

# 铸钛的发展进入了新时期

## ——重访西德TiTAl精铸公司有感

周彦邦

1984年3月执行中航技公司与西德TiTAl公司的“钛精铸技术转让合同”时去了TiTAl公司,1986年6月18日又随中航技公司代表团重访了该公司。相隔两年多一点的时间,TiTAl公司的变化实在出乎我的意料;对当前钛铸件生产的飞速发展,也不能不为之惊叹。

### 1. TiTAl公司生产的扩展

(1) 面积的扩大 该公司原有三个长75米的厂房,其中一个为两层。1984~1985年新建了一个跨度为15米、长85米的空调厂房,供钛合金制模与背层涂料用。此外还扩建了一个300平方米的模具库与若干办公室。

(2) 人员的增加 1984年TiTAl公司的从业人员为160人,1986年已增加到近300人,其中从事钛精铸件生产的人数增加最多,例如原从事钛型壳面层涂挂的仅有2名工人,现增加到8人;钛铸件精整工原为4人,现增至12人。

(3) 设备的增加 在短短的两年中,TiTAl公司在铸钛生产流水线上增加的主要设备为13台,估计总值可达130万美元。

TiTAl公司扩大设备能力,主要有两个目标:一是提高生产率,例如它的压蜡机从5台增加到11台,到1986年10月还将增加两台40t压蜡机;二是提高产品质量与增加品种,例如建立了190t压蜡机,装备有大型机械手(150kg)的背层型壳流水线等,使TiTAl公司制造最大钛精铸件的尺寸从原来的 $\phi 600\text{mm}$ 提高到 $\phi 900\text{mm}$ 。

### 2. TiTAl公司技术的进步

TiTAl公司钛精铸技术的进步,主要表现在它生产大型整体钛精铸件的能力与逐年提高的质量,例如最近它为法国Turbomec公司制

造的 $\phi 600\text{mm}$ 的整体叶轮,具有很高的经济技术价值(图1)。

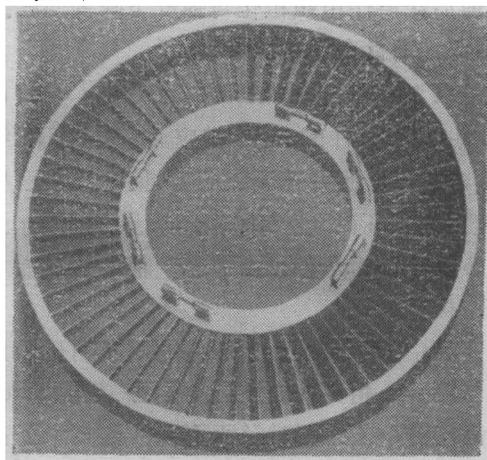


图1 发动机用钛合金精铸件

近年来TiTAl公司制造工艺的发展主要表现在改进与提高上,主要有:

(1) 型壳质量的提高 生产线上的型壳与以前相比,其表面光洁度有所提高,气孔较少;以前常出现的微裂纹不再常见。这是因为目前对进厂原料有了一套合理的检验方法,另外料浆批量大,搅拌比较均匀,气体夹杂大为减少。

背型涂料采用机械手与程控悬链干燥后,型壳质量比较稳定。这次在现场未发现报废的型壳。

(2) 浇注系统的改进 由于铸件的产量与品种均有增加,采用了各种新型的浇铸补缩系统。目前TiTAl公司对一般铸件的设计大都是一次完成的,不需作多次浇注试验。

对于大批量的产品,采用了压制成型浇道,提高了生产效率。

(3) 热处理与热等静压 TiTAl公司新

安装了一台真空热处理炉,真空度超过 $1 \times 10^{-3}$ 托,解决了铸件在原真空焙烧炉中热处理时表面氧化和除氢效果不显著的问题。

目前TiTAl公司生产的航空用钛铸件,主要是在Bochum的优质钢公司精铸厂进行热等静压,该厂的 $\phi 1000 \text{ mm}$ 与 $\phi 600 \text{ mm}$ 热等静压机均装有快冷装置,冷速可达 $70 \text{ K/min}$ ,这是近年来发展的新技术,从而解决了以前热等静压处理后钛铸件组织粗化与强度下降等问题。

### 3. 铸钛市场的发展

(1) 欧洲铸钛业的状况 TiTAl公司是欧洲钛精铸件的主要供应者,据公司经理Liesner说,近年来铸钛需求量增长得有些可怕。目前TiTAl公司铸钛年增长量为30~40%,铸钛的产值已由原总产值的25%左右增加到接近50%。

英、法两国对钛精铸件的需求明显增加,并已着手钛精铸件的发展。据悉,英国Inconel公司已买下了比利时经营不善的钛技术公司,为英国生产钛铸件。美国精密铸件公司(PCC)已向西德雷伯特-海拉斯公司(L-H)订购了一台300kg凝壳炉,安装在法国Messer公司,为法国生产精铸件。

1984年西德L-H公司为美国Howmet公司制造了一台725kg铸钛用自耗电弧凝壳炉,用于生产大型整体钛铸件。

(2) 钛精铸件的应用范围 钛精铸件主要用于宇航工业,欧洲“狂风”、“空中公共汽车”A300B、A320B、“鹞”式飞机和RB199、Turbomec等发动机都采用了TiTAl公司的钛精铸件。值得注意的是,近两年法国导弹工业开始大量采用钛精铸件,其中一个最大的壳体为 $\phi 500 \text{ mm}$ ,重25kg。飞机用钛制零件见图2。

民用工业的钛精铸件大多为小件,但批量很大,产值也很可观,典型的铸件是各种假肢元件、人工关节、手表壳、纺织机械零件等。

(3) 钛精铸件的发展基础 近年来飞机发动机用钛量的增长并不大,但钛精铸件的用

量则直线上升,其原因为:①钛铸件在航空工业上使用的可靠性,已经过十几年的应用考验,未发生任何严重故障,尤其是采用热等静压技术后,钛精铸件能安全可靠地用于各种结构零件,已为设计人员普遍接受;②精铸件可制造各种复杂零件,亦可将几种零件组合成整体件,这样的零件结构紧凑、刚性好、装配简单。此外,钛铸件的制造周期,相对来说比其它加工工艺的周期短;③钛零件的制造费用大幅度降低,这是使用钛精铸件的最大优点。

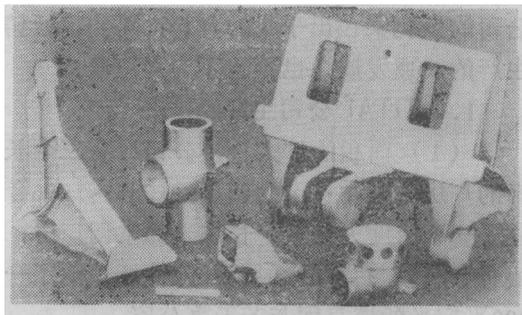


图2 飞机用钛合金精铸件(右上为襟翼导力框)

表1是TiTAl公司1985年生产的1128件襟翼导力框( $320 \times 400 \times 150 \text{ mm}$ ) Ti-6Al-4V整体精铸件与由9个锻件组合而成的老工艺产品的比较。采用钛精铸件后,每年可节约6418马克。

表1 Ti-6Al-4V襟翼导力框加工工艺的比较

项 目	锻件组合工艺	整体精铸工艺
零件重	4.5kg	4.4kg
模具夹具费	100%	64.6%
材料费	100%	96.5%
加工与装配费	100%	3.9%
总制造费	100%	50.5%

TiTAl公司的发展与西欧铸钛业的动向,说明铸钛专业经过长时间的挣扎,终于突破了重重困难,开始了新的飞跃。作为一个长期从事这个专业的技术人员,我庆幸自己能赶上铸钛的起飞时代。