

专论与评述

甲醇基绿色碳循环能源化工技术 现状与展望

蓝天*

(中国石油化工科技开发有限公司, 北京 100029)

摘要:以绿氢与捕集 CO₂ 为原料合成甲醇,进而生产化学品和燃料的路线有望成为“绿色碳循环能源化工体系”的核心路径之一。参照技术就绪水平(TRL)评估特征梳理了该路径上的绿氢制备、CO₂ 捕集、绿醇合成及下游转化的技术成熟度,并结合政策与经济性研判其发展前景。当前各环节的技术成熟度已具备开展全流程工业示范的条件,但全面商业化仍需降本增效。展望未来,甲醇是衔接可再生能源、能源化工与碳循环经济的关键枢纽,随着绿色甲醇成本下探,以甲醇为中心的绿色碳循环能源化工产业将迎来规模化发展新阶段。

关键词:绿氢;CO₂ 捕集;绿色甲醇;技术成熟度;碳中和;碳循环;能源化工

中图分类号:TQ223.121

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2026)08-0001-05

DOI:10.16606/j.cnki.issn0253-4320.2026.08.001

Energy chemical technical maturity review and development prospects of the green & carbon-cycle energy chemical path centered on methanol

LAN Tian*

(China Petrochemical Technology Co., Ltd., Beijing 100029, China)

Abstract: The route of synthesizing green methanol using green hydrogen and captured CO₂ as raw materials, and then converting it to produce green chemicals and fuels may become one of the core paths for building the “green & carbon-cycle energy chemical system”. With reference to the evaluation characteristics of Technology Readiness Level (TRL), the technical maturity of the key steps in this path, namely green hydrogen production, CO₂ capture, green methanol synthesis, and methanol conversion, is sorted out, and the future development prospects are prospected from the perspectives of policy and economy. Currently, the technical maturity of each step can support the establishment of industrial demonstration projects throughout the entire path, but full commercialization still requires further optimization of technologies and improvement of industrial economy. Looking ahead, methanol is the key bridge connecting renewable energy, energy chemical industry and carbon circular economy. With the foreseeable gradual decline in the cost of green methanol, the green & carbon-cycle energy chemical industry centered on methanol is expected to start large-scale development.

Key words: green hydrogen; CO₂ capture; green methanol; technology maturity; carbon neutrality; carbon cycle; energy chemical industry

能源化工产业是现代工业经济的重要基石,但也因高度依赖化石资源而成为主要的碳排放来源之一,转型压力空前。在可再生能源规模化发展的背景下,“甲醇经济”^[1]为构建绿色低碳的碳循环能源化工体系提供了重要思路。以绿电驱动的“绿氢+捕集 CO₂→绿色甲醇→绿色化工品/燃料”路线,能够将新能源与传统能源化工体系高效衔接,兼具清晰的碳循环路径与较强的固碳能力而具有发展潜力。该路线中,甲醇既是关键的化工平台分子,也可作为燃料平台分子与氢能载体^[2],从而架起可再生能源与下游炼化、煤化工及氢能应用之间的桥梁,有望支撑形成以可再生能源驱动、碳闭环为特征的绿

色碳循环能源化工体系。

本文首先梳理了该路径上的绿氢制备、CO₂ 捕集、绿醇合成、甲醇转化 4 个关键环节的各项主流技术路线,并参照技术就绪水平(TRL)评估特征以各技术路线中现阶段相对领先的研发/应用进展作为评估技术路线成熟度的参考,随后结合经济、政策等视角分析并展望“绿氢+捕集 CO₂→绿色甲醇→绿色化工品/燃料”全路径的中长期发展潜力。

1 技术环节与技术成熟度评估特征

“绿氢+捕集 CO₂→绿色甲醇→绿色化工品/燃料”路径由 4 个核心技术环节构成:绿氢制备环节

收稿日期:2026-01-12;修回日期:2026-06-22

作者简介:蓝天(1991-),男,硕士研究生,研究方向为炼化技术科技成果转化,通讯联系人,lantian@sinopec.com。

是能源输入端,利用可再生电力电解制绿氢; CO_2 捕集环节负责从工业排放源捕集 CO_2 并将其提纯;甲醇合成环节利用捕集 CO_2 和绿氢生产甲醇,是连接上游原料与下游产品的关键节点;甲醇转化环节则以甲醇为原料生产低碳烯烃、甲醛、航煤^[3]等基础化工原料和燃料,或作为氢载体,衔接氢能应用终端。

技术就绪水平(TRL)是国际通用的技术成熟度评估工具,其将技术的成熟度分为 9 个等级^[4]。本文参考其评估标准和特征,并结合产业特点将技术的成熟度按以下特征进行分级:规模化商业应用(TRL 9)、技术应用定型(TRL 8)、集成技术放大验

证(TRL 7)、技术子系统放大验证(TRL 6)、集成技术实验室测试(TRL 5)、技术子系统实验室测试(TRL 4)、技术预研(TRL 3)、应用基础研究(TRL 2)、理论研究(TRL 1)。

2 技术成熟度梳理

2.1 绿氢制备环节

目前,绿电驱动电解水制氢是获取绿氢的主流路径。根据电解质类型不同,绿电制绿氢主要分为碱性电解(AEL)、质子交换膜电解(PEM)、固体氧化物电解(SOEC)和阴离子交换膜电解(AEM)4 种技术路线^[5-6],进展情况如表 1 所示。

表 1 绿氢制备环节技术进展和技术成熟度情况

技术路线	技术进展	TRL	优势	瓶颈
AEL 技术	大规模商业应用	9 级	成本低、产业链成熟、运行稳定、电解槽大型化	电流密度低、动态响应慢,与风光发电适配性较差
PEM 技术	技术定型并实现商业化交付	8~9 级	动态响应快,与风光发电适配强, H_2 纯度高	依赖铂/铱等贵金属,隔膜成本高、长周期性能待优化
SOEC 技术	小功率原型机完成验证	6~7 级	能效高、无贵金属、无腐蚀,可以耦合工业余热	材料高温稳定性待提高、启停时间长
AEM 技术	开展 MW 级工业应用示范	7~8 级	兼顾 AEL 低成本与 PEM 结构优点	隔膜性能待提高、电流密度偏低、长期运行性能衰减快

绿氢制备环节中不同的技术路线各具优势与适用场景,AEL 技术是当前的产业化主力技术,具备大规模稳定制氢能力;PEM 技术是适配可再生能源波动性的核心发展方向,产业化进程快;SOEC 技术能效高,在工业余热耦合场景中潜力巨大;AEM 技术结合了 AEL 和 PEM 技术的优点,核心材料稳定性取得突破后应用前景广阔。

2.2 CO_2 捕集环节

CO_2 捕集的本质在于提高 CO_2 分压与实现选择性分离的耦合工艺。依据作用时机,该过程可分为燃烧前、燃烧中及燃烧后 3 个阶段。燃烧前捕集通过对燃料进行气化重整,将其转化为 H_2 、 CO 、 CO_2 的混合气,预先实现 CO_2 的初步富集,继而利用分离技术完成捕集^[7];燃烧中捕集的主流路线

包括富氧燃烧^[8]与化学链燃烧^[9]。前者利用高浓度氧气助燃,产生高浓度的 CO_2 烟气,经净化压缩后实现捕集;后者则借助载氧体在空气反应器与燃料反应器间的循环,避免燃料与空气直接接触,使产物仅为 CO_2 和水,经冷凝即可获得高纯度 CO_2 。燃烧后捕集则是直接对传统燃烧产生的低浓度烟气进行分离提纯。由于烟气中 CO_2 浓度较低,该技术通常面临较高的再生能耗与捕集成本。依据分离原理的差异, CO_2 捕集技术还可分为物理吸收法、化学吸收法、变压吸附(PSA)法及膜分离法等具体路线^[10],在实际应用中,需结合气源条件、压力及纯度要求,对上述技术路线进行针对性适配。 CO_2 捕集环节技术进展和技术成熟度情况如表 2 所示。

表 2 CO_2 捕集环节技术进展和技术成熟度情况

技术大类	技术路线	适配 CO_2 浓度	技术进展	TRL	特点
燃烧中捕集	富氧燃烧	—	工业放大试验	6~7 级	CO_2 浓度高、分离难度低,但需配备空分制氧,耐高温、耐腐蚀炉膛涂层成本高
	化学链燃烧	—	中型放大试验	5~6 级	CO_2 浓度高、分离难度低,但载氧体性能与成本控制待优化,反应器工程放大待突破

续表

技术大类	技术路线	适配 CO ₂ 浓度	技术进展	TRL	特点
化学吸收捕集	胺法	低-中浓度	广泛商业化应用	9 级	低浓度适配性强、反应速度快,但再生能耗高,吸收剂易损耗,设备易腐蚀
	碳酸盐法		工业示范,小范围商用	8~9 级	再生能耗较胺法低,在高硫高尘烟气场景中有优势,但反应速率慢,低浓度烟气吸收效率低,设备体积大
物理吸收捕集	低温甲醇法	中-高浓度	广泛商业应用	9 级	CO ₂ 纯度高、耐杂质能力强、溶剂稳定,但投资、能耗较 NMP 法高,适配煤/天然气等气化场景
	NMP 法		工业示范,小范围商用	8~9 级	再生能耗低、设备保冷简单,但 NMP 挥发性高、不耐水,适配天然气/轻烃等净化场景
PSA 捕集	活性炭	低-中浓度	商业化应用	9 级	低成本、耐杂质、耐水,但 CO ₂ 选择性、纯度一般,适配高硫高湿尾气
	分子筛	中-高浓度	商业化应用	9 级	CO ₂ 高选择性、高纯度,吸附剂不耐水、硫,成本高,适配高压洁净气源
	MOF 材料	低浓度气源、DAC	中试、实验室研究	4~6 级	吸附剂超高吸附容量,再生能耗低,但成本、稳定性有待提高
膜分离捕集	聚合物膜	中-高浓度	商业化应用	8~9 级	成本低,但耐温耐溶剂性差,易塑化
	无机膜	中-高浓度	工业试验	6~7 级	耐温耐酸碱、抗塑化、稳定性强,但膜脆性大、成本高,主要用于高温/苛刻工况
	混合基质膜	低-中浓度	工业试验	6~7 级	兼顾聚合物膜的易加工性与无机膜的高选择性

当前 CO₂ 捕集技术已呈现出显著的多元化发展格局,这主要归因于碳排放源构成的复杂性。总体来看,主流的物理吸收法、化学吸收法、PSA 法及膜分离法等均已发展出成熟分支,技术成熟度普遍达到 TRL 8~9 级。然而,上述技术仍面临进一步降本增效、优化性能及拓宽适用场景的迫切需求,这也反向推动了新兴细分路线的研发。与此同时,富氧燃烧、化学链燃料等新型工艺取得突破,不仅有效拓展了 CO₂ 捕集的应用边界,亦通过与其他技术路线

形成优势互补,共同构建起一个多层次、高效的低碳捕集技术体系。

2.3 甲醇合成环节

2024 年,我国甲醇产量约为 9 800 万 t/a^[11],其中 99% 以上源自煤炭、天然气等化石资源。除此以外,为推动 CO₂ 大规模资源化利用,CO₂ 加氢催化制甲醇^[12]、CO₂ 电化学还原制甲醇^[13] 等新兴技术路线发展迅速。甲醇合成环节技术进展和技术成熟度情况如表 3 所示。

表 3 甲醇合成环节技术进展和技术成熟度情况

技术路线	技术进展	TRL	优势	瓶颈
煤基、天然气基合成气制甲醇	广泛商业化	9 级	技术成熟、转化率高、规模化效应显著	规模化生产依赖化石资源,碳排放高
生物基合成气制甲醇	工业示范	7~8 级	原料可再生,具有碳中和属性,生产绿色甲醇	合成气杂质含量高,H/C 比低,原料供、储、运考验产业大规模发展
CO ₂ +氢催化制甲醇	工业示范	7~8 级	可实现大规模资源化 CO ₂	催化剂性能有待进一步提高
CO ₂ 电化学还原制甲醇	实验室测试阶段	4~5 级	常温常压操作,设备简单,可直接耦合绿电	反应路径复杂,催化剂性能不足,电流密度低,反应器与工程化瓶颈多

甲醇合成是“绿氢+捕集 CO₂→绿色甲醇→绿色化工品/燃料”路径中的关键一环,衔接起新能源与传统能源化工产业。煤、天然气路线制甲醇作为最成熟的技术路线,近年来通过耦合 CCUS、绿电等一定程度地降碳减排。在激励政策和绿色船燃溢价

的催化下,生物质气化制甲醇已陆续有示范项目在建或投产^[14],该技术路线不仅能够资源化利用农业废弃物,还具有碳中和属性,对推进甲醇产业低碳化、多元化具有重要意义。但对于年产亿吨级的甲醇产业而言,生物质原料的供应瓶颈使生物基甲醇

难以大比例替代化石基甲醇,而 CO_2 电化学还原及 CO_2 加氢催化制甲醇技术路线具有这样的潜力,对于前者,虽被视为最具潜力的“人工光合作用”路径之一,但离工业化应用仍有较大鸿沟;而对于后者,虽然现阶段工业规模下的 CO_2 转化率和甲醇收率、催化剂性能等仍需进一步优化,但根据当前的技术进展,预计 2030 年前有望实现 TRL 8~9 级的技术

成熟度,已成为当前研发和工业示范的核心路线。

2.4 甲醇转化环节

甲醇的用途主要分为三类:一是化工平台分子,可衍生出多种应用极为广泛的基础化学品;二是燃料平台分子,可直接作为燃料,也可转化生产交通燃料;三是氢载体,实现氢能的液化储运。甲醇转化环节技术进展和技术成熟度情况如表 4 所示。

表 4 甲醇转化环节技术进展和技术成熟度情况

转化方向	典型产品	技术路线	TRL
基础化学品	乙烯、丙烯	MTO 工艺,采用 SAPO-34 催化剂、流化床反应器,适合大规模生产乙、丙烯 ^[15] ;MTP 工艺,采用 ZSM-5 催化剂、固定床反应器或流化床反应器,丙烯选择性突出 ^[16]	9 级
基础化学品	芳烃	固定床工艺、流化床工艺 ^[17] 以及甲醇石脑油耦合制芳烃工艺,核心是以 ZSM-5 分子筛为催化剂,甲醇经脱水→低碳烯烃→高碳烯烃→环化/氢转移反应路线生成 BTX	7~8 级
基础化学品	醋酸	甲醇羰基化工艺,甲醇在温和条件和铑/钨基催化剂作用下,与 CO 发生羰基化反应生成乙酸 ^[18]	9 级
基础化学品	甲醛	气相催化氧化工艺,甲醇在催化剂作用下,同步发生脱氢和氧化反应,细分为银催化法和铁钼催化法	9 级
基础化学品与燃料	二甲醚	气相催化脱水工艺,采用固体酸催化剂,在温和条件下,甲醇经气相或液相脱水生成二甲醚	9 级
燃料	MTBE	甲醇与异丁烯醚化工艺	9 级
燃料	汽油	转化路线通常为甲醇→二甲醚→低碳烯烃→汽油组分 ^[19] ,囿于经济性和政策导向,当前应用规模较小	7~8 级
燃料	航空燃料	转化路线类似甲醇制汽油工艺 ^[20] ,该转化路线的潜力在于以绿色甲醇为原料制可持续航空燃料(SAF)能够破解其他生物基路线的供应瓶颈	7~8 级
氢载体	H_2	甲醇燃料电池 ^[21] 、甲醇分布式制氢 ^[22] 等	7~8 级

体量庞大、技术成熟、场景多元的甲醇下游转化产业是“绿氢+捕集 CO_2 →绿色甲醇→绿色化工品/燃料”路径可观发展前景的核心基石,使得绿色甲醇下游无需从零培育新市场,“即插即用”替代传统甲醇,快速实现产能消纳。此外,甲醇制 SAF、甲醇制氢等新兴技术路线的研发与应用将进一步放大该路径的重要性和发展潜力。

3 综合分析

通过对绿氢制备、 CO_2 捕集、甲醇合成、甲醇转化 4 个关键环节的技术成熟度的分析,从各环节来看,均有已达到 TRL 8 或 TRL 9 级的高成熟度技术路线。与此同时,为了扩大相关技术的应用范围与场景,以及提高应用效果,各环节的技术升级和替代技术路线研发仍在持续进行中。整体而言,当前技术水平已能够支撑建立贯穿“绿氢+捕集 CO_2 →绿色甲醇→绿色化工品/燃料”全路径的绿色碳循环能源化工示范项目。但是,该路径的发展不仅取决于各环节技术成熟度,还取决于政策指引和经济性。

政策方面,国内外均逐步构建起“约束+激励”的政策组合,形成传统产业向绿色产业转型的“推

拉合力”。约束层面,通过碳配额收紧、环保标准提升、资源消耗限制等约束性手段,倒逼传统能源化工在内的高排放产业实施技术改造、产能置换。激励层面,通过财政补贴、税收优惠、绿色金融、市场优先准入等激励性措施,引导资本、技术研发向绿氢、绿醇、碳捕集等低碳产业聚集。例如,国家发改委等六部门《关于大力实施可再生能源替代行动的指导意见》要求探索建设风光氢氨醇一体化基地,推动可再生能源制氢与化工、能源等产业融合;国家发改委《产业结构调整指导目录(2024 年本)》将电解水制氢和 CO_2 催化合成绿色甲醇纳入鼓励类产业;工信部等部门《加快工业领域清洁低碳氢应用实施方案》要求大力发展氢碳耦合制绿色甲醇,推进 CO_2 加氢合成燃料等可持续航空燃料技术路线多元化等。

经济方面,当前“绿氢+捕集 CO_2 →绿色甲醇→绿色化工品/燃料”路径面临的挑战是原料端的“绿氢”和“捕集 CO_2 ”成本过高,导致绿色甲醇价格远高于传统甲醇,影响产业推广与发展,但中长期视角绿色甲醇价格将逐步具备竞争力。综合当前国内项目的价格水平,风光资源富集区的主流平准化

制氢成本在 18~22 元/kg;捕集 CO₂ 的成本则与气源的 CO₂ 浓度关系密切,现阶段煤化工、石化行业等中高浓度 CO₂ 主流捕集成本在 100~250 元/t^[23]。按照略高于理论水平的 H₂ 和 CO₂ 消耗量,初步测算 CO₂ 加氢合成绿色甲醇的原料成本达到 3 650~4 650 元/t,在未考虑甲醇合成固定资产投资和运维成本的前提下已大幅超出传统甲醇价格(2024 年全年平均出厂价格约为 2 421 元/t)^[11]。鉴于绿氢成本在绿色甲醇总成本中占据主导地位,其降本进程对“绿氢+捕集 CO₂→绿色甲醇→绿色化工品/燃料”产业链的商业竞争力至关重要。预测显示,受核心电解槽设备效率提升与成本下降、可再生能源发电成本持续降低,以及系统集成与运营优化等多重因素驱动,绿氢有望在“十五五”期间迎来经济性拐点,并在 2030 年降至 10~15 元/kg^[24]。届时,绿色甲醇将逐步具备市场竞争力,在绿色溢价与环保政策的双重驱动下,将逐步接入下游转化体系。由此,基于该路径的绿色碳循环能源化工产业将开启规模化发展新篇章,其中,具有高绿色溢价的 SAF 等热点转化领域将率先实现规模化落地。

4 结语

全环节技术就绪度(TRL)稳步提升,绿氢制备、CO₂ 捕集及甲醇合成技术日趋成熟,为产业规模化落地奠定了坚实技术基础。政策端形成全面赋能格局,产业规划引导、财政精准补贴与碳市场激励机制协同发力,明确了产业发展方向。绿电降本、规模效应释放与碳资产收益叠加,正加速推动经济性改善。技术、政策与经济层面的多重利好,预示着基于“绿氢+捕集 CO₂→绿色甲醇→绿色化工品/燃料”路径的绿色碳循环能源化工体系前景广阔。在此基础上,西北地区富集的风光资源与海量的工业副产 CO₂ 保障了能源输入、原料供应的可持续性;成熟的甲醇下游产业提供亿吨级刚性需求与现成的应用体系,供需两侧共同构成了该路径落地的核心支撑。在上述因素的催化与协同下,该路径在未来 5 年将持续积蓄势能,随后逐步迈入规模化发展阶段。这不仅将打造绿色能源与碳循环工业衔接的典范,更将驱动能源化工行业深度转型升级,助力国家“双碳”战略目标实现并筑牢国家能源安全屏障。

参考文献

- [1] George A O. Beyond oil and gas: The methanol economy[J]. Angew Chem Int Ed, 2005, 44(18): 2636-2639.
- [2] 杨一方, 欧训民, 刘建喆. 绿色甲醇的技术进展与应用前景[J]. 科技中国, 2024, (8): 60-66.
- [3] 沙廉栋, 林今, 余志鹏, 等. 从绿氢到可持续航空煤油: 化工灵活性对技术经济性的影响[J]. 洁净煤技术, 2025, 31(3): 138-147.
- [4] 国家市场监督管理总局, 国家标准化管理委员会. 科学技术研究项目评价通则: GB/T 22900—2022[S]. 北京: 中国标准出版社, 2022.
- [5] 崔伟逸, 王谊, 虞勇, 等. 制氢技术研究进展与规模化应用路径[J]. 化学与生物工程, 2025, 42(7): 1-10.
- [6] 周峻, 冀承泽, 李儒欢, 等. 电解水制氢技术发展现状及其在新电力系统中的应用进展[J]. 高电压技术, 2025, 51(5): 2096-2113.
- [7] 柳康, 许世森, 李广宇, 等. 基于整体煤气化联合循环的燃烧前 CO₂ 捕集工艺及系统分析[J]. 化工进展, 2018, 37(12): 4897-4907.
- [8] 陈阿小, 冉真真, 马双忱, 等. 火电厂碳捕集技术: 现状、应用与发展[J]. 洁净煤技术, 2024, 30(S1): 52-64.
- [9] 张涛, 宋涛. 化学链燃烧技术研究进展[J]. 电力科技与环保, 2024, 40(6): 582-590.
- [10] 盛依依. 二氧化碳捕集技术研究及工业化进展[J]. 现代化工, 2025, 45(3): 56-60.
- [11] 姜小毛. 我国甲醇表观消费量首次突破 1 亿吨[EB/OL]. (2025-04-27). <https://www.cnenergynews.cn/article/409GSUuy9sX>
- [12] 张兰, 陈标华, 王宁. CuZn/CeO₂ 催化剂在 CO₂ 加氢制甲醇中的应用研究[J]. 低碳化学与化工, 2024, 49(8): 100-106.
- [13] 代灵英, 苏永庆, 古铭岚, 等. C-Cu₂O 复合电极用于电化学还原 CO₂ 制甲醇[J]. 应用化工, 2022, 51(7): 1946-1949.
- [14] 陈欢欢. 我国首个量产生物甲醇项目投入运行[EB/OL]. (2025-12-18) [2025-12-26]. https://www.cas.cn/cm/202512/t20251218_5092820.shtml.
- [15] 刘红星, 丁佳佳, 申学峰, 等. 从基础研究到工业化转化的实践——甲醇制烯烃 SMT 催化技术开发[J]. 石油炼制与化工, 2024, 55(1): 122-129.
- [16] 宋彩霞, 梁吉宝, 雍晓静, 等. 煤化工生产丙烯工艺及其下游产品展望[J]. 煤化工, 2013, 41(5): 63-65.
- [17] 李晓红, 周健, 吕建刚, 等. 甲醇制芳烃技术现状与展望[J]. 低碳化学与化工, 2023, 48(1): 72-79.
- [18] 张蕾, 唐应吉, 杨燕红, 等. 铈-铈双金属催化甲醇制醋酸工艺[J]. 化学工程, 2011, 39(8): 95-98.
- [19] 埃克森美孚. 甲醇制汽油技术 (MTG) [EB/OL]. [2025-12-26]. <https://www.exxonmobilchemical.com.cn/zh-cn/catalysts-and-technology-licensing/methanol-to-gasoline-technology>.
- [20] Topsoe. MTjet™ Technology [EB/OL]. [2025-12-26]. <https://www.topsoe.com/solutions/technologies/process-licensing/mtjet-process>.
- [21] 谢峰, 孟海军, 雷宪章, 等. 高效甲醇燃料电池技术研究进展[J]. 储能科学与技术, 2025, 14(11): 4237-4244.
- [22] 徐润, 栾学斌, 夏国富, 等. 分布式制氢技术现状与实践效果分析[J]. 石油炼制与化工, 2024, 55(4): 133-138.
- [23] 雷婷. 国内能耗和成本最低煤化工 CO₂ 捕集项目在榆林投产[EB/OL]. (2022-07-02) [2025-12-26]. <https://rss.jingjibao.cn/static/detail.jsp?id=409687>.
- [24] 新华社. 氢能产业迎接规模化拐点[EB/OL]. (2025-04-27) [2025-12-26]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1852836461316212865&wfr=spider&for=pc>. ■