

# 2020 年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&E4: 化工分离与节能技术

#### 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“化工分离与节能技术”为应用背景，要求充分利用赛项平台的硬件和软件资源，自主设计一个具有化工分离工程应用价值或具有化工分离技术教学实验/实训使用价值的系统。通过创新设计、创新研发和现场实施，考察参赛选手的创新设计能力和实际应用能力。

#### 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

近年来，随着能源、环保、新材料、生物制药等过程中高纯物质提取等工艺的发展，分离技术越来越受到人们的重视。任何化工生产过程，无论是石油炼制，还是生物制品的精制、纳米材料的制备等都离不开化工分离技术。现代分离科学中，对于复杂体系样品的分离分析十分困难，不仅要求结合多种分离方法，还要对提供的各种数据、信息进行综合分析才能得到样品中各组分的结构和组份信息。因此，传质分离过程成为了学者争相研究的课题。

分离过程是耗能过程，设备数量多、规模大，在化工厂的设备投资和操作费用中占着很高的比例，对过程的技术经济指标起着重要的作用。因此设计时，要求选择高效低耗的分离技术。随着环保要求的不断提高，三废处理和综合利用对分离技术提出了很多特殊的要求。伴随着新产品的不断出现，对分离技术的要求也越来越高。另外，伴随着自动化技术的发展，采用工业过程自动化技术对于提高企业的效益和性能也较为有效，可较好的节能减排、安全生产、延长设备使用寿命和降低制造成本，从而更好地为客户提供服务。总之，化工分离与节能技术也是在不断地朝着多样性和复杂性的方向发展。

本赛项以“THXMR-1型高级多功能精馏实践平台”为应用对象，利用该赛项平台的水冷系统、抽真空系统、板式塔、填料塔、换热器、可编程控制器、人机界面及物联网系统等设备资源，结合石油、化工、化肥、制药、环境保护等行业中精馏技术的特点，开展精馏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，锻炼教师化工分离、自动化控制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的教师队伍。

#### 2. 赛项平台

本装置根据石油、化工、化肥、制药、环境保护等行业中精馏技术的特点，采用工程系统设计的对象模型，该对象模型包含精馏系统、冷却水系统、控制系统，并采用开放式、模块化设计，强化使用者对精馏系统的设备安装、电气接线、编程控制、运行与

调试、故障诊断与维护等工程应用能力的培养，且可供教师研究开发新型高效传质元件、开发新型节能技术，涉及化工工程、化工分离、化工生产，化工分析、自动化控制等多种技术的综合应用，适合化学工程与工艺、制药工程、生物工程、资源循环科学与工程、能源与环境系统工程、环境工程、过程装备与控制工程、电气工程及其自动化、自动化等相关专业类的实验教学与工程设计，以及科研创新。

### (1) 平台结构

本赛项平台包括控制系统、冷却水系统和精馏系统，赛项平台如图 1 所示。



图 1 赛项平台

1) 水冷系统：安装有低温冷却水循环器、冷却水供水泵、涡轮流量计等器件，其中供水泵使用变频器自动控制。

2) 抽真空系统：安装有真空泵、气液分离器、真空度传感器、电动调节阀等器件，其中管路压力可使用电动调节阀自动调节。

3) 筛板塔精馏系统：安装有筛板塔、原料罐、塔釜、原料预热器、塔顶冷凝器、回流罐、产品罐、残液罐、物料泵、不锈钢管路、阀门及温度、液位、压力测量仪表等器件，其中再沸器温度、进料温度、回流温度、进料量、回流比均可自动调节。

4) 填料塔精馏系统：安装有填料塔、原料罐、再沸器、原料预热器、塔顶冷凝器、回流罐、产品罐、残液罐、不锈钢管路、阀门及温度、液位、压力测量仪表等器件，其中再沸器温度、进料温度、回流温度、进料量、回流比均可自动调节。塔段间连接设计为快装结构，方便教师更换填料，研发新型高效传质元件，节能减排。

5) 监控柜系统：安装有 PLC、变频器、电量监测仪、塑壳断路器、接触器等器件，前门板上装有触摸屏、急停按钮等器件，通过编程组态，可完成对装置的控制。

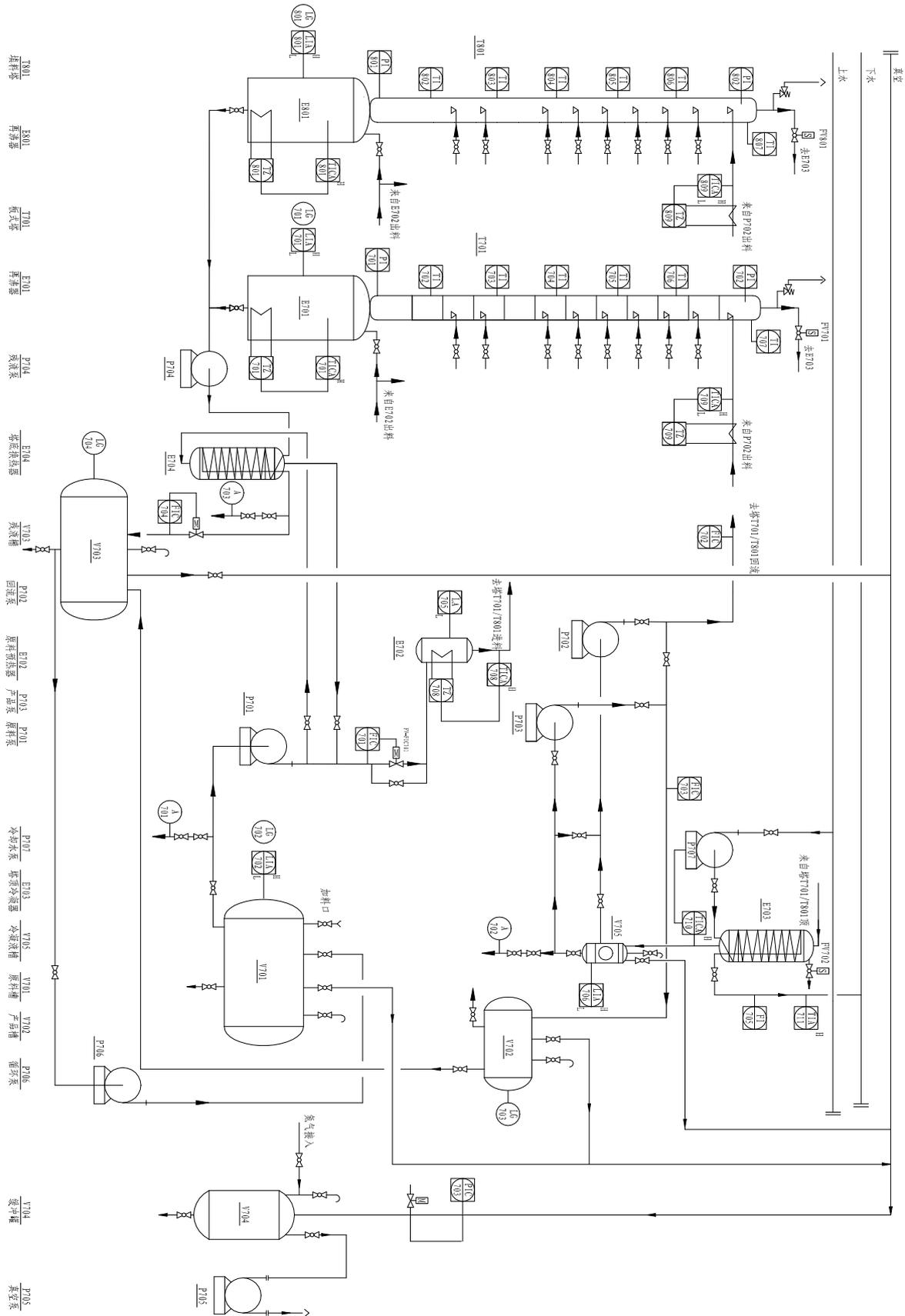


图 2 赛项平台工艺流程图

(2) 主要配置规格说明

## 1) 实验平台

序号	类别	器件、规格	数量	备注
1	水冷系统	框架	尺寸：850mm×800mm×1600mm，底框采用槽钢，顶部铺设扁豆型花纹钢板，表面喷涂深蓝色油漆，底部安装有福马轮，既可固定支撑，又可滚轮，调节高度简便，固定架采用 304 不锈钢方管焊接。	1 套
2		低温冷水器	水箱容积 24L，功率 2kW，外形尺寸：550mm×503mm×972mm	1 台
3		冷却水供水泵	变频水泵，AC380V，功率：0.18kW，扬程：8m，流量：30L/min	1 台
4		涡轮流量计	测量范围：200~1200L/h，输出信号：4~20mA	1 台
5		信号转接箱	接线端子，冷水泵及测量仪表通过工业航空插头/插座与信号转接箱相连	1 套
6	抽真空系统	真空泵	AC220V，功率：0.37kW，极限压力：3Pa，抽气速率：3L/S，外形尺寸：320mm×135mm×250mm	1 台
7		气液分离器	304 不锈钢材质，尺寸：Φ114 mm×200mm	1 台
8		真空度传感器	测量范围：-100kPa~0，输出信号：4~20mA。	1 台
9		真空微调阀	GW-J200-T	1 台
10	精馏系统	筛板塔	304 不锈钢材质，尺寸：Φ76mm×1600mm，11 块塔板，配玻璃视盅，设有 304 不锈钢保温壳，塔内径 D=70mm，塔板数 N=11 块，板间距 H <sub>T</sub> =130mm。加料板位置可自由选定。降液管采用圆形，堰长 60mm，堰高 12mm。降液管底隙 10mm。筛孔直径 d <sub>0</sub> =1.5mm，正三角形排列，孔间距 t=5mm，开孔数为 79 个。	1 台
11		填料塔	304 不锈钢材质，尺寸：Φ76mm×1600mm，散装不锈钢 θ 环填料，Φ4mm×4mm，配玻璃视盅，设有不锈钢保温壳，塔结构采用填料塔模式，塔段间连接设计为快装结构，方便教师更换塔内件，研发新型高效传质元件，降低能耗。	1 台
12		塔釜	304 不锈钢材质，尺寸：Φ200mm×350mm，外层设有 304 不锈钢保温层，内置电加热器，加热功率 3×1kW，功率连续可调，容积为 10L。装有温度、压力、液位检测仪表，防干烧。	2 台
13		原料罐	304 不锈钢材质，尺寸：Φ273mm×500mm，	1 台

			容积为 27L, 装有玻璃液位计及液位检测仪表。		
14		产品罐	304 不锈钢材质, 尺寸: $\Phi 200\text{mm} \times 350\text{mm}$ , 容积为 10L, 装有玻璃液位计及液位检测仪表。	1 台	
15		残液罐	304 不锈钢材质, 尺寸: $\Phi 273\text{mm} \times 400\text{mm}$ , 容积为 20L, 装有玻璃液位计及液位检测仪表。	1 台	
16		回流罐	玻璃视窗结构, 玻璃管尺寸: $\Phi 80\text{mm}$ (外) $\times 150\text{mm}$ , 壁厚 5mm, 容积为 0.6L, 装有液位检测仪表。	1 台	
17		辅料罐	304 不锈钢材质, 尺寸: $\Phi 200\text{mm} \times 450\text{mm}$ , 容积为 12L, 装有玻璃液位计及液位检测仪表。可作为辅助加料罐或侧线出料储罐。	1 台	
18		原料加热器	304 不锈钢材质, 尺寸: $\Phi 76\text{mm} \times 200\text{mm}$ ; 内置电加热器, 加热功率 1kW, 功率连续可调。装有温度、液位检测仪表, 防干烧。	1 台	
19		塔顶冷凝器	外壳 304 不锈钢材质, 尺寸: $\Phi 114\text{mm} \times 400\text{mm}$	1 台	
20		塔底换热器	外壳 304 不锈钢材质, 尺寸: $\Phi 89\text{mm} \times 300\text{mm}$	1 台	
21		物料泵	AC220V; 功率: 15W; 扬程: 4m; 流量: 7L/min	3 台	
22		电磁泵	AC220V; 功率: 20W; 压力: 2Bar; 流量: 11L/h	2 台	
23		液位传感器	测量范围: 0~1000mm, 输出信号: 4~20mA。	7 台	
24		压力传感器	测量范围: -100~100kPa, 输出信号: 4~20mA	2 台	
25		流量传感器	测量范围: 0~15L/h, 输出信号: 4~20mA	4 台	
26		温度传感器	测量范围: 0~150°C, 分度号: Pt100	18 台	
27		电动调节阀	DN15	2 台	
28		其它	阀门、不锈钢管接头、不锈钢管道等	1 套	
29	监控柜	监控柜	钢制喷塑材质, 尺寸: $800\text{mm} \times 800\text{mm} \times 1800\text{mm}$ , 前门设有玻璃视窗, 即可观察到监控柜内部器件, 又可防灰	1 台	
30		PLC 主机	西门子: S7-1200	1 台	
31		模拟量输入模块	西门子: SM1231, 8AI	3 台	
32		模拟量输出模块	西门子: SM1231, 4AO	2 台	
33		变频器	西门子: G120C, 三相 380V, 0.55kW, 带 BOP 面板	1 台	
34		工业触摸屏	西门子: TP1200, 12"	1 台	
35		全隔离	三相 AC380V, 15A, 支持 4-20mA、0-5VDC、	6 台	

		调压模块	0-10VDC、1-5VDC、0-10mA 等输入自动控制模式，也可用手动控制。输入调节范围宽，输出调节精度高，三相对称性好，抗干扰能力强		
36		编程/通讯 电缆		1 套	
37		其它	塑壳断路器/漏电保护器、接触器、线缆等。	1 套	
38	组份分析		比重计	1 套	

## 2) 赛项平台软件

序号	类型	软件名称	备注
1	PLC 编程	TIA V15	
2	上位机（触摸屏）	TIA V15	
3	上位机（工控机）	TIA V15	