

## 第三章 验光技术

### 本章节要点：

- 掌握老视的发病机制
- 掌握临床老视的检查和验配方法
- 掌握临床老视的矫正方式
- 掌握低视力病人验光方法
- 掌握瞳距尺测量的方法
- 掌握瞳距仪测量的方法
- 学会检影验光，掌握检影影动的要素
- 了解电脑验光仪的原理及使用方法

验光检查是视光学检查的基本内容之一。验光的过程实际上是运用心理物理的技能去解决病人屈光问题的过程。验光的目的：一是为眼病诊断，排除屈光不正，明确影响视功能的眼病，以期有效治疗；二是为矫治屈光不正，通过验光给屈光不正者开出有效处方作为配镜矫治的依据。临床上将验光分为客观验光(objective refraction)和主观验光(subjective refraction)两部分。客观验光是检查者根据被检眼的眼底反光和影动特征以及对其他屈光要素的测量，来判断其屈光不正的方法。目前常采用电脑验光(auto-refraction)、检影验光(retino-refraction)两种方式。主观验光需要被检者的主观配合，检查者通过在被检眼前加减镜片时根据被检者的视力应答情况，来判断其屈光不正的状态及度数。目前常用镜片箱插片或综合验光仪检查两种方式。

### 第一节 电脑验光

电脑验光仪是验光师用来进行验光的客观检查手段，是屈光检查技术和电子计算机技术相结合的产物。由于使用简单、快捷已成为验光师不可或缺的检查设备。随着对电脑验光仪的进一步研发，许多厂家的验光仪不仅能提供验光数据，还可提供角膜地形图、眼部生物参数测量等，并可将数据进行远程传输，极大地方便了验光师的使用。

## 一、电脑验光仪的设计原理

电脑验光仪(图 3-1-1)是目前最常用的验光设备,不同的电脑验光仪采用的设计原理不同。无论哪种原理,均由放松调节和固视系统、定位系统、移动光斑系统以及测量系统组成,通过这些系统的协同作用,才能使仪器中设置的图片在被检者眼底形成清晰的像,从而检测出被检眼的屈光不正状态。电脑验光仪的设计原理有以下三个。

### (一) 谢纳(Scheiner)原理

Scheiner 设计了一个小盘(图 3-1-2),将两束红外光线经过 Scheiner 盘射入被检眼内,若被检眼为正视眼,则可在视网膜形成单一的像,若在视网膜前后成像,均为双像,此时,电脑中的电动机带动光学镜片组移动位置,改变入射光的聚散度,使被检眼视网膜上获得清晰的像。



图 3-1-1 电脑验光仪

电脑验光仪一般由测量头、颌托、额靠以及显示屏和操作杆组成。使用时,检查者可根据显示屏观察病人瞳孔中心注视点,然后调节操作杆,使聚焦清晰后开始测量

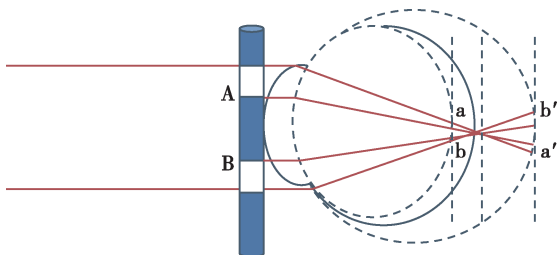


图 3-1-2 谢纳原理

Scheiner 设计了一个圆盘,圆盘为不透明的薄片,上面有两个直径为 1.00mm 的小孔 A、B 两者之间间隔 2~4mm,两束红外光线经 Scheiner 圆盘,若被检眼为正视眼,则在视网膜上成一个单像,若为屈光不正,就会在视网膜前后形成两个像

### (二) 焦度计原理

根据牛顿理论,通过在被检眼的眼前放置屈光不正所需补偿的度数与电机中可移动的透镜的位移量呈线性关系,从而达到在被检眼视网膜上形成清晰的像(图 3-1-3)。

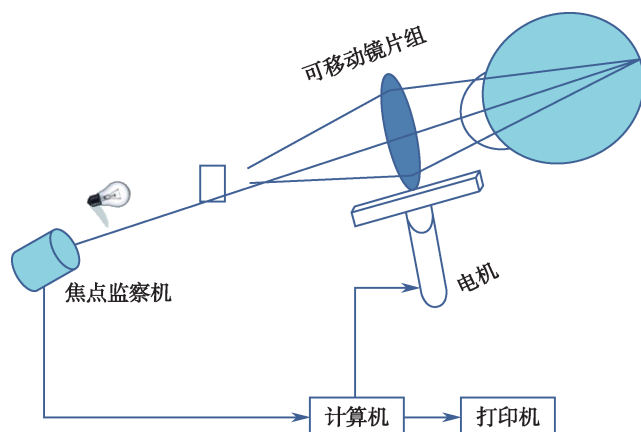


图 3-1-3 焦度计原理

当被检眼为屈光不正眼时，计算机系统通过计算出移动透镜的位移量，将此命令传达给电机，电机带动可移动镜片前后移动，让物体成像在视网膜上。

### （三）检影镜原理

根据被检眼底影动情况来判断屈光不正的性质，然后通过跟踪调整装置和光信号装置来调整补偿透镜的位置，使物体在视网膜上清晰成像（图 3-1-4）。

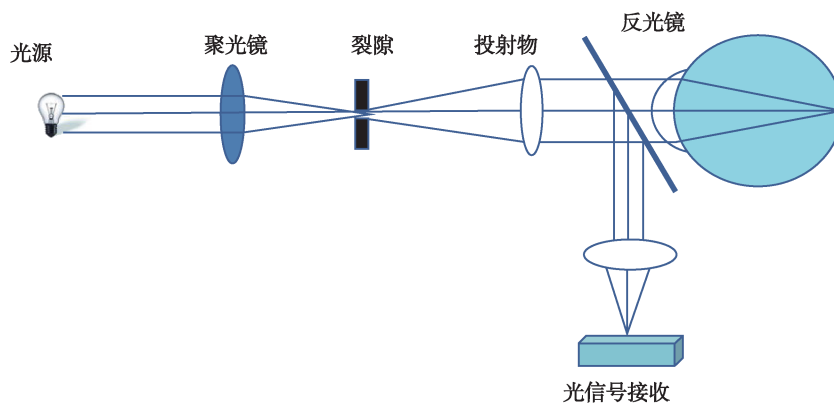


图 3-1-4 检影镜原理

当被检眼存在屈光不正时，光信号接收器中的视网膜反射像不能重合，跟踪调整装置调整了裂隙前后位置，从而获得清晰重合的像。

## 二、电脑验光仪的操作

### （一）准备

1. 用酒精棉擦拭仪器额托处。
2. 调整座椅高度和仪器的高度，使被检者坐姿舒适。

3. 设置好测量内容与参数值(例如:球镜度增量、柱镜度增量、柱镜符号、轴向增量、角膜曲率等)。

4. 请被检者下颌置于仪器的颌托上,额头往前顶住仪器的额靠处。

## (二) 操作步骤(图 3-1-5)

1. 请被检者注视仪器内的图案,尽量放松,不要频繁眨眼。

2. 检查者按照先右后左的原则,操作定位杆,调整仪器的焦距至像点聚焦最清晰(图 3-1-6),此时被检瞳孔应位于视屏中央。检查者按测量钮进行测量。

3. 一般测量右眼 3 次后,再测量左眼。

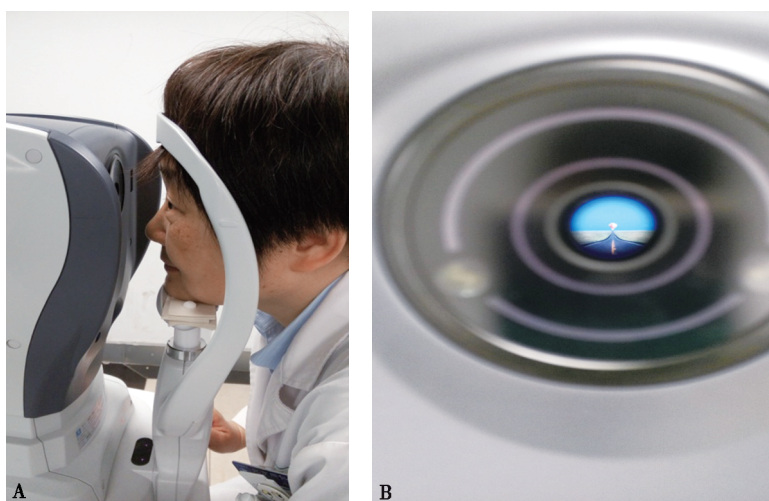


图 3-1-5 操作电脑验光仪

被检者将下颌置于电脑验光仪的颌托上,前额顶住仪器的额靠处,注视电脑验光仪内的视标,检查者找准瞳孔位置,调整好焦距后开始测量,一般测量三次,取平均值

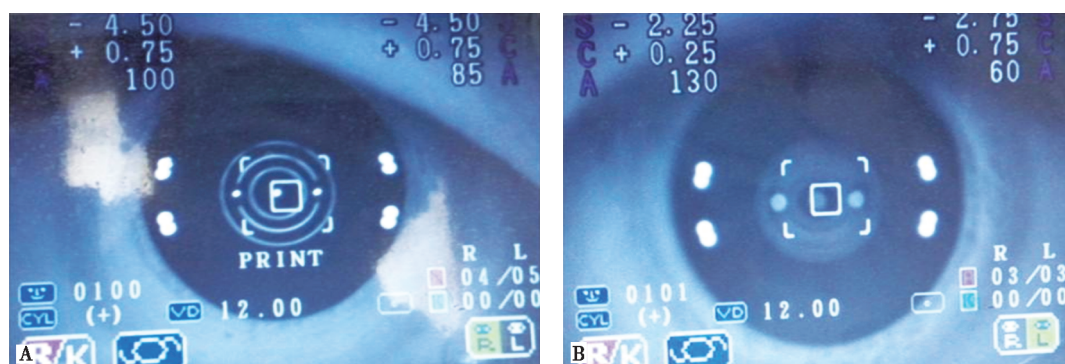


图 3-1-6 电脑验光仪对焦状态

A. 对焦准确 B. 对焦不准确

4. 测量结束后将结果打印出来。
5. 当3次结果变化大时可多测量几次。

### (三) 打印结果分析(图 3-1-7)

1. VD(vertex distance) 顶点距,又称镜眼距、镜角距。眼镜片后表面中心到角膜顶点的距离。

2. PD(pupil distance) 瞳距,即左右眼瞳孔中心两点间的距离。

3. S(sphere) 球镜,即近视或远视度数。

4. C(cylinder) 柱镜,即散光的度数。

5. A(axis) 轴位,即散光轴的方向。

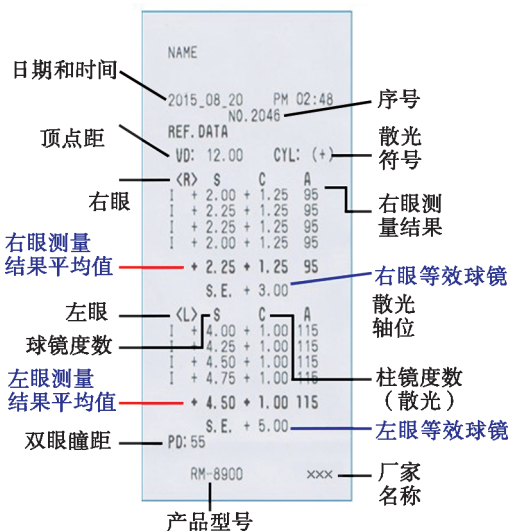


图 3-1-7 电脑验光仪数据打印单

### 注意

1. 电脑验光仪所给出的数据仅做参考,不能直接用作处方(由于器械性调节存在的缘故,一般电脑验光仪测量结果近视会偏深、远视偏浅)。
2. 由于仪器的品牌、规格、型号繁多,采用的原理不同,使用前请参阅说明书,按照要求程序规范操作。

### (四) 特殊符号说明

1. E 或 ERROR 测量数据的可信度小于 70%。原因:不规则散光,白内障或眨眼造成。
2. AAA 被检眼移动眼位或瞳孔过小而无法测定。
3. OOO 或 OUT 被检眼屈光度超出检测范围。

### (五) 电脑验光仪使用注意事项

1. 电脑验光仪必须每年进行年检,以确保结果的可靠性。
2. 电脑验光仪避免放置在靠窗户处。
3. 无特殊情况避免经常搬动仪器。
4. 颌托和头靠(图 3-1-8)应在每人使用后进行消毒。
5. 每日使用前要清洁仪器,使用后要遮盖防尘罩(图 3-1-9)。
6. 打印纸出现红边时提示打印纸即将用完,请及时更换(图 3-1-10)。



图 3-1-8 电脑验光仪支架结构  
被检者下巴放在颌托处,额头顶住头靠处,通过注视孔注视里面的视标



图 3-1-9 电脑验光仪遮盖防尘罩  
电脑验光仪每天使用结束后要遮盖防尘罩，避免灰尘等进入，影响仪器的精确度

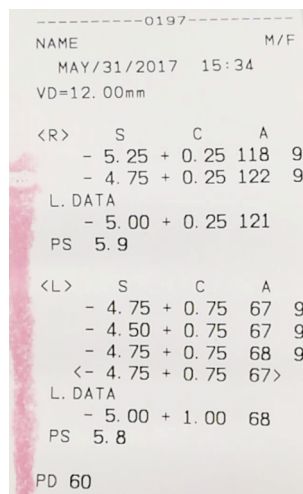


图 3-1-10 带有红边的打印纸  
当电脑验光仪的打印纸出现红边时，提示打印纸即将使用完，应该及时更换打印纸

### 三、电脑验光仪的验光特点

#### (一) 电脑验光仪对调节的控制

市场上电脑验光仪的品牌有很多，它们大多是采用红外线光源及自动雾视装置达到放松眼调节的目的，采用光电技术及自动控制技术检查屈光度。为防止在检查时，由于病人注视内部光标刺激了调节，导致近视结果偏高和远视度数偏低出现，电脑验光仪通过采用自动雾视装置，使病人刚开始看到的是一个雾视光标，这样理论上病人的调节就会放松。但由于近感知性调节的存在，测量的结果还是会存在一定误差。

#### (二) 电脑验光仪测量结果的准确性

许多研究发现，电脑验光仪虽然在近视、远视以及散光度数上存在偏差，但是在散光轴的测量结果非常准确。建议验光师在验光时，初查可以将电脑验光仪的散光轴作为起始测量的依据。

## 第二节 检影验光

检影验光(图 3-2-1)是检查者利用检影镜照亮被检眼，观察被检眼眼底视网膜的反射光，由于反射光通过眼的屈光介质时受折射率的影响其聚散度会发生改变，可通过反射光的变化来判断被检眼的屈光状态和屈光力。还可通过反射光来判断眼球屈光介质的规则性和混浊程度。

检影镜根据投射光斑的不同，分为点状光检影镜(spot retinoscopes)和带状光检影镜(streak retinoscopes)两类(图 3-2-2)。



图 3-2-1 检影验光

将室内光线调暗，病人配戴与瞳距相符的试镜架，双眼注视远处视标，检查者手持检影镜，将光线投射到病人眼内并移动检影镜，观察病人眼底反光的情况，从而判断检查眼的性质和光度，通过在眼前增减镜片，直到被检眼反射光充满瞳孔，各方向无影动



图 3-2-2 检影镜结构

点状光检影镜投射到检查眼的光是点状的，观察影动比较方便和准确，而带状光投射到检查眼的光是呈带状，便于确定散光的轴向

精通检影验光法能够在验光过程中节约时间、得到正确的结果、减少给被检者带来的痛苦。作为一种客观的检查方法，检影法在某些方面无可替代，对于沟通困难的智障人士、不能言语和配合欠佳的婴幼儿以及表达不清的老年人来说，检影法是判断他们屈光问题的最佳选择。

### 一、检影验光原理

检影的目的实际上是寻找被检者的远点，并且将远点调整到无穷远处。所以，首先是要了解远点的概念。

#### (一) 远点

远点是当眼处于非调节状态（静息状态）时，与视网膜黄斑中心凹发生共轭关系的物空

间物点的位置。当调节放松时在物空间与眼底视网膜黄斑共轭的一点。在检影时，可以利用共轭点的可逆性，通过检影镜照亮视网膜，找到与黄斑共轭的远点，有了远点的位置就可以得出眼球光学系统的屈光力。根据光路可逆原理，此时可以将视网膜看做是一个光源。如果用平行光线照亮视网膜，那么根据眼的屈光不正类型不同，反射回来的光线也会不同。

1. 正视眼反射回来的光线是平行光线。正视眼是当调节放松时，来自无穷远的光线聚焦于视网膜黄斑，黄斑与无穷远处共轭，正视眼的远点就在无穷远处，反射光线自然是平行光线。

2. 近视眼反射回来的光线为会聚光线。近视眼由于屈光力较高，当调节放松时，来自无穷远的光线聚焦于视网膜前方，视网膜与无穷远以内的一点共轭，远点就位于无穷远与眼球之间的某一位置。

3. 远视眼反射回来的光线为发散光线。远视眼由于屈光力较弱，当调节放松时，来自无穷远的光线聚焦于视网膜后方，视网膜与无穷远以外的一点共轭，远点就位于眼后的某一位置。

4. 散光眼当眼球折射面的子午线具有不同的曲率半径时，就会有两个远点出现，具有两个远点的眼就是散光眼。

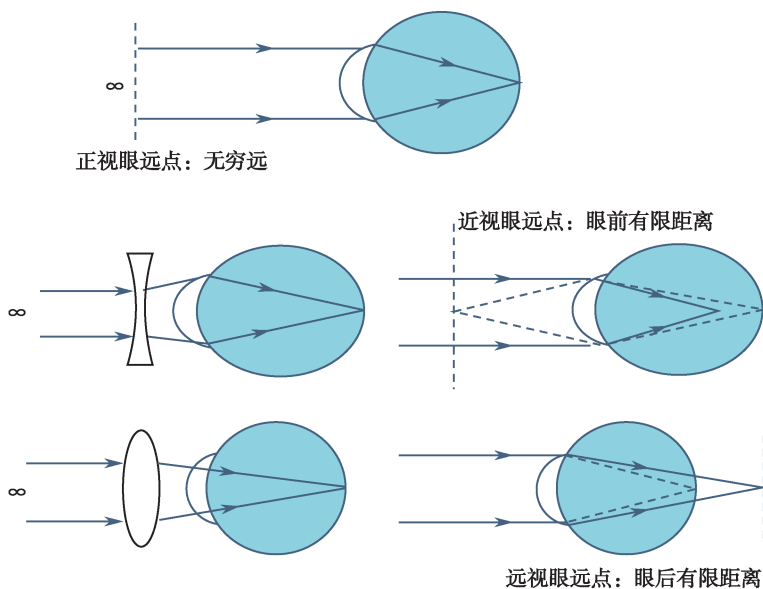


图 3-2-3 不同屈光状态的远点

正视眼的远点在无穷远处；近视眼的远点在眼前有限距离；远视眼的远点在眼后有限距离

欲将远点移至无穷远处，近视眼需要负透镜来实现，远视眼需要正透镜来实现，散光眼需要环曲面透镜来实现。检影时，检查者手持检影镜将光斑投射到被检者眼底，并沿一定方向来回或上下移动检影镜，通过窥孔观察光斑移动方向并判断被检眼的远点 (far point) 是在检查者眼平面、眼前还是眼后 (图 3-2-3)，根据判断的结果在被检眼前放置具有一定屈光力的镜片，当放置的镜片使被检眼的眼底反光恰好聚焦在检查者眼平面时，就可以获得被检眼的屈光不正度数。

## （二）影动

通过检影镜的窥孔，可以看到在被检者瞳孔中形成的红色反射光。如果移动检影镜，会发现反射光随之移动。反射光移动的方向是由远点和检查者眼睛之间的位置关系决定的，即远点是位于检查者眼前还是眼后。

1. 顺动 远点在检查者眼后，即视网膜反射光线以未交叉的形式入窥孔，会观察到反射光带与检影镜的光带同方向移动，即为顺动(with motion)；

2. 逆动 远点在检查者眼前，则反射光线经过远点且发散，即反射光交叉后进入窥孔，反射光与检影镜移动方向相反，即为逆动(against motion)；

3. 不动(中和) 当反射光充满瞳孔，无带状影光，也无顺动或逆动，被检眼的视网膜与检查者眼睛共轭，此时即为中和点(neutralization)，又称反转点(图 3-2-4)。

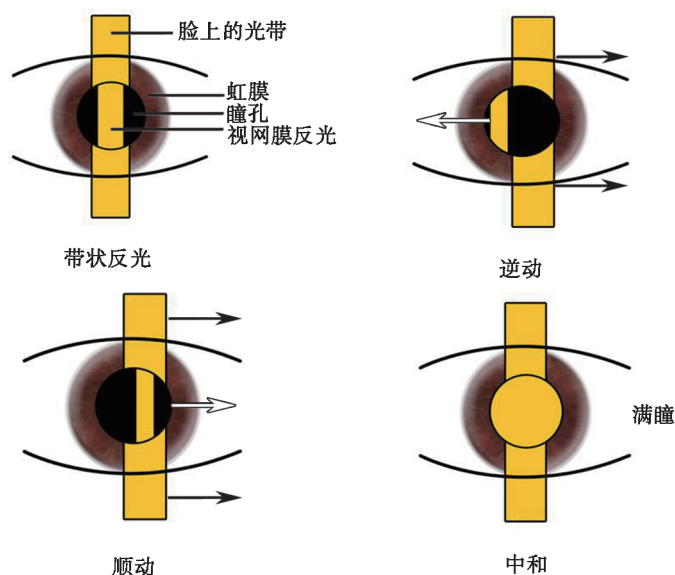


图 3-2-4 影动

逆动是被检眼反射光移动的方向与检影镜移动方向相反；顺动是被检眼反射光移动方向与检影镜移动方向相同；中和是反射光充满瞳孔，没有移动

## （三）影动的要素

在检影验光中，有四个需要注意的要素，即影动的方向、速度、亮度和宽度。技术精湛的验光师，通过这四要素能瞬间判断出被检者的屈光状态以及屈光力大小。

1. 方向 观察检影镜光带移动方向与视网膜反射光是否一致，顺动需要通过正透镜中和，逆动需要通过负透镜中和。

2. 速度 远离远点时，影动最慢，逐渐接近远点时，影动变快，达到中和时瞳孔充满影光，看不到影动，即屈光力越大影动越慢，屈光力越小影动越快。

3. 亮度 远离远点时,反射光较暗,逐渐接近远点时,反射光变亮,即屈光力越大亮度越暗,屈光力越小亮度越亮。

4. 宽度 远离远点时,瞳孔内的反光带比较窄,逐渐接近远点时,反光带变宽,达到中和点时,瞳孔满圆。实际上中和点不是一个点,是一个“区”。该区的大小取决于被检者瞳孔的大小。

### 注意事项

检影中有时会出现特殊的影动,例如:“剪动”,即影动的中央部分是顺动,而周边是逆动。常见于圆锥角膜、不规则散光等,此时要以中央部分的影动为参考。

### (四) 寻找中和点

检影是找到被检者的远点,而检影验光的过程实际上就是寻找中和点的过程。前面提到中和点是一个区,是顺动转逆动或逆动转顺动的转折区。刚开始进行检影者,找中和点比较困难,有时还差一点接近中和,而有时中和已经过了,如何判别刚好到达中和点,可以从以下三个方法入手:

1. 改变套管位置 套管位置的改变实际上是改变检影镜里聚光灯的位置,导致检影镜里的出射光线性质发生改变,随之影动方向就会改变。当达到中和时,影动是不动,若没有达到中和,光线会由原来的顺动变为逆动,或逆动变为顺动。

2. 过矫法 在检影达到中和点,继续增加镜片中和,直到出现相反影动,退回一点即为中和点。例如,在被检者眼前加镜片  $-2.00\text{D}$  试镜片感觉达到中和,则继续以  $-0.25\text{D}$  为步长增加镜片,直到再增加  $-0.50\text{D}$  出现顺动,则退回  $-0.25\text{D}$ ,中和镜片为  $-2.25\text{D}$ 。

3. 移动法 当检影疑为中和时,检查者可以将身体向前移动一点,减少检影镜至被检眼距离,应出现顺动;再将身体向后移一点,增加工作距离,应出现逆动。证明已找到中和点。如果不是这种情况,那么此时增加的度数没有达到中和。

### (五) 工作镜及工作距离

原理上在无穷远处检影时效果最好,但在实际工作中却无法实现。因此需要在眼前放置一定度数的工作镜。模拟在无穷远处检影的状态。工作镜的焦距与检影距离一致。例如:检查者与被检者之间的距离为  $50\text{cm}$ ,距离的聚散度为  $2\text{D}$ ,则在被检眼前所加的工作镜为  $+2.00\text{D}$ 。

合适的工作距离有利于检影。距离太近(如  $33\text{cm}$ )检影,虽然利于观察反射光,但是距离较近,造成的聚散度偏大,若检影距离稍偏差几厘米,检影结果误差会较大;而且工作距离太近,中和区就会比较小,可能会导致增大判断的误差;距离太远(如  $1.5\text{m}$ ),反射光偏暗,不利于观察影动,而且在被检者眼前增减镜片时,检查者需要不断地站起和坐下,无形中延长检影时间。比较适宜的检影距离,验光师如果是女士的话可以选择  $67\text{cm}$  检影,是男士可以选择  $1\text{m}$  检影。这样的距离更换镜片方便(约一臂之长),反射光适宜,聚散度合适,距离长短也便于把握。

## 二、检影过程中误差的控制

检影过程中,以下两点要引起重视:

1. 验光师应双眼睁开。用右眼检查被检者右眼,用左眼检查被检者左眼。
2. 被检者应双眼同时睁开注视远处大视标,避免遮挡。

1. 建议初学者平时练习双眼都能检影。如果验光师只采用优势眼检影,易遮挡被检者,使其无法注视远处的视标,调节不能放松,导致检影结果出现误差。在检影过程中要求验光师保持双眼自然睁开,不要眯眼,只用一眼检影,长时间会造成疲劳。

2. 要求被检者双眼睁开。研究发现双眼同时注视视标调节更容易放松。在检影时,被检者的视线有可能没有精确地位于视轴上,即出现检影误差。检影时若偏离视轴  $10^{\circ}$  以外就会导致明显的结果误差。所以在检影过程中,要求被检者双眼自然睁开,注视远处的大视标,不要注视检影镜灯光或验光师。在整个检影过程中,被检者应该保持眼部放松和注视稳定状态。

3. 雾视或睫状肌麻痹检影验光。在小瞳检影时,某些调节异常的被检者,没有处于放松的状态(多见于假性近视、低度远视),调节的产生会对结果造成影响,导致验光结果偏负。针对此类被检者,应该采取雾视或睫状肌麻痹的方式。雾视是指在双眼前增加正透镜,人为地将屈光处于低度近视状态(要造成 1.50D 左右的近视效果),使成像在视网膜前,诱发调节机制,使调节放松。某些特殊情况的被检者需要睫状肌麻痹验光,例如:首次验光的儿童、有内斜的远视儿童或其他复杂性屈光不正的被检者。

4. 检影时一定要保留右眼的检影结果,再进行左眼的检影。左眼检影结束后,还要再次对右眼复核,以确保右眼的调节已经得到完全放松。

## 三、检影验光的操作步骤

### (一) 准备

1. 将室内光线调暗。
2. 请被检者摘掉眼镜,调整座椅高度使其眼睛与检查者的眼睛在同一水平线上。
3. 选择适合被检者瞳距的试镜架。如果使用综合验光仪检影,则需调整综合验光仪,放置合适的瞳距和工作镜。用酒精棉将试镜架或综合验光仪与被检者接触部位消毒。
4. 出示远视力表 0.05 视标并叠加红绿背景;如果低视力病人看不清 0.05 视标,请病人注视远处能看清的物体。
5. 被检者双眼处于开放状态,要求其双眼自然睁开并注视远处视标。
6. 告知被检者发现视线被遮挡时要及时报告。
7. 检查者采取惯用的检影距离并保持不变。

### (二) 操作步骤(以带状光检影镜为例)

1. 检查者一手持检影镜,大拇指放在套管处,用大拇指来旋转套管,通过大拇指转动