

聚烯烃扩能周期下的大浪淘沙——PDH 篇

走势评级: LLDPE/PP: 震荡

报告日期: 2022 年 11 月 25 日

★扩能周期叠加需求增速低弹性，边际产能逐渐出清

2020-2026 年之间，中国聚烯烃行业将经历一轮新的扩能周期，平均每年的产能增速将达到 10% 以上，而需求跟进的不足将使得边际产能逐渐出清。本篇报告详细讨论了 PDH 的产能情况、下游配置和未来发展格局，以便寻找 PDH 行业中的边际产能。

★PDH 边际产能初见端倪

在对近 3 次 PDH 行业的集中检修中可以发现，丙烯富余量高、丙烯下游产品单一（仅有聚丙烯）、距港口较远或装置较为独立的 PDH 企业停车时间较长。较弱的抗风险能力以及较高运营成本或将使得此类 PDH 企业在此轮扩能周期中面临淘汰的风险。

★PDH 投资浪潮下，丙烯下游赛道拥挤

未来 5 年内，中国拟新增的 PDH 产能将在 2500 万吨/年以上，丙烯下游的竞争将愈发激烈。相比于聚丙烯，PDH 企业去布局环氧丙烷、丁辛醇和丙烯酸等丙烯下游可获得更好的收益，但上述产品市场规模小、进口量低，若大规模配置除聚丙烯之外的其他下游，PDH 行业或将会面临更激烈的市场竞争。

★丙烷供需逐渐偏紧，价格波动风险增加

2026 年之前，预计全球丙烷的需求增速在亚洲的燃烧和化工的驱动下将稳定 2% 左右。而资本对于油气资源的开支增量的不足或将使得全球丙烷供应增速下滑至 1%。原料供需逐渐偏紧下，未来 PDH 企业将面临更高的原料价格波动风险。

★PDH 企业仍有提高盈利性的潜力

PDH 副产的氢气具有低成本和低排放的优势，但目前大多以燃烧的形式利用，收益较低。若将氢气与丙烯串联起来用于化工生产，PDH 企业的生存能力可得到明显的提升。

★投资建议

在需求端和成本端的夹击下，PDH 的低利润或将是常态，对于较为独立、下游产品仅有 PP 或丙烯且氢气利用价值较低的民营企业，或将成为国内 PDH 边际产能中的第一梯队。此外，逢高做空 PDH 利润（空 PP、多 1.2*PG）在长期或是较好的选择。

★风险提示

政策干预 PDH 产能的投放。

致谢：感谢实习生要怡然和胡雁冰对本报告作出的贡献。

杨泉 资深分析师（能源化工）

从业资格号：F3034536

投资咨询号：Z0014525

Tel: 8621-63325888-1591

Email: xiao.yang@orientfutures.com

联系人 孙诗白

从业资格号：F3082684

Tel: 8621-63325888-2524

Email: shibai.sun@orientfutures.com

主力合约行情走势图（LLDPE）



主力合约行情走势图（PP）



重要事项：本报告版权归上海东证期货有限公司所有。未获得东证期货书面授权，任何人不得对本报告进行任何形式的发布、复制。本报告的信息均来源于公开资料，我公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。我们已力求报告内容的客观、公正，但文中的观点、结论和建议仅供参考，报告中的信息或意见并不构成交易建议，投资者据此做出的任何投资决策与本公司和作者无关。

有关分析师承诺，见本报告最后部分。并请阅读报告最后一页的免责声明。

目录

1、扩能周期叠加需求增速低弹性，聚烯烃边际产能逐渐出清.....	5
2、PDH 边际产能初见端倪.....	7
2.1、中国 PDH 工艺发展迅猛.....	7
2.2、下游产品单一，PDH 边际产能初见端倪.....	8
3、PDH 投资浪潮下，丙烯下游赛道拥挤.....	11
3.1、PDH 项目不受“双碳”政策制约.....	11
3.2、PDH 企业将面临丙烯下游全面过剩的困局.....	13
3.3、多数 PDH 的聚丙烯产品相对低端.....	14
4、丙烷供需逐渐偏紧，价格波动风险增加.....	15
4.1、原料海外依赖度高.....	15
4.2、化工原料和燃烧驱动下，丙烷需求维持稳定.....	16
4.3、资本开支增量不足，丙烷供应增速或逐渐放缓.....	18
5、PDH 企业仍有提高盈利性的潜力.....	19
5.1、PDH 副产的氢气具有低成本和低碳排放优势.....	19
5.2、化工品仍将是氢气应用的主要方向.....	21
5.3、综合利用氢气和丙烯能较好的提升 PDH 企业的生存能力.....	22
6、投资建议.....	25
7、风险提示.....	26

图表目录

图表 1: 中国 PE 进入了一轮新的扩能周期.....	5
图表 2: 未来五年中国 PP 产能投放迅猛	5
图表 3: 中国 PE 表需与中国 GDP 第三产业高度相关	6
图表 4: 中国 PP 表需与中国 GDP 第三产业高度相关	6
图表 5: 原油价格和中国乙烯的成本关系曲线.....	7
图表 6: 原油价格和中国丙烯的成本关系曲线.....	7
图表 7: PDH 工艺的丙烯选择性较高	8
图表 8: 国内已投产 PDH 装置及配套的丙烯下游装置统计 (单位: 万吨/年)	9
图表 9: 中国 PDH 盈利性逐渐受到挑战.....	10
图表 10: 美国丙烷/丙烯周度需求.....	10
图表 11: 中国部分 PDH 企业的停车统计 (单位: 万吨/年)	11
图表 12: 目前中国在建以及拟建的 PDH 装置及其下游配套装置(单位: 万吨/年).....	12
图表 13: 中国丙烯自给率已达到 95%.....	13
图表 14: PDH 将成为中国丙烯的主要供应增量来源	13
图表 15: 丙烯下游产品利润.....	14
图表 16: 除聚丙烯外, 丙烯其它下游市场规模较小	14
图表 17: 拉丝、均聚注塑、纤维等均聚 PP 产量较高.....	15
图表 18: 均聚 PP 的附加值相对较低.....	15
图表 19: PDH 所用丙烷典型规格 (单位: $\mu\text{g/g}$)	16
图表 20: 全球丙烷产量来源及供应增速	16
图表 21: 化工和燃烧是全球丙烷需求主要增长点.....	17
图表 22: 全球丙烷需求主要由亚洲所驱动	17
图表 23: 中国丙烷需求结构.....	17
图表 24: 中国丙烷化工需求持续增长.....	17
图表 25: 油价与上游投资的相关性降低.....	18
图表 26: 上游投资与现金流的比例下滑至历史新低.....	18
图表 27: 美国丙烷产量增速的重心在降低	19
图表 28: 美国主要页岩气盆地的产量逐步接近峰值	19
图表 29: 中国氢气生产原料构成.....	20
图表 30: PDH 副产氢气在成本和碳排放上极具优势.....	20
图表 31: 华东氢气市场价格.....	21
图表 32: 主要含氢工业副产气组分表.....	21

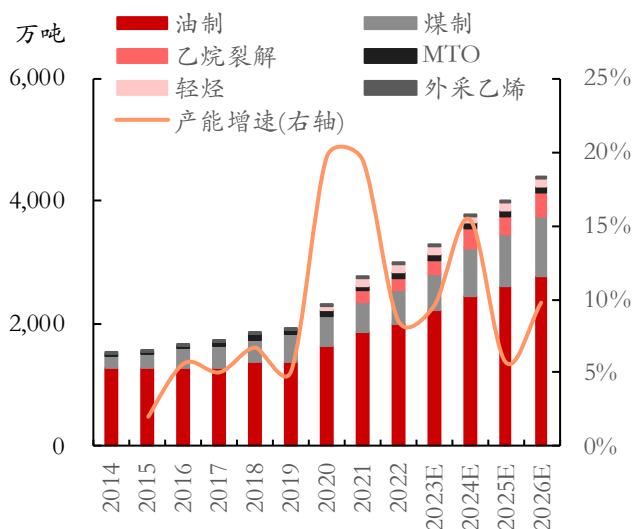
图表 33: 2020 年中国氢气主要消费途径.....	22
图表 34: 氢燃料电池的需求仍需以时间换空间	22
图表 35: 中国存量/规划 PDH 装置的氢气流向的不完全统计 (单位: 万吨/年)	23
图表 36: 氢气—双氧水—丙烯—环氧丙烷—环氧树脂的产业链闭环	24
图表 37: 双氧水价格波动剧烈	24
图表 38: 中国环氧丙烷工艺统计.....	24
图表 39: 中国 PP 生产工艺中, PDH 的占比不断上升.....	26
图表 40: PDH 盘面利润.....	26

1、扩能周期叠加需求增速低弹性，聚烯烃边际产能逐渐出清

自 2020 年开始，在中国的民营炼化一体化项目和美国页岩气革命所外溢出的轻烃工艺的引领下，中国聚烯烃行业进入了新一轮的扩能周期，根据我们的统计，此轮扩能周期至少持续至 2026 年，期间内中国 PE 和 PP 每年的平均产能增速将达到 11%和 13%。而相对而言，聚烯烃需求增速弹性较低，除疫情所带来的防疫物资需求以及疫情下“宅经济”的爆发使得聚烯烃的需求发生了结构性的增量之外，长周期内聚烯烃的需求更偏向消费，与 GDP 中的第三产业高度相关。对于未来五年，中国经济将从高速增长转向高质量发展，GDP 的增速也将显著低于 10%的聚烯烃年均产能增速。

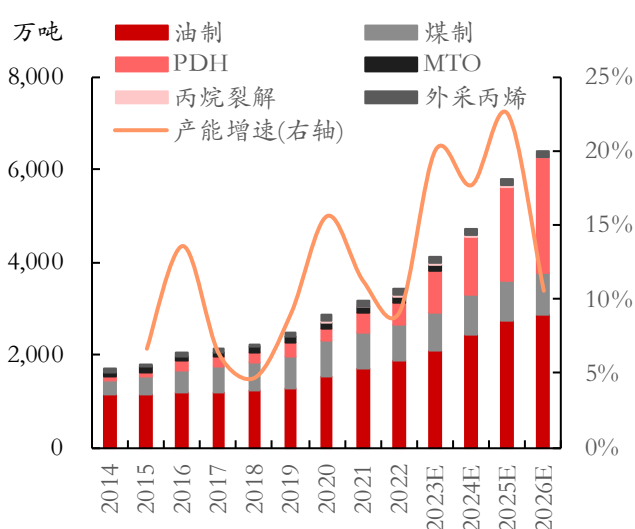
同时，可降解塑料对聚烯烃需求造成的减量也不可忽视。在专题报告《可降解塑料借政策东风，替代聚烯烃或已开始》中我们提到，虽然以 PBAT 为主的可降解塑料目前性价比低、应用受限，但在禁塑令的加持和可降解塑料产能不断释放的作用下，我们预计可降解塑料将在 2023 年开始对聚烯烃的需求产生较为实质性的替代。

图表 1：中国 PE 进入了一轮新的扩能周期



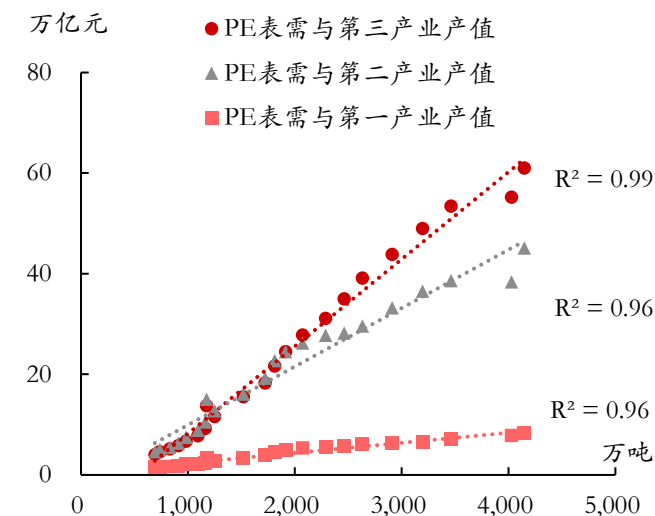
资料来源：卓创资讯，公开信息整理，东证衍生品研究院

图表 2：未来五年中国 PP 产能投放迅猛



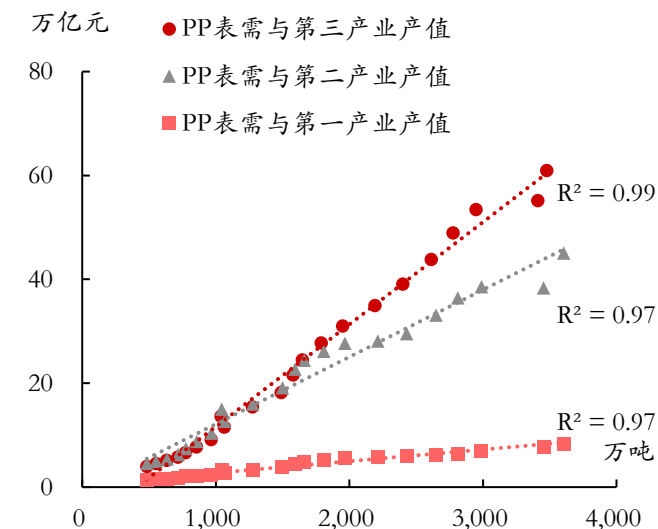
资料来源：隆众资讯，公开信息整理，东证衍生品研究院

图表 3: 中国 PE 表需与中国 GDP 第三产业高度相关



资料来源: Wind, 隆众资讯, 东证衍生品研究院 (取值范围 2000 年-2021 年)

图表 4: 中国 PP 表需与中国 GDP 第三产业高度相关

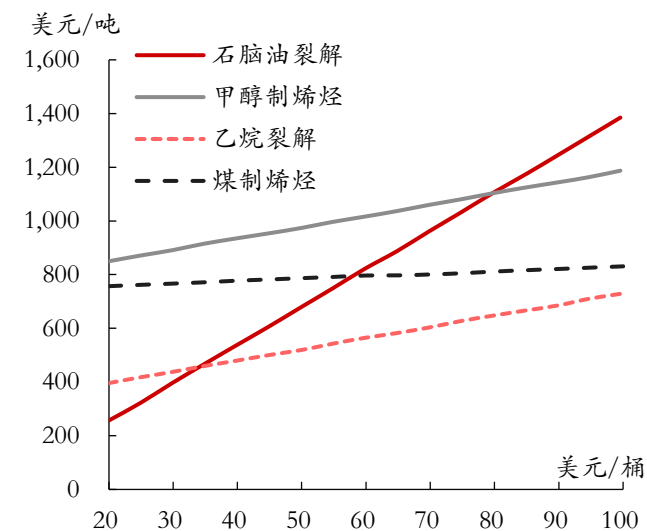


资料来源: Wind, 隆众资讯, 东证衍生品研究院 (取值范围 2000 年-2021 年)

高产能投放下, 需求跟进的不足将带来上游生产利润的压缩、行业产能利用率的下降以及聚烯烃新项目的推迟。最终的结果是对外压制进口量, 对内逐渐淘汰边际产能, 最终达到供需的再平衡。

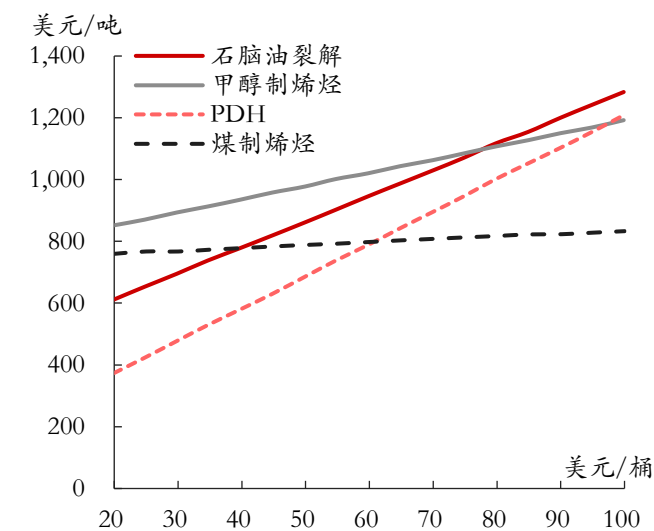
2022 年的能源危机叠加疫情对于需求的打压, 各工艺之间的竞争已逐渐白热化。从根源上看, 聚烯烃不同工艺之间的竞争是原料价格上的竞争, 但各个聚烯烃生产企业的原料来源、下游产品分布和地理位置等一系列配置的不同也将给企业的盈利性带来较大的差异。例如, 石脑油工艺的成本曲线虽然偏高, 但国内裂解石脑油制聚烯烃的多为炼化一体化企业, 聚烯烃所带来的营收占比较低, 聚烯烃作为物料平衡的附属价值要更高一些。因此, 对于炼化一体化企业的聚烯烃装置, 其是否为边际产能还要参照企业整体的盈利性。对于煤制聚烯烃工艺, 当原油价格高于 60 美金/桶时, 其相较于油头企业有着较好的经济性, 且大部分煤制聚烯烃企业自有煤炭资源。但煤制烯烃的碳排放强度大, 每吨煤制聚烯烃产品比油制聚烯烃产品多排放 5 吨左右的 CO_2 , 若未来按照每吨 CO_2 征收 50 元作为碳排放费用, 生产成本将相应增加 250 元/吨。并且煤化工也存在水资源消耗大、距离主要消费地较远等问题。

图表 5：原油价格和中国乙烯的成本关系曲线



资料来源：CNKI，东证衍生品研究院

图表 6：原油价格和中国丙烯的成本关系曲线



资料来源：CNKI，东证衍生品研究院

因此，对于寻找聚烯烃的边际产能，不能仅分工艺而一概而论。我们将在今后的系列深度报告中详细分析聚烯烃各工艺的技术特点、上下游情况和投产周期中的盈利性，进而在纵向和横向的对比中寻找面临淘汰的聚烯烃产能。

在此轮的扩能周期中，PDH 的产能增长尤为迅猛，其年平均产能增速将达到 40%，将成为未来 5 年内国内聚丙烯产能的主要增量来源。在此情况下，本篇报告将详细讨论 PDH 的产能情况、下游产品配置和未来发展格局，以便找出未来所面临淘汰的装置的共同特点。

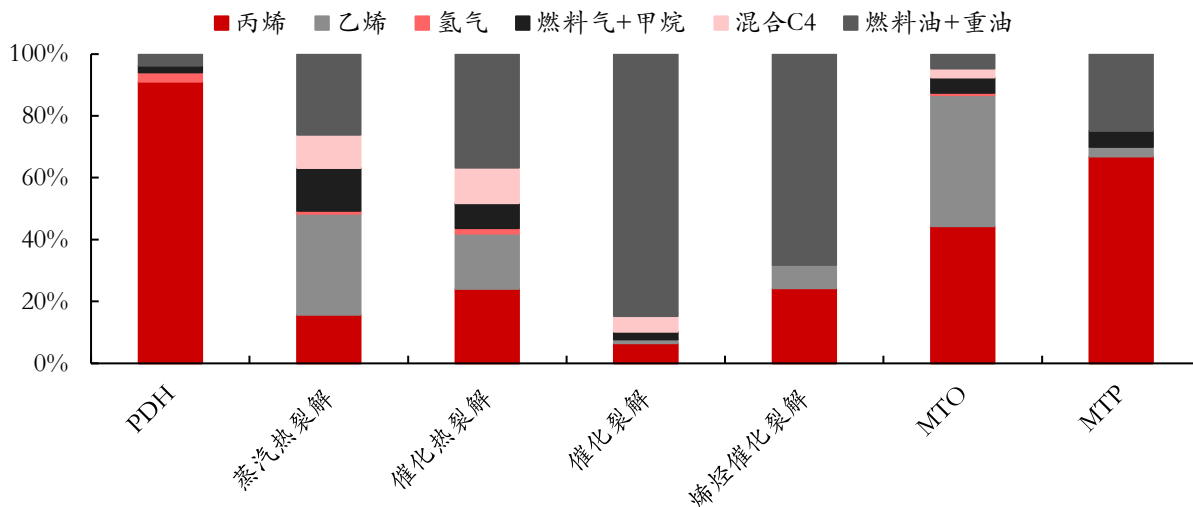
2、PDH 边际产能初见端倪

2.1、中国 PDH 工艺发展迅猛

丙烷脱氢 (PDH) 工艺是指丙烷在催化剂的作用下，在负压或微正压和高温 (500℃~680℃) 的环境下脱去一分子氢气而生产丙烯的工艺。目前全球 PDH 工艺有多种，国内主要采用的是 UOP 公司的 Oleflex 工艺和 Lummus 公司的 Catofin 工艺。相对于炼化一体化和煤化工几百亿的投资而言，PDH 装置投资门槛较低，60 万吨/年的 PDH 装置及配套的下流的总投资仅在 50 亿元左右。同时，PDH 工艺具有进料单一、流程简单、丙烯选择性高等特点。以 Oleflex 工艺为例，每吨丙烯的典型纯丙烷消耗在 1.170~1.178 吨之间，丙烯选择性达到了 85% 左右。

PDH 工艺在国内发展历史比较短，最早始于 2013 年投产的天津渤化 60 万吨/年 PDH 项目。得益于上述优点和近年来国内丙烯需求的快速增长，PDH 工艺发展迅猛。随着 2022 年的齐翔腾达、江苏斯尔邦、远东科技、鑫泰石化和汇丰石化的投产，目前国内 PDH 总产能已达到 1133 万吨/年。

图表 7: PDH 工艺的丙烯选择性较高



资料来源:《乙烯、丙烯生产技术与经济分析》,东证衍生品研究院(已对下游产品进行适当简化)

2.2、下游产品单一, PDH 边际产能初见端倪

国内大部分 PDH 企业的下游产品较为单一,主要为聚丙烯粒料和聚丙烯粉料,二者消耗了国内 PDH 丙烯产量的 60%,部分企业丙烯外放量较高,仅有少部分 PDH 企业配备了环氧丙烷、丙烯酸、丙烯腈和丁辛醇等液体化工品。

在此情况下,国内 PDH 工艺的经济性主要决定于丙烷和聚丙烯以及丙烯之间的价差。从过去的情况也可以看出,国内 PDH 装置的开工率和 PDH 制聚丙烯和丙烯的利润相关性较高,因原料采购周期以及停车成本等因素,PDH 制聚丙烯和丙烯的利润一般领先 PDH 的开工率 1-2 个月左右。

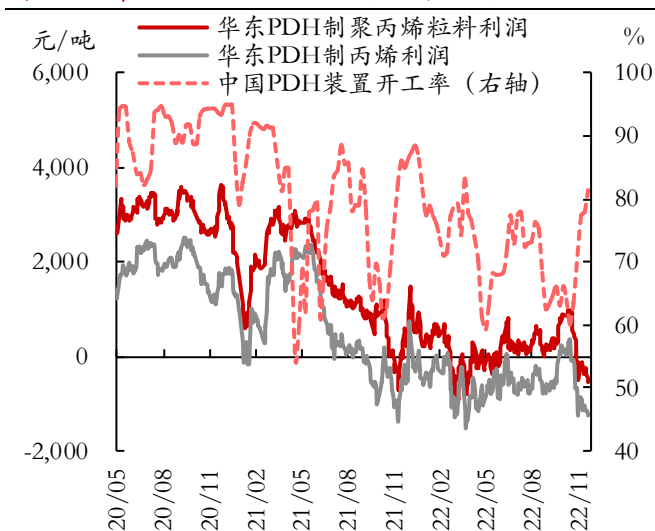
自 2013 年国内第一套 PDH 上线以来,除了在冬季因丙烷燃烧需求的上升而使得 PDH 的利润季节性走弱之外,其余时间内 PDH 始终维持着较好的利润。而在 2021 年春季检修结束后,在中国高速释放的 PDH 产能和亚洲清洁燃料的双轮驱动下,丙烷需求强劲,但中东和美国的供给在温和修复的上游油气产量下释放得相对克制,丙烷价格中枢不断上移。与此同时,国内供应相对充裕丙烯和聚丙烯难以传导丙烷的成本,PDH 企业在亏损的压力下检修接踵而来,开工率的重心不断下行,这也是国内 PDH 行业首次由亏损导致的大规模停工。

图表 8：国内已投产 PDH 装置及配套的丙烯下游装置统计（单位：万吨/年）

国内已投产 PDH		配套丙烯下游								丙烯 余量
公司名称	产能	PP	PP 粉	PO	丙烯酸	丙烯腈	正丁醇	辛醇	苯酚/丙酮 ²	
天津渤化	60			15			17	28		18
宁波金发	60									60
卫星化学一期	45		30							15
绍兴三圆石化	45	50								-5
东华能源（张家港）	60	40								20
万华化学 ¹	75	30		54	30		26			/
海伟石化	50	30								20
东华能源（宁波一期）	66	40								26
卫星化学二期	45		15		66					-18
东莞巨正源一期	60	60								0
浙江华泓一期	45		48		32					-26
浙江石化 ¹	60	180				52			80	/
福建美得	66	130								-64
东华能源（宁波二期）	66	80								-14
青岛金能	90	45								45
宁夏润丰	30		30							0
齐翔腾达	70			30	8	13				26
江苏斯尔邦 ¹	70					78				/
濮阳远东科技	15									15
鑫泰石化 ¹	30									/
汇丰石化 ¹	25		15							/
合计	1133	685	138	99	136	143	43	28	80	

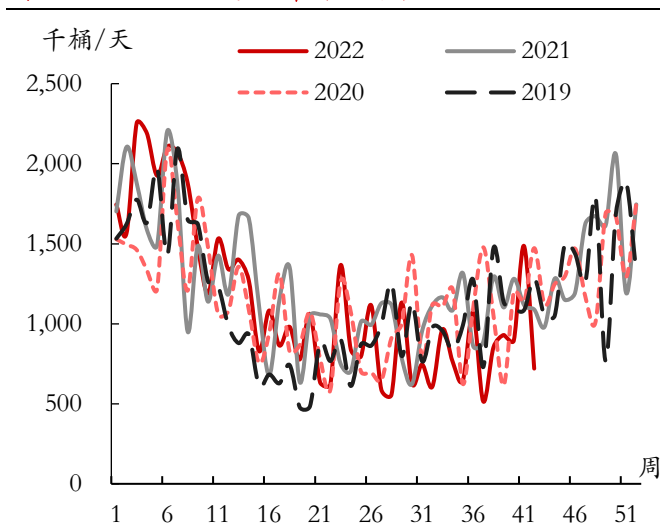
资料来源：隆众资讯，网络公开资料，东证衍生品研究院(注：1.炼化一体化或地炼企业，未计算理论丙烯富余量。2.产能以苯酚计算)

图表 9：中国 PDH 盈利性逐渐受到挑战



资料来源：Wind，隆众资讯，东证衍生品研究院

图表 10：美国丙烷/丙烯周度需求



资料来源：Wind，东证衍生品研究院

从 2021 年下半年至 2022 年 5 月，PDH 企业在低利润下共有 3 次集中的停车检修，分别为 2021 年 7-10 月、2021 年 11-1 月以及 2022 年 2-5 月。我们统计了在这三段时间内各企业的 PDH 装置和下游 PP 装置的停车天数，以探寻抗风险能力较弱的企业的共同特点。

从结果来看，卫星化学、东华能源、万华化学和浙江石化在这 3 段时间内表现相对较好。卫星化学乙烯、丙烯下游产品丰富，化工品产能的周期性决定了其盈利的周期性，广泛的下游客户分布有利于平滑企业的利润。东华能源作为全球最大的 PDH 生产商，其自身拥有 LPG 贸易、仓储和分销业务，能保证原料的话语权和定价权。万华化学和浙江石化作为炼化一体化企业，除了丙烯下游布局较为广泛之外，原料丙烷也可以不同程度上的自供。其次，对于炼化一体化企业，企业更看重的是整体的物料平衡和稳定性，PDH 装置单独的盈利性并不是最重要的。最后，部分企业国有的性质也决定了盈利不是其唯一目的，肩负的社会责任也使得其对利润敏感度下降。

对于在这 3 段时间内停车时间较长的 PDH 企业，其均有丙烯富余量高、丙烯下游产品单一（仅有聚丙烯）、距港口较远或装置较小且独立等特点。较高运营成本以及较弱的抗风险能力或将使得此类 PDH 企业在此轮扩能周期中面临较高的淘汰风险。

图表 11：中国部分 PDH 企业的停车统计（单位：万吨/年）

生产企业	装置	产能	2021 年 7-10 月停车天数	2021 年 11-1 月停车天数	2022 年 2-5 月停车天数
天津渤化	PDH	60		20	15
卫星化学一期	PDH	45		29	
	PP	30			
宁波金发	PDH	60		35	35
绍兴三圆	PDH	45		19	
	PP	50	2	22	6
东华能源（张家港）	PDH	60	4		7
	PP	40			7
万华化学	PDH	75			
	PP	30			
海伟石化	PDH	50	13	10	89
	PP	30	26	35	98
东华能源（宁波一期）	PDH	66	29		
	PP	40	45		
卫星化学二期	PDH	45	24		
	PP	15			
东莞巨正源	PDH	60	12	27	
	PP	60	19	26	6
浙江石化	PDH	60			
	PP	90	15	10	49
浙江华泓	PDH	45	26		9
	PP	48	12	*	*
福建美得	PDH	66			60
	PP	70	2		51
东华能源（宁波二期）	PDH	66	28		
	PP	80	47		
青岛金能	PDH	90	**		58
	PP	45	**	2	82
宁夏润丰	PDH	30	34	27	42
	PP	30			35

资料来源：隆众资讯，卓创资讯，东证衍生品研究院（*长期低负荷运行，**未投产）

3、PDH 投资浪潮下，丙烯下游赛道拥挤

3.1、PDH 项目不受“双碳”政策制约

在“双碳”发展背景下，2021 年 10 月 24 日、2021 年 10 月 26 日，中共中央、国务院连续发布了落实“双碳”目标的纲领性文件，分别为《中共中央、国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》和《2030 年前碳达峰行动方案》。

案》。上述文件中，与聚烯烃相关的主要精神如下：“严控新增炼油和传统煤化工生产能力，稳妥有序发展现代煤化工。未纳入国家有关领域产业规划的，一律不得新建改扩建炼油和新建乙烯、对二甲苯、煤制烯烃项目”。

图表 12：目前中国在建以及拟建的 PDH 装置及其下游配套装置(单位：万吨/年)

计划投产 PDH 装置			下游配套装置				
公司名称	产能	拟投产时间	聚丙烯	环氧丙烷	丙烯酸（及酯）	丁辛醇	苯酚/丙酮
滨华新材料	60	2022 年		30			
山东海益	25	2022 年					
瑞恒新材料	60	2022 年		40			65
宁波台塑	60	2022 年					
中景石化	120	2023 年	120				
东莞巨正源二期	60	2023 年	60				
延长中燃一期	60	2023 年	30				
国亨化学一期	66	2023 年	45	30			
华谊钦州化工	75	2023 年			40	30	28
东华茂名一期（I）	60	2023 年	40				
东华茂名一期（II）	60	2023 年	80				
浙江圆锦(一期)	75	2023 年	70	30			
宁波金发(一期)	60	2023 年	80				
四川能投	75	2024 年	70				26
青岛金能(二期)	90	2024 年	90				
利华益维远	60	2024 年	40				20
万华化学	90	2024 年	30	40	34		
广西桐昆石化	60	2024 年	40	30			
泉州宝牛	50	2024 年	15	20			
卫星化学三期	80	2024 年		40	18	80	
东华茂名一期（III）	200	2025 年	200				
巨正源三期	90	2025 年	60				
曹妃甸石化	75	2025 年	60				50
宁波金发(二期)	60	2025 年	40				
万景石化	180	2025 年	180				
东华能源（宁波）	100	2025 年	80				
开金蓝天能源(一期)	90	2025 年	90				
锦国投	180	2026 年	180				
福建永荣一期	90	2026 年	80				
合计	2411		1780	260	92	110	189

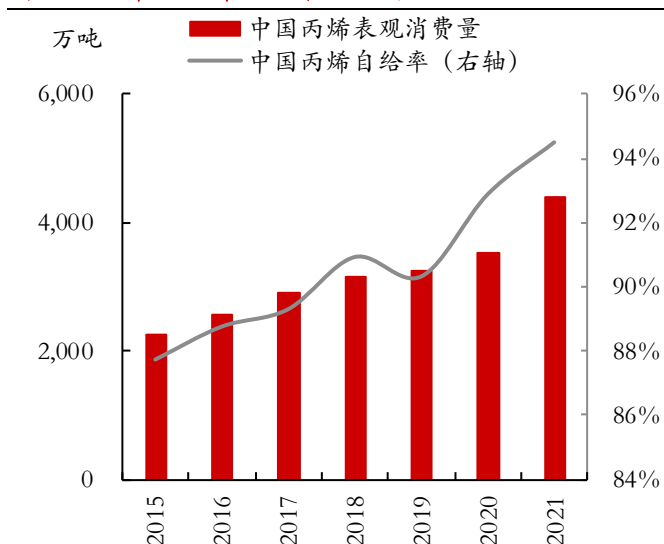
资料来源：网络公开资料，东证衍生品研究院

上述规定意味着在未来聚烯烃的发展中，煤制和油制路线的发展将被纳入国家监管，而 PDH 项目因其相对于油基、煤基工艺有着明显的低碳优势而不受政策制约，叠加较低的投资门槛、较短的建设周期和前期盈利状况较好的背景，PDH 行业掀起了新一轮的投资热潮。据我们的不完全统计，2022 年至 2026 年之间，中国拟新增的 PDH 产能在 2500 万吨/年以上，PDH 工艺将成为未来 5 年内国内丙烯供应的主要增量来源。

3.2、PDH 企业将面临丙烯下游全面过剩的困局

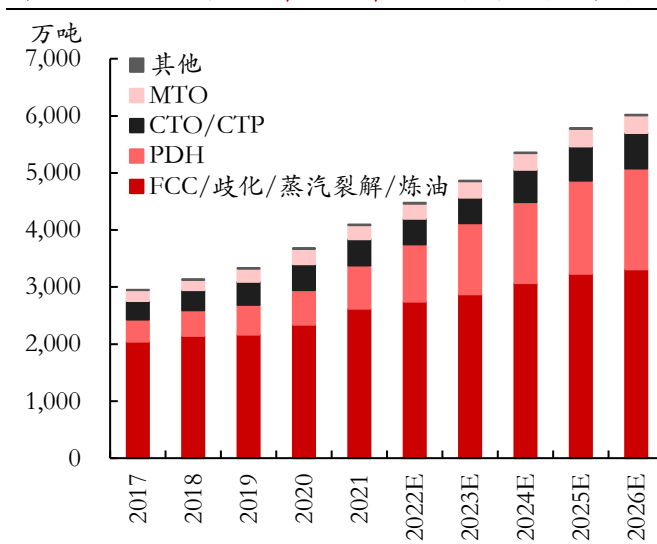
目前国内丙烯自给率已达到 95% 左右，丙烯作为气态的化工品中间体，其自身没有终端应用，丙烯的竞争压力终将向聚丙烯、环氧丙烷、丙烯酸和丙烯腈等丙烯下游转移。

图表 13：中国丙烯自给率已达到 95%



资料来源：隆众资讯，东证衍生品研究院

图表 14：PDH 将成为中国丙烯的主要供应增量来源

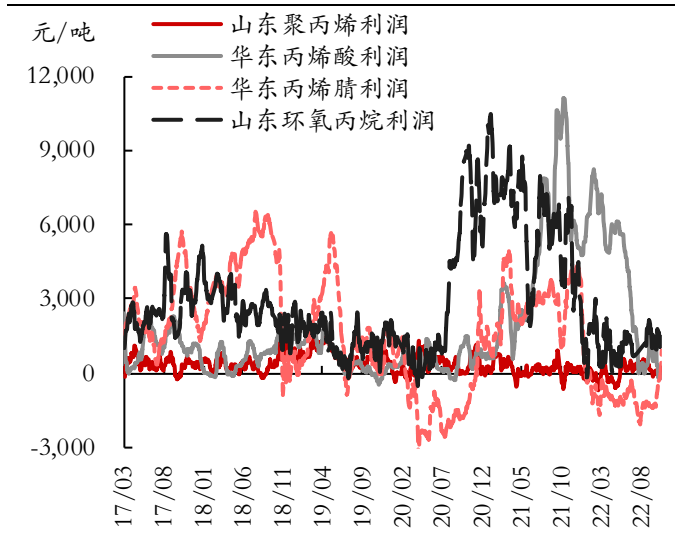


资料来源：隆众资讯，东证衍生品研究院

若以丙烯为起点来计算下游产品的利润，则生产聚丙烯在长期处于盈亏平衡线附近，而环氧丙烷、丁辛醇和丙烯酸等产品在大部分时间内有着更好的利润。理论上 PDH 企业布局上述液体化工产品可提升企业整体的盈利性。

但从市场规模角度来看，除聚丙烯之外，丙烯其他下游产品市场规模小、净进口量低，若 PDH 企业大规模配置除聚丙烯之外的其他丙烯下游，其将会面临更加激烈的市场竞争。因此，在大部分未来拟新增的 PDH 项目中，配套的丙烯下游产品仍以聚丙烯为主，消耗了未来 PDH 七成以上的丙烯产能。在此困局下，我们认为未来 PDH 装置实际投产率将会有明显的下降。

图表 15: 丙烯下游产品利润



资料来源: Wind, 东证衍生品研究院

图表 16: 除聚丙烯外, 丙烯其它下游市场规模较小

单位:万吨	2021 年表观消费	2021 年净进口量
丙烯	4390	240
聚丙烯	3,797	341
环氧丙烷	405	43
丙烯酸丁酯	143	-40
丙烯腈	254	-1
正丁醇	231	10
辛醇	240	1
丙酮	255	56

资料来源: Wind, 东证衍生品研究院

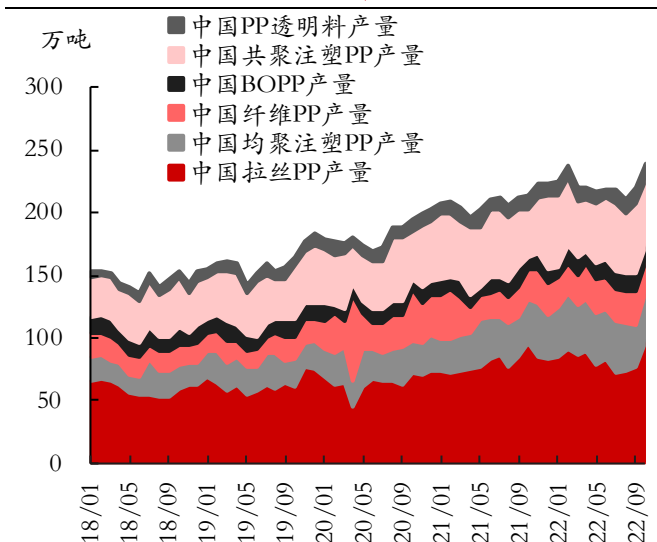
3.3、多数 PDH 的聚丙烯产品相对低端

综上, 无论过去还是将来, 聚丙烯都是大部分 PDH 装置的主要产品。雪上加霜的是, PDH 装置的高丙烯选择性限制了其聚丙烯产品的多样性。目前国内均聚聚丙烯的供应

已较为饱和，同质化现象日趋严重，产品溢价低，并且均聚制品透明性和低温抗冲击性能差，限制了其在包装、医用、透明等领域的应用。而低熔、中熔、高熔共聚聚丙烯以及透明料等高端聚丙烯在生产的过程中需要添加乙烯作为共聚单体，因此除了配套石化装置的浙江石化和万华化学以及如临近石化园区、可通过管道购买乙烯的东华能源宁波一期之外，其余 PDH 装置的 PP 产品多以拉丝、均聚注塑、纤维等中低端均聚聚丙烯为主，部分企业增产薄壁注塑以提升产品价值。

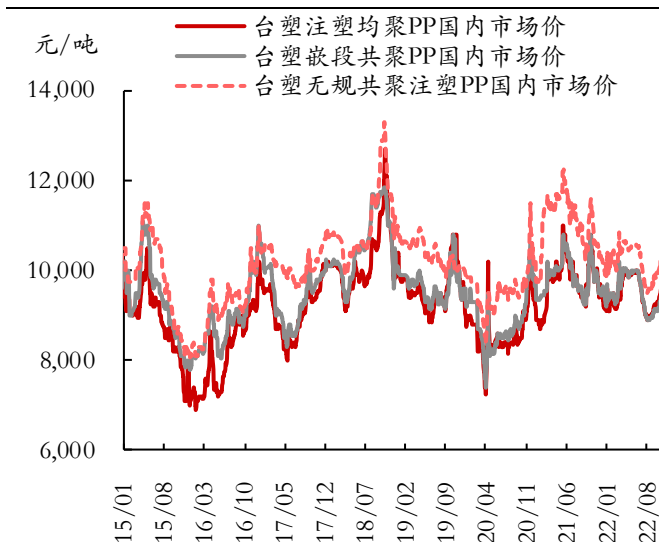
对于较为独立的 PDH 企业而言，若想以外采乙烯的方式来生产共聚聚丙烯，因乙烯的沸点较低、长途运输困难，企业需要承担低温液态乙烯较高的运输和仓储成本，进而限制了共聚聚丙烯的生产能力，同时也在边际上削弱产品的竞争力。

图表 17：拉丝、均聚注塑、纤维等均聚 PP 产量较高



资料来源：卓创资讯，东证衍生品研究院

图表 18：均聚 PP 的附加值相对较低



资料来源：Wind，东证衍生品研究院

4、丙烷供需逐渐偏紧，价格波动风险增加

4.1、原料海外依赖度高

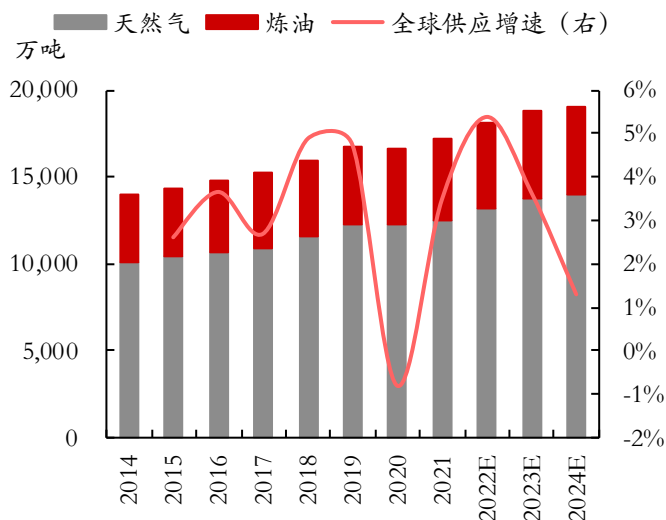
全球丙烷主要来源于美国的页岩气、中东的传统油气资源和中国炼厂副产，但中国炼厂副产液化石油气品质低、资源分布分散、运输成本高，且 Oleflex 工艺采用的铂系催化剂也对丙烷纯度有较高的要求。在此情况下，国内 PDH 企业仅有斯尔邦、浙江石化、宁夏润丰、齐翔腾达和鑫泰石化可自产丙烷或采用国产丙烷，其余 80% 以上的丙烷需求以进口来满足，基本采取长约为主，结合现货为辅的模式。在未来 PDH 高投产的预期下，丙烷的供需格局将在更大程度上影响着 PDH 企业的盈利性。

图表 19: PDH 所用丙烷典型规格 (单位: $\mu\text{g/g}$)

组分	规格	组分	规格
丙烷	95%(最小)	二氧化碳	≤ 10
乙烷	1%(最小)	总氧化物	≤ 100
丁烷	2%(最小)	甲醇	≤ 30
戊烷及以上	无	氨和胺	≤ 10
水	≤ 30	硫总量	≤ 50
硫	≤ 30	H ₂ S	≤ 5
金属	≤ 0.02	汞	≤ 0.001
烯烃系列	≤ 1000	卤化物	≤ 1.0
二烯和炔烃	≤ 50		

资料来源:《乙烯、丙烯生产技术与经济分析》

图表 20: 全球丙烷产量来源及供应增速

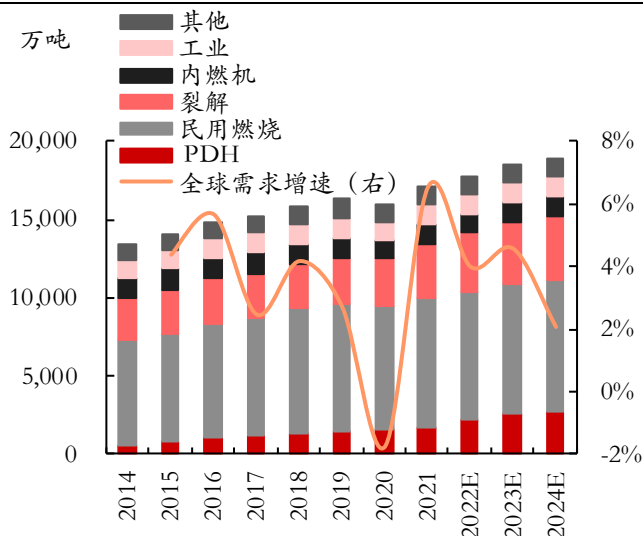


资料来源:隆众资讯,卓创资讯,东证衍生品研究院

4.2、化工原料和燃烧驱动下, 丙烷需求维持稳定

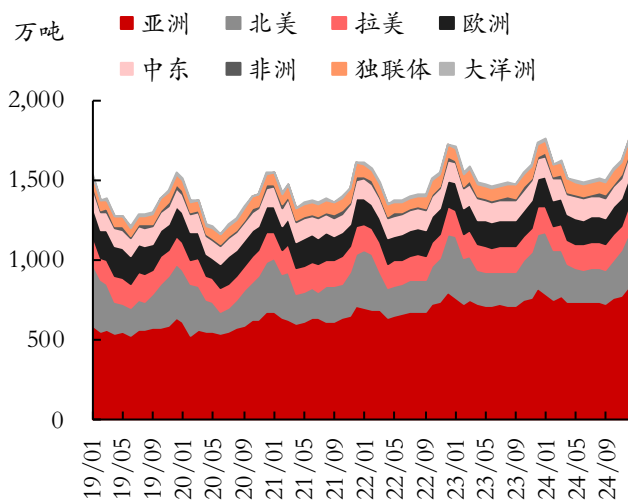
丙烷作为 LPG 中的重要组成部分, 民用燃烧是其在全球最主要的需求, 化工原料为其次。目前丙烷流入地集中于亚洲区域, 中国、印度、日本、韩国和印尼五国的丙烷流入量合计占全球的一半左右。

图表 21: 化工和燃烧是全球丙烷需求主要增长点



资料来源: 隆众资讯, 卓创资讯, 东证衍生品研究院

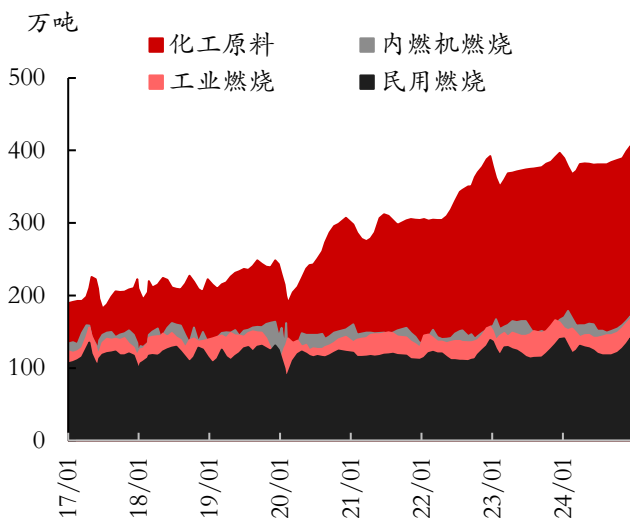
图表 22: 全球丙烷需求主要由亚洲所驱动



资料来源: 隆众资讯, 卓创资讯, 东证衍生品研究院

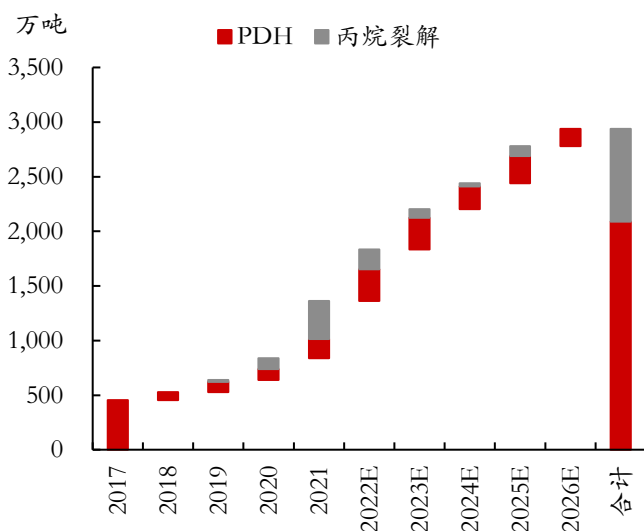
化工需求方面, 未来新增的 PDH 装置主要集中在中国, 在高投产的预期下, 未来中国丙烷需求量将持续增长, 若按照丙烷 1.18 吨的单耗、假设未来 50% 的 PDH 的产能顺利投产、平均开工率 80%, 再加上裂解装置对丙烷的需求, 预计 2026 年中国化工原料方对于的丙烷的需求量将达到 2900 万吨/年, 年平均需求增速达到 17%。叠加印度民用燃烧需求的持续增长, 预计全球丙烷需求增速在亚洲的驱动下将稳定 2% 左右。

图表 23: 中国丙烷需求结构



资料来源: 隆众资讯, 卓创资讯, 东证衍生品研究院

图表 24: 中国丙烷化工需求持续增长

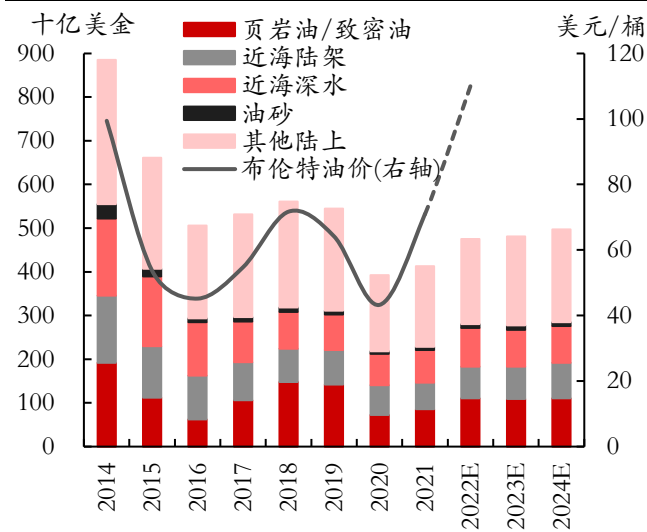


资料来源: 隆众资讯, 卓创资讯, 东证衍生品研究院

4.3、资本开支增量不足，丙烷供应增速或逐渐放缓

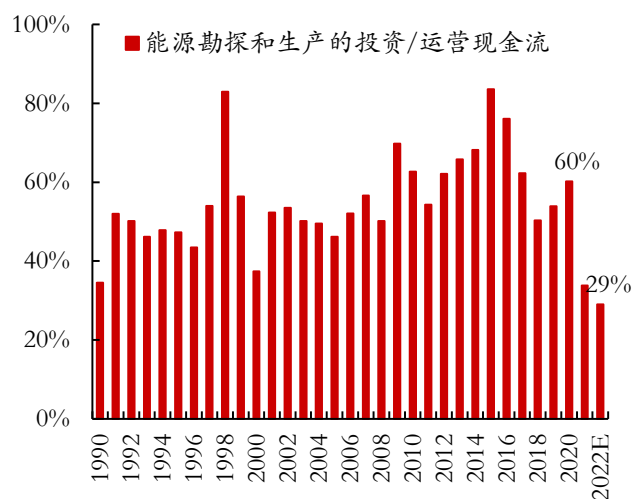
供应方面，丙烷作为油田气和炼油气的伴生气，其自身没有独立的产量政策。因此，资本对于油气资源的开支与丙烷的未来的供应增量有着密切的关系。在过去两年中，尽管油价的不断回升使得全球头部的石油和天然气公司获取了巨大的利润，但近两年对能源勘探与生产的投资仅略有上升，油价与上游投资的相关性在下降，能源勘探和生产的投资与现金流的比例已从2020年的60%下降到2022年预计的29%。

图表 25：油价与上游投资的相关性降低



资料来源：Rystad Energy UCube

图表 26：上游投资与现金流的比例下滑至历史新低



资料来源：Rystad Energy UCube

究其原因，疫情下的经济低迷使得石油和天然气公司优先考虑资本回报，把偿还债务、将现金返还给股东成为当务之急。同时，经济衰退的风险、更加严格的项目审批以及对于可再生、低碳领域的投资也使得资本对于油气资源的开支也难有明显增量。

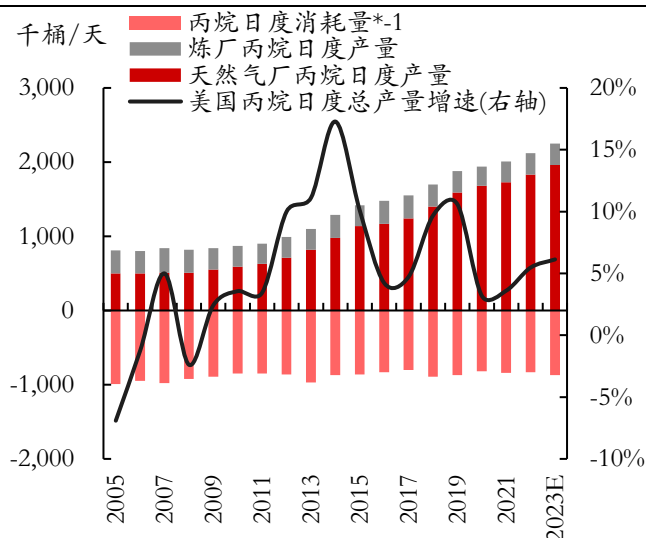
目前全球丙烷市场在1.7亿吨左右，资源流出主要集中于北美和中东，两区域合计超过7成。中东地区天然气投资相对稳定，丙烷供应量趋稳。从2010年以来，北美的页岩气是全球丙烷供应的主要增量来源。

然而对于北美市场而言，虽然丙烷仍处于供过于求的局面，但与常规油井不同，页岩油/气单井产量衰竭速度快、寿命短，单井的有效寿命在3-5年。在高衰竭模式下，美国丙烷的增产依赖资本的持续投入。如前文所述，在油价与上游投资的相关性降低、资本对于油气资源的开支增量不足的情况下，未来北美丙烷供应增速或将逐渐放缓。

以实际情况举例，美国最早的两个页岩气盆地，巴奈特(Barnett)和费耶特维尔(Fayetteville)，在最好的一半井被开发后，二者页岩气的产量就开始下滑，目前产量已比峰值水平下滑了60%。而贡献了近年来大部分的产量增长马塞勒斯(Marcellus)和海恩斯维尔(Haynesville)地区，产量也在迅速接近峰值水平，并可能面临同样的风险。因

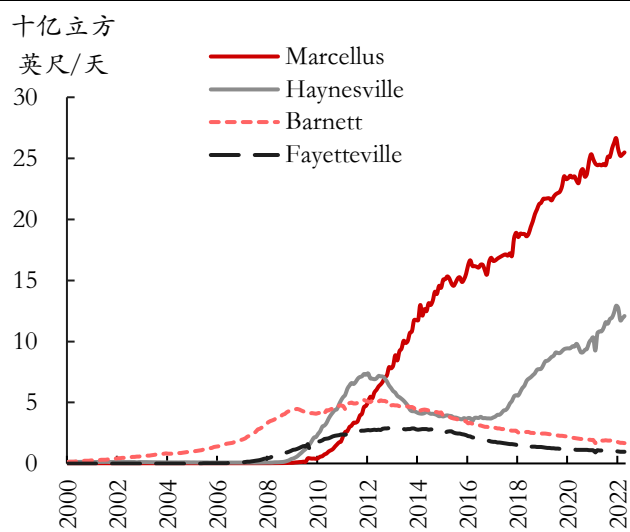
此，我们预计在未来的 5 年内，全球丙烷的产量增速将逐渐放缓至 1% 左右。

图表 27：美国丙烷产量增速的重心在降低



资料来源：EIA，东证衍生品研究院

图表 28：美国主要页岩气盆地的产量逐步接近峰值



资料来源：EIA

目前中国仍有 40% 左右的进口丙烷流向民用燃烧，这部分需求可较好的被 LNG、丁烷、二甲醚等替代，所以暂可不必担忧 PDH 企业将会面临丙烷供应短缺的局面。但随着丙烷供应增长的放缓和需求的持续增加，我们预计未来的 5 年内丙烷的供需将逐渐转为偏紧的格局，丙烷价格的弹性也将发生变化。随着 PDH 装置的不断增加，丙烷化工原料属性将会进一步增强，其价格季节性规律或被打破。因此，随着 PDH 产能规模的不断释放，未来 PDH 企业或需要面对更高的原料价格波动风险。

5、PDH 企业仍有提高盈利性的潜力

随着中国“双碳”目标的全面推进，国内对氢能应用逐步重视。2022 年 3 月，国家发改委和国家能源局印发《氢能产业发展中长期规划（2021-2035 年）》，明确氢能是未来国家能源体系的组成部分和战略性新兴产业的重点方向，并提出分阶段的氢能产业发展目标，规划至 2035 年形成氢能产业体系，构建涵盖交通、储能、工业等领域的多元氢能应用生态。

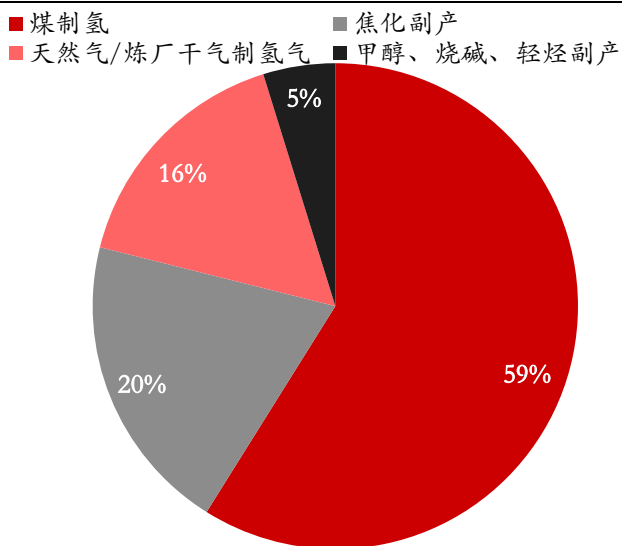
5.1、PDH 副产的氢气具有低成本和低碳排放优势

目前国内的氢气生产中大约有 59% 来自煤制氢，20% 来自焦化副产，16% 来自于炼厂或天然气干气，其余来自于甲醇、烧碱、轻烃等副产。按照制取过程中的碳排放强度，氢气可被分为灰氢、蓝氢和绿氢。灰氢是指由化石燃料重整制得的氢气，生产过程中碳排放强度高，但其技术成熟、成本优势显著，是全球氢气的最大来源。蓝氢包括加装碳捕集与封存（CCS）技术的化石能源制氢和工业副产氢，在灰氢的基础上碳排放量大降低。绿氢是利用可再生能源（光伏、风电等）发电后的再通过电解工序制取的氢气，无直接碳排放。

PDH 装置生成一吨的丙烯的同时大约副产 33 公斤的氢气，除了能耗排放以外，其生产过程中基本不产生过程排放，从定义上属于蓝氢，在排放意义上明显好于化石原料产生的灰氢。相较于绿氢，如果考虑到可再生能源设备制造过程中的能耗，PDH 所副产的氢气在碳排放上仍具有优势。

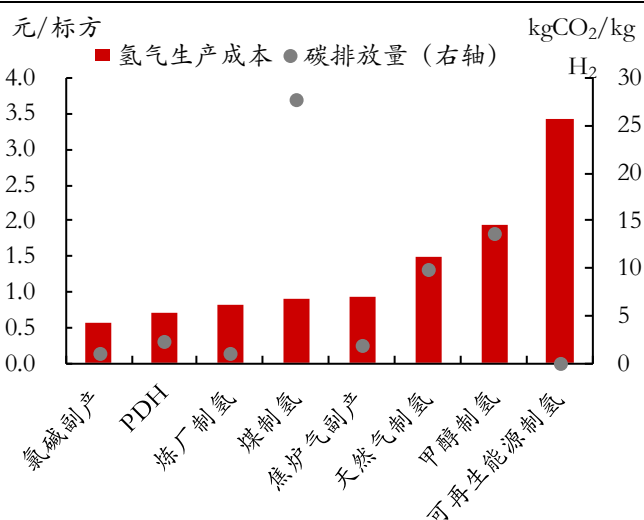
成本方面，由于氢气属于 PDH 的副产品，业内对其并无统一的成本或定价公式。但因 PDH 副产的氢气杂质含量少，再净化投入相对较少，企业内部核算成本大约在 3300-11500 元/吨（0.3-1.0 元/标方），位于制氢成本曲线的最左侧。相较于华东市场 3 万元/吨（2.8 元/标方）左右的价格，PDH 的氢气价值仍有提升的空间。

图表 29：中国氢气生产原料构成



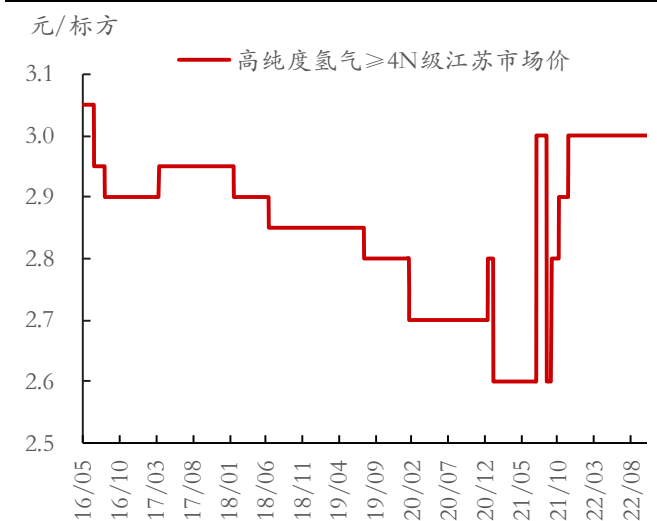
资料来源：《碳中和背景下工业副产氢气能源化利用前景浅析》

图表 30：PDH 副产氢气在成本和碳排放上极具优势



资料来源：《氢能工业现状、技术进展、挑战及前景》，东证衍生品研究院

图表 31: 华东氢气市场价格



资料来源: 隆众资讯 (1 公斤氢气=11.2 标方)

图表 32: 主要含氢工业副产气组分表

副产气类别	典型组成 (体积分数) /%
PDH 尾气	H ₂ : 80~92, C ₂ H ₆ : 1~2, C ₃ H ₈ : 0.5~1, N ₂ : 1~2
烧碱尾气	H ₂ : 98.5, CH ₄ : 0.2, O ₂ : 1, N ₂ : 0.5, 其他
焦炉煤气	H ₂ : 57, CH ₄ : 25.5, CO: 6.5, C _n H _m : 2.5, CO ₂ : 2, N ₂ : 4
炼厂气	H ₂ : 14~90, CH ₄ : 3~25, C ₂₊ : 15~30
合成氨尾气	H ₂ : 20~70, CH ₄ : 7~18, Ar: 3~8, N ₂ : 7~25
甲醇弛放气	H ₂ : 60~75, CH ₄ : 5~11, CO: 5~7, CO ₂ : 2~13, N ₂ : 0.5~20
兰炭尾气	H ₂ : 26~30, CH ₄ : 7~8.5, CO: 12~16, CO ₂ : 6~9, N ₂ : 35~39

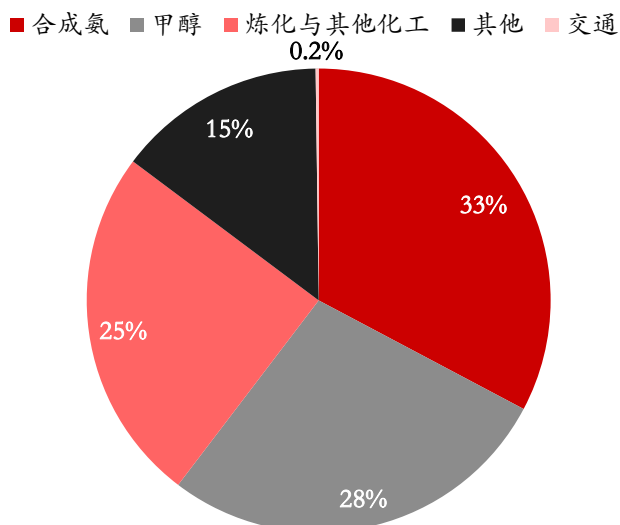
资料来源: 《碳中和背景下工业副产气制氢技术研究与运用》, 东证衍生品研究院

5.2、化工品仍将是氢气应用的主要方向

目前我国氢能产业仍处于发展初期, 氢气的应用场景相对单一, 氢气主要作为化工原料和工业原料应用于化工和钢铁等领域。虽然氢燃料电池有巨大的发展潜力, 国内制氢和提纯技术也十分成熟, 但目前中国在储运、燃料电池的关键材料和零部件领域仍存在技术壁垒, 成本依旧较高。2022 年中国燃料电池汽车的保有量约在 1 万辆左右, 即便按照规划, 2025 年中国氢燃料电池汽车总保有量达到 10 万辆, 则每年消耗氢气约在 95 万吨, 仅占目前氢气需求总量的 4%左右, 氢燃料电池的大规模利用或仍需以时间换空间。

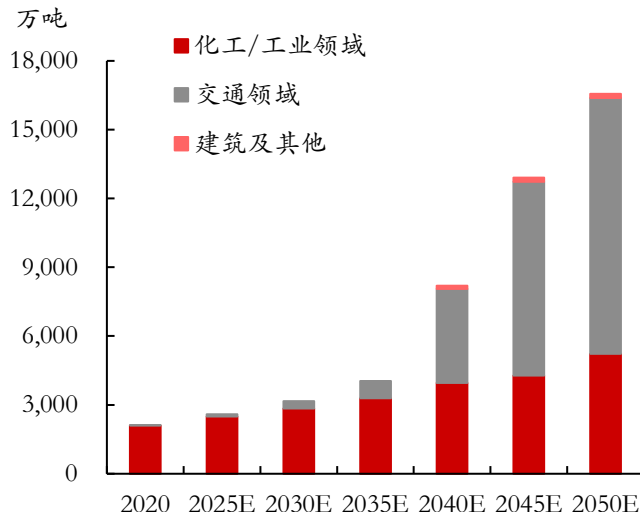
因此, 尽管目前东华能源的氢燃料电池汽车加氢站已投入商业化运营, 但我们认为在 2026 年前聚烯烃的扩能周期内, 氢燃料电池或难以成为整个 PDH 行业的发展方向, 化工品仍是 PDH 企业氢气的主要流向。

图表 33: 2020 年中国氢气主要消费途径



资料来源:《中国氢能及燃料电池产业手册》

图表 34: 氢燃料电池的需求仍需以时间换空间



资料来源:中国化工信息中心,

5.3、综合利用氢气和丙烯能较好的提升 PDH 企业的生存能力

由于氢气的储运成本较高,无法长距离运输,因此目前已投产的 PDH 装置副产的氢气大多以燃料的形式自用或管输给化工园区内的其他企业。根据我们的统计,相较于存量的 PDH 装置,未来 PDH 企业对于氢气在化工领域有了更多的布局,双氧水、合成氨、环氧丙烷和丁辛醇是氢气的主要流向。其中,环氧丙烷和丁辛醇更是为 PDH 的两大产品—丙烯和氢气找到了共同的归宿。

以环氧丙烷为例,传统生产工艺氯醇法因有大量废水和废渣等原因,在《产业结构调整指导目录(2019 年本)》中已被列入限制类;乙苯共氧化法和异丁烷共氧化法生产环氧丙烷的同时会副产 2.2~2.5 吨左右的苯乙烯或 2.3 吨的叔丁醇。相对而言,环氧丙烷与副产品的市场需求常常不一致,如苯乙烯的市场需求量及价格波动大,采用该工艺生产装置的经济效益会受市场因素的制约。

HPPO 法是由双氧水催化氧化丙烯生产环氧丙烷的工艺,生产过程中只生成环氧丙烷、水以及少量的丙二醇,工艺流程简单,环境友好。该工艺在过去未能大规模扩张的主要原因是 HPPO 工艺所用的高浓度过氧化氢溶液属于危险化学品,不能长距离运输,需要有充足氢气资源来解决配套双氧水问题。而 PDH 企业却不受此条件限制,更容易实现氢气—双氧水—丙烯—环氧丙烷产业链的一体化。

图表 35：中国存量/规划 PDH 装置的氢气流向的不完全统计（单位：万吨/年）

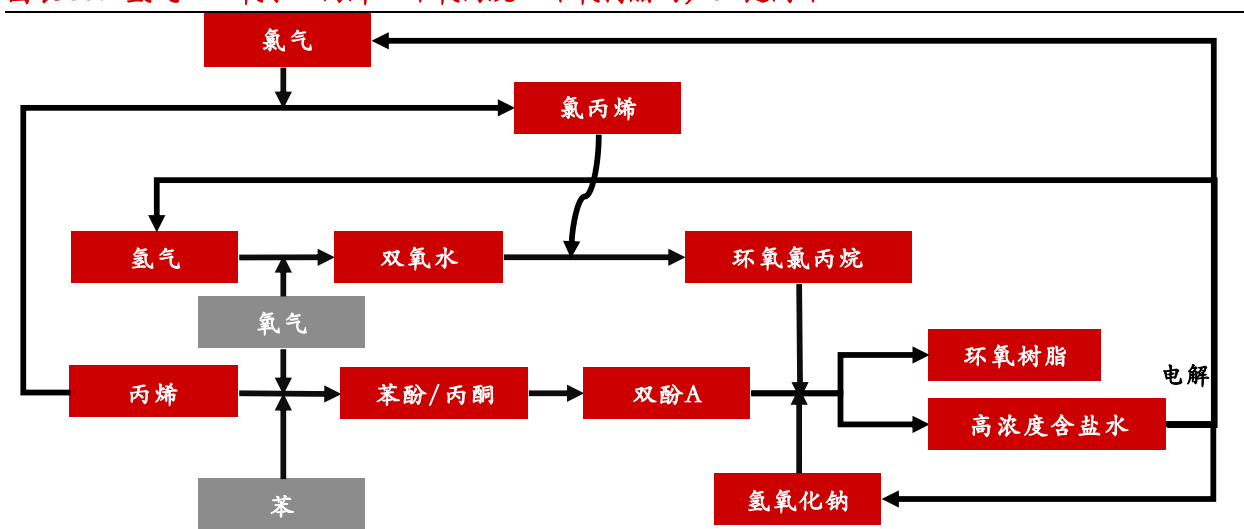
国内 PDH 装置			氢气流向						
公司名称	产能	投产时间	外销	燃料	双氧水	合成氨	环氧丙烷	丁辛醇	其他
天津渤化	60	2013.1	√				15	45	
宁波金发	60	2014.9	√	√					
绍兴三圆	45	2014.9	√						
东华能源（张家港）	60	2015.5	√	√			54	26	
万华化学	75	2015.8							
海伟石化	50	2016.7		√					
东华能源（宁波）	60	2016.11	√						
卫星石化	45	2019.1	√		22				
浙江华泓一期	45	2020.7	√	√					
浙江石化一期	60	2020.7	√						炼化加氢
福建美得	66	2021.1	√						
青岛金能	90	2021.8	√	√					
齐翔腾达	70	2022.3					30		
江苏斯尔邦	70	2022.4							炼化加氢
已投产产能合计	856				22		99	71	
滨华新材料	60	2022 年				15	30		
巨正源二期	60	2023 年	√	√					
宁波台塑	60	2023 年		√					
东华茂名一期（I）	60	2023 年	*	*		20			
泉州国亨	66	2023 年	*	*	90		30		
华谊钦州化工	75	2023 年	*	*				30	新戊二醇
延长中燃	60	2023 年	√	√				30	发电
浙江圆锦（一期）	75	2023 年	*	*	25		30		乙二醇
卫星化学三期	80	2024 年	√	√				80	新戊二醇
利华益维远	60	2024 年	*	*					碳酸二甲酯
四川能投	75	2024 年	*	*	34	12			
广西桐昆石化	60	2024 年	*	*	20		30		
东华能源（宁波）	100	2025 年	*	*					1,4-丁二醇
拟新增产能合计	891				169	47	120	110	

资料来源：隆众资讯，网络公开资料，东证衍生品研究院（*未能确定）

根据我们对华东 PDH 企业的调研，若企业以燃料的形式自用，则基本按照等热值的天然气来计算氢气的成本，每吨丙烯副产氢气所带来的收益大概在 200-300 元左右；若以管道的形式销售，每吨丙烯副产氢气的收益大概在 400-500 元左右；如氢气与氧气生成双氧水、双氧水再丙烯反应生成环氧丙烷，相比于燃烧，每吨丙烯副产的氢气还能再增加 300 元左右的收益。

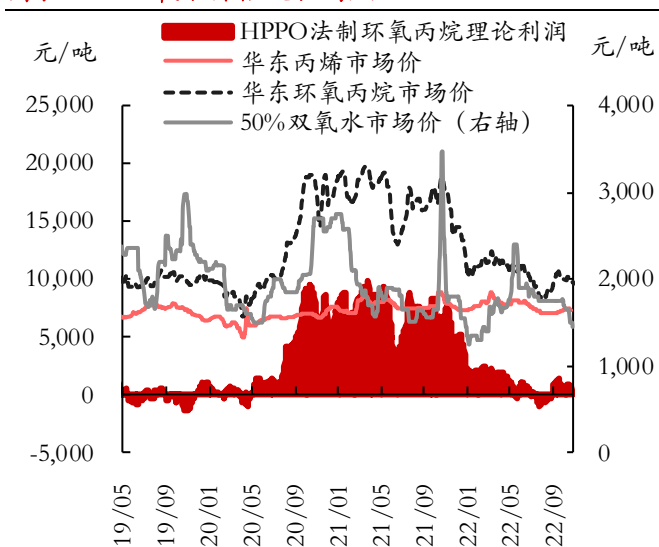
如前文所述，中国环氧丙烷市场目前处于供需宽松的格局，且未来仍有较高的产能投放。但我们认为对于拥有氢气—双氧水—丙烯—环氧丙烷产业链的PDH企业，其在环保优势和极低的氢气成本优势下，将在未来的成本竞争中取得优势，并有继续向下延伸至环氧树脂、形成产业链闭环的潜力。这种将丙烯与廉价的氢气资源串联起来的布局能明显的提高PDH企业的盈利性，进而提升PDH企业的生存能力。

图表 36：氢气—双氧水—丙烯—环氧丙烷—环氧树脂的产业链闭环



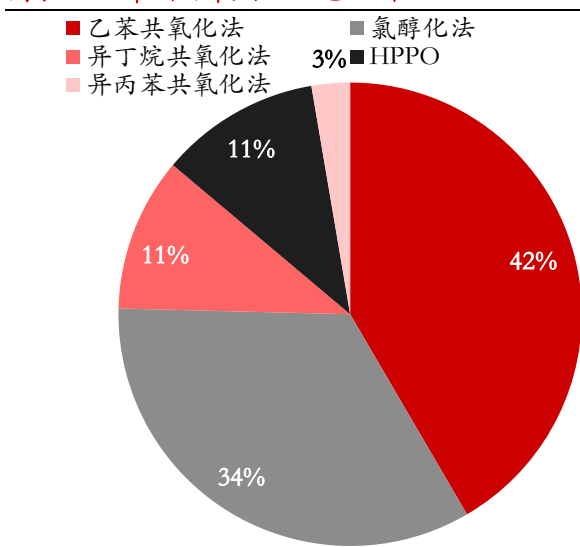
资料来源：东证衍生品研究院

图表 37：双氧水价格波动剧烈



资料来源：Wind，东证衍生品研究院

图表 38：中国环氧丙烷工艺统计



资料来源：卓创资讯

6、投资建议

在 2020-2026 年之间的聚烯烃扩能周期中，较低的投资和政策门槛、较短的建设周期等优势使得 PDH 将成为未来 5 年内国内聚丙烯产能的主要增量来源。然而丙烯下游的全面过剩以及较为低端的聚丙烯品将使得 PDH 行业面对激烈的下游产品竞争。同时，资本对于油气资源的开支增量的不足也将使得全球丙烷供需逐渐偏紧。需求端和成本端的夹击下，PDH 的边际产能或将面临着较大的淘汰压力。

对于 PDH 边际产能的寻找，我们认为可以从企业的规模和性质、丙烯下游产品分布和氢气利用情况这三个方面来界定：

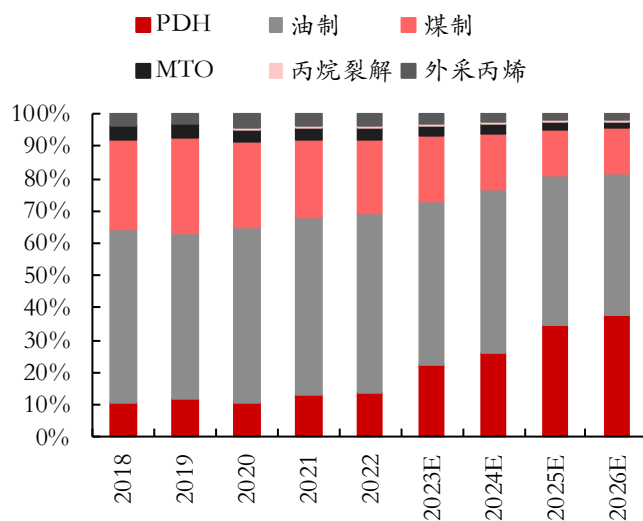
对于有炼化一体化背景的 PDH 企业，其有着广泛的丙烯下游布局、原料丙烷自供和氢气利用充分等优势，且炼化一体化企业对 PDH 装置单独的盈利性敏感度也较低。此类 PDH 企业将在未来将有着较高的生存能力。若企业带有国有企业背景，肩负的社会责任也使得其对利润敏感度下降。

对于丙烯下游布局多元化的 PDH 企业，化工品产能的周期性决定了其盈利的周期性，广泛的下游产品分布有利于平滑企业的利润，其仍有着较高的抗风险能力。

对于装置较为独立、下游产品仅有聚丙烯或丙烯的民营企业，中国聚丙烯和丙烯愈发供过于求的状况将使其抗风险能力愈来愈差。若氢气利用价值依旧较低，其未来或将处于常态化的亏损的状态，将成为国内 PDH 边际产能中的第一梯队。

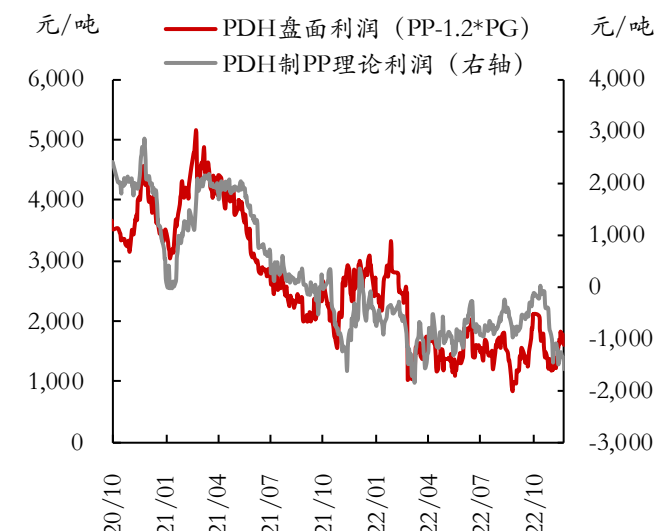
策略方面，在 2026 年中国聚丙烯的投产周期结束之后，PDH 在中国 PP 生产工艺中的占比或将从 2022 年 14% 提升至 30% 左右，PDH 工艺作为 PP 边际产能的效用将逐渐加强，盘面利润（PP-1.2*PG）的与 PDH 开工率的联动性也将提升。如前文所述，在需求端和成本端的夹击下，PDH 行业的利润将长期承压，**逢高做空 PDH 的盘面利润在长期或是较好的选择**，尤其是当 PDH 开工率较高且成品油利润较高、油制聚烯烃难以降负之时。但值得注意的是，因丙烷沸点较低，其掺混需求会在冬季上升，LPG 期货盘面价格的锚定也因此 1-3 月容易从丙烷转移至丁烷、民用气、醚后碳四等低价的可交割品上。因此我们建议在做空 PDH 利润时，尽量避免在 01-03 合约上操作。

图表 39: 中国 PP 生产工艺中, PDH 的占比不断上升



资料来源: 隆众资讯, 东证衍生品研究院

图表 40: PDH 盘面利润



资料来源: Wind, 东证衍生品研究院

7、风险提示

政策干预 PDH 产能的投放。

期货走势评级体系（以收盘价的变动幅度为判断标准）

走势评级	短期（1-3 个月）	中期（3-6 个月）	长期（6-12 个月）
强烈看涨	上涨 15%以上	上涨 15%以上	上涨 15%以上
看涨	上涨 5-15%	上涨 5-15%	上涨 5-15%
震荡	振幅-5%-+5%	振幅-5%-+5%	振幅-5%-+5%
看跌	下跌 5-15%	下跌 5-15%	下跌 5-15%
强烈看跌	下跌 15%以上	下跌 15%以上	下跌 15%以上

上海东证期货有限公司

上海东证期货有限公司成立于 2008 年，是一家经中国证券监督管理委员会批准的经营期货业务的综合性公司。东证期货是东方证券股份有限公司全资子公司，注册资本金 38 亿元人民币，员工逾 800 人。公司主要从事商品期货经纪、金融期货经纪、期货投资咨询、资产管理、基金销售等业务，拥有上海期货交易所、大连商品交易所、郑州商品交易所、上海国际能源交易中心和广州期货交易所会员资格，是中国金融期货交易所全面结算会员。公司拥有东证润和资本管理有限公司，上海东祺投资管理有限公司和东证期货国际（新加坡）私人有限公司三家全资子公司。

东证期货以上海为总部所在地，在大连、长沙、北京、上海、郑州、太原、常州、广州、青岛、宁波、深圳、杭州、西安、厦门、成都、东营、天津、哈尔滨、重庆、苏州、南通、泉州、汕头、沈阳、无锡、济南等地共设有 36 家分支机构，并在北京、上海、广州、深圳多个经济发达地区拥有 149 个证券 IB 分支网点，未来东证期货将形成立足上海、辐射全国的经营网络。

自成立以来，东证期货秉承稳健经营、创新发展的宗旨，坚持以金融科技助力衍生品发展为主线，通过大数据、云计算、人工智能、区块链等金融科技手段打造研究和技术两大核心竞争力，坚持市场化、国际化、集团化发展方向，朝着建设一流衍生品服务商的目标继续前行。

免责声明

本报告由上海东证期货有限公司（以下简称“本公司”）制作及发布。

本公司已取得期货投资咨询业务资格，投资咨询业务资格：证监许可【2011】1454号。

本研究报告仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本研究报告是基于本公司认为可靠的且目前已公开的信息撰写，本公司力求但不保证该信息的准确性和完整性，客户也不应该认为该信息是准确和完整的。同时，本公司不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司会适时更新我们的研究，但可能会因某些规定而无法做到。除了一些定期出版的报告之外，绝大多数研究报告是在分析师认为适当的时候不定期地发布。

在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需求。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况，若有必要应寻求专家意见。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买投资标的的邀请或向人作出邀请。

在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任，投资者需自行承担风险。

本报告主要以电子版形式分发，间或也会辅以印刷品形式分发，所有报告版权均归本公司所有。未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容，不得将报告内容作为诉讼、仲裁、传媒所引用之证明或依据，不得用于营利或用于未经允许的其它用途。

如需引用、刊发或转载本报告，需注明出处为东证衍生品研究院，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

东证衍生品研究院

地址：上海市中山南路 318 号东方国际金融广场 2 号楼 21 楼

联系人：梁爽

电话：8621-63325888-1592

传真：8621-33315862

网址：www.orientfutures.com

Email：research@orientfutures.com