

T/STSI

团 体 标 准

T/STSI 49—2025

AI 人工智能咖啡系统

AI Artificial Intelligence Coffee System

2025 - 03 - 27 发布

2025 - 03 - 28 实施

中关村新兴科技服务业产业联盟 发 布

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

4 系统技术架构 1

5 系统功能 3

6 技术要求 4

7 性能指标 4

8 测试方法 5

9 安全要求 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会涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由湖南小咖主咖啡有限公司提出。

本文件由中关村新兴科技服务业产业联盟归口。

本文件起草单位：湖南小咖主咖啡有限公司、国防科技大学、海口蓝源创新供应链有限公司、湖南大学、长沙湖科微电子有限公司、湖南农业大学、炎炎文化传媒(天津)有限公司、广东酷库智能机器人有限公司。

本文件主要起草人：景建华、咸奎桐、李雍成、张轩瑜、肖光意、洪庆辉、刘婵、张学卿、李雍成、曾昱、江涛。

AI 人工智能咖啡系统

1 范围

本文件规定了AI人工智能咖啡系统的系统技术架构、系统功能、技术要求、性能指标、测试方法、安全要求等。

本文件适用于AI人工智能咖啡系统。

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 4806.1 食品安全国家标准 食品接触材料及制品通用安全要求

GB/T 35273 《信息安全技术 个人信息安全规范》

JJF 1101-2019 《环境试验设备温度、湿度校准规范》

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

微控制器 Microcontroller

一种集成了中央处理器（CPU）、内存（RAM/ROM）、输入输出（I/O）接口、定时器 / 计数器、模数转换器（ADC）等功能的超小型计算机系统。

3.2

卷积神经网络 Convolutional Neural Network

一种专为处理具有网格结构数据（如图像、音频、视频）设计的深度学习模型。

3.3

多模态交互 Multimodal Interaction

人与机器通过两种或以上感官/行为通道（如语音、手势、眼神、触摸等）进行信息传递的交互方式。

4 系统技术架构

4.1 硬件架构

4.1.1 咖啡豆储存与研磨装置

AI人工智能咖啡系统应具备咖啡豆储存与研磨装置，满足存放咖啡豆并研磨成合适粗细程度的咖啡粉，与微控制器相连接接收指令控制研磨启停及程度，将研磨好的咖啡粉输送至冲泡系统。

4.1.2 冲泡系统

AI人工智能咖啡系统应具备冲泡系统，支持将咖啡粉与热水按设定参数混合冲泡，萃取出咖啡液，与温度传感器、压力传感器协同工作，接收微控制器指令，萃取出的咖啡液等待下一步处理或直接出杯。

4.1.3 奶泡制作系统

AI人工智能咖啡系统宜配置奶泡制作系统，将牛奶打发成奶泡，用于制作含奶泡的咖啡饮品。可调节打发强度和细腻程度，与微控制器通信，按指令工作，将奶泡添加到咖啡液中完成饮品制作。

4.1.4 温度传感器

AI人工智能咖啡系统应具备温度传感器，实时监测咖啡机内关键位置温度（误差 $\leq \pm 1^{\circ}\text{C}$ ），反馈给微控制器，便于其判断温度是否符合制作条件，进而调控加热系统等部件。

4.1.5 压力传感器

AI人工智能咖啡系统应具备压力传感器，用于检测冲泡过程中的压力数值（误差 $\leq \pm 5\text{kPa}$ ），确保压力合适，将压力数据传送给微控制器，配合冲泡系统工作，帮助微控制器调整压力参数，保障咖啡制作质量。

4.1.6 摄像头

AI人工智能咖啡系统宜配置摄像头，支持拍摄咖啡豆图像信息，辅助识别咖啡豆种类、品质、烘焙程度等情况，将图像数据传输给处理器，处理器运用AI算法分析，结果反馈给微控制器指导制作流程。

4.1.7 麦克风

AI人工智能咖啡系统宜配置麦克风，用于接收用户语音指令（信噪比 $\geq 60\text{dB}$ ），将语音信号转化为电信号传输给处理器，处理器进行语音识别和语义理解后，将指令传达给微控制器，由微控制器协调各部件工作。

4.1.8 显示屏

人工智能咖啡系统应配置显示屏（分辨率 $\geq 720\text{P}$ ），展示咖啡机工作状态、饮品菜单、设置参数等信息，是用户进行触控操作的交互界面，与微控制器连接，接收状态信息并显示，将用户操作指令反馈给微控制器。

4.1.9 微控制器

AI人工智能咖啡系统应配置微控制器（主频 $\geq 1\text{GHz}$ ），接收各传感器、交互设备的数据信息，依据内置程序和AI算法分析处理，向执行部件下达工作指令，协调各部件有序配合，完成咖啡制作流程。

4.1.10 电机驱动器

AI人工智能咖啡系统宜配置电机驱动器，为有电机的部件提供电能和驱动信号（响应延迟时间 $\leq 10\text{ms}$ ），控制电机转速、转向等，接收微控制器指令，转化为电机驱动信号，带动电机运转，驱动相关部件工作。

4.1.11 5G 通信模块

系统应配置5G通讯模块，支持高速数据传输与远程对话功能，确保指令响应实时性。

4.1.12 智能岗亭组件

人工智能机器人咖啡岗亭应集成制冰机、冷藏柜、抽水泵、奶沫机等设备，满足全流程自动化需求。

4.1.13 六轴协作臂

系统应配置六轴协作臂机器人，外观设计需模仿人类手臂形态以增强观赏性，同时确保动作精准性与安全性。

4.2 软件架构

4.2.1 操作系统

AI人工智能咖啡系统应具有管理咖啡机硬件资源、为上层软件应用提供运行环境、支持多任务处理、协调各软件模块对硬件资源的调用的操作系统，同时应满足资源分配效率 $\geq 95\%$ 。

4.2.2 驱动程序

AI人工智能咖啡系统应具有针对不同硬件设备编写、使操作系统能准确识别并控制硬件组件、将操作系统下达的指令传达给对应的硬件、实现硬件的驱动和控制的驱动程序，同时应满足指令传输成功率 $\geq 99.9\%$ 。

4.2.3 AI 算法库

AI人工智能咖啡系统应具有包含图像识别算法、语音识别与语义理解算法、机器学习算法等，接收传感器、交互设备的数据输入，进行算法处理后，将结果反馈给微控制器或用户界面程序，辅助决策和展示信息的AI算法库。

4.2.4 用户界面程序

AI人工智能咖啡系统应具有构建用户与咖啡机交互的界面，实现可视化菜单、操作按钮、语音提示等功能，与操作系统、AI算法库交互，将用户操作指令传递给微控制器，利用AI算法库实现智能交互功能的用户界面程序，同时应满足界面响应时间 $\leq 0.5s$ 。

5 系统功能

5.1 个性化定制

AI智能咖啡系统的用户可通过手机小程序等选择饮品种类、研磨程度、奶泡浓度等，同时系统基于用户偏好数据智能推荐配方。

5.2 智能互动

AI智能咖啡系统支持语音控制、手机APP控制、多模态交互等，用户可提前下单、随时控制制作过程，同时系统还可与用户自然语义对话。

5.3 自动制作与优化

AI智能咖啡系统应能自动完成磨豆、萃取、冲泡、拉花等工艺，可通过大数据分析和深度学习优化配方，保证咖啡品质一致性。

5.4 远程管理与监控

AI智能咖啡系统可远程监控咖啡机工作状态，便于维护管理，还可收集销售数据预测需求，帮助商家减少库存成本。

5.5 个性化选项定制

AI智能咖啡系统应能提供多糖、少糖、多冰、少冰等选项，满足消费者个性化需求，支持通过用户界面程序实时调整参数。

5.6 多渠道点单与核销

系统应支持现场自助点单、小程序线上点单功能，并集成美团团购券、抖音团购券等核销功能，实现线上线下无缝衔接。

5.7 扫码取餐与队列管理

线上平台下单后，系统应支持最多4杯咖啡并行等待制作，用户可通过扫描二维码完成取餐；若订单生成后30分钟未取餐，系统应自动丢弃并记录异常。

5.8 耗材缺货预警

系统应实时监控原材料（咖啡豆、糖浆、牛奶）及耗材（包装、标签纸）库存量，缺货时应自动触发短信提醒功能。

5.9 标签与信息管理

每杯咖啡应打印客户标签，包含电话号码、产品名称、订单号等信息，确保订单可追溯。

5.10 自动清洗维护

咖啡机、奶泡机应支持一键自动清洗功能，保障设备卫生并减少人工维护成本。

6 技术要求

6.1 系统算法

6.1.1 图像识别

AI人工智能咖啡系统应具有基于卷积神经网络（CNN）通过学习和分析大量咖啡豆图像数据自动提取图像特征识别咖啡豆的种类、品质和烘焙程度等信息的功能，同时，应满足咖啡豆种类识别准确率 $\geq 98\%$ 的要求（测试数据集规模 $\geq 10,000$ 张标注图像，验证方法采用10折交叉验证）。

6.1.2 语音识别与语义理解

6.1.2.1 AI人工智能咖啡系统应具有将麦克风采集的语音信号转化为文字序列，基于隐马尔可夫模型（HMM）和深度神经网络（DNN）等技术的语音识别算法。

6.1.2.2 AI人工智能咖啡系统应具有对识别出的文字进行分析和理解确定用户意图和需求采用自然语言处理（NLP）中的相关技术的语义理解算法，同时应满足语音转文字准确率 $\geq 92\%$ 、语义理解准确率 $\geq 90\%$ 的要求。

6.1.3 机器学习

AI人工智能咖啡系统应具有学习和分析大量咖啡制作数据和用户反馈数据，建立模型预测和优化咖啡制作参数，满足用户个性化需求的机器学习算法。同时，应满足参数优化模型训练集覆盖率 $\geq 85\%$ 、预测相对误差 $\leq 5\%$ 的要求。

6.1.4 有效期管控算法

系统应基于机器学习算法对原材料有效期进行动态监控，临近过期时自动预警并暂停使用相关材料。

6.2 数据安全

6.2.1 数据加密

6.2.1.1 AI人工智能咖啡系统应能采用SSL/TLS等加密协议对咖啡机与外部设备交互时传输的数据进行加密处理，TLS协议版本应 ≥ 1.2 。

6.2.1.2 AI人工智能咖啡系统应系统应使用AES-256对称加密算法或RSA-2048非对称加密算法对本地存储数据加密。

6.2.2 用户隐私保护

用户偏好数据应能采取如匿名化处理、访问权限控制等多种措施保护用户个人信息和偏好数据。若采集声纹或面部特征，应符合GB/T 35273的相关要求。

6.2.3 防攻击

AI人工智能咖啡系统应建立安全防护机制，支持防火墙及入侵检测，抵御DDoS攻击的能力应 $\geq 10\text{Gbps}$ 。

6.2.4 防挪动监控

系统需内置安全芯片，实时监测设备位置变动或人为损坏行为，触发异常时立即锁定设备并发送警报。

7 性能指标

7.1 咖啡质量

口感、香气、浓度等应符合相关标准，每一杯品质稳定、一致，盲评得分均值应 ≥ 8.0 （满分10）。

7.2 冰块标准

冰块应使用大颗粒规格（直径 $\geq 3\text{cm}$ ），制作后10分钟内静止状态下融化率不得超过50%，确保饮品口感一致性。

7.3 咖啡粉与萃取标准

单杯萃取咖啡粉量不得低于15克；美式咖啡总溶解固体（TDS）值应控制在1.15-1.35范围内，且每杯咖啡必须现磨现萃。

7.4 制作效率

单杯制作时间应 $\leq 90\text{s}$ ，高峰期连续制作能力应 ≥ 50 杯/小时。

7.5 系统稳定性

平均无故障时间（MTBF）应 ≥ 10000 小时，环境适温度 $0^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 。

8 测试方法

8.1 咖啡质量

8.1.1 测试项目包括咖啡口感、浓度、香气、杯量、风味、余韵、平衡性、一致性、稳定性。

8.1.2 应由10名专业品鉴师和50名消费者对连续制作的50杯同类型咖啡进行盲评打分，计算均值及标准差。

8.2 系统稳定性

8.2.1 测试前应确保温度传感器和压力传感器已按JJF 1101-2019《环境试验设备温度、湿度校准规范》校准，校准周期为每6个月一次。

8.2.2 测试项目为单杯咖啡制作时间及高峰期批量制作能力。

8.2.3 应分别记录正常工况下制作不同种类单杯咖啡的时间，重复测试30次取平均值；模拟高峰期，连续制作50杯，记录批量制作咖啡的时间。

9 安全要求

9.1 电气安全

绝缘电阻 $\geq 10\text{M}\Omega$ （500V DC测试），漏电电流 $\leq 0.75\text{mA}$ （额定电压测试下），接地电阻 $\leq 0.1\Omega$ ，防止用户触电。

9.2 机械安全

磨豆机、冲泡器等运动部件有防护装置，防护等级为IP2X。机械结构稳固，静态负载测试下机械结构承重大于或等于50kg。同时，系统应配置人机协作预警功能，采用力度可控的协作型机械臂（最大输出力 $\leq 50\text{N}$ ），防止安全事故。

9.3 温度安全

加热系统应有温度控制和过热保护，热水、蒸汽管道有隔热措施，加热系统过热保护阈值应 $\leq 120^{\circ}\text{C}$ ，管道表面温度应 $\leq 45^{\circ}\text{C}$ 。

9.4 卫生安全

与食品接触部件采用的食品级材质符合GB 4806.1的要求，同时易于清洁和消毒，支持自动清洗功能。设备整体密封性应达到IP54防护等级，有效防蚊虫、防鼠侵入。自动清洗后，与食品接触表面的菌落总数应 $\leq 50\text{CFU}/\text{cm}^2$ 。

9.5 原材料安全

应使用液态牛奶、椰奶、燕麦奶等天然原料，不应使用奶精或奶粉，确保食品安全。

9.6 环保安全

系统设计应符合低碳标准，采用节能部件并优化排污流程，减少环境影响。
