

国标固相缩聚工厂设计规范的解析

金平良

(上海纺织建筑设计研究院,上海 200060)

摘要:对化纤工业工程建设制定的国家标准 GB51115《固相缩聚工厂设计规范》进行了研究,从建设水平、标准体系、节能、节地、安全及工艺技术和社会效益方面进行了分析;得出规范实施有利于提高固相缩聚工厂的建设水平,实现聚酯(PET)产业链下游行业工程设计标准体系的全覆盖,避免了行业交叉、低水平的重复建设带来的浪费,有利于国家节能减排方针的贯彻执行。

关键词:固相缩聚;工程建设;标准规范;研究分析

中图分类号:TS108

文献标识码:A

文章编号:1673-0356(2018)04-0041-03

固相缩聚(SSP)是聚酯(PET)颗粒在保持固相,低于熔点温度和内在催化剂作用下进行的缩聚反应,以达到增黏、脱醛和提高结晶度的目的^[1]。中国的聚酯及纤维工业由于技术进步与市场需求的推动,已由市场短缺转变为市场丰富^[2]。固相缩聚技术的发展推动了聚酯材料在工业丝和非纤材料应用的迅速发展,不仅已广泛用于食品饮料包装,而且已经延伸到医疗卫生行业,以及作为工程塑料替代金属等诸多领域,展现了广阔的应用前景^[3]。由于我国一直未制定过固相缩聚工厂设计的相关规范或设计技术规定之类的文件,致使各地固相缩聚工程设计和建设缺乏国家技术依据和标准规范的指导。

国家标准 GB51115-2015《固相缩聚工厂设计规范》(以下简称“规范”)^[4],自2016年5月1日起实施,该规范由中国纺织工业联合会和上海纺织建筑设计研究院主编。这次规范的制定在总结我国建设经验和教训的基础上,根据国内聚酯工业迅猛发展现状,制订了适应我国固相缩聚工厂的工程设计规范,对提高工程建设质量、促进工程设计规范化和技术国产化都是非常必要的。

1 标准的效用分析

1.1 建设水平

聚酯(PET)技术有了长足发展,尤其是聚酯生产装置国产化之后,国内聚酯生产规模和产量飞速增长,为涤纶工业的发展提供了丰富原料。其产能已居世界

首位,并且建立起了产业配套、品种齐全、效率较高的生产体系,成为最具竞争力的化纤产品。

以无定性聚酯切片为原料的固相缩聚产品较多,涉及面较广。有瓶级切片、工业丝级切片,工程塑料级切片、薄膜级切片;有连续缩聚生产工艺,间歇缩聚工艺;有年产几百吨规模的小厂(或装置),有超过十万吨级的大厂;有国外引进技术和设备,有国内自行研发的技术和设备。由于目前还没有与之相适应的工程建设规范,一些低水平的生产装置仍在重复建设。本规范在全面总结国内近三十年固相缩聚工程建设经验基础上,根据技术进步达到的程度和设备制造水平,并结合生产过程中的技术改造实践,制订了固相缩聚工厂建设应遵循的基本原则和工程设计规定。

规范的内容反映了我国当前的技术成果和建设经验,具有一定的先进性、实用性和可操作性;同时本规范内容涵盖了固相缩聚工厂工程设计中各个专业的内容,包括工艺、自动控制 and 仪表、电气、土建、给排水、采暖通风等专业。因此本规范的实施必将较全面地提高我国固相缩聚工厂的工程建设水平。

1.2 标准体系

就完整的产业链而言,目前聚酯工业下游的衍生大致包括聚酯熔体或切片成品,用于生产服饰用的涤纶长、短纤维、非织造布,和以聚酯切片为原料,通过固相缩聚增黏后扩大应用于聚酯瓶、工业丝、薄膜、工程塑料等生产过程,初步构成了完整的产业链。

在纺织工程建设标准体系的统一规划和指导下,中国纺织工业联合会于2009年组织新编的《聚酯工厂设计规范》和《非织造布工厂设计规范》,以及2010年合并、修订的《涤纶工厂设计规范》这3个规范对以聚

酯熔体(切片)、回收聚酯瓶片及再造粒聚酯切片为原料的涤纶长丝工厂(含复合长丝和单丝)、涤纶短纤维(含毛条)、涤纶工业丝、纺丝成网法非织造布工厂生产装置及辅助生产设施的新建、改建和扩建设计进行了规定。规范实施以来效果明显,特别是依照有关节能、降耗的规定,许多企业已经做了技术改造,并直接产生了经济效益。

《固相缩聚工厂设计规范》规定了以上游常规无定形聚酯基础切片为原料,通过固相缩聚增黏,达到下游生产聚酯瓶、工业丝、薄膜、工程塑料等加工的不同设计要求,扩大了下游产品衍生加工的覆盖范围,保证了聚酯产品加工体系覆盖面的完整性。

上述4个规范的内容充分体现了聚酯行业当前的技术成果和建设经验,具有一定的先进性、实用性和可操作性;解决了工程建设专业标准在发展中的不协调、不配套和组成不合理等问题,明确了聚酯、纺丝、固相缩聚、非织造布工厂设计的分工衔接;形成了覆盖聚酯行业工程建设的完整性、科学性、合理性,避免了低水平的重复建设带来的资源和资金浪费;适应了科技进步和市场竞争环境的需求,使聚酯行业工程设计工作将有章可行,有法可依。

1.3 节能降耗

目前固相缩聚产品品种众多,其工艺方案和选择各异,企业生产规模大小、建设地点条件差异明显,技术来源不同。因此国内连续固相缩聚装置的基础切片消耗差异较大,其设备故障率、故障大小及生产的切片分子量(特性黏度)不同,都会影响基础切片的消耗量。国内装置运行情况较好的每吨产品消耗低于0.5 kg(干基),运行不好的每吨产品消耗超过5 kg,相差近10倍。但经调研分析、总结后,至少取其平均值较符合国内各企业的生产实际情况;经总结分析和归纳其控制的关键措施后,应作为新厂建设的重要控制指标,提升为规范规定。这不仅促进了今后工程建设的技术进步,而且更有利于节能降耗、减排方针的贯彻执行。

带节能器的氮气循环系统是连续式固相缩聚节能的有效措施。间歇固相缩聚装置用能较小,热媒电加热方式有利于节能和方便设备操作;通过双回路、两级温度控制实现精确的温度控制(降温时一次回路保持高温,只有二次回路和转鼓一起降温),可节约10%~15%的能耗。

其次,在上游有聚酯装置的固相缩聚联合工厂,聚酯的聚合反应后回收的乙二醇,通过固相缩聚氮气喷淋洗塔进行净化后的乙二醇输送到聚酯生产线回用。固相缩聚工厂节能降耗的关键是选择先进的工艺方案,它在节能降耗中往往占很大比重。因此工艺节能在规范中有专门一节,电气、建筑、通风和给排水章节在相关技术条文中也对节能做了规定。

工厂节能重点是抓住优化工艺设计方案,选择节能型设备、管道和设备绝热减少热损失主要环节;同时完善工厂能源管理体系,健全落实各种节能规章制度,才能使能耗指标达到先进水平。

为执行环保污染物达标排放和总量控制政策,在规范中规定连续固相缩聚装置反应尾气中含有的微量乙二醇、乙醛等小分子气体,必须经过催化氧化反应器燃烧后排放,以及氮气干燥器排水中含有微量乙二醇须收集处理;间歇固相缩聚装置的排气也须经冷却器冷却、活性炭吸附处理后,符合国家排放标准才能排放。这些措施杜绝了乙二醇、乙醛等小分子的气体直接排放,也保护了厂区环境。因此规范的实施将有力地促进和加强现阶段国家节能降耗、减排方针的贯彻执行。

1.4 安全生产

为确保维修、操作人员的人身安全和设备安全,避免可能对周围环境重要设施的影响,本规范规定了如下4条强制性条文:

(1)7.7.10 氢气瓶放置间的火灾危险性应为甲类,属于有爆炸危险房,为保证在房间内的生产设备及人身安全,应设氢气浓度检测报警器,并应执行现行国家标准《氢气站设计规范》GB 50177的相关设计要求。

(2)5.5.6 煤管道系统严禁采用水为介质进行压力试验,是针对近年来热媒管道采用以水为介质作压力试验,导致事故屡有发生,故而将本条列为强制性规定。

(3)8.3.2 工厂的疏散照明、安全照明、备用照明等应急照明系统,必须有专用的馈电路供电。

(4)8.5.2 工厂的爆炸危险环境必须采取静电防护措施。

另外,对存在粉尘、有害物质、噪声、高温等职业危害因素的场所和岗位,应按规定进行专门管理和控制;联苯加热器液位标志明显清晰,温度和压力上下限位联锁报警装置、防爆片等可靠到位;作业场所应划出人

员行走的安全路线,并有明显的安全警示标志;主要通道及主要出入口,通道楼梯、变配电室、中控室场所应设置应急照明等都作了规定。这些规定将进一步规范预防事故的防范措施和提高生产的安全性。

2 标准的工艺技术分析

本规范中的工艺流程确定是在现有的国内自主研发技术路线基础上,结合引进美国、日本、意大利、瑞士等装置生产线而确定的,且经实践证明是先进、成熟、可靠的。间歇式固相缩聚借助抽真空除去小分子副产物,其工艺流程短操作灵活方便,设备投资少适合于小批量多品种生产;但对真空度要求甚严,切片传热效率和生产效率欠佳,批与批之间质量存在差异。故适合中小规模生产,特别适合于一些特殊品种的生产。连续式固相缩聚工艺流程长,设备投资大,但切片传热效率和生产效率提高,切片质量均匀,可实现连续化生产,适合大规模常规产品的生产。

目前间歇式固相缩聚设备和年产 20 万 t 规模的连续式固相缩聚设备,制造技术经消化、吸收国内已经解决,现已可成套供应国内市场和出口国际市场。过去,引进 100 t/d 连续式固相缩聚装置成套进口设备(其中部分辅机国内制造)的价格是同等规模成套国产设备的 1.77 倍,采用 600 t/d 连续式固相缩聚装置成套进口设备(其中部分辅机国内制造)的价格是同等规模成套国产设备的 2.43 倍;采用 20 M³/台间歇式固相缩聚成套进口设备的价格是同等规模成套国产设备

的 3~5 倍。由此可见,国产设备的价格优势十分明显。因此本规范有利于促进工艺技术设备的国产化,节约建设投资。

3 结语

我国化纤工业已经列入世界化纤生产大国,并正在从规模扩张为主导的高速增长期转入以结构调整和质量效益为主导的经济平稳增长期,特别是在非纤领域中扩大聚酯材料的应用已呈现出了广阔前景。国家标准 GB51115—2015《固相缩聚工厂设计规范》的批准实施,不仅扩大了覆盖面,促进工程领域工作的标准化和规范化,还将推进聚酯材料在工业丝和非纤领域的扩大应用,有利于促进工艺成套装备创新和工程设计工作的集约化。此外,还可供化工、轻工等相关行业工程塑料加工专业参考,提高国内相关领域的研发和科技进步水平。

参考文献:

- [1] 邵惠丽,胡学超,黄彬.固相缩聚反应机理的研究[J].合成纤维工业,1996,19(5):11-16.
- [2] 邱杏娟,邱建军,张守运.涤纶化纤市场发展趋势分析[J].中国城市经济,2011,(15):317-318.
- [3] 姜迎娟,张其伟.我国聚酯工业发展方向的探讨[J].纺织科学研究,2002,(3):19-28.
- [4] 固相缩聚工厂设计规范:GB51115—2015[S].北京:中国计划出版社,2016.

Analysis of National Standard of Code for Design of Solid-State Polycondensation Plant

JIN Ping-liang

(Shanghai Textile Architectural Design Research Institute, Shanghai 200060, China)

Abstract: National standard GB51115 "Code for design of solid state polycondensation plant" was studied, which was formulated by chemical fiber industrial engineering. The standard was analyzed from construction level, standard system, energy conservation, optimal land utilization, security, process technology, social benefits and other aspects. The implementation of code was beneficial to improve the construction level of solid state polycondensation plant, realize the full coverage of downstream industry engineering standards of the polyester (PET) industry chain, avoid waste from industry cross and low-level duplicated construction, and in favor of the policy implement of energy saving and emission reduction.

Key words: solid-state polycondensation; engineering construction; standard; research and analysis