

亚洲 EVA 生产技术的发展及展望

邓兴旺^{1*} 熊芳²

(1. 中化泉州石化有限公司, 福建泉州 362103; 2. 北京聚凌燕塑料有限公司, 北京 102500)

摘要: 本文介绍了乙烯-乙酸乙烯酯共聚物(EVA)的分类, 以及现在普遍采用的两种生产工艺, 总结了我国研发 EVA 树脂工业化生产技术的历史和目前生产现状, 并介绍了亚洲主要 EVA 生产商的相关情况, 提出了我国 EVA 树脂生产技术的发展建议。

关键词: 乙酸乙烯酯共聚物; 高压釜式法; 管式法; 低密度聚乙烯; LDPE 引发剂; VA 树脂

中图分类号: TQ314.2

文献标志码: A

文章编号: 0253-4320(2016)12-0010-05

DOI: 10.16606/j.cnki.issn0253-4320.2016.12.003

Development and prospect of ethylene-vinyl acetate copolymer(EVA) production technology in Asia

DENG Xing-wang^{1*}, XIONG Fang²

(1. Sinochem Quanzhou PetroChemical Co., Ltd., Quanzhou 362103, China;

2. Beijing Ju-Ling-Yan Plastic Co., Ltd., Beijing 102400, China)

Abstract: The classification of ethylene-vinyl acetate copolymer (EVA) is introduced. Two kinds of production processes commonly used for production of EVA nowadays are described. The history and present production situation of industrial production technology of EVA resin in China are summarized. The main EVA producers in Asia are also provided. The development of EVA resin production technology in China is put forward as well.

Key words: vinyl acetate copolymer; autoclave method; tube method; low density polyethylene; LDPE initiator; VA resin

乙烯-乙酸乙烯酯共聚物(EVA)是乙烯最主要的共聚物之一^[1], 是目前世界上继 LDPE、HDPE、LLDPE 之后第四大乙烯系列共聚物^[2]。EVA 产品按照其乙酸乙烯(VA)的质量含量不同而分为三大类, VA 含量在 5%~40% (质量分数, 下同)的, 一般称为 EVA 树脂, 主要用作聚烯烃树脂改性、油类添加剂, 以及生产电线电缆屏蔽层和护套、薄膜、热熔胶、发泡等; VA 含量在 40%~70% 的, 一般称为 EVA 弹性体, 主要用作橡胶弹性体、PVC 改性剂及汽车工业部件等; VA 含量在 70%~95% 的, 通常呈现乳液状态, 称为 VAE 乳液, 主要用于粘合剂、无纺布用胶、密封胶、地毯背衬胶、涂料和屋面防水层等^[3]。

1 EVA 树脂的合成

20 世纪 30 年代, 英国帝国化学工业公司(ICI)设立了一个研究计划, 研究某些选定的物质在高压下的反应情况, 1933 年 3 月 29 日, Eric Fawcett 和 Reginald Gibbon 尝试研究乙烯和苯甲醛在高压下的反应时, 意外制得了低密度聚乙烯(LDPE)^[4], 并于 1936 年在英国申请了低密度聚乙烯专利。之后, ICI

公司 Michael Perrin 和 Eric Fawcett 等人, 利用 80 mL 的釜式反应器, 尝试了多种可聚合的有机单体在高压(压力大于 150 MPa)、高温(温度高于 170℃)和微量氧气(0.01%~1%)或过氧化苯甲酰作为引发剂存在的条件下与乙烯发生共聚反应, 合成各种乙烯共聚物, 其中就包括乙烯-乙酸乙烯酯共聚物(EVA), 并于 1937 年 4 月 22 日在英国申请了专利, 1938 年 4 月 21 日在美国申请了专利。

2 EVA 树脂的生产工艺

EVA 树脂工业化生产较晚, 直至 1960 年才由美国杜邦公司采用高压法工艺工业化生产出 EVA 树脂。随后, UCC、Bayer、USI、Exxon、三井聚合化学、东洋曹达、住友、尤尼卡等 30 多家公司也相继投产, EVA 树脂作为塑料新品种在世界上得到迅速发展^[5]。截至 2015 年年底, 全世界 EVA 树脂年产量在 600 万 t 左右, 产量排名前三的分别是 Exxonmobil、Hanwha、Lyondellbasell 公司, 年产量分别约为 1 300、650、560 kt。

由于乙酸乙烯酯(VA)是极性单体, 会使 Ziegler-Natta 和金属氧化物催化剂中毒, 破坏催化乙烯聚合

的能力^[6]。另外乙酸乙烯酯与乙烯在高压聚合反应中竞聚率相近且均约等于1,基于以上原因,EVA树脂的工业化生产主要采用与LDPE类似的高压本体法聚合工艺。两级压缩机将乙烯、乙酸乙烯酯和一定量的分子量调节剂压缩至100~300 MPa,送入反应器内,向反应器内注入氧气或有机过氧化物作为引发剂,引发聚合反应,聚合反应温度约为150~250℃^[7-8]。高压法聚合反应可制得乙酸乙烯含量在5%~40%、相对分子质量为2万~5万的EVA树脂。熔融状态的聚合物产品经低压分离器分离,进入热进料挤压机,经挤出、造粒、干燥,制得颗粒状EVA树脂产品^[9]。

依据反应器类型的不同,高压本体法聚合工艺分为釜式法工艺和管式法工艺两种^[10]。

2.1 釜式法工艺

釜式法工艺是采用高压釜式反应器的连续本体聚合工艺。由于聚合是在相当高的压力下进行,釜式反应器是厚壁、具有高长径比的筒型设备(如15:1~20:1)。反应器一般带夹套及搅拌器,搅拌器由安装于反应釜内部或外部的搅拌电机驱动。内装电机通过围绕它的低温进料冷却。反应混合物在带有搅拌装置的釜式反应器中高度返混,整个反应器内反应温度由上而下形成温度梯度。若反应器分成若干间隔可减少返混,随反应混合物的行程可有不同的反应温度。通过在不同间隔区加入单体、引发剂和(或)分子量调节剂可控制共聚反应^[9,11]。

釜式法聚合的典型工艺有DuPont、USI、住友、Equistar等,该工艺可生产VA含量低于40%的EVA树脂,反应的单程转化率约为16%~23%^[11]。釜式法工艺简图见图1。

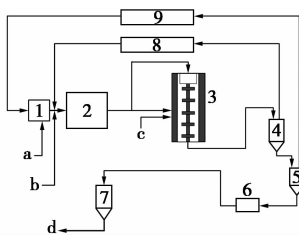


图1 釜式法工艺流程简图^[12]

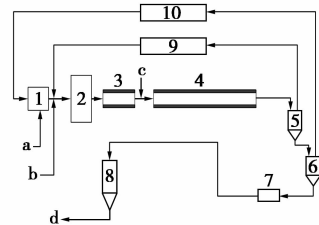
1—排放气/一次压缩机;2—二次压缩机;3—釜式反应器;
4—高压分离器;5—低压分离器;6—挤压机;7—料仓;
8—高压循环系统;9—低压循环系统;
a—乙烯;b—共聚单体和调节剂;c—引发剂;d—产品

2.2 管式法工艺

管式法工艺是采用管式反应器的高压连续本体法聚合工艺。管式反应器由厚壁长管连接的管束与

控制反应温度的环状夹套组成。管内径为25~64 mm,长径比可高达40 000:1,这取决于直径、共聚配方及产量。管式反应器可以分为引发、聚合和冷却3个连续功能区,聚合和冷却区又可分为若干小区。每个区及小区的温度通过相应的环状夹套中循环的传热介质保持独立,部分新鲜的冷原料也可以在不同点注入,以有助于控制共聚温度。反应混合物在管式反应器很少返混。足够高的反应压力可防止混合物形成两相、导致不均匀的产物^[9-11]。

目前,管式聚合的典型工艺有:Exxonmobil、LyondellBasell、Imhausen/Ruhrchemie、俄罗斯管式法工艺、住友化学和VEBLEuna-Werke管式法工艺等。该工艺可生产VA含量低于30%的EVA树脂,VA的单程转化率为25%~35%^[9,13]。管式法工艺简图见图2。



1—排放气/一次压缩机;2—二次压缩机;3—预热器;
4—管式反应器;5—高压分离器;6—低压分离器;7—挤压机;
8—料仓;9—高压循环系统;10—低压循环系统;
a—乙烯;b—共聚单体和调节剂;c—引发剂;d—产品

图2 管式法工艺简图^[14]

3 亚洲 EVA 树脂生产技术的发展

亚洲 EVA 生产厂家主要集中在中国大陆、日本、韩国、泰国、新加坡和中国台湾地区。中国大陆有扬子-巴斯夫公司、北京华美聚合物有限公司、北京有机厂、北京燕山石化公司、山东昊达化学有限公司;日本有三井-杜邦聚合化学品公司、东曹、住友

表1 2015年全球EVA产能分布表 kt/a

地区	产能	占比/%
美洲	1317	20.2
西欧	1241	19.0
中东	449	7.0
亚洲	3508	53.8
中国大陆	600	17.1 ^①
日本	355	10.1 ^①
韩国	1030	29.3 ^①
中国台湾	490	14.0 ^①
合计	6515	100

注:①产能占亚洲产能的百分数。

化学公司、日本尤尼卡公司;韩国有韩华化学、LG 化学、韩华-道达尔(原三星-道达尔)、乐天石化;中国台湾地区有台塑、台聚和亚聚公司;新加坡聚烯烃公司(TPC);泰国石化工业公司(TPI)^[15-16]。截止到2015年底,亚洲的产能已占世界产能一半以上,约为53.8%。

3.1 中国的生产技术及发展

我国EVA树脂生产技术起步较晚,初步可分为实验室研制、工业化试生产和形成规模化工业生产3个阶段。

3.1.1 实验室研制阶段

我国EVA树脂的研制工作已有40多年历史,上海化工研究院有机合成室最早于1971年开始高压法EVA树脂小试,1973年开始在30 t/a管式法高压聚乙烯中试装置上,增加相应VA设备,试制EVA树脂产品,并于1976年成功试制出EVA14/5和EVA28/250 2个牌号产品,1982年通过了技术鉴定。通过不断进行科研和技术开发,建成了50 t/a EVA中试装置,先后生产了6个牌号百余吨的EVA树脂产品^[5]。

3.1.2 工业化试生产阶段

通过前期中试,掌握了相关技术,1982年开始逐步转向工业化装置试生产。1986年上海石化总厂塑料厂利用上海研究院技术,改造原3万 t/a管式法高压聚乙烯装置,成功生产出EVA树脂产品^[5];1978年中国石油大庆石油化工公司引进德国伊姆豪森6万 t/a管式法LDPE装置可兼产EVA树脂,1986年7月建成投产后试生产出18VA、18VB、18VD 3个牌号的产品。2006年该公司在上年建成投产的20万 t/a LDPE装置上小规模试产了EVA树脂产品。由于最初仅引进低VA含量EVA生产技术,且LDPE市场较好,试产后,这两家公司没有再生产EVA树脂,装置仅生产LDPE产品。

3.1.3 规模化生产阶段

1993年北京东方石油化工有限公司有机化工厂(简称“北京有机厂”)从意大利埃尼化学引进了1套年产4万 t的釜式法EVA树脂生产装置,真正结束了我国无EVA树脂专业生产装置的历史,该装置于1995年4月在北京化工厂建成投产,理论上可生产醋酸乙烯含量为5%~40%、MFR为0.55~180 g/10 min的14个牌号产品,产品将广泛用于热熔胶、PVC及橡胶改性剂、薄膜、热收缩膜、泡沫塑料、粘合剂和涂料等。装置投产以来到2005年,北京有机化工厂仍然是我国唯一产业化生产EVA树

脂的厂家。生产的产品主要集中在VA含量从5%~18%的产品牌号,主要应用于薄膜、发泡、挤出注塑材料^[5]。

2005年年底,由扬子石化和巴斯夫公司合资的扬子-巴斯夫有限责任公司EVA产能20万 t/a的EVA生产装置投入生产,该装置采用的是Basell公司高压管式法工艺技术。装置独有的冷流设计提高了反应的转化率,使装置可以生产VA含量从4%~28%的EVA树脂。扬巴公司生产的EVA树脂主要是膜料、发泡料和电缆料,主要产品牌号为V5110J、V4110J、V4110F、V5110K、V6110M、V7470M等。

2007年8月,中国石油化工集团公司和杜邦(中国)公司合资成立北京华美聚合物有限公司,该公司使用杜邦的EVA专有技术,对中国石油化工集团公司旗下北京燕山石化公司高压聚乙烯生产装置中的一条生产线进行EVA改造,改造后可年产6万 tEVA产品,于2010年2月投入生产。同年6月1日产出合格EVA产品。该公司可生产VA含量5%~28%、MI为0.2~500 g/10 min的EVA产品。前期生产的EVA牌号主要是VAX70(9-7)、VAX660(12-2.5)、VAX420(18-150)和VAX460(18-2.5)等。后期产品升级,进一步生产出VAX210W、VAX220W、VAX260、VAX265、PV1300等高端产品,填补了国内28%VA含量EVA产品的空白,广泛应用于热熔胶、电线电缆和光伏膜,受到客户青睐。

2011年3月,北京燕山石化公司二高压装置成功生产出EVA产品,牌号为EVA9F1。该装置是2001年建成投产、年产20万 tLDPE的管式法装置,可兼产VA含量为9%的EVA产品。通过自主开发,产品不断升级,VA含量由低到高,已开发出12%、14%、18%、19%、24%VA含量的EVA。目前主要产品牌号为18J3、18C4、24J6、24J6X、9F1、14F1等。

2015年9月,联鸿集团旗下山东昊达化学有限公司EVA装置建成投产,并于10月中旬成功产出EVA产品UL00218,并陆续生产出UL00628、UL15028、UL40028、UL04533等高VA含量EVA树脂,通过装置验收。这是国内首套成功生产出30%以上VA含量EVA树脂的装置。昊达化学EVA装置成功开车标志着我国EVA产业进入一个崭新时期:民营资本进入。新建1套EVA装置投资至少需要约15亿元人民币,这么大的投资以前都是由国有企业投资新建。

截至 2015 年年底,我国 EVA 生产能力达到 60 万 t/a。北京有机、联鸿集团的装置专产 EVA。北京华美、扬巴和燕山石化 3 套装置可随市场变化灵活生产 LDPE 或 EVA,所以 EVA 产能未全部释放。2015 年国内 EVA 产量约为 31 万 t。从各家企业的产品牌号来看,主要以膜料、发泡料和电缆料为主,暂不能生产市场空间大、附加值高的膜类产品,如太阳能电池封装用膜、预涂覆膜及多层共挤包装膜等。表 2 和表 3 列出了近年国内 EVA 生产量和进出口量。

表 2 2013—2015 年中国国内 EVA 树脂产量表 kt/a

公司	产能	产量				
		2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年
北京有机厂	40	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0
扬子-巴斯夫	200	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0
北京华美公司	60	13.6	30.8	17.6	39.6	28.3
北京燕山石化公司	200	40.2	58.9	39.3	74.6	52.8
联鸿集团	100	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
合计	600	278.8	314.7	281.9	339.2	308.1

表 3 2013—2015 年我国 EVA 树脂进出口情况 kt/a

年份	进口量	出口量
2011	500.75	48.67
2012	607.54	53.58
2013	526.62	51.97
2014	700.40	45.47
2015	892.16	52.31
合计	3227.47	252.00

3.1.4 未来 5 年新建装置情况

2010—2020 年为 EVA 装置集中建设、投产时期,预计到 2020 年新增产能约 120 万 t/a,届时我国 EVA 产能将达 180 万 t/a。未来 5 年投产 EVA 产能情况见表 4。

表 4 未来 5 年我国新增 EVA 产能情况^[17] kt/a

公司	产能	装置所在地	投产时间	备注
盛虹集团	300	江苏连云港	2016 年	20 万 t/a 釜式, 10 万 t/a 管式
台塑	200	浙江宁波	2016 年	一期 7.2 万 t/a,二期 12.8 万 t/a,釜式
上海石化	100	上海金山	2019 年	釜式
扬子石化	100	江苏南京	2019 年	釜式
湛江中科	100	广东湛江	2019 年	釜式
中化泉州	100	福建泉州	2019 年	釜式
中石化古雷	300	福建漳州	2019 年	管式
合计			1200	

3.2 日本的生产技术及发展

三井杜邦聚合物化学品公司成立于 1960 年,由三井化学与杜邦公司各出资 50% 组建^[18]。1962 年该公司的大竹工厂采用杜邦技术开始改造原 LDPE 装置使其能兼产 EVA 树脂,同年开始进口杜邦美国公司生产的 ELVAX 牌 EVA 树脂在日本国内预销售。1965 年大竹工厂开始自主生产 EVA 树脂,并改名为 EVAFLEX 自有品牌。EVA 树脂年产量约为 185 kt,可生产 VA 含量 5% ~ 40%、MI 为 0.2 ~ 800 g/10 min 的 EVA 树脂产品。国内常见 EV150、EV40W 等高端牌号。

住友化学公司上世纪 50 年代从英国 ICI 公司引进高压釜式法 LDPE 技术,经过不断改进,将反应釜容积由原来 250 L 扩大至 750 L 甚至更大,并采用双釜串联的独特工艺,不仅扩大了装置规模,而且研发出自有 EVA 生产技术。EVA 树脂年产量约为 50 kt,可生产 VA 含量 5% ~ 40%、MI 为 0.2 ~ 800 g/10 min 的 EVA 树脂产品。国内常见 KA10、K4010、M5011、R5011 等高端牌号。

东曹化学生产的 EVA 树脂注册商标为 Nipoflex[®],EVA 树脂年产量约为 80 kt,由于其使用高压管式法技术,VA 含量 5% ~ 26%,MI 为 0.2 ~ 100 g/10 min,范围较窄,主打低熔指产品。

尤尼卡公司 1970 年开始生产 EVA 树脂,年产量约为 40 kt,采用高压管式法技术生产,产品范围较窄,产品 VA 和 MI 值均低于 28,主打食品包装膜系列。

3.3 韩国的生产技术及发展

乐天化学(原为韩国湖南石化)位于韩国本土的装置采用 ICI 釜式反应器于 1998 年开始生产 EVA 树脂,产能为 100 kt/a。2011 年经 Exxonmobil 改造,尾部增加管式反应器后产能提升至 130 kt/a,约 70% 的产能即 910 kt/a 用于生产 EVA 产品。可生产 VA 含量至 35%、MI 至 500 g/10 min 的产品。

LG 化学有两条 EVA 生产线,一条线是 1991 年引进 Basell 的 130 kt/a 高压管式法工艺,经改造后产能提升至 200 kt/a;另一条是引进 Exxonmobil 年产 140 kt 高压釜式法 EVA 生产技术,于 2013 年开车,可生产 VA 含量至 35%、MI 至 500 g/10 min 的产品。目前仅生产发泡、电缆和热熔胶产品,产品质量要求较高的膜料等产品正在开发中。

韩华道达尔(原为三星道达尔)有两条管式法生产线,一条是采用三菱油化技术,产能为 150 kt/a,此线全产 EVA,优势在于膜料方面,如 E182L、E280PV

等受到业界好评;另一条是采用 Basell 技术,产能为 240 kt/a,于 2013 年开车,此线兼产 LDPE。

韩华化学成立于 1952 年,在韩国本土有一条年产 160 kt 的釜式法 EVA 生产线,采用美国 DOW 化学公司技术。2014 年在中东新建成的高压管式法 200 kt/a 生产线采用 Exxonmobil 技术,2015 韩华接手三星道达尔后,其总产能达到 650 kt/a,成为仅次于 Exxonmobil 的世界第二大 EVA 树脂生产商。

3.4 新加坡的生产技术及发展

新加坡聚烯烃公司(TPC)是日本住友化学子公司,采用住友化学高压釜式法技术生产 EVA 产品,其商品名称为 COSMOTHENE® EVA,年产量约 100 kt,产品牌号较少,仅有 7 个牌号,但是比较集中,较为有名的是光伏膜料 KA-40,其中一条生产线常年生产此牌号产品。

3.5 泰国的生产技术及发展

泰国石化工业公司(TPI)1995 年开始生产 EVA 树脂产品,有两条相同的生产线,装置是从德国引进的高压管式法 LDPE 工艺经部分改造而成。改造前与大庆石化塑料厂的 LDPE 生产装置完全相同。改造后,单线生产能力由原来的 60 kt/a 提至 80 kt/a。EVA 年产量在 100 kt 左右,可生产 VA 含量为 28% 的 EVA 产品,但该公司根据市场需求通常只生产 VA 含量在 18% ~ 22% 之间的产品,用于制鞋及发泡材料等领域^[15]。

3.6 中国台湾地区的生产技术及发展

台塑集团成立于 1954 年,在台湾本土有两条 EVA 生产线,一条是 2000 年投产,引进意大利埃尼化学的高压管式法工艺,产能为 168 kt/a,主要生产发泡、农膜和电缆料;另一条线是 2005 年投产,引进意大利埃尼化学的高压釜式法工艺,产能为 72 kt/a,主要生产发泡和热熔胶产品,同时兼产 LDPE。2016 年 4 月,台塑宁波工厂复制台湾本土的 72 kt/a 生产线成功开车,该生产线目标市场是高端热熔胶,MI 达到 800 g/10 min 左右。

台聚集团成立于 1966 年,1968 年开始生产 EVA 树脂,共有三条生产线,引进美国匡腾高压釜式法工艺,总产能为 120 kt/a。2016 年 3 月,自主翻版建设的 5 kt/a 第四条 EVA 生产线开始运行,总产能达到 170 kt/a。产品范围为 VA < 33%、MI < 800 g/10 min。

亚聚公司隶属于台聚集团,成立于 1978 年,1980 年开始生产 EVA 树脂,现有三条生产线,与台聚工艺一样,总产能为 100 kt/a。2016 年 3 月,自主翻版建设的 5 kt/a 第四条 EVA 生产线开车,总产能达到

150 kt/a。产品范围为 VA < 30%、MI < 50 g/10 min。

4 展望及建议

(1)国内 EVA 树脂实际产量(300 kt/a)与产能(600 kt/a)、实际消费量均有较大差距,生产量仍不能满足国内需求,进口量仍然较大,需要生产企业进一步将产能进一步转化为实际产量,缓和国内需求缺口。

(2)国内 EVA 产品系列不完善,需求量大且高附加值的应用领域如光伏膜、预涂覆膜和多层共挤食品包装膜等,国内企业生产量少甚至不能生产,目前仅有北京华美聚合物有限公司少量生产光伏膜料。随着光伏产业的解冻及国家“十三五”发展规划实施,光伏产业将迎来大发展。另外预涂覆膜和多层共挤食品包装膜也随着国民生活水平的不断提高而增多,因此国内企业需要加强技术研发,完善产品系列,开发市场需求产品。

(3)发泡用 EVA 树脂走向高端化,18% VA 含量的 EVA 树脂用量逐渐减少,26% ~ 28% 和 30% ~ 33%,甚至 40% VA 含量的 EVA 发泡树脂呈明显上升趋势,需要企业解决生产瓶颈,掌握高 VA 含量 EVA 产品技术。

(4)国内 EVA 生产技术及产品研发基本处于停滞状态,上世纪七八十年代上海化工研究院在这方面做了大量工作,并建立了中试装置,却未能将研究成果转化为大规模生产。我们需要继续相关基础研究,以推动我国 EVA 生产技术的发展。

(5)我国生产和研发两环节衔接需要进一步加强,确保用户需求可以快速传递到生产人员,生产人员依据研发人员确定的产品所需具备的结构制定生产工艺条件,安排生产等后续工作,以此推动和终端用户的密切合作。

(6)目前亚洲 EVA 产能已经占全球产能 50% 以上,中国产能约占亚洲产能 17%,未来 5 年中国将新增 1 200 kt/a 产能,届时若未能开发新应用势必造成产能过剩的风险。我们需要加速研发新应用,储备相关技术,以应对将来更加激烈的竞争环境。

参考文献

- [1] Andrew J. Peacock, handbook of polyethylene structures, properties, and applications [M]. New York: Marcel Dekker, Inc., 2000:8.
- [2] 曾正荣,司徒洁,区毅勇. EVA 的技术进展及开发应用[J]. 现代化工,1996,(11):19-23.

单位挖断的事故;2010年至2014年,短短4年时间内,大连市陆续发生了8次与石油产品储运相关的安全事故。类似管道事故频发说明,相关部门以及管道管理者并没有从已发生的管道事故中吸取经验教训。因此,亟需进一步完善管道安全管理。

2 油气管道安全管理中存在的问题

2.1 第三方破坏为主

结合2003年至2013年国内有报道的28次管道泄漏事故统计分析可知,第三方破坏已成为诱发管道事故的主要起因,此类事故共计17次,约占管道泄漏事故的60%^[8,9]。这主要是由于城市的高速发展,各类房地产、管线、道路建设工程数量增多,给油气管道设施的安全运行带来了严重影响。据统计,2005—2009年,杭州市发生的管道燃气安全事故中,25.41%~45.77%的管道事故与第三方机械破坏直接或间接相关^[10];2000—2005年,北京燃气管道事故中,第三方施工破坏占整个泄漏事故的36.6%~60.7%^[11]。

第三方破坏不仅导致油气管道事故频发,还带来了较为严重的经济损失和环境污染,甚至是人员伤亡。以近年来发生的较为严重的管道事故为例,2013年11月26日22时,沪昆高铁在施工过程中,塔吊坠落造成中石化西南成品油输油管道破损,约2000t汽油泄漏,事故中有3人受伤,沪昆铁路贵州境内马场至高峰区间旅客列车运行中断^[12]。

2.2 管道事故应急处理不当

现阶段,管道安全管理方面“重救轻防”思想仍

占主流,造成管道泄漏事故处理过程中缺乏爆炸火灾相关信息的预警和监控,最终导致事故应急处理不当,加重了事故所带来的损失^[13]。以下面几次管道事故为例,分析管道事故处置中存在的问题。

(1)2014年6月30日,中石油新大一线输油管被钻漏,管内原油发生泄漏,虽然消防救援人员迅速到达现场进行处置,但现场人员仅用泡沫和沙土对泄漏原油进行填埋,并没有采取合理有效的措施遏制原油扩散,最终导致溢出原油流入市政污水管网引发了爆炸火灾事故,附近2万多名居民被紧急疏散,所幸没有人员伤亡。

(2)2013年11月,东黄管道事故,在爆炸发生前,应急抢修人员未进行可燃气体检测,盲目动用非防爆设备进行作业,形成点火源并引发了油气爆炸。

(3)2012年9月27日,宁夏中卫市飞达电力工程有限公司在进行地下电缆水平定向钻施工作业时,由于没有充分了解施工作业地点天然气管道具体位置,贸然施工,导致天然气管道被钻破。事故发生后,施工人员在试图自行寻找并关闭阀门未果后才向天然气公司报警,延误了抢救时机,致使大量天然气泄漏,导致3人死亡、4人受伤,周围建筑物和车辆不同程度受损,直接经济损失达500多万元。

分析上述事故可以发现,操作人员或应急抢修人员在处理油气泄漏事故或在油气浓度较高的环境进行施工作业时,并没有充分意识到油气产品易燃易爆的特殊性质,也没有采取相应的预防措施,盲目施工,这不仅增加了油气事故的发生概率,还加重了事故的经济损失和人员伤亡情况^[14];此外,事故发

(上接第14页)

- [3] 洪定一. 塑料工业手册聚烯烃[M]. 北京:化学工业出版社, 1998:677.
- [4] Andrew J. Peacock, handbook of polyethylene structures, properties, and applications[M]. New York: Marcel Dekker, Inc., 2000:32.
- [5] 袁桂素, 张正根. EVA树脂性能及用途[J]. 粘结, 1993, 14(05):17-23.
- [6] Andrew J. Peacock, handbook of polyethylene structures, properties, and applications[M]. New York: Marcel Dekker, Inc., 2000:44.
- [7] 吴全德. EVA共聚物的性能与应用[J]. 中国塑料, 1997, 11(6):8-13.
- [8] Brydson J A. Plastics materials[M]. Woburn: Butterworth Heinemann, 1999:208-209.
- [9] 李玉芳. EVA树脂的生产技术及国内市场分析[J]. 乙醛醋酸化工, 2014, (5):8-13.
- [10] 邹盛欧. 管式法高压聚乙烯生产技术[J]. 石油化工动态, 1995, (4):26-29.

- [11] 张英敏. 国外LDPE及高压乙烯共聚物的技术进展、生产及应用[J]. 石油化工动态, 1994, (10):17-24, 39.
- [12] Andrew J. Peacock, handbook of polyethylene structures, properties, and applications[M]. New York: Marcel Dekker, Inc., 2000:48-50.
- [13] 梅林 F O, 利特曼 D, 戴斯 A. 乙烯均聚物和乙烯共聚物的连续生产方法[P]. 中国专利:1440427, 2003-09-03.
- [14] Dieter Littmann, Andre-Armand Finette, Hans Joachim Meinke. Method for ethylene polymerization in a tubular reactor with reduced output[P]. United States: US8273835 B2, 2012-09-25.
- [15] 曹胜先, 王刚. 国内外EVA产品的开发现状及进展[J]. 中国塑料, 2003, 17(4):12-19.
- [16] 丁金造, 王星坤. 中国EVA塑料制品业的现状与发展[J]. 国外塑料, 2010, 28(3):34-48.
- [17] 梁晓霏. EVA发展现状及市场前景分析[J]. 中国石油和化工经济分析, 2014, (4):54-57.
- [18] 学先. 与日本化学工业合作的轨迹看杜邦公司的发展策略[J]. 上海化工, 1994, 19(5):34-35. ■