

电力设备

2024年02月19日

熔断器：高压化、智能化是未来方向

——行业深度报告

投资评级：看好（维持）

殷晟路（分析师）

王嘉懿（联系人）

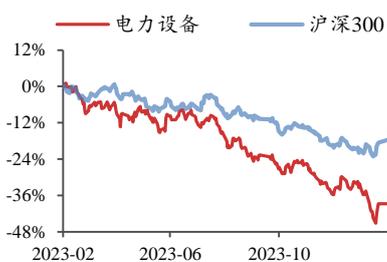
yinshenglu@kysec.cn

wangjiayi@kysec.cn

证书编号：S0790522080001

证书编号：S0790123070003

行业走势图



数据来源：聚源

相关研究报告

《能源转型陆续落地，中东与中亚新能源发展前景广阔——行业深度报告》

-2024.2.1

《多重积极因素累积，便携式储能行业拐点已至——行业点评报告》

-2024.1.4

《多区域多场景储能需求持续释放，重视结构性机会——储能行业2024年度投资策略》-2023.12.30

● 依靠长期批量安全供应形成品牌效应，传统成熟市场格局较为稳定

熔断器是具备高分断能力的大幅值短路电流保护器件。根据 Paumanok Publications Inc.统计数据，2019 年全球熔断器市场规模为 22.04 亿美元，CR3 64%，CR5 79%（营收口径），头部品牌集中在美日欧。从 2019 年全球熔断器下游应用分布来看，电子、工业、汽车、住宅分别占 35%、31%、23%、11%。电子熔断器主要应用领域包括各类电子产品、家用电器等，Littelfuse、EATON（Bussmann）、Schurter 占据主要份额。车内低压电路使用的汽车保险丝由 Littelfuse、PEC、EATON（Bussmann）占据主要份额。

● 新兴市场尤其是新能源汽车市场带来破局机遇

在新兴市场中，国内领先企业与外资企业起点接近，尤其在国内新能源汽车用熔断器市场中，国内企业市占率领先。根据中国电动汽车百人会数据，中熔电气在国内新能源汽车用熔断器市场份额为 55%（2019 年，销量口径）；根据中熔电气招股书，中熔电气在该领域市占率约 40%（2019 年，销售金额口径）。新能源汽车熔断器市场准入壁垒高、验证周期长、定制化程度高、价格敏感度不高。我们预计 2025 年全球新能源汽车高压电路熔断器市场规模 32 亿元。

● 新能源汽车高压化、智能化驱动熔断器技术迭代

1、激励熔断器：主动保护，能适应高压直流、复杂工况。激励熔断器根据传感器采集的数据信号来判断是否启动保护，而不仅仅由电流大小决定是否动作，因此激励熔断器可以在出现小倍数持续过载故障电流时快速切断（适用于碰撞、落水场景）。激励熔断器的触发机制与安全气囊有相似之处，且均要求快速响应，以安全气囊等为主要产品的奥托立夫较早推出激励熔断器类产品。而拥有熔断器技术背景的企业在灭弧能力方面有较大优势。特斯拉、大众、戴姆勒、吉利等主机厂均已开始设计或应用此类产品。

2、eFuse：可 OTA、可自恢复，更适应自动驾驶智能化场景。eFuse（电子保险丝）是一种基于半导体的电路保护元器件，启动分断保护后可自恢复，且保护速度更快、精度更高、保护功能更全，在自动驾驶场景下尤为重要。另外 eFuse 可通过编程刷写，调整功能逻辑，如调整电流限值等，适应新能源汽车智能化趋势下的在线升级需求。

● 受益标的

(1) 中熔电气：公司在新能源汽车熔断器市场份额领先，激励熔断器产品已被国内外多个主流车企选型定点。**(2) 好利科技：**公司熔断器产品主要用于家用电器等电子领域，并重点开发风、光、储、新能源车等新兴市场，积极布局激励熔断器产品。**(3) 科博达：**公司推出智能保险丝盒 eFuse，目前已获得若干主机厂相关车型的项目定点。

● 风险提示：熔断器行业竞争加剧、新产品开发进度不及预期、下游应用进展不及预期。

目 录

1、熔断器作为短路大电流保护器件，产品安全可靠是关键.....	3
1.1、熔断器是广泛应用的过电流保护器件.....	3
1.2、熔体设计、灭弧设计、结构设计是影响熔断器性能的核心因素.....	3
2、传统市场格局较为稳定，新兴市场带来破局机遇.....	4
2.1、依靠长期批量安全供应形成品牌效应，传统市场格局较为稳定.....	4
2.2、新能源汽车等高增速新兴市场带来破局机遇.....	5
2.3、市场空间测算：我们预计 2025 年新能源汽车高压电路熔断器全球规模 32 亿元.....	6
3、新能源汽车高压化、智能化驱动熔断器技术迭代.....	9
3.1、车用熔断器对产品性能提出更高要求，传统熔断器难以胜任.....	9
3.2、激励熔断器特点在于主动保护，能适应高压直流、复杂工况.....	9
3.3、eFuse 特点在于可 OTA、可自恢复，更适应自动驾驶智能化场景.....	11
4、受益标的.....	13
4.1、中熔电气.....	13
4.2、好利科技.....	14
4.3、科博达.....	14
5、风险提示.....	14

图表目录

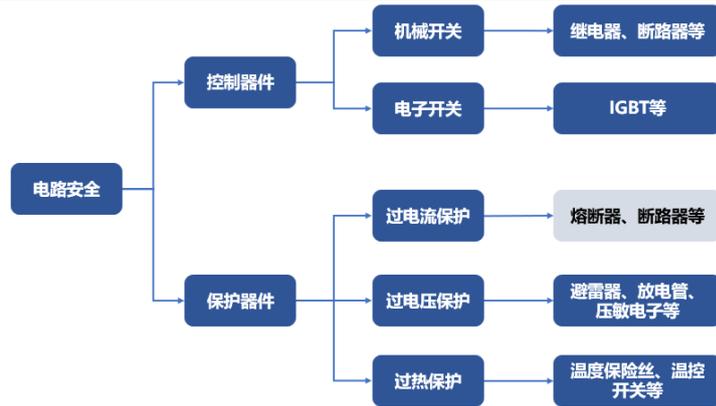
图 1：熔断器是一种过电流保护器件.....	3
图 2：熔断器主要由熔体、灭弧介质、M 效应点、绝缘管壳等组成.....	4
图 3：全球熔断器市场主要由外资品牌占据（2019 年；营收口径）.....	4
图 4：电子、工业分别占全球熔断器下游的 35%、31%（2019 年）.....	5
图 5：中熔电气在国内新能源汽车用熔断器市场市占率领先于外资品牌（2019 年）.....	6
图 6：车用低压电路常用插片式汽车保险丝，彩色编码代表额定电流.....	9
图 7：激励熔断器产品形态与插片式熔断器有较大差异.....	10
图 8：激励熔断器内部包括激励装置和活塞结构.....	10
图 9：奥托立夫推出烟火式断电安全保护开关（PSS）系列产品.....	10
图 10：大众 ID.4 采用激励熔断器类产品对电池包进行保护.....	11
图 11：eFuse 是一种基于半导体的电路保护元器件.....	11
图 12：eFuse 可实现传统保险丝和机械继电器的功能.....	11
图 13：eFuse 能够最大限度地减少电流尖峰，同时确保连接到同一电源的其他电路具有稳定的供电（VCC）.....	12
图 14：eFuse 可在汽车域控制器架构中提供更智能的保护.....	13
图 15：公司具备额定电压 1000VDC 的 SFH 系列激励熔断器产品.....	13
表 1：传统成熟市场由外资品牌占据主导.....	5
表 2：市场空间测算：我们预计 2025 年新能源汽车高压电路熔断器全球规模 32 亿元.....	7
表 3：受益标的盈利预测与估值.....	14

1、熔断器作为短路大电流保护器件，产品安全可靠是关键

1.1、熔断器是广泛应用的过电流保护器件

熔断器是具备高分断能力的大幅值短路电流保护器件。故障电流较小时，一般由开关类器件保护；短路电流幅值大，需要分断能力大、限流能力强、分断速度快的器件保护，熔断器具备高分断能力和出色的限制故障电流能量的性能，成为广泛应用的短路大电流保护器件。

图1：熔断器是一种过电流保护器件



资料来源：中熔电气招股书、开源证券研究所

1.2、熔体设计、灭弧设计、结构设计是影响熔断器性能的核心因素

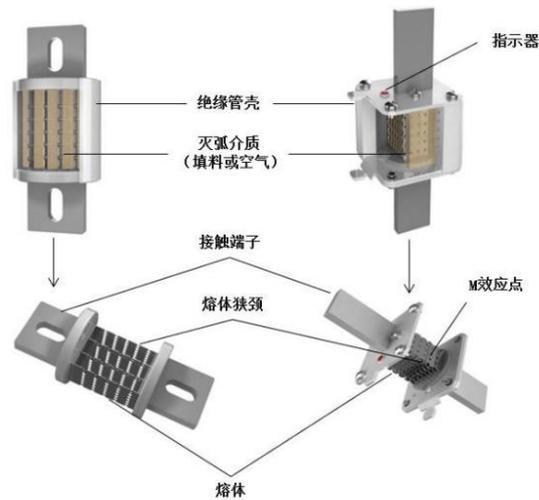
熔断器工作原理：熔断器被设计为电路中最“弱”的部分。熔断器串联在电路中，电路发生短路或过载时，过电流发热使得熔体熔化、气化产生断口，断口产生电弧，熔断器通过熄灭电弧切断故障电路，从而起到电路保护的作用。

熔断器主要由熔体、灭弧介质、M 效应点、绝缘管壳、接触端子和指示器组成。其中，熔体一般由铜、银、铜银复合材料制成，利用电流热效应分断系统故障电流；灭弧介质能够吸收电弧能量、降低电弧温度，通过包裹和吸收电弧的载流子，使得电弧电压超过电源电压，从而熄灭电弧，同时隔绝和缓冲电弧对熔断器外壳的机械冲击、高温冲击；在低幅值过载电流长时间通流时，低熔点金属（M 效应点）热积累熔化，利用冶金效应使熔体产生断口。M 效应点可以降低熔化产生的温度，缩短过电流通流时间，也可以用于调整低倍过载的熔断时间。

熔体设计、灭弧设计、结构设计是影响熔断器性能的核心因素，可通过一系列设计提升产品分断能力、降低功耗、缩小体积。

- **熔体设计：**熔体的关键特性主要取决于材质选用与熔体狭颈设计。熔断器应用领域众多，需针对不同用途、保护特性、工况等进行不同的熔体设计。例如，缩短熔体长度可减小电阻、降低功率损耗。
- **灭弧设计：**灭弧填料的化学成份及配比、理化性能、颗粒大小、充填和组合形态等是影响熔断器分断、灭弧能力的重要因素。例如，可通过烧蚀提纯、除铁、优化目数配比、添加固化介质等工艺，提高产品分断能力。
- **结构设计：**例如，可通过旋转卡装支撑结构代替焊接片螺钉固定触刀结构，实现小体积装配。

图2：熔断器主要由熔体、灭弧介质、M效应点、绝缘管壳等组成



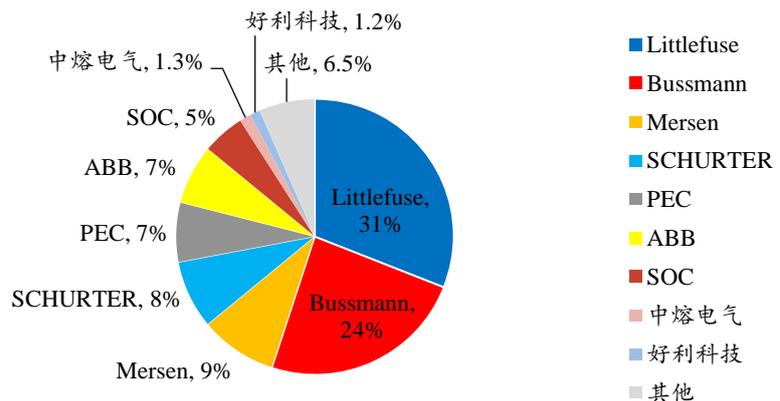
资料来源：中熔电气招股书

2、传统市场格局较为稳定，新兴市场带来破局机遇

2.1、依靠长期批量安全供应形成品牌效应，传统市场格局较为稳定

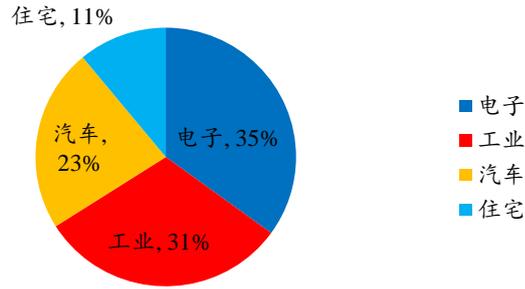
熔断器产品作为电气安全器件，长期批量安全可靠是关键。熔断器行业于19世纪80年代起源于欧美国家，已历经100多年的发展。经过大批量、长期应用，头部企业熔断器产品安全性逐步被验证，逐步形成品牌效应。我国熔断器行业起步于20世纪50年代，早期引进前苏联标准，改革开放后向国际标准转型，期间经历了15年左右的新旧交替期，1996年至今，伴随熔断器产品新一轮技术革新，熔断器行业总体呈现出外资品牌为主导，国内厂商逐步缩小与国际巨头间差距的局面。

图3：全球熔断器市场主要由外资品牌占据（2019年；营收口径）



数据来源：Paumanok Publications Inc.《Circuit Protection Components: World Markets, Technologies & Opportunities:2019-2024》、中熔电气招股书、开源证券研究所

根据 Paumanok Publications Inc.统计数据，2019 年全球熔断器市场规模为 22.04 亿美元，CR3 64%，CR5 79%（营收口径），头部品牌集中在美日欧；2019 年全球熔断器下游应用分布来看，电子、工业、汽车、住宅分别占 35%、31%、23%、11%。

图4：电子、工业分别占全球熔断器下游的 35%、31%（2019 年）


数据来源：Paumanok Publications Inc.《Circuit Protection Components: World Markets, Technologies & Opportunities:2019-2024》、中熔电气招股书、开源证券研究所

传统成熟市场由外资品牌占据主导，格局较为稳定。传统成熟市场主要包括电子产品、家用电器、车用低压电路、传统输配电系统等，该领域的熔断器属于标准化产品，其性能要求、质量标准公开透明，制造工艺成熟。传统成熟市场涉及众多细分应用场景，熔断器用量较大，外资品牌在国际市场及国内高端市场占据较高份额，国内众多中小型企业主要占据中低端市场。

表1：传统成熟市场由外资品牌占据主导

产品	第一名	第二名	第三名	第四名
电子熔断器	Littelfuse	EATON	Schurter	SOC
电力熔断器	EATON	MERSEN	ABB	Littelfuse
汽车熔断器	Littelfuse	PEC	EATON	Biffi & Premoli S.r.l.

资料来源：Paumanok Publications Inc.、钧威电子招股书、开源证券研究所

电子熔断器主要应用领域包括各类电子产品、家用电器等，Littelfuse、EATON（Bussmann）、Schurter 占据主要份额。**车内低压电路使用的汽车保险丝**主要份额由 Littelfuse、PEC、EATON（Bussmann）占据。

Littelfuse：成立于 1991 年，产品包括熔断器、半导体、聚合物、陶瓷、继电器和传感器等，应用于消费电子产品、汽车、工业设备等领域。

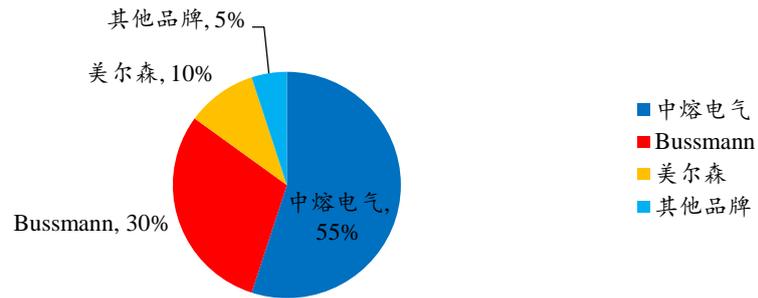
EATON：2012 年收购了 Cooper（电气产品、电动工具及手动工具制造商），Bussmann 是旗下事业部之一，是世界领先的电路保护产品供应商。

PEC：成立于 1961 年，主要产品包括汽车专业保险丝、精密金属冲压加工和模具。PEC 的车用保险丝在日本市场中份额居于高位。

MERSEN：主要产品包括限流熔断器、延时熔断器、半导体熔断器、高压熔断器、限流延时熔断器、光伏熔断器等产品，用于光伏、风能、新能源汽车、轨道交通等领域。

2.2、新能源汽车等高增速新兴市场带来破局机遇

在新兴市场中，国内领先企业与外资企业起点接近，尤其在国内新能源汽车用熔断器市场中，国内企业市占率领先。根据中国电动汽车百人会数据，中熔电气在国内新能源汽车用熔断器市场份额为 55%（2019 年，销量口径）；根据中熔电气招股书，中熔电气在该领域市占率约 40%（2019 年，销售金额口径）。

图5：中熔电气在国内新能源汽车用熔断器市场市占率领先于外资品牌（2019年）


数据来源：中国电动汽车百人会《关注电动汽车安全，聚焦关键部件与系统-“提链计划”研究报告之一》、中熔电气招股书、开源证券研究所

新能源汽车熔断器市场：准入壁垒高、验证周期长、定制化程度高、价格敏感度不高。熔断器作为新能源汽车高压直流电路保护的核心部件，在车辆安全设计中处于重要地位。由于直接关系到人身安全，新能源汽车用熔断器生产商通常需要经历2年左右的准入测试周期，并通过 IATF16949 等质量体系认证，且需具备同步设计、配套研发能力，技术门槛较高。整车厂更关注其质量及安全可靠性，且新能源汽车用熔断器成本仅占整车成本占 0.2%，故整车厂商对其价格敏感度不高。

此外，新能源风、光发电及储能、通信、轨道交通、航空航天、船舶等也为熔断器行业带来新增市场空间。

2.3、市场空间测算：我们预计 2025 年新能源汽车高压电路熔断器全球规模 32 亿元

1、传统领域熔断器市场规模测算核心假设：

(1) 电子、工业、汽车、住宅占传统熔断器下游的比例分别维持 35%、31%、23% 和 11%。

(2) 根据 Paumanok Publications Inc 数据，2019、2020 年全球（传统领域）熔断器市场规模分别 22.04、18.75 亿美元，2021 年全球电路保护器件市场规模 66.41 亿美元，假设 2021 年熔断器占全球电路保护器件的比例维持 2020 年 30.66% 的水平，测算得 2021 年全球（传统领域）熔断器市场规模为 20.36 亿美元。

(3) 假设 2023-2025 年传统领域熔断器市场规模分别 5%、5%、6%。

2、新能源车用高压电路熔断器市场规模测算核心假设：

(1) 假设 2023 年国内、欧洲、美国新能源汽车销量分别 900、300、140 万辆；假设 2024-2025 年国内新能源汽车销量增速分别 25%、25%；假设 2024-2025 年欧洲新能源汽车销量增速分别 15%、15%；假设 2024-2025 年美国新能源汽车销量增速分别 40%、40%。

(2) 假设 2023-2025 年激励熔断器渗透率分别 15%、25%、40%。

3、光伏用熔断器市场规模测算核心假设：

(1) 假设 2023-2025 年全球光伏装机量增速分别 60%、20%、20%。

(2) 假设 2023-2025 年单 GW 熔断器价值量增速分别 -1%、-1%、-1%。

4、储能用熔断器市场规模测算核心假设：

- (1) 假设 2023-2025 年全球储能系统新增装机量分别 130.9、213.4、331.7GWh。
 (2) 假设 2023-2025 年单 GW 熔断器价值量增速分别-3%、-3%、-3%。

5、风电用熔断器市场规模测算核心假设：

- (1) 假设 2023-2025 年全球风电新增装机量分别 115、125、135GW。
 (2) 假设 2023-2025 年单 GW 熔断器价值量增速分别-1%、-1%、-1%。

6、汇率：2021-2023 年按各年平均汇率折算，2024-2025 年假设按 1 USD = 7 CNY 折算。

根据以上假设，我们预计：

(1) 2023-2025 年全球熔断器市场规模分别 188、208、235 亿元，其中新能源等新兴行业熔断器市场规模分别 46.9、60.1、77.9 亿元。新兴市场熔断器占全市场熔断器的比例由 2021 年的 14% 提升至 2025 年的 33%。

(2) 2023-2025 年新能源等新兴行业熔断器市场规模增速分别 55%、28%、30%，远高于传统市场熔断器规模增速。

(3) 2023-2025 年全球新能源汽车高压电路熔断器市场规模分别 19、24、32 亿元，其中国内规模分别 13、17、22 亿元。

(4) 2023-2025 年全球新能源汽车激励熔断器市场规模分别 2.2、4.4、8.3 亿元，其中国内规模分别 1.5、3.0、5.6 亿元。

表2：市场空间测算：我们预计 2025 年新能源汽车高压电路熔断器全球规模 32 亿元

	2021	2022	2023E	2024E	2025E
1、传统领域-熔断器市场规模					
电子器件（亿元）	46	45	49	52	55
占比	35%	35%	35%	35%	35%
工业（亿元）	41	40	44	46	49
占比	31%	31%	31%	31%	31%
汽车（亿元）	30	30	32	34	36
占比	23%	23%	23%	23%	23%
住宅（亿元）	14	14	16	16	17
占比	11%	11%	11%	11%	11%
小计（亿美元）	20.36	19.19	20.15	21.16	22.50
小计（亿元）	131	129	141	148	158
同比	2%	-2%	5%	5%	6%
2、新能源车-熔断器市场规模					
国内新能源车销量（万辆）	324	689	900	1125	1406
同比		113%	31%	25%	25%
欧洲新能源车销量	227	259	300	345	397
同比		14%	16%	15%	15%
美国新能源车销量（万辆）	65	99	140	196	274
同比		52%	42%	40%	40%

	2021	2022	2023E	2024E	2025E
全球新能源车销量 (万辆)	616	1047	1340	1666	2077
同比		70%	28%	24%	25%
单车价值量-不含激励 (元)	135	130	125	120	115
单车价值量-激励熔断器 (元)	120	115	110	105	100
激励熔断器渗透率	3%	6%	15%	25%	40%
单车价值量-加权平均 (元)	138.6	136.9	141.5	146.25	155
国内规模 (亿元)	4.5	9.4	12.7	16.5	21.8
YOY		110%	35%	29%	32%
其中: 激励熔断器国内规模 (亿元)	0.1	0.5	1.5	3.0	5.6
YOY		308%	212%	99%	90%
国外规模 (亿元)	4.0	4.9	6.2	7.9	10.4
YOY		21%	27%	27%	31%
其中: 激励熔断器国外规模 (亿元)	0.1	0.2	0.7	1.4	2.7
YOY		135%	194%	96%	89%
全球规模 (亿元)	8.5	14.3	19.0	24.4	32.2
YOY		68%	32%	29%	32%
其中: 激励熔断器全球规模 (亿元)	0.2	0.7	2.2	4.4	8.3
YOY		226%	206%	98%	90%
3、光伏-熔断器市场规模					
全球光伏新增装机 (GW)	170	230	368	441	529
YOY		35%	60%	20%	20%
单 GW 熔断器价值量 (万元)	480	475	470	466	461
YOY		-1%	-1%	-1%	-1%
全球规模 (亿元)	8.2	10.9	17.3	20.5	24.4
YOY		34%	58%	19%	19%
4、储能-熔断器市场规模					
全球储能系统新增装机量 (GWh)	20.3	47.8	130.9	213.4	331.7
YOY		135%	174%	63%	55%
单 GW 价值量 (万元)	1200	1164	1129	1095	1062
YOY		-3%	-3%	-3%	-3%
单 GWh 价值量 (万元)	600	582	565	548	531
YOY		-3%	-3%	-3%	-3%
全球规模 (亿元)	1.2	2.8	7.4	11.7	17.6
YOY		128%	166%	58%	51%
5、风电-熔断器市场规模					
全球风电新增装机量 (GW)	93.6	78	115	125	135
YOY		-17%	47%	9%	8%
单 GW 价值量 (万元)	286	283	280	278	275
YOY		-1%	-1%	-1%	-1%
全球规模 (亿元)	2.7	2.2	3.2	3.5	3.7
YOY		-18%	46%	8%	7%
熔断器市场规模合计:					
全球熔断器市场规模 (亿元)	152	159	188	208	235

	2021	2022	2023E	2024E	2025E
其中：传统（亿元）	131	129	141	148	158
其中：新能源等新兴行业（亿元）	20.6	30.2	46.9	60.1	77.9
新兴市场占比	14%	19%	25%	29%	33%
全市场增速		5%	18%	11%	13%
新兴市场增速		47%	55%	28%	30%

数据来源：Paumanok Publications Inc、中熔电气招股书、均崮电子招股书、CPIA、SEIA、EASE、CNESA、中电联、国家能源局、GWEC、各国汽车工业协会、动力电池产业联盟公众号、Evtank、GGII、开源证券研究所

3、新能源汽车高压化、智能化驱动熔断器技术迭代

3.1、车用熔断器对产品性能提出更高要求，传统熔断器难以胜任

新能源汽车工作环境复杂，传统熔断器难以胜任。车辆处于长期运动过程中，工况复杂，熔断器需要在耐受机械振动、温度变化、化学腐蚀、电流冲击、车辆碰撞等的前提下，实现快速保护，如要求熔断器耐受 125%-200% 额定电流达数秒且耐受数万次无损，同时要求在持续 200%-300% 额定电流数分钟时熔断。但对于熔断器而言，耐受冲击电流和快速保护是相互制约的。传统的熔断器会将快充、急加速、急减速误判为过载而切断电路，因此只能选择更大电流规格的熔断器，但大电流规格的熔断器在遇到低倍率过载电流时分断时间较长，甚至会因为发热导致次生危害。

车用熔断器需要具备更强的分断能力。熔体熔断后，断口两端会产生电弧。由于交流电（配电等场景）天然存在过零点，电流过零时没有电流，电弧就会熄灭，也即，在交流场景下，即使熔断器分断能力不足，电弧也大概率可以自熄。而车辆需要分断直流回路，若直流分断能力不足，分断时容易出现持续燃弧，造成烧毁车辆的严重后果。

图6：车用低压电路常用插片式汽车保险丝，彩色编码代表额定电流



Part Number	Current Rating (A)	Housing Material Color	Test Cable Size (mm ²)	Typ. Voltage Drop (mV)	Typ. Cold Resistance (mΩ)	Typ. I ² t (A ² s)
0327003_	3 (*)	Green	0.35	113	31.7	9
0327005_	5	Brown	0.5	116	17.4	17
032707.5_	7.5	Blue	0.75	106	10.8	47
0327010_	10	Red	1	102	7.7	90
0327015_	15	Yellow	1.5	94	4.9	190
0327020_	20	Orange	2.5	91	3.5	400
0327025_	25	White	2.5	90	2.6	580
0327030_	30	Purple	4	88	2.1	1,000
0327900_	SHUNT	Black	-	-	-	-

* 3 A rating is available only as Silver Plated version
The typical I²t is an average value calculated from the breaking capacity tests by using the melting time before the arcing occurs.

资料来源：Littelfuse 官网、开源证券研究所

3.2、激励熔断器特点在于主动保护，能适应高压直流、复杂工况

激励熔断器可根据车辆工况需要，主动切断高压回路。激励熔断器采用传感器采集数据信号，故障发生时由电信号触发激励装置，使其释放储存的能量，推动活塞运动断开结构并完成大幅故障电流的灭弧，从而切断电流，实现主动保护。

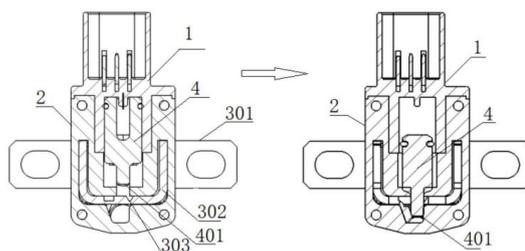
由于工作原理与传统熔断器不同，激励熔断器可以实现传统熔断器难以胜任的工作电流与保护电流平衡的问题，且面对车辆复杂工况，激励熔断器可以实现精准控制和快速响应。传统熔断器依靠电流发热原理对电路进行保护，对于大幅值故障电流分断速度快、动作可靠，但小倍数过载电流分断特性受散热等影响存在不稳定性。但新能源汽车在发生碰撞、落水等特殊状况时，产生的小倍数过载电流亦需快速切断，传统熔断器难以胜任。激励熔断器可以根据工况判断是否启动保护，不仅依据电流大小而动作，因此激励熔断器既能允许较大幅值的冲击电流瞬时通过（适用于快充场景），又能在出现小倍数持续过载故障电流时快速切断（适用于碰撞、落水场景）。此外，激励熔断器还具有体积小，功耗低的特点。

图7：激励熔断器产品形态与插片式熔断器有较大差异



资料来源：中熔电气官网

图8：激励熔断器内部包括激励装置和活塞结构



资料来源：专利之星

激励熔断器的触发机制与安全气囊有相似之处，且均要求快速响应，以安全气囊等为主要产品的奥托立夫较早推出激励熔断器类产品。汽车安全气囊根据碰撞传感器的检测信号来判断是否引爆充气元件使气囊充气，激励熔断器所需的触发机制与其相似，且二者均对响应速度有极高的要求。安全气囊厂商奥托立夫较早开发出烟火式断电安全保护开关（PSS）系列产品。而拥有熔断器技术背景的企业在灭弧能力方面有较大优势。2021年4月，奥托立夫与美尔森共同宣布合作，将奥托立夫的爆炸式安全开关和美尔森熔断器的技术融合，提供电动汽车高压分断装置产品。

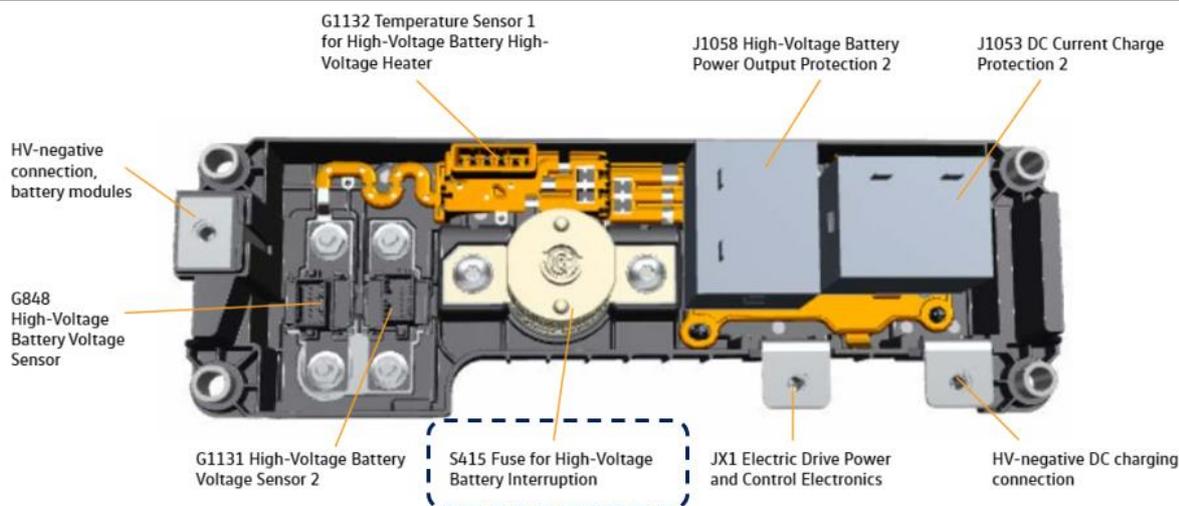
图9：奥托立夫推出烟火式断电安全保护开关（PSS）系列产品



资料来源：奥托立夫公众号

不过，激励熔断器与传统熔断器一样，完成分断保护之后即损坏，不可恢复，需要更换新器件以维持原功能。激励熔断器的分断动作由信号控制，仍存在失效的可能。新能源汽车或可增加激励熔断器，与传统熔断器实现功能互补。特斯拉、大众、戴姆勒、吉利等主机厂均已开始设计或应用此类产品。

图10: 大众 ID.4 采用激励熔断器类产品对电池包进行保护

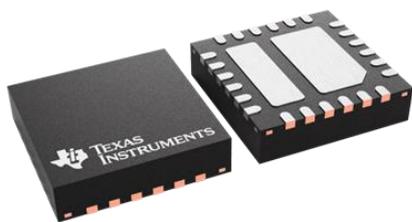


资料来源:《Self Study Program 811213 – The High-Voltage System in the ID.4》、开源证券研究所

3.3、eFuse 特点在于可 OTA、可自恢复, 更适应自动驾驶智能化场景

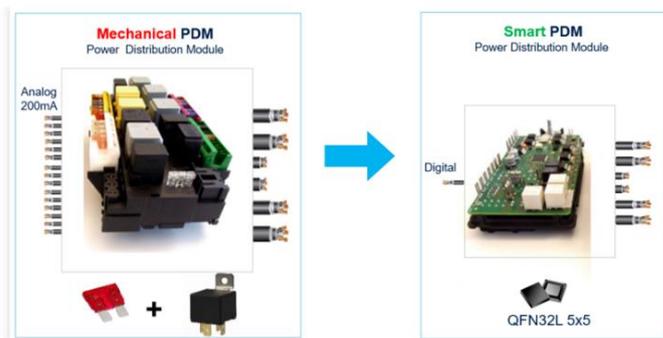
eFuse (电子保险丝) 是一种基于半导体的电路保护元器件, 它将保护和开关功能集成到单个小尺寸封装中, 实现传统保险丝和机械继电器的功能。新能源汽车电子电气架构的变革带来配电系统的智能分级管理需求、智能化带来 OTA 升级需求、自动驾驶带来更为严苛的功能安全需求, eFuse 作为能够满足上述需求的电路保护元器件, 成为车用熔断器产品新一轮技术迭代方向。

图11: eFuse 是一种基于半导体的电路保护元器件



资料来源: 德州仪器官网

图12: eFuse 可实现传统保险丝和机械继电器的功能



资料来源: 意法半导体汽车电子公众号

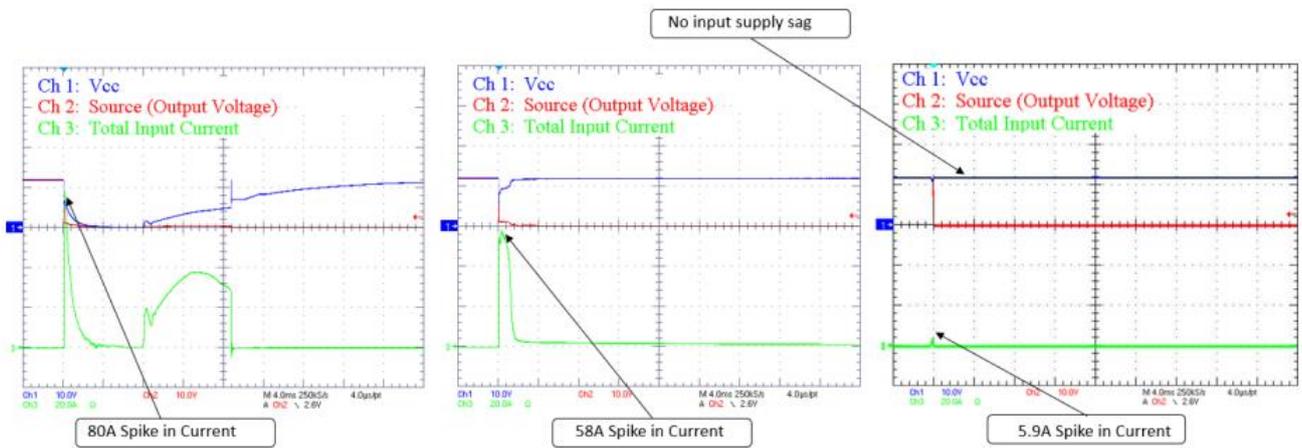
相较于传统熔断器产品, eFuse 具有以下优点:

(1) **可自恢复**: 传统保险丝和激励熔断器, 一旦启动分断保护后就无法自恢复, 需要更换新器件后才可以恢复使用。而 eFuse 可自恢复, 尤其适用于更换保险丝困难或更换成本较高的场景。eFuse 可分为闩锁模式 (latching) 和自动重试模式 (auto-retry) 两种型号: 闩锁模式下, eFuse 将在激活后保持断开, 直到施加外部信号后恢复; 自动重试模式下, eFuse 将在激活后持续检查故障负载条件是否从导致其触发的事件中发生了变化, 一旦故障清除, 则会向 eFuse 发送重启命令, 此种模式在没有“硬”故障的瞬态浪涌电流场景下尤其有用, 自恢复后, 系统仍然可以正常运转并保证驾驶安全。

(2) **保护速度更快、精度更高、保护功能更全**：传统熔断器依靠电流发热原理熔断，因此反应时间较长，为1秒甚至更长。而 eFuse 不断监测电流状态，达到保护条件后就会启动保护，断开反应时间为微秒级，有些设计甚至能达到纳秒级。熔断器的快速反应在自动驾驶场景下尤为重要，因为自动驾驶状态下的电源故障很可能意味着雷达、摄像头、自动驾驶控制单元等的失效，导致车辆转向、制动、加速、乘员保护等功能的丧失，造成严重安全后果。另外，传统熔断器是无源器件，熔断电流的精度较低，而 eFuse 基于半导体实现电路保护，精度较高。同时，eFuse 可以提供传统熔断器无法做到的反向电流保护等功能。

(3) **可支持 OTA 在线升级**：传统熔断器+继电器的方案下，电源的控制逻辑在设计之初即确定，不支持 OTA。但在自动驾驶算力快速迭代的情况下，在车辆设计之初便确定的硬件很容易“过时”。而 eFuse 可通过编程刷写，调整功能逻辑，如调整电流限值等，适应新能源汽车智能化趋势下的在线升级需求。

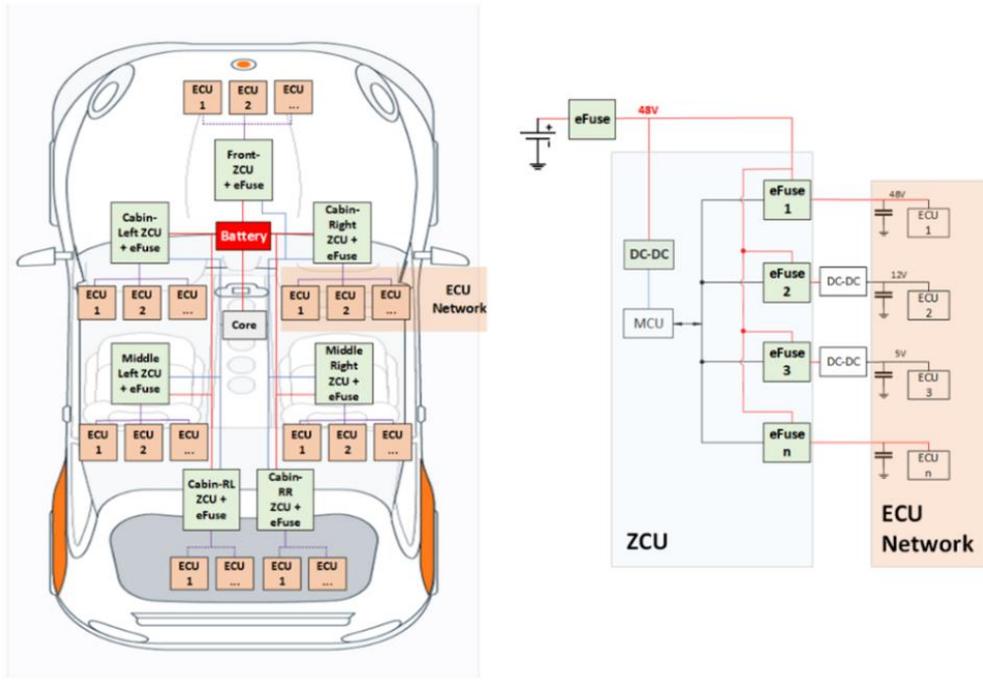
图13: eFuse 能够最大限度地减少电流尖峰，同时确保连接到同一电源的其他电路具有稳定的供电 (VCC)



资料来源：安森美官网；注：从左到右依次为插片式熔断器、PTC、安森美 NIV3071 eFuse

自动驾驶推动了域控制的架构设计，eFuse 可以在汽车域控制器架构中提供更智能的保护。自动驾驶对信号传输的稳定性提出了更严苛的要求，要做到不能由于某个回路的断路或故障而影响到整个系统的运行。域控制的概念由此而生。域控制将整车电气架构分割为几个独立控制的区域，每个区域之间通过 CAN 网络通讯，如此便可将某些重要的功能同时放在两个或两个以上的区域里，不至于出现由于某个区域的故障而使得重要功能失效的情况。eFuse 可以实现配电系统的智能分级管理、降低拓扑复杂度、减少整车线束的长度。以安森美的 NIV3071 eFuse 为例，其集成了 4 个独立通道，可以同时驱动多个并联负载，且每个独立通道可以在允许范围内的任意电压下工作（通常为 12V、24V、36V 和 48V，但不限于此）。eFuse 是域控制器架构的关键要素，可确保整个车辆的局部 ECU 受到稳健可靠的保护。在具备宽工作电压范围、可以同时驱动多个并联负载的情况下，eFuse 可以最大限度地减少保护方案所需的 PCB 面积，以更紧凑的设计实现传统保险丝和机械继电器的功能。

图14: eFuse 可在汽车域控制器架构中提供更智能的保护



资料来源：安森美公众号

4、受益标的

4.1、中熔电气

公司为国内熔断器行业领先企业，2022 年实现营业收入 7.55 亿元。新能源行业为其下游主要应用领域，2022 年公司新能源汽车领域营收占比 51%，新能源风光发电领域营收占比 37%。

公司产品系列丰富，现有 70 余个产品系列、8000 多种产品规格。公司激励熔断器、智能熔断器产品已形成从 70V-1000VDC 多个电压等级产品，应用保护范围覆盖电动汽车高、低压电气架构系统保护，目前已被国内外多个主流车企选型定点。

公司拟使用超募资金建设自动化产线，新建 EV 系列小圆管自动生产线及 SFH 系列激励熔断器自动生产线各 1 条，拟于 2024 年完成建设。完全达产后，可实现新增 EV 系列小圆管熔断器产能 220 万只/年，新增激励熔断器产品产能 220 万只/年。

图15: 公司具备额定电压 1000VDC 的 SFH 系列激励熔断器产品



SFM 系列

额定电压: DC500V 额定电
流: 400A



SFH 系列

额定电压: DC1000V 额定电
流: 400A

资料来源：中熔电气官网

4.2、好利科技

公司是国内领先的电路保护元器件生产商，其熔断器产品主要应用于电子领域，是美的、格力、TCL、海信、奥克斯等知名家电品牌重要的电路保护元器件供应商，2022年公司电子熔断器及配件营收占比49.78%。公司重点开发风电、光伏、储能、新能源车等新兴市场，2022年公司电力熔断器及配件产品营收占比提升至41.35%（同比+20.47pct）。公司积极布局激励熔断器产品。

4.3、科博达

公司推出智能保险丝盒 eFuse，主要为子电路或 PC 板提供局部快速响应保护，例如在热插拔系统、汽车应用、可编程逻辑控制器和电池充放电管理中的使用；另外，该产品可提供系统级保护，以防止需要硬性永久关断的大面积严重故障。目前，公司已获得若干主机厂相关车型的项目定点。

表3：受益标的盈利预测与估值

公司代码	公司名称	收盘价（元）		EPS（元/股）			PE		评级
		2024/2/19	2023E	2024E	2025E	2023E	2024E	2025E	
301031.SZ	中熔电气	109.50	3.12	4.92	7.31	35	22	15	买入
603786.SH	科博达	60.00	1.60	2.11	2.75	38	28	22	未评级

数据来源：Wind、开源证券研究所；注：中熔电气盈利预测来自开源证券研究所，其余来自 Wind 一致预期

5、风险提示

熔断器行业竞争加剧、新产品开发进度不及预期、下游应用进展不及预期。

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，属于商业秘密材料，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

北京

地址：北京市西城区西直门外大街18号金贸大厦C2座9层
邮编：100044
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

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