



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105615830 A

(43) 申请公布日 2016.06.01

(21) 申请号 201510881350.8

(22) 申请日 2015.12.03

(71) 申请人 天津大学

地址 300072 天津市南开区卫津路 92 号

(72) 发明人 沈丽丽 孙伟鹏

(74) 专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代

理事务所 12201

代理人 程毓英

(51) Int. Cl.

A61B 5/00(2006.01)

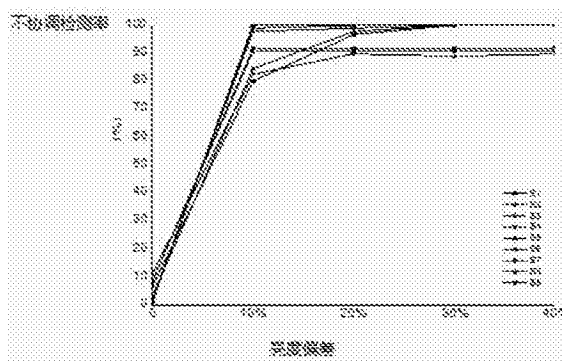
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

亮度偏差引起的立体观看舒适度影响的脑电分析方法

(57) 摘要

本发明涉及一种亮度偏差引起的立体观看舒适度影响的脑电分析方法,包括:对立体图像的右视图进行亮度处理,使左右视图的亮度偏差达到五个等级;对主观评定标准进行划分,分为两个指标:协调,不协调;对被试者的主观评价结果进行分析;测量不同偏差等级条件下的立体图像诱发被试者的脑电波,得出不同偏差等级的脑电波 ERP 信号成分,呈现出 ERP 平均波形幅值;对不同偏差条件下得 ERP 平均波形幅值进行比较分析,并与主观评价结果比较,得出脑电波 ERP 信号成分与立体视图亮度偏差对立体舒适度影响之间的关系。本发明可以为建立基于 ERP 的立体图像观看舒适度客观评价方法提供基础。



1.一种亮度偏差引起的立体观看舒适度影响的脑电分析方法,包括以下步骤:

1)对立体图像的右视图进行亮度处理,使左右视图的亮度偏差达到五个等级:0%、10%、20%、30%和40%。

2)对主观评定标准进行划分,分为两个指标:协调,不协调。

3)对被试者的主观评价结果进行分析,包括:亮度偏差协调检测率,对不同等级下的检测率进行显著性差异分析。

4)测量不同偏差等级条件下的立体图像诱发被试者的脑电波,得出不同偏差等级的脑电波ERP信号成分,呈现出ERP平均波形幅值。

5)对不同偏差条件下得ERP平均波形幅值进行比较分析,并与主观评价结果比较,得出脑电波ERP信号成分与立体视图亮度偏差对立体舒适度影响之间的关系。

亮度偏差引起的立体观看舒适度影响的脑电分析方法

技术领域：

[0001] 本发明涉及立体图像质量评价领域。

背景技术：

[0002] 国内外对3D图像/视频质量的评价方法主要分为主观评价和客观评价两种。这两种评价方法各有自己的优点和缺点,相互补充。主观评价方法的优势是覆盖范围广,但由于主观评价方法的本质是基于记忆的,被试个体的差异较大,结果易受研究者的诱导而出现偏差,给出的评价结果不够客观,且人力物力浪费较大。客观评价方法则是利用算法公式对立体内容特征信息等进行客观计算评价,主要是计算视频、图像的特征指标,如均方根误差(Mean Squared Error,MSE)、峰值信噪比(Peak Signal-to-noise Ratio,PSNR)等^[1],客观评价的优点是操作简单、易实现,缺点是常与主观评价得到的结果相差较远,无法覆盖所有立体内容,不具备普适性和鲁棒性。随着脑科学技术的发展,ERP技术作为一种衡量人体脑活动的技术业已成熟,使其成为3D客观评价的有效方法。由于基于双目视差原理的立体成像技术,其立体感是在人的大脑中产生的,生理指标能够最直接地表示人类视觉系统对图像/视频的反应。因此,以ERP技术为基础的生理指标评价方法已经成为研究图像/视频质量评价的新方法^[2-4]。将主观行为实验与以ERP为基础的客观评价实验结合起来,将得到更加合理的实验结果。

[0003] [1]JACKSONAF,BOLGERD J.The neurophysiological bases ofEEG and EEGmeasurement:areview for therestofus[J].Psychophysiology,2014,51(11):1061-71.

[0004] [2]CHEN C,Li K,WU Q,et al.EEG-based detection and evaluation offatigue caused by watching 3DTV[J].Displays,2013,34(2):81-8.

[0005] [3]MUN S,PARK M C,PARK S,et al.SSVEP and ERP measurement of cognitive fatigue caused by stereoscopic 3D[J].Neuroscience letters,2012,525(2):89-94.

[0006] [4]SCHOLLER S,BOSSE S,TREDER M S,et al.Toward adirectmeasure ofvideo quality perceptionusing EEG[J].IEEETrans Image Process,2012,21(5):2619-29.

发明内容：

[0007] 本发明解决的技术问题:提出一种运用脑电技术进行立体图像质量评价的分析方法,基于该分析方法,为各种因素的左右视图偏差引起的立体图像质量变化分析提供了基础。本发明技术方案如下:

[0008] 一种亮度偏差引起的立体观看舒适度影响的脑电分析方法,包括以下步骤:

[0009] 1)对立体图像的右视图进行亮度处理,使左右视图的亮度偏差达到五个等级:0%、10%、20%、30%和40%。

[0010] 2)对主观评定标准进行划分,分为两个指标:协调,不协调。

[0011] 3)对被试者的主观评价结果进行分析,包括:亮度偏差协调检测率,对不同等级

下的检测率进行显著性差异分析。

[0012] 4)测量不同偏差等级条件下的立体图像诱发被试者的脑电波,得出不同偏差等级的脑电波ERP信号成分,呈现出ERP平均波形幅值。

[0013] 5)对不同偏差条件下得ERP平均波形幅值进行比较分析,并与主观评价结果比较,得出脑电波ERP信号成分与立体视图亮度偏差对立体舒适度影响之间的关系。

[0014] 主观评价得出的亮度偏差对立体图像舒适度影响的结果是确切的,分析不同亮度偏差条件下被试者脑电N270成分的差异,得出其与主观立体舒适度评价结果存在规律客观的联系。进而确定脑电可以作为立体图像评价的客观指标,所以在此分析方法的基础上,可以做更多基于脑电的立体图像舒适度评价工作。

附图说明:

[0015] 通过附图,可以使本发明的实施步骤及优点更加凸显,也更加有利于使用者的理解与操作。

[0016] 图1a和图1b分别为实验所用的立体图像左右视图;

[0017] 图2为实验流程图,A为圆点图,B为标准图,C为偏差图,D为圆点图;

[0018] 图3为主观行为实验亮度偏差协调检测率;

[0019] 图4为主观行为实验亮度偏差协调检测率显著性差异统计;

[0020] 图5的三幅图分别为刺激呈现后501ms、601ms、731ms三个时刻N270在脑区的分布脑电地形图;

[0021] 图6为不同亮度差异等级731ms时刻不同亮度偏差等级诱发的N270成分的脑电地形图,自左至右依次为偏差0,10%,20%,30%,40%;

[0022] 图7不同亮度差异等级下P1PzP2电极上ERP总平均;

[0023] 图8不同亮度差异等级下ERP信号总平均幅值统计;

具体实施方式:

[0024] 为使本发明的方案更加清楚明了,便于实施,以便于更加凸显本发明的优点及目的,对实施方案作详细的阐述与说明。

[0025] 101:搭建ERP平台

[0026] ERP实验平台的组成包括:高性能计算机2台、Neuroscan信号放大器、立体显示器(刺激呈现装置)、64导电极帽(Ag-AgCl电极,根据国际10-20系统分布)、偏光式立体眼镜。

[0027] 立体显示器为分辨率为 1366×768 ,刷新频率为60Hz的长虹立体电视,用E-prime 2.0呈现图像刺激。被试者被要求佩戴偏光式立体眼镜及Neuroscan公司的64导电极帽(阻抗小于等于 $5K\Omega$ 。被试距显示屏距离为显示屏垂直高度3倍处,图像水平视角为 32.86° ,垂直视角为 18.48° 。

[0028] 对被试者的要求及条件为:身体健康,男女比例合适,年龄为23~27岁。所有被试视力正常或矫正视力正常。所有被试精神状态良好,实验开始前签署被试知情同意书,并获得相应补偿,预先使其熟悉整个实验过程及注意事项,但不被告知实验目的。

[0029] 实验立体图像素材的平均亮度值偏高,图像分辨率为 1366×768 ,如图1(a)、图1(b)所示。偏差处理保持左视图不变,对右视图进行不同程度的亮度处理。处理后的左右视

图偏差划为:0%、10%、20%、30%和40%。共有被试12个人,4女8男,年龄为23~27岁。所有被试视力正常或矫正视力正常,其中2名被试有立体图像评价经验,所有被试精神状态良好。

[0030] 实验采用经典的S1-S2范式。一共分为450个试次,对于每一个试次,首先呈现白色圆点以使被试集中注视屏幕中央,持续时间为500ms。接着分别呈现无亮度偏差和不同等级亮度偏差图片,持续时间各为500ms,其中5个等级的亮度偏差图片等概率随机呈现;最后呈现白色圆点,要求被试对两幅测试图像进行协调性判断,即被试判断为不协调,则点击鼠标左键,否则点击鼠标右键。被试点击鼠标的同时即进入下一个试次。实验过程排除噪音干扰,并要求被试保持放松状态,不允许有任何实际动作。实验中同时记录被试的脑电信号和行为数据。实验流程如图2所示。

[0031] 102:主观行为数据的统计分析

[0032] 图3为被试S1-S9对亮度偏差感知的不协调检测率曲线,观察曲线发现,检测率随着亮度偏差等级的增加而增加,增加范围集中体现在0~10%之间,说明被试出现了明显的视觉不协调或不舒适。当亮度偏差超过10%时,整体不协调检测率大于80%,说明被试

[0033] 可以完全感知由亮度偏差引起的不协调感。

[0034] 为了进一步分析不同亮度偏差等级之间的差异,对S1-S9不同等级下的检测率进行显著性差异分析,图4为相应的统计图。平均检测率随亮度偏差的增加而增加,亮度偏差大于10%时的相应检测率与无亮度偏差平均检测率具有显著性差异,说明被试对大于10%的亮度偏差产生了明显的不协调感。行为数据分析结果表明,在最佳观看距离处,对于舒适的观看内容,亮度偏差应小于10%。

[0035] 103:测量被试的脑电信号,存储于离线分析

[0036] 脑电数据由64导联、国际10-20系统的电极帽记录,数据采集频率为1000Hz,滤波的低通截止频率为0.05Hz、高通截止频率为100Hz。参考电极为右侧乳突电极,各个电极电阻值不大于5k Ω 。使用Scan软件对脑电数据离线分析,包括合并行为数据、脑电预览、眼电祛除、脑电分段、基线矫正、伪迹祛除、叠加平均、滤波等。分析的数据为刺激出现前100ms至刺激后600ms。

[0037] 104:对被试的脑电信号进行离线处理,分析相应脑区的ERP信号

[0038] 采用egglab对实验中采集到的脑电信号进行分析。包括:

[0039] 1.进行带通滤波处理:滤波器范围为0.01Hz至35Hz,凡是被污染的脑电数据及伪迹大于70 μ V的脑电数据均被剔除掉。

[0040] 2.脑电数据的分段叠加处理:根据不同的亮度差异类型,对各个类型的的数据进行分段,然后进行叠加平均处理。

[0041] 3.脑电数据的初步分类:对叠加平均后的波形校正基线,在相应成分最高点处,以左右正负40ms的时间窗口,计算出平均幅值。潜伏期为这个最高点所对应的时间点。

[0042] 4.创建study:创建study,所有被试数据进行叠加平均,进行差异性检验。

[0043] 105:对不同偏差类型的脑电信号进行叠加平均,探测前额、顶叶和枕叶的成分

[0044] 观察整个大脑电极波形图,在枕叶和后顶叶(O1、OZ、O2、P7、P8、PZ、P3和P4)500ms后,大约在770ms附近,观察发现一个ERP信号成分,为N270,该成分与亮度偏差刺激有关。(如图7所示)

[0045] 106:不同亮度偏差下ERP波形差异

[0046] 根据ERP理论,在S1-S2匹配作业中会诱发出N270成分,图5为不同时刻的脑电地形图,列出了501ms、601ms、731ms三个时刻N270在脑区的分布情况。S2出现前期,N270幅值较小,主要分布在额中央区;在731ms左右,N270幅值最大,主要分布在中央—顶区和枕区。

[0047] 图6列出了731ms时刻不同亮度偏差等级诱发的N270成分的脑电地形图,自左至右依次为偏差0%,10%,20%,30%,40%,随偏差等级的增加,N270分布区域逐渐由顶区扩展至枕区,并且幅值逐渐增大,说明脑活动逐渐增强。

[0048] 实验选择大脑顶区的P1,Pz,P2电极进行分析。图7为测试图像在P1,Pz,P2电极上诱发的平均ERP信号。图中,0~500ms之间,不同等级的亮度偏差诱发得到的ERP信号差异不明显。500ms后,大约在770ms附近,观察发现一个ERP信号成分N270,该成分与亮度偏差刺激有关。对于不同偏差等级的测试图像,N270成分呈现出ERP波形幅值不同,其值随着偏差等级的增加而增大。对于N270成分,较高偏差等级(20%、30%、40%)的幅值明显大于较低偏差等级(0%和10%)。表明人类大脑对于亮度偏差较大时反应强烈,暗示亮度偏差大的立体图像会募集更多的神经元参与,导致全脑的整体活动更强,从而表现出更高的反映幅度。

[0049] 为了进一步分析不同亮度偏差等级引起的ERP波形差异,我们对9名被试在P1位置的ERP幅值进行统计分析,得到不同亮度偏差等级显著性检验统计情况如图8。其中随着偏差等级的增加,所诱发的ERP平均幅值也相应增加,10%、20%、30%、40%亮度偏差与零偏差相比都有显著性差异,当亮度偏差大于10%时,相邻偏差之间差异不明显。统计结果与行为数据及波形分析结果一致,所以建议亮度偏差应小于10%。

[0050] 107:偏差阈值

[0051] 本发明利用ERP技术,采用经典S1-S2实验范式设计实验,结合主观行为数据进行。主观行为数据,亮度偏差大于等于10%的等级,平均检测率大于90%,被试可以完全感知亮度偏差引起的不协调感。无亮度偏差与10%及以上的亮度偏差都有显著性差异,即被试对大于10%的亮度偏差反应明显,20%以上的亮度偏差之间无显著性差异。ERP数据分析以时域数据统计为主,得到了与亮度偏差刺激相关的成分N270,N270是在S1-S2匹配任务中诱发出的一个负成分,又称为脑信息认知冲突电位,即相互比较的两幅图片存在亮度差异时,可以在S2出现后270ms左右记录到该成分,N270反映了大脑通过比较识别和加工信息冲突的过程。S2出现前期N270主要分布在额中央区;主要分布在中央—顶区和枕区。电极P1,Pz,P2的总平均ERP波形得到N270伴随偏差等级的提升幅度明显提升,偏差为20%、30%、40%时的N270幅度明显高于偏差为0%和10%的波形幅度,暗示亮度偏差大的立体图片会募集更多的神经元参与,导致全脑的整体活动更强,从而表现出更高的反映幅度。无偏差等级与10%以上偏差等级差异性明显,10%以上的偏差等级之间主要表现为无显著性差异。而行为数据结果中当亮度偏差大于10%时,与无偏差之间存在显著性差异,且亮度偏差大于10%时被试会感觉到明显的不协调,偏差等级越大,被试的不协调感越强烈。因此,立体图像左右视图亮度偏差低于10%,可以保证观看舒适度。

[0052] 综上所述,本发明采用的不同亮度偏差条件下诱发的脑电信号(N270)具有差异性,可以用于立体图像舒适度的评价。由于脑电信号的客观性,在该发明的基础上做进一步研究,可以用脑电信号对不同种类偏差对立体舒适度的影响进行评价。

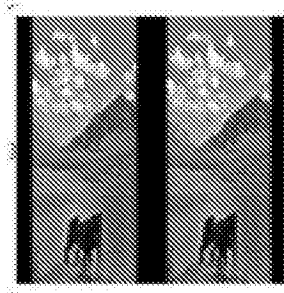


图1a

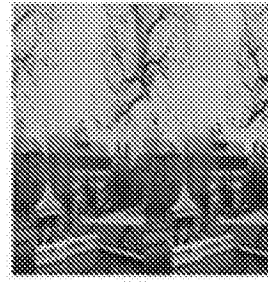


图1b

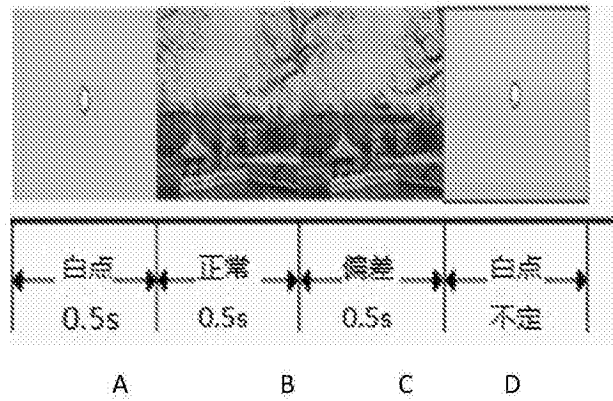


图2

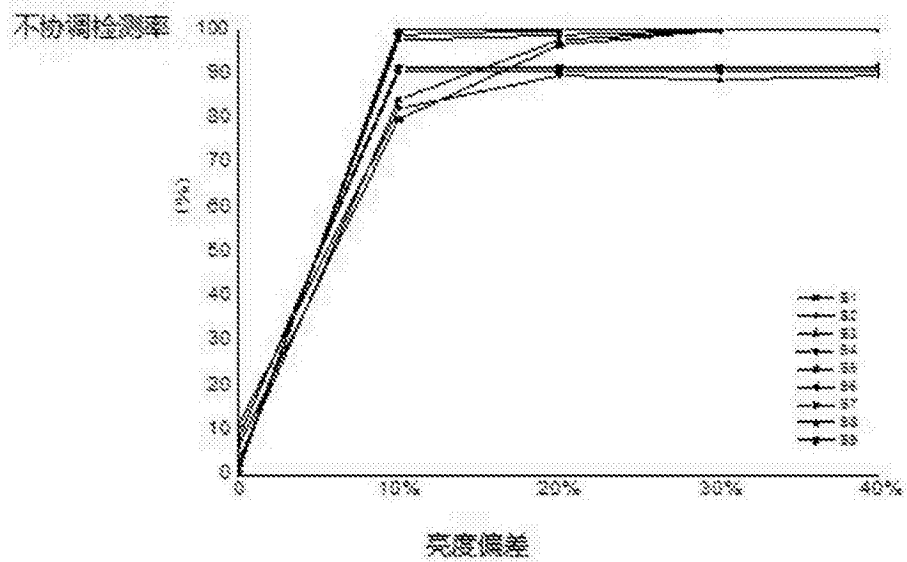


图3

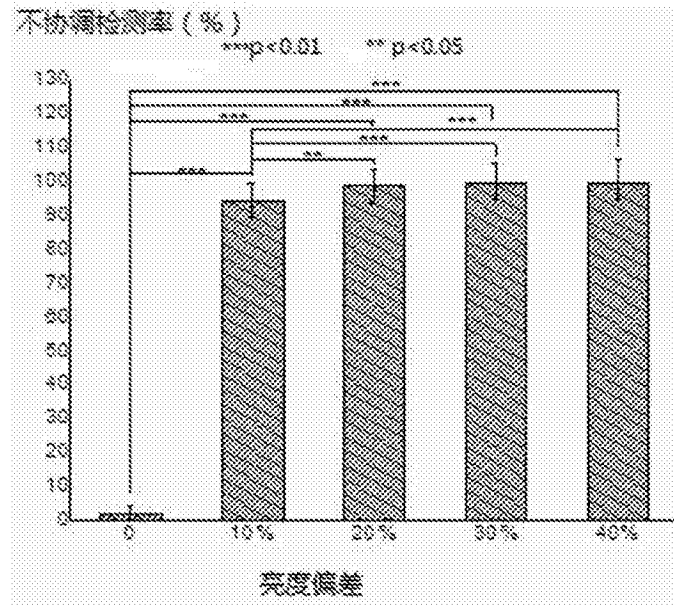


图4

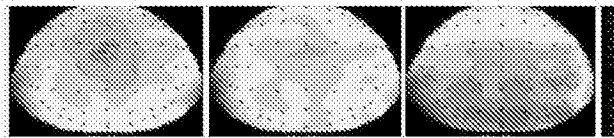


图5

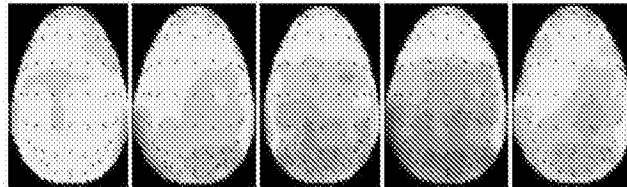


图6

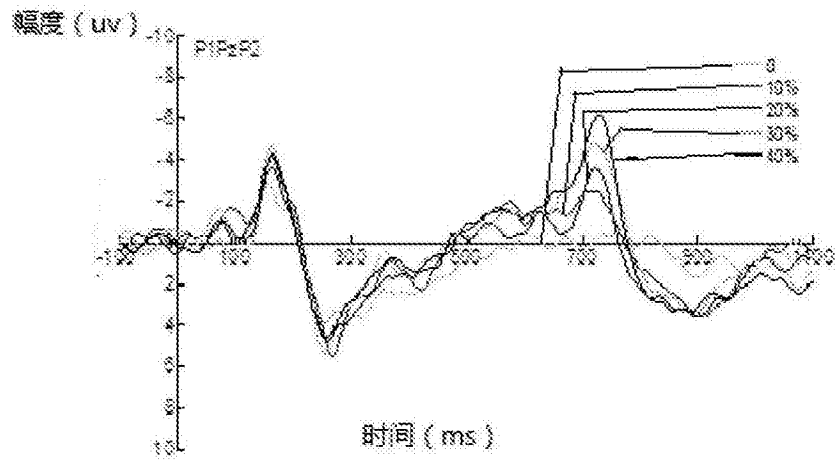


图7

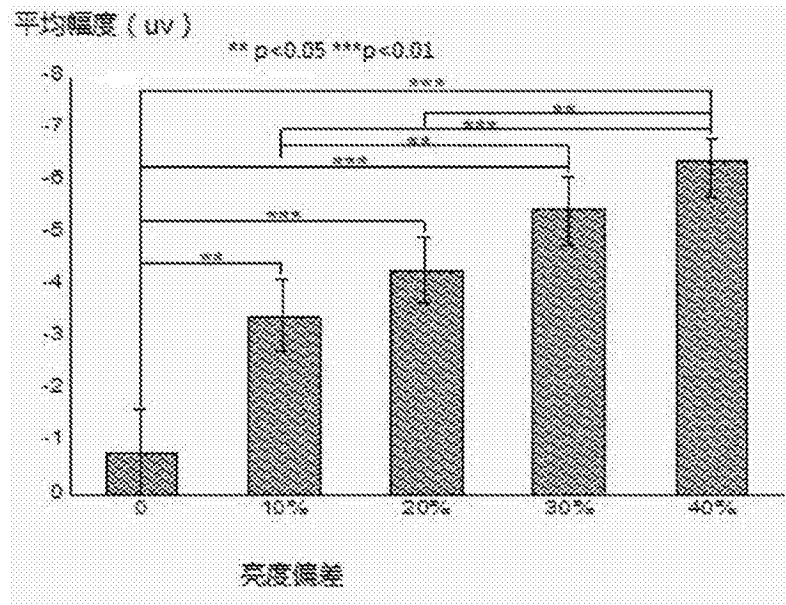


图8

专利名称(译)	亮度偏差引起的立体观看舒适度影响的脑电分析方法		
公开(公告)号	CN105615830A	公开(公告)日	2016-06-01
申请号	CN201510881350.8	申请日	2015-12-03
[标]申请(专利权)人(译)	天津大学		
申请(专利权)人(译)	天津大学		
当前申请(专利权)人(译)	天津大学		
[标]发明人	沈丽丽 孙伟鹏		
发明人	沈丽丽 孙伟鹏		
IPC分类号	A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/72 A61B5/74		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种亮度偏差引起的立体观看舒适度影响的脑电分析方法，包括：对立体图像的右视图进行亮度处理，使左右视图的亮度偏差达到五个等级；对主观评定标准进行划分，分为两个指标：协调，不协调；对被试者的主观评价结果进行分析；测量不同偏差等级条件下的立体图像诱发被试者的脑电波，得出不同偏差等级的脑电波ERP信号成分，呈现出ERP平均波形幅值；对不同偏差条件下得ERP平均波形幅值进行比较分析，并与主观评价结果比较，得出脑电波ERP信号成分与立体视图亮度偏差对立体舒适度影响之间的关系。本发明可以为建立基于ERP的立体图像观看舒适度客观评价方法提供基础。

