

先进功能超轻复合材料 Alvaco 介绍

Alvaco, 超轻超强, 适合航空、航天结构应用, 适于替代航空、航天铸造铝合金。

Alvaco 复合材料性能优异, 重量媲美世界最轻金属镁锂合金, 强度超过高强度钢。

Alvaco 密度只有 $1.4\sim 1.7\text{g/cm}^3$, 接近铝合金的一半, 比镁合金更轻, 与号称世界最轻金属的镁锂合金一样轻。材料抗弯强度 1100MPa, 弹性模量 660GPa, 超越高强度钢材。

Alvaco 材料各向同性, 可机械加工, 钻深孔、攻丝、铣曲面等, 加工性类似金属, 表面看似有微气孔, 但材料气密性良好。

超轻型材料一直是众多重量敏感行业关注的重点, 在航空、航天、高速列车、新能源汽车、船舶、机器人、外骨骼等应用上发挥着重要作用。20 年来, 业界发展方向集中于两个方向, 一是采用低密度金属, 如镁、锂材料来实现轻的目标; 二是采用类似泡沫金属来实现轻的目标。镁、锂是活泼金属, 易燃、刚度不足、易腐蚀; 泡沫金属、类桁架点阵材料、线性蜂窝材料等, 作为结构件, 则刚性不足、模量小, 不适用于机床加工等问题。复杂结构及稳固性能一直是这类材料的弱项。

Alvaco 创新性采用微米级中空陶瓷微珠作为增强相来强化铝合金, 辅以陶瓷颗粒和陶瓷晶须、碳纤维等材料, 形成金属化陶瓷超轻复合材料, 使 Alvaco 在具备超轻金属的轻的性能基础上, 把材料的刚度提升到超越高强度钢材的地步。

Alvaco 复合材料使用的内部真空的中空陶瓷微珠, 硬度可达莫氏 6—7 级, 和岩石相当。球形结构、内部真空以及薄壁特征, 使其成为理想的铝合金基体增强材质, 形成类似泡沫金属但强度远高于泡沫金属的超轻金属化陶瓷复合材料 Alvaco。Alvaco 在展现出陶瓷的耐磨、超高的强度与结构稳定性同时, 又具备一定的金属韧性, 这些新特征是所有其它超轻材料所不具备的。

采用 Alvaco 制作成仪表架、陀螺仪支座、轴承套、支架等产品, 减重效果非常明显, 同时大幅提升结构稳定性, 是航空仪器、仪表的理想结构材料。Alvaco 超轻材料在展现出陶瓷的耐磨、强度与结构稳定性同时, 又具备一定的金属韧性, 这些新特征是所有其它任何工业材料所不具备的。

	Alvaco	铝合金	镁合金	镁锂合金	45#钢	HT200
密度 (g/cm^3)	1.4~1.7	2.66~2.85	1.8	1.4~1.6	7.89	7.34
弹性模量(GPa)	660	70	40	40	209	120
抗弯强度 (MPa)	1100	150	150	151	350~600	300

注: 目前航空、航天结构件、铸件基本都采用铝合金。镁铝合金、镁锂合金因为结构稳定性差, 在稳定性要求高的结构件方面基本不采用。

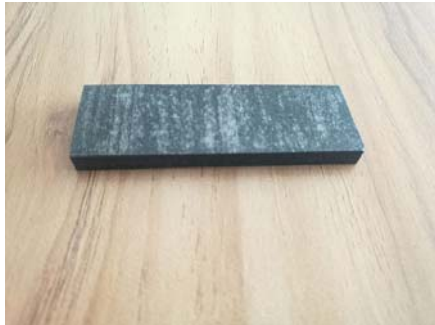
Alvaco 超轻复合材料适于替代原有航空、航天的精密铝合金铸件，部分替代高铁、汽车上的精密铝合金铸件。如支臂、支架、液压元件、附件壳体，仪器外壳，机匣，泵体、仪表壳体、活塞、制动器外壳、机匣、框架、缸体，汽缸件、油泵壳体、发动机活塞、外挂架、支臂，曲轴箱、支架、飞轮盖，制造导弹重要部件，还可用于飞机承力部件、承力构件，如导弹和飞机的梁框、支臂、支座等零件，空气分配器和电动活门壳体、仪表薄壳体压铸零件、要求同腐蚀介质接触和尺寸稳定性高的零件，如高空飞行氧气调节器等等。

以上部件，目前材料多为铸造铝合金，采用 Alvaco 高性能复合材料后，重量可减轻一半，刚性、稳定性、抗振动性能会得到数倍的提升。民用大客机的铝化率在 70%左右，其中 85%为变形铝合金，铸造铝合金占净质量的 15%。民用航空器的有效载荷每增加 1kg 即可带来 4,400~110,000 美元的效益。采用 Alvaco 复合材料替代其铸造铝合金部分，每架民航机的重量可降低 2.5 吨到 12.5 吨，替换部件的结构刚性则提升近 10 倍。

除航空、航天应用以外，Alvaco 复合材料超轻超强的材料特征也适用于装甲车的防弹装置、单兵胸部防弹装置等。现有装甲车防弹和单兵防弹采用陶瓷和钢板的夹层结构。两者强度均不如 Alvaco，重量则分别是 Alvaco 的 2 倍和 5 倍。

无人机、机器人、外骨骼、单兵装备等重量敏感领域，也是 Alvaco 的用武之地。

汽车领域的减重需求，随着国家排放政策的步步收紧，已经非常紧迫。Alvaco 复合材料与碳纤维等材料不同，Alvaco 可进行高精度机械加工，虽然加工周期时间比普通金属长，但加工与使用与金属类似。可铸造，复合结构的铸造成形对 Alvaco 来说并没有难度。



关于 Alvaco 发明过程的插曲：

西安法迪复合材料有限公司的主营业务是研发生产金属基陶瓷增强复合材料的。Alvaco 设计思路源于团队前期与一家生产惯性导航设备的研究所的技术交流。

这家国内知名的惯性导航设备生产商，采用的基座材料是铸造铝合金，其它合金不是太重就是太软。但铝合金还是太软！模量 70Mpa，在飞行器飞行过程中，因振动工作环境的原因，支撑力不足，使制导精度低于设计指标。

当时计划使用铝碳化硅复合 (AlSiC) 材料，但交流后，让人满意的是材料的各向同性与模量指标；不满意的是密度比铝合金大了 0.25，而且加工不容易，特别是丝孔加工，当时没有好的解决办法。增重更是不行的，那怕一点点！

回来以后，设计团队成员开动思路，经过半年多时间研发，在原有复合材料基础上，开发出现在的金属化陶瓷超轻复合材料 Alvaco。Alvaco 不但在材料强度方面大大超过了客户预期，而且还在产品减重效果方面让客户得到意外的收益。客户现使用的基座加封盖重量有 5 公斤多，如换用本项目新型金属化陶瓷超轻复合材料进行同尺寸制造，可减重至少 2 公斤！如考虑模量的增加，结构设计上还可进一步减薄，减重能力会进一步增加。同时，更轻的材料，会使振动环境下的振动惯量降低，更近一步提高导航精度。