

工艺与设备

异丙醇水溶液尿素脱蜡装置节能改造

李 英¹ 王 瑶¹ 樊希山¹ 姚平经¹ 刘宏恩² 李文光² 杜希安² 季朝晖²

(1.大连理工大学化工学院,大连 116012; 2.沈阳石蜡化工有限公司,沈阳 110141)

摘要:国内的异丙醇水溶液尿素脱蜡装置与同类工艺相比有一定优势,但在装置能耗方面与分子筛脱蜡技术有一定差距,因此对原有装置中用能较多的异丙醇回收系统进行改造很有必要。介绍了异丙醇水溶液尿素脱蜡装置节能改造过程和应用效果。

关键词:异丙醇;尿素;脱蜡;节能

中图分类号:TQ223.123

文献标识码:A

Energy savings reformation of dewaxing installation by isopropanol solution-urea

LI Ying¹, WANG Yao¹, FAN Xi-shan¹, YAO Ping-jing¹, LIU Hong-en², LI Weng-guang²,
DU Xi-an², JI Zhao-hui²

(1.School of Chemical Engineering, Dalian University of Technology, Dalian 116012, China;

2.Shenyang Paraffin Wax Chemical Co., Ltd, Shenyang 110141, China)

Abstract: The dewaxing technology using isopropanol solution-urea has some advantages over other technology also used in China. But the energy consumption of the installation is higher than the dewaxing technology using molecular sieve. It's necessary to make renovation in isopropanol recovery systems, which consume more energy. The technological principle, process and performance after the reformation of dewaxing installation of isopropanol solution-urea are introduced.

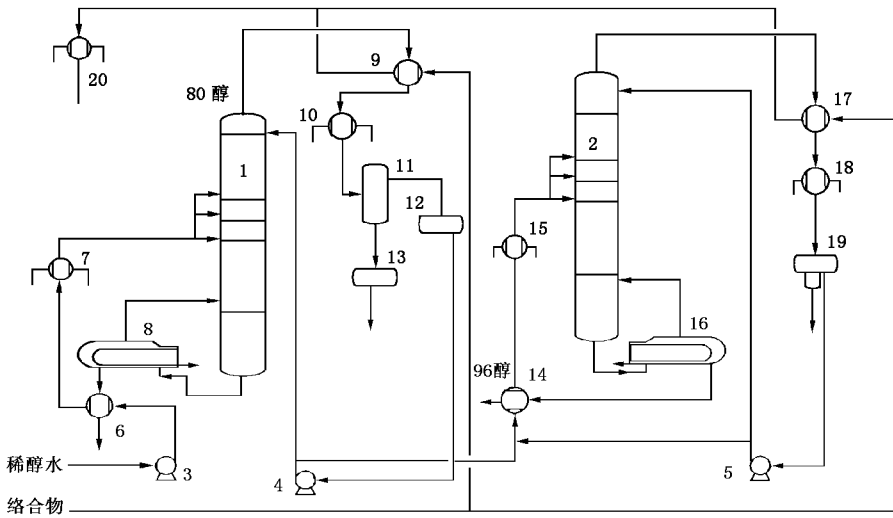
Key words: isopropanol; urea; dewaxing; energy saving

我国 20 世纪 60 年代开发成功的异丙醇水溶液尿素脱蜡技术经历了 30 多年的生产实践,实践证明该工艺是生产液体石蜡的先进、可靠的工艺。它既能生产轻液蜡,又能生产重液蜡。尿素脱蜡是利用络合原理将液体石蜡和柴油分开。而现在国内的异丙醇水溶液尿素脱蜡工业装置的能耗虽然比 60 年代原设计时降低了 30%,但与分子筛脱蜡相比还是偏高。某厂的新装置每吨液蜡设计能耗已降为 15 478 MJ,仍存在很大浪费,如果在油蜡水洗及异丙醇回收等方面加以改进,能耗可以降到更低,也因此增强与分子筛脱蜡相比的市场竞争力^[1,2]。笔者根据上述情况,对异丙醇回收系统的二元共沸醇回收和三元共沸醇提浓进行节能改造^[3]。由于异丙醇回收采取共沸蒸馏的方法,所以整个节能方案是按照蒸馏过程能量的充分回收利用原则来实施的^[4]。

1 流程模拟^[5]

异丙醇水溶液尿素脱蜡装置由尿液配制、络合反应、络合物洗涤冷分离、络合物分解热分离、脱蜡液水洗、脱蜡油分离、蜡油分馏、二元共沸醇回收、三元共沸醇提浓、热水单元、热载体系统 12 个小单元构成。其中二元共沸醇回收和三元共沸醇提浓的醇回收系统现场流程如图 1 所示。

含异丙醇的稀醇水溶液经二元共沸醇回收塔 1 除去一部分水,浓缩过后的含醇 80% (质量分数,下同)的异丙醇水溶液由塔顶蒸出进入三元共沸醇提浓塔 2,加入夹带剂苯通过三元共沸蒸馏除去剩余水分,在塔底得到含醇 96% 的异丙醇水溶液。流程模拟由 Aspen Plus 10.1 稳态流程模拟软件模拟实现。其计算程序由 Aspen Plus 自动提供,气液平衡模型由组分异丙醇、水、苯物性确定用 RKSHV2 状态



1—二元共沸醇回收塔;2—三元共沸醇提浓塔;3—水洗泵;4—80 醇泵;5—苯回流泵;
6—进料换热器;7—进料加热器;8—塔底再沸器;9—80 醇与络合物换热器;10—醇水冷却器;
11—80 醇分氨罐;12—80 醇中间罐;13—氨水储罐;14—进料换热器;15—进料加热器;
16—塔底再沸器;17—苯与络合物换热器;18—苯水冷却器;19—苯回流罐;20—络合物分解加热器

图 1 尿素脱蜡装置异丙醇回收系统流程

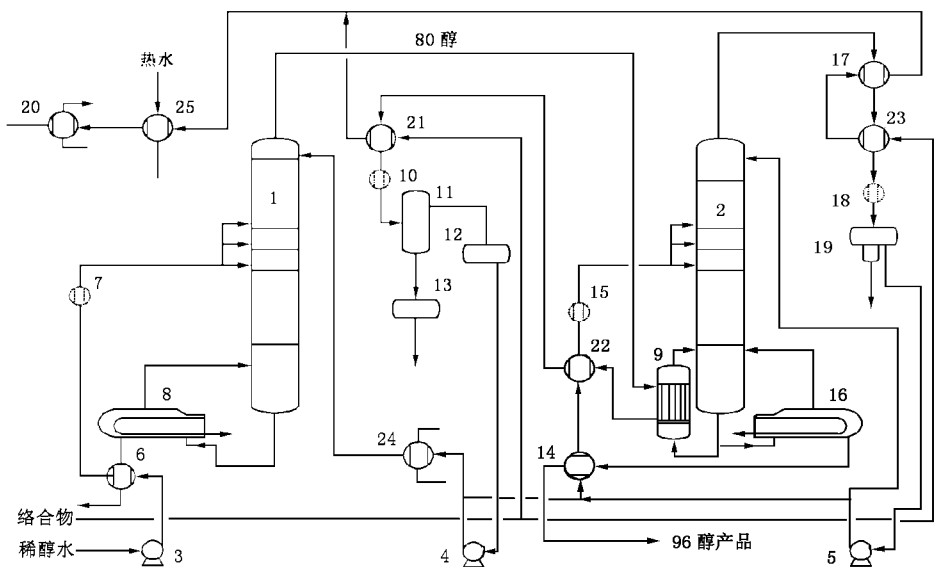
水由水洗水泵 3 升压后,经塔进料换热器 6 与塔 1 釜液换热后,被预热至 124℃ 进入塔 1。塔 1 改造后操作压力提至 0.4 MPa(表压),塔顶蒸气出塔温度为 120℃,作为塔底再沸器 16 的热源,蒸汽全部冷凝并过冷至 110℃,该凝液经进料换热器 22 及醇水冷却器 21 分别预热塔 2 的进料及络合物流股,使热量进一步回收,凝液温度降至 40℃。然后,在 80 醇分氨罐 11 中脱除氨后,分别提供塔 1 的回流和塔 2 的进料。为减小回流的有效能损失,回流液经回流预热器 24 与低凝柴油换热温度升至 84℃ 后进塔 1 的塔顶。塔 2 进料经进料换热器 14 及进料换热器 22 分别与塔 2

的釜液及排除凝液换热之后,预热至 75℃ 进入塔 2。在塔 2 内加入质量分离剂苯进行恒沸蒸馏,从塔底获取质量分数为 96% 异丙醇产品。塔顶三元混合物脱除水后,一部分作为回流余下部分返回进料。络合物分成两股,分别经醇水冷却器 21、苯与络合

2 节能改造

笔者采取的节能方法基本分为 3 类:①蒸馏过程能量的充分回收利用,其主要途径有回收显热、回收潜热、加强保温,基本为显热回收,即利用冷热流体的相互换热来回收热量;②减少蒸馏过程本身的能量需求,指蒸馏过程在最佳回流比和最佳操作压力下进行;③提高蒸馏过程的热力学效率,指采用热集成将前级塔(塔 1)顶蒸汽作为次级塔(塔 2)釜的加热蒸汽。

通过改造使系统在最优回流比和提压下操作,换热物流部分进行重新匹配,塔 1 和塔 2 实现热集成。流程改造如图 2 所示。稀醇



1—二元共沸醇回收塔;2—三元共沸醇提浓塔;3—水洗泵;4—80 醇泵;5—苯回流泵;6—进料换热器;
7—进料加热器;8—塔底再沸器;9—热集成换热器;10—醇水冷却器;11—80 醇分氨罐;12—80 醇中间罐;
13—氨水储罐;14—进料换热器;15—进料加热器;16—塔底再沸器;17—苯与络合物换热器;
18—苯水冷却器;19—苯回流罐;20—络合物分解加热器;21—醇水冷却器;22—进料换热器;
23—苯水冷却器;24—回流预热器;25—络合物分解加热器

图 2 尿素脱蜡装置异丙醇回收系统节能改造流程

物换热器 17、苯水冷却器 23 与塔 1 顶蒸气凝液及塔 2 顶蒸汽换热后混合,温度升至 44℃,再经络合物分解加热器 25 用热水将络合物升温至 55℃,最后由络合物分解加热器 20 加热至 65℃泵送至水洗塔。

3 设备改动

表 1 为现场流程所用设备一览表。由于塔 1 的操作压力提高以及换热器的重新匹配和传热温差的减小,必须对系统的设备实施改造或增加部分设备,需改造和增加的设备如表 2 所示。另外,图 2 中以虚线表示的换热器 7、10、15、18 改造后不再使用,其余设备继续使用。

表 1 现场流程设备一览表

设备位号	数量	介质名称(管程/壳程)	主要结构参数	型式
1	1	水、醇	$D = 2.0 \text{ m}$	浮阀
2	1	苯、水、醇	$D = 1.6 \text{ m}$	浮阀
9	2	络合物/80 醇	$A = 170 \text{ m}^2$	浮头
17	2	络合物/苯	$A = 170 \text{ m}^2$	浮头
20	2	络合物/水	$A = 170 \text{ m}^2$	浮头
6	2	稀醇水/水	$A = 90 \text{ m}^2$	浮头
7	1	蒸汽/稀醇水	$A = 90 \text{ m}^2$	浮头
10	2	水/80 醇	$A = 170 \text{ m}^2$	浮头
8	1	蒸汽/醇水	$D = 2.6 \text{ m}$	U 型管
14	1	80 醇/96 醇	$A = 35 \text{ m}^2$	浮头
15	1	蒸汽/80 醇	$A = 90 \text{ m}^2$	浮头
18	2	新冷水/苯(醇水)	$A = 125 \text{ m}^2$	浮头
16	1	蒸汽/96 醇	$D = 1.4 \text{ m}$	U 型管
11	1	醇、水	$D = 2 \text{ m}$	立式
12	1	80 醇	$D = 1.8 \text{ m}$	卧式
13	1	苯	$D = 2.4 \text{ m}$	卧式
19		氨水	$D = 1.2 \text{ m}$	卧式

表 2 节能改造所需变动设备一览表

设备位号	数量	介质名称(管程/壳程)	主要结构参数	型式	备注
1	1	水、醇	$D = 1.2 \text{ m}$	浮阀	更换
9	1	96 醇/80 醇	$A = 223 \text{ m}^2$	立式热虹吸	新增
		80 醇/96 醇	$A = 560 \text{ m}^2$	(波纹管)	
17	2	络合物/苯	$A = 385 \text{ m}^2$	浮头	更换
25	2	络合物/水	$A = 660 \text{ m}^2$	浮头	新增
6	1	稀醇水/水	$A = 254 \text{ m}^2$	低翅片、列管	更换
21	1	络合物/80 醇	$A = 104 \text{ m}^2$	浮头	新增
8	1	蒸汽/醇水	$A = 3.9 \text{ m}^2$	釜式	更换
22	1	80 醇/96 醇	$A = 47 \text{ m}^2$	低翅片、列管	新增
23	1	络合物/苯(醇水)	$A = 200 \text{ m}^2$	浮头	新增
24	1	80 醇/低凝柴油	$A = 51 \text{ m}^2$	低翅片、列管	新增

该项改造实际应用于某工厂后,基本上达到了预期效果,蒸汽用量由 6.5 万 t/a 降至 3.3 万 t/a,节约近 50%;冷却水用量由 437 万 t/a 降至 212 万 t/a,节省了近一半。蒸汽和冷却水用量的减少意味着工厂最终排放废水的减少,在产生良好经济效益的同时,也产生了良好的社会效益。

参考文献

- [1] 史丽华. 异丙醇水溶液尿素脱蜡技术生产液体石蜡[J]. 沈阳化工, 1994, 23(3): 19~21
- [2] 史丽华, 刘志宇. 尿素脱蜡装置的设计与生产运行[J]. 沈阳化工, 2000, 29(4): 208~210
- [3] 张一安, 徐心茹. 石油化工分离工程[M]. 上海: 华东理工大学出版社, 1998. 10
- [4] 时钧, 汪家鼎, 余国琮, 等. 化学工程手册[M]. 第二版(上). 北京: 化学工业出版社, 1996.
- [5] 沈文豪, Van Brunt V. 醇-水集热共沸精馏模拟研究[J]. 化学工程, 1998, 26(2): 10~13

《全国粉体加工设备购销指南》(第二版)征集 入刊单位启事

粉体工业是一个跨行业的领域,涉及化工、医药、冶金、矿山、建材、精细陶瓷、农业等多个行业,其加工过程涉及到的设备种类很多。为了给粉体加工企业购买设备和设备选型提供便利,2001年中国化工信息中心《现代化工》编辑部和中国粉体工业信息网联合编辑出版了《全国粉体加工设备购销指南》(第一版)。

《全国粉体加工设备购销指南》(第一版)收录了 1041 家相关企业的产品信息,涉及的粉体加工设备包括粉碎、筛分、研磨、分级、固液分离、混合、选料、过滤、乳化、包覆、干燥、成型、烧结、供料、送料、输送、收尘、包装、环保及其他辅助设备。该手册在 2001 年 10 月出版后,在全国范围内发行,同时在相关的展会上大量赠送,收到了很好的宣传效果。目前该手册已大部分发行、销售完毕,《现代化工》编辑部决定在此基础上出版《全国粉体加工设备购销指南》(第二版)。

《全国粉体加工设备购销指南》(第二版)将在第一版的基础上修正、补充,并收录部分国外粉体加工设备生产企业的信息。该手册的入刊企业征集工作目前已开始,所有粉体加工设备生产企业均可免费入刊,有意者请速与《现代化工》编辑部联系。入刊资料一定要注明以下项目:单位名称、单位地址、邮编、法人代表、业务联系人、电话、传真、E-mail、主要产品(名称、规格型号,150字以内)。

联系地址:北京安外小关街 53 号 邮编:100029 E-mail: meic@mail.cncic.gov.cn

入刊联系人:胡世明(010-64444095/64444090 拨 839,837~841)

广告联系人:张淑兰(010-64444105/64444095 拨 840,837~841)