

行业研究

碳中和背景下 CCUS 赛道优势显著，我国已具备大规模 CCUS 工程能力

——CCUS 行业跟踪报告

石油化工

增持（维持）

作者

分析师：吴裕

执业证书编号：S0930519050005

010-58452014

wuyu1@ebsecn.com

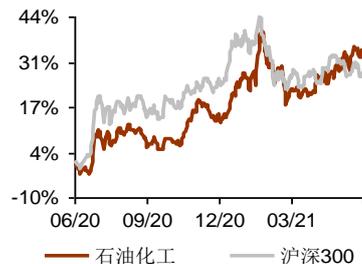
分析师：赵乃迪

执业证书编号：S0930517050005

010-57378026

zhaond@ebsecn.com

行业与沪深 300 指数对比图



资料来源：Wind

要点

事件：

2021年7月23日，生态环境部环境规划院组织召开了《中国二氧化碳捕集利用与封存(CCUS)年度报告(2021)——中国 CCUS 路径研究》发布会。

点评：

1、全球和主要国家 CCUS 封存潜力

全球陆上理论封存 CO₂ 容量为 6-42 亿吨，海底理论封存 CO₂ 容量为 2-13 亿吨。在所有封存类型中，深部咸水层封存占据主导位置，其封存容量占比约 98%，且分布广泛，是较为理想的 CO₂ 封存场所；油气藏由于存在完整的构造、详细的地质勘探基础等条件，是适合 CO₂ 封存的早期地质场所。

地质封存 CO₂ 主要可以通过地下驱油、驱气以及注入深层咸水层等方式进行，据《中国二氧化碳捕集利用与封存(CCUS)年度报告(2021)——中国 CCUS 路径研究》显示，中国地质封存 CO₂ 潜力约为 1.21-4.13 亿吨。中国油田主要集中于松辽盆地、渤海湾盆地、鄂尔多斯盆地和准噶尔盆地，通过 CO₂ 强化石油开采技术(CO₂-EOR)可以封存约 51 亿吨 CO₂。中国气藏主要分布于鄂尔多斯盆地、四川盆地、渤海湾盆地和塔里木盆地，利用枯竭气藏可以封存约 153 亿吨 CO₂，通过 CO₂ 强化天然气开采技术(CO₂-EGR)可以封存约 90 亿吨 CO₂。中国深部咸水层的 CO₂ 封存容量约为 24200 亿吨，其分布与含油气盆地分布基本相同。其中，松辽盆地(6945 亿吨)、塔里木盆地(5528 亿吨)和渤海湾盆地(4906 亿吨)是最大的 3 个陆上封存区域，约占总封存量的一半。除此之外，苏北盆地(4357 亿吨)和鄂尔多斯盆地(3356 亿吨)的深部咸水层也具有较大的 CO₂ 封存潜力。

亚洲除中国以外的国家地质封存 CO₂ 潜力约为 4900-5500 亿吨。日本的 CO₂ 地质封存潜力约为 1400 亿吨。韩国深部咸水层的 CO₂ 封存潜力约为 9.4 亿吨，其中北平盆地的封存潜力约为 9 亿吨、浦项盆地的封存潜力约为 0.4 亿吨；韩国含油气盆地主要为油藏，其中乌龙盆地油藏的 CO₂ 封存潜力约为 30 亿吨、济州盆地约为 235 亿吨、群山盆地约为 3 亿吨。印度尼西亚、泰国、菲律宾和越南总封存潜力约为 540 亿吨。北美地质封存潜力约为 2.3-21.53 亿吨。欧洲地质封存潜力约为 5000 亿吨。根据欧盟 GeoCapacity 项目评估结果，欧洲含油气盆地的 CO₂ 封存潜力为 300 亿吨，深部咸水层的封存潜力为 3250 亿吨。澳大利亚地质封存潜力约为 2200-4100 亿吨。

表 1：世界主要国家及地区 CCUS 地质封存潜力及二氧化碳排放量

国家/地区	理论封存容量 (百亿吨)	2019 年排放量 (亿吨/年)	至 2060 年 CO ₂ 累计排放量估值 (百亿吨)
中国	121-413	98	40
亚洲 (除中国)	49-55	74	30
北美	230-2153	60	25
欧洲	50	41	17
澳大利亚	22-41	4	1.6

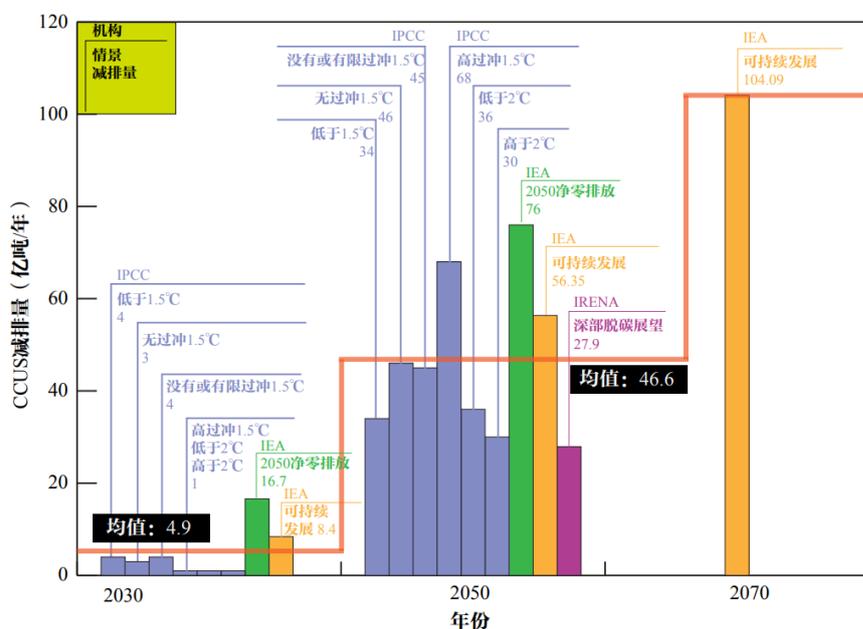
资料来源：《中国二氧化碳捕集利用与封存(CCUS)年度报告(2021)——中国 CCUS 路径研究》，光大证券研究所整理

2、国际机构对 CCUS 贡献的评估

不同研究对 CCUS 在不同情景中的减排贡献评估结果差异较大。2030 年，CCUS 在不同情景中的全球减排量为 1-16.7 亿吨/年，平均为 4.9 亿吨/年；2050 年为 27.9-76 亿吨/年，平均为 46.6 亿吨/年。

联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)在《IPCC 全球升温 1.5°C 特别报告》中指出，2030 年不同路径 CCUS 的减排量为 1-4 亿吨/年，2050 年不同路径 CCUS 的减排量为 30-68 亿吨/年。国际能源署(IEA)可持续发展情景(Sustainable Development Scenario)的目标是全球于 2070 年实现净零排放，CCUS 是第四大贡献技术，占累积减排量的 15%。IEA 2050 年全球能源系统净零排放情景(Net-Zero Emissions, NZE)下，2030 年全球 CO₂ 捕集量为 16.7 亿吨/年，2050 年为 76 亿吨/年。在国际可再生能源机构 (IRENA) 深度脱碳情景下，2050 年 CCUS 将贡献约 6% 年减排量，即 27.9 亿吨/年。

图 1：全球主要机构评估的 CCUS 贡献

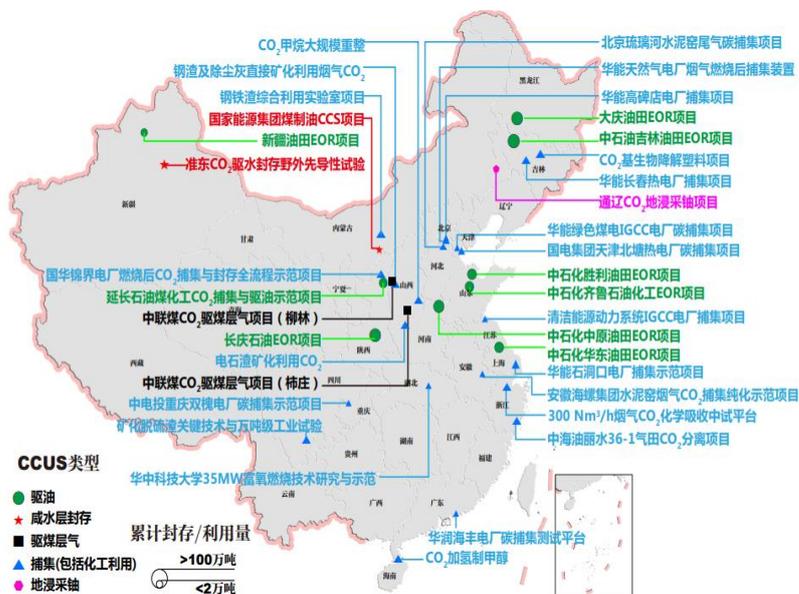


资料来源：《中国二氧化碳捕集利用与封存(CCUS)年度报告(2021)——中国 CCUS 路径研究》，光大证券研究所整理

3、中国 CCUS 现状

中国已投运或建设中的 CCUS 示范项目约为 40 个，捕集能力 300 万吨/年。多以石油、煤化工、电力行业小规模捕集驱油示范为主，缺乏大规模的多种技术组合的全流程工业化示范。2019 年以来，主要进展如下：1) 捕集：国家能源集团国华锦界电厂新建 15 万吨/年燃烧后 CO₂ 捕集项目；中海油丽水 36-1 气田开展 CO₂ 分离、液化及制取干冰项目，捕集规模 5 万吨/年，产能 25 万吨/年。2) 地质利用与封存：国华锦界电厂拟将捕集的 CO₂ 进行咸水层封存，部分 CO₂-EOR 项目规模扩大。3) 化工、生物利用：20 万吨/年微藻固定煤化工烟气 CO₂ 生物利用项目；1 万吨/年 CO₂ 养护混凝土矿化利用项目；3000 吨/年碳化法钢渣化工利用项目。

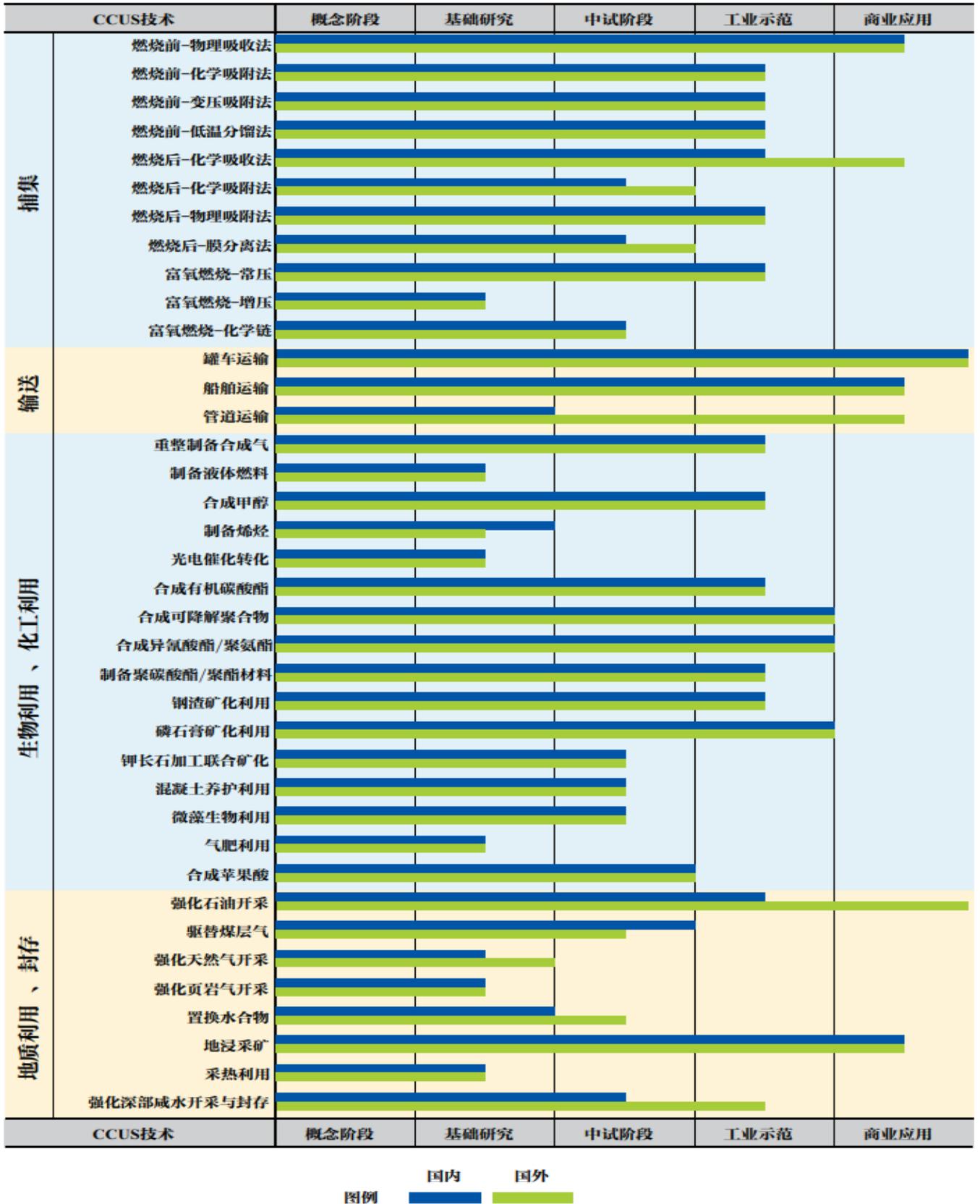
图 2：中国 CCUS 项目分布



资料来源：《中国二氧化碳捕集利用与封存(CCUS)年度报告(2021)——中国 CCUS 路径研究》，光大证券研究所整理

中国已具备大规模捕集利用与封存 CO₂ 的工程能力，正在积极筹备全流程 CCUS 产业集群。国家能源集团鄂尔多斯 CCS 示范项目已成功开展了 10 万吨/年规模的 CCS 全流程示范。中石油吉林油田 EOR 项目是全球正在运行的 21 个大型 CCUS 项目中唯一一个中国项目，也是亚洲最大的 EOR 项目，累计已注入 CO₂ 超过 200 万吨。国家能源集团国华锦界电厂 15 万吨/年燃烧后 CO₂ 捕集与封存全流程示范项目已于 2019 年开始建设，建成后将成为中国最大的燃煤电厂 CCUS 示范项目。2021 年 7 月，中石化正式启动建设我国首个百万吨级 CCUS 项目（齐鲁石化-胜利油田 CCUS 项目）。此外，中国的 CCUS 各技术环节均取得了显著进展，部分技术已经具备商业化应用潜力。

图 3：中国 CCUS 技术类型及发展阶段



资料来源：《中国二氧化碳捕集利用与封存(CCUS)年度报告(2021)——中国 CCUS 路径研究》，光大证券研究所整理

4、碳中和目标下的中国 CCUS 减排需求及中国 CCUS 成本评估

根据国内外的研究结果，碳中和目标下中国 CCUS 减排需求为：2030 年 0.2-4.08 亿吨，2050 年 6-14.5 亿吨，2060 年 10-18.2 亿吨。各机构情景设置中主要考虑了中国实现 1.5°C 目标、2°C 目标、可持续发展目标、碳达峰碳中和目标，各行业 CO₂ 排放路径，CCUS 技术发展，以及 CCUS 可以使用或可能使用的情景。

表 2：2025—2060 年各行业 CCUS 二氧化碳减排需求潜力（亿吨/年）

年份	2025	2030	2035	2040	2050	2060
煤电	0.06	0.2	0.05-1	2-5	2-5	2-5
气电	0.01	0.05	0.2-1	0.2-1	0.2-1	0.2-1
钢铁	0.01	0.02-0.05	0.1-0.2	0.2-0.3	0.5-0.7	0.9-1.1
水泥	0.001-0.17	0.1-1.52	0.2-0.8	0.3-1.5	0.8-1.8	1.9-2.1
BECCS	0.005	0.01	0.18	0.8-1	2-5	3-6
DACCS	0	0	0.01	0.15	0.5-1	2-3
石化和化工	0.05	0.5	0.3	0	0	0
全行业	0.09-0.3	0.2-4.08	1.19-8.5	3.7-13	6-14.5	10-18.2

资料来源：《中国二氧化碳捕集利用与封存(CCUS)年度报告(2021)——中国 CCUS 路径研究》，光大证券研究所整理

中国 CCUS 示范项目整体规模较小，成本较高。CCUS 的成本主要包括经济成本和环境成本。经济成本包括固定成本和运行成本，环境成本包括环境风险与能耗排放。

经济成本首要构成是运行成本，是 CCUS 技术在实际操作的全流程中，各个环节所需要的成本投入。运行成本主要涉及捕集、运输、封存、利用这四个主要环节。预计至 2030 年，CO₂ 捕集成本为 90-390 元/吨，2060 年为 20-130 元/吨；CO₂ 管道运输是未来大规模示范项目的主要输送方式，预计 2030 和 2060 年管道运输成本分别为 0.7 和 0.4 元/(吨·km)。2030 年 CO₂ 封存成本为 40-50 元/吨，2060 年封存成本为 20-25 元/吨。

表 3：2025—2060 年 CCUS 各环节技术成本

年份	2025	2030	2035	2040	2050	2060	
搜集成本 (元/吨)	燃烧前	100-180	90-130	70-80	50-70	30-50	20-40
	燃烧后	230-310	190-280	160-220	100-180	80-150	70-120
	富氧燃烧	300-480	160-390	130-320	110-230	90-150	80-130
运输成本 (元/吨)	罐车运输	0.9-1.4	0.8-1.3	0.7-1.2	0.6-1.1	0.5-1.1	0.5-1
	管道运输	0.8	0.7	0.6	0.5	0.45	0.4
封存成本 (元/吨)	50-60	40-50	35-40	30-35	25-30	20-25	

资料来源：《中国二氧化碳捕集利用与封存(CCUS)年度报告(2021)——中国 CCUS 路径研究》，光大证券研究所整理注：成本包括了固定成本和运行成本。

环境成本主要由 CCUS 可能产生的环境影响和环境风险所致。一是 CCUS 技术的环境风险，CO₂ 在捕集、运输、利用与封存等环节都可能会有泄漏发生，会给附近的生态环境、人身安全等造成一定的影响；二是 CCUS 技术额外增加能耗带来的环境污染问题，大部分 CCUS 技术有额外增加能耗的特点，增加能耗就必然带来污染物的排放问题。从封存的规模、环境风险和监管考虑，国外一般要求 CO₂ 地质封存的安全期不低于 200 年。能耗主要集中在捕集阶段，对成本以及环境的影响十分显著。如醇胺吸收剂是目前从燃煤烟气中捕集 CO₂ 应用最广泛的吸收剂，但是基于醇胺吸收剂的化学吸收法在商业大规模推广应用仍存在明显的限制，其中最主要的原因之一是运行能耗过高，可达 4.0-6.0MJ/kgCO₂。

5、投资建议

碳中和背景下，CCUS 将成为我国实现碳中和目标不可或缺的关键性技术之一，发展空间广阔。近期中石化旗下子公司石化油服启动我国首个百万吨级 CCUS 项目，公司有望成为 A 股第一家投产 CCUS 项目的上市公司，是当之无愧的 A 股 CCUS 布局排头兵，中石油 07 年开始推进吉林油田 CCS-EOR 项目，我们看好 CCUS 赛道发展前景，推荐中国石化（A+H 股）、中国石油（A+H 股）、石化油服。

6、风险提示

国际原油价格下跌风险、技术创新风险、安全事故和自然灾害风险、碳价上涨不及预期风险、投资进度不及预期风险。

表 4：重点公司盈利预测与估值表

证券代码	公司名称	股价 (元)	EPS (元)			PE (X)			投资评级
			20A	21E	22E	20A	21E	22E	
600028.SH	中国石化	4.04	0.27	0.44	0.49	15	9	8	买入
0386.HK	中国石油化工股份	3.55 (港币)	0.27	0.44	0.49	11	7	6	买入
601857.SH	中国石油	4.63	0.10	0.44	0.48	45	10	10	买入
0857.HK	中国石油股份	3.22 (港币)	0.10	0.44	0.48	26	6	6	买入
600871.SH	石化油服	1.98	0.004	0.03	0.06	476	57	33	增持

资料来源：Wind，光大证券研究所预测，股价时间为 2021-07-26；汇率按 1HKD=0.8403CNY 换算

行业及公司评级体系

	评级	说明
行业及公司评级	买入	未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 15%以上
	增持	未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 5%至 15%；
	中性	未来 6-12 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至 5%；
	减持	未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 5%至 15%；
	卖出	未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 15%以上；
	无评级	因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。
基准指数说明：		A 股主板基准为沪深 300 指数；中小盘基准为中小板指；创业板基准为创业板指；新三板基准为新三板指数；港股基准指数为恒生指数。

分析、估值方法的局限性说明

本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。本报告采用的各种估值方法及模型均有其局限性，估值结果不保证所涉及证券能够在该价格交易。

分析师声明

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。负责准备以及撰写本报告的所有研究人员在此保证，本研究报告中任何关于发行商或证券所发表的观点均如实反映研究人员的个人观点。研究人员获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户反馈、竞争性因素以及光大证券股份有限公司的整体收益。所有研究人员保证他们报酬的任何一部分不与、不与，也将不会与本报告中的具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

法律主体声明

本报告由光大证券股份有限公司制作，光大证券股份有限公司具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格，负责本报告在中华人民共和国境内（仅为本报告目的，不包括港澳台）的分销。本报告署名分析师所持中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格编号已披露在报告首页。

光大新鸿基有限公司和 Everbright Sun Hung Kai (UK) Company Limited 是光大证券股份有限公司的关联机构。

特别声明

光大证券股份有限公司（以下简称“本公司”）创建于 1996 年，系由中国光大（集团）总公司投资控股的全国性综合类股份制证券公司，是中国证监会批准的首批三家创新试点公司之一。根据中国证监会核发的经营证券期货业务许可，本公司的经营范围包括证券投资咨询业务。

本公司经营范围：证券经纪；证券投资咨询；与证券交易、证券投资活动有关的财务顾问；证券承销与保荐；证券自营；为期货公司提供中间介绍业务；证券投资基金代销；融资融券业务；中国证监会批准的其他业务。此外，本公司还通过全资或控股子公司开展资产管理、直接投资、期货、基金管理以及香港证券业务。

本报告由光大证券股份有限公司研究所（以下简称“光大证券研究所”）编写，以合法获得的我们相信为可靠、准确、完整的信息为基础，但不保证我们所获得的原始信息以及报告所载信息之准确性和完整性。光大证券研究所可能将不时补充、修订或更新有关信息，但不保证及时发布该等更新。

本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次发布时光大证券研究所的判断，可能需随时进行调整且不予通知。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。客户应自主作出投资决策并自行承担投资风险。本报告中的信息或所表述的意见并未考虑到个别投资者的具体投资目的、财务状况以及特定需求。投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及作者均不承担任何法律责任。

不同时期，本公司可能会撰写并发布与本报告所载信息、建议及预测不一致的报告。本公司的销售人员、交易人员和其他专业人员可能会向客户提供与本报告中观点不同的口头或书面评论或交易策略。本公司的资产管理子公司、自营部门以及其他投资业务板块可能会独立做出与本报告的意见或建议不相一致的投资决策。本公司提醒投资者注意并理解投资证券及投资产品存在的风险，在做出投资决策前，建议投资者务必向专业人士咨询并谨慎抉择。

在法律允许的情况下，本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。投资者应当充分考虑本公司及本公司附属机构就报告内容可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一信赖依据。

本报告根据中华人民共和国法律在中华人民共和国境内分发，仅向特定客户传送。本报告的版权仅归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式、任何目的进行翻版、复制、转载、刊登、发表、篡改或引用。如因侵权行为给本公司造成任何直接或间接的损失，本公司保留追究一切法律责任的权利。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

光大证券股份有限公司版权所有。保留一切权利。

光大证券研究所

上海

静安区南京西路 1266 号
恒隆广场 1 期办公楼 48 层

北京

西城区武定侯街 2 号
泰康国际大厦 7 层

深圳

福田区深南大道 6011 号
NEO 绿景纪元大厦 A 座 17 楼

光大证券股份有限公司关联机构

香港

光大新鸿基有限公司
香港铜锣湾希慎道 33 号利园一期 28 楼

英国

Everbright Sun Hung Kai (UK) Company Limited
64 Cannon Street, London, United Kingdom EC4N 6AE