

4. 镜片厚度与度数教案

第 3 次课

授课时间 2009.9.23

教案完成时间 2009.8.26

课程名称	眼镜学	年级	2006	专业、层次	眼视光本科	人数	60
教 员	吴光波	职称	讲师	授课方式	面授	学时	3
教授题目 (章节)	曲率、透镜厚度及厚度测量 镜片度数及测量						
基本教材、参 考书	眼镜学 瞿佳主编 人民卫生出版社 2005年出版						
教学目的 和 要 求	掌握曲率的概念；垂度公式及其应用； 掌握球柱镜和环曲面镜片的厚度的计算 掌握镜片的有效屈光力、等效屈光力、前后顶点屈光力、未补偿屈光力、已补偿屈光力的概念与计算 熟悉柱面透镜沿斜向轴向厚度的计算 熟悉镜片厚度卡钳，镜片测度表及其应用 熟悉顶点度的临床应用 掌握手持中和法与焦度计测量镜片度数的方法 了解非圆形球面透镜的厚度						
大体内容、时 间安排	3 学时						
教学方法	多媒体幻灯结合板书						
教学重点、难 点	重点：曲率的概念；垂度公式及其应用；球柱镜和环曲面镜片的厚度的计算。 难点：球柱镜和环曲面镜片的厚度的计算。柱面透镜沿斜向轴向厚度的计算。 重点：有效屈光力概念和计算 难点：未补偿屈光力、已补偿屈光力的概念与计算						
教研室审阅意见：							

一般情况下，要控制透镜的厚度，只需要控制它的边缘厚度即可。所以经常遇到的问题是不同的情况下，计算透镜的边缘厚度。

2. 垂度公式 因为大多数镜片的主子午线是圆弧，所以透镜的厚度，可通过计算它的垂度(sag, 或称为弧矢高度)而得到。如图5-2所示，C为圆心，r为半径，弦PQ代表平凸透镜(PAQO)的直径，该透镜的边缘厚度为零，以y代表透镜直径的一半(即直径PQ=2y)，现在要计算的是垂度s。

$$s = CA - CO, \quad CA = r, \quad \text{故 } s = r - CO,$$

应用勾股定理于 $\triangle COQ$ ，则：

$$CO = \sqrt{(CQ)^2 - (OQ)^2} \quad \text{即 } CO = \sqrt{r^2 - y^2}$$

代入上式即得垂度公式：

$$s = r - \sqrt{r^2 - y^2}$$

由公式5-3可知，垂度与曲率半径r和透镜的直径2y有关。设曲面的屈光力为已知，r可由下式进行计算：

$$r = \frac{n - 1}{F}$$

所以，如果已知透镜的直径和曲面的屈光力，则垂度可求。

3. 垂度公式的应用 任何透镜的厚度都可先求出曲面的垂度(或环曲面的两个垂度)，加上透镜所规定的最小厚度，即为透镜的真实厚度。若是正透镜，最小厚度在透镜的边缘，以e表示边缘厚度，若是负透镜，最小厚度在透镜的光心，以t表示中心厚度。

以下为不同形式的正、负透镜的厚度，由图可求出下列透镜的厚度：

(1) 双凸透镜

$$t = s_1 + s_2 + e, \quad e = t - (s_1 + s_2)$$

(2) 平凸透镜

$$t = s + e, \quad e = t - s$$

(3) 正新月形透镜

$$t = s_1 - s_2 + e, \quad e = t - (s_1 - s_2)$$

(4) 双凹透镜

$$e = s_1 + s_2 + t, \quad t = e - (s_1 + s_2)$$

(5) 平凹透镜

$$e = s + t, \quad t = e - s$$

(6) 负新月形透镜

$$e = s_2 - s_1 + t, \quad t = e - (s_2 - s_1)$$

例 试计算一平凸透镜($n=1.523$)的中心厚度, 其凸面屈光力为 $+10.00DS$, 直径为 $60mm$, 边缘厚度为 $1mm$ 。

解: 先求出曲面的曲率半径:

$$r = \frac{n-1}{F} = \frac{1.523-1}{10} = 0.0523m = 52.3mm$$

透镜的半径 $y = 30mm$

$$s = r - \sqrt{r^2 - y^2} = 52.3 - \sqrt{52.3^2 - 30^2}$$

$$= 52.3 - \sqrt{1835.29} = 52.3 - 42.84 = 9.46mm$$

中心厚度 $t = s + e = 9.46 + 1 = 10.46mm$

如果透镜有两个曲面, 则应先求出两个垂度的和或差。

例 试计算 $-10.00DS$ 的新月形透镜($n=1.523$)的边缘厚度。已知两个面屈光力分别为 $+4.00DS$ 和 $-14.00DS$, 透镜的直径为 $44mm$, 中心厚度为 $0.6mm$ 。

解: 已知: $t = 0.6mm$ $y = 22mm$ $F_1 = +4.00D$ $F_2 = -14.00D$

计算: $r_1 = \frac{1.523-1}{4} = 0.13075m = 130.75mm$

$$r_2 = \frac{1-1.523}{-14} = 0.03736m = 37.36mm$$

$$s_1 = 130.75 - \sqrt{130.75^2 - 22^2} = 1.86mm$$

$$s_2 = 37.36 - \sqrt{37.36^2 - 22^2} = 7.16mm$$

该透镜边缘厚度为 $e = s_2 - s_1 + t = 7.16 - 1.86 + 0.6 = 5.90mm$ 。

三、非圆形球面透镜的厚度

前面在讨论透镜的厚度时, 均假定镜片为圆形, 边缘每一点至光心距离均相等, 所以厚度也相等。实际上由于眼镜框的形状各异, 装框的镜片形状也不同。眼镜片形状一般并不规则, 而且也不对称。如图5-5所示, 假设该镜片的屈光力

为 $-5.00DS$, 形式为平凹形, 周边至光心的距离如图所示, 沿不同子午线的剖面图也如图所示。如果中心厚度为 $0.8mm$, 周边的厚度并不相等, 各部分的厚度是以不同的 y 值代入垂度公式求出的, $r = \frac{1-1.523}{-5} = 104.6mm$ 。周边的最大厚度位置距中心 $28mm$, 该

方向的垂度为

$$s = 104.6 - \sqrt{104.6^2 - 28^2} = 3.82mm,$$

周边的最大厚度为 $e = s + t = 3.82 + 0.8 = 4.62mm$ 。

15分钟

最小厚度位置距中心16mm,用同样的方法可计算出最小厚度,该方向的垂度为

$$s = 104.6 - \sqrt{104.6^2 - 16^2} = 1.23\text{mm}$$

最小厚度为 $e = s + t = 1.23 + 0.8 = 2.03\text{mm}$

可见,最厚点距光心最远,最薄点距光心最近。

四、球柱镜片和环曲面镜片的厚度

柱面透镜不同于球面透镜,其各方向厚度不同。图5-6所示为正柱面透镜,其轴在垂直方向,由图5-6可知,边缘的最大厚度在轴向的两端,边缘的最小厚度在垂轴方向。如果与轴垂直方向的圆弧半径为 r ,其在轴方向的厚度可按球面透镜垂度的算法求出,即 $s = r - \sqrt{r^2 - y^2}$ 。如果柱面的屈光力为 $+5.00\text{DC} \times 90$, 边的最厚位置即在正轴方向,就是在 90° 位置。如果柱镜的轴向在 30° 方向,最大的边厚也就在 30° 轴向的顶端。

所示是轴在垂直方向的负柱面透镜。与正柱面透镜不同的是,边缘的最小厚度在沿轴方向的两端,边缘的最大厚度在垂轴方向。如果柱面透镜的曲率半径为已知,该面的垂度就可用前述方法求出。如果该负柱面透镜的屈光力为 $-5.00\text{DC} \times 90$, 则最大边厚在 180° 方向。

$-5.00\text{DC} \times 90$ 也可写成 $-5.00\text{DS} / +5.00\text{DC} \times 180$, 因此,可以说柱面透镜或环曲面透镜的“正轴”代表了最大厚度所在的轴向。

例 一 $+3.00\text{DS} / +3.00\text{DC} \times 60$ 圆形平凸环曲面透镜,直径为 40mm , $n = 1.523$,薄边厚度为 2mm ,试计算其最大的边厚为多少?

解:此透镜的两个面屈光力为:

$$\frac{+3.00\text{DC} \times 150 / +6.00\text{DC} \times 60}{0.00}$$

它的薄边位于 150° 轴向的顶端。

其厚边 = (中心厚度) - (40mm 镜片直径的 3.00 垂度)

中心厚度 = (边厚) + (40mm 镜片直径的 6.00 垂度)

$$= 2\text{mm} + 2.33\text{mm} = 4.33\text{mm}$$

最大边厚 = $4.33\text{mm} - 1.15\text{mm} = 3.18\text{mm}$

将 $-8.00\text{DS} / +4.00\text{DC} \times 180$ 的透镜加工成基弧为 $+3.00\text{D}$ 的环曲面镜片,镜片成 $50\text{mm} \times 40\text{mm}$ 的椭圆形,在 $+3.00\text{D}$ 基弧上的边厚为 3mm ,求该镜片的最大边厚。

解:此透镜的两个面屈光力为:

$$\frac{+3.00\text{DC} \times 90 / +7.00\text{DC} \times 180}{-11.00\text{DS}}$$

薄边位于垂直轴向的顶端。厚边为:

15分钟

(50mm镜片直径的11.00垂度)-(50mm镜片直径的3.00垂度) + (中心厚度)

中心厚度为:

(薄边厚度) - (40mm镜片直径的11.00垂度 - 40mm镜片直径的7.00垂度)

计算各屈光力的曲率半径:

$$\text{球弧 } r_s = \frac{1 - 1.523}{-11.00} = 0.0475m = 47.5mm$$

$$\text{基弧 } r_b = \frac{1.523 - 1}{+3.00} = 0.1743m = 174.3mm$$

$$\text{正交弧 } r_c = \frac{1.523 - 1}{+7.00} = 0.0747m = 74.7mm$$

计算各垂度:

$$s_{s50mm} = r_s - \sqrt{r_s^2 - y^2} = 47.5 - \sqrt{47.5^2 - 25^2} = 7.11mm$$

$$s_{b50mm} = r_b - \sqrt{r_b^2 - y^2} = 174.3 - \sqrt{174.3^2 - 25^2} = 1.8mm$$

$$s_{s40mm} = r_s - \sqrt{r_s^2 - y^2} = 47.5 - \sqrt{47.5^2 - 20^2} = 4.42mm$$

$$s_{c40mm} = r_c - \sqrt{r_c^2 - y^2} = 74.7 - \sqrt{74.7^2 - 20^2} = 2.73mm$$

$$\text{中心厚度} = 3 - (4.42 - 2.73) = 1.31mm$$

$$\text{故, 厚边} = 7.0 - 1.8 + 1.31 = 6.61mm$$

五、镜片测量

1. 厚度测量 测量镜片厚度可使用一种非常方便的测量工具——厚度卡钳(thickness caliper)。卡钳的简单原理如图5-9所示。图中C点为卡钳的轴，J为卡钳的测量端，S为圆弧形刻度面，P为指针。若要测量镜片上某点的厚度，则将该点卡在测量端J，指针将在圆弧刻度面上移动一定距离d，指针所指的数值即厚度值。

$$\text{移动距离} = \text{镜片厚度} \times \frac{CP}{CJ}$$

$$\text{通常 } \frac{CP}{CJ} = 4, \text{ 则厚度} = \frac{d}{4} (mm)$$

使用镜片厚度卡钳测量镜片厚度非常方便。圆弧刻度值可精确到mm。

2. 镜片测度表 测量镜片屈光力一般使用焦度计(lens meter)，虽然其测量精度高，但因体积较大，故携带不方便。而镜片测度表(lens measure)的测量精度虽不如前者，但因体积小，便于携带，故使用非常方便。

镜片测度表的原理如图5-10所示，该表可量出两定点K与L(2y)之间的垂度s，中间活动脚与指针有齿轮连接，表面刻度为屈光力。

根据垂度公式 $s = r - \sqrt{r^2 - y^2}$

将等式两边平方 $s^2 = r^2 - 2r\sqrt{r^2 - y^2} + r^2 - y^2$

$$= 2r(r - \sqrt{r^2 - y^2}) - y^2$$
$$s^2 = 2rs - y^2$$

所以有 $r = \frac{y^2 + s^2}{2s}$

镜片曲率 $R = \frac{1}{r} = \frac{2s}{y^2 + s^2}$

镜片屈光力 $F = \frac{n-1}{r} = (n-1)R$

若s、y为mm，则测度表所示的屈光力为：

$$F = \frac{2000(n-1)s}{y^2 + s^2}$$

镜片测度表是以一定的折射率设计的。通常 $n = 1.523$ ，这样

$$F = \frac{2000(0.523)s}{y^2 + s^2}$$

所以，用测度表测量 $n = 1.523$ 的镜片才准确。若所测镜片 $n \neq 1.523$ ，则真实屈光力

$$F_n = \frac{2000(n-1)s}{y^2 + s^2}$$

整理上两式得 $\frac{F}{0.523} = \frac{F_n}{n-1}$

所以 $F_n = F \frac{n-1}{0.523}$ 即：真实屈

光力 = 镜片测度表读数 $\times \frac{n-1}{0.523}$

例 用 $n = 1.523$ 的镜片测度表测量 $n = 1.7$ 的镜片，得到读数为 $+4.50D$ ，求其真实屈光力？

解： $F_n = F \frac{n-1}{0.523} = 4.5 \frac{1.7-1}{0.523} = 6.02D$

3. 镜片焦度计 (lensmeter) 也称屈光力计及镜片测度仪，主要用于眼镜片球面镜片屈光力、柱面镜片屈光力及其轴位方向、镜片棱镜度及其基底方向、并能确定镜片的光学中心。

焦度计采用了牛顿物像公式，如图5-11所示，当被测镜片位于准直物镜第二焦点 F'_0 ，设分划板移动后位置为X，像的位置为 X' ，准直物镜焦距为 f'_0 ，被测镜片焦距为 f' ，据牛顿物像公式：

10分钟

10分钟

$$XX' = -f_0^2$$

$$X' = \frac{-f_0^2}{X} = S$$

由镜片屈光力定义，屈光力 $D = \frac{1}{-S}$

$$D = \frac{X}{f_0^2}$$

f_0^2 为常数，镜片屈光力同X成线性关系。

镜片焦度计可以直接获得镜片后顶点度数。

六、透镜的有效屈光力

镜片的有效屈光力 (effective power) 是指镜片将平行光线聚焦在指定平面的能力，也就是说如果将镜片从眼前一个位置移到另一个位置会改变镜片的实际屈光力。例如，将镜片移眼睛远一些，那正透镜会增加有效屈光力，负透镜会减少有效屈光力。设想，如果一个后顶点屈光力为+10.00D的镜片放在离病人角膜顶点15mm的位置能产生预期的光学效果，同时平行光线通过镜片聚焦在镜片后10cm的地方，但是如果病人所选择的镜架使镜片的位置变为B（距离病人角膜顶点10mm的位置），平行光线不再聚焦在A的焦平面上。那另一个后顶点屈光力和B镜片相同的镜片将会聚焦平行光学于F。镜片B的后焦距 f_B 等于后焦距减去距离d。在这个例子中， $f_A = 0.10\text{m}$ ， $d = 0.005\text{m}$ ，所以

$$\begin{aligned} f_B &= f_A - d \\ &= 0.10 - 0.005 = 0.095\text{m} \end{aligned}$$

$$F_B = \frac{1}{0.095} = +10.53\text{D}$$

因此，镜片在B位置的有效屈光度数为+10.53D。

根据图7-1，我们可以得到镜片有效屈光力的公式。当镜片从初始的A位置移到B位置：

$$\begin{aligned} f_B &= f_A - d \\ F_B &= \frac{1}{f_A - d} = \frac{1}{\frac{1}{F_A} - d} \end{aligned}$$

$$F_B = \frac{F_A}{1 - dF_A}$$

公式7-1中，如果镜片移向眼睛，那d取正值，如果镜片远离眼睛，那d取负值。

七、两同轴薄透镜的顶点度

15分钟

两同轴分离的薄透镜系统的一个重要特点就是光线从镜片 F_1 传播到镜片 F_2 时聚散度发生了改变，也就是说，镜片 F_2 的入射光线聚散度和镜片 F_1 的出射光线聚散度是不同的。

先让我们先来分析一下两同轴薄透镜彼此相贴的情况，两镜片之间的距离为零，光线离开镜片 F_1 后立即入射镜片 F_2 。因此，对于相贴的同轴薄透镜，镜片 F_2 的入射光线聚散度 (U_2) 总是等于镜片 F_1 的出射光线聚散度 (V_1)，也就是：

$$U_2 = V_1$$

由于， $V_1 = F_1 + U_1$

因此， $V_2 = F_2 + U_2 = F_2 + V_1 = F_2 + F_1 + U_1$

由于 V_2 就是系统的出射光线聚散度，而 U_1 就是系统的入射光线聚散度，所以上面的公式可以写成下面的关系式：

$$V_2 = F_t + U_1$$

$$F_t = F_2 + F_1$$

从公式7-2可以看出，相贴的两同轴薄透镜，就相当于一个单一的薄透镜，其屈光力 F_t 就等于两薄透镜的屈光力之和。

例 一个+4.00D的薄透镜和一个+7.00D的薄透镜紧贴在一起，一个物体放在这个系统前40.00cm的位置，那像在什么地方，是实像还是虚像？

解：根据公式，两薄透镜紧贴在一起就相当于一个薄透镜，所以：

$$F_t = (+4.00D) + (+7.00D) = +11.00D$$

物距为 $u_1 = -40.0cm$

$$\text{物的聚散度为 } U_1 = \frac{100}{-40.0} = -2.50D$$

$$\text{根据公式， } V_2 = +11.00D + (-2.50D) = +8.50D$$

光线离开这个联合系统后是聚合的，所以像是实像，像距为

$$v_2 = \frac{100}{+8.50D} = +11.8cm$$

再讨论一下，如果两同轴薄透镜不是相贴的，而是分开，也就是说 $d \neq 0$ ，那此系统的实际屈光力 F_v 就不等于两薄透镜的屈光力之和了。我们可以将这个系统看成是将 F_1 向着 F_2 移动了距离 d 后，一个相当于 F_1 有效屈光力的薄透镜 F_{1e} 和薄透镜 F_2 相贴的情况（如图7-2），所以系统的后顶点屈光力：

$$F_v = F_{1e} + F_2 = \frac{F_1}{1 - dF_1} + F_2 = \frac{F_1 + F_2 - dF_1F_2}{1 - dF_1}$$

10分钟

八、等效屈光力

多数的光学设备都是由一组被空气分隔的镜片组成的，或者由一组被不同屈光指数的介质分隔的弯曲面排列而成。多数这样的复杂系统都是对称的，也就是说，表面的曲率中心都是落在一个共同的光轴上。

在特殊的场合，我们为了方便表达复杂光学系统可以通过计算得出一个假想的单一薄透镜，使远处的物体通过这一薄透镜在相同位置产生相同大小的像。用假想的单一薄透镜来代替一个光学系统，那就可以应用简单的物像关系。

薄透镜的焦距及其所产生的像，无论是大小还是位置都与原光学系统所产生的一样，称之为等效焦距，等效焦距（单位为米）的倒数被称为等效屈光力（equivalent power）。

要决定等效薄透镜在系统中的位置，就需要知道系统的主平面的位置。在对称的光学系统中只有一对主平面，在这个平面上，放大倍数为+1，也就是说物和像的大小一样，像是倒置的。主平面与光轴交叉的点称为这个光学系统的主点。

在物空间的平面就称为第一主平面，在像空间的平面就称为第二主平面。从第一主点（P）到第一焦点（F）之间的距离为第一等效焦距，从第二主点（P'）到第二焦点（F'）之间的距离为第二等效焦距。第二等效焦距的倒数就称为等效屈光力。

如果这样，一个第二焦距为P'F'的单一薄透镜位于P'点，那它可以获得同镜片系统一样的效力。从这个单一薄透镜测得的第二焦距与从光学系统的第二焦点测得的第二焦距是相等的。等效屈光力又可以看成是主平面的曲折力。

下面介绍一下确定一个光学系统主平面的常用方法。当一束光线在物空间或者像空间穿过各自空间中的焦点时，在相对的空间会产生一束与系统光轴平行的光线。在这两个空间中的光线的直线部分交于主平面上的一点。因此，如图7-3所示，通过F的光线与像空间平行光线交于第一主平面（H），通过F'的光线与物空间的平行关系交于第二主平面（H'）。

任意两个光学单元的等效球镜度计算公式如下：

$$F_E = F_1 + F_2 - cF_1F_2$$

F₁是指第一光学单元的屈光力；F₂是指第二光学单元的屈光力；c是第一光学单元的第二主平面到第二光学单元的第一主平面之间的距离。

如果用等效屈光力来表达眼镜片的屈光力，那屈光力为F_E的薄透镜的位置应在镜片的第二主平面（H'）。但是，镜片的第二主平面并不容易确定，另外第二主平面的位置前一些还是后一些，会受到镜片形式的影响。因而，等效屈光力的概念很少用于眼镜片，仅用于一些比较复杂的光学系统，例如低视力注视器。

八、眼屈光不正矫正眼镜的等效屈光力

人眼的结构是一组复杂的光学系统，具有完整的屈光系统。从眼球前表面至眼底视网膜依次有透明的角膜、房水、晶状体、玻璃体等屈光介质。因此，当光线通过眼的屈光系统后能到达并成像于视网膜，被视神经所接收并上传至视觉中枢形成视觉，称为正视眼。当眼处于屈光不正时，如近视、远视、散光等，需要借助眼镜，放置眼前，或利用了眼镜的光学原理的其他器具，将光线聚焦在视网膜上。

能使平行光束聚焦于同一位置的各个眼镜片，称为具有等效作用的眼镜片。这些眼镜片虽然屈光力不同，但在各自位置上所起的效力相等，它们的屈光力称为“等效度”。等效度除了与镜片的屈光力有关外，还与镜片在眼前的位置，即镜-眼距有关。当矫正镜片在眼前不同距离时，则需于该距离置不同屈光力镜片将眼远点矫正与正视眼远点一致，即无限远。其矫正镜片所需要的屈光力可由公式计算。

$$F = \frac{1}{d + s}$$

F -----所需矫正镜片的屈光力

d -----眼远点距角膜顶点的距离（远点在角膜顶点后为“+”，在角膜顶点前为“-”）

s -----矫正镜片距角膜顶点的距离（单位：m）

例 如某人远点在角膜顶点后90mm处，若在眼前12mm处戴凸透镜矫正，则其所需的凸透镜的屈光力为多少？

$$\text{解： } F = \frac{1000}{90 + 12} = +9.80D$$

如矫正镜片位于眼前18 mm处，则所需的矫正眼镜屈光力为：

$$F = \frac{1000}{90 + 18} = +9.26D$$

例 如某人远点位于角膜顶点前105mm，如在眼前15mm处戴凹透镜矫正，则该矫正镜片所需屈光力为多少？

$$\text{解： } F = \frac{1000}{-105 + 15} = -11.11D$$

如将该矫正镜片置于眼前10 mm，则所需矫正镜片屈光力为：

$$F = \frac{1000}{-105 + 10} = -10.53D$$

当矫正镜片在眼前的距离产生变化时，要在不同位置上保持相同屈光效果，即其在该位置上的有效屈光力必须相应随之产生变化，假设镜片由位置A移向位置B时移动的距离为 d (m)，则可由公式计算移动后所需的等效屈光力：

$$F_B = \frac{F_A}{1 - dF_A}$$

其中

F_A —— 镜片在A位置时所需的矫正屈光力 (D)

F_B —— 镜片在B位置时所需的矫正屈光力 (D)

d —— 镜片由A位置移向B位置移动的距离 (m) , 当由A移动远离矫正眼时取负号, 移近矫正眼时取正号)

以下分几种情况讨论镜—眼距变化对矫正镜片等屈光力的影响:

1. 视远时凸透镜的等效屈光力 远视眼的远点在角膜顶点后, 如图 7-4 所示, 设 F 点为眼的远点, 假设将凸透镜放在 A 点能矫正此眼的屈光不正。镜片的像侧焦距为 f, 如将该凸透镜由 A 点移近至 B 点, 此时要想使光线通过透镜仍能聚焦在远点 F, 则必须增加透镜的屈光力才可。所以当镜片移近矫正眼时, 则原矫正镜片的有效屈光力相应减少, 需要比原矫正镜片更大的屈光力方可保持聚焦在远点。相反, 如凸透镜向远离矫正眼的方向移动时, 则原矫正镜度的有效屈光力相应增大, 必须降低相应的镜片屈光力方可保持原矫正效果。

例 如某眼在眼前12mm处放置+10D的凸透镜时刚好能矫正其屈光不正, 如将矫正眼镜移至眼前15 mm处, 则需要的屈光力为多大才具有相同的等效度? 如置于眼前10 mm处, 则需要的屈光力又为多大?

解: 先将该眼的远点求出: $\frac{1000}{10} - 12 = 100 - 12 = 88\text{mm}$

则该眼的远点在眼角膜后88 mm处。

如将矫正镜置于眼前15 mm处则需要的等效屈光力为: $\frac{1000}{15 + 88} = +9.71\text{D}$

如将矫正镜置于眼前10 mm处则需要的等效屈光力为: $\frac{1000}{10 + 88} = +10.20\text{D}$

或根据公式7-4求出, 移向15mm处时, $F_A = +10$, $d = 12 - 15 = -3\text{mm}$, 移向10mm处时 $d = 12 - 10 = 2\text{mm}$

$$F_B = \frac{F_A}{1 - dF_A} = \frac{+10}{1 - (-0.003 \times 10)} = +9.71\text{D}$$

移向10mm处时 $d = 12 - 10 = 2\text{mm}$

$$F_B = \frac{F_A}{1 - dF_A} = \frac{+10}{1 - (0.002 \times 10)} = +10.20\text{D}$$

也就是说, 在该眼前12mm处置+10D凸透镜与于眼前15 mm处置+9.71D凸透镜、

10分钟

眼前10mm处置+10.20D凸透镜于该眼内成像具有相同效果。由于镜片与眼的距离不同，可以采取三种不同屈光力镜片，这三种镜片具有相同的等效屈光力。

2. 视远时凹透镜的等效屈光力 近视眼的远点在角膜顶点后前，如图 7-5 所示，设 F 点为眼的远点，假设将凹透镜放在 A 点能矫正此眼的屈光不正。镜片的像侧焦距为 f。如将该凹透镜由 A 点移近至 B 点，此时要想使光线通过透镜仍能聚焦在远点 F，则必须减少凹透镜的屈光力才可。所以当镜片移近矫正眼时，则原矫正镜片的有效屈光力相应增加，需要比原矫正镜片更小的屈光力方可矫正该近视眼。相反，如凹透镜向远离被矫正眼的方向移动时，则原矫正镜度的有效屈光力相应减小，必须增加相应的镜片屈光力方可保持原矫正效果。

例 某眼在眼前12mm处放置-5.00D的凹透镜时刚好能矫正其屈光不正，如将矫正眼镜放置于眼前15mm处，则需要的屈光力为多大才具有相同的等效度？如置于眼前10 mm处，需要的屈光力又为多大？

$$\text{先将该眼的远点求出: } \frac{1000}{-5.0} - 12 = -200 - 12 = -212\text{mm}$$

则该眼的远点在眼角膜前212 mm处。

$$\text{如将矫正镜置于眼前15 mm处则需要的等效屈光力为: } \frac{1000}{15 - 212} = -5.08\text{D}$$

$$\text{如将矫正镜置于眼前10 mm处则需要的等效屈光力为: } \frac{1000}{10 - 212} = -4.95\text{D}$$

或根据公式7-4求出，移向15mm处时， $F_A = -5.00\text{D}$ ， $d = 12 - 15 = -3\text{mm}$

$$F_B = \frac{F_A}{1 - dF_A} = \frac{-5.0}{1 - (-0.03 \times -5.0)} = -5.08\text{D}$$

移向10mm处时 $d = 12 - 10 = 2\text{mm}$

$$F_B = \frac{F_A}{1 - dF_A} = \frac{-5.0}{1 - (0.002 \times -5.0)} = -4.95\text{D}$$

也就是说，在该眼前12mm处置-5.00D凹透镜与于眼前15 mm处置-5.07D凹透镜、眼前10mm处置-4.95D凹透镜于该眼内成像具有相同效果。由于镜片与眼的距离不同，可以采取三种不同屈光力镜片，这三种镜片也是等效的。

3. 视远时球柱镜片的等效屈光力 因为球柱透镜的两条主径线的屈光力不同，当从眼前移动相同距离时两个方向所需改变的屈光力不同，要保证具有相同的等效球性镜度，其计算方法为：先将每条主径线因距离改变所需的屈光力单独求出，再组合成新的球柱透镜，即为在新位置具有的等效屈光力。

例7-6 某眼在眼前10mm处放置-5.00DS/-2.00DC×180的球柱透镜时刚好能矫正其

屈光不正，如将矫正眼镜放置于眼前15mm处，则需要的屈光力为多大才具有相同的等效度？
如置于眼前8mm处，则需要的屈光力又为多大？

解：该眼于10mm处不同径线所需矫正屈光力分别为：-5.00DC×90、-7.00DC×180。当该矫正镜移向15mm处时，于90度径线， $F_A = -5.0D$ ， $d = 10 - 15 = -5mm$ ，根据公式7-4可得：

$$F_B = \frac{F_A}{1 - dF_A} = \frac{-5.0}{1 - (-0.005 \times -5.0)} = -5.13D$$

于180度径线， $F_A = -7.0D$ ， $d = 10 - 15 = -5mm$

$$F_B = \frac{F_A}{1 - dF_A} = \frac{-7.0}{1 - (-0.005 \times -7.0)} = -7.25D$$

将两径线所需的等效屈光力组合成新的球柱镜，

即 -5.13DS / -2.12DC×180

当该矫正镜移向8mm处时，于90度径线， $F_A = -5.0D$ ， $d = 10 - 8 = 2mm$

$$F_B = \frac{F_A}{1 - dF_A} = \frac{-5.0}{1 - (0.002 \times -5.0)} = -4.95D$$

于180度径线， $F_A = -7.0D$ ， $d = 10 - 8 = -2mm$

$$F_B = \frac{F_A}{1 - dF_A} = \frac{-7.0}{1 - (0.002 \times -7.0)} = -6.90D$$

将两径线所需的等效屈光力组合成新的球柱镜，

即 -4.95DS / -1.95DC×180

也就是说，在该眼前10mm放置-5.00DS / -2.00DC×180的球柱透镜、与于眼前15mm处放置-5.13DS / -2.12DC×180球柱透镜、眼前8mm处放置-4.95DS / -1.95DC×180球柱透镜于该眼内成像具有相同效果。由于镜片与眼的距离不同，可以采取三种不同屈光力镜片，这三种镜片也是等效的。

十、精确的转换

薄透镜公式 $F = F_1 + F_2$ 表示透镜的总屈光力为前后表面屈光力之和，当透镜的厚度很小时，所计算的结果产生的误差很小。当透镜厚度不可忽略不计时，则必须使用厚透镜公式

$F_V' = \frac{F_1 + F_2 - (t/n)F_1F_2}{1 - (t/n)F_1}$ 来计算厚透镜的后顶点屈光力。设一折射率为1.5的厚透镜中

央厚度为9mm，其前表面屈光力为 $F_1 = +30.00D$ ， $F_2 = -10.00D$ ，则根据公式

$F_V' = \frac{F_1 + F_2 - (t/n)F_1F_2}{1 - (t/n)F_1}$ 计算所得其后顶点度为+26.59D。因此其真正后顶点屈光力

较应用薄透镜公式 $F = F_1 + F_2$ 计算所得值 +20.00D 大 +6.59D，这一差值是由于透镜厚度引起。假定要获得具有某一后顶点屈光力的透镜，若理想化地将透镜厚度忽略不计时，称其面屈光力为 未补偿屈光力 (nominal surface power or uncompensated surface power)，用符号 F_N 表示；考虑透镜厚度时，实际所需要的面屈光力称为 已补偿屈光力 (compensated surface power)，用符号 F 表示。前表面未补偿屈光力为 $F_{1N} = (F_V' - F_2)$ ，后表面未补偿屈光力为 $F_{2N} = (F_V' - F_1)$ 。

1、球面透镜已补偿屈光力的计算

1. 已知透镜的中心厚度为 t ，折射率为 n ，后表面屈光力为 F_2 ，若要使该透镜的后顶点屈光力为 F_V' ，则透镜的前表面已补偿屈光力 F_1 应为多少？

$$\text{根据厚透镜公式 } F_V' = \frac{F_1 + F_2 - (t/n)F_1F_2}{1 - (t/n)F_1}$$

$$\text{可得 } F_V' - (t/n)F_1F_V' = F_1 + F_2 - (t/n)F_1F_2$$

$$\text{因此 } F_1 = \frac{F_V' - F_2}{1 + (t/n)(F_V' - F_2)}$$

$(F_V' - F_2)$ 为前表面未补偿屈光力 F_{1N} ，即：

$$F_1 = \frac{F_{1N}}{1 + (t/n)F_{1N}}$$

$$f_1 = \frac{1}{F_1} + \frac{t}{n} = f_{1N} + \frac{t}{n} \quad (f_1 \text{ 及 } t \text{ 的单位为 mm})$$

f_1 为已补偿前表面焦距，即 $(1000/F_1)$ mm。 f_{1N} 为未补偿前表面焦距，即 $(1000/F_{1N})$ mm。 10分钟

例 求后顶点屈光力为 +20.00DS，后表面屈光力为 -10.00D，中心厚度 9mm，折射率为 1.5 的透镜的前表面已补偿屈光力。

$$\text{解： } F_V' = +20.00\text{DS} \quad t = 9\text{mm} \quad n = 1.5 \quad F_2 = -10.00\text{DS}$$

$$\text{前表面未补偿屈光力 } F_{1N} = (F_V' - F_2) = +30.00\text{D}$$

$$f_{1N} = 1000 / +30 = 33.33\text{mm}$$

$$f_1 = f_{1N} + (t/n) = 33.33 + (9/1.5) = +39.33\text{mm}$$

$$F_1 = \frac{1000}{f_1} \text{D} = \frac{1000}{+39.33} = +25.43\text{D}$$

例 求后顶点屈光力为 +8.00DS，后表面屈光力为 -4.00D，中心厚度 5mm，折射率为 1.523 的透镜的前表面已补偿屈光力。

$$\text{解： } F_V' = +8.00\text{DS} \quad t = 5\text{mm} \quad n = 1.523 \quad F_2 = -4.00\text{DS}$$

$$\text{前表面未补偿屈光力 } F_{1N} = (F_V' - F_2) = +12.00\text{D}$$

$$f_{1N} = 1000 / +12 = 83.33 \text{ mm}$$

$$f_1 = f_{1N} + (t/n) = 83.33 + (5/1.523) = +86.61 \text{ mm}$$

$$F_1 = \frac{1000}{f_1} D = \frac{1000}{+86.61} = +11.55 D$$

2. 已知透镜的中心厚度为 t ，折射率为 n ，前表面屈光力为 F_1 ，若要使该镜片的后顶点屈光力为 $F_{V'}$ ，则透镜的后表面已补偿屈光力 F_2 应为多少？

$$\text{根据厚透镜公式 } F_{V'} = \frac{F_1 + F_2 - (t/n)F_1F_2}{1 - (t/n)F_1}$$

$$\text{可得 } F_2 = F_{V'} - \frac{F_1}{1 - (t/n)F_1} = F_{V'} - \frac{1000}{f_1 - (t/n)} \quad (f_1 \text{ 及 } t \text{ 的单位为 mm})$$

例7-9 求后顶点屈光力为+9.00DS，前表面屈光力为+12.00D，中心厚度6mm，折射率为1.523的透镜的后表面已补偿屈光力。

$$\text{解： } F_{V'} = +9.00 \text{ DS} \quad t = 6 \text{ mm} \quad n = 1.523 \quad F_1 = +12.00 \text{ DS}$$

$$f_1 = 1000 / F_1 = 1000 / +12 = +83.33 \text{ mm}$$

$$F_2 = F_{V'} - \frac{1000}{f_1 - (t/n)} = 9 - \frac{1000}{83.33 - (6/1.523)} = 9 - 12.6 = -3.6 D$$

2. 柱面透镜已补偿屈光力的计算

1. 对柱面透镜前表面进行补偿 当透镜含有柱面成分，而柱面又将磨在前表面（正基弧环曲面），则应分别计算基弧与正交弧的已补偿屈光力。

例7-10 镜片处方为+10.00DS / +2.00DC × 30，将其磨成后表面屈光力为一4.00DS，中心厚度为6mm，折射率为1.523的镜片，求其前表面已补偿屈光力。

解：镜片的环曲面形式为：

$$\frac{+14.00 \text{ DC} \times 120 / +16.00 \text{ DC} \times 30}{-4.00 \text{ DS}}$$

公式上面 +14.00DC × 120 / +16.00DC × 30 为前表面未补偿屈光力，其前表面未补偿屈光力焦距为 $(1000 / +14) = +71.43 \text{ mm}$ 及 $(1000 / +16) = +62.5 \text{ mm}$ 。

根据公式7-6， $f_1 = f_{1N} + (t/n)$ 可得：

$$\text{基弧 } f_1 = +71.43 + (6/1.532) = +75.37 \text{ mm}$$

$$\text{则 } F_1 = (1000 / +75.37) D = +13.27 D$$

$$\text{正交弧 } f_1 = +62.5 + (6/1.532) = +66.44 \text{ mm}$$

$$\text{则 } F_1 = (1000 / +66.44) D = +15.05 D$$

因此，其前表面屈光力为 +13.27DC × 120 / +15.05DC × 30

故镜片的最后形式为：

$$\frac{+13.27DC \times 120 / +15.05DC \times 30}{+13.00DS}$$

如果将柱面磨在后表面（负基弧环曲面），此时柱镜度数已经成为有效后顶点屈光力，因此只需对球面进行补偿。

例7-11 镜片处方为 +10.00DS / +2.00DC×30，将其磨成后表面屈光力为 -3.00DC，中心厚度为6mm，折射率为1.523的镜片，求其前表面已补偿屈光力。

解：镜片环曲面形式为：

$$\frac{+15.00DS}{-3.00DC \times 30 / -5.00DC \times 120}$$

公式上面 +15.00DS 为前表面未补偿屈光力，其前表面未补偿屈光力焦距为：1000 / +15mm = 66.67mm

$$\text{因此 } f_1 = f_{1N} + (t/n) = +66.67 + (6/1.532) = +70.61\text{mm}$$

$$\text{则 } F_1 = (1000 / +70.61)D = +14.16D$$

故镜片的最后形式为：

$$\frac{+14.16DS}{-3.00DC \times 30 / -5.00DC \times 120}$$

2. 对柱面透镜后表面进行补偿

例7-12 镜片处方为 +6.00DS / +2.00DC×90，将其磨成前表面屈光力为 +13.00DC，中心厚度为5mm，折射率为1.523的镜片，求其后表面已补偿屈光力。

解：由于柱面成分磨在后表面（负基弧环曲面），其后表面屈光力差应为2.00D。

镜片的环曲面形式为：

$$\frac{+13.00DS}{-5.00DC \times 90 / -7.00DC \times 180}$$

公式下面 -5.00DC×90 / -7.00DC×180 为后表面未补偿屈光力，其前表面已补偿屈光力焦距为：1000 / +13mm = 76.92mm

因此后表面基弧已补偿屈光力为：

$$F_2(\text{基弧}) = F_{V'}(\text{基弧}) - \frac{1000}{f_1 - (t/n)} = 8 - \frac{1000}{76.92 - (5/1.523)} = 8 - 13.58 = -$$

正交弧应较此基弧强2.00D，即为-7.58D。故镜片的最后形式为：

$$\frac{+13.00DS}{-5.58DC \times 90 / -7.58DC \times 180}$$

十一、顶点度的临床应用

1. 矫正眼镜片的前、后顶点度设计

屈光不正的光学矫正系统是一组光学透镜系统，对于屈光不正眼球而言，其所需矫正

屈光力是相对恒定的。放置于眼前的矫正眼镜片，则有很多因素可影响到其有效屈光力。如镜片到角膜顶点的距离、镜片的折射率、厚度等。经验光后确定于眼前一定距离配戴一定屈光力的镜片可矫正该眼屈光不正，则需按该屈光力订制矫正镜片。目前用于光学矫正的镜片种类繁多，折射率与镜片设计方式各异。但均应保证所订制镜片的后顶点屈光力准确性，不致于出现因屈光力误差过大影响戴镜效果。

例 某眼需订制+5.00DS矫正镜片。所选玻璃镜片胚料的背面屈光力为-3.00DS，中心厚度为4mm， $n=1.523$ ，问前表面屈光力应为多少？

解：如不考虑镜片的厚度，把该矫正眼镜当薄透镜处理，则该透镜的有效屈光力为前、后表面屈光力之和，如 $+5.00=L+(-3.00)$ ， $L=+8.00DS$ ，则前表面屈光力为+8.00DS即可。但实际中所有矫正镜片都具有一定的厚度，折射率越低，镜片越厚，不能当做薄透镜来处理。据要求必须满足该透镜后顶点屈光力为+5.00DS，根据厚透镜基点公式，可求出该透镜前表面屈光力：

$$F_v = F_1 + F_2 + \frac{t}{n} F_1^2$$
$$+5.00 = F_1 + (-3.00) + \frac{0.004}{1.523} F_1^2$$

求出 $F_1 = +7.84 DS$

则该矫正镜片需将前表面研磨成+7.84DS，而非+8.00DS。

一般于眼镜片制造厂，各种屈光力镜片胚料都已预先将镜片的一面(前表面或后表面)磨制好，订制一定屈光力镜片时只需根据厚透镜公式计算出镜片另一面的屈光力，最终使镜片的后顶点屈光力等于所需矫正屈光力。实践中经常将镜片制成新月形（前面为凸面，后面为凹面），此种形式厚透镜，后顶点屈光力多大于前顶点屈光力。

2.角膜接触镜的顶点屈光力

不同折射率材料角膜接触镜片前、后曲面具有一定的基弧和厚度，三者共同决定镜片的屈光力。由于角膜接触镜直接配戴于眼球角膜表面，与镜片之间有泪液相间隔。所形成镜眼组合透镜由四种不同折射率光学介质组成，其光学介质如图所示：

最前方是折射率为1.000的空气；次为角膜接触镜，如材料以甲基丙烯酸甲酯（PMMA）为例，折射率为1.49；下一层为泪液层，折射率为1.336；后为角膜层，折射率为1.376；再后方为折射率为1.336的房水。这几层结构共同组成一个复杂的光学透镜系统。

当验光确定患者配戴眼镜的屈光度数后，往往要将试镜片的后顶点度转换为角膜接触镜

的后顶点屈光力。以下分几种情况讨论有关角膜接触镜的后顶点屈光力。

1. 角膜接触镜的前表面屈光力 一般在配戴角膜接触镜时，镜片内曲面的曲率半径应和角膜前表面光学区的曲率半径相符合。因而，只能通过调整镜片折射率、厚度和前表面的曲率半径来改变镜片的后顶点屈光力。折射率是固定的，厚度的影响很小，调整镜片屈光力就主要通过调整前表面的屈光力来达到，也即调整前表面的曲率半径。

(1) 薄角膜接触镜：角膜接触镜是很薄的透镜，常常忽略其厚度影而作为影响而作为薄透镜处理。如镜片材料折射率为 n ，内表面曲率半径为 r_2 ，内表面屈光力为 F_2 ，前表面曲率半径为 r_1 ，前表面屈光力为 F_1 ，镜片所需的屈光力为 F ，则：

$$F_2 = \frac{1 - n}{r_2}$$

$$F_1 = F - F_2 \quad \text{、】}$$

$$r_1 = \frac{n - 1}{F_1}$$

例 一角膜接触镜戴于角膜曲率半径为 7.8mm 的眼角膜上，镜片的内表面曲率半径为 7.8mm，镜片材料折射率为 1.49。要求的矫正屈光力（后顶点屈光力）为 -5.00DS，求该镜片的前表面屈光力应为多少？

解：根据上述公式， $r_2 = 7.8\text{mm}$ ， $n = 1.49$ ， $F = -5.00\text{DS}$

可求出：

$$F_2 = \frac{1 - 1.49}{0.0078} = -62.82\text{D}$$

$$F_1 = F - F_2 = -5.00 - (-62.82) = +57.82\text{D}$$

$$r_1 = \frac{1.49 - 1}{+57.82} = 8.48\text{mm}$$

即欲制成后顶点力为的是 -5.00D 的角膜接触镜，要求其前表面屈光力为 +57.82 D，对应曲率半径为 8.48 mm。

(2) 厚角膜接触镜：实际上角膜接触镜总有一定的厚度，特别是高屈光力的镜片。如考虑镜片的厚度影响，就要根据厚透镜的有关公式计算镜片的前、后顶点屈光力。

例 如同 7-14，设镜的厚度为 $t = 0.25\text{mm}$ ，则根据厚透镜后顶点屈光力计算公式

$$\text{解： } F_v = F_1 + F_2 + \frac{t}{n} F_1^2$$

$$-5.00 = F_1 + (-62.82) + \frac{0.00025}{1.49} F_1^2$$

$$F_1 = +57.26\text{D}$$

$$r_1 = \frac{1.49 - 1}{+57.26} = 8.56\text{mm}$$

即欲制成后顶点度为的是 -5.00D 的角膜接触镜，要求其前表面屈光力为 $+57.26\text{D}$ ，对应曲率半径为 8.56mm 。

2. 镜-眼距的关系 由于角膜接触镜直接配戴在角膜表面，与镜片之间有泪液相间隔。如忽略泪液的厚度，则镜片与角膜距离近似为零。则验光所得试镜片的后顶点屈光力必须根据镜眼-距有关公式转换为角膜接触镜的的屈光力。如用 d 来表示原框架眼镜片与角膜的距离，以 F_B 代表角膜接触镜所需的后顶点屈光力， F_A 代表原框架眼镜片的后顶点屈光力，则

$$F_B = \frac{F_A}{1 - dF_A}$$

例 某眼于眼前 12mm 处配戴后顶点屈光力为 -5.00DS 的矫正镜片，现改为配戴角膜接触镜，则该角膜接触镜的后顶点屈光力应为多少？

解：根据上镜-眼距公式， $F_A = -5.00\text{DS}$ ， $d = 0.012\text{m}$ ，则可求出

$$F_B = \frac{-5.00}{1 - 0.012 \times (-5.00)} = -4.72\text{DS}$$

即应配戴后顶点屈光力为 -4.72DS 的角膜接触镜。与普通框架眼镜片镜-眼距关系一样，如原矫正镜片为凸透镜，改为配戴角膜接触镜，其镜片的后顶点屈光力必须相应增大；如原矫正镜片为凹透镜，则其角膜接触镜后顶点屈光力必须相应减小。

3. 泪液透镜顶点度的计算

(1) 薄泪液透镜：泪液层的前表面曲率半径与角膜接触镜后表面曲率半径一致，后表面曲率半径与角膜的前表面曲率半径一致。如接触镜制作时后表面曲率半径与角膜前表面曲率半径一致，则泪液层前、后两表面的曲率半径一致且平行。如忽略泪液层的厚度把其当作薄透镜，则其屈光力可忽略不计。

(2) 厚泪液透镜：如泪液层的前后表面曲率半径虽然相同，但考虑其厚度影响，则泪液层仍具有一定的屈光力。设其前、后表面屈光力分别为 F_1 、 F_2 且 $F_1 = -F_2$ ，厚度为 t ，折射率 $n = 1.336$ 。

根据厚透镜公式，其后顶点屈光力 F_v 为：

$$F_v = F_1 + F_2 + \frac{t}{n} F_1^2$$

如泪液层的表面屈光力为 $F_1 = 44.00\text{D}$ ，泪液层厚度为 $t = 0.2\text{mm}$ ， $n = 1.336$ ，则该泪液透镜的后顶点屈光力为：

$$F_v = 44.00 + (-44.00) + \frac{0.0002}{1.336} 44.00^2$$

$$F_v = +0.29D$$

则表示该泪液透镜具有0.29D的凸透镜作用。由此可见，泪液层厚度越大，其形成泪液透镜的后顶点屈光力越大。

(3) 泪液层的前、后表面曲率不同：如角膜接触镜的后表面曲率半径与角膜前表面曲率半径不相同，则泪液层的前后表面曲率半径不相等，具有一定后顶点屈光力，对接触镜的矫正效果影响较大。如不考虑泪液层的厚度，其顶点度等于前后表面屈光力之差。如考虑泪液层的厚度，则当成厚透镜看待，其后顶点屈光力则根据厚透镜公式计算。

某接触镜的后表面曲率半径为7.5mm，角膜前表面曲率半径7.8mm则可得：

泪液透镜前、后表面屈光力 F_1 、 F_2 分别为：

$$F_1 = \frac{n-1}{r_1} = \frac{1.336-1}{0.0075} = +44.8D$$

$$F_2 = \frac{1-n}{r_2} = \frac{1-1.336}{0.0078} = -43.08D$$

如不考虑泪液层厚度，则该泪液透镜顶点度为： $F = +44.8 + (-43.08) = +1.72D$

如此泪液透镜的中心厚度为 $t=0.1mm$ ，考虑透镜的厚度，则其后顶点屈光力为：

$$F_v = +44.8 + (-43.08) + \frac{0.0001}{1.336} 44.8^2$$

$$F_v = +1.72 + 0.15 = +1.87D$$

则该泪液透镜顶点度为+1.87D，比较不考虑泪液厚度，相差+0.15D。

由此可见，如接触镜的后表面曲率半径与角膜的前表面曲率半径相差较大时，可形成具有较大后顶点屈光力的泪液透镜，对角膜接触镜的配戴效果影响较大。因此实际验配角膜接触镜时，应尽可能保持接触镜的后表面曲率半径与角膜的前表面曲率半径相一致。

(教案末页)

小结	本章节是全书的难点和重点内容，向学生讲述好基本内容后，要详细讲解解复杂问题的方法、技巧，使多数学生能较好吸收。
复习思考	<p>练习：</p> <p>1、一镜片为双凸透镜（$n=1.523$），它的两个面屈光度分别为+8.00DS和+10.00DS，透镜的直径为44mm，其边缘厚度为1mm，求其中心厚度。</p> <p>2、将+2.75DS/+1.50DC×90的透镜（$n=1.5$）切割成46×40mm的椭圆形，如果镜片为-6.00D基弧的环曲面镜片形式，薄边厚度为1.5mm，求该镜片的</p>

<p>题，作业题</p>	<p>最大边厚。</p> <p>3.某人远点在角膜顶点后 90mm 处，若在眼前 12mm 处戴凸透镜矫正，则其所需的凸透镜的屈光力为多少？</p> <p>4.如某人远点位于角膜顶点前105mm，如在眼前15mm处戴凹透镜矫正，则该矫正镜片所需屈光力为多少？</p>
<p>实施情况及分析</p>	<p>本次课按计划进行,同学对重点、难点内容已经掌握,达到了教学目的，学时安排较合理。</p>