

飞行事故调查时多种信息源的时基同步

倪世宏¹, 薛省卫², 陆阿坤¹

(1. 空军工程大学 工程学院, 陕西 西安 710038; 2. 94170 部队, 陕西 西安 710082)

摘要:多种信息源的时基同步对辅助飞行事故调查具有重要意义。以某型飞机为例,分析了飞行事故调查时依赖的多种信息源的来源和工作特征。讨论了多种信息源之间的时基同步问题,给出了时基同步方法。

关键词:空地通话录音;时基同步;飞行参数;故障告警

中图分类号:V328 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2001)06-0007-04

随着科学技术的发展,现代飞机采用多种技术手段监视飞行过程。以某型飞机为例,一方面采用传统的空地通话录音设备记录飞行过程中指挥员与飞行员之间的通话,另一方面采用机内检测与故障告警综合系统(简称故障告警系统)和飞行参数记录系统(简称飞参系统)监视和记录整个飞行过程中机载设备的工作状态,此外该型飞机在完成战术训练科目时,还采用火控信息磁带记录设备记录火控系统的工作情况。因此充分利用这些机载和地面信息资源,对监控飞机设备工作状态、评估飞行训练质量,特别是当发生飞行事故后,辅助飞行事故调查具有重要意义。

在一次飞行过程中,当某一个事件重复发生或多个事件同时发生时,为了确认某一个事件是否发生或分析多个事件之间的关联性,人们经常要通过不同的信息源进行查找和验证。查找和验证的过程本质上属于决策级的信息融合过程^[1]。如果多个信息源中均含有统一的时标,则时基同步问题就变得相对简单。对某型飞机而言,除了空地通话录音信息含有绝对时间(北京时间)外,其它三种信息源均没有绝对时间,只有相对时间。因此研究它们之间的时基同步问题是完成多信息源数据融合的基础^[1-2],对准确分析飞行参数、判断事件性质、寻找事故原因很有帮助。

影响时间同步的主要因素有各记录设备时钟源的精度。由于各记录设备时钟源的非相干性,它们之间的时间偏差会随着飞行时间的增加而加大。考虑到在飞行事故调查时对时基同步的精度要求并不高(误差允许在1s内),且从出现事故征候到飞行结束往往只有十几分钟的时间,所以上述偏差可以忽略不计或通过人工判断加以消除。

1 空地通话录音与飞参信息的时基同步

空地通话录音设备采用磁带作为记录介质,连续记录一个飞行场次飞行员和塔台指挥员之间的通话,在记录语音的同时,专门有一个磁道记录绝对时间,时间分辨率为1s。空地通话录音设备安装在塔台上,当发生飞行事故后,空地通话录音是分析飞行事故发生经过的一个完整的信息源。

飞参系统也采用磁带作为记录介质,在正常工作状态下能循环记录3h的飞行数据。飞参系统工作的起始条件是:一旦系统获得供电,便开始记录飞行参数。在记录的飞行参数中,开关量“无线电通信”对空地通话录音与飞参信息的时基同步起着至关重要作用。该参数的记录频率为4次/秒,记录地址分别为31、95、159和223,其物理含义是:当飞行员向地面发话时,该开关量的值为“1”。此外飞参系统还记录了机载相对时间(时、分、秒)三个辅助参数。当飞参记录系统开始工作时,机载相对时间开始计时并累加。由于开关量“无线电通信”的记录频率为4次/秒,所以时间的分辨率可达0.25s。飞行数据记录器具有抗坠毁能

力,当发生飞行事故后,飞参信息是分析飞行事故原因的另一个有效的信息源。

空地通话录音与飞参信息的时基同步方法是:利用飞参信息处理软件对发生飞行事故的飞行数据进行处理,处理时一定要选择“时”、“分”、“秒”和“无线电通信”作为被处理参数,再选择一些相关的其它参数。根据空地通话录音获得飞行员请求开车和起飞的绝对时间,然后在飞参信息中查找开关量“无线电通信”等于1的次数和时机是否与空地通话录音一致。

两点说明:

1)飞参信息处理软件在处理“无线电通信”参数时由于数据库维护模块对该参数的物理描述有误(该参数的记录位地址应为9,而不是1),造成对该参数的处理错误。因此在处理飞参信息时,首先应更改错误。具体更改方法可参见相关软件操作使用手册;

2)处理飞参信息时,一般有两个时间基准——机载时间和计算时间。机载时间就是磁带上记录的“时”、“分”、“秒”三个辅助参数组合而成的时间,计算时间是指通过计算整个飞行数据文件的长度与每帧飞行数据的长度之比得到的时间。二者之间的关系为:在正常工作状态下,二者的变化率一致,而在应急工作状态下(发动机失火)时,二者的变化率不一致,计算时间变化1s,机载时间却变化4s。在日常数据处理时或当飞参信息误码率较高时,一般用计算时间比较方便。而在完成空地通话录音与飞参信息的时基同步时,则一定要使用机载时间,否则将出现人为判断错误。

举例1:某机在返场着陆过程中,因飞机设备故障,导致严重飞行事故。

从空地通话录音可知,在16时12分42秒和16时13分44秒(两者相差62s)塔台两次收到机载语音告警信息“右发失火”。从该机的飞参信息中,发现在机载时间分别为1小时38分37秒和1小时39分38秒(两者相差61s)，“右发失火”开关量的数值为“1”，与空地通话录音记录的时间差一致。而若用计算时间做时间同步基准,则两次“右发失火”开关量数值为“1”的时间差为39s。详细的时基同步分析参见表1。从表1可知,该架次飞参信息机载时间0s对应的绝对时间约为14时34分5秒。该时间与当日的飞行值班记录完全吻合。

表1 空地通话录音与 TECTEP 信息的时基同步

绝对时间 (北京时间)	空地通话录音	飞参信息			
		“无线电 通信”	“右发 失火”	机载时间	计算时间
16: 12: 32	飞行员:“起落架放好,三转弯”	1		1: 38: 28	1: 35: 52
				1: 38: 30	1: 35: 54
16: 12: 42	语音告警“右发失火”		1	1: 38: 37	1: 36: 01
				1: 38: 58	1: 36: 06
16: 13: 28	指挥员:“你看其它有显示没有”			1: 39: 25	1: 36: 28
16: 13: 30	飞行员:“好的”	1		1: 39: 27	1: 36: 29
16: 13: 33	指挥员:“注意检查”				
16: 13: 34	飞行员:“明白”	1		1: 39: 30	1: 36: 32
16: 13: 37	指挥员:“起落架放好了吗”				
16: 13: 39	飞行员:“好的”	1		1: 39: 34	1: 36: 37
16: 13: 44	语音告警:“右发失火”		1	1: 39: 38	1: 36: 40
16: 14: 20	飞行员:“右发电机故障”	1		1: 40: 16	1: 37: 02
				1: 40: 17	1: 37: 03
16: 14: 28	飞行员:“右发油门收不动”	1		1: 40: 21	1: 37: 07
				1: 40: 23	1: 37: 09
16: 14: 30	指挥员:“现在转速多少?”				
16: 14: 32	飞行员:“转速85”	1		1: 40: 27	1: 37: 13
				1: 40: 28	1: 37: 14

2 故障告警信息与飞参信息的时基同步

故障告警系统用于在空中实时检测重要机载设备的工作状况,以文字信息形式通过信号盘显示给飞行员;在地面对重要机载设备进行自检,并将自检结果显示给飞机维护人员。故障告警系统的检测结果还记录在喷镀了金属的胶带上。

飞参系统与故障告警系统的信息交联关系为,飞参系统工作后每秒两次接收故障告警系统发来的故障告警代码。这些代码反映了故障告警系统本身的工作状态以及被监测的重要机载设备的工作状态。例如:

- 251—故障告警系统自检;
- 252—故障告警系统正常;
- 253—故障告警系统故障;
- 254—故障告警系统输出“文本”信息(前起落架接地时);
- 255—故障告警系统空帧;
- 231—故障告警系统输出“航行”信息(前起落架离地时);
- 1至64—故障告警系统通报的带有优先级的飞机设备故障信息。

故障告警系统工作在“飞行检测”和“文本编制”状态时,1张卡片上文字信息的打印格式分别如图1、图2所示。

左发	4
转速	2
急降	1
	7
(故障名称区)	(时间区)

图1 “飞行检测”状态,文字信息打印格式

2	0	1	4	0	4	0	5
1	4	3	1	7	2	4	1
4	1	5	0	1	1	4	4
	3		7		5		6
事	时	事	时	事	时	事	时
件	间	件	间	件	间	件	间
代		代		代		代	
码		码		码		码	

图2 “文本编制”状态,文字信息打印格式

上述打印的时间为故障告警系统的机载相对时间。显然故障告警系统的时间分辨率为1s。

故障告警信息与飞参信息的时基同步。在处理飞参信息时,选择下列参数:机载时间—“时”、“分”、“秒”和“故障告警代码”,依次分析当“故障告警代码”分别为231、254或1~64时,机载时间—“时”、“分”、“秒”的数值,然后与故障告警系统打印胶带上记录的信息进行对比,便可得出二者的时基同步点。

3 火控信息与飞参信息的时基同步

火控信息磁带记录设备用于在完成战术训练科目过程中,当飞行员接通照相枪电门时,自动记录火控系统的工作状态和飞行员对飞机、设备的操纵使用情况,与照相枪拍摄的平显画面一起综合分析,可评估战术训练科目的完成质量。如果在完成战术训练科目的过程中发生意外事故,在火控信息保存完整的前提下,可借助火控信息分析事故发生的详细经过。

在火控信息当中,有两个参数记录了火控系统的机载相对时间——“机载时间高位”和“机载时间低位”,这两个参数之和代表了火控系统的机载相对时间。“机载时间低位”被安排在第1~60参数组中,而“机载时间高位”则只被安排在第4和第44参数组中。火控信息的时间分辨率最高可达10.24ms。在完成火控信息与飞参信息的时基同步时,首先要寻找二者都共同记录的参数,例如:武器发射(应急发射),外挂点有无载荷,飞机的飞行高度、航向、姿态角等。然后在处理火控和飞参信息时,选择处理表征二者机载时间的参数及共同记录的参数,最后通过综合分析,得出二者的时基同步点。

举例2:某部举行轰炸科目训练,飞机携带4枚炸弹,武器挂点1、2、9、10。该架次的火控信息和飞参信息时基同步分析如表2所示。从表2可知,该架次火控信息的机载时间与飞参信息的机载时间相差17min。

表2 火控信息和飞参信息时基同步分析

参数名称	火控信息		飞参信息	
	数值	机载时间	数值	机载时间
大气机高度	1 297 m	00: 10: 38	129 6	00: 27: 38
航向	37.354°	00: 10: 38	37.422	00: 27: 38
武器发射	1	00: 10: 38 00: 10: 41	1	00: 27: 38 ~ 00: 27: 41
1 挂点载荷	极性由 1 变为 0	00: 10: 39	极性由 1 变为 0	00: 27: 40
2 挂点载荷	极性由 1 变为 0	00: 10: 39	极性由 1 变为 0	00: 27: 40
9 挂点载荷	极性由 1 变为 0	00: 10: 39	极性由 1 变为 0	00: 27: 40
10 挂点载荷	极性由 1 变为 0	00: 10: 39	极性由 1 变为 0	00: 27: 39

4 结束语

多种信息源时基同步的前提是信息源的完整性,核心是寻找它们之间共同记录的参数。当飞机发生飞行事故后,一般情况下,空地通话录音和飞参信息可以准确、可靠地获取,但也不要忽视故障告警信息和火控信息的获取。时基同步时,故障告警信息、火控信息和飞参信息通过各自的机载时间获得同步,再经飞参信息和空地通话录音的时基同步,最终与绝对时间获得同步。本文只研究了多种信息源的人工时基同步方法,下一步研究目标是采用数据融合技术完成多种信息源的自动时基同步方法。

参考文献:

- [1] 刘同明,夏祖勋,解洪成. 数据融合技术及其应用[M]. 北京:国防工业出版社,1998.
 [2] 游林儒,张晋格,王 炎. 一种多源信息融合方法及其应用[J]. 哈尔滨工业大学学报,2000,32(4):101-102.

Research of Time Synchronization of Multi - Information for Flight Accident Investigation

NI Shi - hong¹, XUE Sheng - wei², LU A - kun¹

(1. The Engineering Institute of the Air Force Engineering University, Xi'an, 710038, China; 2. Regiment, 94170 PLA, Xi'an, 710082, China)

Abstract: The research of time synchronization of multi - information is very important for flight accident investigation. The source and character of multi - information used in flight accident investigation is analyzed in this paper by the use of a special aircraft as example. The problem of time synchronization of multi - information is discussed and the method of time synchronization is given.

Key words: recorder of air - ground speech sound; time synchronization; flight parameter recorder; fault alarm system