

钼在交通运输中的应用

车身和底盘结构

钼对可持续发展的贡献：

不锈钢

合金钢

超级合金

铸铁

钼金属

化学品



钼作为一个金属、一种合金元素和化学产品的一个组成部分，对可持续发展作出了重要贡献。国际钼协会（IMOA）的“以少获多”案例研究较深入地探讨了钼是如何促进可持续发展的，在这种增长模式中，资源的利用旨在满足人类需求，同时保护环境。

我们将特别关注某个特定用途或应用是如何为可持续发展的三大支柱贡献力量的：



环境绩效、资源利用、
能源效率、生产和回收



供应链、生命周期和材
料性能



健康、安全和福祉

本案例研究探讨了采用高强度钢，尤其是含钼高强度钢，减轻车身和底盘重量、提高燃油效率和减少排放的可持续性优势。

挑战

道路车辆运输是全球能源消耗和温室气体排放的重要来源。随着路上的汽车日益增多，超过以往任何时候，监管机构对一次能源消耗和温室气体排放实施了越来越严格的限制。

到2015年，欧盟的汽车制造商会因其所有新车的平均二氧化碳排

放量超过130g/km而被罚款，到2020年该值降至95g/km。如果轻型汽车的排放量降低，则允许重型汽车有较高的排放，这样总体的排放保持在平均水平。

目前车辆的重量与CO₂排放之间的关系如图1所示。减轻车辆的重量是降低燃料消耗的一种手段，且随着排放限值的降低，将越来越成为首要的途径。现场测试表明，重

量减轻100公斤，每百公里可节省燃油0.1至0.5升，这相当于每公里二氧化碳排放量减少8至12克。

因此，多年来一直在大力推行轻量化，与其他举措并行，作为实现减排目标的解决方案。汽车设计师面临的挑战是要减轻汽车的重量，同时满足消费者对大型车辆日益增长的需求，并提高强度以满足严格的碰撞安全标准，还必须考虑成本和制造问题。

解决方案

只有采用强度更高和/或密度更低的材料，才能满足对车辆的看似相互矛盾的要求：更轻、更大、更安全。

几十年来，钢一直用于制造汽车车身和底盘。轻量化举措正在用低合金高强度钢（HSLA）、先进高强度钢（AHSS）和冲压硬化钢（PHS）取代低碳钢（MS）。

与低密度材料不同，高强度钢很容易使用成熟的制造技术和专有技术进行加工。此外，高强度钢以相同甚至更低的成本减轻了重量，

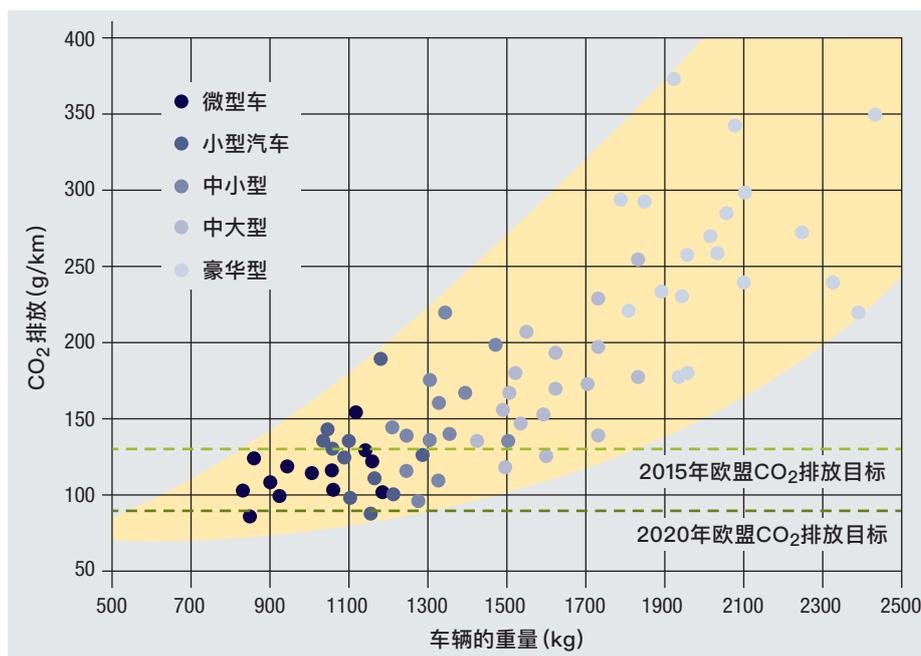


图1 车辆总重量对欧洲汽车二氧化碳排放量的影响

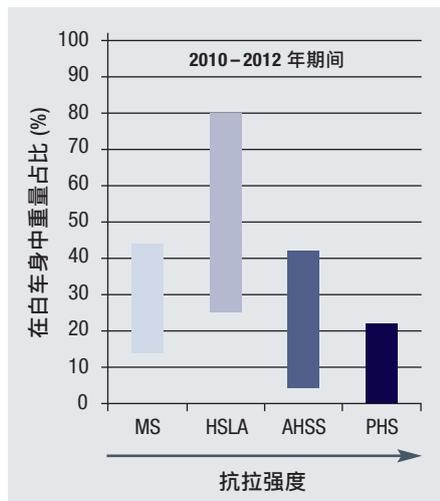
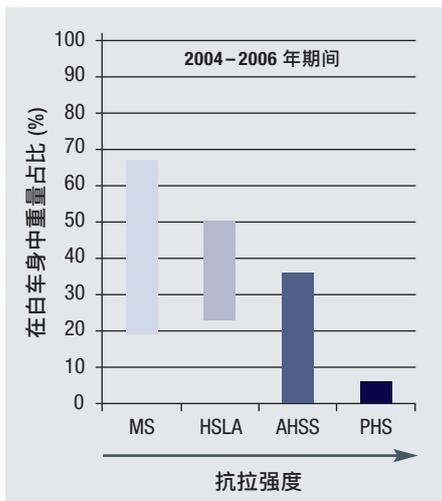


图2 高强度钢在汽车中应用的发展（欧洲、日本）

而采用低密度材料成本的增加十分显著。最先进的车身和底盘大多由高强度钢制造，占总重量的60%至80%。与传统车身相比，高强度钢的密集使用使车身重量减轻了100公斤以上。

强度的增加也有助于提高车辆的安全性。近期的一项研究计算显示，由于美国车辆在2008年的评估结果与2000¹年相比有所改进，因此人员从碰撞逃生而不受伤的可能性已从79%提高到82%。与

低碳钢（MS）相比，高强度钢（HSLA、AHSS和PHS）在车辆制造中的使用越来越多，如图2所示。表1列出了不同钢种及其应用。

钼如何发挥作用

制造高强度的钢相对简单。挑战在于将高强度与良好的成形性和焊接性相结合，这是汽车制造关键工艺所必需的。传统的高强度低合金钢在汽车制造中得到了很好的应用，使重量减轻了2-5%。强度高达

2000MPa的超高强度钢 — 有可能将重量进一步减轻20% — 需要合金化和形变热处理的复杂组合来达到所需要的性能。

在制造此类钢时，钼合金化起着至关重要的作用，其特殊的冶金作用能够形成具有极高强度的硬质相。钢基体中硬质相和软质相的混合物使AHSS具备高强度和良好成形性的理想组合。

钼能够在各种生产条件下，以稳定和可重复的方式调节这些不同相的共存，效果突出。由于添加了钼，这些钢可以在不太复杂的生产线中生产，从而使钢铁制造商在生产计划方面具有更大的灵活性，并有助于扩大全球供应。

尽管其他合金元素可以具有类似的冶金功能，但按照单位重量百分比添加量计算，钼的作用最强。

另一个重要的好处是钼对镀锌没有负面影响。在日益受欢迎的冲压硬化钢中，钼也提供了出色的淬透性。在这类钢中使用钼可以提高碰撞条件下部件的性能。

表1 用于车辆制造的高强度钢钢种和应用

钢种	钢种类别	金相组织	强度范围*	典型应用	钼含量
铁素体贝氏体钢	HSLA	铁素体+贝氏体	450-600MPa (T)	车轮、车身加强件、底盘部件	最大 0.2%
贝氏体钢	HSLA	贝氏体 (微量马氏体)	550-800MPa (Y)	底盘零件、型材、导轨、管	最大 0.3%
双相钢	AHSS	铁素体+马氏体 (微量贝氏体、奥氏体)	600-1000MPa (T)	车身加强件、防侵入梁、纵梁、座椅横梁型材、车轮	0.1-0.3%
相变诱导塑性钢	AHSS	铁素体+贝氏体+马氏体+残余奥氏体	600-1000MPa (T)	复杂形状的车身加强件	最大 0.2%
复相钢	AHSS	铁素体+贝氏体+马氏体+残余奥氏体	800-1000MPa (T)	车身加强件、保险杠、防侵入梁	最大 0.2%
冲压硬化钢	PHS	马氏体	1300-2000MPa (T)	保险杠、防侵入梁、车身加强件	最大 0.2%

* Y=屈服强度，T=抗拉强度

关键的可持续性优势

优势	可持续性属性		
提高车身和底盘用钢的强度，从而减轻车辆的重量、节省燃料并降低二氧化碳排放。	 ECOLOGY	 ECONOMY	 SOCIETY
减少钢铁产量，节约资源，减少污染。	 ECOLOGY	 ECONOMY	 SOCIETY
合金钢中的钼在很大程度上可以回收利用。	 ECOLOGY	 ECONOMY	
车辆部件由更坚固的钢制成，具有高能量吸收能力，可提高碰撞安全性。			 SOCIETY
高强度钢比低密度材料具有更好的全生命周期碳足迹。	 ECOLOGY		 SOCIETY
采用高强度钢制造的车辆比采用低密度材料制造的车辆便宜得多。		 ECONOMY	
高强度钢易于使用现有的制造技术，并且可在全球范围内使用——避免了新的投资和长距离材料运输。	 ECOLOGY	 ECONOMY	
轻型车有更高效率的制动和更好的操控性，有助于提高道路安全性。			 SOCIETY

小结

高强度钢是生产车身和底盘的最具可持续性的材料。它是唯一一种以中等或较低成本来减轻重量的材料，同时其额外的强度可提高乘客在发生事故时的安全性。

钼是一种必不可少的合金元素，帮助有效地提高钢的强度，同时降低了对炼钢设备加工能力的要求。它有助于可靠地生产超高强度钢部件。

1 “对车辆安全近期改进的分析”美国国家公路交通安全管理局，美国交通部，2012年6月

国际钼协会
info@imoa.info · www.imoa.info

© 由IMOA与Hardy Mohrbacher教授、Niobelcon合作出品。封面照片Anton Balazh/Shutterstock。

IMOA/02/14

国际钼协会（IMOA）已尽一切努力确保所提供的信息在技术上是正确的。但是，IMOA不代表或不保证本案例研究所包含信息的准确性或其对于任何常规或特定用途的适用性。请读者注意，本文包含的材料仅供参考；在未获得适当建议之前，不应依赖它或将其用于任何特定或一般应用。IMOA、其成员、员工和顾问特此声明，对因使用本出版物中所含信息而造成的任何损失、损害或伤害不承担任何责任。