

Distillation Technology of the Alcohol

(第三版)

酒精蒸馏技术

许开天 编著



中国轻工业出版社

酒精蒸馏技术

(第三版)

许开天 编著

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国轻工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

酒精蒸馏技术/许开天编著. —3 版. —北京:中国轻工业出版社,2008.5

ISBN 978-7-5019-6292-1

I. 酒… II. 许… III. 乙醇-蒸馏 IV. TQ223.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 194819 号

责任编辑:江 娟

策划编辑:江 娟 责任终审:唐是雯 封面设计:灵思舞意·刘微

版式设计:王培燕 责任校对:燕 杰 责任监印:胡 兵 张 可

出版发行:中国轻工业出版社(北京东长安街6号,邮编:100740)

印 刷:三河市世纪兴源印刷有限公司

经 销:各地新华书店

版 次:2008 年 5 月第 3 版第 1 次印刷

开 本:787×1092 1/16 印张:25.75

字 数:606 千字 插页:2

书 号:ISBN 978-7-5019-6292-1/TS·3664

定 价:56.00 元

读者服务部邮购热线电话:010-65241695 85111729 传真:85111730

发行电话:010-85119845 65128898 传真:85113293

网 址:<http://www.chlip.com.cn>

Email:club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部联系调换

70032K1X301ZBW

第 三 版 序

拙著《酒精蒸馏技术》一书自 1990 年由中国轻工业出版社出版后,继之于 1998 年 11 月出了第二版;将于 2008 年 5 月出第三版。三版每版的相间约为 8~9 年。

第三版的修订系以原第二版(1998 年 11 月出版)的版本为基础,以推陈出新为原则,加以调整、充实、提高,其中大部分内容为近年笔者发表过的文章,系设计心得和实践经验的总结。修订情况大体如下:

1. 第二章 增设第五节即本人新作“关于酒精精馏过程中存在甲醇共沸区的质疑”一文。

2. 第三章第二节“四、特殊的酒精蒸馏工艺流程”项下增加:3. 以普通酒精为原料的精馏装置工艺流程,即德国 GEA 公司酒精精馏四塔系流程及现场照片;4. 新生代顺压差节能优质型酒精精馏机组及其工艺路线。

3. 第四章 第三节增加“六、与日本蒸馏机组的比较分析”。

4. 第四章 增加第十七节“酒精醪-精馏耦合型化工塔器”。

5. 第四章 对第四节蒸馏气液接触装置加以大改组。本人长期从事化工塔器及酒精工程方面的科研和发明创新实践活动,设计和推出了一些新型高效化工塔器,也获得了多项国家专利并获推广。在此,对原有的第一、二版上的大量珍贵资料进行删节。由于篇幅所限,只能对本人所研究创新及获专利的多项化工塔器新技术加以重点介绍,让它们在本书里占有一席之地,以供诸位读者参考和指教。本节实际上由笔者 7 项专利构成。

6. 第五章 关于再沸器的应用一节,拟由新作“外循环式蒸馏再沸器的应用及其多重效应”取代。

7. 第八章 第十五节中真空制无水酒精增加相关内容:本人新作“真空蒸馏制无水酒精法”。

8. 附录 计算塔板弓形宽度与面积函数表,其中篇幅较多,现仅选摘在一般设计工作中的实用部分;更新了酒精质量标准。

在本书的再次修订出版过程中,多承许芬、许葵、甘毅、甘地、陈道瑾等所给予的支持和协助。同时,也要缅怀恩师[陈驹声]先生及[周金泉]先生的长期关怀教育之恩。也要缅怀生我养我的老父[许顺元]和老母[童春娥]的养育之恩。

由于本书笔者才疏学浅,拙著有不当之处,恳请广大读者批评指正为幸。

许开天

2007 年 3 月 12 日

于南京·汇林绿洲花园

第 二 版 序

拙著《酒精蒸馏技术》自 1990 年由中国轻工业出版社出版发行以来,受到广大读者、各界朋友、专家们的关怀、厚爱、鼓励、指教,这是时代赋予笔者的幸运,今在本书修订再版之际,特向诸位致以深切的谢意。

哈尔滨轻工研究所高级工程师沈之申先生来函鼓励称:“在当今的国内酒精界,此等分量的专著看来仅此一份,我深信大作的问世,必将对国内酒精蒸馏技术的提高发挥重大作用。我也深知要独力完成如此巨著要付出多少辛勤的劳动。同行中的受益者一定不会忘记您的功绩。”

无锡轻工大学张莲珍教授来函称:“你多年来在蒸馏塔板方面从事研究工作,积累了丰富的理论知识和实践经验,取得了很大的成绩。你研究的塔器不但在国内遍及各地,又参加了国际上的展览,已在国内外具有一定的知名度。在理论上,你的厚厚大作已出版,向你祝贺。”

新疆湖光糖厂谢伟工程师来函称:“拜读了你的著作,无论从理论和实践上都得益匪浅。你从多方面引用大量的资料和数据完成此书,将酒精行业的技术人员和工人,带进了一个高层次的世界。我们为此组织了几批工人学习……”

以上几位的来函,仅是大量书信中的一部分,恕不能全部摘引。诸位发自肺腑的感言及鼓励之情,给予我莫大的鼓舞和鞭策。

当回首往事时,我要永远缅怀我的恩师,已故的陈驹声教授数十年始终如一地面授函教的培育之恩。在本书第一版时,他特写了“代序”。当他接到我的赠书后极为欣喜,并鼓励我要继续努力,多做贡献,多做好事。教书育人,感人至深。为表达对陈先生的永远怀念之情,在此特摘录一首陈先生赠与我的即兴小诗:“手栽花树每成荫,灿烂春光助小吟,更插新苗加灌溉,十年许我见新林。”

在笔者的一系列研究成果中,虽然从未得到一分钱的科研经费,但依靠社会的力量做到了有所创造、有所发现、有所发明、有所前进。在此要感谢河南南阳酒精总厂、山东肥城酿酒厂、广东南海糖厂、江苏启东酿酒厂、安徽太白酿酒厂、湖南澧县酿酒厂、浙江舟山定海酒厂、广东茂名糖厂、江苏银鸽集团东海酒精厂等单位,给了我从事 1、2、3、4、5 塔系酒精蒸馏机组及新塔型、新工艺初始试用研究的机会。也要感谢广州轻工设计院、原轻工业部机械局(特别是黄静波高级工程师)、中国轻工机械进出口公司、四川省轻工援外办公室、国家科委、江苏省科委、南京图书馆、南京读者协会、金陵图书馆、南京市科委、南京市专家协会等单位的大力支持。

笔者获悉,安徽沙河集团蒋醒光总裁十分重视智力投资,一次就购本书48册,江苏银鸽集团也购30多册,有些地方有些单位也亟需此书,但却难以买到,仅在大城市大书店才能买到。想不到拙著竟能引起广大读者如此厚爱。这更激起我修订好本书的信心、决心和社会责任感。在此,笔者饱含热泪向广大亲爱的读者说一句:谢谢你们!谢谢你们!

在本书的修订再版过程中,多承中国轻工业出版社领导及李炳华编辑的支持和热情指导;多承许芬、许葵、甘毅、甘地、陈道瑾、邢焱、王步权、杨静等给予的支持和协助。

根据中国轻工业出版社所做出的修订再版《酒精蒸馏技术》一书的决定,本书在修订过程中做了一些增删和修改。如删去了原第三章“酒精及其杂质对人体健康的影响”,改为“酒精蒸馏安全技术”,这样使本书的总体布局基本不变;更新了“酒精质量标准”;新增了数例“多塔系酒精蒸馏机组新技术”;摘引了笔者近年来新发表的数篇研究论文——《酒精脱甲醇塔的研制》、《关于S型和SD型酒精醪塔性能的初步探讨》、《关于多巴氏区微压差酒精精馏新工艺的探讨》、《论甲醇在酒精蒸馏过程中的动态》、《略谈酒精工业方面的若干问题》、《顺压差节能优质多功能型五塔系酒精精馏工艺路线的探讨》等;将原第六章第九节“酒精蒸馏用脱甲醇塔及甲醇塔”改写为第九节“酒精蒸馏用的脱甲醇塔”、第十节“酒精蒸馏用的甲醇塔”,另增写第十三节“杂质处理塔”、第十四节“纯化塔”、第十五节“共沸精馏塔”、第十六节“酒精-脱水剂回收塔”,对第九章、第十章做了多处补充修改;新增了第十三章“特殊形式的酒精精馏”等。总的来说,修订后内容得到进一步的充实,可供诸位读者参考和讨论。

本书中凡所含成分的含量、浓度等以%表示的,一般均指质量分数。酒精含量除特殊注明外,均指体积分数。

由于笔者才疏学浅,此书的不当之处,恳请广大读者批评指正。

许开天

1996年10月23日于南京

第一版代序

酒精是基本工业原料之一,与酸碱并重,它作为再生能源尤受人们的重视。

在酒精生产过程中,蒸馏是关键性的技术。在我国,这方面尚无专著。

许开天同志从事酒精技术工作多年,在酒精蒸馏技术方面积累了有关专业资料和具有一定的实践经验。近年来获部、省、市科技成果奖及国家专利多项,曾参加过第二届全国发明展览和北京、广州国际发明展览。又在其提议下,开办了我国第一家专业性塔器制造厂,产品已在国内外推广。

此书介绍了酒精蒸馏技术发展简史、质量标准、酒精及其杂质对人体健康的影响、分离纯化机理、工艺路线、工艺装备、工艺操作、蒸馏过程中可能发生的不正常现象及其原因和处理方法、无水酒精制造、节能、自控等内容,理论与实践并重。此书的刊行,对我国酒精及其他蒸馏技术将起促进的作用,故乐为之序。

陈驹声

1988年9月

第 一 版 序

当前,以生物工程(生物技术)、微电子、新材料、新能源、海洋工程和空间技术等为主要内容的新技术革命浪潮,正如奔腾的海洋,以雷霆万钧之势磅礴于全球。而生物工程又是各国优先发展的领域,酒精工业作为生物工程大家族中的重要一员,它的发展将对各国的经济发展带来重大的影响。

酒精工业虽是个“老”行业,但随着科学技术的不断进步,它正从“老”字中脱颖而出,呈现着“返老还童”、欣欣向荣的青春活力,这是值得我们广大酒精科技工作者欣慰的事,也是值得大家庆幸的事。笔者作为酒精工业战线上的一名老兵,当然感到由衷的喜悦。

当今世界,许多国家纷纷制定“绿色能源”计划,致力于可再生能源(生物物质)的开发利用工作,如巴西正在实施以酒精代替石油的十年计划,到目前为止,全国汽车所需燃料的43%已使用酒精,而且,由于发酵法生产酒精这项生物工程技术的发展,为巴西创造了500万人(约为巴西总人口的5%)就业的机会。显然,对巴西人民生活和国家经济发展起到了引人注目的作用。

酒精工业是十分重要的有机基础化学工业之一,又是新兴能源工业之一。酒精的用途涉及医药卫生、食品、有机合成、溶剂、燃料、军工、民用等各个不同的领域,在国民经济中占有十分重要的地位。在某种意义上来说,酒精工业的发展水平,也是衡量一个国家工业化、现代化水平的重要标志之一。

众所周知,酒精生产过程系由各个不同环节有机地联系在一起,组成一条完整的工艺路线,形成一个彼此相辅相成的全过程。而酒精蒸馏则是酒精生产中极为关键的一环,是重要的化工单元。其工艺路线是否合理、技术装备性能的优劣、生产管理者及操作者技术素质的高低,均与酒精生产的业绩、酒精的质量和企业的经济效益关系甚密,理当引起企业家的重视。

就制造酒精的原料及制造方法而言,无论是发酵法生产酒精(粮食、糖蜜、纤维素和半纤维素酶解或水解原料等),还是合成法生产酒精,以及实施酒精溶剂回收等,均需进行蒸馏及精馏。

在笔者所从事的酒精工业技术30多年的生涯中,对酒精蒸馏工程方面似有些偏爱,故从理论到实践、从塔器设计到工艺流程、从安装到调试及正常生产等方面,均略有些研究和心得,也先后撰写和翻译了一些文章在有关专业刊物上发表。与此同时,目前我国又面临亟待普遍提高酒精质量之新形势。有鉴于此,许多同行纷纷建议笔者编著《酒精蒸馏技术》一书,个人也早有此设想,且国内尚无这方面的专著。在此条件下,笔者不揣浅陋,欣然命笔,遵循理论结合实际并略注重实际及尽量引进新理论新技术的原则,特将平日从事这方面工

作的一些粗浅的心得体会及广泛搜集的国内外有关酒精蒸馏方面的文献资料,加以综合、分析、筛选,整理成书。倘若拙著能对我国酒精工业的发展以及广大读者有所裨益,起到抛砖引玉的作用,并能进而解决一些实际生产中的问题,则幸甚。

本书在编著过程中,多承中国轻工业出版社编辑部的热情指导,多承广大同行及南京塔器制造厂的热情鼓励 and 大力支持,多承上海科技大学九十岁高龄的[陈驹声]先生的关怀指导,并承杨达、许葵、唐宝莲、吴子健、曹毅锋、康素珍、沈保辰等诸位所给予的协助,在此一并表示深切的谢意。

由于本人理论知识及实践经验所限,书中选材及观点难免有失妥之处,敬请读者多加批评指正。

许开天

1988年9月于南京

目 录

第一章 酒精蒸馏的安全技术问题	1
第一节 蒸馏车间的布局及设计	1
第二节 酒精和其他杂质的爆燃点	2
第三节 酒精及其杂质蒸气的爆炸界限	3
第四节 蒸馏产物在空气中的允许极限浓度	3
第五节 酒精蒸馏车间安全注意事项	4
第六节 常见事故举例分析	5
第二章 酒精分离纯化的理论和实验依据	7
第一节 概论	7
第二节 分离和纯化的基本定律	8
第三节 酒精及其主要杂质的相关物性图表	11
第四节 甲醇在酒精蒸馏过程中的动态	18
第五节 关于酒精精馏过程中存在甲醇共沸区的质疑	26
第三章 酒精蒸馏工艺路线的选择	30
第一节 最佳的酒精蒸馏工艺路线所应具备的条件	30
第二节 关于酒精蒸馏机组工艺流程的研究	32
第四章 酒精蒸馏的主要工艺装备	60
第一节 略谈开发新塔型的几个问题	60
第二节 蒸馏机的种类	62
第三节 选择气液接触装置的基本原则及其性能比较	68
第四节 蒸馏气液接触装置	84
第五节 酒精蒸馏用的醪塔	107
第六节 酒精蒸馏用的精馏塔	122
第七节 酒精蒸馏用的醛塔	127
第八节 酒精蒸馏用的最终精馏塔	133
第九节 酒精蒸馏用的脱甲醇塔	136
第十节 酒精蒸馏用的甲醇塔	140
第十一节 酒精蒸馏用的杂醇油塔	140
第十二节 低沸馏分分馏塔	141
第十三节 杂质处理塔	142

第十四节 纯化塔	142
第十五节 共沸精馏塔	143
第十六节 酒精-脱水剂回收塔	143
第十七节 酒精醪-精馏耦合型化工塔器	144
第五章 酒精蒸馏的辅助工艺装备	154
第一节 在酒精蒸馏和精馏过程中再沸器的应用	154
第二节 进料泵	163
第三节 分凝器和冷凝器	163
第四节 成品冷却器	166
第五节 酒精捕集器	166
第六节 醪液预热器	166
第七节 糟液二次预热器	167
第八节 二氧化碳分离器	168
第九节 杂醇油分离器	168
第六章 酒精蒸馏的工艺操作及提高质量的途径	170
第一节 水试	170
第二节 汽试	171
第三节 料试	172
第四节 开机	172
第五节 停机	176
第六节 正常运行的管理	177
第七节 工艺操作的工况参数	178
第八节 酒精蒸馏设备的物料和热量平衡	183
第九节 几个重点工艺问题	195
第七章 酒精蒸馏过程中可能发生的不正常现象及其原因和处理方法	230
第一节 初馏系统	230
第二节 提净系统	241
第三节 精馏系统	247
第四节 再精馏系统	253
第五节 酒精成品质量方面	256
第六节 设备方面	266
第七节 综合性及共性问题	273
第八章 无水酒精的制造	282
第一节 无水酒精的用途	282
第二节 酒精绝对化方法的分类	282
第三节 酒精脱水的共沸法及其流程	283
第四节 直接从醪液制取无水酒精	288
第五节 用共沸法生产无水酒精的蒸汽、水、苯的消耗	290

第六节 利用环己烷作共沸剂的无水酒精生产方法(美国专利)	291
第七节 用戊烷作夹带剂的共沸精馏法制无水酒精	294
第八节 用汽油作溶剂的萃取精馏法制汽油醇	295
第九节 用玉米粉等有机物作吸附剂制无水酒精	296
第十节 应用可溶性盐制无水酒精	296
第十一节 应用醋酸盐加乙二醇的萃取精馏法制无水酒精	299
第十二节 盐效应萃取蒸馏制备无水酒精	299
第十三节 应用分子筛技术制无水酒精	303
第十四节 蒸馏和膜脱水相结合的无水酒精制造法	303
第十五节 真空蒸馏制无水酒精法	303
第十六节 利用二氧化碳抽提法制无水酒精	309
第十七节 利用树脂制取无水酒精	309
第九章 酒精蒸馏过程中的节能问题	312
第一节 蒸馏过程的节能途径及投资方案	312
第二节 利用蒸汽喷射装置回收糟液中的余热	318
第三节 蒸发和蒸馏的联合装置	320
第四节 具有不同压差的多塔系精馏设备	323
第五节 具有热泵的节能蒸馏装置	328
第六节 各种主要蒸馏法能耗比较	331
附录	333
附录一、工业酒精	333
附录二、酒精通用试验法	336
附录三、食用酒精	354
附录四、工业合成乙醇	357
附录五、变性燃料乙醇	365
附录六、化学试剂 乙醇(无水乙醇)	386
附录七、乙醇(95%)	390
附录八、计算塔板弓形的宽度与面积函数表	393
参考文献	396

第一章 酒精蒸馏的安全技术问题

在酒精生产过程中,蒸馏车间(工序)是十分重要而关键性的岗位和部门。它执行和担负着酒精蒸馏工程这一艰巨而细致的重要任务,酒精质量的优劣、产量的大小、蒸馏效率的高低等方面,均关系到全厂或整个企业的命运和经济效益。与其他工序相比,蒸馏设备、管系、工艺流程、操作技术等方面均较复杂,操作人员的素质要求也比较高,这些均为大家所熟知。但更重要的是确保安全生产,年年无事故。在本章中,将重点讨论蒸馏车间的布局设计、厂房设计、设备安装与调试、生产等方面的安全技术问题。

第一节 蒸馏车间的布局及设计

根据国家有关规定,酒精属一级易燃、易爆品。酒精和其他挥发性杂质在空气中含量超过一定限度时,不仅对人体有害,而且容易起火,且与空气组成爆炸性混合气体。因此,酒精蒸馏车间一定要严格遵循防火、防爆条例。

在新建酒精工厂的总图设计时,蒸馏车间的布局至关重要,其附近应划定为严格的防火区。合理与否宜反复推敲后酌定,甚至要设计多个方案供优选。对蒸馏车间的布局设计如何才能做到最佳化,笔者根据对一些酒精生产厂家的考察、研究,结合文献资料及个人的实践经验,兹提出如下粗浅看法,供参考。

(1) 在布局酒精蒸馏车间时,应“瞻前、顾后、看四方” 酒精生产由原料粉碎、蒸煮、糖化、发酵、蒸馏等工序组成流水作业线。所谓“瞻前”,就是蒸馏工序要照顾到与前面几道工序的关系,一般是紧接在发酵工序之后,与发酵罐等相毗邻。从某种意义上讲,蒸馏工序又是为处理发酵工序的发酵产物——成熟醪而服务的。由于在处理酒精成熟发酵醪的过程中,会产生大量的酒精糟液和成品酒精等,所以,考虑酒精蒸馏车间的布局时,又要“顾后”,即考虑蒸馏车间与糟液处理场地或 DDG、DDGS 车间与酒精贮罐区之间的关系。在通常条件下,酒精与酒糟均可通过管道输送,故两者与蒸馏车间的距离,原则上在厂区面积允许的范围内,以尽可能拉大距离为好。按防火设计要求,酒精贮罐区一般应离蒸馏车间及主厂房 50m 以远为优。由于酒精蒸馏车间是用汽、用水大户,水、汽均要占整个酒精生产耗量的 60%~70%,从节约管道来说,理应就近布置。但锅炉房又与蒸馏车间的防火要求有矛盾,所以,又不能太近。另外,与配电房也不能太近。而与供水及循环回水池系统近些是可以的,它可起到安全隔离带与防火带的作用,并对消防有利。因此,布局时又要“看四方”。

有些厂家将酒精贮罐紧靠蒸馏车间,甚至处于厂区中心地带,这是一个十分不安全的因素,是根本不符合设计要求和防火原则的。可以设想,这样布置一旦发生事故,就很有可能

出现“中心开花,全厂遭殃”的局面。也许有人认为,这是庸人自扰、百年难遇之事。但就酒精蒸馏车间的布局和设计来讲,设计者和领导决策者应从长远及眼前的安全出发,审慎考虑,立足于防患于未然,才是上策。

(2) 酒精蒸馏车间宜与其他车间分开建造 纵观酒精行业中的众多厂家,往往把蒸馏车间与其他车间设计建造在一起,变成一个组合式综合大楼,这是极不科学的,也是不符合安全要求的;有些厂家则将蒸馏车间与其他车间分开建造,周围又有比较宽松的缓冲地带和相应的可供消防等用的通路,甚至布置在厂区比较边缘的安全地区,并配以绿化带,使人观之,安全感油然而生,并有花园式工厂的直觉,这是比较理想的。

(3) 建筑结构应符合防火防爆级别要求 一般来说,蒸馏车间的建筑结构及型式大体上可分为以下几种类型:

① 全封闭厂房式高楼,即钢筋混凝土构架,砌墙到顶。

② 半框架半厂房式。

③ 既无厂房也无框架,仅有基础,此多用于强制回流型机组的安装,其对吊装、检修、操作均不方便。这种做法貌似安全,实际上却潜在着不安全因素。

④ 全钢筋混凝土框架式者,仅在二楼布置操作室。这是一种比较合理的设计构思,国外也有许多厂家采用。

⑤ 采用砖木结构的楼房者,楼板楼梯均用木材制作,这是极不科学并违反消防安全要求的。

(4) 蒸馏车间应配备必要的消防设备、防火材料和足够的水源。

(5) 蒸馏车间应有良好的通风条件,避免可燃、易爆性气体的积聚。

(6) 蒸馏车间的电气系统(设备、照明、仪表等)应采用防爆型的,并封闭在结实密闭的盒子中。只有这样做,才能在发生任何电器爆炸事故时不会传到盒子外面,避免重大事故的发生。另一防火技术是使用低电压,防止电器产生火花。低电压技术对低功率电信号非常适用,但不能用于大功率电器,例如电机和照明装置。

(7) 蒸馏车间应设有避雷装置,输送酒精的管道设备要接地,以防产生静电。

(8) 建筑物的外形可根据需要而定。可采用方形、长方形、圆形等,不论何种型式,均应以有利于安全生产为原则。

(9) 设备的设计、制造以及管系的选用、安装,应有一定的安全系数和强度,避免在偶尔出现超压和真空状态时受损。属于压力容器者,如汽包等,应符合国家有关规定要求,加强检验监察工作。

(10) 防火区还要限制能产生火源的各种运输装置靠近。

第二节 酒精和其他杂质的爆燃点

酒精和其他有关杂质的爆燃点见表1-1。

从表1-1的数据可知,在醪液蒸馏和精馏车间内可能存在的化学物质,均具有低的爆燃点,因此,均属于危险物品。

表 1-1 酒精和其他杂质的爆燃点

物料名称		爆燃点/℃	物料名称		爆燃点/℃
不同浓度的酒精	100%	12	丙 醇		23
	80%	19	异丙醇		12
	60%	22.75	乙 醚		-20
	40%	26.25	苯		-12
	20%	36.75	乙酸乙酯		-2
	10%	49	正戊醇		55

第三节 酒精及其杂质蒸气的爆炸界限

有关酒精及其杂质蒸气的爆炸界限见表 1-2。

表 1-2 酒精及其杂质蒸气的爆炸界限

名 称	占空气体积的比例/%	浓度/(mg/m ³)
酒 精	2.8 ~ 13.7(3.3 ~ 19.0) *	50 ~ 260
乙酸乙酯	0.8 ~ 50	25 ~ 1 580
苯	1.0 ~ 8.0	33 ~ 300

注：* 文献上此数据不统一。

所谓爆炸界限,即指遇到明火或电火花会造成爆炸事件的浓度范围。以酒精为例,它在空气中的爆炸界限范围较广,下限 2.8% (3.3%),上限为 13.7% (19%),其最大爆炸压力为 0.784MPa。

第四节 蒸馏产物在空气中的允许极限浓度

在蒸馏设备及生产运行正常的条件下,如果设备及管系的密封性能和车间的通风良好,则车间空气中的危险物质的浓度极低,并不造成危害。反之,如果设备及管系跑、冒、滴、漏现象严重,排醛温度过高,通风状况又不良,则会对人体健康造成严重危害,并危及安全生产。蒸馏产物在空气中的允许极限浓度,见表 1-3。

表 1-3 蒸馏产物在空气中的允许极限浓度

产 物	浓度/(mg/L)	产 物	浓度/(mg/L)
酒 精	1.0	乙酸戊酯	0.2
乙 醚	0.3	戊 醇	0.05
乙酸乙酯	0.2	苯	0.1

第五节 酒精蒸馏车间安全注意事项

在酒精蒸馏车间的安全技术方面,操作人员除了必须学习和熟悉以上基本知识外,尚应注意如下各点。

(1) 蒸馏设备及其管道、附件等一定要有良好的密封性,杜绝跑、冒、滴、漏现象。

(2) 切不能用明火及可能产生火花的工具,切忌金属与金属之间敲击和碰撞,以免产生火花。

(3) 严防电线绝缘不良和产生火花。

(4) 厂房应有良好的通风排气条件,门窗应注意适度开放,特别是在排醛气的楼层,切忌门窗紧闭,切忌排醛温度过高或使冷凝系统产生过热现象,否则大量冒出的气体遇火花极易发生事故。宜将排醛管出口接至室外。

(5) 车间里不能存放自燃的材料。

(6) 塔内压力在常压蒸馏的条件下,不能超过 49kPa。

(7) 不能在满负荷运转情况下进行塔的清洗。

(8) 蒸馏设备及其附件在进行修理前,一定要将塔内的酒精蒸空,并用水冲洗和反复以水代料进行蒸发,以排除设备内的全部酒精。在可能的条件下,最好再注入 CO_2 ,借以改变酒精和空气混合物的组分,并有防火作用,使其避开燃烧及爆炸范围。在经检测和检查符合要求的前提下,车间应报请厂部批准,待取得“动火许可证”后,方可在蒸馏车间内进行焊接工作。焊接时氧气瓶不能移入蒸馏车间。

(9) 蒸馏车间严禁吸烟和带入火种。

(10) 操作人员应充分重视和善于运用各塔塔顶及有关管道上的排空阀的作用,防止真空吸瘪设备及导气管等。

(11) 在设备安装和检修过程中,应确保人身及设备安全和起吊设备的完好。

(12) 在设备及管道安装方面,应力争正确无误。错误的安装,往往是事故的祸根和生产不正常的因素。

(13) 在进行化学处理作业,制备碱液或高锰酸钾酒精-水溶液等时,应戴防护手套,谨防灼伤皮肤。

(14) 在有条件的工厂,应对环境空气进行定期或不定期的监测。

(15) 在各塔的排醛系统中应设置酒精捕集器,并有足够的容积,以免当冷凝系统温度偏高时,导致大量的酒精从排醛管喷冲而出。这样不仅造成酒精的过多损失,而且极易发生事故。如果遇上火花或明火,一则燃烧,二则爆炸。再者,排醛管上切忌安装阀门,当大量酒精从排醛管喷冲而出时,更不宜将此阀关死,否则将造成整个系统压力偏高,导致渗漏及损坏。

(16) 在试车、生产、开机、停机的条件下,应特别注意塔顶和其他设备及管系上的空气阀(或称排空阀)及排醛管对设备压力、物料和空气的调节作用,以防设备损坏和产生气阻现象。排空阀及排醛管不宜太小,稍大些为好。

(17) 对仪器、仪表(如压力计、温度计等)应定期或不定期地进行反复校验。尤其应重

视试车阶段的调试工作,力求准确无误,或找出偏差数据予以校正或修正。仪表是工业生产的眼睛,如果不准确,误差太大,将会带来十分不安全的因素,造成不应有的事故或后果。日常生产过程中,应定期对仪器仪表进行检查。一些工厂仪表的准确度相当低,有些温度计误差 $2\sim 5^{\circ}\text{C}$,有的甚至高达 13°C ,压力表也有偏差。

笔者认为,对仪表无论是常规仪表或现代化、自动化仪表,既要相信它、依靠它,但又不能绝对轻信它,或甚至在未经检验的条件下就投入运行,这是十分不妥的。因此在试车或正常生产中应强化仪表的管理工作,如发现异常现象,应及时校验或更换,以确保安全运行。

(18) 各种阀门是管系中的重要组成之一,它专司开关、调控物料流量的功能。当机组在特定的工艺条件下运行时,需要开关和调控一系列的阀门,为此,就涉及以下多方面的问题:

① 选型: 阀的选型应根据物料特性而定,一般蒸汽、空气类等多用截止阀,流向是低进高出;而水及带有固形物的物料则宜用闸阀或考克(旋塞)或蝶阀。若在醪液等物料管道上选用截止阀,则易堵塞,且阻力大。

② 阀的开启程度: 这应根据物料流量大小而定。但通常所用阀门,当在开启之初,均有一定的空转系数,达 $3\sim 5$ 圈或更多些;有些阀门因质量不好,阀杆上升,而阀板或阀盘脱落卡死通道;也有些旧阀门,由于阀杆弯曲失修,当开至一定圈数后即卡住,但实际上未打开或开度不够。以上这些情况,若认为阀已打开,轻者则会贻误生产,重者则会酿成重大事故。尤其严重的是,若往复泵出口管线上的阀门也是如此,则会形成严重的增压、超压现象,甚至产生泵头、管道、阀门的爆裂事故。所以,对管线或设备上的阀门应认真检查,发现疑点,应及时排除解决。

一般来说,在安装前不论新阀或旧阀,均应经试压、试漏,查验开启情况,确认安全可靠后,方可使用。

(19) 蒸汽进量应均衡稳定,切忌忽大忽小,压力忽高忽低。当采用薄膜阀控制时,也应以微调为好,否则极易破坏机组的正常运行。要倡导“稳、准、细、净”的操作要领,牢牢地掌握生产的主动权和控制权。

(20) 重视不断提高操作人员的素质,即操作人员应当努力学习酒精蒸馏理论,深入领悟工艺路线的精神实质及其内在规律性,熟练地掌握操作技能,对每台设备、每条工艺管线的来龙去脉、每个阀门的开启程度及作用、仪表显示的技术参数等方面,均应了如指掌;更应贯彻和做到“严字当头,道道把关,稳、准、细、净,优质高产”的十六字诀;要善于分析运行过程中所产生的矛盾和问题,甚至事故,并快速予以判断,及时加以处理,使之达到新的正常运行和预期的工艺目标,这样才能做到实质上的安全生产。

第六节 常见事故举例分析

在酒精工厂中,有关蒸馏方面的事故屡有发生,且损失颇大。事故发生的根源主要为:①设备检修焊接所致,②电器火花与酒精蒸气接触所致。前者如原江西省万载、上高等酒精生产单位的浮阀精馏塔,原江苏省东海县酒厂的斜孔型精馏塔,皆为检修时候动焊一触即发的恶性爆炸。原安徽省芜湖酒精厂在检修蒸馏车间酒精计量罐时,虽经多次用水浸泡洗涤,