

第六届全国高等院校工程应用技术教师大赛

比赛要求与赛项平台技术说明

E&E2: 大气环境监测与治理技术

一、引言

大赛采用目标命题的竞赛方式，即限定赛项平台，给定实现目标，实施方案不拘一格。这种目标命题的竞赛方式既约束了项目的实施范围，又为参赛选手留有应用创新的空间，重在考察参赛选手的实际应用能力和解决问题能力。

大赛支持在目标命题的范围内和限定的赛项平台下进行有创意的系统构想和设计，鼓励从应用创新的角度去思考设计工程应用系统，或从培养学生的角度去构造实验/实训教学系统。

本赛项以“大气环境监测与治理技术”为应用背景，要求充分利用赛项平台的硬件和软件资源，自主设计一个具有大气环境工程应用价值或具有大气环境教学实验/实训使用价值的系统。通过工程应用、创新设计和现场实施，考察参赛选手的工程应用及创新能力。

二、比赛要求

1. 大赛采用目标命题的比赛方式，分初赛和决赛两个阶段。

2. 初赛阶段：根据“目标命题实现”任务书（任务书可从网站 <http://skills.tianhuang.cn> 下载）的要求和赛项平台的软硬件资源，设计一个工程应用系统或教学实验/实训系统（二选一）。所设计的工程应用系统要求覆盖规定的技术目标，具有实际应用价值；所设计的教学实验/实训系统要求满足规定的要求，具有培养学生实践能力的教学使用价值，且至少要编写 2~3 个具体的实验/实训指导书（具体要求见“目标命题实现”任务书）。参赛选手要按规定的时间提交项目设计书（设计书模板可从网站 <http://skills.tianhuang.cn> 下载），大赛组织相关专家以网评的形式进行初审，根据初审结果，决定入围全国总决赛名单。

3. 决赛阶段：决赛分“工程实践操作”和“目标命题实现”两个环节。第一环节按“工程实践操作”作业书（作业书可从网站 <http://skills.tianhuang.cn> 下载，决赛公布的作业书较赛前公布的会有不多于 20% 的更改）的要求操作，主要比基本技能操作和工程素质；第二环节按“目标命题实现”任务书（决赛公布的任务书较赛前公布的也会有一定改动）的要求完成，主要比规定目标下的应用创新和解决问题的能力。两个环节的比赛时间各为 120 分钟，第一个环节完成后间隔 30 分钟进入第二个环节，第二个环节完成后由评审专家组织对参赛选手进行现场答辩，答辩时间 15~20 分钟。

4. 参赛选手设计的系统必须能在限定的赛项平台上实现，大赛为参赛选手提供赛项平台必要的技术资料，包括技术说明、操作规程、装配图纸和系统软件等。

5. 决赛阶段“目标命题实现”比赛环节为 120 分钟，参赛选手要充分考虑到现场实施所需的工作量、复杂程度，以及软硬件的兼容性和接口的匹配性等技术细节，所设计的方案必须能在规定的时间内完成。参赛选手实施第二环节“目标命题实现”任务时，可以充分借助第一环节“工程实践操作”的实施结果。

6. 参赛选手不能将已有的科研成果直接拿来参赛，也不允许自带任何硬件装置、部件和被控对象等参赛，一经发现将取消参赛资格。但参赛选手可以用 U 盘或移动硬盘将

事先自编的应用软件带入比赛现场，以便装入赛项平台，完成系统调试。

7. 对“水环境监测与治理技术”、“大气环境监测与治理技术”和“化工分离与节能技术”赛项，如果参赛选手有技术上的特殊要求，可在决赛前 30 日向大赛办公室提出。大赛办公室收到申请材料后，在 15 日内予以答复，以便参赛选手调整设计方案。

8. 如果参赛选手选择“教学实验/实训系统”命题任务，要充分考虑教学实验/实训课的需求，设计教学实验/实训系统，同时提供必要的实验/实训指导书。现场演示时，要模仿实验/实训课的真实情况，按实验/实训指导书的步骤逐步进行。

9. 参赛选手要有知识产权意识，如果所设计的方案涉及到他人的知识产权应注明出处。

10. 参赛选手在比赛的全过程中不得透露单位和个人信息，对冒名顶替、弄虚作假、假造数据、抄袭他人技术等情况，由大赛仲裁委员会视情节轻重负责处理，或给予扣分处置，或取消比赛资格，并由组委会通知其所在单位。

11. 同单位的参赛选手技术方案雷同视为相互抄袭，同时取消两人的比赛资格。

12. 参赛选手要有安全意识，不得违规操作，不能带电操作，对有毒或有害健康的气体、液体要谨慎处理处置，避免造成人身伤害。

13. 参赛选手要尊重现场裁判和评审专家的工作，如对评审存有疑义，由大赛仲裁委员会处理。

三、赛项平台技术说明

1. 赛项背景

当前，我国大气环境形势不容乐观，防治问题依然严峻。污染物排放总量大，传统煤烟污染尚未得到控制，以臭氧、细颗粒物（PM_{2.5}）和酸雨为特征的区域复合型大气污染问题又日益突出，70%左右的城市达不到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的要求。发达国家上百年工业过程中逐步出现的大气污染问题，在我国近二三十年的快速发展中集中出现，呈现结构型、压缩型、复合型的特点。2013 年第一季度以来，我国大范围出现持续雾霾天气，严重影响人民群众生产生活，国内外反应强烈。究其原因，从主观上反映出了我国大气污染治理能力的薄弱。由此可见，努力提高社会舆论的关注度，继续加大教育改革力度，全力进行专业人才培养，全面提升相关人才素质的必要性和紧迫性。

在这样的背景下，本赛项以“THEMDQ-3 型 大气环境监测与治理技术实践平台”为应用对象，利用该赛项平台的 PLC 可编程控制系统、污染源发生系统、旋风除尘器、布袋除尘器、湿式脱硫塔、活性炭吸附塔、加药池、在线监测仪表等设备的硬件和软件资源，结合大气污染控制、环境监测与治理的工程应用需求，开展废气处理方面的工程创新应用和实践教学创新竞赛，以促进高等院校教师工程应用能力、产业化能力和实际动手能力的提高，锻炼教师对污染控制、环境监测、自动化等多学科技术的融合能力，有利于更好地培育具有卓越工程能力和教学能力的教师队伍。

2. 赛项平台

实践平台是根据高等教育的改革方向，培养应用型高技能人才的战略思想，以前沿技术为导向，紧密结合空气净化工程处理设备的功能和特点，并针对高等院校对废气处理工艺应用和创新实验/实训教学的实际需要而专门研制的综合性装置，涉及环境工程、环境监测与治理技术、环境监测与评价、大气污染控制工程、自动控制等多种技术的综合应用，满足各高等院校环境工程类相关专业的实验/实训教学与工程设计，以及科研创新。

(1) 平台结构

本赛项平台主要由烟气发生系统、烟气除尘系统、烟气脱硫系统、电气控制系统和烟气监测系统等五部分组成。赛项平台如图 1 所示。



图 1 赛项平台

图中：

1) 烟气发生系统：通过模拟锅炉开炉点火、物料焚化和烟气发生的过程，来展现锅炉的运行特点和烟气排放过程，为系统中的污染源。主要由锅炉、气源添加装置、除尘装置和静态混合器等组成。

2) 烟气除尘系统：采用机械式与过滤式的除尘装置，对锅炉烟道气中的颗粒物进行净化处理。由旋风除尘器、布袋除尘器和粉尘回收装置组成。

3) 烟气脱硫系统：采用化学吸收与物理吸附的方法，对锅炉烟道气中的气态污染物进行净化处理。由湿式脱硫系统、活性炭吸附塔和烟囱等组成。

4) 电气控制系统：主要由西门子 200SMART 系列主机和模拟量输入输出模块组成，完成设备运行控制及传感器的数据采集和计算。采用三菱 FR-D700 系列变频器控制引风机，已达到节能环保的效果。同时，控制系统中包含设备保护措施如漏电保护器、中间继电器、隔离变压器等。

5) 烟气监测系统：通过多种在线传感技术，进行数据采集、信号传输、信息显示和系统反馈，由上位机工程对整个系统进行监控、预警和诊断，提高了系统控制的可靠性。主要由触控一体机、铂热电阻、温湿度传感器、风速传感器、压力变送器、微差压传感器、粉尘传感器、二氧化硫传感器、氮氧化物传感器、氧气传感器、一氧化碳传感器、二氧化碳传感器、在线 pH 仪、物位仪、采样枪、粉尘采样器和皮托管等组成。

图 2 和图 3 是该赛项平台的系统工艺流程图和系统程序控制图。

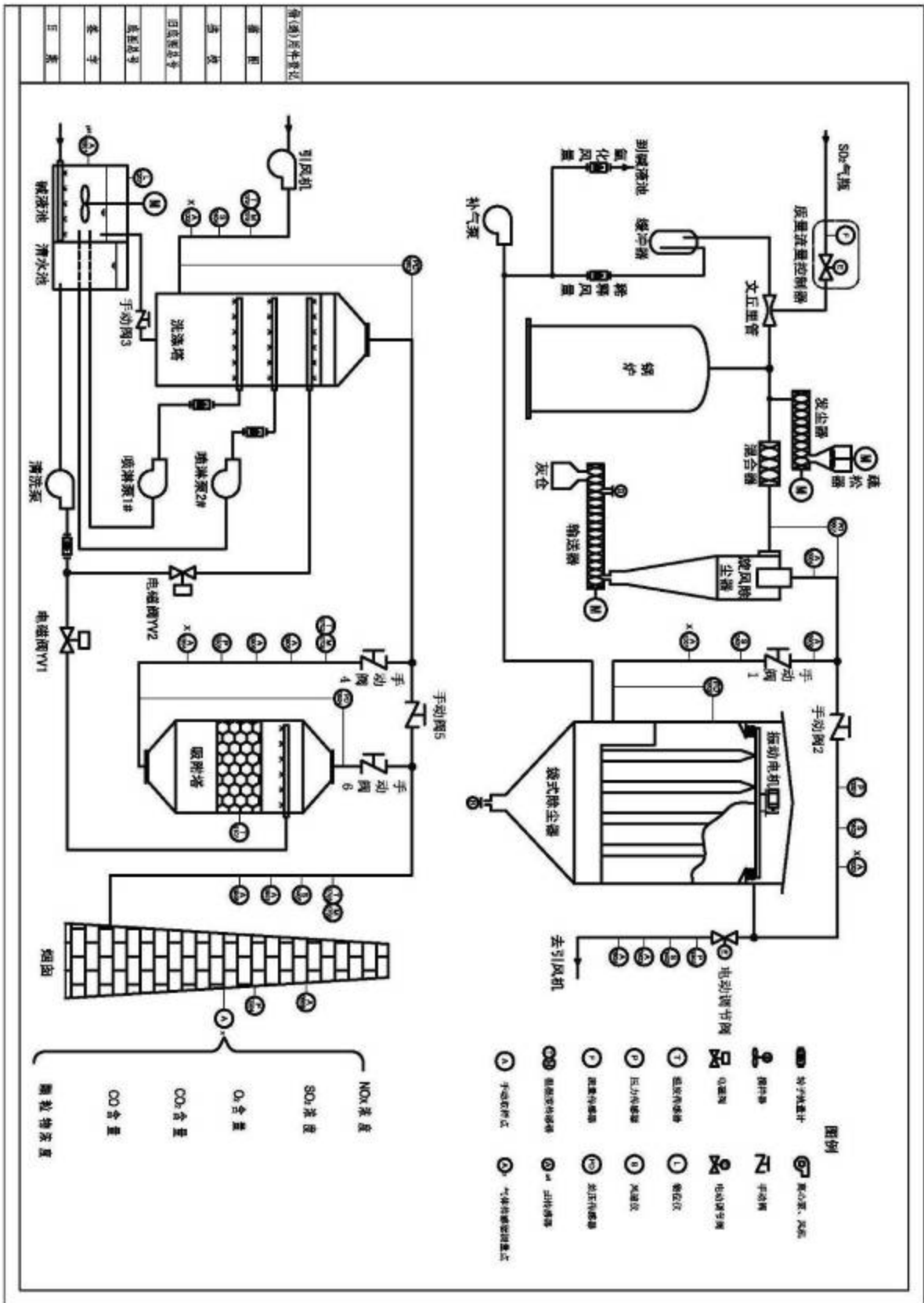


图2 赛项平台系统工艺流程图

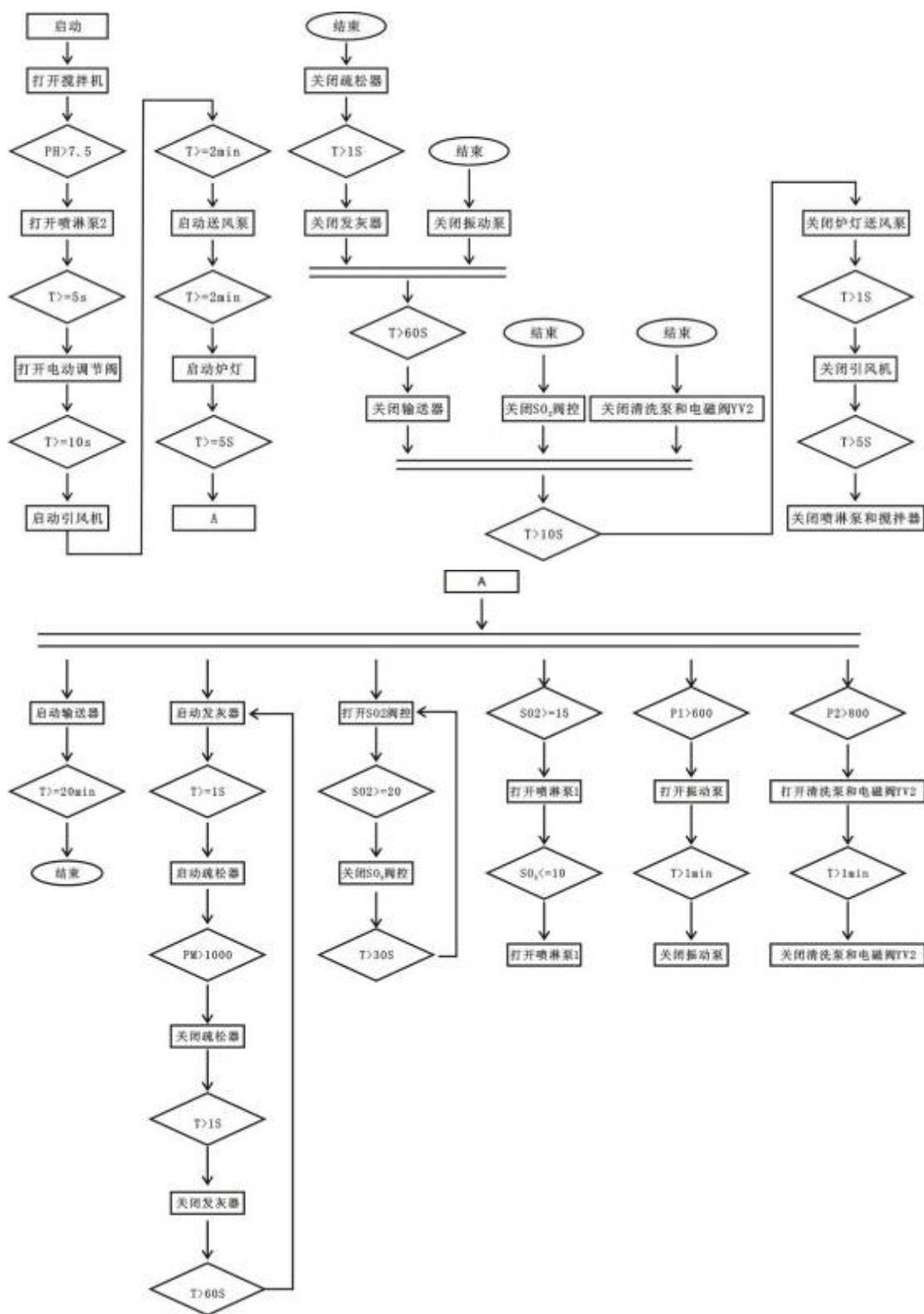


图3 赛项平台系统程序控制图

(2) 基本配置

1) 控制对象

序号	器材名称	器材规格或型号	数量	单位	备注
1	不锈钢钢架	尺寸: 2200mm×800mm×1156	1	套	

		mm 和 2200mm×800mm×956mm; 材料: 50×50mm 不锈钢管材制作; 功能: 用于反应器、动力部件的固定和摆放			
2	不锈钢碱液水箱	尺寸: 540mm×400mm×430mm; 材料: 1.5mm 不锈钢板材制作; 功能: 用于脱硫碱液的配置	1	套	
3	不锈钢清水箱	尺寸: 250mm×200mm×430mm; 材料: 1.5mm 不锈钢板材制作; 功能: 用于对碱液水箱的补给	1	套	
4	锅炉系统	尺寸: ϕ 306 mm×855mm; 材料: 304 不锈钢材质, 厚度 1.5mm; 功能: 模拟焚烧锅炉, 作为系统污染源	1	套	
5	缓冲罐	尺寸: ϕ 159 mm×405mm; 材料: 304 不锈钢材质, 厚度 1.5mm; 功能: 对 SO ₂ 气体的稀释风进行缓冲稳流, 并可做有机气体污染源发生器	1	套	
6	旋风除尘器	尺寸: ϕ 120 mm×750mm; 材料: 304 不锈钢材质, 厚度 1.5mm; 功能: 去除 10 μ m 以上的粉尘	1	套	
7	袋式除尘器	尺寸: ϕ 640 mm×460mm×1450mm; 材料: 304 不锈钢材质, 厚度 1.5mm; 功能: 可净化含微米或亚微米数量级的粉尘粒子	1	套	
8	洗涤塔	尺寸: ϕ 250 mm×1653mm; 材料: 304 不锈钢材质, 厚度 1.5mm; 功能: 用于喷淋脱硫	1	套	
9	活性炭吸附塔	尺寸: ϕ 300 mm×1618mm; 材料: 304 不锈钢材质, 厚度 1.5mm; 功能: 用于装填填料吸附烟气	1	套	
10	烟囱	尺寸: ϕ 114 mm×2100mm; 材料: 304 不锈钢材质, 厚度 1.5mm; 功能: 用于烟气的排放和尾气监测	1	套	
11	风机	双级高压离心风机, 流量: 320~560m ³ /h; 功率: 1.5kW; 供电电源: AC380V, 功能: 用于系统烟气输送	1	台	

12	水泵	供电电源: AC380V; 流量: 0~1.1 m ³ /h; 扬程: 20~30m; 功能: 用于脱硫碱液的输送	3	台	
13	电磁式空气泵	供电电源: AC220V; 功率: 520W; 最大风量: 450 L/min; 最大风压: 9kPa; 功能: 用于锅炉系统的烟气输送	1	台	
14	电动调节阀	供电电源: AC220V; 尺寸: DN50; 输入信号: 4~20mA; 功能: 用于系统管道流量的控制	1	台	
15	质量流量控制器	介质: SO ₂ ; 流量: 0~100SCCM; 输入输出信号: 4~20mA; 功能: 用于二氧化硫气体的计量控制	1	台	
16	调速电机	JSCC 系列, 供电电源: AC220V	4	台	
17	振打电机	供电电源: AC380V; 功率: 70W;	1	台	
18	面板流量计	LZM 系列转子流量计	5	个	
19	温湿度传感器	温度范围: -20~80℃; 湿度范围: 0~100%RH; 输出信号: 4~20mA	2	套	
20	铂热电阻	PT100	1	套	
21	压力传感器	测量范围: -10~10kPa; 输出信号: 4~20mA	1	套	
22	差压传感器	测量范围: 0~3kPa; 输出信号: 4~20mA	3	套	
23	粉尘传感器	供电电源: DC5V; 检测范围 0.5~10 μm; 输出信号: 串口输出	1	套	
24	二氧化硫传感器	测量范围: 0~100ppm; 输出信号: 4~20mA; 带 LCD 液晶背光显示	2	套	
25	氮氧化物传感器	测量范围: 0~100ppm; 输出信号: 4~20mA; 带 LCD 液晶背光显示	1	套	
26	一氧化碳传感器	测量范围: 0~100ppm; 输出信号: 4~20mA; 带 LCD 液晶背光显示	1	套	
27	二氧化碳传感器	测量范围: 0~5000ppm; 输出信号: 4~20mA; 带 LCD 液晶背光显示	1	套	
28	氧气传感器	测量范围: 0~30%VOL; 输出信号: 4~20mA; 带 LCD 液晶背光显示	1	套	
30	物位仪	测量范围: 0.06~1m; 输出信	1	套	

		号：4~20mA			
31	在线 pH 仪	量程：0~14；输出信号：4~20mA	1	套	
32	风速仪	测量范围：0~20m/s；输出信号：4~20mA	2	套	
33	粉尘采样器	供电电源：AC220V；采用流量：5~35L/min；定时设定：0~99分 59 秒	1	套	
34	消声器	尺寸：φ 169 mm×500mm；连接方式：法兰	1	个	

2) 电气控制柜

序号	器材名称	器材规格或型号	数量	单位	备注
1	电器控制柜	尺寸：700mm×600mm×1800mm；材料：钢板静电喷塑工艺；功能：实现与对象连接和控制以及与电脑的通讯连接编程功能	1	个	西门子
2	PLC 控制器	主机 CPUSR40	1	个	西门子
3	模拟量输出模块	EMAI04	5	个	西门子
4	模拟量输入输出模块	EMAM06	1	个	西门子
5	变频器	FR-D740-1.5K-CHT	1	个	三菱
6	漏电保护器	DZ47-63LEP-4P-16A	1	个	
7	交流接触器	220V	2	个	
8	电机调速器	SF 系列	4	个	
9	蜂鸣器	LA42SMFA-DC24V 红	1	个	
10	中间继电器	ARM 系列	21	个	
11	开关电源	HS-100-24、CL-D-150	各 1	个	
12	工作状态指示灯	黄、绿、红	15	个	
13	温度变送器	SBWZP-01 (0-200℃)	1	个	
14	触控一体机	供电电源：AC220V；规格尺寸：42 寸液晶，用于监测数据显示	1	套	

3) 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+	A01+	阀控信号 +
AI2-	排放 SO ₂ 浓度-	A01-	阀控信号 -
AI3+	排放 O ₂ 浓度+	A02+	调节信号 +
AI3-	排放 O ₂ 浓度-	A02-	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+	排放颗粒物浓度+		
AI7-	排放颗粒物浓度-		
AI8+	悬空		
AI8-	悬空		

4) 赛项平台软件

序号	类型	软件名称	备注
1	PLC 编程	STEP 7-MicroWIN SMART2.0	
2	上位机（触摸屏）	MCGS6.2 组态软件	