



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117471663 A

(43) 申请公布日 2024. 01. 30

(21) 申请号 202311766155.1

(22) 申请日 2023.12.21

(71) 申请人 协益电子(苏州)有限公司

地址 215000 江苏省苏州市吴江经济技术
开发区庞金路1801号庞金工业坊07幢(72) 发明人 于可心 罗艳波 刘伟平 孙洪春
安宁 杨井留(74) 专利代理机构 苏州创元专利商标事务所有
限公司 32103

专利代理师 吴芳

(51) Int. Cl.

G02B 13/06 (2006.01)

G02B 13/00 (2006.01)

G02B 13/18 (2006.01)

G02B 13/14 (2006.01)

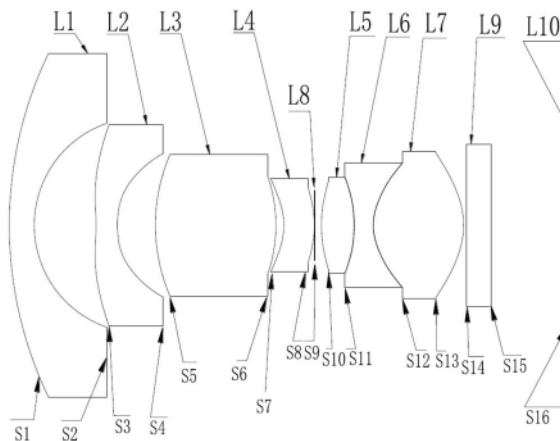
权利要求书2页 说明书14页 附图12页

(54) 发明名称

日夜型广角镜头、摄像装置及具有其的驾驶
工具

(57) 摘要

本发明公开了一种日夜型广角镜头、摄像装置及具有其的驾驶工具,镜头包括由物方到成像表面的方向依次设置的第一透镜至第七透镜,第一透镜为具有负光焦度的凸凹镜,第二透镜为具有负光焦度的非球面凸凹镜,其物侧面的中心区域相对于外延区域呈凹面结构;第四透镜为凹凸镜,其焦距绝对值大于其他六个透镜;第五透镜、第六透镜和第七透镜构成三胶合透镜,第三透镜、第五透镜、第七透镜为双凸镜;第三透镜的中心厚度介于2.7mm至4.5mm,第七透镜的中心厚度介于2.3mm至4.1mm;镜头的全视场主光线入射角可达到接近19°。本发明中的镜头可见光和红外光成像质量差异小,使镜头可实现全天24小时工作。



1. 一种日夜型广角镜头, 具有七个透镜, 其为由物方到成像表面的方向依次设置的第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜和第七透镜, 其特征在于:

所述第一透镜的物侧面于近光轴处呈凸面结构, 其像侧面于近光轴处呈凹面结构, 其具有负光焦度; 所述第二透镜为具有负光焦度的非球面镜, 其物侧面的中心区域向外延伸的外延区域向物方凸出, 所述中心区域相对于所述外延区域呈凹面结构, 所述第二透镜的像侧面于近光轴处呈凹面结构; 所述第三透镜为双凸透镜;

所述第四透镜的物侧面于近光轴处呈凹面结构, 其像侧面于近光轴处呈凸面结构, 其具有正光焦度或负光焦度, 所述第四透镜的焦距的绝对值大于其他六个透镜的焦距的绝对值;

所述第五透镜、第六透镜和第七透镜构成三胶合透镜, 所述第五透镜、第七透镜为双凸透镜;

所述第三透镜的中心厚度 d_3 满足: $2.7\text{mm} \leq d_3 \leq 4.5\text{mm}$, 所述第七透镜的中心厚度 d_7 满足: $2.3\text{mm} \leq d_7 \leq 4.1\text{mm}$;

所述镜头的全视场主光线入射角满足: $0^\circ \leq \text{CRA} \leq 19^\circ$ 。

2. 根据权利要求1所述的日夜型广角镜头, 其特征在于, 各个透镜的焦距满足以下条件: $-3.55 \leq f_1/f \leq -2.9$, $-3.4 \leq f_2/f \leq -2.4$, $2.1 \leq f_3/f \leq 2.95$, $12 \leq |f_4|/f \leq 19.5$, $1.45 \leq f_5/f \leq 3.15$, $-1.65 \leq f_6/f \leq -0.85$, $1.35 \leq f_7/f \leq 2.45$, 其中, f_1 为第一透镜的焦距, f_2 为第二透镜的焦距, f_5 为第五透镜的焦距, f_6 为第六透镜的焦距, f_7 为第七透镜的焦距, f 为镜头的整组焦距。

3. 根据权利要求1所述的日夜型广角镜头, 其特征在于, 所述镜头满足:

$13 \leq \text{Fov}/Y_m/2 \leq 16.5$, 其中, Fov 为镜头的最大视场角, Y_m 为最大视场角对应的像高;

和/或, $1.5 \leq Y_1 \times 180/\pi \leq 1.7$, 其中, Y_1 为半视场角为 1° 时对应的镜头像高, π 为圆周率。

4. 根据权利要求1所述的日夜型广角镜头, 其特征在于, 所述镜头满足:

$6.5 \leq 2 \times D_1/f \leq 7.5$, 其中, $2 \times D_1$ 为所述第一透镜的有效径, f 为镜头的整组焦距;

和/或, $1.95 \leq \text{bfl}/f \leq 2.25$, 其中, bfl 为所述第七透镜的像侧面至所述成像表面的最近距离, f 为镜头的整组焦距;

和/或, $10.95 \leq \text{TTL}/f \leq 11.78$, 其中 TTL 为第一透镜的物侧面顶点到成像表面在光轴上的距离, f 为镜头的整组焦距。

5. 根据权利要求1所述的日夜型广角镜头, 其特征在于, 所述镜头的整组焦距 f 满足: $1.15\text{mm} \leq f \leq 1.95\text{mm}$, 且所述镜头的最大视场角 Fov 满足: $185^\circ \leq \text{Fov} \leq 198^\circ$ 。

6. 根据权利要求1所述的日夜型广角镜头, 其特征在于, 所述镜头满足: $11\text{mm} \leq 2 \times D_1 \leq 11.5\text{mm}$ 且 $0.8 \leq \text{Fov}/(2 \times D_1)/\text{TTL} \leq 1.2$, 其中, $2 \times D_1$ 为所述第一透镜的有效径, Fov 为镜头的最大视场角, TTL 为第一透镜的物侧面顶点到成像表面在光轴上的距离。

7. 根据权利要求1所述的日夜型广角镜头, 其特征在于, 所述第三透镜的阿贝常数小于其他六个透镜的阿贝常数, 且满足: $\text{Vd}_2 - \text{Vd}_1 > 20$, $\text{Vd}_2 - \text{Vd}_3 > 25$, $\text{Vd}_4 - \text{Vd}_3 > 25$ 。

8. 根据权利要求1所述的日夜型广角镜头, 其特征在于, 所述第四透镜的中心厚度 d_4 满足: $0.9\text{mm} \leq d_4 \leq 1.5\text{mm}$;

所述第四透镜的曲率半径满足: $0.62 \leq |r_{41}/r_{42}| \leq 0.99$, 其中, r_{41} 为第四透镜的物侧

面的曲率半径, r_{42} 为第四透镜的像侧面的曲率半径;

所述第四透镜的折射率小于或等于其他六个透镜的折射率, 所述第四透镜的阿贝常数大于或等于其他六个透镜的阿贝常数。

9. 根据权利要求1所述的日夜型广角镜头, 其特征在于, 所述第七透镜与成像表面之间设有IR滤光片, 所述IR滤光片的物侧面与第七透镜的像侧面的光轴间距 d_{13-14} 满足: $0.01\text{mm} \leq d_{13-14} \leq 0.15\text{mm}$;

所述IR滤光片的像侧面与成像表面的光轴间距 d_{15-16} 满足: $2.25\text{mm} \leq d_{15-16} \leq 2.8\text{mm}$ 。

10. 根据权利要求1所述的日夜型广角镜头, 其特征在于, 所述第一透镜和第三透镜为采用玻璃材质的球面镜;

所述第二透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜和第七透镜为采用塑料材质的非球面镜。

11. 根据权利要求1所述的日夜型广角镜头, 其特征在于, 七个透镜中光焦度最大的透镜的焦距范围介于2至3mm之间;

光焦度最大的透镜的折射率温度系数介于 $-6.84 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至 $-5.8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 。

12. 根据权利要求1至11中任一项所述的日夜型广角镜头, 其特征在于, 所述第一透镜的像侧面与第二透镜的物侧面的光轴距离小于2.13mm, 所述第二透镜的像侧面与第三透镜的物侧面的光轴距离小于1.35mm, 所述第三透镜的像侧面与第四透镜的物侧面的光轴距离小于0.39mm, 所述第四透镜的像侧面与第五透镜的物侧面的光轴距离小于0.32mm。

13. 一种摄像装置, 其特征在于, 包括电子感光元件及如权利要求1至12中任一项所述的日夜型广角镜头。

14. 一种驾驶工具, 其特征在于, 包括如权利要求13所述的摄像装置, 所述驾驶工具为车辆、船舶、飞机或无人机。

日夜型广角镜头、摄像装置及具有其的驾驶工具

技术领域

[0001] 本发明涉及光学领域,尤其涉及一种日夜型广角镜头、摄像装置及具有其的驾驶工具。

背景技术

[0002] 随着智能汽车的普及,以及随着智慧驾驶、ADAS系统和无人驾驶技术的发展,近几年越来越多的汽车配备了不同的车载可视系统。车载镜头不仅为人们生活带来了便利,同时可以有效预防道路安全隐患和处理交通安全事故。

[0003] 为了兼顾白天行车和黑夜行车过程中的成像需求,提出了为车载镜头配置可见光、红外共光路的光学结构,即使用可见光和红外共焦镜头同时搭配红外滤光片切换器,晚上切换为红外光路成像,但夜晚成像不清晰等问题依然是当前日夜型镜头存在的技术痛点。

[0004] 以上背景技术内容的公开仅用于辅助理解本发明的发明构思及技术方案,其并不必然属于本专利申请的现有技术,也不必然会给出技术教导;在没有明确的证据表明上述内容在本专利申请的申请日之前已经公开的情况下,上述背景技术不应当用于评价本申请的新颖性和创造性。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种可见光和红外光成像质量差异小的日夜型广角镜头,使镜头可实现全天24小时工作。

[0006] 为达到上述目的,本发明采用的技术方案如下:

一种日夜型广角镜头,具有七个透镜,其为由物方到成像表面的方向依次设置的第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜和第七透镜,其中:

所述第一透镜的物侧面于近光轴处呈凸面结构,其像侧面于近光轴处呈凹面结构,其具有负光焦度;所述第二透镜为具有负光焦度的非球面镜,其物侧面的中心区域向外延伸的外延区域向物方凸出,所述中心区域相对于所述外延区域呈凹面结构,所述第二透镜的像侧面于近光轴处呈凹面结构;所述第三透镜为双凸透镜;

所述第四透镜的物侧面于近光轴处呈凹面结构,其像侧面于近光轴处呈凸面结构,其具有正光焦度或负光焦度,所述第四透镜的焦距的绝对值大于其他六个透镜的焦距的绝对值;

所述第五透镜、第六透镜和第七透镜构成三胶合透镜,所述第五透镜、第七透镜为双凸镜;

所述第三透镜的中心厚度 d_3 满足: $2.7\text{mm} \leq d_3 \leq 4.5\text{mm}$,所述第七透镜的中心厚度 d_7 满足: $2.3\text{mm} \leq d_7 \leq 4.1\text{mm}$;

所述镜头的全视场主光线入射角满足: $0^\circ \leq \text{CRA} \leq 19^\circ$ 。

[0007] 进一步地,承前所述的任一技术方案或多个技术方案的组合,各个透镜的焦距满

足以下条件： $-3.55 \leq f_1/f \leq -2.9$, $-3.4 \leq f_2/f \leq -2.4$, $2.1 \leq f_3/f \leq 2.95$, $12 \leq |f_4|/f \leq 19.5$, $1.45 \leq f_5/f \leq 3.15$, $-1.65 \leq f_6/f \leq -0.85$, $1.35 \leq f_7/f \leq 2.45$, 其中, f_1 为第一透镜的焦距, f_2 为第二透镜的焦距, f_5 为第五透镜的焦距, f_6 为第六透镜的焦距, f_7 为第七透镜的焦距, f 为镜头的整组焦距。

[0008] 进一步地, 承前所述的任一技术方案或多个技术方案的组合, 所述镜头满足:

$13 \leq Fov/Y_m/2 \leq 16.5$, 其中, Fov 为镜头的最大视场角, Y_m 为最大视场角对应的像高;

和/或, $1.5 \leq Y_1 \times 180/\pi \leq 1.7$, 其中, Y_1 为半视场角为 1° 时对应的镜头像高, π 为圆周率。

[0009] 进一步地, 承前所述的任一技术方案或多个技术方案的组合, 所述镜头满足:

$6.5 \leq 2 \times D_1/f \leq 7.5$, 其中, $2 \times D_1$ 为所述第一透镜的有效径, f 为镜头的整组焦距;

和/或, $1.95 \leq bfl/f \leq 2.25$, 其中, bfl 为所述第七透镜的像侧面至所述成像表面的最近距离, f 为镜头的整组焦距;

和/或, $10.95 \leq TTL/f \leq 11.78$, 其中 TTL 为第一透镜的物侧面顶点到成像表面在光轴上的距离, f 为镜头的整组焦距。

[0010] 进一步地, 承前所述的任一技术方案或多个技术方案的组合, 所述镜头的整组焦距 f 满足: $1.15\text{mm} \leq f \leq 1.95\text{mm}$, 且所述镜头的最大视场角 Fov 满足: $185^\circ \leq Fov \leq 198^\circ$ 。

[0011] 进一步地, 承前所述的任一技术方案或多个技术方案的组合, 所述镜头满足: $11\text{mm} \leq 2 \times D_1 \leq 11.5\text{mm}$ 且 $0.8 \leq Fov/(2 \times D_1)/TTL \leq 1.2$, 其中, $2 \times D_1$ 为所述第一透镜的有效径, Fov 为镜头的最大视场角, TTL 为第一透镜的物侧面顶点到成像表面在光轴上的距离。

[0012] 进一步地, 承前所述的任一技术方案或多个技术方案的组合, 所述第三透镜的阿贝常数小于其他六个透镜的阿贝常数, 且满足: $Vd2-Vd1 > 20$, $Vd2-Vd3 > 25$, $Vd4-Vd3 > 25$ 。

[0013] 进一步地, 承前所述的任一技术方案或多个技术方案的组合, 所述第四透镜的中心厚度 $d4$ 满足: $0.9\text{mm} \leq d4 \leq 1.5\text{mm}$;

所述第四透镜的曲率半径满足: $0.62 \leq |r_{41}/r_{42}| \leq 0.99$, 其中, r_{41} 为第四透镜的物侧面的曲率半径, r_{42} 为第四透镜的像侧面的曲率半径;

所述第四透镜的折射率小于或等于其他六个透镜的折射率, 所述第四透镜的阿贝常数大于或等于其他六个透镜的阿贝常数。

[0014] 进一步地, 承前所述的任一技术方案或多个技术方案的组合, 所述第七透镜与成像表面之间设有 IR 滤光片, 所述 IR 滤光片的物侧面与第七透镜的像侧面的光轴间距 d_{13-14} 满足: $0.01\text{mm} \leq d_{13-14} \leq 0.15\text{mm}$;

所述 IR 滤光片的像侧面与成像表面的光轴间距 d_{15-16} 满足: $2.25\text{mm} \leq d_{15-16} \leq 2.8\text{mm}$ 。

[0015] 进一步地, 承前所述的任一技术方案或多个技术方案的组合, 所述第一透镜和第三透镜为采用玻璃材质的球面镜;

所述第二透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜和第七透镜为采用塑料材质的非球面镜。

[0016] 进一步地, 承前所述的任一技术方案或多个技术方案的组合, 七个透镜中光焦度最大的透镜的焦距范围介于 2 至 3mm 之间;

光焦度最大的透镜的折射率温度系数介于 $-6.84 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至 $-5.8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 。

[0017] 进一步地,承前所述的任一技术方案或多个技术方案的组合,所述第一透镜的像侧面与第二透镜的物侧面的光轴距离小于2.13mm,所述第二透镜的像侧面与第三透镜的物侧面的光轴距离小于1.35mm,所述第三透镜的像侧面与第四透镜的物侧面的光轴距离小于0.39mm,所述第四透镜的像侧面与第五透镜的物侧面的光轴距离小于0.32mm。

[0018] 根据本发明的另一方面,提供了一种摄像装置,包括电子感光元件及如上所述的日夜型广角镜头。

[0019] 根据本发明的再一方面,提供了一种驾驶工具,包括如上所述的摄像装置,所述驾驶工具为车辆、船舶、飞机或无人机。

[0020] 本发明提供的技术方案带来的有益效果如下:

- a. 在可见光成像和红外光成像下的离焦量、MTF特性差异小,可以实现全天24小时工作;
- b. MTF性能好,具备较好的解像力,提高成像清晰度;
- c. 本发明中的镜头提供的相对照度足够,在镜头的全视场CRA角度与传感器芯片的CRA角度相匹配的前提下,有利于获取视场内的信息,避免视场信息缺失;
- d. 透镜布设合理,七片透镜紧凑且具有高同轴度,共同实现视场角和整组焦距的设计目标。

附图说明

[0021] 为了更清楚地说明本申请实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本申请中记载的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0022] 图1为本发明第一实施例提供的镜头的透镜布置示意图;

图2为本发明第一实施例的镜头的场曲曲线;

图3为本发明第一实施例中镜头的畸变曲线;

图4为本发明第一实施例中镜头在可见光波段的60LP/mm曲线;

图5为本发明第一实施例中镜头在红外光波段的60LP/mm曲线;

图6为本发明第一实施例中镜头在Y视场下相对照度曲线;

图7为本发明第一实施例中镜头在可见光环境下的离焦量曲线;

图8为本发明第一实施例中镜头在红外线环境下的离焦量曲线;

图9为本发明第二实施例提供的镜头的透镜布置示意图;

图10为本发明第二实施例的镜头的场曲曲线;

图11为本发明第二实施例中镜头的畸变曲线;

图12为本发明第二实施例中镜头在可见光波段的60LP/mm曲线;

图13为本发明第二实施例中镜头在红外光波段的60LP/mm曲线;

图14为本发明第二实施例中镜头在Y视场下相对照度曲线;

图15为本发明第二实施例中镜头在可见光环境下的离焦量曲线;

图16为本发明第二实施例中镜头在红外线环境下的离焦量曲线。

具体实施方式

[0023] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分的实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都应当属于本发明保护的范围。

[0024] 需要说明的是,本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换,以便这里描述的本发明的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外,术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形,意图在于覆盖不排他的包含,例如,包含了一系列步骤或单元的过程、方法、装置、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元,而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其他步骤或单元。

[0025] 本发明的设计构思是以采用双通波段的滤光片取消红外滤光片切换器的前提下,缩小可见光成像和红外光成像的成像质量差异,以满足白天和夜晚高清成像的需求。

[0026] 参见图1,其为第一实施例的镜头透镜布置,其中符号L1表示第一透镜,L2表示第二透镜,L3表示第三透镜,L4表示第四透镜,L5表示第五透镜,L6表示第六透镜,L7表示第七透镜,L8表示光阑,L9表示IR滤光片,L10表示成像表面;透镜L1至L7从物方到像方的方向依次排列,光阑L8设置在第四透镜L4的像侧方,IR滤光片L9设置在第七透镜L7与成像表面L10之间。

[0027] 图1中符号S1表示第一透镜L1的物侧面,S2表示第一透镜L1的像侧面;S3表示第二透镜L2的物侧面,S4表示第二透镜L2的像侧面;S5表示第三透镜L3的物侧面,S6表示第三透镜L3的像侧面;S7表示第四透镜L4的物侧面,S8表示第四透镜L4的像侧面;S9表示光阑L8的表面;S10表示第五透镜L5的物侧面,S11表示第五透镜L5的像侧面,也表示与第五透镜L5胶合的第六透镜L6的物侧面;S12表示第六透镜L6的像侧面,也表示第七透镜L7的物侧面;S13表示第七透镜L7的像侧面,S14表示IR滤光片L9的物侧面,S15表示IR滤光片L9的像侧面;S16表示成像表面L10的所在表面。

[0028] 在本发明的以下实施例中的光学参数包括: Fov 表示镜头的最大视场角, Y_m 表示对应 Fov 的像高, Y_1 表示半视场角为 1° 时镜头的像高, TTL 表示镜头总长,本发明实施例中即第一透镜的物侧面顶点至成像表面在光轴上的距离, $2 \times D_1$ 表示第一透镜的有效径, f_1 表示第一透镜的焦距, f_2 表示第二透镜的焦距, f_3 表示第三透镜的焦距, f_4 表示第四透镜的焦距, f_5 表示第五透镜的焦距, f_6 表示第六透镜的焦距, f_7 表示第七透镜的焦距, f 表示镜头的整组焦距, bfl 表示镜头后焦距(即所述第七透镜L7的像侧面至所述光学镜头的成像表面的最近距离), π 表示圆周率。

[0029] 本实施例的镜头的设计目标为最大视场角达到 185° 及以上,整组焦距达到 1.15mm ,并且在可见光成像和红外光成像下离焦量小于 $10\mu\text{m}$ 及均具有合格的OTF模量和相对照度。

[0030] 透镜L1至L6中,有的透镜为球面镜片,有的透镜为非球面镜片,对于非球面镜片,其面形描述公式为:

$Z(r) = (cr^2) / \{1 + [1 - (k+1)(c^2r^2)]/2\} + A_4r^4 + A_6r^6 + A_8r^8 + A_{10}r^{10} + A_{12}r^{12} + A_{14}r^{14} + A_{16}r^{16} + A_{18}r^{18} + A_{20}r^{20}$, 其中, r 是非球面曲线上的点与光轴的垂直距离, $Z(r)$ 是非球面深度 (非球面上距离光轴为 r 的点, 与相切于非球面光轴上顶点的切面两者间的垂直距离); c 为光学面中心处的曲率, k 为镜面圆锥系数, $A_4, A_6, A_8, A_{10}, A_{12}, A_{14}, A_{16}, A_{18}, A_{20}$ 为高次非球面系数。本发明不限于上述公式来表示非球面多项式形式。

第一实施例

[0031] 表1、表2、表3示出了根据本发明的光学镜头的第一数值实施例, 结合图1至图8来理解第一实施例, 图1具体示出镜头的透镜布置如下:

由物方到像方的方向依次设置了第一透镜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和第七透镜L7, 各个透镜的凹凸面特征和光焦度特征如下:

第一透镜L1具有负光焦度, 其物侧面于近光轴处呈凸面结构, 其像侧面于近光轴处呈凹面结构;

第二透镜L2为具有负光焦度的非球面镜, 其物侧面分为中心区域及其向外延伸的外延区域, 外延区域为凸面, 中心区域相对于外延区域呈凹面结构, 第二透镜L2的像侧面于近光轴处呈凹面结构;

第三透镜L3为具有正光焦度的双凸镜;

第四透镜L4的物侧面于近光轴处呈凹面结构, 其像侧面于近光轴处呈凸面结构;

第五透镜L5、第六透镜L6、第七透镜L7组成三胶合透镜, 其中第五透镜L5和第七透镜L7均为具有正光焦度的双凸透镜, 第六透镜为具有负光焦度的双凹透镜。

[0032] 除了三胶合透镜实现消色差, 第一透镜至第四透镜的阿贝常数呈低、高、低、高的数值, 其中第一透镜L1与第二透镜L2的阿贝常数差值大于20, 第三透镜L3与第二透镜L2的阿贝常数差值大于25, 第三透镜L3与第四透镜L4的阿贝常数差值大于25, 因此, 第一透镜L1与第二透镜L2组成消色差透镜组, 第三透镜L3分别与第二透镜L2、第四透镜L4组成消色差透镜组。

[0033] 第三透镜为从物方起的第一个光焦度为正的透镜, 将其配置成在七个透镜中具有最大中心厚度的透镜, 第三透镜的中心厚度 d_3 满足: $2.7\text{mm} \leq d_3 \leq 4.5\text{mm}$, 实现在七片透镜堆叠组装装配中达到更高精度的同轴度; 第四透镜为七个透镜中居中的一个透镜, 其光焦度可正可负, 本实施例中第四透镜L4具有负光焦度, 且其焦距的绝对值大于其他六个透镜的焦距的绝对值, 其中心厚度 d_4 满足: $0.9\text{mm} \leq d_4 \leq 1.5\text{mm}$, 物侧面的曲率半径 r_{41} 与像侧面的曲率半径 r_{42} 满足: $0.62 \leq |r_{41}/r_{42}| \leq 0.99$, 且第四透镜的折射率小于或等于其他六个透镜的折射率, 所述第四透镜的阿贝常数大于或等于其他六个透镜的阿贝常数; 第七透镜L7为非球面镜, 有利于提高像面尺寸, 校正芯片CRA (Chief Ray Angle, 主光线入射角), 本实施例中, 镜头的全视场主光线入射角CRA满足 $0^\circ \leq \text{CRA} \leq 18.62^\circ$, 且第七透镜的中心厚度仅次于第三透镜, 第七透镜的中心厚度 d_7 满足: $2.3\text{mm} \leq d_7 \leq 4.1\text{mm}$, 可以延长光线在第七透镜中的传播路径, 进一步校正像差。

[0034] 本实施例中各个透镜之间的空气层厚度较短, 第一透镜L1的像侧面与第二透镜L2的物侧面的光轴距离小于 2.13mm , 所述第二透镜L2的像侧面与第三透镜L3的物侧面的光轴距离小于 1.35mm , 所述第三透镜L3的像侧面与第四透镜L4的物侧面的光轴距离小于

0.39mm,所述第四透镜L4的像侧面与第五透镜L5的物侧面的光轴距离小于0.32mm;以上四个光轴距离的总和小于4mm。

[0035] 如图1所示,光阑L8设置在第四透镜L4与第五透镜L5之间,利于拉大投射到像面的光线立体角,提升照度;第七透镜L7与成像表面L10之间设有IR滤光片L9,其设置在偏靠近第七透镜L7的位置,即所述IR滤光片L9的物侧面与第七透镜L7的像侧面的光轴间距 d_{13-14} 较短: $0.01\text{mm} \leq d_{13-14} \leq 0.15\text{mm}$;所述IR滤光片L9的像侧面与成像表面L10的光轴间距 d_{15-16} 较长: $2.25\text{mm} \leq d_{15-16} \leq 2.8\text{mm}$, d_{15-16} 仅次于第三透镜L3和第七透镜L7的中心厚度。

[0036] 第一透镜L1为凸面向物方的弯月形,有利于收集光线,并减小畸变,提高成像质量;第二透镜具有负光焦度,像侧面为凹面,有利于承接折转光线更平顺,减小像差,降低镜头敏感度,同时也利于减小镜头口径;第三透镜的物侧面和像侧面均为凸面,有利于矫正温漂。

[0037] 本实施例中,第一透镜L1、第三透镜L3为球面镜,其采用玻璃材质;其余五片透镜为非球面镜,其采用塑料材质。非球面透镜从透镜中心到周边曲率是连续变化的,与从透镜中心到周边有恒定曲率的球面透镜不同,非球面透镜具有更佳的曲率半径特性,具有改善歪曲像差及改善像散像差的优点;采用非球面透镜后,能够尽可能地消除在成像的时候出现的像差,提升解像力,从而提升镜头的成像质量。

[0038] 本实施例中第七透镜L7为所述镜头的七个透镜中光焦度最大的透镜,其焦距介于2至3mm,其折射率温度系数介于 $-6.84 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至 $-5.8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$,本实施例中,第七透镜L7的折射率温度系数为 $-6.35 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$,以抵消或削弱高折射、高阿贝材料因正 dn/dt 折射率温度系数引起的高温焦面偏向物面的影响。

[0039] 具体地,各个透镜、光阑、IR滤光片的光学参数参见表1:

表 1 第一实施例的光学参数表

	面序号	面型	曲率半径	中心厚度 或间隔	折射率 nd	阿贝常数 Vd
第一透镜	S1	球面	12.863	0.820	1.95	32.3
	S2	球面	3.515	2.028		
第二透镜	S3	非球面	-6.684	0.700	1.54	56.0
	S4	非球面	3.770	1.246		
第三透镜	S5	球面	5.822	3.956	1.81	25.5
	S6	球面	-4.871	0.263		
第四透镜	S7	非球面	-2.087	1.000	1.54	56.0
	S8	非球面	-2.990	0.000		
光阑	S9	平面	Infinity	0.228		
第五透镜	S10	非球面	4.370	1.067	1.54	56.0
第六透镜	S11	非球面	-5.757	0.628	1.64	23.5
第七透镜	S12	非球面	1.652	2.969	1.54	56.0
	S13	非球面	-2.616	0.100		
IR滤光片	S14	平面	Infinity	0.700	1.52	64.2
	S15	平面	Infinity	2.600		
成像表面	S16	平面	Infinity	-		

[0040] 表中曲率半径为无限的,表示其对应的面序号代表的是一平面。

[0041] 本实施例中,第二透镜L2、第四透镜L4、第五透镜L5、第六透镜L6、第七透镜L7为非球面镜,具体地,面序号为S3-S4、S7-S8、S10-S13均为非球面,其用上述的面形描述公式表示,这八个非球面的面形公式中的非球面参数参见表2:

表 2 第一实施例的非球面参数表

面序号	k	A_4	A_6	A_8	A_{10}
S3	-8.96E+01	3.24E-02	-8.63E-03	1.54E-03	-1.85E-04
S4	-7.63E-01	6.35E-02	-1.80E-02	3.51E-03	-3.93E-04
S7	-2.05E+00	1.33E-02	-1.14E-03	8.36E-05	-1.14E-05
S8	-8.23E+00	-1.04E-02	1.50E-02	-1.83E-02	1.87E-02
S10	-9.39E+00	1.49E-02	-4.74E-03	2.23E-04	2.09E-04
S11	-6.29E-01	-3.78E-02	-6.14E-03	1.96E-02	-6.78E-03
S12	-1.79E+00	-3.52E-02	1.46E-02	-8.33E-04	-4.34E-04
S13	-6.61E-01	9.12E-03	-7.45E-04	2.49E-04	-5.00E-05
面序号	A_{12}	A_{14}	A_{16}	A_{18}	A_{20}
S3	1.41E-05	-6.15E-07	1.15E-08	0.00E+00	0.00E+00
S4	2.16E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
S7	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
S8	-1.14E-02	3.61E-03	-4.60E-04	0.00E+00	0.00E+00
S10	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
S11	5.65E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
S12	5.78E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
S13	4.14E-06	-2.03E-08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

[0042] 本实施例中的日夜型广角镜头各个透镜的焦距与光学镜头的整组焦距满足以下关系： $-3.55 \leq f_1/f \leq -2.9$, $-3.4 \leq f_2/f \leq -2.4$, $2.1 \leq f_3/f \leq 2.95$, $12 \leq |f_4|/f \leq 19.5$, $1.45 \leq f_5/f \leq 3.15$, $-1.65 \leq f_6/f \leq -0.85$, $1.35 \leq f_7/f \leq 2.45$; 尤其满足： $-3.45 \leq f_1/f \leq -3.05$, $-3.1 \leq f_2/f \leq -2.5$, $2.1 \leq f_3/f \leq 2.65$, $12 \leq |f_4|/f \leq 15.5$, $2.3 \leq f_5/f \leq 3.15$, $-1.4 \leq f_6/f \leq -1.05$, $1.35 \leq f_7/f \leq 1.95$ 。

[0043] 镜头还满足以下关系： $11\text{mm} \leq 2 \times D_1 \leq 11.5\text{mm}$ 且 $0.8 \leq Fov/(2 \times D_1)/TTL \leq 1.2$, 此数值范围基于 Fov 以度为单位、 D_1 、 TTL 以毫米为单位的条件, 下同。还满足： $13 \leq Fov/Y_m/2 \leq 16.5$, 此数值范围基于 Fov 以度为单位、 Y_m 以毫米为单位的条件, 下同； $1.5 \leq Y_1 \times 180/\pi \leq 1.7$, $10.95 \leq TTL/f \leq 11.78$, $6.5 \leq 2 \times D_1/f \leq 7.5$, $1.95 \leq bfl/f \leq 2.25$; 尤其满足： $11.1\text{mm} \leq 2 \times D_1 \leq 11.3\text{mm}$, $0.88 \leq Fov/(2 \times D_1)/TTL \leq 1.1$, $14 \leq Fov/Y_m/2 \leq 15.2$, $1.55 \leq Y_1 \times 180/\pi \leq 1.65$, $10.85 \leq TTL/f \leq 11.78$, $6.7 \leq 2 \times D_1/f \leq 7.2$, $2 \leq bfl/f \leq 2.2$ 。

[0044] 本实施例的镜头的透镜焦距、其他光学参数参见表3：

表 3 第一实施例的透镜焦距及其他镜头光学参数信息表

第一实施例的镜头光学参数	数值
第一透镜 L1 的焦距 f_1	-5.26 mm
第二透镜 L2 的焦距 f_2	-4.371 mm
第三透镜 L3 的焦距 f_3	3.912 mm
第四透镜 L4 的焦距 f_4	-20.96 mm
第五透镜 L5 的焦距 f_5	4.787 mm
第六透镜 L6 的焦距 f_6	-1.922 mm
第六透镜 L7 的焦距 f_7	2.484 mm
镜头整体焦距 f	1.6126 mm
镜头后焦距 bfl	3.4 mm
最大视场角 Fov	192.93°
最大视场角下的像高 Y_m	6.394 mm
第一透镜的有效径 $2 \times D_1$	11.2 mm
半视场角为 1° 时对应的像高 Y_l	0.028 mm
镜头光学总长 TTL	18.3 mm

[0045] 本实施例中采用四舍五入法取计算值。本实施例中,第四透镜为非球面,有利于减小轴外像差;第五透镜、第六透镜和第七透镜为三胶合透镜,使镜头结构紧凑,减少镜片之间光路反射次数以减少光能量的反射损失,降低了算法识别过程中的误判率,可满足2百万像素以上芯片的使用,三胶合透镜还可以简化镜头制造过程中的装配工序;其中第六透镜的阿贝常数与第五透镜、第七透镜形成较大数值差,有利于矫正色差、提高成像质量、减低装配敏感度以及提高像面尺寸。

[0046] 图2为以上第一实施例的镜头的场曲曲线,图3为以上第一实施例的镜头的畸变曲线,场曲曲线显示作为视场坐标函数的当前的焦平面或像平面到近轴焦面的距离,分为子午场曲和弧矢场曲,图2的场曲图中S线条表示弧矢场曲,T线条表示子午场曲,场曲图中这两条线较贴近,说明镜头分辨率较好,影像清晰。畸变图的纵坐标是视场角,横坐标是畸变百分比,畸变属于主光线像差,反映物象的相似程度,从图3可以看出本实施例中的光学镜头的畸变较小,影像失真度低。

[0047] 本实施例中的日夜型广角镜头可达到200万像素。图4为镜头在可见光波段的60LP/mm曲线,横坐标为Y视场角度(即半视场角),纵坐标为OTF模量,又称MTF VS Field曲线图,其反映镜头的解像能力,从图4可以看出Y视场角为20°对应的OTF模量达到80%,在视场角168°对应的OTF模量达到约50%,表明其能够在可见光环境下清晰成像;图5为镜头在红外波段的60LP/mm曲线,从图5可以看出Y视场角为40°对应的OTF模量达到80%,在视场角168°对应的OTF模量达到约45%,表明其在红外环境下能够清晰成像;即可使其所在的光学

成像系统实现全天24小时工作。

[0048] 图6为本实施例中的镜头的相对照度图,横坐标是Y视场角(即半视场角),纵坐标是照度值,镜头的相对照度图反映镜头的画面照度均匀程度,该具体实施例中的光学镜头,Y视场角 55° 时的相对照度大于0.7,Y视场角 84° 时的相对照度大于0.4,反映出该镜头拥有较高的相对照度,进光量充足,保证了镜头即使在较昏暗环境下使用,实拍画面边缘也不会有暗角,从而平衡放小光圈后进光量不足的问题。

[0049] 本实施例中的IR滤光片L9采用可见光和红外光双通波段,图7为本实施例中的镜头在可见光环境下的离焦量曲线,其显示离焦量约为0mm;图8为本实施例中镜头在红外线环境下的离焦量曲线,其显示离焦量约为0.0063mm;可以看出可见光成像和红外成像的离焦量差别较小,有利于实现全天24小时工作。

[0050] 对比图4和图5可以看出,第一实施例的镜头可见光成像和红外光成像的MTF曲线基本一致;对比图7和图8可以看出,第一实施例的镜头可见光成像和红外光成像的离焦量都较小;综上,第一实施例的镜头可见光成像与红外光成像的成像质量差异较小,能够满足白天和夜晚高清成像的需求。

第二实施例

[0051] 表4、表5、表6示出了根据本发明的光学镜头的第二数值实施例,结合图9至图16来理解第二实施例,图9具体示出第二实施例的镜头的透镜布置,与第一实施例相比,本实施例镜头的第一透镜L1至第七透镜L7的面型不变,但是本实施例中的第四透镜L4具有正光焦度,其焦距是七个透镜中最大的。

[0052] 本实施例中第三透镜L3的中心厚度为3.335mm,仅略次于第七透镜L7的中心厚度,依然可以使七片透镜堆叠组装装配中达到更高精度的同轴度;

与第一实施例一样的是,本实施例中的第一透镜L1、第三透镜L3为球面镜,其采用玻璃材质;其余五片透镜为非球面镜,其采用塑料材质。第七透镜L7为非球面镜,有利于提高像面尺寸,校正芯片CRA,本实施例中,镜头的全视场主光线入射角CRA满足: $0^{\circ} \leq \text{CRA} \leq 17.04^{\circ}$,且第七透镜的中心厚度较大,可以延长光线在第七透镜中的传播路径,进一步校正像差。

[0053] 与第一实施例不同的是:本实施例中第五透镜L5为所述镜头的七个透镜中光焦度最大的透镜,第五透镜L5的焦距介于2至3mm,第七透镜L7为七个透镜中光焦度次大的透镜,第五透镜L5的折射率温度系数介于 $-6.84 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 至 $-5.8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$,本实施例中,第五透镜L5的折射率温度系数为 $-6.35 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$,以抵消或削弱高折射、高阿贝材料因正 dn/dt 折射率温度系数引起的高温焦面偏向物面的影响。

[0054] 具体地,各个透镜、光阑、IR滤光片的光学参数参见表4:

表 4 第二实施例的光学参数表

	面序号	面型	曲率半径	中心厚度 或间隔	折射率 nd	阿贝常数 Vd
第一透镜	S1	球面	12.422	0.960	2.00	28.3
	S2	球面	3.473	2.028		
第二透镜	S3	非球面	-4.978	0.855	1.54	56.0
	S4	非球面	6.104	1.157		
第三透镜	S5	球面	9.971	3.335	1.95	17.9
	S6	球面	-5.942	0.289		
第四透镜	S8	非球面	-2.658	1.397	1.54	56.0
	S9	非球面	-2.695	0.098		
光阑	S7	平面	Infinity	0.002		
第五透镜	S10	非球面	5.806	1.027	1.54	56.0
第六透镜	S11	非球面	-1.795	0.539	1.64	23.5
第七透镜	S12	非球面	3.493	3.557	1.54	56.0
	S13	非球面	-2.605	0.100		
IR滤光片	S14	平面	Infinity	0.700	1.52	64.2
	S15	平面	Infinity	2.460		
成像表面	S16	平面	Infinity	-		

[0055] 表中曲率半径为无限的,表示其对应的面序号代表的是一平面。

[0056] 本实施例中,第二透镜L2、第四透镜L4、第五透镜L5、第六透镜L6、第七透镜L7为非球面镜,具体地,面序号为S3-S4、S8-S13均为非球面,其用上述的面形描述公式表示,这八个非球面的面形公式中的非球面参数参见表5:

表 5 第二实施例的非球面参数表

面序号	k	A_4	A_6	A_8	A_{10}
S3	-5.05E+01	3.37E-02	-8.13E-03	1.52E-03	-1.95E-04
S4	-6.73E+00	7.95E-02	-2.59E-02	8.44E-03	-2.02E-03
S7	-1.49E+00	2.30E-03	1.37E-03	-2.72E-04	-2.62E-05
S8	-5.39E+00	-2.67E-02	2.45E-02	-1.82E-02	7.68E-03
S10	-2.09E+01	6.93E-03	1.42E-02	-9.86E-03	1.60E-03
S11	-1.96E+00	5.56E-02	-7.90E-02	2.85E-02	7.76E-03
S12	1.14E+00	4.08E-02	-5.00E-02	3.16E-02	-7.92E-03
S13	-6.73E-01	1.13E-02	-1.53E-03	5.33E-04	-1.35E-04
面序号	A_{12}	A_{14}	A_{16}	A_{18}	A_{20}
S3	1.60E-05	-7.59E-07	1.57E-08	0.00E+00	0.00E+00
S4	3.34E-04	-3.31E-05	1.47E-06	0.00E+00	0.00E+00
S7	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
S8	-1.46E-03	-4.47E-05	3.71E-05	0.00E+00	0.00E+00
S10	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
S11	-3.03E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
S12	7.26E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
S13	1.76E-05	-1.04E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

[0057] 此日夜型广角镜头各个透镜的焦距与光学镜头的整组焦距满足以下关系： $-3.55 \leq f_1/f \leq -2.9$, $-3.4 \leq f_2/f \leq -2.4$, $2.1 \leq f_3/f \leq 2.95$, $12 \leq |f_4|/f \leq 19.5$, $1.45 \leq f_5/f \leq 3.15$, $-1.65 \leq f_6/f \leq -0.85$, $1.35 \leq f_7/f \leq 2.45$; 尤其满足： $-3.35 \leq f_1/f \leq -3.05$, $-3.3 \leq f_2/f \leq -2.8$, $2.65 \leq f_3/f \leq 2.95$, $15.5 \leq |f_4|/f \leq 19.5$, $1.5 \leq f_5/f \leq 2.35$, $-1.33 \leq f_6/f \leq -0.95$, $1.85 \leq f_7/f \leq 2.45$ 。

[0058] 镜头还满足以下关系： $11\text{mm} \leq 2 \times D_1 \leq 11.5\text{mm}$ 且 $0.8 \leq \text{Fov}/(2 \times D_1)/\text{TTL} \leq 1.2$, 此数值范围基于 Fov 以度为单位、 D_1 、 TTL 以毫米为单位的条件, 下同。还满足： $13 \leq \text{Fov}/Y_m/2 \leq 16.5$, 此数值范围基于 Fov 以度为单位、 Y_m 以毫米为单位的条件, 下同； $1.5 \leq Y_1 \times 180/\pi \leq 1.7$, $10.95 \leq \text{TTL}/f \leq 11.78$, $6.5 \leq 2 \times D_1/f \leq 7.5$, $1.95 \leq \text{bfl}/f \leq 2.25$; 尤其满足： $11\text{mm} \leq 2 \times D_1 \leq 11.5\text{mm}$, $0.8 \leq \text{Fov}/(2 \times D_1)/\text{TTL} \leq 1$, $13.8 \leq \text{Fov}/Y_m/2 \leq 15.8$, $1.5 \leq Y_1 \times 180/\pi \leq 1.7$, $11.62 \leq \text{TTL}/f \leq 11.78$, $6.85 \leq 2 \times D_1/f \leq 7.3$, $1.95 \leq \text{bfl}/f \leq 2.15$ 。

[0059] 本实施例的镜头的透镜焦距、其他光学参数参见表6：

表 6 第二实施例的透镜焦距及其他镜头光学参数信息表

第二实施例的镜头光学参数	数值
第一透镜 L1 的焦距 f_1	-5.037mm
第二透镜 L2 的焦距 f_2	-4.956mm
第三透镜 L3 的焦距 f_3	4.33mm
第四透镜 L4 的焦距 f_4	29.39mm
第五透镜 L5 的焦距 f_5	2.67mm
第六透镜 L6 的焦距 f_6	-1.764mm
第六透镜 L7 的焦距 f_7	3.48mm
镜头整体焦距 f	1.5785mm
镜头后焦距 bfl	3.26mm
最大视场角 Fov	192°
最大视场角下的像高 Y_m	6.476mm
第一透镜的有效径 $2 \times D_1$	11.2mm
半视场角为 1° 时对应的像高 Y_l	0.028mm
镜头光学总长 TTL	18.5mm

[0060] 本实施例中采用四舍五入法取计算值。第四透镜为具有接近于零的正光焦度的非球面,有利于减小轴外像差,本实施例中,第四透镜具有正光焦度;第五透镜、第六透镜和第七透镜为三胶合透镜,使镜头结构紧凑,减少镜片之间光路反射次数以减少光能量的反射损失,降低了算法识别过程中的误判率,可满足2百万像素以上芯片的使用;其中第六透镜的阿贝常数与第五透镜、第七透镜形成较大数值差,有利于矫正色差、提高成像质量、减低装配敏感度以及提高像面尺寸。

[0061] 图10为以上第二实施例的镜头的场曲曲线,图11为以上第二实施例的镜头的畸变曲线,场曲曲线显示作为视场坐标函数的当前的焦平面或像平面到近轴焦面的距离,分为子午场曲和弧矢场曲,图10的场曲图中S线条表示弧矢场曲,T线条表示子午场曲,场曲图中这两条线较贴近,说明镜头分辨率较好,影像清晰。畸变属于主光线像差,反映物象的相似程度,从图11可以看出本实施例中的光学镜头的畸变较小,影像失真度低。

[0062] 本实施例中的日夜型广角镜头可达到200万像素。图12为镜头在可见光波段的60LP/mm曲线,横坐标为Y视场角度(即半视场角),纵坐标为OTF模量,从图12可以看出Y视场角为28°对应的OTF模量达到80%,在视场角164°对应的OTF模量达到约60%,表明其能够在可见光环境下清晰成像;图13为镜头在红外波段的60LP/mm曲线,从图13可以看出Y视场角为42°对应的OTF模量达到80%,在视场角164°对应的OTF模量达到约40%,表明其在红外环境下能够清晰成像;即可使其所在的光学成像系统实现全天24小时工作。

[0063] 图14为本实施例中的镜头的相对照度图,横坐标是Y视场角(即半视场角),纵坐标

是照度值,镜头的相对照度图反映镜头的画面照度均匀程度,该具体实施例中的光学镜头,Y视场角 53° 时的相对照度大于0.7,Y视场角 82° 时的相对照度大于0.4,反映出该镜头拥有较高的相对照度,进光量充足,保证了镜头即使在较昏暗环境下使用,实拍画面边缘也不会有暗角,从而平衡放小光圈后进光量不足的问题。

[0064] 本实施例中的IR滤光片L9采用可见光和红外光双通波段,图15为本实施例中的镜头在可见光环境下的离焦量曲线,其显示离焦量约为0mm;图16为本实施例中镜头在红外线环境下的离焦量曲线,其显示离焦量约为0.0075mm;可以看出可见光成像和红外成像的离焦量差别较小,有利于实现全天24小时工作。

[0065] 对比图12和图13可以看出,第二实施例的镜头可见光成像和红外光成像的MTF曲线基本一致;对比图15和图16可以看出,第二实施例的镜头可见光成像和红外光成像的离焦量都较小;综上,第二实施例的镜头可见光成像与红外光成像的成像质量差异较小,能够满足白天和夜晚高清成像的需求。

[0066] 对于非球面透镜来讲,表面呈凸面结构不排除该表面具有中心区域和向外延伸的延伸区域,延伸区域凸起,而中心区域相对于延伸区域呈凹面状的情况,因为其整体上被观测到呈凸面结构;反之,对于非球面透镜来讲,表面呈凹面结构不排除该表面具有中心区域和向外延伸的延伸区域,延伸区域凹陷,而中心区域相对于延伸区域呈凸面状的情况,因为其整体上被观测到呈凹面结构。

[0067] 需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0068] 以上所述仅是本申请的具体实施方式,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,这些改进和润饰也应视为本申请的保护范围。

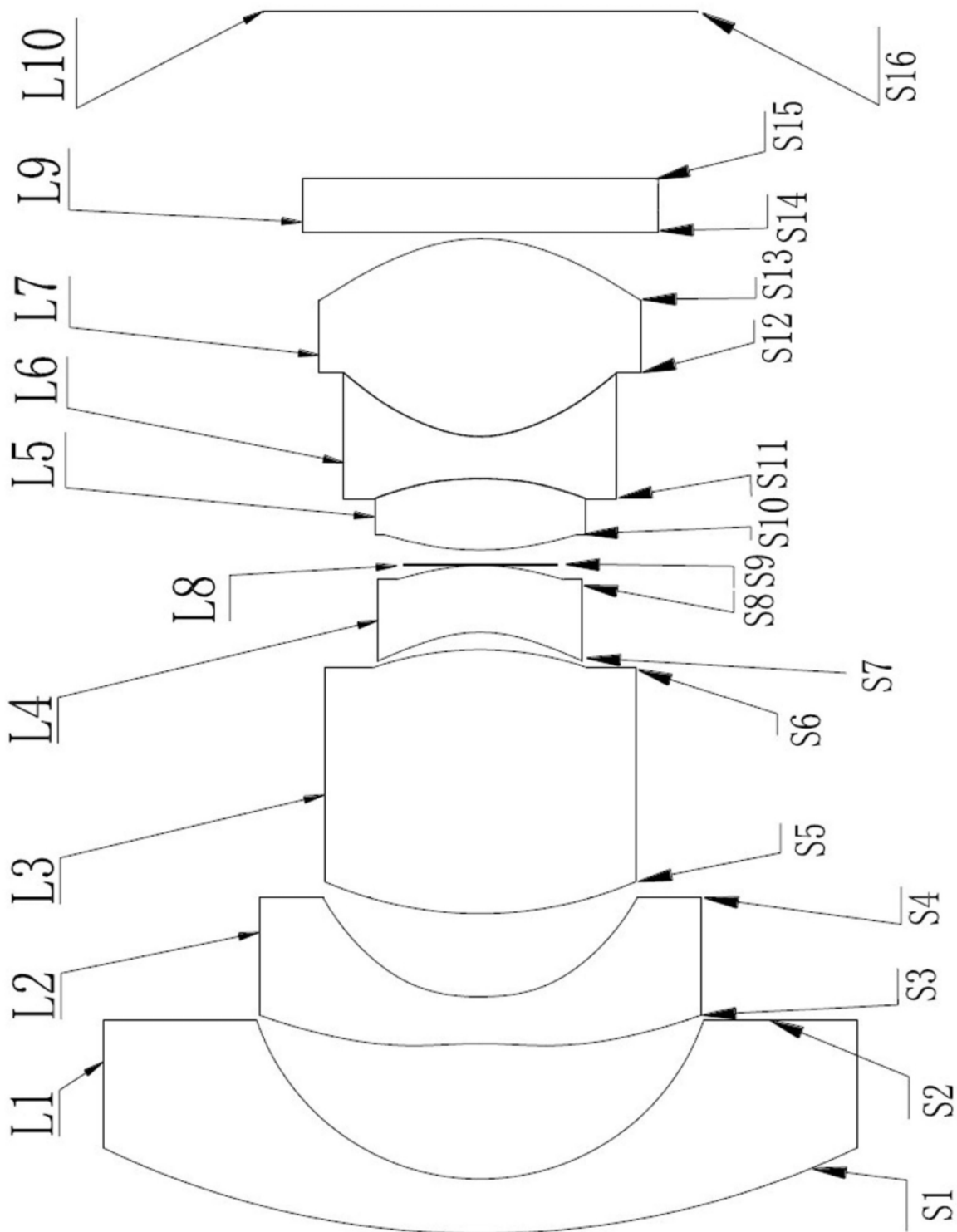


图 1

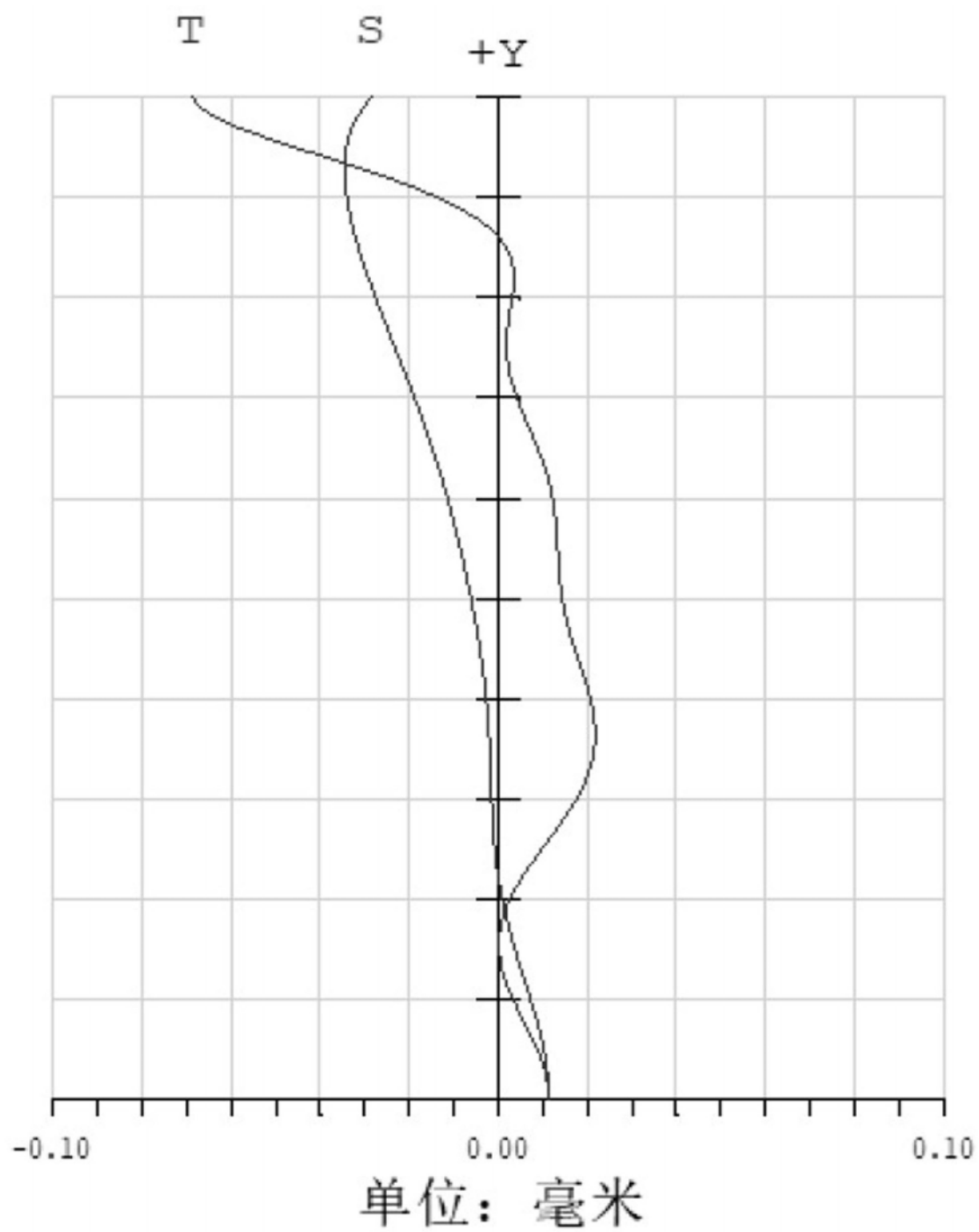


图 2

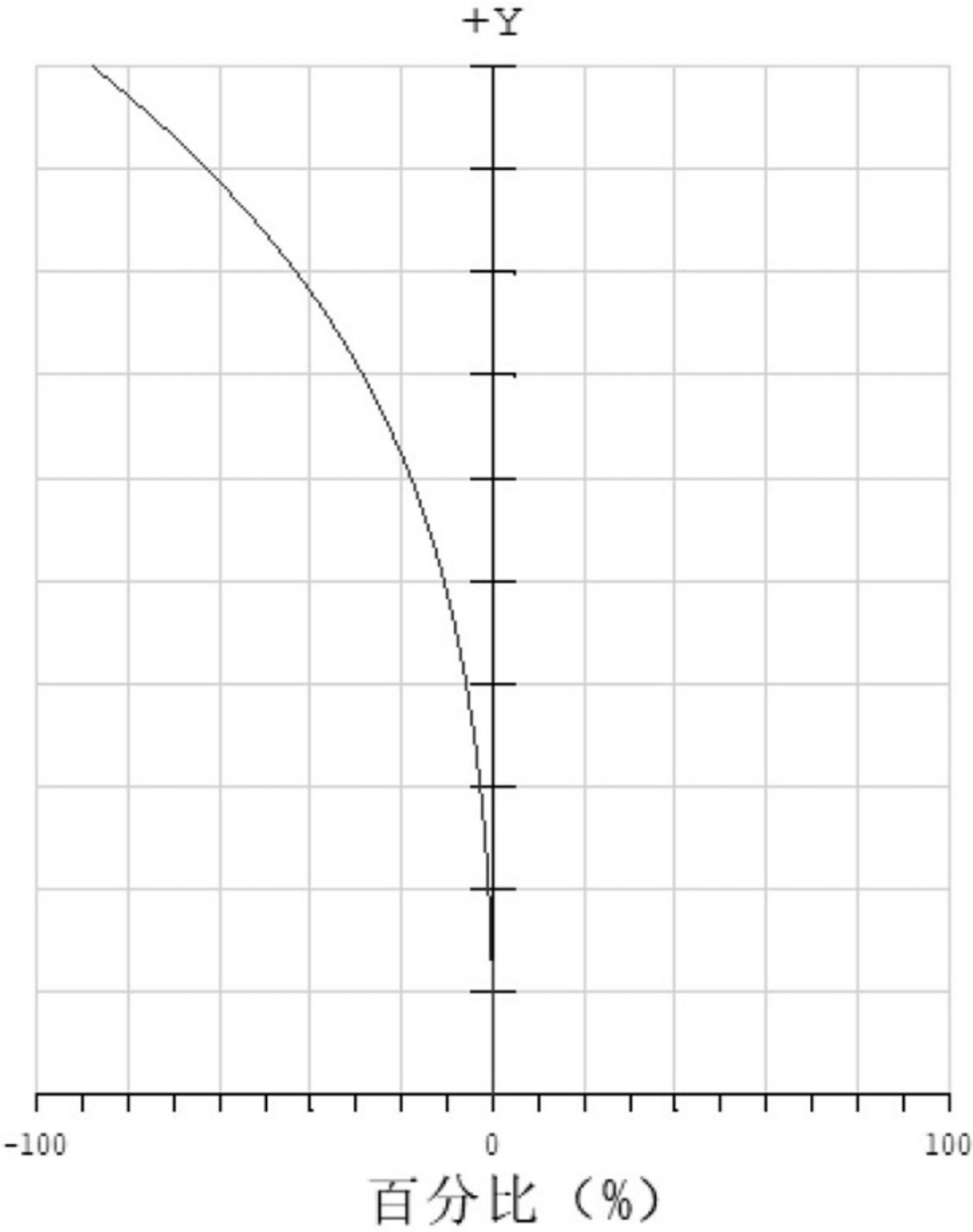


图 3

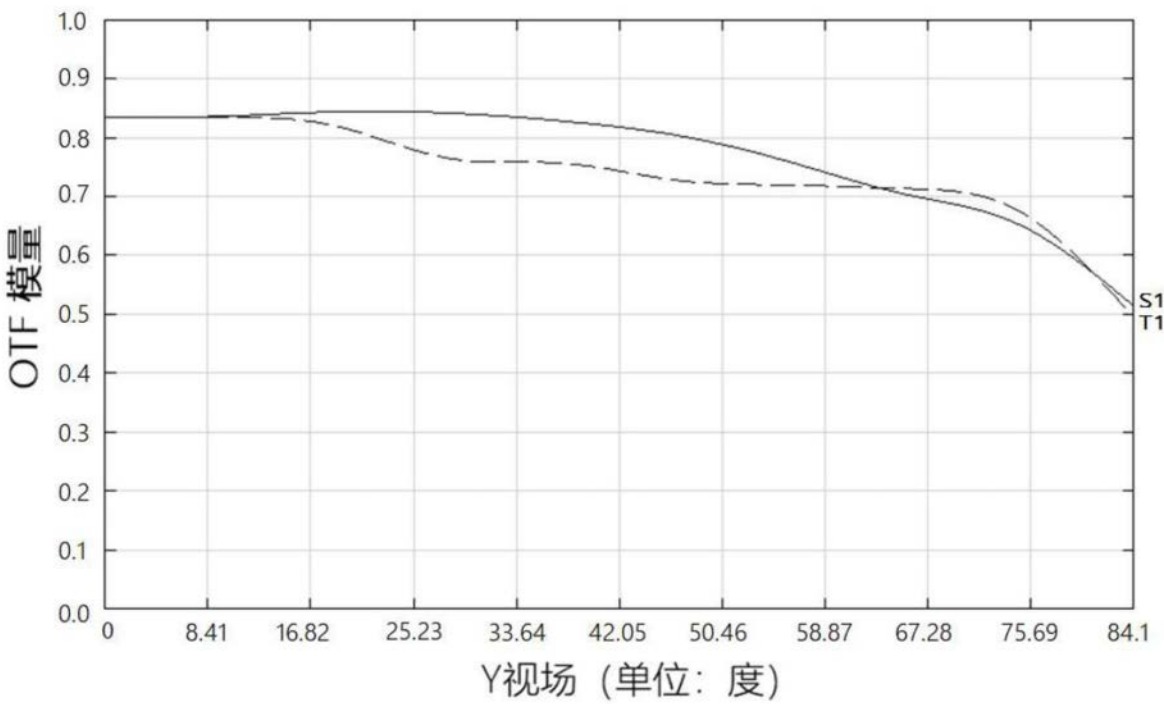


图 4

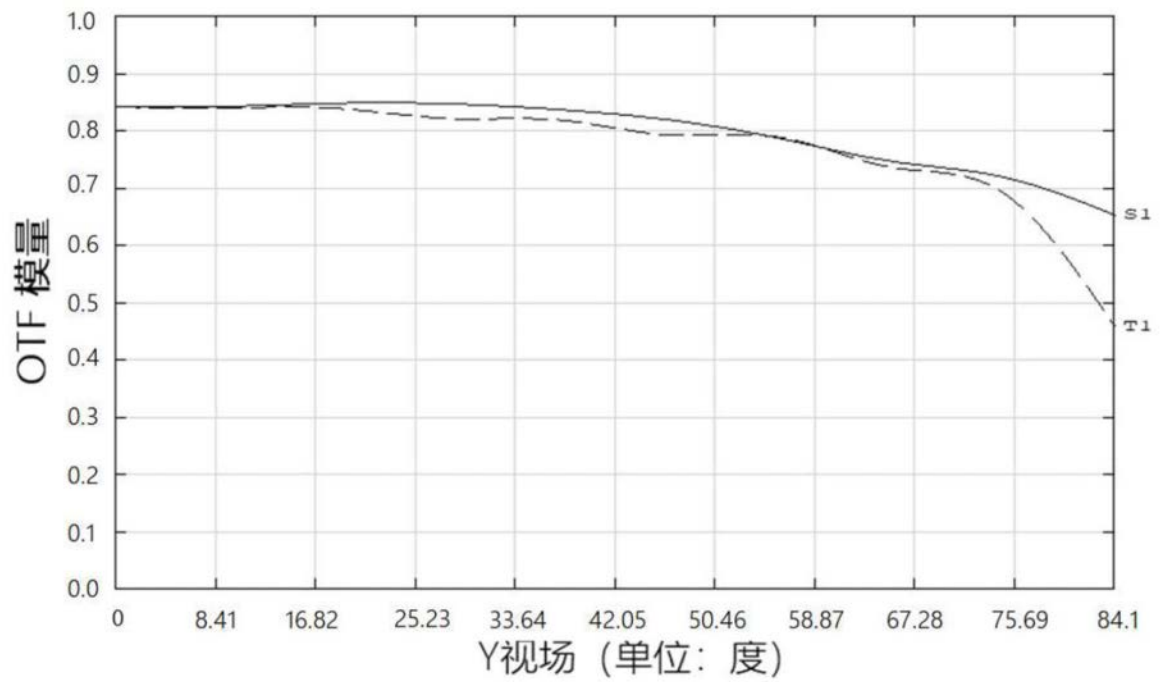


图 5

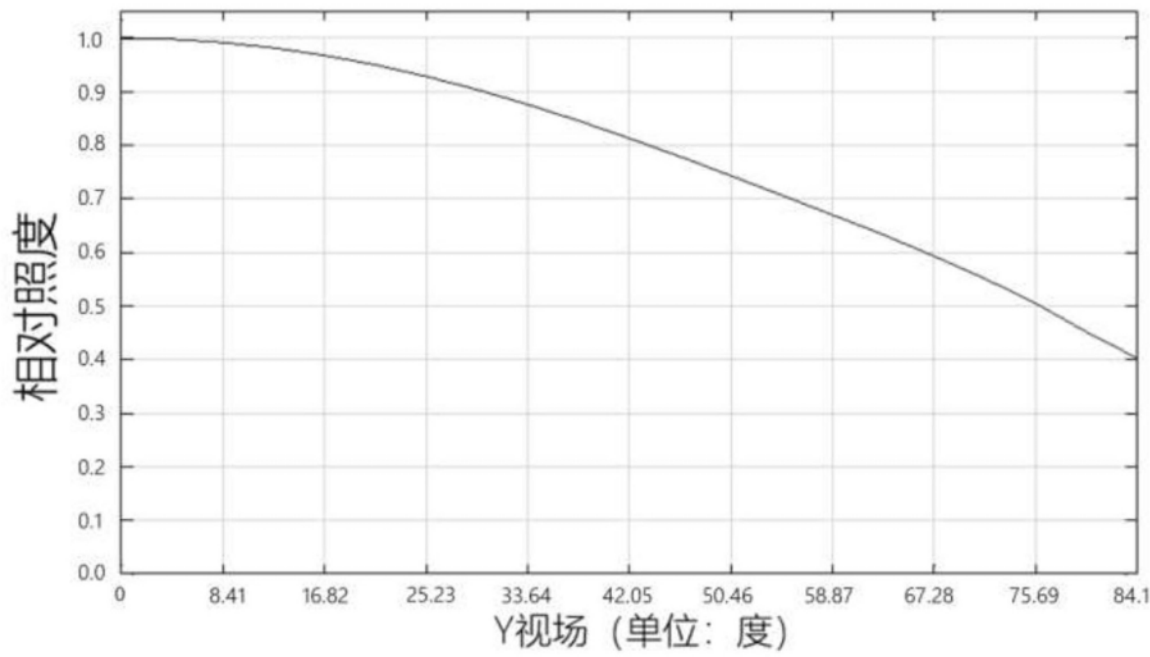


图 6

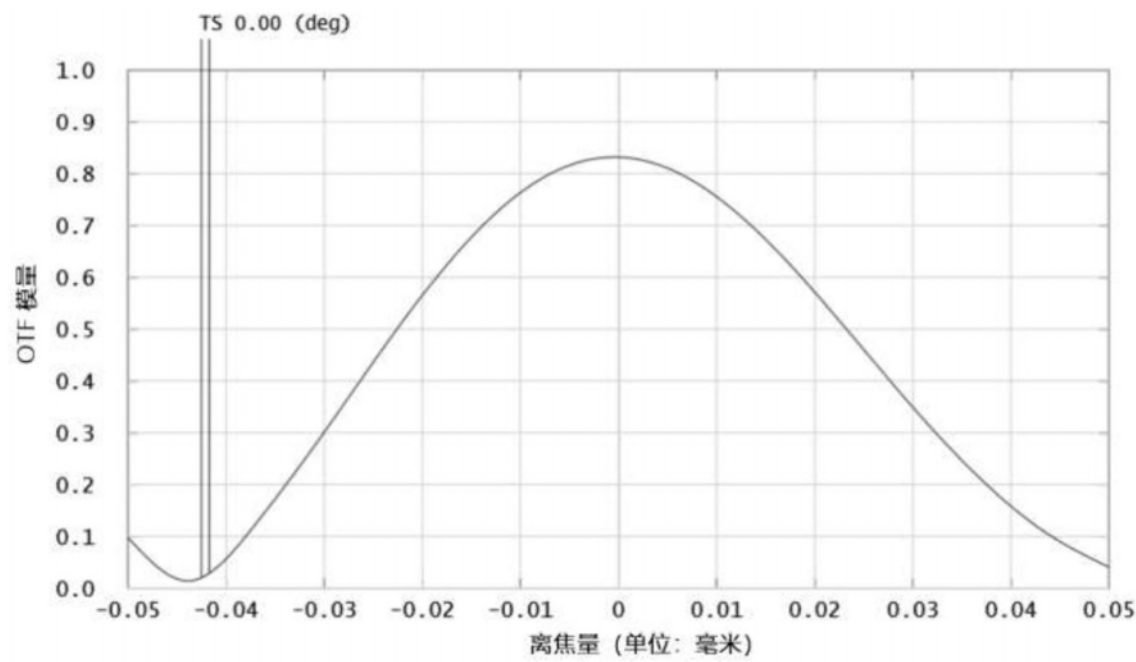


图 7

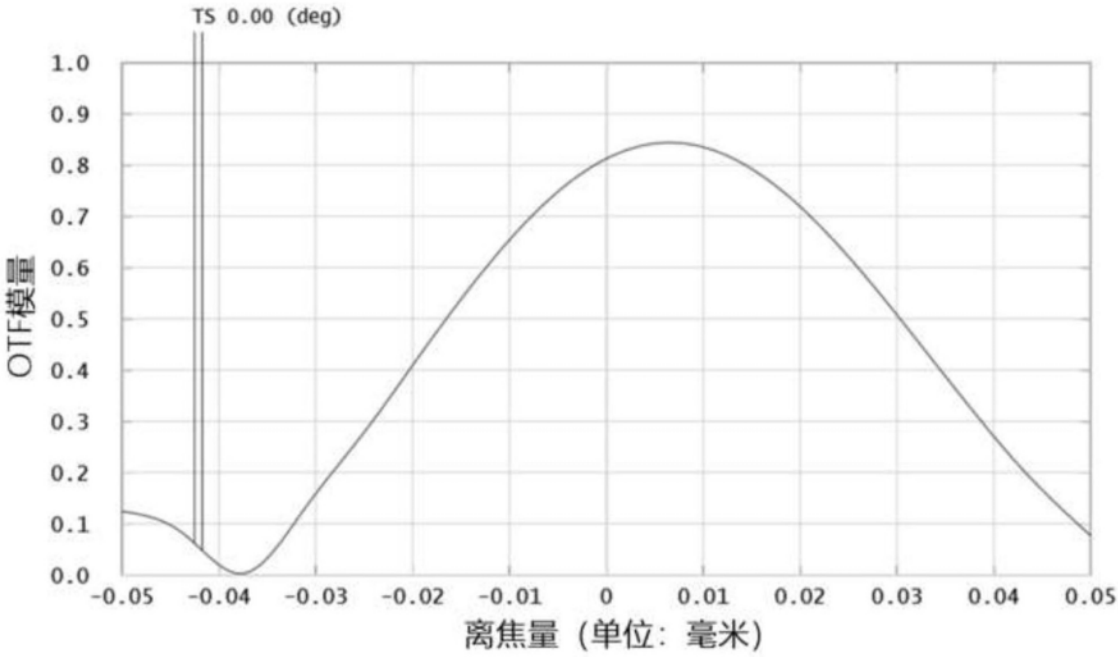


图 8

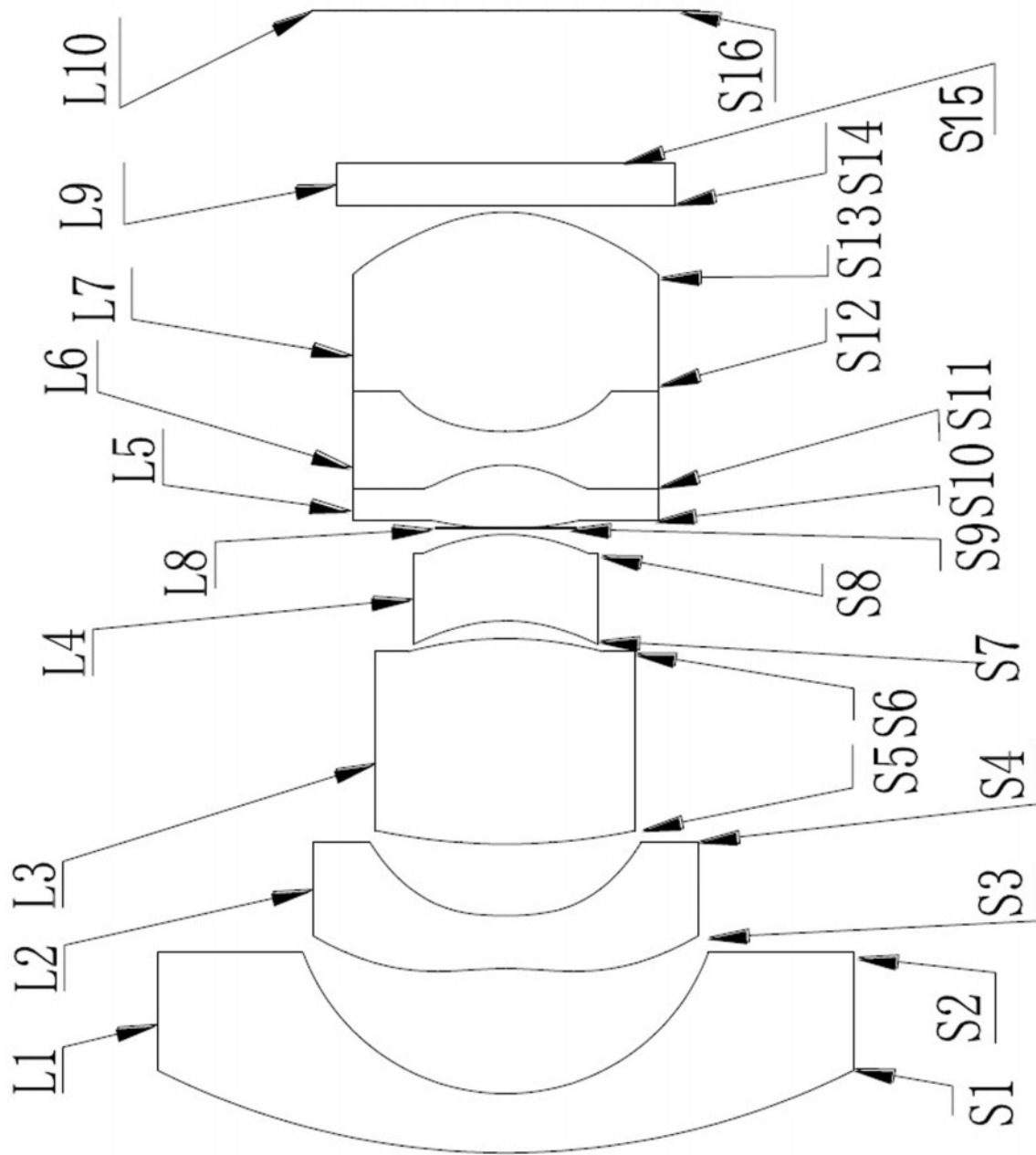


图 9

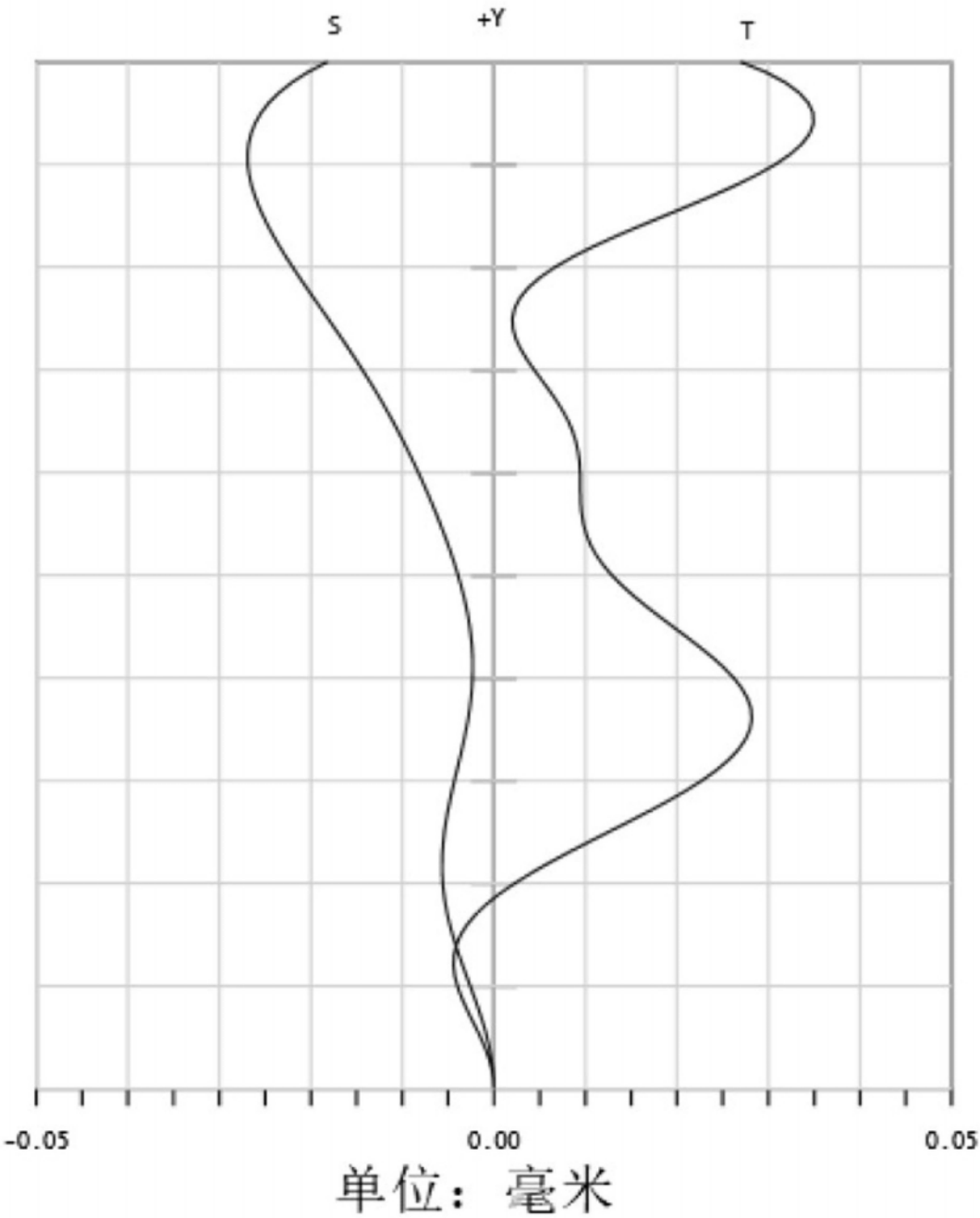


图 10

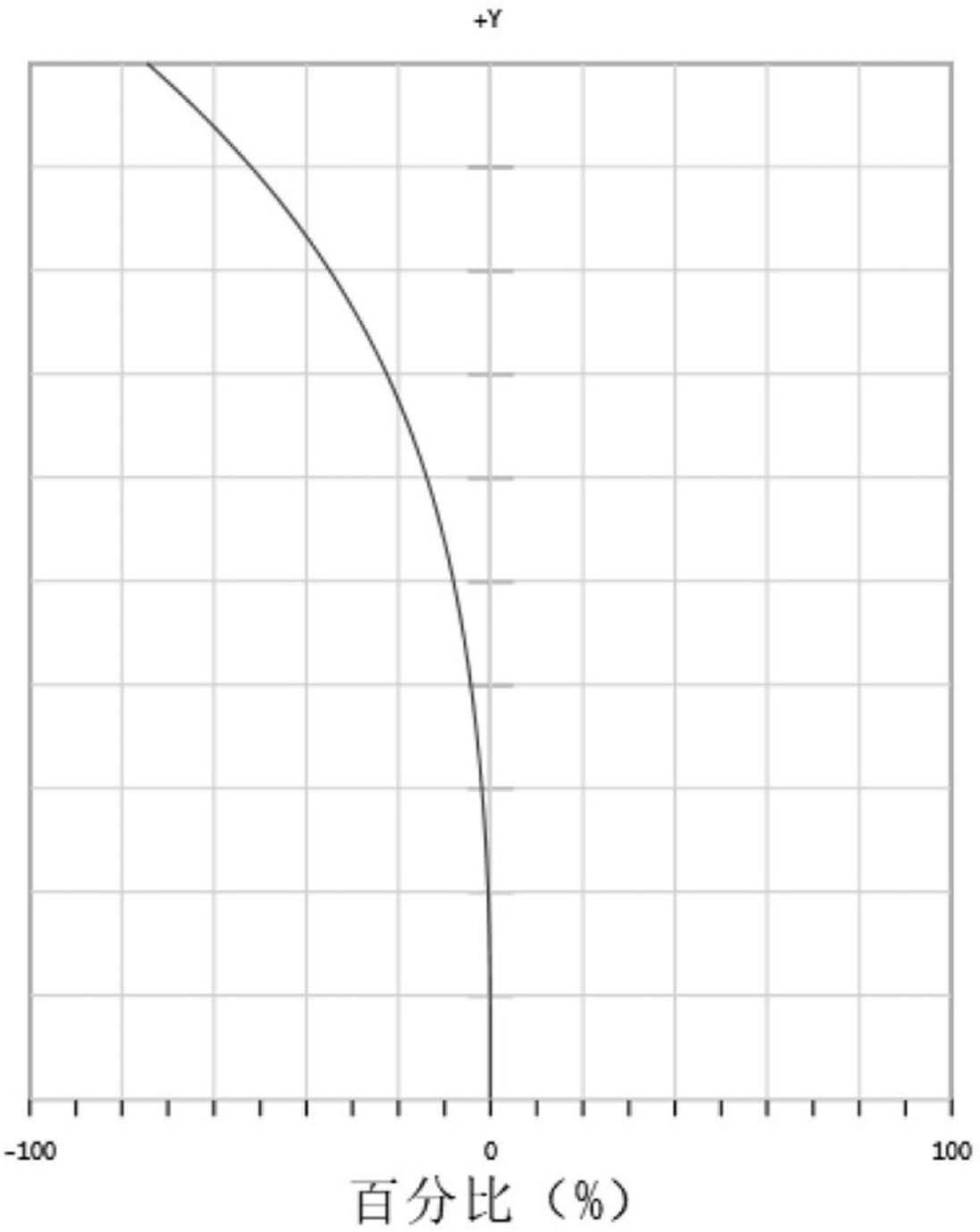


图 11

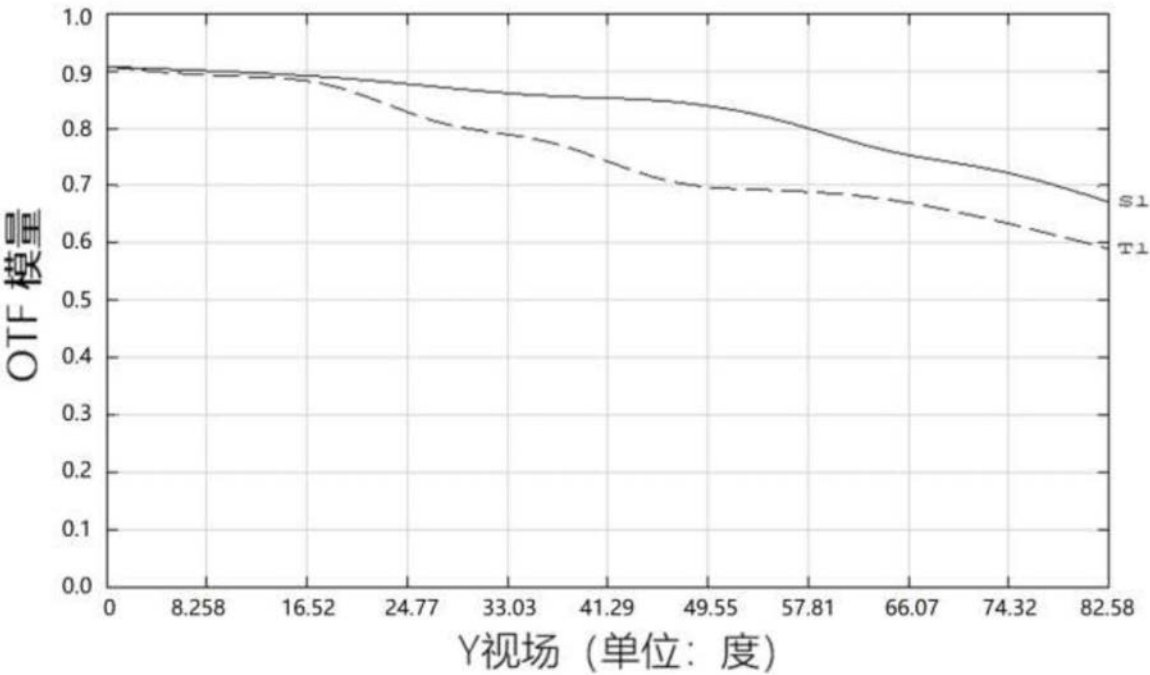


图 12

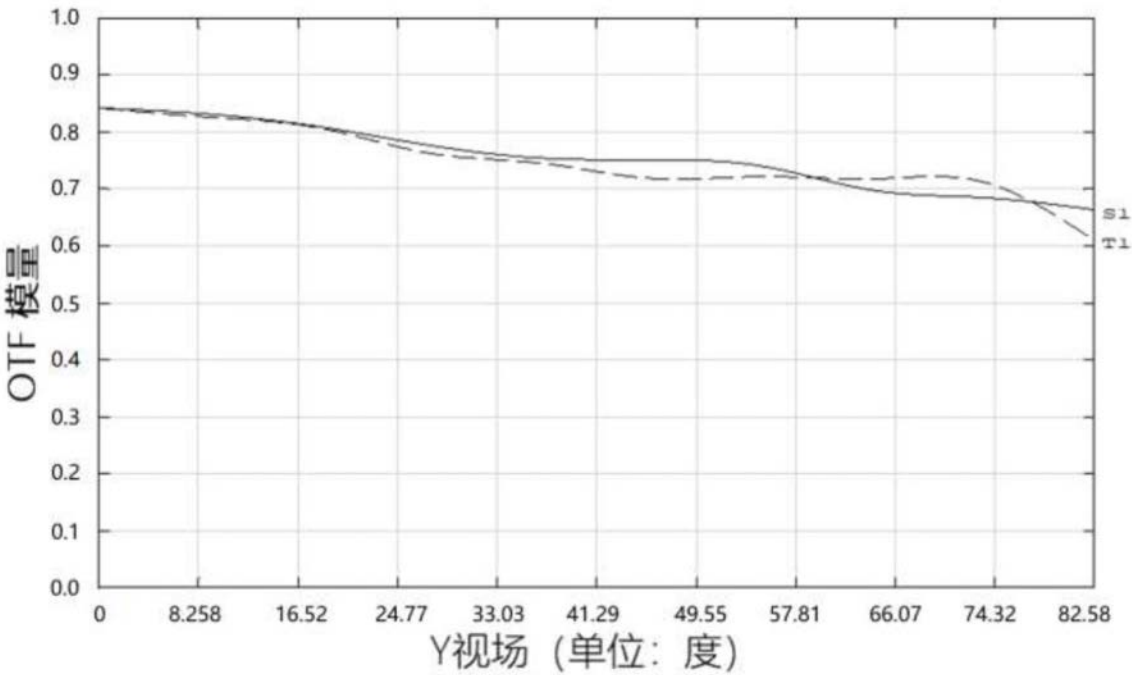


图 13

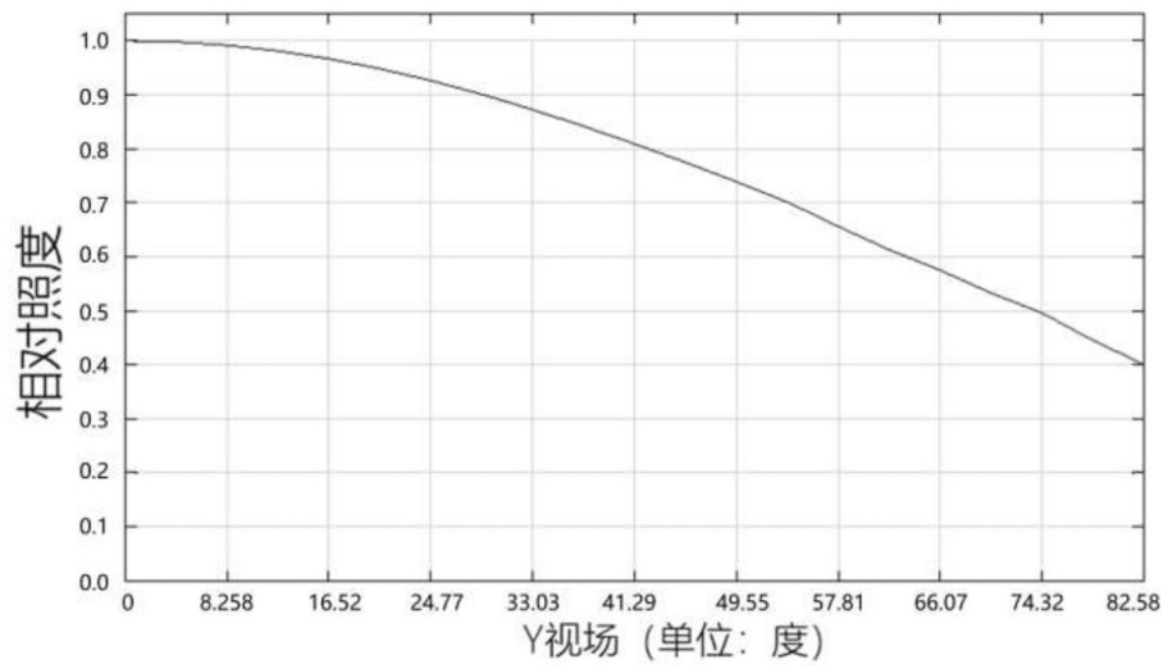


图 14

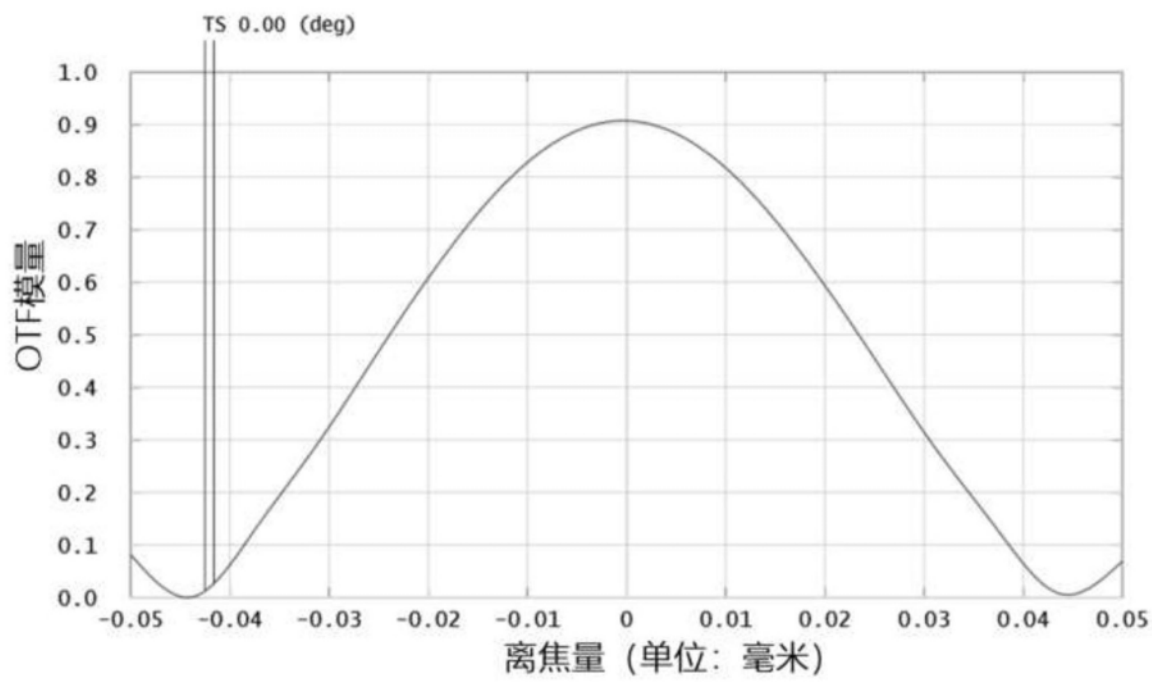


图 15

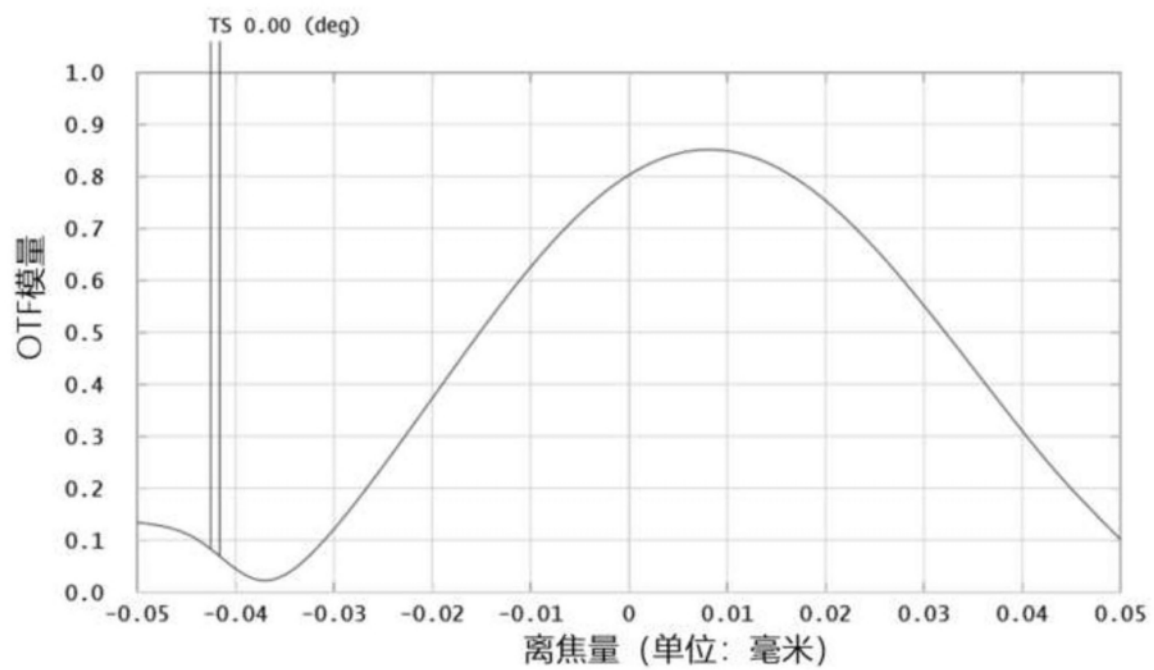


图 16