

DB42

湖 北 省 地 方 标 准

DB42/T XXXX—XXXX

新型显示器件喷墨打印技术通用要求

General requirements for the inkjet printing technology of new display devices

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

湖北省市场监督管理局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 工艺流程	1
4.1 概述	1
4.2 基板校准	1
4.3 波形调节	2
4.4 墨滴观测	2
4.5 图案化设定	2
4.6 试打印	2
4.7 喷孔筛选及偏差补偿设定	3
4.8 基板打印	3
4.9 打印后检测	3
5 工艺保障条件要求	3
5.1 人员要求	3
5.2 环境要求	4
5.3 设备要求	4
6 原材料及辅助材料要求	4
7 检验	4
7.1 总则	4
7.2 关键工艺检验	4
7.3 最终检验	6

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由武汉国创科光电装备有限公司提出。

本文件由湖北省机械标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：武汉国创科光电装备有限公司、华中科技大学、武汉数字化设计与制造创新中心。

本文件主要起草人：尹周平、陈建魁、杨华、唐伟、付宇、郑关。

本文件实施应用中的疑问，可咨询湖北省机械标准化技术委员会，电话：027-878332062，邮箱：916848516@qq.com；对本文件的有关修改意见建议请反馈至武汉国创科光电装备有限公司，电话：027-63495836，邮箱：zhengg@whnite.com。

新型显示器件喷墨打印技术通用要求

1 范围

本文件规定了新型显示器件喷墨打印技术的工艺流程、工艺保障条件要求、原材料及辅助材料要求、检验要求。

本文件适用于新型显示器件喷墨打印的加工和质量检验。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 18910.11 液晶显示器件 第1-1部分：术语和符号

ISO 14644（所有部分） 洁净室及相关控制环境（Cleanrooms and associated controlled environments）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

新型显示器件 new display device

指相对传统LCD器件新发展的显示器件，包括OLED、QLED、Micro-LED等显示单元。

3.2

基板 substrate

由玻璃或塑料制成的平板，通常是透明的。

[来源：GB/T 18910.11-2012, 2.1.1]

3.3

偏差补偿设定 offset setting

指对打印的落点进行X、Y方向上的补偿设定，使实际落点坐标与理论落点坐标重合。

3.4

标识图案 mark

喷墨打印过程中进行光学定位的基准图案。

4 工艺流程

4.1 概述

喷墨打印技术工艺流程包含基板校准、波形调节、墨滴观测、图案化设定、试打印、喷孔筛选及偏差补偿设定、基板打印、打印后检测。

4.2 基板校准

4.2.1 用于纠正基板上料至喷印平台后基板位姿相对于打印方向的误差角度。

4.2.2 基板校准步骤如下：

- a) 将基板由前道工序转移至喷印平台；
- b) 采用像素分辨率不低于 $1.25 \mu\text{m}/\text{pixel}$ 的工业视觉相机，自上而下检测识别基板上的多个标识图案；
- c) 根据各标识图案的坐标计算得出当前基板位姿相对于打印方向的误差角度；
- d) 使用配套的机械装置根据误差角度对基板做相应动作，改变基板位姿，降低误差角度至 $\leq 0.005^\circ$ 。

4.3 波形调节

4.3.1 波形调节用于获取墨水的稳定喷射参数，使墨滴的体积、速度均处于要求范围内。

4.3.2 波形调节前，墨水的参数性质（如墨水粘度）要求满足喷头的喷射粘度要求。

4.3.3 波形调节步骤如下：

- a) 调节墨路负压，使喷头挤墨后，墨滴悬挂于喷头表面，不滴下也不回流；
- b) 切换墨路为半自动状态，擦拭喷头表面至洁净，切换回墨路自动状态；
- c) 按标准波形参数设定波形，观察喷射状态；
- d) 调节电压幅值、电压持续时间、脉冲个数等参数，调节墨滴拖尾、卫星滴等，直至墨滴呈球状、速度符合要求。

4.4 墨滴观测

4.4.1 用于判断墨滴体积和飞行角度，衡量喷孔喷射稳定性并去除不合格喷孔，提升喷印质量。

4.4.2 墨滴观测步骤如下：

- a) 移动待观测喷头至墨滴观测检测位置；
- b) 控制喷头以特定频率喷射，同步触发控制像素分辨率不低于 $0.5 \mu\text{m}/\text{pixel}$ 的工业视觉相机检测系统采集墨滴图像；
- c) 处理墨滴图像，计算该喷孔喷射墨滴体积、飞行角度；
- d) 移动至下一喷孔观测位置，重复本文件 4.4.2 中步骤 b) 和步骤 c)，直至检测完所有喷孔；
- e) 设定合格墨滴的体积及角度上下限，去除不合格喷孔。

4.5 图案化设定

4.5.1 图案化通过设定喷印图案的参数和喷印要求，实现像素坑填充或膜的制备。

4.5.2 图案化设定前，基板校准精度应满足基板角度偏差 $\leq 0.005^\circ$ 的要求，可参与喷印的喷孔数量超过总喷孔数量的 90%。

4.5.3 图案化设定步骤如下：

- a) 导入喷头状态，包括异常喷孔序号、正常喷孔的体积值、各喷孔平均落点误差和喷头定位坐标；
- b) 设定图案参数，包括图案点间距和行列数、图案点阵列间距和行列数、图案体积值、可喷印范围、图案点定位坐标；
- c) 根据喷头和图案之间的位置关系构建喷印规划模型的位置约束，以喷印图案的体积作为结果约束，以喷印次数为优化目标；
- d) 求解模型，获取当前状态的最佳喷印路径。

4.6 试打印

试打印步骤如下：

- a) 根据喷孔筛选和落点偏差分析的要求，选定特定喷孔或全部喷孔，通过图案化设定生成点阵打印规划；
- b) 在载台上搭载一张具备疏水膜的基板；
- c) 基板真空吸附；
- d) 定义打印起始点；
- e) 调用生成的点阵打印规划，进行打印。

4.7 喷孔筛选及偏差补偿设定

喷孔筛选及偏差补偿设定步骤如下：

- a) 下视相机对试打印的点阵进行采图；
- b) 软件计算将每个墨滴落点的实际坐标与标准坐标进行比较，获得墨滴落点的打印偏差值；
- c) 根据落点的打印偏差值计算各喷孔的平均落点偏差值；
- d) 通过各喷孔的平均落点偏差值与要求值进行比对，完成可参与打印的喷孔筛选；
- e) 根据平均落点偏差值，在软件偏差补偿设定界面设置对应的 X、Y 补偿值。

4.8 基板打印

基板打印步骤如下：

- a) 定义基板移动的方向为 X 方向，喷头移动的方向为 Y 方向；
- b) 执行打印动作，将基板移动至起始位置，并按照预定义的轨迹指令加速至打印速度后匀速运动；
- c) 当起始像素坑对齐至起始喷孔，喷头根据 X 向位置编码器信号刷新各喷孔喷射状态，喷孔喷射的时序指令来自于预存储的图案化规划文件；
- d) 整个打印过程在匀速段进行，目标像素坑打印完成后，基板完成减速动作后返回起始位；
- e) 喷头沿 Y 方向位移预定距离，喷孔对齐至另一组像素坑，继续完成第二个行程的打印；
- f) 重复本文件 4.8 中步骤 b)-步骤 e)，直至完成基板所有目标像素坑的打印，基板移动至下料位进入下一流程。

4.9 打印后检测

4.9.1 基板正式打印完成后，使用自动光学检测系统在线完成散点、多打漏打、桥连等缺陷的快速分类、定位，并为后续工艺参数调整提供缺陷信息。

4.9.2 打印后检测步骤如下：

- a) 建立对应基板和工艺参数条件下，无缺陷打印状态模板；
- b) 基板正式打印后，检测单元按照行列扫描形式，快速采集整个基板或基板预设区域打印状态信息；
- c) 根据采集到的实际打印状态信息，基于建立的状态模板，通过算法流程，评估该基板实际打印情况，分类和定位相应的缺陷信息；
- d) 将缺陷信息反馈至相应的工艺流程，完成工艺参数优化、打印规划优化，降低后续基板缺陷生成率。

5 工艺保障条件要求

5.1 人员要求

工艺人员应具有新型显示器件喷墨打印工艺基础知识,熟悉设备操作使用,经培训合格后方可上岗。

5.2 环境要求

工艺操作的环境直接影响工艺的稳定性与工艺质量,推荐的操作环境见表1。

表 1 操作环境要求

净化级别	水氧环境	温度
应符合ISO 14644 (所有部分)的要求	$H_2O \leq 1\text{ppm}$, $O_2 \leq 1\text{ppm}$	$23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$

5.3 设备要求

5.3.1 各工序所需设备

喷墨打印技术各工序使用的工艺设备为喷墨打印机。

5.3.2 工艺设备验证

5.3.2.1 工艺设备应定期进行状态验证。验证或鉴定表明设备性能满足工艺技术要求,即确认设备技术状态正常,可以进行正常使用。

5.3.2.2 验证或鉴定表明性能不能满足工艺技术要求的设备,应进行维修。维修后应重新进行技术状态验证。

5.3.2.3 工艺设备按有关规定进行保养,保养后应重新进行技术状态验证。

6 原材料及辅助材料要求

在新型显示器件喷墨打印工艺中推荐使用的原材料及辅助材料见表2,应按照相关贮存条件存放,使用经检验合格且在有效期内的材料。

表 2 推荐使用的原材料及辅助材料

名称	要求
墨水	粘度5cps-20cps
基板	完成喷墨打印前道工序的基板

7 检验

7.1 总则

7.1.1 每步工艺完成后根据各工序检验要求对其结果进行在线检验。

7.1.2 对于直接影响新型显示器件喷墨打印工艺加工精度的关键工序建立检验规范,并进行专检。

7.1.3 建立最终检验规范,按照规范对最终加工得到的喷墨打印显示器件结构进行检验,剔除不符合检验标准的残次品。

7.2 关键工艺检验

7.2.1 基板校准检验

7.2.1.1 检验目的

检验基板校准精度，用于计算基板角度、进行图案化计算。

7.2.1.2 检验方法

基板校准精度的测试步骤如下：

- a) 检测：下视相机移动至已设定的多个标识图案位置，识别基板标识图案坐标；
- b) 计算：根据每个标识图案坐标计算基板角度偏差；
- c) 纠偏：基板角度偏差大于要求数值时，根据偏差值调整纠偏幅度，重复本文件 7.2.1.2 中步骤 a) 和步骤 b)，直至基板角度偏差值符合检验要求。

7.2.1.3 检验要求

基板角度偏差 $\leq 0.005^\circ$ 。

7.2.2 墨滴观测检验

7.2.2.1 检验目的

检验各喷孔的喷射状态及喷射稳定性，用于筛选可参与打印的喷孔，提供喷印质量。

7.2.2.2 检验方法

7.2.2.2.1 墨滴体积精度的测试步骤如下：

- a) 开启喷孔喷射，采用像素分辨率不低于 $0.5 \mu\text{m}/\text{pixel}$ 工业视觉相机等传感器采集墨滴飞行信息；
- b) 计算单个喷孔喷射的单个或数个墨滴的体积；
- c) 依次采集喷头全部或部分喷孔喷射的墨滴体积；
- d) 采用统计学方法，计算所有或部分喷孔喷射的墨滴体积变化量，通过各喷孔喷射墨滴体积变化量与要求值进行比对，筛选喷孔；或使用精密天平作为检测工具，逐个开启喷孔喷射，分别测量单个或成组液滴的质量，进而测算出墨滴体积及体积偏差。

7.2.2.2.2 墨滴飞行角度解析度的测试步骤为将标定球作为观测对象，首先对喷墨打印机配置的工业视觉墨滴观测系统的工业视觉相机进行测量精度标定。通过运动控制系统带动喷射墨滴的喷头移动，使得墨滴可以在工业视觉相机中清晰成像，采用工业视觉墨滴测量系统测量墨滴的飞行角度，宜对同一喷孔测量其喷射的 20 个墨滴作为统计对象，统计标准差，墨滴飞行角度解析度按式（1）计算。

$$R = 3\sqrt{2}\sigma \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

R ——墨滴飞行角度解析度，单位为度（ $^\circ$ ）；

σ ——墨滴飞行角度标准差，按式（2）计算。

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

n ——测量次数；

x_i ——墨滴飞行角度测量值，单位为度（ $^\circ$ ）；

\bar{x} ——多次墨滴飞行角度测量值的平均值，单位为度（ $^\circ$ ）。

7.2.2.3 检验要求

使用像素分辨率不低于 $0.5\ \mu\text{m}/\text{pixel}$ 的工业视觉相机检测打印喷头中各喷孔的喷射状态,要求墨滴体积测量精度 $\leq\pm 5\%$,飞行角度解析度 $\leq 0.2^\circ$ 。

7.3 最终检验

喷墨打印显示器件最终检验应符合以下要求:

- a) 未出现散点缺陷,桥连缺陷;
 - b) 漏打、少打缺陷导致的融合墨滴体积与预设打印体积的偏差 $\leq\pm 5\%$,未引起显示面板的斑点缺陷(Mura);
 - c) 像素结构膜厚均一性 $\geq 90\%$ 。
-