

# 偏振型3D显示和 快门型“3D”显示的区别

李超 chaoli@ccdl.com.cn 13937116066

郑州中原显示技术有限公司 总裁  
国家级有突出贡献的专家  
武汉科技大学特聘教授

中国广播电视联合会技术工作委员会理事  
中国图像图形学会立体专委会高级顾问  
中国3D产业联盟高级顾问  
美国电影电视工程师协会（SMPTE）会员  
美国电气电子工程师协会（IEEE）会员  
美国信息显示学会（SID）会员



Ontoelectronics

教育部光电信息教学指导分委会规划教材  
普通高等教育光电类专业应用型规划教材

文尚胜 主编 / 李超 副主编

# 光电显示 技术与应用

 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

## 高校教材预告

教育部光电信息教学指导分委会规划教材  
普通高等教育光电类专业应用型规划教材

# 《光电显示技术与应用》

主 编：文尚胜

副 主 编：李 超

责任编辑：吉 玲

机械工业出版社

# The world's only LED 3D Display Laboratories

---Authorized by governments



**Henan Provincial**  
**Research Center of 3D Display Technology**  
**Bureau of Science & Technology Henan Province**  
河南省科学技术厅



**Zhengzhou Municipal**  
**Research Center of 3D Display Technology**  
**Bureau of Science & Technology Zhengzhou City**  
郑州市科学技术局

# CCDL LED 3D R&D History

## 郑州中显的3D LED研发历史

1990 启动LED 3D系统的研发

1997 制成世界第一套 电子快门型LED 3D屏幕（38平方米）

2009 制成第一套狭缝光栅型LED 3D屏幕（14平方米）

2011 制成世界第一套偏振型LED 3D显示屏

2012 制成世界第一套“双路全高清(DCHD)”偏振型LED 3D显示屏样机，通过省级鉴定

2014 在郑州建成世界第一套“LED立体电影院”

2014 作为唯一中国企业、携带唯一中国产品“LED立体电影院样机首次跨入好莱坞，至  
2017年连续参加SMPTE会展

# 郑州中显的研发样机



↑ 世界第一套电子快门型LED  
大屏幕（38平方米，1997）

第一套裸眼型LED大屏幕  
（14平方米，2009）



第一套双路全高清偏振型  
LED大屏幕（20平方米，  
2012）



# 安装在郑州国际会展中心的 LED立体电影播映系统

(LED Stereoscopic Movie System in Zhengzhou International  
Conference and Exhibition Center)



# Why does a 3D movie projection system produce inevitable and obvious "3D vertigo syndrome"?

There would appear to be something wrong in the procedure of Image Setup, Transmission and Reduction. Once anything wrong to let our central nerve (our brain) cannot understand the 3D image, "Vertigo Syndrome" occurred.

## **Optical jitter due to the mechanical movement:**

It could be from micromirror, or could be from the rearrangement of the crystal structure. The micro-difference could cause lighting time difference amongst pixels. But there is no lighting time difference in LED systems.



**A special test: 40 people aged 61-65 to watch the famous 3D movie "Avatar" and none of them reported very bad unwell. Known to all that a Taiwanese died after watching this movie.**

# 普通光学差别

		偏振型(Polarizing mode)	快门型(Shutter mode)
1	一次透过率	42% (约)	
2	二次透过率	77-85%	35% (约)
3	综合透过率	(34±2) %	35%
4	对于人眼的保护作用	明显	没有

# 3D显示光学差别

		偏振型(Polarizing mode)	快门型(Shutter mode)
1	分离度	可达99.8%	95-97%
2	串扰度	0.2%	3-5%
3	实际刷新频率	由于是同步刷新，可以在600Hz以上	由于输入的限制，无法同步刷新，被限制在60Hz
4	3D干扰（3D闪烁）	无	有
5	对于人眼的损害	无	明显
6	对于反射光和其他杂光（比如炫光）的抑制	明显	无作用

# 偏振光对于人眼的保护作用

## (飞行员为什么佩戴偏光眼镜?)

可以在“百度”或者“淘宝”中搜索“偏光镜”，会出现大量的偏光保护眼睛的解释：

按用途分

滑雪镜，钓鱼镜，驾驶镜，户外运动镜，高尔夫眼镜

按材质分

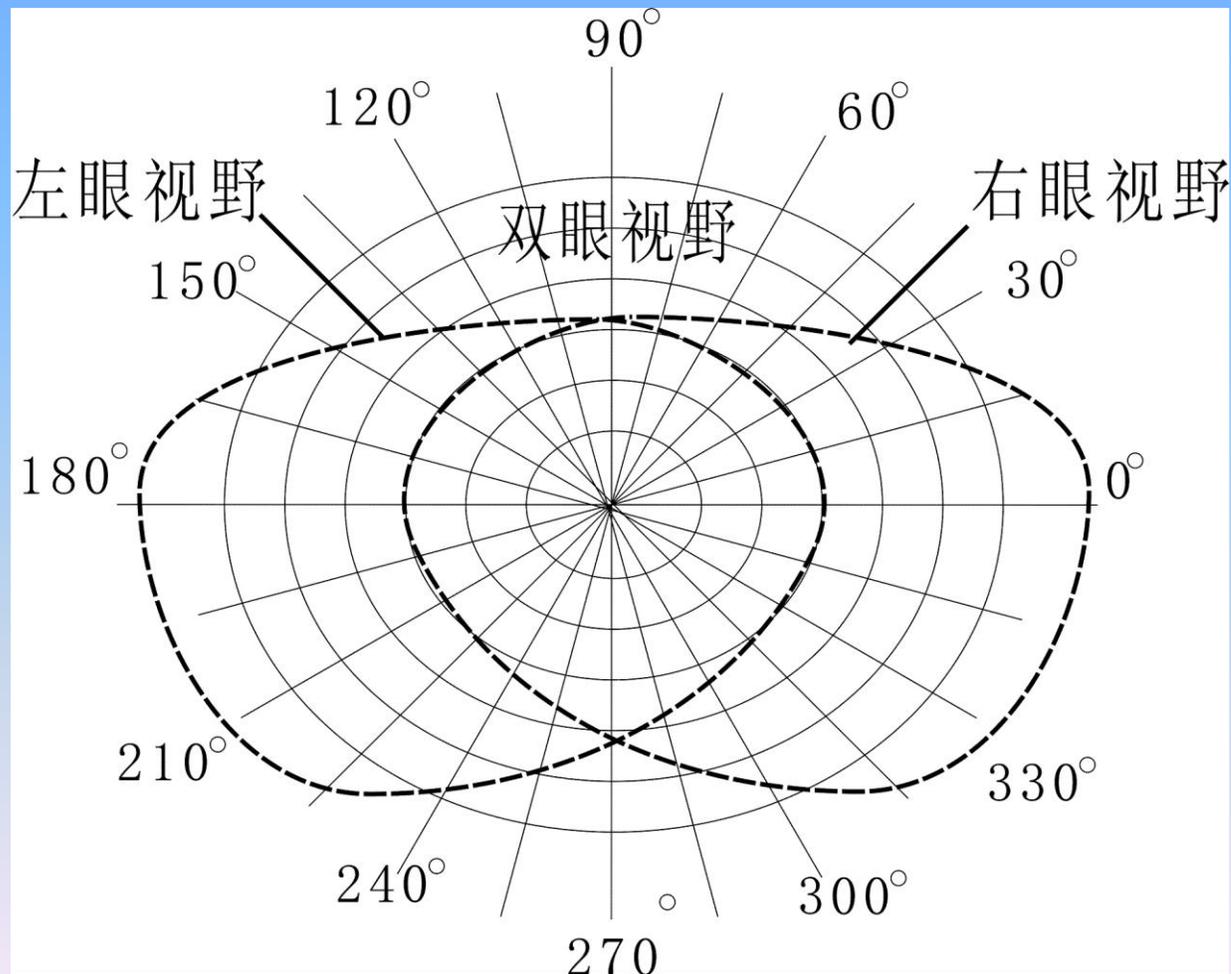
玻璃材质，树脂材质，TAC镜片材质

按原理分

圆偏光镜（简称CPL），线性偏光镜（简称LPL）

# 双眼视野图

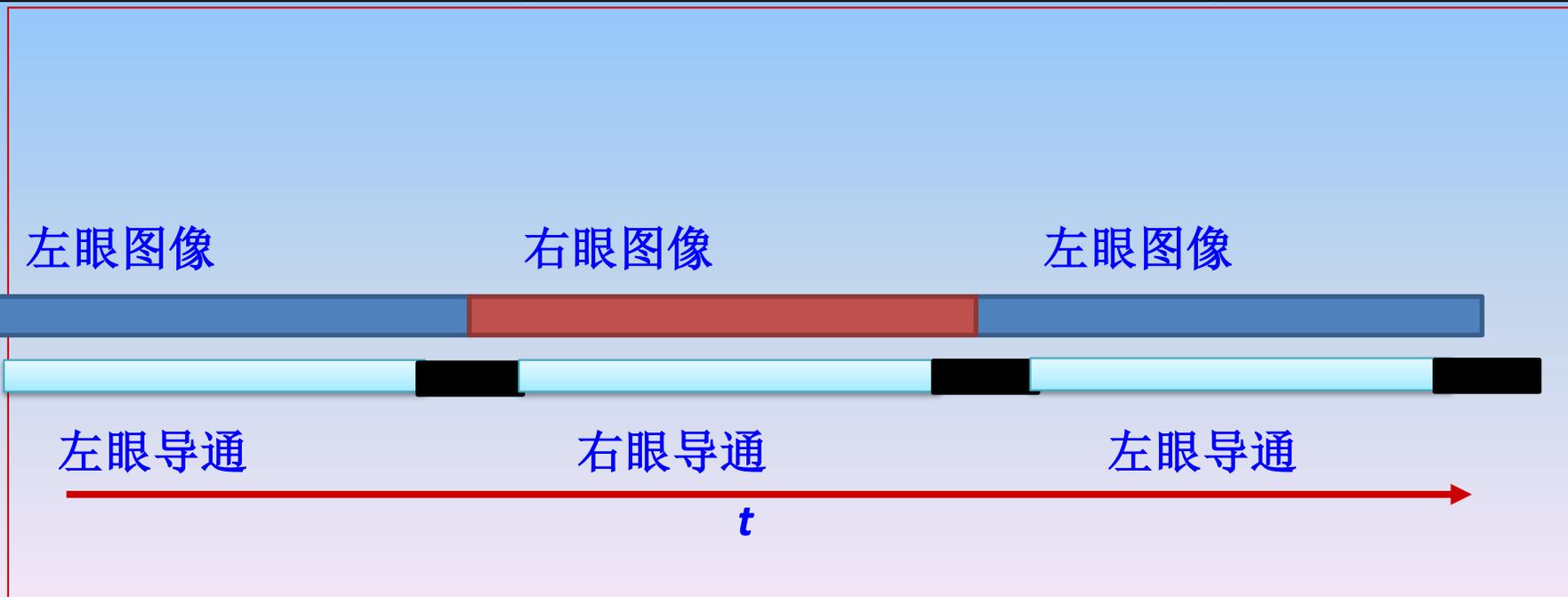
快门型显示原理决定了这个系统一定无法脱离“疲劳感”



# 信息显示差别

## 左右眼图像与左右快门眼镜的关系

		偏振型(Polarizing mode)	快门型(Shutter mode)
1	数据切割率 (损失率)	无损	10-20% (约)



# 眼镜的区别

		偏振型(Polarizing mode)	快门型(Shutter mode)
1	眼镜原理	无源 (Passive)	有源 (Active)
2	系统发射机	无	有
3	电磁辐射	完全无辐射	有辐射 (短时间观看可以)
4	眼镜造价	低	高
5	眼镜的管理	容易	麻烦

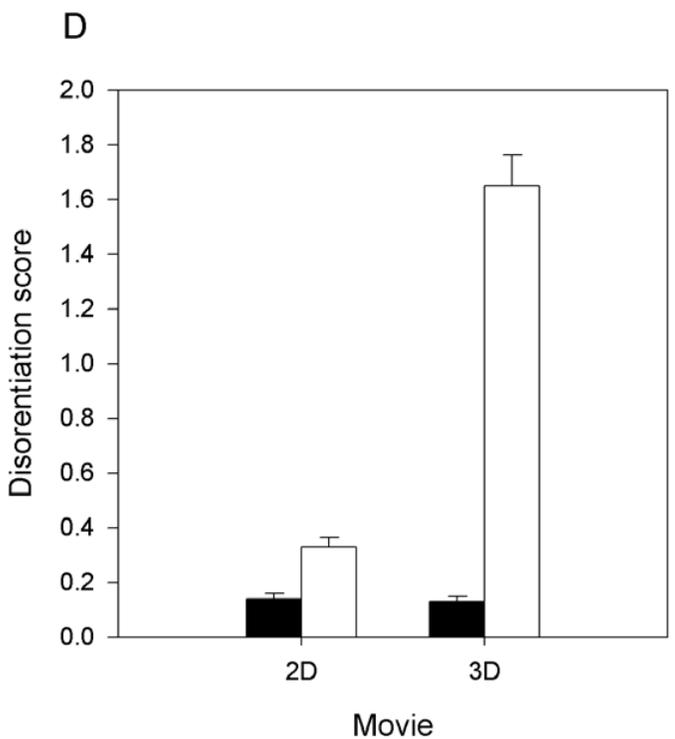
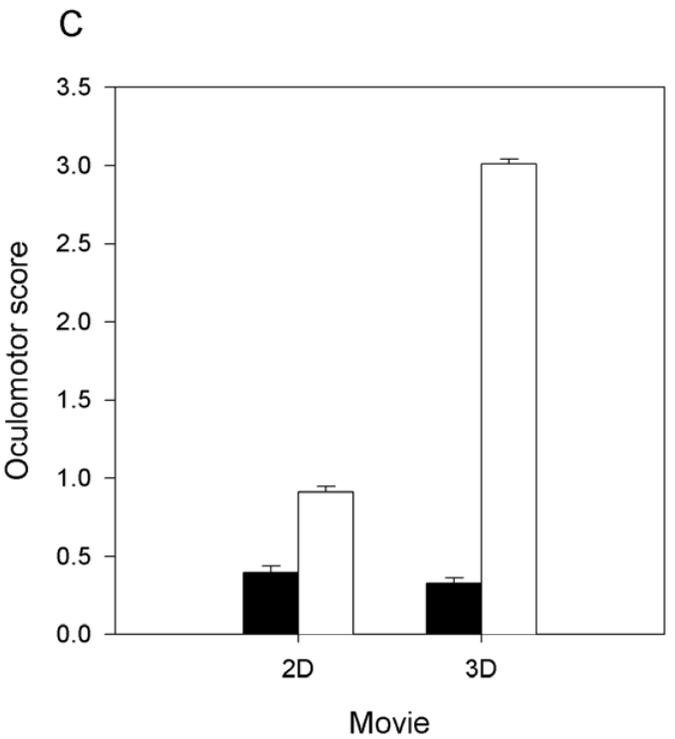
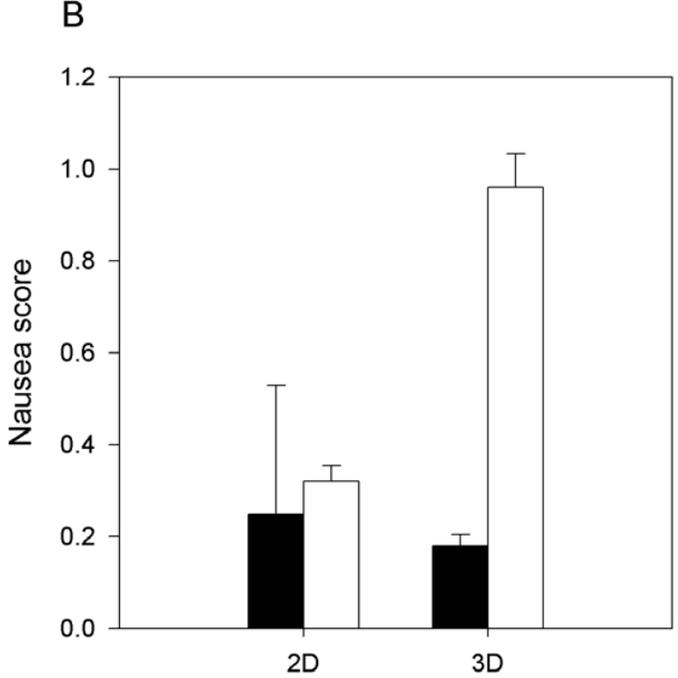
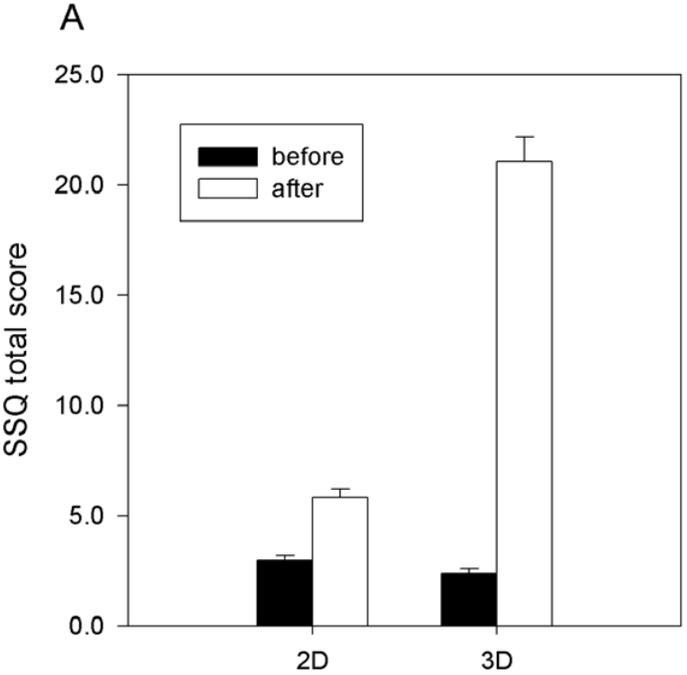
# 其他

偏振型LED3D显示可以与其他VR/AR/MR系统结合形成大型VR系统，而快门型LED显示如果也这样做则困难很大，或者效果很差。

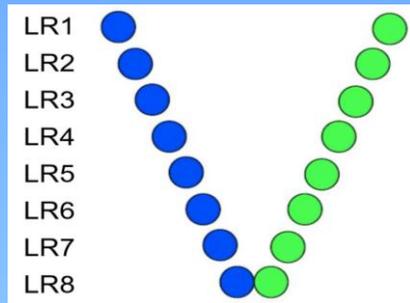
# 3D vertigo syndrome

Prof. Angelo G. Solimini

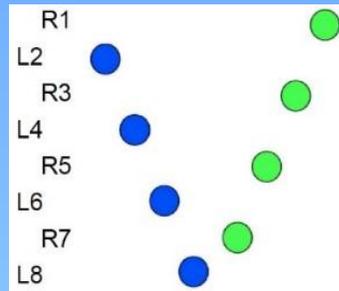
Department of Public Health and Infectious Diseases, Sapienza University of Rome, Italy



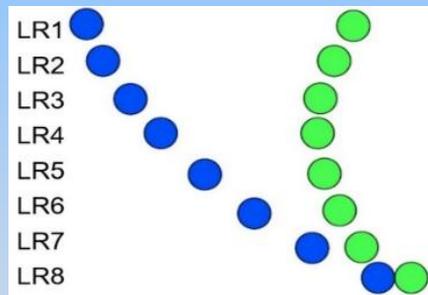
# 电子快门型“3D”显示的严重缺陷



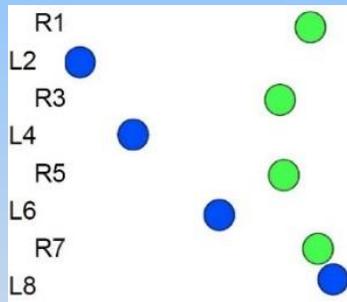
a)



b)



c)



d)

- a) 一维运动的偏振型显示，任何时间左右眼图像由中枢神经做高速运算得出立体感
- b) 一维运动的快门型显示，由于只能一只眼睛看到，需要和上下帧的另一幅图像做运算，由大脑表皮细胞承担临时存储器的作用，因此疲劳感的产生是不可避免的
- c) 二维运动的偏振型显示，任何时候“左”一直在左，“右”一直在右
- d) 二维运动的快门型显示，L8到了R7的右边，因此3D分辨率也下降

## Comparison between polarizing mode and shutter mode 3D displays

blue and green mean left and right objects

There is just one picture at any time. So the cells that can make reflex in our brain undertake such an incumbent job of memory. But it needs two pictures to shape a 3D image in our brain. So when shutter mode so many epidemic cells of our brain have to work hard to make temporary memory. But there is no such a job in polarizing mode system.

## 3D眩晕综合症的产生原因及其克服方法

There would appear to be something wrong in the procedure of Image Setup, Transmission and Reduction. Once anything wrong to let our central nerve (our brain) cannot understand the 3D image, "Vertigo Syndrome" occurred.

### Optical jitter due to the mechanical movement:

It could be from micromirror, or could be from the rearrangement of the crystal structure. The micro-difference could cause lighting time difference amongst pixels. But there is no lighting time difference in LED systems.



阿凡达的上映轰动了世界，同时也带来了“3D眩晕综合症”的恐慌，郑州中显的偏振型LED立体大屏幕不产生3D眩晕症，上图是给60多岁的老人观看3D大片阿凡达。

# 郑州中显在立体显示技术方面的贡献 (举例说明)

1. 找到了立体显示产生3D眩晕感的真正原因郑重宣布郑州中显的LED立体大屏幕不产生3D眩晕综合症

撒皮恩扎大学Solimini教授的报告---500人测试结果		郑州中显2000人测试结果	
	观看2D电影	观看3D电影	观看3D电影
不适感比例报告	14.1%	54.8%	5-8%
不适感强度报告	1	8.8 times (to 2D)	1
497志愿者的综合测试		多于2000观众的实际统计	

2. 提出了电子快门型LED立体显示产生疲劳感的原因
3. 作出结论：传统电影理论基础所谓的“人眼视网膜20mS暂留现象”是错误的。

# 投影机系统的双机同步问题

- 在发现了片源的不同在**LED3D**显示系统中引起“**3D眩晕感**”可能会有很大差别时，发现了“双机同步的严格性”对于“**3D眩晕症**”的巨大影响，如果双机实现了严格同步则**3D眩晕感**会降低至最小，但是这一点无论如何投影机系统是做不到的，如果给**LED**系统打**90**分的话，投影机恐怕最多可以打**50**分甚至更低，凡是左右眼图像同步良好的片源，在**LED**系统中产生眩晕感的比例就很低，而片源同步是否十分良好，鉴于投影机系统本身的问题则没有很大的差别，这个巨大的差别在于，投影机的双机在“同步”时，仅仅是给予双机相同的同步信号，而给予了相同的同步信号和是不是完全同步完全是两码事，区别于两者的处理器是不是绝对相同；而**LED**系统则不同，在进一步的研发中，我们首先实现了帧同步，接着又实现了行同步，那么下一步是不是需要实现点同步即像素同步，由于涉及到成本问题暂未进行。
- 这里所说的“同步”概念与投影机的相差很大，对于**LED**系统我们所说的同步是指施加于**LED**灯珠的电压，是处理后的最终部分；而投影机系统的同步仅仅是将同步信号施加于各自的处理器而已，而处理器经过处理、驱动、偏转至最终发光，再由银幕反射给人眼，还有“较长的道路”要走，最终到具体的像素为止是不是可以实现良好同步完全不是一回事。我们认为投影机系统的光学抖动的产生与此有着很大的关系。



# 投影机银幕亮度低引起的问题

此外，在我们的LED3D显示系统研发的初期，重点研究了LED3D和投影机3D两者对于人眼的视觉差别，研究认为，两者是存在着很大差别的，人眼由两类视觉细胞，即通常所讲的锥体细胞和柱体细胞。根据先辈荆其诚老师的理论，当物象的亮度在 $4\text{cd/m}^2$ 左右时，人眼的两种细胞就会产生交替，但是，普通电影院的银幕亮度仅为 $10\text{-}48\text{cd/m}^2$ 左右，如果设定图像的灰度标准为12Bit，则即使是银幕亮度达 $48\text{cd/m}^2$ ，则最低一级的亮度仅为 $0.01\text{cd/m}^2$ ，即使是灰度等级为10Bit，最低一级的亮度也仅为 $0.047\text{cd/m}^2$ ，加之电影的暗场景非常之多，这就造成了人眼的柱体细胞的大量加入，而银幕亮度不断地变化，人眼的两种细胞需要不断地进行交换，这也加剧了观看的不适感。而在LED系统中，由于亮度可为投影机亮度的30倍左右，使得人们的观看条件处于正常的白天的生活中，柱体细胞基本上不加入，不但使得在观看电影时不增加额外的不适感，而且不产生在进入电影院时的“暗适应过程”以及离开电影院时的“亮适应过程”，而后者可能会在瞬间对于人眼细胞进行杀伤。

# 串扰和分离度

- 进一步的研究认为，两者的区别还不限于此，在串扰方面也有很大的差别。一般认为线偏振的投影机银幕左右眼图像分离度更高，这也是为什么IMAX坚持采用线偏振的原因之一。而Real-D圆偏振的串扰度可为2%左右，但根据实测结果，LED3D系统中，即使是圆偏振，左右眼图像的分离度也可达99.8%，也即串扰仅为0.2%左右，这个数字恐怕即使是采用线偏振的投影机也很难达到，一个主要原因就是银幕的反射是造成左右眼图像的主要原因之一，而在LED系统中，由于LED属于自发光器件，不存在由于反射而造成的附加串扰。
- 以上是投影机3D系统和LED3D系统的主要区别，这些区别带来了很大的观看效果差别。

# “3D眩晕”和“疲劳感”

这里还要着重讲一下“3D眩晕”和“疲劳感”，这是完全不同的两个概念，根据我们的研究，前者主要表现主要是头晕、恶心，严重时会产生呕吐，后者以电子快门型LED屏幕是一个典型，在这个系统中，具有记忆作用的大脑表皮细胞义不容辞地承担了临时存储器的作用。这样电子快门型的立体效果实现是建立在反复利用大脑表皮细胞不断地进行信息存取基础上的，因此会产生严重的疲劳感，其主要感觉是视疲劳，欲离开所谓的“3D视觉”不再观看，“头昏”而不是“头晕”。“3D疲劳感”当离开不在观看时，不适感消失的较快，“3D眩晕感”则离开3D物象时恢复较慢，而且有出现严重反应的可能性。

# 关于双眼视神经和中枢神经

关于**双眼视神经仅仅是传感器、中枢神经才是处理器**这一理论是不是存在？理论上存在，实际上不存在。

- 提请咱们“**三维成像与显示专业委员会**”注意，应尽快增加神经科专家作为委员。

# Report from Hollywood

<http://www.hollywoodreporter.com/news/3d-jason-bourne-causes-nausea-923098> (3D“谍影重重5”引起的不适感比3D“阿凡达”更加严重)

## 3D 'Jason Bourne' Causes Nausea, Protest in China



Universal Pictures' Jason Bourne is attracting attention on Chinese social media for all the wrong reasons. The film debuted Tuesday to an impressive \$11.8 million — a single-day high for the Bourne franchise in China — but complaints about a "special" 3D conversion of the film soon began to proliferate.

在伯恩系列第五部电影，标志着马特·达蒙和导演保罗·格林格拉斯返回专营权。艾丽西娅·维坎德、汤米·李·琼斯和邵美琪亮相伯恩在电影中。截至周四，杰森·伯恩的为期三天的中国总健康 \$ 2510 万，据本地票房跟踪耳鼻喉组。

On Wednesday, many Chinese moviegoers alleged that the 3D version of Jason Bourne had left them feeling dizzy and nauseous. Others soon joined the chorus to complain that it was too difficult to see the original 2D version, as cinemas were overwhelmingly screening the 3D option.

"I really felt sick during the fight scenes when I watched it in 3D," posted a user name azoombie on Weibo, a Chinese social media service, adding: "It was like a low-budget movie. I need to watch again in 2D."

上周三，很多中国影迷称杰森·伯恩的 3D 版本已经离开他们感觉头晕、恶心。其他人很快加入合唱抱怨，那是很难看到的原始的 2D 版本，电影院被压倒性地筛选的 3D 选项。"我真的觉得生病期间的打斗场面时我看着它在 3D，"在中国的社交媒体服务，新浪微博上发布用户名称 azoombie 添加："这就像一部低预算电影。我需要在 2D 再看。

*Thank You!*

**Chao Li 李超**

**President of Central China Display Laboratories**

**郑州中原显示技术有限公司 总裁**

**chaoli@ccd.com.cn 13937116066**

**16.03.2018**