

大气数据计算机不上电故障研究

朱永丽

(石家庄海山实业发展总公司 河北石家庄 050208)

摘要：本文从大气数据计算机常见的不上电问题，引入可靠性分析，将 PSU 电源板和 CPU 板作为研究的重点，针对 CPU 板建立了可靠性数学模型，针对 PSU 板编制了故障树，并针对性采取试验、论证，研究分析大气数据计算机不上电的根本原因，最终将故障快速科学定位。

关键词：不上电；CPU 板；PSU 板；可靠性

1 概述

大气数据计算机在外场使用过程中多次报不上电故障，对外场任务造成一定程度的影响。本文根据故障统计进行可靠度分析，定位CPU板、PSU板两个关键点，结合两个典型案例深入研究了故障多发的CPU电路板及PSU电路板的故障原因、定位及排除方法。

2 故障情况分析

统计2011年至今的该型大气数据计算机的故障情况，列出产品故障情况分组表，见表1。

表1 故障统计表

序号	故障情况	频数 Δ
1	PSU板故障 (A)	15
2	CPU板故障 (B)	8
3	静压传感器故障	2
4	总压传感器故障	1
5	IFU板故障 (E)	2
6	OFU板故障 (F)	1
7	总线接口故障	1

由可靠度公式 $R_N(t) = (N - n(t)) / N$ ，分别计算A~G 7种故障情况的可靠度：

$R(A) = 0.73$; $R(B) = 0.86$; $R(C) = 0.96$; $R(D) = 0.98$;
 $R(E) = 0.96$; $R(F) = 0.98$; $R(G) = 0.98$;

由计算可知，影响产品工作可靠性的主要原因为PSU板故障与CPU板故障。

3 典型案例

3.1 CPU板故障

系统报大气数据计算机不上电，系统通讯异常。通电检查产品不上电，更换CPU板组合后工作正常。

3.2 PSU板故障

系统报大气机通讯故障，地面检查发现大气机无法上电。

通电检查产品不上电，更换PSU电源板组合后工作正常。

4. CPU 板故障分析

4.1 CPU板故障定位

为了便于故障分析，对CPU板的串并联系统的信号处理可靠性建立了数学模型，其可靠性 $R_{CPU板}$ ：

$$R_{CPU板} = R_A + R_B + R_C R_D + R_E R_F - (R_C R_D)(R_E R_F) + R_G + R_H - R_G R_H$$

$R_{CPU板}$ 的前段信号 R_A 、 R_B 在系统稳定性占比比较大， R_C 、 R_H 、 R_C 、 R_D 、 R_E 、 R_F 在系统模型中占比相对较小。因此故障研究的重点在 R_A 、 R_B 上。

经过检测，供电电路正常，模拟检查各电路输出信号正常，排除 R_C 、 R_H 、 R_C 、 R_D 、 R_E 、 R_F 的因素。分析判断为CPU前端信号输入电路A、B模块存在故障嫌疑。

检查分析RXD信号的串口收发器不正常，在线检测串口收发器接收器前端B模块六反向器不正常，更换六反向器后，上电检查工作正常，故障排除。

4.2 CPU板故障原因分析

该案例中CPU的最前端六反向器烧坏，后续电路均工作正常，所以产生问题原因可能是：六反向器本身性能下降导致故障或六反向器输入信号异常导致反向器烧坏。

经反复试验六反向器输入未见异常，所以导致CPU板故障的原因为六反向器本身性能下降。

5 PSU 板故障分析

5.1 PSU板故障定位

对故障建立故障树，见图1，故障事件见表2。

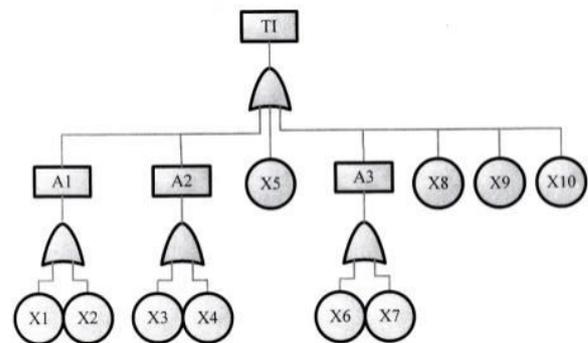


图1 电源板不工作故障树

表2 故障事件表

序号	事件代号	事件名称
1	T1	电源板不工作
2	A1	电源模块
3	A2	信号切换电路
4	A3	滤波整流电路
5	X1	5V电源
6	X2	± 15V电源
7	X3	驱动电路
8	X4	执行电路
9	X5	散热部件

10	X6	滤波电路
11	X7	整形电路
12	X8	调整模块
13	X9	基准电路
14	X10	AC/DC模块

根据故障树对故障事件进行一一分析、验证。

经过对各事件的分析验证及实际测量，分别排除了X1~X3、X6~X9事件故障的可能。

X5事件散热部件的工作质量也是影响电源电路工作的一方面因素。

对X4事件的输入输出进行监测，发现异常，因此重点对X4事件进行排查。

检查X4的K1继电器工作异常，不能正常进行电源切换，X10电源模块电路板背面有明显烧黑及铜丝断接现象，因此确定故障的直接原因是模块内部线圈断丝造成电路产生浪涌或瞬变能量，导致继电器触点烧蚀，发生不上电故障。

5.2 PSU板故障原因分析

该案例中AC/DC电源模块在使用过程中多次失效，其主要有三种可能原因。

(1) 在使用中，电源输入端夹杂着浪涌或瞬变能量，导致功率开关器件击穿或烧毁，进而导致整个电源模块的功能失效。

检查输入端波形稳定，未发现电压跳变，排除输入端的

过压影响。

(2) 输出端电容在低温环境下反复开关，也会因发生大电流的浪涌而导致功率开关损坏。

经低温验证，电源模块工作正常，排除输出端电容影响因素。

(3) 电源模块转换功率低导致电源发热量大，温度上升造成故障。

通过现场实物对比，电源板散热存在单散热片和双散热片两种状态，进行风冷实验对比，双散热片比单散热片多下降近10℃，进一步验证了单散热片状态散热效果较差，使继电器长期工作在上限温度，导致继电器故障。更换AC/DC模块及JZX-10M继电器后，故障排除。

6 结论

针对大气数据计算机不上电问题，搜集相关故障信息，利用可靠性分析理论，选定了CPU板和PSU板作为研究重点，并最终将故障定位、排除。该研究成果可为同类型机载部件的修理提供了借鉴。

参考文献

[1]张明：计算机测控技术，国防工业出版社，2010年1月。

[2]王端民：航空维修质量与安全管理，国防工业出版社，2008年6月。