



图片来源：三菱航空株式会社

图1 正在准备首次飞行的日本国产客机 MRJ

刀具

如今，世界的天空有点忙

互联网的存在让信息可以跨越时空，实时传送到世界各地。但人和物的移动在今后仍需要物理性时间，飞机可以说成为了当仁不让的主角。1995年以来，经过两次世界经济危机，航空运输（有偿旅客距离换算）以每年5%的速度持续增长。每隔15年左右实现翻倍，预计在接下来的15年中将继续增长，尤其是亚洲的发展将领跑世界。从遥远的高空俯视欧洲，现如今遍地的民用飞机已经拥挤不堪。今后，世界的天空必将变得异常繁忙。

文 | 三菱综合材料株式会社

根据大陆到大陆、都市到都市、都市到地方的各种需求，需使用大中小各种客机。但如今，面临解决地球气候变暖等环境破坏问题的课题，我们将迎来重大的变革期。波音787和空中客车A350等新型喷气式客机提高了钛合金和CFRP（碳纤维增强塑料）等轻质高强材料的使用比例，进一步减轻了

机体的重量。并且降低了油耗，还通过采用低噪声的新型喷气式发动机，大幅降低了环境负荷。目光转向日本，以低航运成本和乘坐舒适度为优势的三菱航空机株式会社的新型喷气式客机MRJ终于迎来了它的首次飞行。如今，全球的航线正在推进环保和舒适的新型喷气式客机的引进。

喷气式客机的构成材料和切削加工

据了解，喷气式客机的零件数约有300~600万种，尤其是结构零件，大部分都通过切削加工制作而成。大多使用轻质强韧的材料，喷气式发动机中使用耐高温高压燃烧的特殊合金。如今，为了对这些零件进行高效率、高精度、

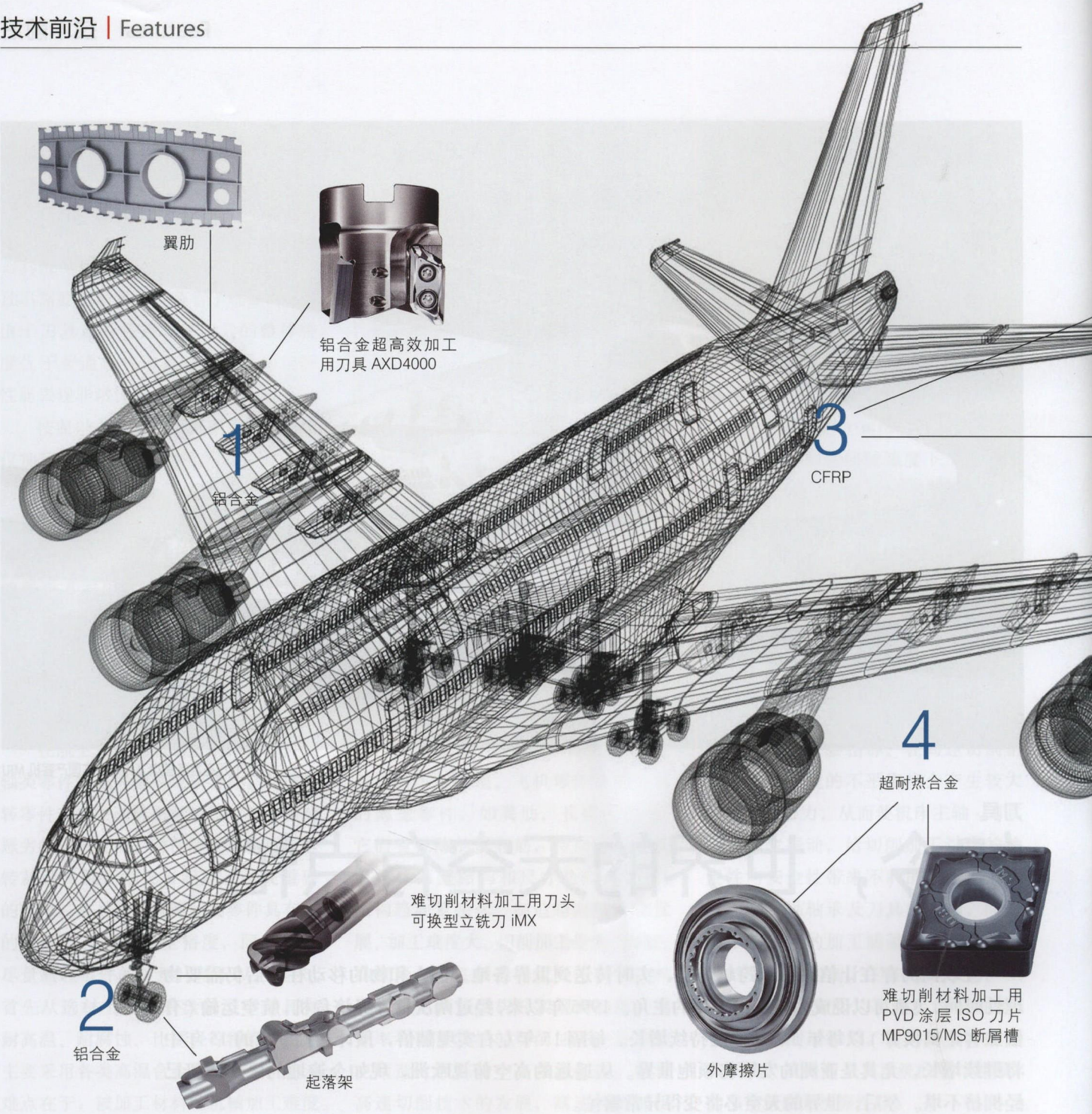


图 2 用于各部件加工的刀具示意图

高品质加工，应对各种切削材料的专用切削工具变得必不可少。

1. 铝合金：时速 300 km/h 的超高速高效加工

机体的外板及肋部（骨骼）大多使用硬铝合金（A7075）。需从大块材料中切削出薄薄的零件，将材料的 90% 以上切成切屑，因此争分夺秒的高效加工不可或缺。近年来，切削速度

5000 m/min（时速 300 km/h）即排屑量 10 000 cm³/min 的超高速高效加工已实现实用化。

2. 钛合金：使用比例增加高效加工成为课题

钛在 400℃ 以下的环境中，具有金属材料中最高强度重量比，具有轻质强韧、不易生锈的特性。可用于人工关节等用途的钛合金 Ti-6Al-4V 已被用于

机体的舱门四周及机翼的安装部、起落架（着陆装置）等要求高强度的部位，该比例在新型喷气式客机中不断增加。由于钛合金的热传导性低、切削热量集中在刀头，因此对它进行高效加工是比较困难的。

3. CFRP：代表 21 世纪的新材料

CFRP 具有铁的 10 倍的强度重量比，是一种轻质强韧、不易生锈的材料，



图3 航空事业主管伊藤正昭(左), 航空事业工程经理长野刚

自21世纪起快速普及。飞机机身等大型结构件是通过将集束碳纤维浸渍在塑料后的薄片层叠卷成圆筒状,并真空加热,可实现一体成型。由于强度极高,因此切削性差,需使用金刚石工具或带金刚石涂层的工具进行切削加工。

4. 超耐热合金:适用于严酷环境高性能金属材料

喷气式发动机中,主要用于燃烧、排气等部位的超耐热合金是适用于在常温至1000℃前后的严酷环境中重复使用的高性能金属材料。采用以镍为基础的INCONEL®及WASPALOY®等。由于这类材料在高温下强度也不会降低,被切削性差,并需要高水平的加工品质,因而在量产加工前需进行充分验证。

从日本走向世界 寄托于航空事业的满腔热情

三菱综合材料(Mitsubishi Materials)自2001年起,正式着手开发

航空产业用切削工具。但与先行的欧美制造商有一定差距,并在开发研究的历史中错误不断。在经历了各种艰辛后,目前三菱综合材料已经具备了适用于各种用途的高性能切削工具,在日本、美国、欧洲、亚洲的10个国家配备了约20名专职人员,并使他们达到了可参与正在开发的新型喷气式客机项目的水平。目前,两位经验丰富的经理正努力把航空事业从日本带向世界。

以综合实力取胜

主管航空事业的伊藤正昭在机床制造厂具有11年工作经验,并拥有与业界17家公司共同建立复合机床用工具系统的ISO(国际标准)化等经验,一直秉持综合性观点处理切削加工。期间培养的技术除了应用于飞机制造商之外,还被广泛运用在机床制造商、大学和研究机构的研讨中的解决方案,伊藤称:“难切削材料的高效加工已经到达仅依靠工具制造商而无法解决的程度。”近年来,为了进一步推进航空事业的发展,战略推动全球合作关系的构建,2014年春,三菱综合材料加盟了位于英国的世界顶尖研究机构AMRC(Advanced Manufacturing Research

Centre)。AMRC一直在对全球大型的飞机相关制造商提出的课题进行研究,三菱综合材料的整体立铣刀在钛合金的加工中立刻受到了高度评价。目前,三菱综合材料正在与世界各地的专职人员和日本的开发团队进行密切合作,不断推进新一代产品的策划设计。

难切削材料加工的专家

工程经理长野刚在进入公司的20年来,一直致力于追求切削加工技术。公司内部的开发试验、用户的委托试验及新加工技术的开发他都亲力亲为,并会不时地在世界各国的展会上将其中一部分内容进行实验展示。转战至应用工程后,长野刚以源自经验的丰富切削加工技术为支柱,赢得了飞机制造商和机床制造商的深厚信赖。长野刚以日本、亚洲为中心积极开展活动,并运用三菱综合材料的网络,对难切削材料加工的实战性技术支持和问题解决费尽心力。此外,为了展示本公司的技术,不断推进日本、北美、欧洲、中国的机床及航空相关的展会参展计划。2014年11月,在珠海举办的中国最大国际航空展中,作为唯一参展的日本切削工具制造商,成功吸引了众多参观者的注目。MM