

# 印刷 QLED与OLED技术的 机遇与挑战

闫晓林博士

TCL集团CTO/高级副总裁

# 目录

1

**高端电视市场及技术发展趋势**

2

**下一代高端电视商业化的关键要素**

3

**OLED/QLED 电视技术开发**

4

**OLED/QLED 公共研发平台发展战略**

5

**总结**

# 01

## 高端电视市场及技术发展趋势

- (1) 下一个巨型市场需求：电视应用
- (2) 为什么采用自发光技术？
- (3) 高端电视技术发展趋势

# 01：高端电视市场及技术发展趋势

◆ **智能：** 人们美好生活的关键要素

### 智能家居



智能生活方式  
运用人工智能  
/物联网....



### 智能办公



### 人工智能汽车：三星电子\*



三星电子\*：自动驾驶汽车

### 智能娱乐系统



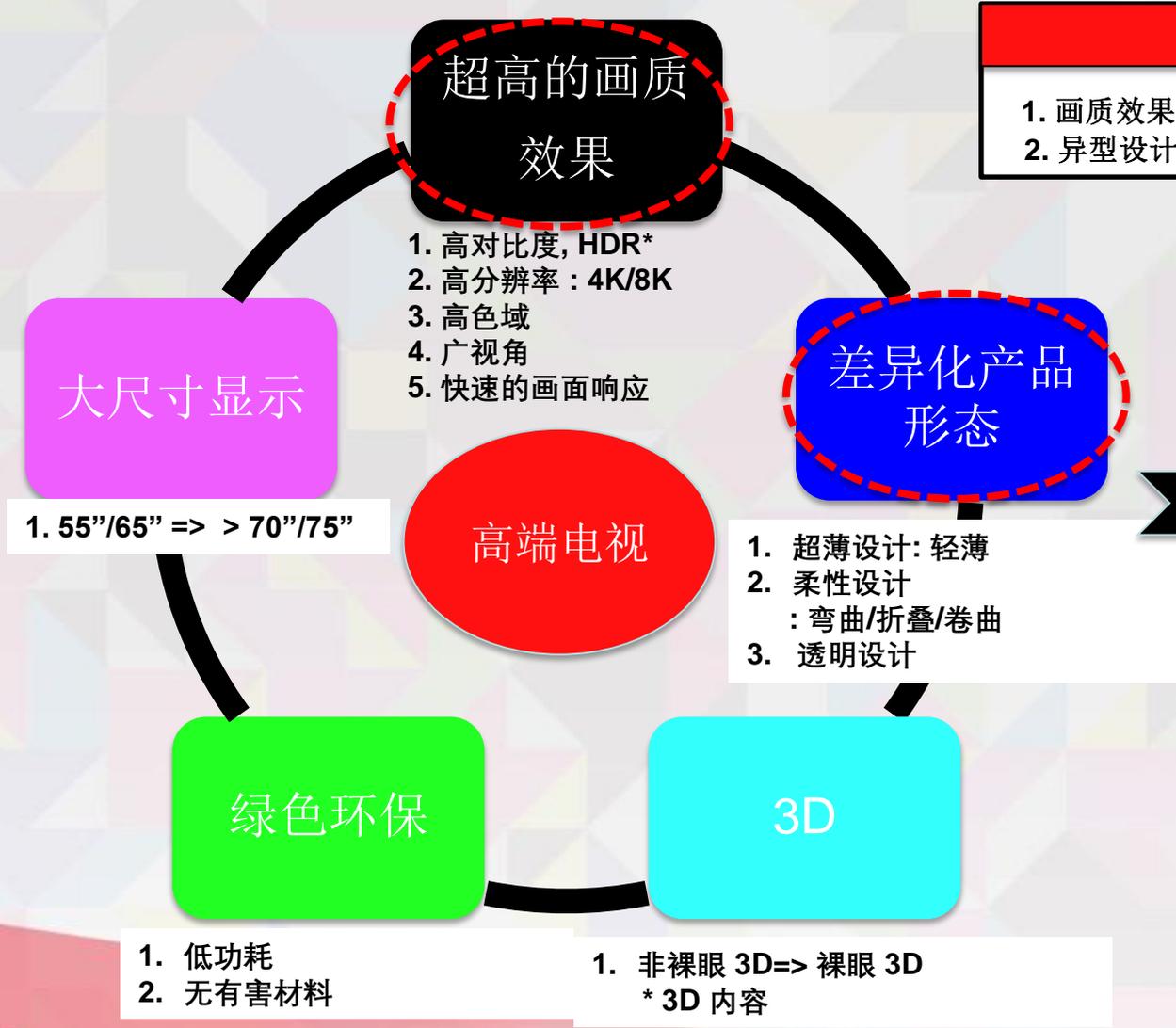
# 01：高端电视市场及技术发展趋势

显示：人们智能生活比不可缺的技术



# 01 : 高端电视市场及技术发展趋势

## 1. 高端电视应用的市场需求



## 液晶显示的技术挑战

- 1. 画质效果: 对比度, 视角, 响应时间存在短板
- 2. 异型设计: 柔性 (可折叠/可卷曲) 存在挑战

## 高端电视技术发展趋势



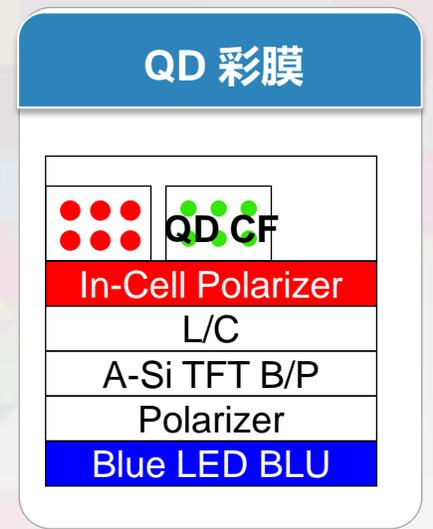
# 01：高端电视市场及技术发展趋势

为什么使用自发光显示技术？

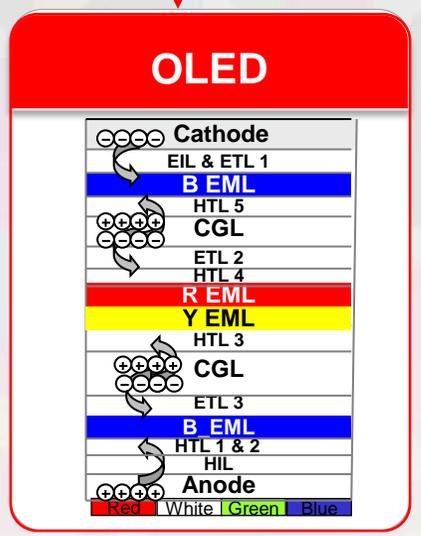
## 显示技术

### 非自发光显示：QD LCD

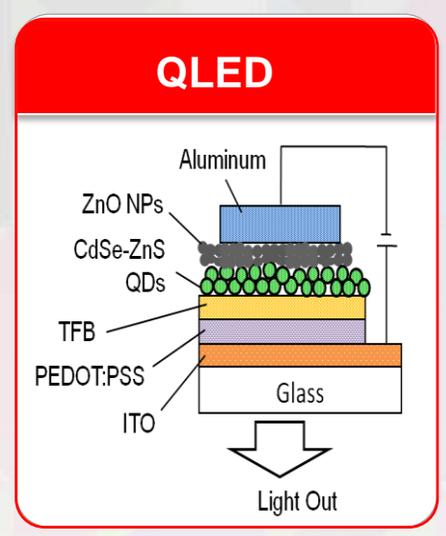
### 自发光显示：OLED/QLED



★ 技术挑战：内置偏光片 ▶



★ 相比White OLED+CF  
印刷器件结构：3层, 白光：~ 20层有机层



# 01：高端电视市场及技术发展趋势

为什么高端电视市场需要使用自发光显示技术？

非自发光显示



自发光显示



产品性能比较：QD-LED 背光 液晶电视 与 OLED/QLED 电视比较				
		非自发光显示		自发光显示
		LED B/L LCD TV	QD-LED B/L LCD TV	OLED/QLED TV
画面质量	对比度	~ 5000:1	~ 5000:1	无限（理论上）
	响应时间	2 ~ 4ms	2 ~ 4ms	0.02ms
	色域(DCI-P3)	~ 70%	> 100%	> 100%
	可视角	光强, 对比度, 颜色随角度变化 ( Luminance, C/R, Color )		完美的可视角
产品差异化设计	弯曲	可能 ( 高成本 )		可能
	可卷曲/可折叠	不可能		可能

## 01 : 高端电视市场及技术发展趋势

★ 来源 : Consumer Report, 4月2017

排名	电视型号	评分	说明
1	LG OLED65C7P	88	2017 新型号
1	LG OLED55C7P	88	2017新型号
3	LG OLED65G6P	86	
4	LG OLED65E6P	85	
5	LG OLED55E6P	83	
5	LG OLED55B6P	83	
7	LG OLED65C6P	82	
7	Sony XBR-65X930E	82	2017新型号
9	Sony XBR-55X930E	81	2017新型号
10	Samsung QN6508C	80	2017新型号 (QD 背光)



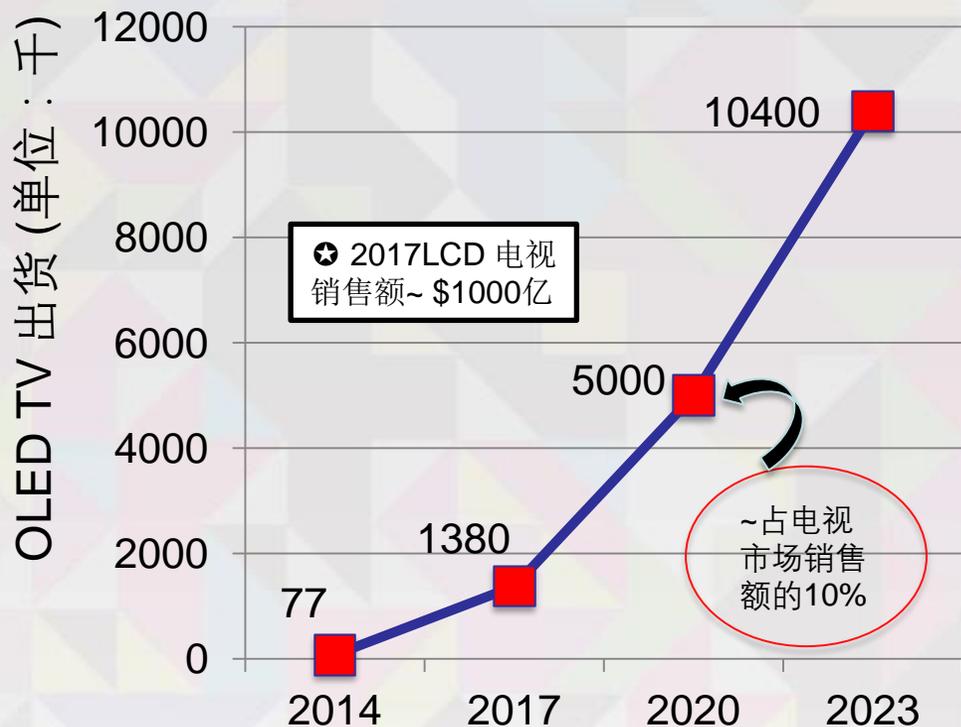
1~7名  
OLED 电视

# 01：高端电视市场及技术发展趋势

## OLED 电视市场预期 与 高端电视市场份额

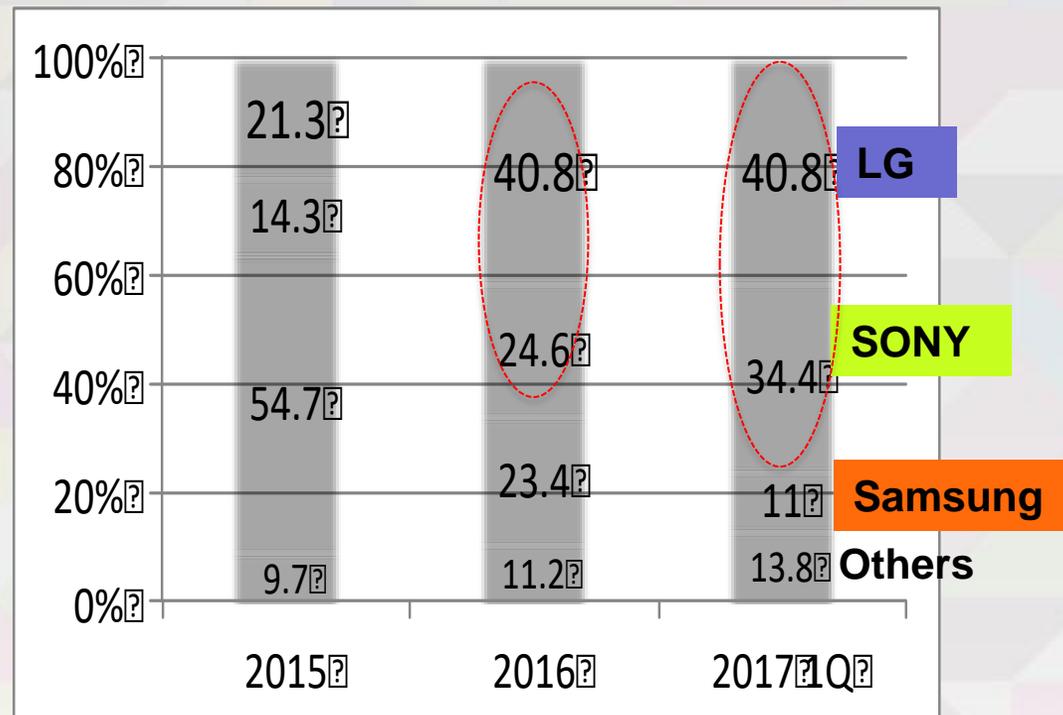
来源：IHS, 6月 11日 2017

### OLED TV 电视市场预期



### 高端电视市场份额 (%)

★ 单价 > \$2,500 美元



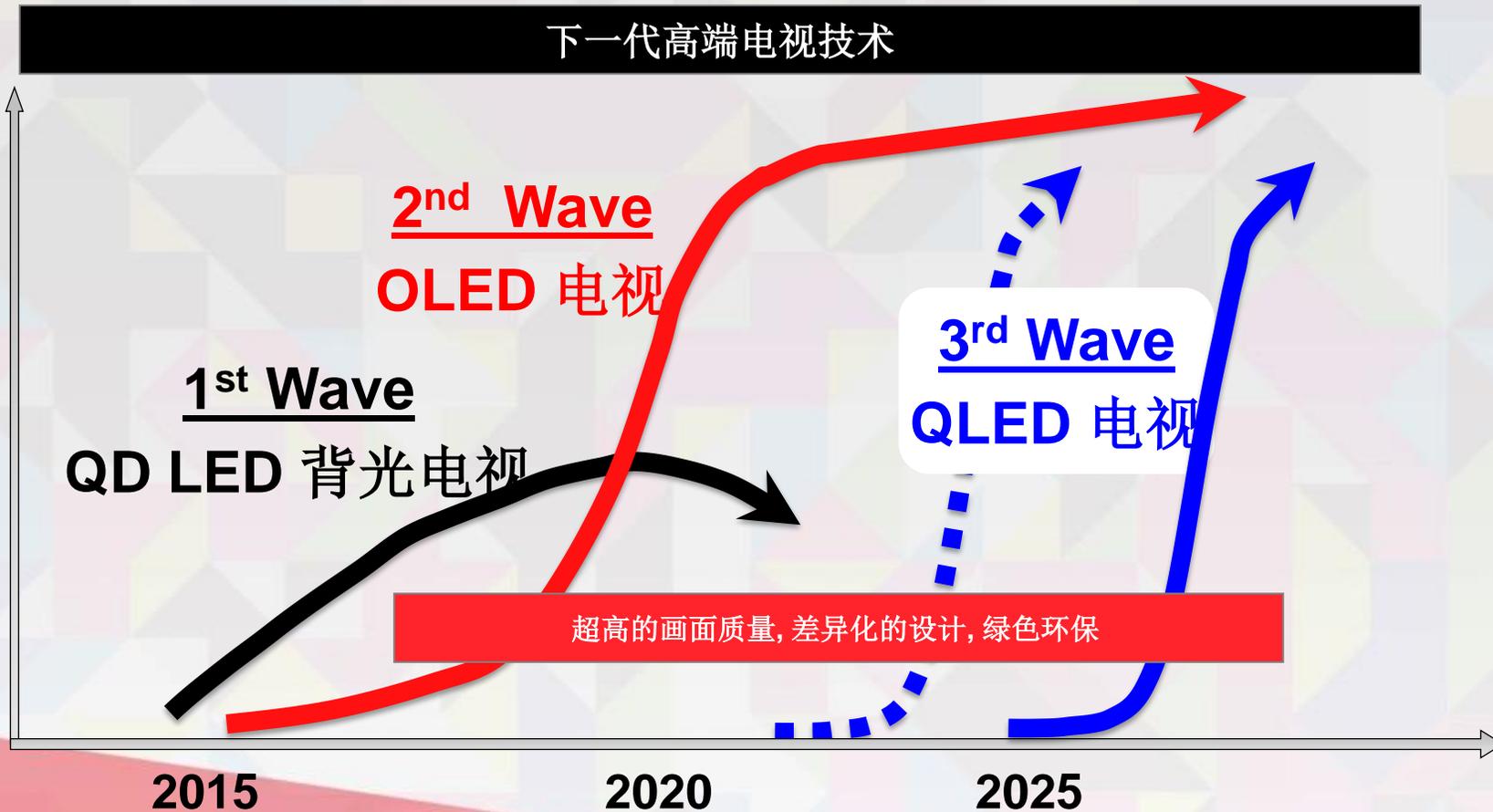
★ 2017年第一季度高端电视市场份额 => LG & Sony : > 75%  
OLED电视市场的迅速扩展，其市场份额急速上升

★ OLED 电视 2020年市场预期: ~ 占电视市场总销售额的10%

# 01 : 高端电视市场及技术发展趋势

高端电视技术的现在与未来?

- 高端电视技术
- 第1波 : QD LED 背光电视
  - 第2波 : OLED 电视
  - 第3波 : QLED 电视 (电致发光)

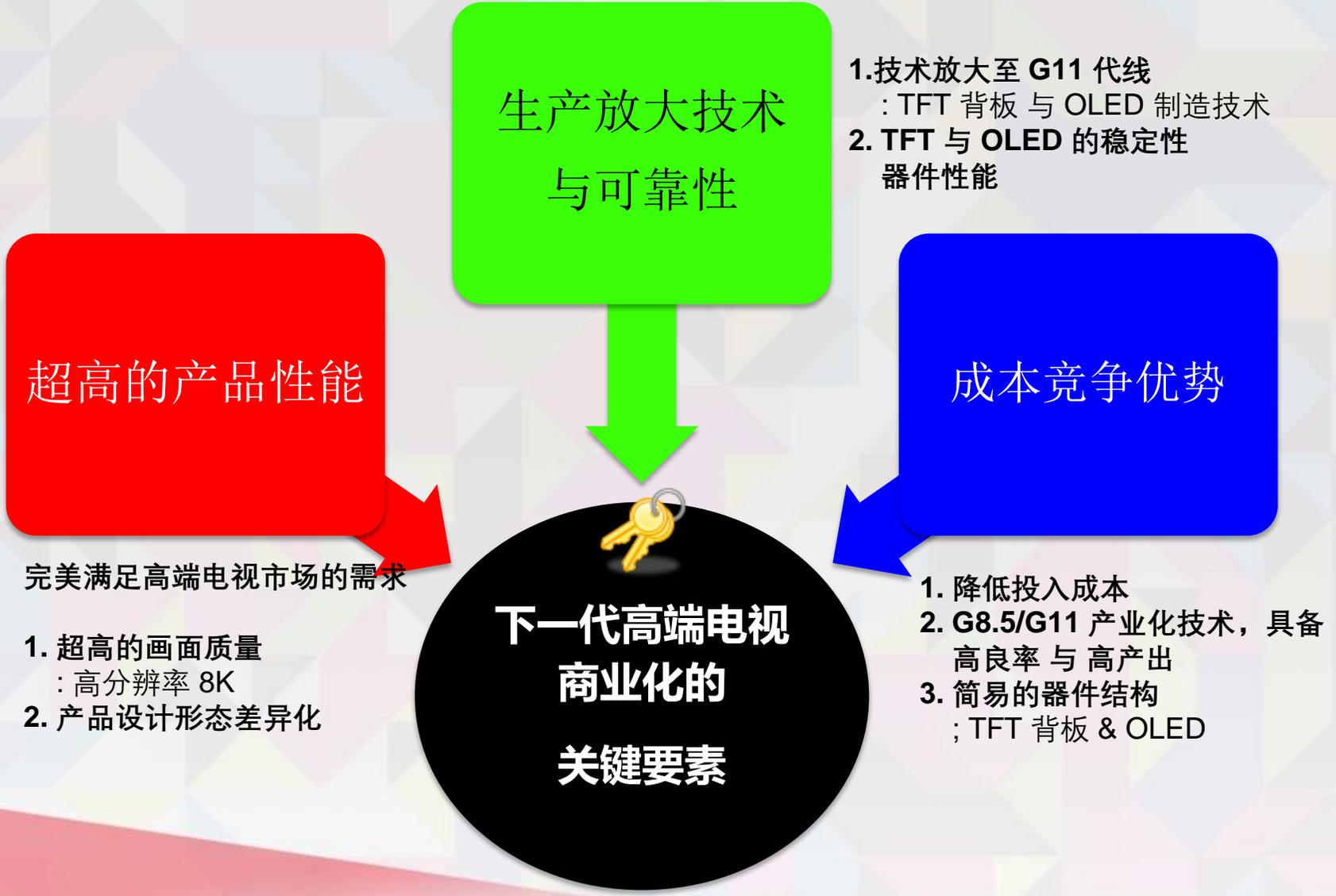


# 02

## 下一代高端电视商业化的关键要素

## 02: 什么是关键要素?

高端电视的商业化要素!



# 03

## OLED/QLED 技术开发

- (1) 什么是印刷显示技术
- (2) OLED
  - 为什么使用印刷显示技术?
  - 技术挑战 与 最近的技术突破?
- (3) QLED
  - QD 材料, 器件结构, 印刷工艺与样机

# 03: OLED 技术开发

## 什么是印刷显示技术

产品形态

硬屏



可弯曲



可折叠

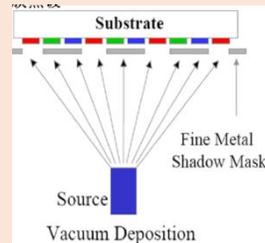


全柔性

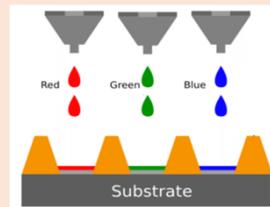


技术形态

真空蒸镀



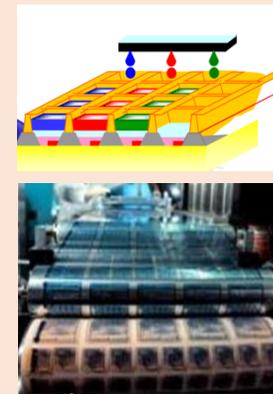
印刷OLED&QLED



印刷+柔性



印刷+卷对卷

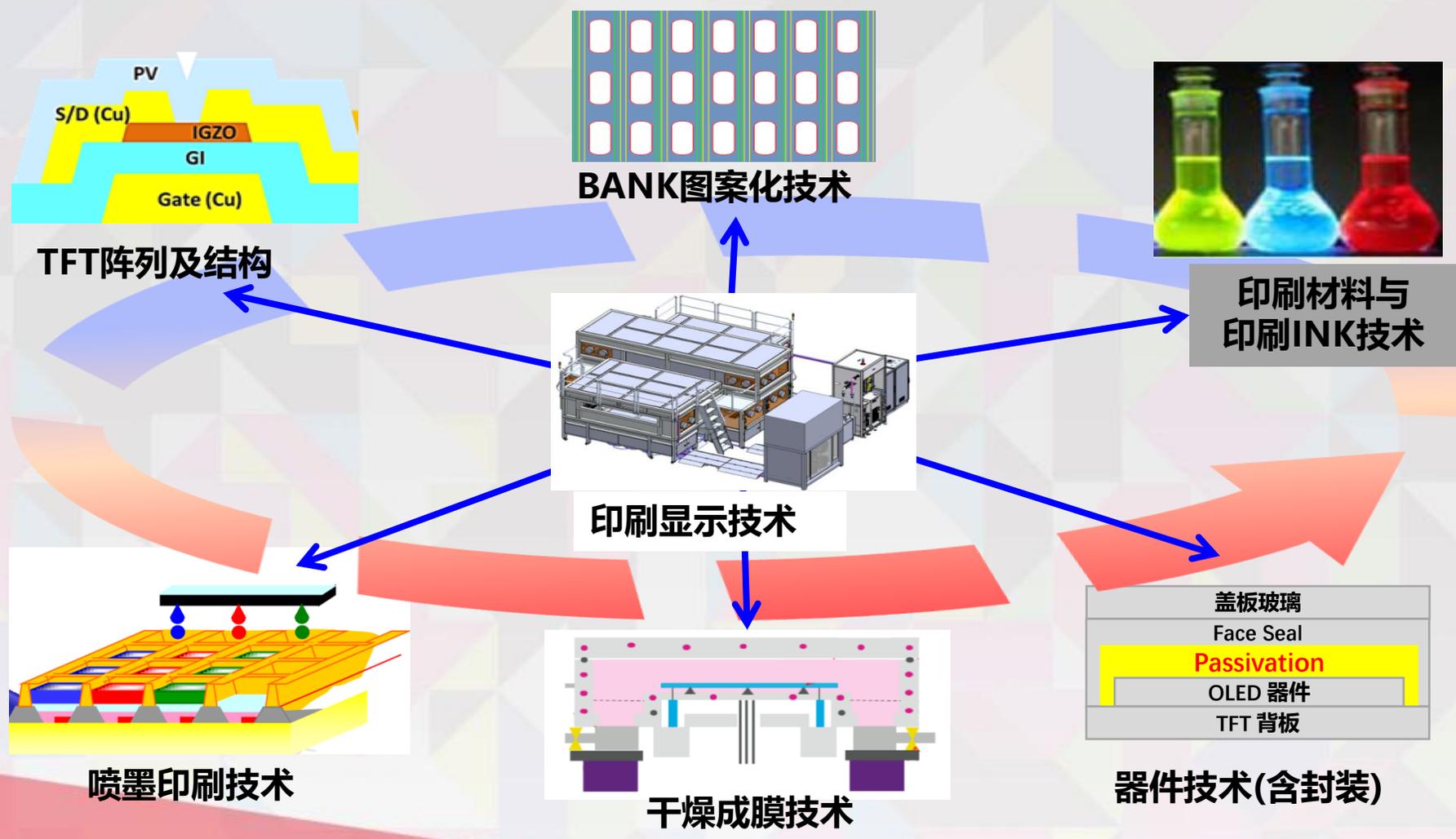


终极类纸显示

# 03: OLED 技术开发

什么是印刷显示技术

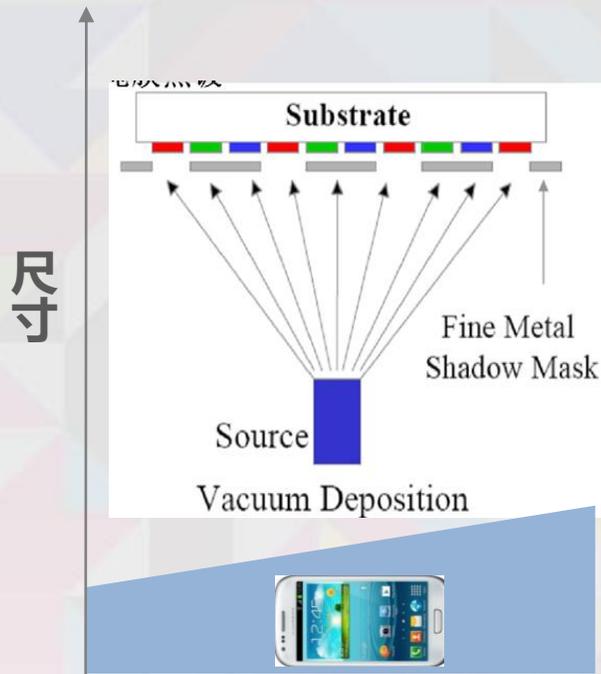
技术方向



# 03: OLED 技术开发

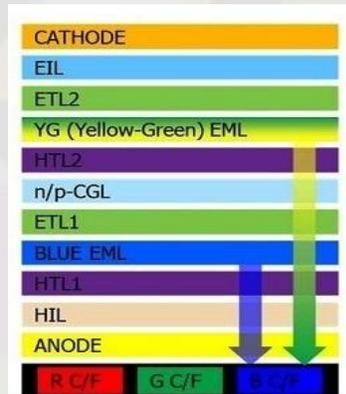
## 为什么使用印刷显示技术?

## 印刷显示的优势



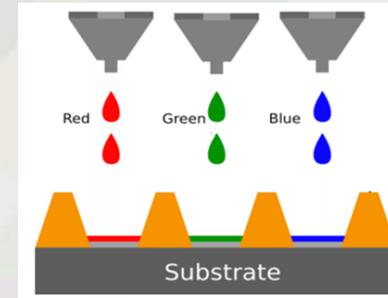
精密掩模 ( FMM )

- 工艺复杂
- 材料利用率低10%- 成本较高
- 精密掩模 -小尺寸
- 掩模阴影/翘曲-良率低



白光+滤光片

- 工艺相对简单
- 材料利用率低20%- 成本较高
- 多层叠加器件结构-结构复杂
- 彩色滤膜-色域/能耗



印刷OLED

- 工艺简单
- 材料利用率高>95%-低成本
- 无需紧密掩模-大尺寸
- 可实现卷对卷生产 ( Roll to Roll )
- 绿色环保

# 03: OLED 技术开发

关键要素是什么？

## 1. 超高的画质效果

### G8.5 OLED Patterning Technology

产品特性	白光 OLED + CF 底发射	白光 OLED + CF 顶发射	RGB 印刷显示 顶发射
器件结构			
8K4K 高分辨能力	55" 4K2K : 可能	55" 4K2K : 可能	55" 8K4K : 可能
开口率 (55" 4K2K)	~ 30%	~ 40 %	> 50% (使用新型设计方案)
功耗	可以达到 Energy Star 的规定 (91W @白场 250nit/ 峰值 500nit, IEC 62087 Video)		
寿命: LT50/LT95	Long/Long	Long/Long	Long/LT95(还需要改进)
色域 (DCI-P3)	~ 100%	~ 100%	> 100%
反射	可行 (利用圆偏光片)	~12% (无圆偏光片)	可行 (使用圆偏光片)
解决大屏压降	有挑战	有挑战	可行
技术挑战	高分辨率: 8K4K 高色域 : DCI-P3 100%	高分辨率: 8K4K , 高反射率, 高色域 阴极压降	寿命提升(LT95) G11 MURA Free 印刷显示技术

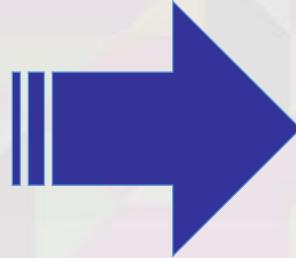
## 03: OLED 技术开发

关键要素是什么？

2. 技术扩大 (G11) /稳定性

TEL : G8.5 韩国中试线  
★ 搬入 : 12月2015

Kateeva : 1/6 G8.5 & 1/2 G4.5  
中国研发线



G11 高精度喷墨印刷设备  
技术挑战

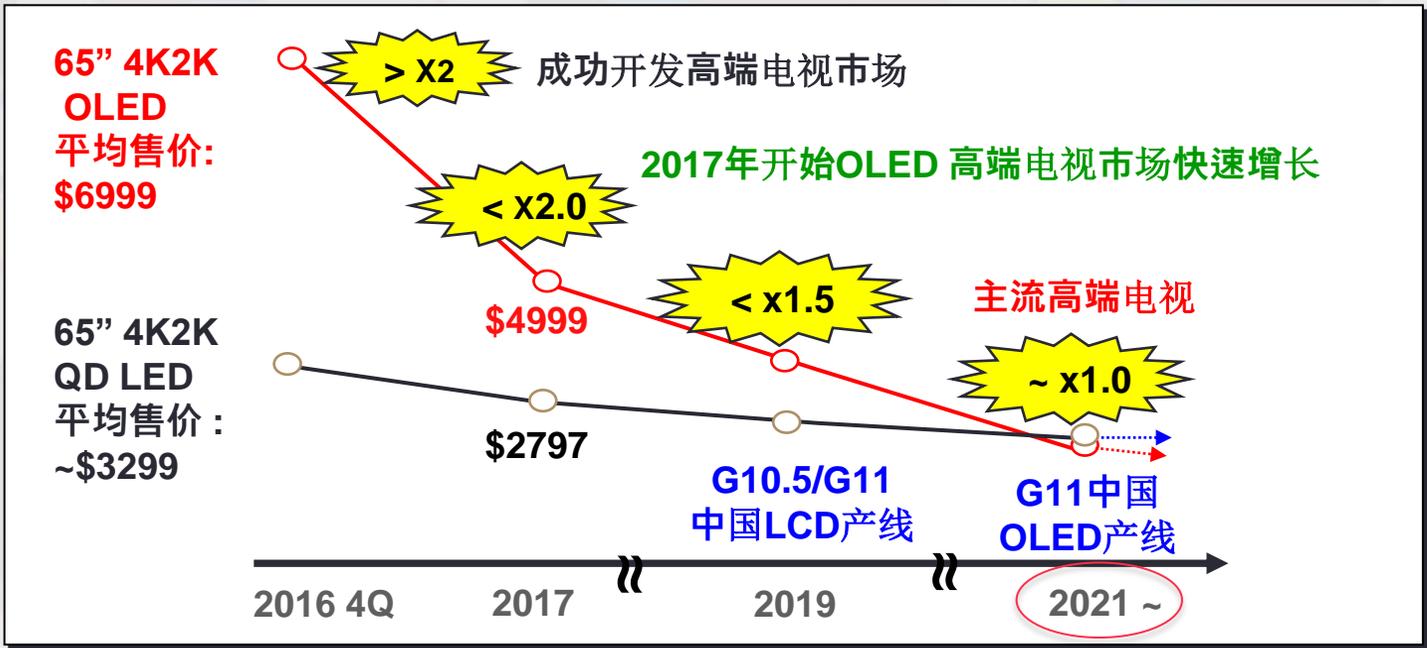
1. G11 花岗岩平台 & 保证平台移动精准性
2. 多喷头精准对位 确保高产出效率
3. 墨滴体积均匀性与 墨滴落点精度控制
4. 设备维护系统 确保喷墨的稳定性
5. MURA Free 印刷策略 确保高产出良率

# 03 : OLED 技术开发

关键要素是什么？

3.成本优势: 挑战!

65" 电视美国  
平均售价  
Best Buy

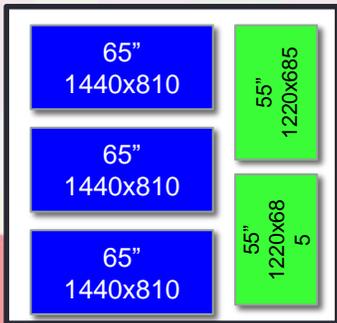
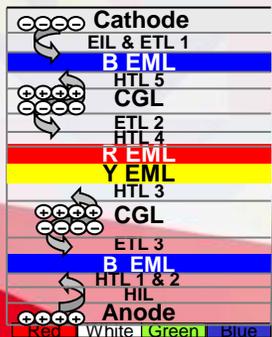


现有技术

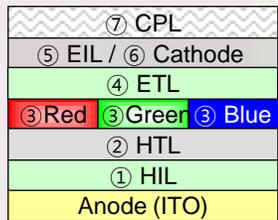
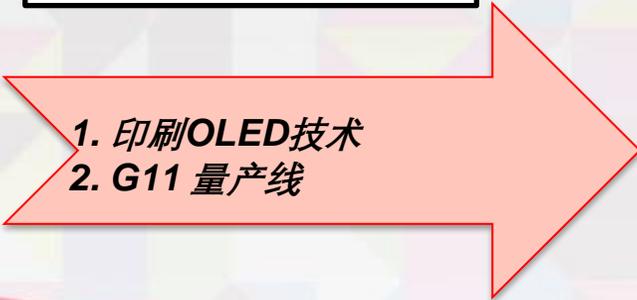
未来技术

白光 OLED w/ CF

G8.5 量产线



价格创新!



# 03 : OLED 技术开发

成本优势: **挑战!**

印刷显示技术优势

白光 OLED  
+ CF  
技术

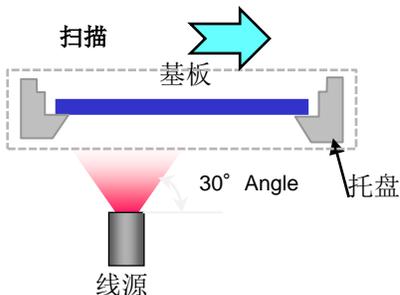
- 1. 成本优势
- 2. 产品性能优势

RGB  
显示技术优势

图案化

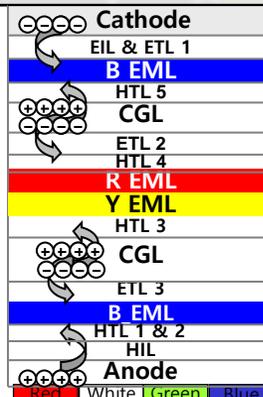
材料

器件结构

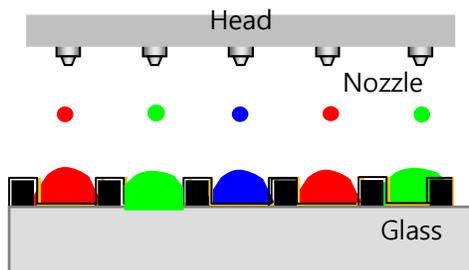


- 1. 蒸镀 使用Common Open Mask
- 2. 简单对位 (Tray & Glass)

小分子  
(**固体**)

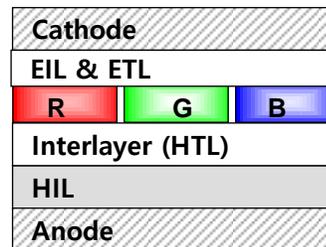


- 1. 器件结构  
\*4 堆叠层: 共计~ 20 层  
\* 使用 Color Filter
- 2. 材料利用率  
: ~ < 30%
- 3. 技术放大 : G8.5
- 4. 高产出率



喷墨印刷显示技术

溶液加工型  
小分子 与 聚合物  
(**液体**)



- 1. 器件结构  
: 只有 5~6 层
- 2. 材料利用率  
: ~ 90%
- 3. 技术放大 : >G8.5
- 4. 技术兼容性  
与WRGB兼容度 : ~ 90%
- 5. 大气压工艺技术

### 印刷OLED 电视产业化成本优势

#### 印刷OLED技术成本优势

设备投入  
成本优势

- 相比蒸镀，设备投入降低

良率与  
产量提升

- 简易的器件结构  
对比白光OLED + CF
- 大气加工工艺

材料成本  
优势

- OLED 材料利用率高  
RGB 印刷工艺: > 90%  
对比 白光OLED + CF

印刷显示  
技术

## 03: OLED 技术开发

为什么使用印刷显示技术？

下一代高端OLED电视商业化的关键要素

超高的产品性能

**RGB 顶发射结构**

- 高分辨率 55"/65" 8K4K ( 160ppi )
- 超高的色域 : DCI-P3 100%

喷墨印刷显示技术的优势  
\* 电视应用

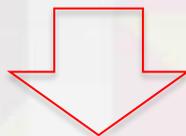
技术扩大能力/

**G8.5/G11 印刷OLED 量产技术成熟**

- 具备极佳的技术放大能

成本竞争优势

- 简单的器件结构 : 6 层
- 材料利用率高: > 90%
- 相比蒸镀, 前期设备投入小



★ 印刷 OLED 技术 : 完美匹配  
“下一代高端OLED电视商业化的关键要素”。

# 03 : OLED 技术开发

## 技术挑战

### 1. 印刷OLED 电视 面板性能

DuPont  
\* 2017 3月 数据

Sumitomo Chemical  
\* SID 2017, Target Data

### 2. G8.5/G11 Mura Free 量产技术

Panasonic  
55"/65" 4K2K at CES/IFA 2013/14  
MURA Free Panel

TEL  
G8.5(2200x2500mm2)  
韩国中试线

### 印刷OLED技术最 近的突破性进展



Kateeva  
1/6 G8.5, 1/2 G4.5 R&D Eq.

G8.5 印刷 OLED 量  
产技术将在2019年  
下半年趋于成熟

- 印刷器件性能
- L/T : R@3800cd/m2, G@4200cd/m2

- RGB 简易的器件结构
- 大气喷墨印刷工艺 :HIL/HTL/EML

### JOLED

- 21.6" 4K, 开始进行中试量产



## 03: OLED 技术开发

### 样机开发技术

TCL / 华星光电  
31英寸 FHD  
2014



广东聚华  
5寸 80ppi  
2016



### 印刷显示现有技术突破

Panasonic  
55"/65" 4K2K at CES/IFA  
2013/14  
MURA Free 面板



京东方/ 印刷QLED



JOLED  
21.6寸 4K2K  
2016

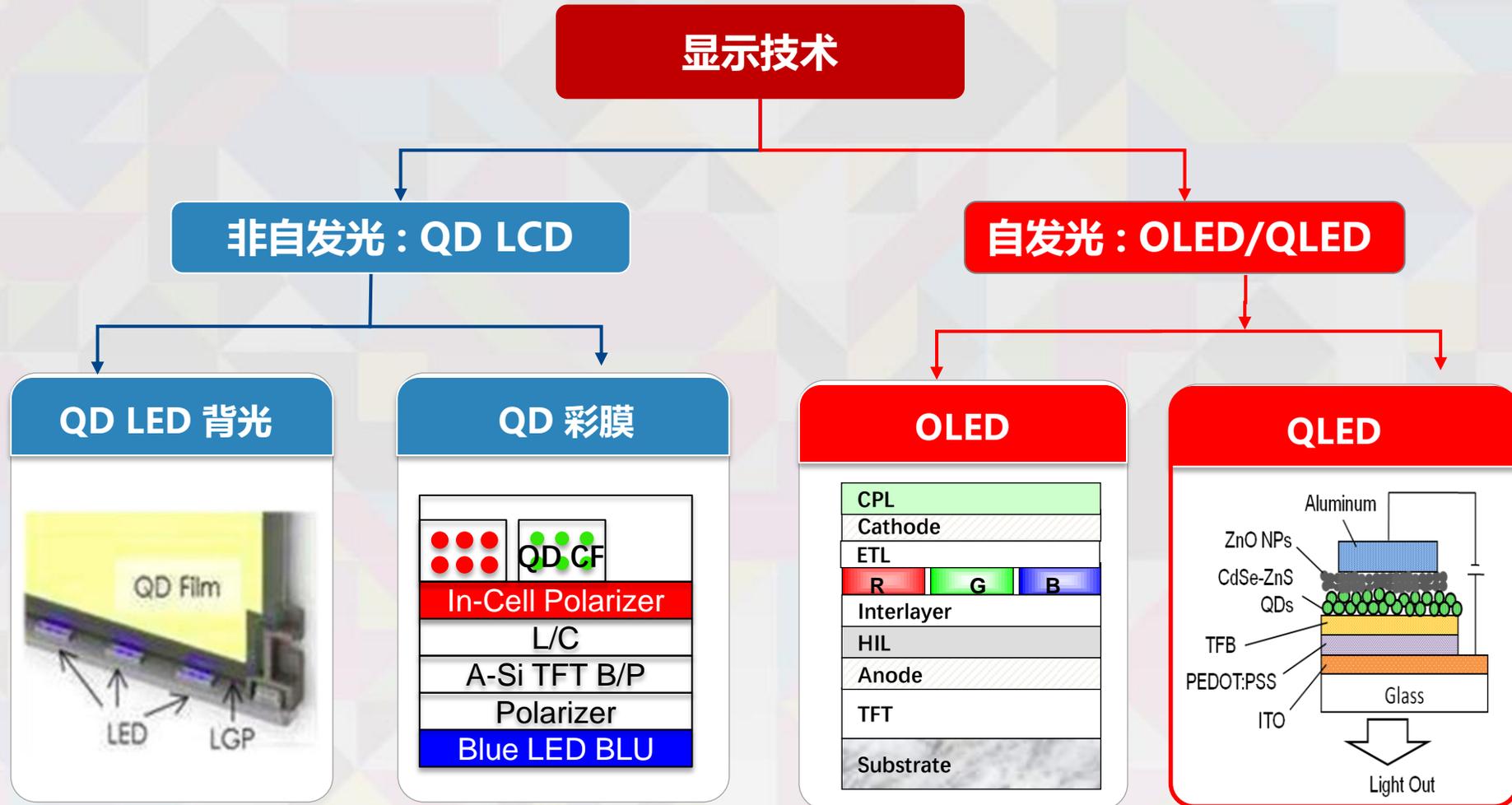
MURA Free 面板, 小批量出货



LG  
55" 4K2K  
MURA Free 面板已完成开发

# 03: QLED 技术开发

显示技术：自发光 对比 非自发光



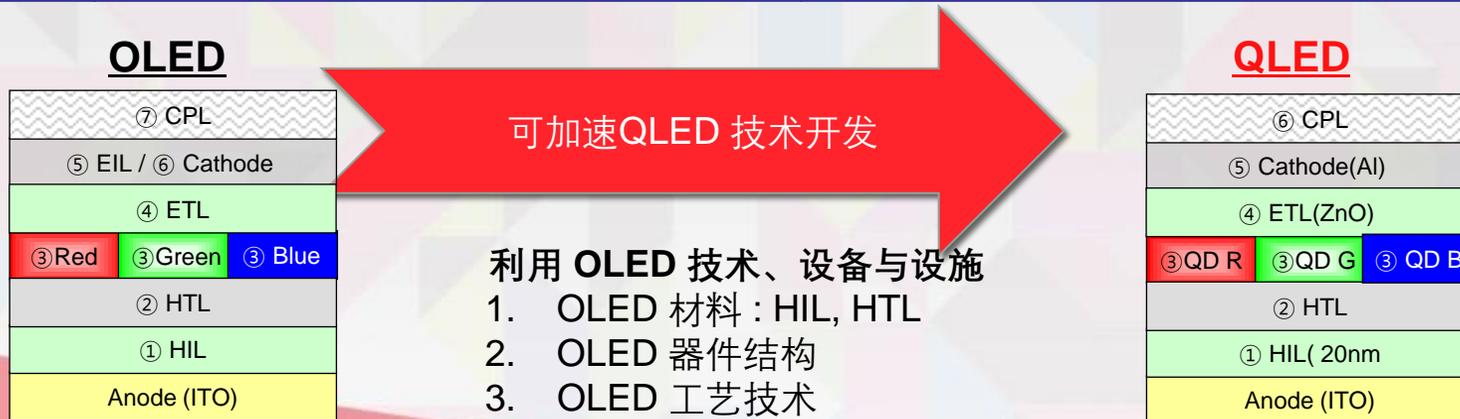
★ 内置偏光片

★ 印刷显示技术

# 03: QLED 技术开发

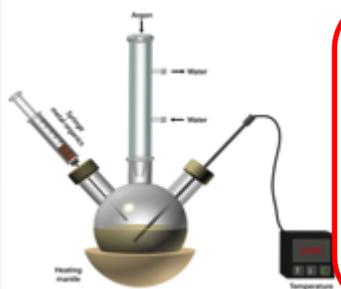
## 技术对比: OLED 对比 QLED

	OLED	QLED
1. 器件结构	十分相似	
2. 材料体系	主要为有机材料	有机/无机 材料
3. 工艺	现有OLED电视技术: 蒸镀 ★ 印刷显示: 正在开发	<b><u>QLED 电视: 印刷显示技术</u></b>
4. 光学性能	DCI-P3: 100%	DCI-P3: > 100% 窄的光谱 (FWHM:< 25nm)
5. 技术挑战	蓝光寿命 LT95@1Knit : 700~1200 小时	蓝光寿命 L/T (LT95@1Knit): ~小时 效率: 需要改善 * 需要开发无铬材料体系.



# 03: QLED 技术开发

## 印刷QLED 技术挑战



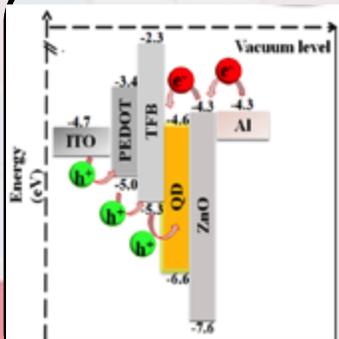
### 1. QD 材料开发

- 高纯度QD材料合成



### 2. 蓝光 QLED 材料开发.

- 长寿命 L/T  
- 高效率



### 3. 器件结构优化

高效率 & 长寿命 L/T  
\* 器件衰退机理  
\* 功能层材料开发.

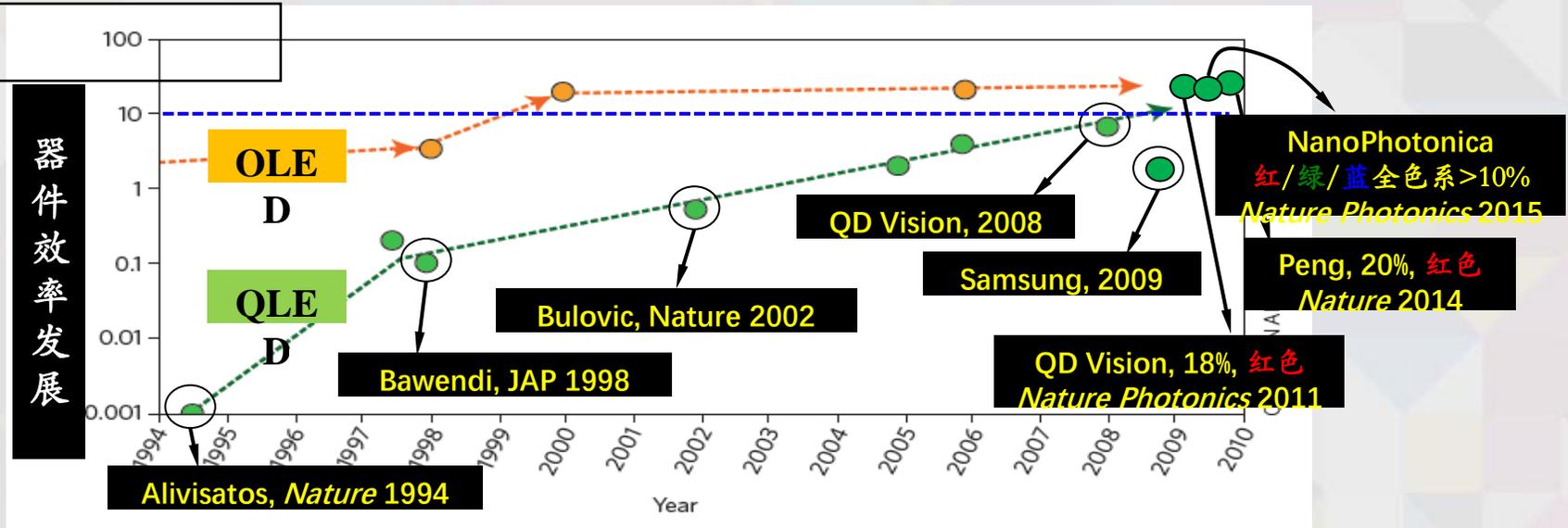


### 4. 稳定的喷墨印刷技术开发.

- 墨水体系, Bank 工艺, 干燥/烘烤工艺/  
喷墨印刷技术开发

# 03: QLED 技术开发

## 器件性能对比



Color	Devices	$\eta_{EQE}$ (%)	$\eta_A$ (cd/A)	Operating Lifetime
Red	Zhejiang University <sup>1</sup>	20.5%	18	T50@100nit ~ 10,000h
	MIT <sup>2</sup>	18	19	
	TCL	>15	>16	T95@1000nit >2,000 h
Green	Nanophotonica <sup>4</sup>	18.3	70	T50@100nit ~100,000 h
	Soochow University <sup>3</sup>	15.45	66.32	T50@1800nit ~ 46 h
	TCL	>15	>58	T75@1000nit >1,000 h
Blue	TCL	>15	>7	T50@1000nit > 35 h
	University of Florida <sup>5</sup>	12.2	2.4	-
	Nanophotonica <sup>4</sup>	11.2	6.1	-

# 04

## 聚华OLED/QLED公共研发平台发展战略

# 04：广东聚华公共研发平台OLED/QLED技术发展战略

## 聚华平台简要介绍 与 聚华的使命

公共研发  
平台公司

加速 印刷OLED电视技术开发 与 柔性显示技术开发  
使中国显示技术实现由跟随到引领的发展

面板领头  
企业

✦ 华星光电  
天马集团  
中电熊猫 ....

聚华的使命

广东聚华印刷显示技术  
有限公司;

12.2014,  
广州科学城

领先的材  
料与设备  
厂商

研发机构  
与高校

提供 印刷显示技术  
的整套解决方案

中国面板  
制造企业

✦ TBD

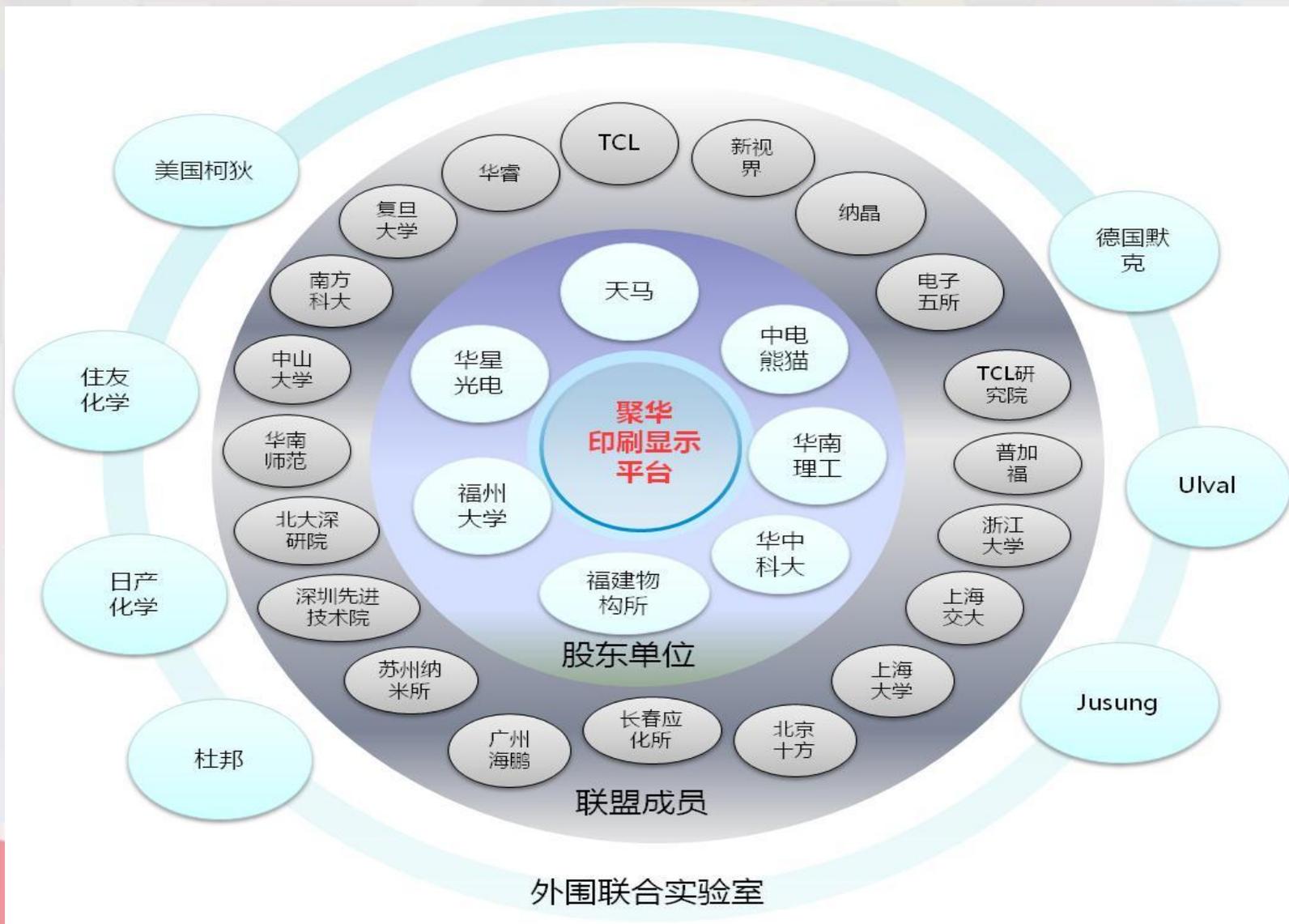
## 04：广东聚华公共研发平台OLED/QLED技术发展战略

### 聚华股份介绍



# 04：广东聚华公共研发平台OLED/QLED技术发展战略

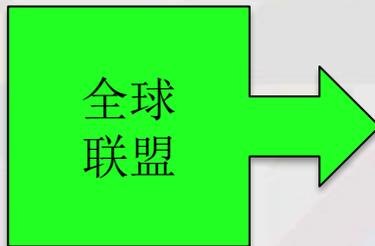
## 聚华印刷显示联盟介绍



# 04：广东聚华公共研发平台OLED/QLED技术发展战略

## 全球性的技术联合/ 双赢的商业模式

- 1 印刷 OLED/QLED 电视
- 2 柔性显示



广东聚华印刷显示技术有限公司  
产业链构建的中心节点，上承材料/装备厂商，下启面板/整机厂商  
催生成熟量产技术，推动新型工艺/技术向面板厂商转移  
做好技术匹配与技术整合工作，开展新型技术应用，尝试技术创新

< 全球联盟：公共开发创新平台 >  
第一步：快速追赶  
最终目标：全球领先企业



# 聚华研发大楼



# 05

## 总结

## 05：总结

### 印刷显示全球格局

#### ✓ JOLED 阵营

	产业革新机构(政府)	日本显示(JDI)	索尼	松下
股权	75%	15%	5%	5%

包括松下 的工艺技术和装备技术，以及住友化学 的材料技术。已设置OLED面板的试产线。已完成20英寸/230PPI样机开发。 **(政府资金占股85%)**

#### ✓ LG 阵营

包括日本TEL 的喷墨印刷技术和德国MERCK 的发光材料技术。组建G8.5印刷OLED中试线，已开发55英寸印刷OLED样机。

#### ✓ 三星 阵营

包括美国Kateeva 的装备技术和杜邦 的发光材料技术。三星将在 1/6-G8.5设备上推出55英寸印刷OLED样机。

#### ✓ 中国 阵营

第四极正在快速形成中，京东方、华星光电、广东聚华以及高校科研机构 **同时也需要政府的大力支持，与企业间的通力合作。**

## 05: 总结

1

**OLED 电视技术** 需要完全满足市场对高端电视应用的需要，如：超高的画面质量，差异化的设计，大屏，高分辨，绿色环保等

2

**OLED 电视成本竞争** 是商业化成功的必要条件  
**印刷 OLED 显示技术** 是解决OLED电视成本的最佳方案。  
至 2019，我们预计印刷OLED技术将会成熟，并作为OLED电视的主流量产技术

3

**印刷QLED 技术** 任然存在着很多的技术挑战，包括材料/器件结构/印刷工艺技术. 但是利用印刷OLED的技术与设施，可以加速印刷QLED技术的发展.

4

**未来加速印刷 OLED/QLED 技术发展**，本着公共开发的模式，广东聚华印刷显示技术有限公司成立. 聚华认为**全球化的技术联合与开发**，是技术创新与实现产品差异化的关键要素.

# THANKS

TCL Corporation

[www.tcl.com](http://www.tcl.com)

