

金属材料高温小试样应力-应变 电测装置简介

北京航空材料研究所 张继祥

用较少的材料和能在零件上取样来测试金属材料的全面性能数据,一直是科研工作者努力的方向,特别是高温下的性能如何解决,一直是人们关心的问题,而且成为科研和生产上亟需解决的课题。

为了满足新产品试制和新合金的研究,设计制成了小试样应力-应变电测装置。本装置适合于室温到 900°C 以下测试直径 $d_0=5\sim 10\text{mm}$, $L_0=25\sim 50\text{mm}$; 板形 $b_0=6\sim 15\text{mm}$, $L_0=25\sim 50\text{mm}$; 管子 $d_0=10\sim 16\text{mm}$, $L_0=50\text{mm}$ 3 种形式的试样,均可用来测试金属材料在室温或高温下的性能如: E 、 $\sigma_{0.01}$ 、 $\sigma_{0.2}$ 、 $\sigma_{0.7}$ 、 $\sigma_{0.85}$ 、 σ_b 、 δ_5 、 ψ 等数值,并可获得较满意的应力-应变曲线供设计者使用,从此结束了只能用 $d_0=10\text{mm}$ 、 $L_0=50\sim 100\text{mm}$; $b_0=15\text{mm}$ 、 $L_0=50\sim 100\text{mm}$ 测试材料的基本性能,使小试样 $d_0=5\text{mm}$ 、 $L_0=25\text{mm}$; $b_0=15\text{mm}$ 、 $L_0=50\text{mm}$ 测试的基本性能数据与大试样具有同等效用。

本文重点介绍小试样的应力-应变电测装置。

目前测试金属材料的性能 E 、 $\sigma_{0.01}$ 、 $\sigma_{0.2}$ 、 σ_b 、 δ 、 ψ 等值,一般采用光学引伸计、百分表、机械画图法、电测法、光点跟踪等方法,光学引伸计、百分表不能直接获得 $P-\Delta L$ 曲线,操作复杂、效率较低;机械画图法能绘制出 $P-\Delta L$ 曲线,但误差较大,所得的 $\sigma_{0.2}$ 值不是标距内所产生的 0.2% 变形,它包括整个加载串及试样的全部变形,因此不能真实地反映材料的性能,本身放大倍数低 ($10:1$ 、 $5:1$ 、 $2:1$ 、 $1:1$),不符合试验方法即 GB228-89、HCS40-73 的要求,而且不能应用于生产上,只能作为参考数据;光学引伸计能达到方法要求,但由于操作复杂、不能直接得到 $P-\Delta L$ 曲线,所以在应用时受到一定的限制。

电测法能直接或间接地获得比较满意的 $P-\Delta L$ 曲线,测试精度高,误差小,数据可靠,便于操作,放大倍数可任意调整,可充分发挥现有国产和进口的陈旧设备的潜力。

用小试样绘制 $P-\Delta L$ 曲线测试原材料或零件的基本性能,可节省原材料约 $2/3$,节省加工工时,特别是能提高测试精度和生产效率。它的工作原理是将非电量的信号转换成电信号通过放大后记录在函数记录仪上,其转换过程和装置如图 1~7 所示。

试验时首先对夹式应变传感器、引伸计整体、载荷传感器进行严格的标定使之达到:

①夹式应变传感器的最大线性误差在 $\pm 0.25\%$ 以内,精度达到 0.0001 ;

②引伸计整体标定最大线性误差在 $\pm 0.25\%$ 以内,传递信号良好;

③载荷传感器的最大误差不大于 $\pm 1\%$;

④放大倍数要求在 1000 倍,一般可在 500 倍使用;

⑤为防止试验机偏心的影响,做试验时一定要使用两个夹式应变传感器。

通过几年数千根试样、不同材料、不同温度下试验结

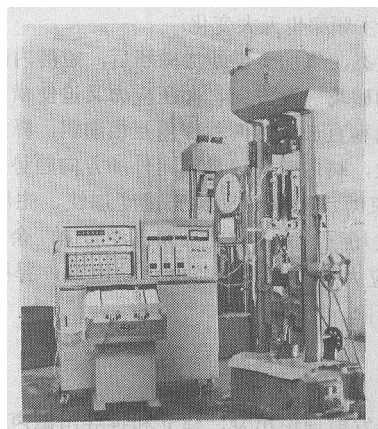
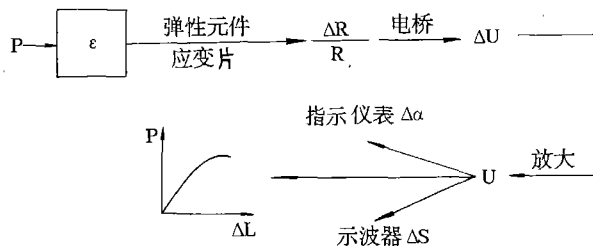


图2 应力-应变电测装置全貌

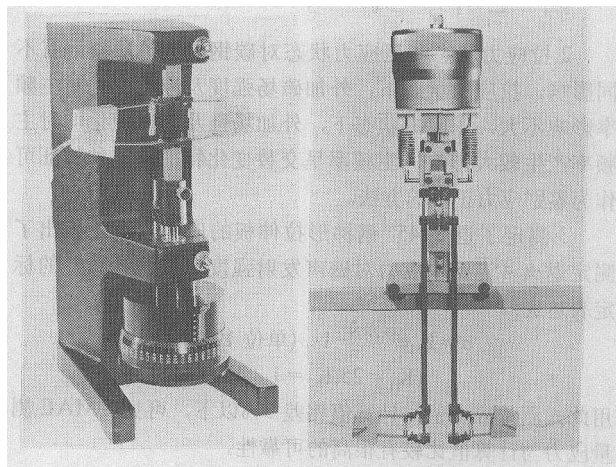


图3 夹式应变传感器标定 图4 高温引伸计的整体标定

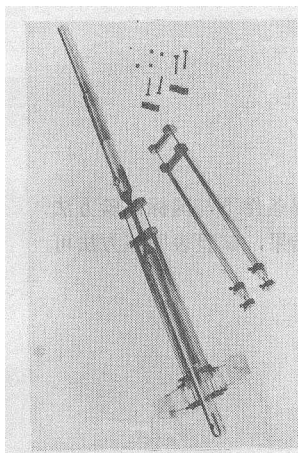


图5 高温板形夹具装置

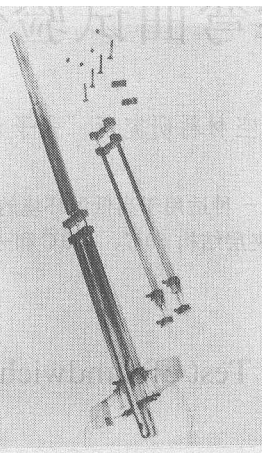


图6 高温圆形夹具装置

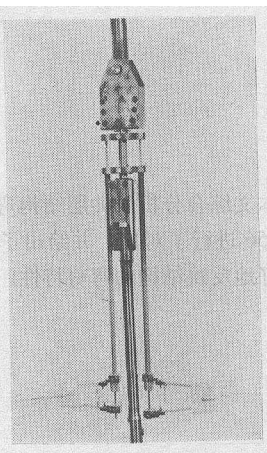


图7 高温管形夹具装置

果表明,这套装置与光学引伸计比较有如下优点:

- 1.测试精度高、稳定性好,放大倍数可任意调节,能获得比较满意的 $P-\Delta L$ 曲线。
- 2.试验效率高,操作方便,劳动强度小。
- 3.可节省大量原材料特别是贵金属,可降低试验费用。

※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※

芳纶纤维已进入航空发动机领域

“Kevlar”对位芳纶纤维正在为新型客机用发动机的减重和提高安全性等方面做出贡献。使用这种纤维可比原设计大幅度减轻重量,防止叶片破碎并降低耗油量。混合增强纤维(芳纶纤维、碳纤维和玻璃纤维)的使用,使世界上最大的复合材料飞机螺旋桨比传统的金属设计轻 50%,例如法国 Ratier-Figeac 螺旋桨制造厂已将双发运输机上直径为 5m 的螺旋桨成功地减轻了 400kg 的重量。与此同时带来了燃料经济性和飞机灵敏性的改进。

由混合纤维增强的复合材料螺旋桨是一种泡沫塑料夹层结构。它的每一侧面都是由树脂浸渍的 Kevlar、碳及玻璃纤维层压材料所构成。杜邦公司生产的对位芳纶纤维抗损坏和抗冲击性良好。用它所制的螺旋桨不仅优于传统的金属设计,且便于维修。

Ratier-Figeac 厂现已研制出专供法国军用运输机使用的新型螺旋桨,这种运输机可在很小的机场着陆。目前该公司正试图以专门设计的全复合材料螺旋桨占领民航市场。

此外,为了吸收风扇叶片的能量并达到其负载要求,可把 Kevlar 复合材料缠绕在风扇机匣上,将直径为 0.025mm 的纤维制成有一定宽度,厚度为 1.02mm 的带材,然后将 30~50mm 长的带材缠绕在一种重量很轻的风扇机匣上,外层再覆盖一层保护发动机工作环境的耐热树脂涂层。最后,将 Teflon 涂层加热渗入发动机壳体线圈以确保任何液体都不会溢到 Kevlar 上。

麦道公司已将这种发动机用在 MD-11 和 A330 大型客机上,并达到了波音 767X 的设计要求。

Kevlar 增强的复合材料由于比强度高、热稳定性好,

材料工程

由于采用了此种方法,解决了多年不能用小试样或零件上取样做全面性能的难题,受到科研工作者和试验工作者的欢迎,如此种方法能大量推广使用,将会收到很大的经济效益。

参考文献(略)

※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※
可广泛用于飞机内、外的零部件上。这种对位芳纶纤维综合性能极好,因此在飞机、汽车、船舶、体育用品及无线电通讯等领域倍受重视。

(云梦)

在降低烧结温度下制造永久磁铁

以高铁酸钡为基的永久磁铁,用于汽车制造业和电气工业。磁铁由高铁酸钡和 SrCO_3 粉末制成。如果将下列混合物(重量%)用于生产: SrCO_3 粉末 0.9~1.0, 无定形硼粉末 0.05~0.15, 余量为高铁酸钡,则烧结温度可以降低,同时并不会造成磁性损失。高铁酸钡 ($\text{BaO}_5\text{Fe}_2\text{O}_3$) 先与 SrCO_3 混合,然后再与硼混合。将混合物进行干磨和湿磨,然后压制成磁坯。将压坯置于 1040~1100℃ 烧结 1 小时,后者为任选温度。

优点: 混合物允许将烧结温度从 1200℃ 降至 1100℃。磁性改进的系数由 1.04 增至 1.2。

(金桥)

注射模塑陶瓷体的制造

由陶瓷粉末和有机物质的混合物制成的陶瓷注射模塑体,埋入具有 40~70% 孔隙率的支承粉末中,经加热除掉有机物质,然后进行烧结。粉末的制备方法如下: 将烧结材料制成粉末,烧结材料是将一种化合物热处理而成,这种化合物又和注射模塑陶瓷体的成分相同,只是比注射模塑陶瓷体的烧结温度高些。

可用于陶瓷发动机、高强度陶瓷零件、变形结构的陶瓷零件等。烧结注射模塑陶瓷体时,有机物质在短时间内即可从注射模塑体内挥发干净,不会引起变形,也不会生成裂纹。因而高质量的陶瓷烧结体即可高效率地生产出来。

(金桥)