



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111308667 A

(43)申请公布日 2020.06.19

(21)申请号 202010260761.6

(22)申请日 2020.04.03

(71)申请人 南昌欧菲精密光学制品有限公司
地址 330096 江西省南昌市南昌高新技术产业
开发区学院六路以东、天祥大道以南

(72)发明人 杨健 张文燕 李明 邹海荣

(74)专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司 44202

代理人 熊永强

(51)Int.Cl.

G02B 13/00(2006.01)

G02B 13/18(2006.01)

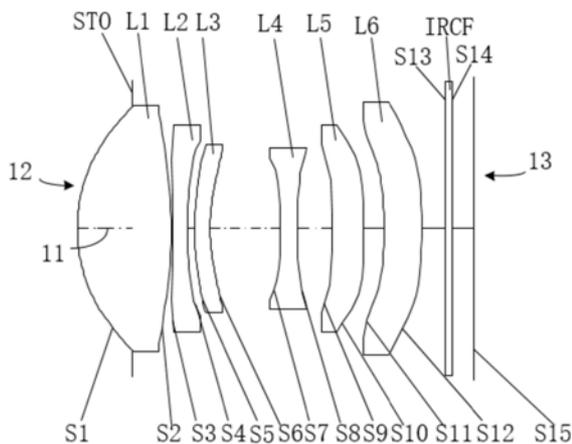
权利要求书2页 说明书22页 附图9页

(54)发明名称

光学系统、镜头模组及终端设备

(57)摘要

本申请实施例公开了光学系统、镜头模组及终端设备。光学系统包括具有正屈折力的第一透镜,具有负屈折力的第二透镜、第三透镜、第四透镜,具有屈折力的第五透镜、第六透镜。第一透镜的物侧面于光轴处为凸面,第二透镜的像侧面于光轴处为凹面,第三透镜的物侧面于光轴处为凸面,第三透镜的像侧面于光轴处为凹面,第四透镜的像侧面于光轴处为凹面。所述光学系统满足以下条件式: $1 < ftLt14 / ftGt14 < 1.5$; $ftLt14$ 和 $ftGt14$ 分别为第四透镜的物侧面至第四透镜的像侧面于平行于光轴方向的最长和最短的距离。通过合理配置第一透镜至第六透镜的屈折力及第一透镜至第四透镜的面型,使得光学系统具有长焦距的特性,并具有良好的成像质量,可以实现高清晰的远景拍摄。



1. 一种光学系统,其特征在于,包括多个透镜,所述多个透镜包括从物侧至像侧依次排布的:

第一透镜,具有正屈折力,所述第一透镜的物侧面于光轴处为凸面;

第二透镜,具有负屈折力,所述第二透镜的像侧面于光轴处为凹面;

第三透镜,具有负屈折力,所述第三透镜的物侧面于光轴处为凸面,所述第三透镜的像侧面于光轴处为凹面;

第四透镜,具有负屈折力,所述第四透镜的像侧面于光轴处为凹面;

第五透镜,具有屈折力;

第六透镜,具有屈折力;

所述光学系统满足以下条件式:

$$1 < f_{tL4} / f_{tG4} < 1.5,$$

其中, f_{tL4} 为所述第四透镜的物侧面至所述第四透镜的像侧面于平行于光轴方向的最长的距离, f_{tG4} 为所述第四透镜的物侧面至所述第四透镜的像侧面于平行于光轴方向的最短的距离。

2. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,所述光学系统满足条件式:

$$0.5 < DL / Imgh < 1,$$

其中, DL 为所述第一透镜的有效孔径, $Imgh$ 为所述光学系统于成像面上有效像素区域对角线长度的一半。

3. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,所述光学系统满足条件式:

$$2 < f / f_1 < 3,$$

其中, f 为所述光学系统的有效焦距, f_1 为所述第一透镜的焦距。

4. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,所述光学系统满足条件式:

$$-0.5 < f_1 / f_2 < -0.2,$$

其中, f_1 为所述第一透镜的焦距, f_2 为所述第二透镜的焦距。

5. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,所述光学系统满足条件式:

$$0.05 < airL3 / TTL < 0.3,$$

其中, $airL3$ 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, TTL 为所述第一透镜的物侧面至所述光学系统的成像面于光轴上的距离。

6. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,所述光学系统满足条件式:

$$1mm < (R5 * R6) / (R5 + R6) < 4.5mm,$$

其中, $R5$ 为所述第三透镜的物侧面于光轴处的曲率半径, $R6$ 为所述第三透镜的像侧面于光轴处的曲率半径。

7. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,所述光学系统满足条件式:

$$FBL / TTL > 0.1,$$

其中, FBL 为所述第六透镜的像侧面与光轴的交点至成像面在光轴上的距离, TTL 为所述第一透镜的物侧面至所述光学系统的成像面于光轴上的距离。

8. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,所述光学系统还包括光阑,所述光阑位于所述第一透镜的物侧或相邻的两个所述透镜之间,所述光学系统满足条件式:

$$0.5 < DL / Imgh < 1,$$

其中,DL为所述光学系统的所述光阑的孔径,Imgh为所述光学系统于成像面上有效像素区域对角线长度的一半。

9.根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,所述光学系统还包括光阑,所述光阑位于所述第一透镜的物侧或相邻的两个所述透镜之间,所述光学系统满足条件式:

$$1.5 < TTL/DL < 2.2,$$

其中,TTL为所述第一透镜的物侧面至所述光学系统的成像面于光轴上的距离,DL为所述光学系统的所述光阑的孔径。

10.根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,所述光学系统满足条件式:

$$0.7 < TTL/f < 1,$$

其中,TTL为所述第一透镜的物侧面至所述光学系统的成像面于光轴上的距离,f为所述光学系统的有效焦距。

11.一种镜头模组,其特征在于,包括感光元件和如权利要求1至10任一项所述的光学系统,所述感光元件位于所述光学系统的像侧。

12.一种终端设备,其特征在于,包括如权利要求11所述的镜头模组。

光学系统、镜头模组及终端设备

技术领域

[0001] 本申请属于光学成像技术领域,尤其涉及一种光学系统、镜头模组及终端设备。

背景技术

[0002] 随着手机、平板电脑、无人机、计算机等电子产品在生活中的广泛应用,各种科技改进推陈出新。其中,新型电子产品中摄像镜头拍摄效果的改进创新成为人们关注的重点。

[0003] 目前随着远景拍摄需求的增大,摄像镜头需要具有长焦距,但容易出现像场弯曲的问题且整体成像质量难以得到保证,导致远景摄影效果不佳。

[0004] 因此,如何实现远景拍摄及高清晰拍摄并避免像场弯曲的问题,以使物距较远的景象清晰的成像于成像面上应为业界的研发方向。

发明内容

[0005] 本申请实施例提供一种光学系统、镜头模组及终端设备,该光学系统解决了远景拍摄成像质量不佳的问题,可以实现高清晰的远景拍摄。

[0006] 第一方面,本申请实施例提供了一种光学系统,光学系统包括多个透镜,所述多个透镜包括从物侧至像侧依次排布的第一透镜,具有正屈折力,所述第一透镜的物侧面于光轴处为凸面;第二透镜,具有负屈折力,所述第二透镜的像侧面于光轴处为凹面;第三透镜,具有负屈折力,所述第三透镜的物侧面于光轴处为凸面,所述第三透镜的像侧面于光轴处为凹面;第四透镜,具有负屈折力,所述第四透镜的像侧面于光轴处为凹面;第五透镜,具有屈折力;第六透镜,具有屈折力。所述光学系统满足以下条件式: $1 < f_{tL14} / f_{tG14} < 1.5$; f_{tL14} 为所述第四透镜的物侧面至所述第四透镜的像侧面于平行于光轴方向的最长的距离, f_{tG14} 为所述第四透镜的物侧面至所述第四透镜的像侧面于平行于光轴方向的最短的距离。

[0007] 本申请通过合理配置光学系统中第一透镜至第六透镜的屈折力及第一透镜、第二透镜、第三透镜和第四透镜的面型,使得光学系统具有长焦距的特性,并具有良好的成像质量,可以实现高清晰的远景拍摄,同时设置 $1 < f_{tL14} / f_{tG14} < 1.5$ 可有效平衡光学系统的光程差,实现修正场曲的功能,避免图像的周围出现扭曲,使得成像效果更接近于被拍摄物体本身,且使拍摄的画面具有高画质感、高分辨率和高清晰度。

[0008] 一种实施方式中,所述光学系统满足条件式: $0.5 < DL1 / Imgh < 1$; $DL1$ 为所述第一透镜的有效孔径, $Imgh$ 为所述光学系统于成像面上有效像素区域对角线长度的一半。光学系统中的第一透镜的孔径大小决定了整个光学系统的通光量大小,感光面的尺寸决定了整个光学系统的画面清晰度及像素大小,两者合理配合才能保证足够的通光量,保证拍摄图像的清晰度。如果 $DL1 / Imgh > 1$,则会造成曝光过大,光亮度太高,影响画面质量, $DL1 / Imgh < 0.5$,则会造成通光量不足,光线相对亮度不够,会造成画面清晰度下降。

[0009] 一种实施方式中,所述光学系统满足条件式: $2 < f / f_1 < 3$; f 为所述光学系统的有效焦距, f_1 为所述第一透镜的焦距。第一透镜提供光学系统由物空间到像空间的全部光学信

息,第一透镜的焦距决定了光学系统对物空间光信息的获取,如果 $f/f_1 \geq 3$,会造成系统敏感度增加,加工工艺困难,并且由第一透镜产生的像差修正难度加大,难以满足拍摄需求,如果 $f/f_1 \leq 2$,第一透镜与光学系统的焦距配比不合适,无法校正由第一透镜所产生的像差。

[0010] 一种实施方式中,所述光学系统满足条件式: $-0.5 < f_1/f_2 < -0.2$; f_1 为所述第一透镜的焦距, f_2 为所述第二透镜的焦距。第一透镜提供正屈折力,使光线汇聚,利于汇聚物空间的光线,第二透镜提供负屈折力,可修正由第一透镜带来的位置色差,具有正屈折力的第一透镜和具有负屈折力的第二透镜组合,可有效修正位置色差并提高成像清晰度。

[0011] 一种实施方式中,所述光学系统满足条件式: $0.05 < \text{airL3}/\text{TTL} < 0.3$; airL3 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, TTL 为所述第一透镜的物侧面至所述光学系统的成像面于光轴上的距离。通过限定 $\text{airL3}/\text{TTL}$ 的合适范围,可降低光学系统的组装敏感性,提升组装良率。如果 $\text{airL3}/\text{TTL} > 0.3$,会造成系统过长,如果 $\text{airL3}/\text{TTL} < 0.05$,则会增加系统敏感性而造成生产良率降低。

[0012] 一种实施方式中,所述光学系统满足条件式: $1\text{mm} < (R_5 * R_6) / (R_5 + R_6) < 4.5\text{mm}$; R_5 为所述第三透镜的物侧面于光轴处的曲率半径, R_6 为所述第三透镜的像侧面于光轴处的曲率半径。通过限定 $(R_5 * R_6) / (R_5 + R_6)$ 的合适范围,可合理的平衡光学系统的边缘光线与近轴光线之间的光程差,合理的修正场曲及像散,同时降低系统敏感性,提高组装稳定性。

[0013] 一种实施方式中,所述光学系统满足条件式: $\text{FBL}/\text{TTL} > 0.1$; FBL 为所述第六透镜的像侧面与光轴的交点至成像面在光轴上的距离, TTL 为所述第一透镜的物侧面至所述光学系统的成像面于光轴上的距离。通过限定 FBL/TTL 的合适范围,满足小型化的同时可保证系统有足够的调焦范围,提升光学系统的组装良率,同时保证光学系统的焦深较大,能够获取物方更多的深度信息。

[0014] 一种实施方式中,所述光学系统还包括光阑,所述光阑位于所述第一透镜的物侧或相邻的两个所述透镜之间,所述光学系统满足条件式: $0.5 < \text{DL}/\text{Imgh} < 1$; DL 为所述光学系统的所述光阑的孔径, Imgh 为所述光学系统于成像面上有效像素区域对角线长度的一半。光学系统的光阑的孔径大小决定了整个光学系统的通光量大小,感光面的尺寸大小决定了整个光学系统画面清晰度及像素大小,两者合理配合才能保证足够的通光量,保证拍摄图像的清晰度。如果 $\text{DL}/\text{Imgh} > 1$,则会造成曝光过大,光亮度太高,影响画面质量, $\text{DL}/\text{Imgh} < 0.5$,则会造成通光量不足,光线相对亮度不够,会造成画面感光度下降。

[0015] 一种实施方式中,所述光学系统还包括光阑,所述光阑位于所述第一透镜的物侧或相邻的两个所述透镜之间,所述光学系统满足条件式: $1.5 < \text{TTL}/\text{DL} < 2.2$; TTL 为所述第一透镜的物侧面至所述光学系统的成像面于光轴上的距离, DL 为所述光学系统的所述光阑的孔径。通过限定 TTL/DL 的合适范围,可以使光学系统满足小型化的设计需求并提供光学系统拍摄所需的通光量,实现高画质、高清晰的拍摄效果。如果 $\text{TTL}/\text{DL} < 1.5$,可以满足小型化设计,但会造成通光口径过大,边缘光线进入光学系统,降低成像质量,如果 $\text{TTL}/\text{DL} > 2.2$,可以满足小型化设计,但会造成光阑的通光口径过小,无法满足系统所需的通光量。

[0016] 一种实施方式中,所述光学系统满足条件式: $0.7 < \text{TTL}/f < 1$; TTL 为所述第一透镜的物侧面至所述光学系统的成像面于光轴上的距离, f 为所述光学系统的有效焦距。通过限定 TTL/f 的合适范围,不仅能实现光学系统的小型化,同时能保证光线更好的汇聚于成像面

上。如果 $TTL/f \leq 0.7$,光学系统的长度太短,会造成系统敏感度增加,同时不利于光线在成像面上的汇聚,如果 $TTL/f \geq 1$,光学系统的长度太长,会造成射入成像面的主光线角度太大,边缘光线无法入射至成像面上,造成成像信息不全。

[0017] 第二方面,本申请提供一种镜头模组,包括感光元件和前述任意一种实施方式所述的光学系统,所述感光元件位于所述光学系统的像侧。

[0018] 第三方面,本申请提供一种终端设备,包括所述的镜头模组。

[0019] 通过合理配置光学系统中第一透镜至第六透镜的屈折力及第一透镜、第二透镜、第三透镜和第四透镜的面型,使得光学系统具有长焦距的特性,并具有良好的成像质量,可以实现高清晰的远景拍摄,同时设置 $1 < f_{t1} / f_{t6} < 1.5$ 可有效平衡光学系统的光程差,实现修正场曲的功能,避免图像的周围出现扭曲,使得成像效果更接近于被拍摄物体本身,且使拍摄的画面具有高画质感、高分辨率和高清晰度。

附图说明

[0020] 为了更清楚地说明本申请实施例或背景技术中的技术方案,下面将对本申请实施例或背景技术中所需要使用的附图进行说明。

[0021] 图1是本申请提供的光学系统应用在终端设备中的示意图;

[0022] 图2是本申请第一实施例提供的光学系统的结构示意图;

[0023] 图3是第一实施例的光学系统的纵向球差曲线、像散曲线和畸变曲线;

[0024] 图4是本申请第二实施例提供的光学系统的结构示意图;

[0025] 图5是第二实施例的光学系统的纵向球差曲线、像散曲线和畸变曲线;

[0026] 图6是本申请第三实施例提供的光学系统的结构示意图;

[0027] 图7是第三实施例的光学系统的纵向球差曲线、像散曲线和畸变曲线;

[0028] 图8是本申请第四实施例提供的光学系统的结构示意图;

[0029] 图9是第四实施例的光学系统的纵向球差曲线、像散曲线和畸变曲线;

[0030] 图10是本申请第五实施例提供的光学系统的结构示意图;

[0031] 图11是第五实施例的光学系统的纵向球差曲线、像散曲线和畸变曲线;

[0032] 图12是本申请第六实施例提供的光学系统的结构示意图;

[0033] 图13是第六实施例的光学系统的纵向球差曲线、像散曲线和畸变曲线;

[0034] 图14是本申请第七实施例提供的光学系统的结构示意图;

[0035] 图15是第七实施例的光学系统的纵向球差曲线、像散曲线和畸变曲线;

[0036] 图16是本申请第八实施例提供的光学系统的结构示意图;

[0037] 图17是第八实施例的光学系统的纵向球差曲线、像散曲线和畸变曲线。

具体实施方式

[0038] 下面结合本申请实施例中的附图对本申请实施例进行描述。

[0039] 参阅图1,本申请涉及的光学系统应用在终端设备30中的镜头模组20。终端设备30可以为手机、平板电脑、无人机、计算机等设备。镜头模组20的感光元件位于光学系统的像侧,镜头模组20组装在终端设备30内部。

[0040] 本申请提供一种镜头模组,包括感光元件和本申请实施例提供的光学系统,感光

元件位于光学系统的像侧,用于将穿过第一透镜至第六透镜且入射到电子感光元件上的光线转换成图像的电信号。电子感光元件可以为互补金属氧化物半导体(Complementary Metal Oxide Semiconductor, CMOS)或电荷耦合器件(Charge-coupled Device, CCD)。通过在镜头模组内安装该光学系统,使镜头模组具有长焦距的特性,并具有良好的成像质量,可以实现高清晰的远景拍摄。

[0041] 本申请还提供一种终端设备,该终端设备包括本申请实施例提供的镜头模组。该终端设备可以为手机、平板电脑、无人机、计算机等。通过在终端设备内安装该镜头模组,使终端设备具有长焦距的特性,并具有良好的成像质量,可以实现高清晰的远景拍摄。

[0042] 本申请提供的一种光学系统包括六个透镜,六个透镜从物侧至像侧依序分布分别为第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜和第六透镜。

[0043] 具体的,六片透镜的面型及屈折力如下:

[0044] 第一透镜,具有正屈折力,第一透镜的物侧面于光轴处为凸面;第二透镜,具有负屈折力,第二透镜的像侧面于光轴处为凹面;第三透镜,具有负屈折力,第三透镜的物侧面于光轴处为凸面,第三透镜的像侧面于光轴处为凹面;第四透镜,具有负屈折力,第四透镜的像侧面于光轴处为凹面;第五透镜,具有屈折力;第六透镜,具有屈折力。

[0045] 所述光学系统满足以下条件式: $1 < f_{tL4}/f_{tG4} < 1.5$; f_{tL4} 为所述第四透镜的物侧面至所述第四透镜的像侧面于平行于光轴方向的最长的距离, f_{tG4} 为所述第四透镜的物侧面至所述第四透镜的像侧面于平行于光轴方向的最短的距离。

[0046] 合理配置光学系统中第一透镜至第六透镜的屈折力及第一透镜、第二透镜、第三透镜和第四透镜的面型,使得光学系统具有长焦距的特性,并具有良好的成像质量,可以实现高清晰的远景拍摄,同时设置 $1 < f_{tL4}/f_{tG4} < 1.5$ 可有效平衡光学系统的光程差,实现修正场曲的功能,避免图像的周围出现扭曲,使得成像效果更接近于被拍摄物体本身,且使拍摄的画面具有高画质感、高分辨率和高清晰度。

[0047] 一种实施方式中,所述光学系统满足条件式: $0.5 < DL1/Imgh < 1$; $DL1$ 为所述第一透镜的有效孔径, $Imgh$ 为所述光学系统于成像面上有效像素区域对角线长度的一半。光学系统中的第一透镜的孔径大小决定了整个光学系统的通光量大小,感光面的尺寸决定了整个光学系统的画面清晰度及像素大小,两者合理配合才能保证足够的通光量,保证拍摄图像的清晰度。如果 $DL1/Imgh > 1$,则会造成曝光过大,光亮度太高,影响画面质量, $DL1/Imgh < 0.5$,则会造成通光量不足,光线相对亮度不够,会造成画面清晰度下降。

[0048] 一种实施方式中,所述光学系统满足条件式: $2 < f/f1 < 3$; f 为所述光学系统的有效焦距, $f1$ 为所述第一透镜的焦距。第一透镜提供光学系统由物空间到像空间的全部光学信息,第一透镜的焦距决定了光学系统对物空间光信息的获取,如果 $f/f1 \geq 3$,会造成系统敏感度增加,加工工艺困难,并且由第一透镜产生的像差修正难度加大,难以满足拍摄需求,如果 $f/f1 \leq 2$,第一透镜与光学系统的焦距配比不合适,无法校正由第一透镜所产生的像差。

[0049] 一种实施方式中,所述光学系统满足条件式: $-0.5 < f1/f2 < -0.2$; $f1$ 为所述第一透镜的焦距, $f2$ 为所述第二透镜的焦距。第一透镜提供正屈折力,使光线汇聚,利于汇聚物空间的光线,第二透镜提供负屈折力,可修正由第一透镜带来的位置色差,具有正屈折力的第一透镜和具有负屈折力的第二透镜组合,可有效修正位置色差并提高成像清晰度。

[0050] 一种实施方式中,所述光学系统满足条件式: $0.05 < \text{airL3}/\text{TTL} < 0.3$;airL3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,TTL为所述第一透镜的物侧面至所述光学系统的成像面于光轴上的距离。通过限定airL3/TTL的合适范围,可降低光学系统的组装敏感性,提升组装良率。如果airL3/TTL > 0.3 ,会造成系统过长,如果airL3/TTL < 0.05 ,则会增加系统敏感性而造成生产良率降低。

[0051] 一种实施方式中,所述光学系统满足条件式: $1\text{mm} < (R5 * R6) / (R5 + R6) < 4.5\text{mm}$;R5为所述第三透镜的物侧面于光轴处的曲率半径,R6为所述第三透镜的像侧面于光轴处的曲率半径。通过限定 $(R5 * R6) / (R5 + R6)$ 的合适范围,可合理的平衡光学系统的边缘光线与近轴光线之间的光程差,合理的修正场曲及像散,同时降低系统敏感性,提高组装稳定性。

[0052] 一种实施方式中,所述光学系统满足条件式: $\text{FBL}/\text{TTL} > 0.1$;FBL为所述第六透镜的像侧面与光轴的交点至成像面在光轴上的距离,TTL为所述第一透镜的物侧面至所述光学系统的成像面于光轴上的距离。通过限定FBL/TTL的合适范围,满足小型化的同时可保证系统有足够的调焦范围,提升光学系统的组装良率,同时保证光学系统的焦深较大,能够获取物方更多的深度信息。

[0053] 一种实施方式中,所述光学系统还包括光阑,所述光阑位于所述第一透镜的物侧或相邻的两个所述透镜之间,所述光学系统满足条件式: $0.5 < \text{DL}/\text{Imgh} < 1$;DL为所述光学系统的所述光阑的孔径,Imgh为所述光学系统于成像面上有效像素区域对角线长度的一半。光学系统的光阑的孔径大小决定了整个光学系统的通光量大小,感光面的尺寸大小决定了整个光学系统画面清晰度及像素大小,两者合理配合才能保证足够的通光量,保证拍摄图像的清晰度。如果DL/Imgh > 1 ,则会造成曝光过大,光亮度太高,影响画面质量,DL/Imgh < 0.5 ,则会造成通光量不足,光线相对亮度不够,会造成画面感光度下降。

[0054] 一种实施方式中,所述光学系统还包括光阑,所述光阑位于所述第一透镜的物侧或相邻的两个所述透镜之间,所述光学系统满足条件式: $1.5 < \text{TTL}/\text{DL} < 2.2$;TTL为所述第一透镜的物侧面至所述光学系统的成像面于光轴上的距离,DL为所述光学系统的所述光阑的孔径。通过限定TTL/DL的合适范围,可以使光学系统满足小型化的设计需求并提供光学系统拍摄所需的通光量,实现高画质、高清晰的拍摄效果。如果TTL/DL < 1.5 ,可以满足小型化设计,但会造成通光口径过大,边缘光线进入光学系统,降低成像质量,如果TTL/DL > 2.2 ,可以满足小型化设计,但会造成光阑的通光口径过小,无法满足系统所需的通光量。

[0055] 一种实施方式中,所述光学系统满足条件式: $0.7 < \text{TTL}/f < 1$;TTL为所述第一透镜的物侧面至所述光学系统的成像面于光轴上的距离,f为所述光学系统的有效焦距。通过限定TTL/f的合适范围,不仅能实现光学系统的小型化,同时能保证光线更好的汇聚于成像面上。如果TTL/f ≤ 0.7 ,光学系统的长度太短,会造成系统敏感度增加,同时不利于光线在成像面上的汇聚,如果TTL/f ≥ 1 ,光学系统的长度太长,会造成射入成像面的主光线角度太大,边缘光线无法入射至成像面上,造成成像信息不全。

[0056] 通过上述各个参数的限定,使得光学系统具有良好的成像品质,例如,优选的: f_{t14}/f_{t4} 的值可以为1.04或1.26或1.24等,DL1/Imgh的值可以为0.81或0.70或0.69等, f/f_1 的值可以为2.31或2.47或2.39等, f_1/f_2 的值可以为-0.45或-0.41或-0.39等,airL3/TTL的值可以为0.18或0.17或0.16等。

[0057] 光学系统设有非球面的透镜,有利于校正系统像差,提高系统成像质量。非球面曲

线方程式包括但不限于如下方程式：

$$[0058] \quad Z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (k + 1)c^2r^2}} + \sum_i A_i r^i$$

[0059] 其中,Z是非球面上相应点到与表面顶点相切的平面的距离,r是非球面上相应点到光轴的距离,c是非球面顶点的曲率,k是圆锥常数, A_i 为非球面面型公式中与第i项高次项相对应的系数。

[0060] 以下通过八个具体的实施例对本申请进行详细的说明。

[0061] 实施例一

[0062] 如图2所示,直线11表示光轴,第一个透镜L1远离第二透镜L2的一侧为物侧12,第六透镜L6远离第五透镜L5的一侧为像侧13。本实施例提供的光学系统中,从物侧12到像侧13依次为光阑ST0、第一个透镜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、红外滤光元件IRCF。

[0063] 第一透镜L1具有正屈折力,且为塑料材质,其物侧面S1于光轴处和于圆周处为凸面,其像侧面S2于光轴处和于圆周处为凸面,并皆为非球面。

[0064] 第二透镜L2具有负屈折力,且为塑料材质,其物侧面S3于光轴处为凹面,其物侧面S3于圆周处为凸面,其像侧面S4于光轴处和于圆周处为凹面,并皆为非球面。

[0065] 第三透镜L3具有负屈折力,且为塑料材质,其物侧面S5于光轴处和于圆周处为凸面,其像侧面S6于光轴处和于圆周处为凹面,并皆为非球面。

[0066] 第四透镜L4具有负屈折力,且为塑料材质,其物侧面S7于光轴处和于圆周处为凹面,其像侧面S8于光轴处和于圆周处为凹面,且皆为非球面。

[0067] 第五透镜L5具有正屈折力,且为塑料材质,其物侧面S9于光轴处和于圆周处为凹面,其像侧面S10于光轴处和于圆周处为凸面,并皆为非球面。

[0068] 第六透镜L6具有负屈折力,且为塑料材质,其物侧面S11于光轴处和于圆周处为凹面,其像侧面S12于光轴处和于圆周处为凸面,并皆为非球面。

[0069] 光阑ST0可以位于光学系统物侧与第六透镜之间,本实施例中的光阑ST0设置在第一透镜L1远离第二透镜L2的一侧,用于控制进光量。

[0070] 红外滤光元件IRCF设置在第六透镜L6之后,包括物侧面S13和像侧面S14,红外滤光元件IRCF用于过滤掉红外光线,使得射入成像面的光线为可见光,可见光的波长为380nm-780nm,红外滤光元件IRCF的材质为玻璃。

[0071] 成像面S15为被摄物体的光通过光学系统后形成的像所在的面。

[0072] 表1a示出了本实施例的光学系统的特性表格,其中,本实施例中的曲率半径是各透镜于光轴处的曲率半径。

[0073] 表1a

第一实施例

$f=7.1\text{ mm}$, $FNO=1.99$, $FOV=31.46^\circ$, $TTL=6.4\text{ mm}$

表面编号	表面名称	表面类型	曲率半径 (mm)	厚度 (mm)	材质	折射率	阿贝数	焦距 (mm)
物面	物面	球面	无限	无限				
STO	光阑	非球面	无限	-0.887				
S1	第一透镜	非球面	2.036	1.515	塑料	1.54	56.14	3.07
S2		非球面	-6.994	0.030				
S3	第二透镜	非球面	-37.965	0.230	塑料	1.66	20.35	-6.81
S4		非球面	5.175	0.111				
S5	第三透镜	非球面	2.595	0.253	塑料	1.64	23.54	-19.17
S6		非球面	2.063	1.141				
S7	第四透镜	非球面	-7.941	0.264	塑料	1.54	56.14	-5.94
S8		非球面	5.542	0.563				
S9	第五透镜	非球面	-120.696	0.515	塑料	1.64	23.54	16.81
S10		非球面	-9.959	0.329				
S11	第六透镜	非球面	-4.043	0.608	塑料	1.54	56.14	-17.53
S12		非球面	-7.371	0.380				
S13	红外滤光片	球面	无限	0.110	玻璃			
S14		球面	无限	0.350				
S15	像面	球面	无限	0.000				

注：参考波长为 555nm

[0075] 其中, f 为光学系统的有效焦距, FNO 为光学系统的光圈数, FOV 为光学系统的对角线方向的视场角, TTL 为第一透镜的物侧面至光学系统的成像面于光轴上的距离。

[0076] 表1b给出了可用于第一实施例中各非球面镜面S1、S2、S3、S4、S5、S6、S7、S8、S9、S10、S11、S12的高次项系数A4、A6、A8、A10、A12、A14、A16、A18和A20。

[0077] 表1b

面序号	K	A4	A6	A8	A10
S1	-1.859E+00	2.464E-02	-1.010E-03	3.630E-03	-6.080E-03
S2	-8.027E+00	-8.826E-02	2.148E-01	-2.801E-01	2.269E-01
S3	5.517E+00	-6.757E-02	9.076E-02	6.592E-02	-3.721E-01
S4	5.517E+00	-3.730E-02	-9.889E-02	6.615E-01	-1.447E+00
S5	-1.448E+01	-8.554E-02	-6.161E-02	8.075E-01	-1.909E+00
S6	-1.313E+01	2.340E-03	-1.501E-01	6.954E-01	-1.505E+00
S7	1.170E+01	-1.075E-01	1.750E-03	4.003E-01	-1.158E+00
S8	8.007E-01	-5.740E-02	3.228E-02	2.728E-01	-6.009E-01
S9	-1.364E+01	-2.531E-02	-9.415E-02	5.940E-03	1.266E-01
S10	7.391E+00	3.836E-02	-1.226E-01	-1.150E-01	3.164E-01
S11	1.307E+00	6.371E-02	-1.077E-02	-2.905E-01	4.022E-01
S12	5.645E+00	-3.018E-02	3.297E-02	-1.023E-01	9.862E-02
面序号	A12	A14	A16	A18	A20
S1	6.180E-03	-3.710E-03	1.300E-03	-2.500E-04	2.000E-05
S2	-1.149E-01	3.507E-02	-5.810E-03	3.700E-04	1.000E-05
S3	5.231E-01	-3.782E-01	1.538E-01	-3.357E-02	3.070E-03

[0079]	S4	1.637E+00	-1.002E+00	3.132E-01	-3.592E-02	-1.630E-03
	S5	2.301E+00	-1.521E+00	5.218E-01	-6.944E-02	-2.010E-03
	S6	1.873E+00	-1.346E+00	5.121E-01	-7.901E-02	-7.700E-04
	S7	1.775E+00	-1.783E+00	1.193E+00	-5.198E-01	1.115E-01
	S8	6.365E-01	-3.433E-01	5.065E-02	2.677E-02	-8.140E-03
	S9	-1.027E-01	-7.985E-02	1.660E-01	-8.972E-02	1.639E-02
	S10	-2.696E-01	1.021E-01	-5.960E-03	-6.680E-03	1.360E-03
	S11	-2.457E-01	8.350E-02	-1.647E-02	1.770E-03	-8.000E-05
	S12	-4.548E-02	1.113E-02	-1.340E-03	4.000E-05	0.000E+00

[0080] 图3示出了第一实施例的光学系统的纵向球差曲线、像散曲线、畸变曲线。其中，纵向球差曲线表示不同波长的光线经由光学系统的各透镜后的会聚焦点偏离；像散曲线表示子午像面弯曲和弧矢像面弯曲；畸变曲线表示不同视场角对应的畸变大小值。根据图3可知，第一实施例所给出的光学系统能够实现良好的成像品质。

[0081] 实施例二

[0082] 如图4所示，直线11表示光轴，第一个透镜L1远离第二透镜L2的一侧为物侧12，第六透镜L6远离第五透镜L5的一侧为像侧13。本实施例提供的光学系统中，从物侧12到像侧13依次为光阑ST0、第一个透镜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、红外滤光元件IRCF。

[0083] 第一透镜L1具有正屈折力，且为塑料材质，其物侧面S1于光轴处和于圆周处为凸面，其像侧面S2于光轴处和于圆周处为凸面，并皆为非球面。

[0084] 第二透镜L2具有负屈折力，且为塑料材质，其物侧面S3于光轴处和于圆周处为凸面，其像侧面S4于光轴处和于圆周处为凹面，并皆为非球面。

[0085] 第三透镜L3具有负屈折力，且为塑料材质，其物侧面S5于光轴处和于圆周处为凸面，其像侧面S6于光轴处和于圆周处为凹面，并皆为非球面。

[0086] 第四透镜L4具有负屈折力，且为塑料材质，其物侧面S7于光轴处和于圆周处为凹面，其像侧面S8于光轴处和于圆周处为凹面，且皆为非球面。

[0087] 第五透镜L5具有正屈折力，且为塑料材质，其物侧面S9于光轴处和于圆周处为凹面，其像侧面S10于光轴处和于圆周处为凸面，并皆为非球面。

[0088] 第六透镜L6具有负屈折力，且为塑料材质，其物侧面S11于光轴处和于圆周处为凹面，其像侧面S12于光轴处和于圆周处为凸面，并皆为非球面。

[0089] 光阑ST0可以位于光学系统物侧与第六透镜之间，本实施例中的光阑ST0设置在第一透镜L1远离第二透镜L2的一侧，用于控制进光量。

[0090] 红外滤光元件IRCF设置在第六透镜L6之后，包括物侧面S13和像侧面S14，红外滤光元件IRCF用于过滤掉红外光线，使得射入成像面的光线为可见光，可见光的波长为380nm-780nm，红外滤光元件IRCF的材质为玻璃。

[0091] 成像面S15为被摄物体的光通过光学系统后形成的像所在的面。

[0092] 表2a示出了本实施例的光学系统的特性表格，其中，本实施例中的曲率半径是各透镜于光轴处的曲率半径。

[0093] 表2a

[0094]

第二实施例

f=7.5 mm, FNO=2.44, FOV=30.00°, TTL=6.4mm

表面编号	表面名称	表面类型	曲率半径 (mm)	厚度 (mm)	材质	折射率	阿贝数	焦距 (mm)
物面	物面	球面	无限	无限				
STO	光阑	非球面	无限	-0.741				
S1	第一透镜	非球面	1.828	1.270	塑料	1.54	56.14	3.03
S2		非球面	-13.341	0.030				
S3	第二透镜	非球面	14.498	0.230	塑料	1.66	20.35	-7.60
S4		非球面	3.733	0.166				
S5	第三透镜	非球面	4.043	0.230	塑料	1.64	23.54	-14.47
S6		非球面	2.757	1.064				
S7	第四透镜	非球面	-7.822	0.267	塑料	1.54	56.14	-5.26
S8		非球面	4.597	0.875				
S9	第五透镜	非球面	-60.605	0.579	塑料	1.64	23.54	13.10
S10		非球面	-7.437	0.307				
S11	第六透镜	非球面	-3.503	0.543	塑料	1.54	56.14	-18.08
S12		非球面	-5.729	0.380				
S13	红外滤光片	球面	无限	0.110	玻璃			
S14		球面	无限	0.350				
S15	像面	球面	无限	0.000				

注：参考波长为 555nm

[0095] 其中,f为光学系统的有效焦距,FNO为光学系统的光圈数,FOV为光学系统的对角线方向的视场角,TTL为第一透镜的物侧面至光学系统的成像面于光轴上的距离。

[0097] 表2b给出了可用于第二实施例中各非球面镜面S1、S2、S3、S4、S5、S6、S7、S8、S9、S10、S11、S12的高次项系数A4、A6、A8、A10、A12、A14、A16、A18和A20。

[0098] 表2b

面序号	K	A4	A6	A8	A10
S1	-1.730E+00	3.554E-02	-1.308E-02	3.680E-02	-5.694E-02
S2	-6.668E+00	-9.563E-02	2.552E-01	-3.859E-01	4.447E-01
S3	-1.118E+01	-8.302E-02	2.198E-01	-4.885E-01	9.325E-01
S4	3.190E+00	-1.161E-02	2.245E-01	-1.631E+00	5.124E+00
S5	-1.300E+01	-7.157E-02	3.716E-01	-2.113E+00	6.613E+00
S6	-8.250E+00	-6.067E-02	3.861E-01	-2.021E+00	7.226E+00
S7	1.009E+01	-1.073E-01	4.459E-02	7.128E-01	-2.668E+00
S8	-4.083E+00	-7.602E-02	1.731E-01	4.379E-02	-3.959E-01
S9	-1.364E+01	-3.496E-02	-9.820E-02	2.114E-01	-2.815E-01
S10	4.422E+00	3.985E-02	-2.371E-01	2.997E-01	-2.726E-01
S11	6.571E-01	1.275E-01	-3.031E-01	2.705E-01	-1.538E-01
S12	2.756E+00	2.527E-02	-9.362E-02	5.901E-02	-1.293E-02
面序号	A12	A14	A16	A18	A20
S1	5.587E-02	-3.465E-02	1.320E-02	-2.840E-03	2.600E-04
S2	-3.970E-01	2.482E-01	-9.855E-02	2.202E-02	-2.100E-03
S3	-1.226E+00	1.009E+00	-4.921E-01	1.301E-01	-1.437E-02
S4	-9.311E+00	1.051E+01	-7.294E+00	2.882E+00	-5.009E-01
S5	-1.231E+01	1.435E+01	-1.029E+01	4.166E+00	-7.364E-01

[0100]	S6	-1.577E+01	2.169E+01	-1.831E+01	8.668E+00	-1.769E+00
	S7	5.491E+00	-7.086E+00	5.570E+00	-2.437E+00	4.520E-01
	S8	6.996E-01	-6.911E-01	3.745E-01	-1.030E-01	1.132E-02
	S9	2.338E-01	-1.183E-01	3.747E-02	-7.190E-03	6.500E-04
	S10	1.799E-01	-8.353E-02	2.647E-02	-5.040E-03	4.200E-04
	S11	6.748E-02	-2.173E-02	4.560E-03	-5.400E-04	3.000E-05
	S12	-1.220E-03	1.040E-03	-1.500E-04	0.000E+00	0.000E+00

[0101] 图5示出了第二实施例的光学系统的纵向球差曲线、像散曲线、畸变曲线。其中,纵向球差曲线表示不同波长的光线经由光学系统的各透镜后的会聚焦点偏离;像散曲线表示子午像面弯曲和弧矢像面弯曲;畸变曲线表示不同视场角对应的畸变大小值。根据图5可知,第二实施例所给出的光学系统能够实现良好的成像品质。

[0102] 实施例三

[0103] 如图6所示,直线11表示光轴,第一个透镜L1远离第二透镜L2的一侧为物侧12,第六透镜L6远离第五透镜L5的一侧为像侧13。本实施例提供的光学系统中,从物侧12到像侧13依次为光阑ST0、第一个透镜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、红外滤光元件IRCF。

[0104] 第一透镜L1具有正屈折力,且为塑料材质,其物侧面S1于光轴处和于圆周处为凸面,其像侧面S2于光轴处和于圆周处为凸面,并皆为非球面。

[0105] 第二透镜L2具有负屈折力,且为塑料材质,其物侧面S3于光轴处和于圆周处为凸面,其像侧面S4于光轴处和于圆周处为凹面,并皆为非球面。

[0106] 第三透镜L3具有负屈折力,且为塑料材质,其物侧面S5于光轴处和于圆周处为凸面,其像侧面S6于光轴处和于圆周处为凹面,并皆为非球面。

[0107] 第四透镜L4具有负屈折力,且为塑料材质,其物侧面S7于光轴处和于圆周处为凹面,其像侧面S8于光轴处和于圆周处为凹面,且皆为非球面。

[0108] 第五透镜L5具有正屈折力,且为塑料材质,其物侧面S9于光轴处为凸面,其物侧面S9于圆周处为凹面,其像侧面S10于光轴处和于圆周处为凸面,并皆为非球面。

[0109] 第六透镜L6具有负屈折力,且为塑料材质,其物侧面S11于光轴处和于圆周处为凹面,其像侧面S12于光轴处和于圆周处为凸面,并皆为非球面。

[0110] 光阑ST0可以位于光学系统物侧与第六透镜之间,本实施例中的光阑ST0设置在第一透镜L1远离第二透镜L2的一侧,用于控制进光量。

[0111] 红外滤光元件IRCF设置在第六透镜L6之后,包括物侧面S13和像侧面S14,红外滤光元件IRCF用于过滤掉红外光线,使得射入成像面的光线为可见光,可见光的波长为380nm-780nm,红外滤光元件IRCF的材质为玻璃。

[0112] 成像面S15为被摄物体的光通过光学系统后形成的像所在的面。

[0113] 表3a示出了本实施例的光学系统的特性表格,其中,本实施例中的曲率半径是各透镜于光轴处的曲率半径。

[0114] 表3a

第三实施例

$f=7.5\text{ mm}$, $FNO=2.44$, $FOV=30.02^\circ$, $TTL=6.4\text{ mm}$

表面编号	表面名称	表面类型	曲率半径 (mm)	厚度 (mm)	材质	折射率	阿贝数	焦距 (mm)
物面	物面	球面	无限	无限				
STO	光阑	非球面	无限	-0.741				
S1	第一透镜	非球面	1.828	1.268	塑料	1.54	56.14	3.04
S2		非球面	-13.479	0.030				
S3	第二透镜	非球面	12.393	0.230	塑料	1.66	20.35	-7.44
S4		非球面	3.517	0.182				
S5	第三透镜	非球面	4.249	0.230	塑料	1.64	23.54	-14.92
S6		非球面	2.885	1.056				
S7	第四透镜	非球面	-8.597	0.267	塑料	1.54	56.14	-5.26
S8		非球面	4.364	0.880				
S9	第五透镜	非球面	990.000	0.579	塑料	1.64	23.54	13.41
S10		非球面	-8.717	0.303				
S11	第六透镜	非球面	-3.484	0.110	塑料	1.54	56.14	-19.40
S12		非球面	-5.473	0.350				
S13	红外滤光片	球面	无限	0.110	玻璃			
S14		球面	无限	0.350				
S15	像面	球面	无限	0.000				

注：参考波长为 555nm

[0116] 其中, f 为光学系统的有效焦距, FNO 为光学系统的光圈数, FOV 为光学系统的对角线方向的视场角, TTL 为第一透镜的物侧面至光学系统的成像面于光轴上的距离。

[0117] 表3b给出了可用于第三实施例中各非球面镜面S1、S2、S3、S4、S5、S6、S7、S8、S9、S10、S11、S12的高次项系数A4、A6、A8、A10、A12、A14、A16、A18和A20。

[0118] 表3b

面序号	K	A4	A6	A8	A10
S1	-1.729E+00	3.546E-02	-1.336E-02	3.832E-02	-5.991E-02
S2	-8.300E+00	-8.600E-02	1.895E-01	-1.896E-01	1.314E-01
S3	-1.181E+01	-7.143E-02	1.189E-01	-2.115E-01	5.983E-01
S4	3.421E+00	-2.470E-03	1.167E-01	-1.344E+00	4.873E+00
S5	-1.173E+01	-6.261E-02	2.909E-01	-1.961E+00	6.816E+00
S6	-9.101E+00	-5.617E-02	3.576E-01	-2.047E+00	7.742E+00
S7	1.170E+01	-1.186E-01	2.941E-02	8.365E-01	-3.097E+00
S8	-7.245E+00	-8.248E-02	1.663E-01	1.113E-01	-6.183E-01
S9	-1.364E+01	-3.597E-02	-9.496E-02	1.973E-01	-2.581E-01
S10	7.630E+00	3.894E-02	-2.181E-01	2.356E-01	-1.789E-01
S11	6.389E-01	1.313E-01	-2.822E-01	2.102E-01	-8.942E-02
S12	1.952E+00	2.873E-02	-9.060E-02	4.884E-02	-3.680E-03
面序号	A12	A14	A16	A18	A20
S1	5.879E-02	-3.612E-02	1.353E-02	-2.840E-03	2.500E-04
S2	-1.042E-01	8.225E-02	-4.229E-02	1.154E-02	-1.280E-03
S3	-1.088E+00	1.094E+00	-6.106E-01	1.788E-01	-2.152E-02

[0120]	S4	-9.378E+00	1.074E+01	-7.382E+00	2.858E+00	-4.863E-01
	S5	-1.341E+01	1.602E+01	-1.154E+01	4.639E+00	-8.078E-01
	S6	-1.736E+01	2.406E+01	-2.023E+01	9.457E+00	-1.896E+00
	S7	6.385E+00	-8.237E+00	6.454E+00	-2.804E+00	5.144E-01
	S8	1.133E+00	-1.216E+00	7.578E-01	-2.558E-01	3.670E-02
	S9	2.123E-01	-1.058E-01	3.268E-02	-6.040E-03	5.200E-04
	S10	9.868E-02	-3.879E-02	1.121E-02	-2.130E-03	1.900E-04
	S11	3.074E-02	-9.350E-03	2.060E-03	-2.600E-04	1.000E-05
	S12	-4.990E-03	1.630E-03	-1.000E-04	-3.000E-05	0.000E+00

[0121] 图7示出了第三实施例的光学系统的纵向球差曲线、像散曲线、畸变曲线。其中，纵向球差曲线表示不同波长的光线经由光学系统的各透镜后的会聚焦点偏离；像散曲线表示子午像面弯曲和弧矢像面弯曲；畸变曲线表示不同视场角对应的畸变大小值。根据图7可知，第三实施例所给出的光学系统能够实现良好的成像品质。

[0122] 实施例四

[0123] 如图8所示，直线11表示光轴，第一个透镜L1远离第二透镜L2的一侧为物侧12，第六透镜L6远离第五透镜L5的一侧为像侧13。本实施例提供的光学系统中，从物侧12到像侧13依次为光阑ST0、第一个透镜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、红外滤光元件IRCF。

[0124] 第一透镜L1具有正屈折力，且为塑料材质，其物侧面S1于光轴处和于圆周处为凸面，其像侧面S2于光轴处和于圆周处为凸面，并皆为非球面。

[0125] 第二透镜L2具有负屈折力，且为塑料材质，其物侧面S3于光轴处和于圆周处为凸面，其于光轴处和于圆周处的像侧面S4为凹面，并皆为非球面。

[0126] 第三透镜L3具有负屈折力，且为塑料材质，其物侧面S5于光轴处为凸面，其物侧面S5于圆周处为凹面，其像侧面S6于光轴处和于圆周处为凹面，并皆为非球面。

[0127] 第四透镜L4具有负屈折力，且为塑料材质，其物侧面S7于光轴处为凸面，物侧面S7于圆周处为凹面，其像侧面S8于光轴处和于圆周处为凹面，且皆为非球面。

[0128] 第五透镜L5具有正屈折力，且为塑料材质，其物侧面S9于光轴处和于圆周处为凹面，其像侧面S10于光轴处和于圆周处为凸面，并皆为非球面。

[0129] 第六透镜L6具有负屈折力，且为塑料材质，其物侧面S11于光轴处和于圆周处为凹面，其像侧面S12于光轴处为凹面，其像侧面S12于圆周处为凸面，并皆为非球面。

[0130] 光阑ST0可以位于光学系统物侧与第六透镜之间，本实施例中的光阑ST0设置在第一透镜L1远离第二透镜L2的一侧，用于控制进光量。

[0131] 红外滤光元件IRCF设置在第六透镜L6之后，包括物侧面S13和像侧面S14，红外滤光元件IRCF用于过滤掉红外光线，使得射入成像面的光线为可见光，可见光的波长为380nm-780nm，红外滤光元件IRCF的材质为玻璃。

[0132] 成像面S15为被摄物体的光通过光学系统后形成的像所在的面。

[0133] 表4a示出了本实施例的光学系统的特性表格，其中，本实施例中的曲率半径是各透镜于光轴处的曲率半径。

[0134] 表4a

[0135]

第四实施例

[0136]

f=7.5 mm, FNO=2.44, FOV=30.02°, TTL=6.4mm								
表面编号	表面名称	表面类型	曲率半径 (mm)	厚度 (mm)	材质	折射率	阿贝数	焦距 (mm)
物面	物面	球面	无限	无限				
STO	光阑	非球面	无限	-0.729				
S1	第一透镜	非球面	1.875	1.236	塑料	1.54	56.14	3.14
S2		非球面	-15.418	0.033				
S3	第二透镜	非球面	12.469	0.230	塑料	1.66	20.35	-8.11
S4		非球面	3.746	0.246				
S5	第三透镜	非球面	7.572	0.230	塑料	1.64	23.54	-15.93
S6		非球面	4.306	1.107				
S7	第四透镜	非球面	14.658	0.267	塑料	1.54	56.14	-6.57
S8		非球面	2.864	1.075				
S9	第五透镜	非球面	-4.525	0.587	塑料	1.64	23.54	138.03
S10		非球面	-4.525	0.030				
S11	第六透镜	非球面	-25.024	0.518	塑料	1.54	56.14	-30.47
S12		非球面	49.959	0.380				
S13	红外滤光片	球面	无限	0.110	玻璃			
S14		球面	无限	0.350				
S15	像面	球面	无限	0.000				

注：参考波长为 555nm

[0137] 其中,f为光学系统的有效焦距,FNO为光学系统的光圈数,FOV为光学系统的对角线方向的视场角,TTL为第一透镜的物侧面至光学系统的成像面于光轴上的距离。

[0138] 表4b给出了可用于第四实施例中各非球面镜面S1、S2、S3、S4、S5、S6、S7、S8、S9、S10、S11、S12的高次项系数A4、A6、A8、A10、A12、A14、A16、A18和A20。

[0139] 表4b

[0140]

面序号	K	A4	A6	A8	A10
S1	-1.722E+00	3.363E-02	-1.134E-02	3.511E-02	-5.763E-02
S2	-8.224E+00	-9.651E-02	2.771E-01	-4.272E-01	4.893E-01
S3	-1.448E+01	-1.271E-01	2.810E-01	-3.962E-01	5.133E-01
S4	4.656E+00	-6.296E-02	1.821E-01	-7.247E-01	2.334E+00
S5	9.066E-01	-8.102E-02	2.303E-01	-9.190E-01	2.944E+00
S6	-1.313E+01	-7.446E-02	2.117E-01	-7.313E-01	2.227E+00
S7	1.947E-01	-2.501E-01	9.028E-02	4.611E-01	-1.698E+00
S8	-5.542E+00	-1.762E-01	1.992E-01	2.840E-03	-1.948E-01
S9	-1.363E+01	-5.980E-03	-6.885E-02	1.896E-01	-3.240E-01
S10	-2.303E+00	9.058E-02	-4.749E-01	7.342E-01	-6.912E-01
S11	7.855E+00	4.068E-02	-5.016E-01	6.667E-01	-4.663E-01
S12	-1.138E+01	-8.159E-02	-1.176E-02	-1.588E-02	6.340E-02
面序号	A12	A14	A16	A18	A20
S1	5.913E-02	-3.772E-02	1.456E-02	-3.120E-03	2.800E-04
S2	-4.261E-01	2.588E-01	-1.001E-01	2.186E-02	-2.040E-03
S3	-5.534E-01	4.086E-01	-1.817E-01	4.324E-02	-4.160E-03
S4	-4.565E+00	5.544E+00	-4.125E+00	1.742E+00	-3.216E-01
S5	-5.787E+00	7.108E+00	-5.368E+00	2.295E+00	-4.303E-01

[0141]	S6	-4.224E+00	4.928E+00	-3.445E+00	1.310E+00	-2.091E-01
	S7	3.634E+00	-4.935E+00	4.014E+00	-1.784E+00	3.292E-01
	S8	3.624E-01	-3.861E-01	2.219E-01	-6.540E-02	8.050E-03
	S9	3.162E-01	-1.793E-01	5.979E-02	-1.097E-02	8.600E-04
	S10	4.179E-01	-1.616E-01	3.894E-02	-5.360E-03	3.200E-04
	S11	2.057E-01	-5.875E-02	1.052E-02	-1.070E-03	5.000E-05
	S12	-5.131E-02	2.032E-02	-4.470E-03	5.300E-04	-3.000E-05

[0142] 图9示出了第四实施例的光学系统的纵向球差曲线、像散曲线、畸变曲线。其中,纵向球差曲线表示不同波长的光线经由光学系统的各透镜后的会聚焦点偏离;像散曲线表示子午像面弯曲和弧矢像面弯曲;畸变曲线表示不同视场角对应的畸变大小值。根据图9可知,第四实施例所给出的光学系统能够实现良好的成像品质。

[0143] 实施例五

[0144] 如图10所示,直线11表示光轴,第一个透镜L1远离第二透镜L2的一侧为物侧12,第六透镜L6远离第五透镜L5的一侧为像侧13。本实施例提供的光学系统中,从物侧12到像侧13依次为光阑ST0、第一个透镜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、红外滤光元件IRCF。

[0145] 第一透镜L1具有正屈折力,且为塑料材质,其物侧面S1于光轴处和于圆周处为凸面,其像侧面S2于光轴处和于圆周处为凸面,并皆为非球面。

[0146] 第二透镜L2具有负屈折力,且为塑料材质,其物侧面S3于光轴处和于圆周处为凸面,其像侧面S4于光轴处和于圆周处为凹面,并皆为非球面。

[0147] 第三透镜L3具有负屈折力,且为塑料材质,其物侧面S5于光轴处为凸面,其物侧面S5于圆周处为凹面,其像侧面S6于光轴处和于圆周处的为凹面,并皆为非球面。

[0148] 第四透镜L4具有负屈折力,且为塑料材质,其物侧面S7于光轴处为凸面,其物侧面S7于圆周处为凹面,其像侧面S8于光轴处和于圆周处为凹面,且皆为非球面。

[0149] 第五透镜L5具有负屈折力,且为塑料材质,其物侧面S9于光轴处和于圆周处为凹面,其像侧面S10于光轴处和于圆周处为凸面,并皆为非球面。

[0150] 第六透镜L6具有正屈折力,且为塑料材质,其物侧面S11于光轴处为凸面,其物侧面S11于圆周处为凹面,其像侧面S12于光轴处和于圆周处为凸面,并皆为非球面。

[0151] 光阑ST0可以位于光学系统物侧与第六透镜之间,本实施例中的光阑ST0设置在第一透镜L1远离第二透镜L2的一侧,用于控制进光量。

[0152] 红外滤光元件IRCF设置在第六透镜L6之后,包括物侧面S13和像侧面S14,红外滤光元件IRCF用于过滤掉红外光线,使得射入成像面的光线为可见光,可见光的波长为380nm-780nm,红外滤光元件IRCF的材质为玻璃。

[0153] 成像面S15为被摄物体的光通过光学系统后形成的像所在的面。

[0154] 表5a示出了本实施例的光学系统的特性表格,其中,本实施例中的曲率半径是各透镜于光轴处的曲率半径。

[0155] 表5a

[0156]

第五实施例								
f=7.5 mm, FNO=2.44, FOV=30.01°, TTL=6.4mm								
表面编号	表面名称	表面类型	曲率半径 (mm)	厚度 (mm)	材质	折射率	阿贝数	焦距 (mm)
物面	物面	球面	无限	无限				
STO	光阑	球面	无限	-0.730				
S1	第一透镜	非球面	1.872	1.236	塑料	1.54	56.14	3.14
S2		非球面	-15.759	0.030				
S3	第二透镜	非球面	12.359	0.230	塑料	1.66	20.35	-8.12
S4		非球面	3.738	0.247				
S5	第三透镜	非球面	7.583	0.232	塑料	1.64	23.54	-15.82
S6		非球面	4.296	1.106				
S7	第四透镜	非球面	13.527	0.331	塑料	1.54	56.14	-6.11
S8		非球面	2.653	1.074				
S9	第五透镜	非球面	-4.500	0.566	塑料	1.64	23.54	-119.83
S10		非球面	-5.014	0.030				
S11	第六透镜	非球面	800.000	0.440	塑料	1.54	56.14	449.14
S12		非球面	-353.446	0.418				
S13	红外滤光片	球面	无限	0.110	玻璃			
S14		球面	无限	0.350				
S15	像面	球面	无限	0.000				

注：参考波长为 555nm

[0157] 其中,f为光学系统的有效焦距,FNO为光学系统的光圈数,FOV为光学系统的对角线方向的视场角,TTL为第一透镜的物侧面至光学系统的成像面于光轴上的距离。

[0158] 表5b给出了可用于第五实施例中各非球面镜面S1、S2、S3、S4、S5、S6、S7、S8、S9、S10、S11、S12的高次项系数A4、A6、A8、A10、A12、A14、A16、A18和A20。

[0159] 表5b

[0160]

面序号	K	A4	A6	A8	A10
S1	-1.723E+00	3.371E-02	-1.144E-02	3.520E-02	-5.787E-02
S2	-8.300E+00	-1.055E-01	3.401E-01	-6.002E-01	7.392E-01
S3	-1.448E+01	-1.386E-01	3.603E-01	-6.023E-01	7.580E-01
S4	4.686E+00	-7.124E-02	2.262E-01	-8.140E-01	2.359E+00
S5	2.162E+00	-8.936E-02	2.603E-01	-9.441E-01	2.823E+00
S6	-1.313E+01	-7.935E-02	2.191E-01	-7.050E-01	2.049E+00
S7	-8.300E+00	-2.338E-01	2.901E-02	4.857E-01	-1.580E+00
S8	-6.777E+00	-1.450E-01	1.251E-01	7.948E-02	-2.733E-01
S9	-1.192E+01	-2.500E-04	-4.543E-02	7.914E-02	-1.202E-01
S10	1.643E+00	5.441E-02	-3.890E-01	6.283E-01	-6.779E-01
S11	-1.215E+01	-4.534E-02	-3.282E-01	3.407E-01	-1.490E-01
S12	-1.138E+01	-1.179E-01	7.702E-02	-2.315E-01	3.475E-01
面序号	A12	A14	A16	A18	A20
S1	5.995E-02	-3.889E-02	1.533E-02	-3.360E-03	3.100E-04
S2	-6.347E-01	3.623E-01	-1.297E-01	2.628E-02	-2.290E-03
S3	-6.569E-01	3.577E-01	-1.092E-01	1.469E-02	-2.000E-04

[0161]	S4	-4.390E+00	5.286E+00	-3.991E+00	1.721E+00	-3.233E-01
	S5	-5.317E+00	6.365E+00	-4.758E+00	2.037E+00	-3.850E-01
	S6	-3.751E+00	4.213E+00	-2.831E+00	1.031E+00	-1.571E-01
	S7	3.095E+00	-3.756E+00	2.604E+00	-9.083E-01	1.073E-01
	S8	3.996E-01	-3.248E-01	1.121E-01	1.070E-03	-6.270E-03
	S9	9.380E-02	-3.156E-02	2.840E-03	3.200E-04	1.000E-05
	S10	4.900E-01	-2.248E-01	6.322E-02	-1.015E-02	7.300E-04
	S11	4.965E-02	-2.072E-02	6.950E-03	-1.200E-03	8.000E-05
	S12	-2.613E-01	1.123E-01	-2.835E-02	3.930E-03	-2.300E-04

[0162] 图11示出了第五实施例的光学系统的纵向球差曲线、像散曲线、畸变曲线。其中，纵向球差曲线表示不同波长的光线经由光学系统的各透镜后的会聚焦点偏离；像散曲线表示子午像面弯曲和弧矢像面弯曲；畸变曲线表示不同视场角对应的畸变大小值。根据图11可知，第五实施例所给出的光学系统能够实现良好的成像品质。

[0163] 实施例六

[0164] 如图12所示，直线11表示光轴，第一个透镜L1远离第二透镜L2的一侧为物侧12，第六透镜L6远离第五透镜L5的一侧为像侧13。本实施例提供的光学系统中，从物侧12到像侧13依次为光阑ST0、第一个透镜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、红外滤光元件IRCF。

[0165] 第一透镜L1具有正屈折力，且为塑料材质，其物侧面S1于光轴处和于圆周处为凸面，其像侧面S2于光轴处和于圆周处为凸面，并皆为非球面。

[0166] 第二透镜L2具有负屈折力，且为塑料材质，其物侧面S3于光轴处和于圆周处为凸面，其像侧面S4于光轴处和于圆周处为凹面，并皆为非球面。

[0167] 第三透镜L3具有负屈折力，且为塑料材质，其物侧面S5于光轴处为凸面，其物侧面S5于圆周处为凹面，其像侧面S6于光轴处和于圆周处为凹面，并皆为非球面。

[0168] 第四透镜L4具有负屈折力，且为塑料材质，其物侧面S7于光轴处为凸面，其物侧面S7于圆周处为凹面，其像侧面S8于光轴处和于圆周处为凹面，且皆为非球面。

[0169] 第五透镜L5具有负屈折力，且为塑料材质，其物侧面S9于光轴处和于圆周处为凹面，其像侧面S10于光轴处为凹面，其像侧面S10于圆周处为凸面，并皆为非球面。

[0170] 第六透镜L6具有正屈折力，且为塑料材质，其物侧面S11于光轴处为凸面，其物侧面S11于圆周处为凹面，其像侧面S12于光轴处和于圆周处为凸面，并皆为非球面。

[0171] 光阑ST0可以位于光学系统物侧与第六透镜之间，本实施例中的光阑ST0设置在第一透镜L1远离第二透镜L2的一侧，用于控制进光量。

[0172] 红外滤光元件IRCF设置在第六透镜L6之后，包括物侧面S13和像侧面S14，红外滤光元件IRCF用于过滤掉红外光线，使得射入成像面的光线为可见光，可见光的波长为380nm-780nm，红外滤光元件IRCF的材质为玻璃。

[0173] 成像面S15为被摄物体的光通过光学系统后形成的像所在的面。

[0174] 表6a示出了本实施例的光学系统的特性表格，其中，本实施例中的曲率半径是各透镜于光轴处的曲率半径。

[0175] 表6a

[0176]

第六实施例

[0177]

EFL=7.5 mm, FNO=2.44, FOV=29.97°, TTL=6.4mm								
表面编号	表面名称	表面类型	曲率半径 (mm)	厚度 (mm)	材质	折射率	阿贝数	焦距 (mm)
物面	物面	球面	无限	无限				
STO	光阑	非球面	无限	-0.729				
S1	第一透镜	非球面	1.871	1.238	塑料	1.54	56.14	3.13
S2		非球面	-14.815	0.030				
S3	第二透镜	非球面	11.778	0.230	塑料	1.66	20.35	-8.14
S4		非球面	3.686	0.252				
S5	第三透镜	非球面	7.960	0.230	塑料	1.64	23.54	-14.71
S6		非球面	4.278	1.152				
S7	第四透镜	非球面	20.307	0.325	塑料	1.54	56.14	-5.32
S8		非球面	2.528	1.037				
S9	第五透镜	非球面	-41.615	0.597	塑料	1.64	23.54	-61.96
S10		非球面	996.000	0.080				
S11	第六透镜	非球面	377.713	0.389	塑料	1.54	56.14	31.62
S12		非球面	-18.083	0.380				
S13	红外滤光片	球面	无限	0.110	玻璃			
S14		球面	无限	0.350				
S15	像面	球面	无限	0.000				

注：参考波长为 555nm

[0178] 其中, f为光学系统的有效焦距, FNO为光学系统的光圈数, FOV为光学系统的对角线方向的视场角, TTL为第一透镜的物侧面至光学系统的成像面于光轴上的距离。

[0179] 表6b给出了可用于第六实施例中各非球面镜面S1、S2、S3、S4、S5、S6、S7、S8、S9、S10、S11、S12的高次项系数A4、A6、A8、A10、A12、A14、A16、A18和A20。

[0180] 表6b

[0181]

面序号	K	A4	A6	A8	A10
S1	-1.726E+00	3.389E-02	-1.178E-02	3.450E-02	-5.491E-02
S2	-6.202E+00	-1.059E-01	3.568E-01	-6.566E-01	8.226E-01
S3	-1.281E+01	-1.463E-01	4.043E-01	-6.865E-01	8.183E-01
S4	4.668E+00	-8.975E-02	2.949E-01	-9.015E-01	2.376E+00
S5	1.053E+00	-1.171E-01	3.614E-01	-1.111E+00	2.983E+00
S6	-1.313E+01	-1.012E-01	3.201E-01	-1.006E+00	2.747E+00
S7	-7.086E+00	-3.100E-01	8.096E-02	7.476E-01	-3.118E+00
S8	-8.407E+00	-2.275E-01	2.677E-01	-1.816E-01	1.012E-01
S9	-1.258E+01	-6.822E-02	8.695E-02	-1.756E-01	2.248E-01
S10	-1.231E+01	-1.830E-01	1.874E-01	-2.058E-01	8.817E-02
S11	-1.215E+01	-2.244E-01	1.634E-01	-2.430E-01	2.727E-01
S12	5.462E+00	-9.558E-02	3.976E-02	-1.424E-01	2.501E-01
面序号	A12	A14	A16	A18	A20
S1	5.526E-02	-3.495E-02	1.348E-02	-2.900E-03	2.600E-04
S2	-7.042E-01	3.969E-01	-1.398E-01	2.781E-02	-2.380E-03
S3	-6.284E-01	2.706E-01	-4.208E-02	-8.810E-03	3.010E-03
S4	-4.292E+00	5.166E+00	-3.953E+00	1.732E+00	-3.289E-01
S5	-5.374E+00	6.310E+00	-4.695E+00	2.016E+00	-3.823E-01

[0182]	S6	-4.970E+00	5.712E+00	-4.051E+00	1.620E+00	-2.817E-01
	S7	7.309E+00	-1.049E+01	8.995E+00	-4.246E+00	8.482E-01
	S8	5.636E-02	-1.850E-01	1.626E-01	-7.265E-02	1.466E-02
	S9	-2.067E-01	1.319E-01	-5.105E-02	1.034E-02	-8.100E-04
	S10	2.223E-02	-3.813E-02	1.719E-02	-3.840E-03	3.600E-04
	S11	-1.687E-01	6.348E-02	-1.544E-02	2.320E-03	-1.600E-04
	S12	-2.014E-01	8.957E-02	-2.301E-02	3.220E-03	-1.900E-04

[0183] 图13示出了第六实施例的光学系统的纵向球差曲线、像散曲线、畸变曲线。其中，纵向球差曲线表示不同波长的光线经由光学系统的各透镜后的会聚焦点偏离；像散曲线表示子午像面弯曲和弧矢像面弯曲；畸变曲线表示不同视场角对应的畸变大小值。根据图13可知，第六实施例所给出的光学系统能够实现良好的成像品质。

[0184] 实施例七

[0185] 如图14所示，直线11表示光轴，第一个透镜L1远离第二透镜L2的一侧为物侧12，第六透镜L6远离第五透镜L5的一侧为像侧13。本实施例提供的光学系统中，从物侧12到像侧13依次为光阑ST0、第一个透镜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、红外滤光元件IRCF。

[0186] 第一透镜L1具有正屈折力，且为塑料材质，其物侧面S1于光轴处和于圆周处为凸面，其像侧面S2于光轴处为凹面，其像侧面S2于圆周处为凸面，并皆为非球面。

[0187] 第二透镜L2具有负屈折力，且为塑料材质，其物侧面S3于光轴处和于圆周处为凸面，其像侧面S4于光轴处和于圆周处为凹面，并皆为非球面。

[0188] 第三透镜L3具有负屈折力，且为塑料材质，其物侧面S5于光轴处为凸面，其物侧面S5于圆周处为凹面，其像侧面S6于光轴处和于圆周处为凹面，并皆为非球面。

[0189] 第四透镜L4具有负屈折力，且为塑料材质，其物侧面S7于光轴处为凸面，其物侧面S7于圆周处为凹面，其像侧面S8于光轴处和于圆周处为凹面，且皆为非球面。

[0190] 第五透镜L5具有正屈折力，且为塑料材质，其物侧面S9于光轴处和于圆周处为凹面，其像侧面S10于光轴处和于圆周处为凸面，并皆为非球面。

[0191] 第六透镜L6具有负屈折力，且为塑料材质，其物侧面S11于光轴处和于圆周处为凹面，其像侧面S12于光轴处和于圆周处为凸面，并皆为非球面。

[0192] 光阑ST0可以位于光学系统物侧与第六透镜之间，本实施例中的光阑ST0设置在第一透镜L1远离第二透镜L2的一侧，用于控制进光量。

[0193] 红外滤光元件IRCF设置在第六透镜L6之后，包括物侧面S13和像侧面S14，红外滤光元件IRCF用于过滤掉红外光线，使得射入成像面的光线为可见光，可见光的波长为380nm-780nm，红外滤光元件IRCF的材质为玻璃。

[0194] 成像面S15为被摄物体的光通过光学系统后形成的像所在的面。

[0195] 表7a示出了本实施例的光学系统的特性表格，其中，本实施例中的曲率半径是各透镜于光轴处的曲率半径。

[0196] 表7a

第七实施例								
f=7.5 mm, FNO=2.44, FOV=30.00°, TTL=6.4mm								
表面编号	表面名称	表面类型	曲率半径 (mm)	厚度 (mm)	材质	折射率	阿贝数	焦距 (mm)
物面	物面	球面	无限	无限				
STO	光阑	非球面	无限	-0.737				
S1	第一透镜	非球面	1.855	1.210	塑料	1.54	56.14	3.40
S2		非球面	994.000	0.030				
S3	第二透镜	非球面	9.375	0.230	塑料	1.66	20.35	-8.46
S4		非球面	3.489	0.262				
S5	第三透镜	非球面	6.627	0.230	塑料	1.64	23.54	-27.66
S6		非球面	4.766	1.248				
S7	第四透镜	非球面	7.385	0.329	塑料	1.54	56.14	-6.06
S8		非球面	2.249	1.017				
S9	第五透镜	非球面	-5.708	0.601	塑料	1.64	23.54	19.50
S10		非球面	-4.088	0.030				
S11	第六透镜	非球面	-8.233	0.372	塑料	1.54	56.14	-19.64
S12		非球面	-36.045	0.380				
S13	红外滤光片	球面	无限	0.110	玻璃			
S14		球面	无限	0.350				
S15	像面	球面	无限	0.000				

注：参考波长为 555nm

[0198] 其中,f为光学系统的有效焦距,FNO为光学系统的光圈数,FOV为光学系统的对角线方向的视场角,TTL为第一透镜的物侧面至光学系统的成像面于光轴上的距离。

[0199] 表7b给出了可用于第七实施例中各非球面镜面S1、S2、S3、S4、S5、S6、S7、S8、S9、S10、S11、S12的高次项系数A4、A6、A8、A10、A12、A14、A16、A18和A20。

[0200] 表7b

面序号	K	A4	A6	A8	A10
S1	-1.708E+00	3.540E-02	-1.586E-02	4.963E-02	-8.328E-02
S2	-8.300E+00	-1.279E-01	4.675E-01	-1.023E+00	1.487E+00
S3	-8.148E+00	-1.595E-01	5.207E-01	-1.111E+00	1.607E+00
S4	4.367E+00	-8.842E-02	3.128E-01	-1.060E+00	2.736E+00
S5	-2.018E+00	-8.868E-02	2.726E-01	-9.817E-01	2.751E+00
S6	-7.313E+00	-7.176E-02	2.457E-01	-8.655E-01	2.419E+00
S7	-4.900E+00	-2.274E-01	-7.600E-03	6.331E-01	-2.144E+00
S8	-8.399E+00	-1.266E-01	9.693E-02	2.640E-02	-1.307E-01
S9	-6.931E+00	-2.218E-02	7.780E-03	3.852E-02	-1.618E-01
S10	-1.017E+00	-6.390E-03	-2.256E-01	5.482E-01	-8.317E-01
S11	6.882E+00	-7.949E-02	-1.658E-01	2.059E-01	-1.417E-01
S12	8.617E+00	-1.125E-01	9.102E-02	-2.842E-01	4.408E-01
面序号	A12	A14	A16	A18	A20
S1	8.732E-02	-5.733E-02	2.290E-02	-5.090E-03	4.800E-04
S2	-1.406E+00	8.422E-01	-3.079E-01	6.278E-02	-5.480E-03
S3	-1.441E+00	7.594E-01	-2.148E-01	2.503E-02	1.000E-04

[0202]	S4	-4.690E+00	5.451E+00	-4.107E+00	1.784E+00	-3.358E-01
	S5	-4.833E+00	5.502E+00	-4.020E+00	1.713E+00	-3.247E-01
	S6	-4.152E+00	4.385E+00	-2.809E+00	9.932E-01	-1.487E-01
	S7	4.378E+00	-5.536E+00	4.156E+00	-1.691E+00	2.837E-01
	S8	2.458E-01	-2.633E-01	1.519E-01	-4.525E-02	5.630E-03
	S9	2.103E-01	-1.413E-01	5.717E-02	-1.377E-02	1.520E-03
	S10	7.549E-01	-4.100E-01	1.328E-01	-2.398E-02	1.870E-03
	S11	1.030E-01	-5.713E-02	1.784E-02	-2.720E-03	1.500E-04
	S12	-3.479E-01	1.575E-01	-4.181E-02	6.080E-03	-3.800E-04

[0203] 图15示出了第七实施例的光学系统的纵向球差曲线、像散曲线、畸变曲线。其中，纵向球差曲线表示不同波长的光线经由光学系统的各透镜后的会聚焦点偏离；像散曲线表示子午像面弯曲和弧矢像面弯曲；畸变曲线表示不同视场角对应的畸变大小值。根据图15可知，第七实施例所给出的光学系统能够实现良好的成像品质。

[0204] 实施例八

[0205] 如图16所示，直线11表示光轴，第一个透镜L1远离第二透镜L2的一侧为物侧12，第六透镜L6远离第五透镜L5的一侧为像侧13。本实施例提供的光学系统中，从物侧12到像侧13依次为光阑ST0、第一个透镜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、红外滤光元件IRCF。

[0206] 第一透镜L1具有正屈折力，且为塑料材质，其物侧面S1于光轴处和于圆周处为凸面，其像侧面S2于光轴处和于圆周处为凸面，并皆为非球面。

[0207] 第二透镜L2具有负屈折力，且为塑料材质，其物侧面S3于光轴处为凹面，其物侧面S3于圆周处为凸面，其像侧面S4于光轴处和于圆周处为凹面，并皆为非球面。

[0208] 第三透镜L3具有负屈折力，且为塑料材质，其物侧面S5于光轴处为凸面，其物侧面S5于圆周处为凹面，其像侧面S6于光轴处和于圆周处为凹面，并皆为非球面。

[0209] 第四透镜L4具有负屈折力，且为塑料材质，其物侧面S7于光轴处为凸面，其物侧面S7于圆周处为凹面，其像侧面S8于光轴处和于圆周处为凹面，且皆为非球面。

[0210] 第五透镜L5具有正屈折力，且为塑料材质，其物侧面S9于光轴处和于圆周处为凹面，其像侧面S10于光轴处和于圆周处为凸面，并皆为非球面。

[0211] 第六透镜L6具有负屈折力，且为塑料材质，其物侧面S11于光轴处和于圆周处为凹面，其像侧面S12于光轴处和于圆周处为凸面，并皆为非球面。

[0212] 光阑ST0可以位于光学系统物侧与第六透镜之间，本实施例中的光阑ST0设置在第一透镜L1远离第二透镜L2的一侧，用于控制进光量。

[0213] 红外滤光元件IRCF设置在第六透镜L6之后，包括物侧面S13和像侧面S14，红外滤光元件IRCF用于过滤掉红外光线，使得射入成像面的光线为可见光，可见光的波长为380nm-780nm，红外滤光元件IRCF的材质为玻璃。

[0214] 成像面S15为被摄物体的光通过光学系统后形成的像所在的面。

[0215] 表8a示出了本实施例的光学系统的特性表格，其中，本实施例中的曲率半径是各透镜于光轴处的曲率半径。

[0216] 表8a

[0217]

第八实施例

f=7.5 mm, FNO=2.44, FOV=29.96°, TTL=6.4mm

表面编号	表面名称	表面类型	曲率半径 (mm)	厚度 (mm)	材质	折射率	阿贝数	焦距 (mm)
物面	物面	球面	无限	无限				
STO	光阑	非球面	无限	-0.726				
S1	第一透镜	非球面	1.865	1.239	塑料	1.54	56.14	3.20
S2		非球面	-21.523	0.093				
S3	第二透镜	非球面	-1000.000	0.230	塑料	1.66	20.35	-7.52
S4		非球面	5.043	0.237				
S5	第三透镜	非球面	10.478	0.230	塑料	1.64	23.54	-26.43
S6		非球面	6.432	1.154				
S7	第四透镜	非球面	20.415	0.318	塑料	1.54	56.14	-5.31
S8		非球面	2.524	1.013				
S9	第五透镜	非球面	-7.599	0.612	塑料	1.64	23.54	17.66
S10		非球面	-4.701	0.047				
S11	第六透镜	非球面	-6.973	0.387	塑料	1.54	56.14	-22.37
S12		非球面	-16.581	0.380				
S13	红外滤光片	球面	无限	0.110	玻璃			
S14		球面	无限	0.350				
S15	像面	球面	无限	0.000				

注：参考波长为 555nm

[0218] 其中,f为光学系统的有效焦距,FNO为光学系统的光圈数,FOV为光学系统的对角线方向的视场角,TTL为第一透镜的物侧面至光学系统的成像面于光轴上的距离。

[0220] 表8b给出了可用于第八实施例中各非球面镜面S1、S2、S3、S4、S5、S6、S7、S8、S9、S10、S11、S12的高次项系数A4、A6、A8、A10、A12、A14、A16、A18和A20。

[0221] 表8b

面序号	K	A4	A6	A8	A10
S1	-1.761E+00	3.395E-02	-1.105E-02	3.390E-02	-5.598E-02
S2	-8.300E+00	-1.112E-01	2.928E-01	-4.465E-01	5.126E-01
S3	-1.448E+01	-1.962E-01	5.423E-01	-8.739E-01	1.069E+00
S4	5.517E+00	-1.258E-01	4.581E-01	-1.167E+00	2.550E+00
S5	-1.448E+01	-5.960E-02	1.886E-01	-7.106E-01	1.984E+00
S6	-1.313E+01	-5.014E-02	1.372E-01	-4.954E-01	1.344E+00
S7	-8.059E+00	-2.910E-01	2.691E-02	8.283E-01	-3.073E+00
S8	-8.407E+00	-2.035E-01	1.837E-01	6.819E-02	-5.157E-01
S9	3.466E-01	-3.125E-02	6.920E-03	6.165E-02	-2.262E-01
S10	4.897E-01	-8.946E-02	1.695E-02	1.586E-01	-4.225E-01
S11	3.267E+00	-1.689E-01	1.108E-01	-1.871E-01	2.304E-01
S12	-3.336E-01	-1.107E-01	9.094E-02	-2.477E-01	3.717E-01
面序号	A12	A14	A16	A18	A20
S1	5.837E-02	-3.817E-02	1.519E-02	-3.360E-03	3.100E-04
S2	-4.341E-01	2.471E-01	-8.749E-02	1.731E-02	-1.460E-03
S3	-9.498E-01	5.525E-01	-1.894E-01	3.301E-02	-2.010E-03
S4	-4.033E+00	4.348E+00	-3.068E+00	1.282E+00	-2.386E-01
S5	-3.337E+00	3.465E+00	-2.275E+00	9.028E-01	-1.698E-01

[0223]	S6	-2.008E+00	1.520E+00	-3.998E-01	-1.301E-01	7.019E-02
	S7	6.655E+00	-8.803E+00	6.840E+00	-2.845E+00	4.782E-01
	S8	1.135E+00	-1.412E+00	1.021E+00	-4.057E-01	6.916E-02
	S9	3.098E-01	-2.266E-01	9.770E-02	-2.383E-02	2.540E-03
	S10	4.710E-01	-2.842E-01	9.907E-02	-1.902E-02	1.570E-03
	S11	-1.496E-01	5.928E-02	-1.568E-02	2.650E-03	-2.100E-04
	S12	-2.895E-01	1.298E-01	-3.421E-02	4.950E-03	-3.000E-04

[0224] 图17示出了第八实施例的光学系统的纵向球差曲线、像散曲线、畸变曲线。其中，纵向球差曲线表示不同波长的光线经由光学系统的各透镜后的会聚焦点偏离；像散曲线表示子午像面弯曲和弧矢像面弯曲；畸变曲线表示不同视场角对应的畸变大小值。根据图17可知，第八实施例所给出的光学系统能够实现良好的成像品质。

[0225] 表9为第一实施例至第八实施例的光学系统的 f_tL_{t14}/f_tG_{t14} 、 $DL1/Imgh$ 、 f/f_1 、 f_1/f_2 、 $airL3/TTL$ 、 $(R5*R6)/(R5+R6)$ 、 FBL/TTL 、 $DL/Imgh$ 、 TTL/f 、 TTL/DL 的值。

[0226] 表9

	f_tL_{t14}/f_tG_{t14}	$DL1/Imgh$	f/f_1	f_1/f_2	$airL3/TTL$
第一实施例	1.04	0.81	2.31	-0.45	0.18
第二实施例	1.26	0.70	2.47	-0.40	0.17
第三实施例	1.24	0.70	2.47	-0.41	0.16
第四实施例	1.15	0.70	2.39	-0.39	0.17
第五实施例	1.13	0.70	2.39	-0.39	0.17
第六实施例	1.14	0.70	2.40	-0.38	0.18
第七实施例	1.15	0.70	2.20	-0.40	0.20
第八实施例	1.16	0.70	2.34	-0.43	0.18
	$(R5*R6)/(R5+R6)$	FBL/TTL	$DL/Imgh$	TTL/f	TTL/DL
第一实施例	1.15	0.131	0.81	0.90	1.79
第二实施例	1.64	0.131	0.70	0.85	2.09
第三实施例	1.72	0.131	0.70	0.85	2.08
第四实施例	2.75	0.131	0.70	0.85	2.08
第五实施例	2.74	0.137	0.70	0.85	2.08
第六实施例	2.78	0.131	0.70	0.85	2.08
第七实施例	2.77	0.131	0.70	0.85	2.08
第八实施例	3.99	0.131	0.70	0.85	2.08

[0228] 由表9可见，各实施例均能满足： $1 < f_tL_{t14}/f_tG_{t14} < 1.5$ ， $0.5 < DL1/Imgh < 1$ ， $2 < f/f_1 < 3$ ， $-0.5 < f_1/f_2 < -0.2$ ， $0.05 < airL3/TTL < 0.3$ ， $1mm < (R5*R6)/(R5+R6) < 4.5mm$ ， $FBL/TTL > 0.1$ ， $0.5 < DL/Imgh < 1$ ， $0.7 < TTL/f < 1$ ， $1.5 < TTL/DL < 2.2$ 。

[0229] 以上所述是本申请的优选实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本申请原理的前提下，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰也视为本申请的保护范围。

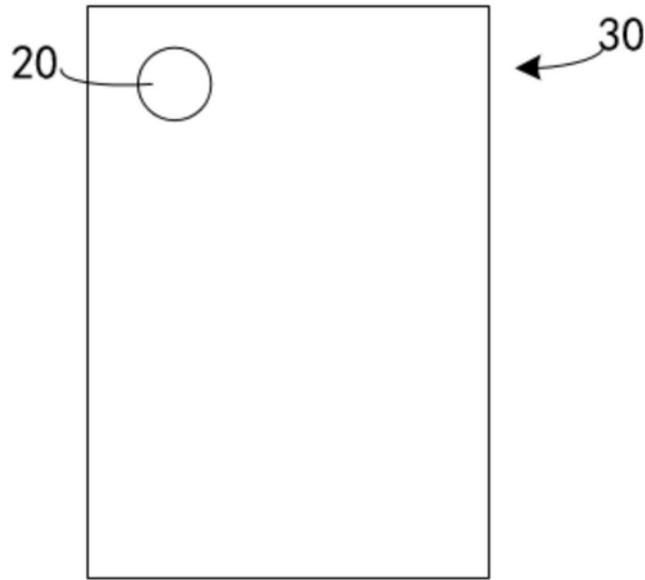


图1

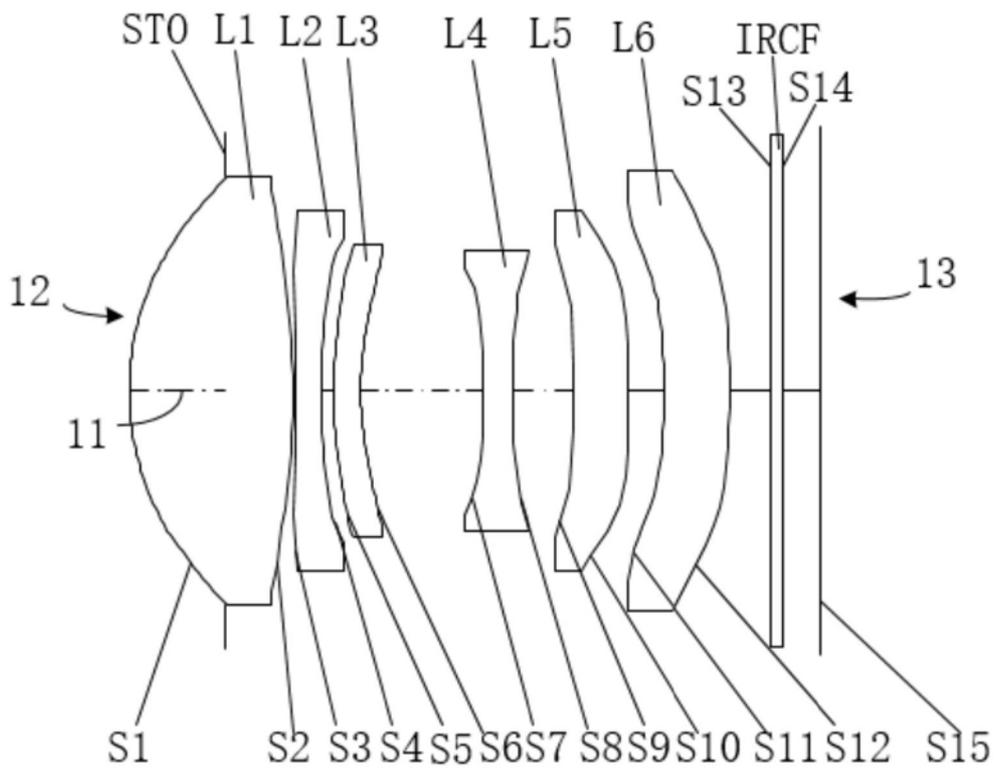


图2

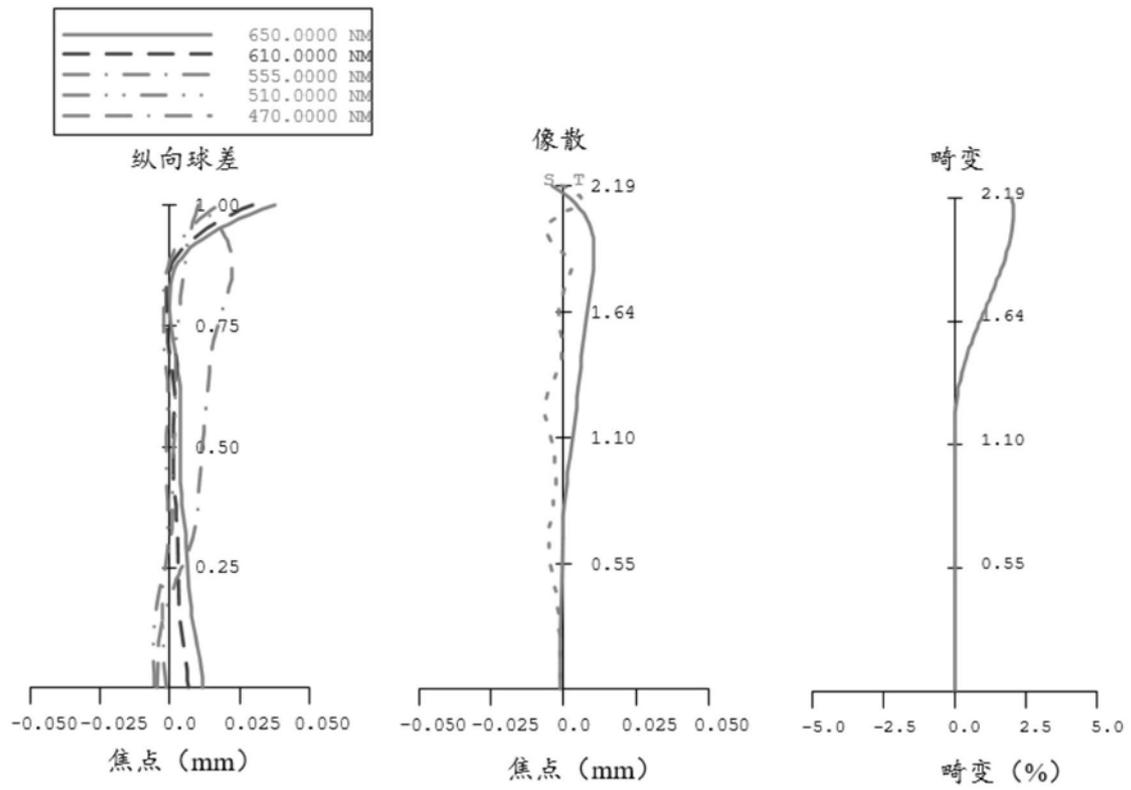


图3

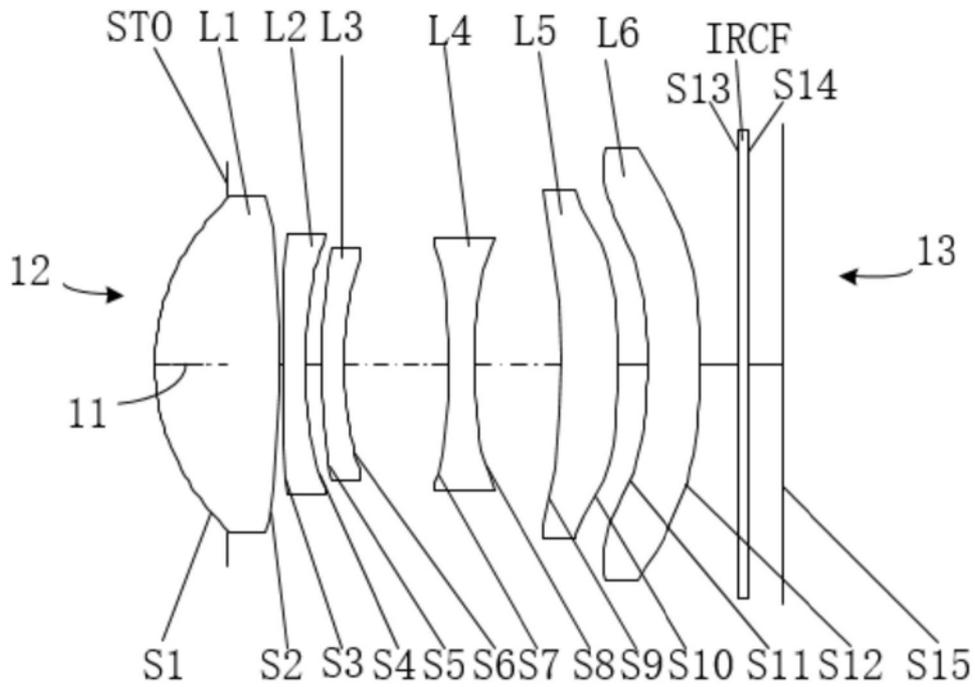


图4

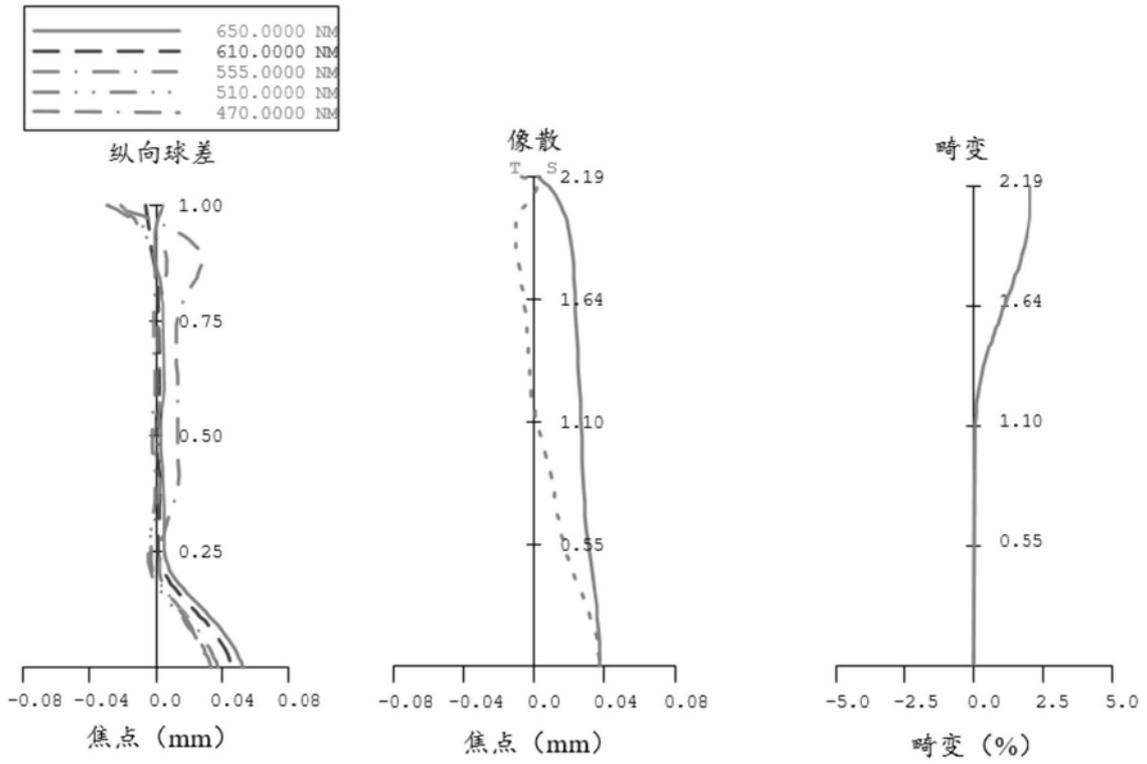


图5

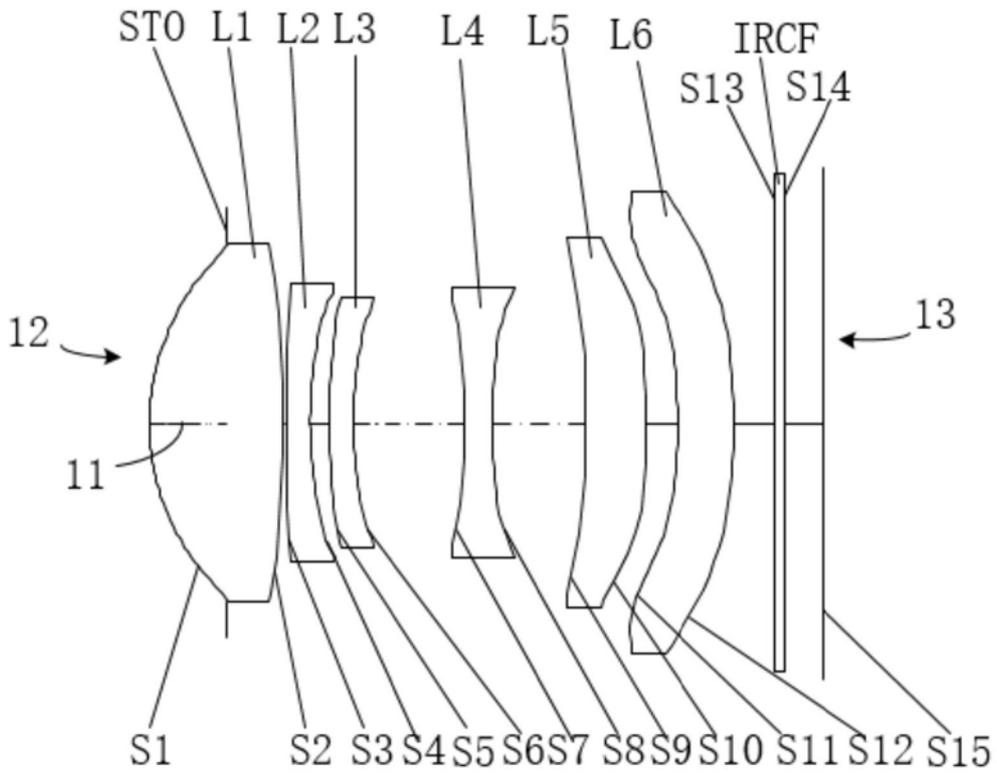


图6

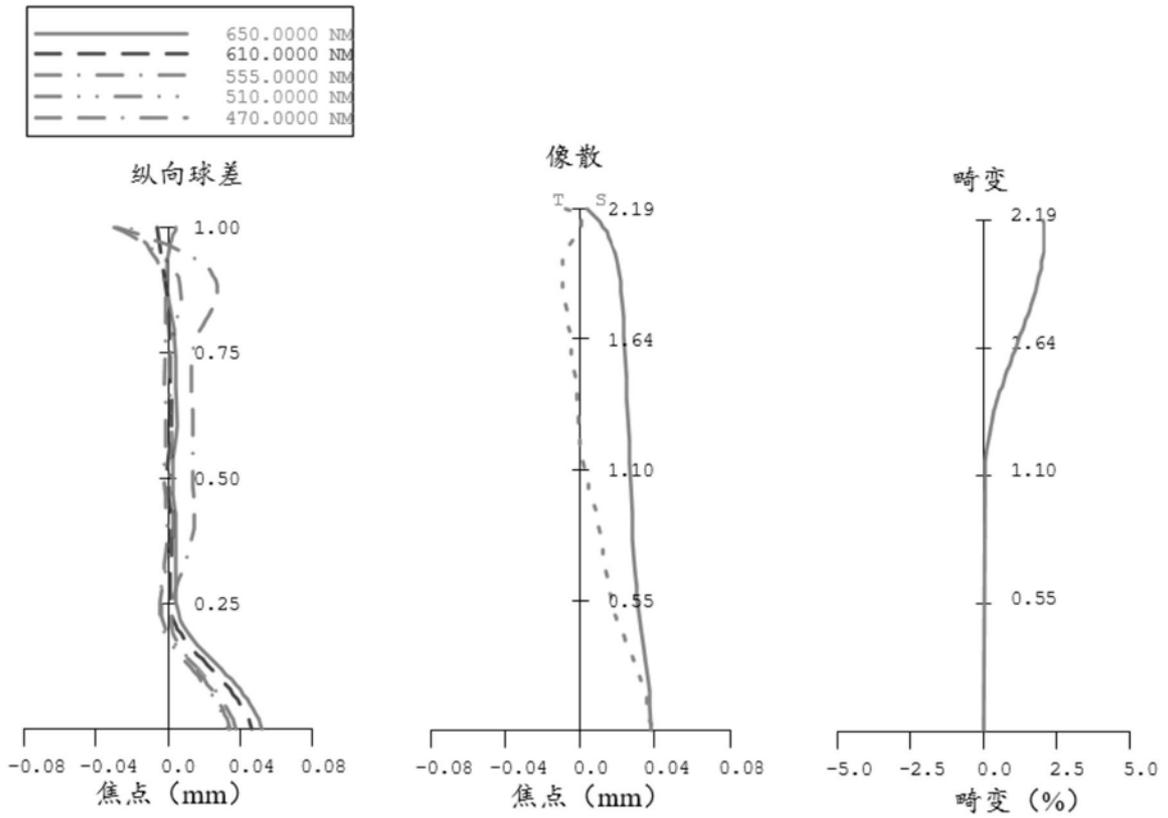


图7

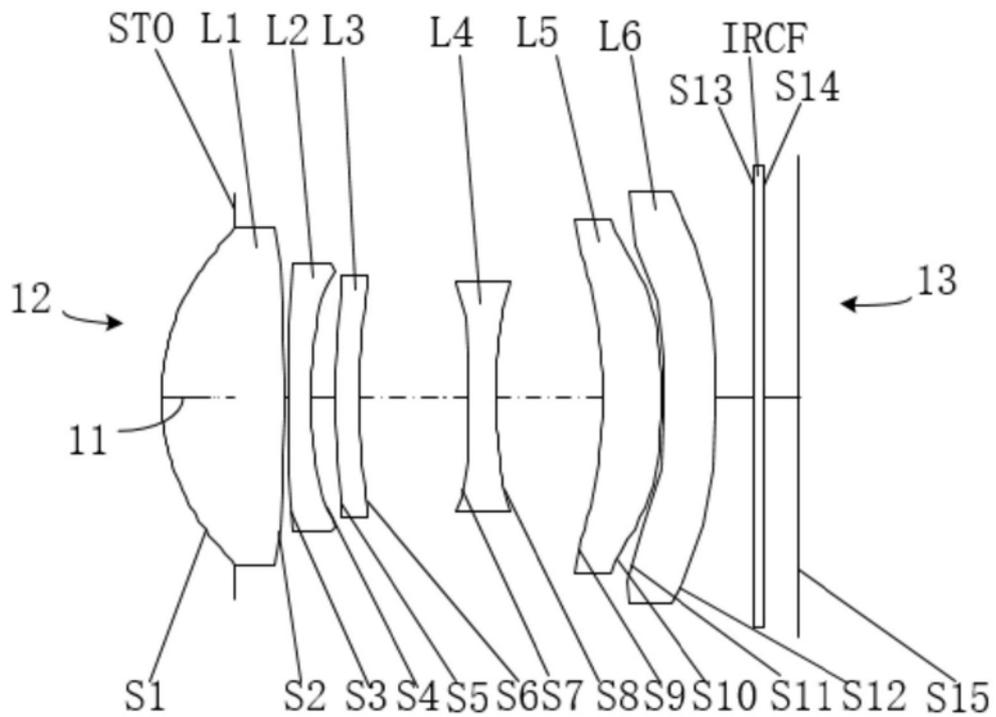


图8

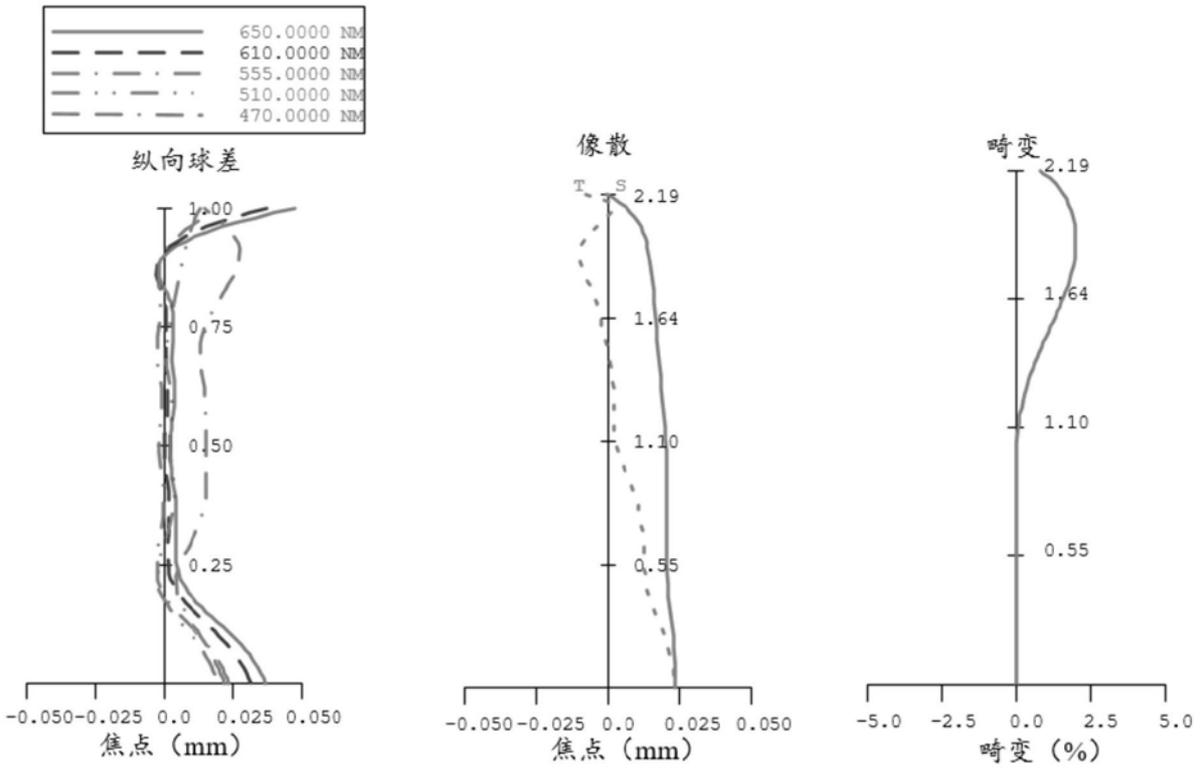


图9

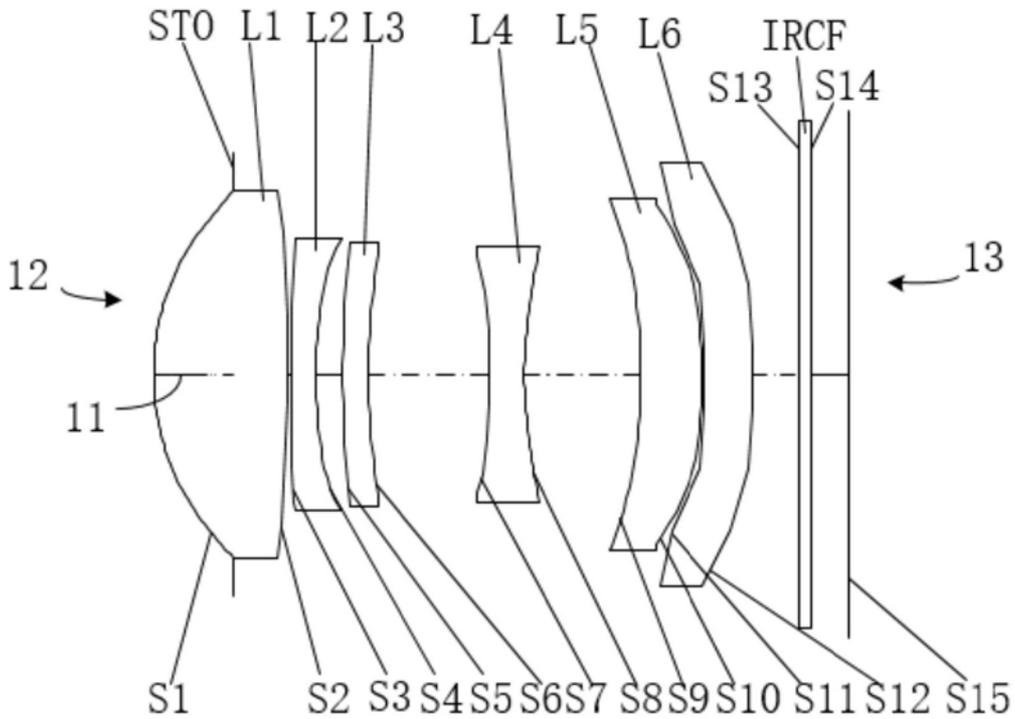


图10

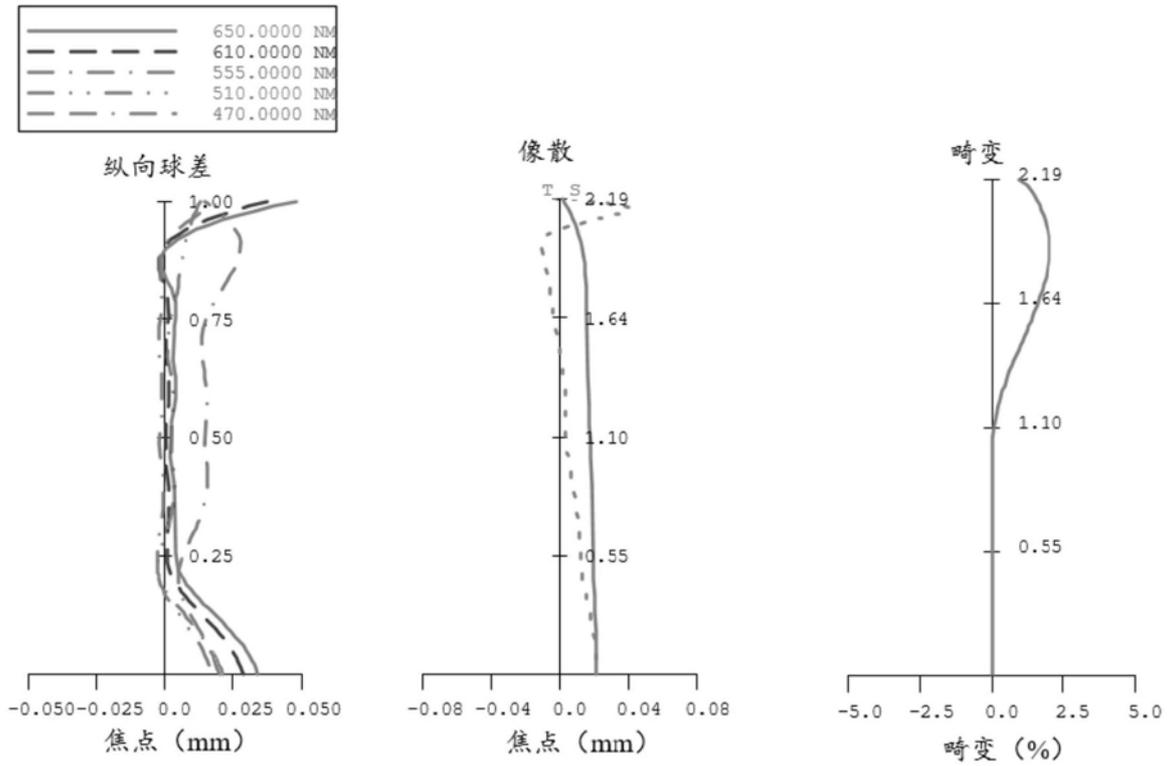


图11

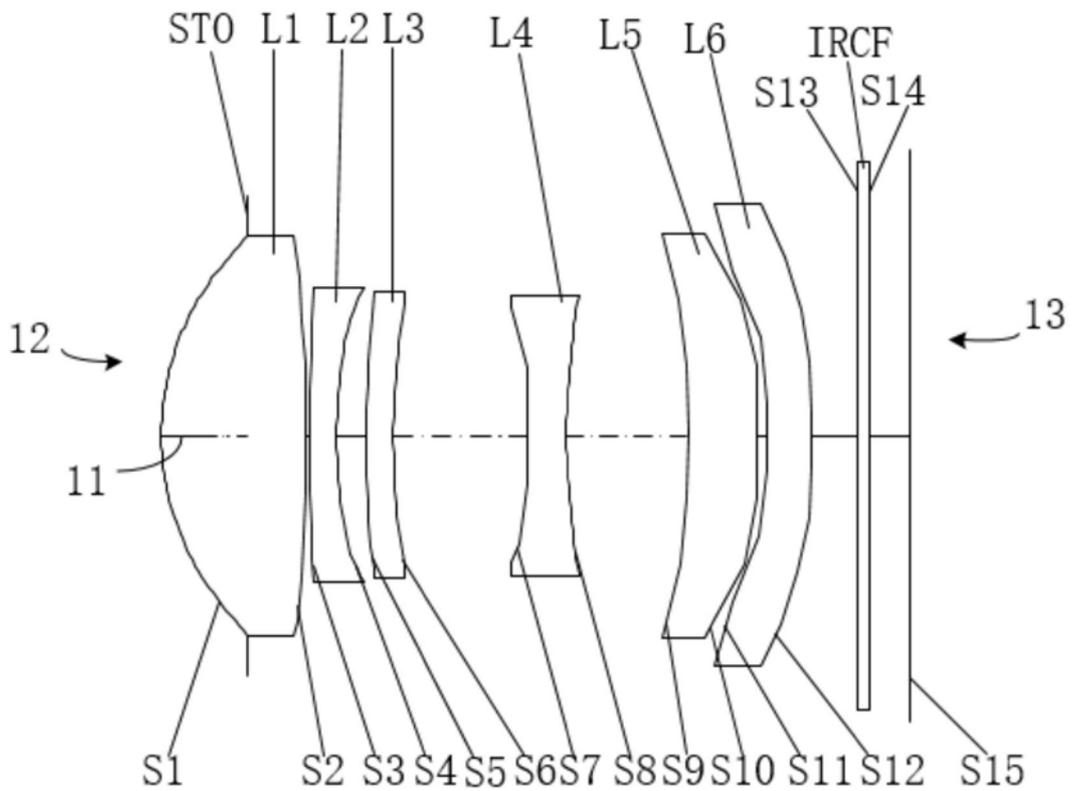


图12

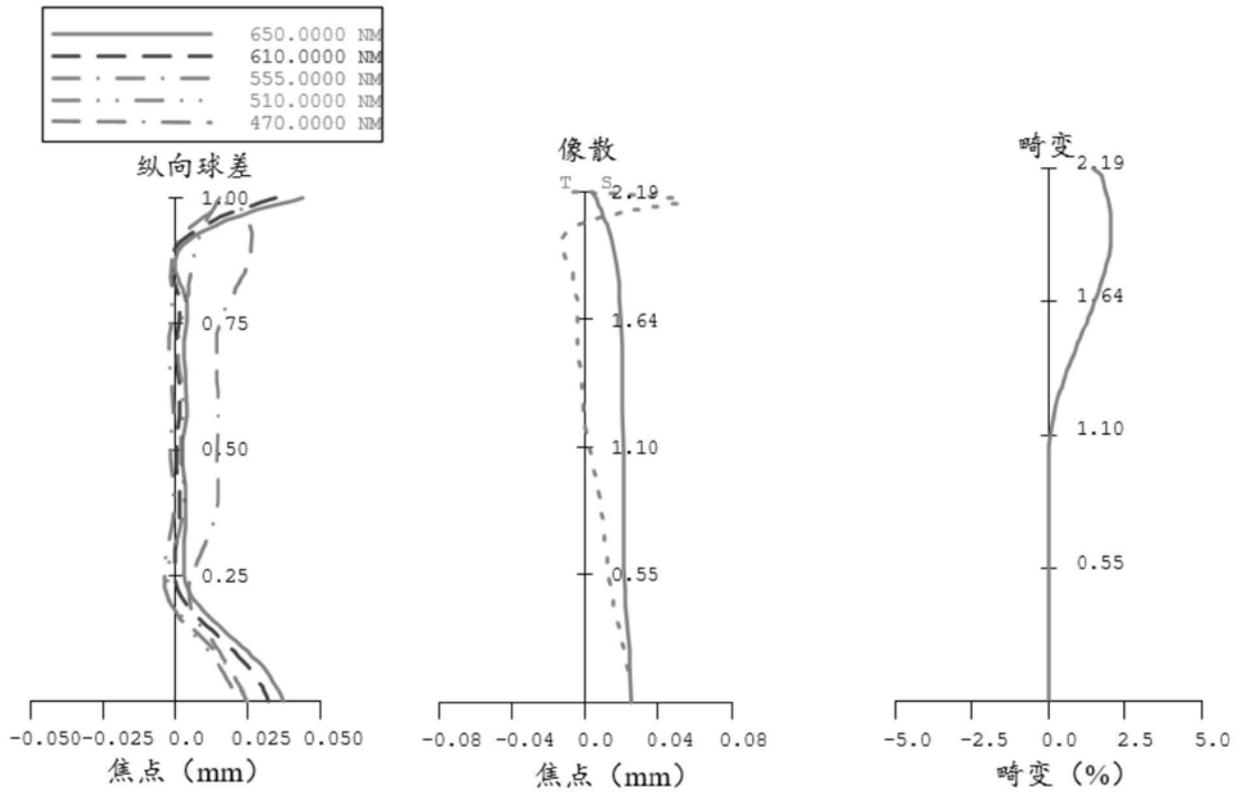


图13

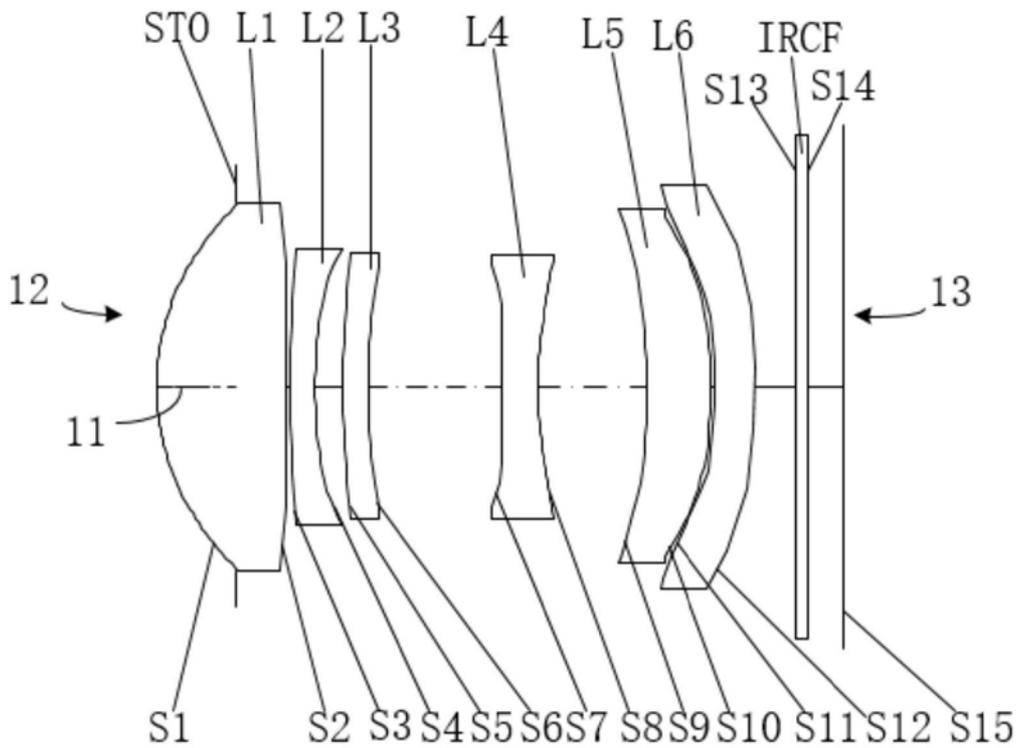


图14

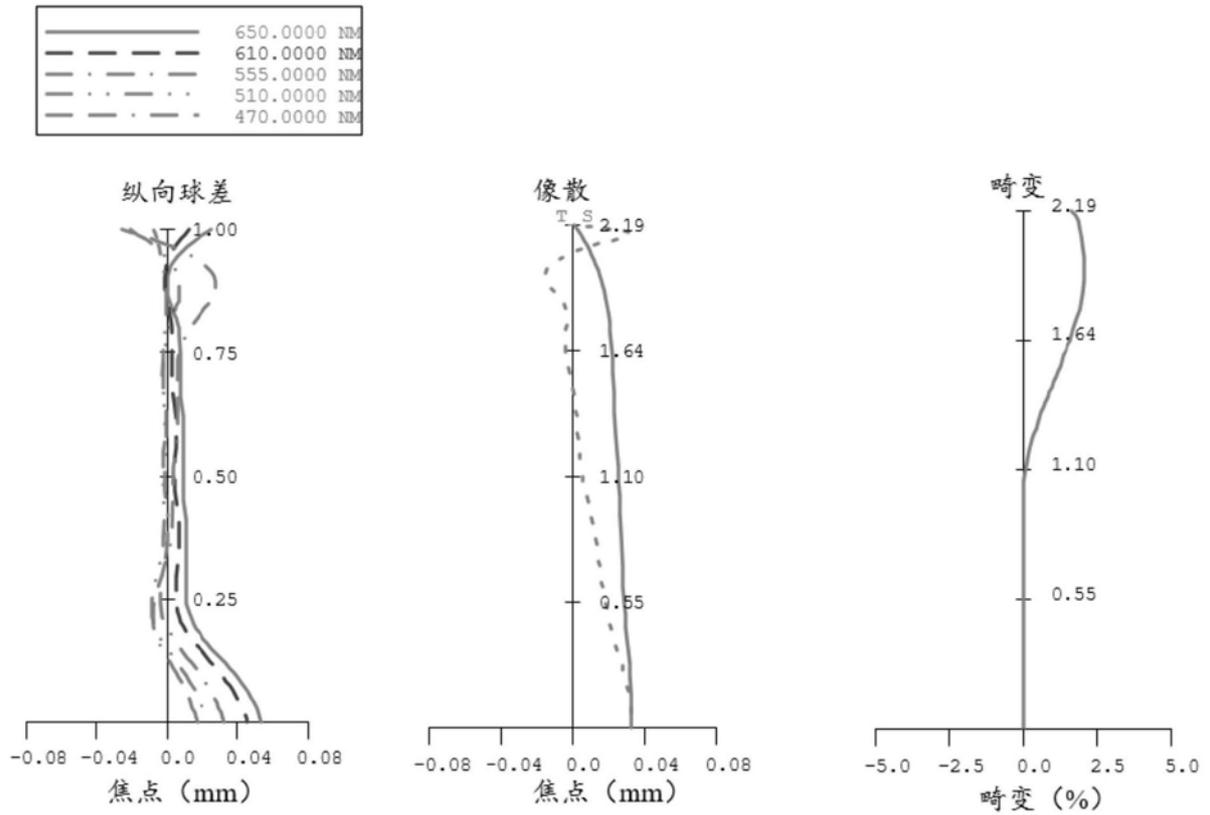


图15

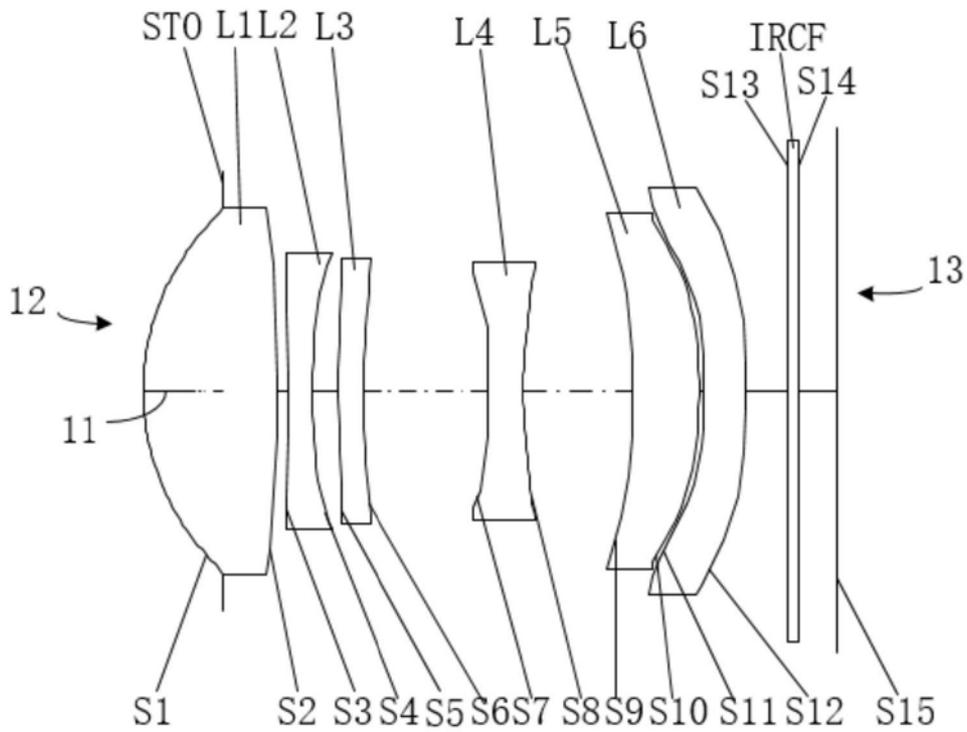


图16

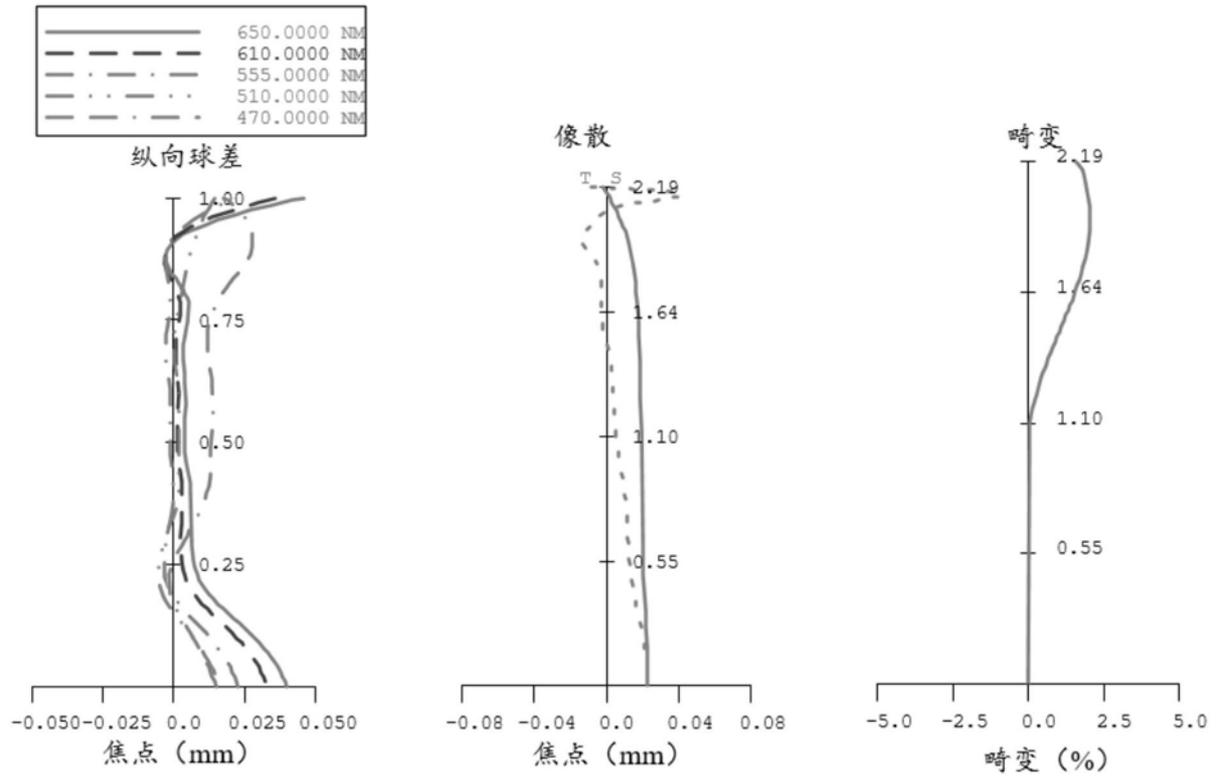


图17