

第十八届“振兴杯”全国青年职业
技能大赛（职工组）电工赛项
模 块 一： 工业控制系统编程调试
任务书（样题）

场 次： _____ 工 位 号： _____

2024 年 9 月

注意事项

1. 本次技能竞赛本着“公平、公正、公开”的原则进行。
2. 参赛选手应携带有效证件进入竞赛场地，并且只允许携带技术文件规定的工具及物品，进入竞赛场地后，不得互相借用工具，否则现场裁判工作人员有权取消该参赛选手的参赛资格。
3. 参赛选手不得携带任何电子通讯设备、存储设备进入赛场，否则现场裁判工作人员有权取消该参赛选手的参赛资格。
4. 参赛选手进入竞赛场地，在竞赛过程中需要遵循安全文明操作规程，一旦发生较大事故，裁判有权取消该参赛选手的参赛资格。
5. 竞赛结束后，参赛选手需要将试卷、图纸及评分表等全部交回，不得将任何竞赛试卷、图纸及评分表等带出竞赛场地，否则竞赛委员会将有权追究该参赛选手的相关责任以及该参赛选手所在参赛队领队的相关责任。
6. 竞赛开始，请参赛选手按要求在试卷上填写本人相关信息，包括日期、场次、工位号等。
7. 选手如果对试卷内容有疑问，应当先举手示意，等待监考人员前来处理。
8. 竞赛结束时，裁判发出命令后，所有参赛选手立即停止操作后到等待区域，等待裁判人员来验收。竞赛时间终了以后仍进行操作的选手，裁判人员有权取消其参赛资格。
9. 竞赛过程中，有损坏设备、器件，有短路等事故发生，视情况而取消参赛选手竞赛资格。
10. 在竞赛过程中发生任何疑问，由现场裁判长组织裁判员进行

协商、判断、处置，最终结果由裁判长签字确认。

11. 根据裁判评判要求，需签字确认的项目必须选手签字后方可离开考场。

12. 本项目竞赛时间为 120 分钟。

特别说明：

1. 竞赛结束前，将系统调试到最佳初始状态，结束后保持工位干净整洁。

2. 竞赛过程中由于自身操作不当导致的断电、计算机关机等现象不进行补时。

3. 竞赛时间结束后不可以进行任何操作，包括调整任何器件和编程下载等，除裁判长评估情况外。

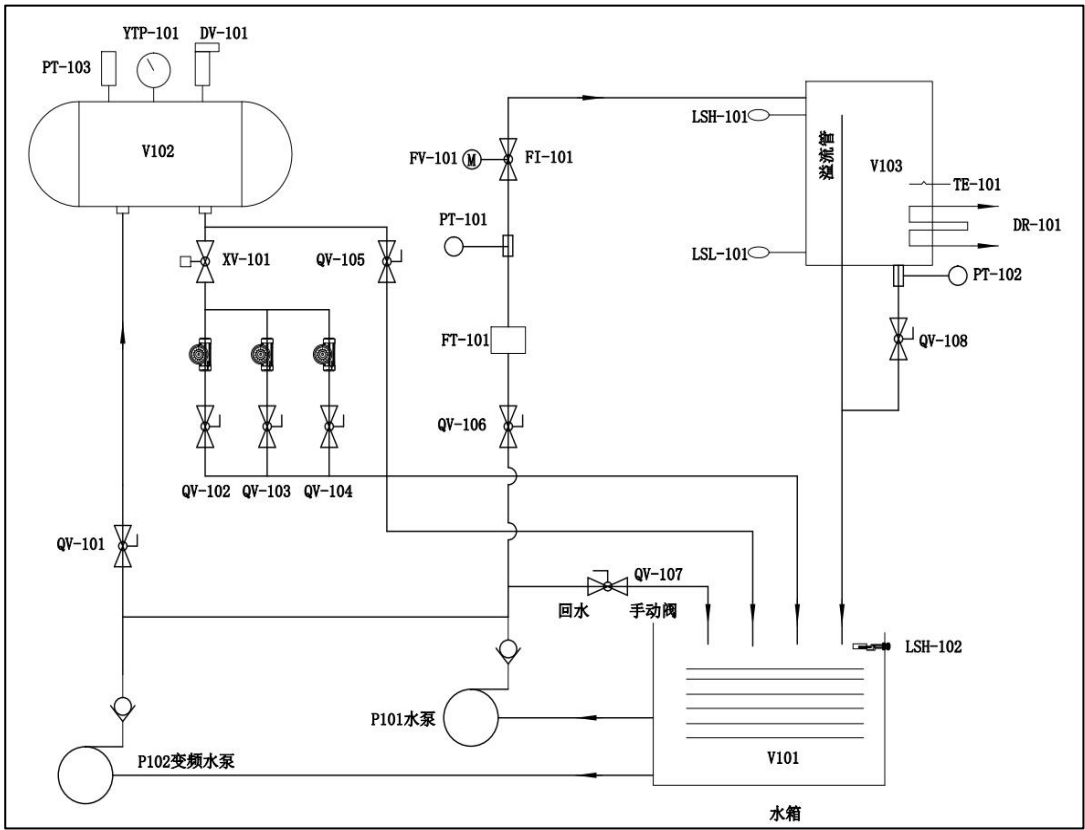
4. 评判过程中每位选手具有一次重新上电测试机会。

一、系统描述

为了进一步优质高效地保证某小区供水、供暖指标，从而实现节能、高效运行的效果。某公司开发了由水泵 P101 和变频泵 P102 为动力源的供水系统。系统由单向阀、电动调节阀、流量计、压力变送器、压力指示器、电磁阀、水箱、水流开关、综合指示仪表、总控设备等器件构成。目前为了进一步提高和完善供水系统的控制与远程监控功能，现需要对系统进行调试优化。

现将供水系统的具体改造要求和相关资料说明如下，作为一名设计人员，需要按照如下要求，完成此次调试优化工作。

二、模拟设备控制管路图



三、设备控制系统 I/O 分配表

设备控制系统 I/O 分配表如表 3-1 所示。

表 3-1 设备控制系统 I/O 分配表

设备控制系统 I/O 分配表								
模块	输入				输出			
	符号	名称	地址	备注	符号	名称	地址	备注
S7-1215	/	备用	DIa.		HL1	系统工	DQa.	

C DC/DC/D C			0			作指示 灯	0	
	LSH-10 2	V101 高 液位	DIa. 1		HL2	系统停 止指示 灯	DQa. 1	
	LSL-10 1	V103 低 液位	DIa. 2		XV-101	电磁阀	DQa. 2	
	LSH-10 1	V103 高 液位	DIa. 3		P101	水泵	DQa. 3	
	SB1	系统启 动	DIa. 4	常开	/	备用	DQa. 4	
	SB2	系统停 止	DIa. 5	常闭	/	备用	DQa. 5	
	SA1	手动/自 动	DIa. 6		/	备用	DQa. 6	
	TE-101	V103 温 度	AI0					
	PT103	V102 压 力	AI1					
SM1234	FT-101	管道流 量	AI0		DR-101	加热棒	AQ0	
	PT-101	管道压 力	AI1		FV-101	电动调 节阀	AQ1	
	PT-102	V103 压 力	AI2					
	FI-101	电动调 节阀开 度反馈	AI3					

注：I/O 分配表中的地址为实物接线图端子标识。

四、竞赛任务要求

（一）系统控制单元配置

如表 4-1 所示，根据现场提供的硬件设备，查看 PLC、触摸屏、变频器型号规格等信息，利用西门子 TIA Portal 软件完成系统控制单元配置。

规定：将元件的 IP 地址截图，保存在桌面文件夹，例如第二场 5 号工位，则计算机 IP 地址截图保存路径为“模块—02-05\参数设置\计算机 IP.jpg”。如果没有在指定位置看到截图文件，则不给予分数。

表 4-1 系统控制单元配置

序号	评价细则描述
A1	PLC 的 IP: 172.168.10.3 (博途软件内截图)
A2	触摸屏的 IP: 172.168.10.4 (MCGS 软件内截图)
A3	变频器的 IP: 172.168.10.5 (博途软件内截图)
A4	电能表的 IP: 172.168.10.6 (Modscan32 工具中截图)
A5	计算机的 IP: 172.168.10.10 (以太网属性内截图)
A6	PLC、触摸屏及变频器正常通讯

(二) 触摸屏画面设计

1. 触摸屏上电后，首先切换到主画面，如图 4-1 所示。



图 4-1 主画面

2. 在其他画面中按下“手动界面”按钮，触摸屏画面切换到如图 4-2 所示的手动界面。



图 4-2 手动界面

3. 在其他画面中按下“自动界面”按钮，触摸屏画面切换到如图 4-3 所示的自动界面—工艺监控画面。

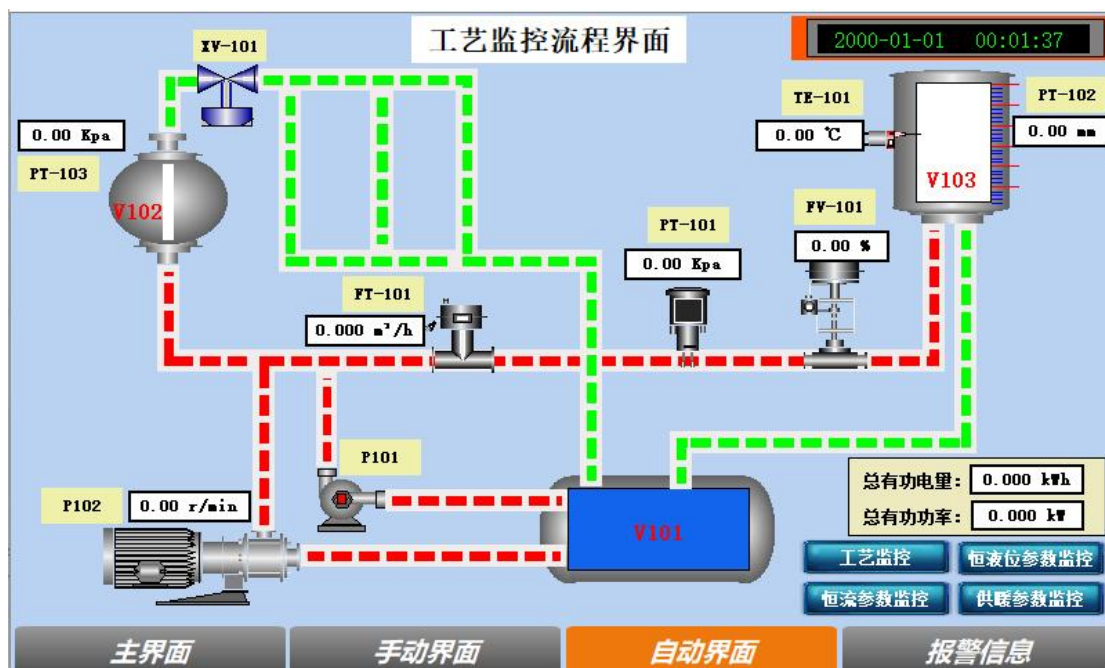


图 4-3 自动界面—工艺监控画面

4. 在自动界面中按下“恒流参数监控”按钮，触摸屏画面切换到如图 4-4 所示的自动界面—恒流参数监控画面。



图 4-4 自动界面-恒流参数监控画面

5. 在自动界面中按下“供暖参数监控”按钮，触摸屏画面切换到如图 4-5 所示的自动界面—供暖参数监控画面。



图 4-5 自动界面—供暖参数监控画面

6. 在自动界面中按下“恒液位参数监控”按钮，触摸屏画面切换到如图 4-6 所示的自动界面—恒液位参数监控画面。



图 4-6 自动界面—恒液位参数监控画面

7. 在其他画面中按下“报警信息”按钮，触摸屏画面切换到如图 4-7 所示的报警信息画面。



图 4-7 报警信息画面

8. 触摸屏画面设计评价表 4-2 所示。

表 4-2 触摸屏画面设计评价表

画面	序号	HMI 画面要求
主画面	B1	主画面颜色和给定颜色保持一致
	B2	主画面对象位置及格式和给定画面保持一致
	B3	主画面文字和给定画面保持一致，赛场号和工位号为选手实际号码
手动界面	B4	手动操作画面颜色和给定颜色保持一致
	B5	手动操作画面对象位置及格式和给定画面保持一致
	B6	手动操作画面文字和给定画面保持一致
自动界面 - 工艺监控	B7	工艺监控画面颜色和给定颜色保持一致
	B8	工艺监控画面对象位置及格式和给定画面保持一致
	B9	工艺监控画面文字和给定画面保持一致

画面		
自动界面 — 恒流参数 监控画面	B10	恒流参数监控画面颜色和给定颜色保持一致
	B11	恒流参数监控画面对象位置及格式和给定画面保持一致
	B12	恒流参数监控画面文字和给定画面保持一致
自动界面 — 供暖参数 监控画面	B13	供暖参数监控画面颜色和给定颜色保持一致
	B14	供暖参数监控画面对象位置及格式和给定画面保持一致
	B15	供暖参数监控画面文字和给定画面保持一致
自动界面 — 恒液位参数 监控画面	B16	恒液位参数监控画面颜色和给定颜色保持一致
	B17	恒液位参数监控画面对象位置及格式和给定画面保持一致
	B18	恒液位参数监控画面文字和给定画面保持一致
报警画面	B19	报警信息画面颜色和给定颜色保持一致
	B20	报警信息画面对象位置及格式和给定画面保持一致
	B21	报警信息画面文字和给定画面保持一致

（三）选手需要按照要求完成触摸屏功能

1. 如表 4-3 所示，总体画面与手动控制功能测试

表 4-3 总体画面与手动控制功能测试评价表

画面	序号	控制程序功能调试
画面 总体 要求	C01	设备上电，HMI 操作系统自动进入主界面；
	C02	系统用户包含“负责人”和“操作员”，例如：2 场次 30 号选手，“负责人”用户密码：02；“操作员”用户密码为：030；
	C03	选手可通过“登录”按钮，进行用户登录；可通过“注销”按

		钮，进行用户注销，同时可显示当前用户：“负责人”或“操作员”；
	C04	每个画面上均显示当前时间，格式为：年-月-日 时：分：秒；
	C05	每个画面都包括切换到其它画面的按钮：主界面、手动界面、自动界面、报警信息；
	C06	每个画面切换按钮，切换到该功能画面时，画面切换按钮由灰色变为橘色（如参考图所示）；
	C07	当未登录时，无法进入手动界面、自动界面和报警信息界面，点击画面切换按钮，则弹出提示： 权限不符合，无法执行该操作！
	C08	当“操作员”登录时，可进入自动界面和报警信息界面，但无法进入手动界面，点击“手动界面”画面切换按钮，则弹出提示：权限不符合，无法执行该操作！
	C09	当“负责人”登录时，可进入所有画面
	C10	所有画面背景色一致，颜色如参考图所示
手动 操作 功能 调试	手动操作画面下，P102 变频泵功能测试：适度打开 QV107	
	C11	变频泵的转速设定范围为（0-2850）r/min，手动输入设定值为 3000 r/min，超限值输入无效；
	C12	画面顶部弹出报警滚动条，报警信息从左往右滚动并闪烁，显示报警信息（P102 变频泵转速设定值超限，请重新设定！），包含报警发生日期和时间；
	C13	将变频泵的转速设定值设定为 800r/min，报警信息及报警滚动条消失；
	C14	按下“使之启动”开关按钮，变频泵按照设定的转速运行；控制按钮文字由“使之启动”变为“使之停止”，动画按钮变化从左向右，P102 变频泵文字背景由“红色”变为“绿色”；
	C15	P102 实际转速与实际器件保持一致
	C16	按下“使之停止”按钮，变频泵停止运行，实际转速降为 0r/min；控制按钮文字由“使之停止”变为“使之启动”，动画按钮变化从右向左，P102 变频泵文字背景由“绿色”变为“红色”；
	手动操作画面下，FV-101 电动调节阀功能测试：	
	C17	电动阀的设定范围为（0-100）%，手动输入设定值为 120%，超限值输入无效；
	C18	开度设定为 20%，按下“使之启动”按钮，电动阀运行到设定的开度 20%；控制按钮文字由“使之启动”变为“使之停止”，动画按钮变化从左向右，FV-101 电动调节阀文字背景由“红色”变为“绿色”；
	C19	FV-101 实际开度值与实际器件保持一致；

C20	当电动阀在调整过程中，按下“使之停止”按钮，电动阀停止在当前开度；控制按钮文字由“使之停止”变为“使之启动”，动画按钮变化从右向左，FV-101 电动调节阀文字背景由“绿色”变为“红色”；
手动操作画面下，P101 水泵功能测试： 准备：关闭 QV107，打开 QV106，适度打开 QV101、QV108	
C21	按下“使之启动”按钮，P101 水泵启动；控制按钮文字由“使之启动”变为“使之停止”，动画按钮变化从左向右，P101 水泵文字背景由“红色”变为“绿色”；
C22	参数显示区：PT-101 压力显示与实际器件显示一致
C23	参数显示区：FT-101 流量值与实际器件显示一致
C24	参数显示区：PT-102 液位值与 V103 水箱实际液位一致；
C25	参数显示区：PT-103 压力值与 V102 水箱实际压力值一致；
C26	按下“使之停止”按钮，P101 水泵停止运行；控制按钮文字由“使之停止”变为“使之启动”，动画按钮变化从右向左，P101 水泵文字背景由“绿色”变为“红色”；
手动操作画面下，XV-101 电磁阀功能测试：	
C27	按下“使之启动”按钮，电磁阀启动；控制按钮文字由“使之启动”变为“使之停止”，动画按钮变化从左向右，XV-101 电磁阀文字背景由“红色”变为“绿色”；
C28	按下“使之停止”按钮，电磁阀停止；控制按钮文字由“使之停止”变为“使之启动”，动画按钮变化从右向左，XV-101 电磁阀文字背景由“绿色”变为“红色”；
手动操作画面下，DR-101 加热单元功能测试： 准备：V103 水箱液位值为 150mm—200mm 左右；	
C29	将 DR-101 加热单元开度设定值设定为 60%，按下“使之启动”开关按钮，加热单元开始工作；控制按钮文字由“使之启动”变为“使之停止”，动画按钮变化从左向右，DR-101 加热单元文字背景由“红色”变为“绿色”；
C30	TE-101 温度值显示正确并逐渐增加
C31	当 TE-101 温度值超过 70℃，画面顶部弹出报警滚动条，报警信息从左往右滚动并闪烁，显示报警信息（TE-101 温度超高），包含报警发生日期和时间；
C32	当 TE-101 温度值超过 70℃，DR-101 加热单元停止工作
C33	控制按钮文字由“使之停止”变为“使之启动”，动画按钮变化从右向左，DR-101 加热单元文字背景由“绿色”变为“红色”；

2. 如表 4-4 所示，自动画面与功能测试

表 4-4 自动画面与功能测试评价表

画面	序号	HMI 画面要求
工艺 监控 画面	D1	画面中，可实时查看 P102 实时转速、PT103 实时压力、FT-101 实时流量、PT-101 实时压力、FV-101 实时开度、TE-101 实时温度、PT-102 实时液位，文字描述及单位正确
	D2	P101 水泵和 XV-101 电磁阀有动作颜色显示
	D3	V102 水罐压力和 V103 水罐液位有百分比大小变化显示
	D4	画面中，可实时查看系统的总有功电量和总有功功率，文字描述及单位正确
	D5	包含 4 个画面的跳转按钮，可实现画面的跳转
	D6	管路颜色和示意图一致，当管路中有水流，管路开始流动；水流停止，管路停止流动
恒流 参数 监控 画面	D7	管道流量的设定范围为 $(0.05-1.0) \text{ m}^3/\text{h}$ ，超限数值输入无效，画面顶部弹出报警滚动条，报警信息从左往右滚动并闪烁，显示报警信息（ 流量设定值输入无效，请重新输入！ ）
	D8	趋势图横轴为时间轴，可以显示 2min 内的曲线；左侧轴起始端为 0，轴末端为 1.5，表示流量；趋势图中设定值 SP 为绿色，实际值 PV 为红色；有单位描述： m^3/h
	D9	参数值与实际元器件值一致，文字描述、单位、保留小数点个数与参考图一致
	D10	包含“PID 启动”和“PID 停止”按钮
	D11	包含 4 个画面的跳转按钮，可实现画面的跳转
供暖 参数 监控 画面	D12	温度的设定范围为 $(0.0-70.0) ^\circ\text{C}$ ，超限数值输入无效，画面顶部弹出报警滚动条，报警信息从左往右滚动并闪烁，显示报警信息（ 温度设定值输入无效，请重新输入！ ）
	D13	趋势图横轴为时间轴，可以显示 2min 内的曲线；左侧轴起始端为 0，轴末端为 100，表示温度；趋势图中设定值 SP 为绿色，实际值 PV 为红色；有单位描述： $^\circ\text{C}$
	D14	参数值与实际元器件值一致，文字描述、单位、保留小数点个数与参考图一致
	D15	当 P101 水泵运行时，水泵图形指示颜色为绿色；当停止时，颜色变为红色

	D16	包含“启动”和“停止”按钮
	D17	包含 4 个画面的跳转按钮，可实现画面的跳转
恒液位参数监控画面	D18	液位的设定范围为（0.0-250.0）mm，超限数值输入无效，画面顶部弹出报警滚动条，报警信息从左往右滚动并闪烁，显示报警信息（ 液位设定值输入无效，请重新输入！ ）
	D19	液位趋势图横轴为时间轴，可以显示 2min 内的曲线；左侧轴起始端为 0，轴末端为 300，表示液位；趋势图中设定值 SP 为绿色，实际值 PV 为红色；有单位描述：mm
	D20	压力趋势图横轴为时间轴，可以显示 2min 内的曲线；左侧轴起始端为 0，轴末端为 150，表示管道压力；趋势图中设定值 SP 为绿色，实际值 PV 为红色；有单位描述：kpa
	D21	参数值与实际元器件值一致，文字描述、单位、保留小数点个数与参考图一致
	D22	包含“PID 启动”和“PID 停止”按钮
	D23	包含 4 个画面的跳转按钮，可实现画面的跳转
	D24	V103 水箱中的液位高于 LSH-101，报警信息： V103 水箱液位过高！
报警画面	D25	包含报警日期、时间、对象名、报警描述
	D26	可显示当前报警信息

（四）过程控制系统整定与调试

1. 如表 4-5 所示，恒流量 PID 整定系统整定与调试

表 4-5 恒流量 PID 整定系统整定与调试评价表

恒流量 PID 整定系统流程描述	
序号	准备： （1）设备控制面板上手动/自动开关 SA1 处于自动位置（旋到右边） （2）关闭 QV-107、QV-101，打开 QV-106、QV-108，调整 FV-101 开度到 100%。 （3）系统进入恒流量参数监控界面
E1	系统工作指示灯（红色）以 0.5Hz 的频率闪烁。

E2	手动输入管道流量设定值 P1，设定范围为 (0.05-1.0) m ³ /h
E3	在恒流量参数监控画面内，点击 HMI 中“PID 启动”按钮，系统启动，系统工作指示灯（绿色）常亮
执行如下恒流量整定系统	
E4	P102 变频泵启动，调节管道流量 FT-101 当前值接近于设定值 P1 ± 0.05；
E5	管道流量首次整定过程中，画面中“PID 整定时间”自动记录 FT-101 当前流量值=0 开始，首次达到流量设定值 P1 ± 0.05 范围内，且管道流量实时曲线趋于稳定时的压力整定时间 T1；
E6	FT-101 当前流量值稳定在 P1 ± 0.05 范围内
E7	再次将管道流量设置值设定为 P2，P2 的设定范围为 (0.05-1.0) m ³ /h，系统进行 PID 整定，最终完成流量的 PID 调节，使 FT-101 当前流量值达到 HMI 上的设定值 P2 ± 0.05 范围内；
E8	调整 FV-101 开度到 70%，系统进行 PID 整定，最终完成流量的 PID 调节，使 FT-101 当前流量值达到 HMI 上的设定值 P2 ± 0.05 范围内；
E9	按下 HMI 中“PID 停止”按钮或设备上 SB2 停止按钮，系统停止工作，系统工作指示灯（红色）以 0.5Hz 的频率闪烁，P102 变频泵停止运行；
E10	在恒流量参数监控画面内，再次按下“PID 启动”按钮，系统可以再次执行 E4；

2. 如表 4-6 所示，供暖系统调试与运行

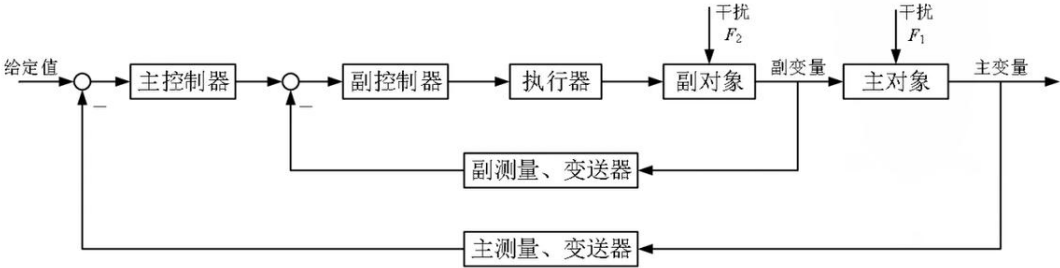
表 4-6 供暖系统调试与运行评价表

供暖系统整定与调试流程描述	
序号	准备： （1）手动调节 V103 水箱液位到 150mm 处，调整 FV-101 开度到 0% （2）设备控制面板上手动/自动开关 SA1 处于自动位置（旋到右边） （3）关闭 QV-107、QV-101，打开 QV-106，适度打开 QV-108， （3）系统进入供暖参数监控界面
F1	系统工作指示灯（红色）以 0.5Hz 的频率闪烁
F2	手动输入温度设定值 P3，设定范围为 (0-70) °C
F3	在供暖参数监控界面内，点击 HMI 中“启动”按钮，系统启动，系统工作指示灯（绿色）以 1Hz 闪烁
执行如下供暖调试与运行系统	

F4	加热棒 DR-101 开始加热，TE-101 温度值逐渐增加
F5	当 V103 水箱内温度实际值在(40-50)℃之间,电动调节阀开度为 10%, P101 水泵启动运行
F6	当 V103 水箱内温度实际值在(50-55)℃之间,电动调节阀开度为 15%, P101 水泵运行
	当 V103 水箱内温度实际值在(55-65)℃之间,电动调节阀开度为 20%, P101 水泵运行
F7	当 V103 水箱内温度实际值在(65-70)℃之间,电动调节阀开度为 30%, P101 水泵运行
F8	当 V103 水箱内温度实际值大于 70℃，电动调节阀开度为 80%，同时画面顶部弹出报警滚动条，报警信息从左往右滚动并闪烁，显示报警信息（TE-101 温度超高），包含报警发生日期和时间；
F9	按下 HMI 中“停止”按钮或设备上 SB2 停止按钮，系统停止工作，系统工作指示灯（红色）以 0.5Hz 的频率闪烁，加热棒 DR-101 停止加热，P101 水泵停止运行
F10	在供暖参数监控界面内，再次按下“启动”按钮，系统可以再次执行 F4；

3. 恒液位双 PID 串级控制系统整定与调试

串级控制系统是在单回路控制系统基础上发展起来的。当对象的滞后较大，干扰比较剧烈、频繁，简单控制满足不了工艺要求时，可考虑采用串级控制系统。



恒液位双 PID 串级控制系统是一种常用的工业自动化控制系统，主要用于对液位和压力进行控制。在液位和压力串级控制系统中，主回路和副回路是串联使用的。主回路作为液位回路，而副回路作为压力回路。主回路的 OP 值不再直接控制现场调节阀，而是将 OP 值送给副回路的 SP 值，通过副回路来控制现场的调节阀，实现串级控制。如表 4-7 所示，恒液位双 PID 串级控制系统整定与调试如表所示。

表 4-7 恒液位双 PID 串级控制系统整定与调试评价表

序号	恒液位双 PID 串级控制系统流程描述
----	---------------------

	<p>准备：</p> <p>(1) 设备控制面板上手动/自动开关 SA1 处于自动位置（旋到右边）</p> <p>(2) 关闭 QV-107、QV-101，打开 QV-106、QV-108，调整 FV-101 开度到 20%。</p> <p>(3) 系统进入恒液位参数监控界面</p>
G1	系统工作指示灯（红色）以 0.5Hz 的频率闪烁。
G2	手动输入主控制器液位设定值 P5，设定范围为（1-250）mm
G3	在恒液位参数监控画面内，点击 HMI 中“PID 启动”按钮，系统启动，系统工作指示灯（绿色）亮 3 秒灭 1 秒进行闪烁
执行如下恒液位双 PID 串级控制整定系统	
G4	串级控制系统进行 PID 整定，P102 变频泵启动运行
G5	水箱液位首次整定过程中，画面中“液位 PID 整定时间”自动记录 PT-102 当前液位值=0 开始，首次达到液位设定值 $P5 \pm 0.3$ 范围内，且水箱液位实时曲线趋于稳定时的压力整定时间 T2；
G6	PT-102 当前液位值稳定在 $P5 \pm 0.3$ 范围内
G7	再次将水箱液位设置值设定为 P6，P6 的设定范围为（1-250）mm，系统进行 PID 整定，最终完成液位的 PID 调节，使 PT-102 当前液位值达到 HMI 上的设定值 $P6 \pm 0.3$ 范围内；
G8	手动控制 FV-101 电动调节阀开度到 50%，系统稳定将受到干扰
G9	从实时曲线中，可以明显看到水箱液位值增加，管道压力值降低，经过 PID 整定，PT-102 当前液位值再次 HMI 上的设定值 $P6 \pm 0.3$ 范围内
G10	手动控制阀门 QV-106 或 QV-107，系统稳定将受到干扰
G11	经过 PID 整定，PT-102 当前液位值再次达到 HMI 上的设定值 $P6 \pm 0.3$ 范围内
G12	按下 HMI 中“PID 停止”按钮或设备上 SB2 停止按钮，系统停止工作，系统工作指示灯（红色）以 0.5Hz 的频率闪烁，P102 变频泵停止运行；
G13	在恒液位参数监控画面内，再次按下“PID 启动”按钮，系统可以再次执行 G4；

五、职业素养与安全文明

表 5-1 职业素养与安全文明评价表

序号	评价细则描述
J1	着装是否符合要求

J2	工具、仪表摆放规范整齐
J3	文明操作规范
J4	尊重他人，文明参赛
J5	是否发生损坏器件、设备情况
J6	是否发生短路事故
注意：发生严重损坏设备器件、严重短路事故，终止选手竞赛。	