

某新型大气总温传感器的设计改进探讨

A New Type of Atmospheric Temperature Sensor Design Improvement

杨号 / 海军驻阎良军代表室

姚飞虎 / 南京航空航天大学直升机旋翼动力学国家级重点实验室

摘要:介绍了总温传感器的设计原理,并将国内外各型号进行对比和评价,提出了某新型总温传感器设计改进的方案原理。

关键词: 大气总温传感器; 设计改进

Keywords: atmospheric total temperature sensor; design improvement

0 引言

大气总温传感器主要用于测量飞机在飞行中机外大气总温,为计算真空速以及喷气发动机的控制和武器火控解算等提供基本参数。同时,大气总温传感器也是很多飞行试验中必不可少的组成部分^[1],因为飞机的性能与其周围大气特性有很大关系,大气的压力、密度和温度之间也有一定关系。因此,总温传感器性能的好坏,直接影响飞机的性能。

随着航空业的不断发展,飞机的各项战术性能指标都在不断地提高和改进,大气总温传感器作为测量大气总温唯一的机载设备,其性能指标也需相应地提高完善,以满足飞机的使用要求。但从目前国内现有的总温传感器性能及使用情况来看,在设计时受材料、工艺及技术水平的限制,总存在性能不佳,故障率高、型号单

一、通用性差等缺陷。因此,研究设计一种能够满足新型飞机技术指标需求的新型总温传感器迫在眉睫。

1 基本原理

大气总温传感器主要用于测量飞机在飞行中机外大气总温,如图1所示。传感器内部有一个腔室,该腔室通过传感器上的喇叭口与大气相通。传感器安装于飞机机头外侧,喇叭口轴线与飞机纵轴线平行。被测高速气流通过喇叭口大口进入,经过阻滞腔进行绝热滞止,使被测气流速度降到设计预定值,气流的绝大部分动能恢复成热能。气流在阻滞腔特殊结构的作用下产生分离,其中一股气流连同杂物继续作直线运动,由尾部出口排入大气,另一股则被过滤为干净的气流,作90°急转弯后流经敏感部件,由支柱出口排入大气,在

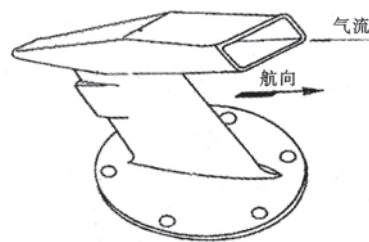


图1 总温传感器外形

腔室内有一根电阻与温度成线性关系的敏感电阻丝,通过测量此电阻值即可算出大气的总温。

2 国内外的总温传感器类型

2.1 临界截面型结构

俄罗斯的 $\pi-69$ 和国内早期生产的 $\pi-5$ (GWR-3) 型大气总温传感器均为临界截面型结构。此类传感器结构简单,维护方便,可靠性好,但其致

参考文献

[1] 空中多面手—MQ-8B“火力侦察兵”无人旋翼机[J].航空知识,2008(6).

[2] Life Cycle Support Plan for the MQ-8B Fire Scout. US Navy, 2009.

<https://acc.dau.mil/CommunityBrowser.aspx?id=333222>

作者简介:

张海涛, 硕士, 工程师, 从事航空

装备技术发展与型号费用分析等研究。

刘芳, 高级工程师, 从事航空产品型号费用分析和成本管理研究工作。

刘锦, 研究员, 从事航空行业财经研究和型号费用分析工作。

表1 同类总温传感器性能对比

型号	适用范围		总温恢复率 $N=T_r/T_0$	时间常数 τ (s)	允差 ($^{\circ}\text{C}$)
	速度 (Ma)	温度($^{\circ}\text{C}$)			
DT921 (GZW-1) 中国	0~3	-70~350	0.9980(Ma $\leq$ 1) N=0.9970(Ma>1)	$\tau=1, 0.4, 0.12$ (Ma=0.3~0.6; Hp=0)	$\pm(0.3+0.0025 t)$
CW1002 中国	0~3	-70~350	0.9975(Ma $\leq$ 1) N=0.9965(Ma>1)	$\tau \geq 1$ (Ma=0.3~0.7 Hp=0)	$\pm(0.3+0.003 t)$
GWR-3 中国	0.5~1.5	-60~150	N=0.978	$\tau=3$ (V $\leq$ 50m/S Hp=0)	± 1.5
J1-69 俄罗斯	0~3	-60~300	N=0.978	$\tau=5$	$\pm(0.5+0.005 t)$
102 美国	0~3	-70~350	N=0.9950~0.9998	1.2s(Ma=0.3) 0.8s(Ma=0.7)	$\pm(0.25+0.005 t)$
新型总温 传感器	0~3	-70~350	0.9970(Ma $\leq$ 1) N=0.9960(Ma>1)	$\tau=1, 1.4, 0.1$ (Ma=0.8~0.6; Hp=0)	$\pm(0.3+0.003 t)$

命弱点是时间常数 τ 大(3~18秒)、热响应速度慢、精度低,只适用于低速飞机。

2.2全阻滞型结构

英国的D7269以及美国的101型等均均为全阻滞型结构的大气总温传感器,此类传感器适用范围宽、总温恢复率高,其主要缺点是有时会因被测气流中夹带沙粒、冰渣等杂物而造成堵塞,致使总温传感器不能正常工作。

2.3全阻滞分流型结构

美国的102型为全阻滞分流型总温传感器,此产品在结构上可确保流经感温元件的气流始终是干净气流,不会发生堵塞,目前在国际上属于结构最完善的,而且其适用范围宽、精度高、强度好。但由于材料、工艺水平有限,所以在使用中故障仍偏高,主要表现为绝缘性不好、无信号输出等。我国自行生产的CW1002与GZW-1型大气温度传感器,目前主要用于各种高速飞机,这两种传感器吸取了美国的102型总温传感器的优点,适用范围宽,性能稳定,精度高,但也有类似于美国的102型的缺点。

3 总温传感器的主要故障模式及来源

通过对目前国内外大气总温传感器的现状分析发现,现存的总温传感器或多或少都存在热响应速度慢、精度底、易堵塞、故障率高、可靠性差的问题。其主要故障模式主要表现为绝缘性不好以及无信号输出(即感温部件断裂),这两种故障均源于感温部件的结构、材料及工艺等因素。由于目前总温传感器的感温部件均采用手工制作的铂电阻,而信号引出线也完全靠手工制作,因此故障均受人工影响因素较多。产品在制作过程中易留下隐患,所以需要改进制作工艺及结构,同时材料也需避免选用吸潮材料。

4 设计改进措施

针对目前大气总温传感器的上述缺点,本文提出以下几种改进措施。

1) 选用新型感温元件。感温部件的主要功能是感受气流温度的变化,从而测量出气流温度。因此感温部件的性能直接影响测温效果。以前老型号的总温传感器的感温部件常用

纯金属镍丝,此种材料温度系数高,但线性差,适用范围小。某新型总温传感器的感温元件则选用了新型感温材料纯金属铂丝,其不仅温度系数高,而且性能稳定,线性好,适用范围宽。

2) 选用集成工艺。为避免以往手工制作感温元件产生的缺点,某新型总温传感器的感温元件采用先进的集成工艺完成,即采用薄膜集成型铂电阻元件。其突出优点是全固态、超小型、响应快、高可靠性、抗震能力强,输出特性符合国际IEC751标准。

3) 改进防潮绝缘结构。将现有引芯线的绝缘层由涂敷型改为结构型,选用不吸潮的粘结剂,提高引芯线的防潮绝缘能力。

5 结束语

在吸取同类产品成功经验的基础上,对某新型大气总温传感器进行了改进。各项试验验证以及部队的使用证明,该型大气总温传感器不仅性能稳定、故障率低,而且抗潮能力强、寿命长、可靠性高,能够很好地满足高速飞机的使用需求。

AST

参考文献

- [1] 宋双杰,张玉莲.大气总温传感器的误差修正研究[J].大众科技,2007(6).
- [2] 杨世军.航空测试系统[M].北京:国防工业出版社,1993.
- [3] 刘畅生.传感器简明手册及应用电路:温度传感器分册[M].西安:西安电子科技大学出版社,2005.

作者简介:

杨号,工程师,主要从事航空特种设备研制生产质量监督工作。