

化工精馏安全控制

职业技能等级标准

(2021年1.0版)

北京化育求贤教育科技有限公司 制定

2021年2月 发布

目 次

前言	1
1 范围	2
2 规范性引用文件	2
3 术语和定义	2
4 适用院校专业	4
5 面向职业岗位（群）	4
6 职业技能要求	5
参考文献	12

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本标准起草单位：北京化育求贤教育科技有限公司、中国化工教育协会、宁波职业技术学院、全国石油和化工职业教育教学指导委员会。

本标准主要起草人：郝长江、任耀生、于红军、辛晓、彭振博、李爱元、史海波、李浩、鲁闯、梅宇焯、李艳东、孙士铸、樊友峰、张成林。

声明：本标准的知识产权归属于北京化育求贤教育科技有限公司，未经北京化育求贤教育科技有限公司同意，不得印刷、销售。

1 范围

本标准规定了化工精馏安全控制职业技能等级对应的工作领域、工作任务及职业技能要求。

本标准适用于化工精馏安全控制职业技能培训、考核与评价，相关用人单位的人员聘用、培训与考核可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

HG/T 20511-2014 信号报警及联锁系统设计规范

HG 30017-2013 生产区域设备检修作业安全规范

HG 30011-2013 生产区域受限空间作业安全规范

HG/T 30018-2013 化工电气安全工作规程

HG/T 20570.2-1995 安全阀的设置和选用

HG/T 20570.1-1995 设备和管道系统设计压力和设计温度的确定

HG 20515-1992 仪表隔离和吹洗设计规定

HGJ 231-1991 化学工业大、中型装置试车工作规范

GB 30871-2014 化学品生产单位特殊作业安全规范

HG/T 23001-1992 化工企业安全管理工作标准

HGJ 232-1992 化学工业大、中型装置生产准备工作规范

HG 20559-1993 管道仪表流程图设计规定

HG 20571-1995 化工企业安全卫生设计规定

3 术语和定义

国家、行业标准界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1 精馏 rectification

最常用的一种蒸馏方法。在一座蒸馏塔内同时进行多次部分汽化与部分冷凝以分离液体混合物中的组分。

3.2 回流比 reflux ratio

回流液与馏出液之比。

[GB/T 17280-2017, 定义 3.10]

3.3 精馏塔 rectification column

精馏塔（又称蒸馏塔）通过蒸馏将低浓度酒精或酒汽蒸馏到符合要求的高浓度酒精，同时，在塔中部排出杂醇油等中等沸点杂质，在塔的顶部排出低沸点杂质。有板式塔与填料塔两种主要类型。根据操作方式又可分为连续精馏与间歇精馏。

[QB/T4170-2011, 定义 3.3]

3.4 萃取精馏 extractive distillation

通过在沸点很接近或是能生成共沸物的混合物中加入萃取剂，改变原混合物的蒸气压或破坏所形成的共沸物，增大关键组分之间的相对挥发度，使混合物容易分离的方法。

3.5 恒沸精馏 azeotropic distillation

通过在恒沸点混合物或组分挥发度相近混合物中加入第三组分，形成与原混合物中的一个或几个组分的沸点相差较大的新恒沸点混合物，使混合物容易分离的方法。

3.6 反应精馏 reactive distillation

在精馏塔中，在进行反应的同时用精馏方法分离出产物的过程。用精馏促进反应，通过精馏不断移走反应的生成物，以提高反应转化率和收率。

3.7 全回流 total reflux

精馏操作中，若塔顶上升汽相经冷凝后全部回流至塔内，则这种操作方式称为全回流。

3.8 物料衡算 mass balance calculation

以质量守恒定律为基础对进出系统的物料进行的平衡计算。

3.9 集散控制系统 distributed control system (DCS)

利用计算机技术对生产过程进行分散控制、集中监控、操作、管理的系统。

3.10 安全阀 safety valve

由弹簧作用或由导阀控制的安全阀。当入口处静压超过设定压力时，阀瓣上升以泄放被保护系统的超压，当压力降至回座压力时，可自动关闭的安全泄放阀。

[HG/T 20570.2-1995，定义 2.0.1]

4 适用院校专业

中等职业学校：化学工艺、石油炼制、精细化工、生物化工、化工仪表及自动化、化工机械与设备等专业。

高等职业学校：应用化工技术、石油化工技术、石油炼制技术、精细化工技术、煤化工技术、海洋化工技术、高分子合成技术、化工自动化技术、化工装备技术、工业分析技术、药品生物技术、药品生产技术、化学制药技术、中药生产与加工、香料香精工艺、化妆品技术等专业。

应用型本科学校：化学工程与工艺、制药工程、轻化工程、能源化学工程、化学工程与工业生物工程、高分子材料与工程、生物制药、资源循环科学与工程、应用化学、化工安全工程等专业。

5 面向职业岗位（群）

主要面向化工、炼油、制药、轻工、食品、环保等行业企业的生产操作、工

艺运行与控制、生产管理等岗位，按照精馏的工艺操作规程，完成精馏系统的开车、运行、停车和设备维护等工作的人员。

6 职业技能要求

6.1 职业技能等级划分

化工精馏安全控制职业技能等级分为三个等级：初级、中级、高级，三个级别依次递进，高级别涵盖低级别职业技能要求。

【化工精馏安全控制】（初级）：根据常压精馏工艺操作规程，能完成个人安全防护、工艺文件识读、常压精馏系统开车、工艺参数调节、停车、常见故障判断及处理、设备的简单维护。

【化工精馏安全控制】（中级）：能做好安全防护与检查、精馏系统开车、工艺参数调节、停车、常见故障判断及处理、设备的一般维护。能与上下工序和其他岗位联系和协调。能完成普通精馏（含加压精馏和减压精馏）的开车、运行和停车操作。

【化工精馏安全控制】（高级）：能指导班组做好安全防护、工艺文件准备，组织班组完成精馏开车、工艺参数调节、停车、重大故障判断及处理。能参与编写精馏工段开、停车操作规程，能提出建设性意见和整改方案。能完成萃取精馏、恒沸精馏、反应精馏等特殊精馏开车、运行和停车操作。

6.2 职业技能等级要求描述

表 1 化工精馏安全控制职业技能等级要求（初级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1.精馏系统开车	1.1 安全操作准备	1.1.1 能识读化学品安全技术说明书。 1.1.2 能正确佩戴和使用劳动防护用品。 1.1.3 能识记操作现场的安全警示标志。 1.1.4 能应急处置化学灼伤、物击伤害。 1.1.5 能使用移动式消防器材扑救初期火灾。
	1.2 工艺文件准备	1.2.1 能看懂工艺流程图，能绘制工艺流程示意图。

	备	<p>1.2.2 能识读精馏塔、泵、压缩机等设备结构简图。</p> <p>1.2.3 能识读工艺技术规程、安全技术规程和操作规程。</p> <p>1.2.4 能识读仪表、电器、计量器具等说明书。</p>
	1.3 系统设备检查	<p>1.3.1 能检查常压精馏塔、冷却器、管道、阀门等是否有泄漏、堵塞；</p> <p>1.3.2 能检查确认泵、风机等运转设备的运行状态。</p> <p>1.3.3 能确认阀门阀位状态，能正确设置阀门开关状态。</p> <p>1.3.4 能确认电器设备带电指示信号正常。</p> <p>1.3.5 能确认有毒气体、可燃气体报警仪处于投用状态。</p> <p>1.3.6 能确认消防设施处于备用状态。</p>
	1.4 系统仪表检查	<p>1.4.1 能检查自动控制仪表、现场测控仪表。</p> <p>1.4.2 能确认自动仪表信号、只读仪表指示是否准确。</p> <p>1.4.3 能检查传感器。</p> <p>1.4.4 能检查自动调节阀门和屏蔽系统。</p>
	1.5 精馏系统启动	<p>1.5.1 能操作精馏相关设备(原料泵、精馏塔、加热系统、冷凝系统等)。</p> <p>1.5.2 能引入循环水、蒸气。</p> <p>1.5.3 能向塔内进料，能查看原料上料情况，确定原料泵压力、流量。</p> <p>1.5.4 能控制原料入塔流量、温度、压力、液位，建立全回流。</p>
2.精馏系统正常运行	2.1 精馏系统仪表调节	<p>2.1.1 能通过自动或手动方式控制调节塔温度、压力、液位等。</p> <p>2.1.2 能通过调节流量，控制回流比和塔顶、塔釜出料。</p> <p>2.1.3 能根据常压精馏工艺要求对仪表的工艺参数进行调节设定。</p> <p>2.1.4 能根据常压精馏要求调节自动控制仪表调节泵出口流量、进塔流量、液位。</p>
	2.2 精馏系统工艺参数调节	<p>2.2.1 能通过集散控制系统调节工艺参数。</p> <p>2.2.2 能通过现场调节阀调节塔设备、运转设备。</p> <p>2.2.3 能根据工艺要求控制预热器、再沸器的温度。</p> <p>2.2.3 能根据工艺要求调节进料量、回流量和采出量。</p>
	2.3 精馏系统工艺指标调节	<p>2.3.1 能通过调节加热炉出口温度、塔顶塔底温度控制精馏塔温升，调节产品质量。</p> <p>2.3.2 能控制预热器与进料板的温度差，维持塔内平衡。</p> <p>2.3.3 能应用汽液平衡，控制精馏塔采出量、回流量。</p> <p>2.3.4 能通过热量平衡控制空冷器、冷却器油水出口温度、再沸器蒸汽压力和流量。</p>
3.精馏系统停	3.1 停止精馏系	<p>3.1.1 能逐步降低塔的负荷，相应地减小加热器和冷</p>

车	统	<p>却剂用量，直至完全停止。</p> <p>3.1.2 能按停工程序逐级逐步停止常压精馏系统设备的运转。</p> <p>3.1.3 能及时开启成品槽与循环槽转换开闭器，循环放空。</p> <p>3.1.4 能及时切断水电汽供给。</p>
	3.2 停产后续处理	<p>3.2.1 能及时放空塔内存液。</p> <p>3.2.2 能及时对设备管道实施降压或升压，降温或升温，使塔接近常温或常压。</p> <p>3.2.3 能正确用惰性气清洗或吹扫。</p> <p>3.2.4 能进行检修后的确认及状态复原。</p>
4.故障处理与设备维护	4.1 设备巡视与检修	<p>4.1.1 能判断设备的完好性，部件、配件是否缺失。</p> <p>4.1.2 能判断本岗位设备、仪表计量器具是否正常。</p> <p>4.1.3 能按照规定的巡检标准、内容、运行参数和巡检周期进行巡检。</p> <p>4.1.4 能对管路管件能进行一般的小检修（如机泵、设备切换、清洗、清堵以及更换阀门、垫圈、填料，消除跑、冒、滴漏等）。</p>
	4.2 日常设备维护保养	<p>4.2.1 能定期检查安全防护装置，保证设备安全可靠。</p> <p>4.2.2 能定期清洗设备，减少设备磨损。</p> <p>4.2.3 能保持设备清洁，减少腐蚀。</p> <p>4.2.4 能定期给泵齿轮、轴承加润滑油。</p>
	4.3 故障判断与处理	<p>4.3.1 能及时发现突发性外部因素变化（如停水、停电、停汽等），及时报告并进行妥善、紧急处理。</p> <p>4.3.2 能发现设备的温度、压力、液位、流量等工艺参数异常。</p> <p>4.3.3 能发现现场跑、冒、滴、漏、响等异常。</p> <p>4.3.4 能报告生产异常并按指令处理生产异常。</p> <p>4.3.5 能判断传动设备跳车，能发现传动设备润滑失效、紧固件松动等设备故障。</p>

表 2 化工精馏安全控制职业技能等级要求（中级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1.精馏系统开车	1.1 安全操作准备	<p>1.1.1 能根据操作环境选择劳动防护用品，并检查劳动防护用品的佩戴和使用情况。。</p> <p>1.1.2 能对劳动防护用品的配置提出建议。</p> <p>1.1.3 能识记危险化学品使用与管理规定。</p> <p>1.1.4 能识记设备安全操作规程。</p> <p>1.1.5 能检查应急物品使用情况。</p> <p>1.1.6 能识记应急处置方案。</p>
	1.2 工艺文件准备	<p>1.2.1 能绘制工艺流程图。</p> <p>1.2.2 能识读工艺管道仪表流程图。</p> <p>1.2.3 能识记污染源、危险源及控制方法。</p>

		1.2.4 能识读质量环境职业健康安全管理体系文件。
	1.3 精馏塔及附属设备检查	1.3.1 能检查确认系统中各塔类、换热器等压力容器是否符合压力标准。 1.3.2 能检查和确认安全阀工作状态。 1.3.3 能进行精馏塔系统气密性试验。 1.3.4 能完成精馏系统惰性气体置换。
	1.4 原料与动力供应检查	1.4.1 能通过利用化学分析手段初步判断原料、质量、半成品、辅助材料质量。 1.4.2 能分析原料、半成品、辅助材料质量对生产的影响。 1.4.3 能通过检测工具检查电源频率、水压、蒸汽压力是否具备精馏系统生产条件。 1.4.4 能确认系统所要求的动力供应的参数指标，并分析其波动对系统操作的影响。
	1.5 精馏系统启动	1.5.1 能按指令完成加压精馏系统开车。 1.5.2 能按指令完成减压精馏系统开车。 1.5.3 能根据流量、液位、温度、压强的变化正确调节精馏系统。 1.5.4 能将工艺参数调节至正常指标范围。
2.精馏系统调节	2.1 精馏系统仪表调节	2.1.1 能根据加压精馏工艺要求，对工艺参数进行调节设定。 2.1.2 能根据加压精馏工艺要求，通过调节自动仪表、操作调节阀控制塔压、泵出口流量、进塔流量、液位。 2.1.3 能根据减压精馏工艺要求，对工艺参数进行调节设定。 2.1.4 能根据减压精馏工艺要求，通过调节自动仪表、操作调节阀控制塔压、泵出口流量、进塔流量、液位。
	2.2 精馏工艺计算	2.2.1 能应用汽液平衡计算精馏塔的回流比。 2.2.2 能应用热量平衡计算换热器的出口温度。 2.2.3 能对单塔进行物料衡算，能计算塔顶馏出液轻组份量和塔底馏出液重组分量。 2.2.4 能计算精馏塔的理论塔板数，并计算精馏塔全塔效率。
	2.3 系统工艺参数调节	2.3.1 能在操作过程中适时取样分析产品质量 2.3.2 能根据产品质量要求，调节原料进料量、回流量和采出量、蒸汽量。 2.3.3 能对精馏系统各项工艺指标进行串级调节。 2.3.4 能分析影响精馏操作的因素。
3.精馏系统停车	3.1 停止精馏系统	3.1.1 能按停工程序逐级逐步停止加压精馏系统设备的运转。 3.1.2 能按停工程序逐级逐步停止减压精馏系统设备的运转。

		3.1.3 能正确处理临时停车和长期停车。 3.1.4 能完成设备和管线的安全隔离。
	3.2 后续处理工作	3.2.1 能清洗工艺管道、清淘槽罐。 3.2.2 能确认塔器设备无泄漏、堵塞。 3.2.3 能清洗加热器（炉）、冷却器、精馏塔等。 3.2.4 能按操作规程处置“三废”。
4.故障排除与设备维护	4.1 日常故障判断与处理	4.1.1 能判断釜温及压力不稳的原因，并进行处理。 4.1.2 能处理釜顶温度不稳定的原因，并进行处理。 4.1.3 能处理系统压力增高的原因，并进行处理。 4.1.4 能处理塔釜液面不稳定的原因，并进行处理。 4.1.5 能手动操作仪表，调节各工艺参数至正常波动范围。 4.1.6 能对生产装置及操作进行安全检查，对不安全因素及时报告，并采取措施，消除隐患。
	4.2 紧急故障判断与处理	4.2.1 能判断淹塔故障，并进行处理。 4.2.2 停电时，能及时循环产品、停热停料。 4.2.3 能处理仪表风中断等紧急情况。 4.2.4 能根据联锁信号，判断引发联锁停车的故障。
	4.3 设备检修与维护	4.3.1 能检查运转设备润滑油是否充足。 4.3.2 能正确开停运转离心泵，有效避免气蚀、气缚，确认离心泵等运转设备在额定电压下工作。 4.3.3 能及时找出运转设备故障点，并进行处理。 4.3.4 能诊断和排除设备、管道、及运转设备故障。 4.3.5 能处理设备泄漏、仪表失灵等事故。 4.3.6 能够处理发电机、电动机、风机等工作故障。

表 3 化工精馏安全控制职业技能等级要求（高级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1.精馏系统开车	1.1 安全操作准备	1.1.1 能识别危险源。 1.1.2 能识别安全、环保、职业健康风险。 1.1.3 能完成受限空间内突发事件的应急救护。 1.1.4 能编写岗位安全操作准备要求。
	1.2 工艺文件准备	1.2.1 能绘制带控制点的工艺流程图。 1.2.2 能读懂设备装配图。 1.2.3 能绘制工艺设备图。 1.2.4 能识读工艺联锁图。
	1.3 检查精馏塔及附属设备	1.3.1 能根据工艺要求选择运转设备的防爆性能及等级。 1.3.2 能确认仪表电源、仪表汽源和仪表集散控制系统的信号输入与输出。 1.3.3 能确认仪表的防爆性和防爆等级。 1.3.4 能检查精馏系统设备及控制仪表是否正常。 1.3.5 能根据工艺要求选择系统设备的性能指标。

	1.4 原料、动力供应检查	<p>1.4.1 能分析原料的来源、组成,根据检验报告判断原辅料质量是否合格,做好原料输送的协调工作。</p> <p>1.4.2 能了解动力供应的来源、基本条件。</p> <p>1.4.3 能通过检测工具检查电源频率、水压、蒸汽压力是否具备精馏系统生产条件。</p> <p>1.4.4 能确认系统所要求的动力供应的参数指标,并分析其波动对系统操作的影响。</p>
	1.5 精馏系统启动	<p>1.5.1 能按指令完成恒沸精馏系统开车。</p> <p>1.5.2 能按指令完成萃取精馏系统开车。</p> <p>1.5.3 能按指令完成反应精馏系统开车。</p> <p>1.5.4 能参与编写开车操作规程,或对开车操作规程提出修改建议。</p>
2.精馏系统正常运行	2.1 精馏系统仪表调节	<p>2.1.1 能判断仪表是否适应工艺要求,并能对仪表工艺参数进行调节和控制。</p> <p>2.1.2 能通过调节自动仪表、操作调节阀控制塔压。</p> <p>2.1.3 能通过调节自动仪表、操作调节阀控制进出塔物料流量。</p> <p>2.1.4 能通过调节自动仪、操作调节阀控制液位。</p>
	2.2 精馏工艺计算	<p>2.2.1 能根据物料平衡、汽液平衡计算精馏塔灵敏板位置,最佳回流比等重要参数。</p> <p>2.2.2 能选择换热器类型、换热方式。</p> <p>2.2.3 能根据工艺要求选择泵的功率、量程及效率。</p> <p>2.2.4 能计算产品回收率。</p>
	2.3 系统工艺参数调节	<p>2.3.1 能根据工艺计算对上下工序的物料进行控制和调节。</p> <p>2.3.2 能根据恒沸精馏工艺要求,对工艺参数进行调节设定。</p> <p>2.3.3 能根据萃取精馏工艺要求,对工艺参数进行调节设定。</p> <p>2.3.4 能根据反应精馏工艺要求,对工艺参数进行调节设定。</p>
3.精馏系统停车	3.1 停止精馏系统	<p>3.1.1 能制定完整的停工操作计划。</p> <p>3.1.2 能组织班组按停工程序逐级逐步停止精馏系统的运转。</p> <p>3.1.3 能按停工程序逐级逐步停止恒沸精馏系统、萃取精馏系统、反应精馏系统的运转。</p> <p>3.1.4 能发现其他班组的操作问题,并予以指正。</p>
	3.2 后续处理工作	<p>3.2.1 能确定设备管道物料放入指定槽内,放空、清扫及清洗及时到位。</p> <p>3.2.2 能断开局部横管道防止管道堵塞。</p> <p>3.2.3 能及时联系检修人员做好设备、管道检修工作。</p> <p>3.2.4 能检查确认管道、阀门、仪表无故障。</p>

4.故障处理与设备维护	4.1 故障判断与处理	<p>4.1.1 能处理原料或能源介质中断引发的连锁反应。</p> <p>4.1.2 能组织协助工程技术人员及时处理生产事故，尽量减少事故损失。</p> <p>4.1.3 能处理紧急停车情况，协调上下工段，重新启动精馏系统。</p> <p>4.1.4 能分析能源介质中断的原因，提出预防措施。</p> <p>4.1.5 能处理各种操作事故，制定事故处理方案。</p>
	4.2 设备的巡视与检修	<p>4.2.1 能诊断和处理塔设备、运转设备故障。</p> <p>4.2.2 能对设备故障可能引发的事故提出预防措施。</p> <p>4.2.3 能提出检修项目。</p> <p>4.2.4 能完成设备检修前的自检工作。</p>
	4.3 日常设备维护保养	<p>4.3.1 能提出设备维护建议。</p> <p>4.3.2 能制定设备日常维护保养规程。</p> <p>4.3.3 能完成设备检修前后的清理、吹扫、试压、查漏、置换及安全设施的检查。</p> <p>4.3.4 能验收保养维修后的设备。</p>

参考文献

- [1]中华人民共和国教育部.高等职业学校应用化工技术专业教学标准[S].2019.
- [2]中华人民共和国教育部.高等职业学校石油化工技术专业教学标准[S].2019.
- [3]中华人民共和国教育部.高等职业学校精细化工技术专业教学标准[S].2019.
- [4]中华人民共和国教育部.中等职业学校化学工艺专业教学标准[S].2017
- [5] GB/T 17280-2017 原油蒸馏标准试验方法15-理论塔板蒸馏柱
- [6] QB/T4170-2011 酒精蒸馏塔
- [7] HG/T 20570.2-1995 安全阀的设置和选用