

RST-6数字式发动机电子调节系统

远东机械制造公司 朱志华 陈生玉

RST-6数字式发动机电子调节系统是以WZ-6G发动机为调节对象,以天然气为燃料,带动负载为100y190-7离心水泵,RST-6系统由传感器、电子控制箱(包括CMC-80为控制中心的单板机)及供气装置等三大部件组成。系统能以自动或手动二种方式起动和加(减)速发动机,并能根据测得的大气温度 T_0 ,天然气温度 T_Q ,涡轮后温度 T^*_4 ,热值 H_u 来自动修正对发动机的供气量。系统还具有二级保护和监控功能。可通过单板机的监控板键盘可对原程序做修改,并能以数码显示参数。

RST-6系统于84年12月在中原油田与发动机联合试车以来,已累计运行4200小时,证明该系统运行稳定可靠,并在节电节能方面取得了可观的经济效果。由于系统采用了双转速反馈和变系数调节环节,使系统快速响应,调节精度较高,输出轴转速调节精度达到0.2%。

1. 调节原理: RST-6数字式发动机电子调节系统(图1)采用双转速反馈控制,测得 n_2 转速与 n_2 给定值比较,其偏差经 n_2 调节器PID运算后与发动机 n_1 测量转速相减,其差再经 n_1 调节器的运算,由计算机输出相应的控制脉冲和控制方向信号,使步进电机正转或反转,以改变发动机的供气量,使发动机能在给定工况下稳定运行。

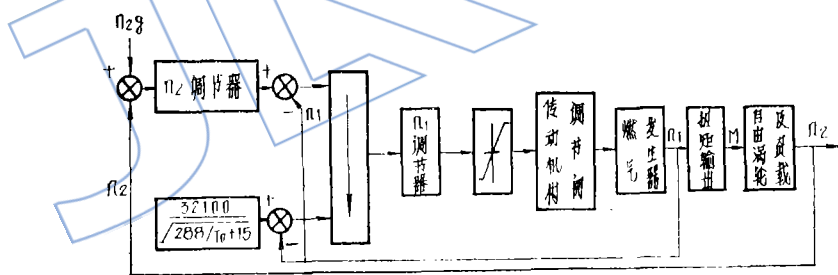


图1 RST-6调节原理框图

2. 系统起动、加速(减速) 系统的起动及加减速均设有手动与自动两种方式,在自动起动与加速情况下,系统在计算中还计入了 T_0 、 T_Q 、 H_u 及 T^*_4 等参数的修正。

3. 系统软件 为实现快速实时控制,系统软件采用多进程并发的设计。系统进程的调度主要利用Z80系列的中断优先链由计算机硬件来实现,不设专门的进程调度程序。各进程的优先级根据操作的准时性要求排列。软件上采用异步并行算法,将某些费时而定时要求不高的计算放到优先级较低的进程中去。系统控制算法采用PID。四则运算中,合理选用算法,避免较大的除乘运算以节约时间,合理分配精度,较好地解决了计算速度与精度的矛盾。例如, n_2 与 n_1 调节器最后运算只分别对小量 $\Delta\tau_2$ 乘以 $\phi'(fN_1)/\phi'(fN_2)$, $\Delta\tau_1$ 乘以 $1/\phi'(fN_1)$

即可。

4. **转速采样与滤波** 转速的采样, 采用CTC中断并读取时钟的办法, 测得转速 n 的周期 τ 来代表 n_0 , 以频率量 f_n 的脉冲序列送入 $CTC_2(n_1)$ 或 $CTC_3(n_2)$ 。例如 n_1 采样, 将 f_{n1} 送入 CTC_2 计数端, 而利用 CTC_2 分频, 即计满64个脉冲时发出一次中断启动中断服务程序 N_1P , N_1P 程序中, 从小时钟读取当前时间, 与上次启动时读得的时间相减, 即得: $\tau_{1A} = 64/f_{n1}$ 。小时钟由 CTC_1 、 CTC_0 组成, 系统的调节周期为 $19.968ms$ 。

为了提高采样精度, 系统软件采用一阶平滑滤波, 滤波系数为 $3/4$ 。同理, n_2 采样 利用 CTC_3 由中断服务程序 N_2P 以 n_1 一样的方法处理。

5. **A/D转换** 系统中CMC-80单板机选用AD0809A/D转换器对系统输入的 P_2 、 T^*_{4} 、 T_Q 、 T_0 、 V_g 及 V_a 等六个模拟信号作模数转换处理后输给计算机。

6. **监控与保护** 系统在运行过程中, 能对启动, 慢车调节等九个状态指示, 并能对点火失败, T^*_{4} 超、 n 超等十一个故障给出报警。系统保护采用了二级保护, 在一级保护时 系统控制发动机至地慢或空慢状态, 同时以灯闪烁告戒操作者, 故障排除后仍可加速, 使机组 继续运行。二级保护, 为应急保护。

7. **系统硬件** RST-6系统硬件由CMC80硬件板, 输入板, 电源及控制线路板等组成。

输入板为计算机输入接口信号处理线路板, 有十四个开关信号, 六个模拟信号及二个转 速的频率信号的处理线路以及为系统自检而设置的频率连续可调的转速模拟发生器线路。

输出板为计算机输出接口的信号处理线路板, 包括有控制脉冲, 控制方向信 号 处 理 线 路, 光电隔离线路、光牌显示线路、继电器驱动线路以及系统控制电路等。

8. **供气装置** 供气装置由驱动电机、减速器、节流阀三大部分组成(图2)。驱动电

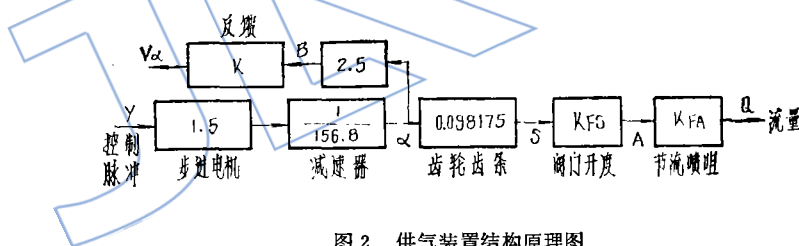


图2 供气装置结构原理图

机采用步距角 1.5° /秒的小型步进电机。减速装置采用大减速比的减速器和涡轮齿条传动。节流阀由锥形阀体与扩大式衬套所构成的计量阀门它是开度可控的拉瓦尔喷管。

9. **系统抗干扰能力** 干扰是干扰源通过耦合通道送入接收电路。本系统在不同方面采用了不同方法来抑制干扰, 以使系统能长期可靠地工作。主要措施是首先对硬件、软件采用了滤波环节, 信号通道应用了隔离技术, 工艺上合理择选接地点, 系统悬浮, 信号屏蔽, 长传输线的阻抗匹配及感性负载切换方面都相应地采取了措施。

10. **系统特性:** 系统的计算原理见图3

(1) 频率特性, 由系统的频率特性(图4)可看出, 系统是稳定的, 而对数幅频特性过零时, 对数相频特性滞后为 106° 不足 180° 则可判定系统在闭环时是稳定的且还有一定的余度。

(2) 系统与发动机联试的起动特性: 该特性为系统在自动起动时实录特性(图5), 起动时间为52秒, 起动过程中 T^*_{4} 最高温度为 $685^\circ C$ 进入地慢时, n_1 超调量为162转/分, 调节

时间小于 4 秒,。

(3) 系统的 n_2 稳态调节特性: 该特性为实录特性 (图 6), 调节时间 1.4 秒, 调节精度为 0.2%。

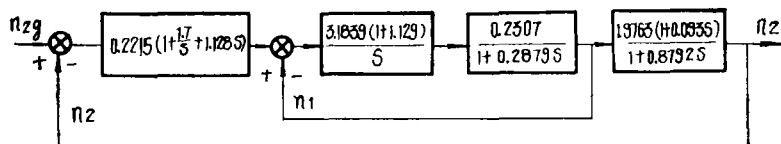


图 3 系统的计算原理框图

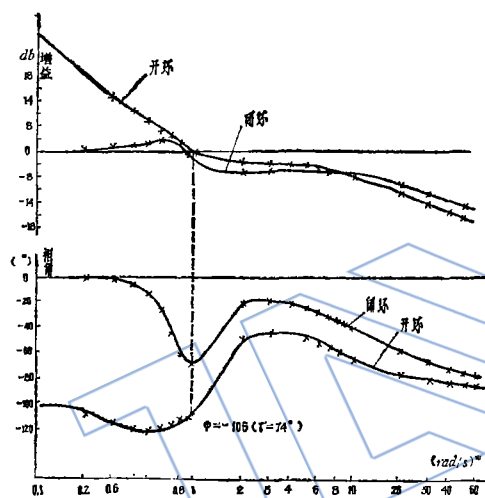


图 4 系统频率特性

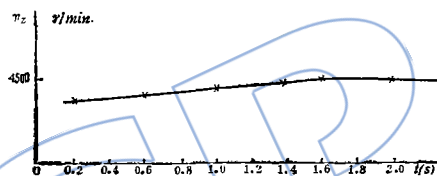


图 5 系统自动启动时实录特性

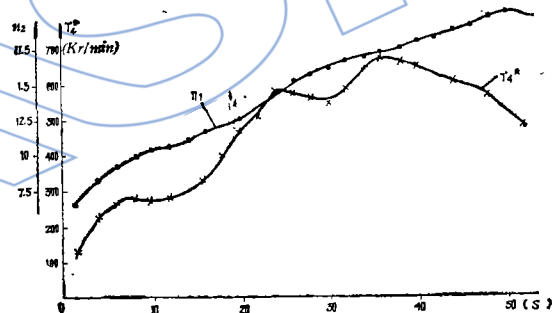


图 6 n_2 稳态调节实录特性

(责任编辑 王庆康)

A split-shaft gas turbine adapted from WZ5G aeroengine is quite suitable for driving a booster compressor station in a long gas pipeline. A mathematical model is established for a booster station with two series centrifugal compressors driven separately by the split-shaft gas turbine of WZ5G aeroengine. The model is simplified by a static state optimization. Its transfer functions are obtained through a nonsingular transformation. The model is applied to analysing the stability and dynamic responses of the system. Some conclusions are drawn which are helpful to controlling of the long gas pipeline.

A DIGITAL ELECTRONIC CONTROL SYSTEM

RST-6 FOR WZ6G ENGINE

Zhu Zhihua and Chen Shengyu

(Far East Machinery Company)

Abstract

A digital electronic control system RST-6 for WZ6G engine, in which a CMC-80 microcomputer and a step-motor driven by a needle metering valve are used. In order to enhance the accuracy of control and the speed of system response, variable coefficient dual-speed control with PID feedback is adopted. A large number of integrated elements and anti-interference measures are employed to increase the reliability of the system.

The present system has run on trial 4200 hours in the Zhongyuan oil field.

A FULL-AUTHORITY DIGITAL ELECTRONIC CONTROL

UNIT QSK-06 FOR AEROENGINE WJ6G2B

Gao Yunhe, Zhang Shaoji, Xing Jiarui

(Shenyang Aeroengine Research Institute)

Abstract

A full-authority digital electronic control unit QSK-06 has been designed for industrial application of turboshaft aeroengine WJ6G2B. By adopting the dual channel structure and some effective measures in both hardware and software, high reliability is achieved. A gain-variable PI control is considered to offset the influence of system performance caused by engine conditions. The design ensures meeting the special requirements for long-time operation of industrial gas turbine. The QSK-06 has undergone a verification test on the WJ6G2B rig with a compressor as a load. This paper covers the design of QSK-06, the approaches to enhance the operating reliability and the engine test results.