

2026 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

题目一 评分表

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。

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、RJ45	1	
3			扩展模块电路板可以稳定安装在外壳内，无松动	2	
4			扩展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、IO、IO 需要的电源	1	
5			系统上电、运行、故障、IO 输入输出、以太网通信有 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	1.5	
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 100Base-T RJ45 以太网接口，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	1	
9		数字量扩展模块	实现 8 位晶体管数字量输入	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 100kHz 的脉冲序列，输入脉冲计数误差不超过 0.1%	3	
11			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 100kHz，同时输出脉冲计数误差不超过 0.1%	3	
13			具备至少 2 路数字量输出通道，可以输出 PWM 波	2	
14			通过总线方式（非 GPIO）实现与接口模块和其他扩展模块的通信	2	
15			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	1	

16			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	1	
17			可以实现最少 4 个扩展模块（必须包含全部 3 种扩展模块）与接口模块的互联	2	
18		模拟量扩展模块	实现至少 2 路模拟量 0-10V 信号输入	6	
19			模拟量端子在无输入情况下，漂移不超过 $\pm 3\%$ ，漂移越低，得分越高	3	
20			模拟量输入检测精度不低于实际输入的 2%，精度越高得分越高	5	
21			模拟量输入检测速度（含全部通信时延）不低于 50ms，时延越低得分越高	5	
22	软件	Modbus TCP 协议	实现 01 命令字，实现对 1-9999 地址的随机读访问	0.5	
23			实现 02 命令字，实现对 10001-19999 地址的随机读访问	0.5	
24			实现 03 命令字，实现对 40001-49999 地址的随机读访问	0.5	
25			实现 04 命令字，实现对 30001-39999 地址的随机读访问	0.5	
26			实现 05 命令字，实现对 1-9999 地址的随机写访问	0.5	
27			实现 06 命令字，实现对 40001-49999 地址的随机写访问	0.5	
28			实现 08 命令字的 0，10 号子功能码	2	
29			实现 15 命令字，实现对 1-9999 范围内的任意多个地址的随机写访问，访问长度 2-1024（具体根据接入的扩展模块数与 IO 数量决定）	1	
30			实现 16 命令字，实现对 40001-49999 范围内的任意多个地址的随机写访问，访问长度 2-120（具体根据接入的扩展模块数与 IO 数量决定）	1	
31		通信配置	接收报文与发送报文的间隔时间固定（波动不超过 $\pm 10\%$ ）且 PLC 可配置	7	
32	经济性		得分=（各队最低成本/本队成本）×15 最终成本=物料总价+PCB 价格+装配成本 其中， 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 2. PCB 价格：板层数*板面积（平方厘米）/5 计算价格	10	

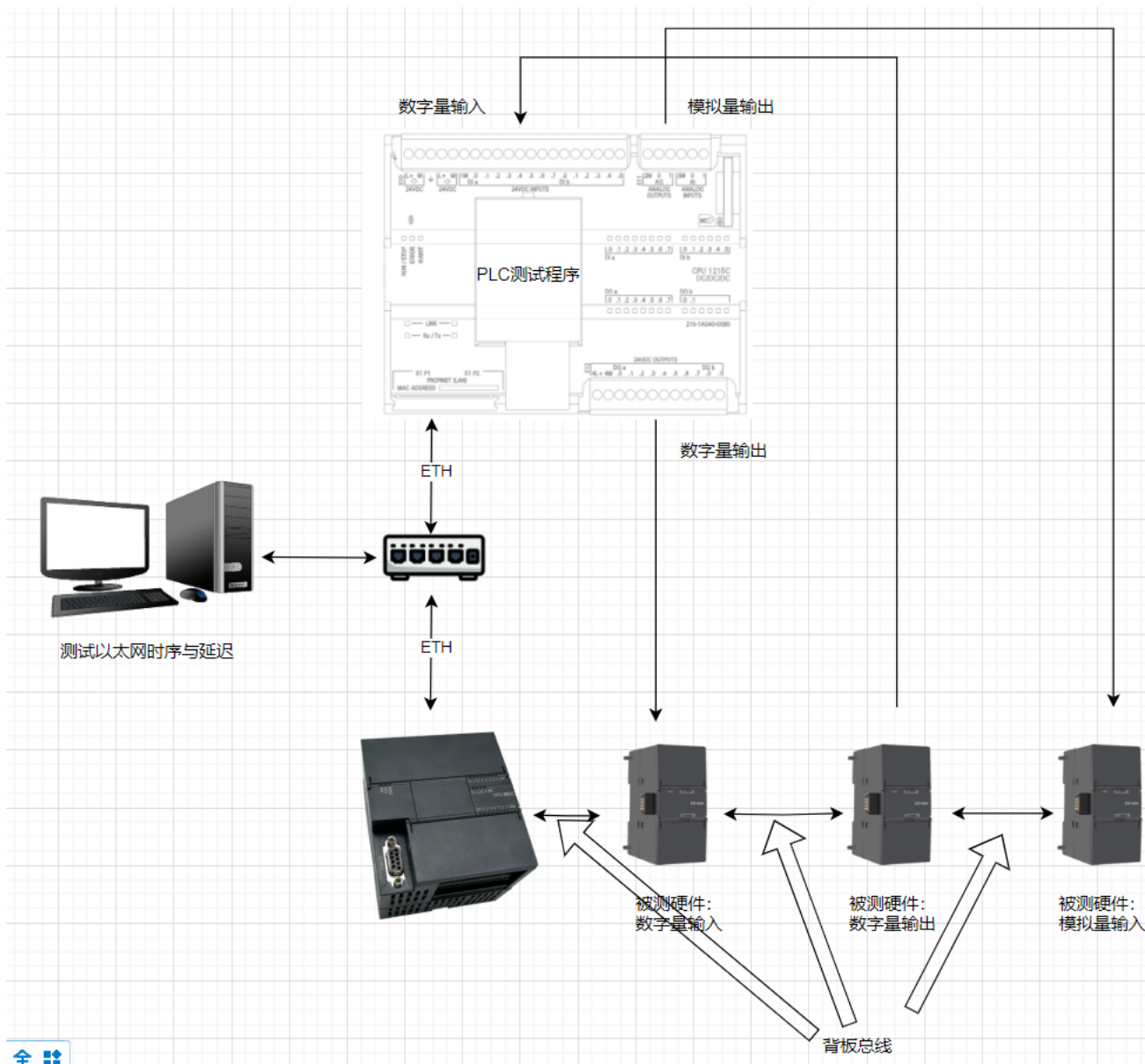
			3. 装配成本：贴片点数*0.017+插件点数*0.1		
33	整体技术水平		技术门槛、可生产性、可维护性、易用性、扩展性等	15	
34	ESD 防护	加分项	暴露金属接口（包括跟与电源、PLC、各个扩展板相互互联）在断电情况下能耐受±8kV 空气放电，放电完成以后能正常工作	8	
35			暴露金属接口（包括跟与电源、PLC、各个扩展板相互互联）在断电情况下能耐受±2kV 接触放电，放电完成以后能正常工作	8	
	合计			100	

推荐的验证测试与案例说明

● 测试环境

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 的以太网接口用标准 6 类以太网线 RJ45 接口接入。
- 2) 各个 IO 模块的电源、IO 输入输出引脚需要使用可拔插端子连接器，便于决赛测试。
- 3) 电源、数字量输入输出的引脚用 1 平方 BVR 线直接连接。

- 4) 连线上建议丝印或者不干胶标注电源测试点、IO 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

a) 测试步骤

- i. 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
- ii. 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
- iii. 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

b) 测试得分项 1, 2, 3, 4, 5

2) 基本电气测试

a) 测试步骤

- i. 接通 24v 电源观察有无异常状况
- ii. 通过可调电源分别调节供电电压至 18V 和 36V 观察模组工作状态是否正常及 LED 输出是否正常

b) 测试得分项 5, 6

3) 互通性测试

a) 测试步骤

- i. 运行 PLC 的 ModbusTCP 通信程序，检查是否与被测模组实现了 ModbusTCP 通信，PLC 是否报错

- ii. 控制 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 ModbusTCP 接口读到的被测模组的对应输入是否与输出引脚的值一致
 - iii. 运行 PLC 的 ModbusTCP 通信程序向被测模块输出寄存器写入 0 或者 1，观察通过 PLC 与被测模块相联的数字量输入引脚读到的值是否与要求被测模块输出的值一致。
 - iv. 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。其中模拟量输入值以跟模拟量输出值的误差 $\pm 5\%$ 为判定误差上限。在输出值 $\pm 5\%$ 内的，判定为一致。
- b) 测试得分项：7，8，9，11，14-18
- 4) Ethernet 总线配置测试
- a) 测试步骤
- i. 通过 PLC 配置接收于发送报文的间隔时间固定。通过监控电脑的以太网接口抓取多组间隔数据与配置参数进行比较，波动应不超过 $\pm 10\%$
- b) 测试得分项 7，8，31
- 5) 脉冲输出测试
- a) 测试步骤
- i. 运行 PLC 高速脉冲计数程序，通过 ModbusTCP 通信协议控制模组向 PLC 发送不超过 100Khz 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 0.1%

b) 测试得分项：7，8，11，12

6) 脉冲输入测试

a) 测试步骤

- i. 运行 PLC 高速脉冲输出程序，通过 PLC 向模组发送不超过 100Khz 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 0.1%

b) 测试得分项：7，8，9，10

7) PWM 输出测试

a) 测试步骤

- i. 运行 PLC 程序，向特定 IO PWM 输出地址写入对应输出值
- ii. 用示波器测试输出波形的占空比是否与 PLC 值一致
- iii. 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

b) 测试得分项：13

8) 模拟量输入测试

a) 测试步骤

- i. 运行 PLC 程序，用 ModbusTCP 总线读取模拟量输入值在无输入情况下的数值
- ii. 运行 PLC 程序，向 PLC 的模拟量输出地址写入对应输出值
- iii. 用 ModbusTCP 总线读取被测系统的模拟量输入值是否与 PLC 模拟量输出值一致，计算其误差偏差比例

- iv. 通过定时器按照一定的时间间隔改变 PLC 模拟量输出值，观察 ModbusTCP 总线读取到模拟量输入值是否与的 PLC 值一致，时延是否满足相应的得分要求
- b) 测试得分项：18-21
- 9) ModbusTCP 协议栈测试
 - a) 测试步骤
 - i. 运行 PLC 的 ModbusTCP 通信程序，检查是否实现以下功能
 - 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) 控制被测模组的数量输出 0 或者 1，查看 PLC 输入是否与模组输出一致
 - c) 修改代码，将 8 位数字量输出的 Modbus 地址改为 1-9999 地址空间内的任意其他地址，重新下载程序
 - d) 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
 - 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
 - c) 修改代码，将 8 位数字量输入的 Modbus 地址改为 10001-19999 地址空间内的任意其他地址，重新下载程序

- d) 用 PLC 程序读取新的 Modbus 地址数值，确认是否与 PLC 输出值一致
- ③. 实现 03、06 和 16 命令字，
 - a) 分别通过 Modbus RTU 通讯程序的 06 与 16 命令字对 40001-49999 地址进行 1-120 不同长度的随机数值写入
 - b) 在模组调试软件中检查是否接收到输入
 - c) 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。
- ④. 实现 04 命令字，通过 PLC 的 Modbus RTU 通讯程序对 30001-39999 地址的随机读访问检查是否出现报错
- ⑤. 实现 08 命令字的 0 号子功能码，通过 PLC 的 Modbus RTU 通讯程序发送 08 命令字的 0 号子功能码检查是否准确回复
- ⑥. 实现 08 命令字的 10 号子功能码，运行 PLC 的 ModbusTCP 通讯程序，发送 08 命令字的 10 号子功能码对应格式的数据，观察接收数据是否准确。
- b) 测试得分项：22-30