

2025 年 CIMC“西门子杯”中国智能制造挑战赛

智能制造创新研发类赛项决赛：工业硬件研发方向（试）

评分细则

为了专家在对参赛队伍方案进行评审时应用统一标准，体现公平公正，制定此初赛评分表。主要在以下方面对参赛队伍方案进行评审，评审规则如下表所示（以下内容不包含决赛现场发布任务）。

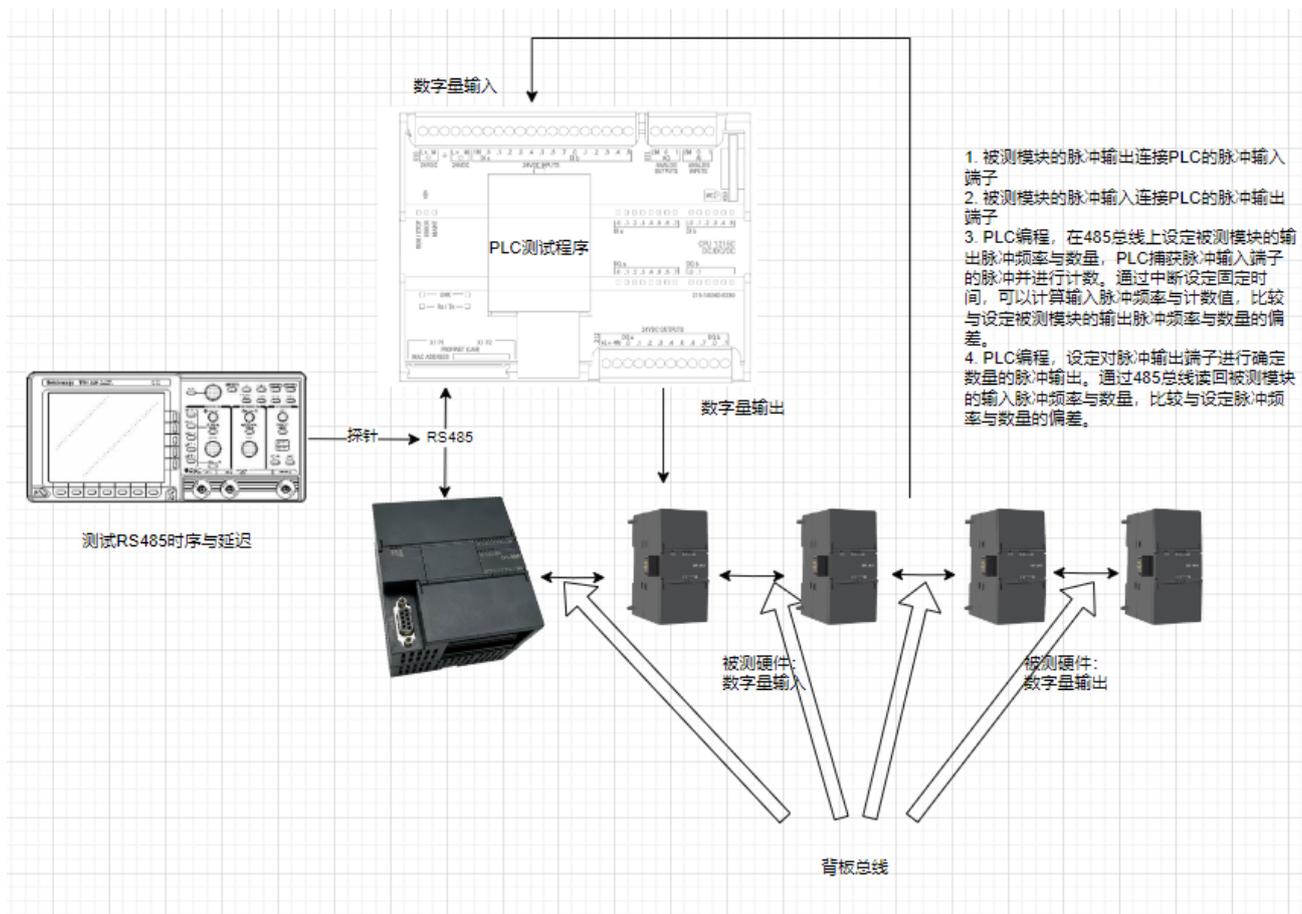
序号	评分项	方案表现		满分	实际得分
1	硬件	结构适配	接口模块电路板可以稳定安装在外壳内，无松动	2	
2			接口模块的输入输出电气接口通过连接器接到外壳外部，这些接口包括：电源、接地、扩展、DB9	1	
3			数字量模块电路板可以稳定安装在外壳内，无松动	2	
4			数字量模块的输入输出电气接口通过连接器接到外壳外部，这些接口包括：电源、接地、扩展、I/O、I/O 需要的电源	1	
5			系统上电、运行、故障、I/O 输入输出有 LED 指示，该 LED 指示可在不破坏或拆卸结构的情况下从外部清晰观察到	2	
6		接口模块	外部 24V DC 供电，供电范围：18-36V DC 内能正常工作	1	
7			实现 RS-485 对外电气接口，与西门子 S7-1200 或 S7-1500 PLC 实现互通	0.5	
8			通过总线方式（非 GPIO）实现与接口板和其他扩展板的通信	2.5	
9		数字量模块	实现 8 位晶体管数字量输入，并传输给 PLC	1	
10			具备至少 4 路数字量输入通道可以输入脉冲频率不低于 100 kHz 的脉冲序列，输入脉冲个数的计数误差不超过 0.3%	3	
11			接收 PLC 通过 Modbus RTU 接口发送的指令实现 8 位晶体管数字量输出	1	
12			具备至少 4 路数字量输出通道，其输出脉冲频率不低于 100 kHz，同时输出脉冲计数个数误差不超过 0.3%	3	
13			具备至少 2 路数字量输出通道，可以输出 PWM 波	2.5	
14			能根据扩展接口接收到的接口模块转发来的 PLC 输出指令，输出数字量信号	0.5	
15			能将输入的数字量信号通过扩展接口传输给接口模块以转发给 PLC	0.5	
16			可以实现最少 4 个扩展模块与接口模块的互联	2	
17			决赛任务，报到当天公布	17.5	

18	软件	Modbus RTU 协议	实现 01 命令字, 实现对 1-9999 地址的随机读访问	0.5	
19			实现 02 命令字, 实现对 10001-19999 地址的随机读访问	0.5	
20			实现 03 命令字, 实现对 40001-49999 地址的随机读访问	0.5	
21			实现 04 命令字, 实现对 30001-39999 地址的随机读访问	0.5	
22			实现 05 命令字, 实现对 1-9999 地址的随机写访问	0.5	
23			实现 06 命令字, 实现对 40001-49999 地址的随机写访问	0.5	
24			实现 08 命令字的 10(0x0a), 14(0x0E)号子功能码	4	
25			实现 15 命令字, 实现对 1-9999 地址的随机写访问, 访问长度 16 位输出通道	1	
26			实现 16 命令字, 实现对 40001-49999 地址的随机写访问, 访问长度 2 字节	1	
27			通信配置	通信参数 PLC 可配置, 最高波特率不低于 115200 bps	3
28		接收报文与发送报文的间隔时间固定 (波动不超过±10%) 且 PLC 可配置		4	
29		经济性		<p>得分= (各队最低成本/本队成本) × 10</p> <p>最终成本=物料总价+PCB 价格+装配成本</p> <p>其中,</p> <p>1.物料总价: 根据参赛队提交的 BOM 清单, 以立创商城的器件价格计算物料总价。如果立创商城没有的器件, 以给供应商的采购合同与付款凭证为依据计算物料总价</p> <p>2.PCB 价格: 板层数*板面积 (平方厘米) /5 计算价格</p> <p>3.装配成本: 贴片点数*0.017+插件点数*0.1</p>	10
30	ESD 防护		暴露金属接口 (包括跟与电源、PLC、各个扩展板相互互联) 在断电情况下能耐受 ±8 kV 空气放电, 放电完成以后能正常工作	8	
31			暴露金属接口 (包括跟与电源、PLC、各个扩展板相互互联) 在断电情况下能耐受 ±2 kV 接触放电, 放电完成以后能正常工作	8	
32	整体技术水平		<p>参赛队有 10 分钟时间陈述参赛方案。</p> <p>每支参赛队方案陈述完毕, 评审专家有 10 分钟时间进行提问, 进一步了解方案细节。</p> <p>技术门槛、可生产性、可维护性、易用性、扩展性等</p>	15	
合计				100	

推荐的验证测试与案例说明

1. 整体测试环境

下面是一套示例的测试环境。具体测试环境，各个队伍可以根据自身情况自己决定。



2. 接线说明

- (1) PLC的RS485用A、B线接入。因为已有被测设备的外壳是用DB9连接器引出的RS485总线，各个参赛队需要自行准备DB9转A、B线冷压端子的转接器。
- (2) 电源、数字量输入输出、RS485转接后的引脚用E0508管型冷压端子的电缆连接，冷压端子直径不超过1.3mm。各队伍也可以用1平方BVR线直接连接。标准的冷压端子示例如下：



- (3) 参赛作品上建议丝印或者不干胶标注电源测试点、I/O 点、大地、外部电源等的接入位置与极性。

● 测试案例

1、结构适配测试步骤（评分项 1，2，3，4，5）

- (1) 拿起装配完成的接口与数字量模块，在空中沿 6 个方向进行摇晃，观察是否有异响、撞击、器件松脱；
- (2) 观察各个模块的电气接口是否都通过连接器引出到外部，可以接线测试；
- (3) 对系统上电、下电、输入输出数据，从外部观察是否有 LED 显示系统状态的变化。

2、基本电气测试步骤（评分项 6）

- (1) 接通 24V DC 电源观察有无异常状况；
- (2) 通过可调电源分别调节供电电压至 18V DC 和 36V DC 观察模组工作状态是否正常及 LED 输出是否正常。

3、互通性测试（评分项 7，8，9，11，14，15，16）

- (1) 运行 PLC 的 Modbus RTU 通信程序，检查是否与被测模组实现了 Modbus RTU 通信，PLC 是否报错；
- (2) 强制 PLC 与被测模组相连的数字量输出引脚输出 0 或者 1，观察通过 Modbus RTU 接口读到的被测模组的对应输入是否与强制输出引脚的值一致；
- (3) PLC 通过 Modbus 总线指令被测模组的数字量输出引脚输出 0 或者 1，观察与被测模组这些引脚相连的 PLC 输入引脚的值是否与 Modbus 总线指令的设定值一致；
- (4) 级联 4 个扩展模块，重复上面的 i, ii, iii 项，观察各个模块的输入是否与 PLC 输出一致，观察 PLC 的输入是否与 Modbus 指令输出一致。

4、RS485 总线配置测试（评分项 27，28）

- (1) 通过 PLC 将模组配置为 115200 bps，同时 PLC 也将波特率配置为 115200 bps 观察通讯是否正常；
- (2) 通过 PLC 配置接收于发送报文的间隔时间固定。通过示波器抓取多组间隔数据于配置参数进行比较，波动应不超过 $\pm 10\%$ 。

5、脉冲输出测试（评分项 12）

- (1) 运行 PLC 高速脉冲计数程序，通过 Modbus RTU 通信协议控制模组向 PLC 发送不超过 100 kHz 的高速脉冲信号（脉冲频率及数量由 PLC 指定），统计模组发出和 PLC 接收到的脉冲数量，其误差不应超过 0.3%。

6、脉冲输入测试（评分项 10）

- (1) 运行 PLC 高速脉冲输出程序，通过 PLC 向模组发送不超过 100 kHz 的高速脉冲信号，统计 PLC 发出和模组接收到的脉冲数量其误差不应超过 0.3%。

7、PWM 输出测试（评分项 13）

- (1) 运行 PLC 程序，向特定 IO PWM 输出地址写入对应输出值；
- (2) 用示波器测试输出波形的占空比是否与 PLC 值一致；
- (3) 改变 PLC 输出值，观察输出波形的占空比是否变为与新的 PLC 值一致。

8、Modbus RTU 协议栈测试（评分项 18-26）

- (1) 运行 PLC 的 Modbus RTU 通信程序，检查是否实现以下功能：
 - (1.1) 实现 01、05 和 15 命令字：
 - a) 将被测模组数字量输出与 PLC 输入连接；
 - b) 用 PLC 程序分别通过 05 和 15 命令字对 8 位数字量输出地址进行写入，同时通过 01 命令字读取输出地址并确认是否与 PLC 通过 Modbus 命令写入值及 PLC 输入一致；
 - c) 通过 PLC 输入确认模组输出是否与 Modbus 指令要求的输出一致。
 - (1.2) 实现 02 命令字：
 - a) 控制 PLC 与被测模组相连的数字量输出引脚输出 0 或者 1；
 - b) 读取数字量输入的 Modbus 地址值，确认是否与 PLC 输出值一致。
 - (1.3) 实现 03、06 和 16 命令字：
- (2) 分别通过 Modbus RTU 通讯程序的 06 与 16 命令字对指定 4xxxx 地址进行 1-2 不同长度的随机数值写入；
- (3) 通过 Modbus RTU 通讯程序的 03 命令字读取写入值的地址确认与写入值是否一致：
 - (3.1) 实现 04 命令字：通过 PLC 的 Modbus RTU 通讯程序对指定的 3xxxx 地址的随机读访问检查是否出现报错；
 - (3.2) 实现 08 命令字的 10 号子功能码：通过 PLC 的 Modbus RTU 通讯程序发送 08 命令字的 10 号子功能码检查是否准确回复；
 - (3.3) 实现 08 命令字的 14 号子功能码：运行 PLC 的 P2P 通讯程序，发送 08 命令字的 14 号子功能码对应格式的数据，观察接收数据是否准确。