

DME SELEX1119A型设备BCPS故障排查的分析和研究

蔡 松

民航湖北空管分局技术保障部, 湖北 武汉

收稿日期: 2023年11月10日; 录用日期: 2023年12月11日; 发布日期: 2023年12月18日

摘 要

SELEX1119A型测距仪设备主要是用于民航的陆基导航设备, 其功能是利用飞机与设备之间无线电信号传递的时间, 计算飞机与导航台之间的斜距。其中BCPS是设备电源系统中的核心板件, 其功能一方面是为发射机提供工作电压, 另一方面为设备后备电池充电。本文将针对SELEX1119A型测距仪设备BCPS板件故障时的故障现象和原因进行深入分析, 并对设备电池的配备进行优化。

关键词

SELEX1119A型测距仪, BCPS, 设备电池

Analysis and Research on BCPS Fault Troubleshooting of DME SELEX1119A Equipment

Song Cai

Technical Support Department of Civil Aviation Hubei Air Traffic Control Branch, Wuhan Hubei

Received: Nov. 10th, 2023; accepted: Dec. 11th, 2023; published: Dec. 18th, 2023

Abstract

The DME SELEX1119A is mainly used as a land-based navigation equipment for civil aviation. Its function is to use the time of radio signal transmission between aircraft and equipment to calculate the slant distance between aircraft and navigation stations. Among them, BCPS is the core component of the device power system, which functions is to provide working voltage for the transmitter and charge the backup battery of the device. This article will conduct an in-depth analysis

of the fault phenomena and causes of the BCPS board failure of the DME SELEX1119A, and optimize the equipment battery configuration.

Keywords

DME SELEX1119A, BCPS, Equipment Battery

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

SELEX1119A 型 DME 设备是由 SELEX 公司生产, 主要用于飞机航路飞行和精密进近的陆基导航设备[1]。在 1119A 型设备中 BCPS 主要有三个功能, 首先是将整流后的直流电提供给发射机, 满足发射机所需的工作电压; 其次是将设备电池提供的工作电压传递给发射机; 最后是在市电可用的情况下给设备电池充电, 因此 BCPS 板件是设备电源系统中的重要桥梁。目前关于 SELEX 测距仪设备 BCPS 板件的研究仅仅是针对设备供电系统的组成进行介绍[2], 对 BCPS 板件内部故障的案例分析较少。因此本文将针对 BCPS 板件故障时的故障现象进行深入分析, 理清排故思路, 探究故障原因, 排查潜在隐患, 优化设备电池配备。

2. 设备故障现象

某日湖北境内导航台 SELEX119A 型 DME 设备一号机告警切机, 通过 PMDT 监控了解到 Battery1 电压告警, 监控显示电池电压为 41.8 V, 明显低于告警门限 48 V。通过万用表对电池电压进行测量发现电池电压与监控显示一致。实地观察发现, 一号机运行时设备面板主要告警灯亮红灯, 在电池电压低的情况下, 设备底部面板仍显示涓流充电, 当切换为 2 号机时设备正常运行。

3. 设备故障现象分析

针对上述故障现象, 接下来将对其进行逐一分析:

1) PMDT 监控软件中 Battery1 电压低产生告警, 表明设备通过自检测得 1 号机设备电池电压低于 48 V 告警门限。

2) LCU 设备面板“主要告警”指示灯变红, 表明 DME 设备产生主要告警, 从而导致设备切机[3]。

3) 通过万用表检测电池实际电压与监控显示一致: 表明设备监控不存在误告警情况

4) 设备切机后二号机正常运行, 表明主备机公共部分故障概率较低, 设备一号机单机故障可能性大

5) 设备一号机运行时电池电压有持续降低的趋势, 而 BCPS 在 DME 设备起到电池充电作用, 因此 BCPS 或设备电池故障的概率较大。

4. 故障判断与排故思路

为进一步确认故障原因和故障点, 首先对 DME 设备的电池进行检查, 经过测量后设备电池电压为 40 V, 而在正常情况下设备电池电压不会低于 48 V, 可见设备电池掉电严重。当处于浮充状态下的设备电池电压为 54 V, 同时设备面板将会快充状态, 然而面板此时显示为涓流充电, 表明了设备电池未处于充电状态。

为了排除因电池故障导致设备电池电压偏低的故障因素，我们将 DVOR 和 DME 设备电池进行对换，具体方法是将 DME 和 DVOR 设备电池的进线进行对换，利用 DVOR 的 BCPS 板件对 DME 设备电池充电。通过检查设备状态及电池的电压趋势发现，DME 设备电池电压逐步上升，电源面板指示灯均正常，通过该项检查从而排除了设备电池故障的因素。

紧接着针对 DME 设备电池的充电回路进行逐级的排查：

1) 充电线缆及空开的排查：利用万用表对电池输出、输入空开以及线缆进行检查未发现短路及断路点，由此可知电池至设备 BCPS 板件间的充电回路正常。

2) 检查设备交流输入：如图 1 所示利用万用表对 TB3 的 TRANSMITTER LINE IN 孔和地线孔进行检查，交流输入电压在 $220\text{ V} \pm 10\% \sim 15\%$ 范围内，说明交流输入正常。

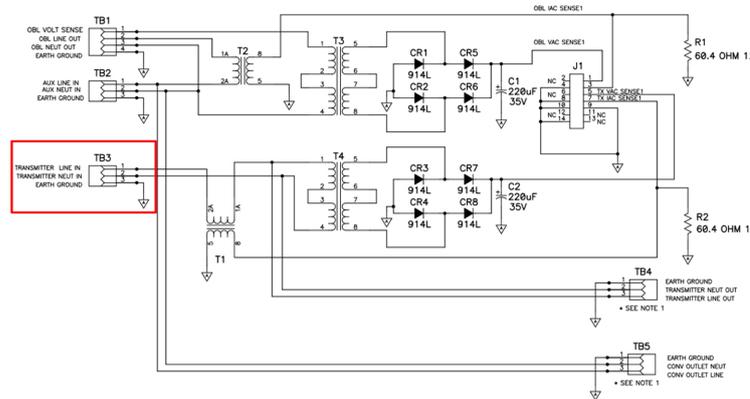


Figure 1. AC MONITOR circuit diagram
图 1. AC MONITOR 电路图

3) 检查 BCPS 上级板件 Power Supply 与 BCPS 板件之间回路是否正常，首先检查 BCPS 模块输入端是否正常，如图 2 所示通过分析 BCPS 与 Power Supply 之间的电路图发现，E1、E2 接线柱为 BCPS 板件的输入端口，经检测该接线柱电压为 48 V，满足正常电压标准。

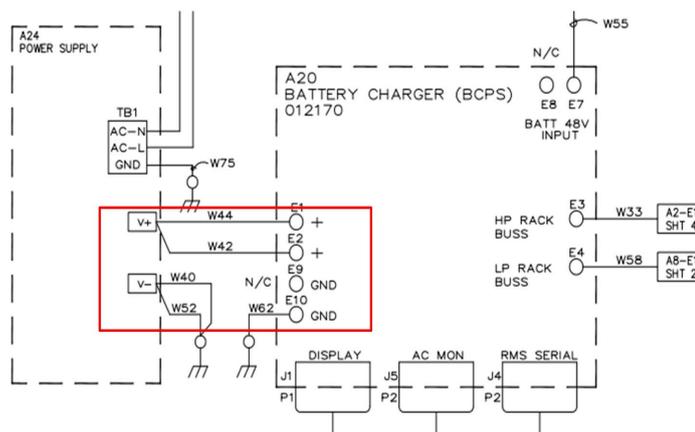


Figure 2. BCPS and Power Supply circuit diagram
图 2. BCPS 与 Power Supply 电路图

4) 检查 BCPS 板件与电池间回路：如图 3 所示通过分析 BCPS 板件内部电路图，图 4 E7、E8 接线柱为 BCPS 与电池的连接端口，该接线柱正常情况下应满足充电电压 54 V 的标准。为了避免电池电压对

接线柱电压测量的影响，首先断开电池与 BCPS 板件的连接，对 E7、E8 接线柱进行检测，然而经查发现该接线柱电压为 0 V，表明 BCPS 板件的充电回路异常。

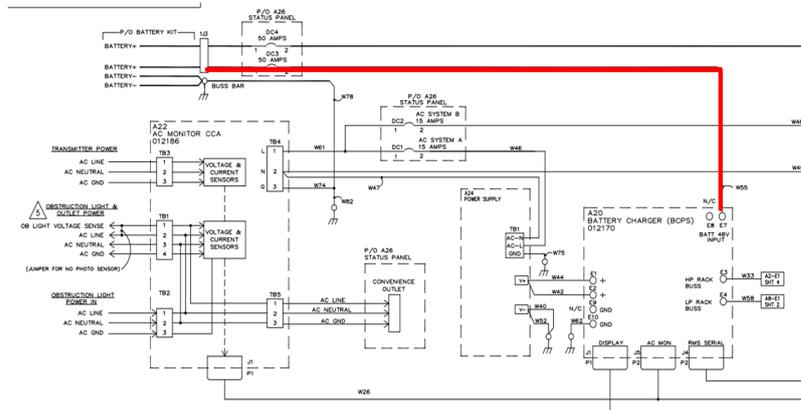


Figure 3. BCPS and battery connection circuit diagram
图 3. BCPS 与电池连接电路图

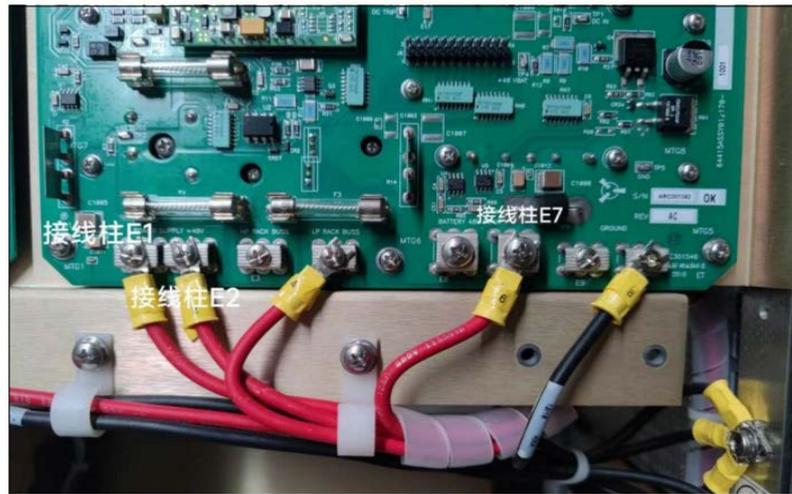


Figure 4. BCPS board binding posts
图 4. BCPS 板件接线柱

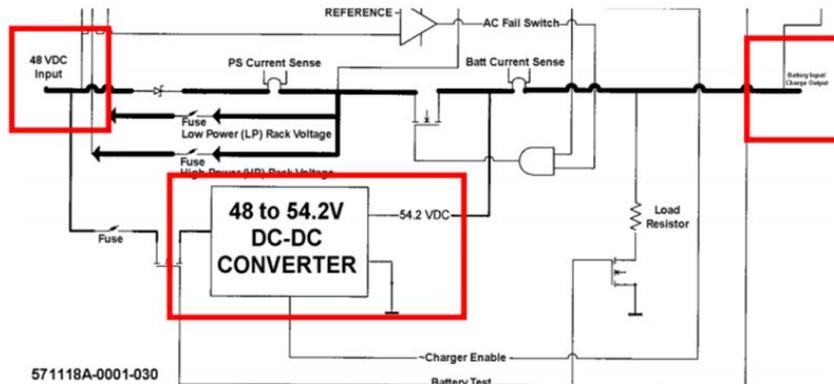


Figure 5. BCPS module block diagram
图 5. BCPS 模块框图

因此针对 BCPS 的充电回路我们进行了针对性排查，首先 E7 接线柱不能提供 54 V 的充电电压是导致电池掉电的关键。如图 5 所示通过分析 BCPS 板件模块框图发现，其内部 48~54.2 V 升压模块用于提供充电电压，因此该升压模块故障的可能性大。

如图 6 所示，BCPS 内部 DC-DC 模块位于电路图 PS1 位置，对应于 BCPS 板件的背面散热鳍片的底部。如图 7 所示，拆开 BCPS 底部散热鳍片，发现 BCPS 升压模块电路已被烧毁，从而导致充电电压为 0，电池持续掉电。

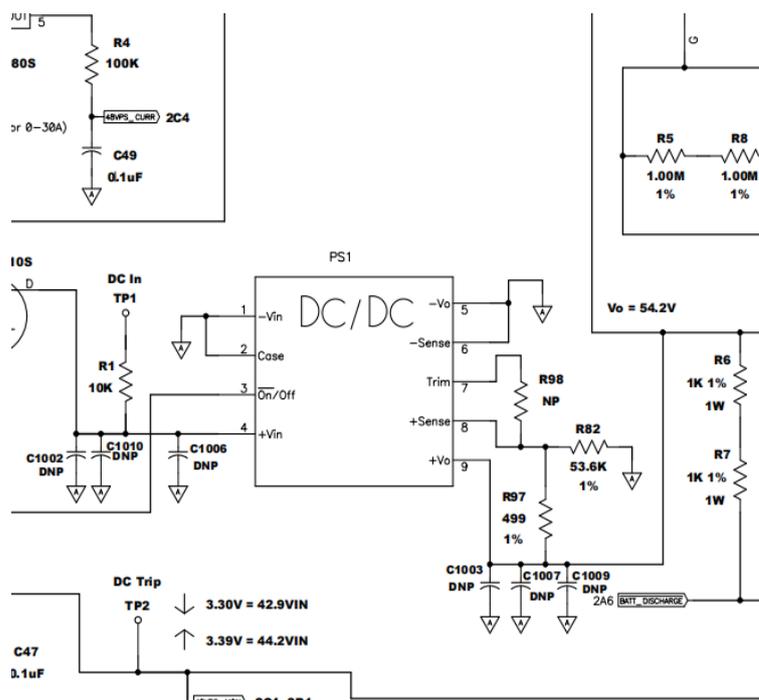


Figure 6. BCPS boost module circuit diagram

图 6. BCPS 升压模块电路图



Figure 7. BCPS boost module

图 7. BCPS 升压模块

5. 设备故障结果分析

通过故障的排查与梳理,最终发现由于 BCPS 内部升压模块烧毁,导致充电电压输出为 0,从而使设备电池持续掉电。因此根据该故障现象和结果,本文针对 BCPS 升压模块的烧毁原因进行进一步的论证。

通过查询 SELEX 1119A 型测距仪设备的技术手册,发现该设备建议使用 45 Ah 或 75 Ah 设备电池组,而该导航台的测距仪设备采用的是四节 120 Ah 的电池组。因此我们从阀控密封式铅酸蓄电池的充电工艺角度去分析,电池容量的大小的不同对 BCPS 充电电路所带来的影响。

铅酸蓄电池容量用符号 C 来表示单位库伦(C)或安时(Ah),指在一定条件下(如温度、放电终止电压等),蓄电池放电至终止电压时所能提供的电量,蓄电池容量为放电时间与电流的积分,即:

$$C = \int i(t) \cdot dt$$

其中 C 为容量单位库伦或安时, $i(t)$ 为 t 时刻放电电流, t 为放电终止时刻时间。

目前充电蓄电池充电主要有四种基本模式:恒压充电、恒流充电、恒流恒压充电以及恒流恒压恒压(三段式充电方法)。阀控密封式铅酸蓄电池常用的是三段式充电方法[4]。

其中三段式充电方法主要分为恒流阶段、恒压阶段以及涓流阶段(图 8)。其中恒流阶段主要利用额定充电电流 I_1 给电池充电,其中 I_1 一般限制在 $0.4 C$,其中 C 为蓄电池容量,直到充电电压达到额定电压 V_1 时转入第二阶段进行恒压充电,其中充电电流 I_2 随时间逐渐减小,但仍与蓄电池容量成正比。最后当 I_2 低于某一个设定值后进入涓流充电阶段。

综上所述,电池容量过大时所需要的充电电流也会随之增加。此外设备正常工作时,BCPS 板件不仅给发射机提供 48 V 直流工作电压,同时给设备电池充电[4],因此过大容量的电池会使得充电电流长期高于板件的限定值,从而导致 BCPS 升压模块烧毁。

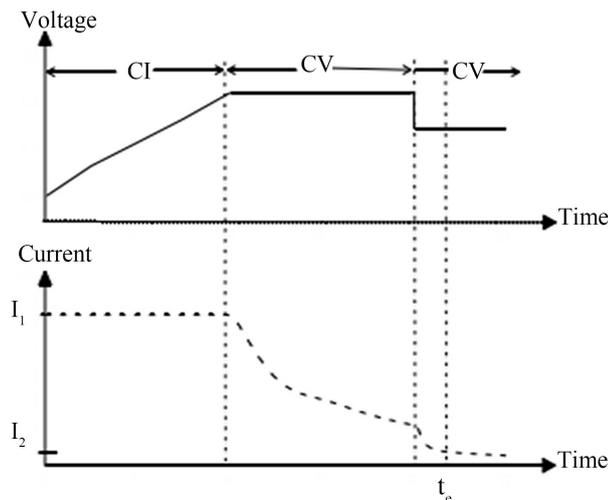


Figure 8. Three-stage charging method voltage and current change curve
图 8. 三段式充电法电压与电流变化曲线

6. 分析与总结

针对此次因使用大容量设备电池导致 BCPS 升压模块烧毁,从而产生设备电池掉电的案例,本文将从设备、环境、人员、管理几个方面进行分析和总结。

1) 人为因素。设备电池一般由设备厂家配置,但在设备安装过程中,主观认为大容量电池可以提供更长的后备时间,但是忽视了设备技术资料中相关参数要求。设备运行的过程中,设备运行稳定、参数正常,导致维护人员在该过程中很难发现该隐患。

2) 设备因素。此次故障的出现是由于长时间使用大容量设备电池,导致 BCPS 板件中电池充电电流长时间过大。设备监控软件没有关于设备电池容量的监控,也无明显的预警、告警提示。而且由于放电电流的存在,监控软件设置的关于电流值预警和告警门限相对也比较大,对日常运行中的偏大电流缺少有效的监控和预警。

3) 环境因素。电池容量导致设备运行不稳定情况并不常见,设备电池放电维护后进行充电时,其电流值才会有明显变化,在日常运行中,电流值偏大一些并不会超出门限导致告警,但是长时间运行可能导致设备相关板件的元器件损坏,此类异常现象不明显,不易察觉。

4) 管理因素。在日常的放电维护中,未将电池容量的记录加入维护记录表中。忽视了电池容量等常规参数的记录。

综上,专业知识和经验对于设备运维工作十分重要,一方面可以帮助我们快速确定、排查故障,另一方面可以透过现象看本质,不被表面的问题误导从而直击根本。在日常的工作中当出现设备电池持续掉电的情况时,常常会因蓄电池故障率高的传统印象,从而第一时间去更换电池,忽略了对设备本身的隐患排查。因此针对众多的故障现象,我们需要结合理论知识与实际情况理清排查思路逐一排除,最终将故障原因精确到点。

参考文献

- [1] 杨晶晶. SELEX 1119A DME 维护分析[J]. 科技创新与应用, 2017(4): 66.
- [2] 张阳. 浅析 SELEX DVOR/DME 导航设备供电系统[J]. 数字通信世界, 2017(5): 251-252.
- [3] 张爱忠. SELEX 1119A DME 维护测试浅谈[J]. 电子世界, 2018(20): 48-49.
- [4] 孙启林. 基于智能控制技术的铅酸蓄电池充电系统的研究[D]: [硕士学位论文]. 桂林: 桂林电子科技大学, 2020.