

图书数字化扫描系统 PC 端软件需求文档

版本：V1.2

日期：2025 年 11 月 24 日

编制部门：软件研发部

适配硬件：基于 STM32H750 的图书扫描电路板（V2.0）

适配嵌入式固件：V1.1（图书数字化专项版）

状态：正式发布稿（修订版）

1. 项目概述

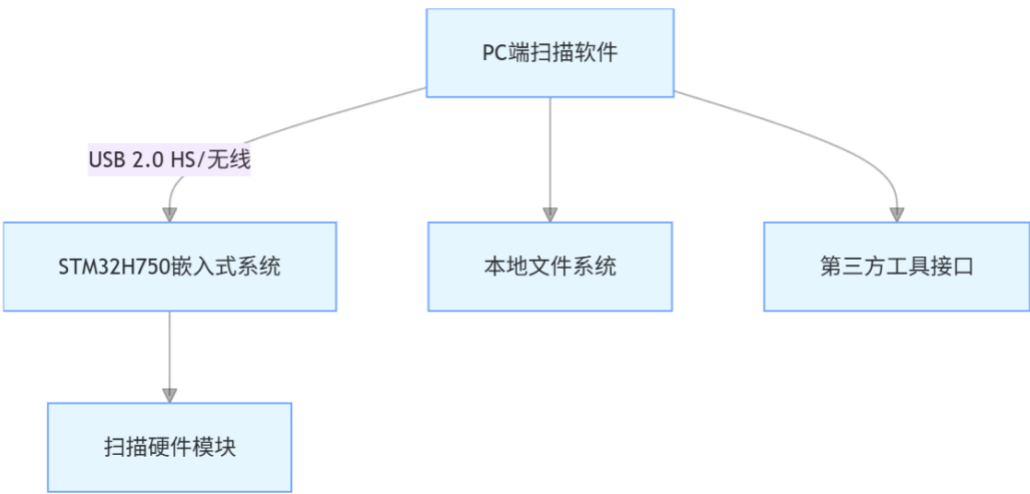
1.1 核心目标

开发一款 PC 端扫描控制与数据处理软件，实现对图书扫描硬件的全功能管控，支持普通图书、古籍文献的数字化采集，满足**高色彩还原**、**低畸变**、**文物保护**、**批量高效处理**、**精准文字识别**五大核心需求，输出符合图书数字化标准的可检索、可编辑、可归档文件。

1.2 应用场景

场景类型	核心需求
普通图书扫描	双 A4 幅面适配（同时扫描两页 A4 图书页面）、批量连续扫描、自动分页、多格式导出（PDF/JPEG/TIFF）、文字识别检索
专业级数字化	600DPI 高精度采集、48bit 色彩深度、畸变校正、文字增强、OCR 识别编辑、标准化排版输出
实验室 / 图书馆	设备状态监控、故障报警、扫描日志追溯、批量文件分类管理、识别文本归档检索

1.3 系统交互架构



2. 功能需求

2.1 设备管理模块

2.1.1 设备连接与识别

- 仅支持 USB 2.0 HS 有线连接，自动搜索并识别扫描硬件，连接响应时间≤3s
- 显示设备基础信息：型号、固件版本、SN 码、当前硬件状态（采集 / 待机 / 故障）
- 断开后自动重连（重试 3 次，间隔 1s），重连失败则弹窗提示“设备连接失败，请检查 USB 线缆”

2.1.2 参数管理

- 提供参数配置界面，支持以下硬件参数下发（同步嵌入式 SCPI 指令）：

参数类别	配置项
扫描参数	分辨率（300/600DPI）、色彩模式（彩色 48bit / 灰度 8bit / 黑白 1bit）、扫描幅面（双 A4 固定）
光源参数	亮度（0-100%）、RGB 循环模式（顺序 / 渐变）、循环周期（0.5-5s）

电机参数	扫描速度（低速 / 中速 / 高速）、压平机构压力阈值（1-5N，古籍模式专用）
存储参数	图像压缩质量（JPEG 质量因子 50-95）
OCR 参数	默认识别语言（蒙古文/中文 / 英文 / 古籍繁体 / 混合）、识别精度（快速 / 标准 / 高精度）

- 支持参数保存（最多 10 组自定义配置，命名如“古籍扫描 - 300DPI - 繁体识别”）、一键恢复默认值

2.2 扫描控制模块

2.2.1 扫描模式选择

模式类型	功能描述
单页扫描	单次采集 1 页（双 A4 幅面内单页聚焦），支持预览→调整→确认采集流程，采集后自动显示缩略图，可直接触发 OCR 识别
批量扫描	连续采集多页（支持 1-999 页设置），双 A4 幅面同步采集两页，支持“自动分页”（基于光电边缘检测，区分左右页），可设置“扫描完成后自动执行 OCR”
预览模式	低分辨率（300DPI）黑白快速预览，支持双 A4 全幅预览或单页区域框选（仅扫描选中区域）、边角裁剪预览

2.2.2 扫描流程控制

- 提供可视化操作界面：「开始扫描」「暂停扫描」「停止扫描」按钮，暂停后可续扫
- 批量扫描时支持「跳过当前页」「重新扫描当前页」，自动记录已扫描页数与进度（百分比显示）
- 支持扫描触发方式选择：软件手动触发、硬件按键触发（响应嵌入式 `QUERY:MOT` 指令）
- 双 A4 幅面适配：扫描时自动识别页面边界，区分左右页并分别命名（如“图书名_左页_001.jpg”“图书名_右页_001.jpg”）

- OCR 联动选项：扫描完成后弹窗提示“是否执行 OCR 识别”，支持勾选“默认自动执行”（批量扫描专用）

2.3 图像处理模块

2.3.1 实时图像处理（联动嵌入式算法）

- 接收嵌入式系统的图像数据（USB 传输速率 $\geq 30\text{MB/s}$ ），自动执行以下基础处理：
 - 畸变校正：针对图书页面弯曲（基于嵌入式电机位置补偿数据），双 A4 幅面内校正精度 ≤ 0.5 像素
 - 去阴影：消除压平机构或页面边缘的阴影（基于暗帧校准数据 **CAL:DFR**）
 - 噪声去除：同步嵌入式多帧融合降噪算法，保障 $\text{SNR} \geq 38\text{dB}$
 - 分页处理：双 A4 幅面采集后自动分割左右页，生成独立图像文件
 - 文字增强预处理：针对 OCR 优化（边缘锐化、对比度提升、去噪点），提高识别准确率

2.3.2 后期编辑功能

- 提供图像编辑工具栏，支持：
 - 裁剪（自由裁剪 / 按双 A4 幅面裁剪 / 单页裁剪）、旋转（ $0^\circ/90^\circ/180^\circ/270^\circ$ ）、镜像
 - 亮度 / 对比度 / 饱和度调节（实时预览效果，调节范围 $\pm 50\%$ ）
 - 文字增强（锐化、去模糊）、古籍专用（去黄斑、纸张修复）
 - 图像预处理快捷按钮：“OCR 优化”（一键应用文字增强参数）
- 支持单页编辑或批量应用（编辑参数同步至所有已扫描页面）
- 双 A4 分页调整：支持手动微调分页边界，修正自动分割偏差
- 编辑后支持“重新执行 OCR”，基于优化后图像更新识别结果

2.4 数据管理模块

2.4.1 文件存储与命名

- 支持自定义存储路径（本地磁盘 / 网络共享文件夹），自动创建分类目录（按“日期 + 设备 SN”命名，如“20251122_SN123456”），OCR 结果文件自动存储于对应图像文件夹（命名规则：图像文件名_OCR.xxx）
- 支持文件命名规则配置，可选变量：**[书名][页码][左右页标识][日期][时间]**，页码自动递增（支持前缀设置，如“古籍_左页_001.jpg”）

- 支持导出格式：

格式类型	适用场景	关联 OCR 功能
JPEG	普通图书快速归档（压缩比可调）	可同步导出 OCR 文本文件（TXT）
TIFF	专业级数字化（无损存储，保留 48bit 色彩）	可同步导出 OCR 文本文件（TXT）
PDF	多页合并导出（支持单页 PDF / 合并 PDF，双 A4 分页后可分别合并，添加书签：书名 + 页码 + 左右页）	支持导出“图像 PDF”或“双层 PDF”（图像层 + OCR 文本层）
双层 PDF	核心功能（图像层 + OCR 文本层，支持检索）	默认关联 OCR 识别结果，支持文本检索和复制
TXT/Word	OCR 文本导出	纯文本格式，保留排版结构

2.4.2 数据备份

- 提供批量备份功能：将扫描文件、OCR 结果文件同步备份至指定路径 / U 盘，支持增量备份（仅备份新增文件）
- 支持文件删除、移动、复制，操作前弹窗确认（可选择“同时删除关联 OCR 文件”）

2.4.3 检索与预览

- 内置文件浏览器，按“日期 / 书名 / 格式 / 分辨率 / 左右页标识 / OCR 状态”筛选检索（OCR 状态：未识别 / 已识别 / 识别失败）
- 支持大图预览（双击缩略图），预览时可快速跳转至前后页、左右页，查看详细参数（分辨率 / 色彩模式 / 采集时间 / 幅面信息 / OCR 识别时间）
- 支持 OCR 文本预览：预览界面侧边栏显示对应图像的 OCR 文本，可快速核对识别结果

2.5 故障诊断模块

2.5.1 故障监测与提示

- 实时接收嵌入式系统的故障码（**DIAG:ALL?** 指令），自动解析并显示：

故障类型	软件提示内容	处理建议
电机限位故障（0x02）	红色报警：“电机超程！请手动复位后重试”	检查扫描头 / 压平机构位置，手动回零后重启
CIS 通信故障（0x03）	红色报警：“图像采集异常！已切换备用传感器”	重试扫描，多次失败则联系售后
USB 传输超时（0x01）	黄色报警：“数据传输超时！请检查 USB 连接”	重新插拔 USB 线，关闭占用带宽的其他软件
OCR 引擎故障（0x0C）	黄色报警：“OCR 识别失败！请检查引擎配置”	重启软件，确认 OCR 引擎已正确安装

2.5.2 日志管理

- 自动记录设备运行日志，包含：设备连接 / 断开、扫描启动 / 停止、参数变更、故障发生与处理、OCR 识别执行情况（成功 / 失败 / 耗时）
- 日志格式：时间戳（YYYY-MM-DD HH:MM:SS）+ 事件类型 + 详细信息 + 设备 SN
- 支持日志导出（TXT 格式）、清空（保留最近 30 天日志），用于故障排查

2.6 OCR 文字识别模块（核心模块）

2.6.1 文字识别功能

- 支持识别语言：中文（简体 / 繁体）、英文、古籍专用字体（宋体 / 楷体 / 隶书等）、混合语言识别
- 识别触发方式：单页手动触发（扫描后点击“OCR 识别”）、批量自动触发（扫描完成后自动执行）、编辑后重新触发（图像优化后重新识别）
- 识别模式选择：

模式类型	适用场景	识别速度	准确率
快速模式	普通图书、清晰文字	≤1s / 页	≥95%

标准模式	常规文档、中等清晰度文字	≤3s / 页	≥98%
高精度模式	古籍文献、模糊 / 褪色文字	≤5s / 页	≥99%

- 双 A4 幅面适配：自动区分左右页分别识别，生成独立 OCR 文本，支持合并左右页文本为完整页面内容

2.6.2 手动编辑功能

- 文本编辑界面：左侧显示图像，右侧显示 OCR 文本，支持“图像 - 文本”联动定位（点击文本行自动跳转至图像对应位置）
- 编辑工具：
 - 基础编辑：文字修改、删除、插入、复制粘贴
 - 纠错辅助：常见错别字提示（如“己 / 已 / 巳”“辯 / 辨 / 辨”）、古籍异体字对照查询
 - 格式调整：段落拆分 / 合并、行距设置、字体对齐（左对齐 / 居中 / 右对齐）
 - 批量编辑：相同错误批量替换、格式批量应用

2.6.3 排版与导出功能

- 排版优化：自动识别标题 / 正文 / 注释层级，支持手动调整文本层级结构
- 格式保存：支持将编辑后的文本保存为 TXT、Word