通信

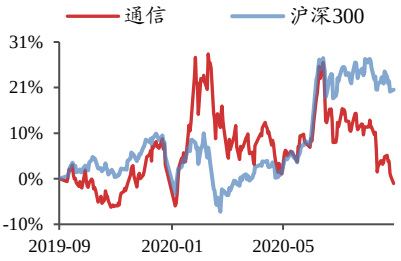
2020 年 09 月 29 日

虚拟电厂“十四五”提速，资源聚合商将优先受益

——行业点评报告

投资评级：看好（维持）

行业走势图



数据来源：贝格数据

相关研究报告

《行业周报-中国 5G 用户数全球居首，700M 基站建设放量在即》-2020.9.27

《行业点评报告-广电“全国一网”，比 2G 信号更好的 5G 加速来临》-2020.9.27

《行业点评报告-中国 5G 用户世界第一，披荆斩棘引领全球》-2020.9.24

赵良毕（分析师）
zhaoliangbi@kysec.cn
证书编号：S0790520030005

● **虚拟电厂可以降本增效，为电力行业未来主要发展方向，战略意义重大**

虚拟电厂（VPP, Visual Power Plant）指通过先进信息通信技术和软件系统，实现分布式电源、储能系统、可控负荷、电动汽车等 DER 的聚合和协调优化。虚拟电厂的基础资源包括可调（可中断）负荷、分布式电源及储能，其中可调负荷电源应用于工业、建筑及交通等重点领域，根据中电国际政策研究室预测数据显示，我国目前可调负荷资源经济开发量保守在 5000 万千瓦以上，5G 通信及物联网技术的快速发展使得负荷的互联感知和可测可控成为现实；分布式电源主要为满足升效降本，提升可靠性的需求，据全国能源信息平台初步统计，我国目前分布式电源装机约为 6000 万千瓦；储能设备可以提升能源分配效率，使得电能可以较大规模存储，可供分时供应及调配。根据中关村储能产业技术联盟统计数据显示，截至 2019 年 12 月，全球已投运电化学储能累计装机为 809 万千瓦，我国化学储能规模达 171 万千瓦。三类资源在实践中大多数情况下会彼此相互关联，可以有效解决我国电力行业电力紧张、能耗偏高的现状。

● **“十四五”能源规划提升虚拟电厂地位，市场规模有望提升**

虚拟电厂主要于 21 世纪初期于德国、英国、西班牙、法国、丹麦等欧洲国家兴起，同期美国也推行与虚拟电厂意义类似的“电力需求响应（DR，Demand Response）”，发展至今，虚拟电厂在发达国家已较为成熟，根据 P&S 市场研究报告显示，全球虚拟电厂市场规模将从 2016 年 13 亿元增长至 2023 年的 80 亿元。目前我国对于虚拟电厂的建造形式为对于美国及欧洲先进经验兼容并包，同时发展虚拟电厂及电力需求响应，有望提升虚拟电厂市场规模。事实上，我国国内在“十三五”期间，江苏、上海、河北、广东等地也相继开展电力需求响应和虚拟电厂试点，2020 年是“十四五”能源规划编制之年，大力发展虚拟电厂成为推动能源革命的重要战略之一，市场地位的提升有望进一步提升市场规模。

● **我国目前正处于邀约型向市场型转型阶段，资源聚合商有望优先受益**

虚拟电厂自身的发展空间随基础资源的快速发展而发展，按照国家电投中电国际政研室分类，其发展阶段主要可以按外部环境分为邀约型、市场型及虚拟电厂三个阶段。在邀约型阶段中，市场参与度较低，主要由政府机构或国家机关参与进行激励与拉动，是我国目前主要所处位置；市场型阶段中，资源聚合商为主体，以类似于实体电厂的模式，分别参与这些市场获得收益，增强虚拟电厂的统一协调控制能力。随着我国逐步向市场型转型过程逐步深化，资源聚合商重要性进一步加深，数据集采、存储管理及处理、云平台及大数据价值转化相关领域早先布局者将优先受益，受益标的：恒实科技（300513）。

● **风险提示：**市场发展不及预期风险、国际宏观形式不可控风险

目 录

1、 虚拟电厂可以有效分配资源，改善我国电力高能耗现状 3
2、 虚拟电厂资源可分为可调负荷、分布式电源及储能 5
2.1、 可调负荷电源应用于工业、建筑及交通等重点领域 5
2.2、 分布式电源主要满足升效降本，提升可靠性的需求 6
2.3、 储能设备可以提升能源分配效率 6
3、 我国处于邀约型向市场型转型阶段，资源聚合商是关键 7
3.1、 虚拟电厂目前正处于邀约型向市场型转型阶段 7
3.2、 资源聚合商是市场中关键主体 7
4、 风险提示 8

图表目录

图 1: 虚拟电厂可以有效分配资源 3
图 2: 虚拟电厂可实现对于多种场景的双向供电 4
图 3: 电力需求响应系统本质上同虚拟电厂类似 4
图 4: 可调节负荷将大幅度提升电网调节能力 6
图 5: 分布式光伏电源目前应用较广泛 6
图 6: 分布式光伏电源是 2018 年我国主要的分布式电源 6
图 7: 2019 年国际主流储能方式以抽水储能为主 7
图 8: 锂离子电池为化学储能设备中主要组成部分 7

表 1: 我国从 2009 年开始积极布局虚拟电网相关项目 3
表 2: 虚拟电厂按照主体资源不同可以分为三类 5
表 3: 储能设备按照存储形式主要可以分为四类 7
表 4: 按照外部环境不同虚拟电厂发展可以分为三个阶段 7

1、 虚拟电厂可以有效分配资源，改善我国电力高能耗现状

2020 年是“十四五”能源规划编制之年，大力发展虚拟电厂并进一步推动能源革命是我国电力行业的主要发展方向之一。虚拟电厂（VPP，Visual Power Plant）通过先进信息通信技术和软件系统，实现分布式电源、储能系统、可控负荷、电动汽车等 DER 的聚合和协调优化，以作为一个特殊电厂参与电力市场和电网运行的电源协调管理系统。虚拟电厂用途较广，既可作为“正电厂”向系统供电调峰，又可作为“负电厂”加大负荷消纳配合系统填谷；既可快速响应指令配合保障系统稳定并获得经济补偿，也可等同于电厂参与容量、电量、辅助服务等各类电力市场获得经济收益。可以有效解决我国电力行业电力紧张、能耗偏高的现状。

图1：虚拟电厂可以有效分配资源



资料来源：日本关西电力

虚拟电厂主要分为虚拟电厂及电力需求响应两种，我国两种形式皆有布局。虚拟电厂主要于 21 世纪初期于德国、英国、西班牙、法国、丹麦等欧洲国家兴起，同期美国也推行与虚拟电厂意义类似的“电力需求响应（DR，Demand Response）”，目前我国对于虚拟电厂的建造形式为对于美国及欧洲先进经验兼容并包，同时发展虚拟电厂及电力需求响应，二者目前在我国统称为“虚拟电厂”。虚拟电厂发展至今，其理论和实践在发达国家已较为成熟。我国国内在“十三五 ”期间，江苏、上海、河北、广东等地也相继开展电力需求响应和虚拟电厂试点。

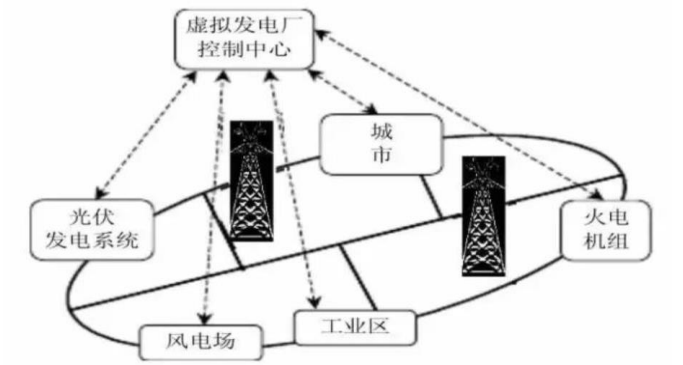
表1：我国从 2009 年开始积极布局虚拟电网相关项目

地区	项目名称	项目开展时间	详情
广东	能效电厂项目正式启动	2009.3.2	广东省亚行贷款能效电厂项目执行中心与纳入能效电厂第一批项目的七家单位签订合作协议,拥有全国第一家“虚拟电厂”。
	"能效电厂"试点第二批项目正式实施	2010.6.9	-
江苏	《江苏省电力需求响应实施细则》	2015.8.7	缓解电网运行压力，优化资源配置。江苏省经济和信息化委员会制定了《江苏省电力需求响实施细则（试行）》
	“大规模源网荷友好互动系统”初步建成	2016.6.15	苏州地区已实现 1100 MW 容量的快切负荷能力即“虚拟电厂”资源。
	“大规模源网荷友好互动系统”投运	2017.5.24	涉及华东区域 8 个特高压直流子站，8 个抽水蓄能子站，苏州南部 1 个江苏切负荷控制中心站、4 个 500 kV 分区切负荷控制子站、252 个电网侧变电站以及 810 个负荷用户控制终端。

地区	项目名称	项目开展时间	详情
	“大规模源网荷示范工程”二期扩建投入运行	2017.12.1	新增 2 个控制主站、8 个 500 千伏控制子站、新增加 518 户终端。电源类型多元化，控制对象更加丰富，毫秒级控制总容量达 200 万千瓦。
	“大规模源网荷友好互动系统”三期扩建工程投入试运行	2018.5.28	新增 500 千伏秦淮、惠泉、茅山、访仙 4 个控制子站，23 户燃煤电厂可中断辅机及 10 户储能电站的毫秒级系统接入工作，
	江苏电网与苏宁合建“虚拟电厂”	2018.10.11	国网江苏与苏宁将重点发力智能家居领域，鼓励客户利用家电海量微负荷参与电网互动，建立“虚拟电厂”
	客户侧储能自动需求响应项目	2020.5.27	储能电站用时 15 秒自动放电 2468.3 千瓦时，国网江苏电力首个客户侧储能自动需求响应项目正式投运。首批 5 家客户侧储能电站参与削峰和填谷需求响应最高容量 2.75 兆瓦，响应速度达秒级，节约发输电系统建设成本约 2970 万元。
上海	商业建筑虚拟电厂项目	2018.3.6	总发电能力为每年 5 万千瓦时
	泛在电力物联网场景下的虚拟电厂全域综合响应。	2019.4.28	全域综合需求响应的客户数量达 806 个
	迎峰度冬需求响应暨虚拟电厂运营项目试点工作	2019.12.15	26 个客户总计 8.7 万千瓦负荷参与，
西北	西北电力调控分中心调用甘肃兰铝电厂为西北新能源提供虚拟储能服务	2018.10.22	可释放 900 万千瓦调峰能力，相当于建设百万千瓦级抽水蓄能电站 9 座，节省国家投资约 600 亿元。
北京 河北	冀北虚拟电厂示范工程试点启动	2019.3.20	国网冀北电力将以秦皇岛市为试点进行一期示范工程建设，后期将扩大至张家口等区域。
	冀北电力虚拟电厂示范工程投运	2019.12.11	工程一期总容量约 16 万千瓦，覆盖张家口、秦皇岛、廊坊三个地市
	冀北虚拟电厂正式投入商业运营	2020.2.6	正式投入商业运营
安徽 合肥	首个虚拟电厂试点区启动	2019.12.12	预计三年内合肥虚拟电厂总容量将近 80 万千瓦，约为夏季降温负荷 400 万千瓦的两成。
浙江宁波	离网光储系统式“虚拟电网”投运	2020.8.13	成本低，时间短，是宁波首个离网光储系统式“虚拟电网”。
山东	虚拟电厂运营示范项目		预计 2020 年底参与电力交易

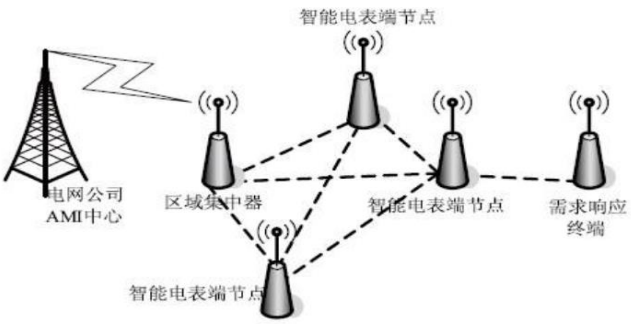
资料来源：各政府官网、开源证券研究所

图2：虚拟电厂可实现对于多种场景的双向供电



资料来源：《虚拟发电厂研究综述》

图3：电力需求响应系统本质上同虚拟电厂类似



资料来源：工匠中国

虚拟电厂概念及实践在发达国家已经成熟。根据全国能源信息平台数据显示，当前美国以可调负荷为主，规模已超 3000 千瓦，占尖峰负荷的 4%以上；以德国为

代表的欧洲国家则以分布式电源为主，德国一家公司整合了 9516 个发用电单元，总容量 817 万千瓦，提供了全德二次调频服务的 10%市场份额；日本以用户侧储能和分布式电源为主，计划至 2030 年将提供超过 2500 万千瓦供电量；澳大利亚则以用户侧储能为主，特斯拉公司在南澳建成了号称世界上最大的以电池组为支撑的虚拟电厂。

2、 虚拟电厂资源可分为可调负荷、分布式电源及储能

虚拟电厂的基础资源包括可调（可中断）负荷、分布式电源及储能。三类资源在实践中大多数情况下会彼此相互关联，自用型分布式能源和储能在可调负荷中应用较广泛，基于三类基础资源可以发展出微网、局域能源互联网等形态，成为虚拟电厂或电力需求响应系统下的控制单元之一。

虚拟电厂按照主体资源的不同，可以分为需求侧资源型、供给侧资源型和混合资源型三种。需求侧资源型虚拟电厂以可调负荷以及用户侧储能、自用型分布式电源等资源为主。供给侧资源型以公用型分布式发电、电网侧和发电侧储能等资源为主。混合资源型由分布式发电、储能和可调负荷等资源共同组成，通过能量管理系统的优化控制，实现能源利用的最大化和供用电整体效益的最大化。

表2：虚拟电厂按照主体资源不同可以分为三类

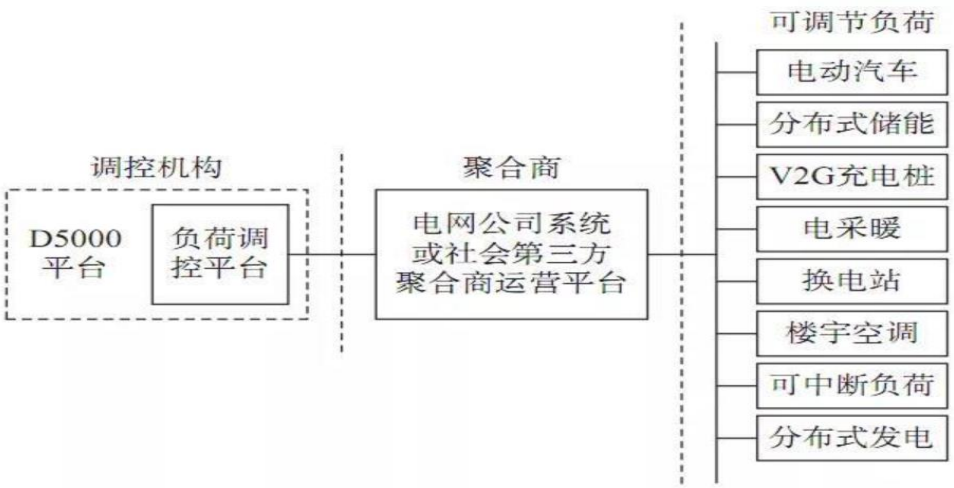
虚拟电厂分类	主体资源
需求侧资源型虚拟电厂	可调负荷及用户侧储能、自用分布式电源等资源为主
供给侧资源型虚拟电厂	公用型分布式发电、电网侧和发电侧储能等资源为主
混合资源型虚拟电厂	分布式发电、储能和可调负荷等资源共同组成

资料来源：能源研究俱乐部、开源证券研究所

2.1、 可调负荷电源应用于工业、建筑及交通等重点领域

可调负荷电源的重点领域主要包括工业、建筑和交通等，质量并重。其中工业按照用电连续性可以分为连续性工业负荷和非连续性负荷工业，连续性工业负荷需要长时间连续供电，若断电则可能发生风险，非连续性工业负荷则对供电持续性需求较小；建筑行业中空调负荷为核心；交通行业中则可分为岸电、公共交通和私家电动车等。三种应用场景中，按照供电质量分类，非连续性负荷工业对负荷电源的需求较苛刻，电动交通、建筑空调要求次之。随着我国工业、建筑及交通领域的逐步发展以及随技术上电力调节、聚合技术的发展带来的成本下降影响，根据中电国际政策研究室预测数据显示，我国目前可调负荷资源经济开发量保守在 5000 万千瓦以上。同时，5G 通信及物联网技术的快速发展使得负荷的互联感知和可测可控成为现实。

图4：可调节负荷将大幅度提升电网调节能力

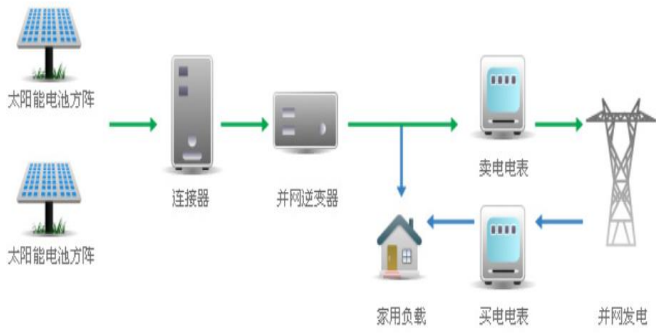


资料来源：电力系统自动化

2.2、 分布式电源主要满足升效降本，提升可靠性的需求

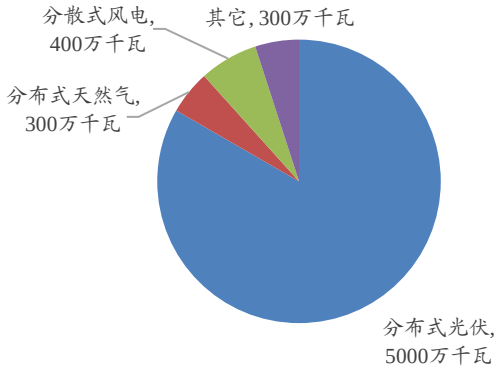
分布式电源可以提升安全性，我国目前主要以分布式光伏电源为主。根据 GB/T 33593-2017 定义，分布式电源指的是接入 35 千伏及以下电压等级电网、位于用户附近，在 35 千伏及以下电压等级就地消纳为主的电源。主要为满足电力系统及客户的相关需求，在用户现场或靠近用电现场配置较小的发电机组，以达到节省费用，提升电力可靠性及连续性的目的。当前我国对分布式电源（发电）的界定和统计还处在不够严谨的状态。据全国能源信息平台初步统计，截至 2018 年底，我国分布式电源装机约为 6000 万千瓦，其中，分布式光伏约 5000 万千瓦，分布式天然气发电约为 300 万千瓦，分散式风电约为 400 万千瓦。

图5：分布式光伏电源目前应用较广泛



资料来源：江苏蓝天光伏科技有限公司

图6：分布式光伏电源是 2018 年我国主要的分布式电源



数据来源：全国能源信息平台、开源证券研究所

2.3、 储能设备可以提升能源分配效率

由于电力需求及供给端的分时偏差，电力在日常各种应用场景的使用中可能存在供不应求或者供大于求的情况产生，故而储能设备成为电力能源行业中重要组成部分。随着如今储能技术的发展成熟，其规模效应逐步显现，使得电能可以较大规模存储，可供分时供应及调配。电力存储设备按照存储形式的区别主要可以分为机械储能、化学储能、电磁储能、相变储能四部分。根据中关村储能产业技术联盟统计数据显示，截至 2019 年 12 月，全球已投运电化学储能累计装机为 809 万千瓦，

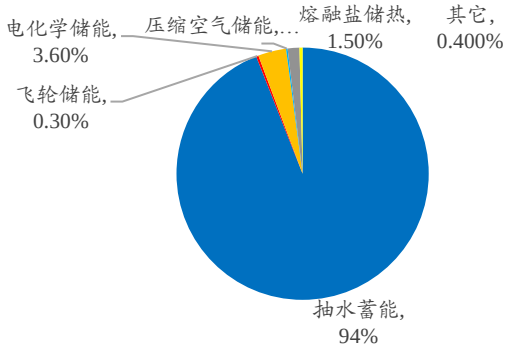
我国化学储能规模达 171 万千瓦。

表3：储能设备按照存储形式主要可以分为四类

储能设备分类	代表设备
机械储能设备	抽水储能设备、飞轮储能设备
化学储能设备	锂离子设备、铅酸电池、钠硫电池
电磁储能设备	超级电容、超导储能设备
相变储能设备	相变储能设备

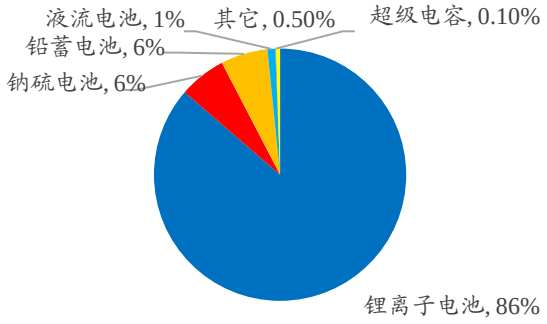
资料来源：ESCN 中国储能网、开源证券研究所

图7：2019 年国际主流储能方式以抽水储能为主



数据来源：CNESA 项目库、开源证券研究所

图8：锂离子电池为化学储能设备中主要组成部分



数据来源：CNESA 项目库、开源证券研究所

3、 我国处于邀约型向市场型转型阶段，资源聚合商是关键

3.1、 虚拟电厂目前正处于邀约型向市场型转型阶段

虚拟电厂随基础资源的快速发展而发展，针对外部条件不同，按照国家电投中电国际政研室分类，其发展阶段可以分为邀约型、市场型及虚拟电厂三个阶段。在邀约型阶段中，市场参与度较低，主要由政府机构或国家机关参与进行激励与拉动，是我国目前主要所处位置；市场型阶段中，市场主要产生于电能量现货市场、辅助服务市场和容量市场建成后，资源聚合商为主体，以类似于实体电厂的模式，分别参与这些市场获得收益，增强虚拟电厂的统一协调控制能力。在虚拟电厂阶段中，中电国际政研室将其称之为跨空间自主调度型虚拟电厂，其中既包含可调负荷、储能和分布式能源等基础资源，也包含由这些基础资源整合而成的微网、局域能源互联网。

表4：按照外部环境不同虚拟电厂发展可以分为三个阶段

发展阶段	主要特征
邀约型	市场参与度较低，行业发展主要以政府机构激励为主
市场型	发生于在电能量现货市场、辅助服务市场和容量市场建成后，资源聚合商为主体
虚拟电厂	空间增大，包含各式资源及其整合而成的微网和局域能源互联网

资料来源：国家电投中电国际政研室、开源证券研究所

3.2、 资源聚合商是市场中关键主体

资源聚合商在虚拟电厂中属于中间环节也是关键环节，其主要依靠互联网、大

数据技术，整合、优化、调度、决策来自各层面的数据信息，增强虚拟电厂的统一协调控制能力。资源聚合商可以通过调节用户负荷来提供削峰填谷等辅助服务，为市场提供更多、更灵活的服务，在响应时刻通过负荷的柔性调节，为终端用户提供智能用电方案，优化生产方式，节能增效。同时，资源聚合商还可以引导分布式电源、储能等分布式能源以最佳的方式参与电力市场交易。包括签订交易合约、确定竞价方式等问题，并要达到预期的利润水平。在市场化的环境下，资源聚合商具备不断挖掘有效资源的能力并不断增强用户黏性。

4、 风险提示

市场发展不及预期风险：我国市场目前正处于邀约型向市场型转变的阶段之中，政府机构为促进产业升级对毛利率等指标的考量同上市公司相比较小，若行业盈利能力不及预期，相关公司预计减少投入，转型节奏及脚步将放缓，影响行业发展。

国际宏观形势不可控风险：虚拟电厂技术在欧美、日韩等国家目前已经较为完备，技术相对较成熟，行业间的交流将促进我国虚拟电厂技术进一步发展并降低试错成本，目前国际形式较复杂，若政治风险影响技术交流，行业相关发展可能受限。

特别声明

《证券期货投资者适当性管理办法》、《证券经营机构投资者适当性管理实施指引（试行）》已于2017年7月1日起正式实施。根据上述规定，开源证券评定此研报的风险等级为R3（中风险），因此通过公共平台推送的研报其适用的投资者类别仅限定为专业投资者及风险承受能力为C3、C4、C5的普通投资者。若您并非专业投资者及风险承受能力为C3、C4、C5的普通投资者，请取消阅读，请勿收藏、接收或使用本研报中的任何信息。
因此受限于访问权限的设置，若给您造成不便，烦请见谅！感谢您给予的理解与配合。

分析师承诺

负责准备本报告以及撰写本报告的所有研究分析师或工作人员在此保证，本研究报告中关于任何发行商或证券所发表的观点均如实反映分析人员的个人观点。负责准备本报告的分析师获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户的反馈、竞争性因素以及开源证券股份有限公司的整体收益。所有研究分析师或工作人员保证他们报酬的任何一部分不曾与，不与，也将不会与本报告中具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

股票投资评级说明

	评级	说明
证券评级	买入（Buy）	预计相对强于市场表现 20%以上；
	增持（outperform）	预计相对强于市场表现 5%～20%；
	中性（Neutral）	预计相对市场表现在－5%～＋5%之间波动；
	减持（underperform）	预计相对弱于市场表现 5%以下。
行业评级	看好（overweight）	预计行业超越整体市场表现；
	中性（Neutral）	预计行业与整体市场表现基本持平；
	看淡（underperform）	预计行业弱于整体市场表现。
备注：评级标准为以报告日后的 6~12 个月内，证券相对于市场基准指数的涨跌幅表现，其中 A 股基准指数为沪深 300 指数、港股基准指数为恒生指数、新三板基准指数为三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）、美股基准指数为标普 500 或纳斯达克综合指数。我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重建议；投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者应阅读整篇报告，以获取比较完整的观点与信息，不应仅仅依靠投资评级来推断结论。		

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。

法律声明

开源证券股份有限公司是经中国证监会批准设立的证券经营机构，已具备证券投资咨询业务资格。

本报告仅供开源证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的机构或个人客户（以下简称“客户”）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告是发送给开源证券客户的，属于机密材料，只有开源证券客户才能参考或使用，如接收人并非开源证券客户，请及时退回并删除。

本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。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证券或其他金融工具的邀请或向人做出邀请。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。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。客户应当考虑到本公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。本公司未确保本报告充分考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。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。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。若本报告的接收人非本公司的客户，应在基于本报告做出任何投资决定或就本报告要求任何解释前咨询独立投资顾问。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的开源证券网站以外的地址或超级链接，开源证券不对其内容负责。本报告提供这些地址或超级链接的目的纯粹是为了客户使用方便，链接网站的内容不构成本报告的任何部分，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

开源证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。开源证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

本报告的版权归本公司所有。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。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。

开源证券研究所

上海
地址：上海市浦东新区世纪大道1788号陆家嘴金控广场1号楼10层
邮编：200120
邮箱：research@kysec.cn

深圳
地址：深圳市福田区金田路2030号卓越世纪中心1号楼45层
邮编：518000
邮箱：research@kysec.cn

北京
地址：北京市西城区西直门外大街18号金贸大厦C2座16层
邮编：100044
邮箱：research@kysec.cn

西安
地址：西安市高新区锦业路1号都市之门B座5层
邮编：710065
邮箱：research@kysec.cn