



[12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200520029310.2

[45] 授权公告日 2006 年 11 月 22 日

[11] 授权公告号 CN 2840093Y

[22] 申请日 2005.10.12

[21] 申请号 200520029310.2

[73] 专利权人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130031 吉林省长春市东南湖大路 16 号

[72] 设计人 孙 强 葛振杰

[74] 专利代理机构 长春科宇专利代理有限责任公司
代理人 梁爱荣

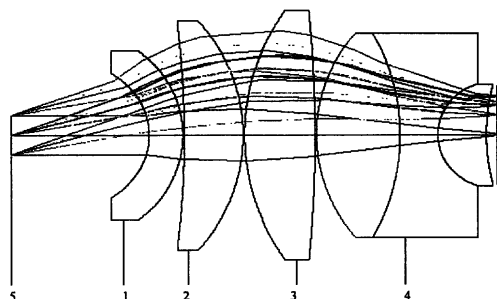
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 4 页

[54] 实用新型名称

全投入式头盔显示系统

[57] 摘要

本实用新型属于全投入式头盔显示系统，包括孔径光阑 5、第一透镜 1、第二透镜 2、第三透镜 3、透镜组 4 和显示器 6，当采用小尺寸、高像素的微显示器，同时具有大出瞳直径和大眼点距的目镜，必然会导致很大的入射角和投射高，从而引起很大的高级像差，本实用新型用第二透镜、第三透镜和第四透镜来压缩光线，第一透镜和第五透镜来平衡由于第二透镜、第三透镜和第四透镜产生的像差，从而获得大出瞳直径、大眼点距和大视场的目镜系统；采用 OLED 显示器或 AMLCD 显示器作为图像源，它有体积小、质量轻、分辨率高、视场较大和且无高压连接，与之相匹配的目镜系统组合成头盔全投入式盔显示系统体积小，质量轻、使用安全并方便。



1、全投入式头盔显示系统，其特征在于包括有：第一透镜（1）、第二透镜（2）、第三透镜（3）、透镜组（4）、孔径光阑（5）和显示器（6），沿着光线传播方向依次放置孔径光阑（5）、第一透镜（1）、第二透镜（2）、第三透镜（3）、透镜组（4）和显示器（6）；孔径光阑（5）的出光面与第一透镜（1）的输入面有一定距离且相对放置；第一透镜（1）采用弯月形凹透镜或平凸透镜，第一透镜（1）的输出面与第二透镜（2）的输入面相对放置；第二透镜（2）采用弯月形凹透镜或双凸透镜，第二透镜（2）的输出面与第三透镜（3）的输入面相对放置；第三透镜（3）采用双凸透镜或弯月形凸透镜，第三透镜（3）的输出面与透镜组（4）的输入面相对放置；透镜组（4）的输出面与显示器（6）的输入面相对放置。

2、根据权利要求1所述的全投入式头盔显示系统，其特征在于，透镜组（4）含有第四透镜（7）、第五透镜（8）、第六透镜（9）；第四透镜（7）采用双凸透镜或弯月形凸透镜，第四透镜（7）的输出面与第五透镜（8）的输入面胶合；第五透镜（8）采用双凹透镜或弯月形凸透镜，第五透镜（8）的输出面与第六透镜（9）的输入面胶合；第六透镜（9）采用双凸透镜或弯月形凸透镜。

3、根据权利要求1所述的全投入式头盔显示系统，其特征在于，第二透镜（2）、第三透镜（3）、第四透镜（7）和第六透镜（9）的折射率选择为1.6-1.8、阿贝数为50-65的冕牌玻璃；第一透镜（1）和第五透镜（8）的折射率选择为1.6-2.0、阿贝数为20-40重火石玻璃。

全投入式头盔显示系统

技术领域

本实用新型属于光学成像系统，涉及一种头盔显示系统。

背景技术

随着现代战斗机的机动性能不断提高，空对空导弹朝着大离轴角（ $\pm 30^\circ$ ）方向发展，光学瞄准具（视场角为 10° ）和平视显示器（ $14^\circ - 18^\circ$ ），因受其视场角的限制已不能完全满足武器匹配的需要。因此，不受其视场角限制的头盔瞄准具和头盔显示器已受到世界各国的重视，并相继发展成为头盔瞄准系统而成为航空火力控制系统中的一个重要组成部分。现代的头盔显示器根据需要，可以设计成护目型和透视型。护目型头盔显示器是将显示器的图像经过光学系统，成放大虚拟图像，人眼只能看到显示器上的图案或信号成的虚像；而透视型头盔显示器是将经过放大的虚像投射到人眼前，叠加到现实的外界环境上，人眼可以同时观看显示器和外界景色。随着军事现代化的快速发展，头盔显示器在军事上（比如单兵作战和武装直升机）占有越来越重要的作用，特别是八十年代前苏联研制出具备离轴发射能力 R-73 空对空导弹，并配备了头盔显示器后，世界各国都加大了对头盔显示器的研究力度。美国当时由于没有离轴发射能力的导弹和担心头盔显示器对驾驶员的负面影响，曾持观望态度。但是随着头盔显示器的重要性逐渐被认识到，美国也积极开展了这方面的研究工作，并利用其技术上的优势，后来居上，并在众多项目中进行了验证试验，

并有望在未来几年内装备到 F/A-18、F/A-15、F/A-16 等飞机上。而中国目前还没有这方面的产品。由于头盔显示器戴在驾驶员头上，如果太重或重心设计的不好，就会使驾驶员的颈部在大过载机动或弹射时受伤。现在头盔显示器一般都使用 CRT 作为图像源，而 CRT 有体积大、质量大、易碎等缺点；传统的护目型头盔显示系统，包括目镜和 CRT 显示器；其中目镜一般都采用 Erfle 目镜，其结构如图 1 所示，包括双胶合透镜组 1-1、透镜 1-2 和双胶合透镜组 1-3、孔径光阑 1-4、像面 1-5。

发明内容

传统护目型头盔显示系统中使用 CRT 作为图像源，它有体积大、易碎、质量大、分辨率低、视场较小和且有高压连接等问题，而且与之相匹配的目镜视场也较小，为了解决传统护目型头盔显示系统视场小，质量大、且有高压给使用者带来危险和使用不方便的问题，本实用新型的目的是将要提出一种大视场、质量轻、使用安全并方便的全投入式头盔显示系统。

为了实现上述目的，本实用新型采用的技术方案，第一透镜、第二透镜、第三透镜、透镜组、孔径光阑和显示器，沿着光线传播方向依次放置孔径光阑、第一透镜、第二透镜、第三透镜、透镜组和显示器；孔径光阑的出光面与第一透镜的输入面有一定距离且相对放置；第一透镜的输出面与第二透镜的输入面相对放置；第二透镜的输出面与第三透镜的输入面相对放置；第三透镜的输出面与透镜组的输入面相对放置；透镜组的输出面与显示器的输入面相对放置。

本实用新型工作时，显示器的光信息通过透镜组、第三透镜、第

二透镜、第一透镜、孔径光阑在光信息传播的反方向处呈现大屏幕图像。

本实用新型的全投入式头盔显示系统采用 OLED 或 AMLCD 作为图像源，它有体积小、质量轻、分辨率高、视场较大和且无高压连接，与之相匹配的目镜系统的体积也小，质量轻，例如根据 OLED 微显示器设计出瞳直径为 6mm、眼点距为 20mm 和全视场为 50° 头盔显示系统。对于本实用新型，要求具有大出瞳直径和大眼点距的目镜，而且还要求具有小尺寸、高像素的微显示器；上述小尺寸、高像素的一般要求采用短焦距的光学系统，而大出瞳直径和大眼点距的目镜一般要求采用长焦距的光学系统。当要采用小尺寸、高像素的微显示器，同时具有大出瞳直径和大眼点距的目镜，必然会导致很大的入射角和投射高，从而引起很大的高级像差，所以本实用新型采用的结构特殊之处在于用第二透镜、第三透镜和第四透镜三个透镜来压缩光线，第一透镜和第五透镜来平衡由于第二透镜、第三透镜和第四透镜产生的像差，特别是场曲、球差、色差；第一透镜和第五透镜的两个弯曲面产生一定的正场曲以平衡其他透镜产生的负场曲；第一透镜和第五透镜还用来产生正色差来平衡正透镜即第二透镜、第三透镜、第四透镜产生负色差；从而获得大出瞳直径、大眼点距和大视场的目镜系统；结合上述的 OLED 微显示器和目镜系统，就使得组合而成的全投入式型头盔显示系统视场大、质量轻、体积小、使用安全并方便。

附图说明

图 1 是传统的 Erfle 目镜光学系统结构示意图

图 2 是本实用新型的一种实施例结构示意图

图 3 是本实用新型的一种实施例中透镜组 4 的示意图

图 4A、4B、4C、4D、4E 是本实用新型一种实施例的像质分析图

具体实施方式

结合附图 2，对本实用新型的实施做进一步说明：

一种实施例包括：第一透镜 1、第二透镜 2、第三透镜 3、透镜组 4、孔径光阑 5 和显示器 6。本实用新型工作波段为可见光波段，设计时采用 $0.656\ \mu\text{m}$ 的 C 光、 $0.587\ \mu\text{m}$ 的 D 光、 $0.486\ \mu\text{m}$ 的 F 光；目镜的出瞳直径为 6mm，全视场角为 50° ($40^\circ \times 30^\circ$)，出瞳距为 20mm；系统总长：60mm-75mm（包括出瞳距）。

采用反向设计，即从-2 米远的虚拟图像（由于太远，在图中没有画出）开始，以全视场角 50° 到达孔径光阑 5，再从孔径光阑 5 按正方向（往右方向）传播，经过第一透镜 1、第二透镜 2、第三透镜 3 和透镜组 4，到达显示器 6。其中孔径光阑 5 代表人眼，孔径光阑 5 可采用直径为 6mm 的孔径光阑，孔径光阑 5 的出光面与第一透镜 1 的输入面有 20mm 距离且相对放置；第一透镜 1 采用弯月形凹透镜或平凸透镜，第一透镜 1 的输出面与第二透镜 2 的输入面有 0.2mm-0.3mm 的距离并相对放置；第二透镜 2 采用弯月形凹透镜或双凸透镜，第二透镜 2 的输出面与第三透镜 3 的输入面有 0.2mm-0.3mm 的距离并相对放置；第三透镜 3 采用双凸透镜或弯月形凸透镜，第三透镜 3 的输出面与透镜组 4 的输入面有 0.2mm-0.3mm 的距离并相对放置；透镜组 4 含有第四透镜 7、第五透镜 8、第六透镜 9；第四透镜 7 采用双凸透镜或弯月形凸透镜，第四透镜 7 的输出

面与第五透镜 8 的输入面胶合；第五透镜 8 采用双凹透镜或弯月形凸透镜，第五透镜 8 的输出面与第六透镜 9 的输入面胶合；第六透镜 9 采用双凸透镜或弯月形凸透镜。透镜组 4 的输出面与显示器 6 的输入面有 1.6mm-3.3mm 的距离并相对放置，显示器 6 采用有机电致发光二极 OLED，尺寸为 12mm×9mm、全彩、分辨率为 800（×3）600、亮度 >70cd/m²、带有 RGB 接口，可直接与计算机连接，显示器 6 还可采用液晶显示器 AMLCD。

第二透镜 2、第三透镜 3 和第四透镜 7 的折射率选择为 1.6-1.8、阿贝数为 50-65 的冕牌玻璃。第一透镜 1 和第五透镜 8 的折射率选择为 1.6-2.0、阿贝数为 20-40 的重火石玻璃。第六透镜 9 折射率选择为 1.6-1.8，阿贝数为 50-65 的冕牌玻璃。

第一透镜 1 可采用 ZF14、ZF13、ZF7、ZLAF3 或 ZLAF2 等重火石玻璃；第二透镜 2 可采用 LAK12、LAK10、LAK8、ZK14 或 LAK7 等冕牌玻璃；第三透镜 3 可采用 LAK12、LAK10、LAK8、ZK14 或 LAK7 等冕牌玻璃；第四透镜 7 可采用 LAK12、LAK8、ZK14、LAK10 或 LAK7 等冕牌玻璃；第五透镜 8 可采用 ZF14、ZF13、ZF7、ZLAF3 或 ZLAF2 等重火石玻璃；第六透镜 9 可采用 LAK4、ZK14、ZK9、ZBAF1 或 LAK21 等冕牌玻璃。

本实用新型设计时，按虚拟图象到眼睛，再到显示器方向进行设计，所用的透镜全部采用球面镜；第二透镜 2、第三透镜 3 用来压缩光线，为了不产生过大高级像差，采用高折射率低色散的冕牌玻璃，同时为了有利于减小场曲，应让两透镜之间尽量进行密接，这样也有利于减小斜光束在第三透镜 3 上的投射高。采用高折射率高色散的玻

璃，形状采用弯月形负透镜，以便补偿第二透镜 2、第三透镜 3 和第四透镜 7 产生的色差；同时产生正场曲，抵消系统后面负场曲。透镜组 4 采用三胶合透镜组，第四透镜 7 也用来压缩光线；第五透镜 8 用来产生正色差和正场曲，用来补偿第二透镜 2、第三透镜 3 和第四透镜 7 产生的负色差和负场曲；第六透镜 9 用来平缓输出光线。在整个设计开始阶段，即设计第一透镜 1、第二透镜 2、第三透镜 3 时应使当时系统的彗差和像散达到最小。

图 4A、4B、4C、4D、4E 是本实用新型的像质分析图，其中图 4A 为垂轴像差、图 4B 为轴向像差、图 4C 为垂轴色差、图 4D 为光学传递函数、图 4E 为波前差。目镜系统全视场为 50° ($40^\circ \times 30^\circ$)，设计时目镜系统全视场的比例尺可分为 0、0.5、0.7、0.85、1 五个视场；子午和弧矢方向对应显示器按 4:3 设计，具体的视场分别为：视场 1：子午 0.00 度、弧矢 0.00 度，视场 2：子午 10.00 度、弧矢 7.50 度，视场 3：子午 14.00 度、弧矢 10.50 度，视场 4：子午 17.00 度、弧矢 12.75 度，视场 5：子午 20.00 度、弧矢 15.00 度；图中除了标出或经过说明外的其它单位均为 mm。图 4A 中，共有 10 个图，分五个视场；每个视场的第一个图为子午方向，第二个图为弧矢方向；图中横坐标代表孔径光阑 5 的口径，最大尺寸为 3mm；纵坐标代表像差大小，最大尺寸为 $50\ \mu\text{m}$ ；图 4B 为轴向像差；图中横坐标代表轴向像差大小；纵坐标代表孔径光阑 5 口径，最大尺寸 3mm；图 4C 为垂轴色差，图中横坐标代表垂轴色差大小，单位为 μm ；纵坐标代表视场，单位为度，最大半视场为 25 度；图中两个垂轴线代表衍射斑的

大小。图 4D 为光学传递函数，图中横坐标代表空间线对数（单位：线对/mm）；纵坐标代表 MTF 值，每格为 0.1；图中每个视场的 MTF 曲线中前一个为子午方向的 MTF，后一个为弧矢方向的 MTF。图 4E 为波前差，表示 D 光在视场 1 的波前差为 0.45 个 D 光波长。

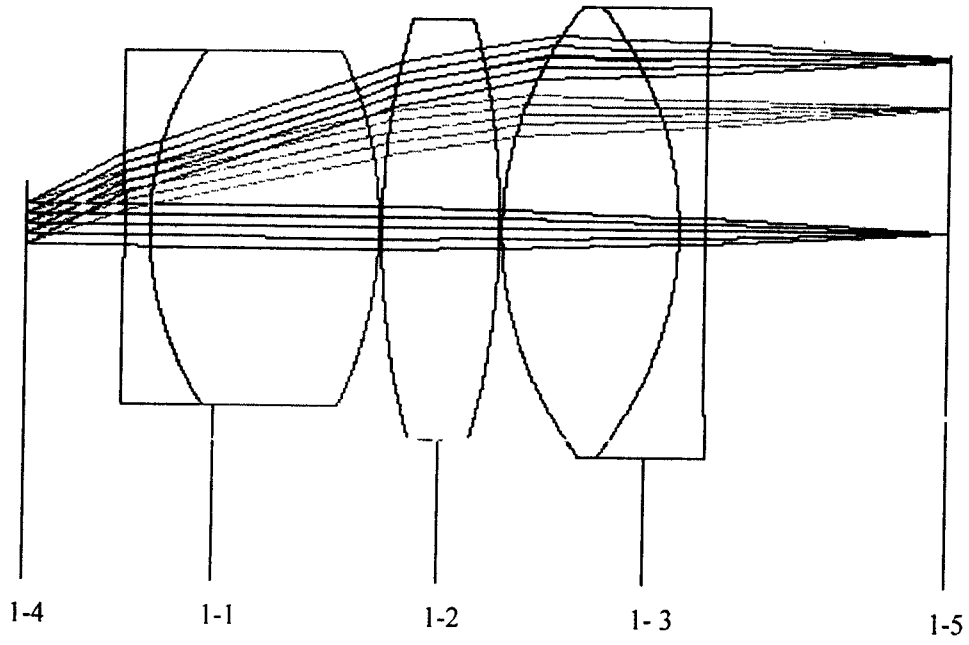


图 1

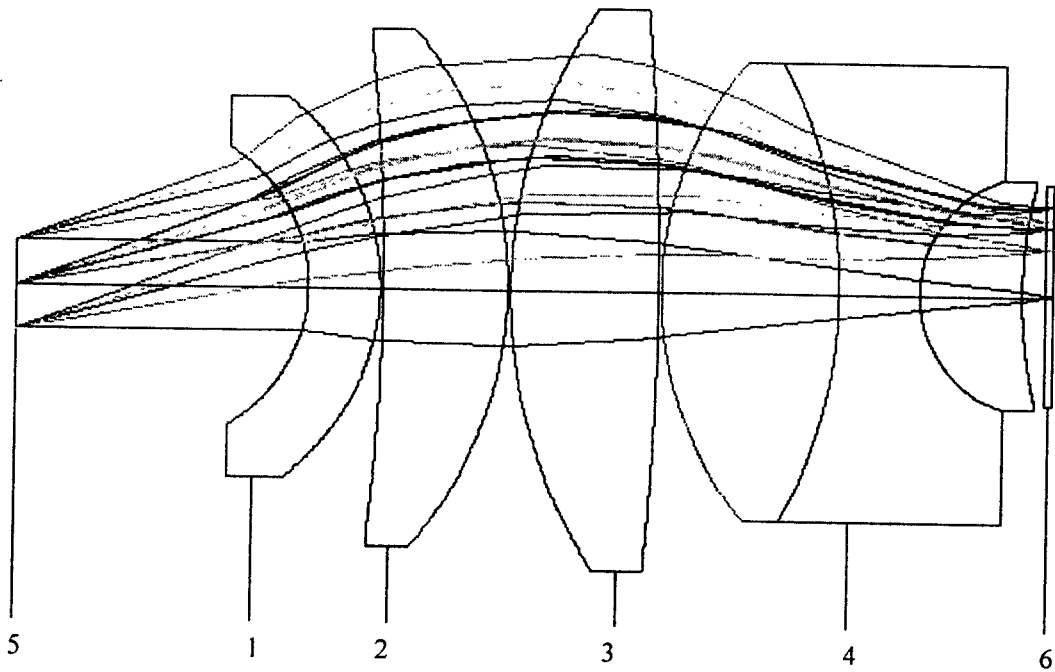


图 2

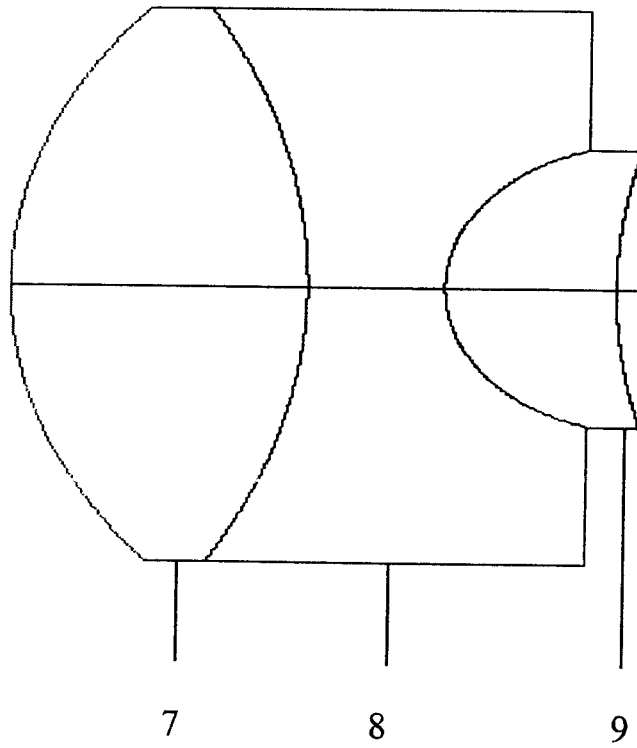


图 3

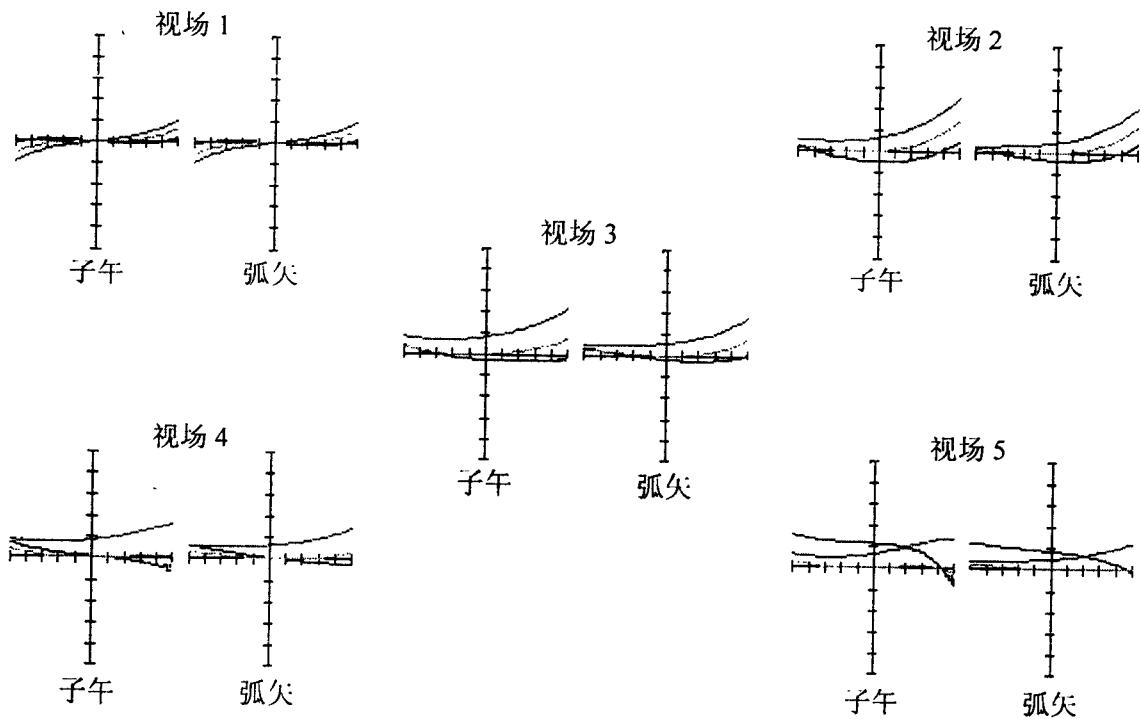


图 4A

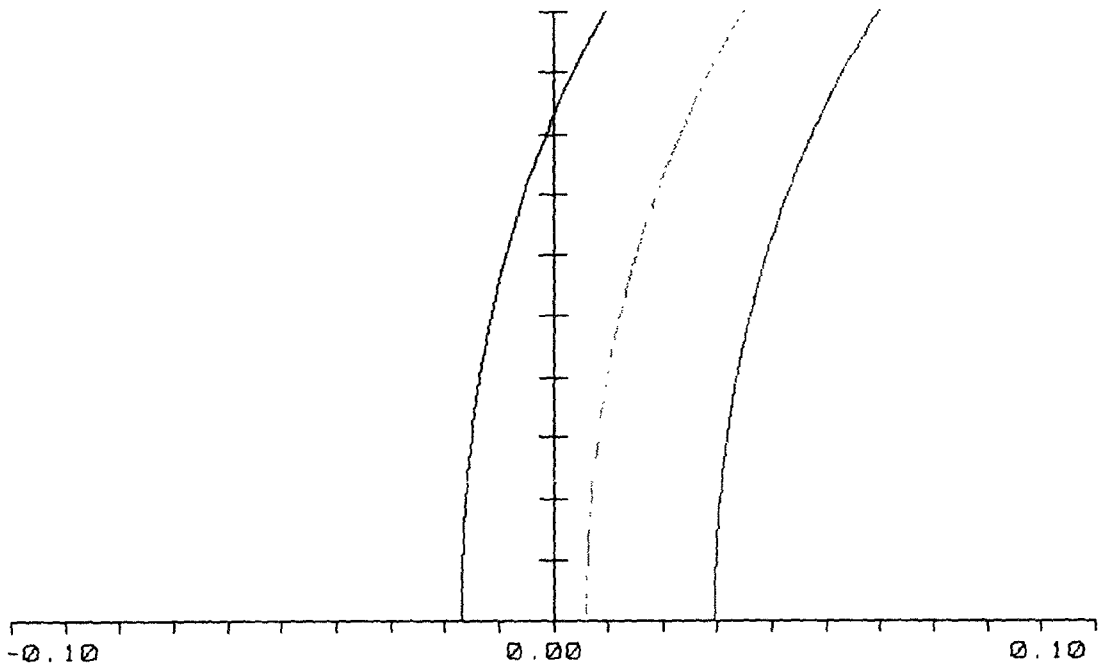


图 4B

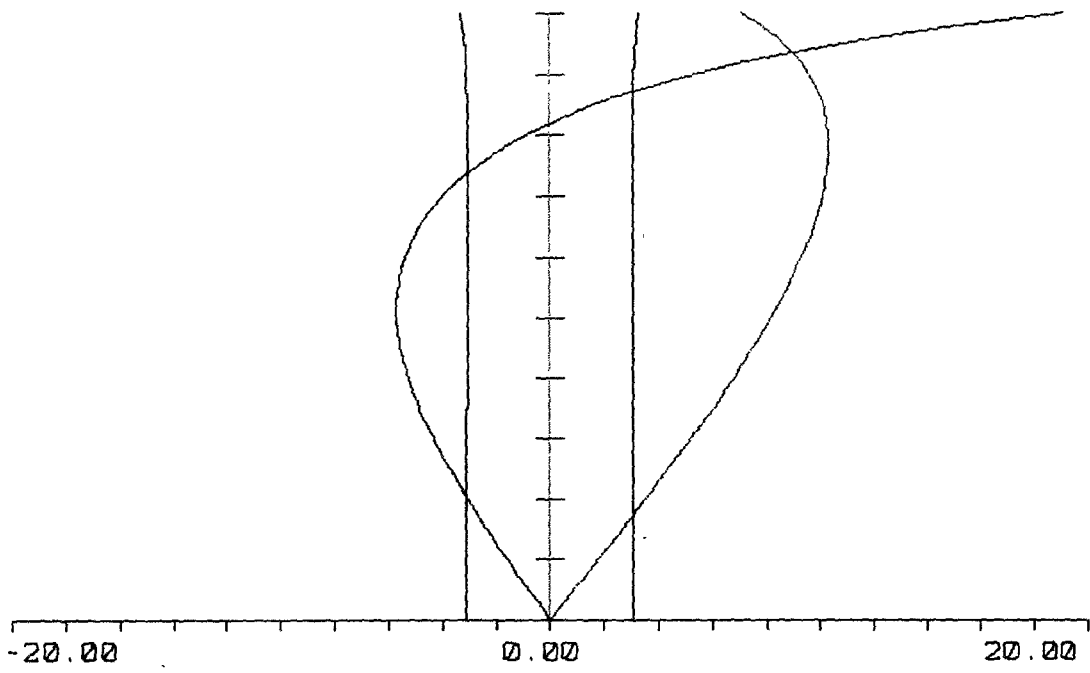


图 4C

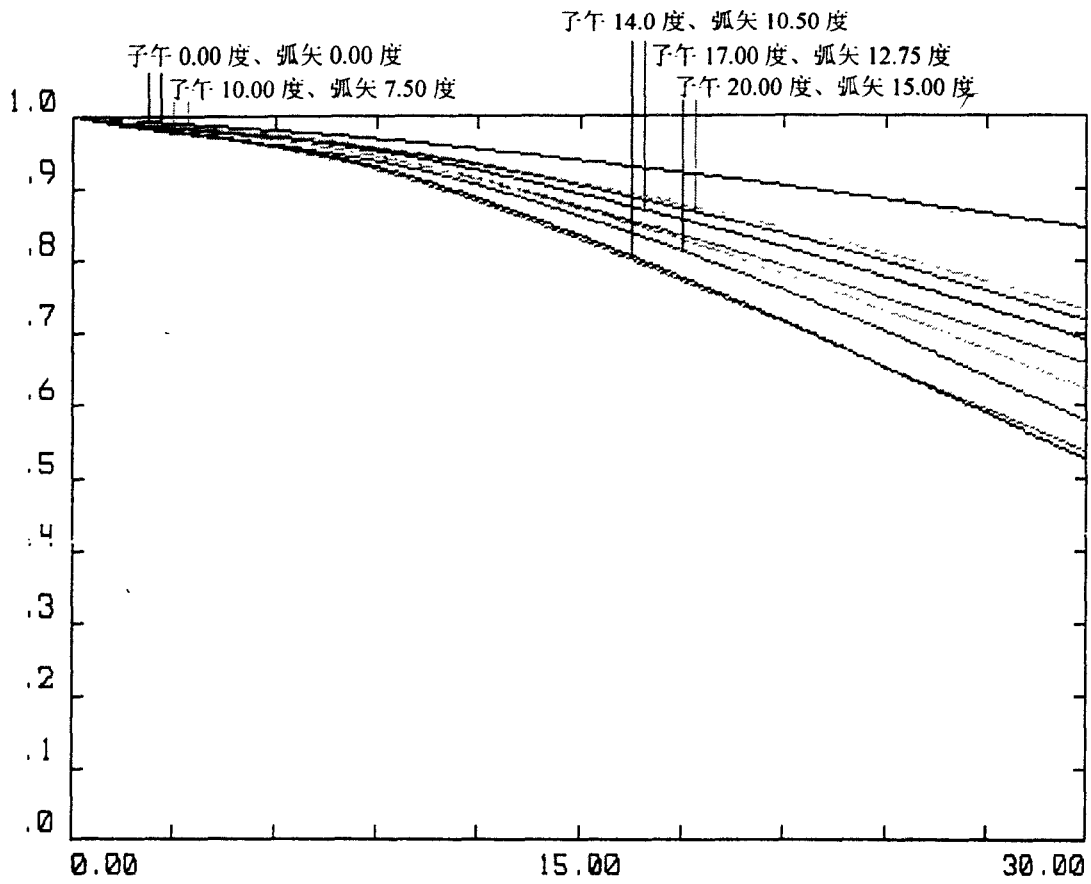


图 4D

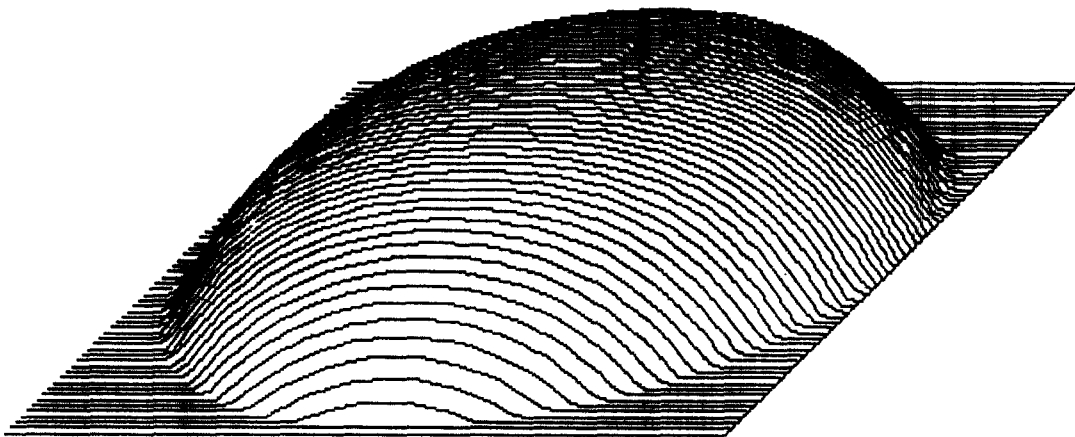


图 4E