

苯乙烯生产现状和发展趋势

沈江, 陈俊士, 洪纯芬

(中国石化集团上海工程有限公司, 上海 200120)

摘要:介绍了苯乙烯生产现状和国产化科技发展现状,指出装置规模大型化、原料来源多样化、生产技术创新化、催化剂开发深入化将是苯乙烯生产的发展趋势,归纳总结了今后可能的苯乙烯产业的发展目标。

关键词:苯乙烯;生产能力;技术发展趋势

中图分类号:TQ241.2

文献标识码:A

文章编号:0253-4320(2011)11-0009-03

Status and development trends of styrene production

SHEN Jiang, CHEN Jun-shi, HONG Chun-fen

(SINOPEC Shanghai Engineering Company Limited, Shanghai 200120, China)

Abstract: The status of styrene industry and its localization technology in China are introduced in this paper. Enlargement of styrene production equipment, diverse sources of raw materials, innovation of technology and development of new catalysts are the trends of styrene production. The possible development objectives of the styrene production in the future are summarized as well.

Key words: styrene; production capacity; development direction

1 生产现状

苯乙烯是重要的基本有机化工原料,主要用于生产聚苯乙烯树脂(PS),丙烯腈-丁二烯-苯乙烯三元共聚物(ABS);苯乙烯、丙烯腈共聚物(SAN)树脂、离子交换树脂、不饱和聚酯以及苯乙烯系列橡胶(SBR、SBS)等。此外,还可以用于制药、染料、农药、选矿等行业,用途十分广泛。根据预测,2013年我国苯乙烯生产能力639万t/a,年产量563万t,开工率88%,需求量798万t,缺口235万t,2015年缺口125万t,依然需要依赖进口解决供应不足。

2010—2015年,全球苯乙烯的供需还将保持继续增长,但增速明显低于前5年,能力增速降至1.5%,而产量及需求的增速为2.2%。预计2015年,全球苯乙烯的生产能力将达3959万t/a,产量及需求量为3422万t,装置开工率升至86.4%。

2015年,亚洲地区随着自给率的提高,其净进口量有所缩减。而北美地区由于能力没有增加,而需求增长较快,变为净进口地区。这种情形同样发生在西欧,尽管装置平均开工率略有提高,但仍供不足需,有57万t净进口量。中南美洲随着装置平均开工率的提高,该地区出现苯乙烯净出口。尽管中东地区的需求也在增长,但该地区仍是全球最主要的苯乙烯出口地区。

经过新一轮扩能高峰后,2010年我国苯乙烯市

场供需矛盾得到根本缓解,供需基本平衡或略有缺口。但在全球化的今天,不断开拓国外市场也是企业发展和实力的体现,虽然现在预测到2015年我国苯乙烯供应仍不能满足需求,国内苯乙烯暂时不会遇到产能过剩的问题,但随着国际化大企业在国内投资建厂力度的加大,亚洲日本、韩国进口产品的不断进入,我国的苯乙烯企业,特别是除中石化等三大石油巨头外的企业,产品销售压力已经出现。所以对我国苯乙烯工业而言,慎重规划在建项目、减少盲目投产、加大现有苯乙烯装置的技改力度和继续完善催化干气制苯乙烯技术的开发,已是我国苯乙烯行业(企业)提高市场竞争力的关键因素。

2 国产化科技发展现状

国产化苯乙烯技术继1999年在大连石化公司10万t/a苯乙烯装置成功应用以来,在集团公司的统一部署下,通过3家开发单位的共同努力,装备的先进性和可靠性以及工艺技术经济指标与国外先进技术相比,差距进一步缩小。2004年,采用具有中国石化自主知识产权的20万t/a苯乙烯成套技术在齐鲁石化开车成功,是我国苯乙烯生产开发的重大突破。在此之后,开发团队密切配合,在国内大力推广国产化苯乙烯技术的应用。迄今为止,6~20万t/a不同规模的成套技术和工艺包已被集团公司内、外的18个用户采用。在推广应用的同时,开发

收稿日期:2011-07-24

作者简介:沈江(1964-),男,大学,高级工程师,从事环保工作;陈俊士(1986-),男,大学,助理工程师,从事石化工艺从事工作,通讯联系人,

021-58366600-3171, chenjunshi_ssec@sinopec.com。

团队继续不断创新,取得了一批成果,其中一部分成果已经成功地在工程项目中得到应用。在工程技术方面,大型苯乙烯装置精馏节能技术开发,与节能技术相配套的新型高效阻聚剂开发,大型苯乙烯装置关键设备工程开发已经完成,前 2 项开发成果已经通过了总部组织的专家评审。后者正待评审。大型苯乙烯装置精馏节能技术的综合能耗指标已达到国际先进水平。“π”型反应器和“L”型换热器的研发成功,彻底解决了引进技术和现有国产技术在第一级三废换热器中列管拉裂泄漏的致命缺陷,已成功地应用于工程项目中,并获得集团公司专有技术授权。近期开发的平行立式反应系统将更适合大型苯乙烯装置。苯乙烯精馏节能技术,夹套型膨胀节、共沸换热器、降膜式再沸器等已获得国家专利授权。

3 生产发展趋势

3.1 装置规模大型化

今后一段时间,世界苯乙烯的产能相对过剩,但是亚洲尤其我国的消费量还会增长。这样,势必导致更多的国外产品流入国内,对我国苯乙烯行业的发展构成一定的威胁。目前我国苯乙烯装置单套生产能力较小,除上海赛科、镇海炼化等少数几套引进装置外,大部分装置生产规模都小于国外 30 万 t/a 经济规模。应尽快利用已开发成功的技术对现有装置进行改造,逐步提高装置的生产规模和工艺技术水平,使单套装置的生产规模达到经济规模以上。随着国家加大节能环保工作力度,并采取相应措施,其中建筑节能降耗工作也将进一步受到重视,EPS、SBS 产品作为优良的保温及防水型材料将大量应用于建筑业,对苯乙烯的需求量增长将继续保持较快速度。因此,国内苯乙烯的项目建设仍将持续,并向大型化、特大型化发展。

3.2 原料来源多样化

苯乙烯生产装置的主要原料为乙烯。据预测,2015 年国内乙烯当量需求将达到 3 300 ~ 3 600 万 t,到 2020 年,乙烯当量需求将达到 4 000 ~ 4 300 万 t。与当前国内产能相比,乙烯生产还存在较大的缺口。我国自 1993 年成为石油净进口国以来,目前石油对外依存度已超过 55%,到 2015 年所需石油 2/3 将依赖进口。我国乙烯资源供不应求,而炼油企业的富含乙烯的炼厂干气却仅作为燃料使用,造成乙烯资源的浪费。

炼厂催化干气中乙烯含量较高,质量分数在 19% ~ 25%。随着我国炼油工业发展,催化裂化装

置的单套规模和总规模都很大,中小炼油企业的改扩建,油品质量升级改造,副产品干气数量可观。以往各炼厂副产干气中稀乙烯生产苯乙烯的技术路线适应我国目前发展苯乙烯生产的需要,技术可靠,产品质量能满足加工下游产品的要求,产品成本较从精乙烯(聚合级乙烯)的技术路线下降 10%。

近几年来,国内已建成多套以炼厂干气为原料的乙苯-苯乙烯联合装置,提高了炼厂经济效益,特别是在前一段时间原油与成品油价格倒挂时,以干气为原料的乙苯-苯乙烯装置对弥补炼厂由此而发生的效益亏损起到了积极的作用。同时,国务院发布的关于促进产业结构调整暂行规定的通知(国发[2005]40 号),国家发展和改革委员会编制的《“十一五”资源综合利用指导意见》,炼厂干气、化工、化工副产品的综合利用都列入鼓励发展项目。有干气资源的炼油企业应积极开发利用干气生产苯乙烯的生产技术。

以乙醇和苯为原料的苯乙烯技术,采用可再生资源乙醇替代日益紧张与价高的乙烯。在经济上也有一定的竞争力,乙苯产品的质量符合苯乙烯生产的要求,综合经济与纯乙烯法生产苯乙烯工艺相当。

3.3 生产技术创新化

3.3.1 非金属材料催化直接脱氢反应^[1]

积炭一直是困扰烷烃转化工业的关键问题。传统催化剂以金属及其氧化物为活性组分,反应物烷烃分子在活化的同时也不可避免地形成炭沉积物,最终导致催化剂活性流失。传统的解决方法是添加碱金属、稀土金属氧化物等助剂适当延缓失活过程,或者引入大量水蒸汽进行原位消炭以保护活性中心。因此必须开发新一代节能、清洁、高效的烷烃脱氢催化材料。

据资料报道,纳米金刚石表面碳原子在较大的表面曲率作用下,发生部分石墨化,形成了独特的“金刚石-石墨稀”的核壳纳米结构,在无氧、无水蒸汽保护的低温条件下实现乙苯直接脱氢制取苯乙烯,其催化活性约为工业氧化铁催化剂的 3 倍,苯乙烯选择性高达 97.3%。此项成果将在乙苯脱氢制苯乙烯工业领域拥有良好的应用前景。

3.3.2 甲苯、甲醇制苯乙烯工业采用甲苯与甲醇侧链烷基化生产苯乙烯^[2]

据美国新泽西州的 Exelus 公司介绍,目前该工艺的苯乙烯和乙苯选择性可达到 90%,苯乙烯/乙苯产率比为 85/15,基本满足工业需要。此技术

反应条件缓和,且无需乙苯脱氢装置,因此大大降低了投资成本,比传统苯乙烯投资低 10% ~ 15%,经济效益较好。

3.3.3 CO₂ 气氛下 FeLi/AC 催化剂上的脱氢反应^[3]

活性炭负载铁氧化物(FeLi/AC)催化剂在 CO₂ 气氛下的乙苯脱氢反应具有较高的乙苯转化率和苯乙烯稀释性。以 CO₂ 取代过热水蒸汽不仅反应温度可下降约 50℃,苯乙烯所需的能耗从 6.3×10^9 J 降低到 7.9×10^8 J。

以 CO₂ 为碳源或氧源生产高附加值化学品,不仅可以保护石油等日益枯竭的石化燃料资源,还可以减少和控制主要温室气体 CO₂ 的排放总量。

3.3.4 以丁二烯苯乙烯工艺技术研究开发^[2]

应加快以丁二烯制苯乙烯、以甲苯制苯乙烯以及乙苯脱氢-氢选择氧化制苯乙烯等新工艺的研究和开发步伐,努力缩短与国外技术之间的差距。同时苯乙烯/环氧丙烷联产法工艺可同时生产苯乙烯和环氧丙烷 2 种化工产品,适合建设大规模生产装置,建议我国新建苯乙烯生产装置采用此工艺。

3.4 催化剂开发深入化

尽管我国苯乙烯催化剂的研究开发已经达到相当高的水平,并部分取代了进口,但在新配方筛选、制备工艺、基础研究等方面仍有相当大的潜力。

目前我国传统的乙苯催化脱氢制苯乙烯技术,在催化剂、反应器、工艺技术等方面都日趋成熟,但其乙苯转化率受化学平衡的限制,要进一步提高难度很大,另外,由于需消耗大量的水蒸汽,综合能耗和操作成本较高。因此开发低压、低温、稳定性更好的新型催化剂,节省能源,降低生产成本,延长催化剂的使用寿命,全面实现催化剂的国产化,将成为今后我国苯乙烯催化剂开发研究的主要努力方向。

4 结论

未来苯乙烯产业的发展目标是:能尽快形成单套生产能力达到 60 万 t 以上节能型苯乙烯成套技术,并实现工业化应用;在技术研发水平上,接近国外企业的先进水平,并进行节能降耗、催化剂改进优化和新设备方面的研究;能够实现新的苯乙烯生产工艺(如以丁二烯、甲苯为原料制苯乙烯以及乙苯脱氢选择性氧化制苯乙烯等)技术突破。

参考文献

- [1] 乙苯脱氢制苯乙烯现曙光[J]. 化工科技市场, 2010, 33(12):61.
- [2] 侯志扬. 我国苯乙烯产业分析[J]. 化学工业, 2010, 28(7):26-29.
- [3] 刘阳. 乙苯催化脱氢制苯乙烯技术的发展[J]. 法制与社会, 2009, (3):344. ■

浙江力普石墨粉碎球化生产线受外商青睐

日前,来自日本、巴西的客商一行 8 人,专程前往坐落在浙江嵊州市仙岩开发区的浙江力普粉碎设备有限公司,现场考察该公司创新开发的石墨粉碎球化生产线。经反复带料试验,结果表明由该生产线加工的石墨微粉振实密度高,球形度理想,产品成品率高,粒度集中,外商对此十分满意。

据悉,我国石墨资源丰富,储量和产销量都居世界首位。石墨是我国少有的具有国际竞争优势的矿产之一,在锂电池、军工、节能环保领域用途广阔。在发达国家,石墨产品已作为新能源材料技术的代表,素有“黑金子”的美称。

由于天然石墨为片状结构,因此在对石墨原料进行粉碎加工时,石墨粉体颗粒的纯度、粒度及改性是其中的关键技术,粒度的参数包括粒径、粒度分布及粒子球形度等,例如锂离子电池石墨负极材料就要求石墨粉体尽可能为球形粒子。

因此,石墨粉体颗粒球形度的好坏成为石墨粉碎设备选型的关键。此次前来考察的日本、巴西客商此前已就球形石墨粉体颗粒生产设备的各项指标,在国内众多粉碎设备企业反复试验比较,最终浙江力普从中脱颖而出,成为他们的首选。

浙江力普是一家专为高端客户精心设计、量身定制超微粉碎设备供应商,系浙江省优秀创新型企业。对于粉体加工中的各种疑难问题有着独到的技术,具有国内领先的石墨粉碎球化生产线设计制造水平,已成功为国内外多家厂商设计生产石墨成套加工设备,解决天然石墨精细加工粉体方案。

这次接受外商现场考察的石墨粉碎球化成套设备,只需将石墨原料进行多次粉碎、分级、打散,就能实现石墨的球形化。其中系统产生的尾料和成品可通过风网系统和集料系统进行统一的收集。此方案在石墨加工行业已取得卓越成果,成为石墨粉碎球化领域中的佼佼者。整个系统的出料点少,配以高度自动化的电气控制系统,实现较高度度的自动化生产,节约人力资源并有效地控制车间内的粉尘污染问题。电气控制也可采用领先的 PLC 自动化设计,实现粉碎过程的无人化连续操作和整条生产线的电脑控制操作。各系统中设备的排放可根据实际要求进行灵活调整,通过改变软管的连接能够方便的调整同组中各种规格主机的数量组合。

浙江力普石墨粉碎球化生产线自问世以来,已经得到了日本、德国、美国、巴西等外商及国内相关大型企业的高度青睐。(丁文)