

本文通过分析空气阻力来源，通过对比基础模型、驾驶室车头形状和尺寸的风阻系数，并通过优化零部件，达到降低整车风阻的目的。

□ 陕西重型汽车有限公司 石莉娜 夏丹 柳鹏

商用车低风阻方案研究

有研究证实，当车辆高速行驶的时候，最大的阻力来源于空气，车速越高，车辆受到的空气阻力就越大，空气阻力的增加值与车速增加值的平方成正比。实验表明，当车速高于 80 km/h 的时候，就有将近一半的油耗是用来克服空气阻力的。随着电动车的快速发展，降低风阻是提升续驶里程的主要途径之一。鉴于市场需求和行业趋势，降低货车风阻是提升货车竞争力的重要途径。

空气阻力的组成

车辆在行驶过程中受到的空气阻力主要由以下五部分组成：1) 压差阻力，主要是车身的外部形状决定的。运动空气的黏性导致前后产生压力差而形成阻力，约占汽车总气动阻力的 50% ~ 60%，是气动阻力的主要组成部分，减小压差阻力主要通过降低逆压梯度，减小尾流区以减小形状阻力。2) 摩擦阻力，是由于空气的黏性作用使得空气与汽车车身表面产生摩擦而形成的阻力，约占汽车总气动阻力的 6% ~ 11%，该阻力主要与车身表面面积和粗糙度有关。3) 诱导阻力，是车身附着涡流诱导而成，实际上是汽车升力在水平方向的分力，约占汽车总气动阻力的 8% ~ 15%。如驾驶室与货箱之间的缝隙。4) 干扰阻力：干扰阻力即汽车外表面的各种附件和孔眼、凹槽以及缝隙等影响气流流动所导致的

阻力，约占汽车总气动阻力的 5% ~ 16%，如后视镜、前面罩与保险杠间隙、车门把手、车头装饰件等对气流干扰引起的阻力。5) 内流阻力：是指由汽车发动机和制动器冷却气流以及乘员区通风和空调的气流引起的阻力，内流阻力约占汽车总气动阻力的 10% ~ 18%。综上所述，形状阻力对风阻的影响最大，本文通过研究车身的外部形状以达到降低风阻的目的。

驾驶室形状研究

1. 基础模型研究

在自然界中，克服风阻的实例很多，移动的物体都需要克服风阻，如下落的水滴、飞行的飞禽，对常见的物体（18 m × 4 m × 4 m）在速度为 80 km/h 移动时风阻系数如图 1 所示。

从分析结果中可以看出几点规律：

1) 前端型面过渡圆润，气流贴附性好，有利于降低风阻。2) 中部型面饱满圆润，平滑过渡，气流贴附性好，有利于降低风阻。3) 后端型面过渡收缩到点有利于气流分离，减少紊流区，有利于降低风阻。根据以上的基础模型分析可知，对驾驶室的车头进行分析，以驾驶室尺寸限值及整车的布置硬点为边界，在水滴形的外形最优原则的指导下，进行驾驶室的外造型多方案风阻最优设计研究。

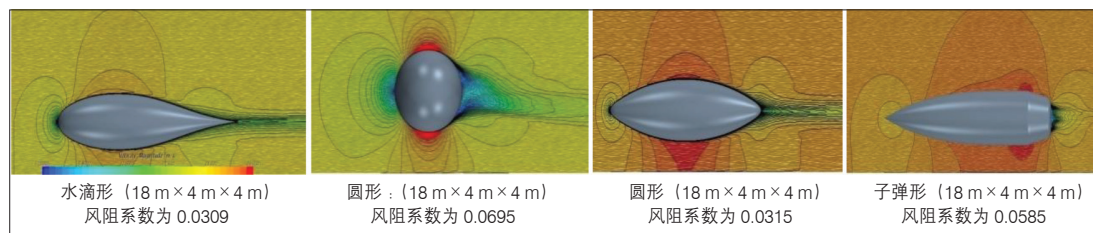


图 1 常见的物体（18 m × 4 m × 4 m）在速度为 80 km/h 移动时风阻系数

2. 驾驶室车头形状研究

目前市面上商用车驾驶室形状分为平头车、半长头和长头车，结合基础模型研究：以理论最低风阻形态为基础，结合商用车整车布置及要求形成初始商用车外形，附加不同造型创意，采用同一种底盘，通过 CAE 仿真分析不同驾驶室形状的风阻，其中长头和半长头车型的风阻系数占绝对优势并对其进行风阻对比分析（表 1）。

3 驾驶室尺寸研究

通过分析长头和半长头驾驶室风阻优势，在相同的底盘整车条件下，分析驾驶室外轮廓尺寸对风阻的影响，了解各个变量与外流场风阻系数之间的关系。主要变量为：驾驶室的长度、驾驶室在 A 柱处的宽度和风窗玻璃倾角为 25° ~ 30° 变化。

1. 驾驶室长度研究

按照长头驾驶室与半长头驾驶室 2 个造型方向进行 CAS 设计，驾驶室后部到货箱前端的过渡方式相同，采用完全相同的货箱。半长头按照驾驶室长度 2 980 mm 与 3 980 mm（不符合法规，仅作为风阻对比），A 柱处宽度 2 100 mm。

长头驾驶室长度 3 980 mm，A 柱宽度 2 100 mm。针对不同驾驶室长度进行风阻对比见表 2。对比结论如下：1）针对半长头驾驶室，驾驶室长度 3 980 mm 与 2 980 mm 相比，整车风阻降低 1.7%。2）半长头驾驶室 2 980 mm 与长头驾驶室相比，风阻系数降低 4.2%。3）驾驶室长度 3 980 mm，半长头与长头相比，整车风阻分别降低 5.9%，2.96%。

2. 驾驶室宽度和玻璃倾角研究

如表 3 所示，驾驶室 A 柱处的宽度在 2 100 ~ 2 500 mm 范围内，驾驶室宽度风阻的优化百分比为 1% ~ 2%，可知宽度对风阻系数的影响很小，在布置允许的条件下，可尽量将驾驶室宽度减小。在风窗玻璃倾角 25° ~ 30° 范围内，倾角大小对风阻的影响可以忽略不计。分析结论如下：1）风窗玻璃倾角 30° 相对 25° 的风阻系数降低对比，A 柱处 2 100 mm 宽度，风阻系数降低 0.17%，A 柱处 2 300 mm 宽度，风阻系数降低 0.35%；A 柱处 2 500 mm 宽度，风阻系数降低 0.08%，由此可知，在风窗玻璃倾角 25° ~ 30° 范围内，倾角大小对风阻的影响可以忽略

不计。2）A 柱宽度 2 100 mm、2 300 mm 相对于 2 500 mm 的风阻系数降低对比，风窗玻璃倾角 25°，风阻系数分别降低 2.29%、1.1%，风窗玻璃倾角 30°，风阻系数降低 2.38%、1.36%，驾驶室 A 柱处的宽度在 2 100 ~ 2 500 mm 范围内，宽度对风阻系数的影响很小，在布置允许的条件下，可尽量将驾驶室宽度减小。

零部件低风阻策略

通过驾驶室车头形状的分析，结合总布置需求，认定半长头流线型造型更有利于降低风阻，结合现有的技术手段对驾驶室和底盘的各个部件进行优化，如图 2 所示，设计时应采用弧形车顶以及一直延伸至车尾的大掀背设计、大倾角 A 柱和前风窗玻璃、

表 1 车头形状风阻对比

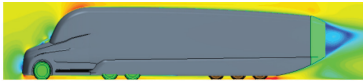
类型	仿真分析图	风阻系数
半长头		0.23
长头		0.24
平头		0.415

表 2 不同长度驾驶室风阻对比

驾驶室长度/mm	半长头车	风阻系数	长头车	风阻系数
2980		0.226	/	/
3980		0.222		0.236

表 3 驾驶室宽度及玻璃安装高度对风阻系数的影响

A 柱宽度	图例	2 100 mm	2 300 mm	2 500 mm
玻璃下沿低状态		A : 0.3373	C : 0.3414	E : 0.3452
玻璃下沿抬高 272		B : 0.3367	D : 0.3402	F : 0.3449

大圆角过渡以及包覆式结构等技术手段使气流尽量贴附汽车表面，保证空气流动的顺畅。

1. 货箱形状研究

针对牵引车和挂车的连接间隙气动阻力，如图 2 所示，四块张合的板组成的位于货箱尾部的导流板，简称为低风阻货箱，在货车高速行驶时，通过它来改善尾部流场，以此降低压差阻力，实现对车辆的减阻，分别将普通货箱和低风阻货箱安装至不同形状的驾驶室上，风阻的对比见表 4，车尾货箱采用梯形扰流器后，采用锥形设计，风阻系数相比原有货箱平头车相比降低 25% 以上，对风阻降低的贡献较大。

2. 导流罩

挂车车厢有一部分高于驾驶室，这种特殊的结构使货车行驶时，有较大的气流从正面直接撞击到货箱，致使气动阻力增加，在车顶安装导流罩可以改变风的走向，可以使气流更为平顺地流过，减少正面来流冲击，有效降低气动阻力，同时在导流罩后部增加橡胶导风板，车辆转弯时货箱与橡胶导风板干涉，橡胶导风板可变形。使导风板距货箱的距离更近，减少此处的涡流，从而降低风阻，车身侧面也同样用侧导流板和柔性结构连接，减少了扰流，有效改善车辆的风阻系数。

表 4 普通货箱与低风阻货箱风阻系数对比

车头形状	普通货箱风阻系数	低风阻货箱风阻	降低率
平头车	0.49	0.42	14.3%
长头车	0.319	0.236	26%
半长头	0.304	0.226	25.6%

3. 包覆式结构

与传统货车相比，该项目的半长头超级货车取消刮水器、上车扶手、后翼子板及遮阳罩等零部件，减少功能配置和分块，外形美观且整体感强。前格栅的开孔大小图案区域从长条形开口逐渐过渡到小直径开口，格栅外表面简单地淡出整个表面；保证产品的整体性。整车外覆盖件表面光滑圆润，采用大曲率大面积造型；增大侧裙板包覆面积，封闭式轮毂、底盘包裹等包覆结构不仅能使整车美观，还能使货车两侧气流走向更好，减少空气扰流，降低风阻，既美观又省油。

4. 隐藏式结构

设置的隐藏式结构主要有隐藏式门把手和自动伸缩式上车踏步结构，门把手采用收缩结构，采用嵌入车身式的机械门把手，车辆在行驶时门把手隐藏于车身内部，人员需要打开车门时，按动按钮，车门把手会自动弹出，便于驾驶员打开车门。后续随着技术发展，当车钥匙靠近车辆时，把手会自动感应弹出，并以简单的触摸来解锁。

5. 集成式发动机罩

传统的设计将发动机罩和保险杠分别设计，保险杠与底盘系统连接，发动机罩与驾驶室连接，二者之间需要预留较大的间隙，以避免驾驶室悬置的跳动量。预留的空隙导致风阻系数提高，该项目的集成式发动机罩，将保险杠与发动机罩合二为一，发动机罩采用前翻技术，可消除缝隙，从而降低风阻系数。

6. 主动进气格栅（AGS）

AGS 安装于格栅内部，不影响外部格栅的造型，同时，AGS 周边增加扰流板，起到导风的作用，依靠控制电机实现进气格栅的百叶片开启一定角度或者关闭。根据发动机的运行情况计算百叶开启或者关闭到适当的角度。

7. 减少功能配置及分块

该项目的半长头超级货车取消刮水器、扰流角板、铰链盖板、上车扶手、后翼子板及遮阳罩等零件，外形美观且整体感强。电动后视镜代替传统后视镜，用一组后视镜摄像头取代，减少迎风面积，且摄像头安装座采用流线型设计，既美观又可降低风阻。前格栅的开孔大小图案区域从长条形开口逐渐过渡到小直径开口，格栅外表面简单地淡出整个表面；保证产品的整体性。

总结

通过论证驾驶室车头形状、驾驶室尺寸，提出了降低整车风阻系数的优化措施，提供了零部件设计优化方面的一些建议和低风阻开发思路。并对优化后的车辆进行仿真分析，整车风阻系数为 0.289 8，达到了低风阻开发目标。 **A1**

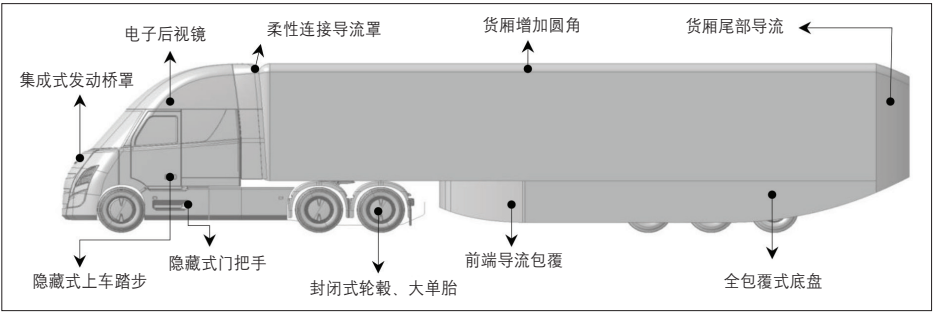


图 2 零部件低风阻策略