



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107884005 B

(45)授权公告日 2019.06.21

(21)申请号 201710997138.7

审查员 金星池

(22)申请日 2017.10.20

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107884005 A

(43)申请公布日 2018.04.06

(73)专利权人 东南大学

地址 210096 江苏省南京市玄武区四牌楼2号

(72)发明人 张宇宁 屠彦 李晓华 李帅

储海龙

(74)专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司

32200

代理人 朱桢荣

(51)Int.Cl.

G01D 21/02(2006.01)

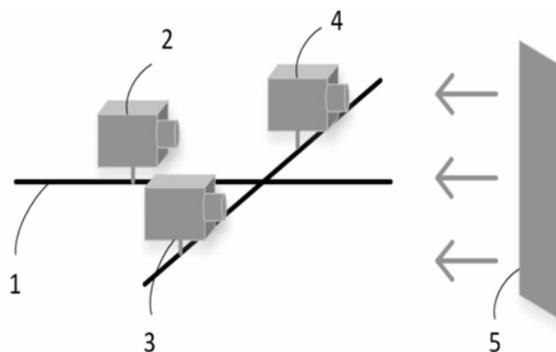
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种模拟人眼对光环境感知的光学测量系统与测量方法

(57)摘要

本发明公开了一种模拟人眼对光环境感知的
的光学测量系统,利用多种光学测量仪器以及相应的软件处理系统实现人眼对光环境感知的模拟。光学测量仪器包括平面亮度计、光谱仪和动态响应测试仪。本发明还公开了一种模拟人眼对光环境感知的
的光学测量方法,该光学测量系统亮度测量部分通过平面亮度计获取空间亮度分布,利用该亮度分布计算出当前条件下的瞳孔直径,进而计算出人眼感知到的空间亮度;通过调整光谱仪的测量视角获取人眼视野范围内接收到的光谱辐照度;通过动态响应测试仪测量动态响应信息。本发明提出模拟人眼对光环境感知的测量方法,该方法可对人眼感知空间光环境的特性进行全方位、实时的评价。



1. 一种模拟人眼对光环境感知的光学测量系统,其特征在于,包括十字形的支架式导轨、其中一个导轨上设有光谱仪,另一导轨上设有动态响应测试仪和平面亮度计;其中,光环境发出的光线信息通过平面亮度计记录其亮度分布,通过光谱仪记录其光谱分布,通过动态响应测试仪测量动态响应;所述光谱仪为非接触式的,并且至少包含两路探测系统,一路针对场景中心,采用点亮度计光学系统,一路针对全局视野,采用照度计光学系统,探测最大视角范围能够达到水平方向 120° ,垂直方向 90° ,能够全部记录光环境的光谱信息。

2. 根据权利要求1所述的一种模拟人眼对光环境感知的光学测量系统,其特征在于,支架式导轨上配备用于在水平和垂直方向调整角度的支架。

3. 根据权利要求1所述的一种模拟人眼对光环境感知的光学测量系统,其特征在于,所述动态响应测试仪包括数据采集卡,数据采集卡的数据宽度为16-bit,最大采样率能达到100000points/s;动态响应测试仪的检测过程为:光环境内的显示器提供不同分辨率和屏幕刷新率的测试图像,动态响应测试仪接收信号,利用其内部的光电二极管进行光电转换,通过低噪声信号放大器将光电信号放大,利用数据采集卡获取时变信号,实现对动态响应的检测。

4. 根据权利要求1所述的一种模拟人眼对光环境感知的光学测量系统,其特征在于,所述平面亮度计测量视角可调,能够达到水平方向 120° ,垂直方向 90° ,能够全部记录光环境的亮度信息。

5. 基于权利要求1所述的一种模拟人眼对光环境感知的光学测量系统的测量方法,其特征在于,通过平面亮度计获取空间亮度分布,利用该亮度分布计算出当前条件下的瞳孔直径,进而计算出人眼感知到的空间亮度;通过调整光谱仪的测量视角获取人眼视野范围内接收到的光谱辐照度;通过动态响应测试仪测量动态响应信息。

6. 根据权利要求5所述的一种模拟人眼对光环境感知的光学测量系统的测量方法,其特征在于,

获取空间亮度分布 f_{eu} 的方法如下:

$$f_{eu} = 1.5 * L_g^{0.7} = 1.5 * \left(\sqrt[N]{\prod_{\theta=-50^\circ}^{35^\circ} \prod_{\phi=-50^\circ}^{50^\circ} L(\theta, \phi)} \right)^{0.7}$$

其中, $L(\theta, \phi)$ 为亮度矩阵中对应的亮度值, θ 和 ϕ 为亮度矩阵中每个区域对应的各自的位置角度信息,N为亮度矩阵中元素的数量。

7. 根据权利要求6所述的一种模拟人眼对光环境感知的光学测量系统的测量方法,其特征在于,

瞳孔直径 a 的计算方法为:

$$a = 0.425 \ln(f_{eu}) + 5.3411。$$

8. 根据权利要求7所述的一种模拟人眼对光环境感知的光学测量系统的测量方法,其特征在于,

人眼感知到的空间亮度 E 的计算公式为:

$$E = 1.4 \tau L \left(\frac{a}{f} \right)^2$$

其中, τ 为眼睛的透过率, L 为发光面的光亮度, f 为眼睛的焦距。

9. 根据权利要求5所述的一种模拟人眼对光环境感知的光学测量系统的测量方法, 其特征在于,

光谱仪的两路探测系统测量得到的场景中心、全局视野的光谱信息, 对场景中心、全局视野的光谱信息进行处理, 从而得出视场中的随波长变化的辐射功率 $\Phi(\lambda)$, 由下面的公式计算出光谱中任意波长的光在人眼处产生的辐照度即光谱辐照度 E_λ ;

$$E_\lambda = \frac{d\Phi(\lambda)}{dA * d\lambda}$$

其中 λ 为波长, A 为瞳孔面积, 光谱辐照度 E_λ 的单位为 $\text{w} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{nm}$ 。

一种模拟人眼对光环境感知的光学测量系统与测量方法

技术领域

[0001] 本发明涉及显示器件测量技术领域,特别是一种模拟人眼对光环境感知的光学测量系统与测量方法。

背景技术

[0002] 随着显示技术的高速发展,光环境的组成也越来越多样化,研究人眼对光环境的感知是非常有意义的工作。人眼对于光环境的感知包括亮度、照度、光谱以及动态响应等等。目前市面上的亮度计、照度计种类繁多,其中亮度计有简易亮度计、光谱辐射亮度计、光学成像亮度计、高准确度亮度计以及CCD成像亮度计等;照度计有目视照度计、光电照度计等。传统亮度计只是测量被测物体的亮度,是客观物理量,而不是人眼实际能够感知到的亮度。并且传统亮度存在以下缺点:1、入射孔径远远大于人眼7mm瞳孔直径,FOV为 0.1° 、 0.2° 、 1° 或 2° ,不能满足辐射标准的要求;2、通常用 $V(\lambda)$ 进行匹配,无法按照标准要求的加权函数进行加权;3、入瞳位置不确定,一般为透镜后端,无法真正满足某些测试距离的要求;4、人眼对显示亮度的实际感知,会受环境光的影响,但现有设备,包括点亮度计和平面亮度计,只能记录显示屏幕的发光亮度,并不能反映人眼感知亮度。而对于照度计,其测量范围一般是 180° ,与实际人眼的视野范围不符合,不能替代人眼在相应位置接收到的照度信息。

[0003] 目前,针对人眼对空间光环境的感知,所做的研究很少并且缺乏系统性。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是克服现有技术的不足而提供一种模拟人眼对光环境感知的光学测量系统与测量方法,该方法通过多种光学测量仪器协同工作对人眼对空间光环境的感知情况作评估,例如测量人眼感知亮度、照度以及接收到的光谱信息等。

[0005] 本发明为解决上述技术问题采用以下技术方案:

[0006] 根据本发明提出的一种模拟人眼对光环境感知的光学测量系统,包括十字形的支架式导轨、其中一个导轨上设有光谱仪,另一导轨上设有动态响应测试仪和平面亮度计;其中,光环境发出的光线信息通过平面亮度计记录其亮度分布,通过光谱仪记录其光谱分布,通过动态响应测试仪测量动态响应。

[0007] 作为本发明所述的一种模拟人眼对光环境感知的光学测量系统进一步优化方案,支架式导轨上配备用于在水平和垂直方向调整角度的支架。

[0008] 作为本发明所述的一种模拟人眼对光环境感知的光学测量系统进一步优化方案,所述光谱仪为非接触式的,并且至少包含两路探测系统,一路针对场景中心,采用点亮度计光学系统,一路针对全局视野,采用照度计光学系统,探测最大视角范围能够达到水平方向 120° ,垂直方向 90° ,能够全部记录光环境的光谱信息。

[0009] 作为本发明所述的一种模拟人眼对光环境感知的光学测量系统进一步优化方案,所述动态响应测试仪包括数据采集卡,数据采集卡的数据宽度为16-bit,最大采样率能达到100000 points/s;动态响应测试仪的检测过程为:光环境内的显示器提供不同分辨率和

屏幕刷新率的测试图像,动态响应测试仪接收信号,利用其内部的光电二极管进行光电转换,通过低噪声信号放大器将光电信号放大,利用数据采集卡获取时变信号,实现对动态响应的检测。

[0010] 作为本发明所述的一种模拟人眼对光环境感知的光学测量系统进一步优化方案,所述平面亮度计测量视角可调,能够达到水平方向 120° ,垂直方向 90° ,能够全部记录光环境的亮度信息。

[0011] 基于上述的一种模拟人眼对光环境感知的光学测量系统的测量方法,通过平面亮度计获取空间亮度分布,利用该亮度分布计算出当前条件下的瞳孔直径,进而计算出人眼感知到的空间亮度;通过调整光谱仪的测量视角获取人眼视野范围内接收到的光谱辐照度;通过动态响应测试仪测量动态响应信息。

[0012] 作为本发明所述的一种模拟人眼对光环境感知的光学测量系统的测量方法进一步优化方案,

[0013] 获取空间亮度分布 f_{eu} 的方法如下:

$$[0014] \quad f_{eu} = 1.5 * L_g^{0.7} = 1.5 * \left(\sqrt[N]{\prod_{\theta=-50^\circ}^{35^\circ} \prod_{\phi=-50^\circ}^{50^\circ} L(\theta, \phi)} \right)^{0.7}$$

[0015] 其中, $L(\theta, \phi)$ 为亮度矩阵中对应的亮度值, θ 和 ϕ 为亮度矩阵中每个区域对应的各自的位置角度信息, N 为亮度矩阵中元素的数量。

[0016] 作为本发明所述的一种模拟人眼对光环境感知的光学测量系统的测量方法进一步优化方案,

[0017] 瞳孔直径 a 的计算方法为:

$$[0018] \quad a = 0.425 \ln(f_{eu}) + 5.3411。$$

[0019] 作为本发明所述的一种模拟人眼对光环境感知的光学测量系统的测量方法进一步优化方案,

[0020] 人眼感知到的空间亮度 E 的计算公式为:

$$[0021] \quad E = 1.4\tau L \left(\frac{a}{f} \right)^2$$

[0022] 其中, τ 为眼睛的透过率, L 为发光面的光亮度, f 为眼睛的焦距。

[0023] 作为本发明所述的一种模拟人眼对光环境感知的光学测量系统的测量方法进一步优化方案,

[0024] 光谱仪的两路探测系统测量得到的场景中心、全局视野的光谱信息,对场景中心、全局视野的光谱信息进行处理,从而得出视场中的随波长变化的辐射功率 $\Phi(\lambda)$, 由下面的公式计算出光谱中任意波长的光在人眼处产生的辐照度即光谱辐照度 E_λ ;

$$[0025] \quad E_\lambda = \frac{d\Phi(\lambda)}{dA * d\lambda}$$

[0026] 其中 λ 为波长, A 为瞳孔面积, 光谱辐照度 E_λ 的单位为 $w \cdot m^{-2} \cdot nm$ 。

[0027] 本发明采用以上技术方案与现有技术相比,具有以下技术效果:

[0028] 本发明采用多种光学测量仪器,根据人眼视角的特点进行测量,获取各个角度的

光线,相比于一般的亮度计、光谱仪,采集的数据更全面;采用空间亮度分布 f_{eu} 评价空间平均亮度,匹配瞳孔直径,进而得到空间主观光亮度,评价更为客观、准确。因此,所述软件处理系统可以同时得到空间主观亮度、光谱信息以及动态响应信息。

附图说明

[0029] 图1是本发明的整体结构示意图。

[0030] 图2是基于人眼视场角范围的示意图。

[0031] 图3是本发明中瞳孔直径与 f_{eu} 值拟合关系的示意图。

[0032] 图中的附图标记解释为:1-支架式导轨,2-光谱仪,3-动态响应测试仪,4-平面亮度计,5-光环境。

具体实施方式

[0033] 下面结合附图对本发明的技术方案做进一步的详细说明:

[0034] 如图1所示,本发明包括十字形的支架式导轨1、其中一个导轨上设有光谱仪2,另一导轨上设有动态响应测试仪3和平面亮度计4;其中,光环境发出的光线信息通过平面亮度计记录其亮度分布,通过光谱仪记录其光谱分布,通过动态响应测试仪测量动态响应。

[0035] 架式导轨上配备用于在水平和垂直方向调整角度的支架。

[0036] 所述光谱仪为非接触式的,并且至少包含两路探测系统,一路针对场景中心,采用点亮度计光学系统,一路针对全局视野,采用照度计光学系统,探测最大视角范围能够达到水平方向 120° ,垂直方向 90° ,能够全部记录光环境5的光谱信息。

[0037] 所述动态响应测试仪包括数据采集卡,数据采集卡的数据宽度为16-bit,最大采样率能达到100000points/s;动态响应测试仪的检测过程为:光环境内的显示器提供不同分辨率和屏幕刷新率的测试图像,动态响应测试仪接收信号,利用其内部的光电二极管进行光电转换,通过低噪声信号放大器将光电信号放大,利用数据采集卡获取时变信号,实现对动态响应的检测。

[0038] 所述平面亮度计测量视角可调,能够达到水平方向 120° ,垂直方向 90° ,能够全部记录光环境的亮度信息。通过平面亮度计获取空间亮度分布,利用该亮度分布计算出当前条件下的瞳孔直径,进而计算出人眼感知到的空间亮度;通过调整光谱仪的测量视角获取人眼视野范围内接收到的光谱辐照度;通过动态响应测试仪测量动态响应信息。

[0039] 如图2所示,在测量时按照人眼的视野范围进行数据的记录,水平方向视角 120° ,垂直方向视角 90° ,记录视野范围内的亮度、光谱信息。

[0040] 如图3所示,拟合的空间亮度分布 f_{eu} 值与瞳孔直径的关系如图,利用这个关系由 f_{eu} 计算瞳孔直径。

[0041] 系统测量的具体过程:

[0042] 光环境发出的光线信息通过平面亮度计记录其亮度分布,通过光谱仪记录其光谱分布,通过动态响应测试仪测量动态响应。

[0043] 将测量得到的数据传输进软件系统,根据亮度矩阵,由下面的公式计算 f_{eu} 值:

$$feu = 1.5 * Lg^{0.7} = 1.5 * \left(\sqrt[N]{\prod_{\theta=-35^{\circ}}^{35^{\circ}} \prod_{\phi=-50^{\circ}}^{50^{\circ}} L(\theta, \phi)} \right)^{0.7}$$

[0044] 其中, $L(\theta, \varphi)$ 为亮度矩阵中对应的亮度值, θ 和 φ 为对应的位置角度信息, N 为亮度矩阵中元素的数量。

[0045] 得到 feu 值以后, 根据 feu 与瞳孔直径的关系计算瞳孔直径的值:

$$[0046] \quad a = 0.425 \ln(fe u) + 5.3411$$

[0047] 其中 a 为瞳孔直径。

[0048] 瞳孔直径 a 的计算方法为:

[0049] $a = 0.425 \ln(fe u) + 5.3411$; (此公式中的 a 对应图3中的 y , $fe u$ 对应图3中的 x , 图3中的 R^2 是拟合该公式的相关系数)。

[0050] 然后根据瞳孔直径计算主观光亮度:

$$[0051] \quad E = 1.4 \tau L \left(\frac{a}{f} \right)^2$$

[0052] 其中, E 为人眼感知到的空间亮度, τ 为眼睛的透过率, L 为发光面的光亮度, f 为眼睛的焦距, a 为瞳孔直径。

[0053] 采用双路探测系统的光谱仪进行测量, 对测量得到的光谱信息进行处理, 从而得出视场中的随波长变化的辐射功率 $\Phi(\lambda)$ 。进一步由下面的公式计算出光谱中任意波长的光在人眼处产生的辐照度即光谱辐照度 E_{λ} 。

$$[0054] \quad E_{\lambda} = \frac{d\Phi(\lambda)}{dA * d\lambda}$$

[0055] 其中 λ 为波长, A 为瞳孔面积, 光谱辐照度 E_{λ} 的单位为 $w \cdot m^{-2} \cdot nm$ 。

[0056] 动态响应测试仪的测量过程为: 图像发生器向光环境中的显示器提供不同分辨率和屏幕刷新率的测量图像, 它由一个或更多的 LVDS 和 DVI 接口与显示器连接, 并产生一个触发信号, 以保证同步数据采集; 光电二极管光谱灵敏度接近人眼的视敏函数 $v(\lambda)$; 低噪声信号放大器将光电转化的信号放大; 数据采集卡获取时变电压信号, 通过电压信号的变化趋势来反映动态响应特性。

[0057] 以上所述仅是本发明的优选实施方式, 应当指出: 对于本技术领域的普通技术人员来说, 在不脱离本发明原理的前提下, 还可以做出若干改进和润饰, 这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

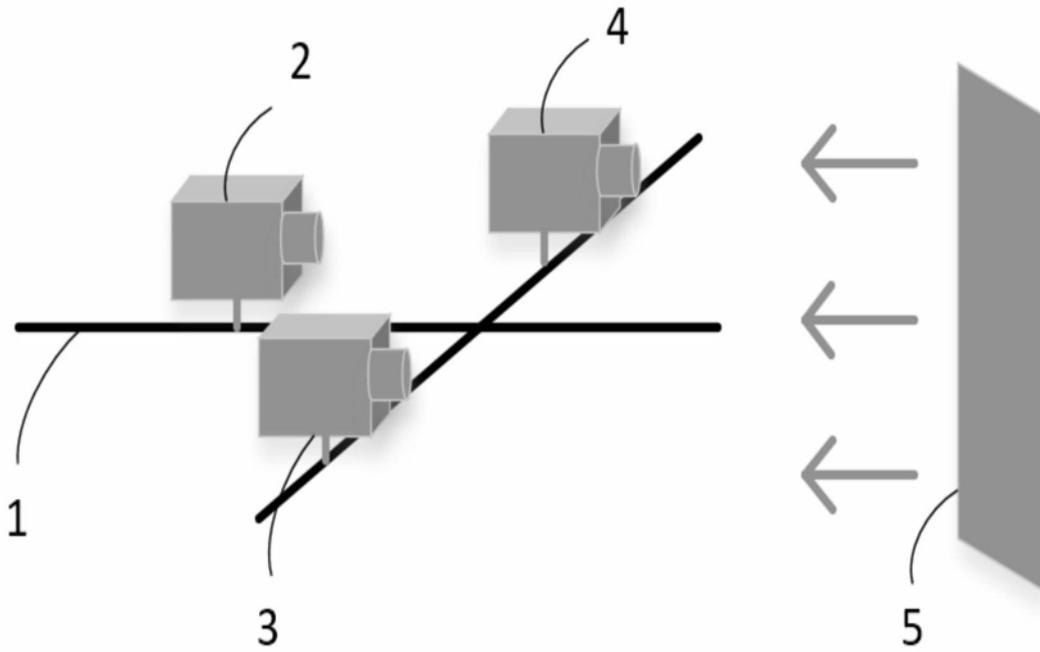


图1

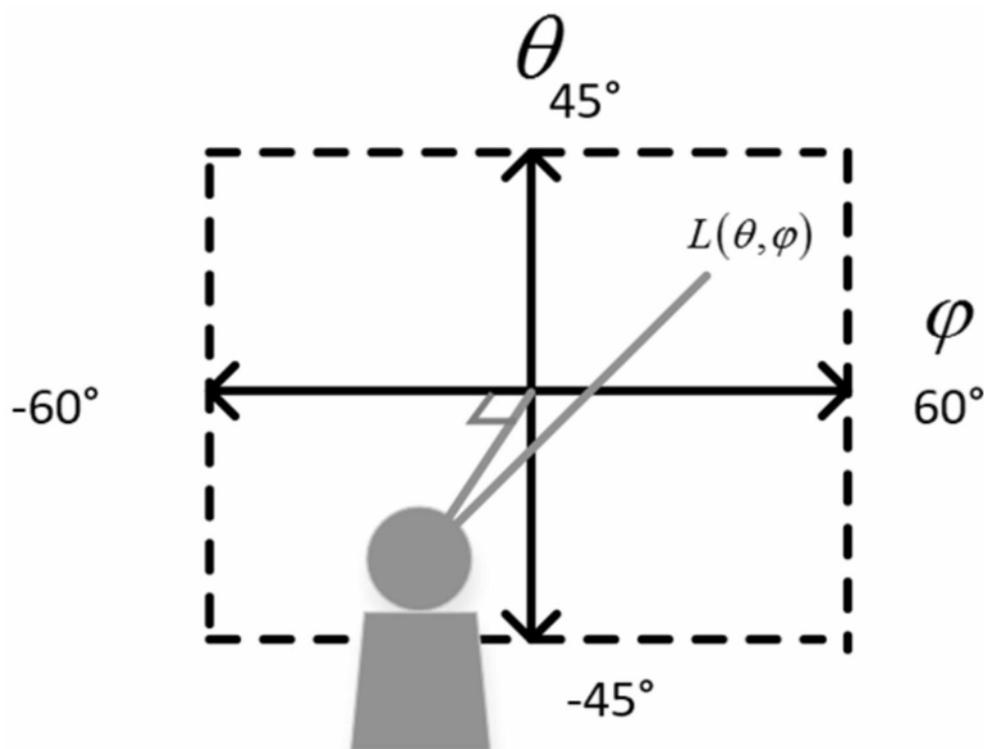


图2

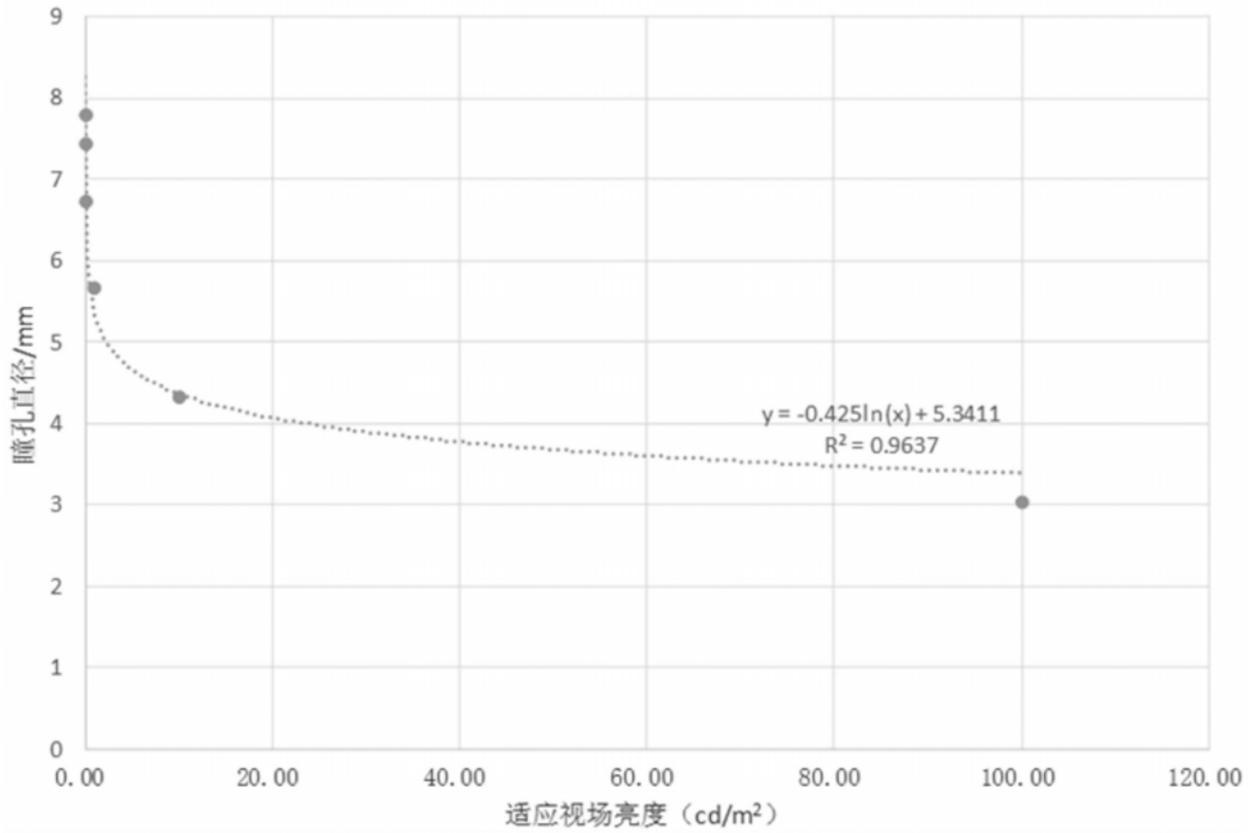


图3