

~1985 年间“继续有效”的占 81%。

由此看出大多数标龄长的标准已不能满足当前的要求，而存在的问题多年无人过问，很有必要进行一次突出性复审，使标准化工作进一步纳入法制轨道，变“人治”为“法治”，从而提高标准的整体水平。

二、管理制度的改进

要想真正提高所标水平，关键在于“制定”这个根本环节。过去在审查所标方面也有严格程序，但常常因流于形式而未起到真正严格审查的作用。

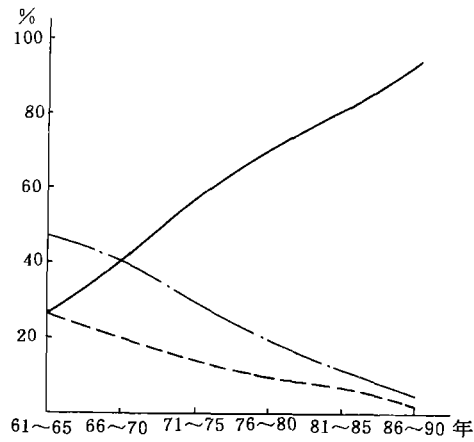


图 3 不同年度区间各类所标的百分数统计曲线

先进飞机发动机用钛铝化合物

在飞机发动机中钛铝化合物的应用可为飞行器带来高性能。这种高性能主要表现在它们的重量轻和耐高温能力。很可能由于找到了达到性能平衡所必需的折中方案而使这种材料能够很快获得应用。风扇框架、压气机机匣、燃烧室外套、扩散器、喷嘴、叶片和涡轮后框架都是钛铝化合物的计划应用项目。

钛铝化合物为基体的金属基复合材料和整体 Gamma 钛铝化合物已被许多公司视为重点研究的候选材料。Alpha 2 (α-2) 和 Gamma (γ) 钛铝化合物具有高模量、低密度、高温强度和抗蠕变性。但在飞机发动机上对钛铝化合物进行成功的试车之前必须解决下列问题：缺少足够的低温塑性；低于普通合金的室温断裂韧性和可成型性。此外，生产应用中还要求改善生产能力和降低成本。

性能

钛铝化合物是金属间化合物 Ti₃Al (α-2) 和 TiAl (γ) 为基体的钛合金。表 1 示出了钛铝化合物与普通钛合金和镍基合金进行的简单比较。一般来说，作为先进发动机感兴趣的合金，α-2 相由 α-2 相和 β 相的混合物组成；γ 相是 γ 相与 α-2 相的混合物，而 α-2 和 γ 则是它们的简称。

材料工程

1991 年修订的审查程序除了要各级领导签字外，增加了通过会审对标准技术内容进行审查这一关键环节。它有两种审查途径：一是在正式鉴定会上同时审查；一是所内专门组织一次审查会。这样可确保只有高水平的标准才能通过审查。

修订后的所级技术标准管理条例，还规定了严格的更改和复审制度，管理制度的改进为提高所级技术标准水平创造了条件。

三、标准化水平的考核

为提高整个单位的标准化水平，仅仅制订出一批有一定水平的所级技术标准还是不够的，还要进行标准的宣传和贯彻监督。按照航空航天部对航空厂、所的要求，应努力提高研究所技术标准覆盖率、技术标准贯彻率、产品达标率、主要产品标准水平以及标准化管理水平。对专业研究所来说，技术标准覆盖率和贯彻率是最重要的。通过初步的试点工作表明，各专业标准化的发展水平不平衡，还有一些需要加强的环节。今后将继续加强对所内基层单位的标准化水平考核，改进基层的标准化管理，提高每个职工的标准化意识，以不断和全面地提高全所的标准化水平，促进所级技术标准编制水平的提高，使得航材所的所级技术标准能为航空工业发展做出更大的贡献。

通用电气公司 (GE) 对这些合金进行了广泛的研究。将这种合金的数据与第一代合金的数据进行比较表明，它们在改进综合强度和塑性方面有明显进步。

表 1 钛铝化合物与钛合金和高温合金的比较

性能	钛合金	α-2	γ	高温合金
密度 (gcm ⁻³)	4.54	4.84	4.04	8.3
刚性 (GNm ⁻²)	110	145	176	207
最大蠕变温度 (°C)	540	730	900	1090
最大氧化温度 (°C)	590	705	815	1090
室温塑性 (%)	20	2~4	1~3	3~10
使用温度塑性 (%)	高	5~12	5~12	10~20

对钛铝化合物的设计要求包括减少低温塑性和韧性以及疲劳裂纹扩展特性。此外，由于缺少标准的第一代参考材料而没有充分的设计数据，因此使用这些合金设计发动机构件的成本是可观的。

与普通钛合金一样，钛铝化合物的加工工艺与显微组织和力学性能之间的相互关系十分密切。因此，对铝化物难于加工并不意外，而且这种情况将会一直延续到获得标准加工工艺为止。目前急需研究和改进生产和制

(下转第 50 页)

236 克,一个电池单体投银料为 220~240 克。当然隔膜和电解液中还有部分银。

通过多次的实验工作证实隔膜上带有一定量的银,电解液中含有少量的银。正极片上的活性物质氧化银在电解液 KOH 溶液中有一定的溶解性。在 25℃,比重 1.40KOH 溶液中溶解度为 0.05 克/升。在溶液中的形式是 $\text{Ag}^+ \text{OH}^-$ 和胶体银微粒,它们迁移到达隔膜后,将膜的分子氧化,本身还原成银,沉积在隔膜上^[4]。

2. 电池单体各部分提纯银情况

电池单体各部分提纯银的情况见表 2。

表 2 电池单体各部分提纯银的情况

电池编号	电池部件	银量 (g)	百分比%
1# (苏联)	正极片	124.7	46.5
	负极银骨架	20.7	7.7
	隔膜银	122.8	45.8
2# (国内)	正极片	183	84.7
	负极银骨架		
	隔膜银	33	15.3
3# (国内)	正极片	175	81.4
	负极银骨架		
	隔膜银	40	18.6

(上接第 45 页)

造这种合金所必需的加工工艺。与此同时需加强研究和设计能够成功应用这种合金的数据库。

加工工艺

近 5 年来加工工艺有了重大进展。不同于早期的经验,现在可将标准的金属加工方法用于制造轧制产品。

α -2 合金可制成 4500kg 的铸锭,将铸锭制成坯料时需特别小心,而一旦合金进入坯料阶段,便可用类似于普通 α - β 合金的加工形式进行加工。 γ 合金由于相当高的韧性/脆性转变温度要求在高温下加工,而这样高的温度则是普通钛加工设备所不能承受的。目前这种铸锭的实际尺寸限制在 180kg。加工合金的这种困难导致对铸造和粉末冶金制件的极大兴趣。现在粉末冶金的优越性尚未完全显示出来,这主要是由于粉末的成本、质量和可用性还受到某种限制。

用钛铝化合物制造的金属基复合材料在比强度、比刚性和韧性方面提供了更多的优点,并适用于先进的飞机发动机。目前已经采用的钛铝化合物金属基复合材料的加工方法有两种:金属箔/纤维/金属箔制造和感应等离子喷涂 (IPD) 制造。两种方法各有利弊,究竟选用哪种方法应视其制造的构件而定。此外,箔/纤维/箔制法仅限于可制成薄板和箔的那些合金。即使普通的 α - β 钛合金也难于轧制成箔,因此这一困难对于钛铝化合物就更为严重。目前只有 α -2 合金制成了大型薄板 (920×

隔膜是有机物,用硝酸溶液直接溶解隔膜上的银,隔膜同时会被硝化,形成粘稠状。不仅银被包住不能充分溶解,而且更不好过滤。

有一段时间,大量的隔膜露天焚烧,有机物被烧掉,留下含有银的残余物,放出使人难以忍受的气味,有害气体污染空气。经改进后,采用把隔膜置于封闭式高温炉内,400~500℃ 碳化的办法,不使有害气体大量跑出,有机隔膜又可碳化,效果很好。

采用上述工艺流程回收与提纯电池中的银,不需要大设备,工艺简单,投资少,效益高。对环境无污染,生产周期短。产品达到一级商品银标准 (表 3)。

表 3 成品银的纯度

元素	Ag	Zn	Cu	Fe
含量 (%)	>99.97	<0.005	<0.005	<0.004

参考文献

1. 贵金属, 1 卷 1 期, 1980 年 8 月
2. 贵金属, 3 卷 1 期, 1982 年 2 月
3. 贵金属, 3 卷 4 期, 1982 年 11 月
4. 焦桐顺著, 化学电源
5. 无机化工产品手册, 1982 年版

2400mm)。 α -2 薄板的生产要求使用普通 α - β 合金所用的叠轧。可以看出,对于以金属间化合物为基体的金属基复合材料,如钛铝化合物,从成本和制造简便来看,IPD 将是一种候选的制造方法。

整体钛铝化合物的制造计划包括:锻造 α -2 叶片;铸造 γ 叶片和 γ 压气机机匣。这些试验大大提高了制造上述构件的信心。与此同时研究了辅助制造技术,例如机加工工艺和连接技术。在目前的应用中最成熟的材料是 α -2 合金。

发动机试验

用 α -2 合金制造了某些构件并在 GE 发动机上进行了试验。用 α -2 合金 Ti-24Al-11Nb 制造了两个构件。第一个是用超塑性成型和扩散连接法制造的 F404 排气密封件。对密封件进行了 97h 的发动机工作试验。试验了两个加力燃烧室循环。第二个构件是 GE29 高压涡轮支承环。对这个构件和高压涡轮支承件均成功地进行了 100h 的试验。根据第一代合金的成功经验,铝化物可能是重要的非转动件的理想材料。当然,这方面的较大成果应是开发钛铝化合物的转动件、制造金属基复合材料试验件。

目前钛铝化合物材料可制成不同的形状。制造厂家正在不断扩大,经验也日益丰富。显而易见,批量生产应用将要求合理的成本和对其他先进技术的竞争能力。

(白春涛)