

2023.09.10，27期

产业研究中心

【新能源车产业跟踪】半固态电池主用氧化物电解质，固态电解质加速产业化进程

摘要：产业链价格与最新趋势跟踪，点评产业最新风向

产业链跟踪

据上海钢联数据，电池级碳酸锂价格止跌企稳，9月8日均价报19.75万元/吨。

半固态电池对现有锂电产业链冲击主要在中游隔膜与电解液环节。固态电池产业化落地过程中半固态将作为衔接率先产业化，固态电池的电解质、设备制造、电池设计等环节将具备较大空间。半固态电池电芯中固态电解质与液态电解质均存在，电解液含量约在5%-10%。固态电池正极材料较现有锂电池变化不大，承接原有高镍体系；负极材料提升能量密度，硅氧添加比例逐渐升高，远期或将由锂金属负极取代；半固态与固态电池变化的核心是将原有的隔膜与电解液合二为一，变为固态电解质。

目前，半固态电池电芯主要使用的固态电解质是氧化物电解质，硫化物电解质或为全固态电池主流路线。硫化物电解质在半固态电池技术路线中发展空间相对有限，它是全固态电池的主流路线，因为电极中液体会破坏硫化物材料结构，进而影响电池性能，目前氧化物体系因研发成本和难度相对较低，因此较多厂商选择氧化物技术路线；而硫化物研发难度较高，因其优异性能和较大潜力吸引资本较雄厚的电池厂商投入研发。目前的技术路线来看，电解质主要有3条路线，硫化物、氧化物、聚合物，其各有优缺点。

（1）**硫化物：核心在硫化锂的价格与产能。**硫化物固态电解质具有超高的离子电导率和良好的机械性质，其离子电导率可媲美液态电解质。其材料较软，跟负极接触相对较好。但其空气稳定性差，潮湿空气里面不稳定，会产生硫化氢气体。合成工艺复杂、生产率低且生产成本低，极大地阻碍了硫化物电解质的大规模应用。另外，当前硫化物的相关专利有60%以上被丰田申请，未来或将涉及专利问题。

（2）**氧化物：核心在做薄电解质从而提升能量密度。**电导率适中，具有相对较高的离子电导率和较稳定的化学特性。成本相对便宜，制备对环境要求不苛刻。以上优点有利于大规模生产和应用。但面电阻较大，电导率变低后，带来的面电阻比较大。加工困难，存在刚性界面接触的问题以及严重副反应，导致整体的性能较差。

（3）**聚合物：核心在稳定量产，吸湿性、空气稳定性差。**

（4）**复合固态电解质(CSSEs)：**以氧化物、硫化物等为代表的无机固态电解质和以聚氧化乙烯等聚合物的有机固态电解质的结合，利用路易斯酸碱相互作用，增加链段运动能力，协同提升界面离子传输。

行业信息

工业和信息化部、国务院国资委联合印发《前沿材料产业化重点发展指导目录（第一批）》。

页岩气领域首项国际标准正式发布。

风险提示

新能源车销售不及预期，排产计划变动，产品研发不及预期等。

请务必阅读正文之后的免责条款部分

作者：王浩
电话：0755-23976068
邮箱：wanghao013539@gtjas.com
资格证书编号：S0880513090004

往期回顾

【科技制造周报】士兰明镓完成12亿人民币A轮融资

2023.09.09

【新能源车产业跟踪】新能源车销售数据亮眼，产业或迎来排产高峰

2023.09.06

【数字经济周报】华为Mate 60 Pro上市，芯片成为讨论热点

2023.09.04

【机器人周报】拓普公告机器人项目24Q1开始量产爬坡

2023.09.04

【氢周一见】碳能科技获超亿元A2轮融资

2023.09.04

目录

1. 半固态电池主用氧化物电解质，固态电解质加速产业化进程	3
2. 产业信息	6
2.1. 行业信息	6
2.2. 热点事件	6
3. 科技动态	7
4. 风险提示	8

1. 半固态电池主用氧化物电解质，固态电解质加速产业化进程

据上海钢联数据显示，近期电芯、模组、PACK 价格平衡震荡，电池级碳酸锂价格止跌企稳，9 月 8 日均价报 19.75 万元/吨。

半固态电池对现有锂电产业链冲击主要在中游隔膜与电解液环节。从产业化方向看来，固态电池产业化落地过程中半固态将作为衔接率先产业化，固态电池的电解质、设备制造、电池设计等环节将具备较大空间。半固态电池电芯中固态电解质与液态电解质均存在，电解液含量约在 5%-10%。固态电池正极材料较现有锂电池变化不大，承接原有高镍体系；负极材料提升能量密度，硅氧添加比例逐渐升高，远期或将由锂金属负极取代；半固态与固态电池变化的核心是将原有的隔膜与电解液合二为一，变为固态电解质。

目前，半固态电池电芯主要使用的固态电解质是氧化物电解质，硫化物电解质或为全固态电池主流路线。硫化物电解质在半固态电池技术路线中发展空间相对有限，它是全固态电池的主流路线，因为电极中液体会破坏硫化物材料结构，进而影响电池性能，目前氧化物体系因研发成本和难度相对较低，因此较多厂商选择氧化物技术路线；而硫化物研发难度较高，因其优异性能和较大潜力吸引资本较雄厚的电池厂商投入研发。目前的技术路线来看，电解质主要有 3 条路线，硫化物、氧化物、聚合物，其各有优缺点。

（1）硫化物

核心在硫化锂的价格与产能。

优点：硫化物固态电解质具有超高的离子电导率和良好的机械性质，其离子电导率可媲美液态电解质，易于构筑完全不含电解液的全固态锂电池。其材料较软，跟负极接触相对较好，仅从技术上讲这是最有希望量产的固态电解质。

缺点：其空气稳定性差，潮湿空气里面不稳定，会产生硫化氢气体，且硫化氢毒性较高。合成工艺复杂、生产率低且生产成本低，合成硫化物电解质会用到硫化锂前驱体，硫化锂前驱体成本非常昂贵；整体的倍率性较低，使用后有明显的衰减。以上极大地阻碍了硫化物电解质的大规模应用。另外，当前硫化物的相关专利有 60% 以上被丰田申请，未来或将涉及专利问题。

（2）氧化物

核心在做薄电解质从而提升能量密度。

优点：电导率适中，具有相对较高的离子电导率和较稳定的化学特性。成本相对便宜，其原材料较硫化物更便宜，锂、铜、锆、钛、氧这些元素，制备对环境要求不苛刻。以上优点有利于大规模生产和应用。

缺点：面电阻较大，电导率变低后，带来的面电阻比较大。**加工困难**，氧化物类似于一个陶瓷体，很难做得很薄，做不薄则整体的能量密度和体积电阻非常大。**存在刚性界面接触的问题以及严重副反应**，氧化物做成陶瓷体之后，陶瓷体本身硬度较大，所以与正极、负极接触较差，在微观结构下将产生很多气孔，气孔处没有填充电解质，因此无法传导锂离子，导致整体的性能较差。

（3）聚合物

核心在稳定量产，吸湿性、空气稳定性差。

优点：聚合物固态电池结合了硫化物和氧化物优势。电导率较氧化物体系更高，跟硫化物比会差一点，整体成本较低，其原料的元素多为氯、锆等，相对便宜。**合成过程相对简单**，聚合物电解质层可通过干法或湿法制备，电芯组装通过电极和电解质间的卷对卷复合实现；干法和湿法都非常成熟，易于制造大电芯；易于制备出双极内串电芯，从而提升单体电池电压。

缺点：与负极的接触不稳定，成膜均一性难控制；难兼容高电压正极材料，导致能量密度不高；电池只能在高温下工作。

（4）复合固态电解质(CSSEs)

主要是以氧化物、硫化物等为代表的无机固态电解质和以聚氧化乙烯等聚合物为代表的有机固态电解质两者的结合，利用路易斯酸碱相互作用，增加链段运动能力，协同提升界面离子传输。

表 1：近一周电池产业链价格跟踪

产品名称	9.8	9.1	涨跌幅	涨跌
正极材料（万元/吨）				
三元 5 系	16.80	17.50	-4.00%	(0.70)
三元 6 系（单晶型）	19.85	20.75	-4.34%	(0.90)
三元 6 系（动力性）	19.40	20.10	-3.48%	(0.70)
三元 8 系	22.30	23.20	-3.88%	(0.90)
磷酸铁锂	6.95	7.30	-4.79%	(0.35)
前驱体材料（万元/吨）				
碳酸锂	19.75	20.55	-3.89%	(0.80)
氢氧化锂	18.20	19.00	-4.21%	(0.80)
电解钴	25.70	25.10	2.39%	0.60
电解镍	16.81	16.88	-0.41%	(0.07)
硫酸钴	36.75	35.25	4.26%	1.50
硫酸镍	3.15	3.13	0.64%	0.02
硫酸锰	0.59	0.59	0.00%	0.00
三元前驱体 111	7.75	7.75	0.00%	0.00
三元前驱体 523	7.95	7.95	0.00%	0.00
三元前驱体 622	8.95	8.95	0.00%	0.00
三元前驱体 811:国产	10.10	10.10	0.00%	0.00
锂电池（元/瓦时）				
磷酸铁锂	0.53	0.53	0.00%	0.00
三元	0.63	0.63	0.00%	0.00

上游金属				
锂矿指数	4572.85	4586.99	-0.31%	(14.15)
铝	4600.67	4623.81	-0.50%	(23.15)
SHFE 铝 (元/吨)	18965.00	19330.00	-1.89%	(365.00)
LME 铝 (美元/吨)	2181.00	2237.00	-2.50%	(56.00)
SHFE 铜 (元/吨)	68750.00	69730.00	-1.41%	(980.00)
LME 铜 (美元/吨)	8230.00	8491.50	-3.08%	(261.50)

数据来源: Wind, 国泰君安证券研究

图 1: 金属锂价格近期反弹 (万元/吨)

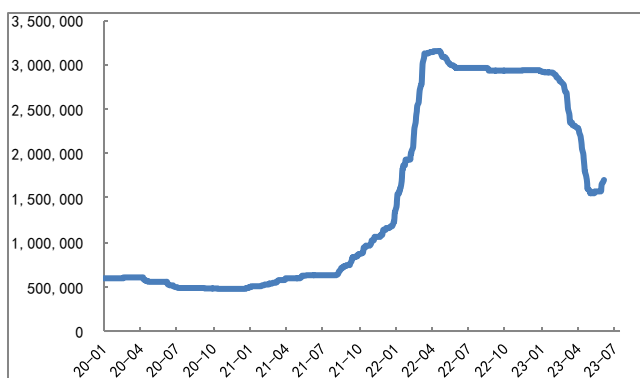
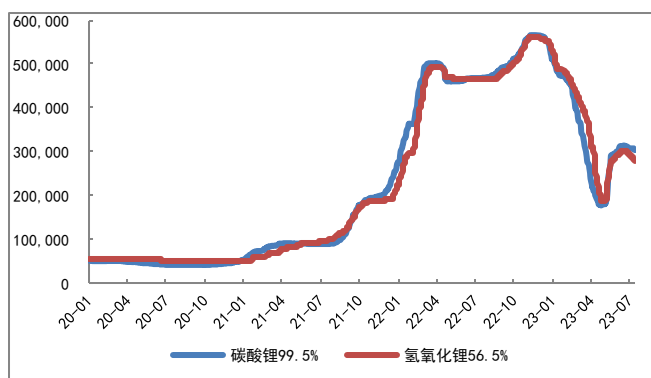
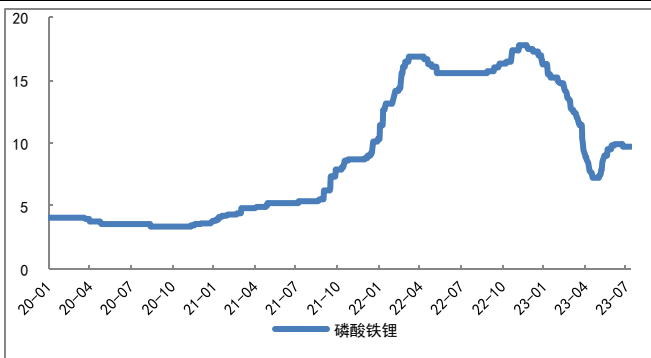
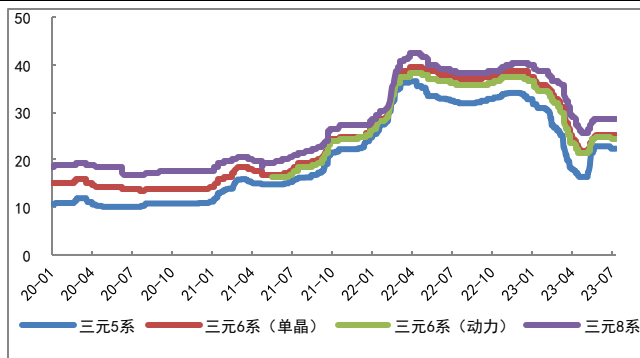


图 2: 碳酸锂、氢氧化锂价格近期反弹暂缓 (万元/吨)



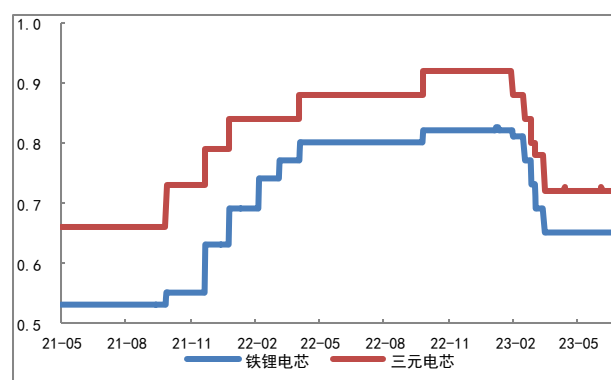
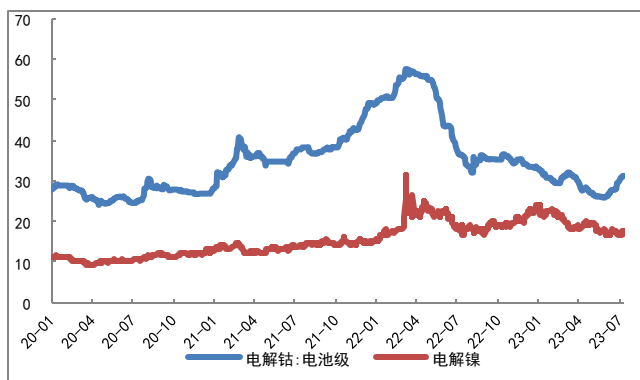
数据来源: Wind, 国泰君安证券研究

图 3: 三元材料价格近期回升 (万元/吨) 图 4: 磷酸铁锂价格止跌回升 (万元/吨)



数据来源: Wind, 国泰君安证券研究

图 5: 电解钴价格下跌、电解镍价格抬升 (万元/吨) 图 6: 三元电芯与磷酸铁锂价差扩大 (元/Wh)



数据来源: Wind, 国泰君安证券研究

2. 产业信息

2.1. 行业信息

工业和信息化部、国务院国资委联合印发《前沿材料产业化重点发展指导目录（第一批）》。近日，工业和信息化部、国务院国资委联合印发《前沿材料产业化重点发展指导目录（第一批）》。其中，包括超材料、超导材料、单/双壁碳纳米管、二维半导体材料、负膨胀合金材料、高熵合金、钙钛矿材料、高性能气凝胶隔热材料、金属有机氢化物、金属基单原子合金催化材料、量子点材料、石墨烯、先进光学晶体材料、先进 3D 打印材料、液态金属等 15 种前沿材料。新材料产业是战略性、基础性产业，是未来高新技术产业发展的基石和先导。前沿材料代表新材料产业发展的方向与趋势，具有先导性、引领性和颠覆性，是构建新的增长引擎的重要切入点。（工业和信息化部，08/28）。

页岩气领域首项国际标准正式发布。近日，由中国石油西南油气田分公司天然气研究院牵头制定的国际标准 ISO 7055: 2023《天然气上游领域滑溜水降阻性能测试方法》正式获得 ISO 国际标准化组织批准发布。这是页岩气领域的首项国际标准，也是我国在页岩气国际标准领域取得的重要突破，为我国页岩气技术参与国际市场竞争迈出了关键一步。天研院科研人员对降阻性能测试理论进行系统研究，经过多年持续攻关，首次提出有效管径改进模型。通过对该模型的应用，室内降阻性能测试准确率可提高至 90% 以上，降阻率达到 73%—78%，滑溜水成本降低 90%，有效支撑了页岩气“工厂化”作业高效平稳运行。该项成果被写入我国能源行业页岩气标准化技术委员会制定发布的首批行业标准中。（科技日报，08/31）

2.2. 热点事件

祥鑫科技布局压铸成型技术。近日，金属模具和零部件制造商--祥鑫科技股份有限公司表示，公司拥有先进的技术，能够根据不同客户的需求，提供从模具到结构件的新能源产品整体解决方案。公司积极布局压铸成型技术，已有压铸产品研发立项并接到相关压铸产品订单。同时，公司将密切关注行业内的先进成型技术，不断积累经验和技術储备，继续推进相关项目的合作。（来源：公司公告）

常青股份加快推进一体化压铸业务。9 月 4 日，合肥常青机械股份有限公司在上半年业绩说明会上表示，面对新能源汽车的迅速发展，公司将加快在新能源汽车领域的市场布局和产品开发力度，推动一体化压铸发展。公司搭建新产线，提高新能源和轻量化业务产能水平；深度研究一体化压铸铝合金成型工艺，同步推进全套前瞻性技术论证研究与部分试制生产。未来 3-5 年经营主线拟逐步转型为以轻量化材料为核心的车身结构件和轻量化底盘业务。常青股份主要从事汽车零部件冲压焊接件的生产、销售。公司目前已布局一体化压铸业务，在合肥巢湖市投资建设新能源汽车一体化大型压铸项目，目前项目正在建设中。（来源：公司

公告)

江门振力：向白俄罗斯客户交付近 2000 万元压铸设备。该压铸单元为全自动化压铸生产线，配置了全套的自动化及周边设备，以及模具和切边模。目前，该项目已通过客户验收，将于 9 月中旬发往白俄罗斯。根据协议，江门振力为该客户提供交钥匙工程，即从熔炼、给料、压铸、检测、去渣包料柄，从原料到成品的全自动化压铸生产线。全套压铸生产设备包括：一台 900T 带抽哥功能的伺服节能冷室压铸机，4 台发那科 FANUC 机器人，2 台熔化保温炉，压铸模具及对应的切边模各 18 套，冷却、去渣包、切边、视觉检测、温控等周边设备，以及搬运装置、镶件工作台、输送带等。在压铸机领域，振力拥有 20 年研发、制造及服务经验。不仅为世界各地客户提供稳定高效的压铸设备，还提供针对性的产品和服务解决方案，尤其是针对不同国家和地区提供交钥匙工程。交钥匙工程，从产品设计、模具制造、压铸设备，压铸前端全套工艺及设备方案，以及压铸后道加工的方案。（来源：公司公告）

压铸件制造商-宁波隆源股份公司拟 IPO。9 月 5 日，宁波隆源股份有限公司在宁波证监局办理辅导备案登记，拟首次公开发行股票并上市。隆源股份成立于 2006 年，公司总部位于宁波北仑大碶高档模具园区，是一家集模具开发、铝合金压铸、产品精密加工为一体的专业化制造公司。公司主要致力于新能源汽车核心零部件的研发与制造，产品涵盖电驱、电控、电机等核心系统的精密零件及集成化部件。（来源：公司公告）

3. 科技动态

中国科学院物理所揭示温度调控锂金属电池界面相和 Li^+ 输运。近日，中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心王雪峰和王兆翔等利用冷冻高分辨透射电子显微镜（cryo-HRTEM）、电子能量损失谱（EELS）、X 射线光电子能谱（XPS）和电化学阻抗谱（EIS）等多种测试分析方法，探究了在锂金属电池中 Li^+ 在不同温度条件下的传输行为及界面相演化规律，并揭示其与电化学性能之间的构效联系。结果显示，在动力学上，降低温度增大了锂沉积过程中的反应动力学能垒，减缓了 Li^+ 通过电解液和界面相（SEI 膜）输运过程，并减慢了电荷转移速率，包括去溶剂化、电解液分解和锂沉积过程。这将导致在低温下电池极化增大和锂枝晶生长。此外，在热力学上，降低温度会改变电解液中锂盐和溶剂的分解反应路径，导致锂盐和溶剂的不完全分解/反应，形成富含亚稳有机中间产物的界面相，不利于 Li^+ 在其中传输。与去溶剂化过程相关的电荷转移阻抗（ R_{ct} ）相比， Li^+ 通过界面相输运的阻抗（ R_{SEI} ）是限制低温下反应速率的主要步骤。通过调控电解液中 Li^+ 的溶剂化结构，如采用具有较低的最低未占据轨道（LUMO）能级和极性基团的电解液溶剂，生成富含无机物的界面相，提高其对温度的耐受性（指 SEI 膜组分和结构随温度变化影响较小）。上述研究有助于剖析温度调控锂沉积/溶解过程中的 Li^+ 行为和界面相演变，加深科学家对电池内部反应动力学瓶颈的理解，并为低温电池设计和性能改善提供理论依据。（中国科学院物理研究所，08/28）

用泪液充电的纤薄电池问世。近日，新加坡南洋理工大学科学家开发出一种像人类角膜一样薄的柔性电池，当它浸入盐溶液甚至泪液中时可储存电力，未来可为智能隐形眼镜供电。该研究团队开发的电池由生物相容性材料制成，不含电线或有毒重金属。它具有基于葡萄糖的涂层，可与周围盐溶液中的钠离子和氯离子发生反应，而电池中含有的水则充当发电的“电线”或“电路”。该电池也可通过人类的眼泪来供电，因为它们含有浓度较低的钠离子和钾离子。研究人员用模拟泪液测试当前的电池，结果表明，每使用 12 小时的佩戴周期，电池的寿命就会额外延长一个小时。此外，电池也可通过外部电源按常规方式充电。（科技日报，08/28）

“一石三鸟”实现废旧钴酸锂电池正极材料“再生”。近日，中国科学院合肥物质科学研究院固体物理研究所张云霞、湖州师范学院韩苗苗等通过一种简单的“一石三鸟”固相烧结策略，可以有效地将废旧钴酸锂电池正极材料回收升级为高性能的高压钴酸锂正极材料。在此次研究中，研究人员采用一锅固相烧结法，同时实现成分/结构缺陷修复、外表面重建以及元素掺杂三重效应耦合，达到“一石三鸟”的功效，将废旧钴酸锂升级为高压钴酸锂正极材料。所得到的高压钴酸锂正极材料在截止电压 4.5 伏特时，容量为 188.2 毫安时每克；且该材料具有优异的循环性能，100 圈循环后的容量保持率为 92.5%，300 圈后容量保持率为 86.4%。同时，来自不同厂家或不同失效程度的废旧钴酸锂正极材料均可有效地升级为高性能的高压钴酸锂正极材料，证实了这种“一石三鸟”的固相烧结策略具有通用性。该工作有望为废旧锂离子电池回收再生和具有长期循环稳定性的高能量密度电池升级再造提供新思路。（中国科学报，08/28）

4. 风险提示

新能源车销售不及预期，地区排产计划变动，产品研发不及预期等。受汽车产业链新建产能变化影响，及全球新能源车或销量不及预期，或因上下游原材料产出及量产能力限制，影响产业产品研发情况。

本公司具有中国证监会核准的证券投资咨询业务资格

分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，本报告清晰准确地反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正，结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

免责声明

本报告仅供国泰君安证券股份有限公司（以下简称“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。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告。

本报告的信息来源于已公开的资料，本公司对该等信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。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、价值及投资收入可升可跌。过往表现不应作为日后的表现依据。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。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

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。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也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。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。

本公司利用信息隔离墙控制内部一个或多个领域、部门或关联机构之间的信息流动。因此，投资者应注意，在法律许可的情况下，本公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。在法律许可的情况下，本公司的员工可能担任本报告所提到的公司的董事。

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告为作出投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在决定投资前，如有需要，投资者务必向专业人士咨询并谨慎决策。

本报告版权仅为本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表或引用。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“国泰君安证券研究”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

若本公司以外的其他机构（以下简称“该机构”）发送本报告，则由该机构独自为此发送行为负责。通过此途径获得本报告的投资者应自行联系该机构以要求获悉更详细信息或进而交易本报告中提及的证券。本报告不构成本公司向该机构之客户提供的投资建议，本公司、本公司员工或者关联机构亦不为该机构之客户因使用本报告或报告所载内容引起的任何损失承担任何责任。

国泰君安证券研究

	上海	深圳	北京
地址	上海市静安区新闸路 669 号博华广场 20 层	深圳市福田区益田路 6003 号荣超商务中心 B 栋 27 层	北京市西城区金融大街甲 9 号金融街中心南楼 18 层
邮编	200041	518026	100032
电话	(021) 38676666	(0755) 23976888	(010) 83939888
E-mail:	gtjaresearch@gtjas.com		