不锈钢

为了更高的飞翔

由于重量的原因，在飞机制造中不锈钢不占有主导地位。但在特殊高要求的应用中，不锈钢仍然是不可或缺的。

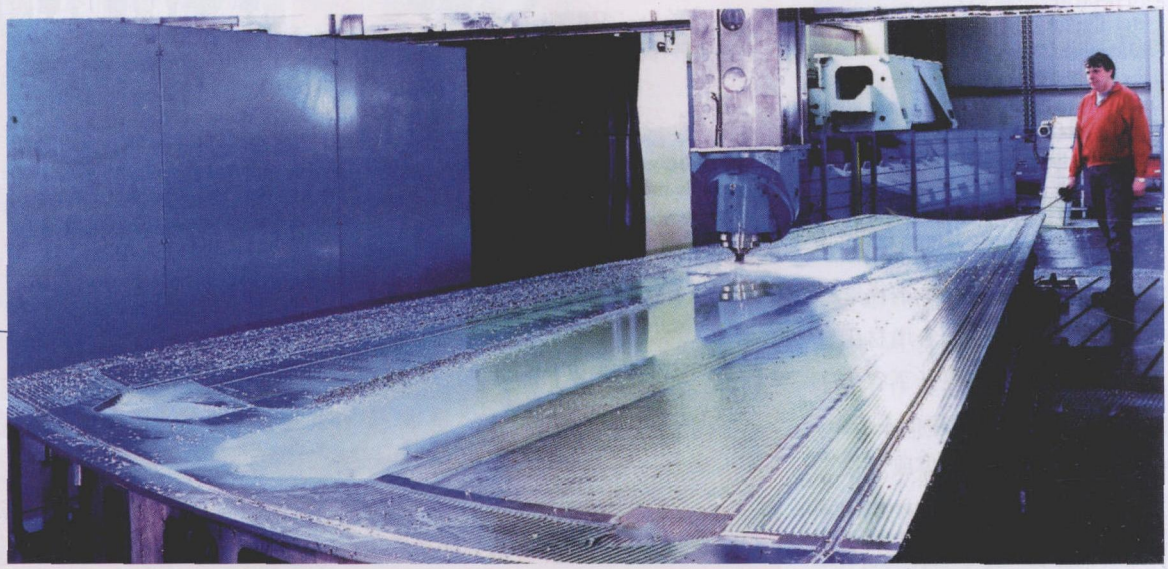
严酷的工作条件，例如在温度高达 1300℃的腐蚀性介质和很高的机械性负载条件下，对航空航天工业使用的材料提出了许许多多的要求。最高的、不受温度影响的机械强度、刚性、耐腐蚀性、抗氧化性以及非磁化性等是对航空航天工业用材料的典型要求。同时，对这些材料还有着重量要求，因为高效的飞行与每一克重量都有着密切的关系；另外，材料的价格和可用性对其是否被广泛使用也有着重要的决定性意义。与钛合金相比不锈钢在这两方面都有着突出的优势。

耐腐蚀的钢材

1912 年研发成功的 1.4301 号不锈钢开启了耐腐蚀、耐酸和耐热材料研发的第一步。通过把合金材料中镍的比例由 8% 提高到 10%，再加上一些钼，1928 年时 V4A 号钢又申请了专利保护。今天，与这种钢材对应的材料编号为 1.4401、1.4404 和 1.4571，属于耐腐蚀和耐热的高性能钢材。随着镍基耐高温合金的进一步开发，早在 1940 年时工业企业中就有了可以在 800° C 以上温度环境中使用的耐蠕变、耐应力的合金钢。它有着很高的热疲劳强度和高温耐腐蚀性能，其应用范围也随着加工制造技术可能性的进步和航空航天工业迅速提高的要求而扩大。无论是作为飞机发动机部件、协和式超音速飞机的副翼、方向舵，还是阿波罗 11 号登月飞船、今天的空中客车 A380、阿丽亚娜 5 运载火箭中的零件，多年以来不锈钢和合金材料的研发都对航空航天事业的发展起到了积极的推动作用。虽然铝合金材料和塑料材料以其较轻的重量一直占据了飞机材料的大部分市场，但是在有着特殊物理要求的时候不锈钢材料仍然是不可替代的。外航空航天领域中耐腐蚀钢材的范畴中除了传统的 1.7734 号不锈结构钢以外还有 1.4548 号马氏体淬火不锈钢、1.4044 号马氏体钢、1.4546 号奥氏体钢以及在冷作硬化时都不会磁化的非磁化钢等特殊钢材。

性能极好的高科技零部件

超高强度钢的典型应用领域是飞机起落架、制动部件、喷



Pernifer 36 型低膨胀合金不锈钢生产的飞机机身和机翼配合的严丝合缝。

嘴和高承载要求的零部件，例如轴销、支架、球轴承、螺栓或者堵塞等。对于有着最高可靠性和使用寿命要求的锻件来讲，通常使用的是耐腐蚀的、利用所谓的DESU-工艺技术（电渣再熔炼技术）制造的、压力氮化后韧性抗压强度都得到了改善的马氏体钢。这样处理的航空航天用钢材有着非常优秀的切削加工性能。优质钢材料锻造的、安全性强的零件在巴西航空工业公司的170飞机中得到了广泛的应用，这种飞机是一种有110个座位的现代化喷气式支线客机。

不锈钢材料在高技术要求的燃油、液压油、压缩空气、氧气管道系统和过滤系统中也有着广泛的应用。一般情况下，这些管道系统非常复杂，要经过要求极高的弯管工艺才能保证其很高的几何尺寸精度要求。对这种成型加工提出的一项特殊要求就是批量小，即使是所谓的批量生产，一次生产的数量也往往不到10件。从生产制造者的角度来看，加工制造的精度完全符合高品质优质钢的应用了。

出于减轻重量的目的，今天的飞机制造业和航空航天业中的过滤系统一般都是利用塑料材料制造的。对于机载系统来讲，其滤芯的支承骨架往往还是用不锈钢材料制造的，以保证在要求的滤丝细密度情况下仍然有很好的耐热性能、耐磨蚀性能和耐腐蚀性能。

久经考验的结构

高合金优质钢的机械性能和化学性能使其成为飞机发动机中的主要材料。无论是悬挂装置、高压压缩机的精密导向叶片或者是空中客车A380发动机传动系统

驱动系统的零部件，例如齿轮和主动齿轮轴等都是用高品质优质钢制造的。

中高效的隔音保护，很高的耐热、耐腐蚀以及耐磨蚀性能都使不锈钢能够胜任持久性的、负载很大的任务。

飞机中的衬板、板材或者金属织物，在飞机发动机进气口或者燃烧室中安装使用的隔音材料，越来越多地使用高精密度的不锈钢材料织物制作。这种材料以其织物般的结构有效地阻断了声波，降低了滋生的强度；所用钢丝的直径不足42μm；同时又非常坚固，从而奠定了不锈钢织物结构衬板成功的基础。不锈钢织物的性能已经在1980年的风洞实验中成功地得到了证实，利用10bar的压力或者12000km/h的速度对今天的飞机模型进行风洞实验，例如对Shefex II型超音速飞机模型进行风洞实验，以模拟按照11倍声速重返大气层的条件。

民航客机在不同类型的风洞中进行空气动力学、空气声学、高温和低温性能的实验和优化。实验时承受强大负载的气流控制板就是用直径0.2mm以上的不锈钢钢丝制作的。可靠的耐热、低温以及耐腐蚀性能对于耗资巨大的风洞测试效率意义重大。MM