

# 中凯信息导报

## CATHAYCHEM INFORMATION GUIDE

2008-10-01

### (一) 精对苯二甲酸 (PTA) 相关信息集锦

#### ▲ 亚洲新建对二甲苯和精对苯二甲酸装置的产能概况

表 1 亚洲新建和扩建 PX 和 PTA 装置的产能情况 (2006~2007)

时 间	对二甲苯 (PX) 公司	产能,kt/a	时 间	精对苯二甲酸 (PTA) 公 司	产能,kt/a
2006 年	扬子石化*(中国)	200	2006 年	亚东石化 (中国)	600
	IOC (印度)	400		逸盛石化*(中国)	130
	丽东石化 (中国)	700		Indorama (泰国)	640
	<b>合计 1300</b>			三南石化*(韩国)	50
				Reliance (印度)	600
				翔鹰石化*(中国)	300
				IOC (印度)	500
				扬子石化(中国)	530
				三鑫石化 (中国)	1200
				三菱化学 (韩国)	600
				逸盛石化(中国)	600
				<b>合计 5750</b>	
2007 年	TPX*(泰国)	120	2007 年	辽阳石化 (中国)	530
	台湾化纤 (台湾省)	600		台湾化纤 (台湾省)	600
	水岛对二甲苯(日本)	100		BP 珠海 (中国)	900
	<b>合计 820</b>			泰光产业 (韩国)	550
				<b>合计 2580</b>	
2008 年	鹿岛芳香(日本)	410	2008 年	翔鹰石化(中国)	1500
	ATC (泰国)	615		三菱化学*(韩国)	800
	金陵石化 (中国)	600		仪征化纤 (中国)	1000
	<b>合计 1625</b>			<b>合计 3300</b>	

\* 为已有设备增加后产能

2006 年以来, 全球的对二甲苯 (PX) 需求量估计增长 8%, 其中亚洲增长最快, 达 10%。另外, 近年来我国的精对苯二甲酸装置产能增长很大 (见表 2), 从 2001~2006 年间的进口依存度 50%, 降到 2010 年为 18% (自给率达 82%)。我国 PTA 产能快速增长, 对亚洲

乃至全球 PX 供求紧俏有一定影响。(摘自, 聚脂工业, 2008, 21 (1): 57; (3): 25)

表 2 亚洲国家 PX 和 PTA 装置的产能概况 (2006~2007 年)

国家	中国	(台湾省)	印度	韩国	泰国	日本
PX, kt	1500	600	400		735	510
PTA,kt	7290	600	1100	2000	640	

#### ▲ 我国现有九家对二甲苯 (PX) 生产企业

据统计, 到 2006 年为止, 我国有 9 家 PX 生产企业, 他们分别是: 上海石化、扬子石化、齐鲁石化、洛阳石化、天津石化、镇海炼化、辽阳石化、乌鲁木齐石化、青岛丽东化工公司。

2007 年我国 PTA 产量达 9.80Mt, 作为 PTA 的主要原料, PX 对应的需求量大约为 6.50Mt, 而同期我国 PX 产量仅为 3.50Mt, 每年缺口达 3.00Mt。业内人士分析, 即使到 2010 年, 国内对 PX 的需求缺口也不会有明显改变, 并将以 17% 的速度增长。(摘自, 石油炼制与化工, 2008, 39 (7): 20)

#### ▲ 我国扬子石化公司计划将 PX 年产能扩为 120 万吨

该公司目前 PX 的年产能为 80 万吨, 计划通过采用新型吸附剂和局部技术改造, 将 PX 的年产能扩大到 120 万吨。

#### ▲ 我国扬子石化公司 PTA 年产能首次超过 100 万吨

该公司 1989 年建成的 PTA 生产装置, 产能为 45 万 t/a; 1997 年装置扩能为 60 万 t/a; 2006 年又新建一套 PTA 生产线, 产能为 45 万 t/a, 合计达到 105 万 t/a。

#### ▲ 英国石油 (BP) 公司先后在珠海兴建了两套 PTA 生产装置

第 1 套于 2003 年 9 月投资 4 亿美元, 在珠海建成第一期工程, 年产 PTA 35 万 t/a。

第 2 套于 2008 年 4 月投资 4 亿美元, 在珠海奠基兴建第二期工程, 2009 年底建成投产, 年产 PTA 90 万 t/a, 这是目前世界上单台生产规模最大的 PTA 生产装置。

#### ▲ 国内在建的 PTA 装置概况

企业名称	厂址	设计产能/万 t/a	开工日期	专利商
逸盛大化	辽宁大连	60	2006-11	Toshiba, 泽阳
振邦石化	江苏江阴	60	2007-05	Invista
佳龙石化	福建石狮	60	2006-06	Invista
蓬威石化	重庆陪陵	90	2006-09	中纺院
仪征化纤	江苏仪征	100	2008-01	中国石化

(摘自, 聚酯工业, 2008, 21 (4): 1~4)

### ▲ 中国台湾新建 40 万 t/a PTA 装置

中国台湾化学与纤维公司 (FCFC) 新建的 40 万 t/a PTA 装置将于 2008 年 6 月投产。

- 分析人士调查认为, FCFC 公司新增的 PTA 产能将使亚洲供应处于过剩状态。
- 中国 PTA 生产商认为, 亚洲 PTA 已处于平衡状态, 东北亚地区已解决供应不足问题。
- 一些新的 PTA 装置将于近期投产和扩建, 主要有中国大陆 BP 珠海基地的 90 万 t/a 装置和韩国泰光工业公司在蔚山的 95 万 t/a PTA 装置扩能。

### ▲ 印度新建 80 万吨 PTA 生产线

印度精对苯二甲酸 (PTA) 生产商, 印度 MCC PTA 公司 (MCPI) 在印度建有 2 条 PTA 生产线。第 1 条 PTA 生产线于 2000 年建成投产, 产能为 35 万 t/a, 后经 2 次改造, 扩能到 47 万 t/a。第 2 条 PTA 生产线将于 2008 年低建成, 并于 2009 年 2 月投入运行, 产能为 80 万 t/a。三菱化学公司是 MCPI 的主要股东, 持股 66%。

### ▲ 俄罗斯扩增 PET 和 PTA 生产能力

最近, 俄罗斯聚合物生产商 Polief 公司宣布, 到 2011 年, 将对其联合生产装置中的 PET (聚对苯二甲酸乙二酯) 生产能力扩大到 40 万/a; PTA (精对苯二甲酸) 扩能到 60 万 t/a, 以保持该公司在俄罗斯 PET 和 PTA 中的领先地位。Polief 公司是俄罗斯石油天然气大公司下属的联合企业, 成立于 2005 年。

### ▲ 西班牙 LSB 公司组建 PET 回收利用子公司

欧洲 PET (聚对苯二甲酸乙二酯) 生产商西班牙 LSB 公司最近宣布, 将组建 PET 回收利用子公司。LSB 公司先后在西班牙、意大利、法国投资收购或改进有关 PET 装置生产线, 另外, LSB 还投资 200 万欧元在法国南部建设回收利用装置, 定于 2009 年建成。至此, 该公司的 PET 回收能力将达到 10%, 今后回收 PET 的目标是 100%, 回收利用能力将达到 14 万 t/a。

### ▲ PTA 生产中某些有潜在危险的物料概况

目前, 我国 PTA 生产技术大都是引进美国 Amoco 公司的高温氧化法, 其中包括以对二甲苯 (PX) 为原料的氧化和粗对苯二甲酸 (CTA) 加氢精制 2 个工段。在氧化工段, 原料对二甲苯与乙酸溶剂和催化剂溶液混合后送入氧化反应器中, 在约 1.6MPa 和 200℃ 的操作条件下, 与经过压缩机达到约 1.8MPa 和 160℃ 的空气发生反应生成 CTA。在氧化反应器中, 大部分 CTA 结晶出来形成浆料。然后, 把浆料送去带有溶剂洗涤的真空过滤机进行过滤, 其中, 滤饼经干燥除去乙酸后进入加氢精制工段; 滤液大部分循环返回到氧化反应器, 小部分去催化剂回收。在整个反应过程中, 将涉及如下有危险的反应介质, 其物性数据列入下表。(摘自, 聚酯工业, 2008, 21 (2): 15)

表 3 PTA 主装置危险性物料的物性数据

反应介质	危险性类别	爆炸上限 % (V)	爆炸下限 % (V)	闪点 °C	自然点 °C	火险等级	状态密度 Kg/m <sup>3</sup>
对二甲苯	高闪点易燃	1.1	7.0	25	525	甲 B	液/860
乙 酸	酸性腐蚀品	4.0	17.0	40	463	乙	液/1050
乙酸正丙酯	中闪点易燃	1.7	8.0	10	445	甲	液/888
氢 气	易燃气体	4.0	75.0	- 50	510	甲	气/0.009
氢氧化钠	碱性腐蚀品						液
对苯二甲酸	低毒性	50mg/L			680	乙	固/1550
一氧化碳	易燃气体	12.5	74.2	- 50	610	乙	气/1.25
乙酸甲酯	低闪点易燃	3.1	16	- 10	454	甲	液/950
甲酸甲酯	中闪点易燃	4.5	32.0	- 32	449	甲	液/980
甲 烷	易燃气体	5.0	15	- 188	538	甲	气/0.717
溴甲烷	有毒气体	10.0	16.0	- 40	536	甲	气/2.547
苯	中闪点易燃	1.2	8.0	- 11	560	甲	液/876.5
甲 苯	中闪点易燃	1.2	7.0	4	535	甲	液/866
TA 粉末	易 爆					丙	粉末

TA - 对苯二甲酸; CTA - 粗对苯二甲酸; PT 酸 - 对甲基苯甲酸; 4-CBA - 对羧基苯甲醛

(摘自, 石油炼制与化工, 2008, 39 (7): 20)

### ▲ 石化项目频频“难产”

从厦门 PX 事件到广东南沙项目, 从青岛大炼油项目的争论到四川石化工程的去留, 石化行业突然发现了一个必须克服的阻力 - 公众的担忧。这种担忧主要来自石油加工和炼焦行业属于高能耗、高污染风险的企业, 如 SO<sub>2</sub> 排放在全部 23 个行业中名列第 4 位、COD 排放位于第 4 位。另外, 公众对化工企业的环境评价缺乏信任。尽管, 有的意见缺乏理性思考, 有的不符合科学依据, 但都应该慎重对待, 企业应加强社会责任。例如, 20 世纪 90 年代, BP 公司拟在美国五大湖流域建设一个大型炼厂, 遭到当地居民的激烈反对, 尽管做了大量的公关工作, 最终不得不饮恨流产。(摘自, 中国石油石化, 2008, (15): 20~21)

### ▲ 厦门大学推出新型酯化反应催化剂

其优点是在制备和应用过程中, 几乎没有“三废”排放, 不会腐蚀设备; 在合成对苯二

甲酸二异辛酯及其它催化酯化过程中，用量低于 0.3%；单元催化酯化的时间短，在回流条件下约需 5h，为一般催化剂的 1/4 ~ 1/2；稳定性佳，不易中毒，对试剂原材料要求不高。使用该催化剂，在对苯二甲酸（PTA）的催化酯化过程中，PTA 的利用率几乎可达 100%，过量的异辛酯可全部回收再利用，反应产物为淡黄色液体，其酸值在 0.5mg/g 以下。（摘自，石油炼制与化工，2008，39（8）：20）

## (二) 石化企业脱硫信息集锦

### ▲ 石化企业烟气脱硫技术（FGD）漫谈

● **面临的形势** 据我国“十一五”发展纲要，到 2010 年，全国 SO<sub>2</sub> 排放总量控制目标为 2295 万吨，比 2005 年减少 10%。北京、天津、上海等地已经或正在出台，要求 SO<sub>2</sub> 允许排放浓度为 100mg/Nm<sup>3</sup>。常用的技术简介如下：

● **石灰石-石膏湿法脱硫技术** 是目前世界上可靠的常用 FGD 技术。以石灰石浆液为吸收剂，对烟气进行洗涤，通过反应除去烟气中的 SO<sub>2</sub>、HCl 和 HF 等酸性成分。生成的亚硫酸钙经强制氧化成硫酸钙（石膏）。石膏产品的质量是技术的关键；好的石膏可用作石膏板、水泥掺和料等。减排 1 吨 SO<sub>2</sub>，约产生 0.75 吨 CO<sub>2</sub>。

● **氨法脱硫技术** 用氨水为吸收剂，吸收烟气中的 SO<sub>2</sub>，产品为硫酸铵化肥；可用作复合肥，添加 5% 即可改善其颗粒光泽和成粒性。该法成本最低，易形成气溶胶和设备腐蚀及硫酸铵销售等问题已经解决，而且化肥收入大于吸收剂支出。

● **双碱法脱硫工艺** 采用钠基脱硫剂进行塔内脱硫；脱硫产物被排入再生池内用 Ca(OH)<sub>2</sub> 进行还原再生。再生出的钠基脱硫剂再被打回脱硫塔循环使用。该法实际上是强碱 NaOH 和 Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 水溶液将 SO<sub>2</sub> 从烟道气中以湿法洗涤脱除，反应速度快，脱硫效率高。

● **海水脱硫工艺** 利用海水的天然碱性来中和烟气的 SO<sub>2</sub>，再用空气将脱硫副产物强制氧化为无害的硫酸盐而溶于海水中。该法适宜于燃煤中硫含量较低及海边的石化企业。

● **干法脱硫工艺** 利用烟气通过吸收塔时，使酸性成分与内部大量反复循环的熟石灰、飞灰和脱硫产品的混合物颗粒充分接触反应而被吸收。上述 5 种脱硫方法的技术比较情况见下表。

表 4 五种脱硫技术的比较

项 目	石膏法	氨 法	干 法	双碱法	海水法
可靠性	1	1	1	1	1
运营费用	中	最低	最高	较高	低

脱硫效率, %	95	≥ 95	≥ 85	90~98	95
脱硫剂品质	不高	不高	高	高	不高
副产利用	价值一般	价值高	较困难	困难	无
二次污染	渣、废水	无	渣	渣、废水	无
含硫量适用性	中、高	均可	低	均可	低
特别有利	就近石灰石	有废氨液氨			有海水系统
最大业绩	1000 MW	500 MW	300 MW	440 MW	1000 MW
占地	标准	小	小	小	大
投资	标准	与湿法相当	小	小	与湿法相当

### ● 石化企业脱硫技术选择的几点建议

(1) 可靠性; (2) 运行费用低; (3) 脱硫效率与环境要求相适用; (4) 燃料的含硫量; (5) 循环经济与副产利用; (6) 吸附剂的就近可获性; (7) 投资成本。

(摘编自, 当代石油化工, 2008, 16 (2): 14~18)

### ▲ S-zorb 催化裂化汽油脱硫催化剂装置在燕化建成

该装置于 2007 年 5 月建成。采用引进的康菲石油公司专利技术。该技术基于吸附作用原理, 通过采用硫化床反应器, 使用其专门的吸附剂脱出原料中的硫, 从而达到对汽油脱硫的目的, 产品中硫含量低于 10 μg/g, 完全可满足相当于欧 IV 的排放标准 (硫含量低于 50 μg/g)。另外, 该技术与加氢脱硫技术相比, 还具有辛烷值损失小、能耗少、操作费用低等特点。该装置系国际第 4 套, 国内第 1 套。

### ▲ 纤维液膜法 - 液化石油气脱硫新技术在中石化茂名分公司开发成功

过去该公司采用传统的胺洗法净化焦化石油液化气, 其缺点之一是只能脱出无机硫, 而不能脱出有机硫, 无法保证民用液化石油气质量。

纤维液膜法脱硫新技术由于可在较小的反应空间提供极大的反应接触面积, 脱硫效率和处理能力明显提高, 从焦化装置出来的液化石油气经该法处理后, 脱硫率在 95% 以上, 处理能力为 15t/h。出厂液化石油气的总硫浓度由原来的 5000mg/m<sup>3</sup> 降低到 200mg/m<sup>3</sup>。

## 石油化工

### ▲ 大庆化工研究中心“乙烯三聚催化剂及其应用”获国家发明专利

该专利主要用于制备乙烯三聚的铬催化剂体系, 该体系是由铬化合物、吡咯衍生物、烷基铝化合物以及由一种促进剂组成的四元铬系催化剂组合物。该催化剂可使乙烯与其充分接触, 有利于发生乙烯三聚反应, 反应温度为 30~120℃, 压力为 0.5~20MPa, 时间 0.1~2h。

### ▲ 中国石油在日本石油公司大阪炼油厂持股 49%



日本大阪炼油厂为日本 7 大炼油厂的第 6 位，年炼油能力为 5.75Mt/a，主要生产汽油、柴油和燃料油。近年来，日本国内对上述燃料的需求降低，而我国的需求在增加。按照两家公司 2004 年的初步协议，日本石油公司每年向中国出口 70Kt/a 石油产品。

#### ▲ 中石化与三菱化学组建双酚 A 和聚碳酸酯合资企业

三菱化学公司于 2008 年 5 月 20 日宣布，将与中石化组建合资企业，以便在北京房山石化工业区联合生产 15 万 t/a 双酚 A 和 6 万 t/a 聚碳酸酯。日方和中方各持股 50%。

#### ▲ 跨国公司投资中国石油化工步伐加快

目前，在我国投资石油化工的外商企业共 2055 家，例如，埃克森美孚、壳牌、英国石油、道达尔、巴斯夫、杜邦、拜耳、陶氏化学等大公司都纷纷在中国兴建装置。外国公司已在中国形成了以油品营销、燃气开发、石油化工、精细化工、专用化学品、合成材料加工、石化储藏物流、高附加值终端产品为重点的投资发展产业群体，并不断完善产业布局。大型跨国公司都基本制定了中长期在华发展目标，如巴斯夫公司计划到 2010 年其在亚洲的销售额和利润将占 20%，而亚洲销售额的 50% 将在中国；Evonik 公司计划到 2009 年在中国的化学品销售额达到 10 亿美元；德国南方化学公司计划在今后 2~3 年内，将在中国投资 1 亿欧元（1.39 亿美元），目标是到 2010 年在中国的销售额比 2006 年翻一番，达到 1 亿欧元。（摘自，当代石油，2008，16（2）：11）。

#### ▲ 德国 BASF 公司拟在重庆建二苯基甲烷二异氰酸酯（MDI）装置

该公司已在上海建成了第 1 套。这是第 2 套，计划于 2010 年建成投产，年产 400kt/a 粗 MDI。BASF 公司预计，今后 10 年中国将成为全球最大的聚氨酯（PU）市场，因此，对 MDI 的需求将以两位数的速率增长。（摘自，石油炼制与化工，2007，38（9）：17）。

#### ▲ 膜法回收炼厂瓦斯气中氢气存在的问题及解决方法

据镇海炼化分公司报道，该公司在采用膜法回收炼厂瓦斯气（含加氢裂化低分气、加氢精制低分气、PSA 解吸气）中的氢气，最初运行良好，回收氢浓度达 92.75%（v），回收率达 85%~90%。运行达一年半后，先后出现了在膜分离器前精密过滤器压降大，膜分离器前过滤器、法兰处出现黄色、黑色固体粉末，过滤器爆裂和膜性能下降等问题。黄黑色粉末为单质硫。经对原料气和加工过程分析认为，在设计中主要考虑了去除胺液、上游来的固体杂质和凝结液，而对过程中的微量元素和上游装置出现的生产波动情况考虑不足。例如，由于炼油富氢气体组分复杂，在气体中会含有微量氧化和还原性气体，随着组分和气体条件的变化，产生固体颗粒，如单质硫。为此，要控制气体中 H<sub>2</sub>S 的含量。对过程改造采取的措施主要有：

(1) 对加氢脱硫系统进行改造, 提高液氨再生系统处理能力, 减少脱硫塔的操作波动; (2) 在现有的过滤器后面再串接一个颇尔过滤器, 过滤颗粒小于  $0.5 \mu\text{m}$ , 减少颗粒进入膜内; (3) 尽量减少原料气中液体含量, 防止膜组件的损坏; (4) 控制气体进入膜的温度等。(摘自, 石油炼制与化工, 2008, 39 (8): 17~20)

表 5 镇海炼厂原料气主要组成

组 分	含 量, % (V)	组 分	含 量 % (V)
H2	67.25	C4	5.48
C1	12.49	C5+	0.65
C2	6.65	H2S	< 30 $\mu\text{g/g}$
C3	6.76		

表 6 提氢系统所产生粉末的主要元素组成, % (w)

组 分	含 量, % (w)	组 分	含 量 % (w)
Fe	10.00	N	0.60
S	83.00	Ni	0.90
Zn	3.17	Ca	0.08

#### ▲ 扬子石化用膜技术回收聚乙烯装置中的尾气

在低密度聚乙烯生产中, 随着反应的进行要把反应釜中累积的惰性气体排出, 在同时 will 带出许多未反应的乙烯、1-丁烯和己烷, 其中, 一部分不凝气体将作为产品吹扫气返回系统循环使用, 而另一部分则直接进入火炬系统排出。扬子石化公司采用膜技术成功地回收了这部分尾气中的乙烯、1-丁烯和己烷, 年产量可达 1200 吨。

#### ▲ 油气回收 - 吸收/膜法/吸附工艺

1988 年, 日本 Nippon Kokan KabushikiKaisha (NKK) 公司建成了世界上第 1 套膜法回收油气的装置, 用于处理含烃类 VOCs 15% ~ 20% 的汽油气体, 处理后外排空气中残存的 VOCs 含量低于 5%。

1989 年, 德国 GKSS 研究中心在慕尼黑的 Milbertshofen 建成了第 1 套膜法分离回收油气的装置。截至 2001 年 9 月, 世界上已建成投入运行的膜法油气回收装置达 180 多套, 其中用于油库油气回收的约 60 套。

其工艺流程是, 油气经压缩机增压后送入吸收塔用吸收剂吸收, 从吸收塔顶逸出的油气/空气混合物进入膜分离单元, 进一步回收其中的油气。经过膜分离器后产生两股物流, 一股为富油的渗透气返回压缩机前再进入循环; 另一股为净化后的空气 (渗余气) 仅含有少量的油气 (10mg/L), 可满足欧洲 II 号标准规定 (空气中烃含量为 35mg/L)。若在膜分离后采用变压吸附工艺, 可将外排气中烃类含量降至 0.15mg/L。膜分离法的最大优点是工作过程环境清



洁、操作维护简便、占地面积小，缺点是排放油气要求较高时，需要与其它技术结合使用。

### ▲ 油气回收 - 吸附/吸收组合工艺和冷凝/吸附组合工艺

目前，我国主要采用吸附/吸收组合工艺和冷凝/吸附组合工艺。其中，吸附/吸收组合工艺主要采用国外公司的技术，例如，美国 Jordam Technologies 公司技术，该公司在我国成立了乔扬科技发展有限公司，已在北京、上海等油库和大连铁路装车油库安装了油气回收装置，在国内有较高的知名度；美国 Symex Americas 公司技术，已用于华北最大油库 - 长辛店油库，排放气中油气含量小于 25mg/L；美国 John Zink 公司技术；丹麦 Cool Sorption 公司技术，该公司已与中国蓝星集团联合成立 - 蓝星库索深公司。上述 4 家公司都是以吸附法为基础的油气回收技术。系统包括 2 个吸附用的活性炭罐、1 个吸收高浓度油气用的塔、1 个吸附剂解析再生装置以及必要的机电控制元件。例如，1995 年，美国 Jordam Technologies 公司成功开发的专利技术已投入应用。首先使油气混合物通过凝液分离罐除掉携带的凝液，然后油气进入处于吸附状态的活性炭罐，其中烃类组分被吸附在活性炭表面，而净化后的空气则由活性炭罐顶部的出口排向大气。系统设有 2 个活性炭罐，按照设定时间在吸附和再生状态之间交替切换，再生方式为液环式真空泵真空脱附和空气吹扫。液环式真空泵把需再生的活性炭罐抽至绝压 10kPa 以下，使吸附在活性炭孔隙中的烃类组分解吸出来。

吸附/冷凝组合工艺主要以美国 Edwards Engineering 公司的技术为代表，该公司的冷凝法油气回收设备按预冷、机械制冷、液氨制冷来达到不同的回收率。单机机械制冷装置的工作温度范围为 10 ~ -30℃，串联的最低工作温度可达 -73℃，若在三级冷却后再加上液氨制冷可将温度控制在 -184℃ 左右，则油气回收率不小于 99%。国外采用该项技术的公司还有 John Zink 公司的吸附/冷凝式 (ADCON) 和高效吸附/冷凝式 (HEADCON) 工艺、日本 Cosmo Engineering 公司的 CAD-VRU2 工艺、丹麦 CoolSorption A/S 公司的 CVPC 工艺。

国内，中石化青岛安工研究院、中石化长岭分公司等开发的吸附/吸收组合工艺和青岛德胜油气回收设备科技开发公司、长沙明天冷藏设备公司等等的冷凝/吸附组合工艺都有实际应用的良好案例。

另外，德国膜法油气回收设备 (Vaconovent)、美国 OPW 公司的油气封存冷凝设备 (Vaporsaver)、美国 Arid Technologies 公司的膜法油气回收设备 (Permeator) 在用于加油站密闭发油阶段强化油气回收方面都有独特的优点。

(以上摘自，石油炼制与化工，2008，39 (7): 64 ~ 69)