

# CLEAN TEQ

Powering innovation



高级轻型合金

## 钪用于轻型合金

---

钪是原子序数为 21 的金属元素。虽然它是过渡金属，但有时被归为稀土元素。虽然钪在地壳中并不特别罕见（第 31 位最丰富的元素），但是浓度超过 100ppm 时非常罕见。

虽然钪的潜在应用很广泛，但 Clean TeQ 将重心放在了两个关键领域：铝钪合金，用于轻量化全球运输业，以及在固体氧化物燃料电池中使用钪。

缺乏钪的任何可靠供应源一直是限制它在这个市场发展的因素。然而，这种情况很可能迅速改变，因为从主要矿产生产的钪正在投产和扩大中。

### 铝钪合金

虽然固体氧化物燃料电池行业一直是近年来钪的主要消费者，但是钪的最大价值在于它作为铝合金的功能特性。铝钪（AlSc）合金是向全球运输行业提供轻量化解决方案的最大的未开发机会之一。

运输行业对铝钪合金越来越浓厚的兴趣源自于：

- 全球范围内的立法规定更严格的燃油效率目标和二氧化碳（CO<sub>2</sub>）的排放限制；
- 铝作为战略性轻型材料的比较优势；和
- 钪在广泛铝合金材料中的有效强化作用。

主要铝业运营商和前沿运输业公司都意识到了铝钪合金能带来的轻量化机遇。事实上，早在 1960 年代就首次开发了许多原始的 Al-Sc 合金，专门用于航空航天领域。然而，由于供应源稀少，且价格昂贵，钪的应用遭到了阻碍。作为世界上最高等级的天然钪的来源之一，Syerston 可以在全球整个铝的价值链中拓展钪的应用范围，从而改变其价值。

钪能为各种金属产品中大范围的铝合金提供显著优势。然而，在优化每个应用以及相关的制造程序时，还需考虑一系列物理和经济参数。

	Aerospace	Automotive	Rail	Marine
Sheet				
Extrusions				
Castings				
Forging Weld				
Wire				
Additive Layer Manufacturing				

钕在全球运输业的营销矩阵

Syerston 将制造优质的钕原材料，并可靠地以商业可用的数量和低很多的价格供应。为了进一步提高铝钕合金的价值主张，Clean TeQ 正在与合作伙伴合作，以优化钕含量。具有全方位优势且添加的钕含量最少的组成物将能加速铝钕合金的使用。

## 航空航天业

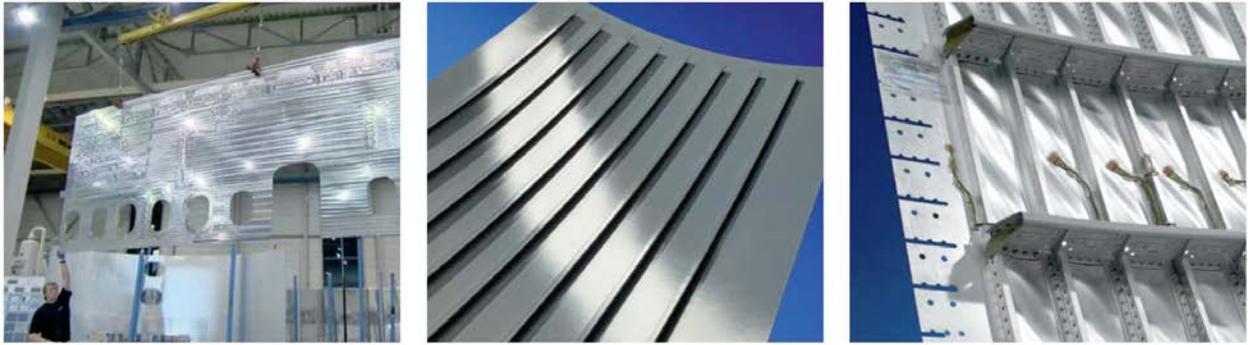
虽然铝钕合金已经在航空航天业使用了几十年，但是它们性价比最高的部件被用在军用飞机上。然而，在过去二十年中，已经开展了将铝钕合金用在商用飞机部件上的大量开发工作。铝钕合金的高强度和可焊性意味着未来的飞机可通过减轻重量和制造成本实现燃油节省，从而很大程度上受益于它的广泛应用。

### 用于机身蒙皮的高强度片材

Airbus和Aleris共同开发了一种高强度的铝镁钕(AlMgSc)合金<sup>1</sup>(AA5028)，用于飞机的机身蒙皮<sup>2</sup>。相比于现有合金，5028本身重量更轻，且具有更好的可焊性，从而提供减重机会。铝镁钕的可成型性还支持可直接融入的解决方案(drop-in solutions)，从而精简飞机生产线。这样还减小了“BFT”比率（买对飞比率），因为成品部件中所需的材料更少，且制造过程可用于最大限度地减少材料浪费。

<sup>1</sup> Airbus 和 Aleris 共同开发 5028 铝镁钕 (AlMgSc) 合金: <http://www.france-metallurgie.com/31923/>

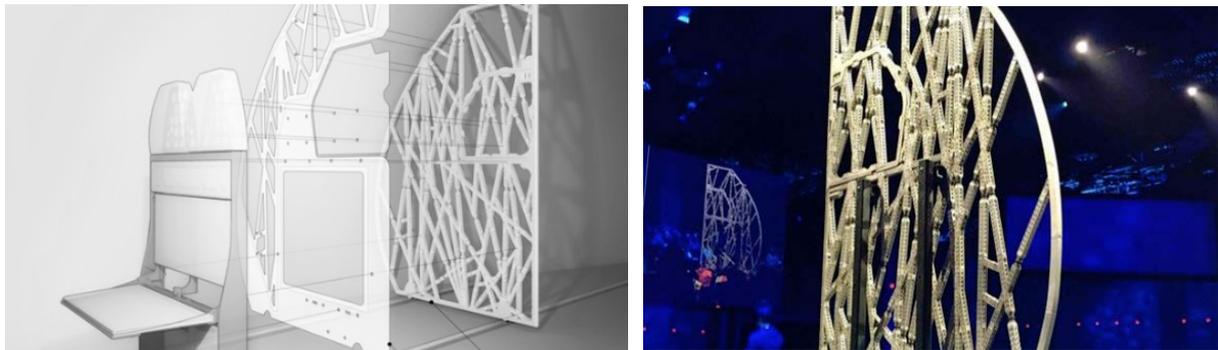
<sup>2</sup> Aleris: [www.aleris.com](http://www.aleris.com); 更多关于蠕变成型的信息, 请看这里: <https://youtu.be/SP2s2dXMYd4>



Aleris 蠕变成型的 AIMgSc 机身蒙皮组件

## 积层制造（3D 打印）

AGI(Airbus Group Innovations)是 Airbus 的全球研究和技术中心网，它用于研究未来航空航天技术面临的挑战。AGI 负责 Scalmalloy®的开发、认证和商业化。Scalmalloy®是一种获专利的 3D 打印铝钪粉末以及一种直接制造理念，在生产 Airbus 飞机的高强度组件时使用。与目前在选择性激光熔化（一种典型的 3D 打印程序）中使用的所有其它铝合金相比，Scalmalloy®具有出色的机械强度值和耐腐蚀性，因此该材料可以在没有保护涂层的前提下使用。



3D打印的Scalmalloy® RP隔断部件，和Aleris蠕变成型的铝镁钪部件<sup>3</sup>

## 高强度挤压成型

2016 年 1 月，Clean TeQ与UAC(Universal Alloy Corporation<sup>4</sup>)以及迪肯大学达成合作关系，一起开发用于航空航天业的更高强度且改良的表面加工挤压件。这项工作得到了政府拨款的支持，并且已在 9 月份完成。此为期 9 个月的计划研究了典型的合金系列，以确定添加钪对强度和挤压成型性的影响。研究结果非常令人振奋，并且为迪肯大学的额外工作——优化钪的添加和加工参数，以及在UAC进行大规模试验铺平了道路。

<sup>3</sup> <http://www.airbusgroup.com/int/en/story-overview/Pioneering-bionic-3D-printing.html>

<sup>4</sup> 更多关于 UAC 的生产设施和挤压成型产品，请查看：[https://youtu.be/\\_xeBkx1gUgo](https://youtu.be/_xeBkx1gUgo)

## 焊丝

同时具备高强度和高可焊性的铝合金有前景为未来飞机减轻大幅重量，例如，可通过减少或消除铆钉的使用来实现。虽然添加少量的钕可以显著改善一系列铝合金的可焊性，但另一种方法是通过填充焊丝将钕元素引入焊接件中。可以在不改变基础合金的情况下实现高强度、高耐疲劳性的焊接点，从而在不改变当前生产过程的情况下生产强度更高的成品组件。焊接过程的容易性以及可靠性（质量）也是额外优点。

## 汽车行业

汽车行业为了生产更轻，再循环利用率更高的车辆，正面临着巨大的压力。对于传统汽车，使用更轻的结构材料通常是满足燃油效率和减排目标的唯一方式。此外，电动车需要寻找方法来抵消电池系统非常重的重量。材料的再循环利用率对汽车行业而言也至关重要，因为与航空航天不同的是，它很大程度上影响着汽车寿命周期的总成本。这些因素一同致使汽车行业大量增加铝的使用率，预计到 2020 年将会增长 50%<sup>5</sup>。

对更高强度、更高可焊性和更易成型的铝材的需求正驱使着汽车行业对含钕铝合金产生浓厚兴趣。此外，钕通常作为痕量物质添加，并且可在常规合金生产过程中使用，材料的偏析将被最小化。Clean TeQ 正在利用我们在航空航天领域使用钕的经验，快速跟进钕在汽车行业的应用发展。下面是与汽车行业的主要合作伙伴合作的一些例子，以证明铝钕合金的优点。

### 车身框架和碰撞管理系统的高强度挤压成型

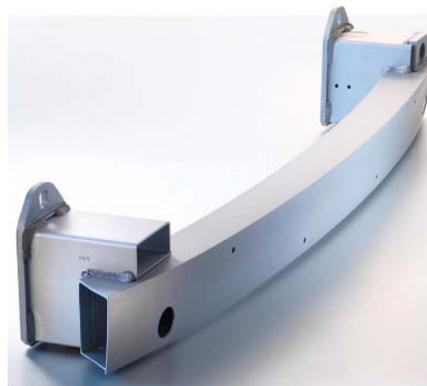
在任何车辆的设计中，最为重要的是其能够保护乘客免受各个方向的碰撞。汽车的内部骨架由车身框架，以及前部和后部用于碰撞保护的碰撞管理系统（CMS）组成。

CMS 的关键特征（例如，保险杠等）是其吸收能量且不产生故障的能力。

车身需要高强度才能维持结构完整性。强度和“延展性”（吸收能量的能力）是所用材料的两个关键关注点。传统上，这些部分是由较重的钢材部件制成的。高强度的铝制替代材料可以大幅减轻重量，同时不牺牲安全性或延展性。

---

<sup>5</sup> 请看 Arconic 的网站：<http://www.arconic.com/global/en/what-we-do/automotive.asp>



铝制的车身结构和碰撞管理系统<sup>6</sup>

## 高强度面板片材

诸如福特、捷豹路虎和奥迪等各大汽车公司某些型号的车辆已经使用铝材来制造车身面板。相比于传统的钢制面板，铝材能大幅减轻重量，并且比一些高端车辆中用的碳纤维替代材料成本更低，再循环利用率更高。



由 Novelis<sup>7</sup>制造的福特F150 汽车铝材面板

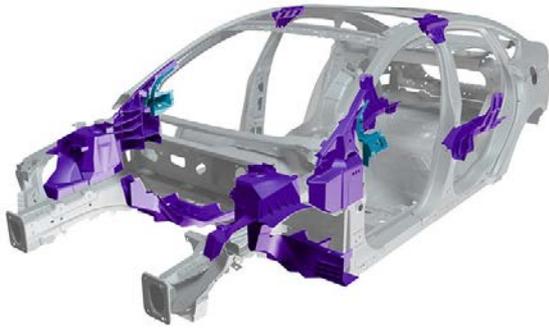
由 Novelis 制造的福特 F-150 汽车铝材面板。这些应用中可以使用钕来扩大铝材的使用范围。钕的有效强化作用使得可以用更薄的面板，从而减轻重量。在需要更优异的耐腐蚀性及更高强度的情况下，可以证明采用铝镁钕合金是最佳解决方案。钕还改善了可成型性，这意味着车面板可以设计地更加复杂——对于寻求差异化美学的汽车公司而言，这是一个非常可取之处。

## 铸造

铸造是生产具有复杂几何形状的组件（从车身接点到车轮）的一种重要方式。铸造的优点之一是它能够减少组装整车所需的部件数，从而达到关键的技术和商业目标。

<sup>6</sup> 请看 Constellium 的网站：<http://www.constellium.com/aluminium-products/automotive-structures>

<sup>7</sup> <http://novelis.com/markets-we-serve/automotive/>



### 汽车的铝制铸件<sup>8</sup>

通常使用可铸造的含硅合金来生产这些组件，以满足所需规格。汽车行业对于开发能保持或提高成型性，同时增加强度的新铸造合金有很大兴趣。

### 固体氧化物燃料电池（SOFC）

燃料电池在一个世纪前就已发明，并且从 1960 年代起几乎被用于每个 NASA 任务。然而，它们迄今尚未得到广泛应用，因为相比于其它基载电源，它们的成本更高。固体氧化物燃料电池（SOFC）在任何燃料电池技术领域都具有最大的潜力。SOFC 的低成本陶瓷材料和极高的发电效率使其具备有吸引力的经济意义。

SOFC 将燃料源（通常为天然气）和氧气转化为电、水、二氧化碳和热量。SOFC 使用硬陶瓷材料作为阳极和阴极之间的固体电解质，该材料在经受高温时会催化天然气转化为能量。在没有钪的情况下，高温能迅速降解陶瓷电解质，增加了设备的资金和维护成本。在固体电解质中使用钪能使系统以远低于传统 SOFC 的温度操作，从而降低成本，并增大了分布式发电领域广泛采用钪的潜能。

<sup>8</sup> <http://www.magna.com/capabilities/body-chassis-systems/innovation-technology/aluminum-casting>