

海南航空控股股份有限公司 B-5481 飞机

触发风切变警告

技术调查报告

海航技术

2023 年 4 月 3 日

目录

- 一、 事件描述
- 二、 人员信息
- 三、 飞机/发动机/部件基本信息
- 四、 事件经过
- 五、 排故处置
- 六、 可靠性情况
 - 1、 公司机队可靠性情况
 - 2、 其他航司可靠性情况
 - 3、 世界机队可靠性情况
- 七、 工程分析
 - 1、 系统原理
 - 2、 故障原因分析
 - 3、 译码数据
 - 4、 排故拆下部件维修厂家修理报告
 - 5、 目前维修任务和工程措施
 - 6、 近期故障情况
- 八、 事件初步结论
- 九、 后续措施

一、事件描述

2023年3月5日，B-5481飞机厦门05号盲降进近人工飞行至1200英尺左右，响起“GO AROUND，WINDSHEAR AHEAD”，ND显示WINDSHEAR，机组实施风切变机动拉升。机组评估天气较为稳定后决定再次尝试05号盲降进近，双通道进近至约1200英尺，机组观察风向风速无明显变化，再次响起“GO AROUND，WINDSHEAR AHEAD”，ND显示WINDSHEAR，机组再次执行风切变机动拉升，备降福州。福州地面测试气象雷达系统工作正常，处理器上无故障历史代码。后续飞机从福州起飞正常降落至厦门机场，未再触发前视风切变警告。结合后续地面检查，以及波音和霍尼厂家的分析，判断为外界环境因素诱发的虚假前视风切变警告。

注：后续获知3月1日和3月3日B-5481飞机执飞航班至厦门时进近曾触发前视风切变警告并复飞，但是维修未接报故障。

二、人员信息

人员基本信息			
姓名	/	工作年限	/
岗位	/	授权机型	/

三、飞机/发动机/部件基本信息

飞机基本信息			
注册号	B-5481	飞机型号	737-800

引进日期	2009/08/04	总使用时间/循环 (TSN/CSN)	38431FH/20038CY
------	------------	-----------------------	-----------------

发动机基本信息			
型号	CFM56-7B24/3	序号	/
装机日期	/	总使用时间/循环 (TSN/CSN)	/

部件基本信息 (气象雷达收发机)			
件号	930-1000-001	序号	RP04004
装机日期	2022/09/01	总使用时间(翻修后 使用时间)	935. 55FH/454CY

四、事件经过

3月5日处理经过：

20:33 飞机在厦门机场降落时出现前视风切变警告，备降福州。

20:42 福州地面完成气象雷达自检，测试正常，飞机放行。

22:35 厦门落地，机组反馈此航段气象雷达系统使用正常，未再触发前视风切变警告。

02:50 西安航后询问机组后续航段气象雷达系统使用正常。

03:30 完成气象雷达自检测试，结果正常。

03:45 检查处理器冷却风扇工作正常。

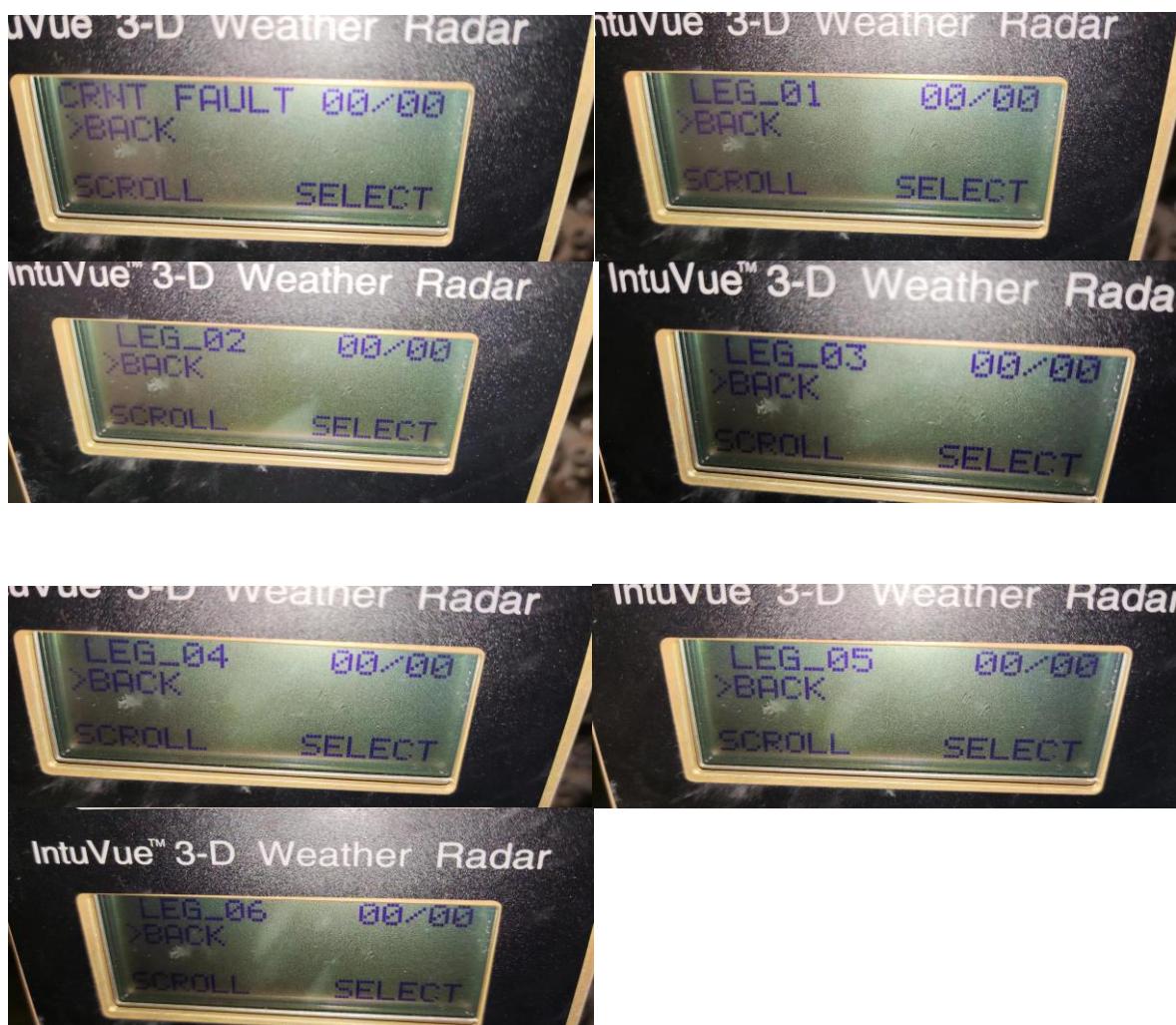
04:00 译码核实厦门进近阶段 1100 英尺左右两次触发前视风切变警告，飞机第一次复飞，第二次备降。完成 FDR 数据下载。

注：因机务在3月1日和3月3日未接报B-5481飞机触

发风切变警告，未在当日执行相关系统检查。

五、排故处置

- 1) 询问机组后续航班飞行正常，未再触发前视风切变警告。
- 2) 译码核实厦门进近阶段 1100 英尺左右触发前视风切变警告，复飞后再次进近时，第二次触发前视风切变警告。
- 3) 读取处理器信息，当前和 LEG01-06 航段均无故障信息记录。



- 4) 检查处理器冷却风扇工作正常，风扇本体干净、无灰尘。
- 5) 完成气象雷达自检测试，结果正常。下载 FDR 数据，送飞

机厂家波音分析。

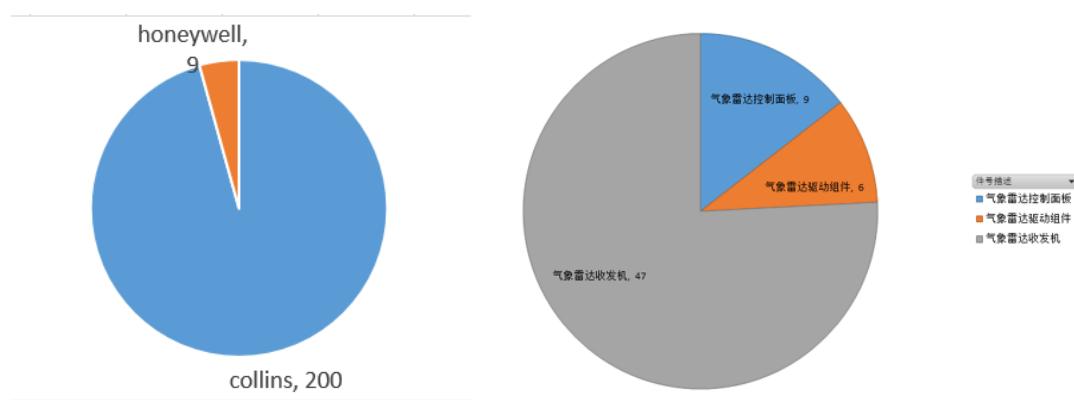
6) 下载气象雷达故障历史和事件历史数据, 送部件厂家霍尼韦尔分析。

7) 根据霍尼韦尔厂家分析, 完成雷达罩检查无损伤, 内部无积水, 完成系统测试正常。

六、 可靠性情况

1、公司机队可靠性情况

1) 机队目前装机的气象雷达系统有两种, COLLINS 的 WRT-2100 V1 气象雷达和 HONEYWELL 的 RDR4000 气象雷达, 我司装机占比情况如下, (5481 为 HONEYWELL 构型)。从历史排故情况来看, 气象雷达系统失效的主要部件集中在气象雷达收发机上。



2) 目前机队的部件可靠性如下, 受到疫情航班量和航司政策影响, 从机队两种构型收发机合并统计的 MTBUR 数据来看, 较波音整体偏低, 同时随着排故政策的调整数据逐步提升。从 2022 年的数据来看, 和波音平均 MTBUR 基本持平。

年度	2020	2021	2022	2020-2022	波音近3年综合
Collins 和 Honey 收发机 合计 MTBUR	4492	5854	7901	5588	8654

2、其他航司可靠性情况

无

3、世界机队可靠性情况

无

七、工程分析

1、系统原理

本机装备霍尼韦尔公司生产的 RDR4000 气象雷达系统，其主要组成部件包括：

EFIS CP: 控制雷达系统的显示开关和显示距离。

WXR CP: 控制气象雷达系统的开关、显示方式、增益、倾斜、测试等。

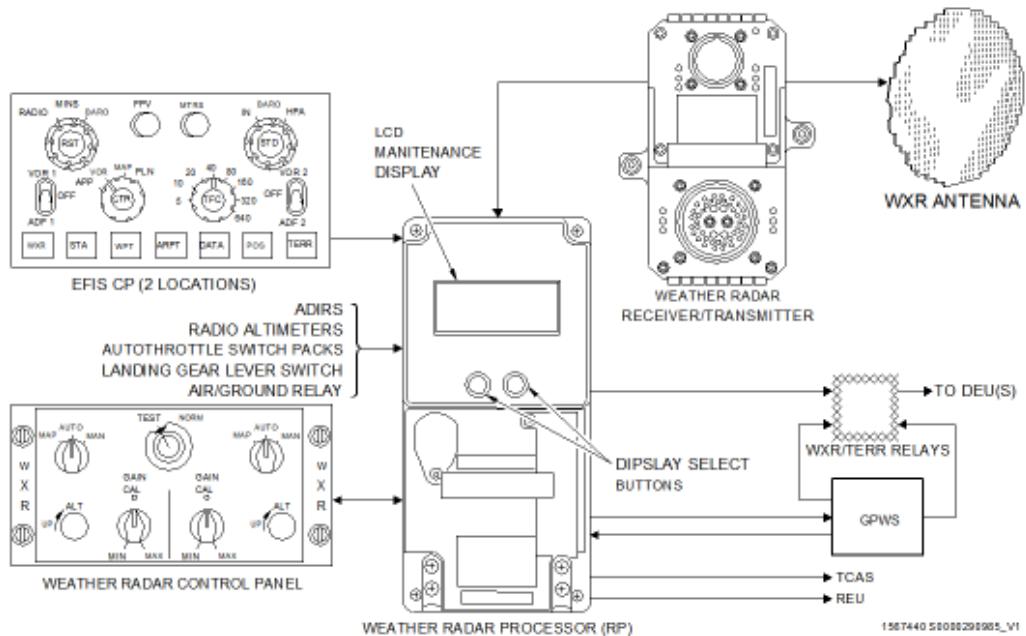
WXR ANTENNA: 将射频信号发射出去，并接收回波。

WXR R/T: 产生、传输和接收射频信号。

WXR RP: 处理射频回波信号；探测风切变事件并给机组提供告诫和警报显示；提供气象雷达显示数据。RP 前面板有一个 LCD 维护显示屏，可以查看气象雷达系统的故障和维护信息。

处理器上还有个 CF 卡插槽，可下载故障历史和事件历史记

录，用于厂家深入分析。



前视风切变 (PWS-predicted windshear)，也叫可预测的风切变，在飞机的起飞和进近阶段自动起作用。探测原理是多普勒频移，以气象雷达 R/T 本身发向前方的雷达波束探测飞机前方的气象条件，根据反射回波的频移确定前方是否有风切变气流。主要的警告信息是听觉的“WINDSHEAR AHEAD WINDSHEAR AHEAD; GO AROUND WINDSHEAR AHEAD ; MONITOR RADAR DISPLAY”；视觉信息主要是显示“WINDSHEAR”。预测性风切变警报在无线电高度 1200ft 以下工作。注：飞机在低于 1800 英尺的起飞和着陆环境下，即使是雷达关闭，风切变探测也总是启动。

前视风切变分为警告区域 (WARNING AREA) 和告诫区域 (CAUTION AREA)：

PWS 警告区域

在起飞过程中，如果 PWS 在以下区域中探测到风切变威胁，它将发出警告：

- 在飞机预定磁航向两侧小于 0.25 海里
- 在飞机前方多于 0.5 海里但少于 3 海里。

在进近过程中，如果 PWS 在以下区域中探测到风切变威胁，它将发出警告：

- 在飞机预定磁航向两侧小于 0.25 海里
- 在飞机前方多于 0.5 海里但少于 1.5 海里

在起飞和进近过程中，如果下列条件都存在，则 PWS 禁止新的风切变警告：

- 空速大于 100 节
- 无线电高度小于 50 英尺。

PWS 告诫区域

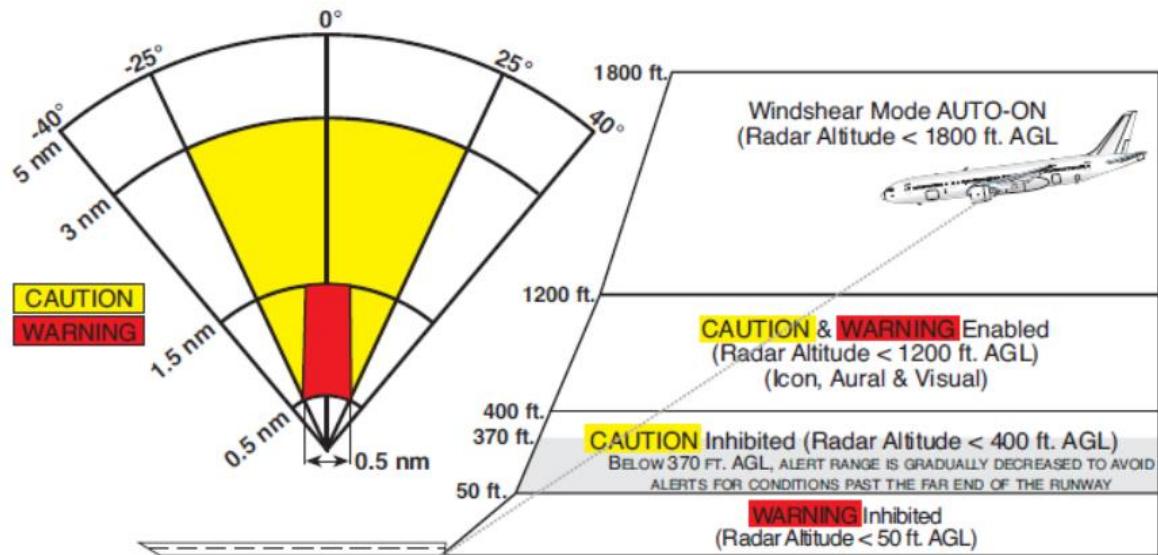
如果 PWS 在以下区域探测到风切变，它将发出告诫：

- 在飞机预定磁航向两侧 25 度范围内
- 在飞机前方多于 0.5 海里，但小于 3 海里
- 不在 PWS 警告区域内

在起飞和进近过程中，如果下列条件都存在，PWS 禁止新的风切变告诫：

- 空速大于 80 节
- 小于 400 英尺无线电高度

PWS 告诫或警告在 1200 英尺无线电高度以上被禁止。



风切变进近模式

2、故障原因分析

飞机在低于 1200 英尺时，触发了气象雷达系统的前视性风切变警告，可能为真实的风切变警告或者虚假的风切变警告。

---真实的前视风切变警告：气象雷达系统发射并接收雷达波进行计算，判断前方存在风切变气象状态，给出真实的风切变警告。根据机组反映当时的气象条件比较平稳，且本机之前和之后降落的飞机未反映有风切变警告，判断出现真实风切变气象的可能性较小。

---虚假的前视风切变警告：

(1) 气象雷达系统自身内部元件故障，产生虚假的风切变警告。气象雷达主要部件收发件、处理器、控制面板、驱动组件等出现内部故障，导致处理器计算错误而产生警告。根据处理器测试情况并无故障历史信息，当时系统也未产生故障旗，且

飞机近期在其他区域飞行未触发过风切变警告，判断气象雷达系统自身故障可能性较小。

(2) 气象雷达系统受外界环境因素干扰，导致气象雷达系统处理器计算不准确，从而产生虚假的风切变警告。

(3) 厂家分析

1) 通过和波音沟通，厂家译码 FDR 数据后分析如下：

考虑到两次预测风切变事件均发生在低风速、相似高度进近时的同一位置，气象雷达系统可能错误地将飞机飞行路径上的环境情况识别为具有潜在的风切变特征。已知的情况是，由移动的交通物体、火车、动物迁徙(鸟群)等环境因素以及地形和人造结构引起的虚假 PWS 警报，可以创造条件(间歇性或短时间的湍流)，使 WXR 系统产生风切变的印象。由于这些事件是由飞机外部的随机环境因素引起的，因此没有实际的方法来防止这种类型的虚假 PWS 警报的发生。

RESPONSE:

Boeing has reviewed the flight data and provides the following response.

Considering the two predictive windshear (PWS) events occurred at a similar altitude with a low windspeed on approach to the same location, the Weather Radar (WXR) System may have falsely interpreted the environmental conditions in the aircraft flight path to have potential windshear characteristics. There have been known cases of spurious PWS alerts caused by environmental factors such as moving traffic, trains, animal migration (bird flocks), etc. in conjunction with terrain and man-made structures can create conditions (intermittent or short duration turbulence) that give the impression of windshear to the WXR system. Since these events are caused by random environmental factors external to the aircraft, there would be no practical way to prevent this type of false PWS alerts from occurring.

2) 为进一步明确导致此现象的原因，对存储在本机气象雷达处理器内部的事件数据进行了下载，并反馈给 HONEYWELL 厂家，从厂家的分析情况看，所有三起事件都在同一地点触发警

告，且警告发生时没有相关的天气报告，结合事件发生的区域，分析可能是由于附近船只或行驶的车辆引起的虚假报警。同时根据厂家建议对雷达罩损伤或内部积水可能导致多次反射出现错误警报的情况进行了检查，确认雷达罩无损伤，内部无积水。

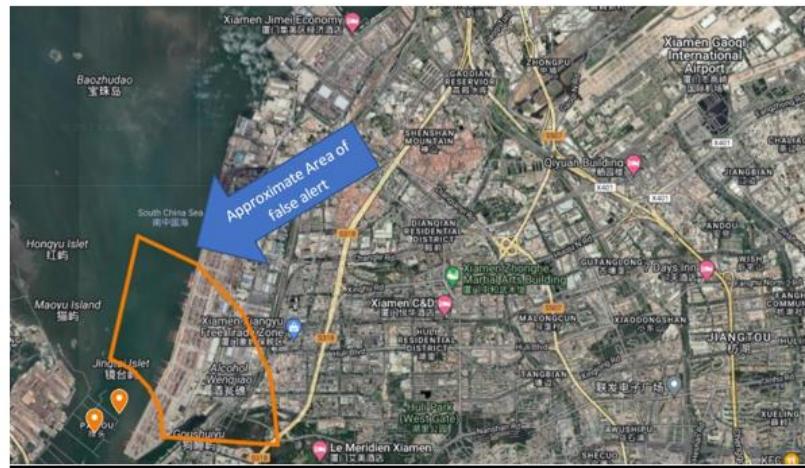
EVENTREC RP04004 0001

This file had 11 events. Out of those, 3 events were recorded in March 2023. All 3 events resulted in alerts around the same location. There was no reported weather at the time of any of the events that resulted in alerts.

For each of the event that resulted in an alert, the location of the aircraft during the validation scan and the probable area that caused the reported PWS event are marked on the map.

The most likely cause of the alerts were possibly the presence of ships lined up near the shipping yard and moving vehicles on the nearby highway which are known to cause occasional false alerts. It is also recommended to confirm that there is no radome damage or water accumulation within the radome internal surface which could cause multiple reflections and lead to false alerts under certain conditions.

EVENT 10



3、译码数据

3月1日译码数据显示，飞机在进近阶段，无线电高度1100英尺左右，触发了前视风切变警告，飞机进入复飞模式。

B-5481 技术调查报告

1	Time	FLTNUM	FLIGHT_PHASE	ALT_QNH (feet)	ALTRAD1 (feet)	ALTRAD2 (feet)	GPW_WSH_PRE	GPWSWARN	GPWS_ALERT	GPWS_WAR_STATUS	GPWS_WSU_INO
2											
9108	11:41:11		FINAL APP	1210	1225		N	-	-	-	-
9109	11:41:12		FINAL APP	1197			N	-	-	-	-
9110	11:41:13		FINAL APP	1186		1198	N	-	-	-	-
9111	11:41:14	7577	FINAL APP	1175			N	-	-	-	-
9112	11:41:15		FINAL APP	1163	1175		N	-	-	-	-
9113	11:41:16		FINAL APP	1152			N	-	-	-	-
9114	11:41:17		FINAL APP	1140		1154	N	-	-	-	-
9115	11:41:18		FINAL APP	1127			N	-	-	-	-
9116	11:41:19		FINAL APP	1114	1125		N	-	-	-	-
9117	11:41:20		FINAL APP	1101			N	-	-	-	-
9118	11:41:21		FINAL APP	1088		1100	W	-	-	-	-
9119	11:41:22		FINAL APP	1076			W	-	-	-	-
9120	11:41:23		FINAL APP	1069	1074		W	-	-	-	-
9121	11:41:24		GO AROUND	1067			W	-	-	-	-
9122	11:41:25		GO AROUND	1071		1069	W	-	-	-	-
9123	11:41:26	7577	GO AROUND	1083			W	-	-	-	-
9124	11:41:27		GO AROUND	1101	1089		W	-	-	-	-
9125	11:41:28		GO AROUND	1134			W	-	-	-	-
9126	11:41:29		GO AROUND	1173		1165	W	-	-	-	-
9127	11:41:30		GO AROUND	1220			W	-	-	-	-
9128	11:41:31		GO AROUND	1275	1253		W	-	-	-	-
9129	11:41:32		GO AROUND	1329			N	-	-	-	-
9130	11:41:33		GO AROUND	1384		1358	N	-	-	-	-
9131	11:41:34		GO AROUND	1444			N	-	-	-	-
9132	11:41:35		GO AROUND	1502	1464		N	-	-	-	-
9133	11:41:36		GO AROUND	1560			N	-	-	-	-
9134	11:41:37		GO AROUND	1621		1599	N	-	-	-	-
9135	11:41:38	7577	GO AROUND	1679			N	-	-	-	-
9136	11:41:39		GO AROUND	1735	1725		N	-	-	-	-
9137	11:41:40		GO AROUND	1790			N	-	-	-	-
9138	11:41:41		GO AROUND	1847		1821	N	-	-	-	-
9139	11:41:42		GO AROUND	1895			N	-	-	-	-
9140	11:41:43		GO AROUND	1941	1999		N	-	-	-	-

3月3日译码数据显示，飞机在进近阶段，无线电高度1132英尺左右，触发了前视风切变警告，飞机进入复飞模式。

1	Time	FLTNUM	FLIGHT_PHASE	ALTQNH1 (knot)	ALTRAD1 (feet)	ALTRAD2 (feet)	GPW_WSH_PRE	GPWS_WSU_INO	WSHRCAUT	WSHRWARN	GPWS_WAR_STATUS	GPWS_ALERT
2												
9815	16:07:00	7517	FINAL APP	146	1280		N	-	-	-	-	-
9816	16:07:01		FINAL APP	146		1213	N	-	-	-	-	-
9817	16:07:02		FINAL APP	145			N	-	-	-	-	-
9818	16:07:03		FINAL APP	146		1185	N	-	-	-	-	-
9819	16:07:04	7517	FINAL APP	146	1280		N	-	-	-	-	-
9820	16:07:05		FINAL APP	146		1157	N	-	-	-	-	-
9821	16:07:06		FINAL APP	145			N	-	-	-	-	-
9822	16:07:07		FINAL APP	147		1132	W	-	-	-	-	-
9823	16:07:08		FINAL APP	147	1280		W	-	-	-	-	-
9824	16:07:09		FINAL APP	147		1095	W	-	-	-	-	-
9825	16:07:10		FINAL APP	147			W	-	-	-	-	-
9826	16:07:11		GO AROU	146		1078	W	-	-	-	-	-
9827	16:07:12		7517 GO AROU	145	1280		W	-	-	-	-	-
9828	16:07:13		GO AROU	145		1085	W	-	-	-	-	-
9829	16:07:14		GO AROU	146			W	-	-	-	-	-
9830	16:07:15		GO AROU	148		1132	W	-	-	-	-	-
9831	16:07:16	7517	GO AROU	149	1280		W	-	-	-	-	-
9832	16:07:17		GO AROU	147		1204	W	-	-	-	-	-
9833	16:07:18		GO AROU	148			N	-	-	-	-	-
9834	16:07:19		GO AROU	147		1295	N	-	-	-	-	-
9835	16:07:20		7517 GO AROU	149	1280		N	-	-	-	-	-
9836	16:07:21		GO AROU	149		1398	N	-	-	-	-	-
9837	16:07:22		GO AROU	150			N	-	-	-	-	-
9838	16:07:23		GO AROU	150			1430	N	-	-	-	-
9839	16:07:24	7517 GO AROU		150	1280

3月5日译码数据显示，飞机在进近阶段，无线电高度1088英尺左右，触发了前视风切变警告，飞机进入复飞模式。第二次进近时，无线电高度也是1105英尺左右，再次触发前视风切变警告并复飞。

1	Time	FLTNUM	FLIGHT_PFLTNH1	ALTRAD1	ALTRAD2	WSHRCAUT	WSHRWARN	GFW_WSH_PRF	GFW_VSU_INO	SELWRCP	SELWRFO	WINDSPDR	VIN_DIR	GFWWARN	GFW_ALERT	GFW_WAR_STATUS	GFW_VSU_INO
2	8574	11:10:59	FINAL_APF	1792	1275		N		SELECT				63.6				
8575	11:11:00	7577	FINAL_APF	1792	1250		N					17	63.6				
8576	11:11:01	FINAL_APF		1250			N						63.6				
8577	11:11:02	FINAL_APF					N						63.6				
8578	11:11:03	FINAL_APF			1242		N		SELECT				63.6				
8579	11:11:04	7577	FINAL_APF	1792	1250		N						63.6				
8580	11:11:05	FINAL_APF		1217			N					18	63.6				
8581	11:11:06	FINAL_APF					N						63.6				
8582	11:11:07	FINAL_APF			1195		N						63.6				
8583	11:11:08	7577	FINAL_APF	1792	1169		N		SELECT				17	63.6			
8584	11:11:09	FINAL_APF		1169			N						63.6				
8585	11:11:10	FINAL_APF			1142		N						63.6				
8586	11:11:11	FINAL_APF					N		SELECT				63.6				
8587	11:11:12	7577	FINAL_APF	1088	1111		N						63.6				
8588	11:11:13	FINAL_APF		1088	1111		N						16.5	63.6			
8589	11:11:14	FINAL_APF		1088	1088		N		SELECT				63.7				
8590	11:11:15	FINAL_APF		1088	1088		N						63.7				
8591	11:11:16	7577	FINAL_APF	1088	1065		N						17	63.7			
8592	11:11:17	GO_AROUND		1065			N						63.7				
8593	11:11:18	GO_AROUND					N						63.7				
8594	11:11:19	GO_AROUND			1069		N		SELECT				63.7				
8595	11:11:20	7577	GO_AROUND	1088	1118		N						17.5	63.7			
8596	11:11:21	GO_AROUND		1118			N						63.7				
8597	11:11:22	GO_AROUND			1231		N		SELECT				63.7				
8598	11:11:23	GO_AROUND		1231			N						63.7				
8599	11:11:24	7577	GO_AROUND	1088	1325		N						20	63.7			
8600	11:11:25	GO_AROUND		1325			N						63.7				
8601	11:11:26	GO_AROUND			1468		N		SELECT				63.7				
8602	11:11:27	7577	GO_AROUND	1088	1607		N						22	63.7			
8603	11:11:28	GO_AROUND		1607			N						63.7				
8604	11:11:29	GO_AROUND			1720		N		SELECT				63.7				
8605	11:11:30	GO_AROUND		1720			N						63.7				
8606	11:11:31	7577	GO_AROUND	1088	1878		N						24.5	63.7			
8608	11:11:33	GO_AROUND		1878			N		SELECT				63.7				
8609	11:11:34	GO_AROUND			1983		N						66.1				
8610	11:11:35	GO_AROUND		1983			N		SELECT								
1	Time	FLTNUM	FLIGHT_PFLTNH1	ALTRAD1	ALTRAD2	WSHRCAUT	WSHRWARN	GFW_WSH_PRF	GFW_VSU_INO	SELWRCP	SELWRFO	WINDSPDR	VIN_DIR	GFWWARN	GFW_ALERT	GFW_WAR_STATUS	GFW_VSU_INO
2	9689	11:29:34	FINAL_APF	1243			N						64.7				
9690	11:29:35	FINAL_APF	1376				N		SELECT				64.7				
9691	11:29:36	7577	FINAL_APF	1243			N						64.7				
9692	11:29:37	FINAL_APF	1376	1229			N						20	64.7			
9693	11:29:38	FINAL_APF	1376	1206			N		SELECT				64.4				
9695	11:29:39	FINAL_APF	1376	1182			N						64.4				
9696	11:29:40	7577	FINAL_APF	1376	1182		N						19	64.4			
9697	11:29:41	FINAL_APF	1376	1182			N						64.4				
9698	11:29:42	FINAL_APF	1376	1158			N		SELECT				64.4				
9699	11:29:43	7577	FINAL_APF	1376	1158		N						17.5	64.4			
9700	11:29:44	FINAL_APF	1376	1129			N						64.4				
9701	11:29:45	FINAL_APF	1376	1105			N		SELECT				17.5	64.4			
9702	11:29:46	7577	FINAL_APF	1376	1105		N						64.4				
9703	11:29:47	GO_AROUND	1376	1083			N						17.5	64.4			
9704	11:29:48	7577	GO_AROUND	1376	1083		N						64.4				
9705	11:29:50	GO_AROUND	1376	1065			N		SELECT				64.4				
9706	11:29:51	GO_AROUND	1376	1065			N						64.4				
9707	11:29:52	7577	GO_AROUND	1376	1079		N						17.5	64.4			
9708	11:29:53	GO_AROUND	1376	1079			N						64.4				
9709	11:29:54	7577	GO_AROUND	1376	1122		N		SELECT				64.4				
9710	11:29:55	GO_AROUND	1376	1122			N						64.4				
9711	11:29:56	7577	GO_AROUND	1376	1190		N						18	64.4			
9712	11:29:57	GO_AROUND	1376	1190			N		SELECT				64.4				
9713	11:29:58	GO_AROUND	1376	1261			N						64.4				
9714	11:29:59	7577	GO_AROUND	1376	1261		N						64.4				
9715	11:30:00	7577	GO_AROUND	1376	1289		N						19.5	64.4			
9716	11:30:01	GO_AROUND	1376	1289			N						64.4				
9717	11:30:02	GO_AROUND	1376	1359			N		SELECT				64.4				
9718	11:30:03	GO_AROUND	1376	1359			N						64.4				
9719	11:30:04	7577	GO_AROUND	1376	1423		N						20	64.4			
9720	11:30:05	GO_AROUND	1376	1423			N						64.4				
9721	11:30:06	7577	GO_AROUND	1376	1544		N		SELECT				64.4				
9722	11:30:07	GO_AROUND	1376	1544			N						20.5	64.4			
9723	11:30:08	7577	GO_AROUND	1376	1620		N						62.6				
9724	11:30:09	GO_AROUND	1376	1620			N										
9725	11:30:10	GO_AROUND	1376	1620			N										

综合以上三日的译码数据，无线电高度均小于 1200 英尺，飞机属于空中状态，根据气象雷达进近阶段 PWS 打开工作原理，符合 PWS 功能打开逻辑，PWS 正常开启工作，探测是否存在前视风切变警告。

4、排故拆下部件维修厂家修理报告

无换件

5、当前维修任务和工程措施

- 1) EOCOM-34-0124 更换雷达处理器 (Honeywell) 送厂家执行改装；
- 2) 气象雷达故障标准处置 SOP，对于短时或者瞬时的虚假故障，进行跟踪观察，减少部件误拆换；

- 3) 每 1200FH 定期执行气象雷达系统检查和气滤清洁;
- 4) 每年换季下发 MAO 进行普查和清洁;
- 5) MT05-737-34-033 关于更换气象雷达收发机冷却风扇注意事项的维护提示。

6、近期同系统故障情况及与本事件的关联性

无。

八、事件初步结论

为了验证是否存在该构型的问题，后续使用 4 架同为 HONEYWELL 气象雷达构型的飞机执飞了该航线，未发生警告。根据目前的检查情况，本机气象雷达系统测试未发现故障，后续在其他区域运行中也未再触发前视风切变警告，结合波音和霍尼韦尔的分析，判断为外界环境因素诱发的虚假前视风切变警告。

九、后续措施

结合波音和霍尼韦尔厂家的答复，以及地面检查情况来看，确认飞机系统工作正常，分析此次事件是由于外部环境因素诱发的虚假警告，工程上暂无需进一步措施。