

## 汽车

报告原因：专题研究

2019年8月26日

## 行业专题研究

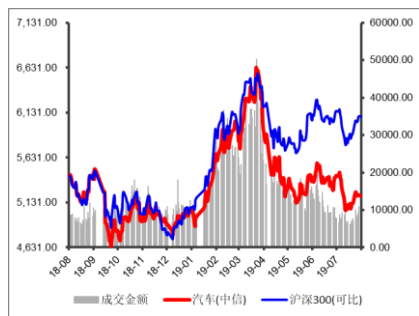
国六排放标准来袭，汽车行业技术升级

## 维持评级

中性

行业研究/深度报告

汽车板块（中信）近一年市场表现



### 分析师：

平海庆

执业证书编号：S0760511010003

电话：010-83496341

邮箱：pinghaiqing@sxzq.com

### 研究助理：

张 湃

电话：0351-8686797

邮箱：zhangpai@sxzq.com

李召麒

电话：010-83496307

邮箱：lizhaoqi@sxzq

### 地址：

太原市府西街69号国贸中心A座28层

北京市西城区平安里西大街28号中海国际中心7层

山西证券股份有限公司

http://www.i618.com.cn

### 投资要点：

➢ **多地提前实施国六排放标准。**第六阶段排放标准设置了国六 a 和国六 b 两个排放限值方案，为保证汽车行业有足够的准备周期来进行相关车型和动力系统变更升级以及车型开放和生产准备。多个地区相继出台了2019年提前实施国六排放标准的文件。

➢ **标准发展趋势：标准趋严，分段实行。**1) 标准趋严：环保+技术需求，燃油车持续增长，更严格的排放标准是必然发展趋势。2) 回顾国内外重点排放政策发布前后，排放标准在每一次更替阶段均采用分阶段、分区域实施的方法，具体表现在：重点区域先行，在全国范围实施；先提高油品标准，再提高车辆标准；根据车型不同逐步实施。

➢ **销量层面：短期销量承压，长期有望优化国内产品结构。**由于部分地区7月1日切换国六排放标准，经销商加大促销力度，导致6月份汽车零售端数据回暖，降库存效果显著。一方面，从目前公开国六环保信息的车型数量来看，可供选择的车型数量较少；另一方面，全新标准的切换，消费者对国六车型倾向于持币观望，一定程度抑制了消费者购车需求的释放，叠加厂家清国五库存采取促销，对汽车销量的正向刺激为短期效果，而宏观层面承压、消费者信心不足的情况依然没有改善，**汽车产销仍然承压**，但是依托于2018年下半年整体基数偏低，叠加技术提升和车型投放带来的消费者信赖度回升，有望带动一部分购车需求释放，我们认为**2019下半年汽车产销及库存情况有望一定程度好转**。

➢ **技术需求整体提升，实际应用需结合多种技术路径。**满足国六的技术路径可分为机内净化技术和机外控制技术两个方面。国六排放标准中对排放限值的高标准，单一的技术路径或净化装置难以满足排放限值要求，而且通过多种技术路径结合的方式能更好地平衡装置转化效率、减排效果、设计及生产成本。因此，实际应用中需对多种技术路径进行组合。目前，国内目前偏向于低/中 EGR+SCR 技术路径，由于不同马力发动机应对的工作、市场需求均有差异，不同发动机偏向的技术路径也存在显著差异。

**投资策略：**建议关注3条主线：一是国六车型储备更为完善、提前推进地区布局更充分的整车龙头；二是具备国六发动机生产配套能力的零部件制造商；三是聚焦 EGR 阀、发动机控制器 ECU、催化剂等技术壁垒高的细分领域，关注技术储备充分，并具有一定客户基础的细分行业龙头。

**风险提示：**宏观经济增长不及预期；政策落地不及预期；汽车销量持续低迷；技术落地进度不及预期。



## 目录

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 1.多地实施国六排放标准 .....                   | 5  |
| 2.标准发展趋势：标准趋严，分段实行 .....             | 7  |
| 3.国五 VS 国六排放标准对比：实验条件调整，排放限值趋严 ..... | 8  |
| 3.1 重型车 .....                        | 9  |
| 3.2 轻型车 .....                        | 10 |
| 4.销量层面：短期销量承压，长期有望优化国内产品结构 .....     | 14 |
| 5.技术路径分析：技术要求整体提升，实际应用多策略结合 .....    | 15 |
| 5.1 技术策略 .....                       | 15 |
| 5.2 机内净化技术 .....                     | 16 |
| 5.3 机外控制技术 .....                     | 19 |
| 5.3.1 汽油机机外控制技术 .....                | 19 |
| 5.3.2 柴油机机外控制技术 .....                | 20 |
| 5.4 主要技术策略 .....                     | 23 |
| 6.主要上市公司布局情况 .....                   | 24 |
| 7.投资策略 .....                         | 28 |
| 8.风险提示 .....                         | 28 |

## 图表目录

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 图 1：全球 VS 国内汽车销量对比（万辆，%） .....  | 7  |
| 图 2：汽车（机动车）保有量情况（百万辆） .....     | 8  |
| 图 3：新能源汽车渗透率水平（%） .....         | 8  |
| 图 4：欧标 VS 国标发展历程 .....          | 9  |
| 图 5：2018 年以来乘用车零售情况（万辆，%） ..... | 14 |
| 图 6：2018 年以来库存情况（万辆） .....      | 14 |

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 图 7：废气再循环系统 .....                     | 16 |
| 图 8：柴油车 EGR 市场空间预测 .....              | 17 |
| 图 9：乘用车 EGR 市场空间预测 .....              | 17 |
| 图 10：EA888 GEN3 的双喷射系统 .....          | 18 |
| 图 11：日产 VC TURBO 2.0T 发动机的双喷射系统 ..... | 18 |
| 图 12：三元催化器结构&工作原理 .....               | 19 |
| 图 13：DOC 构成及工作原理 .....                | 20 |
| 图 14：DPF 工作原理示意图 .....                | 20 |
| 图 15：POC 的金属载体 .....                  | 21 |
| 图 16：POC 的陶瓷载体 .....                  | 21 |
| 图 17：SCR 系统结构图 .....                  | 22 |
| 图 18：稀燃存储阶段示意图 .....                  | 22 |
| 图 19：富燃再生阶段示意图 .....                  | 22 |
| 图 20：公司机动车催化净化器营收情况（亿元） .....         | 27 |
| 图 21：公司分产品毛利率情况（%） .....              | 27 |
| 表 1：国六排放标准实施时间表 .....                 | 5  |
| 表 2：“蓝天保卫战”国六标准提前实施区域范围 .....         | 5  |
| 表 3：提前实施国六排放标准地区的相关规定 .....           | 6  |
| 表 4：国内排放标准分段实施时间表 .....               | 8  |
| 表 5：整车排放限值要求对比 .....                  | 9  |
| 表 6：实验条件对比 .....                      | 10 |
| 表 7：国五 VS 国六阶段 I 型试验的排放限值对比 .....     | 10 |
| 表 8：国五 VS 国六阶段 VI 型试验的排放限值对比 .....    | 11 |



|   |    |
|---|----|
| 表 9：国五 VS 国六阶段 I 型试验的劣化系数对比 .....           | 11 |
| 表 10：NEDC 循环、WLTC 循环对比 .....                | 11 |
| 表 11：符合性因子 .....                            | 12 |
| 表 12：国六标准 II 型 RDE 试验边界条件 .....             | 12 |
| 表 13：I 型试验劣化修正值 .....                       | 13 |
| 表 14：国五 VS 国六阶段 OBD 试验的阈值对比（G/KM） .....     | 13 |
| 表 15：国六环保信息公开情况（截止 2019 年 8 月 22 日信息） ..... | 15 |
| 表 16：针对不同排放物的解决思路&技术路径 .....                | 15 |
| 表 17：国内电控燃油喷射系统配套情况 .....                   | 18 |
| 表 18：三元催化器主要构成 .....                        | 19 |
| 表 19：DPF 分类 .....                           | 21 |
| 表 20：组合技术路径特征对比 .....                       | 23 |
| 表 21：国内部分厂家技术路线 .....                       | 23 |
| 表 22：潍柴动力国六发动机产品 .....                      | 24 |
| 表 23：中国重汽国六发动机产品 .....                      | 25 |

## 1.多地实施国六排放标准

2016年12月23日，环境保护部与国家质量监督检验检疫总局联合发布《轻型汽车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）》（GB 18352.6-2016）；2018年6月22日，生态环境部和国家市场监督管理总局联合发布《重型柴油车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）》（GB 17691-2018），第六阶段排放标准设置了国六a和国六b两个排放限值方案，为保证汽车行业有足够的准备周期来进行相关车型和动力系统变更升级以及车型开放和生产准备，本次轻型车国六标准采用分步实施的方式。

表 1：国六排放标准实施时间表

| 排放标准阶段 | 车辆类型 |      | 实施时间      |
|--------|------|------|-----------|
| 国六 a   | 轻型汽车 | 所有车辆 | 2020年7月1日 |
|        | 重型汽车 | 燃气汽车 | 2019年7月1日 |
|        |      | 城市车辆 | 2020年7月1日 |
|        |      | 所有车辆 | 2021年7月1日 |
| 国六 b   | 轻型汽车 | 所有车辆 | 2023年7月1日 |
|        | 重型汽车 | 燃气车辆 | 2021年7月1日 |
|        |      | 所有车辆 | 2023年7月1日 |
|        |      |      |           |

注：重型车辆指装用压燃式、气体燃料点燃式发动机的 M2、M3、N1、N2 和 N3 类及总质量大于 3500kg 的 M1 类汽车

资料来源：相关标准，山西证券研究所

《打赢蓝天保卫战三年行动计划》提出，2019年7月1日起，重点区域、珠三角地区、成渝地区提前实施国六排放标准，多个地区相继出台了2019年提前实施国六排放标准的文件。

表 2：“蓝天保卫战”国六标准提前实施区域范围

|          |                 |                                |
|----------|-----------------|--------------------------------|
| 京津冀及周边地区 | 北京市、天津市         |                                |
|          | 河北省             | 石家庄、唐山、邯郸、邢台、保定、沧州、廊坊、衡水市、雄安新区 |
|          | 山西省             | 太原、阳泉、长治、晋城                    |
|          | 山东省             | 济南、淄博、济宁、德州、聊城、滨州、菏泽市          |
|          | 河南省             | 郑州、开封、安阳、鹤壁、新乡、焦作、濮阳市等         |
| 长三角地区    | 上海市、江苏省、浙江省、安徽省 |                                |
| 汾渭平原     | 山西省             | 晋中、运城、临汾、吕梁市                   |
|          | 河南省             | 洛阳、三门峡市                        |
|          | 陕西省             | 西安、铜川、宝鸡、咸阳、渭南市以及杨凌示范区等        |
| 珠三角地区    | 广东              |                                |
| 成渝地区     | 四川、成都           |                                |

资料来源：《关于做好国五切换国六和在重点地区提前实施好国六排放标准的倡议》，山西证券研究所

表 3：提前实施国六排放标准地区的相关规定

| 省/市 | 实施地区  | 实施时间       | 对应车型                               | 公布的拟实施阶段 |
|-----|---|------------|------------------------------------|----------|
| 北京  | 全部  | 2019年7月1日  | 重型燃气车以及公交、环卫两个行业重型柴油车              | 国六 b     |
|     |   | 2020年1月1日  | 其余行业重型柴油车、轻型汽油车                    | 国六 b     |
| 上海  | 全部  | 2019年7月1日  | 重型燃气车                              | 国六 a     |
|     |   |            | 摩托车、轻便摩托车                          | 国四       |
| 天津  | 全部  | 2019年7月1日  | 轻型汽车                               | 国六 b     |
| 广东  | 不含深圳、广州   | 2019年7月1日  | 轻型汽车                               | 国六 b     |
| 河北  | 全部  | 2019年7月1日  | 轻型汽车                               | 国六 b     |
| 河南  | 全部  | 2019年7月1日  | 轻型汽车；燃气汽车                          | 国六 a/b   |
|     |   |            | 公交、邮政、环卫等城市用途重型柴油车                 | 国六 a     |
| 山东  | 全部  | 2019年7月1日  | 轻型汽车                               | 国六 a/b   |
|     |   | 2023年7月1日  | 轻型汽车                               | 国六 b     |
| 山西  | 太原、阳泉、长治、晋城、吕梁、晋中、临汾、运城                                     | 2019年7月1日  | 轻型汽车；公交、邮政、环卫等城市用途重型柴油车            | 国六 a     |
| 重庆  | 全部  | 2019年7月1日  | 轻型汽油车；重型柴油公交车、邮政车、环卫车              | 国六 a     |
| 陕西  | 关中地区（西安市、铜川市、宝鸡市、咸阳市、渭南市、韩城市、杨凌示范区、西咸新区）                    | 2019年7月1日  | 轻型汽车；公交、邮政、环卫等城市用途重型汽车             | 国六 a     |
| 四川  | 成都市、自贡市、泸州市、德阳市、绵阳市、遂宁市、内江市、乐山市、南充市、宜宾市、广安市、达州市、雅安市、眉山市、资阳市 | 2019年7月1日  | 重型燃气车；重型柴油车（仅含公交、邮政、环卫等城市车辆）；轻型汽油车 | 国六 a     |
| 海南  | 全部  | 2018年11月1日 | 轻型汽车                               | 国六       |
| 深圳  | 全部  | 2018年11月1日 | 轻型压燃式发动机汽车                         | 国六       |
|     |   | 2019年7月1日  | 轻型点燃式发动机汽车                         | 国六       |
| 广州  | 全部  | 2019年1月1日  | 轻型汽车                               | 国六       |
| 浙江  | 全部  | 2019年7月1日  | 轻型汽车（包括汽油车、柴油车、燃气车和混合动力车）；重型燃气车    | 国六 a     |

资料来源：各省/市政府官网、生态环境厅/局、环境保护厅官网，山西证券研究所

## 2.标准发展趋势：标准趋严，分段实行

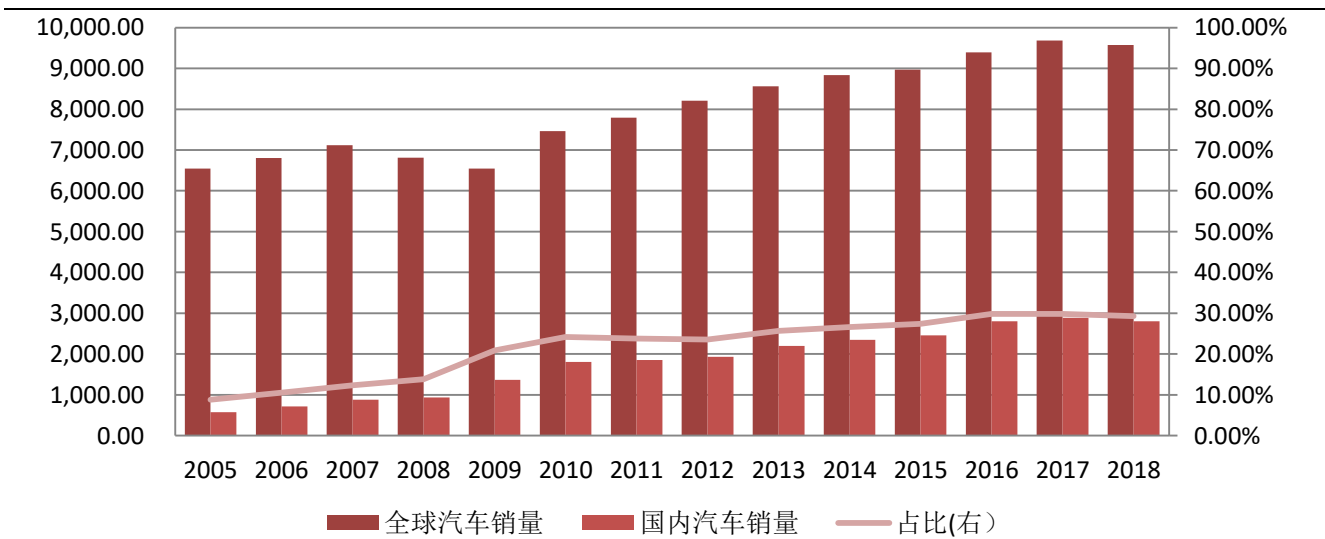
我国汽车工业起步较晚，1983年颁布汽油车怠速污染物国家排放标准，汽车排放标准才进入我们的视野。1993-1999年间，我国分别发布了7项汽车排放国家标准和4项汽车排放国家标准，包括汽油车排气污染物、燃油蒸发污染物、曲轴箱污染物、怠速污染物及柴油车的自由加速烟度和全负荷烟度控制要求。2001年，我国参考欧洲排放标准体系推出国一排放标准，此后排放标准逐步推进。对比我国不同时期排放标准，国内排放标准体系呈现出**标准趋严、国际趋同、分段实行**的特征。

### （一）标准趋严：环保+技术需求，燃油车持续增长，更严格的排放标准是必然发展趋势。

从环境保护的角度来看，汽车在生产和使用过程中所用的材料、燃料所排放出来的气体都会对环境和人体产生危害，**减排势在必行**。危害具体表现有以下两个方面：**一是**汽车尾气中占较大比例的是二氧化氮和其他有毒物质，而二氧化氮是造成光化学烟雾以及形成酸雨和雾霾的重要因素；**二是**机动车的尾气排放管较低，人们很容易吸入许多汽车尾气中的烟尘颗粒，而尾气中的一氧化氮和有机铅等物质更有可能使长期吸入汽车尾气的人们患有肺癌、气管炎、哮喘等疾病。

从技术升级的角度来看，排放标准的升级有利于国内汽车市场不断优化。一方面，排放标准升级能引导国内企业重视自主研发，推动技术升级，进而引导行业结构升级，企业扩大优势。另一方面，2010年开始，中国汽车市场连续蝉联全球最大的汽车市场，中国汽车市场每年提供全球近30%的增量，为了争取国内市场，海外企业可能将更先进的技术引入国内，进而加剧市场竞争，出清落后产能。

图1：全球 vs 国内汽车销量对比（万辆，%）

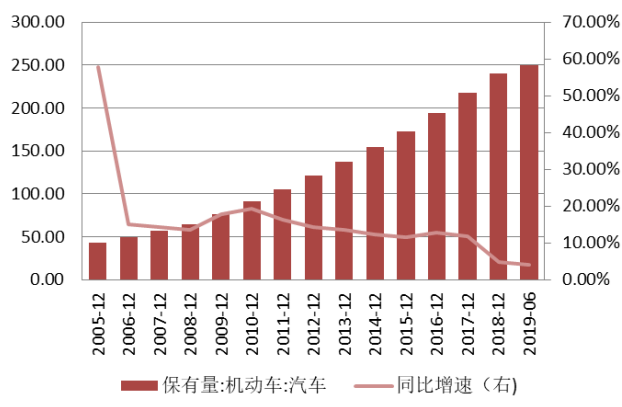


资料来源：中汽协，中国汽车工业年鉴，国际汽车制造商协会，OICA，wind，山西证券研究所

从国内汽车发展现状而言，燃油车仍然是市场主流，汽车保有量持续增加加大了减排需求。国内汽车保有量持续增加，环境问题更加凸显，目前机动车尾气排放已经成为造成大气污染的主要因素之一。新能

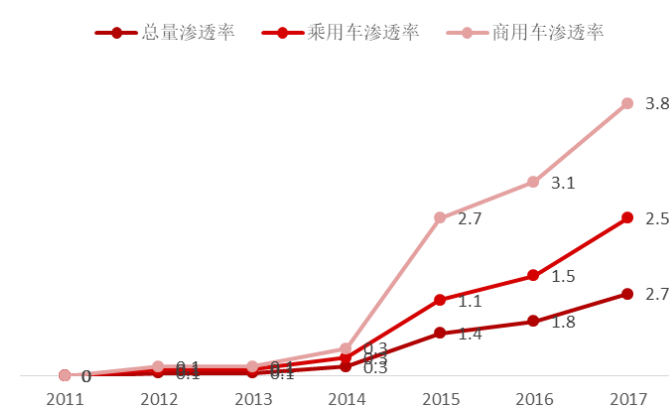
源汽车虽然能够解决尾气排放的问题，但是目前新能源汽车存在技术手段不够成熟，成本整体偏高，配套设施不够完善等问题，渗透率仍然偏低。因此，相当长一段时间内，燃油车仍然是汽车市场的主要生力军。

图 2：汽车（机动车）保有量情况（百万辆）



资料来源：公安部，wind，山西证券研究所

图 3：新能源汽车渗透率水平（%）



资料来源：国家信息中心，山西证券研究所

## （二）分阶段、分区域实施

回顾国内外重点排放政策发布前后，排放标准在每一次更替阶段均采用分阶段、分区域实施的方法，具体表现在：重点区域先行，在全国范围实施；先提高油品标准，再提高车辆标准；根据车型不同逐步实施。排放政策的推行，涉及车型的技术升级、相关零部件产销调整、旧标准车型的库存等问题，分阶段、分区域实行，一方面能够给车企及上游制造商较为充分的整备时间，缓解企业压力，另一方面能够降低经销商和整车厂的库存压力，进而保障标准实施稳步推进。

表 4：国内排放标准分段实施时间表

|     |       |     | 国一        | 国二       | 国三                               | 国四       | 国五       | 国六 a           | 国六 b     |
|-----|-------|-----|-----------|----------|----------------------------------|----------|----------|----------------|----------|
| 轻型车 | 轻型汽油车 | 第一类 | 2000.7.1  | 2005.7.1 | 2008.7.1<br>(第一类带 OBD: 2009.7.1) | 2011.7.1 | 2017.1.1 | 2020.7.1       | 2023.7.1 |
|     |       | 第二类 | 2001.10.1 | 2006.7.1 |                                  |          |          |                |          |
|     | 轻型柴油车 | 第一类 | 2000.7.1  | 2005.7.1 | M 类: 2008.7.1                    | 2013.7.1 | 2018.1.1 |                |          |
|     |       | 第二类 | 2001.10.1 | 2006.7.1 | N 类: 2009.7.1                    |          |          |                |          |
| 重型车 | 重型汽油车 |     | 2003.7.1  |          | 2010.7.1                         | 2013.7.1 |          | 城市车辆: 2020.7.1 | 2023.7.1 |
|     | 重型柴油车 |     | 2001.9.1  | 2004.9.1 | 2008.7.1                         | 2013.7.1 | 2017.7.1 | 所有车辆: 2021.7.1 |          |
|     | 重型燃气车 |     | 2003.9.1  |          | 2008.7.1                         | 2011.1.1 | 2013.1.1 | 2019.7.1       |          |

注：不包含摩托车、三轮及低速货车

资料来源：山西证券研究所根据公开资料整理

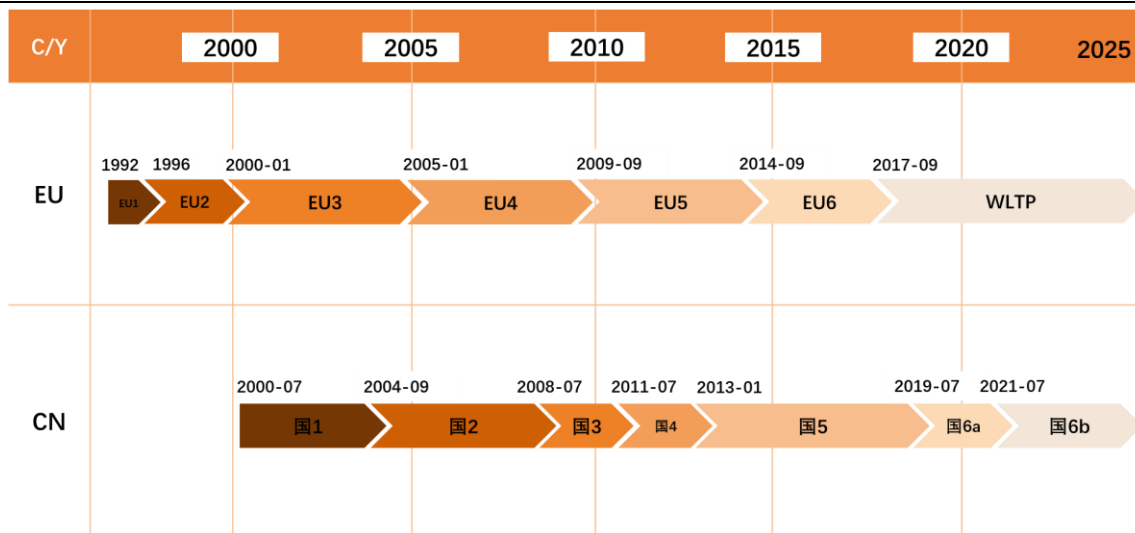
## 3.国五 VS 国六排放标准对比：实验条件调整，排放限值趋严

我国自 2001 年开始实施国一阶段排放标准以来，排放标准经过了 5 次升级，每次升级时间间隔大约为 4 年左右，从国一到国五，我国排放标准一直等效采用欧盟排放标准体系，而国六排放标准是我国第一个不



等效采用欧盟排放标准体系的标准，更符合我国的气候条件、道路工况等具体国情，还意味着我国排放标准研究能力的极大进步，对于国内汽车行业发展具有重要意义。整体而言，国六阶段的排放标准要求更为严苛，大大增加了达标难度，本章节，我们对国五和国六标准进行了对比。

图 4：欧标 VS 国标发展历程



资料来源：公开资料，山西证券研究所

### 3.1 重型车

(1) 适用车型范围有所调整。国五排放标准适用于设计车速大于 25km/h 的装用压燃式、气体燃料点燃式发动机的 M2、M3、N2（但不包括低速货车）和 N3 类以及总质量大于 3500kg 的 M1 类汽车。国六标准适用于设计车速大于 25km/h 的装用压燃式、气体燃料点燃式发动机的 M2、M3、N2（但不包括低速货车）和 N3 类以及总质量大于 3500kg 的 M1 类汽车排气污染物排放测量。

(2) 排放限值要求整体更为严格。对于政策排放限值而言，CO 未变动，THC 和 PN 在国五阶段并未规定排放限值，国六阶段则对部分发动机类型下的政策排放限值做出了明确规定，NO<sub>x</sub> 的最高排放量仅为国五阶段的 17.25%，整体要求更为严格。

表 5：整车排放限值要求对比

| 发动机类型 | CO (mg/Kw.h) | THC (mg/Kw.h) |                       |                | NO <sub>x</sub> (mg/Kw.h) | PN (#/ Kw.h)         |     |                      |
|-------|--------------|---------------|-----------------------|----------------|---------------------------|----------------------|-----|----------------------|
|       | 压燃式/点燃式/双燃料  | 压燃式           | 点燃式                   | 双燃料            | 压燃式/点燃式/双燃料               | 压燃式                  | 点燃式 | 双燃料                  |
| 国五阶段  | 6000         | -             |                       |                | 4000                      | -                    |     |                      |
| 国六阶段  | 6000         | -             | 240 (LPG)<br>750 (NG) | 1.5×WHTC<br>限值 | 690                       | 1.2×10 <sup>12</sup> | -   | 1.2×10 <sup>12</sup> |

注：PN 限值从国 6b 阶段开始实施

资料来源：《重型柴油车、气体燃料车排气污染物车载测量方法及技术要求(HJ 857-2017)》，《重型柴油车、气体燃料车排气污染物车载测量方法及技术要求（中国第六阶段）》，山西证券研究所

(3) 实验条件有所调整。实验方法均采用功基窗口法（PEMS 测试），但是实验条件有所调整，具体表现在：温度、海拔范围扩大，工况要求调整，工况定义细化，载荷范围调整及扩大，实验路段的工况定义和要求更接近车辆正常行驶是的道路运行路况份，实验条件更为严格，加大了达标难度。

表 6：实验条件对比

| 排放标准   |          | 国五阶段  | 国六阶段  |
|--------|----------|---|---|
| 样本数量   |          | 最小样本数量为 3 辆，最大样本量为 10 辆车。   |   |
| 温度     |          | 2°C~38°C  | 最低环境温度不应低于-7°C，最高温度由公式进行计算，即：<br>$T=-0.4514*(101.3-Pb)+311$   |
| 海拔     |          | 不超过 1000m   | 国六 a 不超过 1700m，国六 b 不超过 2400m   |
|        |          | 试验开始点和结束点之间的海拔高度差不得超过 100m，并且试验车辆的累计正海拔高度增量应不大于 1200m/100km   |   |
| 测试路段要求 | M1       | 20%市区+25%市郊+55%高速   | 34%市区+33%市郊+33%高速   |
|        | M2/M3/N2 | 20%市区+25%市郊   | 45%市区+25%市郊+30%高速   |
|        | 公交、环卫    | 70%市区+30%市郊   |   |
|        | N3       | 10%市区+10%市郊+80%高速   | 20%市区+25%市郊+55%高速   |
|        | 工况定义     | <b>市区：</b> 车速 0~55km/h，平均车速 15~30km/h；<br><b>市郊：</b> 55km/h 进入，平均车速 45~70km/h；<br><b>高速：</b> 75km/h 进入，平均车速>70km/h。 | <b>市区：</b> 车速 0~55km/h，平均车速 15~30km/h；<br><b>市郊：</b> 55km/h 进入（M1、N1 类为 70km/h），平均车速 45~70km/h，M1、N1 类为 60~90km/h；<br><b>高速：</b> 75km/h 进入（M1、N1 类为 90km/h），平均车速>70km/h，M1、N1 类>90km/h。 |
| 车辆载荷   |          | 除特殊规定外，M 类测试车辆加载为装载质量的 50%-100%，N 类测试车辆加载为装载质量的 75%-100%。   | 国六 a 阶段，车辆的载荷应选择为该车辆最大载荷的 50%-100%，到国六 b 阶段，车辆的载荷应选择为最大载荷的 10%-100%。  |

资料来源：《重型柴油车、气体燃料车排气污染物车载测量方法及技术要求(HJ 857-2017)》，《重型柴油车、气体燃料车排气污染物车载测量方法及技术要求（中国第六阶段）》，山西证券研究所

## 3.2 轻型车

(1) 排放限值要求更为严格。对于 I 型试验排放限值而言，国六阶段增加了调高了 N<sub>2</sub>O 指标，取消了 THC+NO<sub>x</sub>，PM/PN 外劣化系数均上调，并对第一类车的排放限值进行了整合（不再区分 PI/CI），除 PN 限值无变更（仅 CI）外，国六 b 阶段的限值均较国五阶段有明显下调。对于 VI 型试验而言，增加了 NO<sub>x</sub> 限值，且国六阶段的限值均较国五阶段有明显下调。

表 7：国五 VS 国六阶段 I 型试验的排放限值对比

| 类别   | 级别 | 基准质量(TM)/kg | 排放标准阶段 | CO   |     | THC |    | NMHC |    | NO <sub>x</sub> |     | N <sub>2</sub> O | PM  |     | THC+NO <sub>x</sub> |     | PN |                      |
|------|----|-------------|--------|------|-----|-----|----|------|----|-----------------|-----|------------------|-----|-----|---------------------|-----|----|----------------------|
|      |    |             |        | PI   | CI  | PI  | CI | PI   | CI | PI              | CI  |                  | PI  | CI  | PI                  | CI  |    |                      |
| 第一类车 | 全部 |             | 国五     | 1000 | 500 | 100 | -  | 68   | -  | 60              | 180 | -                | 4.5 | 4.5 | -                   | 230 | -  | 6.0×10 <sup>11</sup> |
|      |    |             | 国六 a   | 700  |     | 100 |    | 68   |    | 60              |     | 20               |     | 4.5 |                     |     |    | 6.0×10 <sup>11</sup> |
|      |    |             | 国六 b   | 500  |     | 50  |    | 35   |    | 35              |     | 20               |     | 2.0 |                     |     |    | 6.0×10 <sup>11</sup> |
| 第 I  |    | RM≤1305     | 国五     | 1000 | 500 | 100 | -  | 68   | -  | 60              | 180 | -                | 4.5 | 4.5 | -                   | 230 | -  | 6.0×10 <sup>11</sup> |

|             |     |              |      |      |     |      |    |     |     |    |     |   |     |                      |   |     |
|-------------|-----|--------------|------|------|-----|------|----|-----|-----|----|-----|---|-----|----------------------|---|-----|
| 二<br>类<br>车 | II  | 1305<RM≤1760 | 国六 a | 700  | 100 | 68   | 60 | 20  | 4.5 |    |     |   |     | 6.0×10 <sup>11</sup> |   |     |
|             |     |              | 国六 b | 500  | 50  | 35   | 35 | 20  | 2.0 |    |     |   |     | 6.0×10 <sup>11</sup> |   |     |
|             |     |              | 国五   | 1810 | 630 | 130  | -  | 90  | -   | 75 | 235 | - | 4.5 | 4.5                  | - | 295 |
|             | III | 1760<RM      | 国六 a | 880  | 130 | 90   | 75 | 25  | 4.5 |    |     |   |     | 6.0×10 <sup>11</sup> |   |     |
|             |     |              | 国六 b | 630  | 65  | 45   | 45 | 25  | 3.0 |    |     |   |     | 6.0×10 <sup>11</sup> |   |     |
|             |     |              | 国五   | 2270 | 740 | 1600 | -  | 108 | -   | 82 | 280 | - | 4.5 | 4.5                  | - | 350 |
|             | III | 1760<RM      | 国六 a | 1000 | 160 | 108  | 82 | 30  | 4.5 |    |     |   |     | 6.0×10 <sup>11</sup> |   |     |
|             |     |              | 国六 b | 740  | 80  | 55   | 50 | 30  | 3.0 |    |     |   |     | 6.0×10 <sup>11</sup> |   |     |

注：①国五阶段PN仅适用于装缸内直喷发动机的汽车，2020年7月1日以前汽油车PN过度限值为6.0×10<sup>12</sup>；  
②PN单位为个/km，其余单位为mg/km；③PI=点燃式，CI=压燃式。

资料来源：《轻型汽车污染物排放限值及测量方法（中国第五阶段）》，《轻型汽车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）》，山西证券研究所

表8：国五 VS 国六阶段 VI 型试验的排放限值对比

| 类别   | 级别  | 基准质量 (TM) /kg | CO (g/km) |      | THC (g/km) |      | NOx (g/km) |    |
|------|-----|---------------|-----------|------|------------|------|------------|----|
|      |     |               | 国五        | 国六   | 国五         | 国六   | 国五         | 国六 |
| 第一类车 |     | 全部            | 15.0      | 10.0 | 1.80       | 1.20 | 0.25       |    |
| 第二类车 | I   | RM≤1305       | 15.0      | 10.0 | 1.80       | 1.20 | 0.25       |    |
|      | II  | 1305<RM≤1760  | 24.0      | 16.0 | 2.70       | 1.80 | 0.50       |    |
|      | III | 1760<RM       | 30.0      | 20.0 | 3.20       | 2.10 | 0.80       |    |

资料来源：《轻型汽车污染物排放限值及测量方法（中国第五阶段）》，《轻型汽车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）》，山西证券研究所

表9：国五 VS 国六阶段I型试验的劣化系数对比

| 发动机类型 | 标准阶段 | CO  | THC | NMHC | NO <sub>x</sub> | THC+NO <sub>x</sub> | N <sub>2</sub> O | PM  | PN  |
|-------|------|-----|-----|------|-----------------|---------------------|------------------|-----|-----|
| 点燃式   | 国五   | 1.5 | 1.3 | 1.3  | 1.6             | -                   | -                | 1.0 | -   |
|       | 国六   | 1.8 | 1.5 | 1.5  | 1.8             | -                   | 1.0              | 1.0 | 1.0 |
| 压燃式   | 国五   | 1.5 | -   | -    | 1.1             | 1.1                 | -                | 1.0 | 1.0 |
|       | 国六   | 1.5 | 1.0 | 1.0  | 1.5             | -                   | 1.0              | 1.0 | 1.0 |

资料来源：《轻型汽车污染物排放限值及测量方法（中国第五阶段）》，《轻型汽车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）》，山西证券研究所

(2) 工况循环变更。国一阶段到国五阶段我国一直采用NEDC循环，而国六阶段更改为WLTC循环。

表10：NEDC循环、WLTC循环对比

|                       |             | NEDC 循环                    | WLTC 循环                            |
|-----------------------|-------------|----------------------------|------------------------------------|
| 全称                    |             | New European Driving Cycle | World Light Vehicle Test Procedure |
| 特征                    |             | 稳态循环                       | 瞬态循环                               |
| 循<br>环<br>特<br>征<br>参 | 循环时间 (S)    | 1180                       | 1800                               |
|                       | 循环里程 (km)   | 11.03                      | 23.27                              |
|                       | 平均车速 (km/h) | 33.6                       | 46.5                               |
|                       | 最大车速 (km/h) | 120                        | 131.3                              |
|                       | 怠速占比 (%)    | 23.70                      | 12.60                              |



|     |                                  |   |       |
|-----|----------------------------------|---|-------|
| 数   | 恒速占比 (%)                         | 40.30   | 3.70  |
|     | 加速占比 (%)                         | 20.90   | 43.80 |
|     | 减速占比 (%)                         | 15.10   | 39.90 |
|     | 平均加速度 ( $m s^{-2}$ )             | 0.59  | 0.41  |
|     | 最大加速度 ( $m s^{-2}$ )             | 1.04  | 1.67  |
|     | 最小减速度 ( $m s^{-2}$ )             | -1.39   | -1.5  |
| 构成  | 由市内 (ECE, 1 部)、市郊 (EUDC, 2 部) 组成 | 开发过程涉及到不同的道路类型 (城市、乡村、高速公路) 以及行驶工况 (高峰期、非高峰期、节假日)。由低速、中速、高速、超高速段组成。 |       |
| 优缺点 | 测得数据均低于用户的实际使用情况                 | 更贴近真实的行驶工况  |       |

资料来源：《轻型汽车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）》，轻型车国六与国五排放标准对比分析 [J]，公开资料，山西证券研究所

(3) II型试验方法变更。国六排放标准用实际行驶污染物排放试验 (RDE 试验) 取代了国五标准的双怠速试验或自由加速烟度试验，并要求所有车辆都必须进行此项试验，且市区行程和总行程污染物排放 ( $NO_x$ 、PN、CO) 均应小于 I 型实验排放限值与表 11 中规定的符合性因子的乘积。

表 11：符合性因子

| 发动机类型 | $NO_x$             | PN                 | CO <sup>(3)</sup> |
|-------|--------------------|--------------------|-------------------|
| 点燃式   | 2.1 <sup>(2)</sup> | 2.1 <sup>(2)</sup> | -                 |
| 压燃式   | 2.1 <sup>(2)</sup> | 2.1 <sup>(2)</sup> | -                 |

(1) 2023 年 7 月 1 日前仅监测并报告结果。(2) 暂定值，2022 年 7 月 1 日前确认。(3) 在 RDE 测试中，应测量并记录 CO 试验结果。2022 年 7 月 1 日前确认。

资料来源：《轻型汽车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）》，山西证券研究所

表 12：国六标准II型 RDE 试验边界条件

| 路况   | 行驶距离比例             | 行驶里程  | 车速                                     | 备注   |
|------|--------------------|-------|--|--|
| 市区路段 | 34% ±10%<br>(≥29%) | ≥16km | V < 60 km/h;<br>平均车速：<br>15km/h-40km/h | 停车阶段 (实际车速小于 1km/h) 应占市区行驶时间的 6%-30%，市区行驶可以包含 10s 或更长时间的停车阶段，但如果单次停车时间超过 180s，数据处理时应剔除，否则行程无效。   |
| 市郊路段 | 33% ±10%           | ≥16km | 60 km/h ≤ V ≤ 90 km/h                  |  |
| 高速路段 | 33% ±10%           | ≥16km | V > 90 km/h                            | 高速路段行驶至少应覆盖 90-110km/h 的车速范围，车速高于 100km/h 的时间应达到至少 5min 以上。对于 M2 类车辆，如果车速限制在 100km/h 以下，高速路段行驶至少应覆盖 90-100km/h 的车速范围，车速高于 90km/h 的时间应达到至少 5min 以上。 |

资料来源：《轻型汽车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）》，山西证券研究所

(4) III型试验的试验车辆范围扩大。国五与国六标准的III型试验 (曲轴箱污染物排放试验) 的试验方法相同。国五标准规定除装压式发动机的汽车外，所有汽车均应进行此项试验，而国六标准则增加了对装配压燃式发动机车辆的试验要求，并规定：III型试验在已经进行了 I 型试验的汽车上进行；被试发动机应包括防漏发动机，但不包括那些在结构上即使有一点泄露也会造成不能接受的运转故障的发动机 (如卧式双缸

缸对置)。

(5) **V型试验耐磨里程提高。**V型试验(污染控制装置耐久型试验)国六b阶段的耐久里程由国五和国六a的 $16 \times 10^4$ km提高到 $20 \times 10^4$ km,并设置了过渡期,2023年7月1日之前,国六b的耐久里程可为 $16 \times 10^4$ km。国六标准推荐的乘法劣化系数与国五相比更为严格(如表9所示)。此外,国六标准还提供了劣化修正值(加法劣化系数)供企业选用(如表13所示)。

表 13: I型试验劣化修正值

| 发动机类型 | 标准阶段 | CO  | THC | NMHC | NO <sub>x</sub> | N <sub>2</sub> O | PM | PN |
|-------|------|-----|-----|------|-----------------|------------------|----|----|
| 点燃式   | 国六 a | 150 | 30  | 20   | 25              | 0                | 0  | 0  |
|       | 国六 b | 110 | 16  | 10   | 15              | 0                | 0  | 0  |
| 压燃式   | 国六 a | 150 | 0   | 0    | 25              | 0                | 0  | 0  |
|       | 国六 b | 110 | 0   | 0    | 15              | 0                | 0  | 0  |

资料来源:《轻型汽车污染物排放限值及测量方法(中国第六阶段)》,山西证券研究所

(6) **国六排放标准新增 ORVR 车载加油油气回收系统试验。**该试验又称加油过程污染物排放试验(VII型试验),适用于所有装用点燃式发动机的汽车(除单一气体燃料车外)。两用燃料车仅对汽油燃料进行此项试验。同时,该试验也同样适用于使用汽油机的混合动力电动汽车。VII型试验旨在确定汽车加油时所产生的碳氢化合物的蒸发排放量,其排放限值为0.05g/L。加油过程污染物排放试验包括三个阶段:车辆预处理阶段、I型试验和加油控制系统处理行驶阶段以及加油排放测试阶段。

(7) **OBD 试验阈值加严。**OBD 试验阈值而言,将 NMHC 和 NO<sub>x</sub> 的限制合并,且国六阈值较国五更加严格,其中 NMHC+NO<sub>x</sub> 与国五相比加严超过 50%,PM 加严 76%。当与排放相关的部件或系统出现故障导致排放超过表 17 规定的阈值,OBD 系统应指示出现故障。此外,国六 OBD 系统还新增了很多诊断功能,如蒸发系统监测、曲轴箱通风(PCV)系统监测、冷启动减排策略监测、冷启动减排策略监测、汽车颗粒补集器(GRF)监测等。

表 14: 国五 VS 国六阶段 OBD 试验的阈值对比(g/km)

| 类别   | 级别      | 测试质量(TM)/kg | CO   |      |      | NMHC |      |       | NO <sub>x</sub> |       |    | NMHC+NO <sub>x</sub> |       | PM    |                   |       |       |
|------|---------|-------------|------|------|------|------|------|-------|-----------------|-------|----|----------------------|-------|-------|-------------------|-------|-------|
|      |         |             | 国五   | 国六   | 国六   | 国五   | 国六   | 国六    | 国五              | 国六    | 国五 | 国六                   | 国五    | 国六    |                   |       |       |
| 第一类车 | 全部      |             | PI   | CI   | 1.90 | PI   | CI   | -     | PI              | CI    | -  | -                    | -     | 0.260 | PI <sup>(1)</sup> | CI    | 0.012 |
|      |         |             | 1.90 | 1.90 | 1.90 | 0.25 | 0.32 | -     | 0.300           | 0.540 | -  | -                    | -     | 0.260 | 0.050             | 0.050 | 0.012 |
| 第二类车 | I       | TM≤1305     | 1.90 | 1.90 | 1.90 | 0.25 | 0.32 | -     | 0.300           | 0.540 | -  | -                    | -     | 0.260 | 0.050             | 0.050 | 0.012 |
|      | II      | 1305<       | 3.40 | 2.40 | 3.40 | 0.33 | 0.36 | -     | 0.375           | 0.705 | -  | -                    | -     | 0.335 | 0.050             | 0.050 | 0.012 |
|      |         | TM≤1760     | 4.30 | 2.80 | 4.30 | 0.40 | 0.40 | -     | 0.410           | 0.840 | -  | -                    | -     | 0.390 | 0.050             | 0.050 | 0.012 |
| III  | 1760<TM | 4.30        | 2.80 | 4.30 | 0.40 | 0.40 | -    | 0.410 | 0.840           | -     | -  | -                    | 0.390 | 0.050 | 0.050             | 0.012 |       |

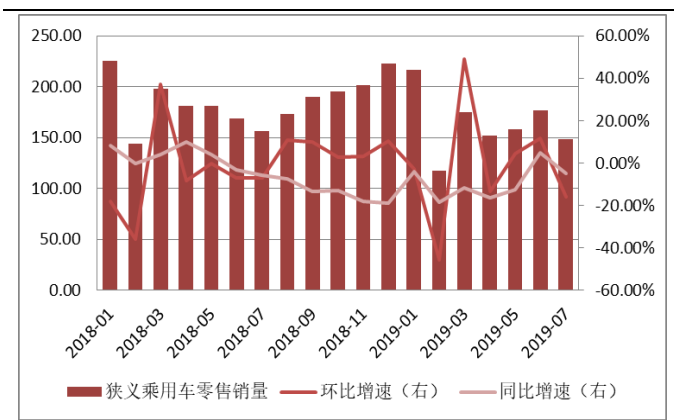
注:仅适用于装缸内直喷发动机的汽车。

资料来源:《轻型汽车污染物排放限值及测量方法(中国第六阶段)》,山西证券研究所

## 4.销量层面：短期销量承压，长期有望优化国内产品结构

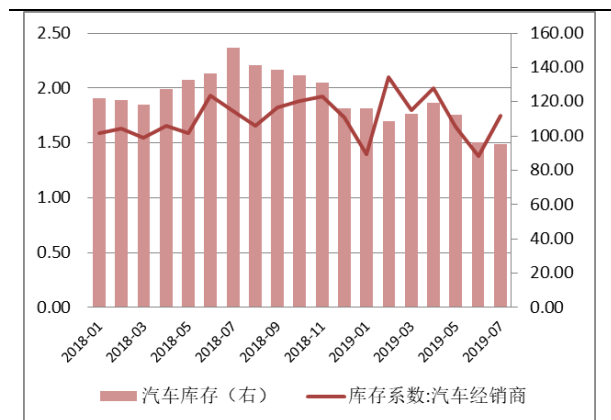
经销商加大促销力度，6月零售数据回暖。由于部分地区7月1日切换国六排放标准，经销商库存压力较大，因而导致国五车型加大促销力度，一定程度上刺激消费者购车需求释放，进而导致6月份汽车零售端数据回暖，降库存效果显著。2019年6月，零售端狭义乘用车销量为176.62万辆，同比增长4.90%（增速较上月+17.35pct，较去年同期+8.20pct），环比增长11.62%（增速较上月+7.21pct，较去年同期+18.46pct）；经销商库存系数为1.38，同比下降28.50%，环比下降16.36%，汽车库存为96.60万辆，同比下降29.31%，环比下降14.06%，库存情况显著好转。但是，6月零售数据回暖为促销导致的短暂现象，难以长期维系，7月汽车零售数据已经出现明显回落，库存压力也一定程度回升，7月零售端狭义乘用车销量为148.34万辆，同比-5.10%，环比下降16.01%，库存系数为1.75，库存量95.30万辆。

图 5：2018 年以来乘用车零售情况（万辆，%）



资料来源：乘联会，wind，山西证券研究所

图 6：2018 年以来库存情况（万辆）



资料来源：wind，中国汽车流通协会，山西证券研究所

可选车型有限+消费者持币观望，短期销量承压。一方面，从目前公开国六环保信息的车型数量来看，可供选择的车型数量较少，轻型车油耗目录每年更新的车型平均在 4000 款以上，而截至 2019 年 8 月 22 日，共有 120 家企业 2803 个车型（6463 个信息公开编号）7154338 辆车进行了轻型车国六环保信息公开，144 家整车生产企业的 2873 个车型 3671 辆车进行了重型车国六环保信息公开，21 家发动机生产企业的 365 款发动机型按重六标准完成型式检验，其中 59 款机型自愿进行了环保信息公开，公开数量持续增加，但是环比增速趋缓。另一方面，全新标准的切换，消费者对新技术持不确定性，进而导致消费者产生持币观望态度，一定程度抑制了消费者购车需求的释放，叠加厂家清国五库存采取促销，对汽车销量的正向刺激为短期效果，宏观层面承压、消费者信心不足的情况依然没有改善，汽车产销仍然承压，但是依托于 2018 年下半年整体基数偏低，叠加技术提升和车型投放带来的消费者信赖度回升，有望带动一部分购车需求释放，

我们认为 2019 年下半年汽车产销及库存情况有望一定程度好转。

表 15：国六环保信息公开情况（截止 2019 年 8 月 22 日信息）

|            | 环保信息公开情况 |       |         | 较上周同期增加 |       |        |
|------------|----------|-------|---------|---------|-------|--------|
|            | 企业（家）    | 车型（个） | 车（辆）    | 企业（家）   | 车型（个） | 车（辆）   |
| <b>轻型车</b> | 120      | 2803  | 7154338 | 0       | 62    | 339457 |
| 其中：国内生产企业  | 102      | 2397  | 6630847 | 0       | 56    | 330683 |
| 国外生产企业     | 18       | 406   | 523491  | 0       | 6     | 8774   |
| 轻型汽油车      | 118      | 2590  | 6932120 | 0       | 56    | 332211 |
| 轻型柴油车      | 3        | 43    | 10672   | 0       | 4     | 1321   |
| 轻型混合动力车    | 31       | 147   | 211002  | 0       | 2     | 5821   |
| 轻型燃气车      | 2        | 23    | 544     | 0       | 0     | 104    |
| <b>重型车</b> | 144      | 2873  | 3671    | 10      | 212   | 445    |

资料来源：机动车环保网，山西证券研究所

**技术需求提升，长期有望优化国内产品结构。**国六排放标准更为严格，相应地对整车的技术要求也更高，有望带动国内整车企业提升整车产品的配置技术含量及性能，进而带动上游零部件企业加速高端产品的研发进度、产能落地速度。一方面，推进海外具有符合新排放标准生产能力的产品制造商引进先进技术到国内；另一方面，依托于国内汽车市场自主崛起加快零部件的国产化进程，有望提振国内市场整体的技术层次，优化国内整车及相关零部件产品的生产销售结构，为国内汽车市场长期、持续发展奠定利好的技术条件。

因此，我们认为，短期来看，国六排放标准的实行给汽车销售带来了一定压力，汽车销售端整体承压，但是随着政策推进，国六车型增加，叠加 18 年后半年汽车销量基数整体偏低，情况有望好转。

## 5.技术路径分析：技术要求整体提升，实际应用多策略结合

### 5.1 技术策略

目前来看，针对不同的排放物，由于其成因差异有不同的技术路径，但是总体可以概括为机内净化技术和机外控制技术两个方面。

表 16：针对不同排放物的解决思路&技术路径

| 排放物 | 主要成因         | 解决思路&技术路径  | 主要机内净化技术    | 主要机外控制技术 |
|-----|--------------|--|-------------|----------|
| CO  | 混合气过浓、油气混合不均 | <b>降低排气温度：</b> 采用排气歧管集成冷却水套；采用低压冷却 EGR；采用混动。<br><b>改善燃油雾化：</b> 优化进气系统，对于增压发动机可以改进进气系统增大滚流比；增大气门重叠角，利用内部 EGR 加热混合气改善冷机阶段的燃油雾化条件；降低喷油雾化液滴直径（如采用多孔喷油器，提高冷机阶段的喷油压力）。 | 油嘴设计、喷射参数优化 | TWC、DOC  |



|                 |                              |  |                          |                 |
|-----------------|------------------------------|--|--------------------------|-----------------|
| HC              | 燃油不完全燃烧                      | <b>优化标定：</b> 合理匹配多次喷射，优化气门重叠角； <b>优化燃油雾化：</b> 提高冷机状态下喷油压力，优化喷射导向，减少气阀、缸壁、活塞顶湿壁，采用多孔喷油器，改善燃油雾化，采用双喷油器； <b>机外排放控制技术：</b> 采用催化器快速起燃，采用紧耦式催化器、增加催化器载体目数  | 改善混合、喷射参数优化              | TWC、DOC         |
| NO <sub>x</sub> | 汽油机燃烧                        | 采用废气再循环技术 EGR；采用 NO <sub>x</sub> 吸附还原催化剂进行后处理（富氧稀燃发动）  | 降低燃烧温度、喷射参数优化、EGR        | SCR             |
| 颗粒物<br>PM/PN    | 混合气不均匀导致燃烧不完全，在高温缺氧条件下氧化裂解而成 | <b>燃烧系统优化改进：</b> 优化进气道、燃烧室、喷油器及火花塞结构和布置，优化喷雾贯穿距离、喷雾锥角、减小喷雾粒径； <b>标定及控制策略优化：</b> 可以多次喷射燃油，优化喷油时刻； <b>提升燃油油品：</b> 合理控制蒸汽压力，降低苯含量，禁止加入 MMT； <b>优化曲轴箱通风系统：</b> 提高油气回收效率，降低润滑油燃烧消耗； <b>快速暖机：</b> 如汽缸盖加热（缸盖和缸套双水道）； <b>后处理技术：</b> 加装颗粒物捕集器（GPF）。 | 改善混合、喷射参数优化、降低油耗、降低燃料硫含量 | TWC、DOC、POC、DPF |

资料来源：公开资料，文献整理，山西证券研究所

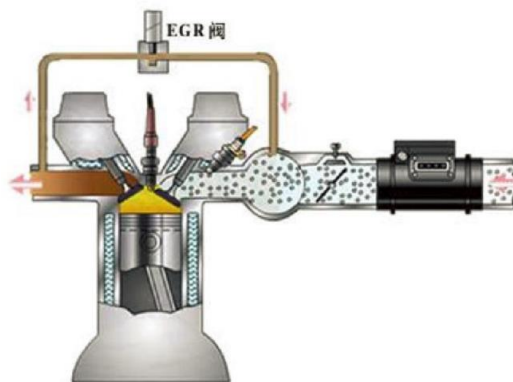
## 5.2 机内净化技术

汽车发动机的机内净化技术主要包括废气再循环系统（EGR）、燃油喷射系统、紧凑燃烧室、双喷射技术、双循环技术、复合 EGR 技术、增压中冷技术和混合动力技术、怠速起停技术等。

### 废气再循环系统（EGR, Exhaust Gas Recirculation）

废气再循环系统是汽车用小型内燃机在燃烧后将气体的一部分排出并导入吸气侧使其再度吸气的技术，其目的主要是降低排出气体中的 NO<sub>x</sub>，并在部分负荷时提高燃料的经济性，原理为：发动机排出的部分废气被引入进气管后，与新鲜空气混合进入气缸，利用废气中所包含的 CO<sub>2</sub> 不参与燃烧却能吸收热量的特点，降低燃烧温度的同时降低氧气浓度，从而减少 NO<sub>x</sub> 的生成（发动机的燃烧温度越高，产生的 NO<sub>x</sub> 就越多）。

图 7：废气再循环系统



资料来源：公开资料

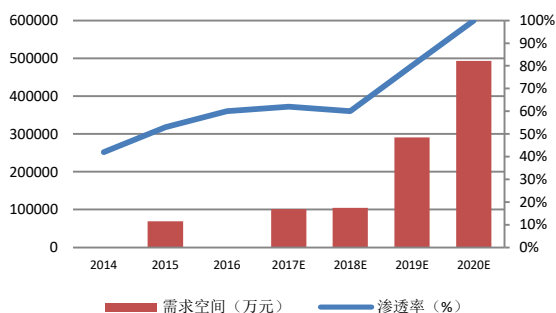
复合 EGR 技术是对传统 EGR 技术的发展改进，低压 EGR 技术可使废气在缸内分布均匀，保持充足的进气量，实现高 EGR 率[EGR 率=(进气 CO<sub>2</sub> 浓度/排气 CO<sub>2</sub> 浓度)\*100%]，同时颗粒捕集器的过滤作用减少了废气中的杂质，对发动机燃烧过程影响相对小，但是由于排气和进气压差较大，泵气损失较大，燃油



经济性较差；高压 EGR 瞬时响应性和可控性好、对增压器和压力器无损坏，泵气损失小，燃油经济性好，但是 EGR 引入能力受限，节流损失大，空燃比显著下降。因此，采用复合 EGR 技术并优化比例，可以将低压 EGR 与高压 EGR 技术的优点相结合，最大化地提高燃油地燃烧效率，满足较高的 EGR 率需求，降低污染物排放量。

从市场运行状况来看，EGR 装配率持续提升，柴油车 EGR 装配率已经达到较高水平，乘用车相对偏低，根据产业信息相关数据，2016 年，柴油车 EGR 渗透率达 60%，乘用车仅 8%，依托于国六排放标准的提升，以及目前 EGR 技术相对成熟，我们认为一是 EGR 的渗透率水平仍然有较大的提升空间，尤其是乘用车市场为其提供了较大的增量空间，二是减排需求提升有望提升 EGR 系统的单车价值量。而根据乘用车 EGR 系统的核心零部件 EGR 阀的市场份额分布结构来看，乘用车 EGR 阀市场仍然以外资为主，2016 年，京滨和德尔福市场份额分别占据第一、第二，合计份额 68%，自主品牌隆盛科技以 18% 市场份额位列第三，随着国内乘用车 EGR 技术水平提升以及自主汽车品牌崛起，有望带动国内零部件产品配套需求提升，加快国产化进程。

图 8：柴油车 EGR 市场空间预测



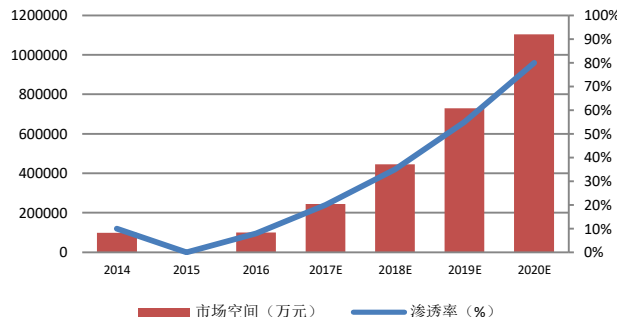
资料来源：中国产业信息，山西证券研究所

### 电控燃油喷射系统

电控燃油喷射系统，主要由进气、喷油、点火和控制四个子系统所组成，核心部件是电子控制单元，原理是在电控汽油喷射系统中，汽油由电动汽油泵从油箱中泵出，经汽油滤清器等输送到电磁喷油器和冷启动喷油器调节器与喷油器并联，保证供给电磁喷油器内的汽油压力与喷射环境的压力之差（喷油压差）保持不变，其可以根据发动机工况的变化，对喷油脉冲时刻、喷油量、气门开度等进行实时控制。电控燃油喷射系统一般分为汽油喷射系统和燃油喷射系统。

汽油喷射系统多采用缸内直喷技术，直接将燃油喷进气缸内与进气混合并通过较高的喷油压力使燃油充分雾化，实现按精确比例控制喷油，使油气在气缸内更加充分、均匀地混合，从而使得燃油充分燃烧，降低有害物质的排放。

图 9：乘用车 EGR 市场空间预测



资料来源：中国产业信息，山西证券研究所

柴油喷射系统主要采用**高压共轨与多次喷射相结合**的技术，通过较高的喷油压力使燃油充分雾化，缸内地燃油和空气充分而均匀地混合，从而使发动机燃烧更加充分，降低 HC 和 CO 地排放量，达到减排目的，汽油喷射方式按喷油器安装位置与工作原理的不同可分为进气道多点喷射（MFI）、进气总管或中央单点喷射（SPI）和缸内直接喷射（GDI）三种。

从市场运行状况来看，市场集中度较高，生产商议价能力较强，电控燃油喷射系统布局门槛高，国内自主品牌规模化企业较少，主要以博世、德尔福为首，其次是马瑞利、大陆、康明斯等。

表 17：国内电控燃油喷射系统配套情况

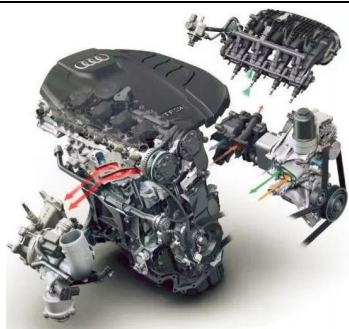
| 柴油喷射系统  |       | 汽油喷射系统 |                |
|---------|-------|--------|----------------|
| 上柴、锡柴   | 电装为主  | 欧美系车型  | 博世、德尔福、大陆、马瑞利等 |
| 一汽大柴、玉柴 | 德尔福为主 | 日系车型   | 电装、京滨等         |
| 潍柴      | 博世    |        |                |

资料来源：公开资料，山西证券研究所

### 双喷射技术

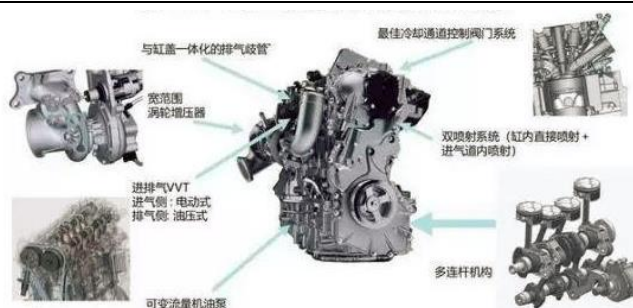
汽油机的双喷射系统又称为复合喷射技术，是将传统的进气歧管喷射与缸内直喷技术相结合的一种喷射方式。歧管喷射的优势在于冷启动时更加出色的油气混合效果，缸内直喷技术的优势在于在高负荷高转速下更加出色的雾化及混合效率。

图 10：EA888 GEN3 的双喷射系统



资料来源：汽车之家

图 11：日产 VC TURBO 2.0T 发动机的双喷射系统



资料来源：汽车之家

双喷射技术的优势主要体现在：1) 能够显著降低颗粒物的排放，典型的双喷射系统控制策略是在小负荷时采用气道喷射喷嘴，在大负荷时采用 GDI 直喷喷嘴，中间负荷两种喷嘴共同工作，冷机状态和暖机状态的可以采用不同的策略，冷机的时候更多的采用 PFI 气道喷射喷嘴来降低颗粒物排放。2) 降低中小负荷的油耗，在中小负荷采用 PFI 系统的时候，GDI 喷嘴不工作高压油泵驱动力变小，这样可以降低摩擦阻力，减少油耗。3) 气门积碳可以被气道喷射的汽油清洗掉，可以解决气门积碳问题。4) 在冷机状态小负荷时采用 PFI 气道喷射，可以有效地避免机油稀释。5) 怠速时可以只采用 PFI 气道喷射系统，噪声会明显降低。但是，双喷射系统由于温度过高可能会引起喷油器结交，限制了 PFI 的工作区域，同时由于双喷射系统有 2

套系统需要控制，对发动机控制器的 ECU 要求较高，技术壁垒高，成本显著提升。因此，目前该技术主要应用于中高端车型中，如大众配套第三代 EA888 涡轮增压发动机的迈腾、帕萨特、途观 L 等，丰田配套全新 2.0T 涡轮增压发动机的汉兰达、皇冠等，国内整车目前虽然有很多主机厂布局双喷射系统的研发，但是迟迟未能推出量产产品。

### 5.3 机外控制技术

从机外控制技术来看，汽油机主要采用排气后处理装置三元催化器 TWC (Three-Way Catalyst)，柴油机的排气后处理装置主要有氧化型催化器 DOC (Diesel Oxidation Catalyst)、柴油颗粒捕获器 DPF(Diesel Particle Filter)、颗粒氧化催化器 POC (Particulate Oxidation Catalyst)、选择性催化还原装置 SCR (Selective Catalytic Reduction)、稀燃 NOx 捕集技术 LNT (Lean NOx Trap) 等。

#### 5.3.1 汽油机机外控制技术

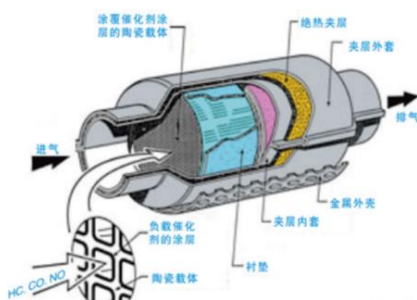
三元催化器 (TWC, Three-Way Catalyst) 一般由壳体、减振层、载体和催化剂涂层 4 个部分组成，其原理是催化剂作用于 CO、HC、NOx 等有害气体，实现快速的氧化还原反应，使之生成 CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O、N<sub>2</sub> 无害气体后排出，当汽油机的空燃比接近理论空燃比时，三元催化器可同时净化 90% 的 HC、CO 以及 70% 的 NO<sub>x</sub>。

表 18：三元催化器主要构成

|     | 构成                                  | 作用   |
|-----|-------------------------------------|--|
| 壳体  | 不锈钢材料（一般为筒形）                        | 防止氧化皮脱落造成载体阻塞。   |
| 减振层 | 一般是膨胀垫片或钢丝垫片。膨胀垫片由膨胀云母、硅酸铝纤维、粘接剂组成。 | 密封、保温、固定载体。膨胀垫片通过其首次受热时体积明显膨胀、而冷却后部分收缩来使壳体和载体之间的缝隙完全胀死和密封。 |
| 载体  | 多为蜂窝状陶瓷材料，少数为金属材料。                  |  |
| 催化剂 | 一般是金属铂、铑、钯，需喷涂在载体上。                 | 蜂窝表面的催化剂涂层可与废气产生足够大的接触表面积而提升净化效率。                          |

资料来源：公开资料，山西证券研究所

图 12：三元催化器结构&工作原理



资料来源：汽车维修技术网

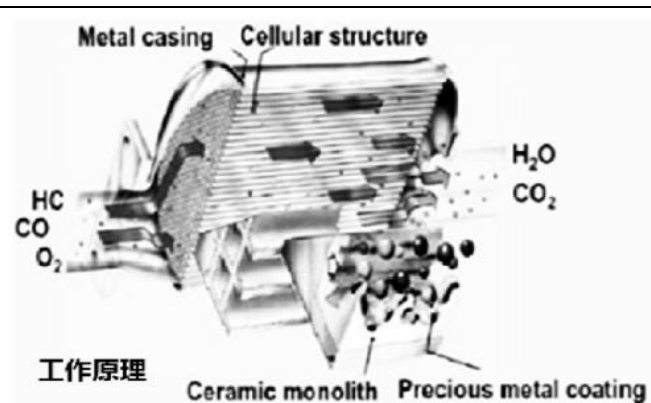
目前，我国装配尾气催化剂的机动车主要为汽油车，其增量来源主要是：1) 新车装配，2) 催化剂更换，相关规定要求催化剂不能成为失效装置。从竞争格局来看，三元催化剂市场主要被国外企业垄断，头部企业主要包括美国安格（2006 年被德国巴斯夫收购）、英国庄信万丰、优美科和德尔福，依托于技术提升国内自主品牌崛起，国内替代步伐加快，国内上规模的汽车尾气净化器生产厂家主要有无锡威孚立达催化净化器有限责任公司、重庆海特实业有限公司和贵研铂业股份有限公司。

### 5.3.2 柴油机机外控制技术

#### 氧化型催化器（DOC，Diesel Oxidation Catalyst）

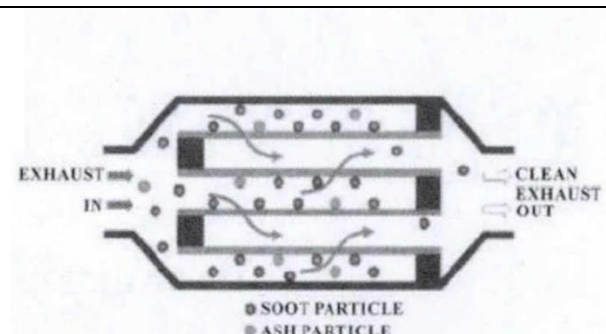
氧化型催化器主要用于柴油机的后处理装置，其原理和构成均与三元催化器相似，主要由壳体、催化剂涂层和载体等部分构成，且载体多采用蜂窝状的氧化铝材料或蜂窝状的陶瓷材料制成，原理是通过氧化型催化器中的催化剂使通过其中的高温有害气体（HC、CO）产生氧化反应，生成  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ ，同时，氧化型催化剂也能有效地氧化掉 PM 中的可溶性有机物（SOF），使 PM 的排放量得以降低。此外，还有将还原剂换为氨的氨氧化催化器（ASC）。

图 13：DOC 构成及工作原理



资料来源：汽车实用技术《重型柴油汽车国六后处理技术路线介绍》

图 14：DPF 工作原理示意图



资料来源：《满足国六排放法规的后处理技术简述(HNSAE17252)》

#### 柴油颗粒捕集器（DPF，Diesel Particulate Filter）

柴油颗粒捕集器是安装在柴油车排气系统中非常重要的过滤装置，可通过过滤降低柴油车的 PM 排放量，原料多为堇青石或碳化硅，原理是当 PM 通过柴油颗粒捕集器时，相邻的蜂窝孔道两端会交替堵孔，迫使气流通过多孔的壁面，从而将颗粒物捕集在壁面孔内及入口壁面上。研究表明，柴油颗粒捕集器能有效净化柴油车排气中 70%-90% 的颗粒，是降低柴油汽车 PM 排放量的有效措施之一。DPF 可以分为主动再生和被动再生，相较而言，被动再生所需温度较低，能够实现 DPF 的连续再生。

表 19：DPF 分类

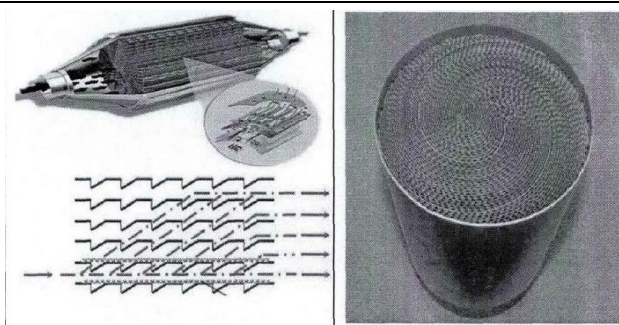
| 分类   | 释义&反应原理  | 典型的 DPF 再生方式 |                               |
|------|--|--------------|-------------------------------|
| 主动再生 | 在通过外在提供能量是 DPF 内部温度达到颗粒物氧化燃烧所需的温度而实现的再生。<br>$2NO+O_2=2NO_2$ , $2NO_2+C=CO_2+2NO$<br>NO <sub>2</sub> 生成需要温度 200-400°C 和催化作用 | 利用外部热源       | 喷油助燃、电加热（前端 or 埋入式）、微波加热、红外加热 |
|      |  | 利用发动机热能      | 大负荷再生、排气/节流、HC 和 CO 氧化        |
|      |  | 机械再生         | 反吹再生                          |
| 被动再生 | 在过滤体表面涂覆催化剂或在燃油中添加催化剂，以降低碳烟所需的氧化反应温度。<br>$C + O_2=CO_2$ , 需要温度 600°C   | 降低微利活化能      | 燃油中添加助燃催化剂、DPF 涂覆催化剂、产生再生反应物  |

资料来源：公开资料，卡车之家，山西证券研究所

### 颗粒氧化催化器（POC, Particulate Oxidation Catalyst）

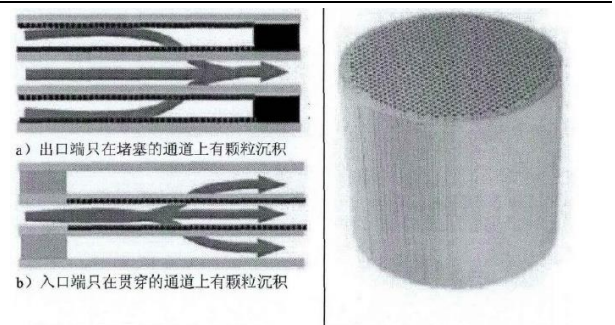
颗粒氧化催化器是采用流通式结构的过滤器,由特殊的多孔金属箔基板与金属网层构成，结构形式是多褶皱不堵塞通道，原理是尾气流过时被导向邻近的通道，而颗粒物则留在金属网上，具体可以分为：1）压紧捕捉：排放污染物中的大粒径的固态颗粒物流经排气管，通过催化器时，由于部分颗粒物粒径较大不能通过催化器载体上较小的通道，被载体表面捕捉；2）热泳捕捉：排放污染物中的小粒径的固态颗粒物流经排气管，通过催化器时，部分粒径小于载体通道的颗粒物会沿着多褶皱的载体通道由高温梯度的排气泳向低温梯度的排气，而被催化器载体表层捕捉；3）吸附捕捉：排放污染物中的小粒径的固态颗粒物流经排气管，通过催化器时，部分粒径小于载体通道的颗粒物就会直接被催化器的载体表面吸附捕捉。

图 15：POC 的金属载体



资料来源：刘滨《柴油机利用颗粒氧化催化器达国 VI 的研究》

图 16：POC 的陶瓷载体



资料来源：刘滨《柴油机利用颗粒氧化催化器达国 VI 的研究》

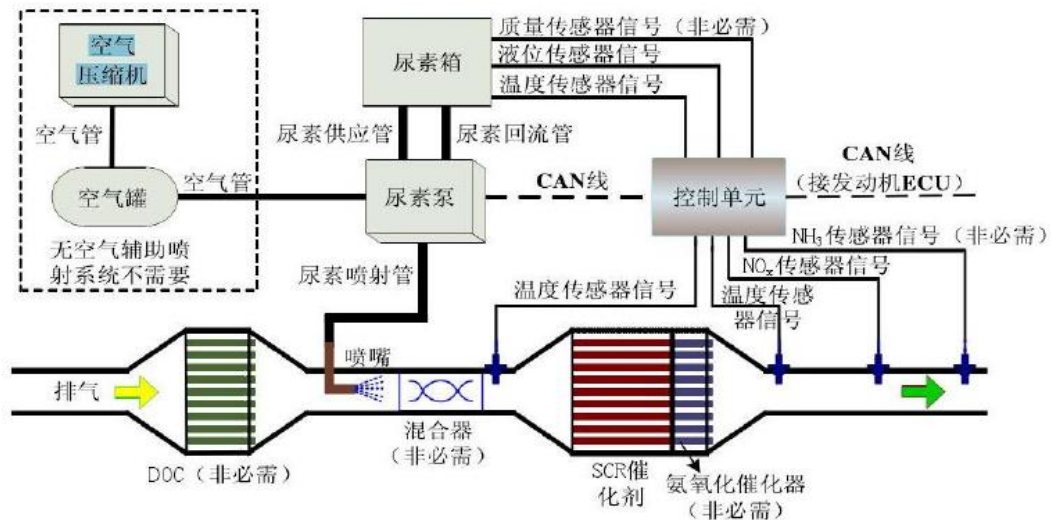
基于不同的过滤直径和运行条件，POC 对颗粒物的去除效率为 40%-70%。与 DPF 相比，POC 去除效率偏低，但是具有成本低、技术壁垒低的优势。此外，POC 通常与 DOC 配合使用来进行颗粒物的排放处理。

### 选择性催化还原装置（SCR, Selective Catalyst Reduction）

选择性催化还原装置由尿素供给单元、尿素喷射单元、控制单元以及催化器组成，主要目的是降低排放物中的氮氧化物（NO<sub>x</sub>）和提高燃烧效率，原理是先通过氧化催化器装置将 HC、CO、NO 氧化成 H<sub>2</sub>O、CO<sub>2</sub> 和 NO<sub>2</sub>，然后将尿素溶液喷射到氧化后的废气流中通过水解催化器，尿素的水溶液在大于 200°C 温度下

会产生  $\text{NH}_3$ ， $\text{NH}_3$  再与废气中的  $\text{NO}_x$  作用，利用选择性催化还原装置（SCR）将  $\text{NO}_x$  还原变成  $\text{N}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ ，排入大气中，从降低柴油汽车  $\text{NO}_x$  排放量。通过 SCR 可以将柴油车的  $\text{NO}_x$  排放量降低至 95% 以上，但是由于 SCR 装置中包含催化还原系统，SCR 路径在空间占用和成本上存在短板。

图 17：SCR 系统结构图

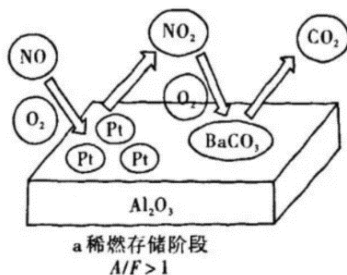


资料来源：张雷《降低  $\text{NO}_x$  和 PM 的复合催化器性能研究》

### 稀燃 $\text{NO}_x$ 捕集技术（LNT, Lean $\text{NO}_x$ Trap）

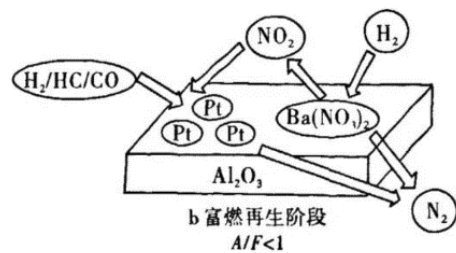
稀燃  $\text{NO}_x$  捕集技术主要通过柴油机混合气浓度变化而进行周期性的  $\text{NO}_x$  吸附、 $\text{NO}_x$  催化还原，该技术采用具有  $\text{NO}_x$  吸附能力的碱金属化合物作为关键存储装置，原理是：当柴油发动机在稀燃状态下（多氧气），尾气处于富氧状态，在铂的催化作用下，柴油发动机中的  $\text{NO}$  经过氧化后生成  $\text{NO}_2$ ，并被吸附剂以硝酸盐的形式吸附在催化剂表面；当发动机在浓燃条件下工作时，发动机排气中的  $\text{HC}$  和  $\text{CO}$  的含量增加，硝酸盐分解后释放出的  $\text{NO}_x$  在催化剂铈的作用下  $\text{CO}$ 、 $\text{HC}$  及  $\text{H}_2$  反应生成  $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{N}_2$ ，并使吸附剂中的碱金属再生。该技术可以有效减少柴油机排气中  $\text{NO}_x$  的排放量（ $\text{NO}_x$  吸收率可达 90%），且占用空间小，但该技术受燃油中硫含量的影响非常大，发动机油耗增加（需要多喷燃料进行还原反应），且成本较高。

图 18：稀燃存储阶段示意图



资料来源：搜狐汽车

图 19：富燃再生阶段示意图



资料来源：搜狐汽车

## 5.4 主要技术策略

一方面，对于国六排放标准中对排放限值的高标准，单一的技术路径或净化装置难以满足排放限值要求；另一方面，通过多种技术路径结合的方式能更好地平衡装置转化效率、减排效果、设计及生产成本。因此，实际应用中需对多种技术路径进行组合。目前，根据 EGR 和 SCR 利用率将国六技术路线分为无 EGR+高 SCR、低/中 EGR+SCR、高 EGR+无 SCR 3 种，国内目前偏向于低/中 EGR+SCR 技术路径，由于不同马力发动机应对的工况、市场需求均有差异，不同发动机偏向的技术路径也存在显著差异。

表 20：组合技术路径特征对比

| 系统      |                      | 无 EGR+高 SCR                                    | 低/中 EGR+SCR                                      | 高 EGR+无 SCR                                    |
|---------|----------------------|--|--|--|
| 配置组合    |                      | 进气节流阀+DOC+DPF+高效 SCR                           | 进气节流阀+VGT+EGR+DOC+DPF+SCR                        | 进气节流阀+VGT+EGR+DOC+DPF                          |
| 燃油供给系统  |                      | 共轨系统压力 $\geq 1800\text{bar}$<br>燃油经济性好，对油品敏感度低 | 共轨系统压力 $\geq 1800\text{bar}$<br>燃油经济性一般，对油品敏感度一般 | 共轨系统压力 $\geq 2500\text{bar}$<br>燃油经济性差，对油品剪感度高 |
| 排气后处理系统 | NO <sub>x</sub> 转化效率 | 90%  | 80%  | -  |
|         | EGR 率                | -  | 15-30%   | 40-60%   |
|         | 布置难度                 | SCR 需要精确标定，后处理布置难度大                            | 后处理布置难度小   | 后处理布置难度小                                       |
| 进气系统    |                      | 进气节流阀  | 进气节流阀+VGT  | 进气节流阀+VGT                                      |
| 冷却系统    |                      | 与国五基本一致  | 需提升冷却性能  | 冷却性能要求较高                                       |
| 发动机     | 最高爆压                 | 200bar   | 200bar   | 220bar   |
|         | 性能特征                 | 可靠性好，保养周期长，维护方便，成本低                            | 可靠性一般，保养周期短，维护复杂，成本高                             | 可靠性差，缸体强度要求较高，发动机热管理标准难度答，保养周期短，维护复杂           |
| 尿素供给系统  |                      | 尿素消耗率 8-10%左右                                  | 尿素消耗率 5-8%左右                                     |  |
| 国外代表企业  |                      | 依维柯、斯堪尼亚、沃尔沃、康明斯                               | 戴姆勒、斯堪尼亚、沃尔沃、康明斯、曼及达夫                            | 万国   |
| 国内代表企业  |                      |  | 潍柴、玉柴、锡柴、江西五十铃                                   | 潍柴、福田康明斯                                       |

资料来源：文献整理，公开资料，山西证券研究所

表 21：国内部分厂家技术路线

| 厂家   | 发动机系列             | 技术路线  |
|------|-------------------|---|
| 华源莱动 | A20、A15、A22       | 电控 WGT 增压中冷+旁通阀 EGR+CDPF+SCR                              |
| 中国重汽 | MC13 系列           | 直列六缸、水冷、四冲程、增压中冷、高压共轨                                     |
|      | MT13 系列           | 直列六缸、水冷、四冲程、增压中冷、CFV 连续流燃气供给、冷却 EGR、三元催化                  |
| 潍柴动力 | WP4.6N 系列         | 四气门、高压共轨、增压中冷、EGR+DPF+DOC+SCR                             |
|      | WP4.6NNG 系列       | ER+EGR+TWC  |
|      | WP7 系列            | CR+EGR+DOC+DPF+SCR  |
|      | WP10H 系列          | VNT+EGR+DOC+DPF+SCR、CR+DOC+DPF+HiSCR、CR+EGR+DOC+DPF+HiSCR |
|      | WP12 系列           | CR+DOC+DPF+Hi_SCR   |
| 云内动力 | 德威 D25、D40、D45 系列 | 电控共轨系统 HEGR+DOC+DPF+SCR+ASC                               |

|       |                       |                 |
|-------|-----------------------|-----------------|
| 玉柴    | K11 外其他系列             | EGR+DOC+DPF+SCR |
|       | K11 系列                | DOC+DPF+SCR+ASC |
| 康明斯   | ISD4、ISB6、ISD7、ISL8.9 | DOC+DPF+SCR     |
| 江西五十铃 | JE493、JE4D28          | DOC+DPF+SCR+ASC |

资料来源：公开资料整理，各公司官网，山西证券研究所

## 6.主要上市公司布局情况

### (1) 潍柴动力 (000338.SZ)

公司是国内重卡发动机龙头，2018 年公司销售重卡发动机 36.3 万台，市占率 31.6%，市占率水平在行业内遥遥领先，控股子公司陕西重型汽车有限公司全年共销售重卡 15.3 万辆（同比+2.7%），市占率 13.3%（与 2017 年基本持平），居国内重卡企业第一梯队。

公司是行业内最早完成全系列 2L-13L 国六发动机开发和认证工作的企业，并满足小批量投放条件，具备国六客车、卡车、工程车等多种车型的发动机配套能力。

表 22：潍柴动力国六发动机产品

| 系列       | 适配范围                               | 燃料  | 排量 (L)   | 最大输出功率 (kW)         | 额定转速 (rpm) | 发动机形式   |
|----------|------------------------------------|-----|----------|---------------------|------------|---|
| WP4.6N   | 中重卡、客车、校车、工程机械、农业装备                | 柴油  | 4.6      | 162                 | 2300       | 四气门、高压共轨、增压中冷、EGR+DPF+DOC+SCR                                     |
| WP4.6NNG | 4×2 载货、专用车等                        | 天然气 | 4.58/4.6 | 140/110/125         | 2300       | ER+EGR+TWC  |
| WP7      | 卡车、客车、载货车、中置轴车、轻量化自卸车、码头牵引车、水泥搅拌车等 | 柴油  | 7.47/7.5 | 220/176/199/<br>235 | 1900/2100  | CR+EGR+DOC+DPF+SCR  |
| WP10H    | 卡车                                 | 柴油  | 9.5      | 294/228/247/<br>276 | 1900       | VNT+EGR+DOC+DPF+SCR,<br>CR+DOC+DPF+HiSCR,<br>CR+EGR+DOC+DPF+HiSCR |
| WP12     |                                    | 柴油  | 11.6     | 338/360             | 1900       | CR+DOC+DPF+Hi_SCR   |
| WP13G    |                                    | 柴油  | 12.54    | 353/426/405/<br>275 | 1900       |   |
| WP17     | 汽车吊，履带车，大件运输车，矿车，推土机               |     | 16.72    | 515                 | 2100       | 高压共轨，直喷，增压中冷，SCR 后处理  |

资料来源：公司官网，山西证券研究所

### (2) 中国重汽 (000951.SZ)

公司已拥有涵盖重卡生产全工艺流程的多条具有国际水平的“重卡专业生产流水线，公司上线的中国重汽制造执行系统 (HMES) 将生产管理、工艺管理、整车物流、总成管理等紧密关联，为企业打造了全面适用的制造协同管理平台，可以更加有效的保障国内外重卡市场“多品种、多系列、多批量、个性化”的用户订单需求，也为企业的智能制造以及产品全生命周期管理打下了坚实的基础。



2017年1月，在曼技术平台基础上，中国重汽通过技术创新研发的欧六排放标准发动机成功面市，并通过了欧盟认证，新产品通过热管理措施，发动机颗粒物排放比标准提高20%以上。2018年4月，在国六标准落地之前，中国重汽就向香港批量交付了达到欧六标准的T5G洗街车。2019年以来，中国重汽油德卡、豪沃、豪瀚、斯太尔四大品牌国六产品纷纷上市。

表 23：中国重汽国六发动机产品

| 系列     | MC13 系列                   |                           | MT13 系列  |  |
|--------|---------------------------|---------------------------|--|--|
| 发动机    | MC13.48-60                | MC13.50-60                | MT13.48-60                                       | MT13.52-60                                   |
| 适配范围   | 卡车用                       | 卡车用                       |  |  |
| 燃料     | 柴油                        | 柴油                        | 天然气(LNG/CNG)                                     | 天然气(LNG/CNG)                                 |
| 排量     | 12.419L                   | 12.419L                   | 12.419L  | 12.419L                                      |
| 最大输出功率 | 353kW                     | 368kW                     | 353kW  | 382kW  |
| 额定转速   | 1900rpm                   | 1900rpm                   | 1900rpm  | 1800rpm                                      |
| 最大马力   | 480 马力                    | 500 马力                    | 480 马力   | 520 马力                                       |
| 最大扭矩   | 2300N.m                   | 2400N.m                   | 2200N.m  | 2400N.m                                      |
| 发动机形式  | 直列六缸、水冷、四冲程、<br>增压中冷、高压共轨 | 直列六缸、水冷、四冲程、<br>增压中冷、高压共轨 | 直列六缸、水冷、四冲程、<br>增压中冷、CFV 连续流燃气<br>供给、冷却 EGR、三元催化 | 直列六缸、水冷、四冲程、<br>增压中冷、当量燃烧+EGR、<br>电控预混合、单点喷射 |

资料来源：公司官网，山西证券研究所

### (3) 威孚高科 (000581.SZ)

公司主营产品包括汽车燃油喷射系统、进气系统、汽车后处理系统，其中汽车燃油喷射系统和汽车后处理系统 2018 年营收占比分别为 57.65% 和 32.04%。

根据公司官网，公司汽车燃油喷射系统相关产品包括泵、喷油嘴、电控蓄压分配式共轨系统，汽车尾气后处理系统产品包括柴油颗粒氧化催化剂 (POC)、柴油车选择性催化还原系统、CNG/LPG 催化剂、汽油车用三元催化剂、柴油氧化性催化剂 (DOC)、选择性催化还原系统、柴油颗粒物捕集器、催化净化器。

### (4) 银轮股份 (002126.SZ)

公司围绕“节能、减排、智能、安全”四条产品发展主线，专注于油、水、气、电介质间的热交换产品及后处理排气系统相关产品的研发、生产与销售。其中，乘用车热管理相关产品包括发动机机油冷却器及总成、机油滤清器及总成、EGR (废气再循环) 冷却器及总成、EGR 阀、中冷器、水箱、铝铸件、前端冷却模块等；商用车热管理相关产品包括发动机机油冷却器及总成、机油滤清器及总成、前端冷却模块、铝铸件、EGR (废气再循环) 冷却器及总成、空调系统等；

2016 年与法国弗吉亚在后处理产品建立合资公司，与德国皮尔博格建立 EGR 合资公司，提升公司相关产品研发实力的同时，为公司全球化布局奠定了良好的基础。

公司积极拓展海内外客户，其中不乏众多优质客户为公司业绩护航。公司国内客户有吉利、长城、长安、奇瑞、一汽轿车、广汽、玉柴、北汽福田、天津雷沃、东风商用车、锡柴、上柴、大柴、云内、东风股份、东风康明斯、重庆康明斯、陕汽、中国重汽、江淮、金龙、江铃、徐工、山工、厦工、临工等。国际客户有戴姆勒、福特、通用、大众、沃尔沃、菲亚特、卡特彼勒、康明斯、约翰迪尔、纳威斯达、曼胡默尔、西门子、道依茨、法雷奥、久保田、住友重机、MTU、曼恩、阿尔斯通、英格索兰等。

#### （5）隆盛科技（300680.SZ）

目前，公司及子公司的主营产品涵盖了乘用车、商用车、非道路以及新能源汽车电机驱动模块领域。其中，公司的主营业务为发动机废气再循环（EGR）系统产品的研发、生产与销售。

汽油发动机领域：公司在 2018 年实现上汽通用五菱百分百全份额供货，并拓展了新增客户东安动力、昌河汽车，为后续相关产品配套提供了有利的客户资源。

柴油发动机领域：一方面，截止 2018 年报报告期末，公司在柴油轻型商用车领域的高低压 EGR 系统已经积累了技术基础，包含 EGR 阀体部分和 EGR 冷却器部分的产品、进排节气门产品及高温传感器产品，应对国六 B 阶段标准的产品研发已全部完成，后续仅需针对产品变形实施开发工作。另一方面，公司在该部分的市场占有率依然稳固，特别针对传统市场：福田汽车、新柴股份、庆铃汽车、一汽锡柴、江铃股份、江西五十铃发动机、玉柴动力（非道路）、绵阳新晨、云内动力、全柴动力等国内主要的轻型发动机生产厂家，公司后续国六产品配套奠定了良好的客户基础。

#### （6）万润股份（002643.SZ）

公司主要从事信息材料产业、环保材料产业和大健康产业三个领域产品的研发、生产和销售。其中，公司的环保材料业务发展良好，目前是全球领先的汽车尾气净化催化剂生产商的核心合作伙伴。

万润股份生产的沸石系列环保材料适用于国际最高要求的汽车尾气排放欧 VI 标准，2013 年正式投产，根据公司官网信息，公司现已成为高端沸石环保材料世界第二大供应商。同时，公司充分利用化学合成方面的经验，不断拓宽发展领域，在火电厂烟气脱硝催化剂，MTO，石油催化裂解等材料，节能照明产业，有机太阳能技术，新能源汽车等配套设施的材料等方向打下了良好基础。

#### （7）国瓷材料（300285.SZ）

公司主要从事各类高新材料的研发、生产和销售，产品应用领域涵盖电子信息和通讯领域、汽车尾气催化领域、生物医疗领域等现代高科技领域等。

公司目前已经在国六技术路径相关的多个领域进行了布局，产品多点启发，随着国六排放标准逐步落地，相关产品需求有望提升。2019 年上半年公司蜂窝陶瓷产品技术、市场全面突破，汽油机方面，GPF 公告进展顺利，现在发货数量正在逐步增长；柴油机方面，直通式载体（SCR/DOC）及壁流式载体（DPF）

都已进入国六、T4 验证阶段，并取得了阶段性的结果。

公司全资子公司国瓷博晶原为江西博晶科技有限公司，核心产品包括铈锆固溶体复合氧化物系列、氧化铝负载型铈锆复合氧化物系列、改性氧化铝（稀土改性、硅改性等）系列、大比表面积氧化铈系列。汽车尾气催化除贵金属外，主要的四种材料是：高热稳定性的氧化铝、铈锆固溶体，蜂窝陶瓷载体和分子筛。铈锆固溶体复合氧化物材料作为储氧释氧材料，可将汽车尾气中的 CO 和 NO<sub>x</sub> 等有害气体通过氧化还原反应转化为无害的二氧化碳和氮气，使之成为汽车尾气净化不可或缺的重要材料。目前我国的催化技术还相对落后，铈锆固溶体复合氧化物催化材料也比较薄弱，而全球的铈锆固溶体复合氧化物催化材料的技术和生产主要掌握在比利时 Solvay、日本 DKKK、加拿大 AMR 等国际巨头手里面，国际巨头的市占率超过 70%。江西博晶科技股份有限公司以高技术起点进入稀土催化材料市场，技术水平达到国内一流，目前产能在全国同行名列前茅。2019 年 3 月，全资子公司国瓷博晶通过了 IATF16949 质量体系认证，与国内知名客户完成了国六产品的实验，并实现稳定供货。

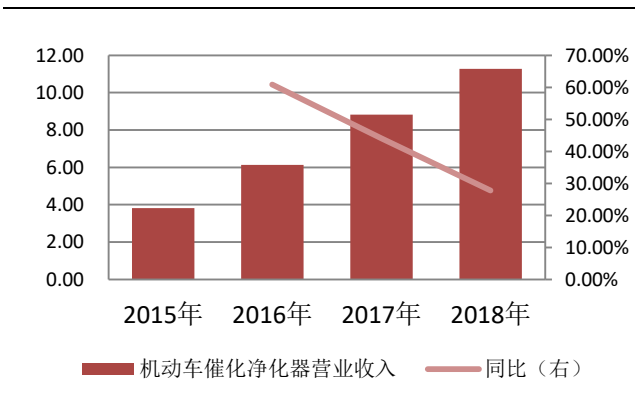
### （8）贵研铂业（600459.SH）

公司是从事贵金属研究、开发和生产经营的国家级高新技术企业，也是国内唯一在贵金属材料领域拥有系列核心技术和完整创新体系、集产学研为一体的上市公司，生产各类产品涵盖 390 多个品种、4000 余种规格，产品已广泛应用于汽车、电子信息、国防工业、新能源、石油、化学化工、生物医药、建材、环境保护等行业。

公司汽车催化剂市场占有率不断提升，且在技术层面具备优势，拥有“汽车尾气净化三效稀土基催化剂产业化”和“铂基微电子浆料及专用材料产业化”两个国家高技术产业化示范工程。

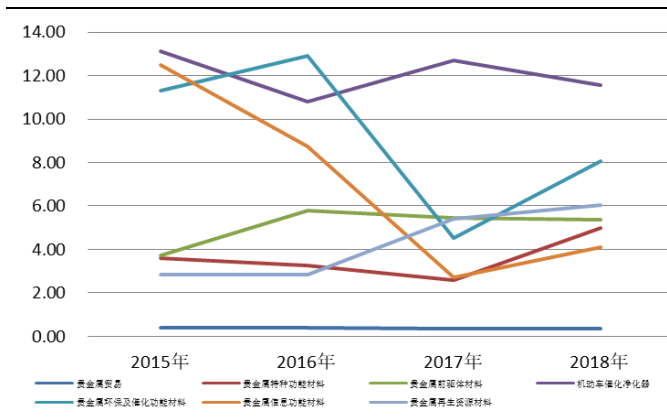
公司机动车催化净化器产品营收规模持续扩大，2018 年营收 11.28 亿元，同比提升 27.81%，毛利率 11.57%，显著优于公司其他产品。

图 20：公司机动车催化净化器营收情况（亿元）



资料来源：wind，山西证券研究所

图 21：公司分产品毛利率情况（%）



资料来源：wind，山西证券研究所

## 7.投资策略

整体而言，我国排放标准呈现出**标准趋严、国际趋同、分段实行**的特征，而此次国六排放标准不仅是我国第一次不等效采用欧盟排放标准体系的标准，也大大提升了整车排放要求和技术推进难度。在此情况下，我们认为：

1) 在提前落地国六排放标准的地区，在国六车型方面布局更为充分的整车企业有望依托产品优势抢夺市场份额、提升品牌认知度，进而扩大自身竞争优势，但是目前来看，整车企业纷纷加快自身在国六产品的布局，影响趋于弱化；

2) 国六排放标准落地后，发动机作为国六实行技术路径推进的主要载体，整车对国六发动机的配套需求大幅提升，而国六发动机技术壁垒高，单车价值量和成本均有所提升，具备配套能力的发动机供应商有望依托自身产品优势抢占订单、优化产品结构；

3) 满足国六排放标准的技术路径整体提升了相关产品的技术壁垒和制造成本，如 EGR 阀、发动机控制器 ECU、催化剂等，有望吸引海外具备配套能力的企业加大在国内的布局，加剧行业竞争，促进国内企业加大研发投入、加速产能布局，进而依托国内整车市场自主崛起，加快海外替代的步伐，此外，具备相关产品制造和配套能力的制造商议价能力较强，产品结构有望随国六车型上量而整体优化，推动竞争格局强者恒强。

因此，建议投资者关注 3 条主线：

一是国六车型储备更为完善、提前推进地区布局更充分的整车龙头，如上汽集团；

二是具备国六发动机生产配套能力的零部件制造商，如潍柴动力、中国重汽；

三是**聚焦 EGR 阀、发动机控制器 ECU、催化剂等技术壁垒高的细分领域**，关注技术储备充分，并具有一定客户基础的细分行业龙头。

## 8.风险提示

- 1) 宏观经济增长不及预期；
- 2) 政策落地不及预期；
- 3) 汽车销量持续低迷；
- 4) 技术落地进度不及预期。

### 分析师承诺：

本人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，本人承诺，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰地反映本人的研究观点。本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接接受到任何形式的补偿。本人承诺不利用自己的身份、地位和执业过程中所掌握的信息为自己或他人谋取私利。

### 投资评级的说明：

——报告发布后的 6 个月内上市公司股票涨跌幅相对同期上证指数/深证成指的涨跌幅为基准

——股票投资评级标准：

买入： 相对强于市场表现 20%以上  
增持： 相对强于市场表现 5~20%  
中性： 相对市场表现在-5%~+5%之间波动  
减持： 相对弱于市场表现 5%以下

——行业投资评级标准：

看好： 行业超越市场整体表现  
中性： 行业与整体市场表现基本持平  
看淡： 行业弱于整体市场表现

### 免责声明：

山西证券股份有限公司(以下简称“本公司”)具备证券投资咨询业务资格。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。入市有风险，投资需谨慎。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。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本所于发布本报告当日的判断。在不同时期，本所可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司或其关联机构在法律许可的情况下可能持有或交易本报告中提到的上市公司所发行的证券或投资标的，还可能为或争取为这些公司提供投资银行或财务顾问服务。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。本公司在知晓范围内履行披露义务。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。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。否则，本公司将保留随时追究其法律责任的权利。

### 山西证券研究所：

#### 太原

太原市府西街 69 号国贸中心 A 座 28 层  
邮编：030002  
电话：0351-8686981  
<http://www.i618.com.cn>

#### 北京

北京市西城区平安里西大街 28 号中海  
国际中心七层  
邮编：100032  
电话：010-83496336

