

2026 年全国行业职业技能竞赛
第五届全国仪器仪表行业职业技能竞赛

**数字孪生应用技术员S赛项
竞赛平台主要设备技术标准
(学生组)**

全国组委会技术工作委员会

2026年5月

目 录

一、总则	1
二、竞赛平台概述	1
三、竞赛平台总体构成	1
四、主要设备配置要求	2
五、主要设备技术参数要求	3
(一) 供料单元.....	3
1. 工艺要求.....	3
2. 系统组成.....	3
3. 测控仪表配置要求.....	3
4. 功能要求.....	4
5. 技术规格要求.....	4
(二) 装配单元.....	4
1. 工艺要求.....	4
2. 系统组成.....	4
3. 测控仪表配置要求.....	4
4. 功能要求.....	5
5. 技术规格要求.....	6
(三) 智能仓储单元.....	6
1. 工艺要求.....	6
2. 系统组成.....	6
3. 测控仪表配置要求.....	6
4. 功能要求.....	7
5. 技术规格要求.....	7
六、平台功能与性能要求	8
(一) 平台功能要求.....	8
1. 支持全工艺流程自动运行.....	8
2. 支持多模式控制与调试.....	8
3. 具备故障报警与安全保护功能.....	8

4. 支持生产数据采集、存储与可视化展示.....	8
(二) 平台性能要求.....	8
1. 数字孪生虚实同步性能要求.....	8
2. 系统稳定性与连续运行性能要求.....	9
七、安全与运行环境要求	9
(一) 安全要求.....	9
(二) 环境要求.....	9
八、附则	9

一、总则

为规范数字孪生应用技术员S赛项竞赛平台的建设与应用，统一设备配置与技术要求，确保竞赛公平、公正、安全、有序进行，制定本技术标准。

本标准适用于本赛项竞赛平台的设计、配置、选型及运行管理，是大赛设备遴选与平台建设的重要依据。

二、竞赛平台概述

本竞赛平台面向新质生产力与智能制造发展需求，对标数字孪生应用技术员S职业岗位核心能力，以医药小规模定制化智能生产线为典型应用场景，融合可编程控制、工业网络、智能传感、伺服驱动、数字孪生建模、数据采集与可视化等技术。

平台以物理机电系统为载体，以数字孪生平台为核心，可支撑完成以下竞赛任务：

1. 数字孪生模型测绘与建模；
2. 数字孪生模型配置与手动调试；
3. 虚实联动与产线运行调试；

重点考核选手在物理实体搭建、自动化控制、数字孪生开发、系统集成与运维优化方面的综合技术技能。

三、竞赛平台总体构成

数字孪生应用技术员S赛项竞赛平台总体布局如图3-1所示。主要由以下三大工作单元构成：

1. 供料单元
2. 装配单元
3. 智能仓储单元

供料单元主要由可编程控制器模块、人机交互模块、变频器模块、供料模块、传送带模块、分拣模块、翻转模块等组成。

装配单元主要由可编程控制器模块、传送带模块、灌装模块、吸盖模块、压合模块等组成。

智能仓储单元主要由可编程控制器模块、伺服驱动模块、步进驱动模块、工业网络交换机模块、立体库模块等组成。



图3-1 数字孪生应用技术员S赛项竞赛平台布局图（仅供参考）

四、主要设备配置要求

数字孪生应用技术员S赛项竞赛平台主要设备配置清单如表1所示。

表4-1 数字孪生应用技术员S赛项竞赛平台主要设备配置清单

序号	单元	数量	单位	备注
1	供料单元	1	套	参考具体技术参数
2	装配单元	1	套	参考具体技术参数
3	智能仓储单元	1	套	参考具体技术参数

五、主要设备技术参数要求

（一）供料单元

1. 工艺要求

本单元可实现物料自动供料、输送、正反检测、颜色识别、反向矫正与废料分拣，为装配单元提供合格物料。

2. 系统组成

本单元由供料机构、皮带传输装置、光电传感器、颜色传感器、翻转单元、分拣气缸、废料仓及气动控制元件组成。

3. 测控仪表配置要求

本单元配置光纤对射传感器、漫反射光电传感器、颜色传感器、旋转到位传感器、气动电磁阀、急停按钮、指示灯等。

光纤对射传感器：FX551P-C2是松下推出的一款数字光纤传感器放大器，属于FX551系列，适用于多种工业自动化检测场景，能够将光纤接收到的光信号转换为电信号输出，具有高灵敏度、高精度和快速响应的特点，可实现对物体位置、尺寸、表面状态等的精确检测。

漫反射传感器：GTB6-P1211是一款迷你型光电传感器，具有背景抑制功能，适用于多种工业自动化应用。它采用漫反射原理，通过PinPoint-LED技术实现高精度检测。

颜色传感器：LQD-CSM颜色传感器是一种能够检测物体颜色并输出相应信号的光电传感器，广泛应用于各种工业自动化生产线和检测设备中，可用于颜色识别、颜色分类、颜色控制等场合，帮助提高生产效率和产品质量。

旋转到位传感器：采用SMC D-M9B 为两线式无触点固态磁性开关，适配 DC10 - 28V 供电，负载电流 2.5 - 40mA，内部压降 $\leq 4V$ 、漏电流 $\leq 0.8mA$ ，感应时红色 LED 亮起，响应快、寿命长；采用 IP67 防护，工作温度 $-10\sim+60^{\circ}C$ ，耐振动与冲击，标配 0.5m 耐油线缆，直接卡入气缸槽安装，适合 PLC 与 24V 继电器回路，广泛用于工业气缸位置检测。

气动电磁阀：采用SMC SY3160-5M 为 SY3000 系列5通2位单电控插入式电磁阀，DC24V 线圈，功耗 0.35W（带节电回路 0.1W），内部先导式，工作压力 0.1 - 0.7MPa，响应时间 $\leq 15ms$ ；阀体接口为 M5 螺纹或 $\phi 4/\phi 6$ 快换接头，M 型插座出线（300mm

线长)，带指示灯与浪涌保护，防尘结构，体积小、可多联集成，适配自动化气缸控制。

4. 功能要求

本单元集成供料、物料输送、物料正反与颜色检测、反向物料矫正、废料分拣五大功能。

本单元系统启动后，供料单元将预置的黄色、蓝色正反料杯通过气动执行机构推出并送至传送带，由传输系统送入检测工位；检测区域自动完成料杯正反判定与颜色识别，检测结果实时上传控制系统；反向物料经翻转单元通过夹紧、旋转、复位动作矫正为正向姿态后重回传输线；系统依据检测判定结果，通过分拣气缸将废料推入废料仓，实现合格物料与废料自动分离，为后续装配工序提供姿态正确、品类合格的物料保障。

5. 技术规格要求

平台框架结构：铝合金型材

平台外形尺寸（长宽高）：560×720×820（±10mm）

平台工作电源：220V±10%，50Hz

平台气动气压范围：0.4~0.6MPa

平台总功率：≤3.5kW（±5%）

（二）装配单元

1. 工艺要求

本单元可实现料杯定位、药片定量灌装、瓶盖供给、真空吸盖与压合装配，形成合格成品。

2. 系统组成

本单元由定位机构、灌装模块、直流驱动单元、计数传感器、供盖机构、真空发生器、真空吸盘、压合气缸、气动元件、控制模块及供电模块组成。

3. 测控仪表配置要求

本单元配置计数传感器、缺料检测传感器、光电对射传感器、磁性开关、真空检测元件、电磁阀、急停按钮、指示灯等。

计数传感器：采用CK-20H光纤传感器和NA-206光纤放大器。落料计数传感器通常基于光电原理工作，主要由光源、检测窗口和光电传感器组成。当物料通过检测窗口时，会遮挡或反射光源发出的光线，导致光线强度发生变化。这种变化被光电传感器捕捉并转换成电信号，最终由控制单元解析为计数信号。

缺料检测传感器：FX551P-C2是松下推出的一款数字光纤传感器放大器，属于FX551系列，适用于多种工业自动化检测场景，能够将光纤接收到的光信号转换为电信号输出，具有高灵敏度、高精度和快速响应的特点，可实现对物体位置、尺寸、表面状态等的精确检测。

光电对射传感器：FX551P-C2是松下推出的一款数字光纤传感器放大器，属于FX551系列，适用于多种工业自动化检测场景，能够将光纤接收到的光信号转换为电信号输出，具有高灵敏度、高精度和快速响应的特点，可实现对物体位置、尺寸、表面状态等的精确检测。

磁性开关：采用D-C73型号磁性开关。磁性开关是用来检测气缸活塞位置的，即检测活塞的运动行程。检测方式，内部采用特殊材料制成的簧片结构，当磁性物体接近时能可靠触发开关信号。

真空检测元件：ZU05SA真空发生器是SMC公司生产的一款直通型真空发生器，属于ZU系列。它具有小型、轻量的特点，适用于需要产生真空的自动化设备和工业应用，如机器人抓取、物料搬运、包装机械等，能够快速、高效地产生真空，实现对物体的吸附和搬运。

电磁阀：采用SMC SY3160-5M 为 SY3000 系列5 通 2 位单电控插入式电磁阀，DC24V 线圈，功耗 0.35W（带节电回路 0.1W），内部先导式，工作压力 0.1 - 0.7MPa，响应时间 $\leq 15\text{ms}$ ；阀体接口为 M5 螺纹或 $\phi 4/\phi 6$ 快换接头，M 型插座出线（300mm 线长），带指示灯与浪涌保护，防尘结构，体积小巧、可多联集成，适配自动化气缸控制。

4. 功能要求

本单元集成药片定量灌装、瓶盖供给、真空吸盖、压合装配四大功能。

本单元系统启动后，正向料杯输送至灌装工位，定位机构将料杯精准对正灌装口，灌装系统按设定数量完成药片定量灌装，同时进行缺料监测与计数校验，确保灌装数量准确无误；灌装完成后进入装配工位，供盖单元将瓶盖稳定送出，吸盖机构通过真

空吸附抓取瓶盖并精准移送至料杯瓶口位置，压合机构执行下压装配动作，完成瓶盖与料杯的密封压合，确保装配牢固、密封可靠，形成完整成品。

5. 技术规格要求

平台框架结构：铝合金型材

平台外形尺寸（长宽高）：560×720×820（±10mm）

平台工作电源：220V±10%，50Hz

平台气动气压范围：0.4~0.6MPa

平台总功率：≤3.5kW（±5%）

（三）智能仓储单元

1. 工艺要求

本单元可完成成品质量检测、自动搬运、立体库分类入库与库位管理。

2. 系统组成

本单元由称重模块、行走机械手、立体库模块、伺服/步进驱动、传感器、气动执行元件、网络模块、控制模块及供电模块组成。

3. 测控仪表配置要求

本单元配置质量检测传感器、称重变送器、到位检测传感器、限位传感器、伺服/步进驱动、工业交换机等。

质量检测传感器和称重变送器：使用旭日重量传感器。旭日重量变送器是一种将物理量转换成电信号的设备，它能够将毫伏信号输出的传感器经隔离放大转换成标准直流信号。它能够将称重传感器输出的微弱信号转换为标准的电信号，以便与PLC、DCS等控制系统兼容，实现精确的重量测量和控制。

到位检测传感器：采用SS-5GL2微动开关，是一款由欧姆龙生产的超小型微动开关，属于SS系列。它具有高可靠性、快速响应、多种操作力和触点配置等特点，广泛应用于工业自动化、电源管理、安全设备等领域。该开关采用速动机构，能够在接触点处感知微小的力量，并通过触发电流来打开或关闭电路。

限位传感器：TL-Q5MB1-Z限位传感器是一款由欧姆龙生产的方形标准型接近开关，属于TL-Q系列。它采用非屏蔽设计，具有5mm的检测距离，适用于多种工业自动化应用，

如限位控制、计数控制等。该接近开关支持直流三线式连接，输出方式为PNP常开，能够与各种控制系统兼容。

伺服驱动系统：由西门子V90伺服驱动器和西门子伺服电机组成。西门子V90伺服驱动器型号：6SL3210-5FB10-1UF2，进线电压230V，额定功率0.1KW。伺服电机型号为1FL6024-2AF21-1AA1。属于低惯量型电机，具有高动态性能、高精度、高效等特点，适用于各种需要精确控制的工业自动化场合。电机通过动力电缆和编码器电缆与驱动器相连接。SINAMICS V90伺服驱动和SIMOTICS S-1FL6伺服电机组成了性能优化，易于使用的伺服驱动系统。

步进驱动器：采用DM556D是一款两相数字式步进电机驱动器，适用于多种步进电机，能够实现精确的位置控制和稳定的运行。它具有高精度、高可靠性、低噪音等特点，广泛应用于机器人、自动化生产线、包装机械等领域。42BYG250-48是一款两相四线步进电机，广泛应用于各种自动化设备和工业应用中，如机器人、自动化生产线、包装机械等。它具有高精度、高可靠性、低噪音等特点，能够实现精确的位置控制和稳定的运行。

工业交换机：TL-SF2008是TP-LINK推出的工业级千兆交换机，专为工业环境设计，能够适应恶劣的工作条件，确保网络的稳定运行。它采用紧凑型铝合金外壳，坚固耐用且散热效果好，支持多种安装方式，可灵活应用于不同的工业场景。

4. 功能要求

本单元集成物料质量检测、成品搬运、立体库入库三大功能。

本单元系统启动后，成品物料输送至称重工位后完成物料质量检测与精准称重；合格后由行走机械手抓取成品并沿规划路径移送至立体仓储系统，仓储系统按分类规则将成品存入指定库位，入库完成后机械手复位。

5. 技术规格要求

平台框架结构：铝合金型材

平台外形尺寸（长宽高）：660×720×820（±10mm）

平台工作电源：220V±10%，50Hz

平台气动气压范围：0.4~0.6MPa

平台总功率：≤3.5kW（±5%）

六、平台功能与性能要求

（一）平台功能要求

1. 支持全工艺流程自动运行

平台应完整覆盖供料、物料输送、装配作业、物料分拣及立体仓储入库/出库等全工艺流程，实现各工序间自动衔接与联动控制，形成整线自动化闭环运行体系，满足竞赛任务连续稳定运行要求。

2. 支持多模式控制与调试

平台应具备手动单步与自动连续两种控制模式。手动模式支持单机构单点动作及单步流程执行，便于设备调试、故障排查和教学实训；自动模式可依据预设工艺逻辑实现连续循环运行，两种模式应支持安全、便捷切换，满足竞赛、教学及实训等多场景应用需求。

3. 具备故障报警与安全保护功能

平台应具备故障报警、故障提示及安全保护功能，可对设备异常状态进行实时监测与告警，辅助故障定位与排查；同时应集成急停保护、限位保护、过载保护及联锁互锁等安全机制，确保异常工况下设备能够及时停机并有效保障人员与设备安全。

4. 支持生产数据采集、存储与可视化展示

平台应支持设备运行状态、工艺参数、工位节拍、物料信息及故障记录等生产数据的实时采集与存储，具备历史数据查询、回溯及导出功能；同时配套可视化人机交互界面，实现设备运行状态和生产过程信息的实时展示。

（二）平台性能要求

1. 数字孪生虚实同步性能要求

数字孪生模型应与物理实体设备在结构形态、运动姿态、工位状态及动作时序等方面实现实时虚实映射，可完整反映设备运行过程及物料流转状态；虚实同步过程中应无明显滞后、无显著姿态偏差，满足竞赛对数字孪生系统实时性与准确性的技术要求。

2. 系统稳定性与连续运行性能要求

平台软硬件系统应具备良好的兼容性、稳定性及抗干扰能力，支持长时间连续稳定运行。在竞赛标准工况下，系统应运行可靠，无程序死机、流程异常、运行卡顿及非正常停机等现象，各工作单元协同控制逻辑稳定、运行衔接顺畅。

七、安全与运行环境要求

（一）安全要求

1. 平台每个单元配置独立紧急停止按钮，动作可靠；
2. 电气系统应具备过载、短路、漏电保护功能，且可靠接地；
3. 气动系统配置过滤减压元件，防止漏气与误动作；
4. 运动部件具备防护与限位，避免夹手、碰撞风险；
5. 符合职业技能竞赛安全操作规范。

（二）环境要求

1. 环境温度：0℃～40℃；
2. 相对湿度：≤85%，无凝露；
3. 供电：AC220V±10%，50Hz，稳定无强干扰；
4. 场地平整，无强烈振动与强电磁干扰。

八、附则

1. 本技术标准由大赛组委会技术工作委员会负责制定与解释。
2. 本标准作为竞赛设备选型及平台建设的重要依据。
3. 本标准可根据技术发展进行修订。