

北京天拓四方科技有限公司

数网星印刷行业智能试制解决方案

---印刷全生命周期数字孪生应用创新

北京天拓四方科技有限公司（以下简称“天拓四方”）致力于推动中国工业高质量制造世界领先，为客户提供自动化、网络化、数字化、智能化的软硬件产品、技术及服务，并首次提出 DEPC（数字化工程总服务商）的理念和企业目标，是国内领先的智能制造和工业互联网领域高新技术企业及整体解决方案服务供应商，形成了集咨询、研发、平台建设、销售、集成、实施和运维的综合服务能力。本项目通过机器视觉智能检测实现快速检测，依托工业互联网平台，运用工业 APP，承载印刷行业的专业工业知识和技术经验，把印刷试制全生命周期相关业务场景的技术知识、最佳实践及技术诀窍封装成满足印刷特定需求的应用软件，极大地便利了知识的应用和复用。

一、项目概况

针对高端印刷行业印刷试制时间长、成本高等问题，应用工业软件缩短印刷试制时间，减少资源浪费，最终应用工业软件的数字孪生和模型仿真，消除印刷试制中工艺研制、配墨、制多个版等的中间过程，使印刷试制过程在软件中完成。

1. 项目背景

印刷行业具有较高的专业技术和专业知识。印刷试制，既是产品设计定型的结束，也是产品批量生产的开始；既要能验证印刷文件及制版文件的正确性，同时，需要积累印刷工艺参数，形成配色量化数据，为正式生产提供支撑。试制周期长，企业多数处于依靠工人师傅

经验来调配专色墨，存在专色墨的配比不够精确，调配时间长，主观因素影响大的缺点；历史色彩数据不能自动调取；工艺参数不能随查随用并快速复用；质量检测主要靠人工检测，人工检测时间长、误差大；历史缺陷检测不能自动比对；资源浪费导致成本高等痛点一直困扰着印刷制造业。国内许多印刷企业目前仍然依靠文件夹式的简单管理模式来管理印刷企业中大量的数字文件，这显然已经不能适用于现代印刷企业，数字资产不能够方便的检索和复用。如何缩短试制时间、降低成本、提高工艺参数复用率，提高印刷色彩数据积累并快速调用，提高缺陷检测效率是整个印刷行业亟待解决的问题。

随着人工智能、机器视觉检测、大数据、云计算的快速发展，上述印刷行业的问题可以通过机器视觉智能检测实现快速检测，依托工业互联网平台，运用工业 APP，承载印刷行业的专业工业知识和技术经验，把印刷试制全生命周期相关业务场景的技术知识、最佳实践及技术诀窍封装成满足印刷特定需求的应用软件，极大地便利了知识的应用和复用。在 10000+ 亿的印刷行业市场中，前景广阔。

2. 项目简介

- (1) 利用机器视觉智能检测，实现快速检测和精准检测，减少人工检测时间和检测误差；
- (2) 色彩配比不够精确，调配时间长，多数处于依靠工人师傅经验来调配，主观因素影响大，软件化实现色彩参数精确地数字化管理；
- (3) 工艺数据和色彩数据的积累，对设计需求从工艺数据库和色彩数据库自动识别和调取数据匹配，也可自动匹配相似色彩数据及相关工艺参数，以便快速修改；
- (4) 历史缺陷检测数据的积累与沉淀，通过历史缺陷大数据与工艺参数关联数据的深度学习，对质量缺陷自动给出解决方案；
- (5) 印刷试制的数字孪生，通过工艺数据、色彩数据和历史缺陷数据的沉淀，通过大数据分析 & 关联数据的深度学习，对印刷试制过程进行数字化仿真，高效的给出精准试制方案；消除印刷试制中工艺研制、配墨、制多个版等的中间过程。

3. 项目目标

通过机器视觉智能检测，实现快速精准检测，数据的自动采集，与工艺和色彩数据知识库的关联及深度学习，自动推送质量改进方案，自动匹配工艺参数和色彩参数，实现知识的复用，通过大数据分析，使整个印刷试制过程实现模型化仿真验证，直接给出精准的数字化试制结果进行试制，消除印刷试制中工艺研制、配墨、制多个版等的中间过程。

二、项目实施概况

通过项目实施，实现产品数据数字化管理，印刷试制工艺文件的数字化版本管理，产品数据与工艺数据及色彩数据的数字化关联，工艺参数的数字化采集，试制过程工艺知识库积累，试制过程色彩数据库的积累，实现基于机器视觉的质量智能自动检测，通过数据积累，实现后续试制工艺参数的自动调用和重复利用，实现色彩数据的数字化系统自动匹配和重复利用；从而提高印刷试制过程的检测效率和精确度，提高工艺参数研制效率，降低了人工参与的误差和检测时间，降低了工艺研制时间，节省了油墨的配比浪费，实现整体印刷试制过程的质量达成率和总成本的降低。

1. 项目总体架构和主要内容

通过对业务架构、系统架构、基础架构、技术架构进行分析，采用先进实用的微服务架构设计该系统，以实现功能解耦、扩展性高等目标，而且支持云计算部署，可以满足高并发、高可用、高稳定和高安全等性能要求。由于采用微服务架构，各个服务模块化编写，具有高内聚低耦合的优势，便于灵活更新升级，而不会影响其他业务。一套代码，同时支持移动应用和 pc 应用，提高效率，节约成本。这个架构还便于 AB 灰度发布产品，提高开发效率，对测试、运维管理也可以显著提高效率。微服务通过 REST 方式提供访问，产品实现重构，进行服务划分，可以充分使用现有的代码。

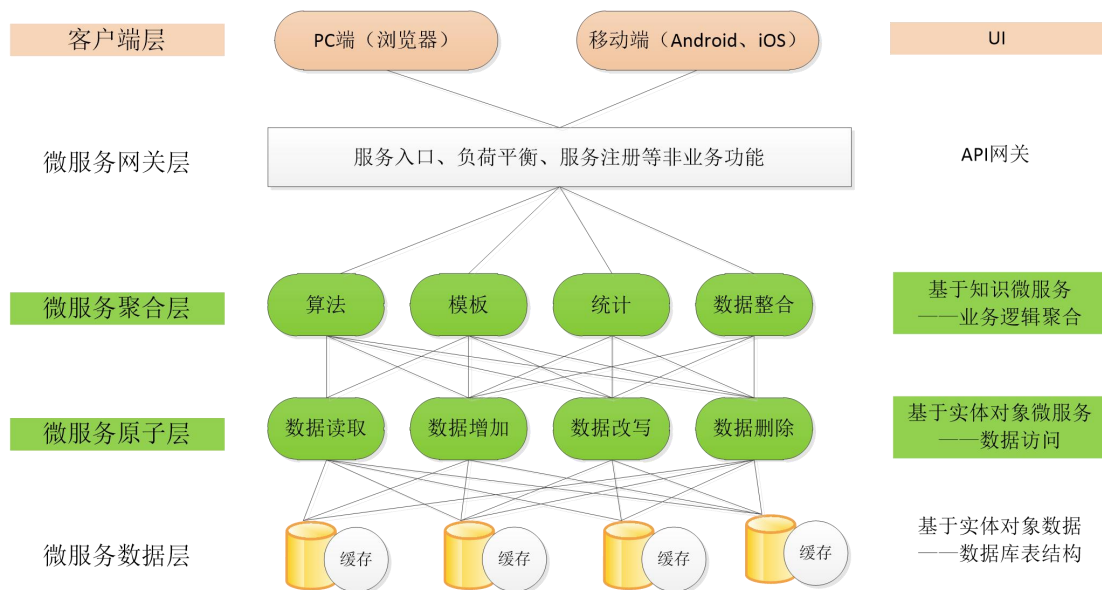


图 1 系统总体架构层级图

如上图所示，系统总体架构分为客户端层、网关层、服务聚合层、服务原子层。客户端

层主要指前端 UI，包括 UI 架构、图表控件、报表输出等相关内容。网关层包括微服务网关、API 网关，前面的第一层还是网关，下面有微服务的聚合层，作用是做各种业务逻辑的处理；聚合层下面是我们的数据原子层，主要做数据访问代理，只不过根据业务的不同垂直分开了。可以看到，网关、数据层，注册中心、配置中心都有，只不过在业务处理部分分成两层：一层是原子层，也就是整个数据访问的代理层，提供了用户的接口；另外一层是业务聚合层。

2. 功能架构

如图 2 所示，数网星印刷行业智能试制 APP 基于数网星工业互联网平台，专注于为印刷工艺持续优化提供功能应用。

功能模块包括业务数据管理模块、设计流程管理模块、打样任务管理模块、质检过程管理模块和智能报表管理模块。业务数据管理模块包括料品数据、工艺数据、质检和缺陷数据、设备数据、客户和供应商数据、关键特性和通用数据字典管理功能。设计流程管理模块包括客户需求管理、平面设计方案管理、制版方案管理、工艺方案管理、质量控制方案管理、印版管理、方案版本管理等功能。打样任务管理模块包括打样任务执行、打样结果查看和过程数据记录等功能。质检过程管理模块包括质检任务管理、视觉检测设备集成、质检基准设置和质检结果判定功能。智能报表管理提供各种数据的统计分析功能。

数网星工业互联网平台主要包括系统框架、账号管理、权限管理、数据接口管理、系统基础建模、制造模型构建等功能，为功能模块提供数据支撑和系统支撑。在平台层的支撑下，上层应用可根据不同的业务流程设计开发基于不同场景的应用功能。



图 2 功能架构图

3. 技术架构

数网星印刷行业智能试制 APP 采用 B/S 架构,分为数据层（数据采集层、数据库层）、业务逻辑层（通用应用平台层、通用业务层）、数据展现层（服务器端，移动端）、各层之间职责明确、数据统一管理，系统具备扩充性。技术结构大致可以定义为：客户机层上的表示层主要是通过微服务框架实现的，由显示视图产生一个请求。请求被 Controller（控制器）接收，它在 Controller 类中标有 RequestMapping 注解的方法中寻找请求的 URI，并在此方法中执行相应的业务逻辑，在执行完业务逻辑后根据返回值确定展示数据的视图。

系统展示介质分为 PC 端、移动端、看板设备、车间一体机，PC 端和车间一体机展示界面具有一致性，看板设备主要展示车间看板系统，移动端主要用于执行现场生产过程反馈及在线指导查看。系统管理员拥有所有功能权限，生产管理人员和现场操作人员都为系统管理员功能的子集，只拥有部分功能权限，故系统只从系统管理员的角度进行设计，后期通过权限管理对用户界面进行管理。

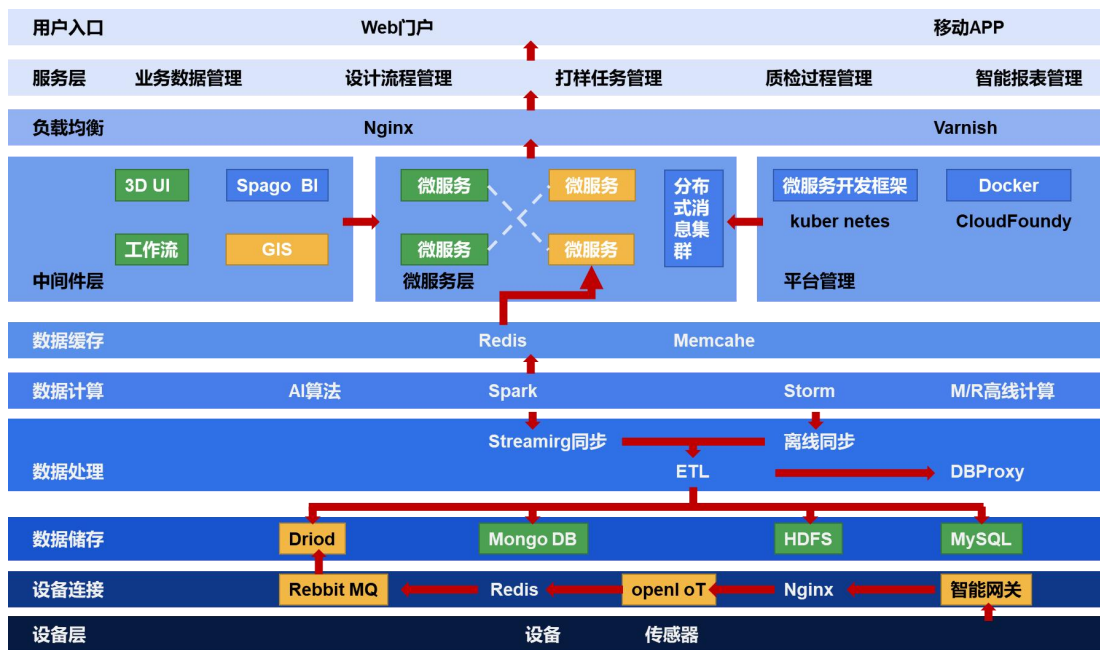


图 3 技术架构图

4. 具体应用场景和应用模式

(1) 机器视觉智能检测及数据采集

现阶段大部分印刷检测还是依靠人工，检测时间长，检测效率低，检测误差大；机器视觉识别技术已经较成熟，通过将印刷检测与机器视觉智能检测设备集成，实现印刷生产的在

线高保真实时检测，提高了印刷质量合格率，与机器视觉智能检测设备的集成，通过智能硬件与软件结合，实现检测数据的自动采集与上传，可实现质量检测数据和缺陷数据的大数据积累，通过质量数据与工艺参数和色彩参数的相互关联，可实现质量缺陷的历史缺陷比对及历史改进方法的自动推送，避免了历史质量缺陷的反复修改优化的资源浪费；通过对质量大数据与工艺大数据的深度连接及工艺师傅改进质量缺陷的技术诀窍的深度学习应用，对后续相关质量缺陷自动给出解决方向及方案；减少了人工参与度，提高了改进的数字化精确性和试制生产的劳动生产率。

（2）工艺与色彩大数据知识库建立与深度学习

数网星印刷行业智能试制 APP 通过在印刷行业中要求较高的烟盒印刷企业的落地应用，实现了企业内部设计文件、工艺文件、制版文件和质量文件的数字化管理和数据在线关联，使设计文件能够自动关联和调用整套对应的工艺参数文件、制版文件及出现过的质量缺陷文件；实现了烟盒试制过程中所有工艺参数文件的积累和沉淀，可为后续新设计文件进行快速复用，对相似工艺参数文件的快速调取并进行少量修改，大大减少了研制工艺的编制时间；大量的试制过程中的色彩数据也会通过数网星印刷行业智能试制 APP 形成色彩大数据知识库，对新设计文件的色彩进行快速匹配；通过工艺大数据和色彩大数据两个方面，实现从工艺库和色彩库两个维度对新设计文件进行快速匹配和知识重用，实现自动推送；在印刷试制过程中大量的质量检测缺陷会被机器视觉自动检测并存储到知识库中，形成质量缺陷检测知识库，质量缺陷自动关联改进工艺方法和技术诀窍，经过知识库积累，对质量缺陷进行快速定位，并自动匹配改善质量缺陷解决方案。

（3）印刷试制过程数字孪生、模型化仿真

数网星印刷行业智能试制 APP 通过标准化，关注数据模型和工业技术知识的重用及重用效率，使数网星印刷行业智能试制 APP 可以被广泛复用，并且可以让使用者不需要关注数据模型和知识本身，而进行直接使用。

通过大数据分析后的印刷行业知识的高附加值印刷专业知识和技术，对数网星印刷行业智能试制 APP 进行不断的升级和完善，使数网星印刷行业智能试制 APP 更加智能，更能适用于印刷行业多种场景。

数网星印刷行业智能试制 APP 形成了印刷工业大数据、色彩大数据、质量缺陷统计大数据，随着工业互联网平台及人工智能的快速发展，对三项大数据进行机器学习和深度学习，最后数据经过提炼、抽取、处理、归纳后形成数字化的工业知识，构建印刷工艺机理模型和

数据模型，实现印刷行业的印刷工艺数字化孪生，数字孪生覆盖印刷品的设计数据、工艺数据、色彩数据、质量数据，并关联四个维度的数据信息，实现印刷试制过程基于模型的设计、试制、仿真、制造等活动，全部都在数字空间完成，通过对工业数据建模与模型持续优化，实现工艺数据和色彩数据的自动识别、匹配、分析生产工艺参数，生成工艺参数后进行生产仿真模拟，通过仿真分析结果与质量缺陷数据库知识进行比对分析，验证工艺参数合理性，对于不成功工艺进行数字化设计、仿真、验证，经过反复迭代得出最有结果；待产品迭代成熟后再进入工厂一次制造完成，从而大幅度缩短试制周期、降低试制成本。

三、下一步实施计划

1. 试点示范

在数网星印刷行业智能试制 APP 应用的初期，应用先进的管理理念、初具应用的软件及高的性价比，以湖南某印刷有限公司烟标印刷试制带来的价值为突破点，以国内从事烟标印刷的 200 多家印刷企业开始拓展，通过客户推荐和市场人员应用成功案例推广相同企业两个渠道，对烟标印刷企业进行拓展。

初期面向从事烟标印刷的印刷企业客户进行定制化开发，实现标准功能，可以安装、部署和运行在用户电脑单机上；也可以部署在企业局域网上，通过局域网运行。

通过前期烟标印刷客户应用时间的增长和客户数量的增长，数网星印刷行业智能试制 APP 积累大量工艺数据，色彩数据和质量缺陷数据，大数据的沉淀以及对大数据的机器学习和深度学习需要借助工业互联网平台的支撑，通过工业互联网平台对数据的提炼、抽取、处理、归纳后形成的数字化隐性印刷知识，进一步完善 APP。最终数网星印刷行业智能试制 APP 成为烟标印刷试制中不可或缺的一部分，迅速占领包装印刷行业中的从事烟标、药包等高端印刷行业。

2. 推广增值

通过在烟盒、药盒、酒盒、化妆品盒、高端品牌包装盒等高端包装印刷领域的不断扩展，知识的不断丰富，以及借助工业互联网平台，使数网星印刷行业智能试制 APP 成为一款平台化产品，实现平台化灵活构建，实现网络化调用，形成一种可重复使用的微服务组件。通过工业互联网平台进行销售、租售、授权收费等后续市场推广。

通过印刷工业技术、经验、知识和最佳实践的模型化、软件化与再封装，把数网星印刷行业智能试制 APP 通过微服务技术，拆分成工艺知识管理服务组件、色彩管理知识组件、质量缺陷学习自推送组件等通过平台进行单独组件市场推广。

四、项目创新点和实施效果

1. 项目先进性及创新点

(1) 专家经验和行业知识封装

数网星印刷行业智能试制 APP 面向印刷试制周期相关业务（设计、工艺、制版、打样、检测、确认、修改、转批量生产等）的场景需求，把印刷试制过程中的工艺知识、工艺参数、色彩参数、质量缺陷参数、最佳实践及技术诀窍封装成应用软件。使印刷试制的企业知识和技术诀窍模型化、模块化、标准化和软件化，有效促进知识的显性化、公有化、组织化、系统化，极大地便利了工艺参数、色彩参数的应用和复用经过大数据的沉淀、机器学习和深度学习，实现印刷工艺数据的自动化复用或相似工艺数据的推送，实现色彩数据的自动匹配，实现质量缺陷的自动识别和自动修改优化。

(2) 采用微服务架构实现灵活构建

把应用程序分解为数据分析、数据集成、色彩管理、工艺管理、深度学习等功能粒度更小、完全独立的微服务组件，使得它们拥有更高的敏捷性、可伸缩性和可用性。印刷行业智能试制 APP 采用微服务技术，通过工业互联网平台实现网络化调用，在工业互联网平台上，形成大数据的积累、机器学习和深度学习，工业互联网平台对数据提炼、抽取、处理、归纳后形成的数字化的工业知识，进一步提升、完善印刷行业智能试制 APP。

2. 实施效果

目前该解决方案已经在湖南某烟标印刷企业成功落地，成功应用于公司技术部的印刷试制全过程管理。解决了从客户需求传递到打样任务的全过程系统管理，实现了无纸化，解决了数据传递的效率和准确性问题；实现了过程数据的记录，对于油墨配比，设备参数等影响关键影响因素进行沉淀，为事后统计分析和智能学习提供依据；检测效率通过机器检测系统和 APP 集成引用得到了显著的提升。

该项目实施后，在精简人员、效率提升、产品合格率提升等大的方面提升显著，根据企

业实施后 1 年内的统计分析数据显示如下：

指标	可度量的结果
人员减少	2 人
油墨纸张损耗降低	11%
产品合格率提高	3.5%
检测效率提升	50%
设计效率提升	20%
试制周期缩短	2 天
统计效率提升	30%