

某型飞机发动机温度控制盒检查仪的设计

姜晓莲, 刘圣宇, 蔡忠春

(空军航空大学, 吉林 长春 130022)

摘要:介绍了某型飞机温度控制盒检查仪的功用、结构和工作原理。针对检查仪应达到的主要战术技术性能和主要检测项目, 讨论了性能参数的确定和技术难点——毫伏电压问题的解决方案。

关键词:发动机; 温度控制盒; 脉冲频率; 毫伏电压

中图分类号: V233

文献标识码: A

文章编号: 1672-545X(2012)04-0036-03

发动机温度控制盒, 负责限制发动机的最高燃气温度。温度控制盒性能好坏, 直接影响发动机的性能和飞行安全。规程规定, 飞机在 300 h 定检时, 要按规定校验温度控制盒的性能。

为适应航空维修手段改革的需要, 我们研制了某型飞机发动机温度控制盒检查仪。该温度控制盒检查仪, 可以对温度控制盒进行原位和离位检测, 判断其性能的好坏。检查仪是带模拟附件电路, 并能测量温度控制盒输入、输出参数的检查装置。检查仪以模拟电路为核心, 产生使温度控制盒工作的毫伏级输出电压, 然后通过多功能仪表和毫伏表测量温度控制盒工作时的输入毫伏电压、输出电压频率、占空比、工作电流等参数, 确定温度控制盒在“限温”状态的温度调定值、在“输出信号到停车装置”状态时的温度调定值、占空比为 50% 时输出信号脉冲频率、温度控制盒需用电流、延迟时间等参数, 从而判断温度控制盒性能好坏。

1 功用及主要战术技术指标

1.1 功用

该检查仪可以准确地检测温度控制盒的各项性能指标, 判断温度控制盒的性能是否正常, 以满足维护工作的需要。主要功能有:

- (1) 温度控制盒“限制”温度值的确定;
- (2) 温度控制盒“停车”温度值的确定;
- (3) 温度控制盒输出直流脉冲频率的确定;
- (4) 温度控制盒延迟时间、停车信号有无自锁。

1.2 主要战术技术指标

- (1) 尺寸 480 mm × 320 mm × 220 mm;

- (2) 净质量 6 kg;
- (3) 环境要求: 工作温度 0 ~ 50℃;
相对湿度 不大于 80%;
- (4) 电源: 直流稳压电源 ($27 \pm 10\%$) V;
功率 检测状态功率不大于 100 W;
- (5) 校准周期 24 个月;
- (6) 可靠性 MTBF 值 $\geq 1\,000$ h。

2 检查仪结构

检查仪主要包括 4 个部分:

(1) 模拟附件电路部分。用以产生毫伏级电压, 这一部分是检查仪的核心, 主要由电量传感器、粗调细调电阻、输出电阻等元件组成。

(2) 电源供电部分。用来供给检查仪所需的各种直流电压, 主要由 24 V/5 V、24 V/12 V、24 V/ ± 12 V 电源模块和分压电阻等元件组成。

(3) 测量仪表部分。用来测量各种信号参数, 主要由多功能仪表和毫伏表两部分组成。

(4) 控制和显示部分。用来控制显示电路工作状态, 实现测量各种参数的需要, 主要由测量选择开关、电门、按钮和信号灯等组成。检查仪的控制面板图如图 1 所示。



图 1 温度控制盒检查仪的控制面板图

收稿日期: 2012-01-09

作者简介: 姜晓莲(1969—), 女, 吉林长春人, 副教授, 硕士, 从事发动机教学及其检测设备的研究。

3 技术方案

3.1 工作原理

温度控制盒是通过热电偶测量发动机排气温度,输出控制信号给发动机温度控制系统,按照一定的控制规律进行调节,改变燃油流量,限制发动机燃气温度不超过规定的限温值。温度限制分为两级:第一级为 $(700 \pm 7)^\circ\text{C}$,第二级为 730°C 。

当发动机排气温度达到一级或二级限温时,根据飞机状态,进行切油、停车或告警灯亮。控制器有两个工作状态,即“限制”状态和发出“停车”信号状态。控制器根据发动机超温程度,以交变频率和占空比的直流脉冲形式,向执行机构输出电压。

使用检查仪检查温度控制盒时,检查仪模拟附件电路产生毫伏级电压,模拟热电偶的输出,调节检查仪粗调或细调旋钮,可以改变输出电压大小,如图2、图3所示。

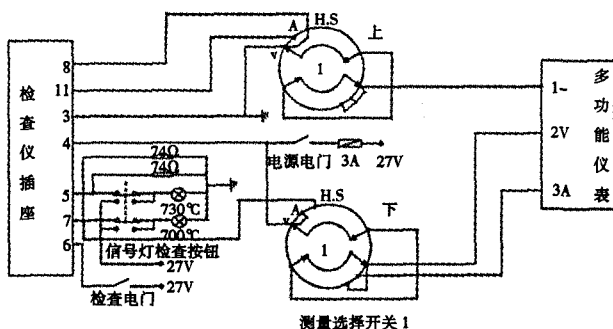


图2 检查仪电气原理图

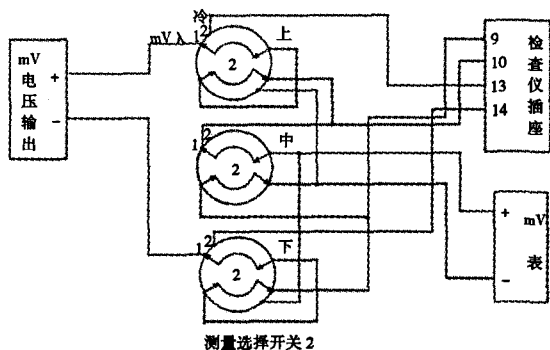


图3 检查仪电气原理图

此电压经电缆进入温度控制盒,当该电压值达到温度控制盒的 700°C “限温”电压或 730°C “停车”信号电压时,温度控制盒工作,发出“限温”电压信号或“停车”电压信号,经电缆送回检查仪,检查仪 700°C 或 730°C 信号灯亮。

检查仪输送给温度控制盒的毫伏级电压信号,和温度控制盒的冷端补偿电压信号,由毫伏表进行

测量。多功能仪表检测温度控制盒的电压、电流、占空比和频率信号,从而确定温度控制盒的“限制”温度值、“停车”温度值、输出信号脉冲频率、延迟时间、停车信号有无自锁。

3.2 性能参数确定

(1)“限制”温度值的确定。用可调电压电源旋钮(粗调和细调)在多功能仪表上,调出25%占空比,此时从毫伏表记录输入信号 $U_{\text{输入}}$,根据公式

$$U_{\text{限制}} = U_{\text{输入}} + (U_{\text{冷端}} - 19) \text{ mV}$$

计算出换算到 0°C 时的“限制”状态调节电压。

$U_{\text{冷端}}$ 为温度控制盒冷端补偿电压,此时热电偶的热电动势值 $U = U_{\text{限制}} / 2$,对照表1冷端温度为 0°C 时镍铬—镍铝热电偶分度表,查出热电偶的温度值,此温度即为温度控制盒的“限制”温度调定值,范围应满足 $(700 \pm 7)^\circ\text{C}$ 或温度控制盒履历本的规定值。

(2)“停车”温度值的确定。用可调电压电源旋钮(粗调或细调)调出 730°C 信号灯亮,从毫伏表上记录 $U_{\text{输入}}$ 值,记作 $U_{\text{动作}}$ 。根据公式

$$U_{\text{停车}} = U_{\text{动作}} + (U_{\text{冷端}} - 19) \text{ mV},$$

计算出换算到 0°C 的“停车”状态调节电压,此时热电偶的热电动势 $U = U_{\text{停车}} / 2$,对照冷端温度 0°C 时镍铬—镍铝热电偶分度表,查出热电偶的温度值,此温度即为温度控制盒的“停车”温度调定值,范围应满足 730°C 或温度控制盒履历本的规定值。

(3)输出直流脉冲频率的确定。用可调电源旋钮在多功能仪表上输出50%占空比,按压多功能仪表的功能键,使仪表处于测量频率状态,此时测量到的频率应为 $5 \sim 8 \text{ Hz}$ 。

表1 冷端温度为 0°C 时镍铬—镍铝热电偶分度表(分度号K)

工作端温度(°C)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	热电偶电动势(mV)									
650	27.022	27.065	27.107	27.149	27.192	27.234	27.276	27.318	27.361	27.406
660	27.445	27.487	27.529	27.572	27.614	27.656	27.698	27.740	27.783	27.825
670	27.867	27.909	27.951	27.993	28.035	28.078	28.120	28.162	28.204	28.246
680	28.288	28.330	28.372	28.414	28.456	28.498	28.540	28.583	28.625	28.667
690	28.709	28.751	28.793	28.835	28.877	28.919	28.961	29.002	29.044	29.086
700	29.123	29.170	29.212	29.254	29.296	29.338	29.380	29.422	29.464	29.505
710	29.547	29.589	29.631	29.673	29.715	29.756	29.798	29.840	29.882	29.924
720	29.965	30.007	30.049	30.091	30.132	30.174	30.216	30.257	30.299	30.341
730	30.383	30.424	30.466	30.508	30.549	30.591	30.632	30.674	30.716	30.757
740	30.799	30.840	30.882	30.924	30.965	31.007	31.048	31.090	31.131	31.173
750	31.214	31.256	31.297	31.339	31.380	31.422	31.463	31.504	31.546	31.587
760	31.629	31.670	31.712	31.753	31.794	31.836	31.877	31.918	31.960	32.001

3.3 技术难点及解决方案——毫伏电压问题

检测温度控制盒时,需要模拟热电偶产生 $0 \sim 80 \text{ mV}$ 稳定可调的毫伏电压,输入给温度控制盒,使温度控制盒工作。

其毫伏电压,一是精度要求高,精度为 0.01 级;二是要求毫伏电压稳定,输入电压不准确或毫伏电压不稳定,将使测量出现误差,测量精度达不到要求,无法确定温度控制盒的性能。

针对这一技术难点,我们采用了毫伏电流传感器,产生精度高、稳定性好的毫伏电压,较好地解决了这一关键问题。

4 结束语

该检查仪已交付使用。试用人员用检查仪分别检测了温度控制盒的“限制”温度值、“停车”温度值和输出直流脉冲频率等参数。使用人员认为该设备有如下特点:

结构设计合理,体积小,自身净质量小,便于携

带。检查仪可对温度控制盒的工作电流、700 ℃超温限制电压、730 ℃超温停车电压、输出频率、温度补偿电路等参数进行检测,从而判断温度控制盒性能的好坏。其检测品质完全能够满足技术要求,检查仪工作稳定,品质可靠,具有良好的检测品质,是理想的专用地面检测设备,对于提高检测品质、改进维修手段具有重要意义。

参考文献:

- [1] 蔡传凯,等. 航空发动机温度控制放大器激励信号源设计[J]. 上海:电子技术,2008,(5):28-29.
- [2] 陈梓城,等. 实用电子电路设计与调试[M]. 北京:中国电力出版社,2006.
- [3] 李永敏,等. 检测仪器电子电路[M]. 西安:西北工业大学出版社,1992.

Design of Temperature Control Box Inspect Instrument to One Type Plane

JIANG Xiao-lian, LIU Sheng-yu, CAI Zhong-chun

(Air Force Aviation University, Changchun 130022, China)

Abstract: This paper introduces the function, structure and operating principle of a taken aeroengine temperature control box inspect instrument. Based on the main performance targets and the main test items of the instrument, the confirming of performance parameters and the settling scheme about mille volt voltage question are discussed.

Key words: engine; temperature control box; pulse frequency; mill volt voltage

(上接第 27 页)

参考文献:

- [1] 许本文,焦群英. 机械振动与模态分析基础[M]. 北京:机械工业出版社,1998.
- [2] 徐献阳. 车辆排气系统的振动模态分析及优化[D]. 上海:上

海交通大学,2007.

- [3] 刘俊栋. 基于 Hyper Works 柴油机结构优化的研究[D]. 天津:天津大学,2007.
- [4] 江洪,陈德兵,赵金斗. 发动机排气歧管罩降噪分析与结构改进[J]. 重庆工学院学报,2007,(2):29-31.

Application of Calculating Modal Analysis to Engine Design

LU Jin-hua,

(R&D Center of Liuzhou Wuling Liuji Power Co., Ltd., Liuzhou Guangxi 545005, China)

Abstract: This paper describes the basic theory and function of modal analysis, and it introduces modal analysis methods based on FEM used to design engine components and parts, check and optimize structure performance; and introduces applied range of modal analysis. Use calculating modal analysis to check and optimize generator support and intake manifold system, and sum up the methods to improve natural frequency of structure systems.

Key words: modal analysis; engine design; FEM; structure optimization