2025 年 CIMC “西门子杯”中国智能制造挑战赛

智能制造工程设计与应用类赛项：流程行业自动化方向

初赛（个人赛） 题目 C

题目： 加热炉燃烧控制回路设计与实施 **姓名：** _____

1 加热炉工艺过程

燃料经由燃料泵 P1102 泵入炉膛 F1101 的燃烧器；空气经由变频鼓风机 K1101 送入燃烧器。变频器频率为 S1101（被归一化到 0~100%之间），空气量为 FT1104。燃料与空气在燃烧器中混合燃烧，产生热量使辐射段炉管内的物料 A 迅速升温。燃烧产生的烟气带有大量余热，在对流段进行余热回收。烟气含氧量 AI1101 设有在线分析检测仪表。烟道内设有挡板 DO1101。

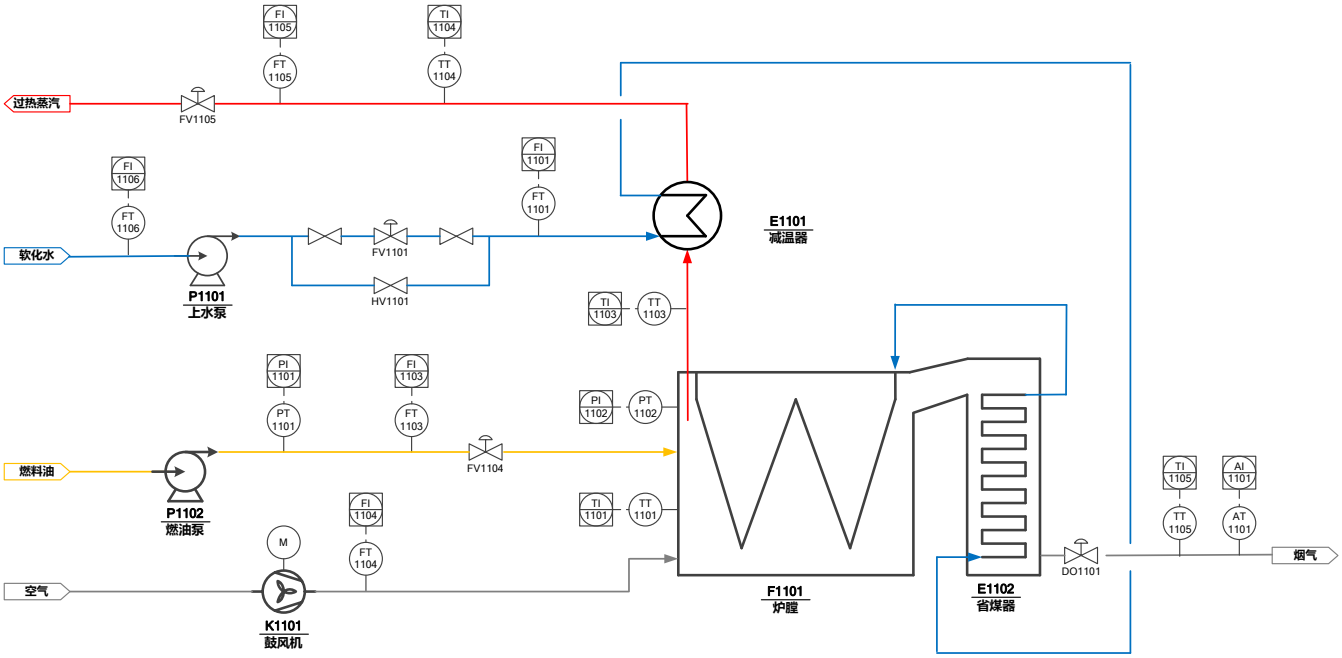

图 1 加热炉工艺流程简图

表 1 加热炉进料和燃烧相关仪表数据表					
序号	**位号**	**说明**	**单位**	**下限**	**上限**
1	AI1101	烟气含氧量	%	0	100
2	FI1101	物料进料流量	kg/s	0	50
3	FI1103	燃料流量	kg/s	0	5
4	FI1104	空气量	m^3/s	0	30
5	FI1107	烟气流量	kg/s	0	100
6	TI1101	炉膛温度	℃	20	2000

表 2 加热炉进料和燃烧相关执行机构数据表					
序号	位号	说明	单位	下限	上限
1	FV1101	物料进料管线调节阀	%	0	100
2	FV1104	燃料管线调节阀	%	0	100
3	S1101	变频鼓风机	%	0	100
4	DO1101	烟道挡板	%	0	100

2. 加热炉燃烧系统的控制目标

生产目标：维持加热炉稳定燃烧，把 35kg/s 的物料，加热到 240℃附近。

控制目标：烟气含氧量 AI1101 稳定在 2±0.5%范围内；

安全目标：烟气含氧量 AI1101 不能低于 0.5%、不能高于 3.5%。

3. 比赛任务及评分标准

任务：参赛队员基于 SMPT-1000 设备的软件平台，搭建加热炉燃烧系统的控制回路、进行控制器投运和参数整定。在有扰动时，控制回路能够克服扰动，快速平稳的使系统回到稳态。

评分标准如下：

评分项	具体要求		分值
操作步骤 提升负荷	工艺条件	无	--
	操作动作	打开物料进料管线调节阀 FV1101 到 56%	10
	操作要求	维持物料进料流量 FI1101 在 35±1kg/s 范围内持续 180s 以上	10
操作步骤 增加燃料	工艺条件	物料进料流量 FI1101 超过 30kg/s	--
	操作动作	打开燃料管线调节阀 FV1104 到 35%	10
	操作要求	使燃料流量 FI1103 超过 0.85kg/s，并持续 180s 以上	10
控制指标 烟气含氧量 AI1101	稳态指标	从评分结束时刻倒推计算，AI1101 能够在 2±0.5%的范围内至少稳定持续 60s，且越接近 2% 得分越高	20
	动态指标 调节时间	从评分开始，到 AI1101 进入稳态时刻之间的时间，越少得分越高。大于 240s 得分为 0	20
	动态指标 偏差	在调节时间内烟气含氧量波动范围要求在 2±1.5%以内，波动越小越好，一旦超限得分为 0	20
安全指标 烟气含氧量 范围	烟气含氧量 AI1101 在第一次低于 3.5%之后，应一直处于[0.5%，3.5%]的范围内。 否则扣除相应分值		-20