	0	0
11	0.000E+00	3.760E-03	-3.600E-04	6.000E-05	-2.000E-05	0.000E+00	0	0	0	0
12	0.000E+00	1.860E-03	2.620E-03	-1.050E-03	1.800E-04	-2.000E-05	0	0	0	0
13	0.000E+00	-1.410E-03	1.820E-03	-6.900E-04	1.300E-04	-1.000E-05	0	0	0	0
14	0.000E+00	-3.450E-03	3.500E-04	-8.000E-05	2.000E-05	0.000E+00	0	0	0	0
15	7.945E+00	3.000E-05	4.000E-05	-1.000E-05	0.000E+00	0.000E+00	0	0	0	0
16	4.809E+00	3.600E-04	5.000E-05	-1.000E-05	0.000E+00	0.000E+00	0	0	0	0

[0172] 并且,根据上述所提供的各参数信息,可推得以下数据:

[0173] f7/f567	-0.67	(R7+R8)/R14	1.79
f _c /f _d	1.66	f12/f567	1.68
FOV _c /ImgH	4.91	SD9/SD8	1.22
TTL/(ATg2+ATg3)	43.33		

[0174] 另外,由图10、图11和图12中的像差图可知,变焦光学系统100处于各种焦距状态下的纵向球差、场曲和畸变均得到良好的控制,从而该实施例的变焦光学系统100拥有良好的成像品质。

[0175] 第三实施例

[0176] 请参见图13、图14、图15、图16、图17和图18,图13为第三实施例中的变焦光学系统100处于一种长焦状态下的示意图,图14为第三实施例中的变焦光学系统100处于一种短焦状态下的示意图,图15为第三实施例中的变焦光学系统100处于一种中焦状态下的示意图。变焦光学系统100由物侧至像侧依次包括直角棱镜120、具有正屈折力的第一透镜L1、具有负屈折力的第二透镜L2、具有负屈折力的第三透镜L3、具有正屈折力的第四透镜L4、具有正屈折力的第五透镜L5、具有正屈折力的第六透镜L6、具有负屈折力的第七透镜L7以及具有正屈折力的第八透镜L8。图16由左至右依次为第三实施例中变焦光学系统100处于一种长

焦状态下的球差、像散及畸变的曲线图,图17由左至右依次为第三实施例中变焦光学系统100处于一种短焦状态下的球差、像散及畸变的曲线图,图18由左至右依次为第三实施例中变焦光学系统100处于一种中焦状态下的球差、像散及畸变的曲线图。

[0177] 第一透镜L1的物侧面S1于近轴处为凸面,于圆周处为凸面;

[0178] 第一透镜L1的像侧面S2于近轴处为凹面,于圆周处为凸面;

[0179] 第二透镜L2的物侧面S3于近轴处为凸面,于圆周处为凸面;

[0180] 第二透镜L2的像侧面S4于近轴处为凹面,于圆周处为凹面;

[0181] 第三透镜L3的物侧面S5于近轴处为凹面,于圆周处为凹面;

[0182] 第三透镜L3的像侧面S6于近轴处为凹面,于圆周处为凸面;

[0183] 第四透镜L4的物侧面S7于近轴处为凸面,于圆周处为凹面;

[0184] 第四透镜L4的像侧面S8于近轴处为凹面,于圆周处为凸面;

[0185] 第五透镜L5的物侧面S9于近轴处为凸面,于圆周处为凸面;

[0186] 第五透镜L5的像侧面S10于近轴处为凸面,于圆周处为凸面;

[0187] 第六透镜L6的物侧面S11于近轴处为凸面,于圆周处为凸面;

[0188] 第六透镜L6的像侧面S12于近轴处为凸面,于圆周处为凸面;

[0189] 第七透镜L7的物侧面S13于近轴处为凹面,于圆周处为凹面;

[0190] 第七透镜L7的像侧面S14于近轴处为凹面,于圆周处为凹面;

[0191] 第八透镜L8的物侧面S15于近轴处为凹面,于圆周处为凹面;

[0192] 第八透镜L8的像侧面S16于近轴处为凸面,于圆周处为凸面。

[0193] 第一透镜L1及第二透镜L2的物侧面和像侧面均为球面,第三透镜L3、第四透镜L4、第五透镜L5、第六透镜L6、第七透镜L7以及第八透镜L8的物侧面和像侧面均为非球面。

[0194] 第一透镜L1、第三透镜L3、第四透镜L4以及第八透镜L8的材质均为塑料,第二透镜L2、第五透镜L5、第六透镜L6以及第七透镜L7的材质均为玻璃。

[0195] 另外,光学系统100的各项参数由表7和表8给出,且其中各参数的定义可由第一实施例得出,此处不加以赘述。

[0196] 表7

第三实施例								
f=13.8mm-17.9mm-23.1mm, FNO=2.72-3.10-3.83, FOV=32.8° -25.0° -19.6°, TTL=25.4mm								
面序号	表面名称	表面类型	Y 半径 (mm)	厚度 (mm)	材质	折射率	阿贝数	焦距 (mm)
	物面	球面	无限	无限				
a	直角棱镜	球面	无限	-4.000	玻璃	1.717	29.51	
b		球面	无限	4.000				

[0197]

[0198]

c		球面	无限	0.800				
1	第一透镜	球面	7.964	1.408	塑料	1.544	56.11	15.817
2		球面	99.996	0.010				0.000
3	第二透镜	球面	13.070	0.354	玻璃	1.741	27.77	-111.479
4		球面	11.154	D1				0.000
5	第三透镜	非球面	-21.679	0.600	塑料	1.544	56.11	-6.628
6		非球面	4.368	0.254				0.000
7	第四透镜	非球面	4.789	0.687	塑料	1.671	19.24	42.379
8		非球面	5.426	D2				0.000
9	第五透镜	非球面	7.981	1.500	玻璃	1.620	60.37	7.885
10		非球面	-11.732	0.033				0.000
11	第六透镜	非球面	5.468	1.500	玻璃	1.487	70.42	11.030
12		非球面	-295.546	0.307				0.000
13	第七透镜	非球面	-18.346	3.000	玻璃	1.755	27.55	-4.568
14		非球面	4.547	D3				0.000
15	第八透镜	非球面	-125.643	1.426	塑料	1.671	19.24	17.159
16		非球面	-10.600	3.097				0.000
17	红外截止	球面	无限	0.400	玻璃	1.517	64.17	
18	滤光片	球面	无限	0.149				
19	像面	球面	无限	0.000				

[0199] 表8

面序号	表面名称		Y 半孔径 (mm)	X 半孔径 (mm)	
	物面				
a	直角棱镜	折射	4.000	4.000	
b		反射	5.657	4.000	偏心和弯曲
c		折射	4.000	4.000	
1	第一透镜	折射	3.642	3.642	
2		折射	3.317	3.317	
3	第二透镜	折射	3.206	3.206	
4		折射	3.094	3.094	
5	第三透镜	折射	2.583	2.583	
6		折射	2.386	2.386	
7	第四透镜	折射	2.389	2.389	
8		折射	2.358	2.358	
9	第五透镜	折射	2.889	2.889	
10		折射	2.920	2.920	
11	第六透镜	折射	2.861	2.861	
12		折射	2.709	2.709	
13	第七透镜	折射	2.651	2.651	
14		折射	2.294	2.294	
15	第八透镜	折射	4.074	4.074	
16		折射	4.166	4.166	
17	红外截止	折射	4.024	4.024	
18	滤光片	折射	4.014	4.014	
19	像面	折射	4.009	4.009	

[0200]

[0201] 第三实施例中变焦光学系统100处于不同焦距状态下各透镜组的相对位置关系由下表给出,且其中各参数的定义可由第一实施例得出,此处不加以赘述。

[0202]

可变距离	长焦状态	短焦状态	中焦状态
D1	2.4010	1.2284	1.8627
D2	1.0369	5.0599	2.9719
D3	7.2363	4.4658	5.7596

[0203] 进一步地,变焦光学系统100各透镜像侧面或物侧面的非球面系数由表9给出,且其中各参数的定义可由第一实施例得出,此处不加以赘述。

[0204] 表9

面序号	K	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16	A18	A20
1	0.000E+00	2.600E-04	-1.000E-05	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0	0	0	0
2	0.000E+00	1.870E-03	-3.400E-04	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0	0	0	0
3	0.000E+00	4.700E-04	1.400E-04	-7.000E-05	1.000E-05	0.000E+00	0	0	0	0
4	0.000E+00	-7.400E-04	4.300E-04	-8.000E-05	1.000E-05	0.000E+00	0	0	0	0
5	1.000E+01	1.910E-03	-6.000E-04	1.400E-04	-2.000E-05	0.000E+00	0	0	0	0
6	8.419E-01	7.660E-03	-2.680E-03	8.400E-04	-1.200E-04	0.000E+00	0	0	0	0
7	7.602E-01	9.250E-03	-2.250E-03	7.200E-04	-9.000E-05	0.000E+00	0	0	0	0
[0205] 8	-2.039E+00	5.210E-03	-1.180E-03	4.700E-04	-9.000E-05	1.000E-05	0	0	0	0
9	0.000E+00	-8.200E-04	-2.000E-05	2.000E-05	0.000E+00	0.000E+00	0	0	0	0
10	0.000E+00	2.000E-04	-3.900E-04	9.000E-05	-2.000E-05	0.000E+00	0	0	0	0
11	0.000E+00	2.830E-03	-2.800E-04	5.000E-05	-2.000E-05	0.000E+00	0	0	0	0
12	0.000E+00	2.710E-03	9.100E-04	-5.300E-04	1.000E-04	-1.000E-05	0	0	0	0
13	0.000E+00	3.700E-04	5.700E-04	-3.300E-04	7.000E-05	-1.000E-05	0	0	0	0
14	0.000E+00	-1.480E-03	0.000E+00	3.000E-05	0.000E+00	0.000E+00	0	0	0	0
15	-1.000E+01	3.500E-04	2.000E-05	-1.000E-05	0.000E+00	0.000E+00	0	0	0	0
16	3.944E+00	1.400E-04	2.000E-05	-1.000E-05	0.000E+00	0.000E+00	0	0	0	0

[0206] 并且,根据上述所提供的各参数信息,可推得以下数据:

[0207] f7/f567	-0.59	(R7+R8)/R14	2.25
f _c /f _d	1.67	f12/f567	2.30
FOV _c /ImgH	4.90	SD9/SD8	1.20
TTL/(ATg2+ATg3)	42.73		

[0208] 另外,由图16、图17和图18中的像差图可知,变焦光学系统100处于各种焦距状态下的纵向球差、场曲和畸变均得到良好的控制,从而该实施例的变焦光学系统100拥有良好的成像品质。

[0209] 第四实施例

[0210] 请参见图19、图20、图21、图22、图23和图24,图19为第四实施例中的变焦光学系统100处于一种长焦状态下的示意图,图20为第四实施例中的变焦光学系统100处于一种短焦状态下的示意图,图21为第四实施例中的变焦光学系统100处于一种中焦状态下的示意图。变焦光学系统100由物侧至像侧依次包括直角棱镜120、具有正屈折力的第一透镜L1、具有负屈折力的第二透镜L2、具有负屈折力的第三透镜L3、具有正屈折力的第四透镜L4、具有正屈折力的第五透镜L5、具有正屈折力的第六透镜L6、具有负屈折力的第七透镜L7以及具有正屈折力的第八透镜L8。图22由左至右依次为第四实施例中变焦光学系统100处于一种长

焦状态下的球差、像散及畸变的曲线图,图23由左至右依次为第四实施例中变焦光学系统100处于一种短焦状态下的球差、像散及畸变的曲线图,图24由左至右依次为第四实施例中变焦光学系统100处于一种中焦状态下的球差、像散及畸变的曲线图。

- [0211] 第一透镜L1的物侧面S1于近轴处为凸面,于圆周处为凸面;
 [0212] 第一透镜L1的像侧面S2于近轴处为凸面,于圆周处为凸面;
 [0213] 第二透镜L2的物侧面S3于近轴处为凹面,于圆周处为凹面;
 [0214] 第二透镜L2的像侧面S4于近轴处为凸面,于圆周处为凹面;
 [0215] 第三透镜L3的物侧面S5于近轴处为凹面,于圆周处为凹面;
 [0216] 第三透镜L3的像侧面S6于近轴处为凹面,于圆周处为凸面;
 [0217] 第四透镜L4的物侧面S7于近轴处为凸面,于圆周处为凹面;
 [0218] 第四透镜L4的像侧面S8于近轴处为凹面,于圆周处为凸面;
 [0219] 第五透镜L5的物侧面S9于近轴处为凸面,于圆周处为凹面;
 [0220] 第五透镜L5的像侧面S10于近轴处为凸面,于圆周处为凸面;
 [0221] 第六透镜L6的物侧面S11于近轴处为凸面,于圆周处为凸面;
 [0222] 第六透镜L6的像侧面S12于近轴处为凹面,于圆周处为凸面;
 [0223] 第七透镜L7的物侧面S13于近轴处为凹面,于圆周处为凹面;
 [0224] 第七透镜L7的像侧面S14于近轴处为凹面,于圆周处为凹面;
 [0225] 第八透镜L8的物侧面S15于近轴处为凸面,于圆周处为凹面;
 [0226] 第八透镜L8的像侧面S16于近轴处为凸面,于圆周处为凸面。
 [0227] 第一透镜L1、第二透镜L2、第三透镜L3、第四透镜L4、第五透镜L5、第六透镜L6、第七透镜L7以及第八透镜L8的物侧面和像侧面均为非球面。
 [0228] 第一透镜L1、第三透镜L3、第四透镜L4以及第八透镜L8的材质均为塑料,第二透镜L2、第五透镜L5、第六透镜L6以及第七透镜L7的材质均为玻璃。
 [0229] 另外,光学系统100的各项参数由表10和表11给出,且其中各参数的定义可由第一实施例得出,此处不加以赘述。

[0230] 表10

第四实施例								
f=13.8mm-18mm-24mm, FNO=2.70-3.02-3.83, FOV=32.5° -24.8° -18.8°, TTL=26mm								
面序号	表面名称	表面类型	Y 半径 (mm)	厚度 (mm)	材质	折射率	阿贝数	焦距 (mm)
	物面	球面	无限	无限				
a	直角棱镜	球面	无限	-4.000	玻璃	1.717	29.51	
b		球面	无限	4.000				
c		球面	无限	0.800				
1	第一透镜	非球面	10.565	1.781	塑料	1.544	56.11	11.087
2		非球面	-13.226	0.100				0.000
3	第二透镜	非球面	-25.049	0.354	玻璃	1.741	27.77	-39.839
4		非球面	-166.667	1.459				0.000
5	第三透镜	非球面	-14.525	0.600	塑料	1.544	56.11	-6.024
6		非球面	4.295	0.163				0.000
7	第四透镜	非球面	4.303	0.732	塑料	1.671	19.24	43.344

[0231]

[0232]	8		非球面	4.705	3.180			0.000
	9	第五透镜	非球面	7.505	1.500	玻璃	1.620	60.37
	10		非球面	-16.287	0.030			
	11	第六透镜	非球面	5.495	1.500	玻璃	1.487	70.42
	12		非球面	698.180	0.357			
	13	第七透镜	非球面	-21.788	3.000	玻璃	1.755	27.55
	14		非球面	5.389	5.747			
	15	第八透镜	非球面	31.273	1.145	塑料	1.671	19.24
	16		非球面	-35.500	3.410			
	17	红外截止	球面	无限	0.400	玻璃	1.517	64.17
	18	滤光片	球面	无限	0.462			
	19	像面	球面	无限	0.000			

[0233] 表11

面序号	表面名称		Y 半孔径 (mm)	X 半孔径 (mm)	
	物面				
a	直角棱镜	折射	4.000	4.000	
b		反射	5.657	4.000	偏心和弯曲
c		折射	4.000	4.000	
1	第一透镜	折射	3.700	3.700	
2		折射	3.426	3.426	
3	第二透镜	折射	3.282	3.282	
4		折射	3.178	3.178	
5	第三透镜	折射	2.668	2.668	
6		折射	2.485	2.485	
7	第四透镜	折射	2.491	2.491	
8		折射	2.445	2.445	
9	第五透镜	折射	3.016	3.016	
10		折射	3.039	3.039	
11	第六透镜	折射	2.988	2.988	
12		折射	2.853	2.853	
13	第七透镜	折射	2.753	2.753	
14		折射	2.336	2.336	
15	第八透镜	折射	3.934	3.934	
16		折射	4.011	4.011	
17	红外截止	折射	4.002	4.002	
18	滤光片	折射	4.002	4.002	
19	像面	折射	4.002	4.002	

[0235] 第四实施例中变焦光学系统100处于不同焦距状态下各透镜组的相对位置关系由下表给出,且其中各参数的定义可由第一实施例得出,此处不加以赘述。

[0236]	可变距离	长焦状态	短焦状态	中焦状态
	D1	2.0017	0.8966	1.4590
	D2	1.0572	5.2199	3.1805

D3	7.4075	4.4299	5.7469
----	--------	--------	--------

[0237] 进一步地,变焦光学系统100各透镜像侧面或物侧面的非球面系数由表12给出,且其中各参数的定义可由第一实施例得出,此处不加以赘述。

[0238] 表12

面序号	K	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16	A18	A20
1	0.000E+00	3.000E-05	-1.000E-05	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0	0	0	0
2	0.000E+00	1.770E-03	-2.800E-04	1.000E-05	0.000E+00	0.000E+00	0	0	0	0
3	0.000E+00	1.410E-03	-1.200E-04	-2.000E-05	0.000E+00	0.000E+00	0	0	0	0
4	0.000E+00	0.000E+00	6.000E-05	-2.000E-05	0.000E+00	0.000E+00	0	0	0	0
5	8.758E+00	-2.900E-04	9.400E-04	-2.200E-04	2.000E-05	0.000E+00	0	0	0	0
6	8.927E-01	-9.000E-04	9.000E-04	1.900E-04	-6.000E-05	0.000E+00	0	0	0	0
7	8.321E-01	6.290E-03	-9.100E-04	4.200E-04	-5.000E-05	0.000E+00	0	0	0	0
[0239] 8	-2.051E+00	6.480E-03	-1.150E-03	2.400E-04	-3.000E-05	0.000E+00	0	0	0	0
9	0.000E+00	-7.300E-04	-8.000E-05	2.000E-05	0.000E+00	0.000E+00	0	0	0	0
10	0.000E+00	4.000E-05	-5.200E-04	1.200E-04	-2.000E-05	0.000E+00	0	0	0	0
11	0.000E+00	2.310E-03	-2.100E-04	6.000E-05	-2.000E-05	0.000E+00	0	0	0	0
12	0.000E+00	-4.000E-05	2.110E-03	-6.100E-04	8.000E-05	-1.000E-05	0	0	0	0
13	0.000E+00	-2.220E-03	1.460E-03	-4.100E-04	6.000E-05	-1.000E-05	0	0	0	0
14	0.000E+00	-3.890E-03	3.000E-04	-7.000E-05	2.000E-05	0.000E+00	0	0	0	0
15	4.615E+00	9.000E-05	6.000E-05	-1.000E-05	0.000E+00	0.000E+00	0	0	0	0
16	6.469E+00	5.100E-04	6.000E-05	-1.000E-05	0.000E+00	0.000E+00	0	0	0	0

[0240] 并且,根据上述所提供的各参数信息,可推得以下数据:

[0241] f7/f567	-0.70	(R7+R8)/R14	1.67
f _c /f _d	1.74	f12/f567	1.92
FOV _c /ImgH	4.70	SD9/SD8	1.19
TTL/(ATg2+ATg3)	47.33		

[0242] 另外,由图22、图23和图24中的像差图可知,变焦光学系统100处于各种焦距状态下的纵向球差、场曲和畸变均得到良好的控制,从而该实施例的变焦光学系统100拥有良好的成像品质。

[0243] 第五实施例

[0244] 请参见图25、图26、图27、图28、图29和图30,图25为第五实施例中的变焦光学系统100处于一种长焦状态下的示意图,图26为第五实施例中的变焦光学系统100处于一种短焦状态下的示意图,图27为第五实施例中的变焦光学系统100处于一种中焦状态下的示意图。

变焦光学系统100由物侧至像侧依次包括直角棱镜120、具有正屈折力的第一透镜L1、具有负屈折力的第二透镜L2、具有负屈折力的第三透镜L3、具有正屈折力的第四透镜L4、具有正屈折力的第五透镜L5、具有正屈折力的第六透镜L6、具有负屈折力的第七透镜L7以及具有正屈折力的第八透镜L8。图28由左至右依次为第五实施例中变焦光学系统100处于一种长焦状态下的球差、像散及畸变的曲线图,图29由左至右依次为第五实施例中变焦光学系统100处于一种短焦状态下的球差、像散及畸变的曲线图,图30由左至右依次为第五实施例中变焦光学系统100处于一种中焦状态下的球差、像散及畸变的曲线图。

[0245] 第一透镜L1的物侧面S1于近轴处为凸面,于圆周处为凸面;

[0246] 第一透镜L1的像侧面S2于近轴处为凸面,于圆周处为凹面;

[0247] 第二透镜L2的物侧面S3于近轴处为凹面,于圆周处为凹面;

[0248] 第二透镜L2的像侧面S4于近轴处为凸面,于圆周处为凸面;

[0249] 第三透镜L3的物侧面S5于近轴处为凹面,于圆周处为凹面;

[0250] 第三透镜L3的像侧面S6于近轴处为凹面,于圆周处为凹面;

[0251] 第四透镜L4的物侧面S7于近轴处为凸面,于圆周处为凸面;

[0252] 第四透镜L4的像侧面S8于近轴处为凹面,于圆周处为凸面;

[0253] 第五透镜L5的物侧面S9于近轴处为凸面,于圆周处为凸面;

[0254] 第五透镜L5的像侧面S10于近轴处为凸面,于圆周处为凸面;

[0255] 第六透镜L6的物侧面S11于近轴处为凸面,于圆周处为凸面;

[0256] 第六透镜L6的像侧面S12于近轴处为凹面,于圆周处为凸面;

[0257] 第七透镜L7的物侧面S13于近轴处为凹面,于圆周处为凹面;

[0258] 第七透镜L7的像侧面S14于近轴处为凹面,于圆周处为凹面;

[0259] 第八透镜L8的物侧面S15于近轴处为凹面,于圆周处为凸面;

[0260] 第八透镜L8的像侧面S16于近轴处为凸面,于圆周处为凹面。

[0261] 第一透镜L1、第二透镜L2、第三透镜L3、第四透镜L4、第五透镜L5、第六透镜L6、第七透镜L7以及第八透镜L8的物侧面和像侧面均为非球面。

[0262] 第一透镜L1、第三透镜L3、第四透镜L4以及第八透镜L8的材质均为塑料,第二透镜L2、第五透镜L5、第六透镜L6以及第七透镜L7的材质均为玻璃。

[0263] 另外,光学系统100的各项参数由表13和表14给出,且其中各参数的定义可由第一实施例得出,此处不加以赘述。

[0264] 表13

第五实施例								
f=13.8mm-18.0mm-25mm, FNO=2.75-2.92-3.82, FOV=32.8°-24.8°-18.1°, TTL=28mm								
面序号	表面名称	表面类型	Y 半径 (mm)	厚度 (mm)	材质	折射率	阿贝数	焦距 (mm)
	物面	球面	无限	无限				
a	直角棱镜	球面	无限	-4.250	玻璃	1.717	29.51	
b		球面	无限	4.250				
c		球面	无限	0.800				
1	第一透镜	非球面	14.572	1.900	塑料	1.544	56.11	9.495
2		非球面	-7.637	0.227				0.000
3	第二透镜	非球面	-9.731	0.354	玻璃	1.741	27.77	-17.720
4		非球面	-38.196	2.015				0.000
5	第三透镜	非球面	-11.873	0.600	塑料	1.544	56.11	-5.845
6		非球面	4.421	0.168				0.000
7	第四透镜	非球面	4.875	0.821	塑料	1.671	19.24	20.454
8		非球面	7.046	3.725				0.000
9	第五透镜	非球面	9.439	1.500	玻璃	1.620	60.37	8.471
10		非球面	-11.137	0.030				0.000
11	第六透镜	非球面	5.980	1.500	玻璃	1.487	70.42	14.665
12		非球面	33.556	0.089				0.000
13	第七透镜	非球面	-39.391	3.000	玻璃	1.755	27.55	-6.932
14		非球面	6.235	6.422				0.000
15	第八透镜	非球面	-21.826	0.838	塑料	1.671	19.24	42.639
16		非球面	-12.575	3.608				0.000
17	红外截止	球面	无限	0.400	玻璃	1.517	64.17	
18	滤光片	球面	无限	0.723				
19	像面	球面	无限	0.000				

[0267] 表14

面序号	表面名称		Y 半孔径 (mm)	X 半孔径 (mm)	
	物面				
a	直角棱镜	折射	4.250	4.250	
b		反射	6.010	4.250	偏心和弯曲
c		折射	4.250	4.250	
1	第一透镜	折射	3.943	3.943	
2		折射	3.639	3.639	
3	第二透镜	折射	3.513	3.513	
4		折射	3.456	3.456	
5	第三透镜	折射	2.773	2.773	
6		折射	2.628	2.628	
7	第四透镜	折射	2.638	2.638	
8		折射	2.602	2.602	
9	第五透镜	折射	3.182	3.182	
10		折射	3.201	3.201	
11	第六透镜	折射	3.186	3.186	
12		折射	3.089	3.089	
13	第七透镜	折射	3.055	3.055	
14		折射	2.471	2.471	
15	第八透镜	折射	3.788	3.788	
16		折射	3.796	3.796	
17	红外截止	折射	3.960	3.960	
18	滤光片	折射	3.971	3.971	
19	像面	折射	4.001	4.001	

[0268]

[0269] 第五实施例中变焦光学系统100处于不同焦距状态下各透镜组的相对位置关系由下表给出,且其中各参数的定义可由第一实施例得出,此处不加以赘述。

可变距离	长焦状态	短焦状态	中焦状态
D1	2.7210	0.7663	2.0150
D2	1.0281	5.9586	3.7253
D3	8.4935	5.5977	6.4224

[0271] 进一步地,变焦光学系统100各透镜像侧面或物侧面的非球面系数由表15给出,且其中各参数的定义可由第一实施例得出,此处不加以赘述。

[0272] 表15

面序号	K	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16	A18	A20
1	0.000E+00	0.000E+00	-2.000E-05	0.000E+00	0.000E+00	0	0	0	0	0
2	0.000E+00	-3.230E-03	4.100E-04	-4.000E-05	0.000E+00	0	0	0	0	0
3	0.000E+00	-1.060E-03	3.400E-04	-5.000E-05	0.000E+00	0	0	0	0	0
4	0.000E+00	1.370E-03	0.000E+00	-1.000E-05	0.000E+00	0	0	0	0	0
5	5.532E+00	1.570E-03	-5.200E-04	9.000E-05	-1.000E-05	0	0	0	0	0
6	8.082E-01	7.840E-03	-1.280E-03	2.200E-04	-1.000E-05	0	0	0	0	0

[0273]

[0274]	7	1.115E+00	6.630E-03	-7.000E-04	1.000E-04	0.000E+00	0	0	0	0	0
	8	-3.025E-01	2.800E-03	-2.500E-04	4.000E-05	0.000E+00	0	0	0	0	0
	9	0.000E+00	-5.800E-04	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0	0	0	0	0
	10	0.000E+00	-1.690E-03	-8.000E-05	1.000E-05	0.000E+00	0	0	0	0	0
	11	0.000E+00	1.560E-03	-1.300E-04	1.000E-05	0.000E+00	0	0	0	0	0
	12	0.000E+00	2.480E-03	5.900E-04	-1.900E-04	3.000E-05	0	0	0	0	0
	13	0.000E+00	-2.970E-03	6.800E-04	-1.300E-04	2.000E-05	0	0	0	0	0
	14	0.000E+00	-4.580E-03	1.000E-04	0.000E+00	0.000E+00	0	0	0	0	0
	15	-1.000E+01	-1.480E-03	2.000E-05	0.000E+00	0.000E+00	0	0	0	0	0
	16	-9.985E+00	-6.300E-04	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0	0	0	0	0

[0275] 并且,根据上述所提供的各参数信息,可推得以下数据:

[0276]	f7/f567	-0.81	(R7+R8)/R14	1.91
	f _c /f _d	1.81	f12/f567	2.24
	FOV _c /ImgH	4.52	SD9/SD8	1.17
	TTL/(ATg2+ATg3)	97.54		

[0277] 另外,由图28、图29和图30中的像差图可知,变焦光学系统100处于各种焦距状态下的纵向球差、场曲和畸变均得到良好的控制,从而该实施例的变焦光学系统100拥有良好的成像品质。

[0278] 请参见图31,在一些实施例中,变焦光学系统100可与感光元件210组装形成变焦取像模组200。此时,感光元件210的感光面可视为变焦光学系统100的像面S19。变焦取像模组200还可设置有红外截止滤光片L9,红外截止滤光片L9设置于第八透镜L8的像侧面S16与像面S19之间。具体地,感光元件210可以为电荷耦合元件(Charge Coupled Device, CCD)或互补金属氧化物半导体器件(Complementary Metal-Oxide Semiconductor Sensor, CMOS Sensor)。在变焦取像模组200中采用上述变焦光学系统100,第三透镜组L567能够平衡第一透镜组L12及第二透镜组L34产生的球差,第七透镜L7能够为变焦光学系统100提供合理的负屈折力,进而提升变焦取像模组200的成像质量,另外也有利于变焦取像模组200的小型化设计。

[0279] 请参见图31和图32,在一些实施例中,变焦取像模组200可运用于电子设备300中,电子设备包括壳体310,变焦取像模组200设置于壳体310。具体地,电子设备300可以为但不限于便携电话机、视频电话、智能手机、电子书籍阅读器、行车记录仪等车载摄像设备或智能手表等可穿戴装置。当电子设备300为智能手机时,壳体310可以为电子设备300的中框。在电子设备300中采用变焦取像模组200,有利于提升电子设备300的成像质量,同时有利于电子设备300的小型化设计。

[0280] 需要说明的是,在图31和图32所示的实施例中,变焦光学系统100还可包括直角棱镜120,直角棱镜120设置于第一透镜组L12的物侧,直角透镜120能够改变光路的走线进而改变变焦光学系统100在电子设备300中的安装方向。例如,在一些实施例中,直角透镜120能够将光路的方向改变90°,则变焦光学系统100与感光元件210组成的变焦取像模组200能够横向安装于电子设备300中,即变焦光学系统100的光轴110可与电子设备300的入射光方向垂直。由此,变焦光学系统100构成一潜望式光学系统,电子设备300可以为潜望式摄像设备,直角棱镜120的设置,有利于减小电子设备300的厚度尺寸,实现电子设备300的小型化设计。

[0281] 以上所述实施例的各技术特征可以进行任意的组合,为使描述简洁,未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述,然而,只要这些技术特征的组合不存在矛盾,都应当认为是本说明书记载的范围。

[0282] 以上所述实施例仅表达了本实用新型的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对实用新型专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本实用新型构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本实用新型的保护范围。因此,本实用新型专利的保护范围应以所附权利要求为准。

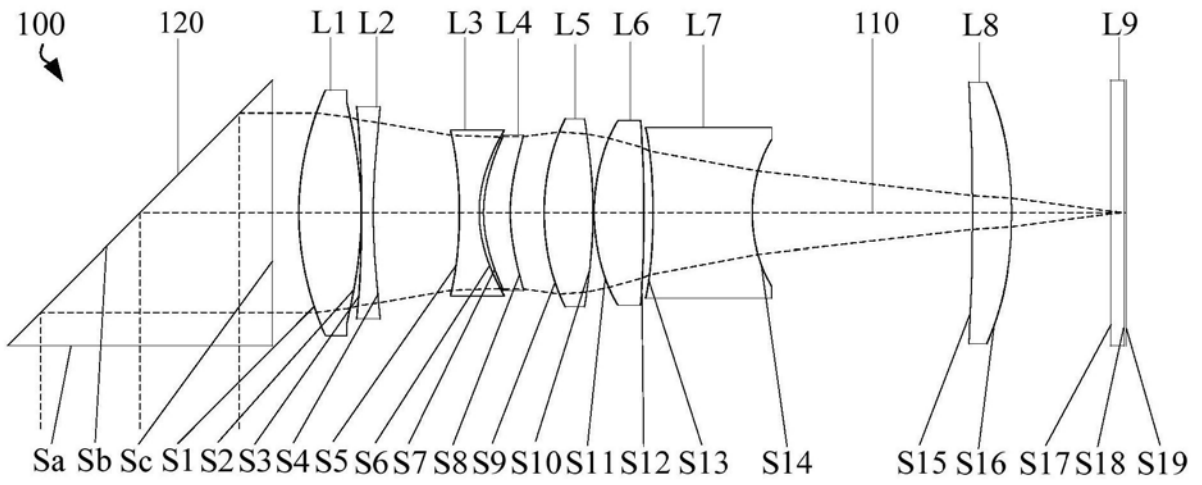


图1

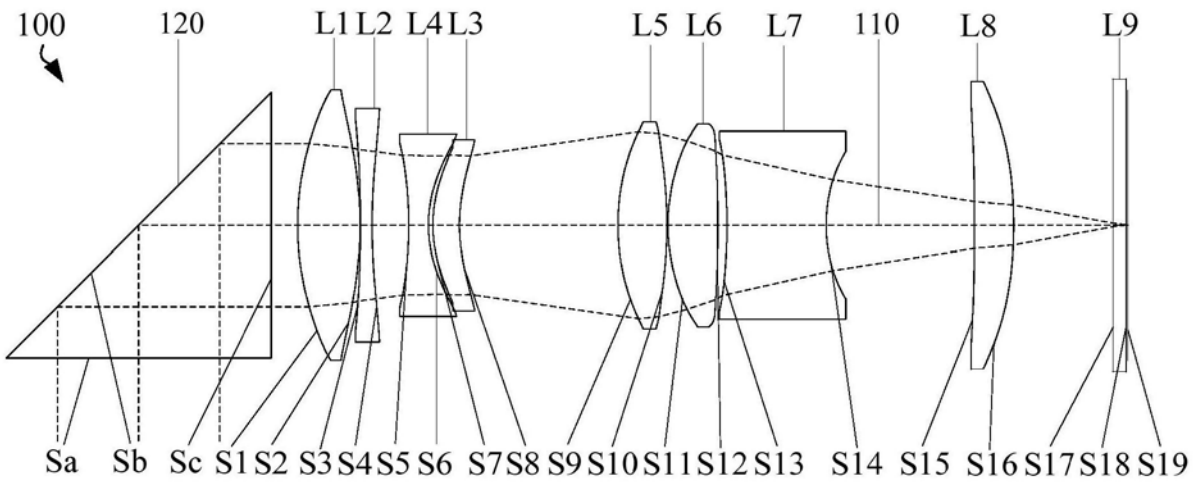


图2

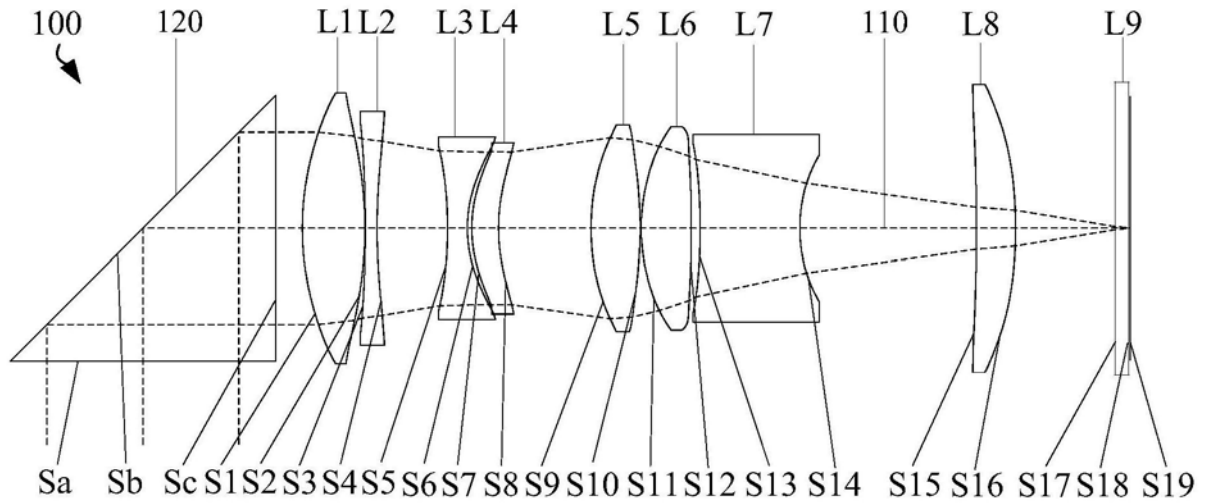


图3

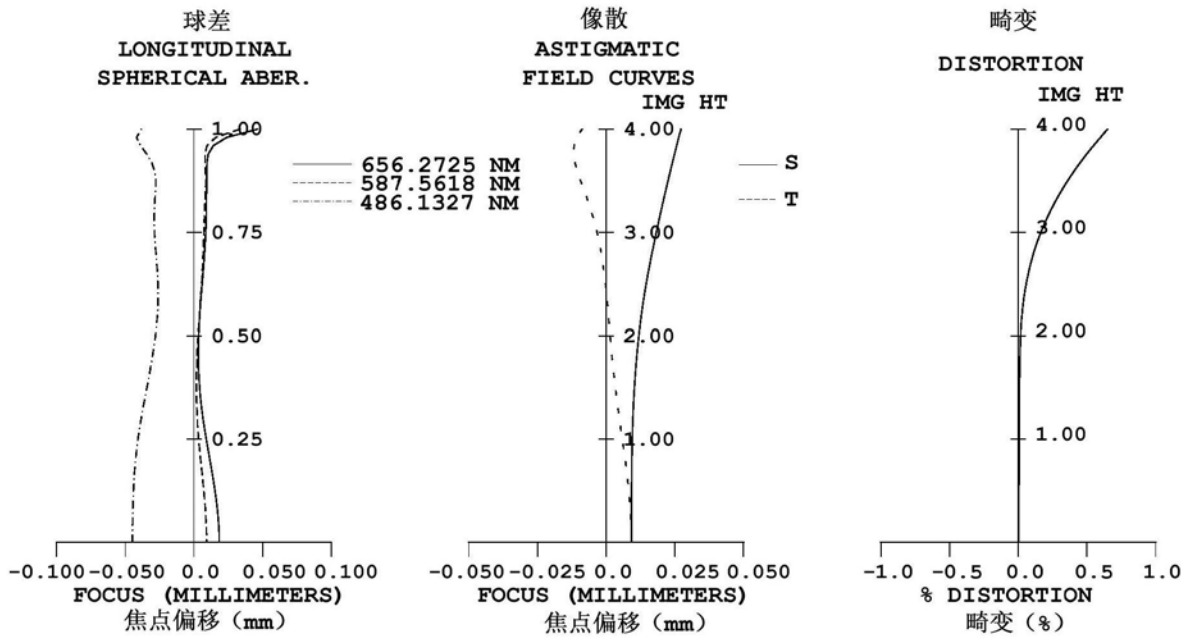


图4

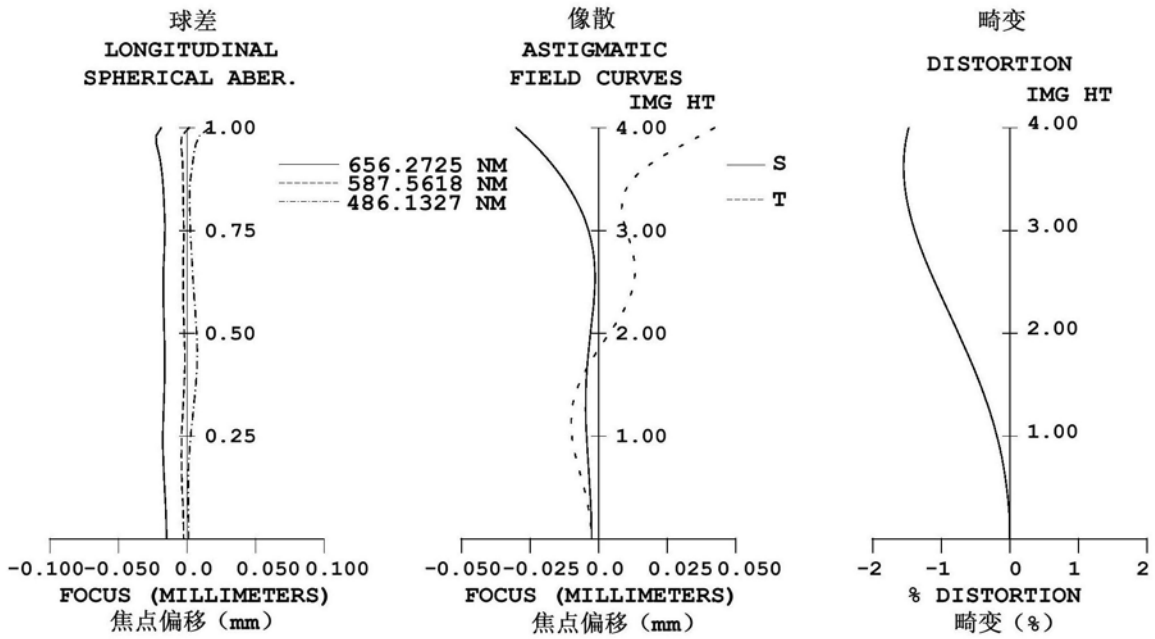


图5

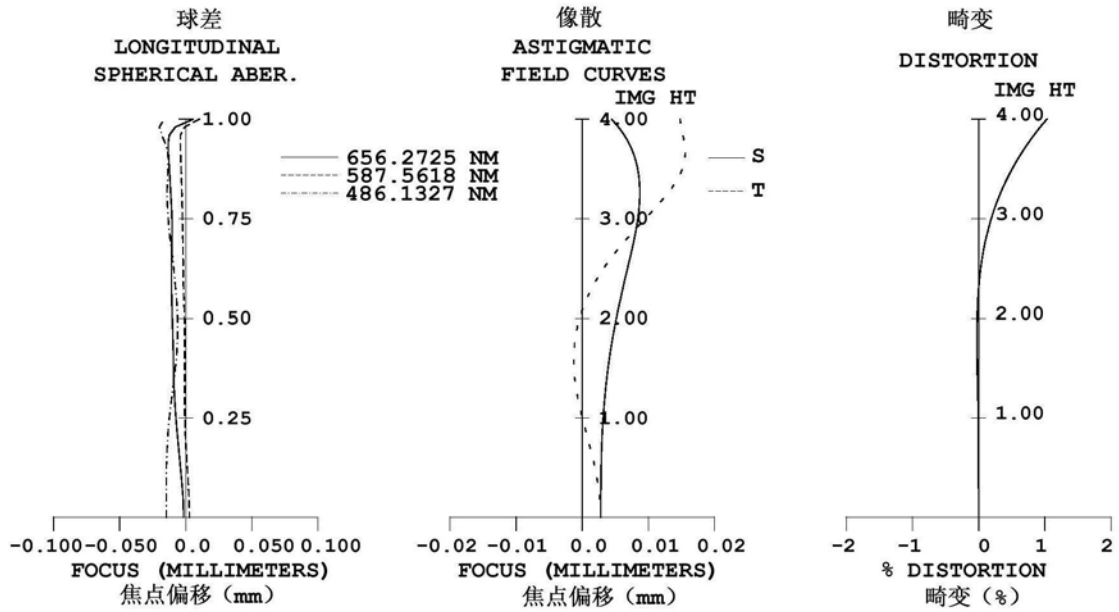


图6

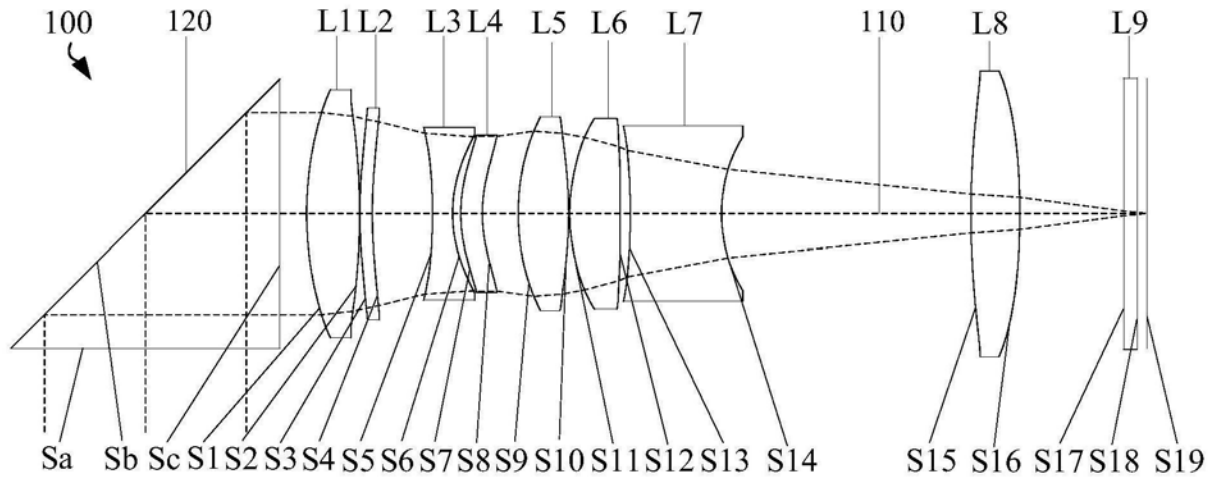


图7

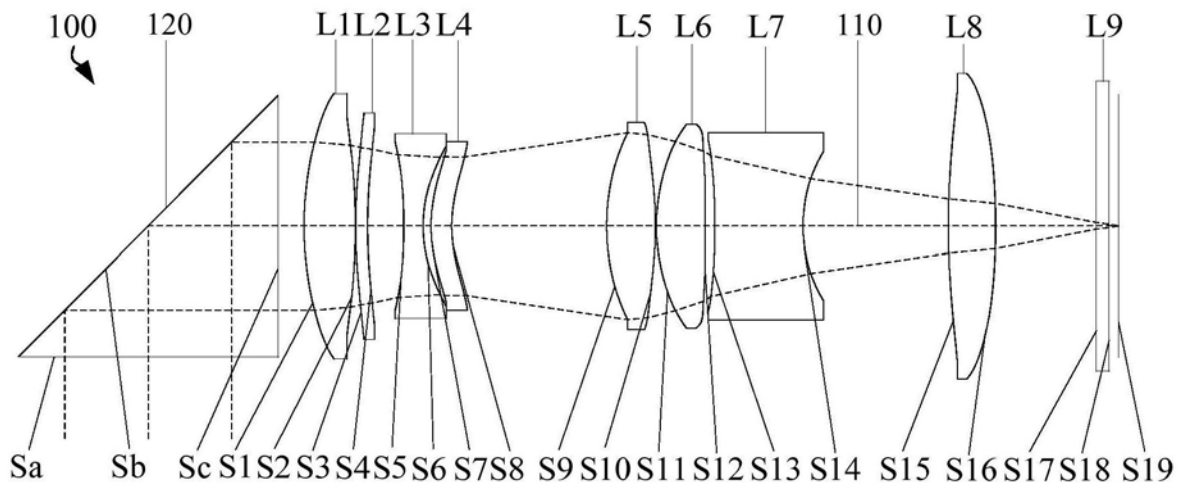


图8

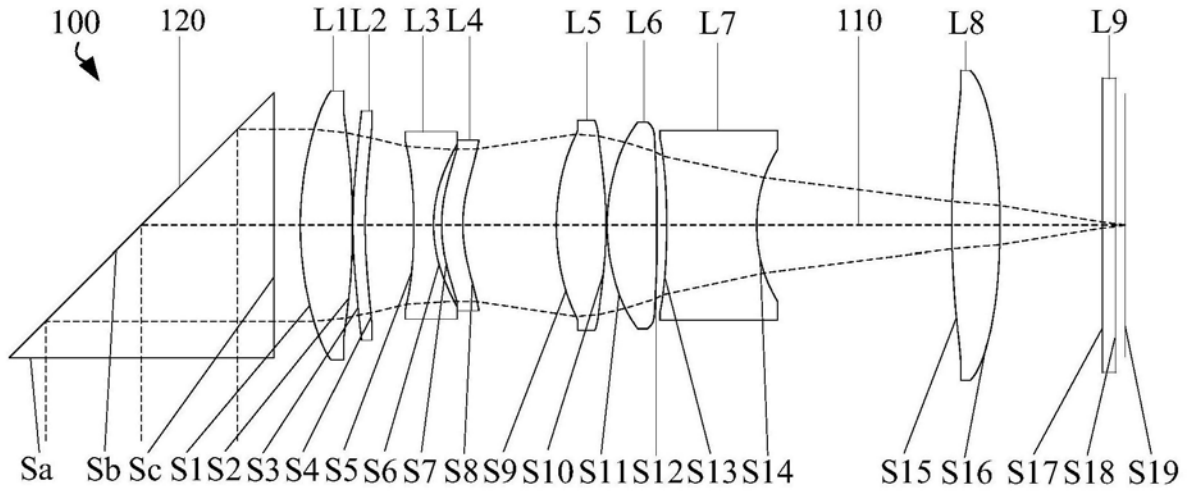


图9

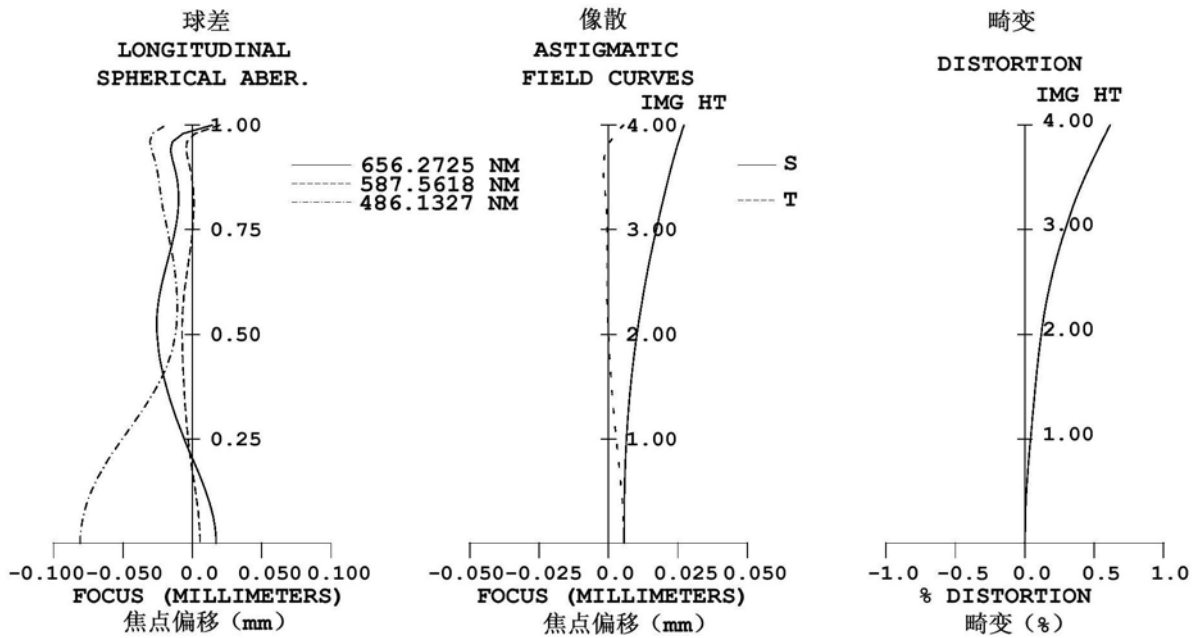


图10

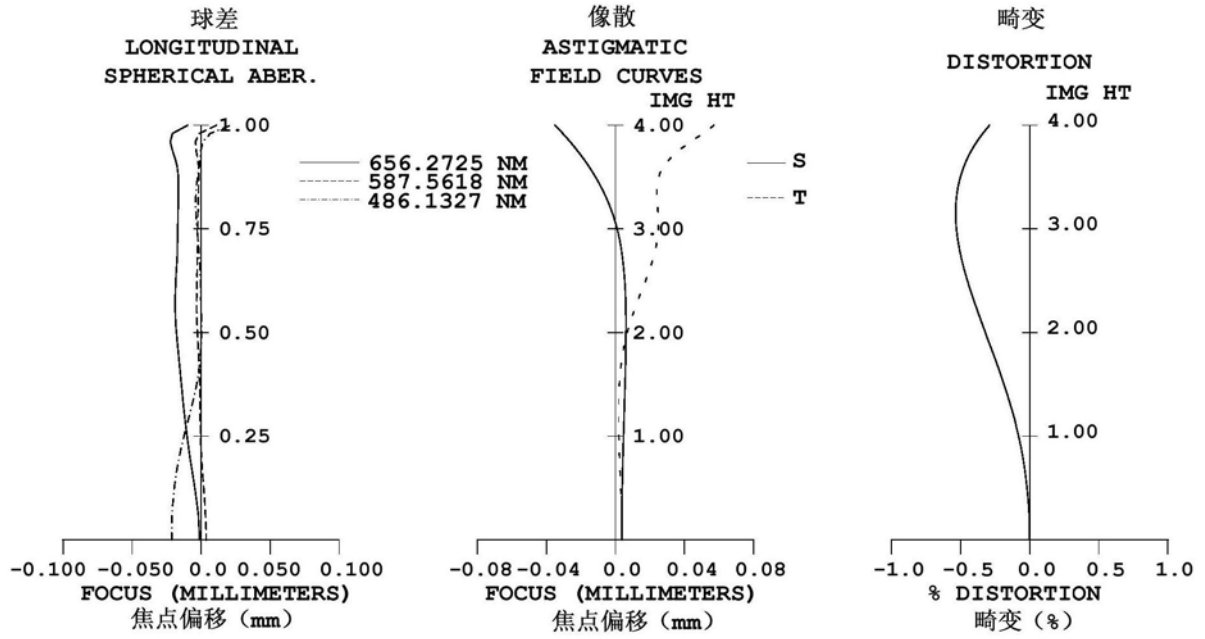


图11

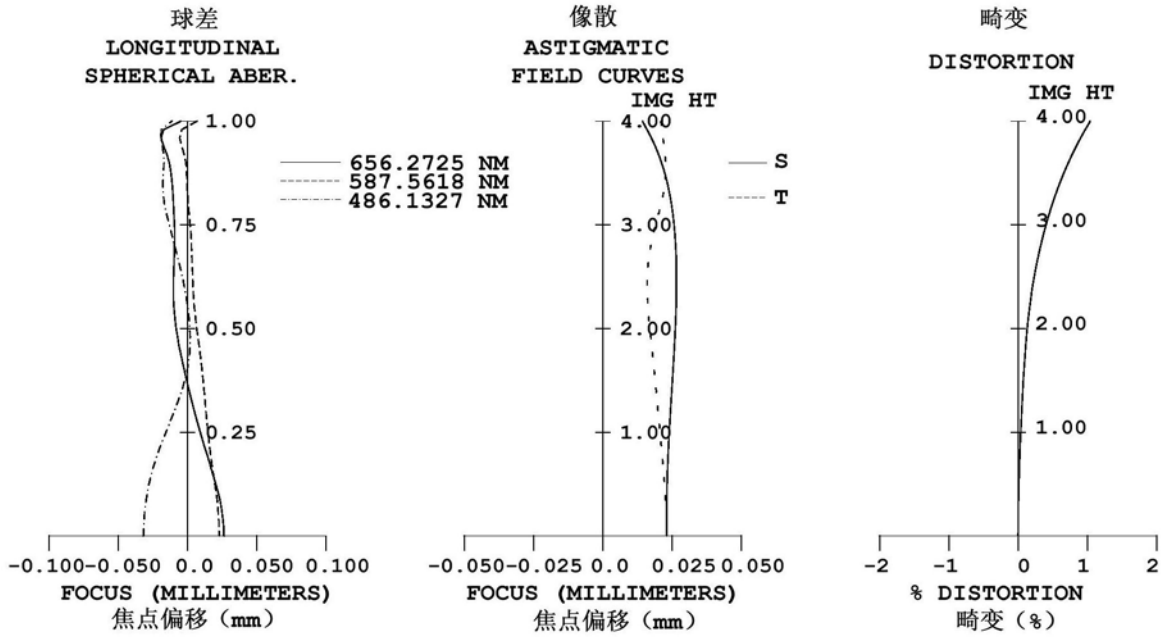


图12

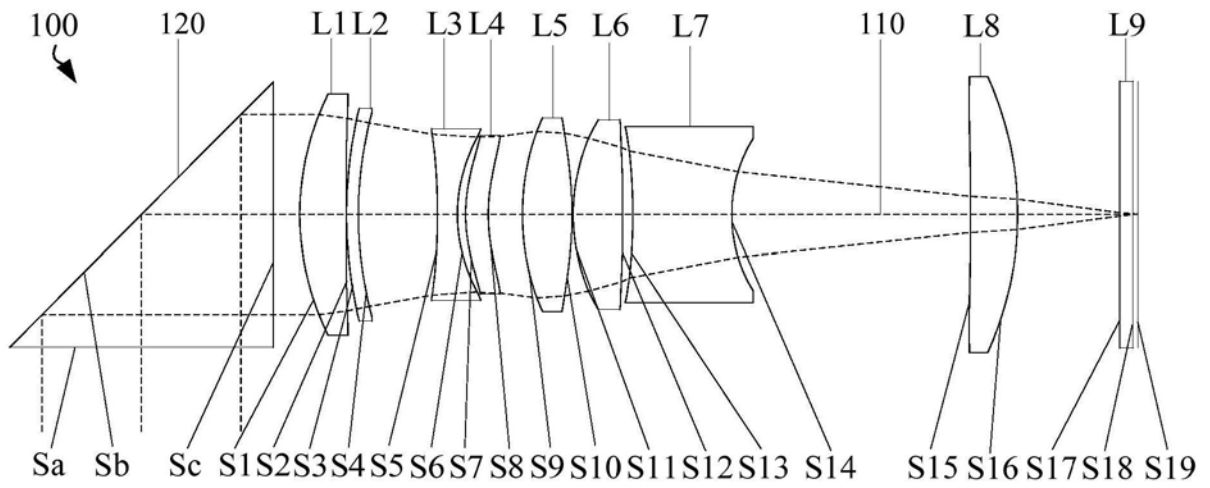


图13

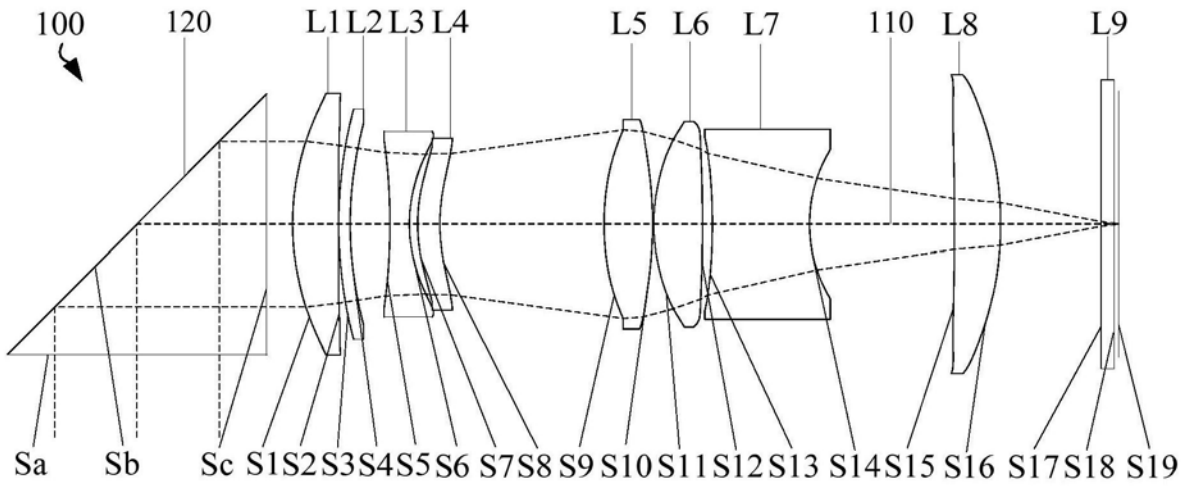


图14

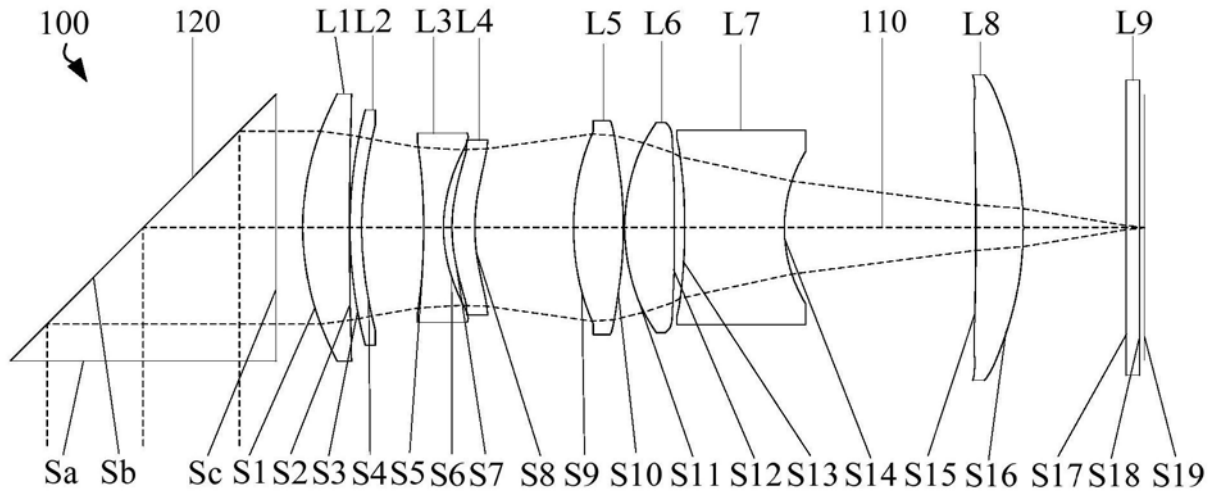


图15

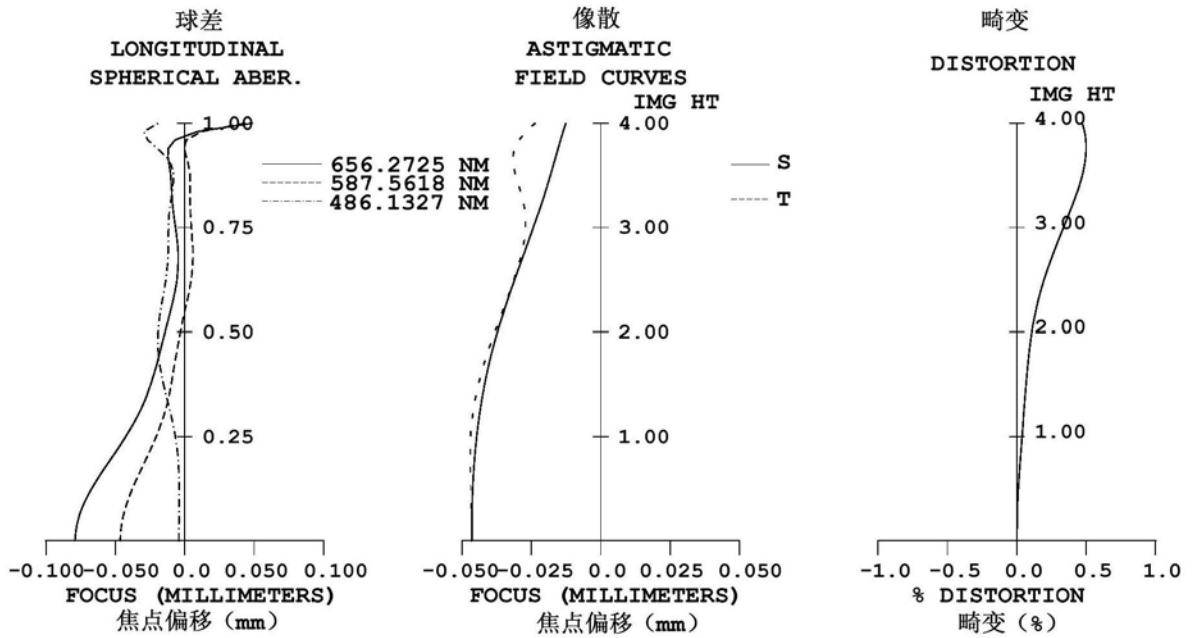


图16

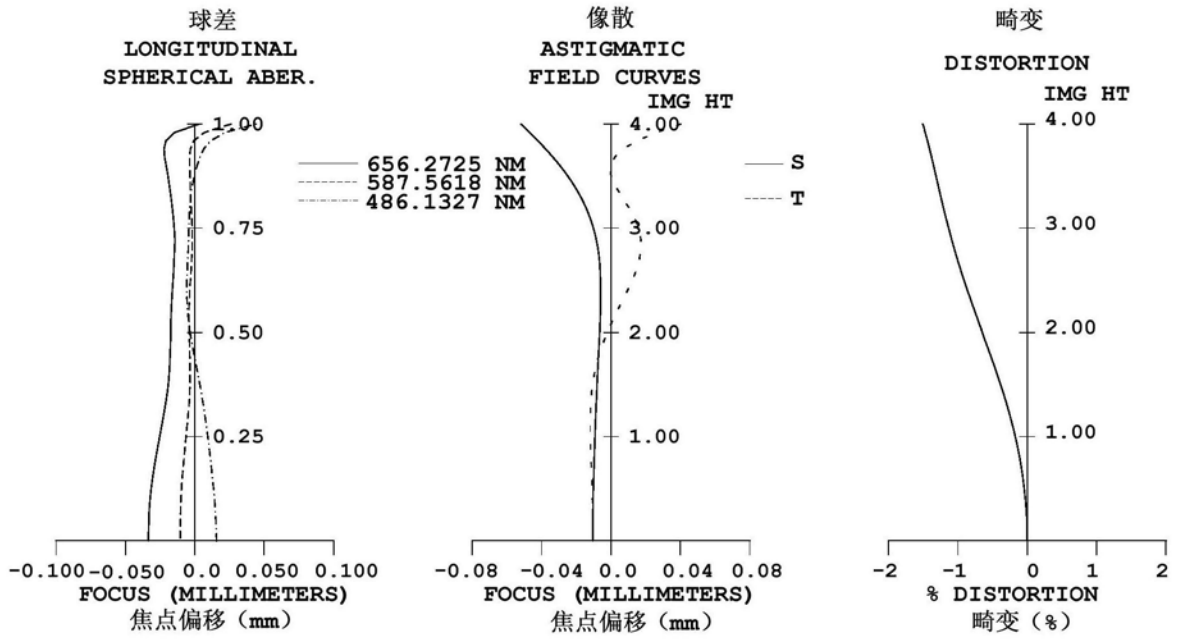


图17

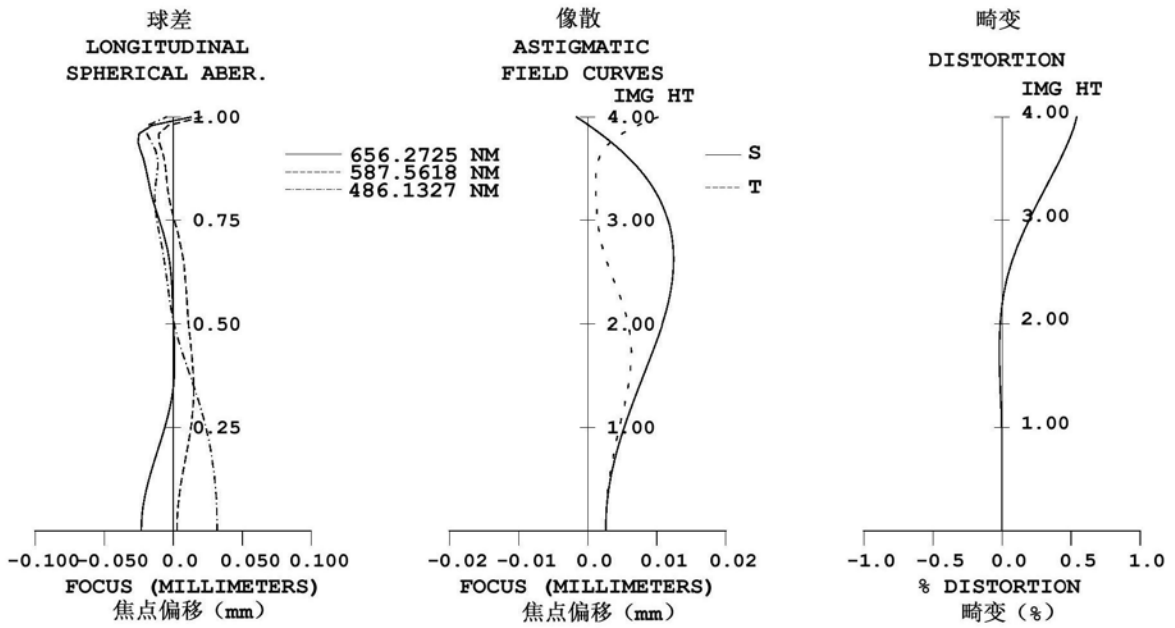


图18

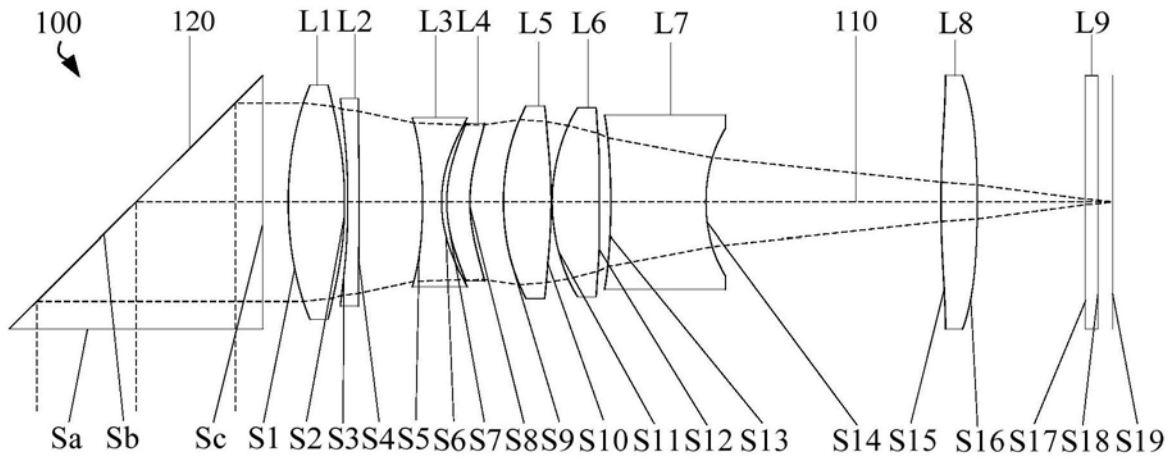


图19

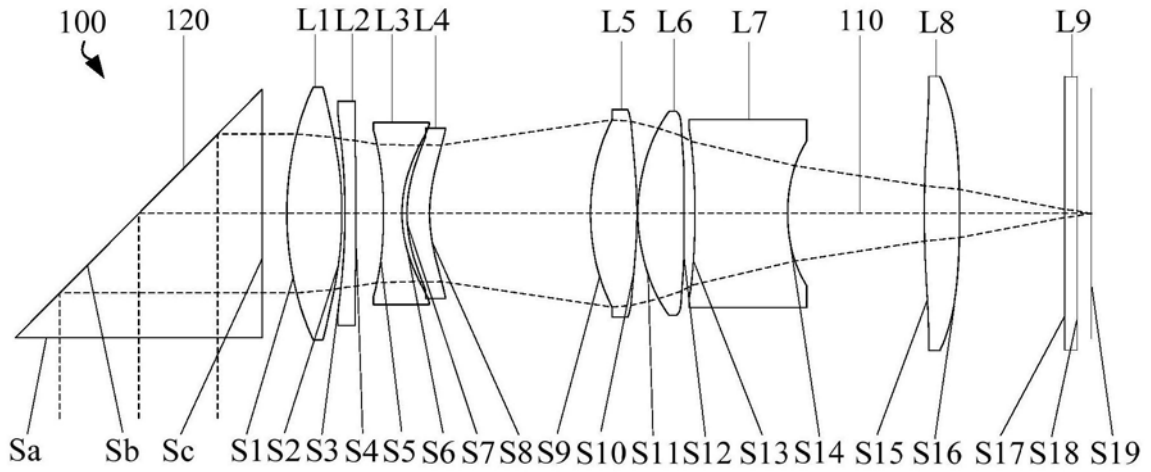


图20

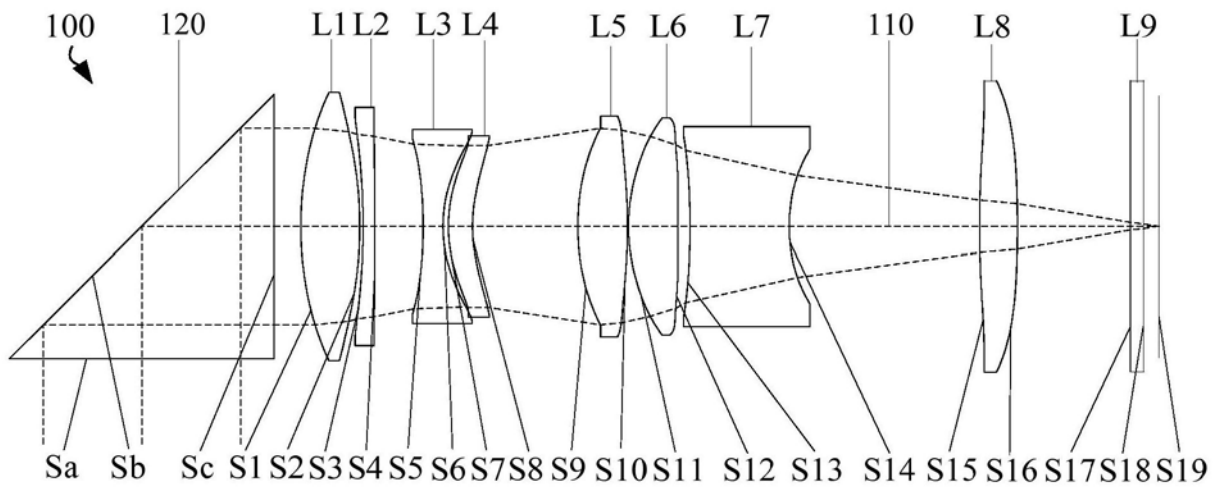


图21

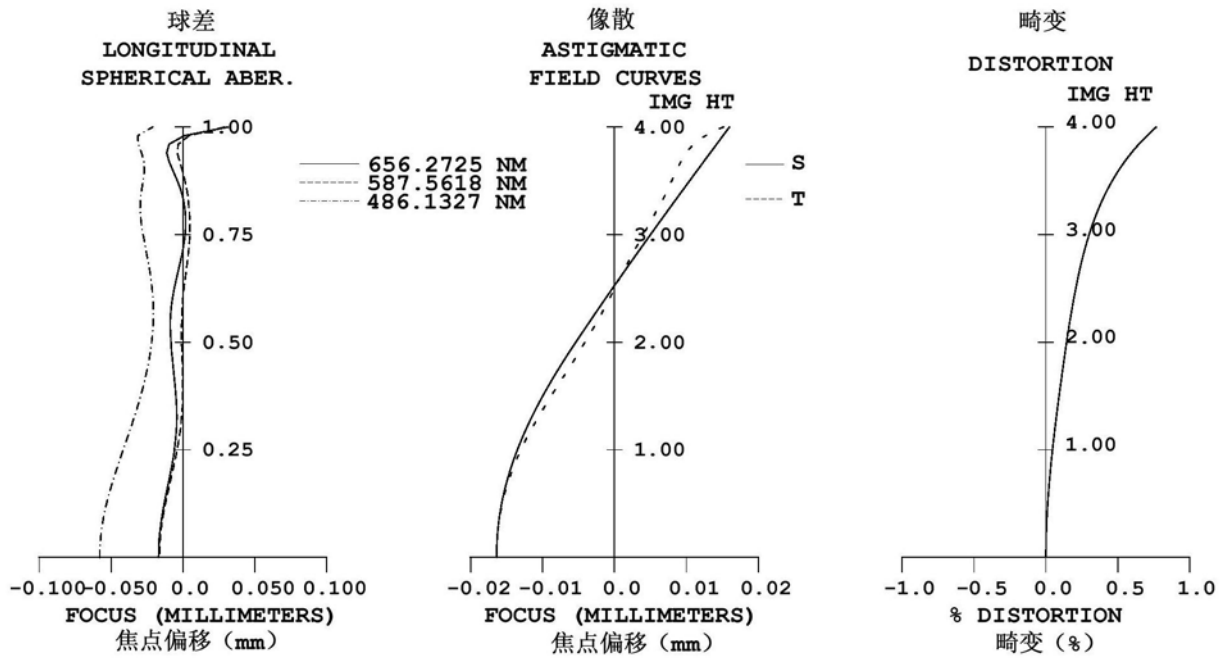


图22

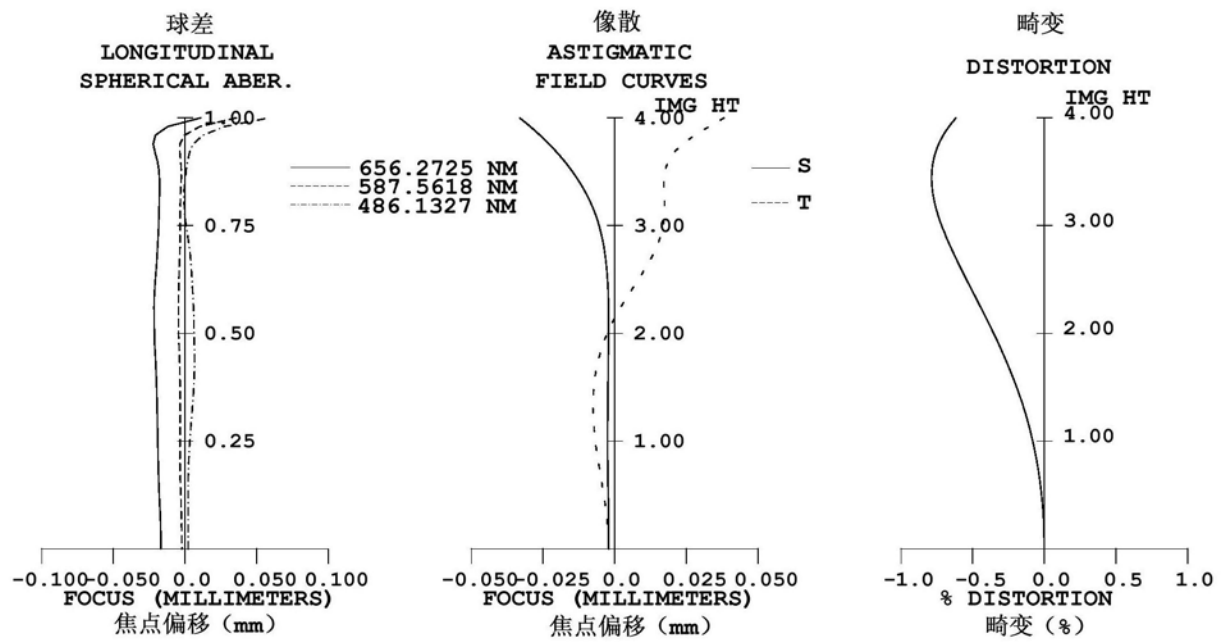


图23

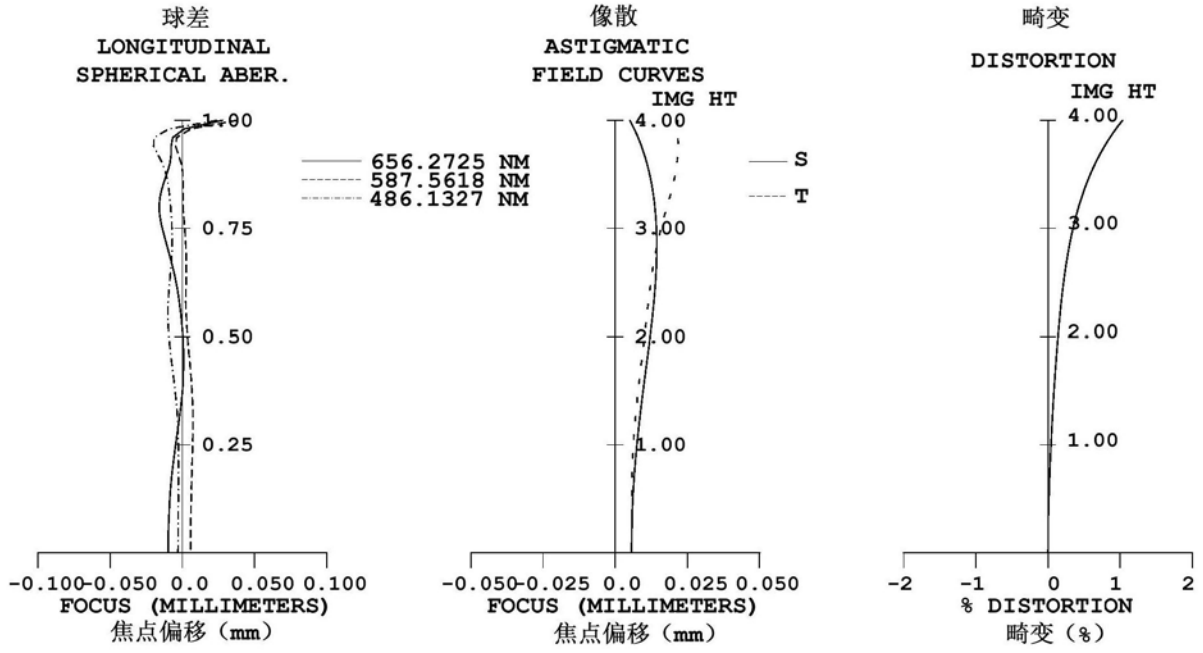


图24

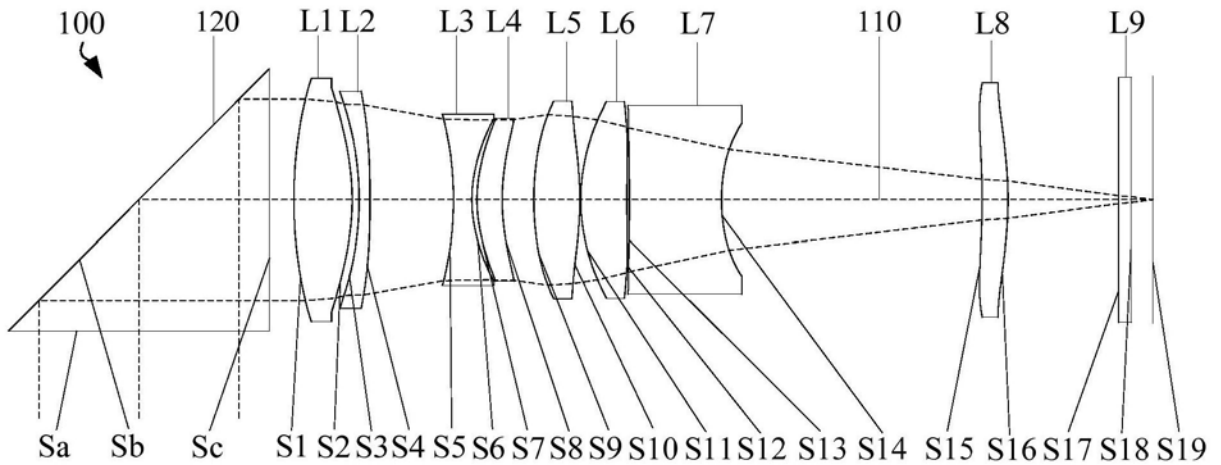


图25

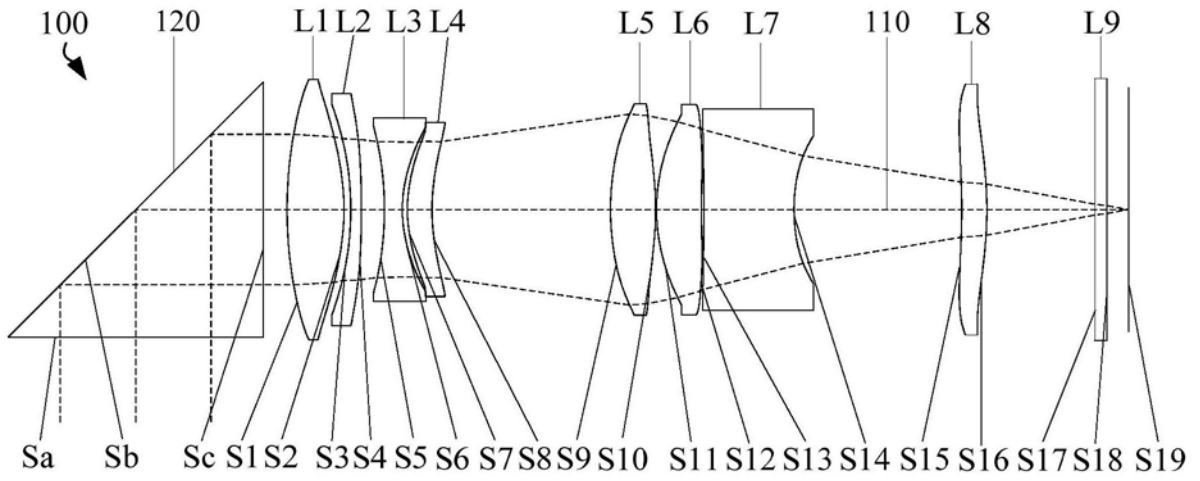


图26

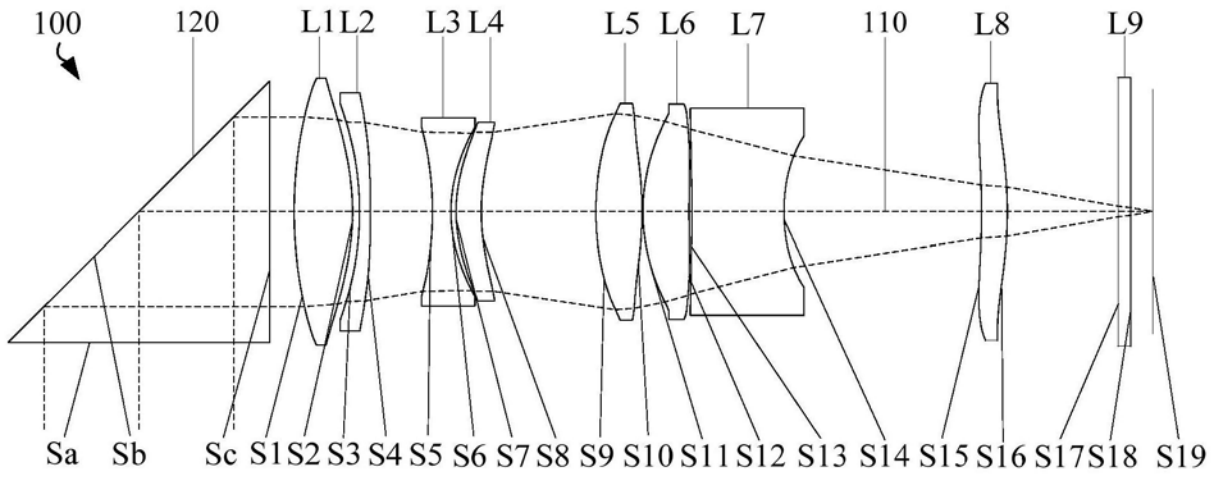


图27

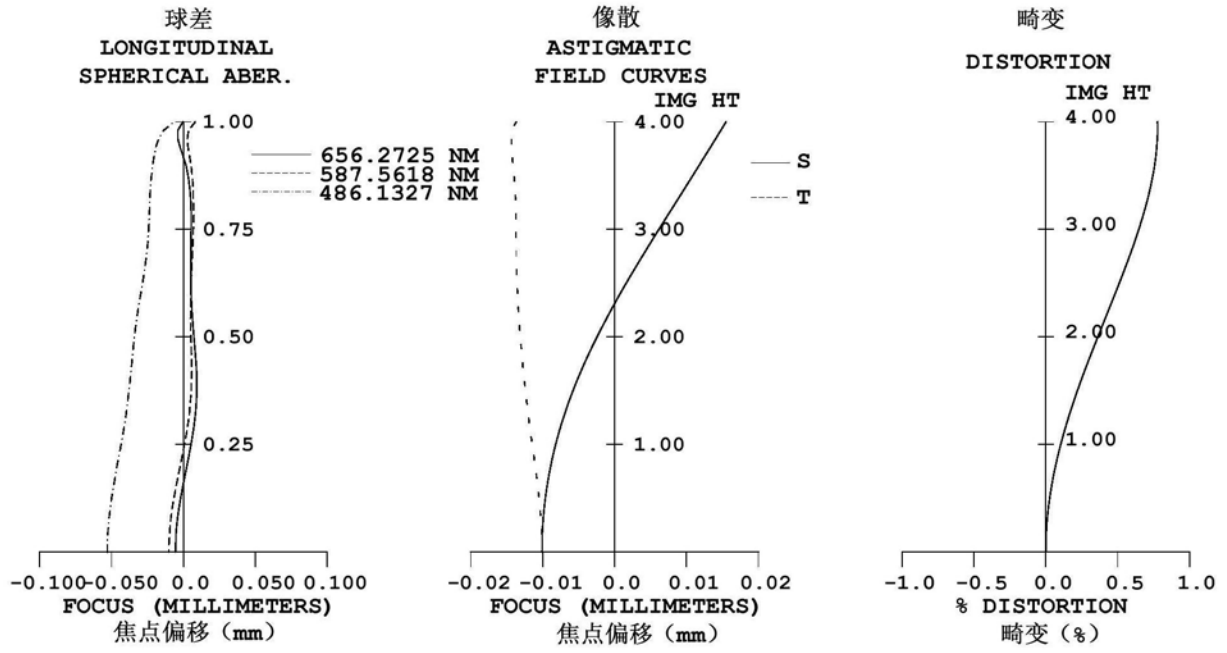


图28

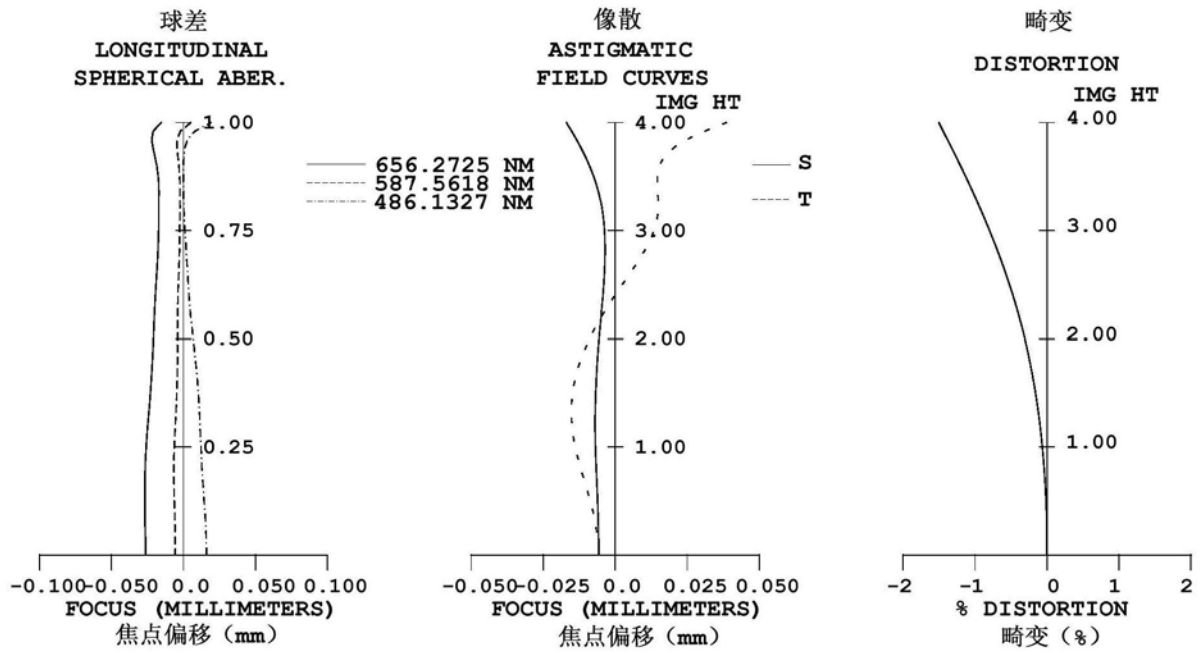


图29

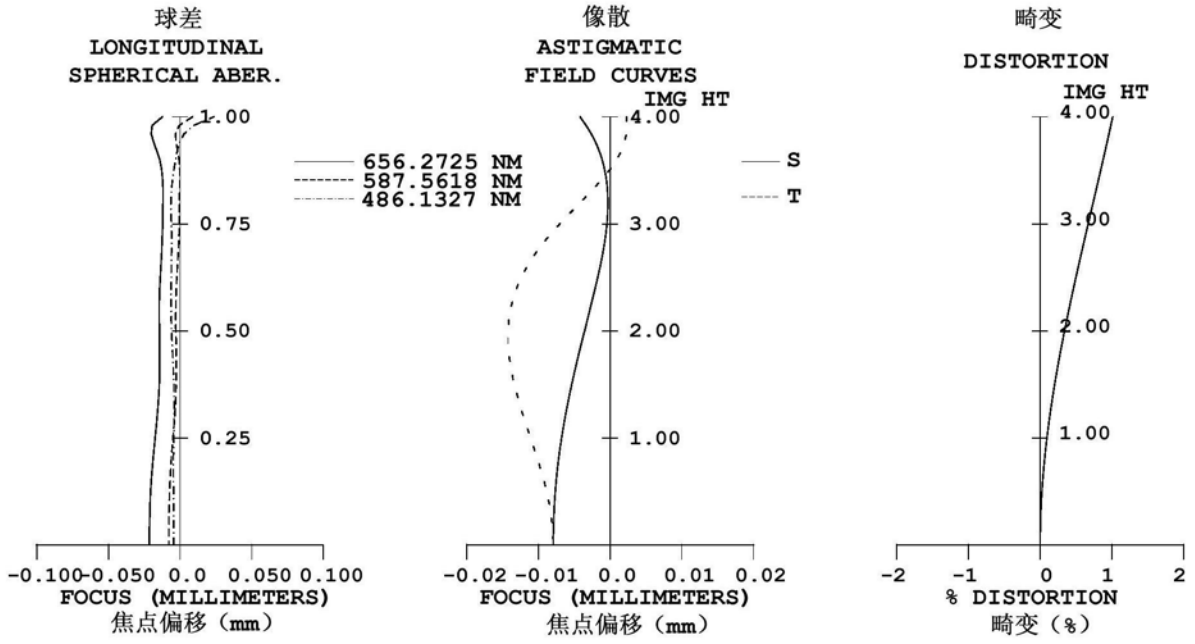


图30

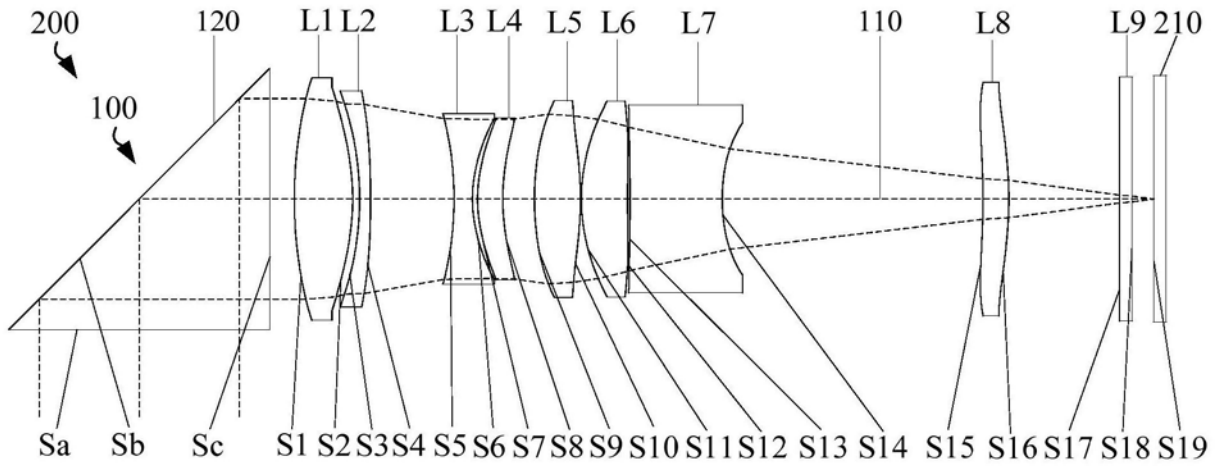


图31

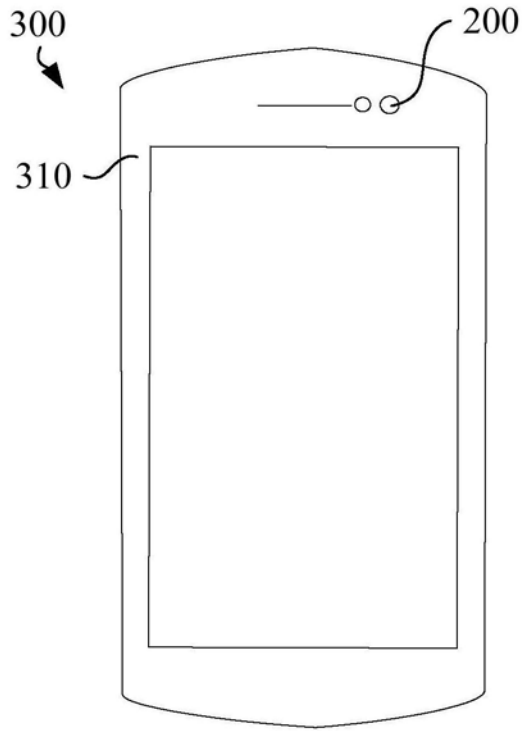


图32