



中国电子技术标准化研究院
China Electronics Standardization Institute

显示终端视觉健康创新 优秀案例集 (2023)

中国电子技术标准化研究院

2023年5月

前 言

随着消费电子产品、技术的不断升级，消费者对消费电子产品视听健康水平愈发关注。《显示终端视觉健康创新案例集（2023）》（以下简称“《案例集》”）汇总了具备提升用户视觉舒适度水平、构建健康视觉环境、延缓视疲劳等视觉健康创新特点的产品、技术、方案；其中产品是指具有视觉健康创新设计的终端产品（包括但不限于手机、电视、平板、可穿戴设备、大屏、投影等），技术是指具有视觉健康特点的可供产品端应用的创新技术，方案是指具有视觉健康特点的解决方案（包括但不限于软件设计、芯片方案、器件模组）。

《案例集》是对消费电子产业视听健康发展现状的归纳和总结，也将为后续标准研制和检测评估提供重要指导。

版权声明

本报告著作权属于中国电子技术标准化研究院，报告内容知识产权归属各产品/技术/方案持有单位所有，并受法律保护。

转载、摘编或利用其它方式使用本白皮书文字或者观点的，应注明“来源：中国电子技术标准化研究院《显示终端视觉健康创新案例集（2023）》”。违反上述声明者，将追究其相关法律责任。

编制人员：

许哲 董桂官 陈仁伟 齐琪 刘春生 成曦 刘景润 王涛 刘鑫楠 冯南飞 阮向远 周阳翔
史培宁 邢广鑫 周安然

Email: xuzhe@cesi.cn

网址: <http://www.cesi.cn>



微信搜一搜

音视频国检中心

目录

第 1 章 产品	1
1.1 科大讯飞智慧黑板—科大讯飞股份有限公司	2
1.2 COG P0.9 AM 驱动直显产品—京东方晶芯科技有限公司	7
1.3 希沃交互智能平板视觉健康应用—广州视睿电子科技有限公司	12
1.4 ALPD [®] 激光显示产品—深圳光峰科技股份有限公司	21
1.5 利亚德“黑钻” Micro LED 系列—利亚德光电股份有限公司	28
1.6 GOOVIS 高清护眼 XR 头显，打造健康美好视界—深圳纳德光学有限公司	35
1.7 MAXHUB 新一代 V6 会议平板—广州视臻信息科技有限公司	43
1.8 科大讯飞 AI 学习机—科大讯飞股份有限公司	51
1.9 黑耀智慧屏（U1）—京东方科技集团股份有限公司	56
第 2 章 方案	62
2.1 硬体低蓝光显示器方案及全面产品化—京东方科技集团股份有限公司	63
2.2 一种近自然光健康护眼显示方案—京东方科技集团股份有限公司	69
第 3 章 技术	77
3.1 健康无频闪电视的研发与应用—深圳创维-RGB 电子有限公司	78
3.2 类纸护眼技术—京东方艺云科技有限公司	84
3.3 面向用户真实使用场景下观看舒适健康的 ULED X 技术平台及应用——海信视像科技股份有限公司	91
3.4 新型健康显示技术—武汉华星光电技术有限公司	96
3.5 显示器 AM 驱动背光技术—京东方晶芯科技有限公司	102
3.6 虚拟现实终端视觉健康关键评价体系的建立及推广—中山眼科中心	111

第1章 产品

1.1 科大讯飞智慧黑板—科大讯飞股份有限公司

1.1.1 背景介绍

1.1.1.1 护眼型智慧黑板是行业发展趋势

教育一直备受社会各界关心，随着科技的发展，智慧黑板逐渐成为当前最重要的教学工具之一，学生 90%的课堂时间都会盯着它看，它的选择对于学生视力的影响至关重要。防控青少年近视，改善视觉环境，改善教学设施和条件，为学生提供符合用眼卫生要求的学习环境已经急不可待。

1.1.1.2 讯飞 AI 智慧黑板智能守护孩子视觉健康

讯飞 AI 智慧黑板，是一款具有工业级美学质感的智能教学设备，致力于为师生打造绿色、高效、智能的课堂。业界首创 AD-Film 触控方案，超低阻抗让触控更精准、书写更流畅；4K 全贴合屏幕，表面采用 AG 防眩光工艺，90%的超大屏幕占比，让师生都能看的清楚与舒适；创新应用 50W 全频面声源喇叭，声场均匀，声音清晰，立体声场拓展算法让声音环绕；AI 教学智能笔融入国际领先的智能语音技术，高度集成扩音一体化，领先的隔空手势技术，让授课更智能、更高效；结合知识图谱、学情分析，可提供覆盖课前课中课后全场景的智慧课堂教学软件，给师生更智能的教学体验，助力减负增效。



图1.1-1 讯飞AI智慧黑板

1.1.2 案例介绍

1.1.2.1 理念介绍

讯飞 AI 智慧黑板，作为科大讯飞智慧教育 2022 年最新款智能教学设备，于 2022 年 4 月正式推向全国市场，采用了低蓝光、类纸模式、色彩校准、环境光自适应调节等护眼防眩技术加持，全方位守护教师和学生的用眼健康。现已为数百所学校数千间教室的万余名教师提供了“绿色、高效、智能”的智慧教学整体解决方案。

- 绿色：业界首创硬件防蓝光，护眼无色偏，4K全贴合屏幕，表面AG防眩光处理，环境光自适应调节，让师生看的清晰、看的舒适；创新应用面声源扩音，50W全频跑道式面声源喇叭，瞬态响应好，语音清晰，声音还原度高；集成高品质扩音功能，告别刺耳的噪音，保护老师嗓子，畅游课堂；课堂管家系统可有效过滤广告弹窗，提供冰点还原、磁盘清理、病毒查杀等能力，守护绿色课堂。
- 高效：AI教学智能笔通过智能语音技术，提供高效的授课方式，磁吸登录一贴即入，变革交互一步到位，写擦批注一键切换，全局扩音一键扬声；为教师授课量身定制的智慧窗OS，提供了纯净、有序的大屏桌面，圆盘工具栏智能跟随，一触即达。

- 智能：讯飞AI智慧黑板提供包括人教、译林、北师大等国内主流版本的数字教材，教材内容随国家教材版本同频更新，语文、英语、音乐学科支持即点即读，提供标准化的语言学习环境；提供丰富的精品同步资源贴合教学设计流程，“到书、到课、到章、到节、到位置”，基于教师的使用习惯，让资源主动找老师，让备课更智能；授课过程中，提供了丰富的学科工具助力教学，融合讯飞OCR手写识别技术，将手写板书智能识别为印刷体，并可基于手写内容智能推荐关联素材，提升教学延展性。

1.1.2.2 硬件护眼

- 屏幕：4K 60Hz高清LED显示屏，色彩度8bit+FRC 1.07Billion，高色域85%NTSC，高对比度4000:1，256阶色阶，具有噪点抑制、色彩还原算法，对比增强算法，动态图像算法。
- 玻璃：AG防眩光微蚀刻玻璃
- 护眼技术：采用硬件防蓝光技术，硬件有效滤除415nm~455nm有害蓝光，时刻呵护师生监控，具有经典护眼模式，纸质护眼模式，自适应环境屏幕亮度调节，护眼书写模式。

通过调整背光 LED 晶片，结合新配方荧光粉，使 LED 光谱 Blue 波峰红移，从而降低短波蓝光波段强度。将长波 LED 峰值波长移动 444→460nm 左右，降低了短波蓝光波段 440nm 左右的强度，做到蓝光波峰 ± 20 nm 范围内的光强度总和不可超过整体的 20%比例，满足其他色光波峰的强度不低于总蓝光(< 500 nm)波峰强度的 50%比例，保证短波长蓝光 (415nm-455nm) 相对于全部蓝光 (400nm-500nm) 小于 50%的比例，达到蓝光强度降低及护眼的目的，并可维持显示器原有色温并提升色域，在保障使用者健康的同时，提供最佳的观赏效果。



图1.1-2 85%以上广色域，还原真实色彩

1.1.2.3 软件护眼

- 经典护眼模式：调节屏幕色温到暖色温 (6500K-7500K)，过滤70%有害蓝光。
- 纸质护眼模式：经典护眼的基础上增加纸质纹理，提供类纸质屏幕显示，保护师生眼睛。
- 自适应环境屏幕亮度调节：可根据教室环境光亮度自适应调节屏幕显示亮度。
- 护眼书写模式：当白板软件打开，进行触控书写时，增益或者减少屏幕亮度达到最优书写亮度。

1.1.3 应用情况

近年来智慧大屏市场前景广阔，多媒体教学设备是课堂教学的入口，更是客户采购的刚需。智能化产品梯队的丰富化将会给教育行业插上智慧的翅膀，更好地赋能教育数字化转型。老师或者学生在学校教学的场景下，为了提高智能化教学的目标做了产品交互，致使教师能够完成内容更加丰富且立体的教学课程。在教室场景，智能化大屏的使用使教学工作会更加智能和融合。

立足于科大讯飞人工智能和大数据等核心科技，伴随行业进步头部厂商每年不断升级功能性能。截至到 2023 年，讯飞智慧窗系列产品建设与应用覆盖全国 31 个省级行政区、惠及超过 18 万教师。依托体系化的数字资源，高效的备授课平台，智能语音、图文识别、智能资源推荐等核心技术，讯飞智慧窗助力学校及师生减负、提质、增效。

安徽省滁州市自 2018 年开始推进智慧学校建设，为进一步加快教育信息化建设步伐、推动教与学课堂变革，2021-2023 年，滁州市采购讯飞智慧窗累计超过 3300 台，大大普及了学校的智能化设备的普及率，为教学工作带来了极大的便利。来自定远县实验小学的张老师，经过一学期的使用后，在社交媒体上积极的发表心得，“最让我兴奋的是智慧窗能实现语音搜索想要的资源，整合学科工具，各种课堂活动实现师生活动，活跃课堂氛围，相信在未来，每一位学生都能开心学习、快乐成长。”

江苏省无锡市雪浪中学，2021 年 9 月，学校 25 个班级全面覆盖讯飞智慧窗产品。经过一个学期的使用，教师备课负担显著减轻，备课时长降低 33%；学生学习效果明显增强，使用过智慧窗产品的班级，学生对于知识点的掌握程度有了较大进步，智能化的产品真正为学生的高效学习带来了助力。来自九年级数学组的金老师提到，“数学同步练习和学科工具很好用，授课很方便，可以让学生快速掌握知识点，当堂讲评、做题也更有针对性。”



田家庵区淮河中学



慧德高级中学

图 1.1-3 学校应用情况

以上学校只是智慧窗产品获得的肯定的一部分，随着智能化设备的普及，讯飞的智慧窗

产品得到了业界越来越多人的认可。科大讯飞 AI 智慧黑板的应用主要集中在校园场景，智慧黑板不但可以有效地保护学生的视力健康，超大的防蓝光屏幕能够很大程度上降低了学生用眼疲劳度，充分考虑了显示终端视觉健康，而且通过智慧互动大屏能够帮助教师完成内容更加丰富且立体的教学课程，调动学生学习的积极性，能够沉浸在课堂的环境中收获知识。此外，智慧黑板将同个学校不同的教室以及不同地方不同的教室充分联结起来，便于学校管理者充分了解教学的详情以及学生的上课状态，也为管理改进提供了有效的工具。

1.1.4 相关证明材料

1.1.4.1 权威认证

- LED 显示屏绿色健康分级认证

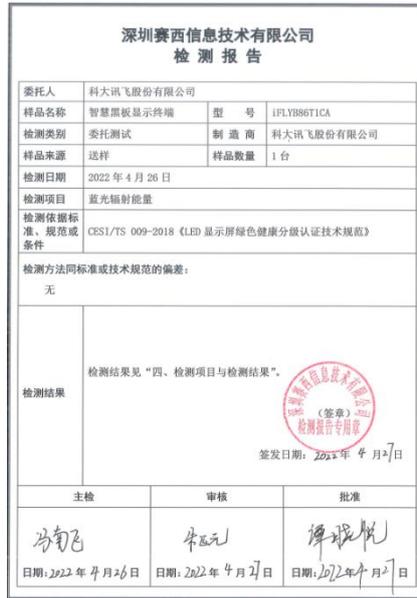


图 1.1-4 权威认证 1

- 儿童青少年学习用品近视防控卫生要求认证

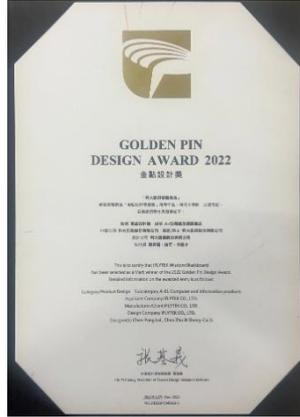


图 1.1-5 权威认证 2

- 获得权威检测机构认证

1.1.4.2 获奖材料

科大讯飞 AI 智慧黑板曾获得多个奖项以及荣誉：SGS 独立慧鉴证书、台湾金点设计奖、红点(中国)当代好设计奖、DIC AWARD 商显应用创新金奖等行业荣誉、参与中国电子视像行业协会《质量分级及“领跑者”评价要求 智慧教育黑板》团体标准、与安徽省人工智能协会，主导《大屏用智能笔通用技术规范》团体标准、参与制定深圳 8K 联盟《大屏显示终端视觉健康影响评价方法》团体标准。



台湾金点设计奖



红点(中国)当代好设计奖



DIC AWARD 商显应用创新金奖



参与中国电子视像行业协会《质量分级及“领跑者”评价要求 智慧教育黑板》团体标准

图 1.1-6 获奖材料

1.2 COG P0.9 AM 驱动直显产品—京东方晶芯科技有限公司

1.2.1 背景介绍

显示产品已经广泛的应用于社会生活中的方方面面,为人们的生活和工作提供了信息的交互和传递,极大的方便了人们的现代化生活。其中 LED 屏幕作为显示的一个重要分支,其应用场景也越来越广泛,如在影院、演出、会议中心等场所均可以看到 LED 高清大屏。随着生活水平的不断提高,人们对显示的画质和视觉健康也提出了越来越高的需求。LED 显示产品通过小间距产品提供更好的画质效果,以及通过新型显示驱动方式提供更为健康的显示产品。

随着 LED 显示行业的发展,LED 显示屏已经进入微间距化的发展阶段,预计近几年小间距的市场将会迎来大规模的增长。小间距产品在不断往下探索,同时 LED 显示技术也受到了越来越大的限制。为了克服这些限制,SMD 的 4 in 1 的封装技术及 COB 封装技术被引入应用到 LED 显示中,以实现更小的间距。其中,COB 工艺将 LED 灯直接封装在 PCB 板上,使用环氧树脂进行表面封装,相比 SMD 具有更高的防护等级、更大的视角和更低的像素失控率。

LED 显示屏所引发的光污染和人体健康问题也越发受到人们关注和重视。LED 显示屏的高亮度、高频闪特性可能对视觉舒适度带来影响,LED 的闪烁现象以及光源中的蓝光成分都会对人体健康造成一定的负面作用。随着人们对 LED 显示产品带来的关于视觉健康问题的担忧,市场上对健康显示屏幕的呼声越来越高。

基于目前 LED 显示屏在小间距和健康显示方面的问题,京东方开发的 Mini LED COG P0.9 AM 产品对这些问题进行了解决和改善。COG P0.9 产品使用类似 COB 的固晶技术,具有 COB 产品的技术优势,同时又使用玻璃基板,不仅平整度高,且具有基板尺寸更大以及下探像素间距更小的技术优势;COG P0.9 产品使用 AM 驱动方式,通过 DC 调光,而非 PM 驱动的 PWM 调光方式,避免了屏幕显示过程的扫描闪烁 Flicker 问题,显示更健康,人眼观看过程中不易疲劳;COG P0.9 产品使用低蓝光危害的 LED 芯片,具有硬件防蓝光优势。

1.2.2 案例介绍

京东方开发的 COG P0.9 产品为全球首发的 AM 驱动、玻璃基底 Mini LED 产品,属于半导体器件显示技术领域,应用了微电子、材料物理与化学、制造装备等多项技术,跨越化工、材料、半导体等多个行业领域,填补了国内乃至全球范围内的 COG AM 模式 Mini LED 技术空白,引领了 LED 行业的技术升级。产品开发过程中在玻璃基板、器件及工艺、AM 校正技术等三方面进行了技术创新:玻璃基板方面,项目采用了业界首创的双面铜线路工艺,开发了基板化金工艺;器件方面,项目组自研了 AM 驱动芯片、0306 Mini LED 芯片、定制化封装黑膜等多项器件;工艺方面,开发了玻璃基板侧边走线技术、玻璃基固晶技术、玻璃基表面封装及玻璃基模组装配技术;校正方面,研发了基于温度控制的 AM 画面校正技术,保证了画质效果。得益于 COG P0.9 产品使用的先进技术和工艺,产品表现出优秀的显示性能和良好的健康显示特征,并得到了国际化的检测标准认定,获得了 TÜV 莱茵的硬件

低蓝光和无频闪认证，以及 TÜV 南德视觉舒适度认证。

1.2.2.1 相关工艺和技术方案

● 玻璃基侧边走线和固晶工艺技术

不同于 PCB 传统的线路连接方式，为连接玻璃基板的正反面线路，项目组创新性地开发了玻璃侧边走线工艺。通过激光切割、CNC 研磨工艺对玻璃基板边框形态及断面状态进行处理，结合磁控溅射镀膜工艺使基板正、侧、背面线路形成“U”型搭接，再通过激光工艺将成膜的“面型”根据基板正背面走线设计刻蚀成“线型”，解决了在基板正面边缘 Bonding 的工艺问题，最终打通了玻璃基板背面 Bonding 工艺，为玻璃基直显产品的无缝拼接建立了工艺基础。

固晶工艺方面，通过固晶方案论证、DOE 验证，得出玻璃基固晶最优参数，避免了常规 COB 固晶工艺中容易出现的锡膏量差异导致的 LED 角度倾斜问题。

● 玻璃基封装工艺

不同于 COB 通常使用的环氧树脂封装方式，为了匹配玻璃基新型产品和工艺，COG P0.9 产品采用了专门研发的封装膜，并开发了相关的贴膜工艺技术。使用的超薄封装膜具有多层结构，各功能层的协同作用可保证模组的显示拼缝效果、高透过率和良好的亮度色度一致性。封装膜采用了独特的表面处理技术，可解决各视角下的墨色差异，保证拼接屏的墨色一致性。另外，利用与贴膜工艺对应的撕膜工艺，相比传统 LED 产品维修的方式，可极大的提高模组维修的便捷性。

● 校正系统技术

AM 驱动在画质上的一个难点在于不同的 LED 器件在小电流下存在亮度色度等较大的差异性，为了提高 COG P0.9 产品在全灰阶画面的均一性，专门开发了多层校正技术和温度补偿校正技术，成功解决了 AM 驱动产品一般存在的画面不均问题。

另外，由于 COG AM 产品对模组温度均一性要求很高，项目组开发了独特的三层复合式匀热结构。通过玻璃基板热学结构设计，将模组面内温差控制在 1℃ 左右，解决了一般 LED 显示屏存在的温度不均导致的画面颜色不均问题。

● 驱动方案及定制化器件

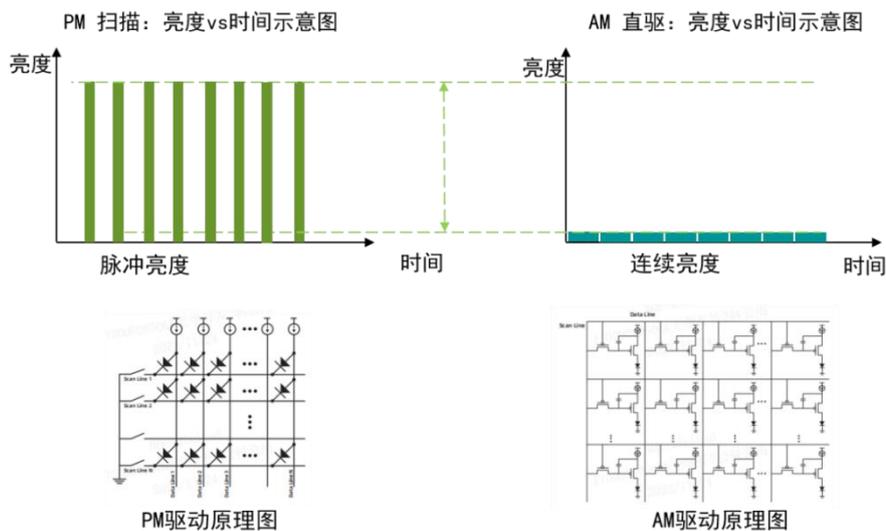


图 1.2-1 AM 和 PM 的驱动原理图及屏幕亮度随时间变化示意图

PM 和 AM 的原理对比及效果实现如图所示，AM 点对点静态驱动，无需进行扫描，不存在扫描闪烁的现象，对于亮度控制是在一帧周期内保持常亮的状态，通过电流控制灰度。PM 驱动通过扫描的方式，通过对行显示内容的视觉暂留形成画面，存在高频闪烁的现象，这一过程中 LED 瞬时亮度非常高，通常要达到几万 nit，通过亮暗占空比控制灰度。从二者的调光原理，可以看到 AM 驱动可避免扫描纹及 Flicker 闪烁，对于显示更为健康。

AM 驱动的实现核心在于 IC 器件的定制，项目组开发了 AM 驱动芯片，该器件适配于玻璃基 AM 背板，实现点对点控制，帮助产品实现全灰阶无扫描无闪烁的护眼效果，并且相对传统 PM 方案有 20% 的功耗降低。



图 1.2-2 对比 AM 和 PM 产品拍摄效果（M 产品出现扫描纹及闪烁，AM 产品画面稳定无闪烁）

● 产品表现

得益于 COG P0.9 产品使用的先进技术和工艺，产品表现出优秀的显示性能和良好的健康显示特征。

显示性能方面：通过玻璃基板的使用，COG P0.9 产品拥有更高等级的表面平整度；为适配 AM 小电流驱动开发的 Mini LED，具有高光电转换效率，且可以稳定在低灰阶起亮，从而保证低灰阶画面的一致性；表面封装膜是根据玻璃基特性，首次开发的一种光学膜，该光学膜的叠层结构可以确保高透过率、高墨色一致性，且可以对 Mini LED 的空间强度分布特性进行调制，从而保证亮屏或暗屏时的画面均匀效果；散热结构方案使产品在高亮度下的散热性能得到了提升，有效降低了高亮度画面下的产品温度；开发的 AM 校正算法，保证 Gamma 曲线的完美适配，尤其在低灰阶画面可以保证较好的画面一致性。

健康显示方面：会引起用户视觉疲劳以及晕动症的不良因素，如屏幕蓝光、频闪等在产品上得到了有效改善。COG P0.9 产品能够有效减轻蓝光对于视觉潜在影响和屏幕闪烁给用户带来的视觉疲劳，带来更舒适的观看体验。产品通过了国际化的检测标准认定，获得了 TÜV 莱茵的硬件低蓝光和无频闪认证，以及 TÜV 南德视觉舒适度认证，充分说明了 P0.9 COG 的视觉健康显示特性，让消费者可以放心使用。

在 2021 年 CES 国际消费类电子产品展览会上，COG P0.9 展品一经推出便获得了参会人员高度关注，并获得了展会年度创新显示应用产品奖。在 2021 年 SID 国际信息显示学会展会上，COG P0.9 展品获得了展会 Best New Display Technology 大奖，COG 技术和产品得到了行业内的充分认可。

1.2.3 应用情况

BOE 与多家客户进行过样品送样测试和技术沟通，初步与多家客户达成合作意向，实

现了客户端出货。COG P0.9 产品已应用在会议室、展览大厅等场景，在使用过程中，获得了良好的反响，屏幕护眼的特性得到了认可。用户普遍反馈相比 PM 产品，长时间开会人眼观看 AM 产品会更加舒适，不易疲劳；在观看低灰阶的图片时，更易看清图片细节。目前 COG 产品已完成多个客户的会议室大屏搭建，出货 6 个 4K（每个面积约 7m²）分辨率的产品，得到客户的认可。特别的，COG 产品即将安装在北京地标“中国尊”顶楼展厅，届时面积高达 21m² 巨型屏幕将会给客户带来极致的健康显示享受。

与客户端的合作沟通在持续进行，客户端针对产品提出了一些改善建议，认为 COG 是目前市场中的高端产品，在关注产品画质性能参数，如色偏、色差、亮度等方面外，需要进一步挖掘 COG 产品的优势，在市场中寻找合适的使用场景，充分发挥 COG 的产品价值，预计 2023 年可形成稳定的量产出货。在国内市场，品牌客户广泛认可 COG 产品的显示品质，尤其是在低蓝光和低频闪的护眼性能上有着高度评价，并形成量产。在国际市场中，同样获得了国际显示领域高端客户。产品的色偏、色差、亮度均一性等光学性能，平整度、拼缝等机构性能，功耗、温升等电学性能得到了行业客户的认可；视觉健康方面，AM 产品相比 PM 产品具有的不闪烁特征在客户评价中尤其得到了高度评价。

在一些创新应用领域，也可以充分发挥 COG 产品的优势特征。特别的，COG 产品具有不闪烁无扫描纹的特点，可较好的应用于虚拟摄影领域，满足拍摄时对屏幕的高画质要求。虚拟拍摄所用到的 LED 显示屏需要保证专业摄像机的拍摄效果，除了需要关注的常规指标之外，还需要满足虚拟拍摄更高规格的帧率、色彩、延迟、同步性等相关指标要求，COG 产品可较好的匹配拍摄对 LED 屏幕的高规格要求。另外，COG 产品可较好的应用在屏幕发声创新产品上。屏幕发声产品利用屏幕振动直接从屏幕产生声音，无需单独的扬声器，结合 LED 大屏，可创造出身临其境的沉浸式观看效果。利用玻璃基对声音较好的传导特性，结合屏幕发声系统方案，开发的屏幕发声 COG 产品在展会上给观众带来了音画合一、景深音效的绝妙观看体验。

随着 COG 产品在客户端的不断推广和开拓，COG 产品将在展厅、会议室、电影院等场景中广泛应用；伴随着 LED 显示行业的发展，像素间距的进一步降低，COG 产品在小间距市场会进一步体现技术优势，在实现从 TO B 向 TO C 的过程中，逐渐走进千家万户，让人们从接触、认识、了解到喜欢上这一健康显示产品。

1.2.4 相关证明材料

1.2.4.1 权威认证

- 获得权威检测机构认证

1.2.4.2 获奖材料

- 京东方玻璃基 COG P0.9 产品获 CES2021 “年度创新显示应用产品奖”

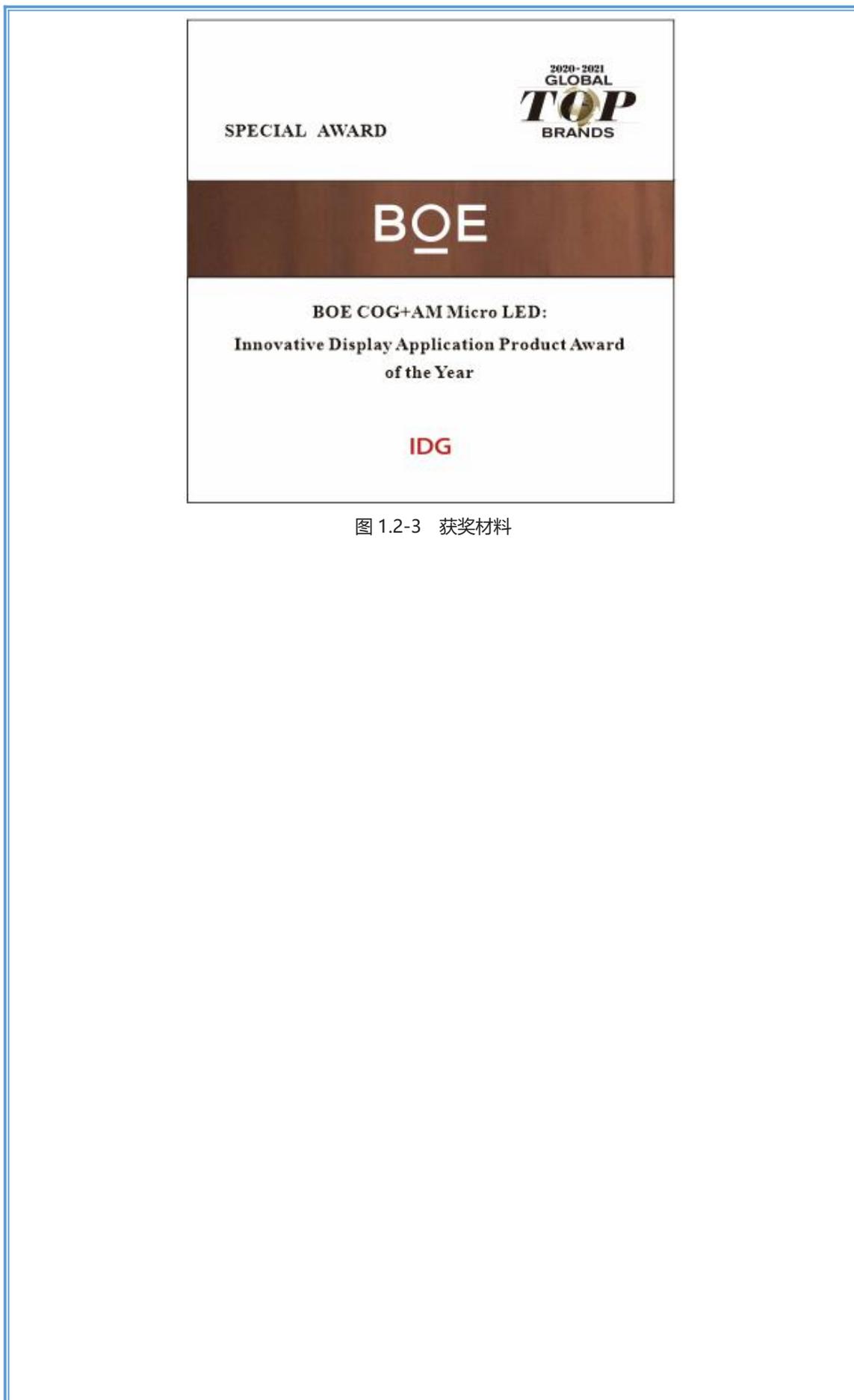


图 1.2-3 获奖材料

1.3 希沃交互智能平板视觉健康应用—广州视睿电子科技有限公司

1.3.1 背景介绍

1.3.1.1 教育信息化促进显示终端革新

● 教育信息化背景

教育信息化是指运用现代化信息技术手段对教育领域进行革新,革新领域包括教育管理、教育教学和教育科研领域,使教育手段科技化、教育传播信息化、教学方式现代化。

教育信息化的核心内容是教学信息化。教学是教育领域的中心工作,教学信息化就是要使教学手段科技化、教育传播信息化、教学方式现代化。教育信息化,要求在教育过程中较全面地运用以计算机、多媒体、大数据、人工智能和网络通讯为基础的现代信息技术,促进教育改革,从而适应正在到来的信息化社会提出的新要求,对深化教育改革,实施素质教育,具有重大的意义。2018年4月13日,教育部正式发布《教育信息化2.0行动计划》。

伴随着技术的不断发展,教室内的教学显示终端也在不断发展演化。

● 教室显示设备演化

从18世纪起,传统黑板一直是教室日常教学活动的重要显示载体,到20世纪80年代,投影的产生以及后续搭配交互白板的墙面一体化显示方案,它启发了人们将正在兴起的计算机技术与显示联系起来,形成一种新的课堂教学产品,即交互式白板。

最初的交互式白板(IWB)是一套将电脑与投影仪相连接进行教学显示的集成系统。初代IWB虽然质朴简单,但它为课堂带来了质的飞跃。无限扩展的互联网内容、更富视觉感受力的流媒体形式、更加专注的课堂注意力,使IWB在课堂里赢得经久不息的掌声。

初代交互式白板的优势明显,但在交互体验上仍有明显的提升空间。大尺寸的触摸屏显示器很快取而代之。交互智能平板以高清液晶屏为显示和操作平台,具备书写、批注、绘画、多媒体娱乐、网络会议等功能,融入了人机交互、平板显示、多媒体信息处理和网络传输等多项技术,是信息化时代中办公、教学、图文互动演示的优选解决方案。



图 1.3-1 多媒体教学设备的演变

1.3.1.2 显示终端产品常态化使用带来的视觉健康问题

众所周知,外界信息大多是由视觉通路进入大脑形成感知。它主要包括人眼视觉系统前端的光学系统、眼底的光电转换和编码、大脑视皮层的解码。外界的光线通过角膜-瞳孔-晶状体-玻璃体这些屈光介质进入视网膜,形成物像落在视网膜表面,视网膜表面的感光细胞将光信号转换为电信号,再通过视觉神经感知传导通路进入大脑,最终实现视觉成像。而

视觉疲劳是眼生理疲劳与脑力负荷的叠加。

有史以来，人类生活在光谱能量分布不断变化，亮度不停调整的自然光照环境中，自然光与人的眼生理组织产生光化学反应，人眼已适应了这类光环境。但随着现代社会的发展，人们接触的人造光环境越来越多。由于人造光环境与自然光在光谱能量分布上存在差异，视觉系统需要不断调节，来保证视网膜上光照度的稳定性和呈像的清晰度，从而加重了视觉负荷，故产生了视觉疲劳。

随着教育信息化的发展，电子设备、大尺寸显示终端在家庭、教室的广泛使用，教师、学生在工作 and 日常学习中视觉任务由面检索转变为点检索、由静态检索转变为动态检索，视觉作业习惯的改变加重了视觉疲劳。

2018年8月30日，为贯彻落实习近平总书记关于学生近视问题的重要指示批示精神，切实加强儿童青少年近视防控工作，教育部会同国家卫生健康委员会等八部门制定了《综合防控儿童青少年近视实施方案》，号召政府、学校、医疗卫生机构、家庭、学生等各方面共同努力，共同呵护青少年的眼睛。

2020年9月至12月，为全面评估儿童青少年近视率情况，我国全面开展了近视专项调查，覆盖全国8604所学校，共筛查247.7万名学生。结果显示2020年我国儿童青少年总体近视率为52.7%。其中，6岁儿童为14.3%，小学生为35.6%，初中生为71.1%，高中生为80.5%。2020年全国儿童青少年总体近视率较2019年上升了2.5个百分点。近视率仍旧居高不下，并且呈上升趋势，近视低龄化问题仍然突出。

基于此，改善教室显示终端设备的视觉效果，降低教师与学生在信息化教学中使用显示终端产品造成的视觉疲劳，成为显示终端厂家在产品的设计生产时必须考虑的重要原则。

1.3.2 案例介绍

希沃秉持着“教育信息化应用工具提供商”的定位，其交互智能平板顺应了教育信息化2.0的潮流，在新时代为教师、学生及管理者等角色提供了更加便利的信息化教学工具。



图 1.3-2 希沃交互智能平板

在显示技术、视觉健康保护方面，希沃凭借母公司视源股份在液晶核心显示技术领域沉浸多年的经验，推出希沃专为中国教室设计的全新一代交互智能平板。该产品是集成大屏高清显示、交互式电子白板、电脑、电视、音箱和网络传输等多项功能于一身的多媒体教学演示与操作设备。通过软硬件技术、人的生理和感知角度，从视觉健康、听觉健康、音视频采集、交互物联四个方面对交互智能平板进行了全新技术升级，致力于为课堂提供优质的视听与互动教学体验。

1.3.2.1 硬件层面视觉健康创新技术

● 硬件低蓝光

早在 1966 年科学家们就发现蓝光的照射可以引起视网膜细胞的损伤，导致视力下降甚至丧失。其中，波长 400-450 纳米之间的短波蓝光对视网膜的危害程度最大。该波长内的蓝光会使眼睛内的黄斑区毒素量增高，严重威胁学生的视力健康。希沃响应国家号召，依托在显示领域的领先技术，为交互智能平板设计了硬件级蓝光滤波护眼功能。相较于传统软件方案，硬件级低蓝光设计不影响画面正常显示，屏幕显示不发黄不变暗。在任何显示模式下，都能确保有效降低有害蓝光。

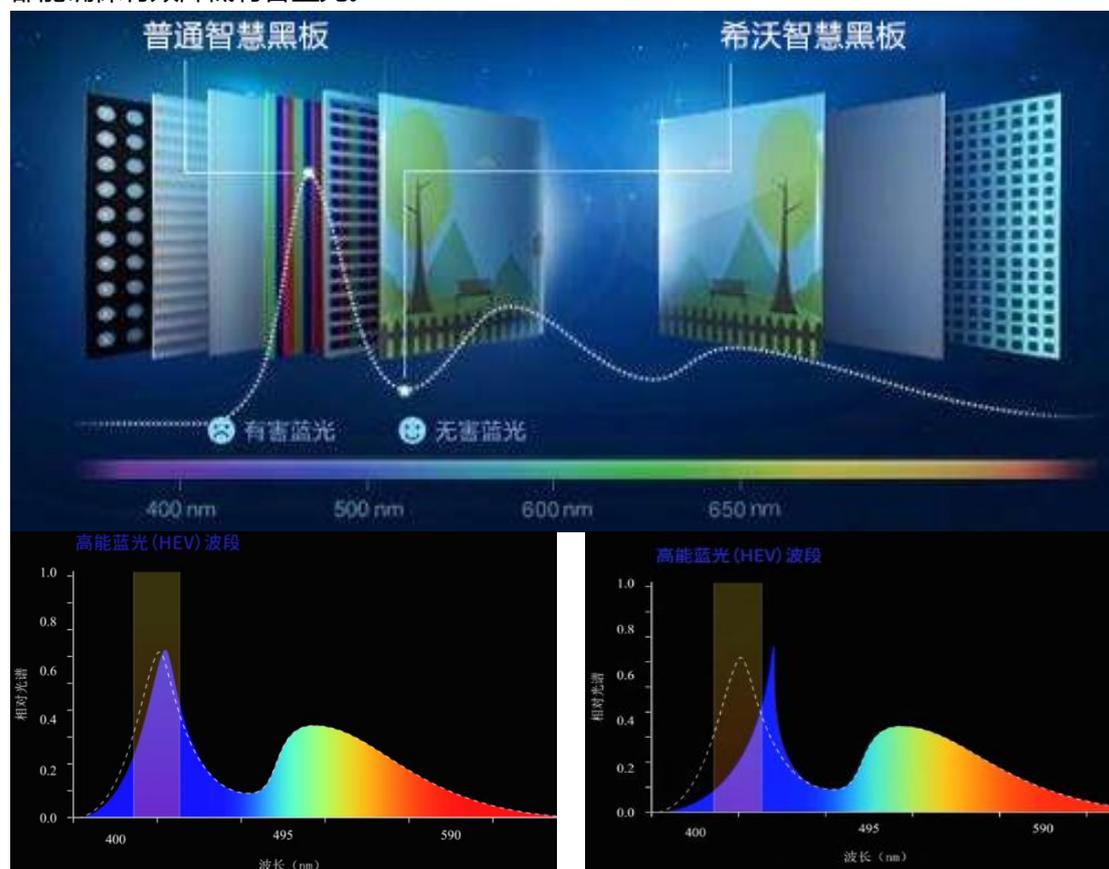


图 1.3-3 硬件级低蓝光设计：通过迁移 LED 背光光谱的有害蓝光峰值位置减轻蓝光的危害

● 无频闪

频闪是指电光源光通量以一定频率的波动，给人的感觉就像图像在闪烁，眼睛长期暴露在这种环境下会造成头痛和眼疲劳、引发光敏性癫痫病、导致视力下降和注意力分散等问题。由于传统教室显示终端采用的是直下式或侧入式背光显示方案，背光的光源是否支持无频闪调节控制成为是否保护师生视觉健康的重要衡量因素。



图 1.3-3 频闪显示示意图

背光控制技术主要分为两种：PWM 调光和 DC 调光。PWM 调光：通过控制背光电压周期性开启和关闭的时间占比，调节背光的明暗，在非最大亮度时高频摄像机下可观测到屏幕闪烁现象。DC 调光：通过控制背光电流与电压线性变化，调节背光的明暗，从最低亮度到最高亮度调节过程，高频摄像机下都不会观测到屏幕闪烁。

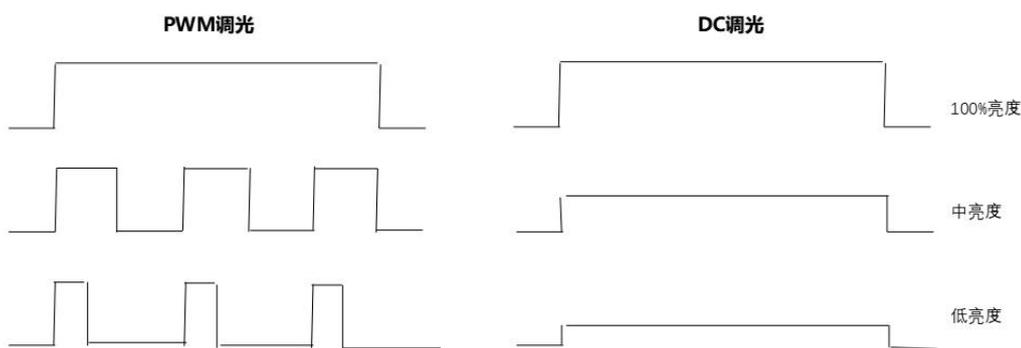


图 1.3-4 调光方式差异

综上，采用 PWM 调光方式，非最大亮度设定时，可见屏幕高频闪烁，长期观看会造成眼睛胀痛、偏头痛等身体不适。采用 DC 调光方式，能够消除屏幕闪烁，大幅度改善视觉疲劳。

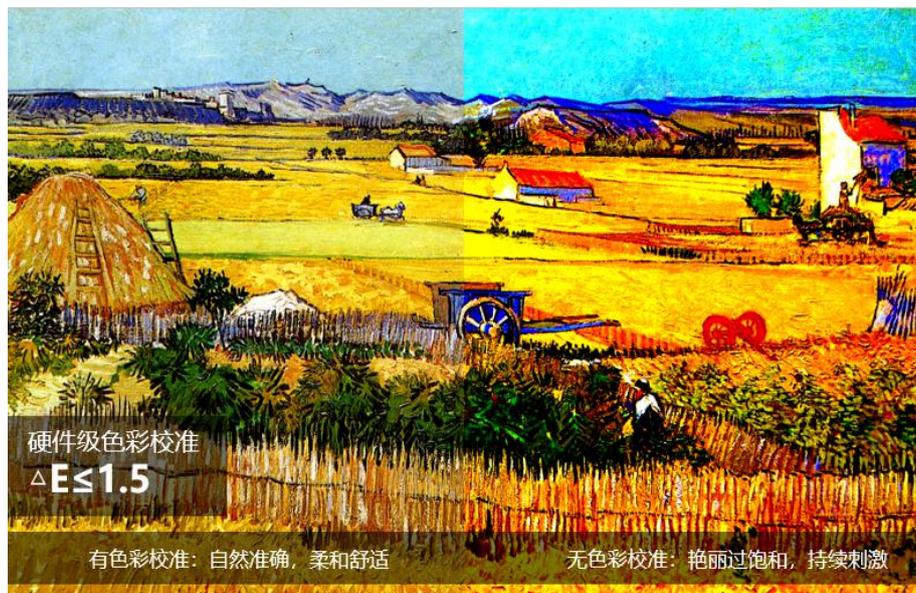
希沃交互智能平板采用 DC 调光方式，通过特定背光控制消除屏幕闪烁，从而减少视觉疲劳，真正保护师生视觉健康。

● **颜色校正技术**

经过研究，过于艳丽的色彩会给眼部视觉神经带来更高的刺激，也会持续性地造成视觉疲劳，进而影响视觉健康。因此，色彩真实还原也是保护师生视力的核心重点之一。希沃精研灯珠及光学方案，通过对显示屏的颜色校准，使得屏幕显示颜色准确、自然，从而降低高色彩饱和给视觉带来的冲击，为师生带来更多重视力保护。

希沃交互智能平板通过硬件级色彩校准，带来了全系产品高色准，每一台产品都会经过

严格的出厂硬件色彩校准，做到色彩准确度 ≤ 1.5 的准专业水准。随着今天美育艺术教育的重视和普及，严谨正确的显示设备也能为孩子们的审美塑造带来更好的硬件基础。



希沃交互智能平板：自然准确

低色准屏幕：艳丽过饱和

图 1.3-5 产品对比

● 防眩光玻璃盖板

为了适应中国教室日常教学活动的复杂程度，提供稳定可靠的触控交互体验，教室内的显示终端需要提供一定的保护措施。玻璃盖板就是这样的保护层，它位于液晶面板前，基本功能是防摔、防刮、抗压、耐高温、保护 LCD。由于教室的照明特性，完全光滑的玻璃盖板在反射照明时极易引起眩光，从而导致观看不清晰、亮度过曝等问题。因此，玻璃盖板的表面防眩光工艺技术关系到师生视觉健康，是教室内显示终端视觉健康的重要一环。

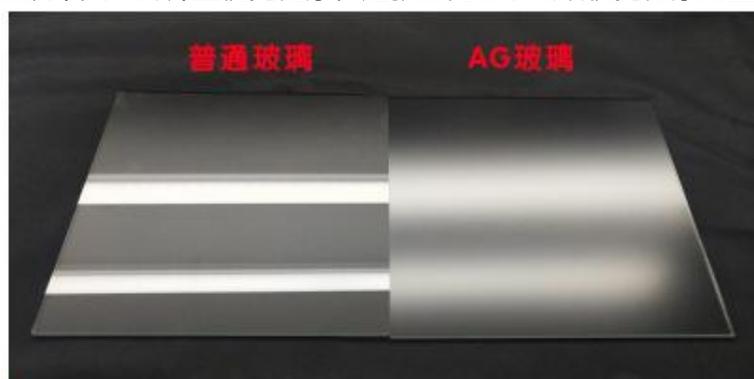


图 1.3-6 普通玻璃容易造成眩光，AG 玻璃能够对光进行漫反射处理

希沃交互智能平板根据蛾眼技术原理，采用 AG 防眩光玻璃，运用蚀刻或喷涂等工艺，将玻璃表面进行处理，单面达到多角度漫反射的效果，从而提高画面的可视角度，降低环境光的干扰，减少屏幕反光。

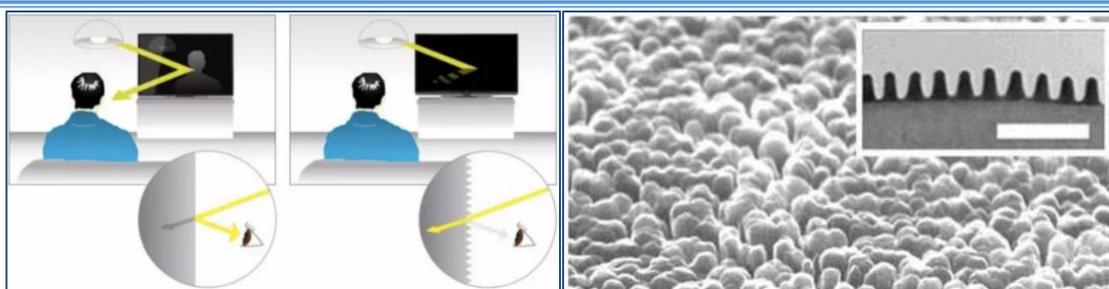


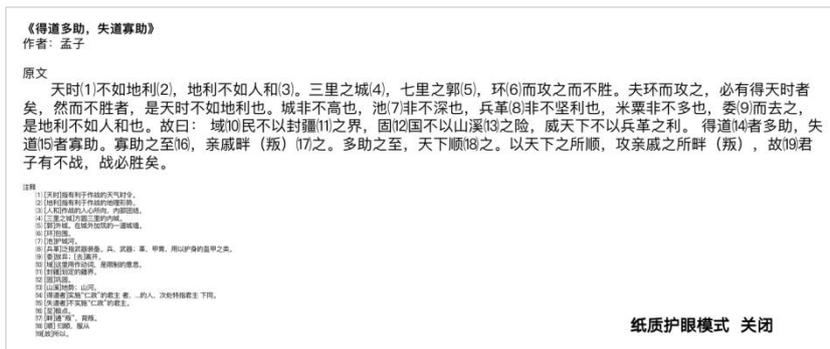
图 1.3-7 表面处理后，能够对环境光形成多角度漫反射

1.3.2.2 软件层面视觉健康创新技术

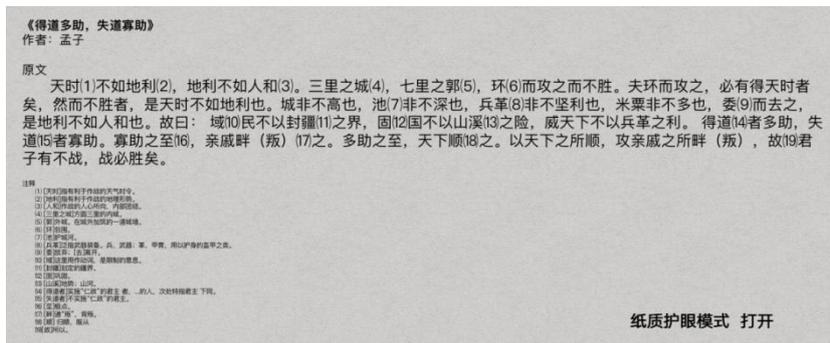
传统软件层面护眼模式通过调整显示屏色温限制蓝光含量，从而使屏幕所发出的有害蓝光量大量降低。但由于色温调整，对显示内容造成色偏，进而影响图像信息的还原度。

在教学环境中，高对比色彩画面带来的视觉冲击导致的视觉疲劳也是不可忽视的。经过大量的课件研究，我们发现超过一半的教学课件仍采用白底黑字这样的高对比画面呈现。当教室显示终端全屏显示这样的课件时，长时间的观看无异于让师生们注视着一个巨大的LED灯板，教室后排的学生还要努力逆光看清上面的文字细节，这无疑会大大增加眼部疲劳，造成视力损害。

希沃交互智能平板推出纸质护眼功能，可有效降低屏幕显示内容高亮度对比刺激，实现缓解眼部疲劳，提升学生上课长期观看屏幕的眼部舒适度。全新的护眼模式下，亮度、色温改变较少，师生观看显示终端犹如阅读书本一样柔和自然。



传统显示模式



纸质护眼显示模式

图 1.3-8 不同显示模式对比

同时，希沃还提供了多种纸质护眼模式的设置，让师生根据教室环境的不同定制化设置。



图 1.3-9 纸质护眼模式设置

1.3.3 应用情况

希沃是视睿科技在教育领域的自主品牌，诞生于 2009 年，是国内交互智能平板品类首创者，2012 年-2022 年连续 11 年蝉联中国交互智能平板行业市占率桂冠，用户遍布全国，全面覆盖幼儿园、小学、初中、高中、职业院校及高等院校等各个学段。

1.3.3.1 广东广雅中学花都校区

广东广雅中学是广东省著名重点中学。有着 133 年历史的广雅中学，以其深厚的历史底蕴、优秀的文化基因、先进的办学理念和卓越的办学业绩成为全省基础教育的一面旗帜，被称为是“中国近现代教育史活的见证”，也被誉为是“培育中华英才的摇篮”。

广东广雅中学花都校区为广东广雅中学分校区，隶属于广州市教育局。该校建设包括行政中心、教学中心、艺术中心、生活中心、运动中心等五大区，办学规模为高中 30 个班，初中 30 个班，每班 50 人共计 3000 个学生。

自建校以来，广雅中学花都校区一直采用希沃智慧教育产品，每个教室都配置了希沃交互智能平板作为日常教学使用显示终端。



图 1.3-10 广雅中学花都校区教室

通过希沃交互智能平板与云教学平台开展交互式教学，丰富了课堂师生互动、生生互动的内容与形式，对探索基于情境、问题导向的互动式、启发式、探究式、体验式等课堂教学提供了有力技术支撑。

希沃视觉健康创新护眼技术显示终端在保证教学过程高质高效的前提下，尽可能保护师生视力健康。

1.3.3.2 华阴市华山中学

华山中学创建于1942年，是渭南市先进中学。目前学校有教学班40个左右、师生2000余名。

2022年，华山中学响应“新高考综合改革”政策，积极推进智慧校园创建工作，更新了36台希沃交互智能平板，学校信息化基础环境、硬件设备得到改善。其中，多媒体教室、计算机教室、录播教室、电子备课室等功能部室在教学工作中发挥着重要作用。

学校提出：智慧校园创建工作要立足实际，重在应用，一要充分发挥现有信息化设备的功能，加大信息化与教育教学工作的融合力度；二要发掘国家、省、市各级平台的资源共享、教学教研功能，提升师生信息素养；三要建立校本资源平台，整合教育教学、后勤管理、德育工作、教研教改等方方面面的优质资源；四要树立创建信心，厘清工作思路，发掘特色亮点。

通过使用希沃交互智能平板及配套软硬件产品，学校组织师生参加了各类线上精品课、创新课堂大赛和信息素养提升活动。希沃交互智能平板视觉健康技术上的创新，使师生在使用过程中拥有了更舒适的体验。



图 1.3-11 华山中学教师信息化水平培训

1.3.3.3 漳浦县龙湖中学

漳浦县龙湖中学创办于1995年，位于漳浦县城西郊，取开漳圣王陈元光之号而命名。学校重视素质教育，以让每位学生成为社会有用之才为办学宗旨，形成了团结、勤奋、进取、奉献的良好校风。2021年12月，被福建省教育厅认定为“第一批省级平安校园”。

在教学实践中，龙湖中学的教师们充分认识到智趣课堂构建的必要性、智趣课堂的内涵与特点。通过希沃交互智能平板，结合教学案例指导，龙湖中学的教师们在教学中构建智慧乐趣共生的课堂，使学生充分体验学习的乐趣和成功的喜悦，培养学生的探究能力和创造力。

教育局领导评价，龙湖中学的老师能够充分利用希沃等多媒体与学生进行互动，值得提倡。希沃通过对教师教学研究，积极探索，不断创新显示终端产品，为师生提供符合教学需求、视觉更为舒适健康的产品。



图 1.3-12 漳浦县龙湖中学

1.3.4 相关证明材料

- 获得权威检测机构认证

1.4 ALPD®激光显示产品—深圳光峰科技股份有限公司

1.4.1 背景介绍

视觉健康已越来越受各界关注，影院市场作为视听领域的一个细分市场，过往采用传统光源（如氙灯光源）电影放映机的电影院，为了节省放映和人工成本，不少电影院都会将氙灯亮度调小，人为延长灯泡的使用时间。由此使得观众戴上 3D 眼镜后，视野中的亮度变暗，画面细节不清晰，最终导致观影体验差。除此之外，不少观众更会在 3D 观影中出现眩晕、恶心等症状。

激光显示技术的出现及运用，为电影放映提供了更亮、更稳定光源的激光放映技术。同时，如何让激光显示技术走进更多细分市场，惠及更多的消费者，也一直是业内追求的目标。

1.4.1.1 ALPD®技术

ALPD®技术是深圳光峰科技股份有限公司（以下简称为“光峰科技”）原创的激光显示技术，通过蓝色激光激发稀土材料获得高性价比红绿光，突破了传统技术的高成本、低可靠性、低效率等瓶颈问题，具备其他显示技术所无法比拟的体积、重量、亮度和能效优势和产业化优势。

相比于传统技术，ALPD®技术在实现高亮度、广色域的基础上，具备提升用户视觉舒适度水平、构建健康视觉环境、延缓视疲劳等视觉健康创新特点。

光峰科技针对其全球首创的 ALPD®技术，除申请布局了底层关键架构技术专利之外，还注册了商标 ALPD®，并在持续创新迭代及开展全球专利布局的同时，大力推进 ALPD®技术的产业化应用。

截至 2022 年 6 月 31 日，光峰科技累计在全球范围内获得授权专利 1499 项，境内外申请中的专利 658 项(其中发明专利申请 555 项)，PCT 国际专利申请 138 项，全球累计申请中专利及授权专利共计 2,295 项(含 PCT)，发明占比约 70%，核心底层架构同族专利全球范围被直接引证次数超过 650 次。

1.4.1.2 ALPD®技术的应用

完善的专利布局，为光峰科技持续推动 ALPD®技术的产业化应用、不同应用场景创新及相关激光显示产品参与市场竞争，提供了有效且强有力的保障。ALPD®技术打开影院放映市场之后，光峰科技持续投入创新，不断致力于 ALPD®技术走进更多细分市场，持续推出家用显示、商用大屏、教育智能大屏等显示方案，实现广泛覆盖影院、指挥调度、展览展示、虚拟仿真、户外亮化、舞台演艺、教育、家庭等应用领域，惠及更多的用户和消费者。

目前，ALPD®技术已广泛应用于影院放映、商业显示、教育显示、家用显示等应用场景，是显示领域最核心的激光显示技术，并已开始延伸应用于航空、AR、车载、智能机器人等领域。

● 影院放映产品

影院放映中的激光电影放映机光源亮度覆盖 5,000 至 51,000 流明，在亮度、寿命、光衰减、对比度等多个维度均优于同类氙灯光源，解决了传统放映技术普遍存在银幕偏暗、亮度不足、播放 3D 片源体验感差的问题，视觉效果更好，能为观众带来优异的画面质感和观影体验。

● 商业显示产品

凭借 ALPD®技术的高亮度、高画质、高可靠性的“三高”特性，光峰科技激光投影设备具备高亮度、高画质、灵活安装和高可靠性的特点，轻松实现艺术想象，打造经典的沉浸式光影项目，提供创新视觉享受。

● 教育显示产品

光峰科技教育大屏，亮度覆盖高达 3,600-7,000 流明，分辨率最高达 4K 超高清画质、可电动聚焦、可八点校正等，更能满足日益丰富的教育方式需求；同时，对于教育显示产品来说，关爱学生眼睛、保护学生视力尤其重要，光峰教育显示方案，采用更护眼的漫反射投影技术，观看不刺眼，不眩晕，不易疲劳，护眼与知识并行，呵护孩子们的视力健康。

● 家用显示产品

家用显示中的激光电视和激光智能投影，体积较小，搬运方便，反射式光线相较于直射式的液晶电视更加柔和，形成对视力的保护。在攻克了显示技术领域最难的影院放映技术后，光峰科技将影院级标准引入到家用领域。2013 年，光峰科技推出全球首款百吋激光电视，开创了家用百吋大屏先河；2015 年，推出全球首款激光智能微投，打造移动智能娱乐大屏；2017 年，联合小米推出万元内的激光电视，推动了激光电视的普及；2020 年，发布第一款大屏软件系统 FengOS，构建智能大屏新生态；同年，发布全球首款百吋菲涅尔柔性屏，不仅柔性可卷，还解决了传统投影屏幕低增益、亮斑、“鬼影”等诸多痛点，让观影体验更极致。

1.4.2 案例介绍

1.4.2.1 影院放映市场助力提升观影体验

光峰科技用原创的 ALPD®激光显示技术，解决了传统放映技术普遍存在银幕偏暗、亮度不足、播放 3D 片源体验感差的问题，为观众带来优异的画面质感和观影体验。

2014 年 6 月，深圳欢乐海岸中影 IMAX 国际影城安装首台 ALPD®激光电影放映设备起，经历多年市场考验，光峰科技 ALPD®激光显示技术的颠覆性创新实力与巨大的市场潜力获得认可。随后光峰科技又在电影放映市场率先推出“Laser as a service”激光光源按时长付费的“服务模式”，对影院的资金、运营压力起到有效的缓解作用，还能享受光峰科技激光光源的高亮度、高色域、高对比度等技术成果。

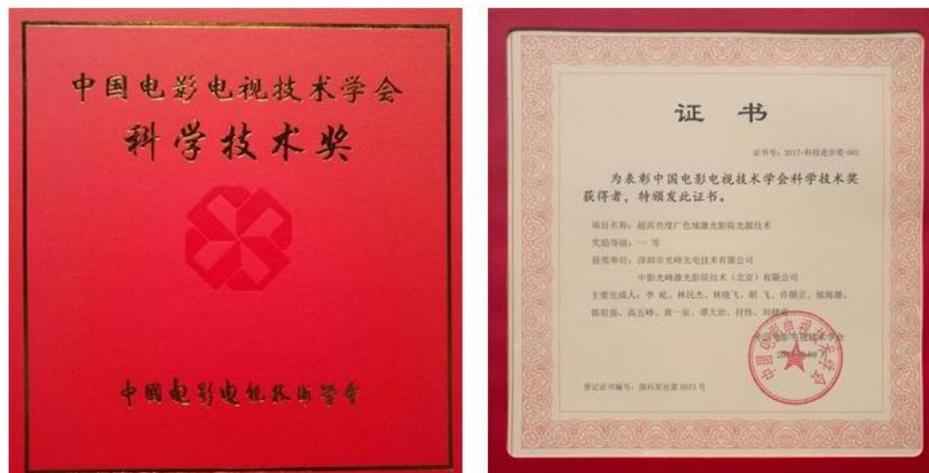


图 1.4-1 “第十届中国电影电视技术学会科技进步奖”一等奖

2017年,光峰科技超高亮度宽色域激光影院光源技术荣获“第十届中国电影电视技术学会科技进步奖”一等奖,意味着ALPD®技术填补了我国数字放映核心技术领域的空白,为中国电影产业的发展提供了重要的技术支撑。

2019年,光峰科技自主研发的激光数字电影放映机C5,正式通过DCI认证,实现了中国数字电影放映关键设备零的突破,打破了国外企业一直以来对电影放映机的垄断。也代表了光峰科技在研发电影设备技术方面取得的一大成就,使公司成为全球第五家具有开发、制造符合DCI标准数字电影放映机能力的公司,我国成为第四个能够开发和制造符合DCI标准数字电影放映机的国家。

根据国家电影局发布数据:2021年我国电影总票房达到472.58亿元,银幕总数达到82,248块,全年总票房和银幕总数继续保持全球第一。截至2023年1月,光峰科技激光技术影厅安装量已达28,000个,约占比全国银幕数的三分之一。

1.4.2.2 商业显示市场创新视觉享受

光峰科技结合应用场景进行创新型场景方案订制,依托不同项目不断优化产品及解决方案,在户外亮化、文化旅游、展览展示、会议控制、指挥调度等细分市场均有优异的市场表现。

凭借ALPD®激光显示技术的高亮度、高画质、高可靠性的“三高”特性,光峰科技激光投影设备具备高亮度、高画质、灵活安装和高可靠性的特点,轻松实现艺术想象,打造了经典的沉浸式光影项目,如打造2019年春晚-深圳分会场光影秀,邀你共住“未来城市”;“上元之夜”贺元宵,点亮太和门为故宫“换新装”、打造上万平米户外投影秀,点亮首钢滑雪大跳台“飞天”首秀;点亮清华大学110年校庆“大先生”璀璨舞台等。



图 1.4-2 沉浸式光影项目

1.4.2.3 教育显示市场守护学生视觉健康

随着数字时代电子产品的日益普及，孩子们的视觉健康成了社会和家庭高度关注的问题，健康安全地使用电子产品愈发重要。针对“视觉健康”的问题，中国电子技术标准化研究院早在多年前就已经开展了显示终端产品视觉舒适度研究。中国电子技术标准化研究院赛西实验室与北京协和医院进行的观看舒适度测试结果表明，激光显示是具良好舒适性的显示产品。中国电子技术标准化研究院高级工程师，全国音频、视频及多媒体系统与设备标准化技术委员会副秘书长赵晓莺博士表示，“在大量评测数据的基础上，我们总结出 3S 护眼法：Size(设备尺寸)、Screen(显示质量)、Software(护眼功能)”。而对于长时间使用电子产品导致的视觉不适，赵晓莺博士也给出建议：“在合理控制观看距离的前提下，使用较大尺寸的显示设备会使激发视觉疲劳感更慢”。

光峰科技参与了《信息化教学环境视听健康设计要求》、激光产品视觉健康相关标准的制定工作，旗下所有教育产品都通过了“视觉健康认证”。应用 ALPD®技术的光峰教育激光投影机漫反射光线柔和，有效解决了传统投影机亮度差、色彩不均匀、耗材多、衰减快的问题，长期观看不易引起眼睛酸痛，有效预防视力降低，从显示源头上避免了视觉不适的体验。

2022 年 6 月 11 日，由深圳市教育局、“科创中国”大湾区联合体指导、深圳市科技技术协会主办、深圳市科技交流服务中心、深圳市青少年科技实践促进会承办的深圳市首届青少年智慧城市论坛在深圳举办。作为活动支持单位，光峰科技受邀现场为师生们展示了全球领先的 ALPD®激光显示技术及显示方案。

1.4.2.4 家用显示市场改善用户护眼体验

国家直属权威检测机构中国电子技术标准化研究院赛西实验室和北京协和医院眼科专家通过人群相同条件下观看激光电视和液晶电视的严格对比试验，得出了 144 组测试数据。数据证实：激光电视的确具有很强的护眼特性，在特定方面甚至具有一定的改善作用。

赛西实验室和协和医院眼科专家选取了 36 人并分成 6 组在同等条件下进行了为其两天的测试，对比人眼在一定时间（90 分钟）、一定距离（3 米）观看同样尺寸的激光电视和液晶电视前后的主客观评价，并得到了 144 组关于人眼视力、屈光度、泪膜破裂、睫状肌灵活度以及人眼主观感受的测试数据。

数据分析对比证实：受试者观看液晶电视之后会产生明显的视力、屈光度和睫状肌变化，以及眼胀、眼痛、畏光、眼干涩、视物模糊等症状；受试者观看激光电视后，视力、眼部主观感受等关键指标变化不明显。研究还发现，由于睫状肌长时间过度收缩容易导致近视，受试者在观看液晶电视后睫状肌疲劳明显，在观看激光电视之后睫状肌趋向更加灵活，由此可见，同等条件下观看激光电视不仅更舒适，而且还能在一定程度上保护眼睛。

依靠 ALPD®技术的优势，光峰科技联合 LG 于 2013 年推出 100 英寸激光电视，在 CES2013（2013 年国际消费电子展）上获得“未来产品大奖”，同年获得德国工业设计“红点奖”。2017 年光峰科技与小米合作推出售价 9,999 元的 100 英寸激光电视，首次将激光电视产品价格降至万元以内。

1.4.3 应用情况

光峰科技的 ALPD®技术已在影院放映、商业显示、教育显示及家用显示等多个细分市场

场，形成全应用场景覆盖，且均占据着一定的市场领先地位。1.4.3.1 影院放映市场

2016年，全国使用ALPD®技术的放映机数量仅为1,000余台，占比仅约2.4%；2021年末，全国已有超过25,000块银幕使用ALPD®技术放映机，占比超过30%；至2022年7月，全国范围内更是有超27,000个影厅升级为ALPD®技术放映机。在全球市场，中国创造的ALPD®光源自2015年面市至今在全球安装量突破32,000套，产品覆盖中国大陆、港澳台以及欧美、东南亚地区。



图 1.4-3 激光数字电影放映机 C5

2019年底，光峰科技自主研发的中国首款经DCI (Digital Cinema Initiatives, 数字电影倡导组织) 标准认证的激光数字电影放映机C5正式进入量产阶段，标志着我们国家正式实现了中国数字电影放映关键设备零的突破，打破了国外企业一直以来对电影放映机的垄断。我国成为第四个能够开发和制造符合DCI标准的数字电影放映机国家，我国企业光峰科技成为继巴可、科视、索尼、NEC以外，全球第五家能开发和制造符合DCI标准数字电影放映机的厂商。

1.4.3.2 商业显示市场

采用ALPD®技术的工程投影机在文旅项目、博览馆项目、文娱项目、展览展示等场景已得到广泛广泛。

根据洛图科技数据，2021年中国大陆激光投影市场，光峰科技首次进入工程投影市场的前三。奥维睿沃 (AVC Revo) 《中国大陆激光投影市场研究报告》显示，2022年上半年，在工程激光投影品牌中，国内品牌光峰科技ALPD®技术的激光工程投影机销量份额17.9%、销额份额16.6%拿下双第一。

而在商务激光投影市场，据洛图科技发布的《中国大陆激光投影市场季度报告》显示，2022年上半年，光峰科技的市场份额已超过20%，位居商务市场首位，如图所示。

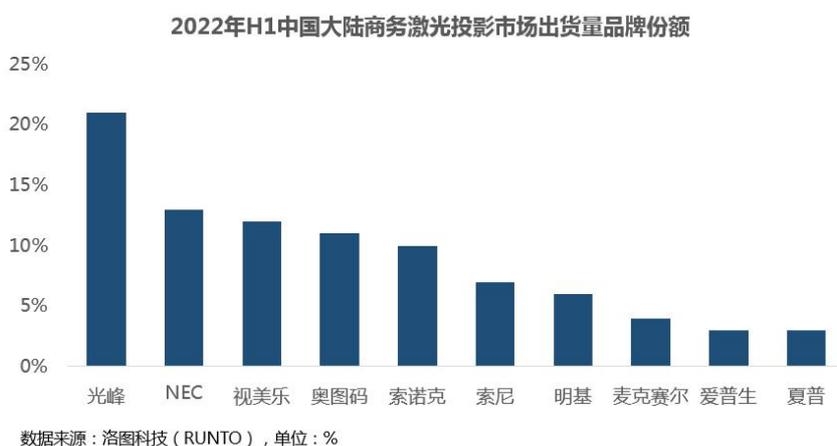


图 1.4-4 2022 上半年中国大陆商务激光投影市场出货量品牌份额

1.4.3.3 教育显示市场

激光投影固有的“大屏护眼”优势，使其在教育投影市场具有较大的需求空间。据洛图科技发布的《中国大陆激光投影市场季度报告》显示，2022年上半年，光峰科技ALPD®技术的激光投影机出货量位居第一，如图所示。

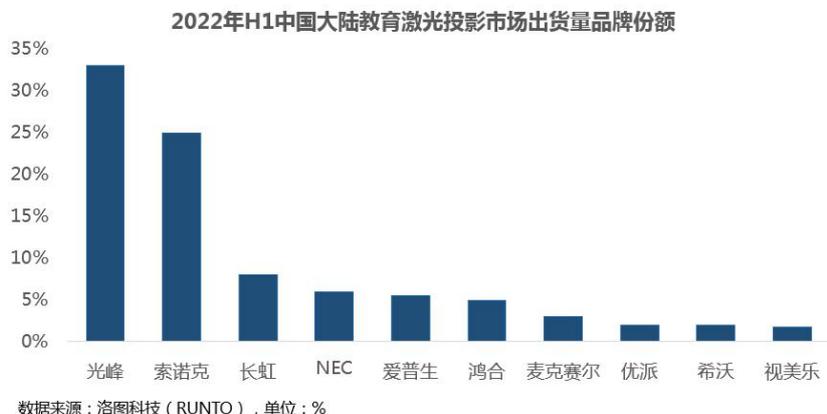


图 1.4-5 2022 上半年中国大陆教育激光投影机出货量品牌份额

1.4.3.4 家用显示市场

激光电视除了在视觉舒适度上具有优势之外，在大尺寸、宽色域、节能省电等方面也具优势。根据洛图科技数据显示，2021年激光电视出货量达28万台，较2020年同比增长32.1%，近五年CAGR达65%，采用ALPD®技术的产品销量位居市场前列。根据IDC发布的《2021年第四季度中国投影机市场跟踪报告》显示，光峰科技控股子公司峰米科技在中国家用投影机出货量的排名位列行业第三。

奥维云网 (AVC) 线上监测数据表明，2022年1-8月，家用激光智能微投累计销量11.1万台，同比增长301%，远超家用智能投影行业整体增速；如图所示，激光智能微投市场销量前两位品牌的激光智能微投均采用了光峰科技的ALPD®技术。



图 1.4-6 2022 年家用智能激光投影销量份额前 5 品牌

1.4.4 相关证明材料

- 赛西实验室护眼认证



图 1.4-7 赛西实验室检测证书

1.5 利亚德“黑钻” Micro LED 系列—利亚德光电股份有限公司

1.5.1 背景介绍

1.5.1.1 利亚德“黑钻” Micro LED 系列产品开发背景

Micro LED 被誉为显示技术的终极目标。据行业媒体预测，2027 年 Micro LED 全球市场将超过 105 亿美元，市场前景广阔。

市场实践证明，新技术、新产品的起始之处都是依靠行业龙头企业推动发展起来。近两年来，在利亚德、晶元光电、三星、TCL 等国内外龙头企业的共同努力之下，Micro LED 技术的各项难题相继被攻克，市场关注度不断提升。



图 1.5-1 Micro LED 发展趋势

根据行业数据分析，传统 LED 小间距市场中，受制于 Micro LED 显示技术难度、价格、供应链等因素的影响，P1.0 以下产品市场占有率不到 7%，P1.0-P2.0 点间距的产品市占率接近 80%，市场空间巨大。利亚德历来是第一个吃螃蟹的人。从 1998 年自主研发出国内第一块 LED 真彩显示产品，到 2010 年原创并命名小间距 LED 显示技术，再到 2020 年率先推进 Micro LED 显示技术，利亚德始终以创新技术突破应用边界，引领产业发展。此番，利亚德再次实现技术突围。从技术研发、良品率、生产自动化制程等方面不断突破，将 Micro LED 显示技术应用向纵深扩展，使全倒装半导体工艺广泛应用于 P0.9-P1.8 间距的小间距产品中，实现覆盖 80%小间距产品，大幅降低 Micro LED 显示技术成本。

利亚德作为 Micro LED 先行者，充分践行行业龙头的责任担当，定标准、提良率、降成本，仅用 3 年时间便将 Micro LED 显示真正推向产业化、规模化、商业化。

翻山岳而拓前路，汇溪流而成江海。从 2016 年开始组建实验室立项研发 Micro LED 显示技术，到 2020 年首款 Micro LED 产品发布投入量产，从 2021 年加码投资扩大产能，再到今天新一代 Micro LED 显示技术的市场突破...利亚德以前瞻性的战略眼光全面投入和布局谋划，全面迎接半导体时代的来临。



图 1.5-2 利亚德集团举行媒体交流会

1.5.1.2 利亚德“黑钻” Micro LED 系列产品优点

此次发布的 Micro LED 技术再升级，将再次刷新产业基准，突破产品技术上限。

从 Micro LED 衬底/外延、Micro LED 芯片制程、到巨量转移固晶、检测返修、封装品味优化、再到测试分选、混装贴片、驱动控制，利亚德与合作伙伴强强联合，打通 Micro LED 显示产业链，在技术与市场端占领制高点。



图 1.5-3 利亚德“黑钻” Micro LED 优势

利亚德 Micro LED 全系列产品 (P0.4~P1.8) 搭载 ASIC 控制芯片及共阴驱动芯片，(以 P1.2 为例) 同等功耗下亮度提升 1.5 倍，同等亮度下功耗降低 40%，对比度提高 3 倍。在选灯方面筛选选取特定波长 LED 灯珠，避免蓝光危害，真正实现兼顾显示品质与健康

护眼的最佳平衡。

利亚德“黑钻” Micro LED 全系列产品均取得了色彩品质认证、低蓝光认证、LED 显示屏绿色健康分级认证、HDR 认证等权威机构颁发的针对色彩及护眼健康的产品认证。

1.5.2 案例介绍

1.5.2.1 利亚德集团打造的国家能源集团信息化系统项目

由利亚德集团打造的国家能源集团生产运营协同调度信息化系统项目（又称基石项目）LED 显示系统正式交付并投入使用，成为目前全球应用面积最大的单体 Micro LED 显示项目。



图 1.5-4 应用案例一

该项目总面积达 227m²。一层指挥调度中心大屏采用 P0.9 Micro LED 显示屏，面积 216m²，整屏超过 7 个 8K 分辨率，接近 2.5 亿像素；二层东西两侧会议室采用两块 P0.7 Micro LED 显示屏，其超高清画质带来了无与伦比的视觉体验。



郝鹏书记听取集团生产调度指挥系统建设运行和
保供保暖等作汇报

郝鹏书记与集团基层单位视频连线

图 1.5-5 应用案例一（续）

交付当天，基石项目接受了国务院国资委党委书记、主任郝鹏的调研。在这座由 Micro

LED 显示打造的生产调度指挥大厅，郝鹏书记听取了国家能源集团生产调度指挥系统建设运行和保供供暖等工作汇报；并通过 Micro LED 屏幕与基层单位进行视频连线，对公司广大员工致以亲切的慰问和新年的祝福。

1 月 1 日，国家能源集团生产调度指挥中心正式启用。集团党组领导充分肯定了生产调度指挥中心启用的重大意义，并指出随着生产运营协调调度信息化系统（基石项目）一期核心功能顺利上线，集团将迈入运营平台更先进、调度指挥更智能、产业协同更高效的数据驱动高质量发展新阶段。

国家能源集团党组领导的肯定，既是对利亚德品牌优势、产品质量、服务品质的认可，更是对利亚德 Micro LED 显示技术领创地位的认可。该项目是利亚德 Micro LED 量产基地——利晶微电子成立后的第一大单。利晶仅用不到 2 个月的时间就完成生产并正式交付使用。不论是项目精度、难度、速度，都刷新业界纪录。

基石项目是利亚德引领 Micro LED 显示新时代的成功落地。未来，利亚德将在“深耕显示，稳健发展”战略的指引下，继续领创全球视听科技健康发展，让世界看见中国民族品牌的速度和中国实力！

1.5.2.2 利亚德 Micro LED 超高清显示技术完美服务全国两会

全国政协十三届四次会议首场新闻发布会在京召开。因疫情防控工作需要，今年全国两会记者会、代表通道、委员通道、部长通道等仍然采用网络视频方式进行。利亚德与中国电信合作，首次采用“Micro LED+4K/8K 视频数智化交互方式”，为两会新闻报道提供沉浸式数智化视频交互新体验。



图 1.5-6 全国政协十三届四次会议首场新闻发布会直播画面

见屏如面，利亚德 Micro LED 显示技术首次亮相全国两会。

今年两会，利亚德与中国电信合作，在人民大会堂和梅地亚中心全面部署“Micro LED+4K/8K”广电级超高清视频会议系统，同时采用光纤专线和中国电信 5G 双备份的数据传输方式，以保障每场新闻发布会、记者会、“代表通道”“委员通道”“部长通道”等“云采访”活动平稳进行。

在大会视频会议现场，首次架设了由利亚德提供的业界领先的 Micro LED 显示屏。该款产品系统集成了智能控制、智能维护、5G 数据传输等前沿视频技术，配备广电级 4K/8K 超高清视频设备，保证了屏对屏实时传输互动，确保人民大会堂和梅地亚中心之间高画质、低延时的“隔空对话”和“见屏如面”。

利亚德今年提供的 P0.9 Micro LED 超 4K 显示屏，不仅代表了行业最前沿的显示技术，更代表着 Micro LED 显示应用的风向标。

该系列产品应用全倒装芯片技术，避免电极对光线的遮挡，最大限度提高了芯片的出光面积和出光效率；产品亮度可达到 2500nit，对比度高达 20000:1，实现 HDR2.0 显示，画面质量更加出色。同时，采用拥有自主知识产权的 Micro LED 驱动 IC，集合“高质量显示效果”“降低能耗”“高度集成”“可深度休眠”等优点，将 Micro LED 的性能优势发挥到极致。

十年保障全国两会，利亚德创新技术赋能媒体报道新模式！今年是利亚德集团第十次为全国两会提供视效显示服务，也是利亚德与中国电信联手打造的 5G+4K/8K+Micro LED 超高清网络视频会议直播的一次成功实践。



图 1.5-7 人民大会堂新闻发布厅利亚德显示屏 (图片来源新华网)



图 1.5-8 梅地亚中心利亚德 Micro LED 显示屏 (图片来源：央视直播画面)

从小间距到 Micro LED，从简单显示到远程视频交互，两会现场对显示产品性能的需求越来越高，应用场景越来越广，利亚德也相应的提供最先进的技术 with 产品，以保障两会发布会的顺利进行，为与会代表及媒体记者带来卓越的视觉体验。

1.5.3 应用情况

Micro LED 在诞生之初，就被认为是史上第一种没有尺寸限制的显示技术，各性能能达到或超越当代显示规格，成为公认的显示未来发展方向，被誉为终极显示技术，因而受到整个显示产业链厂商的大力追捧。

继国家能源项目，利亚德“黑钻” Micro LED 系列产品已广泛应用于监控指挥中心、商业中心、机场、会议室等户内显示领域。

与此同时，依托技术突破，该系列 4K Micro LED 百寸以上的电视产品最低价格首次突破 50 万元大关，为 Micro LED 显示技术进军 TO C 市场奠定坚实的基础。

全球 LED 显示已全面进入 Micro LED 显示新时代。在 2023 利亚德集团战略解读环节，李军董事长表示，2013 年，利亚德举行 LED 小间距原创产品发布会。自此 LED 小间距技术开始狂飙突进之路，创造五年全球销量达两百亿以上规模，净利润从 2014 年到 2017 年实现连续四年翻倍增长的奇迹，利亚德公司小间距产品从几千万猛增到年营收 40-50 亿。十年间，利亚德技术创新不仅带领中国 LED 显示企业登上世界显示舞台，更推动了全球 LED 显示产业的持续快速发展。2023 年，利亚德 Micro LED 再获新突破，全球（中国）市场需求不断扩大，LED 显示将全面进入 Micro LED 显示新时代。



图 1.5-9 利亚德集团董事长兼总裁李军

利亚德作为拥有全球化视野的企业，始终以前瞻的眼光为全球 LED 显示产业的发展贡献重要力量。利亚德 Micro LED 产品技术研发硕果累累，基本覆盖大部分 LED 显示市场；利亚德通过控股利晶，加大研发力度，扩大产能，不断降低成本提升良率，实现国内国际市场的双双稳健高速增长；利亚德作为 Micro LED 显示的原创者，将继续与行业友商一道再创新产业辉煌。

利亚德集团董事、利亚德光电副总经理、董事会秘书李楠楠对公司 2022 年经营情况进行深度剖析解读，并再次强调利亚德在 Micro LED 领域取得的技术优势与前沿进展。李楠楠表示，2022 年，利亚德融合技术引领、市场布局、产业链融合、应用扩展等核心优势，

以及行业广阔的发展前景，实现高速增长。2022 年公司营业总收入 81.54 亿元，智能显示营收 70 亿元，营收占比超过 85%，其中，Micro LED 显示产品实现订单 4 亿元，较 2021 年增长 25%。



图 1.5-10 利亚德光电副总经理、董事会秘书李楠楠

1.5.4 相关证明材料

利亚德“黑钻”Micro LED 系列产品面市以下，获得行业内外高度认可与肯定，斩获多项荣誉：人民网 2022 年度“匠心产品奖”、isle2020 国际大屏幕显示技术博览会“LED 显示新星产品奖”、LED 显示优秀产品奖、金球奖“年度创新应用奖”。

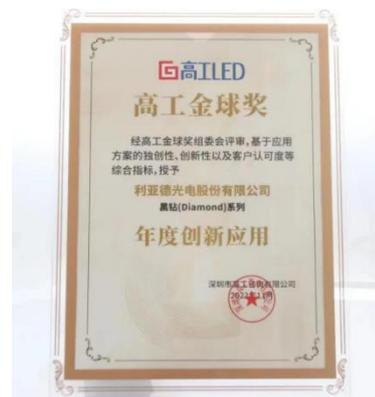


图 1.5-11 获奖情况

1.6 GOOVIS 高清护眼 XR 头显，打造健康美好视界—深圳纳德光学有限公司

1.6.1 背景介绍

1.6.1.1 眼部护理需求在全球范围内急剧增加

据世界卫生组织(WHO)2019年发布的 Word Report on Vision (世界视觉报告)估计,全球至少有22亿人视力受损或失明,其中至少10亿人的视力损伤问题或本可通过预防避免,或尚未得到妥善处理。他们主要受近视、远视、青光眼及白内障等的影响,且未获得必要的医疗或护理服务。报告称,现代社会人们长时间待在室内从事大量“近距离工作”,导致越来越多的人有近视问题,2020年全球近视人数将达26亿。

1.6.1.2 我国居民眼健康问题上升为国家战略

我国各类眼病发病率高,庞大的眼病规模造成严重的社会眼健康问题。根据国家卫健委数据,2020年,我国儿童青少年总体近视率为52.7%。而随着年级升高,近视比例不断增加。小学、初中、高中阶段学生近视的比例分别为31.3%、64.9%、79.3%。此外,干眼症、斜弱视、青光眼等其他视功能障碍相关疾病患者也数量庞大。

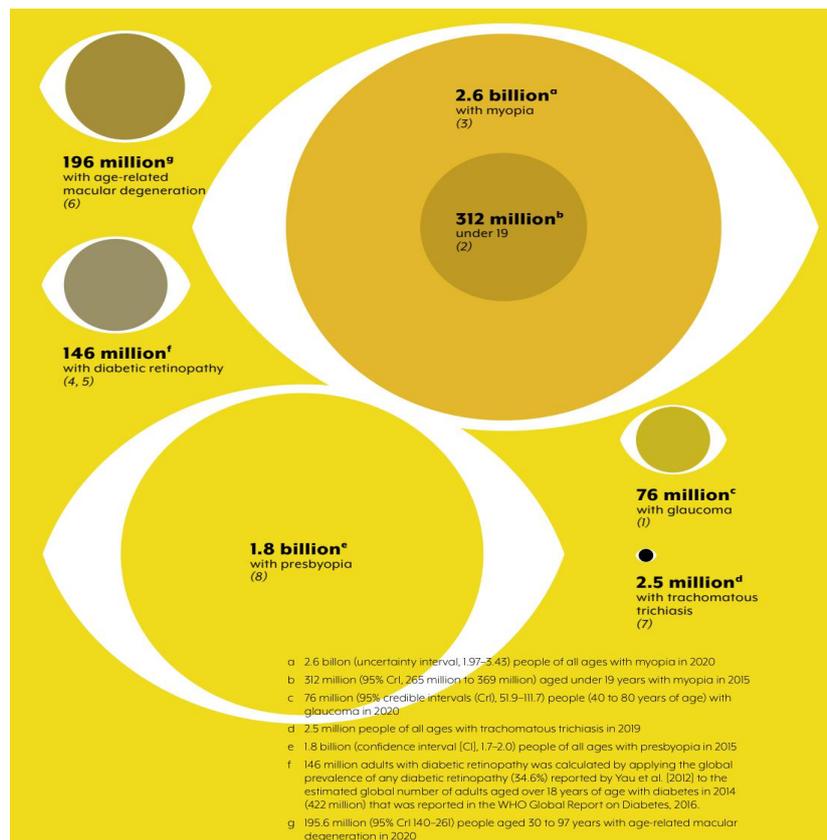


图 1.6-1 近视防控形势

而随着互联网的发展,尤其是伴随各类数码产品的大量普及和个人近距离用眼时间的延长,导致人们更频繁地出现视疲劳、头痛、头晕等一系列“视频终端综合症”不适症状,其中视疲劳发生率为83.9%。据中国互联网络信息中心(CNNIC)日前发布第51次《中国互联网络发展状况统计报告》显示,截至2022年12月,我国网民规模达10.67亿,较2021

年 12 月增长 3549 万，互联网普及率达 75.6%。互联网读屏时代，人们的视觉健康正面临着前所未有的挑战!

眼健康是国民健康的重要组成部分，党中央、国务院高度重视，将眼健康问题上升为国家战略，先后发布了《“十三五”全国眼健康规划（2016-2020 年）》和《“十四五”全国眼健康规划（2021-2025 年）》，其中基本原则之一即为“坚持预防为主、防治结合”，重视眼病前期因素干预，注重医防协同、急慢分治，推动眼健康事业发展从以治病为中心向以人民健康为中心转变。加强眼健康科普宣传教育，强化每个人是自己眼健康第一责任人，推动形成人人参与、人人尽责、人人共享氛围。

全社会都在采取行动合力减少环境与行为因素对近视的不利影响。深圳纳德光学有限公司作为有社会责任感的国家高新技术企业，发挥技术优势，用高科技产品积极助力国民视觉健康，旗下 GOOVIS 品牌从创建之初，就秉持“快乐、健康”的理念，不遗余力地创造健康、舒适、美好的视觉体验。

1.6.2 案例介绍

GOOVIS 高清护眼 XR 头显，作为一种新型近眼显示设备，具有模拟远眺、超高清虚拟大屏显示、超低畸变、超低时延、不晕眩、裸眼 3D、免戴近视镜、低蓝光等优势与特点，不仅让人们可以畅享美好视界，尽情娱乐放松，高效工作学习，而且最大限度降低了长时间观看电子屏可能导致的视疲劳及眼健康风险。

1.6.2.1 GOOVIS 高清护眼 XR 头显的视觉健康技术原理

- **长时间近距离用眼易诱导近视形成。GOOVIS 专利技术模拟望远+虚拟放大+高清显示，减少近视风险。**

GOOVIS 高清显示是一款通过高精密光学设计实现模拟远眺效果的新型显示设备，其核心护眼技术即在于模拟望远的近眼显示专利技术。用户在使用 GOOVIS 观看时即可实现远眺，而且观看大屏显示时视觉更舒适，从而有效放松睫状肌，缓解视力疲劳，降低导致近视发生的风险。

然而，对于一款头戴显示器来说，提供健康的视觉显示，除了实现虚拟图像放大放远，模拟远眺外，还需要有清晰的画面显示。这是因为人眼看显示器时，如果显示器的图像本身清晰度有问题，则在视网膜上的成像会始终不够清晰，但人眼仍会条件反射式地不断调节晶状体，试图在视网膜上形成清晰的图像，这样使眼肌因处于频繁调节工作状态而容易疲劳。

GOOVIS 护眼原理

模拟望远+虚拟放大+高清晰，放松睫状肌



图 1.6-2 GOOVIS 护眼原理（一）

判定近眼显示画面清晰度的核心参数是角分辨率 (Pixel Per Degree, PPD) 和图像畸变。由于 GOOVIS 采用了先进的基于硅基 OLED 的微显示护眼屏, 不仅屏幕像素密度 (Pixel Per Inch, PPI) 可高达 3528PPI, 结合自主研发的超高精密玻塑混合非球面镜片组, 通过数十项核心专利技术, 不仅实现了模拟望远、虚拟高清大屏显示的效果, 而且核心参数角分辨率 (PPD) 最高可做到不低于 45, 图像畸变控制 < 2%, 为行业同类产品最佳指标, 确保画面在放大的同时足够清晰, 让眼睛长时间观看时舒适、放松, 缓解视疲劳。

● **高能可见蓝光危害人眼。GOOVIS 大幅减少有害蓝光。**

显示设备所发射的可见光光谱 (400-500nm) 中短波长的蓝光 (415nm-455nm) 之间的范围具有波长短、能量高、对人眼结构穿透性好、对视网膜的相对危害系数较高的特点, 对人眼的危害系数较高, 长期观看会伤害眼睛, 容易出现视力下降、眼睛干涩、流泪甚至白内障、黄斑病变等眼疾。

GOOVIS 护眼原理

大幅减少有害蓝光



图 1.6-3 GOOVIS 护眼原理 (二)

GOOVIS 高清 XR 头显经权威检测认证机构严格测试, 光生物安全等级为“RG0 (无危害类)”, 实现全模式硬件级低蓝光, 显示画面不仅有效降低了高能可见蓝光比例, 而且色彩还原度高, 画面并未因蓝光比例降低而出现偏黄失真的不佳现象, 为用户提供健康、舒适、持久的美好视觉体验。

● **眩光会导致视觉疲劳, 甚至眼部疾病。GOOVIS 完美隔绝环境光, 避免眩光污染。**

眩光是一种不良的照明现象, 轻则使眼睛产生不适, 重则会损害视力, 尤其长期承受眩光污染, 会让青少年容易患上近视, 老年人得白内障的几率大幅度上升。

GOOVIS 护眼原理

完美隔绝环境光, 避免眩光污染



图 1.6-4 GOOVIS 护眼原理 (三)

GOOVIS 高清 XR 头显采用领先的光学封闭设计, 完美隔绝观看时的各种环境光和屏幕反射光干扰, 让视觉更舒适。

1.6.2.2 GOOVIS 高清护眼 XR 头显, 打造健康舒适的影院级个人移动观影新方式

为移动观影而生的 GOOVIS 高清护眼 XR 头显，是头戴影院的标杆品牌，做为 5G 大视频时代的开拓者，完美实现了影院级观影要求，综合指标业内领先，让用户足不出户便可随时随地享受在高清巨幕影院观看 2D/3D 电影的美好体验，为用户打造一种全新的、健康舒适的影院级个人移动观影新方式。



图 1.6-5 GOOVIS 产品

● **光学封闭设计，沉浸式大屏观影体验，完美隔绝杂光干扰**

根据国家标准 GB/T 4645-2006《室内影院和鉴定放映室的银幕亮度》的规定，应尽量减弱银幕上的杂散光或眩光等干扰光。室内影院银幕上干扰光应不大于银幕中心亮度的 0.4%。而 GOOVIS 头戴影院为封闭式光学设计，完美隔绝环境光和眩光干扰，不仅屏幕上干扰光不大于屏幕中心亮度的 0.3%，而且能为观众提供妥妥的沉浸式观影体验！而且，GOOVIS 屏幕宽高比为 16:9，实际观看尺寸等效于 20 米远看 800~1000 吋虚拟大屏幕。大屏看，才有影院感！

● **比影院屏幕还清晰的银幕分辨率**

DCI 对银幕分辨率要求 2K (2048 x 1080) 或者 4K (4096 x 2160)。GOOVIS 的屏幕分辨率可高达双 2.5K (2560*1440*2)，辅以 3528 PPI 和 45 PPD，以及下文中提到的银幕亮度和对比度等性能优势，实际观看时清晰程度甚至优于普通影院效果。此外，影响屏幕清晰度的因素，除了上述指标外，还要看像素的开口率。像素的开口率是指一个方形的像素，其中真正有发光(或者透光)的区域占整个像素的比率。目前影院用的技术主要是用美国 TI 公司的反射式 MEMS 微显示，或者用透射式液晶微显示，开口率都不到 70%，而 GOOVIS 用的是 SONY 的 OLED 微显示，开口率高于 90%。这也是不少 GOOVIS 用户反馈其效果比一般影院还清晰的重要原因之一！

● **接近美国电影标准的色彩还原度**

在色彩方面，DCI-P3 是美国电影行业推出的一种应用于数字影院的广色域标准，是目前数位电影回放设备的色彩标准之一，可以满足电影中全部色彩要求，更加注重视觉冲击。GOOVIS 的色域可相当于 DCI-P3 标准的 95%，非常接近美国电影标准的色彩还原度。

● **数倍于普通屏幕的对比度**

屏幕对比度指标关系到观众是否能看清暗部细节。DCI 关于银幕对比度的标准规定至少要达到 1200:1(测试条件为影院环境光, 屏面反光小于 0.03 cd/m^2), 而 GOOVIS 做到了 $>100000:1$, 数倍于普通银幕, 看暗部细节更清晰。

● 比影院更舒适震撼的裸眼 3D

在电影院看 3D 电影, 因为需要佩戴偏光、快门等专门的 3D 眼镜, 视觉清晰度和舒适度都受到较大影响, 还可能会导致重影, 甚至引起头晕、恶心等不适。而且由于 3D 眼镜会造成 60%以上光衰减, 导致看 3D 银幕的亮度相比 2D 银幕降低不少。DCI 推荐 3D 数字电影银幕中心亮度不低于 15 cd/m^2 , IMAX 规定 3D 数字电影银幕亮度为 38 cd/m^2 。这个亮度并非最佳值, 而是要考虑传统影院设备成本的折衷值。而 GOOVIS 原理上就是双屏显示, 可以实现裸眼 3D, 直接观看, 无需佩戴其它特殊的 3D 眼镜, 清晰舒适, 并且屏幕亮度可根据需要进行多级调节, 3D 效果立体逼真, 如同身临其境。此外, GOOVIS 还支持左右眼屈光度和瞳距独立精准调节, 可以做到近视 800 度至远视 300 度的大范围精准调节, 是视力不好人士的福音, 不用再忍受看 3D 电影需要佩戴双重眼镜之苦恼。

1.6.2.3 GOOVIS 用户评价

电影是为大屏而生的视听艺术, 那些出色的镜头语言、演员的细微情绪、画面的精彩细节, 小尺寸显示器难以承载, 观看者也就难以完整感受好电影的魅力。来自天津传媒的姚教授认为, “只有在银幕上, 电影艺术才能真正实现其价值, 电影鉴赏活动才能充分满足观众的审美感受。电影的艺术形式手段决定了只有在以影院条件的载体上, 才能真正释放其魅力。”在使用 GOOVIS G3 Max 观影体验后, 他如此评价: “G3 MAX 是一套优良的装备, 具有完备的功能, 通过它, 我们不仅可以享受视听冲击, 也能进入丰富多彩的艺术世界。人类天生爱做梦, 而 GOOVIS 能够轻松将人们从现实生活摆渡到艺术彼岸去, 给电影观赏带来了巨大便利, 也打开了一扇通往艺术世界的大门。”

1.6.3 应用情况

GOOVIS 高清护眼 XR 头显, 不仅广泛应用于观影、游戏等消费娱乐领域, 更在近视防控、视觉训练、眼科 3D 显微手术、手术机器人 3D 显示、特种训练、工业远程精准操控等行业应用领域有广泛应用, 用户遍布欧美、日本、韩国、港澳台等全球六十多个国家和地区, 并获得广泛好评。

特别是在眼健康领域, 随着人们对各种近视、弱视等眼科疾病的成因、大脑可塑性、视知觉学习等研究的不断深入, GOOVIS 高清护眼 XR 头显在眼健康领域的应用和影响日益增强。

1.6.3.1 GOOVIS 高清护眼 XR 头显用于视力筛查

● 产品优势

GOOVIS 基于双眼分视的设计原理, 支持左右眼独立显示; 高清显示, 角分辨率 (PPD) 高达 $42 \sim 45$, 无普通 VR 显示的纱窗效应和颗粒感; 结构精致, 体积小, 移动便携, 不占用空间, 而且无环境光干扰, 随时随地可进行视力筛查; 扩展性高: 支持与多种电子设备连接, 如电脑、平板等, 轻松实现视力筛查数据全程无纸化、信息化管理。

● 典型应用

GOOVIS 高清护眼 XR 头显用于视力异常的筛查, 极大地提高了医院门诊空间利用率; 而且由于支持左右眼分屏显示, 可实现智能遮盖功能, 对比传统手动遮盖方式, 检查结果更可靠。



图 1.6-6 典型应用一

1.6.3.2 GOOVIS 高清护眼 XR 头显用于近视防控

● 产品优势

GOOVIS 高清护眼 XR 头显采用领先的近眼显示和光学专利技术, 具有如下性能优势, 为近视防控应用提供了一种新型、高效的显示方式:

- 虚拟望远: 专利光学设计, 虚拟望无限远, 放松眼睛睫状肌, 有效缓解视疲劳, 降低近视风险;
- 视觉清晰舒适: 双 2K~2.5K 全高清大屏显示, 800~1000 英寸@20 米, 3147~3528 ppi, 42~45 PPD (角分辨率);
- 低蓝光: 采用硅基 OLED 微显示屏, 从源头控制蓝光危害;
- 防眩光: 光学封闭设计, 完美阻隔环境光, 杜绝眩光伤害。

● 典型应用

基于在视觉健康领域的特性和优势, GOOVIS 高清护眼 XR 头显经国内外多家权威机构的严苛测试, 均获得了眼健康安全相关认证。2022 年初由国家眼科学重点实验室依托单位--中山大学中山眼科中心牵头制定的我国虚拟现实领域首个视觉健康团体标准《虚拟现实技术视觉健康影响评价方法》(编号: T / CSBME 052-2022) 正式权威发布。按照该视觉健康评价办法, 深圳赛西对 GOOVIS VR 头戴显示产品进行了严格测评, 依据测试结果, 为 GOOVIS 颁发了国内首个“虚拟现实视觉健康评价 A 级证书”。特别是 GOOVIS 在视力项目的检测结果, 更使 GOOVIS 在近视防控领域的研发进一步有章可循, 开发设计更多符合视觉健康安全性的产品, 为人们提供更高质量的视觉体验!

在实践中, GOOVIS 高清护眼 XR 头显为近视防控视力训练软件提供了一种安全、可靠、高效的新型显示方式, 经全国众多中小学校实验验证, 参训学生平均视力得到普遍提升。

深圳赛西信息技术有限公司检测报告 ADTC-2021-1101.JCBG CESI-NELS-ADTC-JL-F01/V1.0								
检验项目 5: 眼压及视力								
设备类型	眼压 (N=23 人)				视力 (N=23 人)			
	非接触式眼压 (mmHg)				戴镜视力 (分数视力)			
	正常值 (10-21)				正常值 (≥ 0.8)			
	观看前	观看后	P 值	结果解读	观看前	观看后	P 值	结果解读
GOOVIS VR	15.30±2.03	14.78±2.21	0.42	-	1.07±0.09	1.15±0.09	0.03	-
* 观看前与观看后的测量数值具有统计学差异 ($p \leq 0.05$), 判定该指标为阳性, 无统计学差异为阴性								
* 配对样本 t 检验								
总体结论								
设备类型	1、泪膜功能	2、辐辏功能	3、调节功能	4、视觉舒适度量化分级	5、眼压	6、视力	风险级别判断	
GOOVIS VR	-	-	-	-	-	-	低风险	
经深圳赛西信息技术有限公司检测, 中山大学中山眼科中心认定, GOOVIS VR 为视觉健康低风险产品。								
(以下为空白)								

第7页, 共9页

图 1.6-7 检测数据

1.6.3.3 GOOVIS 高清护眼 XR 头显用于斜弱视训练和治疗

● 产品优势

目前我国对儿童斜弱视的治疗主要采用针对视力提升的传统治疗, 针对视功能的治疗相对不足。近年来, 随着对儿童斜弱视认知的不断深入以及治疗技术的不断进步, 以数字治疗为代表的新的治疗手段出现, 可利用大脑神经系统的可塑性, 为弱视治疗开辟了新途径。眼科数字疗法产品可以搭载在多种硬件之上, 如电视、电脑、平板、VR 设备等, 其中, VR 作为一种可穿戴设备更具便捷性, 能够创造良好的双眼分视条件, 并具有很好的立体感效果, 患者更有沉浸感, 利于提高治疗的依从性, 提升视觉功能训练的治疗效果。

GOOVIS 高清护眼 XR 头显, 不仅具有普通 VR 双眼分视、3D 显示等特性, 而且具有超高清显示、支持屈光度和瞳距左右眼大范围精准调节、对比度 $> 100000:1$ 等优势, 让患者视觉更清晰, 不仅在儿童斜弱视训练与治疗领域有效提升训练效果, 而且经国内专家团队实验, 在成人弱视治疗领域亦取得了显著进展。同时经专家实验验证, 使用 GOOVIS 高清护眼 XR 头显做视知觉训练, 未发现引发视疲劳的风险。

● 典型应用

GOOVIS 高清护眼 XR 头显已经在国内三甲医院眼科、各眼科诊所、视光中心、及科研机构等斜弱视训练与治疗机构得到广泛应用与高度认可。



图 1.6-8 典型应用二

1.6.3.4 GOOVIS 高清护眼 XR 头显用于低视力辅助

● 产品优势

我国目前低视力患者逾千万，约 70%可依靠助视器提高视力，提升日常生活、工作、学习的效率和质量。但低视力患者因工作、生活及学习有各种不同的需求,常常需要一种以上的助视器，给日常生活工作带来很多不便。

GOOVIS 高清护眼 XR 头显，结合领先的高清近眼显示与影像技术，可将外部环境以高清图像形式显示在 OLED 屏幕上，并通过调整对比度、视野内亮度、色彩饱和度等，帮助低视力患者看清物体，而且佩戴舒适、轻便，适合长时间使用，可辅助低视力患者自由行走、阅读、轻松观看视频等，无需在多种助视设备中来回切换，将极大地帮助低视力患者提高生活质量。

● 典型应用

GOOVIS 与深圳市眼科医院合作，为视力缺损的青光眼患者研制开发了一款头戴式 XR 助视器，可极大改善患者的生活质量。

表 1.6-1 数据对比

状态	视野	行走	日常基本动作	娱乐学习
佩戴前	只能看到 1 个人	走路要小心翼翼侧着走	不能自己独立进行洗漱等日常基本动作	无法正常观看电视、手机等的视频及其它信息
佩戴后	可以看到并排站立的 3 个人	可以正常向前行走、转向自如	可自己独立进行洗漱等日常基本动作	可正常观看电子设备上的视频及其它信息



图 1.6-8 典型应用三

1.6.4 相关证明资料

基于在视觉健康领域的特性和优势，GOOVIS 高清护眼 XR 头显经国内外多家权威机构的严苛测试，均获得了眼健康安全相关认证。

1.7 MAXHUB 新一代 V6 会议平板—广州视臻信息科技有限公司

1.7.1 背景介绍

1.7.1.1 政策背景

眼健康是国民健康的重要组成部分，《“十四五”全国眼健康规划(2021—2025)》明确提出，要关注全年龄段人群、防治结合和全生命期的眼健康，尤其要不断提升儿童青少年眼健康整体水平，确立了“预防为主、防治结合”的基本原则，并倡议到 2030 年 eREC 提高 40%，基线有效覆盖率达到 60%或更高的国家，努力实现全民覆盖；eCSC 提高 30%，基线有效覆盖率达到 70%或更高的国家，努力实现全民覆盖。对于推进“十四五”期间我国眼健康事业高质量发展，提高人民群众眼健康水平具有重要现实意义。

1.7.1.2 外部原因

随着显示技术的不断发展和进步，我们生活中和工作当中随处可见各式各样的显示终端产品，显示终端产品俨然成为我们生活中不可或缺的一部分。多尺寸、多场景的显示终端新生活模式日趋增多，但由此引发的视觉长期疲劳进而导致的青少年近视、中青年干眼症、老年老花眼等眼病患率也在逐渐升高，因此显示产品的硬件和光电参数的开发和升级，需要满足视觉健康要求是显示领域重要的发展趋势。而视觉健康是指我们的眼睛保持健康的状态，相当多的眼病会导致视力下降，甚至视野缺损，当发生盲、中重度视觉损伤或近视力损伤时，对个人和其家庭会产生深远的不良影响。因此显示器亮度是否适宜、有无频闪、分辨效果是否清晰、对比度是否明显等才是研究和关注的重中之重。

1.7.1.3 内部原因

MAXHUB 智慧协同平台在做的事情，本质上是将“屏幕”作为视觉交互入口，把技术手段、场景思维、数据化的经验沉淀进行高度集成和前置处理，目前已经有超 80%中国 500 强企业选择 MAXHUB。研究表明，随着新型显示技术的全面普及，人们超过 80%的外部信息接收是依赖视觉的，WHO 及《中国近视防治蓝皮书》等报告均指出，目前中国的整体近视比率超过 50%，大中型城市初中以上青少年近视比例超过 80%。

作为 MAXHUB 智慧协同平台的开发者，我们更应该把影响人们健康安全的视觉健康放在重中之重。因此，公司在视觉方面的研究投入了大量的人力物力，尤其是视觉健康方面，希望通过增加视觉保护及健康的研究和开发，进行产品功能优化迭代。MAXHUB 在视觉健康方面希望能为用户提供最优质、最健康的体验角度出发，积极发展护眼相关的显示技术，持续推动护眼显示技术的创新迭代和普及应用，以更具竞争力和更具价值的产品和服务赋能合作伙伴，让更多的消费者受益。

1.7.2 案例介绍

MAXHUB 新一代 V6 会议平板在性能方面，采用旗舰 SoC 芯片，CPU 性能提升了 3 倍，NPU 提升至 6TOPS，GPU 性能提升至 6 倍，编解码能力从 2K 提升到 8K，实现多数视频会议应用流畅运行。而 MAXHUBV6 会议平板在健康显示技术上也取得来巨大的突破，具体如下：

1.7.2.1 超强感光，实现终端全面超清细节

MAXHUB V6 会议平板全新升级采用 4800 万像素专业摄像机，感光面积提升 25%，搭配高性能 ISP，为远程交互的多人会议提供超清细节，并且其拥有 1/2 英寸的感光器，并搭载 WDR 算法抗逆光技术，无惧室内昏暗，细节清晰还原，实现视频会议如同面对面，避免因画面不清晰、画面模糊导致需要一直“用力”盯紧屏幕而导致的眼睛疲劳。

除此之外，MAXHUB V6 会议平板还拥有惊人的 92°HFOV 超广视角，视野扩大 37.3%，即使远在千里，并且无论小型会议还是大型讲厅式会议，全场也能尽收眼底，MAXHUB V6 会议平板采用 8 麦克风实时定位声源，可以根据会议人数自动调整最佳的会议画面，即使线上会议也能实现如同面对面交流，同时还可以聚焦发言人语音，发言人始终保持在 C 位，避免在线上会议，眼睛需要多次长时间寻找发言人导致的眼睛疲劳。



图 1.7-1 (1/2 英寸传感器 92°超广角镜头)

1.7.2.2 采用硬件级防蓝光+全新背光灯珠设计，有效过滤蓝光、对抗强光

蓝光危害是指当蓝光辐亮度达到标准规定的 2 类或者 3 类时，会在较短的时间或瞬间对人眼造成的伤害，“富蓝化”的照明对人的生理影响则是日积月累地且要经过数月甚至几年的时间才会明显影响到人的时辰节律的，主要会导致近视、白内障以及黄斑病变的眼睛病理危害和人体节律危害。早在 1966 年 Nell 等研究发现蓝光的照射可以引起视网膜细胞的损伤，导致视力下降甚至丧失。由后学者研究发现，波长 400-460 纳米之间的短波蓝光对视网膜的危害程度最大。短波蓝光巨头极高的能量，能够穿透晶状体直达视网膜，由其产生的自由基会导致眼睛损伤且不可逆。

MAXHUB V6 会议平板采用 4K 超高清大屏，能有效摆脱传统投影仪的油画观感，图像画质细腻自然，文字数据清晰分明，采用硬件级防蓝光+全新背光灯珠设计，能有效过滤减弱 415~455nm 有害高能短波蓝光，且不影响屏幕色彩显示，保证长时间的会议观看会议屏幕不产生疲劳的感觉，与此同时，能有效对抗环境强光，不拉窗帘同样拥有清晰的视觉表现。MAXHUB V6 会议平板还通过了德国莱茵护眼认证，背光层面减少高能蓝光，使用时更护眼。



AG 防眩光钢化玻璃 普通钢化玻璃

图 1.7-2 AG 防眩光钢化玻璃——普通钢化玻璃

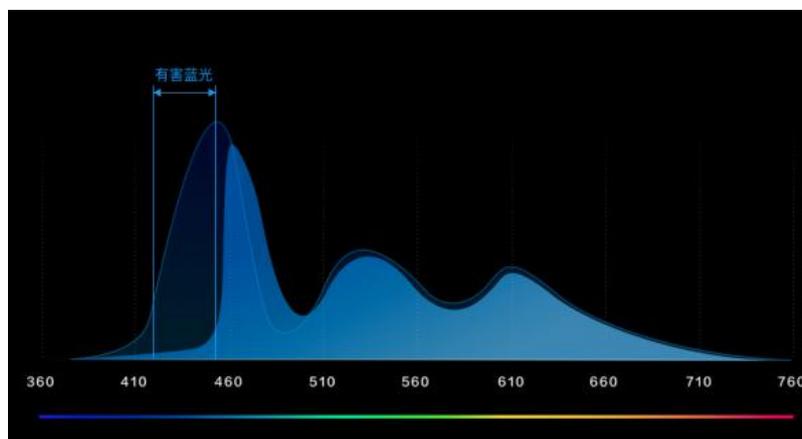


图 1.7-3 有害蓝光波段

1.7.2.3 采用高强度防眩光钢化玻璃，有效防止背光

眩光(Dazzle)是指视野中由于不适宜亮度分布，或在空间或时间上存在的亮度对比，以致引起视觉不舒适和降低物体可见度的视觉条件。视野内产生人眼无法适应之光亮感觉，可能引起厌恶、不舒服甚或丧失明视度。在视野中某一局部地方出现过高的亮度或前后发生过大的亮度变化，因此，眩光是引起视觉疲劳的重要原因之一。我们通常会用窗帘遮光，调整显示器的方向、角度，来降低显示屏的亮度来防止眩光，也有采用防眩光屏来防止眩光，但防眩光屏容易导致画面模糊不清，影响观看的问题，而我们的会议平板也不会直接加一层防眩光屏来粗暴低效地解决这个问题。

MAXHUB V6 会议平板是直接采用高强度防眩光钢化玻璃，这样子既不影响显示效果，也不会影响屏幕的分辨率，减少了光的反射，能很好地保护眼睛，特别是基本需要半小时到1-2小时不止的会议场景当中尤为重要，能有效避免因为长时间专注开会导致的眼睛刺痛，长期使用能显著降低划痕产生，保证了在复杂环境当中因为光线问题而导致的屏幕反光背光问题，并且能保证画面在不同角度去观看都能清晰细腻。

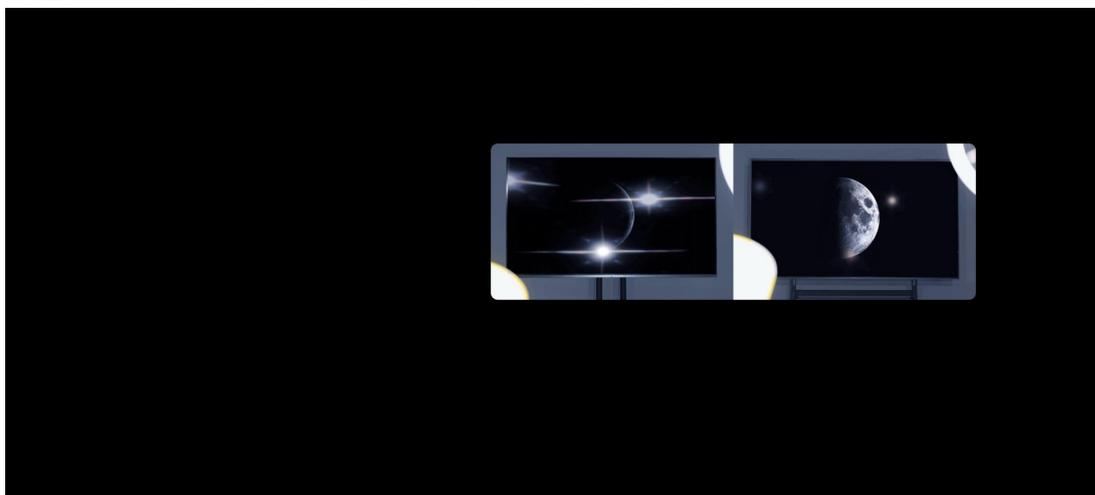


图 1.7-4 高强度防眩光钢化玻璃

1.7.2.4 采用 0 贴合技术+高色准+高色域的设计，兼容多种色彩空间

众所周知，影响空气折射率的主要因素就包括空气的组成成分，如果空间过大就会导致空气流转的空间变化，进而会导致视差变大，影响屏幕的显示效果，进而影响人们的观看效果。此外，线上会议对于画面观看的要求越来越高，那么高色域和高色准则缺一不可。高色域，即色域覆盖率更大，就可以显示更多的颜色；高色准，所显示的颜色与标准颜色偏差更小，无论是线上会议日趋频繁的信息化需求，还是设计类等专门化的公司需求，高色域和高色准都成了我们关注的重点。

而 MAXHUB V6 会议平板的取景器采用的是 10.7 亿色超清大屏，以此实现了专业超全的色彩显示，并采用 0 贴合技术，能有效减少环境中的空气折射，进而降低视差；MAXHUB V6 会议平板还实现了 $\Delta E \leq 2$ 高色准，高达 90% NTSC 高色域，能兼容多种色彩空间，看文稿、看设计、看影视评审，可覆盖多种色域还原要求，皆为“本色出演”，并且更能适合色彩效果要求严苛的行业要求。



图 1.7-5 72%NTSC——90%NTSC



图 1.7-6 逐屏校准，还原色彩原貌 专业级图像显示，设计师的超大专业显示屏

MAXHUB V6 会议平板采用 DC 调光，相较于其他产品，无 0~3000Hz 的可视和非可视屏闪，可以有效减缓人眼疲劳，保护人体眼睛健康。

1.7.3 应用情况

随着无纸化办公以及无纸化会议的推广，MAXHUB V6 会议平板已经广泛地应用在会议、教育、金融、零售等各种场景当中，MAXHUB V6 会议平板集高清电视、数字化白板和音视频会议设备功能于一身，满足会议演示、书写和协同的需求，为企业打造一个智能科技的会议环境，提升会议工作效率。



图 1.7-7 MAXHUB 成功案例

2017 年 MAXHUB 以“智慧协同平台”定位正式面世，这不仅开创了全新品类，更是定义了会议平板的雏形，为超 20 万家企业（超 80% 的中国 500 强企业）提供了数字化方案与服务，实现了业务的较快增长，诸多国内外知名企业，如上汽集团、华润集团、招商银行、东风日产、网易、阿里巴巴、东方航空、金地地产、合生元等公司正在使用 MAXHUB 产品。

除此之外，MAXHUB V6 会议平板可以用多种业务场景：

- **商务会议**

MAXHUB V6 会议平板集成电脑、投影机、触摸屏、电子白板等产品功能，能够满足视频会议、多方通信、共享白板、文件传送、应用程序共享等需求，为用户带来显示、交互、协同的一体化体验的同时，还可以缓解长时间开会因高度集中导致的眼疲劳等问题。



图 1.7-8 商务会议

- **教育培训**

MAXHUB V6 会议平板集成高清或超高清液晶屏显示、计算能力、点触控、网络连接能力于一体的设计，实现互动白板书写、多媒体课件演示、远程教学等功能，提升教育信息化，加强教育资源的应用，保证了师生在长时间使用屏幕导致的眼疲劳、保证上课质量。



图 1.7-9 教育培训

- **智慧医疗**

医生可以利用 MAXHUB V6 会议平板等相关产品，向患者直观呈现医疗数据和 3D 模型，并通过智能交互实现模型的旋转、放大，有助于精准治疗有效减缓人眼疲劳，保护人眼健康。



图 1.7-10 智慧医疗

1.7.4 相关证明材料

- 获得权威检测机构认证
- 广东省高新技术产品（智能会议平板二代）



图 1.7-11 获奖材料 1

● 广东省名牌产品 (seewo 牌交互智能平板显示设备)



图 1.7-12 获奖材料 2

● 参与制定的行业标准

表 1.7-1 制定标准情况

类别	标准编号	标准名称	发布时间
团体标准	T/BDSA 1.2— 2020	《智慧会议系统 第 2 部分：会议平板系统》	2020-12-02
团体标准	T/EGAG 002— 2020	《政务服务大厅信息展示系统建设规范》	2020-02-13

1.8 科大讯飞 AI 学习机—科大讯飞股份有限公司

1.8.1 背景介绍

1.8.1.1 “护眼”成为学习机行业普遍关注的需求

- 行业规模：根据中研网发布的调查报告显示，我国教育智能硬件市场规模预计 2024 年突破千亿元，年复合增长率达 26%；中国智能学习设备的复合年增长率为 17.1%，到 2026 年，其总市场规模将达到 1450 亿元，未来发展空间仍很可观。近年来，居家网课和双减政策的“双轮驱动”让智能硬件教育赛道的市场潜力充分显现，其中最为代表性的学习机市场迎来持续稳健增长。数据显示，我国学习机市场增速从 2017 年的 2.5% 迅速提升至 2021 年的 7.2%，预计到 2025 年，国内学习机出货量将达到 726 万台，市场规模将达到 254 亿元。
- 政策导向：2021 年 7 月教育部发布《关于推进教育新型基础设施建设构建高质量教育支撑体系的指导意见》，提出有条件的地方普及符合技术标准和学习需要的个人学习终端。
- 护眼需求：据国家卫健委调查数据显示，2020 年，我国儿童青少年总体近视率为 52.7%；其中 6 岁儿童为 14.3%，小学生为 35.6%，初中生为 71.1%，高中生为 80.5%。孩子在使用学习机时的“护眼”问题已成为家长普遍关注的痛点。据艾瑞咨询 2022 年发布的《中国教育智能硬件市场与用户洞察报告》显示，家长选购教育智能硬件产品时的护眼设计被作为前三项考虑因素，长时间使用电子产品是影响孩子视力健康的主要原因之一，因此家长在选购智能硬件产品时会特别考虑产品的护眼属性。

1.8.1.2 科大讯飞 AI 学习机智能守护孩子视觉健康

在国家“教育减负”时代背景下，科大讯飞于 2021 年首次提出了“能对学情做分析、能对学习做推荐、能对语言做提升、能以成效促信心和阳光绿色能守护”的 AI 学习机 4+1 标准，宣告学习机正式进入 AI 学习新时代。通过人工智能助力学生减负增效，为“五育并举”赢得更多时间和空间，产品主要功能包括：小初高 AI 同步精准学、AI 精准备考、AI 错题本、AI 口语一对一、作文助手等，产品依托科大讯飞人工智能语音技术、智能评价技术、数据汇聚技术及知识图谱构建技术研发，技术水平国际领先。通过人工智能大数据分析“因材施教”，大幅提升学习效率，产品依托科大讯飞前期在教育行业良好的市场基础，相比较同类产品拥有更好的竞争力，能够极大程度上推动学习精准化、智能化、个性化进程，助力孩子科学学习，不走弯路。AI 技术的突破，使得大规模个性化学习成为现实。

其中，“绿色阳光能守护”强调的就是要守护孩子的身心健康。科大讯飞 AI 学习机的视觉健康创新设计主要围绕视力健康、脊柱健康和身体素质三个方面，从硬件、软件全方位提供了智能护眼功能，守护孩子视觉健康，并得到了市场认同。

1.8.2 案例介绍

1.8.2.1 理念介绍

科大讯飞 AI 学习机具备护眼助手功能，采用低蓝光高清屏，通过国家眼科工程中心专业测试、德国 TUV 莱茵低蓝光认证、德国 TUV 莱茵无频闪认证和 Eyesafe Certified 2.0 认

证, 通过防眩光纸质书写膜, 配合 AI 作答笔, 实现纸笔的书写感受, 带来更舒适的护眼书写体验。同时, 科大讯飞 AI 学习机内置环境光传感器、RGB 传感器、距离传感器和重力传感器等 4 颗护眼传感器, 可检测环境光色温自动进行调节, 随时监测孩子的坐姿、距离情况, 并在孩子距离过近或坐姿不正确时及时发出提醒。此外, 还可将孩子的不良坐姿实时同步到家长手机中, 提醒家长关注孩子用眼健康, 全方位守护用眼健康。

以科大讯飞 AI 学习机 T20 Pro 为例, 硬件方面采用了 13.3 英寸、2.5K 90Hz 的高刷屏幕, 搭配防眩光类纸膜, 使用时无延时更流畅, 低蓝光更护眼。同时搭载了 RGB 环境光传感器, 实时检测室内光线, 灵活调整屏幕亮度。TOF 距离传感器, 可以实时检测孩子的用眼距离。软件方面, 内置护眼助手, 孩子出现不良用眼习惯的时候, 学习机会发出语音提醒; 在家长端【讯飞 AI 学】APP 还可以设置时长守护, 家长可以限定孩子的使用时间, 防止孩子过度用眼。

1.8.2.2 硬件护眼创新性



图 1.8-1 科大讯飞 AI 学习机 T20

● 屏幕

13.3 寸 2.5K 超清高刷护眼屏;

大视角: 13.3 英寸全面屏, 86%高屏占比, 89°大视角;

超清高刷: 2560*1600 超清分辨率+90Hz 高刷新率, 100% SRGB 高色域+10.8 亿色彩画面细腻有质, 色彩精准呈现;

护眼: 20 重护眼技术+2 大国家认证机构 4 重国内外权威认证加持, 做真正专业护眼学习机, 让任何年龄段学生家长放心孩子学习使用。

● 摄像头+传感器

坐姿检测摄像头+距离传感器+RGB 环境光传感器

——5000 万 “AI 智慧眼” :

5000 万 “AI 智慧眼” 随意前后翻转, “一摄多用” 既是前摄也是后摄, 搭配 100°广角镜头, 所有学习材料都可 “尽收眼底”, A3 试卷不在话下。

—— “网课” 摄像头:

配置专属 800 万 “网课” 摄像头, 搭配 AI 智慧眼同时使用, 轻松高效实现 “指读+网课” 互动式学习。

—— “坐姿” 检测摄像头:

配置专属 200 万 “坐姿” 摄像头, 实时运用 AI 智能坐姿检测算法纠正不良坐姿, 包含 10 项检测项, 帮助孩子矫正不良坐姿, 避免影响脊柱健康和生长发育。

1.8.2.3 软件护眼创新性

● 用眼习惯守护

环境光传感器实时检测室内光线，灵活调整屏幕亮度；显示模式可切换黑白/原彩模式、开启/关闭类纸模式，类纸阅读更舒适，还原纸质书柔和观感更真实；全面守护孩子用眼健康

● 健康坐姿守护

新增 200W 坐姿监测摄像头：实时坐姿检测，含 10 项检测项（侧脸、趴桌、双手撑脸、低头、歪头、驼背、身体倾斜、屏幕距离过近、抖动环境、躺姿），检测更全面、更专业。

提供纸质书、学习机双模式：满足孩子两大学习场景，区分检测标准，全场景检测坐姿状态。

摄像头隐私确认：健康坐姿将开启学习机前置摄像头，通过图像分析技术监测坐姿，为保障孩子的个人隐私信息安全，需要家长或孩子本人同意摄像头权限后，才可打开健康坐姿功能。

提供家长端报告：孩子坐姿不正确时，学习机自动语音提醒孩子，后续同步家长端报告记录，提醒家长注意孩子坐姿问题。

科大讯飞 AI 学习机的核心理念就是用 AI 技术帮助孩子省时提效，小初高 AI 同步精准学功能在这方面发挥了极大的价值。孩子只需要做 10 道题左右，AI 就能精准定位孩子的薄弱项，并在知识图谱中展现出来。孩子只需要对自己的薄弱项进行针对性提升，不用在已经掌握的知识点上浪费时间和精力，真正助力孩子省时提效。孩子的学习效率提高了，不仅对自己的薄弱点进行了提升，使用电子屏幕的时间也减少了，孩子也就有更多的时间去参加户外活动和体育锻炼，从而拥有健康的身体，综合素养得到提升。

正如科大讯飞董事刘庆峰所说的“教育不光是为了孩子未来的梦想成真做准备，还要让他们拥有幸福的当下和童年。人工智能技术既要助力他们的梦想实现，也要守护他们的童年”。



图 1.8-2 护眼助手

1.8.3 应用情况

1.8.3.1 校园应用

5 万余所学校、1.3 亿师生。科大讯飞智慧教育，是科大讯飞旗下教育品牌，自 2004 年成立以来，始终坚持因材施教的教育理念，以过程化数据支撑教学改革，以人工智能技术助推师生减负，致力于实现因材施教和立德树人的教育使命。依托于科大讯飞人工智能及大数据等核心科技，科大讯飞智慧教育提供了覆盖学校教学、教师发展、智慧考试、素质教育、自主学习等领域的教育全场景产品及服务体系以及区域级因材施教、课后服务等综合解决方案，构建了从国家、省、市、县、区综合解决方案到校内教育场景、家庭教育场景的智慧教

育体系。目前，科大讯飞智慧教育产品已在中国 32 个省级行政单位以及日本、新加坡等海外市场广泛应用，并与全国 50000 余所学校深度合作，服务师生超过 1.3 亿。

1.8.3.2 家庭应用

科大讯飞 AI 学习机 2019 年上市后，引领学习机行业全面进入“AI 学习机”阶段，且用户净推荐值 NPS（指口碑，是一种计量某个客户将会向其他人推荐产品的可能性指数）持续保持行业第一。

在 2022 年的 618、双 11 大促中，科大讯飞 AI 学习机获得了京东、天猫、抖音等各电商平台品类冠军，其中，双 11 期间，科大讯飞 AI 学习机产品销售额同比增长 109%。

科大讯飞 AI 学习机上市后就收到了众多家长的好评。合肥高新创新实验小学教育集团第二小学执行校长朱林芳，她既是一位语文老师也是一位三年级孩子的家长。作为老师，她很喜欢学习机搭载的 AI 作文助手，不仅可以拍照实现作文批改，学习机会给出详细的批注，圈出孩子的好词好句，而且还能给孩子推送优秀范文。这一功能不仅能帮助孩子提升写作能力，还减轻了家长的辅导负担。作为家长，朱林芳看重的是学习机精准辅导、高效提升以及趣味学习的作用。她表示，科大讯飞 AI 学习机不仅能帮助孩子提升学业能力，还能引导孩子全面发展，五育并举。

1.8.4 相关证明材料

● 应用证明



赣州市章贡中学



长沙市湘一芙蓉中学

图 1.8-3 应用证明

● 获得权威检测机构认证

● 获奖材料

科大讯飞 AI 学习机曾获得多个奖项：央广网 2022 年度·家庭教育榜样品牌、蓝鲸教育 2022 年度 AI 教育硬件领军奖、央广网 2021 年度·家庭教育领导品牌、安徽省第九批信息消费创新产品、安徽省第九批信息消费创新产品、央视网教育盛典“2020 年度科创教育品牌”奖、第三届深圳教育装备博览会“金奖产品”称号。



央广网 2022 年度·家庭教育榜样品牌



蓝鲸教育 2022 年度 AI 教育硬件领军奖



央广网 2021 年度·家庭教育领导品牌



安徽省第九批信息消费创新产品



央视网教育盛典“2020 年度科创教育品牌



第三届深圳教育装备博览会“金奖产品”称号

图 1.8-4 部分获奖证明

1.9 黑耀智慧屏 (U1) —京东方科技集团股份有限公司

1.9.1 背景介绍

京东方科技集团股份有限公司 (BOE) 创立于 1993 年 4 月, 是一家为信息交互和人类健康提供智慧端口产品和服务的物联网公司, 形成了以半导体显示为核心, 物联网创新、传感器及解决方案、MLED、智慧医工融合发展的“1+4+N+生态链”业务架构。

作为全球半导体显示产业龙头企业, BOE (京东方) 带领中国显示产业实现了从无到有、从有到大、从大到强。目前全球每四个智能终端就有一块显示屏来自 BOE (京东方), 其超高清、柔性、微显示等解决方案已广泛应用于国内外知名品牌。全球市场调研机构 Omdia 和群智数据显示, 2022 年前三季度 BOE (京东方) 在智能手机、平板电脑、笔记本电脑、显示器、电视等五大应用领域液晶显示屏出货量均位列全球第一。2021 年营收突破 2,193.10 亿元。 BOE (京东方) 在北京、合肥、成都、重庆、福州、绵阳、武汉、昆明、苏州、鄂尔多斯、固安等地拥有多个制造基地, 子公司遍布美国、加拿大、德国、英国、法国、瑞士、日本、韩国、新加坡、印度、俄罗斯、巴西、阿联酋等 20 个国家和地区, 服务体系覆盖欧、美、亚、非等全球主要地区。

京东方同时是一家全球创新型物联网公司, 并为智慧零售、智慧金融、数字艺术、商务办公、智慧家居等细分领域提供物联网整体解决方案。

1.9.2 案例介绍

京东方品牌一体机业务开始 2019 年, 并于 2021 年完成了低端经济 E 系列、中端冲量版 C 系列、高端旗舰 U 系列的完整一体机产品矩阵。



图 1.9-1 黑耀智慧屏 U1

2021 年是 Mini LED 背光显示技术的元年，该技术获得广泛关注，在电视行业 1000 分区以下的低分区背光陆续量产，苹果 iPad Pro 对 Mini LED 背光的使用更是将该技术推上风口浪尖。在一体机行业，行业头部的 Maxhub 以及华为等企业均在开发 Mini LED 背光产品。黑耀智慧屏 U1 是京东方 2021 年开发的旗舰机型，采用高分区 Mini LED 背光源，对比度更高，显示亮度更均匀，色域更广。工业级设计，具有超高可靠性和稳定性。触控技术采用高通道的电容触摸屏，实现低延迟，高精度触摸。

1.9.2.1 画质优：Mini LED 背光+光学防蓝光

BOE 黑耀智慧屏 U1 是一体机行业首个 Mini LED 背光的产品，分区数高达 5376，在工作时，有超过 2 万颗灯在产品背后闪耀，提供超过 1000000:1 的超高对比度，使色彩能满足专业级的显示要求，结合超过 NTSC 98% 的色域，将 U1 打造成为设计师也可以用的交互平板。

在视觉健康方面，U1 从产品定义以及产品设计、产品测试、产品认证方面都做了相应的方案。U1 采用了光学防蓝光和深邃黑板减少光辐射两种方案保护用户的双眼。

● 光学防蓝光方案

蓝光，是波长处于 400nm-480nm 之间具有相对较高能量的光线，大量存在于电脑显示器、荧光灯、手机、数码产品、显示屏、LED 等光线中，该波长内的蓝光会使眼睛内的黄斑区毒素量增高，严重威胁眼底健康。在日常生活中，蓝光随处可见，但接触到的有害蓝光主要来源为 LED 液晶屏，如今液晶显示屏采用的主要是 LED 背光，由于背光需要白光的效果，业界使用蓝色 LED 混合黄色荧光粉来形成白光。蓝色 LED 是一个主体硬件，这种白光中的蓝色光谱就拥有一个波峰，从而形成了我们所说的有害蓝光伤眼的问题。

U1 产品光学低蓝光主要是通过灯珠选型、灯板设计、膜材设计等技术方案实现。灯珠方面选用的是 Mini LED 低蓝光灯珠，在蓝光波长方面选择相对伤害较小的长波灯珠，选用灯珠为 COB 蓝光灯珠，150um*500um，波段：457.5-462nm，具有高亮度、长寿命、波长及光强一致性好等特性，其规格如下：

表 1.9-1 Mini LED 灯珠规格

参数	符号	条件	Min	Typ	Max	单位	
正向电压	V_{f1}	$I_f=2mA$	2.6		2.8	V	
	V_{f4}	$I_f=1\mu A$	2.2		2.5	V	
反向电流	I_r	$V_r=-9V$	0		1	μA	
主波长	λ_d	$I_f=2mA$	445.5		457.5	nm	
半高宽	$\Delta\lambda$	$I_f=2mA$		13.4		nm	
辐射通量	IV	$I_f=2mA$	T33	3.3		3.4	mW
			T34	3.4		3.5	
			T35	3.5		3.6	
			T36	3.6		3.7	
			T37	3.7		3.8	

基于低蓝光灯珠，全新设计了灯驱合一的 Mini LED 灯板，由于灯板加工工艺瓶颈的问题，整机背光采用了 8 拼的方案，板间采用级联方式进行控制，可以较大程度提升整机光学一致性，同时解决控制灯板与灯板之间接线多、接线复杂问题，缩短灯板之间的连线，控制方式如图所示。

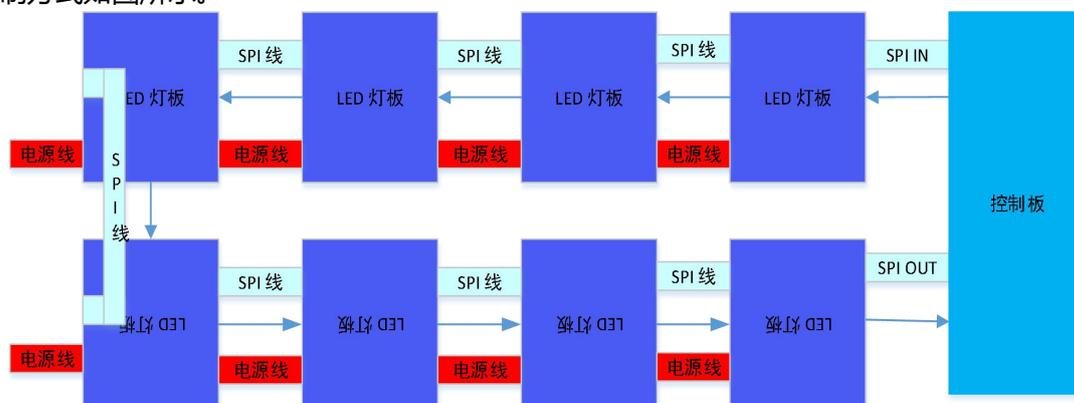


图 1.9-2 灯板控制方式

考虑到 U1 产品定位，整机结构设计较为轻薄（最薄处 10mm），背光方面，混光距离（灯板和膜材之间的距离）较小，画面不良会非常明显，用户观感会较差。在开发过程中，通过大量实验，确定拼接处灯间距的最佳距离值。相邻灯板拼接处灯间距保持在一定范围内，初始值通常按照灯板拼接处间距比灯板内间距减小 0.5mm 设计，具体根据实际效果适当增减。

Mini LED 背光在组装过程中因为公差累计或定位精度问题，会导致拼接处 LED 间距实测值偏离设计值，导致画面效果不佳。尤其是在低混光距离条件下，拼接处的效果对灯板间 Mini-LED 间距较敏感。另外，MiniLED 驱动 IC 在整机状态下，芯片实际工作时电流输出差异 $\pm 3\%$ ，会造成灯板之间亮度差异，目视上有色差。基于以上问题，创新性提出使用 APP 校正画面均一性。校正软件可节省成本，整机良率大幅提升，无需拆机维修。此方式可应用于所有尺寸，尤其是大尺寸灯板数量较多的情况。

具体实现方案，通过对单灯板进行特定区域控制，调节拼接处或其他位置的亮度，改善画面。每块灯板可单独控制。SOC 基于 I2C 协议读取 FPGA Flash 内部数据，调试达到理想效果后，I2C Writer 将调整完数据，写入 FPGA 固化。

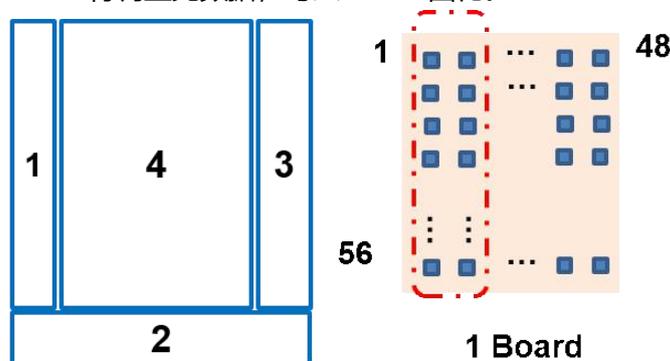


图 1.9-3 单灯板分区控制示意图

● **量子点膜材设计**

在光学膜材设计方面，选用了业界较为前端的量子点膜材，直径 2-10nm 的量子点在

蓝光激发下产生窄半波宽的绿光和红光，匹配彩膜光谱后，实现 NTSC 98%高色域覆盖。通过光谱匹配计算，调整量子点的直径以及浓度，蓝光激发后，红光峰值波长 628nm,半波宽 20nm。绿光峰值波长 534nm,半波宽 24nm。在实现低蓝光护眼的同时，开发出可覆盖 3 个波段 4.5nm Mini-LED 的量子点膜材，有效降低灯板成本。图为色点匹配后的 CIE1931 色域覆盖图。

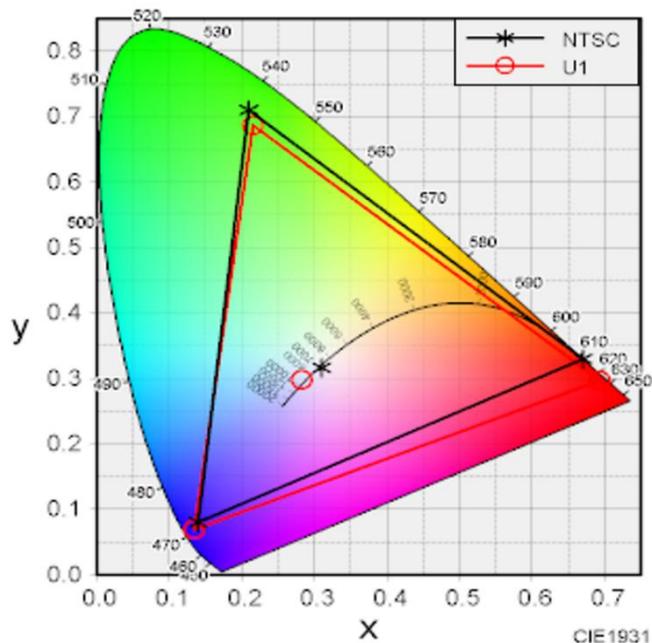


图 1.9-4 U1 CIE 1931 色域覆盖图

基于以上方面的背光设计，可以有效阻隔 60%的有害蓝光，通过了 TUV 低蓝光认证，同时有害蓝光比例低于 33%（认证要求<50%）。同步在知识产权方面申请了 4 篇专利。下图为整机出屏光谱，低蓝光峰值为 457nm，较非低蓝光 450nm 光谱向长波方向移动 7nm,415-455nm 蓝光能量占 400-500nm 蓝光能量小于 33%。

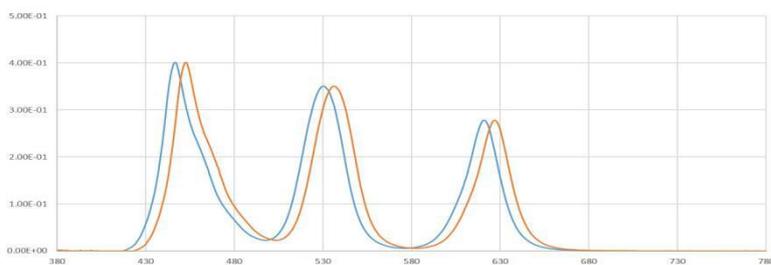


图 1.9-5 整机光谱：非低蓝光 — 低蓝光 —

1.9.2.2 深邃黑板方案

深邃黑板发挥高分区 Mini LED 背光的独特优势，在纯黑的黑板上书写，背景中的无效光辐射为 0。同时盖板玻璃采用 AG 蚀刻防眩光玻璃，表面增加增黑涂层，透过率 88%，雾度 6%，光的反射率小于 1%，降低环境光的干扰，减少屏幕反光，使图像更清晰。

U1 产品通过优化软件、硬件双管齐下，做到了画质优+健康护眼的办公一体机产品。

1.9.2.3 AIoT 赋能，多首发智能应用

BOE 黑耀智慧屏 U1 产品可做到提笔即写，无需多余操作即可打开工作台软件，主动

式电容触控+4096 级压感让绘图游刃有余，同时主动笔还拥有 PPT 翻页，飞鼠等辅助功能。

另外，U1 产品将书写笔迹的优化做到了极致，通过书写加速算法，笔迹平滑算法，软笔笔锋算法，均做到了行业领先水平，同时创新地提出了立体字算法，让您的板书真实还原更具艺术美感。好的笔迹要书写在最恰当的背景上，除了深邃黑板模式外，还提供的商务，经典，教学等三种场景模式，在每种模式下，默认推荐三种画笔颜色，每种颜色都经过设计师精确计算验证，让您的笔迹从形态到配色做到全方位的美。U1 产品还拥有两个行业首发的智能应用，智能计算和智能图表功能，可大幅度提升工作效率；U1 是首个使用毫米波通讯技术实现无线投屏的一体机产品，带宽是普通投屏器的 10 倍以上，可实现真 4k 投屏，延迟低至 10ms 以下；

在产品上市后，出色的外观，良好的交互体验以及低蓝光护眼技术的加持，取得用户的一致好评。

1.9.3 应用情况

U1 产品上市后，在会议室、展厅、画室等各种场景得到了广泛应用。在会议室中，通过其超低延时、高分辨率的投屏得到了用户的交口称赞。在画室场景中，基于 U1 一体机上的智能绘图软件，极大程度提升了作画的效率以及降低了修改的成本。

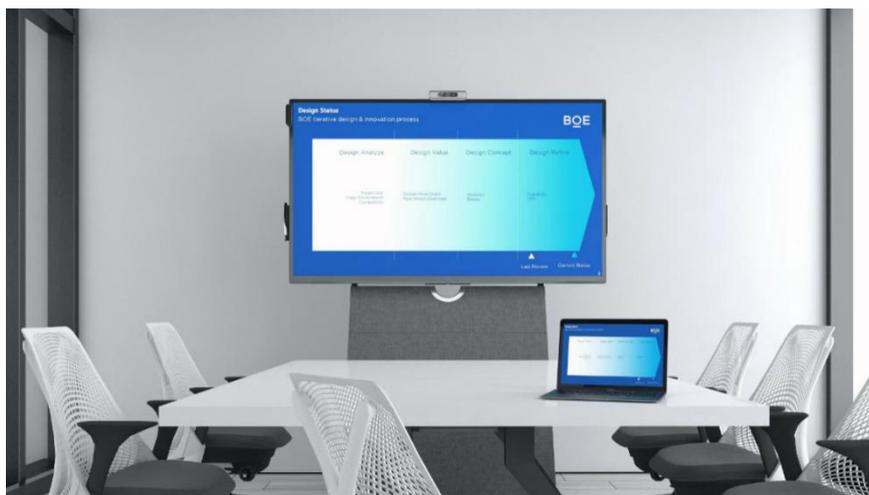


图 1.9-6 会议室场景

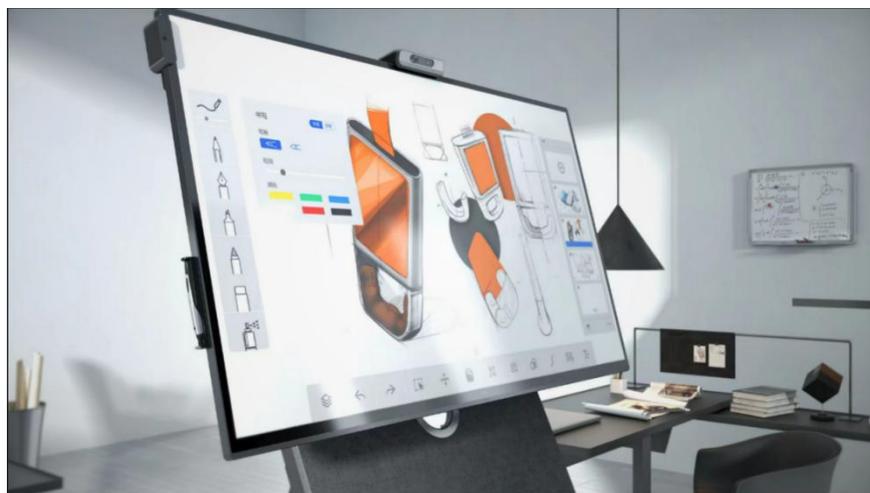


图 1.9-7 画室场景

1.9.4 相关证明材料

- 获得权威检测机构认证
- 中华设计奖



图 1.9-8 获奖材料 1

- C-IDEA 金奖



图 1.9-9 获奖材料 2

第 2 章 方案

2.1 硬体低蓝光显示器方案及全面产品化—京东方科技集团股份有限公司

2.1.1 背景介绍

2.1.1.1 MNT 显示器原理介绍

MNT 产品采用的是透射型 LCD 技术，通过电场控制液晶分子的旋转实现光路的开关，产品的背光源 LED 发出的蓝光可以通过 LCD 面板进入人眼。

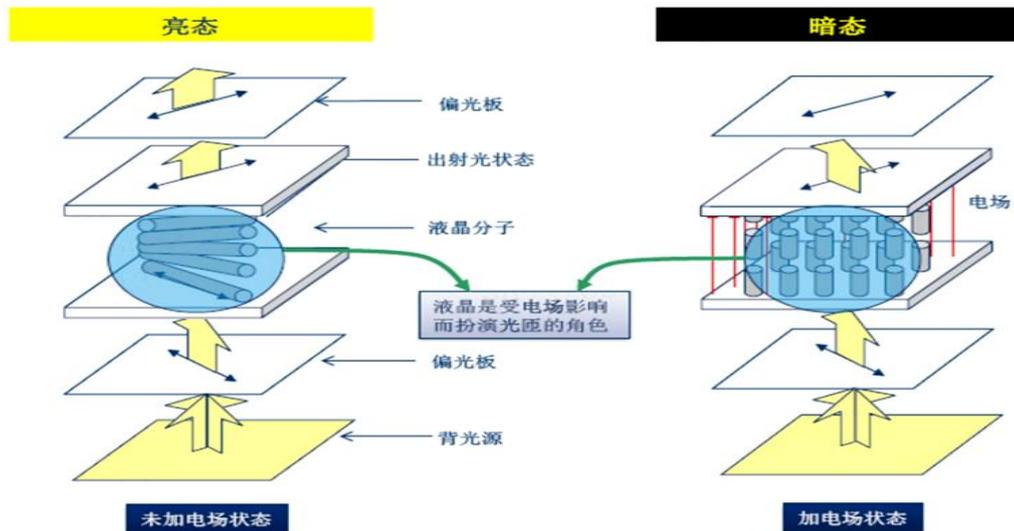


图 2.1-1 MNT 显示器原理

2.1.1.2 低蓝光伤害介绍

● 蓝光伤害无处不在



短波蓝光对眼睛的危害主要有以下几个症状：眼球泛红灼热、酸刺痛、干痒溢泪、疲惫劳累、对光敏感等。



图 2.1-2 蓝光伤害

● 蓝光伤害机理

➢ 蓝光危害原理

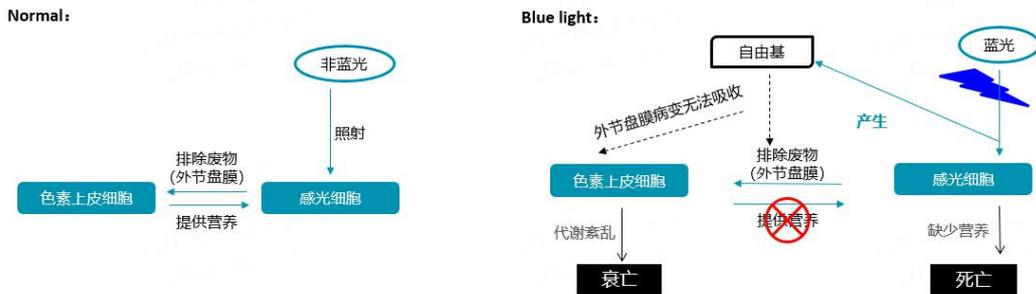
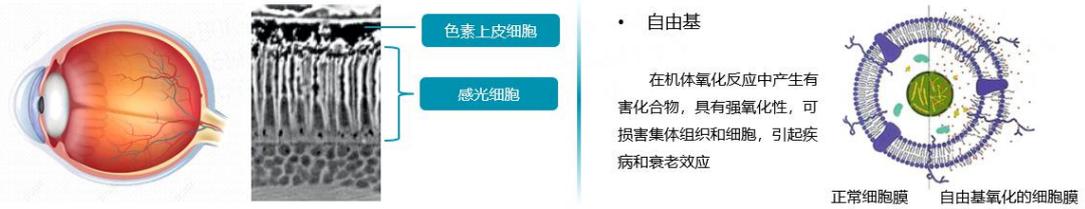


图 2.1-3 蓝光伤害机理

2.1.1.3 传统低蓝光方案及弊端

传统的软件低蓝光采用软件方式降低蓝光的输出的占比来实现软件低蓝光, 但该方案会影响显示器的画质导致偏黄同时会降低显示器的亮度。影响消费者体验。

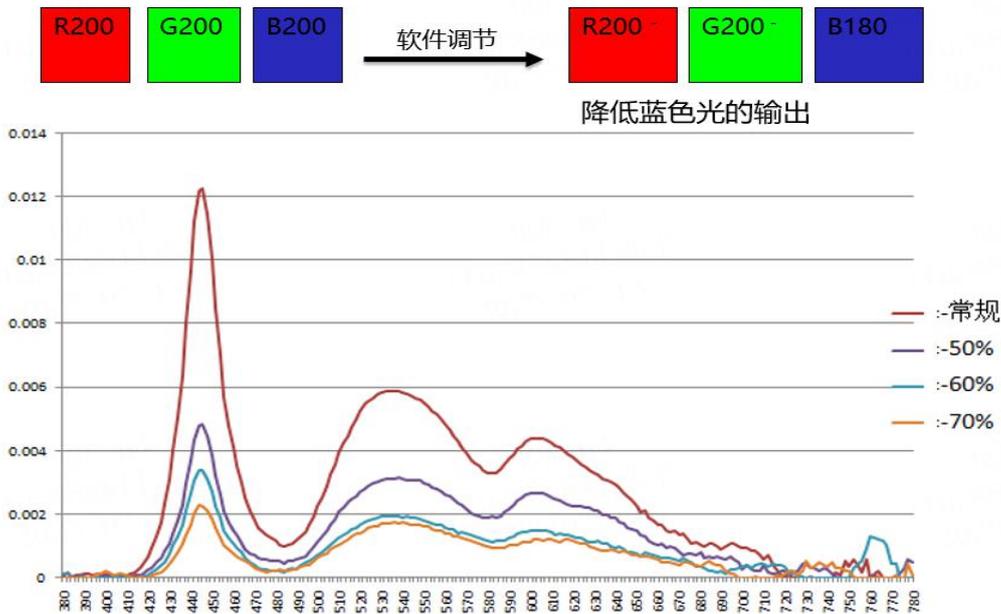


图 2.1-4 低蓝光方案分析

2.1.2 案例介绍

视网膜上的视觉细胞：锥状细胞(cone), 视色素为视紫质(iodopsin), 明视觉, 分三种, 分别感应红(R)、绿(G)、蓝(B)光, 数量比约为 40: 20: 1。柱状细胞(rod), 视色素为视紫红质(rhodpsin), 暗视觉, 只感应明暗。

感应蓝光的锥状细胞敏感波长与白光 LED 芯片的发光波长接近, 且感应蓝光的锥状细胞数量最少, 最珍贵, 这也是 LED 照明光源存在蓝光危害的原因。BOE 硬体低蓝光方案主

要通过优化设计 LED chip 蓝光主峰位，减少对锥体细胞的伤害，达到护眼的效果。同时为保证色彩准确，BOE 自研新彩膜色阻，保证显示白点准确及色彩饱和度。具体方案如下：

2.1.2.1 BOE 硬件低蓝光方案

● 新开发 LED chip 实现硬件低蓝光

蓝光危害可以用蓝光加权辐亮度、蓝光加权辐照度和曝辐时间来表征。从光源对视网膜危害的光谱加权函数表中可以看出 435nm-455nm 区间的蓝光对人眼伤害最大，该波段是主流的 MNT 产品 LED chip 的蓝光主波峰分布，将蓝光主波峰红移至 460nm 后对人眼视网膜锥状细胞更加友好，可以实现更理想的低蓝光效果。

表 2.1-1 宽波段光源对视网膜危害光谱加权函数

评价宽波段的光源对视网膜危害的光谱加权函数 (GB/T 20145-2006/CIE S 009/E:2002) :

波长/nm	蓝光危害加权函数 $B(\lambda)$	热危害函数 $R(\lambda)$
300~375	0.01	
380	0.01	0.1
390	0.025	0.25
400	0.10	1.0
410	0.40	4.0
420	0.90	9.0
425	0.95	9.5
430	0.98	9.8
435	1.0	10.0
440	1.0	10.0
445	0.97	9.7
450	0.94	9.4
455	0.90	9.0
460	0.80	8.0
465	0.70	7.0
470	0.62	6.2
475	0.55	5.5
480	0.45	4.5
485	0.40	4.0
490	0.22	2.2
495	0.16	1.6

作为显示行业领军企业，BOE 为让消费者尽快使用上更友好的硬件低蓝光产品，BOE 投入大量研发资源，联手 LED chip 上游厂商共同开发长波长 LED 方案。经过一年多的联合开发，LED chip 的主波峰定位在 $460\text{nm} \pm 2.5\text{nm}$ 的范围，BOE 在主流的 23.8 和 27 寸产品上对该 LED 进行了低蓝光测试及长期严格的信赖性，确保在模组产品上达到优秀的低蓝光护眼效果，同时保证了其满足产业化要求的稳定性。BOE 推动上游厂商晶电/华灿/三安等 LED chip 厂商进行 Chip 红移升级。完善 MNT 产品硬件低蓝光产业链。

● 新开发低蓝光彩膜提升面板光效

解决了 LED chip 红移的低蓝光问题的同时，由于 LED chip 红移，为保持面板色域色准以及低功耗要求，BOE 匹配新型 LED chip 开发自研的新型低蓝光彩膜。新型彩膜主要优化 G 色点的效率，业内领先，可以提升 3% 的光效。同时在兼容 NTSC 色域的基础上使 FHD 主流产品色域升级到 $\geq \text{sRGB}99\%$ ，做到更好的色准控制可实现 $\Delta E < 2$ 。

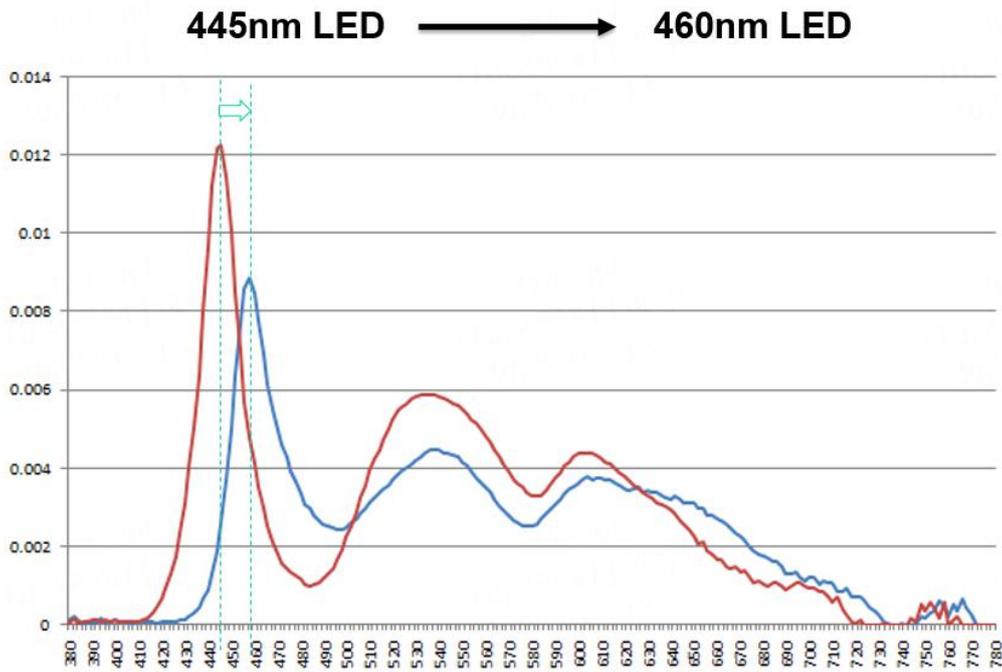


图 2.1-5 新开发蓝光彩膜光谱

在长波长 LED chip 和新型彩膜色阻的成功开发及对 LED 上游资源的整合，BOE 高画质硬体低蓝光显示器方案具备全面产业化的能力，后面会推动品牌客户立项，让消费者早日用上集护眼和高画质一体的新一代健康显示器。

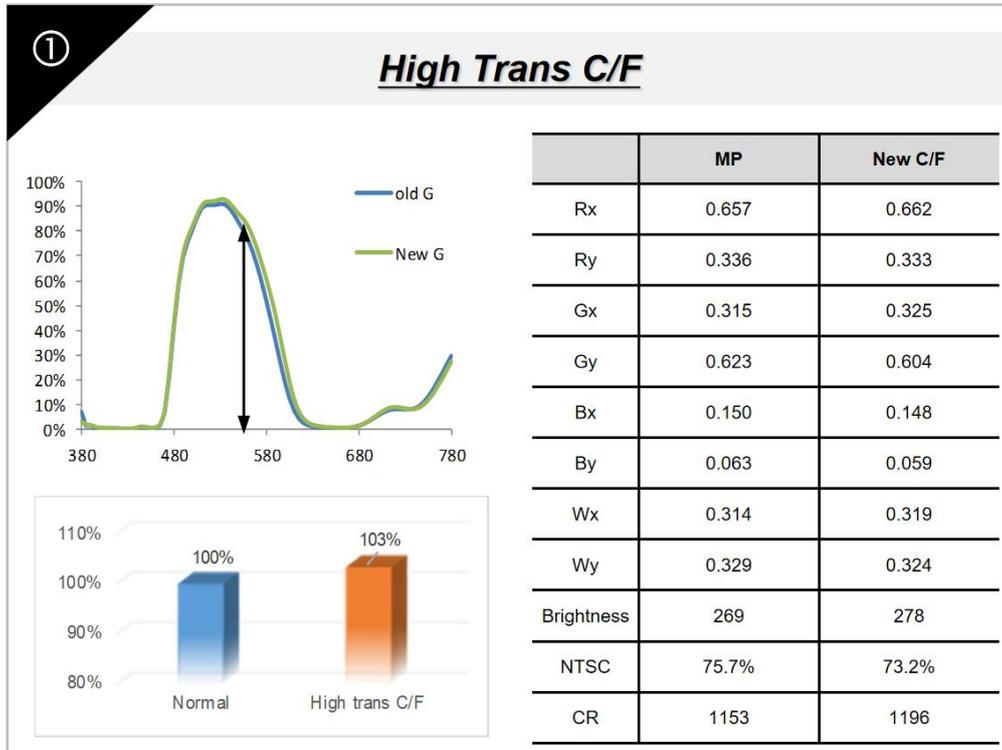


图 2.1-6 High Trans C/F

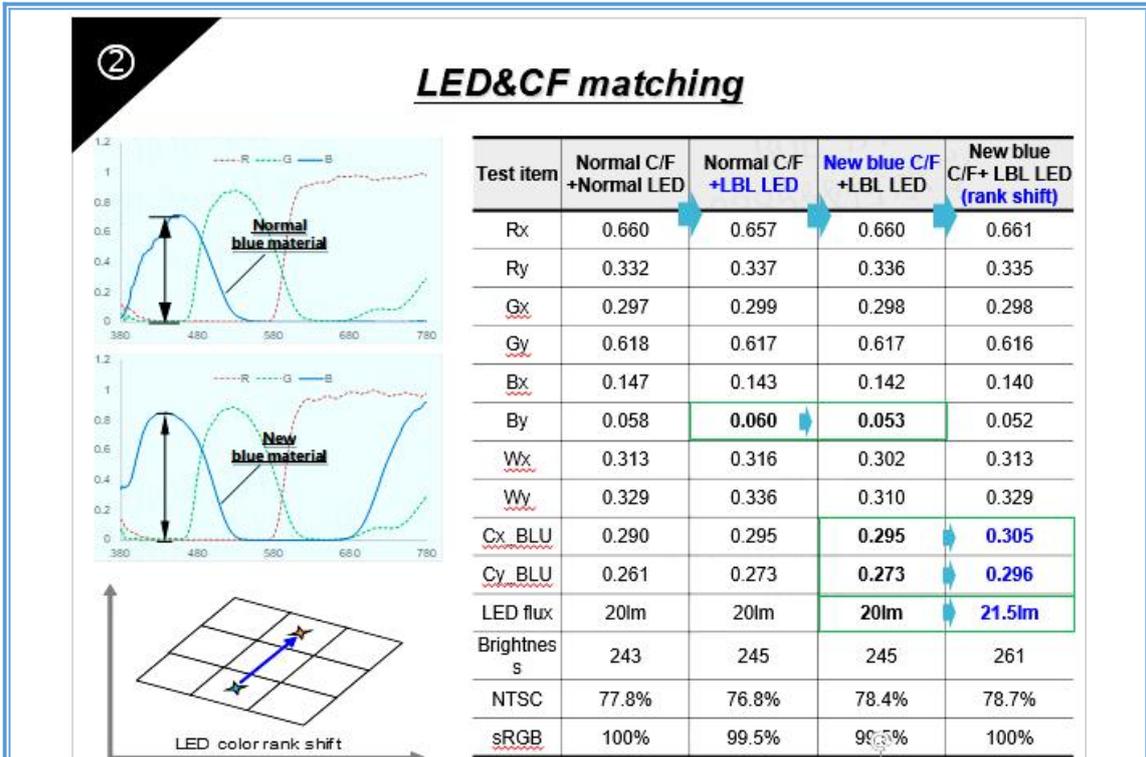


图 2.1-7 LED&CF matching

2.1.2.2 标准建立

BOE 主导建立《健康显示器件：第 2 部分 显示器用低蓝光显示器件技术要求与测试方法》标准。

2.1.3 应用情况

- 客户导入

将新一代健康护眼硬件低蓝光显示方案尽快推向市场是 BOE 的企业社会责任和产品升级的重要方向。为快速推动硬件低蓝光显示器方案落地，BOE 为客户提供了低蓝光产品化方案及并准备了满足硬件低蓝光的 Demo 显示器在国内及海外客户进行大范围推广展示。

Health- BOE Low Blue Light

The Harm of Low Blue Light

- [Vision Loss]**
Short-wave blue light penetrates the lens and reaches the retina, which leads to the decline of retinal pigment epithelial cells. Lack of photoreceptors cause visual impairment and macular degeneration with vision loss.
1. Report from R.H.W.Funk
- [Cataract]**
Short-wave blue light change the epithelial cells of the cornea to be actively oxidized, and the lens absorbs blue light to form a cataract.
2. International journal of ophthalmology, IF=1.166
- [Ametropia]**
Short-wave blue light suppresses the growth of the axis of the eye and the vitreous, and parallel rays cannot form a clear image on the retina.
3. Harvard health publishing, Harvard Medical School
- [Xerophthalmia]**
Short-wave blue light affects corneal epithelial cells and stromal cells, leading to Xerophthalmia.
4. International Ophthalmology Overview, IF=0.216

TUV Standard

Method 2

- Blue Light Portion**
Requirement: The ratio of light in range from 415nm~455nm compared to 400nm~500nm shall be less than 50%
- CCT**
Requirement: The CCT shall be within the range of 5500K to 7000K

BOE LBL Solution

- Long wavelength LED

(415-455nm) / (400-500nm) = 37% < 50%

BOE Products Portfolio

	21.5/23/23.8E	23.8Q/24WU	27FHU	27QHD
Brightness	250/200	250/200	250/200	250/200
Color Gamut	72% NTSC	99% sRGB	72% NTSC	99% sRGB
TUV Method 2	Yes	Yes	Yes	Yes
ES8.0	Yes	Yes	Yes	Yes
Schedule	20' March	20' April	20' April	20' April

图 2.1-8 BOE 低蓝光技术

经过多轮推广，MNT 显示大品牌 H 客户决定成为首家和 BOE 进行硬件低蓝光显示商业化合作的厂商。我司同 H 客户共同制定低蓝光显示器规格，联合开发，终于在 2020 年下半年 H 客户全系列主流 E 系列产品导入 BOE 硬件低蓝光面板，H 客户项目涵盖 21.5FHD/23.8FHD/23.8QHD/24WUXGA/27FHD/27QHD 等。BOE 和 H 客户联手首次将硬件低蓝光显示器推向市场，推动行业进步。在给消费者带来健康体验的同时，BOE 的首发技术也给企业带来了实惠，客户将更多的高端项目交给了 BOE。同时同上一代面板相比，有硬件低蓝光加持的新产品价格上涨了\$1-\$2，创新技术的投入也得到了回报。在头部品牌 H 客户的示范作用下，其他品牌厂纷纷和 BOE 寻求合作，共同推广硬件低蓝光显示器。

目前全部 MNT 头部客户含 Dell/HP/Lenovo/SEC/LGE/TPV 等全部品牌都已导入 BOE 硬件低蓝光技术。BOE 成功引领 MNT 显示器向健康高画质方向升级，带动产业健康发展。

- **硬件低蓝光面板出货量**

2021 年千万片以上，2022 年硬件低蓝光产品出货量翻倍。该新技术为企业增加上亿左右的营收，成功实现了双赢。进一步增强 BOE 在技术创新/技术引领方面的动力和信心。

2.1.4 相关证明材料

- 获得权威授权机构认证

2.2 一种近自然光健康护眼显示方案—京东方科技集团股份有限公司

2.2.1 背景介绍

随着网络与信息时代的到来，信息的传播与交流方式发生了巨大的变化，观看视觉显示终端（visual display terminal, VDT）已成为获得信息的主要方式。目前液晶显示设备在人们工作生活中必不可少。液晶显示屏是通过液晶分子作为光控制开关实现显示的一类显示器，显示器的亮度、荧光屏闪烁、反光以及光的偏振状态都会造成视觉疲劳。液晶分子控制的出射光是偏振光，偏振光包括线偏振光、椭圆偏光和圆偏振光，目前普遍使用的液晶显示产品是线偏振光。

光是横波，光的电矢量的振动方向和光波前进方向构成的平面叫做振动面。光的振动面如非均匀分布即为偏振光，光的振动面仅限于某一固定方向称为线偏振光；如果光的振动面围绕光的前进方向转动，其电矢量方向在传播方向横截面呈均匀圆分布，这种偏振光称为圆偏振光。自然界太阳光的振动面在各个方向上是均匀分布的，称为自然光，圆偏振光较线偏振光更接近于自然光。

研究表明，液晶显示器的偏振光状态会导致视觉疲劳。在实验中，利用眼动仪实时记录受试者观看圆偏光液晶电视视频与线偏光液晶电视视频过程中的眼动指标变化，以眨眼频率和眨眼持续时间作为评价标准。实验结果显示，在记录眼动参数的120分钟观影过程中，线偏振组与圆偏振组受试者的眨眼频率均呈现先下降再上升的趋势。在观看视频后，线偏振组与圆偏振组受试者的眨眼频率和眨眼持续时间较初始时段均有所增加。两组比较，线偏振组受试者的眨眼频率和眨眼持续时间增加的百分比高于圆偏振组。因此，圆偏振光相比于线偏振光显示器有助于缓解视觉疲劳，但不能完全避免^[1]。

[1] 应用眼动仪评价观看线偏光液晶电视与圆偏光液晶电视诱导的视疲劳研究 张莉 徐亮 张运红 李建军

2.2.2 案例介绍

2.2.2.1 原理介绍

● 圆偏光护眼原理

➤ 光的偏振性

振动方向对于传播方向的不对称性叫做偏振，是横波特有的现象。光波是电磁波，电磁波是横波，因此光具有偏振现象。

如下图所示，根据光的偏振特点，光可以分为非偏振光（自然光）、全偏振光（分为椭圆偏光、圆偏光、线偏光三种），和部分偏振光（自然光与偏振光的混合）。

其中圆偏光最接近于自然光，其光矢量大小不变，不随时间发生变化；且圆偏振光的振动方向在传播面上是旋转的，对人眼的综合效果也表现为各向同性。

Item	非偏振光 (自然光)	部分偏振光 自然光+线偏光混合	完全偏振光			
			椭圆偏振光	圆偏振光	线偏振光	
示意图						
光矢量特点	端点轨迹	含有各种振动方向的光矢量	含有各种振动方向的光矢量	椭圆	圆	直线
	振动方向	总和与光的传播方对称、均匀分布	某一方向更显	随时间有规律的变化	随时间有规律地变化	只沿着一个确定方向
	大小	不变 (各方向振动的振幅相同)	取决于偏振光类型	随时间有规律的变化	不变	随相位变化

图 2.2-1 光偏振

● 圆偏光护眼效果

圆偏光最接近于自然光，可以有效减轻人们的视觉疲劳，达到健康护眼的目的。

经过北京同仁眼科医院、中国标准院、TCL 工研院的专项研究结果表明，长时间观看圆偏光屏相对于传统线偏光屏能够有效缓解视力下降。下图为同测试样本在不同光线下观看时眼睛疲劳情况对比，由图可知，测试样本观看圆偏光屏与大自然光下看书时眼睛随时间变化疲劳程度及规律均相近，观看圆偏光屏略差于大自然光下看书；但是观看线偏光屏时眼睛疲劳程度显著差于大自然光下看书时眼睛疲劳程度。该研究说明圆偏光屏在健康护眼方面显著优于线偏光屏。

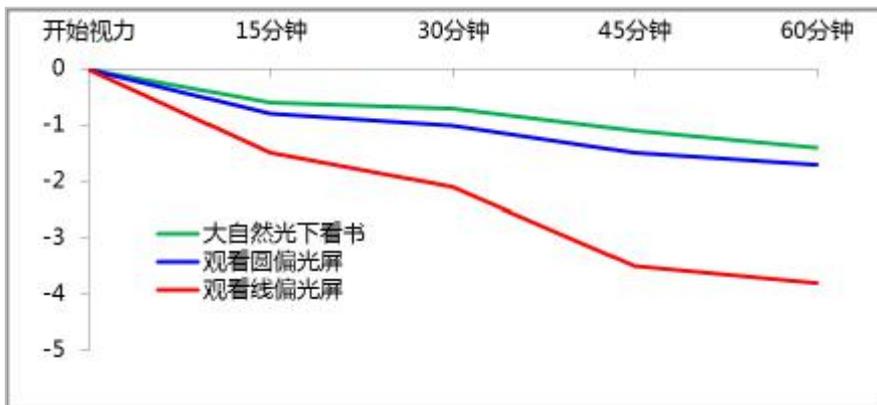


图 2.2-2 视力图

● 线偏光转换为近自然光实现方式

➢ BSF 的各向异性的产生

将聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET) 等高分子光学材料以一定拉伸速率进行双向拉伸，分子定向排列后形成各向异性薄膜，即形成 BSF：在加热拉伸的过程中，分子在拉伸方向 X 轴上与传送方向 Y 轴上受到的温度/拉伸速率存在差异，分子链发生变化改变了薄膜的分子取向，形成膜内的各向异性。

➢ BSF 各向异性产生的相位延迟对光的偏振性的影响

常规 LCD 显示屏的出射光线经上偏光片后均为线偏振光，BSF 方案则利用材料的双折射特性实现线偏振光 → 多波段圆偏振光/椭圆偏振光转化：

波长为 λ 的光线沿 x 轴方向入射通过双折射材料，分别产生 n_0 和 n_e 两折射率，由于两正交光波的相速度不同，因此当光经过厚度为 d 的双折射材料时，会产生相位差 δ (相位延迟 phase retardation)：

$$\delta = 2\pi \cdot \Delta n d / \lambda$$

其中 $\Delta n = n_e - n_o$ 、位相差值 $R_0 = \Delta n d$

一束波长为 λ 的线偏振光入射通过双折射材料 BSF 后, 产生 o 光和 e 光, 它们的振幅一样, 当 o 光和 e 光相位差满足 $\Delta n d = (2m+1) \cdot 1/4 \cdot \lambda$ ($m=0, 1, 2, \dots$) 时, 偏振态为由线偏振转为圆偏振, 其它波长光线转为椭圆偏振光, 由于 $\Delta n d$ 足够大 (8400nm), 可见光 (380nm~780nm) 将被周期性转化为多组圆偏光与椭圆偏光的混合偏振状态, 它们在统计意义上, 各个振动方向是更均匀, 更接近自然光。

2.2.2.2 方案实施

● BSF 制备

BSF 基材选型:

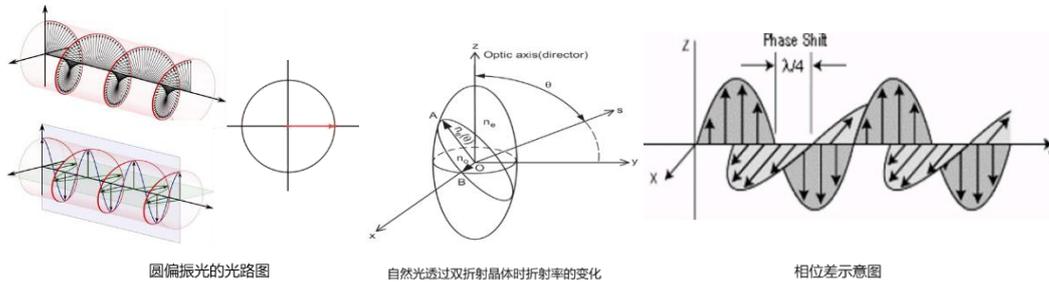


图 2.2-3 自然光光路分析

由 $R_0 = (n_x - n_y) \cdot d = (2m+1) \cdot 1/4 \cdot \lambda$ 可知, 延迟量 R_0 越大 (m 为自然数), 则满足 $380\text{nm} < \lambda < 780\text{nm}$ (可见光波长) 的波长越多、周期小/频率高, 解偏效果越好, 实测不同 PET 对 LCD 线偏振光相位延迟效果如下表, 由下表可知在多款材料中材料 PET-1 在线偏光转圆偏光上表现最佳 (偏振度最小), 且色差最小 (ΔE_{ab}), 选择该型号作为 BSF 的基材, 由 A 公司对应提供, 卷材出货。

表 2.2-1 不同 PET 对 LCD 线偏振光相位延迟效果

Item		PET-1	PET-2	PET-3	PET-4	PET-5
W255	Min. (Lum. With POL)	72.2	51.9	52.1	39.6	26.9
	Max. (Lum. With POL)	86	71.8	76.3	73.3	98.8
	偏振度	8.3%	16.10%	18.90%	29.80%	57.20%
	ΔL (With POL)	-16%	-27.70%	-31.70%	-46%	-72.80%
	ΔW_x , ΔW_y (With POL)	0, <0.004	<0.02, <0.024	<0.004, <0.002	<0.007, <0.006	<0.021, <0.169
	ΔE_{ab} (With POL)	6.6	12.2	14	21.7	93.6

● BSF 表面粒子涂覆工艺:

常规 PET 薄膜没有抗划伤能力, 且其作为表面材料时有镜面反光问题影响用户体验, 为保障产品的生产时的量产性和用户的使用体验, 对 PET 进行表面粒子涂覆, 以实现其抗划伤效果和防眩晕效果。

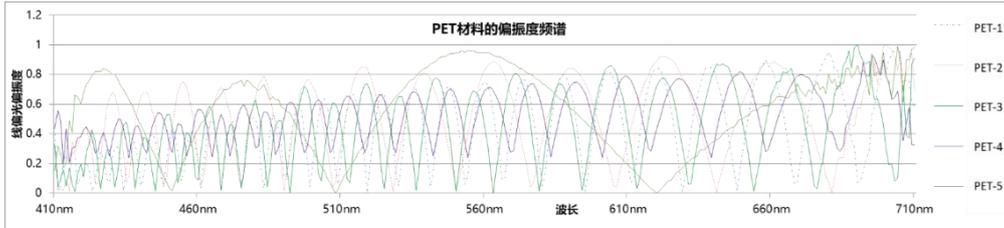


图 2.2-4 PET 材料偏振度频谱

经供应链对国内现有膜材涂覆市场的深入拓展及开发部门对备选厂家制程能力的验证筛选，最终选定 B 公司对应 BSF 的表面粒子涂覆制程。B 公司从 A 公司取得 PET 卷材，表面粒子涂覆后卷材出货。

● BSF 背胶覆膜工艺：

为确保 BSF 能有效贴合应用于 LCD，需对其：① 背胶以确保其有效贴附至 LCD 的上偏光片或集成到上偏光片上；② 对卷材粒子涂覆面覆保护膜、背胶面覆离型纸，确保 BSF 在后续裁切工序中的裁切良率，确保产品效益。最终敲定 C 公司对应 BSF 的背胶及覆膜制程，C 公司购入表面涂覆后的 BSF 卷材，进行背胶、覆膜动作。

BSF 裁切：依据产品需求尺寸，沿 BSF 光轴特定角度 α 裁切，即可获得具备相位延迟功能的 BSF。多方协商后，C 公司升级设备，实现偏转特定角度 α 裁切，确保产品量产可行性。

BSF 整体制备流程如下图：

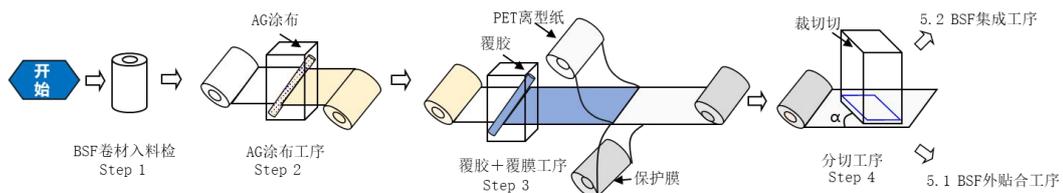


图 2.2-5 BSF 背胶覆膜工艺

● BSF 应用：

集成架构：BSF 作为上偏光片(POL)表面基材贴合在 PVA 表层，上偏光片与 BSF 以集成方式贴合至液晶面板彩膜 (CF) 上表面 (Step 5.1)

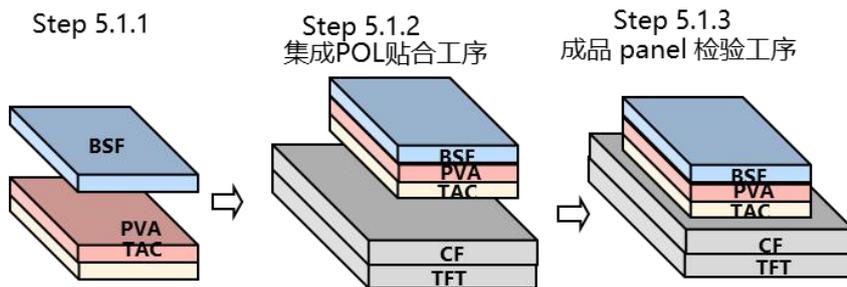


图 2.2-6 BSF 集成架构

外贴合架构：BSF 作为上偏光片表面基材贴合至液晶面板上偏光片表层 (Step 5.2)

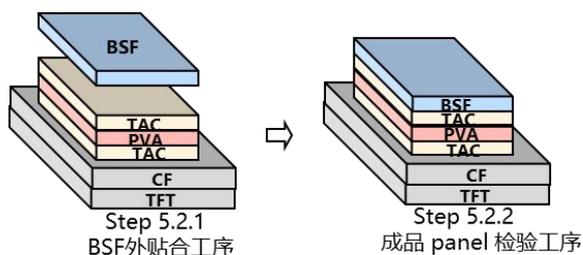


图 2.2-7 BSF 外贴合架构

其中，BSF 与 POL 集成动作在 C 公司完成，BSF 集成 POL 贴合至液晶面板彩膜 (CF) 上表面和 BSF 外贴至液晶面板上偏光片表层动作均由 BOE 完成。

2.2.2.3 成果输出

● 方案平台搭建

相较于市面已有圆偏光片 (QWP POL)，BSF 方案规格达成度最高，成本最优，具备量产导入条件：

- 偏振度表现：BSF pol (3.4%) 优于 QWP pol (12.9%) ；
- 偏光镜下色偏 ΔE_{ab} 表现：BSF pol (3) 优于 QWP pol (62.1) ；
- 成本：BSF pol 相较于 QWP pol 可降低 33%；
- BSF 在色度和亮度方面均无明显变化；
- LGP 产品及 SLP 产品的亮度和色度均在亮度呈现 180°周期性变化，画面品味差，用户体验欠佳。

表 2.2-2 方案对比

Item	Normal pol	LGC QWP pol	SLP QWP pol	BSF pol	Remark
圆偏光转换效率	0%	87.1%	64.9%	96.6%	
制程工艺	-	集成 pol	集成 pol	集成 pol; BSF 外贴合	
表面处理	AGLR 2%	AGLR 2%	HC	AG 25%	
透过率	45.6%	43.4%	43%	44.5% (BSF 外贴 pol)	BSF 单体实测 97.6%
对比度	1037	959	994	1001	@同一 27inch MDL
位相差	-	125nm	105nm	8400nm	

中心波长	-	503nm	418nm	≥24 个波段 可见光	
偏振度	99.8%	12.9%	35.1%	3.4%	
亮度变化	99.9%	22.5%	55.6%	7.4%	偏光镜 0~360°观察
色度变化	$\Delta W_x < 7\%$ $\Delta W_y < 11\%$	$\Delta W_x < 85\%$ $\Delta W_y < 115\%$	$\Delta W_x < 50\%$ $\Delta W_y < 65\%$	$\Delta W_x < 2\%$ $\Delta W_y < 5\%$	
色差 ΔE_{ab}	-	62.1	38.5	3 (AG25)	> 5 时,人眼可 察觉
画面表现	存在关黑状态	不同角度亮度 差异不明显、色 度差异较大	不同角度亮度 和色度差异大	不同角度亮 色度差异极 小	偏光镜 0~360°观察
成本	-	1.16	1	0.67	@55inch

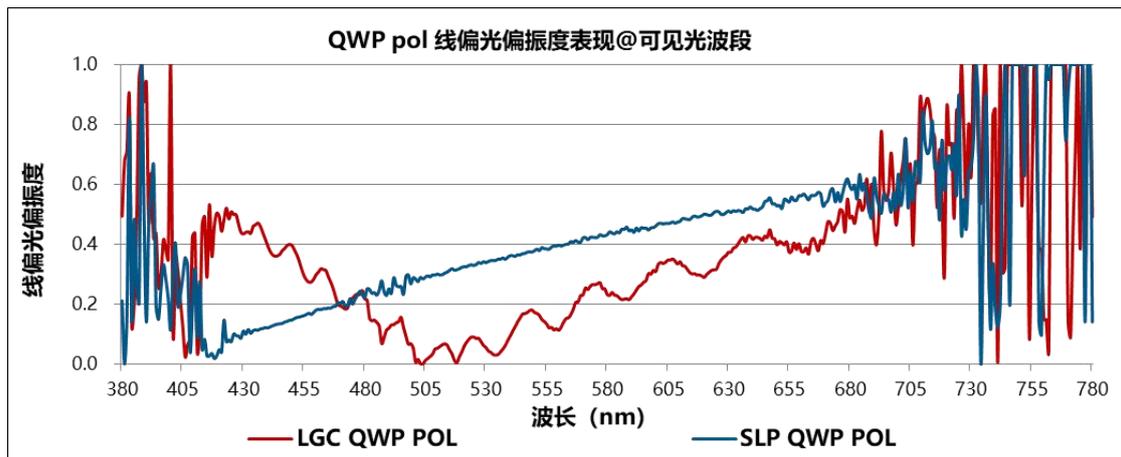


图 2.2-8 QWP pol 线偏光偏振度表现

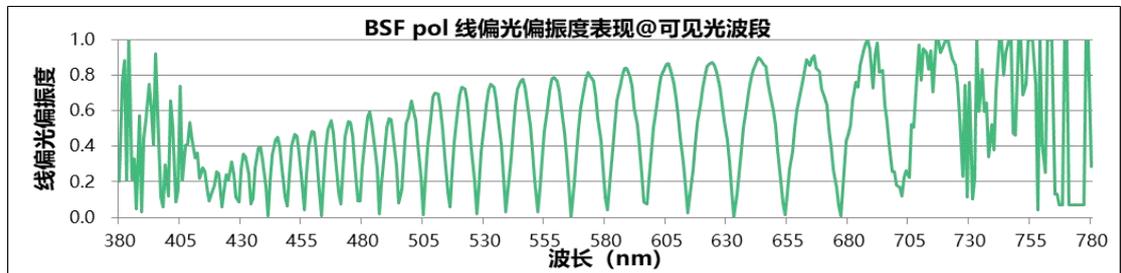


图 2.2-9 BSF pol 线偏光偏振度表现

对比市面已有的圆偏光片，BSF 在色度和亮度稳定性方面具备显著优势，如下图所示：
0~180°旋转检偏器。

检偏角度	SBF($\Delta E_{ab}=2.6$)	LGC($\Delta E_{ab}=62$)	SLP($\Delta E_{ab}=38$)
0°			
45°			
90°			
135°			
180°			

图 2.2-10 偏振角度

● **工艺和供应链条拉通**

在开发过程中，BOE 统筹各项资源，最终拉通一条包括原材、表涂、覆胶、裁切、贴合等所有工序的完整制作链条，实现方案落地，使其具备量产可行性。

● **方案文章输出**

输出两篇专利，一篇论文。

2.2.3 应用情况

2.2.3.1 已推广客户

已推广客户包括和 CVTE，联想，海信，鸿合，三星等，待布局深度合作。

2.2.3.2 已推广产品

15.6inch 教育平板，46inch 拼接智慧黑板。

2.2.3.3 实际应用



图 2.2-9 智慧黑板&教育平板

A 客户应用于户外运动相机的 3.2" 项目：已完成两次试产并通过机构、光学各项认证，量产日程待客户释放，总物量 300K；

B 客户应用于教育平板的 10.1" 项目：23/3/E 完成首次试产，厂内及客户端各项认证进行中，计划量产时间为 23/5/M，总物量 200K；

C 客户应用于大型教育平板的 17.4" 项目：23/3/M 完成首次试产，厂内及客户端各项认证进行中，计划量产时间为 23/7/M，总物量 720K；

D 客户应用于儿童学习平板的 17" 项目：已完成并通过厂内及客户端全部认证，预计 23/5/M 转量产，总物量：200K。

2.2.4 相关证明材料

中国标准研究院评测测试蓝光类型（低蓝光、正常蓝光）、偏光类型（圆偏、线偏）对人眼疲劳和舒适性的影响如下：

综合所有指标的测试结果，在环境光照度约 350lx、色温约 4000K，显示器亮度约 350cd/m²、色温约 6500K 的测试条件下，得出综合排名，圆偏 > 线偏振低蓝光 > 圆偏振低蓝光 > 线偏，由此可知，圆偏振光显示屏为健康护眼屏最佳选择，而 BOE 自主开发的 BSF 近自然光显示膜又显著优于市面已有量产圆偏光 POL。

表 2.2-3 蓝光测试结果

一级指标	二级指标	各个指标的排序				成对比较显著性					
		线偏振 正常蓝光 显示器-A	线偏振 低蓝光 显示器-B	圆偏振 正常蓝光 显示器-C	圆偏振 低蓝光 显示器-D	A-B	C-D	A-C	B-D	A-D	B-C
视觉搜索 绩效	平均正确反应时	4	1	2	3				*		
	正确个数	3	1	2	4	+			*		
闪光 融合频率	闪光融合频率	2	3	4	1		*				
脑电指标	额叶偏侧化 情绪指数	3	2	1	4		*				
	大脑疲劳指数	4	2	1	3						
眨眼指标	单位时间内 眨眼持续时间	4	3	1	2		+	+			
	单位时间内 眨眼频率	4	3	1	2			+			
警觉性	客观警觉性	1	3	4	2						
	主观警觉性	3	2	1	4	*	*	*	*		
主观视觉 舒适度	主观视觉 舒适度	4	3	1	2			+			
	亮度对比度	4	3	2	1			*	+	*	
	显示	4	3	1	2			+			
	莫名的不适	2	4	1	3						+
	整体舒适性	3	4	1	2			+			*
主观视觉疲劳度	眼部不适	3	2	1	4						
	脑部不适	3	1	2	4	+			+		
	困倦乏力	3	2	1	4	*	+		+		

第 3 章 技术

3.1 健康无频闪电视的研发与应用—深圳创维-RGB 电子有限公司

3.1.1 背景介绍

LCD 液晶电视显示的背光源从 CCFL 到 LED，再到 Mini-LED，随着背光技术的不断发展，使得 LCD 液晶电视的显示效果得到不断的提升，让人们得以享受超高清视觉的体验。

新型显示作为智能交互的重要端口，已成为承载超高清视频、物联网和虚拟现实等新兴产业的重要支撑和基础，日益成为电子信息产业领域竞争的新高地。随着 LED 和 Mini-LED 显示技术的快速发展，各种创新技术层出不穷，LED 和 Mini-LED 显示技术除了在传统应用如电视机和显示器外，其在户外显示屏、XR 虚拟拍摄、会议一体机、平板等领域也得到广泛应用。因此，随着显示领域的逐步拓展，消费者对不同显示领域提出了更多差异化的需求，尤其对视觉健康提出了更高的要求。

目前 LED 和 Mini-LED 电视以 LED 作为背光源，通过调节 LED 灯流过电流的大小来改变 LED 背光亮度，LED 电视普遍采用传统的 PWM 调光技术，该技术通过控制背光一个周期内亮、灭交替时间来调节背光亮度，即通过调整占空比来调节灯条电流大小。

如在一定周期内，当占空比为 100%，亮度最大时，PWM 调光的背光源一直保持亮屏状态。

当占空比 50% 的亮度时，背光灯保持亮、灭、亮、灭不断交替，人眼因为视觉暂留现象误以为背光灯一直处于亮的状态（图 3.1-1 所示）。

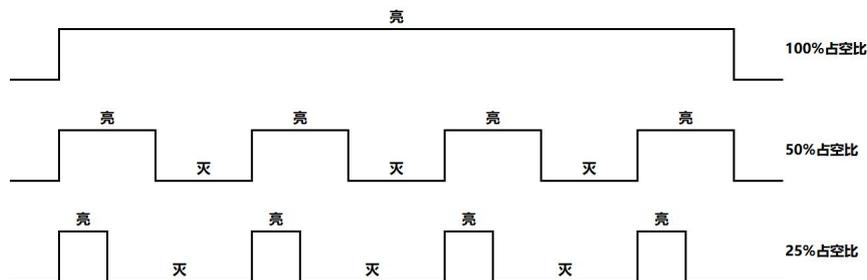


图 3.1-1 LED 电视传统 PWM 调光方式

由于人眼存在“视觉暂留”效应，当频闪交替很快电视画面周期性的屏幕闪烁时，人眼不容易分辨，误以为背光一直在亮，但视觉细胞却可以感知到，使得人眼“眼睫肌”在观影时处于紧张快速的张合状态，易引起眼睛疲劳、干涩、头痛和视力下降等不良反应，久而久之，会对眼睛造成伤害。

基于此，通过研究和开发 LED（或 Mini-LED）电视无频闪技术：包含 APC 调光技术（Analog-PWM complementary dimming technology）、双直驱式谐振网络无频闪技术（Dual-Direct-Driver Resonance technology 简称 3DR 技术）、自适应互补式调光技术，来实现技术和产品两者结合，给用户彻底解决传统 PWM 调光存在的背光频闪等问题，实现用户观看电视无闪烁感，使用户获得更加健康舒适的沉浸式体验。

3.1.2 案例介绍

3.1.2.1 中小尺寸 LED 电视（32-55 吋）无频闪解决方案

在 LED 电视行业内，32-55 吋电视通常采用传统 PWM 调光技术，其原理介绍如下：

背光一个周期内亮、灭交替时间来调节背光亮度，使得灯条电流为相同频率的脉冲电流，存在频闪问题。如图 3.1-2 所示，上半部分图为 PWM 控制信号（来自主板 SoC），下半部分图为模组灯条的电流波形，从波形可以看出，灯条电流波形和 PWM 控制信号以相同频率的变化，从而控制电视背光的亮度。

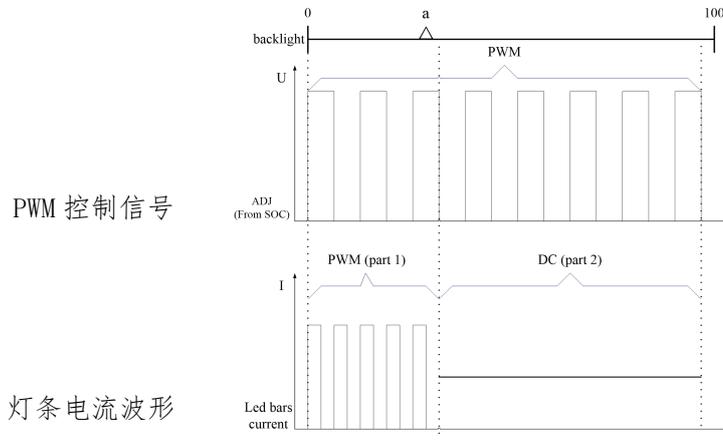


图 3.1-2 传统 PWM 调光技术

针对中小尺寸电视的背光模组匹配，在传统的 PWM 调光技术的基础上，首次提出 APC 调光技术（Analog-PWM complementary dimming technology）。

APC 调光技术是针对目前传统的 PWM 调光存在的问题，提出的一种新的调光方式，主要有三个关键技术点：互补调光控制技术、低亮高频调光技术、互补分界点可调技术。在低亮段，采用 PWM 调光频率经倍频电路转化 20KHz 以上超高频调光频率。在高亮段，采用宽范围的 DC 调光技术，消除电视画面的频闪问题和噪音问题，同时提升转换效率。如图 3.1-3 所示，上半部分为 PWM 控制信号（来自于 SOC），下半部分为模组灯条的电流波形，从图上可以看出，在 APC 技术调节下，在低亮度段灯条电流倍频于 PWM 调光频率；在高亮段灯条电流实现宽范围 DC 调光，背光不随着 PWM 调光信号而闪烁，从而实现电视背光的无频闪调节功能。

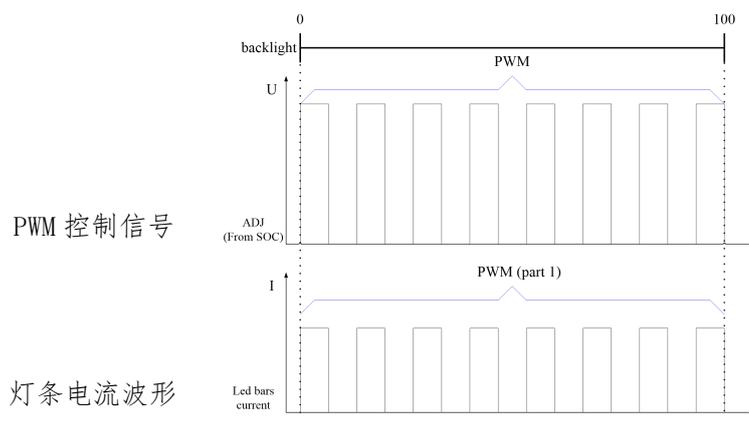


图 3.1-3 APC 调光技术

由于 LED 电视尺寸大小及模组灯条电流大小不同，根据实际画质调试需要，为了弥补低亮度色温偏差问题，设置了互补分界点比较电路，可根据实际需要灵活调节 DC 调光和超高频 PWM 调光的分界点，以满足画质调节的需要，与传统的 PWM 调光技术相比，APC

调光具有以下的特点，如表 3.1-1 所示。

表 3.1-1 传统 PWM 调光和 APC 调光对比表

序号	对比	传统 PWM 调光	APC 调光
1	频闪	有频闪	无频闪
2	色温	无偏差	偏差小
3	能效	低能效	高能效

3.1.2.2 大尺寸 LED 电视（65-100 吋）无频闪解决方案

针对大尺寸 LED 电视匹配高压大电流模组，主要研究解决大尺寸双直驱架构新一代 DC 调光无频闪技术，双直驱式谐振网络技术（Dual-Direct-Driver Resonance technology 简称 3DR 技术）。

大尺寸 LED 电视（65-100 吋）无频闪解决方案-3DR 调光技术特点：3DR 技术包含谐振网络宽范围无频闪调光技术、灯条分配网络技术、半周期分流技术、灯条正负压通道倍增技术。在 3DR 技术中，通过研究谐振网络宽范围输出电压，将传统的低频 PWM 调光设计（见图 3a）为宽范围的 DC 调光（见图 3b），实现无频闪功能。3DR 技术，实现无频闪的同时，省去一级能量转化，系统效率高，可以节省大量的器件，成本低。

3.1.2.3 Mini-LED 电视无频闪解决方案

Mini-LED 技术是继 LED 和 OLED 技术后的新一代显示技术。Mini-LED 显示技术是在现有 LED 显示技术的基础上，将传统 LED 背光升级为独立精细控制的多分区 Mini-LED 背光，可以媲美 OLED 的显示效果。同时，Mini-LED 具有寿命长、亮度高、对比度高和色域广等优势。因此，Mini-LED 成为显示行业内新的技术发展趋势。

Mini-LED 电视传统背光驱动采用 PM（Passive Matrix）驱动技术，PM 驱动技术一般采用扫描方式或低频 PWM 调光技术实现，存在画面闪烁、效率低、运动画面光晕明显、热量集中、电源及扫描控制系统复杂等问题。

基于此，Mini-LED 电视首次在行业内提出自适应互补式调光技术，实现无频闪功能。自适应调光光式方式通过对 Mini-LED 电视图像模式的判断（SDR 或 HDR 模式），可灵活切换不同恒流背光调光方式，满足无频闪设计要求，进一步提升电视画质，给用户带来更健康、更舒适的沉浸式视觉体验。

3.1.3 应用情况

3.1.3.1 创维中小尺寸（32-55 吋）无频闪电视展示

中小尺寸电视采用 APC(Analog-PWM complementary dimming technology)调光方案，不仅满足护眼无频闪、光强突变保护的功能同时还获得德国莱茵无频闪认证和防蓝光认证。目前采用该技术的机型有 32/43/55A3D、32/43/55P3D、32/43/55G3D 等以上机型，其中以创维 43A3D 电视为例，产品展示如下图 3.1-4。



图 3.1-4 创维 43A3D 产品展示图

3.1.3.2 创维大尺寸 (65-100 吋) 无频闪电视展示

大尺寸电视采用双直驱式谐振网络技术(Dual-Direct-Driver Resonance technology 简称 3DR 技术), 不仅满足护眼无频闪、光强突变保护的功能同时还获得德国莱茵无频闪认证和防蓝光认证。目前采用该技术的机型有 65/75/85A3D、65/75/85P3D、65/75/85/100G5D、55/65/76/86Q53 等以上机型, 其中以创维 75A3D 电视为例, 产品展示如下图 3.1-5。



图 3.1-5 创维 75A3D 产品展示图

3.1.3.3 创维 Mini-LED 无频闪电视展示

Mini-LED 电视采用自适应互补式调光技术, 满足护眼无频闪、光强突变保护、XDR 自适应调光的功能。目前采用该技术的 MiniLED 机型有 65/75/86/100Q53P、65/75A63、

65/75Q52 等以上机型。其中以创维 75A53P 电视为例，产品展示图 3.1-6 如下。



图 3.1-6 创维 75Q53P 产品展示图

3.1.4 相关证明材料

3.1.4.1 专利发表情况

申请专利共 7 项，其中发明专利 5 项。主要专利如下：

表 3.1-2 专利情况

序号	专利名称	专利号	专利类型	状态
1	一种双直驱 LED 电源电路和电视机	CN202011338993.5	发明	实审
2	一种 LED 控制电路和显示装置	CN202022179983.3	实用新型	授权
3	恒流驱动电路及显示装置	CN202210394901.8	发明	实审
4	一种背光驱动调节电路、芯片及方法	CN201910245625.7	发明	授权
5	一种电视电源系统及电视机	CN201910997932.0	发明	授权
6	背光恒流驱动电路、开关电源及显示设备	CN202111594470.1	发明	实审
7	一种 LED 恒流控制电路、驱动电源及电视机	CN202020929756.5	实用新型	授权

3.1.4.2 外部期刊技术论文发表情况

发表外部期刊技术论文 3 篇。分别为：

- 《LED 电视高效无屏闪分段调光技术的应用》
- 《大屏及 8K 电视 3DR 高效节能技术应用》
- 《一种电视新型调光方式及应用》

一种电视新型背光调光方式及应用
A new backlight dimming method for TV and its application

胡晓峰, 张树峰, 程晓丹 (中国兵器装备集团有限公司, 北京 100070)

摘 要: 本发明公开了一种电视新型背光调光方式及应用, 属于背光技术领域。本发明提供了一种电视新型背光调光方式, 包括: 根据电视屏幕尺寸和亮度, 确定背光调光方式; 根据背光调光方式, 控制背光调光; 根据背光调光方式, 控制背光调光。本发明提供了一种电视新型背光调光方式, 包括: 根据电视屏幕尺寸和亮度, 确定背光调光方式; 根据背光调光方式, 控制背光调光; 根据背光调光方式, 控制背光调光。本发明提供了一种电视新型背光调光方式, 包括: 根据电视屏幕尺寸和亮度, 确定背光调光方式; 根据背光调光方式, 控制背光调光; 根据背光调光方式, 控制背光调光。

关键词: 背光调光; PWM调光; AMI调光技术

0 引言
随着 LED TV 背光技术的发展, 背光调光技术 (Backlight Dimming) 在 LED TV 背光调光中得到了广泛应用。背光调光技术 (Backlight Dimming) 是指通过调节 LED TV 背光单元的亮度, 实现背光调光的目的。背光调光技术 (Backlight Dimming) 是指通过调节 LED TV 背光单元的亮度, 实现背光调光的目的。背光调光技术 (Backlight Dimming) 是指通过调节 LED TV 背光单元的亮度, 实现背光调光的目的。

1 传统背光调光方式
传统 LED TV 背光调光方式, 主要采用 PWM 调光技术。PWM 调光技术 (Pulse Width Modulation) 是指通过调节 LED TV 背光单元的亮度, 实现背光调光的目的。PWM 调光技术 (Pulse Width Modulation) 是指通过调节 LED TV 背光单元的亮度, 实现背光调光的目的。PWM 调光技术 (Pulse Width Modulation) 是指通过调节 LED TV 背光单元的亮度, 实现背光调光的目的。

2 背光调光技术
背光调光技术 (Backlight Dimming) 是指通过调节 LED TV 背光单元的亮度, 实现背光调光的目的。背光调光技术 (Backlight Dimming) 是指通过调节 LED TV 背光单元的亮度, 实现背光调光的目的。背光调光技术 (Backlight Dimming) 是指通过调节 LED TV 背光单元的亮度, 实现背光调光的目的。

3 背光调光技术
背光调光技术 (Backlight Dimming) 是指通过调节 LED TV 背光单元的亮度, 实现背光调光的目的。背光调光技术 (Backlight Dimming) 是指通过调节 LED TV 背光单元的亮度, 实现背光调光的目的。背光调光技术 (Backlight Dimming) 是指通过调节 LED TV 背光单元的亮度, 实现背光调光的目的。

LED 电视高效无屏闪分段调光技术的应用
The application of LED TV's high efficiency non flashing section dimming technology

胡晓峰

(中国兵器装备集团有限公司, 北京 100070)

摘 要: 本发明公开了一种 LED 电视高效无屏闪分段调光技术的应用, 属于背光技术领域。本发明提供了一种 LED 电视高效无屏闪分段调光技术的应用, 包括: 根据电视屏幕尺寸和亮度, 确定背光调光方式; 根据背光调光方式, 控制背光调光; 根据背光调光方式, 控制背光调光。本发明提供了一种 LED 电视高效无屏闪分段调光技术的应用, 包括: 根据电视屏幕尺寸和亮度, 确定背光调光方式; 根据背光调光方式, 控制背光调光; 根据背光调光方式, 控制背光调光。

关键词: LED 电视; 背光调光; 分段调光

0 引言
随着 LED 电视技术的发展, LED 电视背光调光技术得到了广泛应用。LED 电视背光调光技术 (LED TV Backlight Dimming) 是指通过调节 LED TV 背光单元的亮度, 实现背光调光的目的。LED 电视背光调光技术 (LED TV Backlight Dimming) 是指通过调节 LED TV 背光单元的亮度, 实现背光调光的目的。LED 电视背光调光技术 (LED TV Backlight Dimming) 是指通过调节 LED TV 背光单元的亮度, 实现背光调光的目的。

1 LED 电视背光调光技术
LED 电视背光调光技术 (LED TV Backlight Dimming) 是指通过调节 LED TV 背光单元的亮度, 实现背光调光的目的。LED 电视背光调光技术 (LED TV Backlight Dimming) 是指通过调节 LED TV 背光单元的亮度, 实现背光调光的目的。LED 电视背光调光技术 (LED TV Backlight Dimming) 是指通过调节 LED TV 背光单元的亮度, 实现背光调光的目的。

2 LED 电视背光调光技术
LED 电视背光调光技术 (LED TV Backlight Dimming) 是指通过调节 LED TV 背光单元的亮度, 实现背光调光的目的。LED 电视背光调光技术 (LED TV Backlight Dimming) 是指通过调节 LED TV 背光单元的亮度, 实现背光调光的目的。LED 电视背光调光技术 (LED TV Backlight Dimming) 是指通过调节 LED TV 背光单元的亮度, 实现背光调光的目的。

3 LED 电视背光调光技术
LED 电视背光调光技术 (LED TV Backlight Dimming) 是指通过调节 LED TV 背光单元的亮度, 实现背光调光的目的。LED 电视背光调光技术 (LED TV Backlight Dimming) 是指通过调节 LED TV 背光单元的亮度, 实现背光调光的目的。LED 电视背光调光技术 (LED TV Backlight Dimming) 是指通过调节 LED TV 背光单元的亮度, 实现背光调光的目的。

大屏及 8K 电视 3DR 高效节能技术应用
3DR high efficiency and energy saving technology application of the large screen and 8K TV

胡晓峰, 张树峰, 程晓丹 (中国兵器装备集团有限公司, 北京 100070)

摘 要: 本发明公开了一种大屏及 8K 电视 3DR 高效节能技术应用, 属于背光技术领域。本发明提供了一种大屏及 8K 电视 3DR 高效节能技术应用, 包括: 根据电视屏幕尺寸和亮度, 确定背光调光方式; 根据背光调光方式, 控制背光调光; 根据背光调光方式, 控制背光调光。本发明提供了一种大屏及 8K 电视 3DR 高效节能技术应用, 包括: 根据电视屏幕尺寸和亮度, 确定背光调光方式; 根据背光调光方式, 控制背光调光; 根据背光调光方式, 控制背光调光。

关键词: 背光调光; 3DR; 节能

0 引言
随着 LED 电视技术的发展, LED 电视背光调光技术得到了广泛应用。LED 电视背光调光技术 (LED TV Backlight Dimming) 是指通过调节 LED TV 背光单元的亮度, 实现背光调光的目的。LED 电视背光调光技术 (LED TV Backlight Dimming) 是指通过调节 LED TV 背光单元的亮度, 实现背光调光的目的。LED 电视背光调光技术 (LED TV Backlight Dimming) 是指通过调节 LED TV 背光单元的亮度, 实现背光调光的目的。

1 背光调光技术
背光调光技术 (Backlight Dimming) 是指通过调节 LED TV 背光单元的亮度, 实现背光调光的目的。背光调光技术 (Backlight Dimming) 是指通过调节 LED TV 背光单元的亮度, 实现背光调光的目的。背光调光技术 (Backlight Dimming) 是指通过调节 LED TV 背光单元的亮度, 实现背光调光的目的。

2 背光调光技术
背光调光技术 (Backlight Dimming) 是指通过调节 LED TV 背光单元的亮度, 实现背光调光的目的。背光调光技术 (Backlight Dimming) 是指通过调节 LED TV 背光单元的亮度, 实现背光调光的目的。背光调光技术 (Backlight Dimming) 是指通过调节 LED TV 背光单元的亮度, 实现背光调光的目的。

3 背光调光技术
背光调光技术 (Backlight Dimming) 是指通过调节 LED TV 背光单元的亮度, 实现背光调光的目的。背光调光技术 (Backlight Dimming) 是指通过调节 LED TV 背光单元的亮度, 实现背光调光的目的。背光调光技术 (Backlight Dimming) 是指通过调节 LED TV 背光单元的亮度, 实现背光调光的目的。

图 3.1-7 论文材料

3.2 类纸护眼技术—京东方艺云科技有限公司

3.2.1 背景介绍

京东方艺云作为类纸护眼定义者，2020年在业界首次推出了“类纸护眼屏”产品，并成立视觉健康智能研究院，专注类纸护眼技术研究。与北京大学医学部、复旦大学附属眼耳鼻喉科医院、温州医科大学、中国眼谷·超级眼视光医院、北京同仁医院、天津医科大学眼科医院、中南大学湘雅医院、爱尔眼科、麦迪格眼科等知名机构开展显示与视觉健康机理研究，取得多项科研成果。

其中类纸护眼技术体系为核心基石，基于此进行底层基础研究、护眼机理探索。实际开展中以医工融合为引，联合国内顶级科研院所、眼科医院、眼科专家，深耕五大领域：近视机理、视觉健康筛查技术、显示&光与视觉健康关系、AI大数据与视觉健康关系、以及基于人因的眼健康评价，引领科研突破与颠覆式创新。

整体护眼研发方向源于模拟自然真实阅读场景的理念，为观看者更加舒适、健康、持久地观屏体验，在显示硬件上，通过八大硬件显示技术（三大独家、五大领先）：无损 Gamma、硬件低蓝光、无频闪、AG 防眩光、人因智能感光、图像智能匹配、类纸广视角、类自然显示，对各项显示参数（灰阶、蓝光、频闪、眩光、亮度调节、图像参数、广视场）进行了完整优化，带来了更自然、清晰、鲜明的画面、更低的视觉负荷和呈现更加极致拟真的画面。在多重技术共同作用下，降低了屏幕对眼健康的潜在危害，减缓视疲劳发生，使目光触达之处更加舒适。

研发技术对应的验证结果也表明，受试者观看类纸护眼屏相比观看普通显示器的视疲劳量表得分更低，同时双眼正调节能力更强，表明受试者观看类纸护眼屏后的主观感觉更舒适，类纸护眼屏相比普通显示器更不易引起视疲劳。研究发表在《中华眼视光学与视觉科学杂志》：《显示器视觉健康评测临床试验报告》。证明搭载类纸护眼技术的显示屏在阅读时的主观舒适性与纸张阅读相近，并优于普通显示屏。

3.2.2 案例介绍

类纸护眼技术在实际研发执行中，京东方艺云将其分隔成 8 大技术进行研发推进，8 大技术相互影响，最终产生类纸护眼的效果。后面对 8 大技术分别进行介绍。

3.2.2.1 无损 Gamma 技术

全球首发的独家专利技术，准确还原黑与白之间的 256 个不同程度的“灰”；更加锐利的画面边缘、更加明显的对比感，使得笔触和纹理如真迹般细腻真实，色彩呈现相得益彰；

传统上，我们都用这个方程来进行显示屏各灰阶亮度的调制。但是，当我们把这个曲线应用到液晶显示屏上以后，得到的实际亮度和理想亮度之比却不完全为 1。下图是一个典型的实测的结果。

从图中可以看到，0~30 灰阶之间，各灰阶实际亮度与理想亮度差异很大。导致了低灰阶区域的灰阶亮度差，远小于理想曲线要求。结果造成实际显示图像中，人眼对这些灰阶无法很好地区分，相当于显示设备没有能力对这些灰阶进行表达。

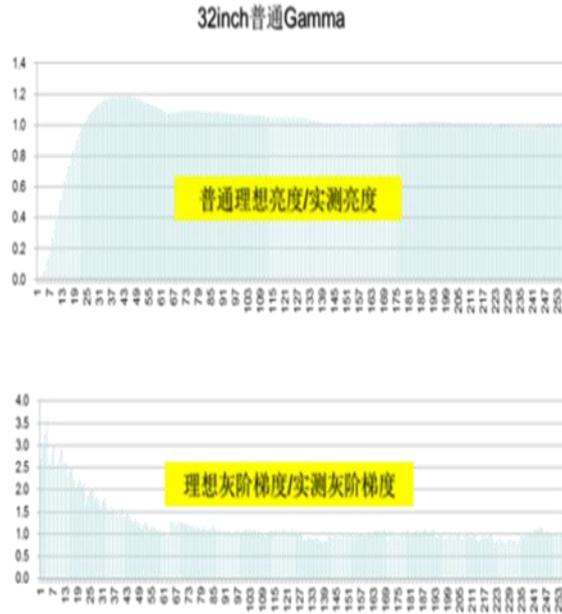


图3.2-1 32吋普通Gamma各灰阶亮度与理想亮度之比实测图

我们根据液晶显示的特点，在保证灰阶间可识别亮度差的条件下，提出了兼容旧标准的新的亮度曲线，最终提升灰阶表现力 4~5%，使约 1/6 的灰阶区域得到了改善。

下图是使用该技术后，32 英寸显示屏各灰阶亮度与理想亮度之比的实测图。亮度精度标准差达到了惊人的 0.73%。

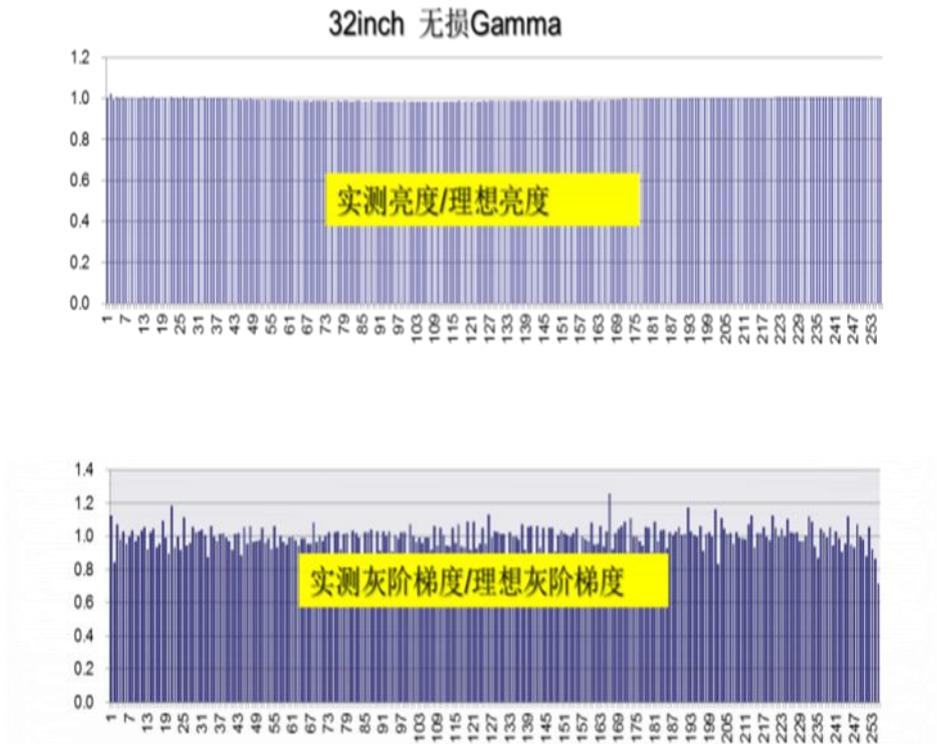


图 3.2-2 32 吋无损 Gamma 各灰阶亮度与理想亮度之比实测图

3.2.2.2 硬件低蓝光显示技术

短波(415nm-455nm)蓝光对视网膜细胞有潜在的损害作用，眼镜镜片、人工晶体等专业医疗器件，均普及了防蓝光的产品，以增强对眼底的保护作用。京东方艺云率先通过德国

TÜV 莱茵认证 (莱茵标准为 50%以下, 类纸技术可达到 35%以下)。波峰红移技术降低了屏幕发出的 415nm-455nm 波段有害短波蓝光, 从源头改变光源的波长分布, 匹配成熟的屏幕调色工程, 避免了传统防蓝光屏幕偏色的弊端, 保证画质色调依旧纯净。

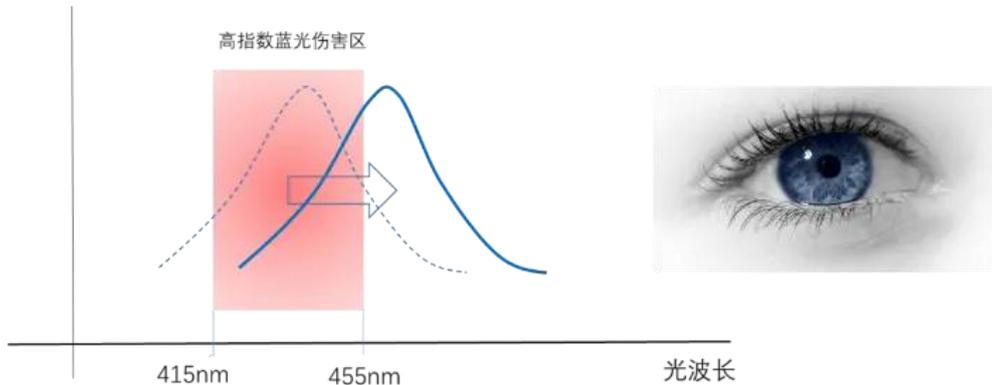


图3.2-3 低蓝光显示技术

3.2.2.3 无频闪技术

“即便人眼无法察觉, 实际上仍在快速闪烁”, 这是市面常规 LED 调光技术 (PWM) 的通病。快速、连续的闪烁会对视网膜不断产生刺激, 所以长时间观看有频闪电子产品, 容易导致视疲劳、视力下降、头痛、注意力分散、甚至神经疾病。京东方艺云采用直流调光技术, 可以彻底消除人眼无法察觉的屏幕闪烁。

亮度是人眼对光辐射强度的感觉, 也就是光子进入人眼多少的感觉。这种感觉的强弱可以由两种方式可以控制。一种是以人眼难以觉察的频率间歇地发出一种特定强度的光, 通过控制间歇期的长短, 即光脉冲的宽窄, 控制总的光射出量, 产生不同的亮度感。这种方式, 我们称之为 PWM 模式, 在电路上比较容易实现。

另一种方式是通过电压高低变化, 均匀地发射出不同强度的光, 从而产生不同的光强感。这项技术很依赖设备元器件的品质和电压调制技术。

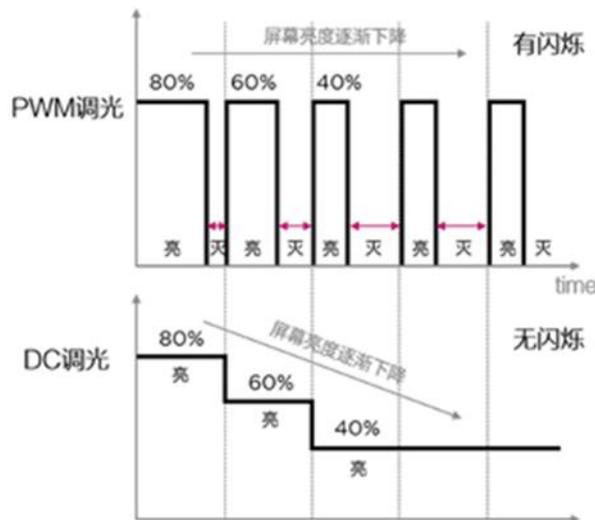


图3.2-4 无频闪调光技术

3.2.2.4 防眩光技术

京东方艺云采用 AG(Anti-Glare)工艺, 均衡调整屏幕表面雾化程度 (雾度 Haze > 25%, 鲜映性 DOI ≤ 1), 显示效果更接近纸张的自然反射, 明显消除了眩光不适, 优异的颗粒度

控制使得画质得到良好成像，同时也保证了侧面观映的亮度。

相较于喷涂、贴膜防眩光，他们的劣势在于光泽度低、粗糙度高、硬度和耐用性差，而采用蚀刻 AG 工艺，其生产工艺复杂，实现了屏幕高光泽度、防腐、抗指纹、防划伤，具体更加良好的实用性能。

防眩光对很多企业来说，是不太重视的。有两个原因：一个是市场原因，靓丽的外观有助于引起心理的兴奋，获得用户的注意。吸引用户和有益于用户是两个不同的维度，京东方艺云选择了第二个维度；第二个是旧指标的原因，依照旧的雾化率（Haze 率）只关注超出某个角度的出射光的多少，对光的分散性没有表达，所以工艺上无法对防眩光效果做出准确的评价和切实的控制。

正是注意到这种差别，京东方艺云开发了新的评价方法，以此为工具，研究了各种工艺效果的差异，通过与相关企业共同攻关，探索出最佳的工艺方法与条件，建立了自有的技术机密，取得了业界的一流的防眩光效果。

3.2.2.5 人因智慧调光

全球首发基于人群特点的调光技术，在不同的外部光环境下，屏幕亮度相应改变，才能达到更加舒适的观感。屏幕亮度与环境光差异过大，不但影响观看体验，还会导致用眼疲劳。京东方艺云屏幕亮度的调整机制，是基于与北京大学儿童青少年卫生健康研究所共同研究开发，通过特征库曲线动态改变屏幕亮度，适用于复杂的生活场景，同时根据观看者的性别、近视特征分门别类进行亮度调整，增强观感舒适度。

我们和北京大学儿童青少年卫生研究所研究了不同环境光条件下，人眼的适应的最大最小显示亮度及感觉最舒适的显示亮度曲线。以此为基础，建立了智能感光并以最舒适模式显示的 AI 显示技术。

该研究不仅研究了一些普遍性的问题，而且研究还发现了不同人群、不同环境对显示亮度有不同的适应性，依此建立了不同人群在不同距离观看显示设备的舒适度曲线，向精准人因智能调节显示技术迈出了可喜的一步。

3.2.2.6 图像智能匹配技术

京东方艺云独有，不同时期、类型、技法的作品，即便是相同的主题，也会呈现出完全不同的风格与质感。在屏幕上采取同一成不变的显示模式时，不可避免会损失掉部分作品风貌。基于艺术家的视角与追求，我们通过图像智能匹配技术，识别画作风格、特性、主题，调整显示参数，尽可能还原油画、国画、摄影、素描最本真的模貌。

如油画由颜料堆积而成，它的色饱和度较高，亮度较低；国画通常留白较多，亮度会高些；摄影作品经常表现阳光、水珠、珠宝等有高亮点的场景。它们需要有不同的显示参数，才能使用户从显示器中获得欣赏原图一样的观感。这一技术已申请专利。

3.2.2.7 类纸广视角技术

随着时代的发展，原有视角的定义已经不能满足对更好的显示的要求了。因为这个定义忽略了人对亮度变化的感受。它只重视了可见性，而忽视了舒适性。同样的视角，有的晃眼，有的柔和，而我们的技术指标却无法区分。

由于液晶显示的特性，光线出射屏幕后，侧面观看时的屏幕内容明显失真。京东方艺云采用独有的类纸广视角显示专利技术，提出类纸视角的概念，即以最大显示亮度的 50%为

视角分界点，在新技术的加持下，得到了高达 130°类纸视角范围（传统仅 90°左右），减轻了眩晕感让更多的家庭成员和朋友，分享共同观映的乐趣。

3.2.2.8 类自然显示技术

自然中的光线沿着不同的方向传播，而 LCD 屏幕由于有偏振片的过滤，传播的光线往往只能朝向一方，会造成显示质量的下降。

将液晶产生的单一方向的光逆转成为和自然光一样的圆偏振光是一项极具护眼价值的技术。中国标准化研究院《线偏光与圆偏光 LCD 电视对人眼视疲劳影响的眼动评估》、中国公共卫生《自然光液晶及普通液晶电视对视疲劳影响》等刊物论文也分析了圆偏振光对视疲劳的意义。

3.2.3 应用情况

除了产品端的直接应用外，以下技术还存在商业合作或检测、共同制定类纸标准等其他领域的应用，包括应用所得到的技术效果描述，在以下各项技术中分项表述。

3.2.3.1 无损 Gamma

画面的层次感更加细腻，还原普通屏显示丢失的细节（如图），更完整显示出了源图像的内容。调节基于物理特性（非软件调节），灰阶表现力提升 4-5%，1/6 灰阶区域得到改善。



图 3.2-5 无损 Gamma

3.2.3.2 硬件低蓝光

应用在有害蓝光 < 35%，不损失画质。有莱茵 TUV 认证报告。

3.2.3.3 类纸护眼无频闪

基于集团专利技术，完全避免屏幕闪烁，减轻视疲劳，提升用户体验，通过莱茵 TUV 认证。如图所示。



图3.2-6 类纸护眼无频闪

3.2.3.4 防眩光蚀刻 AG

业界首创了防眩光的量化评估方法（全镜面反射防眩光指数=100，全黑洞防眩光指数=0，艺云小课屏产品防眩光指数<1），该量化方法提供了防眩光的优化路径，基于该路径形成了独家机密技术。消除屏幕反光，减少用屏时的视觉干扰，更加利于眼健康（透射 Haze ≤25%）。

3.2.3.5 智能感光

基于权威第三方研究所联合课题，不仅纳入环境光为调整因素，同时考虑不群之间的差异，通过传感器识别用户的面貌特征，从人因角度调制亮度曲线，更加健康舒适。

3.2.3.6 图像智能匹配

不同的画作有不同的光学特性，此项技术根据不同画作显示参数匹配图像内容，明显提升画作的表现力和风格特征，显示效果更佳逼真，有益于培养儿童艺术鉴赏能力、美术绘画能力；甚至进一步根据不同艺术家风格，进行个性化显示，不仅限于儿童学习平板，也应用在了校园画屏等产品上。

3.2.3.7 类纸广视角

突破原有业内亮度视角，定义了更严苛的视角标准-类纸视角，以 50%亮度为边界，类纸视角≥130°（同类产品约 90°左右），产品为业内最宽的视角范围。搭载 ADSDS 技术（京东方独有技术），保证更宽视角下的色彩还原。

3.2.3.8 类自然显示

屏幕产生圆偏振光，光线传播方式接近自然光，应用在新的 C 端产品上。

3.2.4 相关证明材料

3.2.4.1 权威认证

- 获得权威检测机构认证

3.2.4.2 获奖材料

- 网易新闻教育金翼奖：小课屏荣膺 2022 年度科技创新影响力品牌奖项



图3.2-7 获奖材料1

- DICAWARD 2022 国际显示技术创新大奖：商显应用创新金奖



图3.2-8 获奖材料2

- 拾光纪 CA27D0 显示器：2020 年终评选潮流消费产品奖



图3.2-9 获奖材料3

- 拾光纪 SA27D0：获得中关村在线(ZOL.COM.CN)2020 年度优秀产品奖



图3.2-10 获奖材料4

3.3 面向用户真实使用场景下观看舒适健康的 ULED X 技术平台及应用——海信视像科技股份有限公司

3.3.1 背景介绍

显示画质是人们对显示终端显示效果最为直接的感受，画质好坏用来评价用户在观看显示终端是否有真实感、沉浸感、舒适感等。

传统电视终端的画质设计、调试及评价，通常是在暗室中进行的，受到外界环境的影响较小，但用户观看电视却是在真实环境下而非暗室中，不可避免受到环境光线的影响。测试环境和使用环境的差异，必然会使用户的观看效果难以达到期待的效果。

本案例根据 100 多个家庭的入户调研结果发现，用户观看电视的家庭环境光线复杂，无法用统一的画质参数来适应各种不同的观看环境。表 1 列出了一天中不同时间室内光线的照度，照度的波动使得人们在观看相同画面时的视觉感受有很大差异。在环境光较亮时观看电视，容易发生眩光，造成人眼不舒适的感觉并降低识别电视画面细节的能力；在环境光较暗时观看电视，又容易感受到画面刺眼，增加视觉疲劳感。由于环境光引起的不舒适的观看体验会对用户的视觉健康和心理健康造成极大地影响。

表 3.3-1 一天中不同时间室内光线的照度

时间	8:00	12:00	15:00	18:00	21:00 开灯
照度 (lux)	200	370	150	80	200



图 3.3-1 不同用户亮暗环境有所不同

同时，随着家庭住房面积的增大和布局的多样化，广视场角观看场景明显增多。观看环境的复杂性和场景需求的多样化使得对画质参数的把控尤为重要，而绝大多数用户自身并没有调节家用电视画质参数的习惯或专业知识。这些现状对电视产品开发时画质的调试以及对不同环境的适应提出了更高的要求和挑战。

在众多画质评价指标中，对比度是一项重要的参数。液晶电视的显示原理决定了 LED 背光不可避免的存在一定程度的漏光，因此尽管多分区 Local Dimming 控光已经显著改善了暗场效果，提升了对比度，液晶电视的静态对比度依然无法匹敌自发光的 OLED。然而当环境光对电视的观看效果有很大影响时，常用的静态对比度指标就不足以表征这一参数了，而引出了另一指标环境光对比度。环境光对比度是指在一定的环境光照度下，显示屏显示画面明暗的对比程度。海信 ULED X 电视系列通过研究用户电视真实应用环境的光照情况及大

量的实验验证,开发了环境自适应的混合调光技术、画质参数调整技术、区域控光技术以及抗环境光低反技术,实现了更高的环境光对比度,保障画面显示清晰的同时,避免了改善了长时间观看对视觉健康的影响。

3.3.2 案例介绍

本案例通过对用户家庭真实观看环境的调查研究,发现用户实际观看环境光线是复杂的。白天不同时段,就会有不同的照度分布,照度环境中的外在光线,对显示的效果是有直接干扰的,当环境光照分布比较强烈时,显示屏幕会存在较强的炫光现象,直接影响画面的对比度效果,而大部分用户,其实基本是没有主动调节画质参数习惯的,这就会导致光照较强时画面看不清,对比度觉得变差,光照较弱时又觉得画面过亮刺眼,画面景深感不够,视觉上存在因环境光变化引起的不舒适问题。另外,用户也有侧视观看的场景,如果屏幕的视角不佳,出现明显的色彩衰减和对比度的变差,也会引起视觉上的不舒适问题。

现存对比度测试方法多为暗室条件,无法表征用户在非暗室条件实际观看的感知对比度,暗室条件下测试的对比度指标即使很高,并不能说明环境光下的对比度体验就是用户满意的。环境光对比度是指在一定的环境光照度下,显示屏显示画面明暗的对比程度。所有人都有这样的体会:在晚上黑暗环境下看电视的感觉,要比白天有明亮自然光的环境下更好。这就是说当有环境光的时候,我们观看电视的体验会大受影响,电视原有的静态对比度意义就会下降,比如当有较强光线照在屏幕上的时候,对比度再高的产品屏幕也会有发白发灰的可能。所以这个时候,另一个电视的参数就显得很重要了,那就是环境光对比度(Ambient Contrast Ratio,简称ACR)。只有电视的环境光对比度越高,我们能在不同环境光下,都能获得出色的观看体验。

我们参考国际信息显示学会(SID)《INFORMATION DISPLAY MEASUREMENTS STANDARD》以及吴诗聪教授团队《Ambient contrast ratio of LCDs and OLED displays》等文献对LCD、OLED环境光下对比度研究工作,制定了电视环境对比度评估方法。可有效衡量用户在不同环境光下对显示效果的对比度实际感知。测试图卡、测量条件、测试步骤介绍如下:

- 测试图卡:

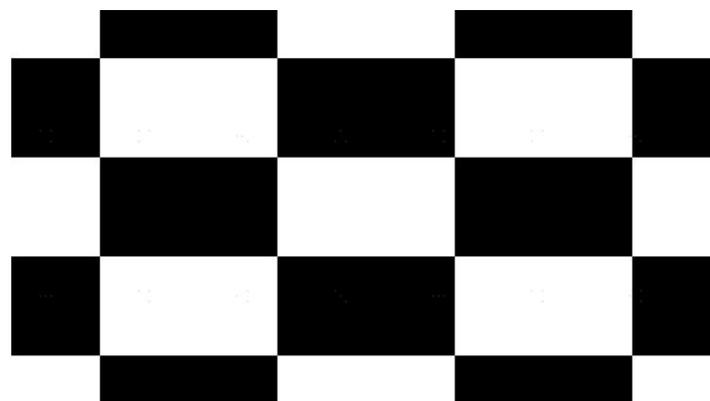


图 3.3-2 测试图卡

- 测量条件:

a) 测试信号: HDMI 输入棋盘格信号;

- b) 测量仪器：色度计 CA -310 或者 CA-410。
- c)SDR 下打开光感进行测试，测试三种照度 100/200/300Lux 下的棋盘格白和黑的亮度时，要注意避免对光感探头的遮挡（光感在遥控头位置）
- d) HDR 下是默认关闭光感的，不需要打开，测试数据计算时，代入三种照度 100/200/300Lux 分别进行计算。

● 测试步骤：

- a)输入棋盘格信号；
- b) 用色度计 CA -310 或者 CA-410 分别测量五个白窗口的亮度和四个黑窗口的亮度 L_v ；
(测量时要注意避免周边白窗的亮度影响；归零测试黑色部分，再测试白色部分)
- c) 将五个白窗口的亮度测量值进行平均得到； L_{white} ；
- c) 将四个黑窗口的亮度测量值进行平均得到； L_{Black} ；
- d)计算环境对比度 ACR，得到 100Lux、200Lux 和 300Lux 下的值；

$$ACR \uparrow = \frac{L_{White} + \frac{I_{am}}{\pi} \cdot R_L}{L_{Black} + \frac{I_{am}}{\pi} \cdot R_L}$$

L_{White} ：暗室条件 W1-W5 测试区域平均亮度

L_{Black} ：暗室条件 B1-B4 测试区域平均亮度

I_{am} ：环境光照度值

R_L ：反射率，是使用 CM2600D 类设备测量测试数据 SCI 平均值。

测试区域如下图所示：



图 3.3-3 测试区域

环境光对比度直接决定了用户环境光下的画质效果体验，上述环境光对比度的测量和计算上，将屏幕反射、环境照度、屏幕本身的对比度都有结合一起计算，综合考虑。

为了提供环境光对比度的表现，海信开发了全新一代显示技术平台 ULED X，充分结合对环境光照的影响分析和对人眼视觉特性的研究，聚焦提升环境光对比度 (ACR)，在具体技术上进行了多方面的升级改进。应用面板低反射设计，大幅降低环境光的干扰；结合 Mini LED 背光模组多分区控光技术和芯片算法，提高了屏本身的暗场控光能力；独创 16bits 混合调光技术，提升峰值亮度表现，从而大幅扩展亮度动态范围，提高屏本身的动态对比度显示能力；并在此基础上，通过应用环境光感的技术，结合芯片算法改进，根据环境光自动调整屏幕的背光和图像效果，这些技术的综合应用，最终实现在不同环境光下，对比度始终保持优秀表现，暗场细节清晰，亮场亮度舒适自然，让用户始终有视觉舒适的画质体验。

不同环境光下,还需要考虑实现环境光对比度的合适匹配,这需要结合光感的深入设计。传统光感只是根据环境光照的高低,进行背光亮度的高低调整,这其实并不能满足用户的实际体验需求。在偏暗或者偏亮环境下,只是带来背光整体的降低或者提高,这不会带来环境光对比度的体验上的明显提升。在光感的升级设计上,根据实际视觉感知体验,设计了可控光和图像自动深入调整的技术,可完成进行色调曲线的自动映射调整、色温自动补偿的调整、峰值亮度增益的自动调整、区域控光强度的自动调整。实现在偏暗的光照环境,整体亮度舒适不刺眼的前提下,对比度仍然表现优秀。偏亮环境,暗场细节仍然清晰,视觉舒适的同时,保持画面的透亮立体。

3.3.3 应用情况

基于上述的 ULED X 技术平台,海信已推出了一系列具体的产品如 U8H 系列和 UX 系列,在行业内也引起了高度评价。

以 U8H 为例,正如中科院欧阳钟灿院士所说,海信推出的新一代 ULED X 参考级影像产品 U8H,是中国首款基于用户真实使用场景开发的高端电视,超越了 OLED 的画质效果,可以让用户获得前所未有的沉浸感体验。

在专业测试方面,中国电子技术标准化研究院赛西实验室对海信视像科技股份有限公司送检的ULED 电视65U8H,参照《环境光条件下主客观画质评价方法》进行了检测。试验选择相同尺寸、不同类型的两款产品,在一定环境光条件下针对主要画质指标进行测试,检测结果如下:

序号	检测项目	单位	检测结果				
			海信 65U8H		某外资品牌 65 英寸旗舰 OLED		
1	屏幕反射率 ¹⁾	%	1.26		2.21		
2	环境光对比度	信号	SDR (光感开)	HDR (光感关)	SDR (光感开)	HDR (光感关)	
		100lx	963.4:1	2058.3:1	340.9:1	487.3:1	
		200lx	748.0:1	1159.4:1	199.1:1	244.3:1	
		300lx	671.7:1	807.2:1	133.6:1	163.2:1	
3	稳定峰值亮度	cd/m ²	1%	2648		723.6	
			2%	2568		764.0	
			10%	2283		673.7	
			25%	2158		516.1	
4	色彩空间	BT. 709	% 99.7		100		
		DCI-P3	% 99.0		99.5		
		BT. 2020	% 80.3		77.4		
5	色准△E2000 ²⁾	—	0.73		1.76		
6	光电转换特性 (Gamma)	—	通过		通过		
7	视角	色度衰减	° 35		60		
8		色度偏移	° 65		25		
9		亮度衰减	° 40		65		
10		黑场上浮	° 70		70		
11		Gamma 偏移	° 50		70		

¹⁾ 反射率越低越不容易造成反光或者眩光; ²⁾ 数值越小说明色彩还原度越好。

图 3.3-4 画质指标检测结果

测试结果显示:海信ULED 电视65U8H 在稳定峰值亮度、环境光对比度、色彩空间和色准等方面的画质表现力均优于被测OLED 电视。

在媒体评测方面,以“快科技”的评测为例,详细列出了具体参数和优点:

U8H将海信自家所有先进技术集于一身，可以提供媲美OLED的画面表现。

- **最高 2432 背光分区**

U8H 的三个尺寸，65 寸拥有 1456 个背光分区、75 寸拥有 2040 个背光分区，最高端的 85U8H 则拥有 2432 个背光分区。

通常只有旗舰级的电视才会拥有 2000+背光分区，如此之多的分区背光能够实现更将精细的控光，使得画面明暗层次更加分明，整体画质既视感更为出色。

- **16bits 环境控光+2000nit 峰值亮度**

海信 U8H 最大的创新是将调光精度从 12bits 提升至 16bits, 实现 4096×16 级智能控光，环境光对比度达到了 OLED 的 3 倍。

16bits 环境控光加上双纳米结构的 MiniLED 背光技术，U8H 可以在 1%的小窗口下提供超过 2000nits 的稳定峰值亮度。

相比之下，普通的电视只能在 30%窗口提供 10s 瞬时峰值亮度。

U8H 如此之高的稳定峰值亮度以为这它可以尽可能的还原真实世界人眼对于光线的感知，比如先 HDR 游戏，它能展现出接近真实太阳的亮度，带来非常震撼的视觉感观。

- **1+N 分布式驱动芯片架构**

背光分区越多，控光算法越复杂。对此，U8H 采用了 1+N 分布式驱动芯片架构，以信芯 X+超画质芯片协同近 600 颗分布式控光芯片，高效驾驭 2000+个分区背光系统，控光响应速度 10 倍提升，控光精准度提升 5 倍。

这是一块海信专属定制黑曜屏，拥有 IPS 的可视角度、响应速度，同时也拥有 VA 屏的超高对比度。同时由于采用了量子点技术，支持 99%的 DCI-P3 色域覆盖。这块屏幕拥有 2000nits 的峰值亮度，BT2020 色域覆盖高达 80%以上，色准 $\Delta E \approx 0.8$ 。

网络媒体人“杰夫观点”评测，也针对 U8H 的环境对比度效果进行了高度评价：

在电视部分，我们见到的产品中，做得最好的可能要算今年海信的旗舰 Mini LED 电视——U8H 了，当然就和我们说的一样，海信 U8H 同样是利用屏幕亮度和反射率来提升自己实际的环境光对比度。

以海信 U8H 为例，最高峰值亮度为 2000nit，而黑色最低亮度则可以达到 0.001nit。但真正厉害的是，海信可以在 1%的窗口下维持住 2000nit 的最高亮度，在全屏下也能做到持续亮度接近 1000nit，所以即使有环境光照射的环境下，海信 U8H 依然能做到较高的对比度。

从实际的效果来看，目前像海信 U8H 在环境光对比度上，当环境光处于用户日常环境在 50~200lux 照度左右的时候，会比 OLED 电视高出三倍，比其他 LCD 电视高出四倍。总体来说，如果一款电视能拥有较高的亮度和拥有降低反射的涂层，基本上这款电视的环境对比度会做得比较好。

3.4 新型健康显示技术—武汉华星光电技术有限公司

3.4.1 背景介绍

新型显示技术的出现丰富了人类视觉感知的形式和内容，促进了信息社会的快速发展。同时，各类显示器件的广泛应用和人们对信息设备的过度依赖，使得视觉健康问题日益突出。有报道指出，目前国人平均每天使用手机等电子产品的时间超过三小时，而目前中国青少年近视发病率已超过 50%，大量青少年群体的近视已经严重影响中国下一代的健康成长，这其中手机等电子产品的滥用是导致近视率高发的重要原因之一。巴黎视觉科学研究院经过长期试验发现，视网膜色素上皮细胞在 415-455nm 波长的蓝光照射下凋亡最多，即人眼在此波段易引起黄斑病变。最新研究表明，暴露在现在常见的手机、计算机屏幕的蓝光下，不仅伤害视网膜，也会影响大脑，导致短命，而且即使蓝光未照射眼睛，一样造成伤害。以“减少有害蓝光”为代表的新型健康显示技术近些年来受到广泛关注，蓝光对人眼的视觉危害已成为全社会共识，「低蓝光、护眼」一度成为了大家购买电子产品的刚需。

除此之外，显示器也在朝着高色域、高动态对比度、圆偏光等方向发展，然而显示器的偏振特性、显示色域范围及高动态对比特性与人眼视觉疲劳之间相关性的研究在国内还处于空白。

本案例开发了符合人眼视觉健康显示技术，为广大消费者的视觉安全与健康做出贡献，提供更好的视觉体验以降低眼相关病的发生率，使我们的生活环境越来越人性化和理想化。同时，本案例的研究为国内面板行业的发展寻找到了新的突破口，基于健康显示的面板产品会具有更高的社会关注度和青睐性。

3.4.2 案例介绍

3.4.2.1 案例总体介绍

显示技术所引起的视觉健康问题是显示器件光电性能和观看条件对观看者视觉感知系统综合作用的结果。不同显示技术的光电性能对视觉健康影响机理尚未明确，新型显示技术如虚拟成像显示的光电性能测量还没有统一的标准。观看条件对视觉健康影响的研究也处于探索阶段，显示器件的光电性能与其相互作用的研究尚未开展。因此研究观看者的生理、心理等人因参量变化规律，探索不同显示器件光电性能和观看条件对视觉健康的综合作用机制，建立符合人眼视觉感知特性和感知过程的关联性模型，是本案例解决的关键科学问题。

解决的关键技术问题：

- 低蓝光健康显示技术开发；
- 自然偏振特性健康显示技术开发；
- 高动态对比度健康显示技术开发；
- 广色域健康显示技术开发。

3.4.2.2 主要研究内容

● 显示器件输出光谱调控与优化技术

开发相应带隙能量的蓝光芯片，通过调节 AlGaInN 半导体组成元素的构成比例缩窄半导体材料的能带宽度，实现蓝光发射波峰红移，减小短波蓝光的能量占比；开发高效率激发

荧光粉，调整液晶背光的蓝光比例。同时开发与之相匹配的彩色滤光膜。实现不同比例蓝光的液晶显示器。

量化蓝光与人眼视觉疲劳间的关系，寻找最合理的光谱色域范围，为人眼视觉健康显示器件的技术开发提供必要的理论支持。评估短波蓝光对人眼的临界伤害，寻求对人眼伤害蓝光的临界波长及其相对能量占比。从光毒性角度评价其对视觉循环中人眼感光色素水平、感光细胞存活率及损伤性、光生化次生反应中间产物生成等影响。通过合理选择和组合量子点荧光、背光源 LED 的荧光体材料和液晶显示器的彩色滤光膜，控制光谱宽度来实现宽光谱以及广色域显示器。最终实现低蓝光、广色域显示。

● 自然偏振特性视觉健康显示技术开发

常规显示器产品多为线偏振光，改变显示器出光的偏振特性，使之更接近于自然光，成为本案例开发的重点。针对常规显示器件的线偏振光特性，通过在显示玻璃上偏光片中加入 1/4 波片基材，使得显示屏出射光线由线偏光变成圆偏光，更接近自然光偏振状态。选择逆波长分散性的 1/4 波片基材，保证圆偏光显示器在可见光波段中心波长具有较高的椭圆度，成为本案例开发的关键。薄片材料开发需要同时考量 1/4 波片基材的稳定性、上偏光片整体的厚度等关键量产因素。

为验证圆偏光显示器的光自然偏振特性的健康护眼效果，本案例遴选出不同光偏振特性的显示器件，选取不同被测人群进行观看测试，记录测试过程中被测者生理和心理的变化趋势，从脑电信号、眨眼频率、眼球运动相关参数等评价指标方面研究其对人眼视觉疲劳的影响，得到显示器件的光偏振特性与人眼视觉疲劳的感知关系，构建评价指标和评价方法，完善评价体系，反馈产品及技术开发方向。

● 高色域显示技术开发

色域作为显示器的重要光学参数指标，可直接反映显示器显示画面的失真程度。近年来，显示器一直朝着广色域、高色域的方向发展，以手机为例，其显示色域已由最初 70%NTSC 提升到现有的接近 100%NTSC，高显示色域显示屏已成为众多消费类电子产品的基本规格要求。提升显示色域的关键在于开发高色域激发荧光粉，从初期的硅酸盐粉到 YAG 粉，再到现在量产品中常用的 KSF 粉，使得消费电子产品的色域不断得到提升。未来基于 miniLED 背光技术，采用 QD 量子点膜替代现有的荧光粉，可进一步提升产品色域至 100%NTSC 以上。高色域显示技术开发中，如何平衡产品色域度和亮度成为技术开发的难点，选择高效激发荧光粉，开发与激发波长相匹配的彩膜光阻成为技术开发的核​​心。

● 自适应高动态对比度健康显示技术开发

研究表明，画面局部对比度细节提高有助于提升画面整体的显示效果，增强观看舒适度。自适应高动态对比度技术旨在通过硬件和软件算法搭配，提升画质的局部对比度，突出画面显示细节，增强显示效果。该技术开发硬件上依赖于矩阵式背光设计，采取分区控光方式，通过算法实现对背光分区的灰阶调控，配合各个分区中液晶玻璃的透过率调控增强画面的局部细节。硬件设计上，考量背光轻薄特性，矩阵式背光采用 miniLED 灯板架构，从板材、膜片、机构设计上以轻薄应用为前提，为实现 HDR 显示效果，背光设计需搭配相应的驱动控制。软件算法上，基于分区背光的 LCD 需要满足现行的 VESA HDR1000 标准，并通过算法的优化调试达成最优主观效果。

为证明自适应高动态对比技术的健康护眼效果,本案例同样采用人因工效学方式进行相关实验验证,选取不同的测试人群,根据不同被测者的使用习惯,模拟不同情境、不同观看时间、不同观看距离以及不同测试内容等因素,记录被测者观看生理和心理的变化状态,分析不同模拟因素对不同的人眼视觉功能的影响。评估人眼的舒适度,寻找最佳对比度,为产品设计提供相关的技术参考。

3.4.2.3 创新点

● 创新点 1: 光谱调控与优化技术实现方法

采用调节 LED 芯片中蓝光发光半导体材料元素比例的方式改变蓝光峰值,使蓝光峰值产生红移,从而实现了短波蓝光占比减少的目的。在开发宽光谱、广色域技术方面,通过开发具有高色域的激发荧光粉材料,搭配相应的彩膜光阻材料,实现了显示面板色域提升。

● 创新点 2: 自适应动态对比度与光自然偏振特性技术开发

通过背光智能调节技术改变显示不同区域光线的明暗,提升了画面整体的对比度效果。通过人因实验的方式,找出适合人眼观看的最佳对比度范围,开发出了符合人眼视觉健康的自适应动态对比度技术。在线偏膜材基础上添加具有逆波长分散性的膜材,改变显示器件出射光的偏振特性,使之更接近于自然光。通过人因实验的方式,分析比较线偏光和圆偏光与人眼视觉疲劳之间的相关性,完善了视觉疲劳评价标准和评价体系,开发了符合人眼视觉健康的光偏振特性显示器件。

● 创新点 3: 模拟人眼视觉生理特性的光辐射在视网膜上有效辐照量的测试方法,解决视网膜蓝光光化学危害的科学评价问题

通过研究新型显示器件光学辐射对视觉健康的影响,尤其蓝光辐射在人眼视网膜上的辐照所产生的潜在光化学危害。采用模拟人眼瞳孔尺寸的孔径光阑,模拟人眼瞳孔、晶状体、视网膜之间视觉生理特性,形成了专用光学成像装置,保证在任意距离下蓝光危害的测量视场角始终不变,对光辐射在视网膜上形成的有效辐照量进行测量,从而解决了新型显示器件光辐射危害的科学评价方法和量化模型问题。

3.4.3 应用情况

TCL 华星的新型健康显示技术已广泛应用于各类产品及解决方案,未来,TCL 华星将持续关注视觉健康,致力于在「屏」时代里为消费者提供绿色、健康、安全显示的解决方案,致愿成为全球健康显示领域的行业领军者,进一步推进视觉舒适产品的研发,推动显示产品行业的持续蓬勃发展。

3.4.3.1 低蓝光健康护眼显示

TCL 华星低蓝光产品,具有 Eyesafe Display (低蓝光占比、低有害蓝光量),高色精准度,高色域,高对比度,低功耗等特点,从色彩显示、色温、蓝光占比和蓝光有害系数等方面出发,提供了一种硬件减少有害蓝光的解决方案,实现硬件级低蓝光,精准面向大、中、小学生以及普通消费者对护眼的需求,保护消费者的视觉健康。

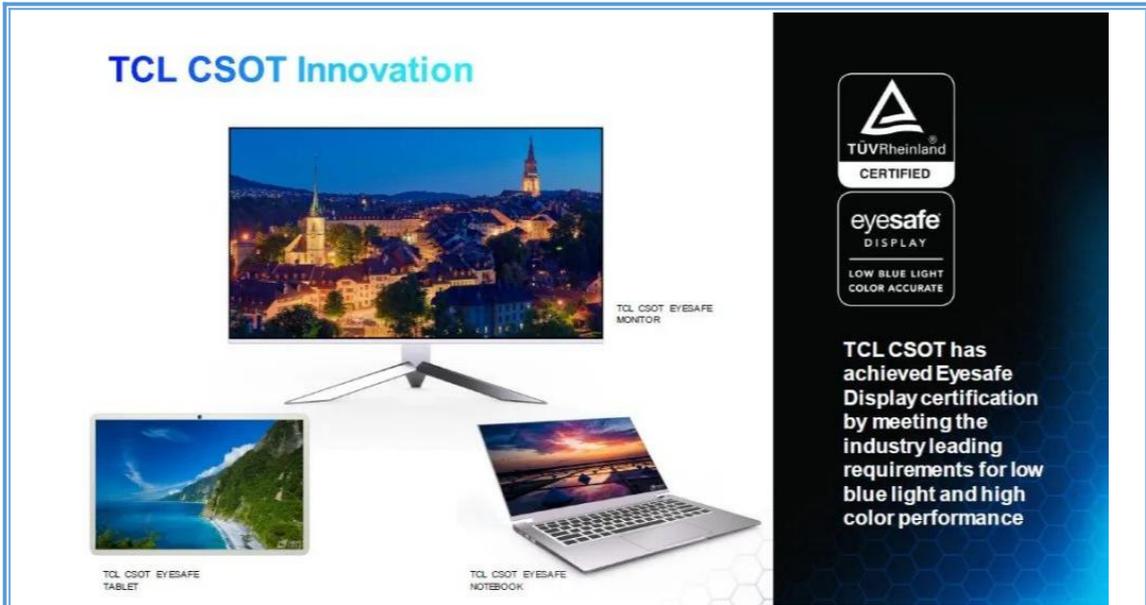


图 3.4-1 TCL 华星低蓝光产品

● 8.4 英寸 LTPS WQXGA 低蓝光液晶屏

该产品获得德国莱茵 TÜV 集团（简称 TÜV 莱茵）颁发了国内首张低蓝光 Method 2 手机液晶屏低蓝光认证证书。该产品的创新之处在于：通过将短波蓝光波段滤除或减少其在可见光波段的占比，减少高能蓝光对人眼的危害，达到护眼的目的，并使画面不会因颜色偏黄失真，在产品性能与用户健康之间已取得一个适当的技术平衡点。避免了传统的防蓝光方式如贴蓝光过滤膜和使用抗蓝光软件等，在一定程度上过滤了颜色组成的必要蓝色光，但是不可避免的出现画面色偏现象。



图 3.4-2 独特的“低蓝光护眼产品

● 14.0 吋 3K Notebook

TCL 华星低蓝光技术将蓝光 LED 主波长红移，将有害蓝光降到 50%以下，从根源上降低短波长蓝光伤害。TCL 华星的 14.0 吋 3K Notebook 的有害蓝光比例为 39%（常规 LCD 面板的有害蓝光比例为~60%），可在保证极致画质的同时，大幅降低人眼伤害。

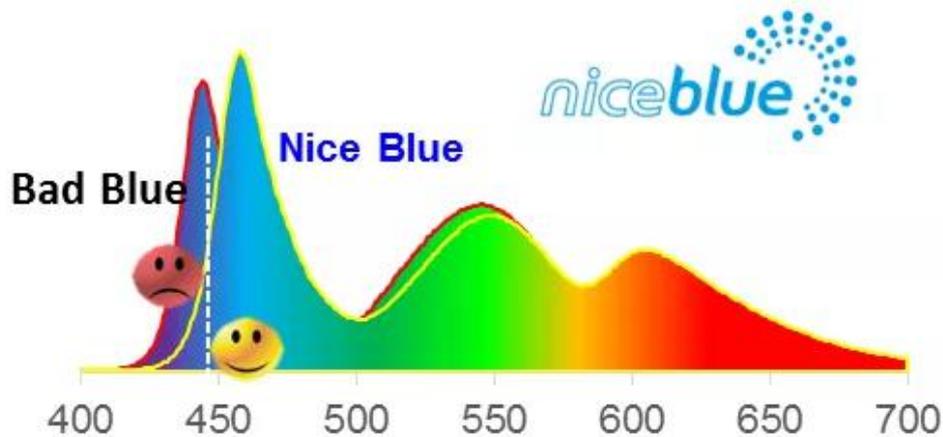


图 3.4-3 降低短波长蓝光伤害示意图

除硬件级低蓝光外，屏幕使用全亮度 DC 调光以及 PWM 调频技术，从而消除高频频闪，可有效缓解视觉疲劳。

3.4.3.2 高动态对比度显示

基于武汉华星光电在 miniLED 直下式背光显示技术上开发的经验积累，公司研究人员主动研判市场动向，及时将基于 miniLED 的高动态对比显示技术应用于中尺寸平板和笔电，以及车载显示，持续开拓市场和客户，先后开发处 13.3' 平板样机、17.3' 笔电样机以及全球首款 48' 背光曲面车载屏，车载屏长 1.4m，车载行业首发 5096 分区 AM mini-LED 背光样机，可带来百万超高对比度的极佳的驾驶视觉感受。



图 3.4-4 17.3' mini-LED 笔电



图 3.4-5 13.3' mini-LED 平板



图 3.4-6 48' mini-LED 车载曲面屏

3.4.3.3 健康显示标准

武汉华星牵头起草了《健康显示器件 第 1 部分 移动显示终端用低蓝光器件技术要求与测试方法》团体标准，填补了低蓝光显示技术相关评价标准的国内空白。为探究低蓝光显示技术的健康护眼特性，武汉华星光电与中国标准化研究院合作，基于武汉华星自主生产的普通手机屏和低蓝光显示屏进行人因功效学实验，通过变量严格控制后分析被试者的主观和客观数据判定低蓝光显示屏的健康护眼特定。实验结果表明低蓝光显示屏较普通显示屏在整体舒适性、颜色舒适性和整体显示效果满意度方面明显优于普通显示屏。通过低蓝光人因功效学实验验证了低蓝光显示屏可以减轻人眼视觉疲劳、提高人眼舒适度，达到较好的健康护眼的特性。

武汉华星牵头起草了《显示产品视觉健康技术要求 第 3 部分 教育平板电脑》团体标准，教育平板电脑是家庭教育市场上的重要产品，因主要使用群体为学生，所以对视觉健康的要求是十分必要的。本标准从教育平板电脑使用的技术、性能参数、和主观评价等方面对其进行技术等级划分，范围包含低蓝光、低频闪、环境光检测、时长控制、距离检测、翻转&抖动提醒等方面，同时规范了测试手法。同时该项目也是中国电子视像行业协会显示与视觉健康创新分会规划的健康显示产品系列标准的一部分。

3.4.4 相关证明材料

- 获得权威检测机构认证

3.5 显示器 AM 驱动背光技术—京东方晶芯科技有限公司

3.5.1 背景介绍

3.5.1.1 京东方晶芯 Mini LED 背光事业

随着 Mini LED 技术的腾飞式发展和应用领域的扩展，尤其是在车载显示、平板电脑、笔记本电脑、电视、显示器以及 VR 等领域的不断渗透和日臻升级完善，Mini LED（简称 MLED）背光应用格局进入百花齐放的状态，受到整个产业链和显示领域的高度重视，不少知名面板厂商、新型显示力量企业也加速布局相关的产品线和技术路线。作为 MLED 显示行业的标杆力量，京东方晶芯科技有着深厚的技术积淀和完善的产品布局。目前，京东方晶芯科技背光业务已经赋能 Monitor（以下简称 MNT）、TV、NB、VR、车载多个细分领域，并取得了优异的市场反响。在 MNT 背光方面，晶芯科技与多家知名终端 MNT 品牌商联合推出了极其出色的 MLED MNT 产品，在终端市场中掀起了玻璃基 MLED 背光显示的热潮。针对 MNT 背光市场上现有的 PCB 基技术参差不齐、低分区光晕差以及 POB 方案整机模组厚度较厚、不美观的痛点，晶芯科技以玻璃基 MLED 技术的超高分区、自有光晕算法以及超薄模组等种种优势解决了相应的问题。从性能到外观，京东方晶芯科技玻璃基 MLED 技术都是支撑 MNT 产品优化大众使用体验，帮助显示器整机优势尽兴发挥的背光技术。

据 LED inside 及 BOE 行业调研预估，2021~2025 年 Mini LED 背光年复合增长率达 40%，其中 MNT 由于为 MLED 空白市场，市场应用前景广阔，主要为 Gaming 及 Content Creator 应用。2022 年全球 Gaming MNT 预测为 30 M PCS，市占 18%；31.5inch UHD 144Hz MNT 和 34inch WQHD 165Hz MNT 将成为 Mini LED 的主发力平台。

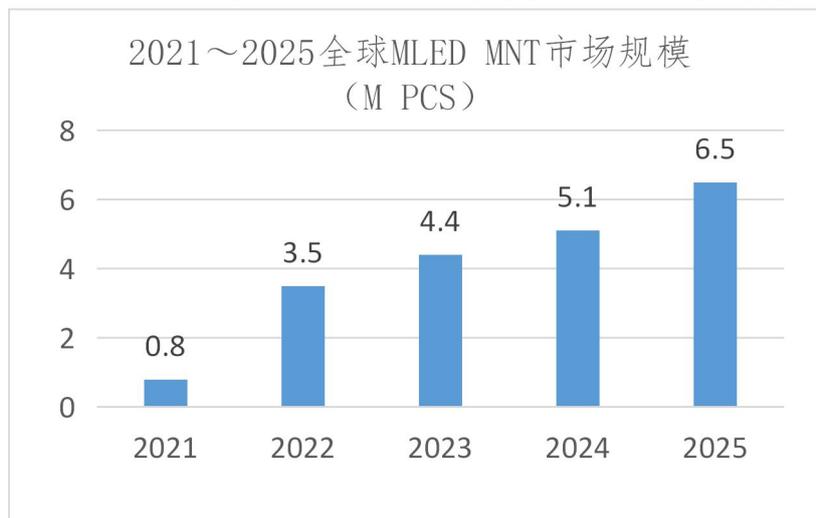


图 3.5-1 MNT 市场规模预计

3.5.1.2 低蓝光&Flicker Free

● 蓝光&Flicker 危害

蓝光辐射对视网膜上视锥状细胞和视杆状细胞两种视觉细胞造成损伤，引起人眼视觉下降等病变，也会扰乱褪黑色素和皮质醇的分泌，对人体睡眠、生物钟等节律调节方面产生负面影响。蓝光危害程度，与波长相关，实验证明 415-450nm 波段对人的视网膜造成损害，又称为“有害蓝光”。而 460-500nm 蓝光对人体节律调节影响较大。

近年来，由于社会进步，人们对健康意识的提升，尤其提倡“护眼行动”以来，蓝光辐射伤眼的痛点不断被提及。液晶显示屏的背光光源是白光，目前普遍的是利用蓝光芯片激发量子点发出红光绿光，再与剩余蓝光混合成白光。这种发光机制具有光效高的优点，但使用过程中也有缺点，例如 LED 光谱中含有高能短波蓝光波峰，通常在 415-450nm 有功率强度高，蓝光占比较高，防蓝光方案及标准至关重要。

随着人们对于显示技术的要求不断提高，无闪烁认证（Flicker Free）慢慢的出现在了各大显示器平台的宣传中。闪烁是一种或多或少可见的亮度变化。产生闪烁的最简单方式是开关光源。如果以不同频率进行这种操作，就会出现从肉眼可见的慢速闪烁到不可见的高频率闪烁（这种情况下人眼看到的是连续亮光）。可见的闪烁感往往会给人造成不适感。尽管多数情况下这是无害的，但在极端情况下可能会诱发光敏性癫痫，闪烁源包括从发光体、LED、可视显示器到电视等。

德国莱茵 TÜV 是目前市面上显示器认证的权威机构，早已开发出独家的显示器品质标准，可针对显示器的蓝光强度、波长及亮度改变时的画面闪烁等进行检测，即使在暗房或低亮度照明环境下，显示器画面需要达到不闪烁的情况，而无闪烁认证则是依据光生物安全标准 IEC/EN 62471、ISO 9241-307 标准为基础提出的认证项目。

- **现有方案**

- **低蓝光**

低蓝光方案可以分为软件和硬件两种，软件方式如电路调节是通过降低蓝光电压，达到降低蓝光峰值强度目的，红波和绿波波长变化较小。电路调节具有开发速度快，风险低的优点，但易使屏幕产生严重色偏。

硬件方式有改变蓝光波长、加入蓝光薄膜、调整彩膜光阻等。目前背光源 LED 灯珠普遍采用蓝光芯片中心波长在 445-450nm 左右，且由于 LED 蓝光波段存在的半波宽，其在 420-460nm 波段有着相当部分的蓝光存在，因此对人眼的伤害很大。调整背光芯片，使得 LED 光谱蓝光波峰红移，从而降低短波蓝光波段的强度；蓝光薄膜方案是在基材表面加入反射型或吸收型蓝光薄膜，从而减小蓝光的透过率，达到防蓝光效果；调整彩膜光阻是通过改变 B 像素开口率，降低蓝光透过率，达到防蓝光效果。

- **Flicker Free**

采用背光 AM 驱动方案可以得到更高的显示效果，同时改善传统 PM 驱动方案带来的闪烁问题。AM 驱动方案从硬件出发，在根源上解决屏闪问题，提高画面稳定性和流畅度，在兼顾了健康护眼特性的同时带来更好的画面观感与用户游戏体验。

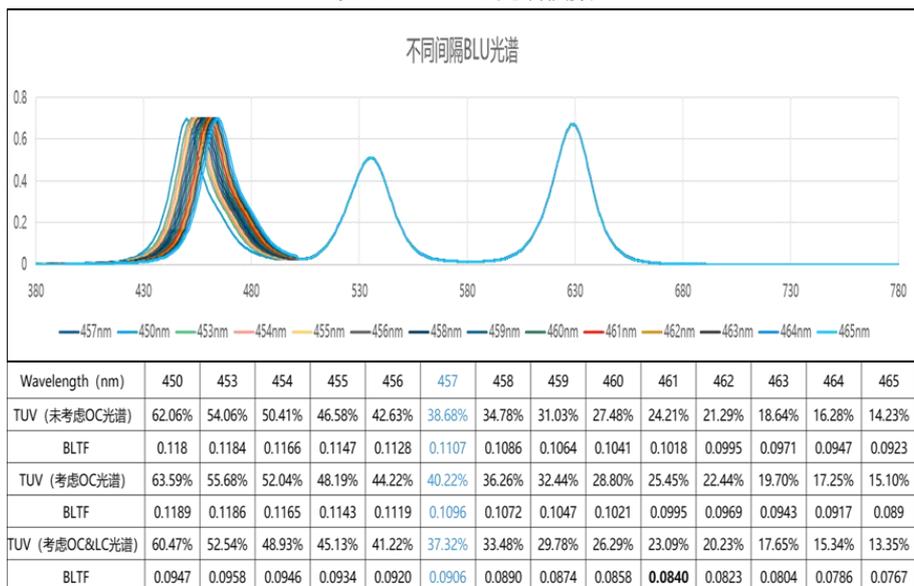
3.5.2 案例介绍

3.5.2.1 低蓝光案例

- **低蓝光-灯板选择**

普通灯板的波峰为 446nm，为进行长波 LED 低蓝光技术开发，使用波峰为 457nm 的低蓝灯板（LBL）进行初步验证。如图所示，低蓝灯板搭载激智 QD，以 1nm 波长光谱模拟峰值波长 450nm-465nm BLU 光谱（不考虑其对 G/R 影响）。

表 3.5-1 BLU 光谱模拟



从模拟数据可以看出，457nm BLU 光谱（实测），在考虑/不考虑 OC 光谱情况下，TÜV 蓝光占比分别为 40.22%/38.68%，满足 TÜV 硬件低蓝光需求；同时考虑 2nm Margin，在 455nm 下，TÜV 蓝光占比分别为 48.19%/46.58%，也满足 TÜV 硬件低蓝光需求，因此 LED 波长红移到 455nm 以上，低蓝占比可达成小于 50%；值得注意的是，两者毒性因子均无法达成 BLTF < 0.085，Eye Safe 未通过，而 LED 波长红移到 461nm，可达成 BLTF < 0.085。

依据 LED LBL 实际波长 457.5-465nm，模拟不同波段色域达成情况如下图，LBL 灯板 + 晶芯 QD 实测 BLU 光谱 + B4 PR 组合模拟，无法达成 DCI 99%；LBL 灯板 + B10 激智 QD 实测 BLU 光谱 + B4/B10 PR 组合模拟，均可达成 DCI 99%，B4 PR 色域达成情况略优；考虑 LBL LED 波长影响，当蓝光峰值波长为 465nm 时，仅可达成 DCI 94.8%，色域匹配度低。

表 3.5-2 色域模拟

Test item (光谱)	晶芯QD+27次增		B10 QD+27次增LBL	B10 QD (激智EQ300-E62) +27次增LBL (不同波长)		
	Normal-0620	LBL-0916-1	QD激智EQ300-E62 (实测)	457nm (实测)	462nm (SIM)	465nm (SIM)
PR	15R/59G/202B 2.4/2.4/2.4	15R/59G/202B 2.4/2.4/2.4	15R/59G/202B 2.4/2.4/2.4	B10-R/B10-G/B10-B 2.4/2.4/2.4	B10-R/B10-G/B10-B 2.4/2.4/2.4	B10-R/B10-G/B10-B 2.4/2.4/2.4
LC	考虑	考虑	考虑	未考虑	未考虑	未考虑
Rx	0.692	0.691	0.694	0.690	0.690	0.690
Ry	0.306	0.306	0.303	0.305	0.305	0.305
Gx	0.185	0.184	0.214	0.198	0.196	0.194
Gy	0.762	0.754	0.739	0.744	0.738	0.733
Bx	0.15	0.14	0.143	0.144	0.138	0.134
By	0.056	0.063	0.049	0.048	0.058	0.067
Wx	0.34	0.316	0.325	0.320	0.324	0.327
Wy	0.36	0.332	0.313	0.282	0.297	0.308
WY	26.44	26.34	26.2	26.800	26.800	26.800
Adobe-1931	100%	99.80%	100.0%	100.0%	100.0%	99.5%
Adobe-1976	100%	99.20%	100.0%	100.0%	99.8%	97.7%
DCI-P3-1931	99.60%	98.00%	99.6%	98.4%	97.4%	95.6%
DCI-P3-1976	99.70%	97.80%	99.7%	99.2%	98.5%	94.8%
sRGB-1931	100%	99.80%	100.0%	100.0%	100.0%	99.3%
sRGB-1976	100%	99.10%	100.0%	100.0%	99.8%	97.4%
BT2020-1931	88.20%	87.30%	85.4%	86.3%	85.2%	84.0%
BT2020-1976	86.00%	83.20%	88.1%	88.0%	94.2%	80.7%

综上，OC，LC 光谱影响毒性因子，对于灯板的选择，兼顾硬件模式下白点色坐标和色域大小，模拟出低蓝光背光波峰的极限位置在 460nm 左右，降低了短波蓝光波段 440nm 左右的强度，从而达到蓝光强度降低及护眼的目的。其中，461nm 虽满足 Eye Safe 标准，

但较多红移会导致显示色域的减小和白色色坐标的偏移,不利于显示画面品味的提升。因此,设计时可以以 457nm 为临界点进行膜材调整,兼顾色域与 TÜV BLTF,若调整后 Eye Safe 仍不能满足,可进一步增大蓝光波长。

● 低蓝光-QD 选择

在上一节中,我们模拟后选择 457nm LED 作为低蓝光灯板,此波段下虽通过硬件低蓝光认证,但不满足 Eye Safe 标准,为此我们进行 QD 调整,制定满足 Eye Safe 标准的 QD 选择方案。

普通灯板和低蓝灯板搭载 OC (ME270QHB-NF1) 和不同 QD 测试发现,普通灯板的蓝光占比较高(均远远大于 50%),最基础的硬件低蓝光标准也不满足,这进一步验证了普通 LED 的蓝光危害较大。

低蓝灯板测试数据如下,对比发现低蓝灯板蓝光占比均低于 50%,满足硬件低蓝光认证。日立 QD 调整色点后可满足 Eye Safe,但亮度较低;惟怡、贝迪和激智 QD 亮度都高于日立,色温与毒性因子不满足,可以通过调整白点色坐标降低色温,调整 QD 的 G、R 比例以及波峰降低毒性因子。针对 QD 厂商的选择,我们发现惟怡在点亮时长测试中存在色点偏移严重的问题,因此后续调整我们选择贝迪和激智 QD。

表 3.5-3 不同 QD 实测数据

ITEM	P0: ME270QHB-NF1						P1: ME270QHB-NF1						P2: ME270QHB-NF1							
	日立G530		惟怡G540		贝迪G535		惟怡G540		惟怡G540		激智G535		激智G539		惟怡G530		惟怡G538		激智G540	
亮度	295 1		354 1.2		354 1.2		388 1.32		404 1.37		354 1.2		366 1.24		313 1.06		348 1.18		378 1.28	
BLU亮度	5199.1		6281		6210.1		3707		3850		3293		3455		3078		3350		3692	
色域	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
W	0.331	0.359	0.292	0.281	0.308	0.308	0.335	0.324	0.317	0.333	0.303	0.307	0.303	0.287	0.301	0.301	0.293	0.315	0.312	0.349
R	0.680	0.312	0.668	0.314	0.676	0.311	0.673	0.316	0.672	0.316	0.672	0.316	0.669	0.317	0.667	0.300	0.675	0.306	0.680	0.308
G	0.168	0.761	0.248	0.713	0.193	0.746	0.243	0.720	0.244	0.721	0.244	0.721	0.236	0.718	0.213	0.739	0.242	0.724	0.258	0.708
B	0.157	0.061	0.159	0.030	0.158	0.042	0.161	0.036	0.160	0.036	0.160	0.036	0.159	0.033	0.156	0.043	0.157	0.034	0.158	0.056
全色域-CIE1976	46.3%		48.8%		49.5%		48%		47.8%		50.8%		48.3%		48.9%		50.1%		44.3%	
DCI-P3-1976	98.4%		95.9%		97.8%		96.7%		96.8%		97.8%		96.9%		96.6%		97.1%		97.3%	
sRGB-1931	99.9%		99.5%		99.9%		99.5%		99.6%		99.9%		99.7%		99.9%		99.7%		99.8%	
Adobe-1976	99.2%		91.2%		98.1%		91.7%		92%		97.7%		93.1%		97.3%		93.1%		91.7%	
低蓝光占比	66.2%		75.4%		70.1%		74%		74.1%		71.5		72.7		73.4		74.1		70.4	
色温	5540		8961		6994		5384		6238		7330		7744		7613		7901		6408	
毒性因子	0.064		0.117		0.096		0.083		0.084		0.099		0.11		0.1		0.094		0.075	

● 低蓝光-QD 调整

上一节中,我们发现调整白点色坐标、GR 量子点后可以降低色温和毒性因子,进而满足 Eye Safe 标准。对于 QD 如何调整,我们做出模拟分析。首先以其中一组模组光谱(实测)为基础,调整 R、G 波峰以及峰值比例,模拟出满足 TÜV 低蓝占比和 BLTF 的模组光谱。OC 光谱和模拟出的 MDL 光谱可以推出背光光谱,背光光谱代入三刺激值数据可以计算出色坐标,进而计算出色域。从以下激智 QD 模拟数据可以看出绿波为 530nm,红波为 622nm 时,DCI-P3 (1976) 为 95.9%,Adobe (1931) 为 99.9%;绿波为 540nm,红波为 622nm 时,DCI-P3 (1976) 为 98.9%,Adobe (1931) 为 92.5%;当绿波为 535,红波为 622nm 时,模拟组合最佳,DCI-P3 为 98.6%,Adobe 为 98.4%。因此,针对激智,可以选择 G535, R622 的高色点 QD。

表 3.5-4 QD 模拟

	激智										贝迪									
	G540 R628		G540 R622		G535 R622		G535 R620		G530 R622		G534 R620		G534 R622		G538 R625		G538 R622		G538 R625	
	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
Red	0.682	0.309	0.675	0.317	0.674	0.318	0.672	0.321	0.674	0.319	0.670	0.323	0.673	0.320	0.676	0.316	0.672	0.320	0.677	0.316
Green	0.247	0.696	0.248	0.696	0.221	0.712	0.222	0.711	0.197	0.722	0.202	0.721	0.201	0.721	0.222	0.711	0.223	0.710	0.222	0.711
Blue	0.145	0.053	0.145	0.053	0.145	0.056	0.145	0.056	0.144	0.060	0.144	0.059	0.144	0.059	0.145	0.056	0.145	0.056	0.145	0.056
sRGB	100.0%		100.0%		100.0%		100.0%		99.9%		100.0%		100.0%		100.0%		100.0%		100.0%	
Adode 1931	92.7%		92.5%		98.4%		98.3%		99.9%		100.0%		100.0%		98.2%		98.0%		98.2%	
DCI-P3 1976	98.8%		98.9%		98.6%		97.6%		95.9%		94.5%		96.1%		98.7%		97.7%		98.7%	
TCO(全色域)	45.5%		43.8%		44.1%		43.5%		44.0%		43.2%		43.8%		44.3%		43.5%		44.4%	
White	0.306	0.330	0.303	0.332	0.305	0.329	0.308	0.330	0.310	0.325	0.306	0.328	0.305	0.327	0.307	0.330	0.310	0.331	0.311	0.330
CCT	6863		6993		6907		6747		6714		6898		6979		6815		6611		6563	
低蓝占比	35.1%		35.1%		35.1%		35.1%		35.1%		34.3%		34.3%		34.3%		35.1%		34.3%	
BLTF	0.083		0.082		0.083		0.082		0.084		0.083		0.084		0.082		0.081		0.081	

针对贝迪 QD，同样先进行模组光谱模拟，并通过 OC 光谱，三刺激值光谱计算出色坐标和色域。从模拟数据可以看出，绿波 538nm，红波 625 为最佳组合，DCI-P3(1976)为 98.7%，Adobe (1931) 为 98.2%。因此，贝迪可以选择 G538，R625 的 QD。

从模拟数据中可以看出色温和毒性因子与 QD 的 RG 相关性如下：增大 RG 比例，可以提高色坐标，降低色温，减小毒性因子；G 峰值红移，R 峰值蓝移，毒性因子减小。因此，QD 调整时优先提高绿波比例以及峰值降低色温和毒性因子。

以下是某厂商提供的 G542 R636 QD 样品测试数据，此波长虽不是最优组合，但模拟发现可以满足低蓝 Eye Safe 标准，实测验证与模拟结果一致。因此，我们可以通过改变 LED 波长，调整 QD 的方法开发低蓝产品。

表 3.5-5 低蓝认证组合

	激智			
	G542 R636 (模拟)		G542 R636 (实测)	
	x	y	x	y
Red	0.691	0.301	0.692	0.300
Green	0.252	0.693	0.245	0.697
Blue	0.145	0.052	0.148	0.049
sRGB	100.0%		99.4%	
Adode 1931	91.5%		92.4%	
DCI-P3 1976	98.8%		98.6%	
TCO(全色域)	47.3%		48.5%	
White	0.306	0.328	0.319	0.319
CCT	6875		6218	
低蓝占比	35.1%		34.0%	
BLTF	0.083		0.083	

3.5.2.2 Flicker Free 案例

目前显示技术企业 Mini LED 业务主攻 UHD 市场，并逐步向 Gaming 市场方向转移，27 及 32inch 市场规模大，34inch Mini LED Gaming 应用存在真空，同时，为拓展玻璃

基 AM 驱动 MNT 市场, 晶芯科技与 AOC (TPV) 合作立项, 诞生了 34inch WQHD 165Hz Mini LED Gaming MNT 产品, 此产品为全球首发玻璃基 AM 驱动电竞 MNT 产品, 极具性价比和竞争力, 拓宽了 Mini LED MNT 的市场。



图 3.5-2 34inch AM Mini LED MNT 产品实物图

该款 34 英寸 Mini LED 电竞显示器, 以全球首创的主动式恒流驱动技术树立了行业风向标。该产品采用了 Mini LED 背光技术, AM 玻璃基主动驱动, 整板无拼缝; 同时, 该产品有高达 4608 颗高质量 Mini LED 颗粒、1152 个独立背光分区, 具备 HDR1000 的亮度标准、170Hz 高刷新率、百万级超高对比度、近双百色域的优势。通过采用主动式恒流驱动方案, 从根源解决了屏闪问题, 通过 TÜV 莱茵 Flicker Free 认证, 消除画面撕裂, 极大满足用户的健康护眼的需求和画面显示效果。本产品具体的应用技术和特点介绍如下:

- **Mini LED 背光**

LCD 显示采用的是被动发光的模式, 需要背光源的支持, 而传统的背光源采用的是侧入式, 光源照射导光板后, 点亮整个屏幕的背面, 从而让整个屏幕都亮起来, 这种方法的高亮度通常只能实现千级对比度, 对于高对比度的表现存在不足, 功耗大, 画质色彩不够细腻。若使用 MLED 背光源, 直下式方法可以很大程度上提高液晶显示的亮度和对比度。同时, MLED 技术通过一颗颗 50~200 微米小尺寸的 LED, 搭配 AM 驱动方法和千级分区, 实现亮场更亮, 暗场更黑, 色彩更加精准, 显示效果甚至可以媲美 OLED 的显示效果。另外, MLED 技术解决了 OLED 应用场景受限和烧屏等问题, 将给整个显示设备上带来质的飞跃。

本产品便是采用了 Mini LED 背光技术, 1152 个独立背光分区, 高达 4608 颗高质量 LED 颗粒整齐排布在玻璃基板上, 实现 HDR1000 的亮度标准, 百万级超高对比度的显示效果。



图 3.5-3 MLED 背光显示原理

● 玻璃基灯板

与 LED 行业传统的 PCB 基板相比，玻璃基热膨胀系数低，耐热冲击力强，制造以及使用过程中遇高温不变形，无需额外措施及治具保证基板无翘曲。在画质方面，玻璃基产品对比度可以做到百万比一，可实现 115% NTSC 超高色域，且 HDR 表现优质，使得产品呈现清晰画质和高饱和度效果。功耗方面，相较 COB 产品，玻璃基在同等亮度和透过率的前提下可整体降低 20%。玻璃基板材料和工艺特性决定了其较高的稳定性和光学均一性，具有平整度高、无拼缝且无掉灯风险，使用寿命更长的优势。玻璃基的尺寸、耐热、耐湿等特性相较传统 PCB 基都实现了跨越式的提升。

本产品采用晶芯科技玻璃基技术，化繁为简，整板灯板设计，无拼缝 Mura，无拼板色差，组装便捷，为终端消费者带来无瑕画质的同时，还能打造纤细机身，符合时尚审美，内外兼修。玻璃基上搭载独立 IC 控制各自分区，采用 AM 驱动方案，可实现超高分区精准控光，展现更多亮部和暗部细节，带来更华丽的色彩及生动的细节表现。



图 3.5-4 MLED 玻璃基板

● AM 驱动方式与分区调光

相比传统的侧入式整体背光源控制方式，独立分区，局部调光的 AM 驱动方式具有更优秀的表现效果。背光 AM 驱动方式，采用独立的微米级尺寸 IC 控制上千个不同的灯板 MLED 分区，实现上千分区的 MLED 的亮灭控制，同时采用 PWM 的精细调光方式，实现每个分区 MLED 0 ~ 255 的不同灰度级亮度的调整，从而细腻呈现每处画面细节，达到显示的极致画质。

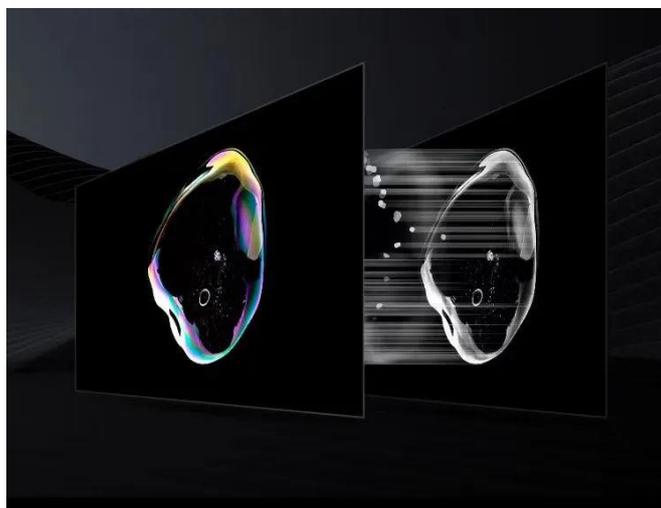


图 3.5-5 AM 驱动方式和分区调光示意图

本产品采用了 AM 驱动方案，动态控制 1152 个分区的 4608 个 Mini LED，各分区光之间互不影响，优化画面中黑白边缘出现的光晕现象，更真实、细腻地呈现环境变换。

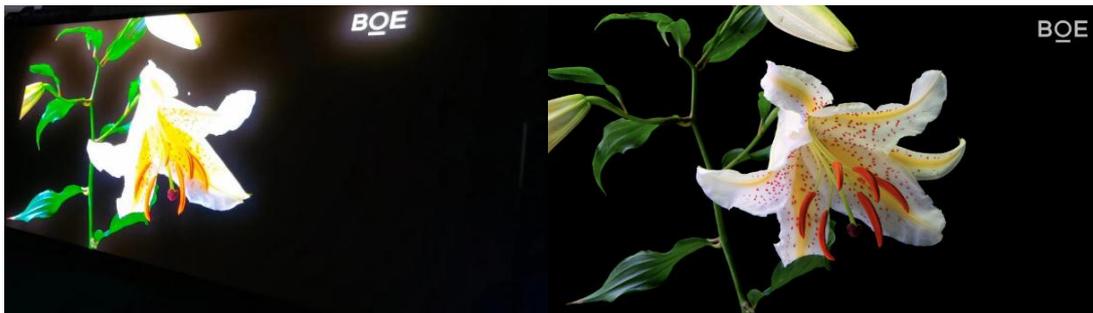


图 3.5-6 AM 分区调光改善光晕现象

AM 驱动方案从硬件出发，在根源上解决屏闪问题，提高画面稳定性和流畅度。AM 驱动支持 G-sync 和 Free-sync，可驾驭超高画质的大型游戏，保障画面无撕裂、卡顿、延迟等问题，在兼顾了健康护眼特性的同时带来更好的画面观感与用户游戏体验。

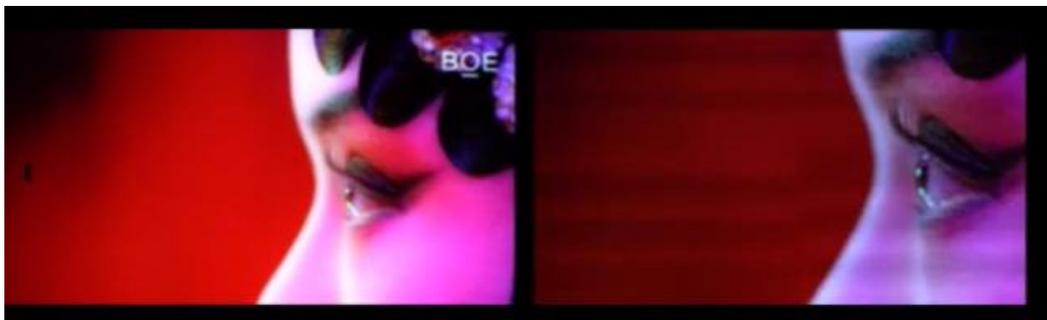


图 3.5-7 AM 分区调光改善屏闪现象

3.5.3 应用情况

对于低蓝光的应用，不同波段（557-562nm）都可以满足 TÜV 认证中的低蓝占比和 BLTF，但色域会有损失。且不同波段对应的最优 QD 不同，需要分开调整。目前 457nm 低蓝光灯板可以满足低蓝光标准，优先考虑此波段，若实测数据误差较大可适当提高 LED 波长。

对于无闪烁的应用，34 英寸 Mini LED 电竞显示器已经量产，从 2022 年 2 月到 2022 年 6 月期间，该产品的背光出货量达 5600 PCS，拥有较好的市场回应，扩大了京东方晶芯的电竞显示器市场。

2022 年 4 月 13 日，京东方晶芯科技 34 英寸玻璃基 MLED 电竞总决赛火热举办。活动围绕“竞·无止境”的主题，聚焦由 BOE MLED 和 AOC (TPV) 联合打造的首款 34 英寸玻璃基 Mini LED 电竞显示器产品与应用，为观众带来一场精彩纷呈的电竞体验盛宴。

本产品 34 英寸玻璃基 Mini LED 电竞显示器拥有 170Hz 超高刷新率，3440*1440 分辨率，1 毫秒极速灰阶响应，无残影、无卡顿、无延迟，显著提高用户游戏性能和体验感。178°超广可视角度，全方位还原臻彩视界，让用户沉浸屏前，纵览游戏全局，运筹帷幄。HDR 1000 认证，超高亮度，动态调光，无惧强光环境，处处可为“战斗”阵地，让所有的“孤勇者”也可站在光里。1000,000:1 超高对比度，黑曜石暗态画面与白雪般亮态画面的完美结合，视觉冲击力强，电竞游戏体验更刺激！超广阔色域 DCI-P3 97%，色深 10bit，产品色彩饱满、真实，细腻呈现酷炫游戏画面，为玩家带来酣畅淋漓的游戏视觉体验。基板采用玻璃基，耐热，无翘曲，长期娱乐游戏稳定性好，寿命长，久伴玩家打造无数爆燃时刻，

见证每个精彩游戏瞬间！1152 超高分区，4608 颗高质量 LED 灯珠精准控光，减轻图像周边高光遮蔽。AM 驱动支持 G-sync 和 Free-sync，背光与屏端完美匹配，运行更稳定，臻享每一个丝滑瞬间；TÜV 莱茵 Flicker Free 认证，无闪烁护眼的特性可为玩家带来舒适的游戏体验。三边窄边框 21:9 带鱼屏时尚设计，磨砂质感机壳搭载炫彩流光，点燃游戏激情！

比赛选手们全程使用 34 英寸玻璃基 Mini LED 电竞显示器，活动现场群情激奋，队员们热血澎湃，整场比赛精彩绝伦。经过重重角逐选拔，期待已久的冠军团队终于落地，活动完美收官！



图 3.5-8 比赛现场及所用游戏显示器

未来，京东方晶芯科技将一如既往的秉承对创新的坚持和对技术的尊重，持续推动 Mini/Micro LED 技术的研发突破，将全新一代玻璃基 Mini LED 产品加速应用于智能终端领域，携手行业更多合作伙伴，用更前瞻的技术、产品和服务回馈社会，为全球用户带来超高清“视”界！

3.5.4 相关证明材料

- 获得权威检测机构认证

3.6 虚拟现实终端视觉健康关键评价体系的建立及推广—中山大学中山眼科中心

心

3.6.1 背景介绍

虚拟现实（VR）是多源信息融合的交互式三维动态视景和实体行为的系统仿真，通过计算机仿真系统以及硬件交互，在工业、农业、医疗、军事等诸多领域具有广阔的应用前景。

“十三五国家信息化规划”将虚拟现实列为优先重点发展方向，近年来，国家科技部也将3D显示技术列为显示下一代平台技术，是具有前瞻性的国家层面布局，工信部也发布了《关于加快推进虚拟现实产业发展的指导意见》。狭义上的VR技术指封闭式VR；随着技术的发展，交互式MR、透视式VR（AR）及裸眼VR等多种形式被纳入为广义VR，其技术含义更为丰富。

但是，VR在引入新颖刺激观感的同时，其特有的仿真和沉浸感常引起视疲劳、眩晕、过度沉浸、过度情绪唤起、负性情绪，甚至抑郁等VR相关的心理生理健康问题，对视觉、听觉、前庭、触觉等多种感官都可能产生影响。VR显示物理指标、特有指标、心理生理指标与视觉健康的多重相关关系尚不明确，且目前尚缺乏其相关的质量数据库和规范的风险评价标准规范，成为亟需解决的重要科学问题和行业需求。

本案例拟从产品关键光电指标、视觉健康/心理生理健康评价指标等角度切入，构建面向VR技术的视觉健康评价模型和风险评价模型，对VR技术进行多感知、多场景临床评价，建立针对不同应用场景测试方法、关键参数风险阈值、基于视觉健康的VR产品使用指南，完成符合视觉健康安全的标准化研究，为VR行业创新、研发和质量控制提供科学、精准、可靠的技术体系。

3.6.2 案例介绍

本案例研究不同虚拟现实设备及其主要技术指标参数的不同量效刺激下，视觉质量的变化规律，主要包括三个部分：第一部分、评估虚拟现实设备使用前后视觉质量的变化规律，筛选核心视觉健康指标，建立视觉健康测评技术体系。第二部分、观看虚拟显示测试样片，采用单一变量变化、余刺激变量不变的方法进行分组评估对视觉健康的影响，建立三维视觉健康评估模型。第三部分、制定发布虚拟现实视觉标准、建立视觉健康终端平台，开展面向社会性的视觉健康测评。

3.6.2.1 评估虚拟现实设备对视觉质量的影响、建立视觉健康测评技术体系



图 3.6-1 虚拟现实视觉健康测试流程

受试者应符合的要求：18~45 岁之间；视力：双眼最佳矫正视力均 ≥ 0.8 ；眼压：10~21mmHg；裂隙灯显微镜下中央前房深度 $\geq 3CT$ 、周边前房深度 $\geq 1/3CT$ ；屈光度：双眼近视度数 $\leq 6D$ ，双眼散光度数 $\leq 2D$ ，双眼屈光不正度数之差 $\leq 2.5D$ ；首次泪膜破裂时间 $\geq 10s$ ；远距眼位：1 Δ exo~3 Δ exo；近距眼位：1 Δ exo~6 Δ exo；调节反应：+0.25D~+0.75D；无眼部疾病史，无眼科手术史；无影响测试检查的疾病史，如心血管疾病、精神疾病。

测评结果：采集受试者使用 VR 眼镜观看 30 分钟 VR 影片前后调节反应、近距离眼位、远距离眼位、辐辏功能 (AC/A,调节性集合/调节的比值)、平均泪膜破裂时间、首次泪膜破裂时间、Logmar 最佳矫正视力 (BCVA)、眼压、对比敏感度对数函数曲线下面积 (AULCSF)、截止空间频率 (Cutoff SF)、近立体视的数据。结果发现使用 VR 眼镜观看 30 分钟受试组 Logmar 最佳矫正视力和近立体视数据在观看 VR 影片前后变化存在统计学意义，为核心评价指标，余指标无明显波动。

3.6.2.2 评估虚拟现实物理参数对视觉健康的影响，建立三维视觉健康评估模型、界定虚拟现实物理参数界值



图 3.6-2 虚拟现实物理参数

● 评估虚拟现实物理参数对视觉健康的影响

招募 120 位正常人志愿者开展前瞻性自身对照研究，分别采集受试者使用 VR 眼镜观看不同视差、不同分辨率、不同视场角、不同亮度对比度下 VR 影片 30 分钟前后调节反应、近距离眼位、远距离眼位、辐辏功能 (AC/A,调节性集合/调节的比值)、首次泪膜破裂时间、Logmar 最佳矫正视力 (BCVA)、眼压、视疲劳评分的数据,比较观看 VR 影片前后受试者上述指标的变化并使用 Mann-Whitney test 分析其变化是否具有统计学意义，参考《虚拟现实视觉健康影响评价方法》团标[2]，在某个物理参数组合下，有大于等于 1 项视觉健康指标有统计学差异，则判定该物理参数组为高风险，反之则判定为低风险。

结果发现，在视差为 0°、5°、10°、20°30°时，观看前后近距离眼位、泪膜破裂时间等各项指标均发生明显波动。在亮度为 7.541、17.54、30.72、46.69、55.29、77.09、80.36、84.16、88.80、90.07nit 时，调节能力、辐辏功能、泪膜功能等各项功能均发生了明显变化。在分辨率为 2K 时，近立体视发生改变，在分辨率为 4K，观看前后调节反应、近距离眼位、远距离眼位、辐辏功能 (AC/A,调节性集合/调节的比值)、平均泪膜破裂时间、首次泪膜破裂时间、Logmar 最佳矫正视力 (BCVA)、眼压、对比敏感度对数函数曲线下面积 (AULCSF)、截止空间频率 (Cutoff SF)、近立体视的数据变化均无统计学意义。在视场角为 20.5°、24°、30°、48.5°时，观看前后各项视功能指标均发生明显波动。在刷新率为 60Hz、75Hz、120Hz 时，视疲劳评分波动更明显。在亮度对比度为 131、150、399、

422、610、654 吋远、近距离眼位、视疲劳评分等明显波动。

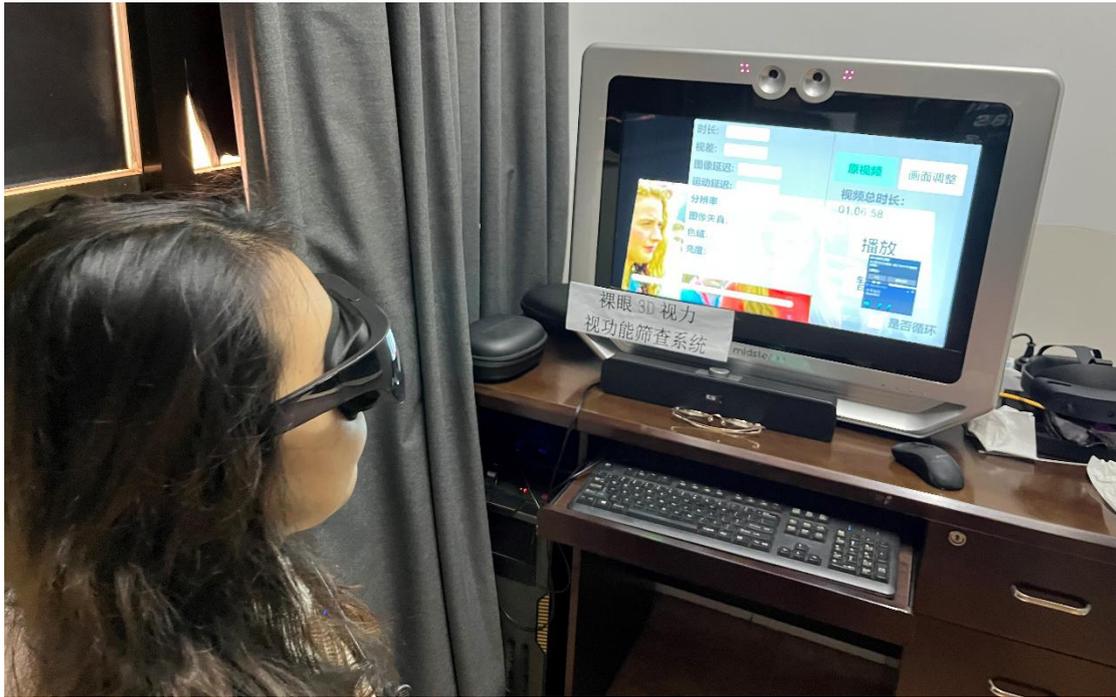


图3.6-3 受试正在观看不同参数下的VR片源

- 建立 VR 终端设备应用风险评估模型

采用 Fisher 确切概率检验不同物理参数之间设备应用风险数量是否有统计学差异并建立视觉健康模型，模型的 ROC 曲线准确度为 0.850，敏感度为 1.000，特异度为 0.800。

3.6.3 应用情况

3.6.3.1 虚拟现实视觉健康标准发布及推广应用

2022 年 1 月 24 日，由中山大学中山眼科中心作为牵头单位的团体标准《虚拟现实技术视觉健康影响评价方法》（编号：T/CSBME 052-2022）正式发布，中国电子技术标准化研究院、国家虚拟现实/增强现实产品质量检验检测中心、中国食品药品检定研究院、中国科学院苏州生物医学工程技术研究所、中山大学光电技术国家重点实验室、中国生物医学工程学会、中国医科大学计算机中心、广州计量检测技术研究院、深圳赛西信息技术有限公司、弥德科技有限公司等 11 家国家机构、研究机构和企业作为标准制定参与单位，这是我国虚拟现实领域首个视觉健康团体标准。该标准首次提出了虚拟现实视觉健康检测流程和检测核心指标，建立了虚拟现实技术视觉健康检测体系和平台，促进虚拟现实行业技术升级，形成医学界、产业界共建虚拟现实健康生态的新范式。



图3.6-4 虚拟现实视觉健康影响团体标准发布会



图 3.6-5 虚拟现实技术视觉健康检测体系和平台

基于制定标准“虚拟现实产品视觉健康影响评价方法”测试了9款虚拟现实产品（包括：PICO VR、华为 VR Glass、GOOVIS VR、视享 VR、多宝视 VR\MAD GAZE VR、火眼睛晶 VR、北京翠鸟 VR 以及弥德裸眼 VR）。此外还将技术进行平行推广，牵头平板电脑视觉健康影响评级方法等团体标准；参与标准有4个，参与撰写“虚拟现实与增强现实设备基于视觉健康使用的专家共识”。发表SCI论文8篇，获3个专利、3个软著授权，于获得2021年度、2022年度深圳市8K超高清视频产业协作联盟先进单位、深圳市8K超高清视频产业协作联盟先进个人的奖项。

3.6.4 相关证明材料

3.6.4.1 已发表的文章

- Wang Q, Deng Y, Li S, Du X, Zhao X, Zhang T, Yuan J. Corneal biomechanical changes in allergic conjunctivitis. Eye Vis (Lond). 2021 May 3;8(1):17.
- Gu L, Wang Y, Feng L, Li S, Zhang M, Ye Q, Zhuang Y, Lu ZL, Li J, Yuan J. Meridian-Specific and Post-Optical Deficits of Spatial Vision in Human Astigmatism: Evidences From Psycho-Physical and EEG Scalings. Front Psychol. 2021 Mar 17;12:595536.
- Deng Y, Wang Q, Luo Z, Li S, Wang B, Zhong J, Peng L, Xiao P, Yuan J. Quantitative analysis of morphological and functional features in Meibography for Meibomian Gland Dysfunction: Diagnosis and Grading. EclinicalMedicine. 2021 Sep 11;40:101132.
- Zhong J, Wang W, Li J, Wang Y, Hu X, Feng L, Ye Q, Luo Y, Zhu Z, Li J, Yuan J. Effects of Perceptual Learning on Deprivation Amblyopia in Children with Limbal Dermoid: A Randomized Controlled Trial. J Clin Med. 2022 Mar 28;11(7):1879.
- Li X, Zhong J, Wang Y, Zhang H, Li J, Li K, Gu L, Zheng M, Yuan J, Fan H, Deng D, Wang Y, Zhou J. Rapid, accurate, multifunctional and self-assisted vision assessment and screening with interactive desktop autostereoscopy. Ann Transl Med. 2021 Jan;9(1):23.
- Li M, Wang G, Xia H, Feng Z, Xiao P, Yuan J. Retinal vascular geometry detection as a biomarker in diabetes mellitus. Eur J Ophthalmol. 2021 Jul 20:11206721211033488.
- 朱正元, 钟菁, 张哲, 梁浩文; 虚拟现实视觉健康影响评价方法标准解读; 电视技术; 2022年5-6期
- 李姬静, 袁进; 基于虚拟现实技术的视功能评估与重建; 中华实验眼科杂志, 2022,40(6) : 576-581.

3.6.4.2 已发布标准

- 《TCSBME 052-2022 虚拟现实产品视觉健康影响评价方法》团体标准
- 《平板电脑视觉健康影响评价方法》团体标准
- 《显示系统视觉舒适度 第2-1部分: 平板显示 设备布局及设置要求》
- 《显示系统视觉舒适度 第3-1部分 头戴式显示-蓝光测量方法》
- 《虚拟现实系统视觉舒适度 第1部分 评价体系》
- 《虚拟现实与增强现实设备基于视觉健康使用的专家共识》

3.6.4.3 已获奖项

- 深圳市 8K 超高清视频产业协作联盟: 先进单位
- 深圳市 8K 超高清视频产业协作联盟: 先进个人