

第六届全国高等院校工程应用技术教师大赛

E&E2 - “大气环境监测与治理技术”赛项

(本科组)

“工程实践操作”作业书

(样本)

场次号_____ 赛位号_____

第六届全国高等院校工程应用技术教师大赛

E&E3 - “大气环境监测与治理技术”赛项（本科组）

竞赛指定平台：THEMDQ-3型 大气环境监测与治理技术实践平台

依据大赛执行方案，决赛分“工程实践操作”和“目标命题实现”两个环节。第一个环节主要比基本技能操作和工程素质，第二个环节主要比规定目标下的应用创新和解决问题的能力。

1、“工程实践操作”比赛环节

根据本赛项“工程实践操作”作业书（正本），在限定的赛项平台上，完成作业书规定的所有操作步骤和技术要求，时限120分钟。现场裁判从工程能力素养要求的角度，就工艺、标准、规范、安全等方面，对参赛选手现场操作的结果进行评判，给出百分制成绩，权重0.40。

本赛项“工程实践操作”环节的比赛内容：

(1) 工艺连接 —— 根据提供的相关图纸，完成废气处理系统的工艺管道连接、仪器仪表安装，并完善采样系统。

(2) 硬件配置与参数设定 —— 连接烟气处理设备平台和控制柜间的电缆，正确启动设备，完成各仪器仪表的标定校准与参数设定。

(3) 系统软件配置 —— 正确配置PLC控制器和上位机的软件，并完成相关下载。

(4) 监控系统的操作 —— 打开MCGS工程，进入运行环境，按要求对监控系统进行设置和操作。

(5) 系统调试、排除故障与采样分析 —— 排除预先设置的设备或工艺故障，完成设备功能调试和管道试水，并对采样结果进行处理和分析。

2、“目标命题实现”比赛环节

根据本赛项“目标命题实现”任务书（正本），在限定的赛项平台上，完成任务书规定的目标任务和技术要求，时限120分钟。评审专家从工程应用和解决问题能力的角度，就方案设计、方案实现、实施效果和答辩情况等方面，对参赛选手完成目标命题任务的结果进行评判，给出百分制成绩，权重0.60。

“目标命题实现”环节的比赛内容：

根据“目标命题实现”任务书（正本）的要求，在指定的赛项平台上实现所设计的方案，包括也可不仅限于此：

(1) 设备选择 —— 根据设计方案，选择合适的净化设备与组件，搭建系统框架。

(2) 工艺连接 —— 根据设计方案和所选设备，通过阀门切换、附件搭载和管道连接，完成处理工艺流程构建。

(3) 软、硬件配置 —— 根据设计方案配置软、硬件参数，完成部件调试、药剂配制和污染源发生。

(4) 系统调试 —— 根据设计方案，配制污染源，在保证管道密封性的前提下，整定运行参数，监控运行状态，确认最优方案以达到最好的处理效果。

(5) 运行结果 —— 根据设计系统的运行实况，完成采样分析、数据监测、结果整理和报表生成等任务。

3、成绩评定

(1) 现场裁判依据本赛项“工程实践操作”作业书（正本）规定的操作步骤和技术要求，通过考察参赛选手的现场表现，按照为本赛项制定的评分规则，给出本环节的百分制成绩，权重0.40。

(2) 评审专家依据本赛项“目标命题实现”任务书（正本）规定的任务和技术要求，通过观看实施成果演示和现场答辩，按照决赛评分规则，各评委独立给出百分制成绩，平均后为本环节的成绩，权重0.60。

(3) 决赛两个环节的成绩加权为参赛选手的最终成绩

“工程实践操作”作业书（样本）

一、工艺连接

在指定赛项平台上，根据系统监测点分布图（附图1）、水泵出口管道安装图（附图2）、皮托管安装示意图（附图3）、采样枪安装示意图（附图4）和赛场提供的零部件，完成相应系统的安装与连接。利用提供的工具与耗材，根据附图2补全填料除尘塔的喷淋管道；根据附图1、3、4所提供的监测点分布图和安装图，完成采样系统的安装和连接。

具体要求：

- ① 皮托管装于测点0907处；采样枪装于测点0908处。
- ② 皮托管要求安装正确、牢固、密封性好，皮托管测量头的轴线与管道中心线重合，且对着流体流动的方向，其偏差不得大于 5° ，皮托管安装具体见附图4。
- ③ 差压传感器1用于检测旋风除尘器进出口差压，差压传感器2用于检测填料除尘塔进出口差压，差压传感器3接皮托管，用于检测0907处的动压。要求选用合适的硅胶管，正确连接差压传感器的高压与低压接口，气路顺畅，工艺美观。
- ④ 采样枪要求安装正确、牢固、密封性好，采样枪取样头的轴线与管道中心线重合，且对着流体流动的方向（可通过导向杆判断枪口的朝向，其中导向杆要求与枪口朝向一致），其偏差不得于 5° ，滤膜要用镊子装入滤筒，滤膜不能破裂。
- ⑤ 参照附图4，并用 $\Phi 9$ 硅胶管完成采样系统连接。
- ⑥ 传感器要求安装位置正确、牢固，无漏气现象，工艺美观，接线正确。

二、硬件配置与参数设定

检查控制柜与烟气处理对象之间的航空电缆是否连接好；检查线路连接的完整和正确性，确保线路的安全；确认电控柜中电源控制单元【熔断器】中安装8A熔断芯；参照PLC端口定义表（见附录5），检查控制柜中实验导线连接的准确性；检查完毕后，开启漏保，加载电源；用万用表在【AC220V电源输出】和【DC24V电源输出】处，检测电压是否正常输出；裁判确认后，填写电压检测操作过程记录单。

参照设置菜单（见表1），填写空格并完成调速电机的运行参数设置。

表1 调速电机参数设置表

序号	参数码	参数功能	修改值		备注
			疏松器调速	搅拌器调速	
1	F-01	显示内容			倍率值可参照减速箱上的标签
2	F-02	倍率设定			
3	F-03	运行控制方式			外接开关控制，面板STOP有效

三、系统软件配置

打开PLC程序，选择合适的端口，使通讯功能正常；将PLC程序下载到PLC主机上，让PLC主机处于“RUN”状态。

四、监控系统的操作

- ① 按照污染源→机械除尘→过滤除尘→洗涤除尘→烟囱流程，正确地开关阀门。
- ② 打开MCGS工程，进入运行环境，按照监测点分布，在传感器位置选择界面选择正确的安装位置。
- ③ 将“98”填入弹出的烟气流量控制界面。
- ④ 按照正确流程，在系统总图界面点击相应阀门图标，完成阀门切换。

五、系统调试、排除故障与采样分析

1、系统调试

- ① 检查系统管路连接工艺是否正确。
- ② 检查各管路连接处连接是否牢固。
- ③ 检查各个阀门的开闭状况，并将阀门设置为设备正常运行时的状态。
- ④ 往粉尘罐中加入三漏斗（保证足量）的滑石粉，开启各个调速电机，依照监控中心上系统总图界面里显示的电机转速，来调节各个调速器，使两者达到一致
- ⑤ 在系统调试界面完成设备的单机调试，将手/自动旋钮打到【手动】挡，设置电动调节阀的开度为85%，并依次点动设备，检查器件的运行状况（注意风机转向和水泵气蚀）。
- ⑥ 调节稀释风量为3.4m³/h；调节喷淋泵2#的喷淋量为4.0L/min。

2、排除故障

- ① 调试期间认真查看器件运行状况，发现系统故障，进行排故维护。
- ② 填写系统维护日常记录单。

3、自动运行

- ① 请示裁判填写自动起止时间确认单后，将系统调试界面里的手/自动旋钮切换到【自动】档，并按下【启动】按钮进入自动运行阶段。
- ② 观察喷淋管道有无漏水现象，并时刻注意设备运行状况。期间要注意保护电气设备，防止进水漏电，同时还要遵循“小漏标记，事后修补；大漏停运，立即解决”的原则。
- ③ 系统运行15min后，请示裁判方可按【停止】按钮，结束运行，并填写结束时间。

4、采样分析

① 对各烟气处理设备系统运行过程中污染因子进行监测并记录。注意：必须等自动运行时间超过5min，系统趋于稳定后，才能对风管内状况进行检测，同时相关数据按截屏数据填写。（相关公式见附录6）

② 利用差压传感器3，检测皮托管静压侧与全压侧的压差，来得到采样点的动压P_{di}，并根据公式（1-6）计算测点0907烟气流速V_{s1}（注：皮托管修正系数K_p取1）。系统调试界面截屏，并存在D盘有赛位号的目录下，命名方法为：场次+赛位号+采样点动压。

③ 利用上述计算所得的V_{s1}，并根据附录6公式（3），计算测点0908的采样流量Q'_r。

④ 根据计算结果进行采样，采样时间设定为8min。

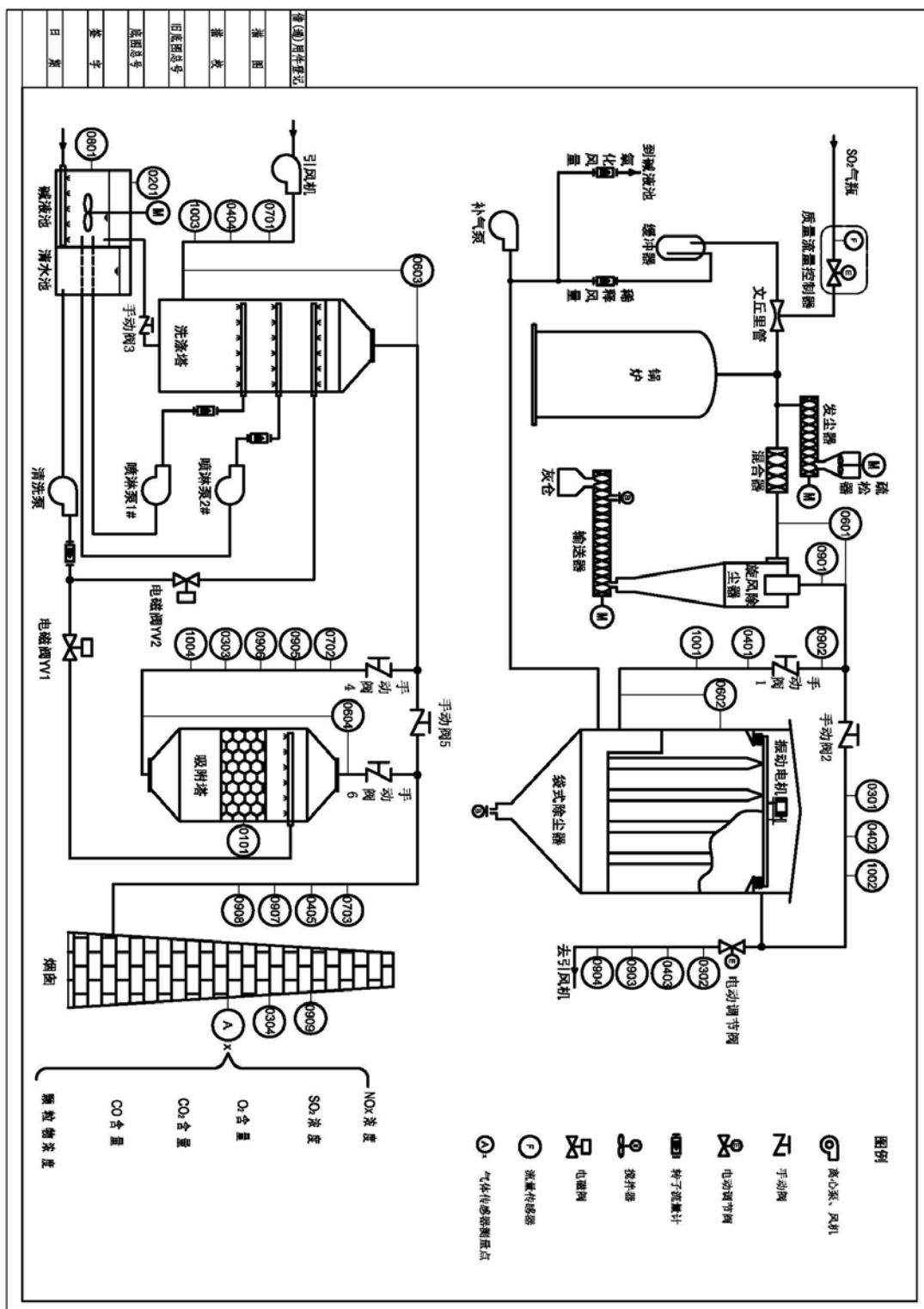
功能要求：粉尘采样器的操作步骤要正确，保证采样器的气密性，注意采样器的高度，水平等，采样数据记录于粉尘采样器数据记录单中。

六、现场裁判验收确认

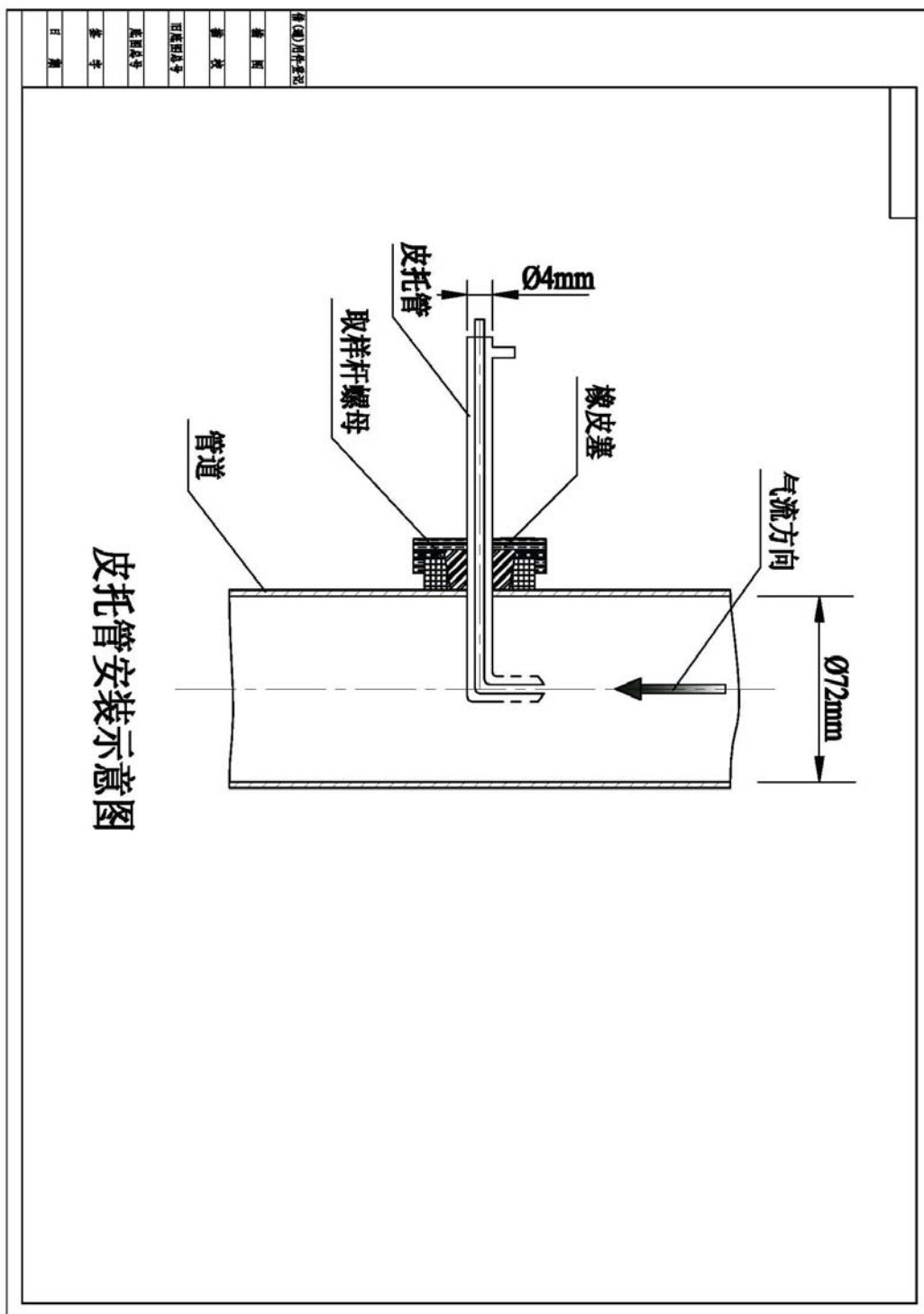
参赛选手完成“工程实践操作”后，填写《E&E3-“大气环境检测与治理技术”赛

项操作结果记录单》中的“电压检测操作过程记录单”、“系统维护日常记录单”、“自动起止时间确认单”、“粉尘采样器数据记录单”和“粉尘采样操作过程记录单”，报请现场裁判验收确认。

附图 1：系统监测点分布图



附图 3：皮托管安装示意图



附录 5： PLC 端口定义表

数字量输入定义		数字量输出定义	
I0.0	空	Q0.0	补气泵
I0.1	空	Q0.1	炉灯
I0.2	空	Q0.2	振动电机
I0.3	空	Q0.3	喷淋泵 2#
I0.4	空	Q0.4	喷淋泵 1#
I0.5	空	Q0.5	清洗泵
I0.6	空	Q0.6	电磁阀 YV2
I0.7	空	Q0.7	电磁阀 YV1
1M	空	1L	交流电源输出 L
		2L	交流电源输出 L
模拟量输入定义		3L	空
AI1+	排放 NOX 浓度+	4L	空
AI1-	排放 NOX 浓度-	模拟量输出定义	
AI2+	排放 SO ₂ 浓度+	AO1+	阀控信号 +
AI2-	排放 SO ₂ 浓度-	AO1-	阀控信号 -
AI3+	排放 O ₂ 浓度+	AO2+	调节信号 +
AI3-	排放 O ₂ 浓度-	AO2-	调节信号 -
AI4+	排放 CO ₂ 浓度+		
AI4-	排放 CO ₂ 浓度-		
AI5+	排放 CO 浓度+		
AI5-	排放 CO 浓度-		
AI6+	起始 SO ₂ 浓度+		
AI6-	起始 SO ₂ 浓度-		
AI7+	悬空		
AI7-	悬空		
AI8+	排放颗粒物浓度+		
AI8-	排放颗粒物浓度-		

附录 6：计算公式

（1）等速采样的流量计算

$$Q'_r = 0.00047 \times d^2 \times V_s \times \left(\frac{B_a + P_s}{273 + t_s} \right) \times \left[\frac{M_{sd}(273 + t_r)}{B_a + P_r} \right]^{1/2} (1 - X_{sw}) \quad (1)$$

式中， Q'_r ——等速采样流量的转子流量计读数，L/min； d ——采样嘴直径，mm； V_s ——测点气体流速，m/s； B_a ——大气压力，Pa； P_s ——排气静压，Pa； P_r ——转子流量计前气体压力，Pa； t_s ——排气温度，℃； t_r ——转子流量计前气体温度，℃； M_{sd} ——干排气的分子量，kg/kmol； X_{sw} ——烟气含湿量，%。

当干排气成分和空气近似时，等速采样流量 Q'_r 按下式计算

$$Q'_r = 0.0025d^2 \times V_s \times \left(\frac{B_a + P_s}{273 + t_s} \right) \times \left[\frac{273 + t_r}{B_a + P_r} \right]^{1/2} (1 - X_{sw}) \quad (2)$$

当用普通型采样管采样器测定常温下管道颗粒物浓度时，气体的含湿量和气体成分可忽略不测，等速采样流量按下式简化公式计算

$$Q'_r = 0.047 \times V_s \times d^2 \quad (3)$$

（2）烟气流速计算

烟气的流速可由风速传感器直接测得，也可利用皮托管测得的动压来计算。动压计算烟气流速的公式如下

$$V_{si} = K_p \sqrt{\frac{2P_{di}}{\rho_s}} = 128.9K_p \sqrt{\frac{(273 + t_s)P_{di}}{M_s(B_a + P_s)}} \quad (4)$$

当干排气成分与空气近似，排气露点温度在 35~55℃、排气的绝对压力在 97~103kPa 之间， V_{si} 可按下式计算

$$V_{si} = 0.076K_p \sqrt{(273 + t_s)} \times \sqrt{P_{di}} \quad (5)$$

对于接近常温、常压条件下 ($t_s=20^\circ\text{C}$, $B_a+P_s=101300\text{Pa}$)，通风管道的空气流速 V_{si} 按下式计算

$$V_s = 1.29K_p \sqrt{P_{di}} \quad (6)$$

式中， V_{si} ——测量点流速，m/s； V_s ——常温常压下通风管道的空气流速，m/s； B_a ——大气压力，Pa； K_p ——皮托管修正系数； P_{di} ——测定点烟气动压，Pa； P_s ——测定点烟气静压，Pa； ρ_s ——管道内湿气密度，kg/m³湿烟气； M_s ——湿排气的分子量，kg/kmol； t_s ——排气温度，℃。

E&E2-“大气环境检测与治理技术”赛项操作结果记录

场次：第 场，赛位号： 操作时间：2021年 月 日，从 到 。

电压检测操作过程记录单

序号	项目	实测数据	选手签字 (签赛位号)	裁判签字
1	交流 220V 检测			
2	直流 24V 检测			

系统维护日常记录单

日期		维修人员
故障点位置	故障现象	解决方案

自动起止时间确认单

序号	项目	时间记录	选手签字 (签赛位号)	裁判签字
1	开始时间			
2	结束时间			

粉尘采样器数据记录单

序号	项目	记录数据	选手签字 (签赛位号)	裁判签字
1	测点0907, 烟气动压 P_{di} (Pa)			
2	测点0907, 烟气流速 V_{s1} (m/s)			
3	测点0908, 采样流量 Q'_r (L/min)			

粉尘采样操作过程记录单

序号	项目	记录数据	选手签字 (签赛位号)	裁判签字
1	采样前滤筒重量 (g)			
2	采样开始时间			
3	采样时间设置			
4	采用后滤筒重量 (g)			