



团 体 标 准

T/UNP XXXX—XXXX

人脸识别打印三维重建系统技术规范

Technical specifications for the 3D reconstruction system based on facial recognition
and printing

（征求意见稿）

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中国联合国采购促进会 发 布

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语、定义和缩略语 1

 3.1 术语和定义 1

 3.2 缩略语 1

4 架构组成 1

 4.1 系统架构 1

 4.2 核心模块 2

5 功能要求 2

 5.1 模型管理 2

 5.2 打印管理 4

 5.3 系统管理 6

6 性能要求 7

 6.1 响应时间 7

 6.2 并发性 7

 6.3 兼容性 7

7 数据要求 7

 7.1 数据完整性 8

 7.2 备份和恢复 8

8 安全要求 8

 8.1 系统安全 8

 8.2 网络安全 8

 8.3 数据安全 9

9 运维要求 9

 9.1 系统运维 9

 9.2 日志管理与审计 9

 9.3 应急处理 9

10 评价改进 9

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。

本文件由武汉莫问科技有限公司提出。

本文件由中国联合国采购促进会归口。

本文件起草单位：武汉莫问科技有限公司、武汉小菠菜科技有限公司、武汉万事莱文化科技有限公司、武汉吉客威睿数字科技有限公司、武汉深夜数字文化传播有限公司。

本文件主要起草人：李儒日、戴冬竹、邓梦云、陈书敏、张晨胜、钱文蔚。

引 言

为助力中国企业参与国际贸易,推动企业高质量发展,中国联合国采购促进会依托联合国采购体系,制定服务于国际贸易的系列标准,这些标准在国际贸易过程中发挥了越来越重要的作用,对促进贸易效率提升,减少交易成本和不确定性,确保产品质量与安全,增强消费者信心具有重要的意义。

联合国标准产品与服务分类代码(UNSPSC, United Nations Standard Products and Services Code)是联合国制定的标准,用于高效、准确地对产品和服务进行分类。在全球国际化采购中发挥着至关重要的作用,它为采购商和供应商提供了一个共同的语言和平台,促进了全球贸易的高效、有序发展。

围绕UNSPSC进行相关产品、技术和服务团体标准的制定,对助力企业融入国际采购,提升国际竞争力具有十分重要的作用和意义。

本文件采用UNSPSC分类代码由6位组成,对应原分类中的大类、中类和小类并用小数点分割。

本文件UNSPSC代码“43.23.15”,由3段组成。其中:第1段“43”为大类,表示“信息技术广播和电信”,第2段为中类,“23”表示“软件”,第3段为小类,“15”表示“特定于业务功能的软件”。

人脸识别打印三维重建系统技术规范

1 范围

本文件规定了人脸识别打印三维重建系统的架构组成、功能要求、性能要求、数据要求、安全要求、运维管理、评价改进。

本文件适用于人脸识别打印三维重建系统的设计和开发。

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 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

GB/T 37939 信息安全技术 网络存储安全技术要求

GB/T 28827.1 信息技术服务 运行维护 第1部分：通用要求

GB/T 28827.2 信息技术服务 运行维护 第2部分：交付规范

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

三维模型 3D model

三维模型是通过计算机软件创建的数字化物体或场景的虚拟表示形态，具有长、宽和高三个维度，还包括深度信息。可将三维体数据进行面绘制得到三维面数据，或者对人体相关部位进行三维扫描得到的三维面数据或点云数据，最终形成三维模型。

注：常见的三维模型文件格式包括STL、OBJ、FBX、3DS、PLY等。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

STL：立体光刻文件（Stereolithography）

3D：三维模型（Three Dimensional）

G-code：数控指令代码（Geometric Code）

CSV：逗号分隔值文件（Comma-Separated Values）

Excel：Excel电子表格（Excel Spreadsheet）

4 架构组成

4.1 系统架构

人脸识别打印三维重建系统中包含多种功能的应用实现，以及功能模块与其他模块的依赖关系，系统架构组成见图1。

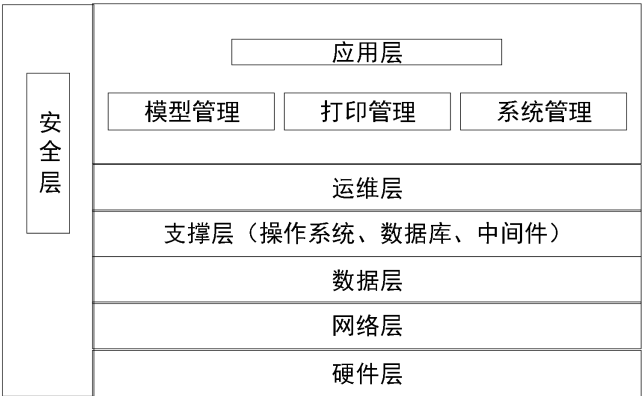


图 1 人脸识别打印三维重建系统架构图

4.2 核心模块

人脸识别打印三维重建系统应具有以下核心模块：

- a) 模型管理模块：系统接收 STL 格式的三维模型文件，并解析其数据结构，对模型进行简化、平滑或缩放，优化多边形数目。用户操作修复不完整或有缺陷的模型，如裂缝、交错面、非流形边缘等；
- b) 打印管理模块：在打印过程中对模型打印状态进行实时监控和调整，可进行支撑参数的信息的统计管理操作，显示打印过程的串口接收和发送信息和控制调整串口参数；
- c) 系统管理模块：对系统设置的信息进行统计管理操作和可登录系统进行操作的用户信息进行验证管理和注销。

5 功能要求

5.1 模型管理

5.1.1 模型导入

5.1.1.1 模型数据读取

模块应在模型导入后读取并调整数据，包括但不限于：

- a) 应自动识别和调整模型单位，将所有模型转换到统一的单位体系；
- b) 应支持以文件拖放的方式导入模型；
- c) 应支持 STL 格式的模型文件导入，并支持其他常见的 3D 文件格式自动转换为 STL 格式；
- d) 应支持批量导入，并为每个文件提供单独的处理界面窗口，设置独立的操作参数；
- e) 应在模型导入后读取文件元数据，提取并显示 STL 文件的基本信息，包括但不限于：
 - 1) 顶点数；
 - 2) 面片数；
 - 3) 模型尺寸；
 - 4) 计量单位。

5.1.1.2 模型完整性验证

人脸识别打印三维重建系统的模型信息模块应在导入时验证 STL 文件完整性，包括但不限于：

- a) 检查 STL 文件的合法性；
- b) 检查文件是否损坏；
- c) 顶点数据一致性；
- d) 面片封闭性。

5.1.1.3 模型导入提示

模块应在导入失败或文件存在问题时提示具体错误原因，包括但不限于以下示例：

- a) 文件损坏：“文件已损坏或无法读取。”；
- b) 文件格式不支持：“文件格式错误，当前仅支持 STL 格式。”；
- c) 单位不明确：“无法确定文件的单位，请手动选择单位设置，或调整后再次尝试。”；
- d) 非流形边缘：“模型包含非流形边缘，可能导致打印问题。请修复后重新导入。”；
- e) 拓扑错误：“模型未封闭：检测到开放边界，请检查模型完整性。”；
- f) 几何信息错误：“几何错误：面片法线方向不一致。”；
- g) 文件大小溢出：“导入失败：文件超过最大支持大小。”；
- h) 文件路径错误：“文件加载失败：指定的路径不存在或文件已被删除。”。

5.1.1.4 模型自动优化

模块应提供对三维模型的自动优化功能，包括但不限于以下要求：

- a) 检测并修复模型中的裂缝、孔洞、非流形边缘及重叠面片等问题，自动修复几何缺陷；
- b) 优化模型拓扑结构，重建模型的拓扑结构；
- c) 检测并自动删除模型中无关联的顶点和边，去除孤立的顶点与边，简化模型结构；
- d) 自动将模型缩放至打印机支持的尺寸范围，并将模型的中心点对齐打印工作区的原点；
- e) 对模型表面进行平滑处理，去除细小的尖锐边和表面噪声；
- f) 检测并加厚模型中的薄壁区域；
- g) 保存优化前后对比范例，生成原始模型和优化后模型的对比视图。

5.1.2 模型处理

5.1.2.1 复制与镜像

人脸识别打印三维重建系统的模型处理模块应提供复制与镜像操作功能，包括但不限于以下要求：

- a) 应支持在工作区域中对选中的三维模型进行单次或多次复制；
- b) 应支持基于任意坐标轴的模型对称镜像操作，生成的镜像模型保留与原始模型一致的几何精度；
- c) 应支持镜像中心点的自定义设置；
- d) 应允许用户通过拖拽、数值输入或快捷操作按钮选择复制或镜像操作的目标模型及相关参数；
- e) 可提供批量复制与镜像功能。

5.1.2.2 平移、旋转与缩放

模块应提供平移、旋转与缩放操作功能，包括但不限于以下要求：

- a) 支持用户通过拖拽或输入数值的方式，沿 X、Y、Z 轴精确平移模型；
- b) 提供模型对齐功能，使多个模型共享相同的基准点、中心点或边缘位置；
- c) 提供在工作区域内智能排列模型的自动布局功能；
- d) 提供等比例缩放功能，并支持用户输入锁定三维比例的目标尺寸；
- e) 提供非等比例缩放功能，允许用户分别调整模型在 X、Y、Z 轴上的尺寸；
- f) 限制最小缩放比例；
- g) 支持用户通过旋转工具或数值输入，对模型沿 X、Y、Z 轴进行任意角度旋转。

5.1.2.3 组合与分离

模块应提供模型组合分离功能，包括但不限于以下要求：

- a) 支持用户选择多个模型并将其逻辑上合并为一个整体；
- b) 在操作中保留每个模型的独立几何数据，可对单个子模型进行编辑；
- c) 提供组合后的模型预览，显示合并后的顶点数、面数及总尺寸；
- d) 支持撤销组合操作，恢复到独立模型状态；
- e) 检测模型中的逻辑连接关系，自动标识可分离的部分；
- f) 在分离后保持子模型的位置与旋转信息不变；

- g) 提供分离模型的列表视图，允许用户命名每个子模型。

5.1.2.4 锚点与对齐

模块应提供锚点与对齐功能，包括但不限于以下要求：

- a) 允许用户手动选择或输入具体坐标，定义模型的锚点位置；
- b) 提供常见锚点选项；
- c) 在旋转或缩放时，基于用户定义的锚点进行操作；
- d) 显示锚点的实时位置，并支持用鼠标拖动调整锚点位置；
- e) 检测模型的底部平面并自动将其与打印平台对齐；
- f) 提供对齐偏移选项，允许用户设置一定的间隙或调整对齐高度；
- g) 在模型旋转或移动后自动重新对齐。

5.1.2.5 批量操作及撤销

模块应在多模型状态下，支持批量操作和预览与撤销重做。包括但不限于以下要求：

- a) 同时对多个模型进行平移、旋转或缩放操作；
- b) 批量操作模式中显示所有选中模型的共同参数；
- c) 操作过程中保持选中模型的相对位置不变；
- d) 允许用户自定义操作的中心点，可选择整体中心或单个锚点；
- e) 支持多个模型临时分组，允许用户分别对单个模型或整个分组操作；
- f) 提供分组命名功能，支持解散分组或将模型从分组中移除；
- g) 提供撤销功能，允许用户回退至前一步操作；
- h) 支持多级撤销与重做，记录所有操作历史，包括平移、旋转、缩放、分组等；
- i) 在界面中显示操作历史列表。

5.1.2.6 切片生成

模块应提供模型切片的预览功能，包括但不限于以下要求：

- a) 提供全面的切片参数设置界面，允许用户调整打印速度、温度、填充密度、支撑类型等；
- b) 为每层切片路径添加颜色标注，区分不同打印参数和结构类型；
- c) 允许用户为模型的不同区域设置单独的切片参数；
- d) 在切片生成过程中，动态显示进度条和预计完成时间；
- e) 提供切片结果对比，保存切片设置模板；
- f) 可自定义设置切片层厚，并根据打印需求推荐默认厚度。

5.1.3 模型支撑

人脸识别打印三维重建系统的模型处理模块支持用户沿任意轴对模型进行旋转查看和支撑调整，包括但不限于以下要求：

- a) 应支持用户在三维视图中自由旋转模型和支撑结构，从多个角度查看查看支撑布局；
- b) 应支持用户手动添加、删除或调整支撑点位置；
- c) 应提供支撑透明度调整功能，可根据需求设置支撑结构的可见度；
- d) 应提供对每个模型支撑结构的独立调整功能。

5.2 打印管理

5.2.1 打印控制

5.2.1.1 打印路径

人脸识别打印三维重建系统的打印控制模块应具备路径规划功能，包括但不限于以下要求：

- a) 分别为模型的外轮廓和内部结构生成独立的打印路径；
- b) 根据用户设置的填充密度和图案生成对应的内部填充路径；
- c) 在路径规划中优化打印头的转弯和加速度；
- d) 允许用户为不同模型区域设置独立的切片参数；

- e) 根据模型悬垂部分自动规划支撑结构，并生成对应的打印路径；
- f) 为多材料打印模型生成独立的材料路径，并在路径中标注换料位置；
- g) 针对悬垂角度较大的区域，生成支撑路径或调整打印顺序。

5.2.1.2 打印头控制

模块的打印头控制功能，包括但不限于以下要求：

- a) 应设置打印头移动速度倍率，提供精确调整速度的自定义选项，以毫米/秒为单位；
- b) 应支持实时调整打印头速度；
- c) 应为挤出头的移动和材料挤出提供独立的速度设置；
- d) 应设置快捷键或按钮实现打印头清零选项。

5.2.1.3 温度控制

模块应通过喷嘴温度和热床等完成打印中温度控制，包括但不限于以下要求：

- a) 模块应支持用户调节喷嘴温度，喷嘴温度设置范围不小于 190 °C 至 240 °C；
- b) 模块应实时显示喷嘴温度；
- c) 模块应提供热床温度的自定义选项，支持范围不小于 50 °C 至 90 °C；
- d) 模块应实时显示热床温度；
- e) 模块应启用温度警告功能，当喷嘴或热床温度过高或过低时，提供声音或弹窗提示；
- f) 模块可自动或手动床面校准，使打印平台与喷嘴保持水平；
- g) 模块可打印预热，在开始打印前单独预热喷嘴和热床。

5.2.1.4 风扇控制

模块通过风扇控制实现材料冷却精细化处理，包括但不限于以下要求：

- a) 模块应允许调节风扇转速，支持用户以百分比设置打印冷却风扇的转速，范围不小于 20% 至 100%；
- b) 模块应在多风扇设备状态下，允许独立调节每个风扇的转速；
- c) 模块可提供自动冷却功能，根据切片设置自动调整风扇转速。

5.2.1.5 G-code 控制

模块应支持G-code命令输入，包括但不限于以下要求：

- a) 在打印界面提供命令行窗口，允许手动输入 G-code 指令控制打印行为；
- b) 模块应实时显示 G-code 运行状态，显示当前执行的 G-code 指令，并标记运行进度；
- c) 模块可加载外部 G-code 文件，导入 G-code 文件后显示打印预览。模块应提供 G-code 编辑功能，在界面中修改 G-code 文件内容。

5.2.2 参数设置

5.2.2.1 参数调整

人脸识别打印三维重建系统的支撑参数模块应支持相关参数的范围调整，包括但不限于：

- a) 用户自定义喷嘴直径大小，范围不小于 0.2 mm 至 0.6 mm；
- b) 耗材直径，范围不小于 0.5 mm 至 1.5 mm；
- c) 送料倍率，范围不小于 20% 至 100%；
- d) 支撑密度，范围不小于 20% 至 100%；
- e) 调整支撑与模型之间的最小接触距离，范围不小于 0.2 mm 至 0.6 mm；
- f) 填充与壁厚重叠量，范围不小于 20% 至 100%。

5.2.2.2 冷却和回抽参数

模块应设置冷却和回抽的相关参数，包括但不限于：

- a) 风扇启用；
- b) 风扇速度；

- c) 风扇全速高度;
- d) 每层最少用时;
- e) 最小打印速度设置, 单位为 mm/s;
- f) 最小回抽触发距离, 单位为 mm;
- g) 回抽前最小挤出长度, 单位为 mm。

5.2.2.3 边界和网格参数

模块应包含边界与网格的参数设置, 包括但不限于:

- a) 边界线圈数;
- b) 底盘加大;
- c) 底盘网格间隔;
- d) 底层厚度;
- e) 底层线宽;
- f) 表层厚度;
- g) 表层线宽。

5.2.3 打印信息显示

人脸识别打印三维重建系统的打印信息模块应显示当前打印信息, 包括但不限于:

- a) 打印机: 喷嘴尺寸;
- b) 回抽: 速度和距离;
- c) 质量: 初始厚度、去除对象底部和双喷头叠加量;
- d) 速度: 移动速度、初始层速度、填充速度、外壳速度和内壳速度;
- e) 冷却: 每层最少时间和启用冷却风扇。

5.3 系统管理

5.3.1 系统参数

人脸识别打印三维重建系统的系统管理模块包含打印机的基本系统参数设置, 包括但不限于以下内容:

- a) 打印机型号;
- b) 通讯波特;
- c) 缓存大小;
- d) 打印头直径;
- e) 原点位置;
- f) 打印头最高温度;
- g) 打印板最高温度;
- h) 打印区域和中心机位的详细位置参数;
- i) 打印头间距。

5.3.2 串口设置

5.3.2.1 串口信息设置

人脸识别打印三维重建系统的串口设置模块可进行串口的基本信息设置, 包括但不限于:

- a) 串口号: 提供串口号下拉列表, 显示当前系统可用的所有串口;
- b) 波特率: 提供波特率选项, 如 9600 等;
- c) 数据位: 提供数据位参数选择, 如 8 位、16 位等;
- d) 停止位: 提供停止位设置, 如 1 位等, 根据不同通讯协议需求更改;
- e) 校验位: 支持校验位选择, 如无校验、奇校验、偶校验;
- f) 串口控制按钮: 提供一键打开串口和关闭串口的功能, 并显示当前状态;
- g) 一键单次发送或循环发送;
- h) 发送周期: 单位为 ms。

5.3.2.2 串口数据显示

模块应包含串口接收和发送的数据显示区，包括但不限于以下要求：

- a) 数据接收和发送显示：在接收数据区域实时显示从串口接收到的数据内容；
- b) 实时数据计数：统计用户已接受和发送的数据总字节数，并在界面上动态更新显示；
- c) 计数清零功能：提供计数清零按钮，可随时清除发送和接收计数器的值；
- d) 十六进制接收显示：允许用户切换接收数据的显示格式为十六进制；
- e) 清空接收区：可通过清空按钮，一键清除接收区内容。

5.3.3 用户管理

模块应提供用户账户登录后的基本功能，包括但不限于：

- a) 用户注册；
- b) 用户登录；
- c) 修改个人资料；
- d) 用户权限管理；
- e) 检索与筛选功能。

5.3.4 系统注销

模块应提供用户账户登录后的基本功能，包括但不限于：

- a) 应在系统界面提供注销按钮；
- b) 在执行注销操作前，弹出确认提示框，提醒用户保存未完成任务或重要数据；
- c) 应注销后立即终止当前用户的会话，清除所有与会话相关的缓存和临时数据；
- d) 应具备系统管理员远程强制注销指定用户的能力；
- e) 应设置会话超时机制，当用户长时间无操作时自动注销；
- f) 应在网络中断或设备故障导致会话未正常结束时，检测到异常后自动清理相关会话信息。

6 性能要求

6.1 响应时间

系统的处理速度和资源管理要求，包括但不限于：

- a) 应能在 30 秒内完成常规 STL 模型并生成 G-code 的切片生成处理；
- b) 应能支持大规模 STL 文件的处理，文件不小于 1 GB；
- c) 应能响应用户操作、加载 STL 文件、开始打印、调整设置等操作时，时间不超过 2 秒。

6.2 并发性

系统的并发要求，包括但不限于：

- a) 应支持高并发打印任务管理，可多个打印任务同时进行；
- b) 应保证不低于 90% 的系统可用性；
- c) 应保证系统在一年内的正常运行时间不低于 95%；
- d) 应在进行操作记录查询时 5 秒内返回符合条件的查询结果。

6.3 兼容性

系统的兼容性要求包括但不限于：

- a) 应能在长时间运行过程中保持稳定的性能；
- b) 应支持在不同操作系统和设备上运行，包括 Windows、macOS、Linux 等；
- c) 应可通过增加硬件资源、优化数据库架构等方式扩展；
- d) 应支持与第三方应用兼容，与常见的第三方软件等对接，支持 STL 文件的导入。

7 数据要求

7.1 数据存储

人脸识别打印三维重建系统的数据存储要求包括但不限于：

- a) 应采用可确保数据存储的稳定性和持久性的存储介质；
- b) 不同类型的数据应进行分类存储；
- c) 应根据数据的重要性和使用频率，制定数据存储策略；
- d) 应设置数据存储容量预警机制，当存储空间剩余量低于设定阈值时，及时向系统管理员发出警报；
- e) 应定期对存储设备进行健康检查和维护，包括磁盘扫描、坏道检测等。

7.2 数据处理

系统的数据处理应满足以下要求：

- a) 在模型导入时，其他格式文件转换为 STL 格式的过程中应保证数据转换的准确性和完整性；
- b) 在模型处理阶段，对模型进行复制、镜像等操作时，更新数据结构时间不超过 2 秒；
- c) 在切片生成过程中，应根据用户设置的参数生成相应 G-code 文件；
- d) 在数据处理过程中，应具备数据校验和纠错机制。

7.3 数据完整性

系统应保证导入 STL 模型后的数据准确性和完整性，包括但不限于以下要求：

- a) 在上传和解析 STL 模型时，系统应自动校验文件的完整性和格式；
- b) 系统应在用户对 STL 模型进行修改、优化或调整设置时，确保数据在不同模块间的实时同步；
- c) 系统应保证操作记录的准确性。用户操作的记录内容包括但不限于：
 - 1) 操作人；
 - 2) 时间；
 - 3) 内容：上传、切片、打印、暂停、恢复等。

7.4 备份和恢复

系统应支持备份和恢复功能，包括但不限于以下要求：

- a) 应自动定期备份模型数据与任务设置，包括用户上传的 STL 模型和打印任务设置；
- b) 应保证备份数据的完整性与可恢复性；
- c) 应提供模型和配置的历史版本管理，支持对上传的 STL 模型、G-code 文件和打印配置进行版本管理，用户可查看历史版本并进行恢复。

8 安全要求

8.1 系统安全

人脸识别打印三维重建系统的系统安全要求包括但不限于：

- a) 应在登录系统时使用多因素身份验证，可用户名与密码和手机验证码结合；
- b) 应实现基于角色的访问控制，记录所有权限变更操作；
- c) 应强制用户设置强密码，并加密存储密码。

8.2 网络安全

系统的网络安全要求包括但不限于：

- a) 应符合 GB/T 22239 的相关规定；
- b) 应定期检查和维护网络设备的硬件和软件配置；
- c) 应通过边界设备提供的受控接口进行跨越边界的访问和数据流通信；
- d) 应配置访问控制机制，访问权限管理的安全性不低于 GB/T 37939 的规定；
- e) 应根据功能模块及用户类型划分为不同的网络区域，通过技术手段对网络区域进行隔离；
- f) 应配置有效的监控和审计策略，管理网络的接入行为；
- g) 应部署通信监控系统，利用防火墙隔离内部和外部网络，阻止外部的非法入侵；

- h) 应定期开展安全漏洞扫描和渗透测试，及时发现并修补安全漏洞；
- i) 应建立包括防火墙、安全策略在内的网络安全防护机制。

8.3 数据安全

系统的数据安全要求包括但不限于：

- a) 应限制对用户信息、三维模型数据及打印日志的访问，提供基于角色的分级权限管理；
- b) 应在传输三维模型数据、切片文件及用户操作指令时使用加密协议；
- a) 应采用加密数据传输，对敏感客户信息进行加密传输，加密强度应不低于 128 位；
- b) 应对存储的数据采用加密算法进行加密，并对加密密钥进行分层存储与定期更换；
- c) 应具备自动化备份三维模型机制，提供灾难恢复功能；
- d) 应支持对数据的版本控制，记录用户每次修改的历史版本及时间戳；
- e) 应自动屏蔽用户身份信息和敏感属性；
- f) 应在用户删除三维模型文件、打印日志或配置信息时，彻底清理相关数据并覆盖存储区域。

9 运维要求

9.1 系统运维

为保障平台正常运行，系统运维要求包括但不限于：

- a) 应具有运行维护能力，主要包括运维准备、运维执行、运维验收、运维改进和运维过程管理；
- b) 运维人员、运维过程及运维资源等要求应遵循 GB/T 28827.1 的规定；
- c) 运维系统的应用交付应遵循 GB/T 28827.2 的规定。

9.2 日志管理与审计

日常运维工作应具有相应的纸质或电子记录，包括但不限于以下要求：

- a) 系统应支持操作日志自动记录与审计，记录所有用户操作日志；
- b) 系统应支持操作日志导出为 CSV、Excel 等格式；
- c) 系统应对操作日志进行自动归档，定期清理过期日志。

9.3 应急处理

系统的应急处理要求包括但不限于：

- a) 应支持打印暂停与恢复功能；
- b) 应支持启紧急情况下，一键停止打印头运行并关闭挤出头和热床加热；
- c) 应支持断电后快速恢复打印状态的功能，记录打印中断时的状态；
- d) 在打印过程中出现错误时，记录详细日志。

10 评价改进

依据第5～9章规定的要求，定期开展人脸识别打印三维重建系统的功能、性能、数据、安全和运维等方面的评价，审查不合格项，并有针对性地采取纠偏措施并持续改进。
