

中信汽车·车闻天下（第 43 期）

——柴油机后处理专题之四 国 IV 排放法规

中信证券研究部 汽车行业研究组

李春波

电话：010-60838203

邮件：lcb@citics.com

执业证书编号：S1010510120010

联系人：陈俊斌

电话：010-60836703

邮件：chenjb@citics.com

许英博

电话：010-60838704

邮件：xuyb@citics.com

执业证书编号：S1010510120041

联系人：高嵩

电话：010-60838822

邮件：gs@citics.com

本期引言：

从最早 2005 年 GB17691-2005 中规定 2010 年 1 月 1 日型式核准、2011 年 1 月 1 日实施，到 2010 年 10 月环保部关于国家机动车排放标准第四阶段限值实施日期的复函中表示推迟一年至 2012 年 1 月实施，再到目前环保部、工信部、发改委等相关部委尚无明确表态，重型商用车国 IV 排放法规的实施可谓一波三折。究其原因，既有柴油油品问题，也有尿素添加站等基础设施建设问题，此外，若严格实施国 IV 法规也将增加购车成本，同时进一步削弱民族零部件企业的竞争力。

本期『车闻天下』我们将回溯国 IV 排放法规的实施进程、各相关部委的官方表态、发动机厂家的技术储备，以及相关零部件企业的准备情况，并对国 IV 法规的可能实施时间、方案及受益公司做出推测。

如有疑问欢迎交流。如果您对我们的栏目有特别的期望或者要求，欢迎提出意见和建议。

国家标准号	地点	级别	正式实施时间	原定实施时间		推迟实施时间
				型式核准	新车销售	新车销售
GB18532.3-2005 (轻型车 ≤3.5 吨)	北京	国 II	2003.01.01			
		国 III	2005.12.30			
		国 IV	2008.03.01			
	全国	国 II	2004.07.01			
		国 III	2009.07.01	2007.07.01(**)	2008.07.01(**)	2009.07.01
国 IV	尚未实施	2010.07.01(**)	2011.07.01(**)	2013.07.01(***)		
GB17691-2005 (中重型车 >3.5 吨)	北京	国 III	-			
		国 IV	2008.07.01			
	全国	国 V	尚未实施			
		国 III	2008.07.01	2007.01.01(*)	2008.01.01(*)	2008.07.01
		国 IV	尚未正式实施	2010.01.01(*)	2011.01.01(*)	2012.01.01(***)
国 V	尚未实施	2012.01.01(*)	2013.01.01(*)			

注：

*：《车用压燃式、气体燃料点燃式发动机与汽车排气污染物排放限值及测量方法（中国 III、IV、V 阶段）》（GB17691-2005），2005.05.30

**：《轻型汽车污染物排放限值及测量方法（中国 III、IV 阶段）》（GB18352.3-2005），2005.04.15

***：环保部关于国家机动车排放标准第四阶段限值实施日期的复函，2010.10.21

资料来源：环保部，中信证券研究部

目 录

本期引言:	1
国 IV 标准的原定实施日期与第一次延期	1
GB17691-2005 与重型车国 IV 标准	1
GB18352.3-2005 与轻型车国 IV 标准	1
国 IV 标准的延期	1
目前国 IV 法规涉及各相关方的表态与进展	2
国 IV 实施日期的推测与展望	4
实施国 IV 法规具有较强的紧迫性	4
柴油机尾气对健康危害较大	4
提升柴油机排放标准有助缓解 PM2.5 的压力	5
国 IV 法规正式实施日期可能推迟至 2013 年	8
国 IV 排放的主要方案和受益公司	8
前处理系统	9
后处理系统	10

插图目录

图 1: 柴油机颗粒物排放特性	5
图 2: 柴油机颗粒物排放有损人体健康	5
图 3: 浙江省 2009 年各种类型汽车颗粒物 (PM) 排放因子	6
图 4: 杭州地区 2009 年各种类型汽车颗粒物 (PM) 排放辆	6
图 5: 十一五期间我国氮氧化物排放构成	7
图 6: 2010 年各类汽车排放量占比	7
图 7: 2010 年各类汽车氮氧化物排放量	8
图 8: 柴油机后处理系统的发展	8
图 9: 电控高压共轨被广泛采用	9
图 10: 康明斯等采用电控泵喷嘴技术	9
图 11: 依维柯等采用电控单体泵技术	9
图 12: 国 IV 排放两种技术路线的原理	11

表格目录

表 1: GB17691-2005 规定的重型车各阶段排放标准型式核准的日期.....	1
表 2: 轻型车与中重型车国 II-国 V 标准实施情况.....	2
表 3: 目前量产的主要国 IV 排放发动机.....	3
表 4: 国标 ESC（稳态循环）和 ELR（负荷烟度试验）试验限值.....	7
表 5: 目前中重型车和轻型车应对国 IV 排放可能的方案.....	9
表 6: 欧美主要厂家欧 III-欧 IV 采用的技术路线——共轨为主流.....	9
表 7: 国 IV 后处理方案及对比分析.....	11

国 IV 标准的原定实施日期与第一次延期

环保部于 2005 年分别规定了中重型柴油车和轻型柴油车的国 IV 排放的实施日期。2010 年，环保部在给汽车工业协会的复函中明确表示上述车型的国 IV 排放实施日期分别推迟 1 年和 2 年执行。

GB17691-2005 与重型车国 IV 标准

环保部于 2005 年 5 月 30 日发布《车用压燃式、气体燃料点燃式发动机与汽车排气污染物排放限值及测量方法（中国 III、IV、V 阶段）》（GB17691-2005），明确给出了国 III、国 IV 和国 V 排放型式核准的实施日期，该法规自 2007 年 1 月 1 日起实施。

表 1: GB17691-2005 规定的重型车各阶段排放标准型式核准的日期

第 III 阶段	第 IV 阶段	第 V 阶段
2007 年 1 月 1 日	2010 年 1 月 1 日	2012 年 1 月 1 日

资料来源: GB17691-2005

同时，GB17691-2005 还规定，自型式核准执行日期之后一年起，凡不满足该标准相应阶段要求的新车不得销售、注册登记，不满足本标准相应阶段要求的新发动机不得销售和投入使用。

根据该规定，国 IV 排放的型式核准应于 2010 年 1 月 1 日起实施，之后一年，也就是 2011 年 1 月 1 日起，不满足国 IV 排放的车型将不得在市场上销售。

GB18352.3-2005 与轻型车国 IV 标准

环保部于 2005 年 4 月 15 日发布了《轻型汽车污染物排放限值及测量方法（中国 III、IV 阶段）》（GB18352.3-2005），对总质量不超过 3.5 吨的轻型车国 III 和国 IV 标准的实施予以规定。对于轻型车，同样也是型式核准后的一年起，凡不满足该标准相应阶段要求的新车不得销售、注册登记，不满足本标准相应阶段要求的新发动机不得销售和投入使用。

根据该规定，轻型车国 III 标准原定于 2007 年 7 月 1 日起实施型式核准，国 IV 标准原定于 2010 年 7 月 1 日起型式核准。

国 IV 标准的延期

重型车和轻型车国 III 阶段标准并未如期实施，按照新车销售的最终日期分别延期半年和一年，导致国 III 向国 IV 标准过渡的期限缩短。另外，国内国 IV 车用燃油标准尚未出台，还无法确保在全国范围内供应相应车用燃油，目前除北京等大城市外，大部分地区的柴油油品达不到国 III 标准，含硫量很高，给全面实施机动车国 IV 标准带来困难。

在 2010 年 10 月 21 日《关于国家机动车排放标准第四阶段限值实施日期的复函》中，环保部明确表示，“对车用压燃式发动机与汽车，暂定推迟一年实施国四标准。即从 2012 年 1 月 1 日起，凡不满足国四标准要求的压燃式新车不得销售和注册登记；不满足国四标准要求的压燃式新发动机不得销售和投入使用。对轻型柴油汽车，暂定推迟两年实施国四标准。即从 2013 年 7 月 1 日起，凡不满足国四标准要求的轻型柴油汽车不得销售和注册登记。”

表 2: 轻型车与中重型车国 II-国 V 标准实施情况

国家标准号	地点	级别	正式实施时间	原定实施时间		推迟实施时间
				型式核准	新车销售	新车销售
(轻 型 车 ≤3.5 吨) GB18532.3-2005	北京	国 II	2003.01.01			
		国 III	2005.12.30			
		国 IV	2008.03.01			
	全国	国 II	2004.07.01			
		国 III	2009.07.01	2007.07.01(**)	2008.07.01(**)	2009.07.01
		国 IV	尚未实施	2010.07.01(**)	2011.07.01(**)	2013.07.01(***)
(中 重 型 车 >3.5 吨) GB17691-2005	北京	国 III	-			
		国 IV	2008.07.01			
		国 V	尚未实施			
	全国	国 III	2008.07.01	2007.01.01(*)	2008.01.01(*)	2008.07.01
		国 IV	尚未正式实施	2010.01.01(*)	2011.01.01(*)	2012.01.01(***)
	国 V	尚未实施	2012.01.01(*)	2013.01.01(*)		

注:

*: 《车用压燃式、气体燃料点燃式发动机与汽车排气污染物排放限值及测量方法（中国 III、IV、V 阶段）》（GB17691-2005），2005.05.30

**：《轻型汽车污染物排放限值及测量方法（中国 III、IV 阶段）》（GB18352.3-2005），2005.04.15

***：环保部关于国家机动车排放标准第四阶段限值实施日期的复函，2010.10.21

资料来源：环保部，中信证券研究部

目前国 IV 法规涉及各相关方的表态与进展

根据延期后的国 IV 法规实施日期，目前中重型车国 IV 理应正式进入实施阶段，不满足国 IV 排放的中重型商用车将不能销售和上牌。但目前环保部、工信部、发改委等相关部委或由于意见不一尚无明确表态，国 III 柴油尚未全国范围铺开，尿素加注站等基础设施建设亦仍有待完善，因此国 IV 标准尚不具备严格实施的条件，正式实施的日期将可能再次推迟。目前各相关方的表态与进展如下：

➤ 环保部

- 最新的官方表态是 2010 年 10 月的《关于国家机动车排放标准第四阶段限值实施日期的复函》，其中明确的国 IV 排放日期分别是中重型车的 2012 年 1 月 1 日和轻型车的 2013 年 7 月 1 日；
- 从操作层面，环保部是排放法规的制定者和监督者，希望按照时间表如期实施。

➤ 工信部和发改委

- 目前工信部和发改委关于柴油车国 IV 并无明确表态。但从操作层面上与环保部的步调并不一致，主要从行业发展的角度考虑，更倾向于稳步推进。

➤ 石油石化行业

- 2009 年 5 月 18 日国务院出台的《石化产业调整和振兴规划》中要求 2010 年车用柴油全部达到国 III 标准；
- 但是实际操作中由于成本增加，国家没有补贴等原因，除北京、上海、广东等省市外，其他多数地区的柴油并未达到国 III 标准，油品含硫量高于 150ppm，部分地区甚至超过 2000ppm。

➤ 发动机企业

- 对于发动机企业，由于从共轨国 III 升级至国 IV 技术难度提升相对国 II 升级国 III 小，因此前期准备的压力并不太大；

■ 目前各发动机企业都已基本准备好了国 IV 解决方案及相关机型,待政策时机成熟时即可投放市场。

➤ 相关核心零部件企业

■ 目前国内商用车国 IV 发动机相关核心零部件企业也都在积极准备相关配套技术。部分产品已经实现小批量供货或者处于实验室匹配阶段。

➤ 商用车终端销售

■ 目前商用车终端仍在销售国 III 车型,国 IV 车型仅在北京等极少数地区销售。

表 3: 目前量产的主要国 IV 排放发动机

品牌	型号	缸数	排量	排放标准	发动机形式及特点
福田康明斯	ISF3.8s4168	4	3.76L	欧 IV/国 IV	增压中冷 博世高压共轨 高压直喷式 SCR
福田康明斯	ISF3.8s4154	4	3.76L	欧 IV/国 IV	增压中冷 博世高压共轨 高压直喷式 SCR
福田康明斯	ISF3.8s4141	4	3.76L	欧 IV/国 IV	增压中冷 博世高压共轨 高压直喷式 SCR
福田康明斯	ISF2.8s4148T	4	2.78L	欧 IV/国 IV	增压中冷 博世高压共轨 高压直喷式 SCR
福田康明斯	ISF2.8s4129T	4	2.78L	欧 IV/国 IV	增压中冷 博世高压共轨 高压直喷式 SCR
福田康明斯	ISF2.8s4161P	4	2.78L	欧 IV/国 IV	增压中冷 博世高压共轨 高压直喷式 EGR+DOC
福田康明斯	ISF2.8s4129P	4	2.78L	欧 IV/国 IV	增压中冷 博世高压共轨 高压直喷式 EGR+DOC
福田康明斯	ISF2.8s4107P	4	2.78L	欧 IV/国 IV	博世高压共轨 高压直喷式 EGR+DOC
南昌江铃	JE4D20	4	1.999L	欧 IV	直列四缸, 增压, 中冷, 双顶置凸轮轴, 电控共轨, 催化转换器, EGR
南昌江铃	JE4D15	4	1.499L	欧 IV	直列四缸, 增压, 中冷, 双顶置凸轮轴, 电控共轨, 催化转换器, EGR
潍柴	WP12.460N	6	11.596L	国 III、国 IV	水冷,四冲程,带排气门制动, 博世高压共轨,直喷,增压中冷
潍柴	WP12.430N	6	11.596L	国 III、国 IV	水冷,四冲程,带排气门制动, 博世高压共轨,直喷,增压中冷
潍柴	WP12.400N	6	11.596L	国 III、国 IV	水冷,四冲程,带排气门制动, 博世高压共轨,直喷,增压中冷
潍柴	WP12.375N	6	11.596L	国 III、国 IV	水冷,四冲程,带排气门制动, 博世高压共轨,直喷,增压中冷
潍柴	WP12.336N	6	11.596L	国 III、国 IV	水冷,四冲程,带排气门制动, 博世高压共轨,直喷,增压中冷
潍柴	WP12.300N	6	11.596L	国 III、国 IV	水冷,四冲程,带排气门制动, 博世高压共轨,直喷,增压中冷
潍柴	WP12.270N	6	11.596L	国 III、国 IV	水冷,四冲程,带排气门制动, 博世高压共轨,直喷,增压中冷
潍柴	WP12.480	6	11.596L	国 III、国 IV	水冷,四冲程,带排气门制动, 博世高压共轨,直喷,增压中冷
潍柴	WP12.440	6	11.596L	国 III、国 IV	水冷,四冲程,带排气门制动, 博世高压共轨,直喷,增压中冷
潍柴	WP12.400	6	11.596L	国 III、国 IV	水冷,四冲程,带排气门制动, 博世高压共轨,直喷,增压中冷
潍柴	WP12.375	6	11.596L	国 III、国 IV	水冷,四冲程,带排气门制动, 博世高压共轨,直喷,增压中冷
潍柴	WP12.330	6	11.596L	国 III、国 IV	水冷,四冲程,带排气门制动, 博世高压共轨,直喷,增压中冷
潍柴	WP12.290	6	11.596L	国 III、国 IV	水冷,四冲程,带排气门制动, 博世高压共轨,直喷,增压中冷
潍柴	WP12.270	6	11.596L	国 III、国 IV	水冷,四冲程,带排气门制动, 博世高压共轨,直喷,增压中冷
西安康明斯	ISM11E4 440	6	10.8L	国 IV/欧 IV	增压中冷、直喷、电控
西安康明斯	ISM11E4 420	6	10.8L	国 IV/欧 IV	增压中冷、直喷、电控
西安康明斯	ISM11E4 385	6	10.8L	国 IV/欧 IV	增压中冷、直喷、电控
西安康明斯	ISM11E4 345	6	10.8L	国 IV/欧 IV	增压中冷、直喷、电控
西安康明斯	ISM11E4 308	6	10.8L	国 IV/欧 IV	增压中冷、直喷、电控
东风康明斯	ISBE4+ 300	6	6.7L	欧 IV	直列六缸 高压共轨 SCR
东风康明斯	ISBE4+ 285	6	6.7L	欧 IV	直列六缸 高压共轨 SCR
东风康明斯	ISBE4+ 250	6	6.7L	欧 IV	直列六缸 高压共轨 SCR
东风康明斯	ISBE4+ 225	6	6.7L	欧 IV	直列六缸 高压共轨 SCR
东风康明斯	ISBE4+ 205	6	6.7L	欧 IV	直列六缸 高压共轨 SCR
东风康明斯	ISBE4+ 185	4	4.5L	欧 IV	直列四缸 高压共轨 SCR
东风康明斯	ISBE4+ 160	4	4.5L	欧 IV	直列四缸 高压共轨 SCR
东风康明斯	ISBE4+ 140	4	4.5L	欧 IV	直列四缸 高压共轨 SCR

资料来源: 卡车之家, 中信证券研究部整理

国 IV 实施日期的推测与展望

实施国 IV 法规具有较强的紧迫性

柴油机尾气对健康危害较大

柴油机排放物的种类极其复杂，依其对人类的危害性，可分为有害排放物和无害排放物两大类。无害排放物包括氮、氧和水蒸气等，二氧化碳尽管对地球气候会产生温室效应，但对人类无直接危害。有害排放物又称污染物，包括一氧化碳、氮氧化物、未燃烃、醛类、多环芳香烃、炭烟微粒以及含硫燃料燃烧时所排出的二氧化硫、硫化氢等。

柴油机排放物中，NO_x 和 PM 的含量显著高于汽油机。其主要原因在于柴油机的燃烧环境为富氧环境，高温高压下很容易产生较强氧化性的氮氧化物 NO_x，且柴油分子较汽油大，熔点较汽油高，在喷油压力不足够大的时候，雾化效果不好，所以容易燃烧不完全，产生较多的颗粒物 PM。

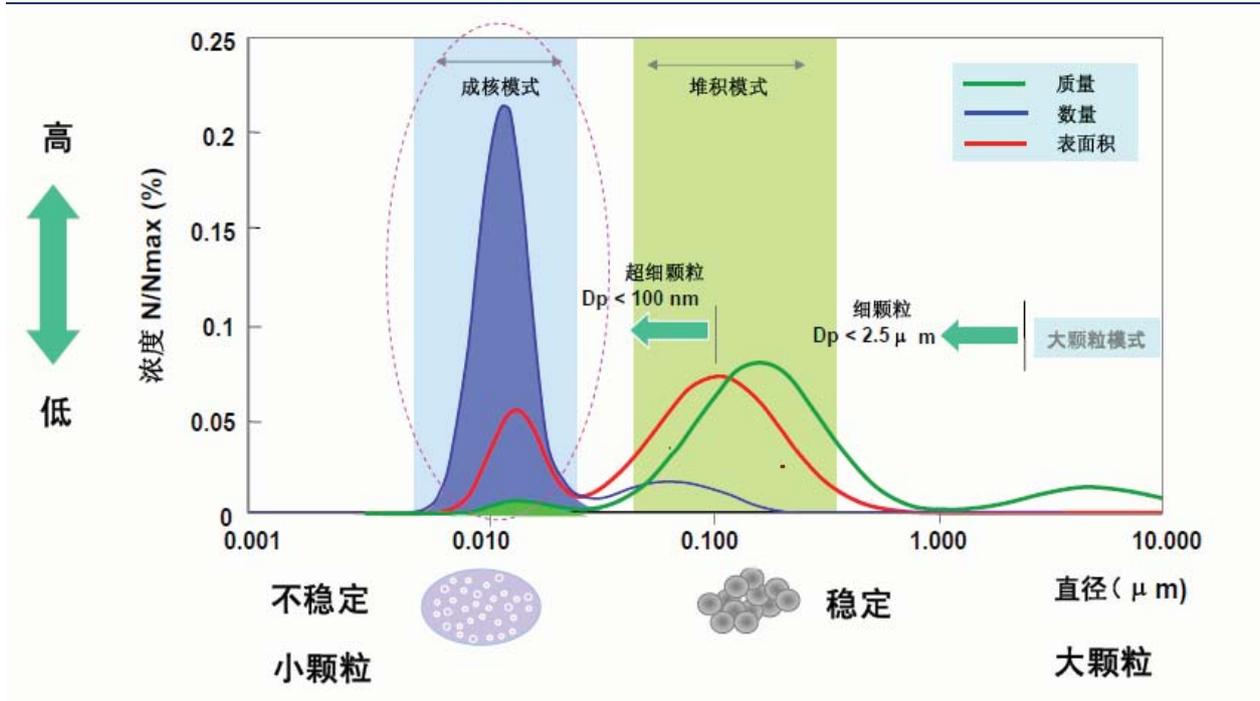
一氧化碳：一氧化碳是无色、无臭的有毒气体，它虽然对人的呼吸道无直接危害，但被吸入人体后，能以比氧强 210 倍的亲和力同血红蛋白结合，形成碳氧血红蛋白，阻碍血液向心、脑等器官输送氧气，使人发生恶心、头晕、疲劳等症状，严重时窒息死亡。一氧化碳也会使人慢性中毒，主要表现为中枢神经受损、记忆力减退等。为保护人类不受一氧化碳毒害，应将 24h 内吸气中的 CO 浓度限制在 5ppm（1ppm 代表百万分之 1）以内。在 1h 短期暴露情况下，CO 的允许浓度为 55ppm。

氮氧化物：燃烧装置中排出的氮氧化物主要是氧化氮和二氧化氮，而对柴油机来说，其排气中的氮氧化物绝大多数为 NO。NO 是无色并具有轻度刺激性的气体，它在低浓度时对人体健康无影响，高浓度时能造成人体中枢神经障碍。尽管 NO 的直接危害性不大，但 NO 在大气中可以被氧气氧化成毒性大 5 倍的二氧化氮。二氧化氮是一种赤褐色的带刺激性的气体，吸入人体后与血红蛋白作用，成为变性血红蛋白，使血液的输氧能力下降，它对心、肝、肾等也有影响。据报道，人只要在二氧化氮含量为 100~150ppm 的环境中待上 0.5—1h，就会因肺气肿而死亡。氮氧化物的另一大危害是在光化学反应下产生臭氧、醛和 PAN，其中醛对眼睛、上呼吸道、中枢神经等都有危害，臭氧具有极强的氧化力，PAN 的毒性介于 NO 和 NO₂ 之间。

未燃烃：未燃烃由于成分复杂，故其对人类的危害不能简单的以总浓度来衡量，而必须确定其中有毒成分的毒性及其安全浓度。例如在未燃烃中，甲烷是无毒的，而甲醛、乙醛等则是有毒的。尤其值得注意的是多环芳香烃中的 3、4 苯并芘及若干硝基烃，它们已被确认为致癌物质。

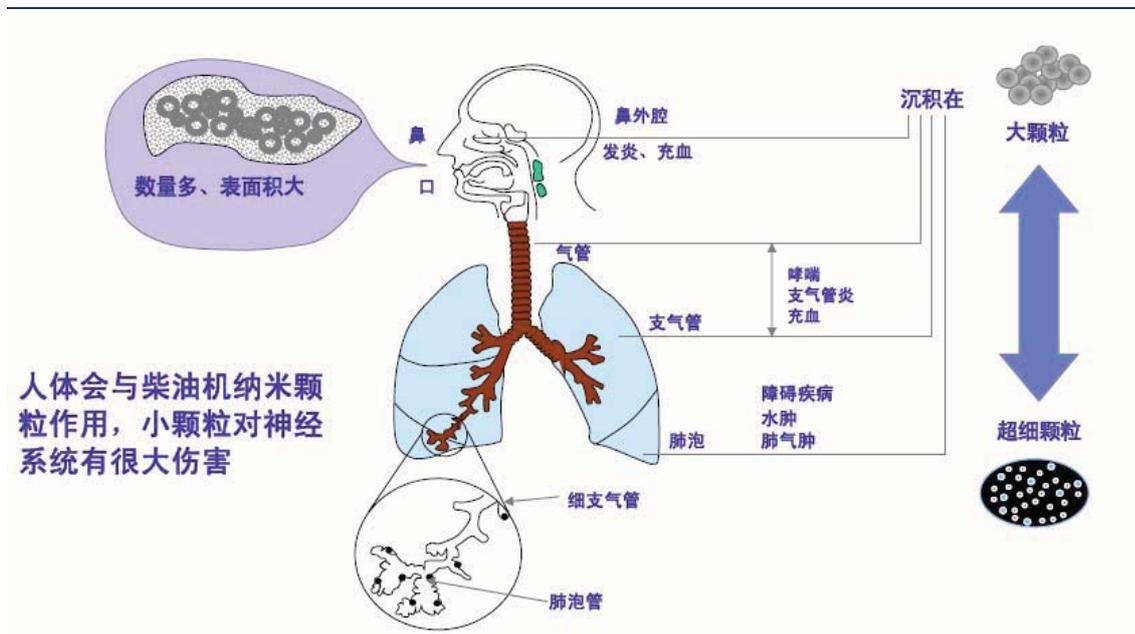
微粒：微粒对人类健康的危害性与微粒粒径大小及其组成有关。例如，直径小于 0.1 μm 的微粒在空气中做随机运动，它可以通过呼吸器官到达肺部并附在肺部细胞组织中，某些还会被血液吸收。直径介于 0.7—1 μm 的微粒兼有随机运动和沉降运动的特点，它能经呼吸道深入肺叶并粘附在肺叶表面的粘液中，随后在几小时内被绒毛所清除。较大的微粒（例如大于 5 μm）不能深入呼吸道，常到鼻、喉处便被阻住。由于柴油机排气中微粒粒径分布的峰值通常在 0.1 μm 左右，故处于能在大气中长期悬浮的尺寸范围内，从而对人体健康有很大威胁。柴油机的炭烟微粒主要由碳元素构成，并在其表面凝结或吸附含氢成分—未燃烃，由于含氢成分绝大多数可用有机溶剂萃取出来，故称为可溶有机成分。可溶有机成分，尤其是多环芳香烃等致癌物质，是微粒中威胁人体健康的主要因素。

图 1: 柴油机颗粒物排放特性



资料来源: David Kittelson

图 2: 柴油机颗粒物排放有损人体健康



资料来源: Ishihara

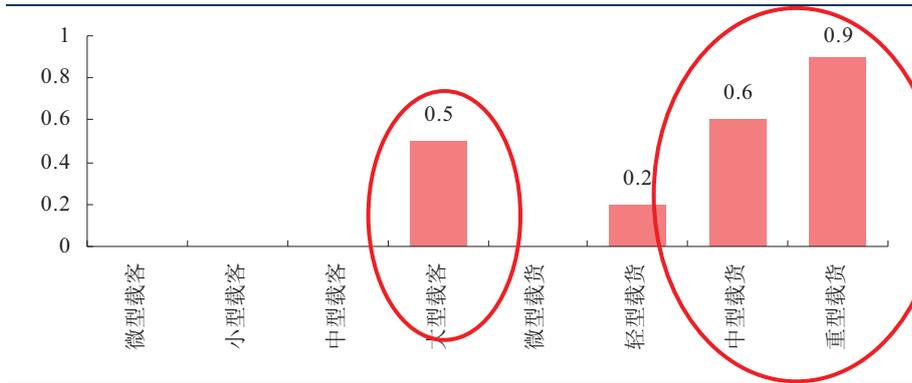
提升柴油机排放标准有助缓解 PM2.5 的压力

2011 年全国范围接连出现大范围雾霾天气, 引发社会对环境污染和空气质量的关注。而其罪魁祸首 PM2.5 的关注度显著提升。

PM 英文全称为 particulate matter（颗粒物）。科学家用“PM_x”来表示每立方米空气中这种颗粒的含量，这个值越高，就代表空气污染越严重。PM_{2.5} 是指大气中直径小于或等于 2.5 微米的颗粒物，也称为可入肺颗粒物。它的直径还不到人的头发丝粗细的 1/20。虽然 PM_{2.5} 只是地球大气成分中含量很少的组分，但它对空气质量和能见度等有重要的影响。

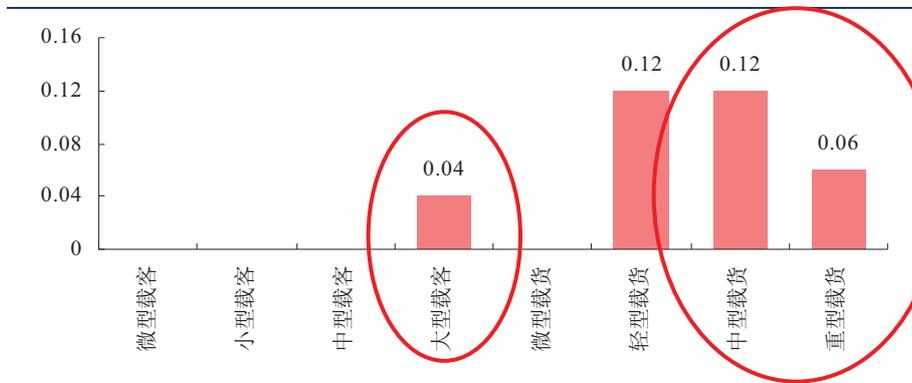
PM_{2.5} 的构成中一半来自烟尘、粉尘，另一半来自其他污染物，目前机动车排放的氮氧化物、挥发性有机物和可吸入颗粒物，在城市中心区所有污染源中的贡献比例已分别达到 66%、90% 和 26%。对于烟尘、粉尘形成的 PM_{2.5}，汽车尾气是最重要的“贡献者”之一。浙江省道路运输管理局的研究显示：大排量、柴油发动机使用率较高的大型载客汽车、中重型载货汽车颗粒物的排放因子最大；据估算，2009 年杭州地区各类汽车颗粒物排放总量达到 0.35 万吨，其中载货汽车是颗粒物排放的主体。

图 3：浙江省 2009 年各种类型汽车颗粒物（PM）排放因子（g/km）



资料来源：道路运输管理局《汽车尾气排放量的计算方法》，中信证券研究部

图 4：杭州地区 2009 年各种类型汽车颗粒物（PM）排放辆（万吨）



资料来源：道路运输管理局《汽车尾气排放量的计算方法》，中信证券研究部

而提高机动车的排放标准，是减少颗粒物排放最为有效手段之一。2004 年 7 月 1 日，全国范围内开始实施国 II 排放标准；2005 年 12 月 30 日，北京实施国 III 排放标准，之前已上市并通过国 III 标准的车型可延迟 1 年安装 OBD。2006 年 12 月 1 日，北京禁止在京销售未安装 OBD 的新车。2007 年 7 月 1 日，全国范围内开始实施乘用车国 III 排放标准。2008 年 1 月 1 日，国 IV 燃油在北京上市；2008 年 7 月 1 日，重型商用车国 III 排放法规实施；2011 年 7 月 1 日乘用车国 IV 排放标准全面实施。

表 4: 国标 ESC（稳态循环）和 ELR（负荷烟度试验）试验限值

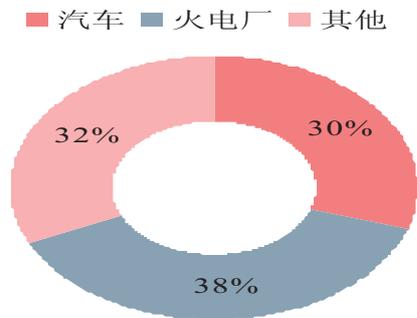
阶段	一氧化碳 (CO) g/kWh	碳氢化合物 (HC) g/kWh	氮氧化物 (NOx) g/kWh	颗粒物 (PM) g/kWh	烟度 m-1
III	2.1	0.66	5.0	0.10	0.8
IV	1.5	0.46	3.5	0.02	0.5
V	1.5	0.46	2.0	0.02	0.5
EEV	1.5	0.25	2.0	0.02	0.15

资料来源:《车用压燃式、气体燃料点燃式发动机与汽车排气污染物排放限值及测量方法（中国 III、IV、V 阶段）》，中信证券研究部

相比国 III 标准，国 IV 中对颗粒物 (PM) 的要求由原先的 0.10g/kWh 提高到 0.02g/kWh，仅为原先的五分之一，排放标准大大提高，将直接有效减低汽车排放到大气中的颗粒物 (PM)。以上述杭州的研究为例，假设原先的商用车全部为国 III 标准，标准提高到国 IV 后，这部分保有量就可以实现年减少颗粒物 (PM) 排放 0.28 万吨，相当于减少杭州中心城区的可吸入颗粒物排放达 20.8%，将大大降低 PM2.5 的含量。

对于其他污染物形成的 PM2.5，氮氧化物是第二大“贡献者”，2010 年汽车尾气中氮氧化物的排放量高达 530 万吨，约占当年全国氮氧化物排放总量的 23.3%。十一五期间，汽车氮氧化物排放量占比达到 30%，是除电厂以外第二大的排放源，这也就使得汽车尾气成为了 PM2.5 最重要的间接“贡献者”之一。

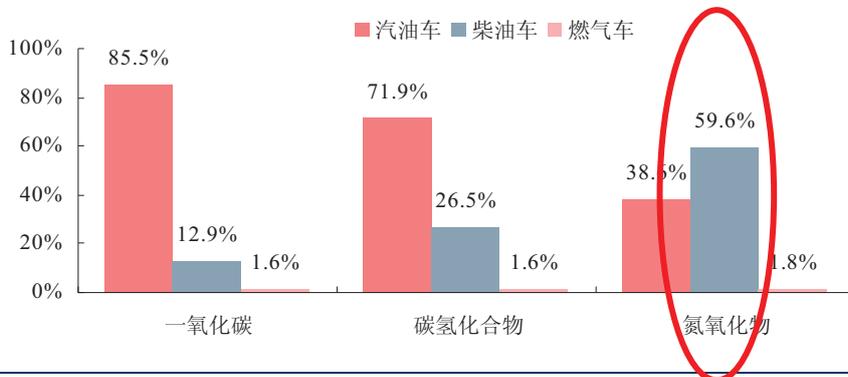
图 5: 十一五期间我国氮氧化物排放构成



资料来源: 环保部, 中信证券研究部

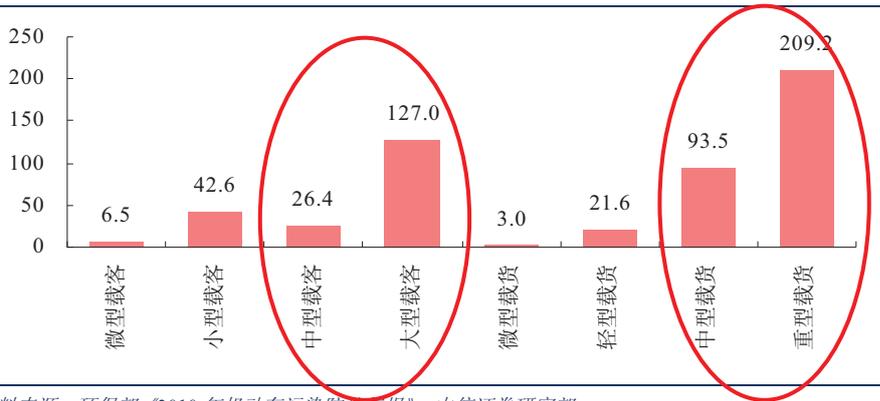
由于柴油机的燃烧特性，以中重型卡车和客车为代表的商用车氮氧化物排放显著高于以汽油机为主的乘用车。从占比上来看，柴油车是氮氧化物的排放主体，约占六成左右（考虑到柴油车和汽油车保有量的差距，柴油车氮氧化物的单位排放量将远远高于汽油车）；从绝对量上来看，重卡和大客等使用重型柴油机的汽车是氮氧化物主要排放源，2010 的排放量分别达到 209 万吨（占比 39.5%）和 127 万吨（占比 24.0%）。因此，控制汽车（特别是柴油车、大型载货载客车）尾气中氮氧化物的排放量，将有效地降低我国氮氧化物的排放水平，从而实质性地改善空气质量，降低 PM2.5 值。

图 6: 2010 年各类汽车排放量占比



资料来源: 环保部《2010 年机动车污染防治年报》，中信证券研究部

图 7：2010 年各类汽车氮氧化物排放量（万吨）



资料来源：环保部《2010 年机动车污染防治年报》，中信证券研究部

而提高机动车的排放标准，同样是氮氧化物排放最为有效手段之一。对比国 III 和国 IV 标准（表 2），氮氧化物的限值标准从 5.0g/kWh 提高到 3.5g/kWh，排放下降了 30%。假设 2010 年所有大型客车和中、重型货车均满足国 III 标准，那么将排放标准从国 III 提高到国 IV 后，仅这部分保有量每年即可减少氮氧化物排放 128.9 万吨，相当于 2010 年汽车氮氧化物排放总量的 24.3% 和全国氮氧化物排放总量的 5.7%，将对改善空气质量、降低 PM2.5 值产生积极影响。

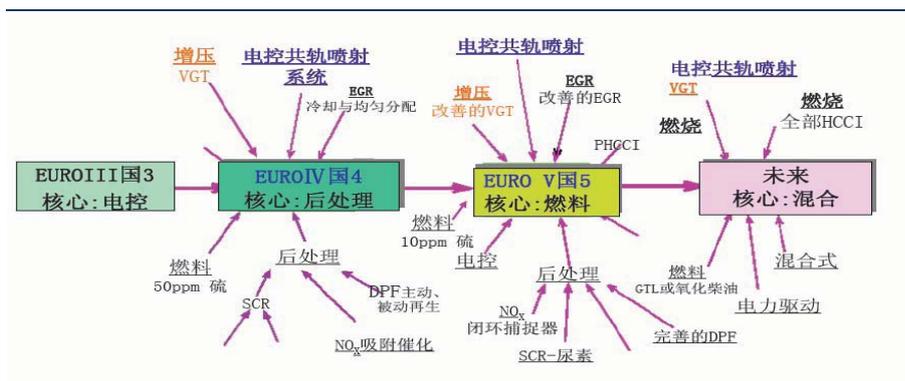
国 IV 法规正式实施日期可能推迟至 2013 年

我们预计，根据目前国内油品质量、基础设施建设、各厂家国 IV 推出进程和发改委、工信部、环保部等相关部委的态度，中重型商用车国 IV 标准正式实施可能会推迟至 2013 年。

国 IV 排放的主要方案和受益公司

国 IV 排放从柴油到前处理再到后处理都和国 III 有所区别。从目前的国情和各主要厂家的技术路线选择看，我们认为国 IV 法规实施后，共轨、威孚 WAPS、电控单体泵等电控方案都可能成为前处理的解决方案，而 DOC、POC、DPF 和 SCR 都可能成为后处理的解决方案。

图 8：柴油机后处理系统的发展



资料来源：福田汽车，中信证券研究部

从目前已经量产发动机型的国 IV 解决方案和各发动机厂商的测试情况看，中重型车更为可能大规模应用的方案包括共轨+SCR、共轨+POC、WAPS+SCR、WAPS+POC 等；轻型车则更可能使用共轨+DOC 和电控 VE 泵+DOC 作为系统性解决方案。

表 5：目前中重型车和轻型车应对国 IV 排放可能的方案

	前处理	后处理
中重型车	共轨	SCR
	共轨	POC
	WAPS	SCR
	WAPS	POC
	共轨	DPF
轻型车	电控单体泵	SCR
	共轨	DOC
	电控 VE 泵	DOC
	共轨	SCR
	共轨	DPF
	电控 VE 泵	DPF

资料来源：威孚高科，中信证券研究部

前处理系统

柴油机燃油供给系统是给柴油机工作提供燃油的系统，包括共轨系统、各种油泵、喷油器等。不同的燃油供给系统精度和成本差异较大，同时受到排放标准的影响显著。

我国的国 III、国 IV 标准分别相当于欧洲的欧洲 III 号和 IV 号排放法规。从欧洲主流商用车企业选择的欧 III 和欧 IV 技术路线看，高压共轨技术、电控泵喷嘴技术和电控单体泵技术是主流技术路线。其中电控高压共轨技术被国际巨头沃尔沃、曼和奔驰等采用，是目前应用最广泛的实现欧 IV 排放的技术。

图 9：电控高压共轨被广泛采用



资料来源：Google 图片

图 10：康明斯等采用电控泵喷嘴技术



资料来源：Google 图片

图 11：依维柯等采用电控单体泵技术



资料来源：Google 图片

表 6：欧美主要厂家欧 III-欧 IV 采用的技术路线——共轨为主流

发动机厂家	中重卡发动机		
	型号	排量 (L)	电控燃油喷射
PACCAR	PX-6	6.7	共轨
	PX-8	8.3	共轨
	PR	9.2	单体泵
	MX	12.9	单体泵
NAVISTAR	MAXXFORCE7	6.4	共轨
	MAXXFORCE13	12.4	共轨
MAN	D20	6.9	共轨
	D28	10	共轨
CUMMINS	ISB	6.7	共轨
	ISL	8.9	共轨
	ISM	10.8	泵喷嘴
SCANIA	DC13	9.3	共轨

发动机厂家	中重卡发动机		
	型号	排量 (L)	电控燃油喷射
IVECO	CURS0R13	13	泵喷嘴
	CURS0R9	8.7	泵喷嘴
MERCEDES	OM906A	6.37	泵喷嘴
	OM926LA	7.2	泵喷嘴
CAT.	OM442LA	15.92	单体泵
	C9	9.3	共轨
HINO	C15	15.2	泵喷嘴
	J08C	7.98	共轨
Renault	J13C	12.9	共轨
	DCI11	11	共轨
BENZ	1833LL	7.2	泵喷嘴

资料来源: Automarket, 中信证券研究部

我们认为, 国 IV 法规正式实施后, 考虑到我国国情, 共轨占中重卡的份额有望从目前略高于 30% 提升至 50% 以上, 以威孚高科 WAPS 为代表的其他电控喷油系统有望获得接近 30%-40% 的份额, 其余则为采用机械泵的国 IV 以下排放标准车辆; 高端轻卡占比持续提升有助共轨系统占轻型商用车比例提升至接近 15%-20%, 电控 VE 泵的份额将进一步提升, 有望逐步接近 30%-40%, 由于监管难度较大, 其余部分仍可能使用机械 VE 泵等非电控方案。

从目前国内柴油机前处理的竞争格局看, 我们认为博世汽柴有望依靠绝对的产品优势和成本的不断降低保持在共轨领域的准垄断地位; 威孚高科的 WAPS 系统有望取代目前 EGR 国 III 产品采用的 PW2000 等机械泵, 保持并逐步提升在柴油机国 IV 前处理领域的市场份额; 而威孚金宁等公司则有望凭借电控 VE 泵产品显著提升在轻型商用车前处理领域的市场地位; 增压中冷技术的广泛应用则有助于无锡英迈特、宁波天力、湖南天雁等柴油机增压器公司市场空间的扩张。

后处理系统

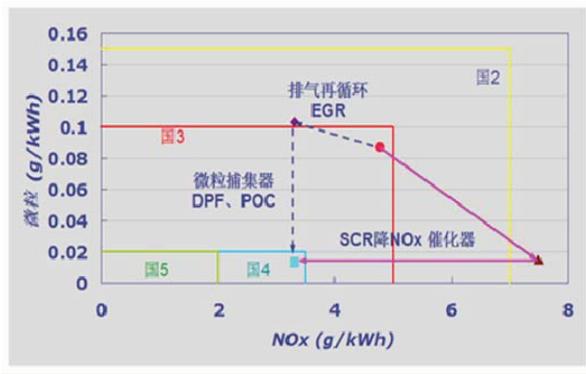
柴油机国 IV 要解决的主要问题是 PM (颗粒物) 和 NOx (氮氧化物), 但这两种物质产生的条件是相对的, 所以从原理上讲, 主要分为两大类方案:

一类是以 EGR+DPF 为代表的方案, 这类方案的核心原理是通过 EGR 从排气管引入燃烧过的废气 (最高可达接近 40%-50%) 到进入管中, 以降低氧气浓度, 从而使燃烧效率变差, NOx 的含量随之降低, 达到机内处理 NOx 的目的, 但燃烧不好会导致 CO (一氧化碳) 和 HC (烃类化合物) 以及 PM (颗粒物) 的含量提高, 于是需要在机外使用 DOC (氧化催化转化器) 来降低 CO 和 HC, 再使用 DPF (颗粒捕捉器) 降低 PM。这种原理对应图 2 中的虚线方案, 就是靠增加 PM 排放量降低 NOx, 然后再处理 PM。

另一类是以 SCR 为代表的方案, 这类方案的核心原理是通过精确控制燃油喷射以及增加雾化效果降低 PM 的含量, 但是柴油机独特的富氧燃烧环境下 NOx 的含量会大幅升高, 因此机外依靠 SCR 处理掉大部分的 NOx, 从而实现同样的排放要求。这种原理对应图 2 中的紫色实线, 就是靠增加 NOx 降低 PM, 然后再处理 PM。

因为 NOx 和 PM 产生的条件是相对的, 所以两种方案的技术原理也是相对立的, 但是通过机外净化可以达到同样的效果。

图 12: 国 IV 排放两种技术路线的原理



资料来源: 中信证券研究部

国外对应国四排放法规的解决方案主要也是上述的两大类方案, 其中欧洲重型车主要是 SCR、轻型车主要是 DPF; 美国主要是 DPF; 日本两者都有。

表 7: 国 IV 后处理方案及对比分析

国 IV 后处理方案	应用	对油品质量要求	对颗粒物的转化率	再生过程	成本	增加成本 (元)	优点	缺点
1 EGR+DOC	斯堪尼亚和康明斯	对硫不敏感	20%-30%	不需要	低	1000-2000	成本低, 体积小	普通喷油压力下转化率较低, 提高喷油压力需要技术含量很高, 难以广泛推广
2 EGR+DOC+POC		对硫较敏感	接近 60%	相对容易, 较低温即可实现	较低	4000-6000	成本较低, 体积较小, 可配套轻型和中重型柴油机使用	转化率一般, 二氧化氮排放增加, 且有出现间歇性黑烟的倾向, 因此要求前处理系统控制更精确, 大于 450 度的高排温无法被动再生; 高含硫量对 EGR 系统损害较大
3 EGR+DOC+DPF (主动式)	美国和日本大规模采用, 以达到 EPA07 和 JP05	对硫较不敏感	>85%	相对较难, 需要额外装置, 需要后喷或者加热达到反应温度	高	10000 以上	转化率高, 相对被动式 DPF 再生过程受硫的影响小	成本高, 燃油经济性差, 易堵塞, 系统标定复杂, 升级国 V 不方便; 高含硫量对 EGR 系统损害较大
4 EGR+DOC+DPF (被动式)	曾用于欧美在用车改造	对硫较敏感, 15-50ppm	>85%	相对容易, 较低温即可实现	较高	10000 以上	转化率高, 相对主动式 DPF 节约能耗, 燃油经济性略好, 无需加油站改造	成本较高, 燃油经济性差, 对硫非常敏感, 易堵塞, 系统标定复杂, 升级国 V 不方便, 大于 450 度的高排温无法被动再生; 高含硫量对 EGR 系统损害较大
5 SCR	欧洲采用较多, 日本日产	对硫较不敏感, 可达 350ppm	燃烧过程中实现, 无需专门针对颗粒物后处理	不需要	高	10000 以上	转化率高, 燃烧效率高, 动力性更好 (最高达 10%), 油耗低 (3%-7%), 升级国五方便	成本高, 需要添加尿素, 需要对加油站进行大规模升级改造, 系统占据空间较大

资料来源: 《现代汽车排放控制技术》, 中信证券研究部

我们认为, 随商用车节能的推进, SCR 搭配共轨的方案将有望获得市场的进一步认可, SCR 有望在中重型商用车后处理市场中获得 50%-60% 的份额, 而 POC 由于成本低于 SCR 30%, 亦有望获得 30% 左右的份额; 由于 SCR 体积较大且成本较高, 在轻型商用车上份额可能较小, DOC 搭配共轨或电控 VE 泵有望依靠较小的体积和较低的成本获得超过 50% 的份额。

上市公司中, 威孚高科和银轮股份都进行了后处理技术的储备, 并已经和潍柴等发动机公司进行了标定试验, 国 IV 法规实施后有望受益。其中威孚高科后处理技术不仅限于 SCR, 还包括 DOC、POC、DPF 等其他各种后处理路线, 受益程度明显。

分析师声明 Analyst Certification

主要负责撰写本研究报告全部或部分内容的研究分析师在此声明：(i) 本研究报告所表述的任何观点均精准地反映了上述每位分析师个人对标的证券和发行人的看法；(ii) 该分析师所得报酬的任何组成部分无论是在过去、现在及将来均不会直接或间接地与研究报告所表述的具体建议或观点相联系。The analysts primarily responsible for the preparation of all or part of the research report contained herein hereby certify that: (i) the views expressed in this research report accurately reflect the personal views of each such analyst about the subject securities and issuers; and (ii) no part of the analyst's compensation was, is, or will be directly or indirectly, related to the specific recommendations or views expressed in this research report.

一般性声明

此报告并非针对或意图发送给或为任何就送发、发布、可得到或使用此报告而使中信证券股份有限公司及其附属机构（以下统称“中信证券”）违反当地的法律或法规或可致使中信证券受制于相关法律或法规的任何地区、国家或其它管辖区域的公民或居民。除非另有规定，本报告中的所有材料版权均属中信证券。未经中信证券事先书面授权，不得以任何方式修改、发送或者复制本报告及其所包含的材料、内容。所有于此报告中使用的商标、服务标识及标记均为中信证券的商标、服务标识及标记。

本报告是机密的，只有收件人才能使用。本报告所载的信息、材料或分析工具只提供给阁下作参考之用，不是或不应被视为出售、购买或认购证券或其它金融工具的要约或要约邀请。中信证券也不因收件人收到本报告而视其为中信证券的客户。

本报告所载资料的来源及观点的出处皆被中信证券认为可靠，但中信证券不保证其准确性或完整性。除法律或规则规定必须承担的责任外，中信证券不对因使用此报告的材料而引致的损失负任何责任。收件人不应单纯依靠此报告而取代个人的独立判断。本报告所指的证券或金融工具的价格、价值及收入可跌可升。以往的表现不应作为日后表现的显示及担保。本报告所载的资料、意见及推测反映中信证券于最初发布此报告日期当日的判断，可在不发出通知的情形下做出更改，亦可因使用不同假设和标准、采用不同观点和分析方法而与中信证券其它业务部门或单位所给出的意见不同或者相反。本报告不构成私人咨询建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。收件人应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况。

中信证券利用信息隔离墙控制内部一个或多个领域，以及部门间之信息流动。撰写本报告的分析师的薪酬由研究部门管理层和公司高级管理层全权决定。分析师的薪酬不是基于中信证券投行收入而定，但是，分析师的薪酬可能与投行整体收入有关，其中包括投行、销售与交易业务。

在法律许可的情况下，中信证券的一位或多位董事、高级职员和/或员工(包括参与准备或发行此报告的人)可能(1)与此报告所提到的任何公司建立或保持顾问、投资银行或证券服务关系，(2)已经向此报告所提到的公司提供了大量的建议或投资服务。在法律许可的情况下，中信证券的一位或多位董事、高级职员和/或员工可能担任此报告所提到的公司的董事。在法律许可的情况下，中信证券可能参与或投资此报告所提到的公司的金融交易，向有关公司提供或获取服务，及/或持有其证券或期权或进行证券或期权交易。

若中信证券以外的金融机构发送本报告，则由该金融机构独自为此发送行为负责。该机构客户应联系该机构以交易本报告中提及的证券或要求获悉更详细信息。本报告不构成中信证券向发送本报告金融机构之客户提供的投资建议，中信证券的董事、高级职员和员工亦不为前述金融机构之客户因使用本报告或报告载明的内容引起的直接或连带损失承担任何责任。

中信证券股份有限公司及其附属及联营公司 2012 版权所有。保留一切权利。

根据中国证监会核发的经营证券业务许可，中信证券股份有限公司的经营经营范围包括证券投资咨询业务。

评级说明

	评级	说明
1. 投资建议的比较标准 投资评级分为股票评级和行业评级。 以报告发布后的 6 个月内的市场表现为比较标准，报告发布日后的 6 个月内的公司股价（或行业指数）的涨跌幅相对同期的中信标普 300 指数的涨跌幅为基准；	买入	相对中标 300 指数涨幅 20%以上；
	增持	相对中标 300 指数涨幅介于 5%~20%之间；
	持有	相对中标 300 指数涨幅介于-10%~5%之间；
	卖出	相对中标 300 指数跌幅 10%以上；
2. 投资建议的评级标准 报告发布日后的 6 个月内的公司股价（或行业指数）的涨跌幅相对同期的中信标普 300 指数的涨跌幅；	强于大市	相对中标 300 指数涨幅 10%以上；
	中性	相对中标 300 指数涨幅介于-10%~10%之间；
	弱于大市	相对中标 300 指数跌幅 10%以上

	北京	上海	深圳	中信证券国际有限公司
地址:	北京市朝阳区亮马桥路 48 号 中信证券大厦 (100125)	上海浦东新区世纪大道 1568 号 中建大厦 22 楼 (200122)	深圳市福田区中心三路 8 号中信 证券大厦 (518048)	香港中环添美道 1 号中信 大厦 26 楼

Foreign Broker-Dealer Disclosures for Distributing to the U.S. 就向美国地区发送研究报告而作的外国经纪商-交易商声明

This report has been produced in its entirety by CITIC Securities Limited Company ("CITIC Securities", regulated by the China Securities Regulatory Commission. Securities Business License Number: Z20374000). This report is being distributed in the United States by CITIC Securities pursuant to Rule 15a-6(a) (2) under the U.S. Securities Exchange Act of 1934 exclusively to "major U.S. institutional investors" as defined in Rule 15a-6 and the SEC no-action letters thereunder. 本报告由中信证券股份有限公司(简称“中信证券”，受中国证监会监管，经营证券业务许可证编号：Z20374000)制作。按照《1934 年美国证券交易法案》下的 15a-6(a) (2) 规则，在美国本报告由中信证券仅向 15a-6 规则及其下《美国证券交易委员会无异议函》所定义的“主要美国机构投资者”发送。