

华为ETP4890嵌入式电源空开断开后虚电压故障分析与运维处置

陈昀跃

西南空管局通信网络中心 四川 成都 610202

摘要：华为ETP4890嵌入式电源广泛应用于民航空管平面通信接入网络，为FA16-E等核心业务设备提供直流供电保障。针对设备运维中发现的ETP4890输出空开断开后，输出端子仍可检测到-53V DC左右电压，导致运维人员无法准确判断直流输出状态、存在业务断电风险的问题，本文结合实际空管运维故障场景，通过复盘作业流程、对照设备参数、搭建对照实验的方式，深入剖析该虚电压现象的产生机理，验证故障并非设备异常，而是监控模块正常工作导致的固有现象。同时总结区分设备正常虚电压与真实输出故障的判定方法，制定针对性的日常运维规范与故障处置策略，有效规避空管通信设备供电中断风险，为空管同类嵌入式电源设备运维提供技术参考。

关键词：民航空管；ETP4890；嵌入式电源；虚电压；直流供电；运维保障

0 引言

民航空管平面通信传输接入网络是保障空管雷达、VHF语音通信等核心业务稳定运行的基础载体，而嵌入式直流电源系统作为通信设备的核心供配电设施，其运行稳定性直接决定空管通信业务的连续性与可靠性^[1]。在空管设备日常运维、隐患整改、故障处置等作业中，精准判断电源设备输出状态、规避设备意外掉电，是运维工作的核心重点。

华为ETP4890嵌入式电源是民航空管西南地区综合业务网的主流供电设备，广泛为FA16-E接入设备等核心网元提供双路直流供电支撑^[2]。在实际运维工作中发现，该设备存在特殊现象：输出LOAD空开完全断开后，万用表检测输出端子仍存在-53V DC左右电压，与常规电源设备断电无电压的运维认知不符，极易导致运维人员误判设备故障，干扰正常整改作业流程，甚至引发核心通信业务中断风险。

目前该型号设备已停产停服，厂商无法提供有效技术支持，相关故障现象无标准化运维处置方案。基于此，本文结合真实空管运维案例，通过场景复盘、对比实验、原理分析，明确该虚电压现象的产生原因，梳理科学的状态判定方法，制定标准化运维流程，为空管ETP4890电源设备安全稳定运行提供保障。

1 设备概况与故障场景概述

1.1 设备应用场景

西南地区综合业务网成都区管节点中，龙泉山FA16-E、六盘水FA16-E核心接入设备均采用双路直流冗余供电模式，两套设备的供电均由两台华为ETP4890

嵌入式电源（A机、B机）分担提供，形成交叉供电架构，最大限度保障供电稳定性。具体供电架构如图1所示：龙泉山FA16-E设备A路供电取自ETP4890 B机LOAD1空开，B路供电取自ETP4890 A机LOAD1空开；六盘水FA16-E设备A路供电取自ETP4890 B机LOAD2空开，B路供电取自ETP4890 A机LOAD2空开。该交叉供电模式可实现单台电源设备停机整改时，另一台设备全程兜底供电，保障FA16-E设备承载的VHF等核心业务不中断。

1.2 故障事件描述

某日成都区管网络运维人员开展设备隐患排查，发现为FA16-E节点供电的两台ETP4890嵌入式电源存在交流输入接地不规范问题，需停机整改。为保障业务连续，运维团队制定逐机整改方案：先完成ETP4890 A机接地整改，恢复设备运行后，再开展B机整改，全程保证单台电源设备在线兜底供电。

在ETP4890 A机整改作业中，严格执行标准流程：关闭LOAD1、LOAD2输出空开→断开交流输入线缆→整改接地线路→恢复交流接线→待设备重启后检测输出状态。作业完成后，运维人员通过万用表检测输出端子电压，发现无论LOAD空开处于断开或闭合状态，输出端子均能检测到-53V DC左右电压。

该异常现象导致运维人员无法判定A机直流输出功能是否正常。若空开失效、输出持续带电，后续B机停机整改时，两台FA16-E设备将失去供电兜底，直接造成设备掉电、VHF业务中断，存在重大运行安全隐患，整改工作被迫暂停。

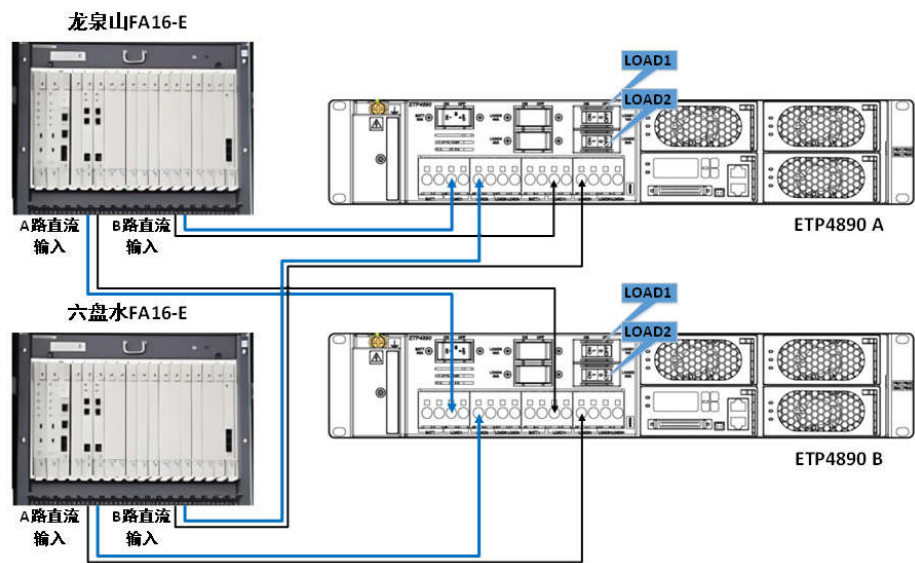


图1 龙泉山FA16-E和六盘水FA16-E局端设备直流供电接线图

2 故障排查与原理分析

2.1 初步排查与技术调研

为明确该问题技术人员向华为客服咨询，但客服人员告知该款设备已停产停服多年，当前无法提供技术支持。考虑电信运营商大量使用ETP4890设备，技术人员尝试多方咨询电信运维及设备安装服务人员。技术人员从一位资深的电信代维厂商人员处了解到ETP4890在输出空开断开情况下，用万用表仍能测到-53VDC电压为正常现象，该电压由ETP4890所带的监控模块提供。通过查阅华为官方网站案例库，从一起类似案例中发现诸如ETP4890这类通信电源由于在输出空开接有上拉电阻用于检测输出空开的状态(负载熔丝断),通常在输出空开断开时也会存在-48V至-53V的虚电压，通过断开和闭合输出空开分别测量输出电压,如果空开断开时输出电压比闭合时低1V以上,说明设备正常。

2.2 对照实验验证

为验证华为官网案例库中的说明，技术人员使用万用表重新测试LOAD1空开，断开时和闭合后的电压分别为-52V和-53.5V，如图2所示。同时技术人员还使用ETP4890备件进行相同实验，测试LOAD1空开断开时和闭合后的电压分别为-51.9V和-53.3V，均和案例库中描述一致。

为验证ETP4890 LOAD空开断开和闭合前后对应直流输出端子是否有电压输出与ETP4890监控模块的关系，使用ETP4890备件不安装监控模块，只在1槽位安装一块整流模块，并测试打开LOAD1空开前后对应直流端子的输出电压，如图3所示，无监控模块时，ETP4890 LOAD1输出空开断开时无电压，打开LOAD1空开后，

LOAD1直流端子输出-53.34V DC电压。证明断开LOAD空开时所检测到的虚电压确实来自ETP4890设备的监控模块。



图2 ETP4890 A机LOAD1空开打开前后直流输出端子电压值示意图



图3 未安装监控模块时ETP4890备件LOAD1空开打开前后直流输出端子电压值示意图

同时技术人员也尝试使用钳形电流测试仪钳住ETP4890 LOAD1空开对应的直流输出端子连接负载设备的电源线缆进行测试，证实当LOAD X空开断开时，虽然使用万用表能检测出ETP4890直流输出端子有电压，但是该端子连接负载设备的负极电源线缆无电流，当LOAD X空开闭合后，不仅LOAD X直流输出端子检测出有电压，同时钳形电流测试仪也检测到该端子连接负载设备的负极电源线缆有电流流过，如图4所示。



打开LOAD1空开前直端端子接负载电源线电流值 打开LOAD1空开后直端端子接负载电源线电流值

图4 ETP4890 A机LOAD1空开打开前后直流输出端子连接负载设备电源线的电流值示意图

3 故障本质与核心结论

综合所有实验数据与原理分析,本次发现的ETP4890空开断开后带电压现象,不属于设备故障,是设备智能监测功能带来的正常固有特性^[3]。其核心原理为:设备监控模块通过内置上拉电阻构建检测回路,实时采集输出空开通断、负载回路通断状态,保障电源系统可实时上报输出异常告警,提升设备运维智能化水平。该虚电压仅存在于设备输出端子本体,无任何带载能力,不会向后端FA16-E等通信设备输出电能,不会影响设备正常停机、整改、运维作业,也不存在短路、漏电等安全隐患。常规运维中以“断电无电压”作为判定标准的方式,不适用于该型号智能电源设备,是导致本次误判的核心原因。

4 运维优化建议与标准化处置规范

结合本次故障分析与实验结论,针对华为ETP4890嵌入式电源的运维特性,结合空管设备安全生产要求,制定专项运维判定标准、作业规范与隐患排查要点,规避同类误判问题,保障运维作业安全高效开展。

4.1 带监控模块设备判定规范

当前空管在用ETP4890设备均配置标准监控模块,日常停机、整改、故障排查作业中,需采用“电压差值+电流检测”双重判定法^[4]:

1) 电压判定:分别记录LOAD空开断开、闭合状态下的端子电压,若断开电压较闭合电压低1V及以上,判定空开通断功能正常,设备输出无异常;

2) 电流判定:通过钳形电流表检测负载侧电源线缆,空开断开时无电流、闭合时有正常工作电流,即可确认设备供电逻辑正常。

4.2 无监控模块设备判定规范

针对备件、临时组网等无监控模块的ETP4890设备,判定逻辑简化为纯电压检测:空开完全断开时,输出端子无电压输出;空开闭合后,端子电压稳定在-48V~-53V标准区间,即为设备正常状态。

4.3 日常运维作业优化建议

更新运维认知与作业手册:将ETP4890虚电压固有特性纳入空管设备运维知识库,摒弃“断电即无电压”的通用判定思维,杜绝人为误判导致的作业停滞;

规范停机整改作业流程:涉及ETP4890电源停机、接地整改、模块更换等作业时,必须采用电压、电流双重检测方式确认设备状态,严禁单一依靠万用表电压数值判定断电状态;

建立设备专项巡检机制:针对老旧停产电源设备,加大巡检频次,重点核查监控模块、整流模块工作状态,提前排查回路老化、电阻失效、空开故障等潜在隐患;

完善应急处置预案:针对双路冗余供电场景,明确单台设备整改的判定标准与兜底保障方案,杜绝因状态误判导致的业务中断风险。

5 结语

华为ETP4890嵌入式电源作为空管综合业务网的核心供电设备,其智能化监测设计带来的虚电压现象,与传统电源设备运维认知存在差异,是老旧智能电源运维中的典型隐蔽问题。本文通过真实运维场景复盘、多组对照实验,明确了该虚电压现象的产生机理与设备正常属性,建立了适配该型号设备的状态判定标准与运维作业规范。

本次问题处置有效解决了运维误判难题,规避了空管核心通信业务的供电中断风险。同时也印证了,针对停产老旧空管设备,需结合设备固有特性、实验数据优化传统运维经验,打破固化认知。后续运维工作中,需持续总结老旧设备特殊运行特性,完善专项运维体系,持续提升空管供配电系统的安全运行保障能力,为民航空管通信业务稳定运行筑牢基础。

参考文献

- [1] 李刚刚. 通信电源在高铁通信系统中的应用与研究[J]. 现代工程科技, 2025, 4 (20): 121-124.
- [2] 葛王佳. 通信工程电源系统稳定性维护措施探讨[J]. 信息与电脑, 2024, 36 (24): 126-128.
- [3] 郑礼津. 电力通信网中通信电源故障处理研究[J]. 科技创新, 2024, (24): 205-208.
- [4] 郝青云. 电力通信网中通信电源的典型故障案例分析[J]. 内蒙古科技与经济, 2024, (15): 134-137.