

2017 年度先进制造行业研究

激光显示强势崛起，揭开弯道超车序幕

研究要点

- 我国传统显示技术受制于人，激光显示技术取得突破。目前市场上主流显示技术液晶不核心专利不掌握在我国手里，激光显示技术的出现有望改变这一格局；
- 激光显示迎来重大机遇。激光显示技术水平国内与国际同步，在某些指标上甚至领先于国外，激光显示技术被列为我国重大工程，得到政策上的强烈支持；
- 激光显示技术应用广泛，各应用领域渐次打开。激光显示可应用于电影放映、景观照明、电视、电子消费品等多个领域，市场应用极为广泛；目前已在各行业初露头角；
- 消费升级及成本降低催动激光显示行业快熟发展。从手机屏幕发展来看，显示大屏化不可逆转，其他技术大屏化过程中成本较高，激光显示有望成为大屏化主角。



基石基金投资部

康苏宾

电话：15699766683

电子邮件：ksb@bjjsfund.com.cn

相关研究

1. 《中国制造 2025》
2. 激光网
3. 华创证券
4. 申万证券
5. 《“战略性先进电子材料”重点专项项目申报指南》



目录

一、	政策强烈支持	4
二、	我国传统显示技术受制于人，激光显示技术取得突破	5
三、	激光显示重大机遇	8
3.1	技术水平与国际同步	8
3.2	激光显示国家重大工程	8
四、	市场应用广泛，各应用领域渐次打开	9
4.1	电影放映机	10
4.2	工程激光投影	11
4.3	激光电视	13
五、	消费升级及成本降低催动行业快熟发展	15
5.1	消费升级，技术更新换代	15
5.2	成本快速降低，刺激市场需求	15

一、政策强烈支持

我国主要政策如下：

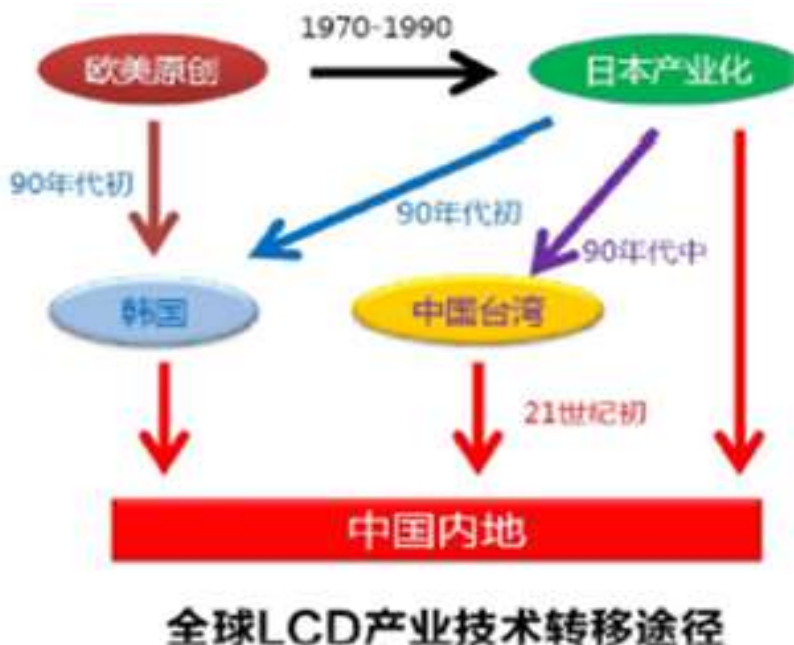
发布时间	文件名	主要内容
2009	《强制性产品认证管理规定》	为保护国家安全、防止欺诈行为、保护人体健康或者安全、保护动植物生命或者健康、保护环境，国家规定的相关产品必须经过认证（以下简称强制性产品认证），并标注认证标志后，方可出厂、销售、进口或者在其他经营活动中使用。
2012	《“十二五”国家战略性新兴产业发展规划》	加快推进有机发光二极管（OLED）、三维立体（3D）、激光显示等新一代显示技术研发和产业化。
2012	《新型显示科技发展“十二五”专项规划》	将“开发新型显示产业配套材料、重要装备、低成本技术、低功耗技术和产品设计技术”作为应用研究的重要方向。
2012	《高新技术产业化及其环境建设“十二五”专项规划》	加强关键核心技术研发，培育战略性新兴产业，推动下一代互联网、新一代移动通信、云计算、物联网、移动智能终端的发展，实施新型显示、宽带网、云计算、网络与信息安全、导航与位置服务等科技重点专项，加强超高亮度激光投影、集成电路设计、高端服务器、海量数据处理、大型应用系统软件、卫星移动通信、全光网络、IPv6、智能感知与交互、网络安全、数据安全、遥感数据处理与应用、多模式导航硬件系统、智能位置服务等关键技术与产品研发，积极推进三网融合，着力提升新一代信息技术产业核心竞争力，促进产业发展。
2013	《国家发展改革委关于修改〈产业结构调整指导目录（2011年本）〉有关条款的决定》	将“TFT-LCD、PDP、OLED、激光显示、3D显示等新型平板显示器件生产专用设备”列为鼓励类发展项目。

2013	《信息化和工业化深度融合专项行动计划（2013-2018年）》	提出要增强电子信息产业支撑服务能力，加快集成电路、关键电子元器件、基础软件、新型显示、云计算、物联网等核心技术创新步伐。
2014	《2014-2016年新型显示产业创新发展行动计划》	将“完善产业配套，提升供给水平”列为重要任务，提出“进一步完善新型显示产业链，提高关键材料及设备的配套水平，加快形成自主发展能力”。
2016	《中国制造2025》	将激光显示列为关键战略材料中的显示材料之一
2016	《“战略性先进电子材料”重点专项项目申报指南》	围绕新型显示等4个方向部署35个任务，专项实施年限为2016-2020年。面向激光显示的关键材料与技术基础研究、激光显示整机研发与表征评估

来源：根据公开信息收集

二、我国传统显示技术受制于人，激光显示技术取得突破

过去二十年，是中国显示市场蓬勃发展的二十年，经历了黑白到彩色的进化，CRT 到液晶的转换，目前液晶显示独占鳌头，大约占据 80% 的市场份额，但这一连串技术的演变，我国都不是技术的拥有者，只是技术终端产品的使用者，这和庞大的国内市场显得很不相称。



图表 1 液晶显示技术转移路径



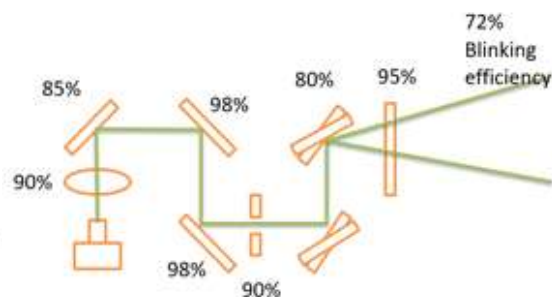
激光显示技术是继黑白显示、标准彩色显示、数字显示之后的下一代显示技术，其作为一种新型的显示技术，具有寿命长、功耗低、色域宽、色彩还原度高等优点，正逐渐走进人们的视野，成为传统显示技术的有力替代者。标准彩色时代解决了黑白向彩色转换问题，数字时代把标准彩色时代的模拟信号转变为数字信号，从而解决了高分辨率画面稳定传输问题。

激光显示系统主要由三基色激光光源、光学引擎和屏幕三部分组成。光学引擎则主要由红绿蓝三色光阀、合束 X 棱镜、投影镜头和驱动光阀组成，光阀驱动使光阀上分别生成红、绿、蓝三色对应的小画面，然后分别引入三色激光照明投影到屏幕上，即产生全色显示图像。充当光阀及驱动源的可以是各种微型显示系统、如 LCD，LCOS，DMD，GLV 等。其工作原理：红、绿、蓝三色激光分别经过扩束、匀场、消相干后入射到相对应的光阀上，光阀上加有图像调制信号，经调制后的三色激光由棱镜合色后入射到投影物镜，最后经投影物镜投射到屏幕，得到激光显示图像。

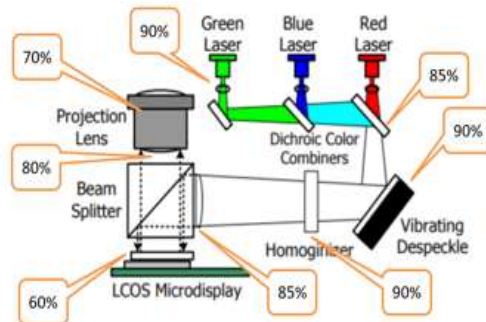
近两年，LBS (Laser Beam Scanning) 技术和激光 LCOS 技术在微投领域得到了长足发展。LBS 技术主要是利用激光 MEMS 成像，技术核心部分为：激光发光合光组件、MEMS 扫描镜及其控制模块、电子平台模块。激光发光合光组件是将激光模组中的红绿蓝三基色（RGB）激光管通过内部光学系统产生一颜色光强可变且具有高度空间相关性的单像素点激光束，以实现无需调焦投影。MEMS 扫描镜及其控制模块是将单像素点激光束投射至同步扫描的双轴 MEMS 微镜上，利用像素阵列扫描模式的微镜运动将图像一点一点地“画”在投影屏上。电子平台模块用于系统该控制、图像输入控制、供电控制，以及数据获取存储转发等控制。

LCOS (Liquid Crystal on Silicon)，即液晶附硅，也叫硅基液晶，是一种基于反射模式，尺寸非常小的矩阵液晶显示装置。这种矩阵采用 CMOS 技术在硅芯片上加工制作而成。像素的尺寸大小从 7 微米到 20 微米，对于百万像素的分辨率，这个装置通常小于 1 英寸。有效矩阵的电路在每个像素的电极和公共透明电极间提供电压，这两个电极之间被一薄层液晶分开。像素的电极也是一个反射镜。通过透明电极的入射光被液晶调制光电响应电压将被应用于每个像素电极。反射的像被光学方法同入射光分开从而被投影物镜放大成像到大屏幕上。采用 LCOS 技术的投影机其光线不是穿过 LCD 面板，而是采用反射方式来形成图像，光利用效率可达 40%。与穿透式 LCD 和 DLP 相比，采用激光光源的 LCOS 具有利用光效率高、体积小、开口率高、制造技术较成熟等特点，它可以很容易的实现高分辨率和充分的色彩表现。由于 LCOS 尺寸一般为 0.7 英寸，所以相关的光学仪器尺寸也大大缩小，使 LCOS 光机的总成本大幅下降。

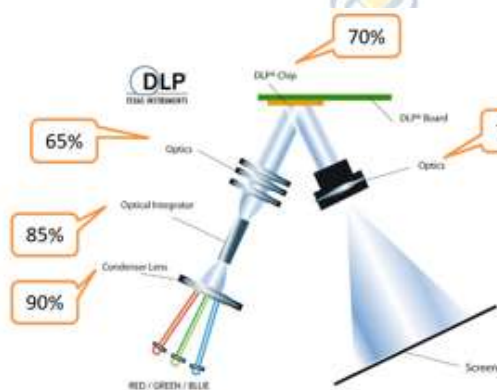
LBS、LaserLCOS、DLP、LEDLCOS 技术原理汇总如下：



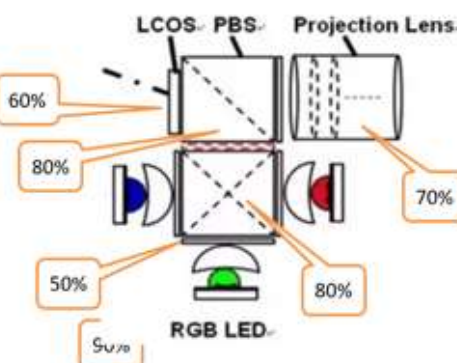
图表 2 LBS



图表 3 LaserLCOS



图表 4 DLP



图表 5 LEDLCOS

在行业主流技术方面，目前市场上的投影技术方案主要有 DLP (Digital Light Processing)、LCOS (Liquid Crystal on Silicon) 和 LBS (Laser Beam Scanning) 三种。

DLP 技术相对比较成熟，但技术由几家大型企业把持，国内仅有中科极光在该领域取得突破，技术水平与国际巨头相当，在某些技术指标上甚至全球领先。该技术主要优点在于：画质清晰，投影面积大，三基色激光寿命长。但由于其成本较高，售价较高。目前主要用在大尺寸领域，电影放映机领域、城市景观照明、家庭影院等领域。

由于三基色激光器的出现，LCOS 技术光效率得到大幅提高，其体积小、开口率高、制造技术较成熟具有成本低。该技术由来已久，目前相关专利已处于非保护期，未来有望在中大尺寸争得一席之地。

相比于前两种技术，LBS 技术具有触控交互、不需对焦、体积小等优点。在呈现清晰投影的前提下，LBS 技术可实现无限聚焦、广阔的色域及静/动态图像投放的亮泽显示；基于相同的分辨率，LBS 技术对比度高、功耗低、更轻薄，嵌入性能极佳。重要的是，LBS 技术无需增加景深摄像模组即可实现精确定位触摸，有助于降低成本。林博士表示，随着众多电子消费产品对投影交互需求的不断增加，LBS 凭借其出众的嵌入性能、更低的成本以及精确的交互效果，将极有可能成为主流微投影技术。

三、 激光显示重大机遇

3.1 技术水平与国际同步

我国激光显示现状及发展趋势基本与国外同步，整机技术方面与国际同步且水平相当；产业方面，仅三基色 LD 材料与器件相对落后 3-5 年，主要原因是我国开展激光显示产业化相对较晚。



图表 6 激光领域四大关键技术

3.2 激光显示国家重大工程

激光显示技术作为显示领域弯道超车技术，已入选国家重大工程。国家重大工程的主要目标有：

1、技术创新:突破三基色半导体激光器衬底材料、激光器材料结构设计与外延生长、芯片制备与器件封装等产业化关键技术，瓦级三基色半导体激光器寿命 20000 小时，成本低于 10 美元 1W;发展三基色激光显示配套的相关材料、器件与系统集成技术等;完成三基色半导体激光器表征评估和三基色半导体激光显示应用验证;建立三基色激光显示光源技术创新链和国家/省级工程(技术)中心等创新基地。

2、经济指标:到 2030 年，完成激光显示占据高端显示市场，实现产业聚集，在国际市场占据一席之地。实现自身 3000 亿元产值，带动万亿元以上相关产业;激光显示器比同尺寸液晶电视节能 50%。

3、人才培养:在激光显示领域，培养和凝聚一批高水平的技术创新和产业创新人才，其中领军人才 100 名、学术技术专家 500 名、技术骨干 1000 名，形成一支产学研用结合，创新能力强的科技队伍，可持续地避行科技创新。

4. 知识产权:建成面向行业和企业知识产权、标准、技术认证、材料检测、知识产权运营公共服务平台。在已有核心专利基础上，进一步完善，申请相关发明专利 1000 项以上，形成相对完整的知识产权，建

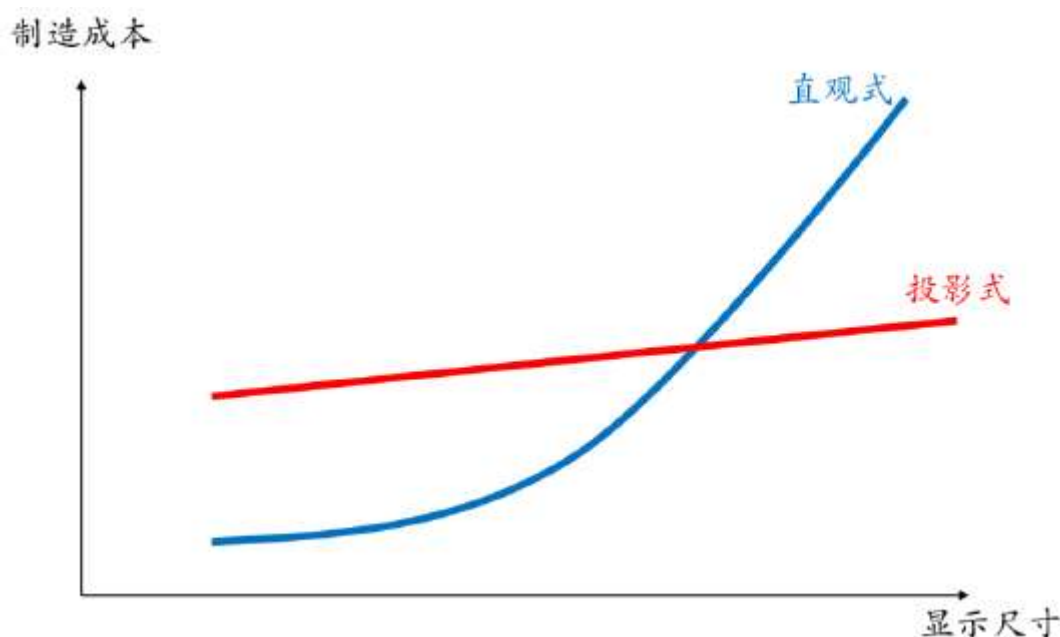
立我国激光显示标准体系，制定规范与行业标准。

四、 市场应用广泛，各应用领域渐次打开

根据显示方式不同，显示技术可以分为直观式和投影式两大类，传统的 CRT、液晶显示、LED 屏均是直观式，LCD、DLP、LCOS 显示芯片+光源的投影仪是投影显示方式。

由于制造工艺差异，直观式的显示屏随着显示尺寸变大成本呈几何数量级上升，而投影式设备在提高显示尺寸时只需要增加相应的光源功率即可，因此投影式显示技术在大屏显示领域中有显著成本优势。

目前来看，直观式主要用于 PC、NB、手机、电视等中小型屏幕，投影式显示技术主要用于影院、会议中心、多媒体、教育、展示等大屏领域（1m² 以上）。



图表 7 直观式和投影式显示设备制造成本对比

科技领域中，性能优势决定技术趋势，性价比（性能指标/成本指标）决定新技术产业化时间，其中成本最关键的指标是：（1）新技术器件本身的成本，（2）新技术器件在整体成本的占比。

新技术在不同应用领域的渗透规律是：新技术器件本身性价比优势越明显越容易渗透，新技术器件在整体成本中的占比越低越容易渗透。

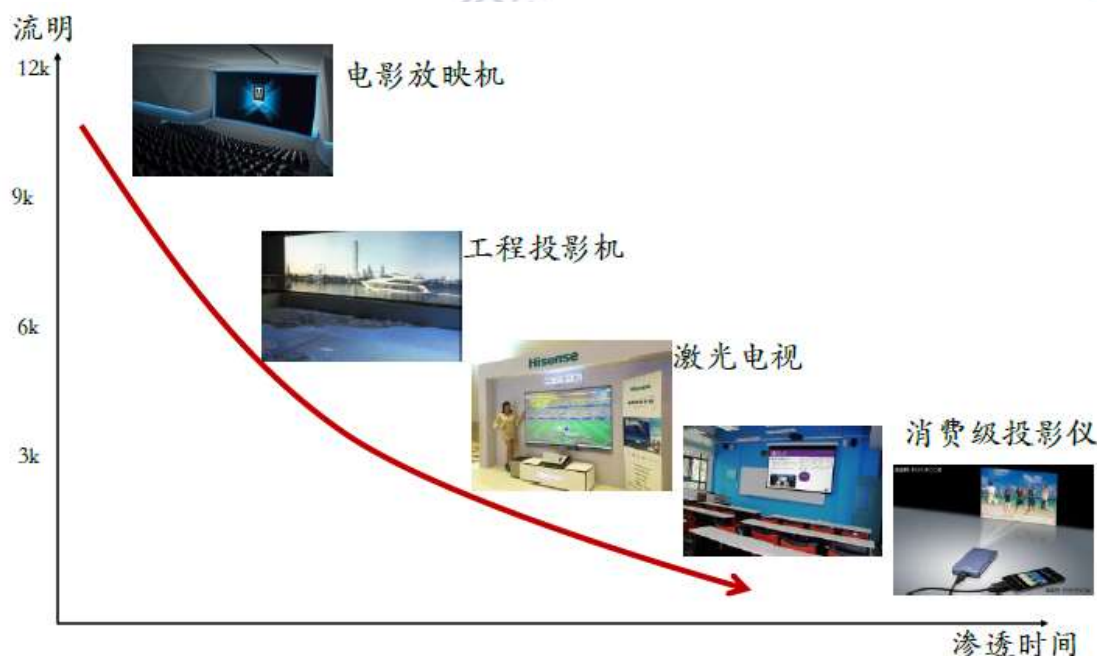
LED 先在背光领域渗透然后在照明领域渗透，其中一个关键的原因是：LED 背光模组在电视/手机整机成本中占相对比较低，而 LED 光源成本几乎就是 LED 灯具成本的全部；手机新硬件技术往往是先从高端机型渗透，再往中高端机型渗透，例如：指纹识别模组、NFC 模组、金属机壳，是因为高端机型整机价格高、对元器件成本敏感度更低；亮度是激光光源档次分类最关键的指标，亮度越高激光显示终端的性价比越高，我们认为，激光光源作为新型光源技术在不同下游领域的渗透规律是：由高流行向低流明渗透。

流明越高，意味着光源的功率越大，功率越大，电费支出越高，激光光源节能性带来性价比优势；功率

2017 年度先进制造行业研究

越高，传统光源的寿命越低，那么光源耗材成本越高，激光光源的超长寿命带来性价比优势；高流明显示设备通常对显示效果要求更高，整机价格更高，那么光源成本/整机成本较低；在超高流明领域（2 万流明以上），目前只有激光光源能够达到，技术路线层面没有竞争对手。

按照流明要求从高往低排序，我们判断，激光光源在下游领域渗透规律将是：电影放映机（15Klm 流明以上）—工程放映机（5-15k lm）—激光电视（3-5k lm）—消费级投影仪（3k lm 以下）。



图表 8 激光显示技术市场渗透次序

4.1 电影放映机

电影院显示领域技术路线竞争范畴主要由：传统投影机、激光投影机、小间距 LED。在激光光源出来之前，传统光源（氙灯、汞灯）的电影放映机是唯一的解决方案，从对亮度、色彩还原度等显示效果来看，激光显示技术非常适合在电影放映领域，非常有希望快速替代传统光源放映机：

传统影院放映机面临的主要问题就是色彩还原效果和亮度不够理想；激光投影技术最显著的优势在于（1）色域广，（2）高亮度，这两点是其他显示技术无法比拟的。小间距 LED 即使不考虑显示效果和成本问题，小间距 LED 也不可能在影院中应用。

电影行业产业链的拍摄、后期、发行、院线中涉及到的相关设备都是要经过 DCI 认证，DCI 的整套技术标准都是以 TI 的 DLP 技术为参考标准，小间距 LED 进入影院不仅仅是要替代传统放映设备，而是要在电影产业链的每个环节进行颠覆，难度极大。

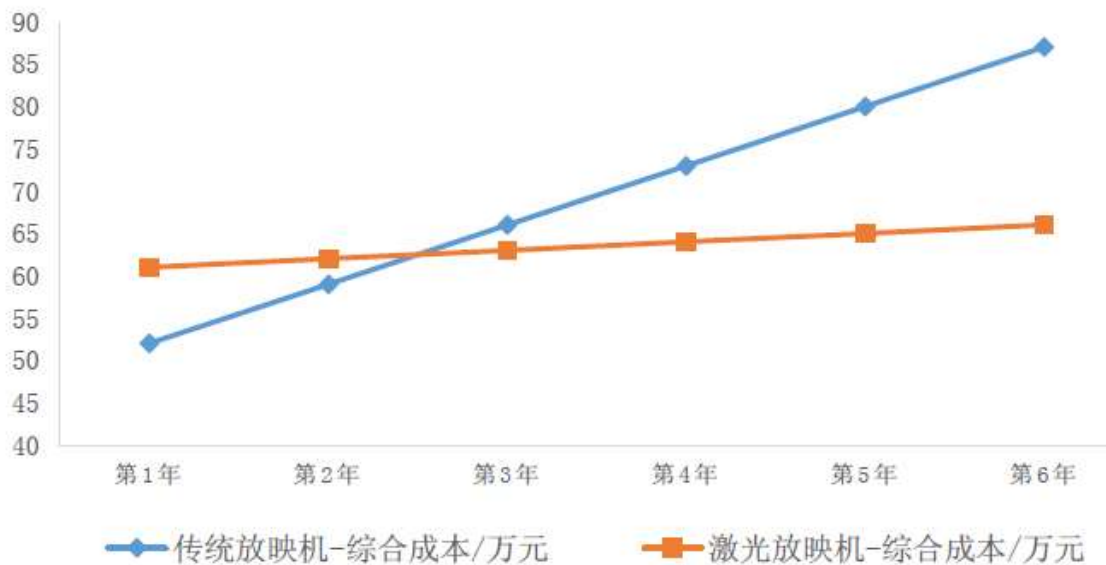
从综合成本角度来看，激光显示技术在电影放映机领域具备较强竞争力：激光放映机设备投资较高，但无需换灯泡+后续维护费用低+省电，3 年左右激光放映机和传统放映机的综合成本即达到平衡。

传统放映机价格在 40-70 万左右，激光放映机价格比传统放映机高 25-30%，超出的部分主要来自于激

光源成本；氙灯/高压汞灯放映机的灯泡使用寿命约为 1000 小时，但实际使用过程中使用 700 小时左右的时候，亮度已经衰减到必须更换新的灯泡，一个灯泡价格 1w 左右，一台放映机每年更换灯泡需要 3-4w。

影院的放映机都是长时间处于工作状态，一套放映系统每年电费支出高达 3w 元左右（按照放映机功率 3kw、冷却系统功率 2kw、平均每天工作时间 12h、电价 1.3 元/度估算），激光放映机的功耗是传统放映机的 1/3 左右。

传统/激光放映机综合成本对比



图表 9 传统/激光放映机综合成本对比

基本假设：

	传统放映机	激光放映机
放映机价格/万元每台	45	60
每年耗材成本/万元	4	0
每年电费成本/万元	3	1

图表 10 成本分析

4.2 工程激光投影

工程激光投影：大屏显示高端领域主导者室内大屏（1m² 以上）解决方案主要有：LCD 拼接屏、DLP 背投屏（传统光源、激光光源）和 LED 屏（大间距、小间距）、投影机（传统光源、激光光源）。

拼接屏方案

投影方案



图表 11 工程激光投影方案

由于存在拼接缝、像素低、亮度低等不同问题，LCD 拼接屏、传统光源 DLP 拼接屏、大间距 LED 屏和传统光源投影设备主要应用中低端领域，高端领域主要有小间距 LED、激光 DLP 背投以及激光投影机三种技术。

LCD 拼接屏的主要问题是有一比较明显的拼接缝；大间距 LED 的主要问题是分辨率较低，颗粒感较强；传统光源投影产品（背投和前投）的主要问题是光源亮度较低，显示效果不好。小间距 LED 屏（像素间距 ≤ P2.5，如 P2.5，P2.0，P1.8，P1.5 等）行业 2013 年开始放量，具备亮度高、色彩还原度高（80%）、分辨率高、无拼接缝等优点，主打高端显示领域，小间距 LED 产品难以在大屏显示中获得较高市场份额，关键原因是其超高价格，目前平均价格超过 10 万/平米。目前入门级小间距 P2.5 规格价格 8 万/平米左右，P2.0 规格的价格在 10 万/平米左右；小间距 LED 屏的主要成本构成在灯珠（占比超过 50%），灯珠价格从 2010 到现在已经降价了 80%，未来价格很难继续大幅度下降。

工程激光投影产品有两类：（1）激光 DLP 背投，激光光源克服传统 DLP 拼接屏的亮度低的问题，可以把拼接单体尺寸做到 200 吋甚至更大；（2）激光投影机，工程激光投影产品一般在 5000lm 以上，最高可以到 5 万 lm 左右；根据亮度差异，工程激光投影产品价格一般在 20-100 万不等，平均价格为 3-4 万元/平米左右。

传统 DLP 拼接屏单体一般尺寸大小为 50-60 吋，面积为 1 平米左右，激光 DLP 背投产品可以做到 200 吋，单体面积可达 15 平米；激光光源目前价格为 15-18 万元/万流明。



楼盘展示项目



北京奥运博物馆



电力局调度中心



政府部门大型会议厅

图表 12 工程激光应用

通过对比大屏显示不同解决方案的性能和性价比，我们判断：（1）在室内大屏领域中低端市场主要由大间距 LED 和传统拼接屏占有；（2）高端显示领域主要由小间距 LED 和激光类产品竞争，显示原理差异决定激光投影类产品在超大屏显示的领域更具备成本优势；（3）在超过 20 平米的巨幕中，激光投影可以采用多设备投融技术实现无缝拼接，满足超大屏领域的高端显示。

4.3 激光电视

梳理三屏（电视屏、手机屏、PC 屏）的发展历史可以得出：大屏化是不变的规律和趋势。以手机屏为例，2008 年手机屏的主流尺寸为 2 吋左右，而 2015 年出货的手机基本都是 4.7 吋以上了（即使 2013 年业内不少人认为 3.5 吋是手机的最佳尺寸）。

电视屏幕变大的趋势一直没有停止过：从最早 10+吋的黑白机到 20+吋的背投电视到更大尺寸的液晶电视，目前液晶电视的主流尺寸已经是 40+吋。

限制电视屏幕尺寸变大的天花板主要是两个因素：（1）客厅大小，客厅越大→可以容纳的屏幕越大；（2）分辨率，分辨率越高→最佳观看距离越近。

普通家庭客厅中，观众离电视的最大距离一般为 3-5 米；当像素间距在人眼中的视场角小于人类分辨的极限（ $1' = 0.000291$ 弧度）的时候，显示屏幕就不会有明显的颗粒感，可以估算像素间距（mm）= 观看距

离*0.291。

40 吋—60 吋--100 吋电视大小示意图



电视尺寸/英寸	60	80	100	120	140	160	180
比例	16:9	16:9	16:9	16:9	16:9	16:9	16:9
长/米	1.32	1.76	2.21	2.65	3.09	3.53	3.97
宽/米	0.74	0.99	1.24	1.49	1.74	1.99	2.23

图表 13 40 英寸-60 英寸-100 英寸电视大小示意图

目前限制液晶电视尺寸突破 60 吋的主要瓶颈是大尺寸液晶面板的成本、重量和安装等问题，而目前还未大规模应用于电视屏的 OLED 技术价格远高于液晶屏，在超大屏电视屏领域更难有用武之地。液晶面板尺寸继续扩大会带来成本急剧增加：（1）面板面积与尺寸的平方成正比；（2）生产更大尺寸液晶面板需要更新面板生产线和工艺，设备投资巨大；（3）面板面积变大，会导致加工难度增加，良率降低。

120 吋液晶电视 uMax120 重达 218kg（含底座），售价达 50 万元，电视在运输、安装中的难度很大。

小间距 LED 电视由于成本问题，未来也几乎不可能在家用电视领域放量：家用电视分辨率需要做到像素点间距 1mm 以下，目前 P1.0 小间距 LED 屏成本超过 20 万/平米，100 吋电视面积约 2.7 平米，那么显示屏的成本就超过 50 万。

采用激光显示技术来制作 100 吋以上的电视成本是液晶/小间距 LED 成本的 1/10，产业化可能性更大：100 吋电视需要 3000lm 左右光源，按照目前 15 万元/万流明价格计算，光源成本为 4.5 万元左右，是小间距 LED 和液晶屏成本的 1/10 左右。

由于激光光源是全新技术，比小间距 LED 和液晶屏未来成本下降空间大很多，当 100 吋整机价格降到 3-4 万元时，激光电视就可以大规模普及。

消费级投影仪，一般是指在 3000lm 以下的投影仪，主要包含教育投影仪和商务微型投影仪，教育投影仪一般采用传统光源，商务微投对产品体积要求更高，一般采用 LED 作为光源。

目前市面上的消费级投影仪的亮度不够是最主要问题，特别是 LED 微投产品，激光光源的出现能很好的解决亮度问题，并且激光投影机的结构简单（无偏光片、滤光镜等结构）更容易实现设备的微型化。

目前消费级投影仪的价格为数千元，激光显示由于成本原因短期难以有较强竞争力，随着激光产品在电影放映机、工程投影机、激光电视等领域的逐渐放量，激光光源的价格将会快速下降，然后将会在消费级投影仪领域得到渗透。

五、消费升级及成本降低催动行业快熟发展

5.1 消费升级，技术更新换代

激光显示技术的应用和发展，使人们能够获得更好的产品体验。便携、可移动、不伤眼、可交互成为重要发展方向。正如笔记本电脑替代桌面电脑一样，可移动的激光投影家庭影院或者微投影，可以替代固定的液晶显示和 OLED 显示，未来有望成为显示行业的主流。

5.2 成本快速降低，刺激市场需求

开发的 LBS 及 LCOS 技术使的激光显示技术在微投领域的成本迅速下降，且兼具便携可移动、不伤眼等多个特点，在画质部署于传统物理屏幕的条件下，产品价格已与物理屏幕持平，未来成本下降空间依然较大，价格的下降，必然带来需求量的进一步放大。