

HNAT 737 技术问题说明

提示单编号	撰写	审核	批准/日期
TIP737-2021-34-012	郭瑞洋/吴坤恒	许敬远	曾晶/2021.11.04

标题

双导航控制面板失效故障

一、适用性

737

二、背景描述

2021 年 9 月，机队出两部导航控制面板当前和备用频率显示窗均显示 PNL FAIL 信息，检查 P5 前顶板与 P5 板滴水罩之间的搭铁线松脱。针对该缺陷，厂家曾在早年的 MTIP 和 SL 中提到过此类问题，但从实际情况看该安装缺陷，不仅限于厂家提供的线号范围，而是存在一定的随机普遍性。

三、解释说明

一) 故障简述

2021 年 9 月 6 日普洱过站复位两部导航控制面板跳开关，测试正常。昆明过站预防性将本机机长侧导航控制面板与 B-1563 飞机副驾侧导航控制面板对串观察，测试均正常。西双版纳航后完成 MMR1、MMR2 自检，有 CONTROL FAIL 信息。DFCS 自检无法进入，检查 P5 前顶板与 P5 板滴水罩之间的搭铁线松脱，重新安装搭铁线后故障现象消失，长时间观察正常，故障排除。

二) 系统原理

导航控制面板 (NCP)

导航控制面板用于向 DME, ILS 和 VOR 提供调谐频率输入和检测指令，如图 1 所示为我司两种构型的导航控制面板，面板一般包含：

·当前和备用频率指示窗，用于显示当前和备用无线电导航的工作频率。

导航控制面板上电后，频率指示窗会显示断电前的最后一个频率。导航控制面板在工作过程中会持续监控面板的操作。当监控到面板出现故障时，会在当前和备用频率指示窗显示“PNL FAIL”信息；当监控到面板没有 28V 直流输入时，会在当前和备用频率指示窗显示“BLANK”信息。

·数字键盘或频率调节旋钮，用于备用频率窗中的调谐频率输入。

·频率转换电门，它是一个瞬时作动电门，用于切换当前和备用频率。

·测试电门，它是一个瞬时作动电门，用于 DME, ILS 和 VOR/MB 系统测试。主暗亮灯光测试时，导航控制面板会点亮显示 188.88 两秒钟，然后熄灭一秒钟。如此循环显示，直到结束测试。

·部分 NCP 还具有模式选择电门，用于选择 ILS 或 VOR 模式。

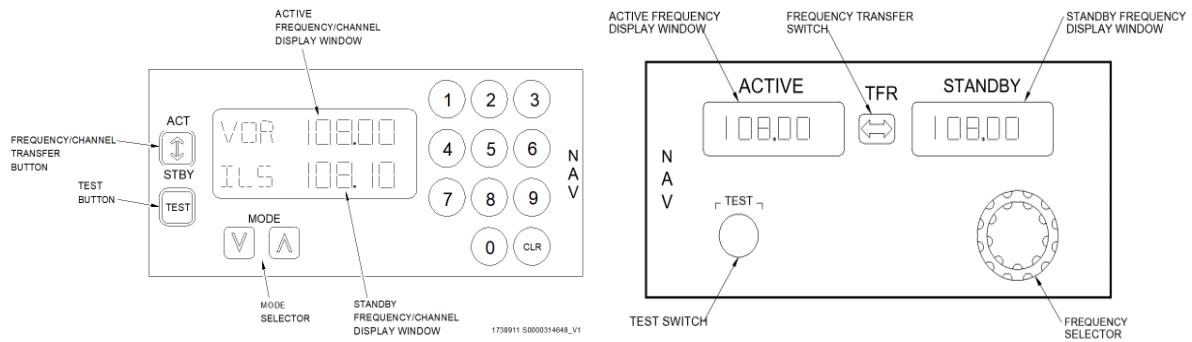


图 1. 我司两种构型的导航控制面板

三) 故障分析

1、故障现象

本次故障现象为两部导航控制面板均显示 PNL FAIL 信息，如图 2 所示。根据系统原理及 FIM 手册分析，导致该故障的原因可能有：

- NCP1、NCP2 面板同时失效
- 线路故障



图 2. 两部导航控制面板显示 PNL FAIL

2、排故分析

(1) 9月6日飞机西双版纳航后，检查两部 NCP 均显示 PNL FAIL 信息，故障稳定存在。执行两部 MMR 自检均有 CONTROL FAIL 信息，该信息表明 MMR 未接收到来自 NCP 面板的控制信号。前期已对串过 NCP 面板，因此排除 NCP 面板故障的可能性。

(2) 执行 DFCS 自检无法进入，A 和 B 通道初始化失败。进一步读取当前状态、LRU TEST 和 TEST DATA，结果如图 3 和图 4 所示。

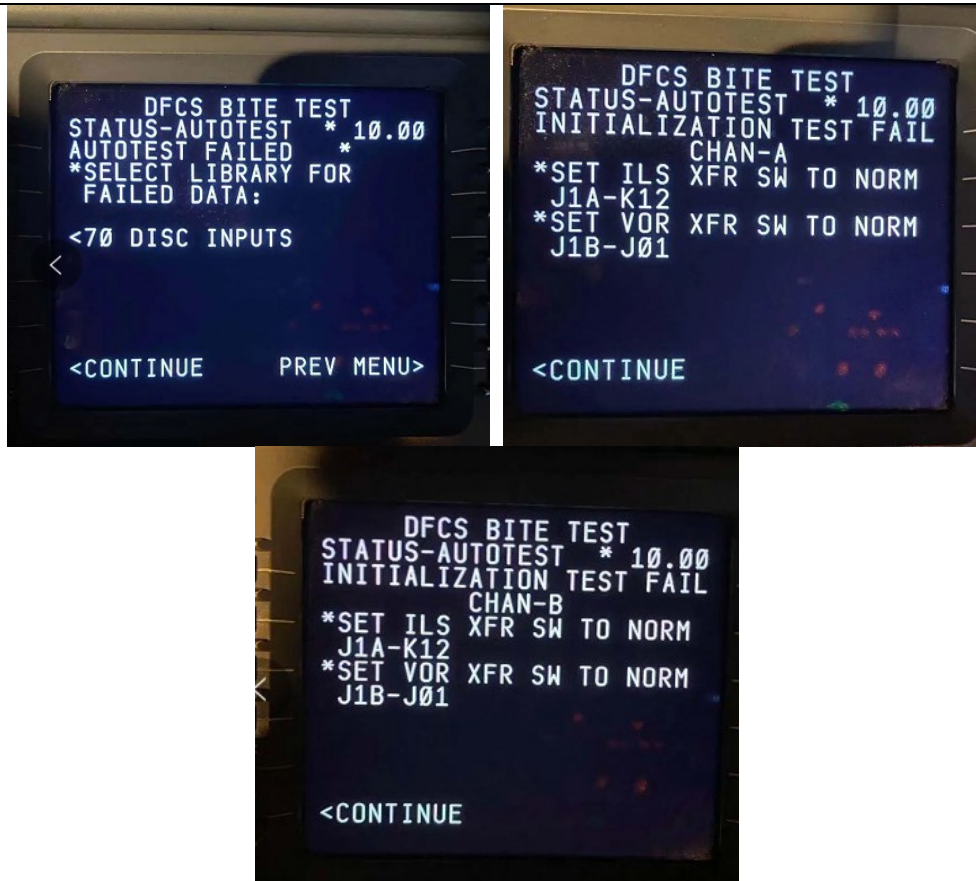


图 3. DFCS 自检 A 和 B 通道初始化失败及当前状态故障

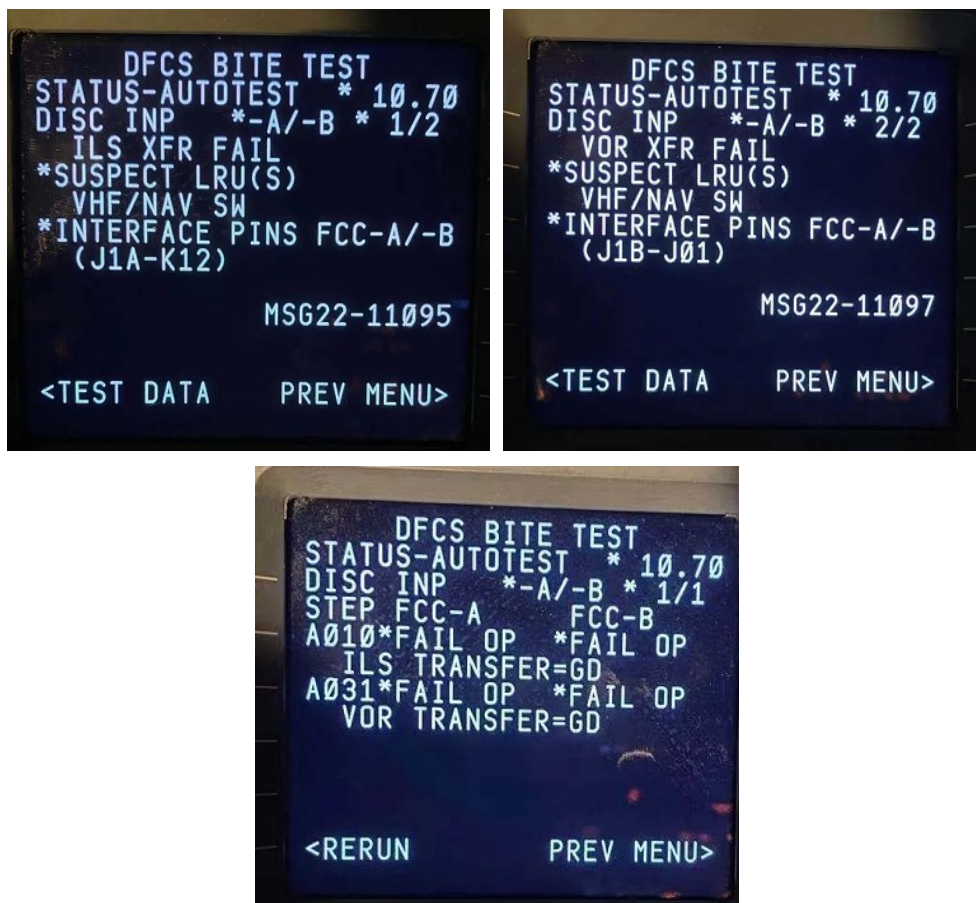


图 4. LRU TEST 和 TEST DATA

(3) 参考图 5 SSM34-51-41 可知, 当 VHF NAV 转换电门在 NORM 位时, FCC-A、FCC-B 的 K12 和 J1 销钉分别通过机长侧导航控制面板、副驾侧导航控制面板到 VHF NAV 转换电门接地。而 DFCS 自检结果表明 FCC-A 和 FCC-B 的 K12 和 J1 都未接收到地信号, 初始化失败要求设置 (检查) VHF NAV XFR SW 是否在 NORM 位, 因此系统判断 VHF NAV XFR SW 没有给出地信号, 因此给出的可疑 LRU 为 VHF NAV XFR SW。

(4) 进一步参考图 6 WDM34-51-41 可知, FCC-A 和 FCC-B 的相关线路由不同的 GD 桩接地, FCC-A 的 K12、J1 通过机长侧导航控制面板到 VHF NAV 转换电门, 由 GD503-DC 接地。而 FCC-B 的 K12、J1 通过副驾侧导航控制面板到 VHF NAV 转换电门, 由 GD515-DC 接地。

参考 WDM34-51-41 测量 NCP1、NCP2 面板到 VHF NAV 转换电门之间的线路导通性和绝缘性, 未发现线路异常, 转换 VHF NAV XFR SW 依旧无异常。判断 VHF NAV XFR SW 故障可能性较小, 而两个 GD 桩到飞机结构之间的公共部分连接异常未能妥当接地的可能性较大。

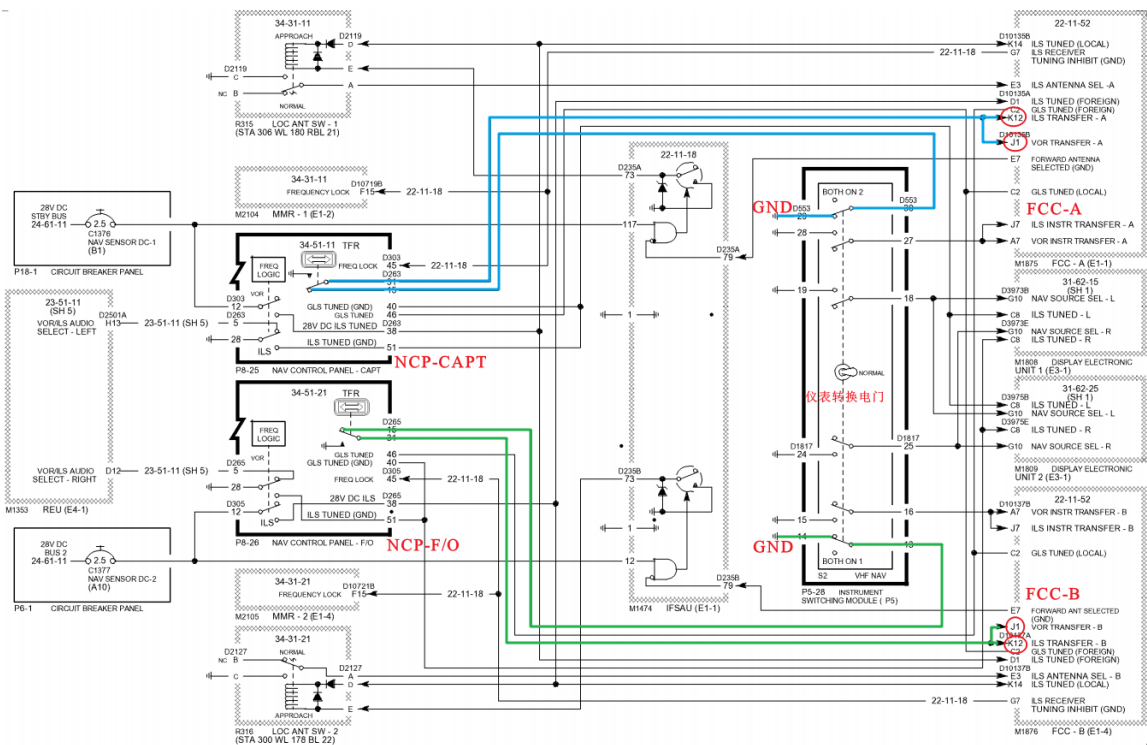


图 5. SSM34-51-41

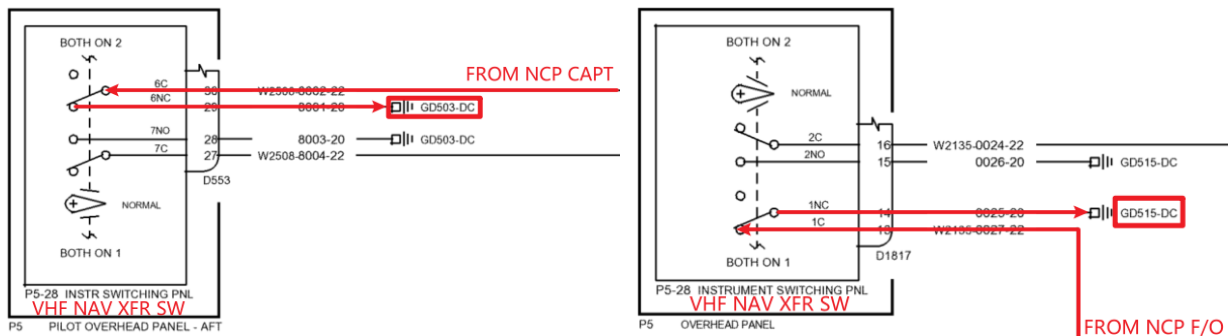


图 6. WDM34-51-41

(5) 参考 FIM34-31 TASK 808 Navigation Control Panel Problem - Fault Isolation

针对地进行排故，查找图纸，GD503-DC 和 GD515-DC 都位于 P5 前顶板框架顶部，而两者通过一根搭铁线连接到 P5 板滴水罩，再通过另一根搭铁线连接到机身结构，如图 7 和图 8 所示。

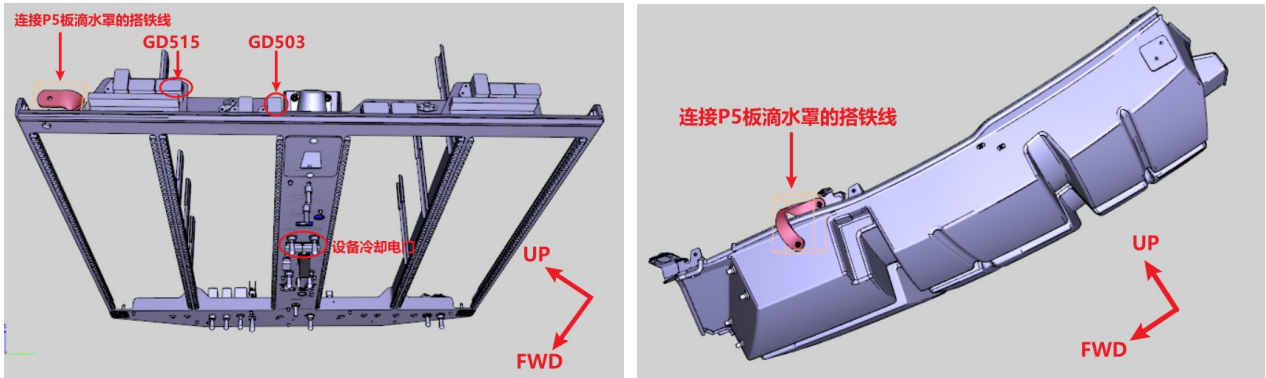


图 7. P5 板结构图

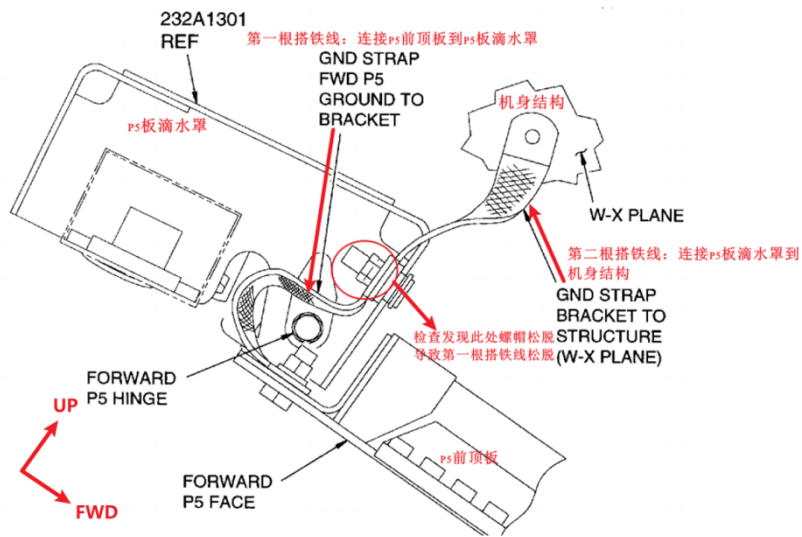


图 8. 搭铁线连接结构示意图

(6) 打开 P5 板，检查 P5 前顶板连接 P5 板滴水罩之间的搭铁线松脱，如图 9 所示，重新安装搭铁线后故障现象消失，测试正常。

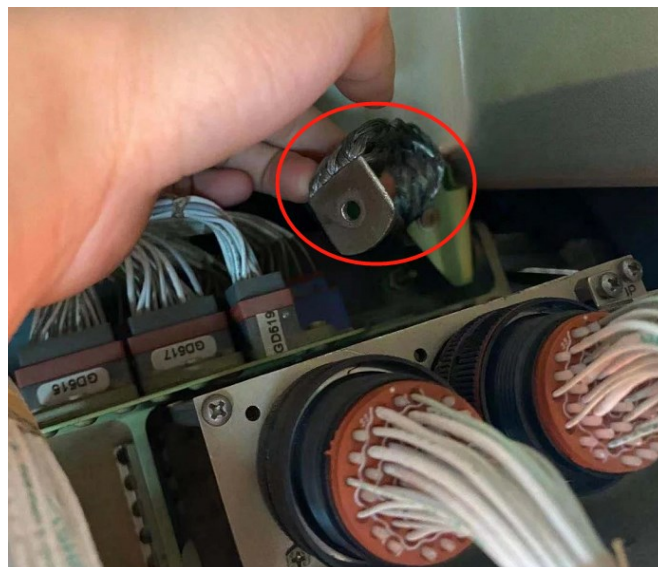


图 9. P5 前顶板连接 P5 板滴水罩之间的搭铁线松动

四) 关联技术信息

1. 同类事件

祥鹏航空 B-5XX9 飞机 2017 年 4 月 15 日-23 日期间机组多次反映空中两部导航控制面板均出现 PNL FAIL 信息, 如图 10 所示。地面复位跳开关后测试正常。更换导航控制面板后, 空中依旧间歇性故障再现。参考 FIM 和 WDM 手册分别测量机长侧导航控制面板的 D263 pin 15 销钉和副驾侧导航控制面板的 D265 pin 15 销钉对地阻值均正常, 转换 P5-28 面板 VHF NAV 电门依旧正常, 多次摇动、收放 P5 板, 阻值无变化。放下 P5 面板检查发现 P5 面板本体与支架连接的搭铁线连接正常但固定处的紧固螺钉有松动 (与前 P5 面板本体相连处), 重新安装紧固螺钉, 测试正常。后续长期跟踪故障未再现。



图 10. B-5XX9 两部导航控制面板故障

2. 厂家资料分析

(1) 对于导航控制面板失效, 波音公司在早些年发布的 MTIP-737--34-054-R1 和 SL-737--34-212 (详见附件) 中也提到了当该处搭铁线松动, 接地电阻超过 10 毫欧可能会导致导航控制面板失效的情况, 并给出相应的解决方案。在 FIM34-31 TASK 808 Navigation Control Panel Problem - Fault Isolation 中已得到体现, 排故方案第一步提及需要检查 VHF NAV XFR SW 仪表转换电门及两根搭铁线是否正确给出地信号的建议, 如图 11 所示。

F. Fault Isolation Procedure

- (1) Do check of the wiring of the INSTR SWITCHING module:
 - (a) Remove the P5 panel.
 - (b) Do a check of the grounding block for 0 volt (GND).
 - (c) For the captain's NAV control panel, P8-25, do the check of connector D553 at pin 28 and pin 29.
 - (d) For the first officer's NAV control panel, P8-26, do the check of connector D1817 at pin 14 and pin 15.
 - (e) Inspect the grounding jumpers for the P-5 panel to check for connection and proper resistance levels. The bonding is accomplished via two jumpers (IPC 25-11-21-10, item 245 or 25-11-21-10A, item 290, and IPC 31-11-94-02, item 18, typical). To check the attachment of the jumper shown at IPC 25-11-21-10, item 245/25-11-21-10A, item 290 to the airplane structure will require removal of the captain's forward ceiling panel (AMM AMM PAGEBLOCK 25-11-21/201)
 - (f) To check the resistance level, using a bonding meter, verify that the resistance of a path from bonding strap's attach point (ground lug) at the aft left outboard side of the P5 panel, to a seat rail, is less than 10 milliohms.
 - (g) If the resistance is found to be greater than the 10 milliohms limit, verify the resistance from P5 panel to the bracket, and from the bracket to the airplane structure, to determine the source of the discrepancy.
 - (h) Rework the discrepant bond per D6-54446 (SWPM 20-20-00) to meet less than 0.5 milliohm.
 - (i) If the NAV control panel does not display FAIL on the ACTIVE or STANDBY frequency indicators, then you corrected the fault.
 - (j) Re-install the P5 panel.

图 11. FIM34-31 TASK 808 部分内容截图

(2) 波音手册及厂家文件中未明确提到其失效原理及影响范围，进一步咨询波音后，波音给出如下答复（详细情况参考附件 SR 3-5142193955）：

①为何这两根搭铁线松脱只影响到 NCP 面板，是否还会影响其他系统？

波音答复基于目前收集到的资料和经验表明，这两根搭铁线松脱只会影响 NCP 面板，对其他系统不会产生影响。其失效模式/原理表现为当 NCP 发送调谐信号给 FCC 时，与 NCP 相连的任何一个组件的接地桩出现不完全接地或接触不良的情况，又由于受到外界因素的干扰（如飞机震动、无线电波干扰等），FCC 会误认为两部 NCP 的激活和备用频率在频繁的、快速的转换，为了防止这种行为，NCP 发出一个故障（故障代码 256）来终止信号的传输，并允许 FCC 继续其必要的操作。

Q1. Why the loosening of bonding jumper and grounding jumper will lead to the failure of two NCP? What is its failure mode, please help to explain the principle?

R1. If any grounding wire is not making contact well enough with a unit, it will either be completely isolated (not grounded), or will oscillate into contact with the panel (grounded) and isolation (not grounded). In both cases, the P5-28 panel will be outputting a very rapidly changing voltage on pin 30 due to external influences such as vibrations and radio waves in the air, such as those coming from the plane itself (via the VHF, VH, WXR, etc. antennas), cell towers, GPS satellites, the sun, etc. We call these pins "floating" because they "float" between high and low voltages. If pin J2-15 of the NCP is floating, that means it sees the "BOTH ON 2" switch being flipped very rapidly. If the NCP were to let this pin through to the FCC, the FCC will think the tuning is being changed between the active and standby channels very rapidly. To prevent that kind of behavior, the NCP issues a failure (fault code 256) to shut down the output of that bus and allow the FCC to continue its necessary operations.

②搭铁线松脱导致 NCP 面板失效的飞机可能有多少，能否确定其范围？

波音也接到其他航司反映同类问题，波音解释该搭铁线松脱是由于一位新员工的工艺问题导致的，在 SL-737--34-212 的有效性中已列出可能存在问题的部分飞机线号。在 SL-737--34-212 所列的有效性的飞机线号中，涉及到我司的飞机只有 B-5xx1（线号 3995）和 B-5xx5（线号 3812），而 B-5xx8 和 B-5xx9 飞机均不在该 SL 提到的线号范围内，因此对于波音的答复，我们认为在 SL-737--34-212 的有效性外的飞机有可能也存在该问题。

③除了 MTIP-737--34-054-R1 和 SL-737--34-212 中提到的缓解措施外，是否有其他建议或措施来避免此类事件再次发生？

波音建议航司可根据实际需求制定相应的工程措施检查 P5 板后部搭铁线的安装情况来避免类似的问题发生。

Q3. is there a wider range of aircraft Line numbers could be affected? We also ask Boeing to look again and clearly point out which aircraft of our company may have this problem. Is there a need for preventive treatment of these aircraft to prevent similar situations from happening again?

R3. For this response you can find the information regarding troubleshooting in the FIM that is effective for the whole 737NG fleet. At this moment Boeing does not have a lot of reports from other operators regarding the issue, however operators can develop their own engineering orders to check the condition of the jumpers in their fleet.

四、小结

1、本次双导航控制面板失效，故障较为罕见，地面故障稳定对排故具有很大的帮助，可以通过系统自检程序核实有无相关故障，参考 FIM 排故手册和 WDM 线路图及系统原理分析帮助快速锁定故障。

2、对于双套系统同时失效的故障，需要考虑其同时发生故障的概率，排故时可结合系统原理和 WDM 往双套系统的公共部分考虑。本例中两个导航控制面板同时发生故障的概率较低，排故过程中应尽可能往两个面板公共部分考虑。两个面板由不同的跳开关供电，参考 SSM 和 WDM 可知，公共部分为 VHF NAV XFR SW，深入考虑发现还有 VHF NAV XFR SW 仪表转换电门的相应的接地桩。另外，对于硬件检查正常和线路检查正常的疑难故障，可以深入考虑与飞机连接的结构件等安装是否到位。

3、本次故障经查询波音厂家手册及现有文件均未找到搭铁线对双导航控制面板的影响和原理介绍，为此，在此次排故后多次向波音咨询其系统失效原理等问题后，才得到波音的片面答复。因此对于疑难故障的排故，寻求厂家支援是一种辅助手段，但对于厂家的建议，要结合原理和实际现象去深入分析，辩证采信。

4、基于 5xx8、5xx9 两起案例，对于波音 SL-737--34-212 所述原因和影响范围，我们应持怀疑态度，不排除集团 737 机队还存在搭铁线松动导致双导航控制面板失效问题的可能，因此建议评估对机队 P5 前顶板搭铁线安装情况进行广泛检查。

5、对于间歇性的双系统同时故障，不可草率放行，必须充分考虑双系统同时失效可能导致的后果严重性，对于存在不可接受后果的间歇性故障，必须立即彻底排除故障，并决策放行。