

# XAAR

基于赛尔 Versatex  
打印系统的标签与  
包装盲文印刷技术  
方案



# 基于赛尔 Versatex 打印系统的标签与包装盲文印刷技术方案

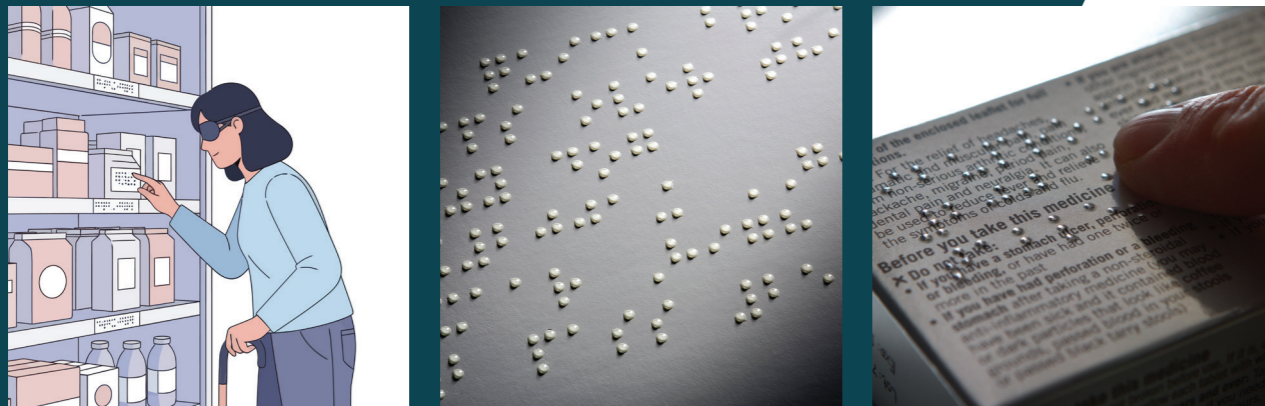
Suzy Sparke | Mark Crankshaw

## 引言

医疗包装上的盲文是一项关键的无障碍设计要素，能够帮助盲人和视力障碍人士自主识别产品信息。

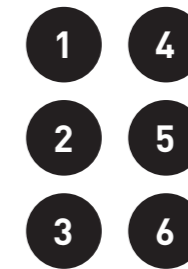
在法规层面，欧盟的相关规定已强制要求药用包装标注盲文。此外，西班牙的法规草案提议，将盲文标注的强制要求拓展至包装消费品领域，涉及品类包括：食品（如肉类、乳制品、罐头食品）以及危险化学品（如洗涤剂、化肥、打火机）。欧盟的相关立法大概率也会跟进这一要求。在美国，尽管盲文标注尚未被纳入强制范畴，但市场对盲文印刷的需求正持续增长。

虽然盲文凸点的技术参数未被纳入强制性法规约束，但相关参数已被部分 ISO 标准列为推荐执行要求。传统意义上，盲文主要通过压纹模具在包装纸盒上进行压印成型；而随着数字印刷技术的创新升级，依托赛尔 Versatex Printbar 高墨层堆积解决方案，如今已可实现无物理压纹的盲文印制。这一技术突破还催生了可变数据盲文的应用可能，例如可在药品包装上印制患者专属信息。



## 盲文的定义及应用方式

盲文是一套供盲人或视力障碍人士使用的凸点触觉书写系统。盲文字符由名为盲文方的单元构成，每个盲文方包含六个点位，排列为两列三行的矩阵结构（即 3×2 矩阵）。不同的凸点组合分别代表字母、数字、标点符号，甚至完整词汇。盲文方内的每个点位都被编为 1 至 6 号：左侧一列的点位从上至下依次为 1、2、3 号，右侧一列从上至下依次为 4、5、6 号。



盲文本身并非一门独立的语言，而是一种类似摩尔斯电码的编码系统；它能够通过将各类语言的字符或语音转化为触觉形式，实现对任意语言的呈现。

人们阅读盲文时，需用指尖轻触划过凸点组成的字符图案。在此过程中，他们依靠均匀一致的凸点规格（足够的高度、统一的形状）与标准化的间距，通过触觉辨识每个字符。标准盲文凸点在纸张上的基底直径约为 1.5 毫米，高度通常在 200 微米左右。同一盲文方内的多个凸点中心间距为 2.5 毫米，盲文方之间的间距约为 6 毫米，盲文行间距则约为 10 毫米。这些尺寸规格被称为马尔堡中型标准，经实践验证，是最适合触觉阅读的标准参数。在包装上印制可清晰辨识的盲文，关键在于保证规格的一致性与凸点的品质。

## 盲文的等级划分及一级盲文用于包装的原因

一级盲文（非缩写版）采用逐字符对应的编码方式，每个字母或符号均对应独立的盲文方。该等级盲文因可避免歧义，是药品包装的首选类型。

二级盲文（缩写版）会对常用词汇和词组进行简化缩写，提升了空间利用率，但需要使用者具备较高的盲文认读水平，因此不适用于需清晰辨识的关键标签。

三级盲文属于个人速记盲文，不用于受监管的标准材料。在赛尔 (Xaar) 的相关研究中，我们将仅采用一级盲文（非缩写版）。



## 药品包装相关标准与规范

### (ISO17351标准、马尔堡盲文标准体、西班牙国家盲人组织标准、英国皇家盲人协会认证规范)

#### 法定强制要求

其中最具代表性的法规为欧盟 2004 年颁布的一项指令（修订版指令 2001/83/EC）。该指令规定，药品名称（通常还包括规格信息）必须以盲文形式标注于外包装。此项法定要求于 2005 年 10 月起，正式适用于所有在欧盟申请上市许可的新药；至 2010 年，所有已获批上市的药品也均需符合该要求。在实际执行中，这意味着任何在欧盟市场销售药品的制药企业，都必须在产品外包装盒上印制盲文，以供辨识。

在欧盟境内，药品包装标注盲文属于强制要求，但盲文的具体技术参数仅为推荐执行标准。英国药品和健康产品管理局（MHRA）明确指出，药品包装企业的最佳实践标准为：需符合 ISO 17351 标准中关于凸点高度的指标要求（凸点高度标准值为 200 微米，且高度  $\geq 160$  微米的凸点占比  $\geq 95\%$ ），同时需采用马尔堡盲文标准体的间距规范，并留存过程质量控制及放行质量控制的相关文件记录（例如凸点高度抽样检测及视觉检测数据）。目前，药品包装企业均将这些推荐性要求视同法规严格执行。

#### 技术标准

核心国际标准为 ISO 17351:2013《包装—药品包装上的盲文》。该标准由前期欧洲标准 EN 15823:2010 修订完善而成，明确规定了药品包装盲文的尺寸参数与质量要求。根据 ISO 17351 标准，药品包装盲文凸点的目标高度为 200 微米，且高度低于 160 微米的凸点占比不得超过 5%。这一高度标准的核心逻辑为：将 160 微米设为盲文凸点的最低合格阈值，将 200 微米设为保障触摸认读效果的最优目标值。

在间距与版式布局方面，ISO 标准强烈推荐采用“马尔堡盲文标准体”盲文字体间距规范。马尔堡盲文标准体是一套标准化的盲文尺寸体系，最初由德国制定，且获得了欧洲盲人联盟的认可。

其核心技术参数（同时被《美国药典》相关指南及其他标准采纳）如下：凸点基底直径范围为 1.3 – 1.6 毫米；同一盲文方内，凸点中心间距（横向与纵向）均为 2.5 毫米；盲文方之间的横向间距为 6.0 毫米；盲文行间距为 10.0 毫米。上述尺寸参数在实际生产中允许存在  $\pm 0.1$  毫米的公差范围。

需要说明的是，马尔堡盲文标准体的规范重点聚焦于横向尺寸参数，并未对凸点高度作出硬性规定，默认凸点高度需符合对应标准（如 ISO 17351 或各国本土技术指南）的要求。在欧洲地区，马尔堡盲文标准体的间距规范已成为药用包装领域的通用标准。欧盟委员会发布的标签管理指南也明确建议，为实现产品标识的一致性，需采用马尔堡盲文标准体格式。

在欧盟市场，药品外包装需标注盲文（用于显示药品名称等关键信息）属于法定强制要求；而盲文的具体技术参数（凸点尺寸、间距等），则由 ISO 17351 等标准予以明确，且相关标准被高度推荐执行。监管机构要求企业严格遵循这些标准执行，若盲文凸点高度或间距未达推荐指标，将被判定为标签缺陷。因此，ISO / 马尔堡盲文标准体相关规范在实际执行中几乎具备了强制效力。

## 包装盲文制作工艺

在包装上制作盲文可通过多种工艺实现，不同工艺在生产场景中需考量的侧重点各有不同：

#### 压印法（机械盲文制作工艺）

- 最常见的传统工艺是在包装纸板上压印盲文。
- 该工艺通过模具组实现：模具将盲文凸点冲压至包装材料内，使其外表面形成圆润的凸起。
- 压印工艺的优势在于，可制作出轮廓清晰、经久耐用的盲文凸点，且凸点高度精准可控（凸点高度由模具深度决定，通常为 200 微米）。
- 此工艺无需在包装上额外添加油墨或其他材料，仅对基材进行塑形加工。但每当更换新产品、调整盲文内容或变更包装纸板尺寸时，均需更换新模具。
- 因此，该工艺在小批量生产或需频繁变更设计的场景下，生产效率偏低。

#### 丝网印刷工艺（紫外光固化清漆法）

- 盲文通过带有盲文凸点图案的丝网印版，以高粘度紫外光固化清漆（透明油墨）直接印刷于包装材料表面。
- 经多层印刷叠加，或采用专用厚膜丝网，即可使凸点达到规定高度要求。
- 清漆经紫外光照射固化（硬化）后，即形成坚实的盲文凸点。
- 该工艺适用于无法通过压印成型的包装材料，例如硬质塑料或已成型的包装部件。
- 与压印工艺相比，丝网印刷的生产效率偏低，且易产生油墨溢边等工艺瑕疵。
- 盲文凸点高度的一致性需通过精准的工艺参数控制实现，通常需经多层油墨叠加方可达成。
- 丝网印版会随使用次数增加而逐渐磨损，进而导致盲文凸点边缘清晰度下降、高度不足，甚至出现印版拖影等问题。

#### 一体模塑盲文

- 盲文可直接模塑为容器本体的一部分，该工艺尤其适用于塑料包装。
- 例如，塑料瓶的表面可同步模塑出盲文与警示三角标识；泡罩包装的塑料材质上也可直接成型盲文。

#### 盲文标签

- 可在独立的不干胶标签上印刷或压印盲文，再将标签粘贴至包装表面。

#### 数字喷墨盲文印刷工艺

- 该工艺与紫外光固化清漆丝网印刷工艺原理相近，区别在于通过喷墨打印头喷射清漆成型。
- 此工艺无需前期制版成本，不仅省去了模具或丝网的购置费用，还规避了丝网磨损问题，可在整个生产流程中保持稳定且可重复的盲文质量。
- 采用高粘度流体及厚墨层涂布技术，可制作出高度最高达 250 微米的盲文凸点。
- 具备数字化灵活生产优势，可实现不同生产任务的即时切换，且支持可变盲文内容的印刷。
- 既可集成至现有数字化印刷生产线，也可作为独立单元配置于各类生产线中。

#### 赛尔 Versatex 系列开发盲文打印模式的立项依据

- 赛尔已成功研发 Versatex 打印系统，并发现其作为盲文打印机的应用潜力。相较于其他技术，该打印杆兼具更高的品质与可靠性，同时具备可变数据打印等独特功能。
- 喷墨技术应用于盲文打印的核心挑战，在于如何达到盲文凸点的高度及形态要求。喷墨墨滴在基材表面会自然扩散，这可能导致盲文凸点过平或过宽。要解决这一问题，需精准控制油墨稠度、墨滴尺寸、墨滴融合方式，同时配合即时固化工艺，以确保盲文凸点保持规整的凸起形态。
- 本团队的研究工作聚焦于优化上述各项参数，旨在依托赛尔打印系统，实现符合盲文标准的打印效果。

## 实验洞见：基于赛尔喷墨技术的盲文打印方案

为探索如何依托赛尔 Versatex 打印系统稳定输出符合盲文标准的凸点，我们开展了一系列测试实验。实验围绕基材类型、表面电晕处理工艺、墨滴沉积方式、油墨固化条件及打印速度等关键变量展开，核心目标是满足 ISO 17351 标准要求（盲文凸点高度  $\geq 200$  微米、直径 1.4 - 1.6 毫米），同时确保打印的盲文具备良好的可辨识度。

以下为各影响因素的核心实验结论总结：

### 基材与表面能

盲文的承印基材对凸点的高度及形态具有决定性影响。本次实验选取的测试基材包括：

- 纸质标签基材（BZY 玻璃光面背纸，一种常用于标签制作的白色玻璃纸衬底纸张）
- 聚丙烯薄膜（PP）
- 聚乙烯薄膜（PE）

实验结果表明，不同基材的盲文凸点成型效果存在显著差异。在打印参数完全一致的情况下，聚丙烯薄膜（PP）基材无需任何表面预处理，即可在 19 米 / 分钟的生产线速度下，成型高度约 200 微米的凸点。相比之下，BZY 纸质基材需经过电晕处理，才能达到 190 微米的凸点高度。

电晕处理是一种常见的表面处理工艺，其作用机制为提升基材表面能，进而优化油墨的润湿可控性。在 BZY 纸质基材的测试中，我们采用 85 瓦·分钟 / 平方米的电晕处理剂量，助力油墨形成规整的半球状凸点。该参数组合被认定为该类基材的最优方案，且在后续开展的视障人士盲文辨识测试中，获得了较高的辨识度评分（相关细节将在下文中详述）。

未经处理的聚乙烯薄膜（PE）基材，初期表现最差：在相同实验条件下，其盲文凸点高度仅能达到约 163 微米。这是由于聚乙烯薄膜的表面能较低，油墨易在其表面过度铺展，最终形成扁平且宽大的凸点。然而，对聚乙烯薄膜实施电晕处理后，其性能得到显著改善——在电晕剂量充足的前提下，聚乙烯薄膜可成型的凸点高度，能够媲美参数优化后的聚丙烯薄膜。

基材表面能越高、吸墨性越弱，盲文凸点的成型高度越高。这是因为此类基材可减少油墨铺展，促使油墨向垂直方向堆叠。聚丙烯薄膜之所以具备这一特性，原因可能在于其表面自带易吸墨涂层，或其自身的化学属性相关；而聚乙烯薄膜则需通过表面活化处理，才能实现相似的油墨润湿效果。BZY 纸质基材的表现介于上述两种薄膜之间：其本身具有一定的多孔性与吸墨性，这会限制凸点高度，但表面涂层与电晕处理的协同作用，可有效改善这一问题。

基材的选型与前处理工作至关重要：若选用聚丙烯标签膜这类本身性能优异的基材，更易实现盲文标准要求；若选用成型难度较高的基材，则可通过电晕处理或底涂工艺，使其性能接近优质基材水平。在油墨液滴体积固定的前提下，所有基材均呈现出凸点直径与高度负相关的规律：凸点高度越低，其直径越大，反之亦然。这一规律可作为快速判断成型效果的依据——在打印参数一致时，若某类基材的凸点高度偏低，其基底直径必然偏大，这表明油墨发生了过度横向铺展。因此，通过测量凸点直径，可间接判断其高度是否达标：若凸点直径远超 1.6 毫米，则说明其成型形态过于扁平。

### 墨滴定形工艺（紫外光预固化）

每个盲文凸点完成喷墨后，立即施加低剂量紫外光进行表面固化定形，防止墨滴在基材表面铺展。采用最大功率进行预固化时，成型的盲文凸点轮廓最清晰、高度最高；降低预固化功率则会导致凸点变宽、变扁平。

### 光油温度

光油温度越低，粘度越高，理论上可减缓墨滴铺展速度，助力凸点纵向成型。实验中将光油温度从 38℃ 降至 30℃ 以下，同时调整相关参数以保证油墨涂布量不变。

实验结果：盲文凸点的高度与直径未发生变化。



### 打印速度

实验测试的打印速度区间为 19~30 米以上每分钟。

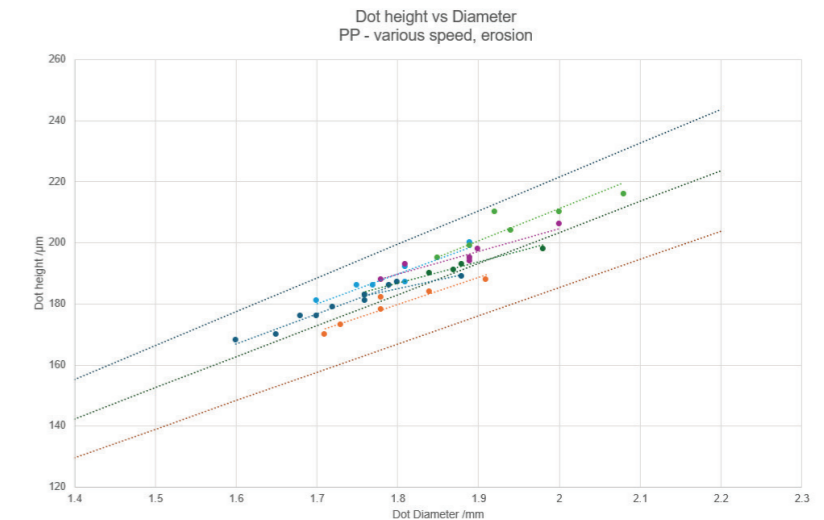
在不同速度下，若油墨涂布量保持恒定，盲文凸点高度基本无变化（例如，聚丙烯薄膜基材在 19 米 / 分钟的速度下，凸点高度可达 200 微米）。

打印速度提升时，油墨涂布量会随之自然下降。以 30 米 / 分钟的速度为例，此时墨滴尺寸会变小，尽管可通过调整参数在一定程度上抵消这一影响，但效果有限。此外，当凸点传输至终端紫外光预固化灯时，其大部分铺展过程已完成，因此小幅调整速度并不会改变凸点的最终成型形态。在实际生产中，可采用 15~30 米 / 分钟的常规生产速度，重点把控油墨涂布量与高强度紫外光预固化工艺，无需过度关注速度参数。但需注意，在 30 米 / 分钟的速度下，盲文凸点高度无法达到 200 微米的标准，不过成型后的盲文仍具备可辨识度。

### 凸点图案（网点工艺）

实验采用了不同的网点排布图案来控制单个盲文凸点的墨滴落点，包括紧凑型墨滴簇排布、不同的墨滴喷射序列等。同时，还调整了双喷头模组的油墨涂布量分配比例。

各项参数调整对凸点成型效果的影响均可忽略不计。只要保证油墨总涂布量一致，且采用快速固化工艺，最终成型的盲文凸点高度与直径基本保持恒定。



本项目验证了赛尔 Versatex 打印系统在参数优化条件下，可实现符合标准要求的盲文打印效果。在具备实际生产参考价值速度下，成功打印出高度达 200 微米的盲文凸点。当凸点高度约为 170 微米（略低于目标值）时，测得其直径约为 1.6 毫米，处于标准允许范围的上限值。这一结果印证了盲文凸点高度与直径负相关的规律，同时符合马尔堡标准的限值要求。而当凸点高度达到 190 - 200 微米时，其直径虽有所增大，但在视障人士的盲文辨识测试中，该规格的凸点更受青睐。

上述成果基于两类基材实现：一是未经电晕处理的聚丙烯基材，在 19 米 / 分钟的速度下实现了 200 微米的凸点高度；二是经电晕处理的涂布纸基材，在 20 米 / 分钟的速度下实现了 190 微米的凸点高度。两类基材的盲文凸点间距与排布均遵循马尔堡标准尺寸要求，且打印样品均通过了视障人士的实际使用评估。

项目联合萨福克视力关爱组织（Suffolk Sight，一家视障服务机构）的受试者开展了盲文辨识测试，测试样品为采用 BZY 涂布纸印制的盲文标签。受试者需认读该工艺打印的盲文标签并反馈使用体验。其中，凸点高度约 190 微米的 BZY 纸样品（包含 6 组盲文字符组合）获得了“高辨识度”评分，表明受试者可舒适且准确地认读该盲文。这一结果验证了：只要盲文尺寸参数达标，喷墨打印盲文的实际认读效果与传统压印盲文完全一致。受试者强调，盲文辨识的核心要素在于一致性——所有凸点的触感需保持统一，且间距设置合理。即使凸点高度存在细微偏差或形态不规则，都会降低认读速度。因此，确保整段盲文内容的凸点质量均一稳定（而非仅关注单个凸点的高度）至关重要。

## 结论

基于赛尔 Versatex 打印系统实现的盲文印刷技术，在保障包装无障碍属性的同时，大幅提升了包装生产的灵活性，堪称行业发展的一项重要突破。当前，盲文包装的市场需求正由欧洲相关法规驱动，其中医药行业的需求尤为突出。

这一技术的落地，正是对史蒂夫·旺德Stevie Wonder的理念的践行：“我们应当让每一件物品，都能被每一位残障人士无障碍使用。”

行业从业者若严格遵循本白皮书阐述的技术规范与最佳实践，就能确保药品包装上的盲文，不仅是一项法规强制要求的配置，而是真正成为视障人群可信赖、易认读的实用辅助工具。在盲文印刷这一领域，合规要求、材料科学与前沿印刷技术的深度融合，最终指向的是以人为本的核心目标——为助力视障人士自主获取信息，从而安全、独立地使用药品及各类快速消费品。

实践证明，赛尔喷墨盲文印刷技术是一套兼具可行性与创新性的解决方案，可有效为医药及快速消费品包装添加无障碍标识。该技术将数字印刷的灵活性与盲文制作的高精度要求融为一体，支持按需打印盲文，无需定制专用模具或丝网。赛尔的研究证实，此项技术的成功应用，关键在于同时把控法规要求与盲文凸点成型背后的材料科学原理。相关从业者需精准平衡基材选型、油墨特性及固化工艺等核心要素，以满足 ISO 17351、马尔堡中型标准等通用规范，保障盲文的全球统一可辨识度。

对于医药企业、快速消费品企业及包装供应商而言，采用喷墨盲文印刷技术可带来多重优势：缩短新产品上市周期（盲文可直接通过数字文件印制，无需等待压纹模具制作）、便捷适配多语言版本及不同产品规格的调整需求、可将盲文印制环节融入包含其他可变数据的数字化印刷流程。只要过程管控得当，这些优势的实现完全不会以牺牲质量与合规性为代价。事实上，经过精准校准的数字印刷技术，能够实现盲文凸点之间、包装盒之间更出色的一致性，进而有望提升盲文制作的整体质量管控水平。赛尔技术印制的盲文凸点已达到 200 微米的高度指标，且得到了盲文使用者的积极反馈。

## 参考文献

- European Directive 2004/27/EC (Article 56a) – Braille on medicinal product packaging
- ISO 17351:2013 – Braille on packaging for medicinal products (specifications for dot height and quality)
- Marburg Medium Braille standard – spacing and dimensions recommended for pharmaceutical packs
- Pharma Braille Guidelines – Best practices for pharmaceutical Braille (Grade 1 usage, no contractions)
- Internal Xaar Braille Printing Research – Mark’s Judkins’s team data on drop parameters, substrate effects, and outcomes
- Packaging Digest, “Braille on Pharma Packaging” – Industry context on Braille mandates and quality control (Troika BrailleCAM, etc.)
- Braille Works & Wikipedia – General Braille definitions and education [Braille cell structure, Grade 1/2/3 definitions]<https://en.wikipedia.org/wiki/Braille>
- Foundation for Blind Children interview – Insights on Braille reading and tracking skills.

## 附录 - 缩写词对照表

缩写词	含义	本文语境
BZY	RafLabrite BZY (标签基材)	测试中使用的涂布纸标签 (经电晕处理后凸点高度达 190 微米)
EU	欧盟	要求外包装加印盲文的区域
FMCG	快速消费品	非医药类包装，本方案也适用于此类包装
GMP	良好生产规范	质检人员用于核查包装合规性的质量标准
HL	大墨量喷印技术	赛尔打印杆单凸点大墨量喷印模式
ISO	国际标准化组织	《ISO 17351 盲文包装标准》的发布机构
MHRA	英国药品和医疗产品监管局	负责监管英国包装合规性及标签变更的机构
mm	毫米	盲文间距参数 (2.5 毫米、6.0 毫米、10.0 毫米)
m/min	米 / 分钟	测试中的生产线速度 (如 19 – 22 米 / 分钟)
QC	质量控制	需核查凸点高度、完整性、对齐度的工艺 / 放行检测环节
PE	聚乙烯	需经电晕处理才能达到目标凸点高度的基材
PP	聚丙烯	无需电晕处理即可实现 200 微米凸点高度的基材
UHV	超高粘度	赛尔打印杆喷射高粘度流体的能力
UV	紫外线	打印凸点的定形 / 固化工艺

XAAR

**T** +44 (0) 1223 423663

**E** [info@xaar.com](mailto:info@xaar.com)

**www.xaar.com**

2025年11月第1版