

渐进多焦点镜片表面初始矢高模型的设计

卢宏炎¹, 白东峰¹, 马建文²

¹河南工业职业技术学院, 河南 南阳 473009

²长沙学院, 湖南 长沙 410003

摘要 渐进多焦点镜片的面形设计是在镜片表面初始矢高模型基础之上进行的,设计的关键在于镜片子午线曲线的选择。通过对渐进多焦点镜片的渐变区面形分析,对镜片变化的曲率中心的方位准确定向,分析了曲率渐变对镜片像散和棱镜度的影响,提出了一种采用渐开线作为渐进多焦点镜片子午线曲线的设计思路,并建立了基于渐开线作为渐变区子午线的渐进多焦点镜片表面初始矢高模型。

关键词 光学设计; 渐进多焦点; 子午线; 初始矢高; 渐开线

中图分类号 TH702 **文献标识码** A

doi: 10.3788/LOP54.032201

Design for Initial Vector Height Model of Progressive Addition Lenses Surface

Lu Hongyan¹, Bai Dongfeng¹, Ma Jianwen²

¹Henan Polytechnic Institute, Nanyang, Henan 473009, China;

²Changsha University, Changsha, Hunan 410003, China

Abstract The face shape design of progressive addition lenses is based on the original vector height model of the lens surface. The key of the design lies on the choice of the meridian curve of the lens. Based on the analysis of surface shape in gradient zone of progressive addition lenses, accurate orientation of the center of curvature of the lens is made. The influence of the gradient curvature on the lens astigmatism and prism degree is analyzed. A design idea of using involute as the meridian of progressive addition lens is presented. The initial vector height model of the surface of the progressive addition lens is established based on the involute as the meridian in gradient area.

Key words optical design; progressive addition; meridian; initial vector height; involute

OCIS codes 220.3620; 220.4610; 220.3630

1 引言

渐进多焦点镜片作为双焦镜片的升级产品,可应用于眼镜,由于其较好地解决了中老年人用一副眼镜对远近视场调焦困难的问题,越来越受到人们的重视。随着设计技术和工艺水平的不断成熟,渐进片的发展已经进入了一个相对稳定的阶段。

渐变多焦点镜片的主要特征是:在镜片上方固定的视远区和镜片下方固定的视近区之间有一段屈光力连续变化的过渡区域,该镜片区域即称为渐变区。在该区域,通过镜片曲率半径的逐渐变小而达到镜片屈光力(度数)的逐渐增加。

为解决双焦光焦度突变造成的像跳等问题,全世界各国竞相研究开发渐进多焦点镜片。渐进多焦点镜片面型为非旋转对称非球面,它有两个重要瓶颈:一是为解决边部变形像散的面型设计;二是制造工艺技术。初始设计的渐进多焦点在某些方面存在不足,比如视远区不够开阔、通道过窄、像散过大等。人们设计了

收稿日期: 2016-09-23; **收到修改稿日期:** 2016-11-07

基金项目: 河南省基础与前沿技术研究项目(122300410416)

作者简介: 卢宏炎(1968—),男,硕士,副教授,高级工程师,主要从事光电制造技术方面的研究。

E-mail: 710491043@qq.com

Maitenaz 方法、Steele 法、Winthrop 法^[1-2]等以求最大限度解决以上问题。法国 Essilor 公司最新的设计引用了人体工程学,通过减少远用区周边像散区而增宽看远的视场,通过改变周边像散区的轴向增宽看中距离的视场,更加注重人眼视觉生理需求,设计更趋人性化。日本 Hoya 公司采用双面复合渐进设计,考虑人体工学内移量设计和应用眼球回旋定律,将视野歪曲减至最低。目前国内在渐进多焦点镜片的设计与制造工艺研究方面发展迅速^[3-5],苏州大学在已有的设计基础上提出了能获得最佳佩戴视力的优化设计方法^[4];天津大学对超精密车削加工路径的优化设计进行了实验研究,上海理工大学对渐进多焦点子午线的设计采用 Zemax 软件进行模拟,并对其成像过程进行评价。

本文结合人眼成像原理,以应用光学理论为基础,力求建立一种渐进多焦点镜片面型模型,分析渐进多焦点镜片的视区面形和渐变区像散等问题。

2 设计思路

渐进片个性化的设计正是为解决人眼远近视场的需要,代替人眼部分调节功能,减轻用眼疲劳而产生的。渐进多焦点镜片设计要求:

- 1) 足够大的有效可视区,人眼方便聚焦追踪远近视场;
- 2) 视近区向视远区过渡尽可能平缓,不产生镜度突变和像跳;
- 3) 周边像散尽可能小,使用者比较容易适应。

渐进片设计的改进就是要在上述几组互相矛盾的要求之间调整这些参数的倚重程度,设计者往往根据佩戴者的需求在各个参数之间取得平衡。

3 面形设计

渐变多焦点镜片的主要特征是:上方的视远区和下方的视近区屈光力固定,基本无明显像差存在。上下之间有一段屈光力连续变化的过渡区域,该镜片区域即称为渐变区。在该区域,镜片屈光力的逐渐增加,域的中间部分称为“渐变槽(通道)”,即为视觉的可用部分。

理想的渐进多焦点面型结构应该是:视远区和视近区均为球面面形,形成稳定的镜度;中间过渡部分面形是镜片曲率半径从视远到视近的逐渐变化形成的,从而达到镜度渐变。如图 1 所示。

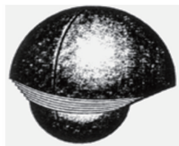


图 1 渐变多焦点镜片结构示意图

Fig. 1 Structural diagram of progressive addition lens

当前主要的设计方法如 Maitenaz 方法、Steele 法、Winthrop 法^[1-2]等,这些方法的关键在于对子午线曲线的优化,而忽略了对镜片变化的曲率中心的方位和曲率位移变化率即曲率变化坡度的分析,也没有考虑曲率渐变对镜片棱镜度的影响。众所周知:渐变区曲率连续变化,如果曲率中心的指向不确定,镜片曲率大小和面形都不能确定,且人眼球捕捉物体聚集时眼球移动方位不确定;曲率位移的非线性变化率将直接造成人眼观察视场晕眩;还有不合理棱镜效应造成视场变化产生像跳等。这些都是与渐进多焦点设计要求相违背的。建立一种渐进多焦点镜片面型模型,分析渐进多焦点镜片的视区面形和渐变区像散等问题很有必要。

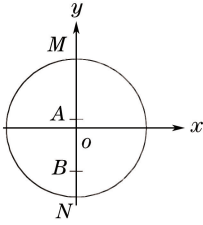
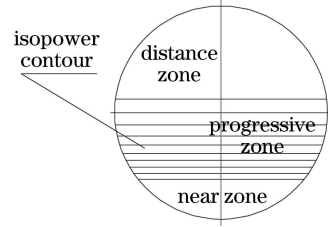
3.1 模型建立

渐进片的面形设计兼顾考虑其后的工艺设计。

首先确定镜片上子午线镜度变化曲线,如图 2 是渐进片 xy 平面示意图, MN 为镜片的子午线, A 为视远点, B 为视近点, AB 为渐变区子午线。子午线曲率变化曲线的设计可以采用取边界条件解偏微分方程的方法得到^[6-7]。

再选择通过子午线上任一点与子午线正交的平面,与镜片轮廓相交线是等曲率的圆弧,沿子午线方向与

子午线正交的曲线的曲率依次渐进变化,这种选择适用于全部的镜片子午线,包括视近区、渐变区和视远区。镜片的平面区域分布如图3所示。在后期制作工艺^[5,8]也是这样:先加工视远区球面;然后从渐变区开始沿子午线方向逐步减少曲率逐线加工渐变区,且加工球心始终指向子午线的法向方向;直至渐变区加工完毕,进行视近区的球面加工。这种工艺也适用于电脑编程数控加工^[8]。

图2 镜片 xy 平面示意图Fig. 2 Schematic of xy plane of lens图3 镜片 xy 平面区域分布图Fig. 3 Distribution diagram of xy plane domain of lens

3.2 面形参数设计

结合以上论述,渐进多焦点镜片面形设计必须保证在一定线性范围内的曲率连续变化。在子午线上曲率变化方式可有多种方式,如线性变化、标准曲线变化或采用取边界条件解偏微分方程的方法得到的曲线变化等。子午线曲线选用渐开线如图4所示 \widehat{EK} 上的一段 \widehat{AB} ,作为渐变区的子午线进行面形参数设计。渐开线上每点的曲率半径从 E 到 K 连续变化,且每点的曲率中心有明确的方向和位置,曲率半径恒与基圆相切,切点即为曲率中心。这些都符合渐进片子午线的设计要求。

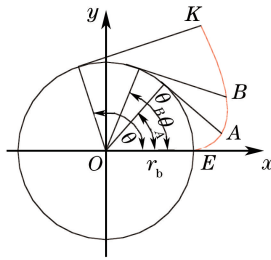


图4 渐开线

Fig. 4 Involute

如图4所示, \widehat{EK} 是渐开线,圆 O 是基圆, r_b 是基圆半径, θ 是发生线在基圆上的滚动角(弧度)。渐开线参数方程为

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r_b & r_b\theta \\ -r_b\theta & r_b \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos\theta \\ \sin\theta \end{pmatrix}, \quad (1)$$

选取不同的基圆 r_b ,总能在渐开线 \widehat{EK} 上找到两点 A 、 B ,使得它们的曲率半径分别等于图4所示视近区曲率半径 R_A 和视远区曲率半径 R_B ,且 \widehat{AB} 长度等于子午线渐变区长度。

A 、 B 两点的滚动角为 $\theta_A = \frac{R_A}{r_b}$ 、 $\theta_B = \frac{R_B}{r_b}$,渐开线曲线 \widehat{AB} 的长度与 A 、 B 两点曲率半径以及 A 、 B 两点滚动角之间有如下关系式

$$\widehat{AB} = \int_{\theta_A}^{\theta_B} \sqrt{x'^2(\theta) + y'^2(\theta)} d\theta = \frac{r_b}{2} (\theta_B^2 - \theta_A^2) = \frac{1}{2r_b} (R_B^2 - R_A^2). \quad (2)$$

由以上可以求出满足渐进多焦点渐进区子午线的渐开线方程的基圆半径 r_b ,以及 A 、 B 点的坐标 (x_A, y_A) 、 (x_B, y_B)

$$r_b = \frac{R_B^2 - R_A^2}{2 \widehat{AB}}, \quad (3)$$

$$\begin{pmatrix} x_A \\ y_A \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{R_B^2 - R_A^2}{2 \widehat{AB}} & R_A \\ -R_A & \frac{R_B^2 - R_A^2}{2 \widehat{AB}} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \frac{2R_A \widehat{AB}}{R_B^2 - R_A^2} \\ \sin \frac{2R_A \widehat{AB}}{R_B^2 - R_A^2} \end{pmatrix}, \quad (4)$$

$$\begin{pmatrix} x_B \\ y_B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{R_B^2 - R_A^2}{2 \widehat{AB}} & R_B \\ -R_B & \frac{R_B^2 - R_A^2}{2 \widehat{AB}} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \frac{2R_B \widehat{AB}}{R_B^2 - R_A^2} \\ \sin \frac{2R_B \widehat{AB}}{R_B^2 - R_A^2} \end{pmatrix}. \quad (5)$$

根据选定的渐开线 \widehat{AB} 作为渐进区子午线,建立如图5所示的镜片模型。

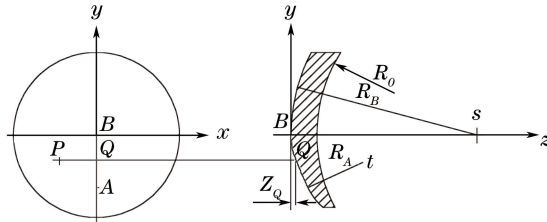


图5 渐进镜片模型

Fig. 5 Model of progressive lens

在此模型中,镜片视远区由球面组成,固定曲率为 R_B ,曲率中心为 s ,通过镜片中心轴 sB ;视近区也由球面组成,固定的曲率为 R_A ,曲率中心为 t ;渐变区从视远区点 B 到视近区点 A ,渐变区子午线为以上选定的渐开线 \widehat{AB} ,曲率连续变化。镜片几何中心 B ,也可以进行移心实现各视区的重新分布。

镜片表面渐变区范围内任意点 P 的坐标为 (x_p, y_p, z_p) , Q 为通过 P 点的子午线正交平面与子午线的交点, Q 点满足渐开线方程,且该点两正交主曲率半径均为 R_Q 。 R_Q 可由 Q 点在子午线上的位置确定。子午线上 Q 点的矢高为 Z_Q ,可以由图4求出的渐开线上 Q 点坐标后,再经坐标旋转 $\left(\theta_B - \frac{\pi}{2}\right)$ 变换求得,其中 BQ 与 y_p 之间的关系为

$$|y_p| = r_b - r_b \cos \left(\frac{R_B - \sqrt{R_B^2 - 2r_b \widehat{BQ}}}{r_b} \right) - \sqrt{R_B^2 - 2r_b \widehat{BQ}} \sin \left(\frac{R_B - \sqrt{R_B^2 - 2r_b \widehat{BQ}}}{r_b} \right), \quad (6)$$

由(6)式得到的 y_p 可以求出 \widehat{BQ} ,也可以确定 Q 点曲率半径 R_Q 为

$$R_Q = \sqrt{R_B^2 - 2r_b \widehat{BQ}}. \quad (7)$$

Q 点在子午线上的矢高为

$$z_Q = R_B - \left[r_b \sin \left(\frac{R_B - \sqrt{R_B^2 - 2r_b \widehat{BQ}}}{r_b} \right) + \sqrt{R_B^2 - 2r_b \widehat{BQ}} \cos \left(\frac{R_B - \sqrt{R_B^2 - 2r_b \widehat{BQ}}}{r_b} \right) \right]. \quad (8)$$

所以有

$$\begin{aligned} z_P = f(x_P, y_P) = z_Q + R_Q - \sqrt{R_Q^2 - x_P^2} = \\ R_B - \left[r_b \sin \left(\frac{R_B - \sqrt{R_B^2 - 2r_b \widehat{BQ}}}{r_b} \right) + \sqrt{R_B^2 - 2r_b \widehat{BQ}} \cos \left(\frac{R_B - \sqrt{R_B^2 - 2r_b \widehat{BQ}}}{r_b} \right) \right] + \\ \sqrt{R_B^2 - 2r_b \widehat{BQ}} - \sqrt{R_B^2 - 2r_b \widehat{BQ} - x_P^2}, \end{aligned} \quad (9)$$

这就是渐进区子午线为渐开线的渐进片表面矢高的数学模型方程。

4 分析论证

4.1 子午线曲率半径变化率分析

渐开线上任意点的曲率半径等于该点渐开线的发生线长度,也等于发生线滚动角所对应的弧长: $R = \sqrt{x^2 + y^2} - r_b = r_b \theta$, 所以

$$R'_{(\theta)} = r_b (\text{const}). \quad (10)$$

子午线曲率半径变化和曲率变化率曲线如图 6 所示:在视远区曲率半径为 R_B ;从 B 点开始曲率半径逐渐减小,直到 A 点曲率 R_A ,曲率随滚动角 θ 线性变化,变化率为 r_b ;从 A 点开始进入视近区保持曲率 R_A 不变。在转变端点 A 、 B 处,曲率半径与视近区、视远区曲率平滑连接。

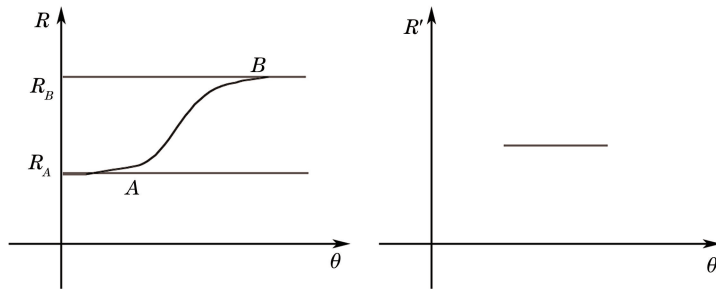


图 6 曲率随滚动角变化关系

Fig. 6 Curvature changes with rolling angle

另外曲率半径方向指向确定,始终与基圆相切。人眼从视远到视近,眼球转动方向与曲率半径绕基圆转动方向一致,符合人眼追踪视场需要如图 7 所示。

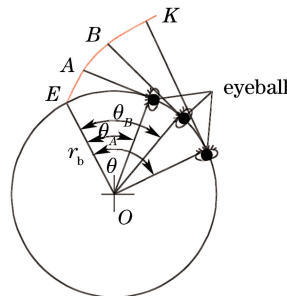


图 7 眼球追踪视场的方向变化

Fig. 7 Direction change of eyeball track field of view

4.2 棱镜效应

所谓棱镜效应是指:光线透过镜片,由于镜片曲率、材质以及视场的变化,折射光线发生偏向,眼睛透过镜片观察物体会感到物体位置发生偏移。这种像移可以用入射点处的等效棱镜顶角大小衡量。

$$a_p = 100 \tan [(n-1) \alpha], \quad (11)$$

式中 α 为棱镜顶角。

对于渐进多焦点镜片,曲率连续变化,曲率半径方向变化,都会产生不同的棱镜效应。

首先分析镜片子午线情况,棱镜效应最大位置应在视近区。在图 7 所示的镜片模型上,设定镜片基面曲率半径为 R_0 。在镜片中心 B 点棱镜度为 0,从 B 点到视近点 A 移动过程中,基面切向的转角为 $\phi_0 = \arcsin \frac{AB}{R_0}$,在渐近线上切向转角为 $\phi_{\text{progressive}} = \theta_B - \theta_A = \frac{R_B - R_A}{r_b}$,其中 $R_B - R_A$ 为附加光度。棱镜度随该点到镜片中心距离 y 的变化关系为

$$a_{p_y} \approx 100 \tan \left[(n-1) \left(\frac{R_B}{r_b} - \frac{\sqrt{R_B^2 - 2r_b y}}{r_b} - \arcsin \frac{y}{R_0} \right) \right]. \quad (12)$$

那么在 A 点的棱镜度为:

$$a_{P_A} = 100 \tan \left[(n-1) \left(\frac{R_B - R_A}{r_b} - \arcsin \frac{AB}{R_0} \right) \right]. \quad (13)$$

渐开线基圆与通道长度关系如(2)式为: $\widehat{AB} = \frac{1}{2r_b} (R_B^2 - R_A^2)$ 。

由此可见:对于一定的附加光度,需要减少棱镜度,必须增加渐变区长度,减小渐开线基圆半径;如果增加附加光度,要保证棱镜度不增加,需增加渐变区长度,减小渐开线基圆半径。

如果发生棱镜度的突变,将会产生像跳现象。

比较双光镜片棱镜效应^[9],双焦镜片在远近视区分界处,表面曲率突变致使棱镜度突变,产生严重的像跳现象,而且随附加光度的增加,像跳更严重。渐进片作为双焦镜片的升级产品,在渐进区,由于曲率连续变化,循序加入不同的镜度,有效地避免了由于视场变化产生的像跳现象,使佩戴者更舒适。

4.3 像散现象

基于将渐开线作为渐进区子午线,在子午线上任何点正交的两主曲率相等,不产生像散;在偏离子午线区域由于两主曲率的差异,将产生像散^[10]。

根据子午线为渐开线的渐进片表面矢高的数学模型方程(9)式,取曲面上的曲率线网为曲纹坐标网,设 $(d) = du, dv$ 为曲面 $S: r = r(u, v)$ 在 P 点处的主方向,沿 u -线的主曲率为 k_1 ,沿 v -线的主曲率为 k_2 ,沿主方向的主曲率 k_N 为

$$k_N = \frac{\left[1 + \left(\frac{\partial z}{\partial x} \right)^2 \right] du^2 + \left[1 + \left(\frac{\partial z}{\partial y} \right)^2 \right] dv^2}{\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} du^2 + \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} dv^2}. \quad (14)$$

则 k_N 满足

$$\begin{vmatrix} 1 + \left(\frac{\partial z}{\partial x} \right)^2 - k_N \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} & \frac{\partial z}{\partial x} \frac{\partial z}{\partial y} - k_N \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} \\ \frac{\partial z}{\partial x} \frac{\partial z}{\partial y} - k_N \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} & 1 + \left(\frac{\partial z}{\partial y} \right)^2 - k_N \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} \end{vmatrix} = 0. \quad (15)$$

要求主曲率,只需求出两类基本量,然后由这个二次方程解出主曲率 k_N 的两个解 k_1, k_2 即可。则像散为

$$c = (n-1)(k_1 - k_2). \quad (16)$$

4.4 实例分析

设计渐进多焦点镜片的初始参数为:视远镜度为 0.00 Ds;由视远区到视近区附加光度为 2.00 Ds;渐进区长度为 12 mm;材料折射率为 1.523;镜片基面曲率半径为 87.17 mm。采用渐开线子午线基圆半径为 138.17 mm,取渐开线上滚动角从 0.47~0.63 rad 范围内的一段作为渐进区子午线。镜片镜度和像散分布如图 8 所示。

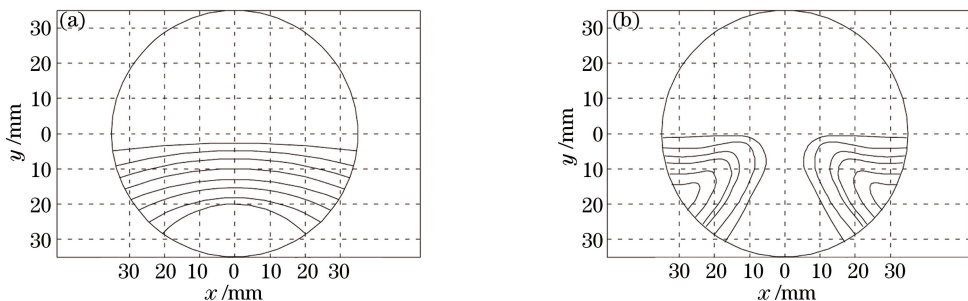


图 8 (a)镜度和(b)像散分布

Fig. 8 (a) Prism degree and (b) astigmatism distribution

从镜度分布可以看出镜片视远区和视近区镜度稳定,视区范围大,渐进区镜度线性增加。从像散分布可以看出:视远区和视近区没有像散,在渐进区,以人眼能承受的像散为 0.12 Ds 计算,通道宽阔。从通道向边缘像散逐渐增加,在镜片腰部两边像散较大且集中,基本位于人眼主视场外范围。

将设计的初始矢高模型输入程序,采用单点金刚石精密加工并抛光后进行检测,镜度和像散分布如图9所示。从测试的结果看与设计要求的相符。

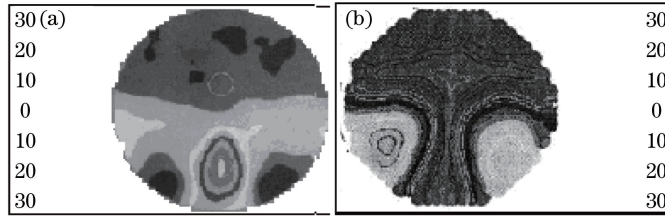


图9 测试图。(a)镜变;(b)像散

Fig. 9 Test images. (a) Prism degree; (b) astigmatism

近年来,建立在初始矢高模型下的各种设计方法对在曲面任意点的像散有效优化设计^[1-2,4,6,8],使渐进多焦点镜片的发展日趋成熟。

5 结 论

渐进多焦点镜片的设计关键在于对镜片子午线曲线的设计。从眼睛成像原理入手,建立了一种将眼镜片和眼睛组合成一体光学系统的分析思路;设计了保证通道渐变区像散为零的渐进多焦点镜片理想面形,兼顾考虑其后的工艺设计;提出了一种将渐开线作为渐进多焦点镜片子午线的设计方法;对镜片变化的曲率中心的方位准确定向,分析了渐进多焦点镜片的像散和棱镜效应;建立了一种基于渐开线作为渐进区子午线的渐进多焦点镜片初始矢高模型,此模型可为后期对渐进多焦点镜片像散优化设计奠定基础。

参 考 文 献

- [1] Wu Quanying, Qian Lin, Chen Hao, *et al.* Design methods of progressive addition lenses[J]. Laser Journal, 2009, 30(6): 12-14.
吴泉英, 钱霖, 陈浩, 等. 渐进多焦点镜片的设计方法[J]. 激光杂志, 2009, 30(6): 12-14.
- [2] Ni Ruiyao, Chen Jiabi, Zhuang Songlin. Research on the designing methods of progressive power spectacles[J]. Optical Instruments, 2012, 34(6): 37-41.
倪瑞遥, 陈家璧, 庄松林. 渐变焦眼镜片的设计方法研究[J]. 光学仪器, 2012, 34(6): 37-41.
- [3] Li Mingdong, Gao Xingyu, Ye Peng, *et al.* Desige of aspherical double telecentric lens for machine vision[J]. Laser & Optoelectronics Progress, 2016, 53(7): 070801.
李明东, 高兴宇, 叶鹏, 等. 机器视觉非球面双远心物镜的设计[J]. 激光与光电子学进展, 2016, 53(7): 070801.
- [4] Tang Yunhai, Wu Quanying, Chen Xiaoyi, *et al.* Optimization design of the meridian line of progressive addition lenses based on genetic algorithm[J]. Acta Optica Sinica, 2014, 34(9): 0922005.
唐运海, 吴泉英, 陈晓翌, 等. 基于遗传算法的渐进多焦点镜片子午线优化设计[J]. 光学学报, 2014, 34(9): 0922005.
- [5] Lu Hongyan, Bai Dongfeng, Lu Shengqi. Study on manufacturing process of optical glass progressive addition lenses [J]. Optical Technique, 2015, 41(4): 373-376.
卢宏炎, 白东峰, 卢圣麒. 光学玻璃渐进多焦点镜片的制法工艺研究[J]. 光学技术, 2015, 41(4): 373-376.
- [6] Qin Linling, Qian Lin, Yu Jingchi. Optimization design for progressive addition lenses by pointwise directional curvature compensation[J]. Acta Optica Sinica, 2012, 32(11): 1122003.
秦琳玲, 钱霖, 余景池. 渐进多焦点镜片的逐点定向曲率补偿优化设计[J]. 光学学报, 2012, 32(11): 1122003.
- [7] Wu Quanying, Qian Lin, Chen Hao, *et al.* Research on meridian lines design for progressive addition lenses[J]. Acta Optica Sinica, 2009, 29(11): 3186-3191.
吴泉英, 钱霖, 陈浩, 等. 渐进多焦点眼用镜片的子午线设计研究[J]. 光学学报, 2009, 29(11): 3186-3191.
- [8] Kang Zhan, Nie Fengming, Liu Jingsong, *et al.* Research on single point diamond precision numerical control turning technique and its development[J]. Optical Technique, 2010, 36(2): 163-167.
康战, 聂凤明, 刘劲松, 等. 单点金刚石精密数控车削加工技术及发展前景分析[J]. 光学技术, 2010, 36(2): 163-167.

- [9] Lu Hongyan. Application and development of the bifocal lenses design[J]. Optical Technique, 1998, 24(6): 32-34.
卢宏炎. 双焦镜片的设计, 应用和开发[J]. 光学技术, 1998, 24(6): 32-34.
- [10] Li Xiao, Sun Hui, Li Xiangning. Evaluation of progressive addition lenses[J]. Optical Instruments, 2012, 34(2): 26-30.
李 笑, 孙 惠, 李湘宁. 渐进多焦点镜片的评价[J]. 光学仪器, 2012, 34(2): 26-30.