

(一) 工业过程控制综合实训室

1. 建设基础

我院与锦州石化公司共建的实训基地，在石油化工、化工机械、工业自动化等方面特色鲜明，成为辽西石油化工行业重要的实训和培训基地。目前拟建设的工业自动化综合控制实训室，是在原南区仪表实训室基础上建设，现有场地面积为 168m²，可使用三相交流电源 100KVA 和压缩空气为气源的装置控制。

2. 建设的必要性

国内、省内各高职院校现有的工业自动控制实训系统多数以检测系统、控制系统分别独立的系统进行实训教学，没有以 DCS 控制为主体，工艺上模拟生产装置集仪表检测、智能仪表控制、DCS 控制、PLC 安全联锁保护控制、现场总线控制、DCS 三层网络管理的综合实训室。而我校拟建的工业过程控制综合实训室，是模拟聚丙烯生产的流程工艺，利用过程综合控制、现代化的网络管理功能，适应自动化行业发展的趋势。拟建的实训室与厂家联合研发，将围绕原料的调和、配比与产品存储工艺展开，针对仪表实训的主题，分为仪表拆装实训装置、自动化仪表综合实训装置、总线控制实训装置三部分。三套实训装置可以分别采用 ECS700 控制系统总集成并监控、智能仪表控制、PLC 安全联锁保护控制。

拟建的实训室仪表拆装实训装置以工业生产中常用仪表拆装实训为特色，突出温度、压力、流量、液位仪表的选型、安装功能，开放的管路与对象设计使用户能够对仪表有更直观的认识，且能够更多的动手去对仪表选型，安装；自动化仪表综合实训装置集成了工业常用的检测仪表及执行机构，通过温度、压力、流量、液位四大参数的检测完成反应釜反应过程中经典的控制方案；现场总线控制装置部分包含先进检测仪表，仪表通讯方式选择采用 HART 总线，PROFIBUS 总线以及标准模拟信号等不同类型，DCS 控制可以采用大屏幕显示。

3. 建设思路与目标

3.1 基本思路

组织相关专业教师与企业工程技术人员根据专业人才培养方案和企业员工培训要求，共同提出对实训条件的需求，经反复讨论，结合工业控制技术的发展现状和趋势，确定建设方案。

由专业带头人或骨干教师做项目负责人，吸收专业其他教师以及企业工程技术人员共同组成项目组，首先进行项目调研，写出调研报

告，形成建设方案，在项目组内达成共识后，系内组织校企专家组进行项目论证，提出修改意见。

修改后的建设方案提交学院，由实训处负责，学院相关领导、教务处、财务处、后勤处、监察审计处、企业专家及相关专业人员共同进行院级方案论证。

经政府招标采购后，项目组成员参与设备接收及安装、调试全过程，接受设备使用培训后，进行项目验收。并按 6S 管理要求进行制度、文件的规范建设，通过学校综合验收后投入使用。

按照投资主体多元化的原则，由中国石油锦州石化公司提供实训场地，由学校、企业、中标公司三方共研共建，完成工业过程控制实训室建设。

3.2 建设目标

按照仪表具有前瞻性、实用性、先进性，控制装置具有自主研发设计理念，实现集检测仪表的选型及安装、智能控制仪表、DCS 控制、现场总线控制、P LC 安全联锁保护控制于一体的控制系统；实现集系统的联校、故障排除、参数整定、系统投运于一体的功能，没完全满足学生毕业设计的需求；实训装置在控制方案上，以单回路及串级复杂控制系统为主，以分程控制、均匀控制、选择控制、比值控制、锅炉三冲量控制等复杂为辅的控制方案；能够满足从初级工到高级工的职业技能培训和考核。

综合考虑以上因素，以现场仪表为主体，集仪表拆装、仪表检测、DCS 控制于一体的综合实训装置，满足工业自动化专业“教学做”一体化教学的要求，同时为“工学结合”人才培养模式创造条件。

4. 重点建设内容与资金预算

4.1 实训室环境改造

为满足工业过程控制综合实训室建设需要，拟对实训室进行基础设施建设。

4.1.1 实训室场地建设

场地改造是建设内容之一，学院提供的建设场地是学院西区实训基地仪电楼一层南侧，该场地现在是我院南区原有的仪表实训室，这次建设需将该实训室原有设备搬出，并对房间进行改造，以适合工业过程综合控制实训室项目的建设。原房间布置图，如图 1 所示。

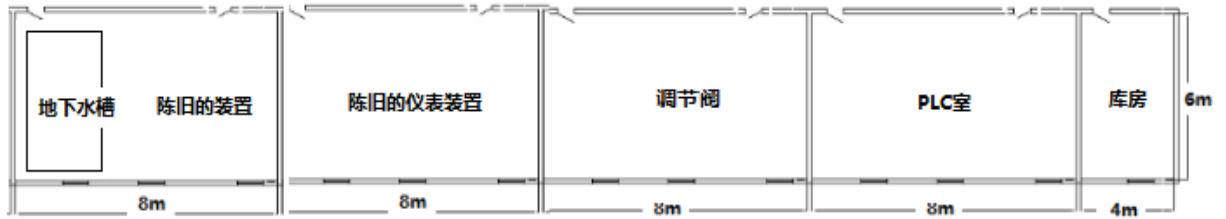


图1 房间位置图

4.1.2 实训室内空间布局

拟改造实训室改造后的布置图见图2。

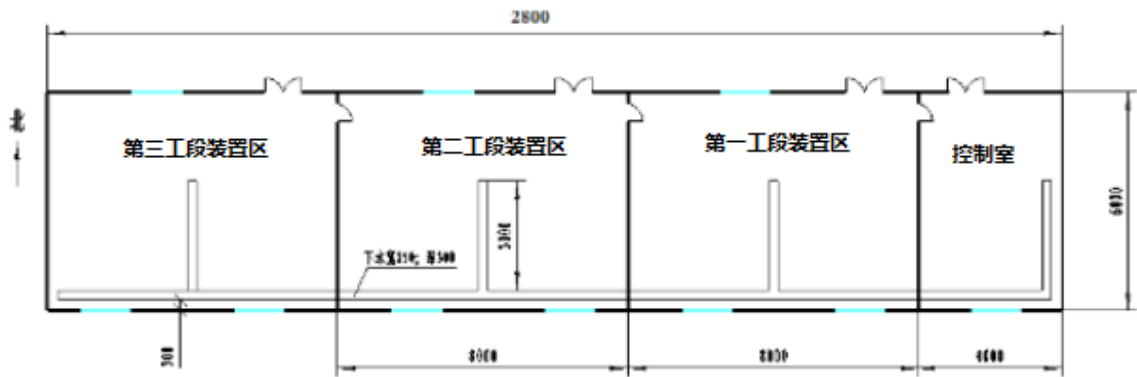


图2 改造后设备位置图

4.1.3 基础建设资金预算

表1 基础建设资金预算表

序号	项目名称	计量单位	工程量	金额(元)	
				单价	合价
1	封门、砌砖抹灰	m ²	12.00	160.00	1920.00
2	扩建门口 1300*2600	套	2.00	550.00	1100.00
	扩建门口 1500*2600	套	3.00	600.00	1800.00
	扩建窗口 1200*1800	个	4.00	240.00	960.00
3	地面地沟	米	40.00	160.00	6400.00
4	地沟粘砖	m ²	40.00	120.00	4800.00
5	原暖气主杠改入地下	m ²	40.00	160.00	6400.00
6	设备拆除	项	1.00	5000.00	5000.00
7	地下水灌改动及辅助材料	项	1.00	15000.00	15000.00
8	上下水改动	项	1.00	5000.00	5000.00
9	地沟白钢水篦子	米	40.00	220.00	8800.00
10	地面水泥自流平	m ²	240.00	45.00	10800.00
11	高抗磨自流平漆	m ²	240.00	110.00	26400.00
12	踢脚线	米	90.00	20.00	1800.00

序号	项目名称	计量单位	工程量	金额(元)	
				单价	合价
13	大白乳胶漆	m ²	950.00	25.00	23750.00
14	理石窗台板	米	20.00	190.00	3800.00
15	防火防盗门 1300*2600	樘	2.00	2000.00	4000.00
	防火防盗门 1500*2600	樘	3.00	2400.00	7200.00
	防火防盗门 950*2600	樘	2.00	1800.00	3600.00
16	塑钢窗 1200*1800*4	m ²	8.64	200.00	1728.00
17	吊顶	m ²	144.00	200.00	28000.00
18	灯具照明及开关插座	m ²	168.00	60.00	10080.00
19	设备配电总控配电箱	套	1.00	1200.00	1200.00
	设备配电分体配电箱	套	2.00	600.00	1200.00
	电缆线 VV25*4+16*1	米	120.00	60.00	7200.00
	电缆线 VV16*4+10*1	米	100.00	35.00	3500.00
20	100A 空开	套	1.00	150.00	150.00
	60A 空开	套	2.00	65.00	130.00
	20A 空开	套	6.00	45.00	270.00
21	桥架	米	50.00	60.00	3000.00
22	窗帘(遮光卷帘)	m ²	40.00	65.00	2600.00
23	垃圾清运	车	4.00	150.00	600.00
24	其他				1812.00
总计					200000.00

4.2 实训室设备购置

本建设方案以反应釜的间歇/连续反应为核心控制单元，联系上游原料与催化剂的配比，以及产品的存储为背景，设计成贴近工厂工艺的对象设备，同时结合大型 PLC 控制系统，大型分布式控制系统，建设具备化工仪表教学、自动控制教学、智能仪表及先进控制教学、初级工到高级工的职业技能检定实训等多种功能的综合实验室。

系统参考流程图如图 3

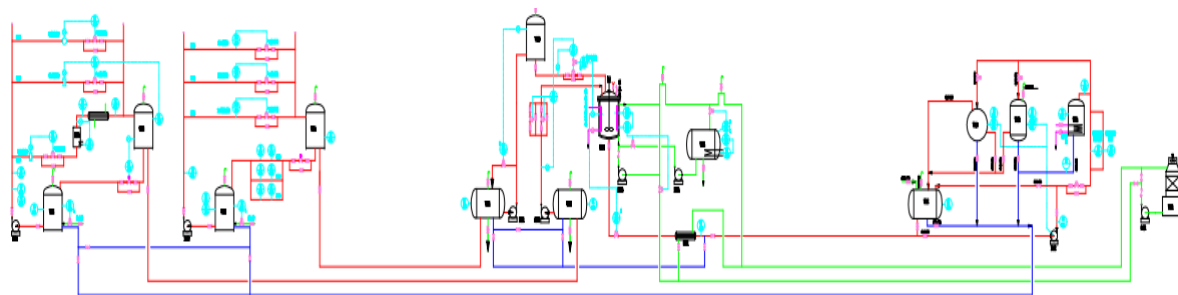


图 3 系统参考流程图

从左到右依次为原料配比工段、反应釜反应工段、产品存储工段

以及公用工程部分（蒸汽系统和冷水塔循环系统）。

4.2.1 原料配比工段实验工段

工段一见图 4，原料储罐 V101 与原料中间罐 V102 对原料进行初步调和。LZ102 联锁控制进料量不超过装置容量。原料泵 P101 向中间储罐 V102 输送原料，三路流量管路分为 FC102 控制回路，FIC103 控制回路，FIC104 控制回路，并经由预热器预热。中间储罐 V102 液位采用均匀串级控制系统，不仅能保证液位的控制指标，又能保证向原料储罐输送的流量稳定。剩余原料经过换热器 E102 冷却后回到原料储罐 V101 继续使用。

催化剂线管路配置基本与原料线相同。

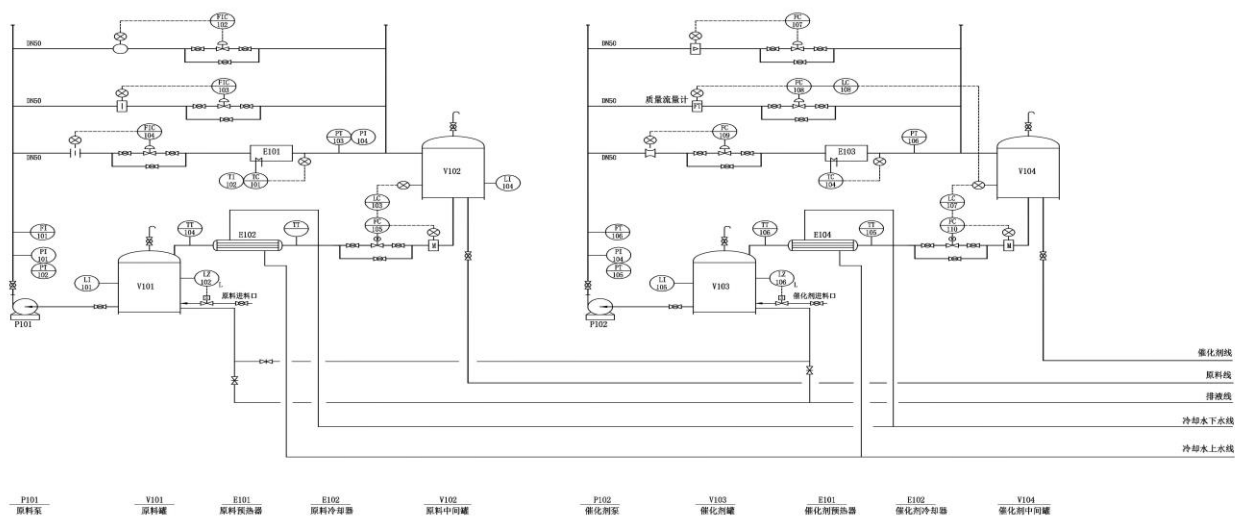


图 4 原料配比工段实验工段流程图

4.2.2 反应釜综合反应实验工段

工段二见图 5，V201 催化剂缓冲罐通过 P201 催化剂加入泵将催化剂打入催化剂高位罐中，由催化剂高位罐向反应釜中添加催化剂；另一路 V202 原料缓冲罐则通过 P202 原料加入泵直接向反应釜打入原料。

反应釜内通过引入蒸汽盘管模拟反应釜反应是产生的放热过程，通过反应釜温度与反应釜夹套温度的串级控制来控制反应釜内温度。反应釜夹套通过 P203 循环水泵进行夹套的水循环，同时热水罐 V204 通过 P204 热水泵对反应釜反应时的吸放热过程进行模拟。反应釜的产品出料经过换热器 E201 冷却后再进入下游产品仓储工段进行存储。

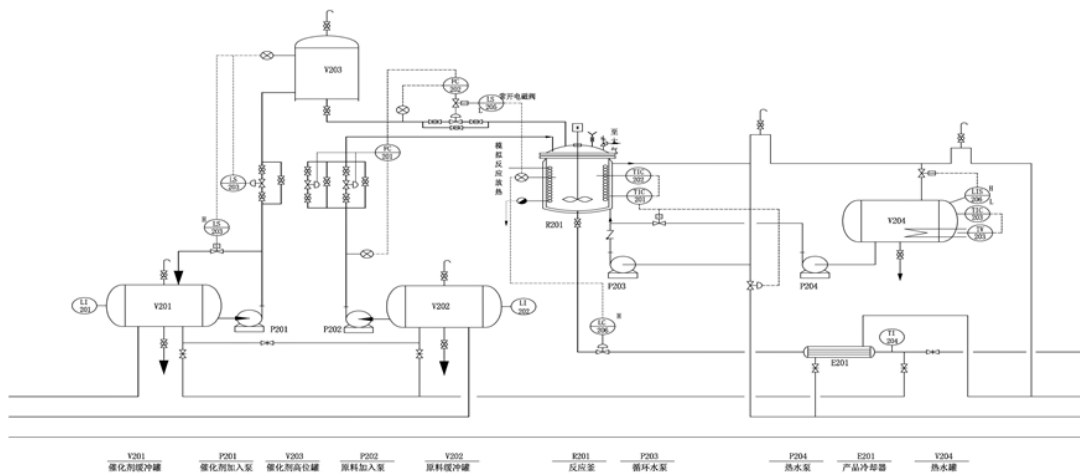


图 5 反应釜综合反应实验工段流程图

4.2.3 产品存储输送实验工段

工段三见图 6，产品缓冲罐 V301 将上游输送过来的产品通过产品泵 P301 输送给后续的储罐进行保存。球形储罐 V302 与立式储罐 V303 用于存储一般产品，其分别搭载智能型差压式液位计（HART）与智能型压力式液位计（PROFIBUS），保温储罐 V304 用于存储一些容易发生凝结的产品，引入蒸汽管道控制保温储罐的温度，通过三支压力变送器组成的三取中系统，准确测量保温罐液位。

工艺管路以标准 DN50 不锈钢为主，工艺设备采用标准或自制设备，仪表选型方面均采用工业场合常用的仪器仪表，如智能压力变送器、智能差压变送器、智能浮筒式液位计、超声波液位计、孔板流量计、质量流量计、涡街流量计、涡轮流量计、电磁流量计、超声波流量计、靶式流量计、铂热电阻、热电偶等；执行机构多采用气动调节阀，配置多种种类，如单座、双座、套筒式调节阀。此外，实验室配置若干智能变送器，包括 HART 总线仪表、PROFIBUS 总线仪表等现场总线仪表，并将这些仪表组成控制回路应用于实验室设备工艺流程中。

控制系统部分采用 ECS700 控制系统集中控制的方式，将三个工段的所有控制回路的检测信号及控制信号集中采集到 ECS700 系统中，并进行统一监控运行。同时，每个工段的装置又能进行独立运行，使用 S7-300PLC 作为独立运行的控制系统。

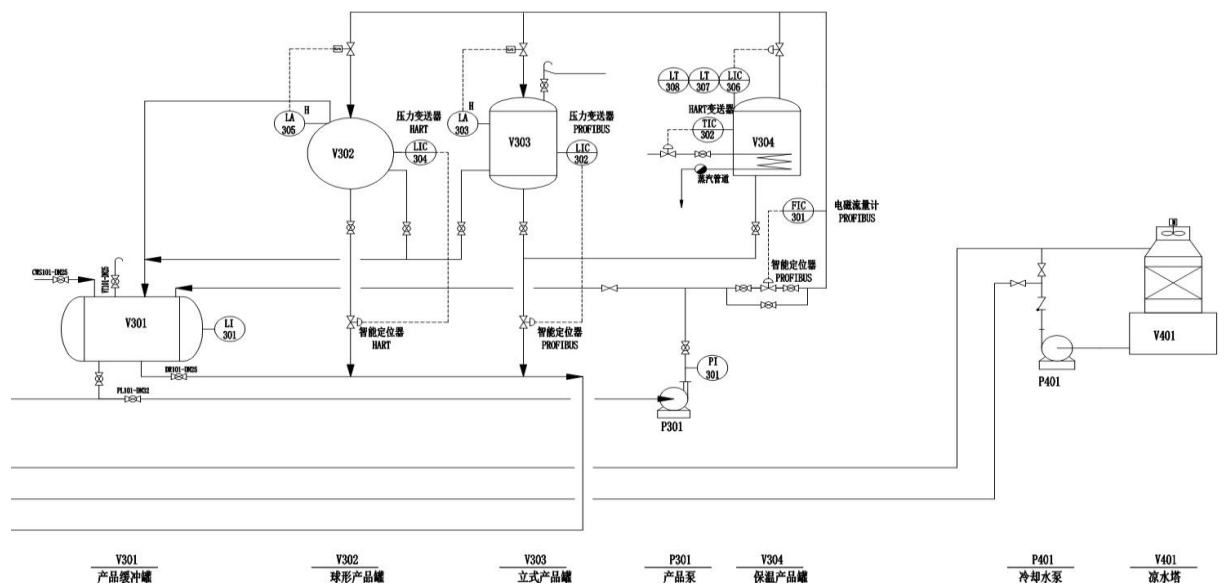


图 6 产品存储输送实验工段流程图

4.3 实训项目

4.3.1 现场仪表

智能压力变送器的认识及使用、智能差压变送器的认识及使用、智能浮筒的认识及使用、孔板流量计的认识及使用、质量流量计的认识及使用、涡轮流量计的认识及使用、涡街流量计的认识及使用、超声波液位计的认识及使用、电磁流量计的认识及使用、靶式流量计的认识及使用、铂热电阻的认识及使用、热电偶的安装及使用、气动阀的认识及使用、电动调节阀的认识及使用、雷达液位计（HART）的认识及使用、温度变送器（HART）的认识及使用、电磁流量计（PROFIBUS）的认识及使用、压力变送器（PROFIBUS）的认识及使用、气动调节阀（HART）的认识及使用、气动调节阀（PROFIBUS）的认识及使用。

4.3.2 仪表拆装

智能压力变送器的安装及调校、智能差压变送器的安装及调校、智能浮筒的安装及调校、孔板流量计的安装及调校、流量计的拆装及直管段配置、压力仪表的安装、测温元件的安装、调节阀的拆装（带智能定位器）。

4.3.3 控制系统（ECS700 控制装置部分资金由学院自筹）

流量单回路控制实验、液位均匀控制实验、温度单回路控制实验、液位联锁控制实验

液位定值控制实验、流量比值控制实验、液位联锁开关选择控制实验、反应釜内胆-夹套温度串级控制实验、调节阀分程控制实验、温度定值控制实验、反应釜聚合反应操作实验、流量定制控制实验

(PROFIBUS)、液位定制控制实验 (PROFIBUS)、液位定制控制实验 (HART)、温度定制控制实验 (HART)、液位检测三取中实验。

4.3.4 总线仪表

PROFIBUS 总线仪表参数设置实训、HART 总线仪表参数设置实训。

4.3.5 其他

仪表接线实训、故障排除实训。

4.4 建设内容资金预算及工作计划

工业过程控制综合实训室建设主要包括现场仪表及工艺设备、ECS 及 PLC 控制设备，其中现场仪表及工艺设备建设资金预算如下。

4.4.1 原料配比工段资金预算 (见表 2)

表 2 原料配比工段建设资金预算表

序号	名称	功能	数量	参考价格 (万元)
1	整体框架	不锈钢框架	2	7
2	立式储罐	不锈钢储罐	4	4.8
3	水泵	离心泵 MS 系列	2	0.22
4	磁浮子液位计	LZB 系列	1	0.08
5	浮球液位开关	常开	1	0.06
6	压力变送器	EJA110A 电容式压力变送器 HART 信号	1	0.6
7	差压变送器	EJA110A 电容式差压变送器 HART 信号	1	0.6
8	孔板流量计	配套三阀组及相关阀门 配套差压变	1	0.62
9	质量流量计	科里奥利质量流量计	1	4.2
10	电磁流量计	SF10ED	1	0.60
		HART 信号		
11	涡轮流量计	LWGY-AI	1	0.60
		HART 信号		
12	涡街流量计	VF100	1	0.80
		HART 信号		
13	靶式流量计	LB-MK	1	0.8
		HART 信号		
14	玻璃转子流量计	LZB 系列	2	0.18
15	铂电阻	WZP270	4	0.026
		SBWZ-PT100 温度变送器	4	0.06
16	热电偶	分度号 T	2	0.04
		SBWR-T	2	0.044
		温度变送器		

序号	名称	功能	数量	参考价格 (万元)
17	双金属温度计	WSS-301	2	0.02
19	压力表	Y100	4	0.05
20	压力变送器	EJA110A 电容式压力变送器 HART 信号	4	2.2
21	电动调节阀	QSTP-16K	2	0.3
22	电动关断阀		2	0.6
22	气动调节阀	HCB	6	3.5
23	电气附件		一批	4
24	管路及阀门		一批	5
合计	37			

4.4.2 反应釜综合反应工段资金预算（见表3）

表3 反应釜综合反应工段建设资金预算表

序号	名称	功能	数量	参考价格 (万元)
1	框架	不锈钢整体框架	1	3.5
2	原料罐	不锈钢卧式储槽	1	1.2
3	催化剂罐	不锈钢卧式储槽	1	1.2
4	催化剂高位罐	不锈钢立式储槽	1	1.5
5	反应釜	不锈钢反应釜，含夹套	1	2.5
6	热水槽	不锈钢卧式储槽，内装电加热器	1	1.2
7	换热器	不锈钢外壳内装盘管	1	0.8
8	压力变送器	EJA110A 电容式压力变送器 HART	1	0.5
9	超声波液位计	测量范围 1m	1	0.40
		HART 信号		
10	差压变送器	EJA110A 电容式差压变送器 HART	1	0.5
11	孔板流量计	配套三阀组及相关阀门 配套差压	2	1.30
		HART 信号		
10	铂电阻	WZP270	2	0.04
		SBWZ-PT100	2	0.04
		温度变送器		
	热电偶	T 热电偶	1	0.02
		SBWR-T	1	0.02
		温度变送器		
11	电磁阀	2W 系列	2	0.02
12	压力表	Y100	5	0.06

序号	名称	功能	数量	参考价格 (万元)
13	气动调节阀	HCB	5	3
14	电气附件		一批	4
15	管路及阀门		一批	5
16	搅拌电机		一套	0.2
合计			27	

4.4.3 产品存储输送工段资金预算（见表4）

表4 产品存储输送工段建设资金预算表

序号	名称	功能	数量	参考价格 (万元)
1	框架	不锈钢整体框架	1	3.5
2	储水槽	不锈钢卧式储水槽	1	1.2
3	球形储罐	不锈钢球形水罐	1	2
4	立式储罐	不锈钢立式储罐	1	1.5
5	保温水罐	不锈钢热水槽	1	1.5
6	导波雷达液位计 (HART)	测量范围: 1M	1	1.5
7	温度变送器 (HART)	测量范围 0-100 摄氏度	1	0.2
8	气动调节阀 (HART)	GYL 系列	2	2
9	电磁流量计 (PROFIBUS)	总线电磁流量计	1	2
10	压力变送器 (PROFIBUS)	总线压力变送器	1	1.3
11	气动调节阀 (PROFIBUS)	GYL 系列	2	2.6
12	气动调节阀	GYL 系列	1	0.72
13	铂热电阻	PT100	1	0.01
14	压力变送器	EJA110A 电容式压力变送器 HART	3	1.5
15	不锈钢双色液位计	600mm	1	0.5
16	磁浮子液位计	LZB 系列	3	0.25
17	温度变送器	SWZB PT100	1	0.01
18	气动调节阀	HCB 系列	1	1.7
19	电气附件		一批	4
20	管路及阀门		一批	5
21	端子配电箱		1	1.5
22	压力表	Y100	1	0.01
23	浮筒式液位计		1	0.5
合计			35	

4.4.4 公用部分资金预算（见表5）

表 5 公用部分建设资金预算表

序号	名称	功能	数量	参考价格 (万元)
1	蒸汽发生器系统	380VAC	1	4.5
		10KW		
		包含蒸汽管道及阀门		
2	凉水塔	380VAC	1	3.5
		包含水循环管路及阀门		
3	UPS 系统		1	3
合计	11			

4.4.5 工业过程控制综合实训室总体投入资金预算（见表 6）

表 6 工业过程控制综合实训室总体投入资金预算表

序号	建设任务	负责人	完成期限	资金来源	预算 (万元)
1	实训室环境改造	李忠明	2016.12.1	省财政	20
2	原料配比工段	李忠明	2017.5.1	省财政	37
3	反应釜综合反应工段	李忠明	2017.5.1	省财政	27
4	产品存储输送工段	李忠明	2017.5.1	省财政	35
5	公用工程	李忠明	2017.5.1	省财政	11
合计					130