

ICS 31.220.99

CCS L 63

T

团体标准

T/CEATEC XXX—2026

热敏打印头打印浓度均匀性评价规范

Evaluation specification for printing density uniformity of thermal print head

2026-X-XX 发布

2026-X-XX 实施

中国欧洲经济技术合作协会 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 评价原则与要求 2

 4.1 评价原则 2

 4.2 评价基本要求 2

5 评价指标体系 2

6 试验方法 3

 6.1 试验准备 3

 6.2 试验工况设置 3

 6.3 点位检测布置 3

 6.4 检测操作流程 4

7 数据处理 4

 7.1 单张样张浓度平均值计算 4

 7.2 浓度极差计算 4

 7.3 批次浓度标准差计算 4

 7.4 变异系数计算 4

 7.5 点位合格率计算 4

 7.6 数据修约规则 5

 7.7 无效数据剔除 5

8 评价结果 5

 8.1 分级判定 5

 8.2 评价报告 5

 8.3 结果应用说明 5

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。

本文件由中国欧洲经济技术合作协会提出并归口。

本文件主要起草单位：。

本文件主要起草人：。

本文件为首次编制。

热敏打印头打印浓度均匀性评价规范

1 范围

本文件规定了热敏打印头打印浓度均匀性的评价原则与要求、评价指标体系、试验方法、数据处理及评价结果。

本文件适用于便携式热敏打印机、票据热敏打印机、标签热敏打印机所用的线性热敏打印头，工作电压3.3V~24V、打印分辨率200dpi~600dpi、有效打印宽度16mm~216mm的商用及工业级热敏打印头的打印浓度均匀性检测与评价。

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 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温
GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温
GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划
GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
GB/T 28165 热打印机通用规范
JJF 1492 反射式光密度计校准规范
SJ/T 11538 热打印头通用规范

3 术语和定义

GB/T 28165、SJ/T 11538界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

热敏打印头 thermal print head

由多个微型发热电阻阵列组成，通过电脉冲驱动发热，使热敏介质发生显色反应，实现图文打印的核心成像器件。

3.2

打印浓度 print density

热敏介质经热敏打印头加热显色后，打印区域的黑白显色深浅程度，采用反射光学密度值表征。

3.3

打印浓度均匀性 print density uniformity

同一热敏打印头在标准试验条件下，单次满幅打印样张内各检测点位、多次重复打印样张间的打印浓度一致性程度，是表征热敏打印头成像质量的核心指标。

3.4

有效打印区域 effective printing area

热敏打印头发热电阻阵列覆盖的、可实现正常显色打印的矩形区域，不含两端无效留白边缘区域。

3.5

浓度极差 density range

单张检测样张有效打印区域内，各检测点位打印浓度最大值与最小值的差值，反映单张样张局部浓度波动幅度。

3.6

浓度变异系数 density coefficient of variation

多张重复打印样张检测浓度的标准差与浓度平均值的比值，无量纲，反映打印浓度的整体离散均匀程度。

4 评价原则与要求

4.1 评价原则

4.1.1 科学性原则

评价指标、试验参数、数据处理方法均依据印刷光学检测标准及热敏器件工作特性制定，参数取值精准、逻辑严谨，可量化、可溯源。

4.1.2 客观性原则

所有检测过程采用标准化设备、标准化环境条件，规避人工主观判定误差，评价结果完全依托实测数据判定。

4.1.3 重复性原则

相同试样、相同设备、相同环境、相同操作流程下，多次检测结果偏差符合标准允许范围，试验过程可重复、数据可复现。

4.1.4 通用性原则

评价体系覆盖主流规格商用、工业级热敏打印头，适配不同分辨率、不同幅宽产品，适配行业通用检测场景。

4.2 评价基本要求

4.2.1 环境条件要求

所有试验检测应在标准大气环境下进行，环境温度（23±2）℃，相对湿度（50±5）%，大气压力86kPa~106kPa，检测前试样应在该环境下恒温恒湿预处理2h。

4.2.2 设备精度要求

检测所用反射密度计应按照JJF 1492的规定检定合格，测量精度≤±0.02D，分辨率0.01D；打印机驱动电源电压精度≤±0.1V，脉冲频率控制精度≤±1Hz。

4.2.3 试样状态要求

待评热敏打印头外观无破损、氧化、引脚锈蚀，发热阵列无断路、短路，出厂未经过超负荷老化，装配间隙符合设备标准要求。

4.2.4 介质要求

试验应采用行业标准热敏打印纸，克重（80±2）g/m²，显色阈值、灵敏度均匀一致，无色差、无划痕、无显色缺陷。

5 评价指标体系

本文件构建三级量化评价指标体系，涵盖单张均匀性、批次重复性、环境适应性三大维度，所有指标均设置精准阈值，实现分级量化评价，具体指标及分级标准见表1。

表1 热敏打印头打印浓度均匀性评价指标体系及分级标准

一级指标	二级指标	三级量化指标	优等品	合格品	不合格品
------	------	--------	-----	-----	------

单张打印均匀性（核心指标）	浓度平均值	标准显色浓度D	$1.20 \leq D \leq 1.40$	$1.00 \leq D < 1.20$ 、 $1.40 < D \leq 1.60$	$D < 1.00$ 或 $D > 1.60$
	浓度极差	单张样张最大浓度差 ΔD	$\Delta D \leq 0.08$	$0.08 < \Delta D \leq 0.15$	$\Delta D > 0.15$
	点位合格率	有效检测点位达标占比	100%	$\geq 95\%$	$< 95\%$
批次重复均匀性（重要指标）	批次浓度标准差	多张样张浓度标准差 σ	$\sigma \leq 0.03$	$0.03 < \sigma \leq 0.06$	$\sigma > 0.06$
	浓度变异系数	变异系数CV	$CV \leq 2.5\%$	$2.5\% < CV \leq 5.0\%$	$CV > 5.0\%$
环境适配均匀性（参考指标）	高低温浓度偏差	极限温变下浓度波动值	$\leq 0.10D$	$0.10D \sim 0.20D$	$> 0.20D$
注：核心指标为强制性判定指标，任意一项不达标即判定产品不合格；重要指标为批次质量判定指标，用于批量产品质量分级；参考指标为环境适配性辅助判定指标，用于高端产品等级评定。					

6 试验方法

6.1 试验准备

6.1.1 试样抽样

依据GB/T 2828.1常规检验水平II、AQL=1.0抽样，批量产品抽样数量：批量 ≤ 50 台抽样5台，51~200台抽样8台， > 200 台抽样13台，抽样随机无偏向性。

6.1.2 试样预处理

将抽取的热敏打印头及配套热敏纸置于4.2.1规定的标准环境下恒温恒湿放置2h，消除温湿度残留误差。

6.1.3 设备校准

试验前采用标准反射密度校准片对密度计进行零点、量程双校准，校准偏差 $\leq 0.02D$ ，确认打印机驱动电压、脉冲频率处于额定工作状态。

6.2 试验工况设置

6.2.1 驱动参数

额定工作电压5.0V（可调电压机型按额定标称电压设置），打印脉冲宽度8 μs ，脉冲频率120kHz，打印速度80mm/s。

6.2.2 打印样张

每台试样连续打印10张满幅实心黑色矩形样张，样张无留白、无断点，有效打印区域完全覆盖打印头发热阵列，舍弃前2张预热样张，选取第3~10张共8张样张作为检测样本。

6.3 点位检测布置

依据打印头有效幅宽均匀布置检测点位，幅宽 $\leq 50mm$ 布置9个检测点位，50mm~110mm布置13个检测点位， $> 110mm$ 布置17个检测点位，点位均匀分布于样张左、中、右及上下区域，无检测盲区。以80mm标准幅宽打印头为例，13个检测点位坐标分布如表2所示。

表2 80mm幅宽打印头检测点位分布表

点位编号	横向位置（mm）	纵向位置（mm）	点位编号	横向位置（mm）	纵向位置（mm）
1#	10	10	8#	50	40
2#	10	25	9#	70	10
3#	10	40	10#	70	25
4#	30	10	11#	70	40
5#	30	25	12#	40	18
6#	30	40	13#	40	32
7#	50	25	-	-	-

6.4 检测操作流程

6.4.1 按照点位分布依次检测每张样张各点位的反射密度值，检测时密度计探头垂直贴合样张表面，无倾斜、无压力偏差，每个点位连续检测3次，取算术平均值作为该点位最终检测数据。

6.4.2 环境适应性试验：依据GB/T 2423.1进行低温（0℃，放置4h）、GB/T 2423.2进行高温（50℃，放置4h）环境试验，恒温后立即打印样张并检测浓度，记录温变后的浓度偏差数据。

6.4.3 全程记录所有原始检测数据，数据保留2位小数，试验过程全程留存样张及检测日志，保证数据可追溯。

7 数据处理

7.1 单张样张浓度平均值计算

计算公式见公式（1）。

$$\bar{D} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_i \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中：

$\bar{D}$ ——单张样张浓度平均值；

n ——单张样张检测点位总数；

D_i ——第*i*个检测点位的浓度检测值。

7.2 浓度极差计算

计算公式见公式（2）。

$$\Delta D = D_{\max} - D_{\min} \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中：

ΔD ——浓度极差；

$D_{\max}$ ——单张样张点位浓度最大值；

$D_{\min}$ ——单张样张点位浓度最小值。

7.3 批次浓度标准差计算

计算公式见公式（3）。

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{m-1} \sum_{j=1}^m (\bar{D}_j - \bar{D}_{\text{total}})^2} \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中：

σ ——批次标准差；

m ——有效检测样张数量；

$\bar{D}_j$ ——第*j*张样张浓度平均值；

$\bar{D}_{\text{total}}$ ——批次所有样张浓度总平均值。

7.4 变异系数计算

计算公式见公式（4）。

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{D}_{\text{total}}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中：

CV ——浓度变异系数，单位为%。

7.5 点位合格率计算

计算公式见公式（5）。

$$P = \frac{n_0}{n} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中：

P ——点位合格率，单位为%；

n_0 ——达标检测点位数量；

n ——总检测点位数量。

7.6 数据修约规则

所有计算结果按照GB/T 8170的规定进行修约，浓度值、极差、标准差保留2位小数，变异系数、合格率保留1位小数，修约后数据作为最终评价依据。

7.7 无效数据剔除

检测过程中因设备故障、介质缺陷、操作失误产生的异常数据，经双人复核确认后予以剔除，有效数据样本数量不应低于规定样本量的90%，否则应重新抽样试验。

8 评价结果

8.1 分级判定

结合表1量化指标，将热敏打印头打印浓度均匀性分为优等、合格、不合格三个等级，判定规则如下：

a) 优等品：所有核心指标、重要指标均达到优等标准，参考指标 $\leq 0.10D$ ，无任何点位超标，批次浓度一致性优异；

b) 合格品：核心指标全部达标，重要指标满足合格品标准，无严重浓度偏差，可满足常规打印使用需求；

c) 不合格品：存在任意一项核心指标不达标，或点位合格率 $< 95\%$ ，或浓度变异系数 $> 5.0\%$ ，产品打印均匀性不满足使用要求。

8.2 评价报告

评价完成后应出具完整的检测评价报告，报告应包含试样信息、试验环境、设备参数、原始数据、计算过程、分级判定结果、检测日期、检测人员及复核人员信息，内容完整、数据详实。

8.3 结果应用说明

优等品热敏打印头适用于高端票据、标签、条码精准打印场景，无肉眼可见浓淡偏差；合格品适用于普通商超、物流简易打印场景；不合格品禁止出厂销售及批量装配使用。