

AMOLED 工厂的 AOI 设备应用及采购策略探讨

洪明海 阮家军 吕黎

(绵阳京东方光电科技有限公司 四川 绵阳 621000)

摘要: AOI 设备被称为现代化精密工艺生产的“眼睛”，在 AMOLED 显示屏生产工艺中也有非常广泛的运用。了解 AOI 设备的基本组成和工作原理，以及 AOI 设备在 AMOLED 工厂中的具体运用，并通过光学系统等核心部件的集中化采购，确保一个工厂内的光学系统品牌相对集中，最终达成维修改造的自主化，将大幅降低采购成本和运营成本。

关键词: AOI 设备；采购策略

0 引言

检测是保证 AMOLED（英语：Active-matrix organic light-emitting diode，中译：有源矩阵有机发光二极管）显示屏产品质量的重要环节，传统的人眼检测主观性大，观察区域和观察精度都有限、效率低，漏检率高，且不能实时自动统计检测结果，弊端很多。基于数字图像处理的 AOI（英语：Automated Optical Inspection，中译：自动光学检测）设备具有精度高、速度快、无接触、自动统计等优点。

AMOLED 生产制造工序复杂、步骤很多，缺陷检测贯穿了产品制造的整个生产环节，目的是能够及时修复或舍弃存在问题的不良品，所以 AOI 设备在 AMOLED 工厂得到了极其广泛的运用。据统计，在一个产能为 45K/月的 AMOLED 工厂中，各类 AOI 设备总数超过 300 台，采购总金额超过 10 亿人民币，由此可见 AOI 设备的重要作用。AOI 设备的主要厂家包括：以色列的 Orbotech，日本的松下，韩国的 HBT、DIT、Finetek，国内的精测电子、华兴源创、苏州凌云等。深入了解 AOI 设备的基本组成、不同场合的检测对象及规格要求，制定合适的采购策略，将有助于做好 AOI 设备采购成本控制、运行成本优化等。

1 AOI 设备的基本组成和工作原理

AOI 设备一般由以下几个模块组成：

(1) 光学系统模块。光源，为待测物品提供光照，以提高成像质量。摄相机，采集待测物品图像，供图像处理使用；相机包括黑白 CCD、彩色 CCD、高分辨率线性扫描等。镜头，配合相机采集图像。偏振片，通过角度调整，改变成像背景色，便于后期图像处理。

目前市场上常见的光学系统品牌有：Cognex，Basler，Image Focus，Konica，海康威视、基恩士、索尼、视眸等。

(2) 机械系统模块。提供光学系统固定装置，放置待测物品，且最大程度保证每次放置的物品角度一致。一般由电机、传动装置、机械加工件等组成。

(3) 电测仪。通过 PCB 板给 AMOLED 显示屏供电使其显示预设内容。

(4) 图像采集卡。连接相机与计算机实现图像信号采集与传输。

(5) 计算机。提供图像处理与软件设计的平台。

(6) 图像处理系统软件模块。通过图像处理的方式判

定显示缺陷，并在软件系统中显示检测结果。软件系统是 AOI 的灵魂，软件算法的优劣直接影响检测效果。常用的软件算法有灰度相关法、边缘识别法、固态建模法、统计外形建模法和拓扑法等。AOI 设备厂家，一般是外购光学系统模块，但机械系统和图像处理系统则是设备厂家的核心竞争力，尤其是软件算法决定了设备厂家的技术竞争力和市场地位。

如下图所示，AOI 设备的工作原理是，通过光学系统给被检测的元器件予以不同光色和照度，然后利用高清晰的摄相机采集被检测元器件的图像并传输到电脑处理系统，通过与标准图像的灰阶进行逻辑比较、判别分析，最后输出检测结果，决定修复或废弃被测产品。

2 AOI 设备在 AMOLED 工厂的运用简介

相对于传统的 TFT-LCD（英语：Thin film transistor liquid crystal display，中译：薄膜晶体管液晶显示屏）制造工厂，AMOLED 工厂最大的差异在新增了 EVEN（英语：Evaporation&Encapsulation，中译：蒸镀与封装）工艺、大幅变化了 EAC（英语：EVEN After Cutting/Cell，中译：蒸镀后的单元显示面板）工艺。本文主要对 EVEN、EAC 工艺的 AOI 设备运用进行介绍。如下图所示，EVEN、EAC 工艺共有约 9 个地方需要使用 AOI 设备。

H Cut AOI，半板切割后对切割尺寸进行测量以及灰尘粒子的检出，以及对蒸镀工艺之前的各种碎屑、破损进行检测。灰尘粒子检测精度 $\geq 3 \mu\text{m}$ ，破损检测精度 $\geq 500 \mu\text{m}$ 。

TFE Crack AOI，发光有机物蒸镀及第一层无机物沉积涂布后，检测大于 $3 \mu\text{m}$ 的灰尘粒子和大于 $500 \mu\text{m}$ 的边缘破损，为下一步的有机膜打印涂布做准备。

IJP AOI，主要用于检测打印有机膜层时由于膜层段差导致发生的 Mura，其可检尺寸一般是大于 $600 \mu\text{m}$ 。也同时检测大于 $3 \mu\text{m}$ 的灰尘粒子。

TFE AOI，主要检测膜内灰尘粒子导致膜层变化的涂布不良，并对膜层变化的缺陷高度进行抽样测量。

Lami Film AOI，检测保护膜内部的灰尘粒子、气泡以及保护膜外部的划伤等不良。对灰尘粒子和气泡的检测尺寸一般是大于 $100 \mu\text{m}$ 。

Lami AOI，保护膜和 AMOLED 显示屏贴合之后，对保护膜上的灰尘粒子或者由于外部因素导致的表面损伤缺陷

进行检测。精测精度 $\geq 100 \mu\text{m}$ 。

LLO AOI, 有的是在 LLO 工艺之前检测灰尘粒子, 避免其导致的激光照射后承载玻璃和膜层无法顺利分离, 也有的是检测 LLO 工艺之后的 Mura 缺陷。灰尘粒子检测精度 $\geq 10 \mu\text{m}$, Mura 检测精度 $\geq 100 \mu\text{m}$ 。

3AOI 设备的采购策略

在 AMOLED 工厂中, 虽然 AOI 设备检测的对象有差异, 不同工艺段的检测精度也不相同, 但 AOI 设备的基本组成相似, 其中的光学系统模块是最主要的硬件成本, 占比约 30% ~ 50% (单台 AOI 设备配置的光学系统数量不同, 成本占比有差异)。所以对 AOI 设备的采购策略规划, 可以重点关注光学系统这一块。

3.1 光学系统采购集中化

AOI 设备中的核心硬件是光学系统, 后期使用过程中经常需要维修或改造的也是光学系统, 而市场上存在的光学系统品牌多达上百家, 产品质量良莠不齐、销售价格也参差不齐。据统计, 目前一个 AMOLED 工厂中的 AOI 设备上使用的光学系统品牌多达 30 家以上, 设备工程师很难有足够的时间和精力去了解每个品牌的光学系统, 以致 AOI 设备发生光学系统相关的故障时, 我司工程师可能束手无策, 只能找设备原厂来有偿维修, 既增加了设备维修成本, 也不能及时完成维复制机, 严重影响生产的顺利进行。针对以上问题, 结合笔者的采购经验和思考总结, 建议购买 AOI 设备的时候, 可以通过以下 3 种方案来确保光学系统的品牌集中化。

方案一, AOI 设备采购之前, 首先通过需求统计、技术评价、集中竞价等方式选定某一个或两个光学系统的品牌, 同时锁定光学系统的集采优惠价格, 然后要求 AOI 设备厂家采购指定品牌的光学系统。该方案操作相对简单, 而且设备厂家也可以分享到相对较低的光学部件集中采购价格, 缺点是个别设备厂家可能因各种内部原因无法 100% 确保购买指定品牌的光学系统。

方案二, 自主集中采购某品牌光学系统, 然后交由设备厂家集成到 AOI 设备中。该方案能有效确保品牌集中化, 但前期统计核实各个 AOI 设备所需求的镜头、照相机的具体规格型号将需要较大的工作量, 而且质保期内的免费维修、设备产能和性能的提升等方面, 因牵扯到光学系统厂家、AOI 设备厂家等多个关联方, 可能存在责任划分不清、相互推诿等情况。

方案三, 自主集中采购某品牌光学系统, 并自主进行光学系统及软件算法的组装、调试, 设备厂家仅提供机械系统模块等平台系统。该方案操作相对复杂、对自身工程师的能力要求相对也最高, 但对后期的设备维修改造等方面, 因已具备自主进行的基础条件, 必将具有最快的时效和最低的成本。

三种方案的出发点都是集中化采购, 以量取价降低采购成本, 同时为后期的维修改造自主化奠定基础, 各家可以结合自身公司的当前实际情况, 选择适合自己的采购方案。

3.2 维修改造自主化

在做好 AOI 设备光学系统品牌集中化以后, 维修改造自主化也将是水到渠成的工作。因为厂内 AOI 设备的光学系统品牌集中化以后, 设备工程师就可以从先前面对几十上百个品牌的复杂局面中脱颖而出, 轻装上阵、集中精力学习单个或少数几个品牌的光学部件知识, 首先奠定了自主化的信心和基础。其次, 公司可以通过各种途径培养自己的工程师, 逐步掌握光学系统的维修改造和软件算法的修改优化, 也可以从外部招揽有经验的 AOI 工程师, 内外经合来确保工程师的维修能力与需求相匹配。当然, 如果短期实现自主化有困难, 也可以将光学系统的维修改造整体打包给备件原厂来对应实施, 既是以量取价降低成本, 也是绕过设备厂家不让中间商赚差价, 最后再循序渐进的过渡到自主化实施。

4 结语

虽然 AOI 设备目前依然存在各种各样的不足, 如检测标准过严引起的“过检”、标准较松导致的“漏检”等问题, 但其高效的检测效率和强大数据处理分析能力, 为 AMOLED 显示产业大规模量产起到了重要推动作用。其硬件组成相对简单, 检测基本原理也相对易懂, 但根据检测对象的不同、检测精度的差异, 光学系统等核心硬件参数差异较大、软件算法也截然不同, 最终导致设备成本千差万别。既要注重 AOI 设备的运用和成本组成分析, 也需要打破常规, 创新采购模式, 通过品牌集中化采购等方式, 从各种维度降低采购成本和运营成本, 最终提升公司产品的综合竞争力。

参考文献:

- [1] 叶涵. LCD 显示缺陷自动光学检测关键技术研究 [D]. 四川: 电子科技大学, 2013.
- [2] 毛玉龙, 许海泉. TFT-LCD 液晶显示器表面缺陷检测技术研究 [J]. 环球市场, 2017(29):120.