

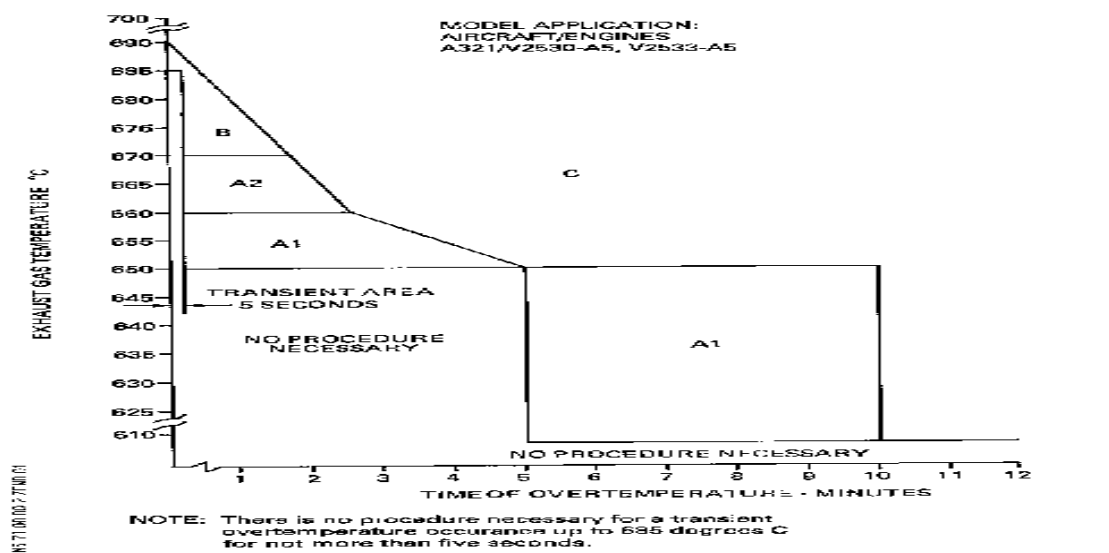
浅析 V2500 发动机虚假超温故障及判明方法

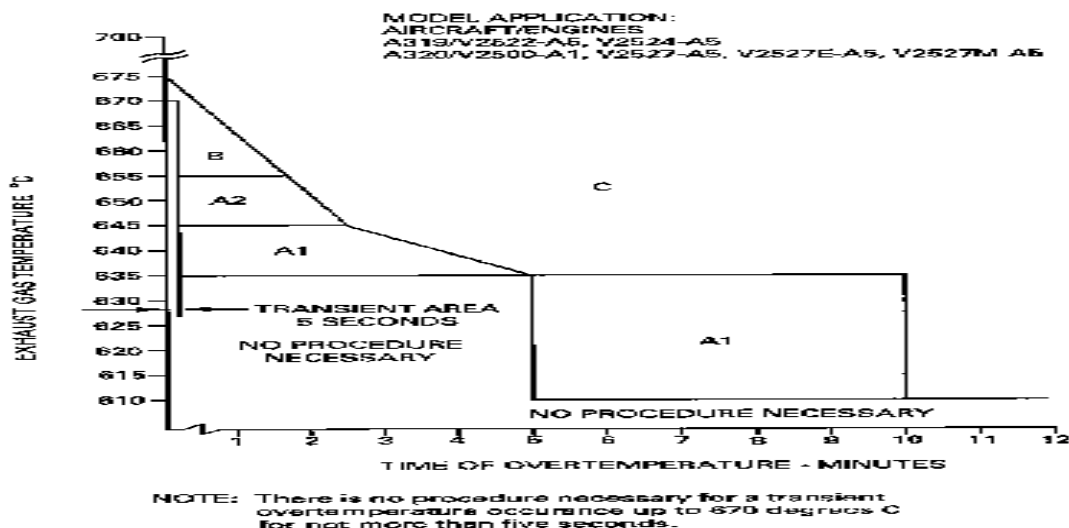
叶磊/机务部)

本文以发动机的基本工作原理为理论依据,结合 V2500 发动机的具体工作性能,针对 V2500 发动机在运行中出现的超温故障,阐述判明其真实性的理论方法,并且在实践中得到证实,为排除该类影响运行的重大故障提供一种有效的方法。

在发动机的工作状态中,如果出现超温故障,其后果十分严重。如果发生在飞行中,有可能造成发动机空中停车;如果发生在地面,则会影响飞机的签派可靠性,而且有可能直接导致发动机进厂大修,其修理成本十分巨大。因此,正确迅速地排除发动机超温故障,对发动机的维修,无论从经济上还是运行上,都有十分重要的意义。

在实际维护中,V2500 发动机的超温故障(对 V2527, 635 度;对 V2533, 红线温度是 650 度),分为真实超温和虚假信号超温。在真实超温故障中,又可分为经维护后可放行的状态和不能放行的状态,在 AMM(710000710014)作出了详细的规定,凡是超过外场维护标准的发动机必须送厂进行大修,见附图一,因此这里不作更深的讨论。

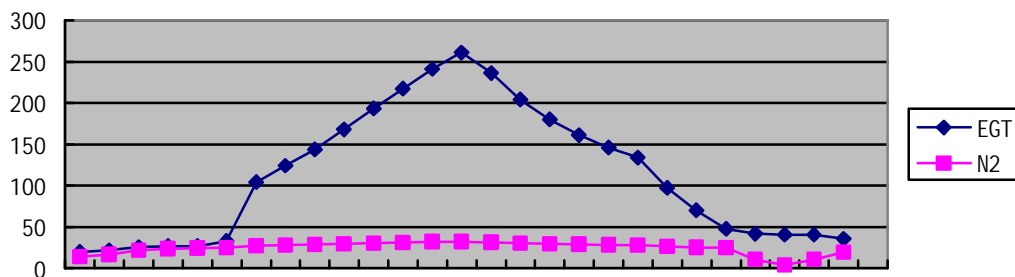




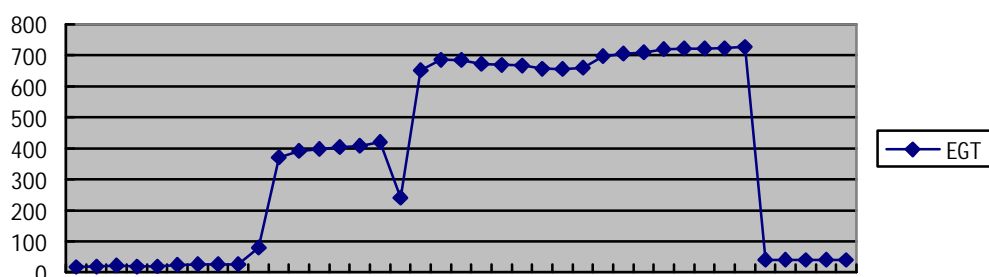
附图一

在实际维护中,最难处理的是由虚假信号造成的 V2500 超温故障,其困难之处,在于判明发动机是否真实超温,如果是虚假超温,其虚假信号的来源在何处。这里结合一例具体的故障,来讨论一下在 V2500 发动机维护中,常见的虚假信号造成超温警告及相应的判断处理方法。

我公司的 A320 机队中,注册号为 B-2340 的飞机,在 2 月 26 日的启动过程中,1 号发动机出现悬挂,并有 PRF 信息 (ECAM: ENG 1 START FAULT; CFDS: VSV MCH/HP VLV/ENG INSP1, INSPECT ENG HOT SECTION),发动机自动关车,但是在自动关车过程中,在 ECAM 上显示 EGT 超温,最高达 726 度,而且飞行员反映,其 EGT 处于红限温度 (635 度) 以上的时间长达 7s, 因此按照 AMM (710000710014) 的维护规定,该发动机不能在翼使用,需返厂大修。我们在排除完该发动机悬挂的故障后 (该悬挂的原因是防气阀工作不正常,这里不对此作更深的讨论),发现从 DMU 取得的该发动机在启动过程中的参数 (附图二),完全正常,没有任何超温的证据,但是从 DFDR 中译码得到的参数又表明该发动机的 EGT 达到过 726 度 (附图三),这是两个完全矛盾的结果。如何判明该发动机是否真实发生过超温,以及如果是虚假信号超温,其虚假信号来源何处,这是决定该发动机能否继续在翼使用的关键。



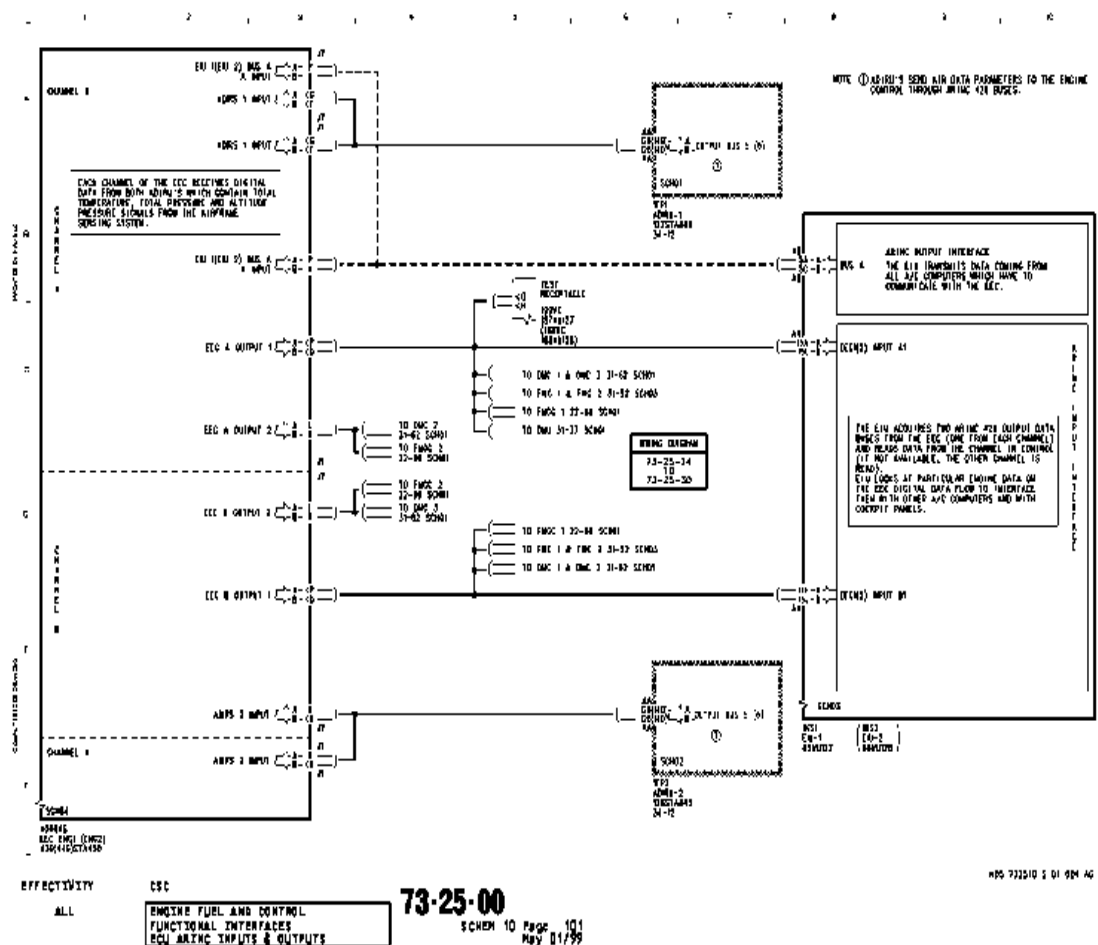
附图二



附图三

这里在分析该故障前,为了更好地讨论该问题,先深入了解一下 V2500 发动机 EGT 信号的数据传输过程及处理方式。见附图四, V2500 发动机通过热电偶传感器 (FIN: 4012KS1, 2, 3, 4) 得到 EGT 原始参数, 经过连接盒 JUNCTION BOX (FIN: 4012KS5) 进行平均温度处理, 然后传送到 EEC, 转换成 EGT 数字信号, 该信号再传送到飞机各个系统。在 V2500 发动机的设计中, 为了保证数据传送的可靠性, 采用了余度设计, EGT 信号分成两路分别送给 EEC 的 A、B 两个通道。其中 EEC 的 A 信道的 EGT 信号传送到 DMU, 而 A、B 两个通道的 EGT 参数同时传送到 DMC, EGT 信号通过 DMC 再传送给 DFDR, ECAM 的显示参数来源于 DMC。从 EGT 的传送过程中, 我们发现, 从 DMU 得到的 EGT 参数, 有可能与从 DMC 得到的 EGT 参数不一致, 而且 DMC 在处理从 EEC 两个通道传来的 EGT 参数时, 在其内部进行比较, 取其大值进行显示, 并且传送给 DFDR。

建于对 EGT 数据传送理论分析的基础上, 我们认为有可能 EEC 的 B 信道传送的 EGT 数据发生问题其产生的虚假信号造成 ECAM 上显示的 EGT 超温。但是仅凭推测是不能保证真正排除故障, 如果不能找到更圆满的证据, 是无法推翻在动力系统上的“有故障假设论”的慎重观点, 因为从 DMU 得到的 EGT 资料, 表明该发动机没有发生过超温, 但是从 DFDR 记录的 EGT 参数又表明该发动机发生了超温故障, 这是两个完全矛盾的结论。因此现在只有一个办法去判明该发动机是否发生过超温, 利用发动机的工作原理, 人工分析从 DRDF 上得到的 EGT 参数, 以及相关的发动机参数。从发动机的工作原理上, 我们知道, 如果发动机发生超温, 其 GET 参数应该是一个渐变的过程, 就是有变化, 也不可能是以瞬间的突变表现出来, 而且相关的参数, 如 N1, N2, 及 FF, 也应发生显著的变化。我们分析从 DRDF 上得到的 EGT, N2 等参数, 见附图三, 我们发现在 03 分 52 秒, 该发动机的 EGT 发生突变, 从 80 度跃升为 371 度, 并且在 3 分 58 秒, EGT 从 421 度突降为 241 度, 然后在 3 分 59 秒, EGT 从 241 度突然变为 652 度, 然后保持高的 EGT, 最高达到 727 度, 在 6 分 10 秒时, 从 727 度突降为 41 度。从发动机的工作原理中, 我们知道这是不可能发生这样的温度变化, 而从附图二上, EGT 参数与 N2 等参数的变化规律, 是符合发动机的工作原



附图四

理。在这个推论指导下，我们对 FADEC 进行多次测试，发现其 B 通道故障，在更换 EEC 后，状态依然，在测试报告中有关于 EGT SENSOR 的故障信息，在前文中我们提到的 JUNCTION BOX (FIN: 4012KS5)，该部件的工作可靠性，即绝缘性对 EGT 信号的稳定影响很大，在 IAE 的 SIL (142) 及 SB (77-0009) 中已谈到该问题，并且提出了建议维护工作，但是在维护中，我们发现该件的可靠性仍然不理想，而且该故障发生时，天气十分潮湿，因此该件造成 EGT 超温假信号的可能极大，我们更换该件，通过 FADEC 测试，地面试车正常。同时我们把相关的排故措施及结论告诉 IAE，得到了厂商的认同。该发动机工作正常至今。

在 V2500 发动机的运行中，超温是很严重的故障，但是由于 V2500 发动机不断完善，真正造成发动机超温的故障，如发动机气动流场的破坏（压气机叶片，涡轮叶片的损伤等）等，已经很少。相反该发动机采用电控原理，安装了大量的传感器和信号线路，其虚假信号造成的发动机超温警告占了绝大部分该类故障。在维护中，我们发现，在 EGT 信号传输过程中，JUNCTION BOX（FIN：4012KS5）是一个多发性的虚假信号源，而且在 IAE 的 SIL 中也提到这点。我们在维护中还发现，按照 AMM（772143700010）相关程序测量其绝缘性，绝大多数 JUNCTION BOX

(FIN: 4012KS5) 不能满足要求, 尤其在潮湿的季节。对此, 我们已向 IAE 提出质疑; 同时我们发现并不是所有不满足要求的 JUNCTION BOX (FIN: 4012KS5) 都会造成虚假超温信号, 也就是表明 AMM 所要求的性能指标高于 JUNCTION BOX (FIN: 4012KS5) 的正常工作要求, 但是在外场对 V2500 发动机维护的技术背景及工作环境下, 我们无法取得足够的参数和合理的代价去取得其临界参数, 对此我们已向 IAE 提出质疑。在没有得到 IAE 更多的技术建议前, 可以把 JUNCTION BOX (FIN: 4012KS5) 作为产生虚假信号的一个重要考虑方向。其次要充分利用 DMU, D F D R 的记录数据, 进行判断, 因为如果发生真实超温, 其发动机参数的变化必须符合发动机的基本原理, 从而正确判明发动机是否真正发生超温。

参考文献:

1. 《A320 维护手册》V2.2.1..... AIRBUS
2. 《V2500 维护手册》..... IAE
3. 《风扇发动机工作原理》..... 北京航空航天大学
4. 《喷气发动机控制原理》..... 北京航空航天大学
5. 《A320 ASM》..... AIRBUS
6. 《A320AWM》..... AIRBUS