

团 体 标 准

T/CPRA 3101.3—2025

文化资源数据与文化数字内容重构技术要求

第 3 部分：针法重构

Technical specification for Cultural resources data and digital
content reconstruction

Part 3: Embroidery stitches reconstruction

2025-01-09 发布

2025-01-09 实施

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
3.1 术语和定义	1
3.2 缩略语	2
4 刺绣针法重构流程	2
5 重构预处理	3
5.1 针法重构输入数据要求	4
5.2 数据预处理	4
5.3 预处理结果数据要求	4
6 图案元素分解	4
6.1 刺绣图案分解	4
6.2 元素特征提取	4
7 针法重构	5
8 重构结果评价	5
8.1 结果数据模型	5
8.2 针法重构结果质量要求	5
8.3 针法重构评价	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。

本文件由中国公共关系协会文化大数据产业委员会（国家文化大数据产业联盟）提出并归口。

本文件起草单位：北京邮电大学、北京玖扬科技有限公司、伏羲云（北京）文化科技有限公司。

本文件主要起草人：徐坤、高凯、赵海英、薛晓鹏、侯小刚、周月、徐鹏举、尹晖、王炳烨、崔义娜、赵慧智、陈磊、许培、李媛媛。

文化资源数据与文化数字内容重构技术要求

第 3 部分：针法重构

1 范围

本文件规定了国家文化大数据体系中文化资源数据和文化数字内容针法重构的技术要求，包括针法重构流程、重构预处理、图案元素分解、针法重构、重构结果评价等内容。

本文件适用于对国家文化大数据体系中文化资源数据和文化数字内容进行针法重构，形成新的文化数字内容。

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。

T/CPRA 3100.1 文化资源数据解构技术要求 第 1 部分：二维图像

T/CPRA 300 文化数字内容分类与代码

T/CPRA 301 文化资源数据分类与代码

T/CPRA 3101.1 文化资源数据与文化数字内容重构技术要求 第 1 部分：纹样重构

3 术语和定义

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1 文化元素 cultural element

是组成文化的最小功能单元，具有独特的文化内涵，例如，一只茶杯、一张弓、一个动作和一个符号等都是文化元素。由于最小功能单元的确定是相对的，故文化元素亦有可组合性、多样性、不确定性等特征。在国家文化大数据体系下，文化元素特指文化资源数据和文化数字内容等的最小数字化功能单元，体现了数字文化作品中组成内容的独特性，一般采用技法将文字、线稿、色彩、形态、声音等文化要素进行组合的方式存在，且意蕴深远，具有极强的符号性特征，它们不仅是传统文化的象征，也是文化精神的凝聚。文化元素不仅能体现文化本体价值，更能展现文化元素发展演化规律。通过对文化数据重构，可提取这些凝结在文化中共性的、具有很强识别性的、能引起目标群体感知和想象的视觉符号。各种文化元素之间经过关联、标注、重构等加工，可进一步提升文化元素价值。

[来源： T/CPRA 3100.1 定义 3.1.1]

3.1.2 文化资源数据 cultural resources data

对人类文化中传承下来并可以传播利用的文化（包括物质的和非物质的）进行数字化采集后，所得

到的用于识别和展现文化的图像、文字、声音、动画、影片、三维全景、三维模型等数据。国家文化大数据体系下文化资源数据主要包括中国文化遗产标本库、中华民族文化基因库、中华文化素材库中的数据。

[来源：T/CPRA 301 定义 3.1.1]

3.1.3 文化数字内容 cultural digital content

以数字形式存在的文化产品，一般以文字、图片、音频、视频、多媒体和其他形式表现。通常包括传统文化产品的数字化以及以数字形式存在的文化产品。国家文化大数据体系下文化数字内容主要涵盖中华优秀传统文化、革命文化和社会主义先进文化等。

文化数字内容作为数字化文化生产线的产出，由文化大数据服务平台管理与分发，并通过文化体验设施和设备消费。通常情况下，文化数字内容又称为文化数字产品、文化数字内容产品等。

[来源：T/CPRA 300 定义 3.1.1]

3.1.4 重构 reconstruction

将不同文化元素、文化要素重新组合、变换生成新的文化资源数据或文化数字内容的过程，主要包括纹样、色彩、构型、风格、语义等文化元素或文化要素重构。在国家文化大数据标准体系中，重构将实现文化创作生产，汇聚云端，呈现给需求端，并与采集、标注、关联、重构等关键技术共同服务于生产端。

[来源：T/CPRA 3101.1 定义 3.1.5]

3.1.5 刺绣针法重构 embroidery stitches reconstruction

对传统刺绣中的运针方法、针法序列、绣线色彩及针脚密度等特征进行提取，通过人机协同方法，重新生成满足现代审美和功能需求且符合中华民族文化基因传承过程的针法。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

SNR	Signal-Noise Ratio	信噪比
PSNR	Peak Signal to Noise Ratio	峰值信噪比
MSE	Mean Square Error	均方误差
SSIM	Structural Similarity	结构相似性
LPIPS	Learned Perceptual Image Patch Similarity	学习感知图像块相似度
FID	Frechet Inception Distance	Frechet初始距离

4 刺绣针法重构流程

如图 1 所示，刺绣针法重构流程包括重构预处理、针法分解、针法重构、重构成果评价四个环节。各个环节具体内容及相互关系如下：

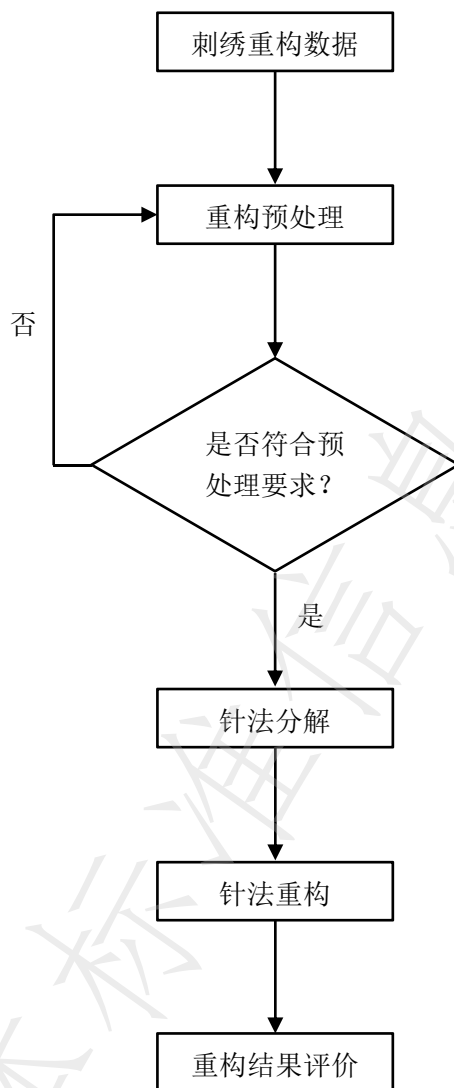


图 1 针法重构流程

- a) 重构预处理：该环节采用噪声去除、光照平衡等方法对二维刺绣图像进行预处理，改善并增强图像的视觉效果，使刺绣图像达到数据输入的要求；
- b) 图案元素分解：该环节采用图像分割、特征检测及提取等方法对刺绣图像进行进一步处理，将复杂图案分解成语义独立且可单独分析的图案元素。此过程旨在精确捕捉每个图案元素的独特属性，为后续基于这些特征重构针法提供可靠依据；
- c) 针法重构：选择针法重构方法，用户可通过一定的计算机交互对待重构图像进行针法重构，或者通过生成算法让计算机自动根据图案元素特征对图像中不同的文化元素、文化要素进行针法重构；
- d) 针法重构结果评价：对已标注的重构刺绣图像结果，采用主观评价、客观评价方法对其质量进行定性、定量分析，并输出满足评价要求的成果。

5 重构预处理

5.1 针法重构输入数据要求

输入刺绣图像数据应满足以下要求：

- a) 宜使用 tif、jpg、png、bmp、gif 等格式图片；
- b) 图像分辨率应大于 256*256；
- c) 应使用 RGB 色彩模式存储的数据；
- d) 应大于 8 位或 16 位色彩存储；
- e) 图像应完整记录图案元素完整面貌、造型、结构，图像清晰，色彩均衡，文化元素透视无畸变，准确、清晰；
- f) 应具备基本的元数据。

5.2 数据预处理

5.2.1 数据噪声去除

刺绣图像噪声去除的技术要求如下：

- a) 分析二维图像噪声源；
- b) 支持各种类型的图像进行噪声去除；
- c) 在图像噪声去除中原始图像的结构和色彩不应有变化。

5.2.2 二维图像光照平衡

- a) 支持各种类型的图像缩放，并且尽可能不对原始图像内容做任何改变；
- b) 尽可能从原图中消除光照不均匀的影响；
- c) 光照均衡后图像满足各类测评。

5.3 预处理结果数据要求

图像预处理后应符合以下技术要求：

- a) 图像干净，应使用相应的去噪算法对图像的噪点进行合理处理；
- b) 信噪比 $SNR > 20$ ；
- c) 峰值信噪比 $PSNR > 30$ ；
- d) 均方误差 $MSE < 400$ ，均方误差 $MSE < 400$ 。

6 图案元素分解

6.1 刺绣图案分解

刺绣图案分解的技术要求如下：

- a) 应分解为最小的刺绣图案元素；
- b) 保护图案边缘性信息；
- c) 分解后图案元素应有完整的语义。

6.2 元素特征提取

图案元素特征提取的技术要求如下：

- a) 应包含图案元素多层次特征；
- b) 对图像质量波动保持鲁棒性；
- c) 提取特征应涵盖刺绣图像整体风格。

7 针法重构

在针法重构过程中应满足的技术要求如下：

- a) 应支持人机交互和自动化两种方式进行特定针法类型重构；
- b) 应保证重构针法完全体现图案元素特征，重构结果应在预期的位置，颜色值不飘移；
- c) 应确保重构后不同元素针法风格统一，过渡自然，体现集中式的和谐特征；
- d) 应具有较强的鲁棒性，在重构过程中发生异常情况应具有应对措施，防止出现针法消失等情况。

8 重构结果评价

8.1 结果数据模型

针法重构数据模型，描述二维图像基础相关信息，具有的属性，如表 1 所示：

表 1 针法重构信息表

属性编号	必选/可选	属性名	数据类型	长度(字节)	解释
1	必选	KeyId	字符串	64	唯一标识符
2	必选	Source	字符串	64	来源
3	可选	Type	枚举	1	针法类型
4	可选	DownloadURL	字符串	1024	下载链接
5	可选	PosterName	字符串	256	发布者名称
7	可选	PosterURL	字符串	1024	发布者链接
8	可选	ViewCount	整型	4	浏览次数
9	可选	DownloadCount	整型	4	下载次数
10	可选	VectorDisplay	整型	4	重构浏览链接
11	可选	FileSize	长整型	8	重构大小（单位字节）
12	可选	Description	字符串	1024	描述信息
13	必选	StoragePath	字符串	1024	重构存储路径

8.2 针法重构结果质量要求

针法重构后所生成的图像应满足以下要求：

- a) 主观评价分数 > 90 ；
- b) 信噪比 $SNR > 20$ ；
- c) 峰值信噪比 $PSNR > 30$ ；
- d) 均方误差 $MSE < 400$ ；
- e) 学习感知图像块相似度 $LPIPS < 0.35$ ；
- f) Frechet 起始点距离 $FID < 150$ 。

8.3 针法重构评价

8.3.1 主观评价

邀请大于等于 15 位评价员，从以下角度对针法重构结果进行评价：

- 针法合理性：生成刺绣图像针法与图案元素的符合程度；
- 交互一致性：相同的语义，在不同的生成场景下，其生成的内容是否能保证是同一类；
- 颜色一致性：生成的针法颜色与刺绣图像颜色相差不大，没有生成所采集彩色图像中不存在的色彩；
- 视觉真实性：生成图像的整体视觉感官是否一致，针法的纹理是否清晰，线迹方向是否真实；
- 复杂程度：用户使用该重构方法生成图像时的交互量与生成难度；
- 形式美法则：从统一与变化、对称与均衡、节奏与韵律、对比与调和这四个方面对生成图像的艺术特色进行解读，判断生成图像的质量。

随后，评价员给出 0 至 100 分的评分分数，分值越高，代表重构结果越好。在所有评价员给出分数后，去掉一个最高分和一个最低分，将剩余分数取平均值，得到主观评价分数。

8.3.2 客观评价

客观评估使用数学模型给出针法重构的量化值，客观评价作为评判主要指标，方法分别如下：

- 信噪比SNR：表示图像中信号功率与噪声功率的比值，值越大则表示噪声越少，图像的质量越高。如公式（1）所示，M和N分别是图像长度和宽度上的像素个数， $g(i, j)$ 和 $f(i, j)$ 分别是原始图像和去噪后的图像在点 (i, j) 处的灰度值。

$$SNR = 10 \log_{10} \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N g(i, j)^2}{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N [g(i, j) - f(i, j)]^2} \quad \#(1)$$

- 峰值信噪比PSNR：表示信号最大可能功率和影响它的表示精度的破坏性噪声功率比值，常用对数分贝单位来表示，是用来衡量图像失真或者是噪声水平的客观标准。如公式（2）所示， MAX_I 则表示图像颜色的最大取值，8位采样点表示为255，MSE表示均方误差。

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{MAX_I^2}{MSE} = 20 \log_{10} \frac{MAX_I}{\sqrt{MSE}} \quad \#(2)$$

- 均方误差MSE：用来衡量重构图像与原图像差异程度的一种衡量。如公式（3）所示，M和N分别是图像长度和宽度上的像素个数， $I(i, j)$ 和 $K(i, j)$ 分别是原始图像和去噪后的图像在点 (i, j) 处的灰度值。

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} \|I(i, j) - K(i, j)\|^2 \quad \#(3)$$

- 学习感知图像块相似度LPIPS：是一种基于深度学习的图像质量评估方法。如公式（5）所示， x 和 y 分别是原始图像和处理后的图像， ϕ_l 表示第 l 层的特征映射， H_l 和 W_l 分别是第 l 层特征图的高度和宽度， N 是所有考虑层的总数， ω_l 是第 l 层的权重， $\|\cdot\|$ 表示欧几里得范数。

$$LPIPS(x, y) = \frac{1}{N} \sum_{l=1}^L \omega_l \cdot \frac{1}{H_l W_l} \sum_{i=1}^{H_l} \sum_{j=1}^{W_l} \|\phi_l(x)_{i,j} - \phi_l(y)_{i,j}\|^2 \quad \#(5)$$

- Frechet起始点距离FID：比较生成图像与真实图像在高维特征空间中分布差异来评估生成图像质量的度量方法。如公式（6）所示， X 和 Y 分别是真实图像集合和生成图像集合， μ_x 和 μ_y 分别是

X和Y的特征向量均值， Σ_X 和 Σ_Y 分别是X，Y的特征向量的协方差矩阵， $\|\cdot\|$ 表示欧几里得范数，Tr表示矩阵的迹。

$$\text{FID}(x,y) = \|\mu_X - \mu_Y\|^2 + \text{Tr}(\Sigma_X + \Sigma_Y - 2(\Sigma_X \Sigma_Y)^{1/2}) \quad (6)$$