

关于 DA20-C1 飞机电源系统介绍及故障分析

洪常军

(中国民用航空飞行学院新津分院, 四川 新津 611431)

摘要 DA20-C1 飞机用于特技飞行训练工作, 相比同类型飞机具有优秀的滑翔能力。自我院投入 DA20-C1 飞机运行以来, 多次发生电源系统相关故障, 直接影响飞行训练任务。因此, 本文以维护手册为依据, 结合实际排故障经验, 对电源系统的原理以及一些常见故障进行分析, 通过阐述该飞机电源系统组成和工作原理, 分析 DA20-C1 飞机故障原因, 提出有效的故障排出方法和维护建议, 以期为日后维修工作提供借鉴经验, 从源头上保障飞行训练的安全性和可靠性。

关键词 DA20-C1; 电源系统; 故障分析

中图分类号: V22

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)03-0106-03

1 电源系统组成介绍

DA20-C1 飞机有一个 14 伏直流 (DC) 电源系统。该系统有两个电力来源, 它有一个 14 伏的发电机和一个 12 伏的电瓶。在通常的操作中 14 伏发电机为系统供电, 一个 40 安培的发电机连接在发动机的右前方, 发动机轴上的皮带轮操作柔性皮带转动发电机, 电源系统有一个 12 伏、20 安培小时的电瓶, 发电机不运行时, 电瓶向电源系统提供直流电, 它还为发动机起动提供动力。当负载超过发电机所能提供的电力时, 电瓶也可以提供电力, 电瓶通过电瓶继电器和起动机继电器为起动提供大电流。GEN/BAT 开关控制所有系统中的电源, 主汇流条和电子设备汇流条将电源分配给其他系统^[1]。

直流发电系统包括以下部件: 发电机、过压控制继电器、过电压传感器、发电机警告灯、发电机断路器、发电机控制断路器、电压表、电流表、警示灯继电器、GEN/BAT 开关。发电机的标称输出电压为 14 伏 DC \pm 2.5%, 在发动机转速为 1742 至 2800 转/分时, 发电机可连续供电 40 安培, 发电机内置整流器和电压调节器, 不能调整输出电压。发电机具有以下连接: 主汇流条向发电机的 IG 端供电用于励磁; B 端为发电机输出供电; L 端发出故障警告。电刷和滑环将励磁电流传输到转子, 转子上有一个风扇, 用于对发电机进行鼓风冷却。发电机将在以下情况进行工作: 发动机正在工作; 电瓶、发电机和发电机控制断路器闭合; GEN/BAT 开关设置处于 ON (接通位)。以下部件构成发电机控制系统: GEN/BAT 开关; 过压传感器; 过压继电器。当 GEN/BAT 开关设置为 ON (接通) 时, 过压传感器的引脚 2 从主汇流条接收电瓶电压, 过压传感器

的引脚 1 向过压继电器的线圈提供电压, 继电器通电, 过压继电器的闭合触点向发电机上的端子 IG 提供主汇流条电压, 发电机开始工作。如果过压传感器在其输入 (引脚 2) 处感应到超过 16.1 伏, 则引脚 1 上的输出电压变为零, 过电压继电器断电。这将消除发电机的励磁电压, 发电机停止工作。如果在电压恢复正常后循环 GEN/BAT 开关 OFF 和 ON, 发电机将恢复工作。GEN 警告灯、警示灯继电器、电压表, 电流表构成发电机指示系统, 如果驾驶舱处于正常飞行配置 (所有断路器关闭), 则在以下情况下, 警告灯将亮起: GEN/BAT 开关设置为 ON (接通), 发动机未运转; 主汇流条上的电压超过 16.1 伏; 发电机出现故障, 发动机未运转; 按下 GEN 警告灯上的测试功能。当发电机发生故障时, 发电机上的端子 L (通过警示灯继电器的闭合触点) 为发电机警示灯提供接地。GEN 警告灯亮起。如果过压传感器在其输入 (引脚 2) 处感应到超过 16.1 伏, 则引脚 1 上的输出电压变为零。过压继电器断电。这将使警告灯继电器断开, 警示灯继电器的常闭触点为 GEN 警示灯提供接地。GEN 警告灯亮起。电压表显示主汇流条上的电压。当发电机工作时, 它通常显示 14 伏, 它显示发电机断开时的电瓶电压。在高负载和低发动机转速期间, 电压表可能显示低于 14 伏的电压, 这表明电瓶正在帮助发电机提供电压, 电流表显示电瓶和主汇流条之间的电流。当电流表指针显示 + 时, 表示电瓶正在充电; 当电流表指针显示 - 时, 表示电瓶正在提供电流。

电瓶系统由电瓶和电瓶继电器组成。DA20 飞机的电瓶为一个 12 伏的铅酸电瓶, 是由浸在硫酸水溶液中

的铅板所串联而成的, 单个额定电压为 2.0 伏。电瓶额定电压为 12 伏, 就是说电瓶中串联有 6 个。电瓶位于防火墙左侧, 发电机电压大于电瓶电压时, 发电机为电瓶充电。电瓶通过电瓶继电器向主汇流条提供电流。电瓶继电器位于继电器盒中。一个 50 安培的断路器保护电瓶系统。电瓶需要定期保养, 定期测量电瓶电量、容量和电解液液位, 维护电瓶时要清除电瓶外部的电解液, 不要把电瓶电解液弄到身上。电解液包含硫酸, 可能会导致灼伤。电解液液位不足时, 需将电瓶从飞机上取下, 用蒸馏水补充电解液。清除接线柱区域的污垢, 用合适的防腐剂保护接线柱和电缆接线片。保持通风软管没有扭结, 确保里面是干净的。操作电气系统时, 比如更换发电机更换断路器等, 务必断开电瓶负线。

外部电源装置 (EPU) 系统。外部电源的三个主要部件是 EPU 插座、控制继电器的开关和继电器。EPU 插座和相关电路为各种地面操作提供外部电源连接, 例如维护、电瓶充电、启动发动机等。外部电源系统通过二极管进行反极性保护, 驾驶舱中, 灯开关左侧的开关允许 EPU 继电器在连接外部电源且电源可用后闭合。驾驶舱中的指示灯表示插座上有电源, 或者 EPU 继电器在断开时保持关闭。

直流电负载分配。直流电负载分配系统具有以下部件: 电子设备主电门继电器, 电子设备主电门开关, 电瓶继电器, 断路器, GEN/BAT 开关。主汇流条由 3 根铜排通过硬接线连接。发电机通过发电机断路器向主汇流条供电。电瓶通过电瓶继电器、电流表和电瓶断路器向主汇流条供电, 电瓶向电瓶继电器的线圈提供正极电压, GEN/BAT 开关连接到电瓶继电器的另一侧和接地。电子设备汇流条, 电子设备继电器的常闭触点将主汇流条连接到电子设备汇流条, 一个 20 安培的断路器保护系统。1 安培断路器保护继电器的控制电路, 电子设备继电器的控制电路连接到电子设备开关。断路器保护每个电路中的接线不受过大电流的影响, 可以手动打开和关闭所有断路器。如果电路中流过电流过大, 相关断路器会自动断开。

2 电源系统常见故障和解决措施

电源系统是保障飞机运行的重要组成部分, 飞机电源系统常见故障主要有以下几点: (1) 电瓶电压显示低; (2) 电瓶无法连接到主汇流条; (3) 电流表始终显示为零; (4) 电压表始终显示为零; (5) 系统中没有外部电源。下面将分析这几种故障原因并提出解决措施。

2.1 电瓶显示电压低

在日常维护中可能需要长时间通电而导致电瓶电压不足, 发动机无法启动, 这是最常见的, 在日常维护时, 如需长时间通电应使用外接电源。下列几个原因也会导致电压不足。

1. 电瓶电解液液位低。在日常定检维护时, 一旦发现电解液不足的情况应立即增添电解液。若电解液长期不足, 会大大降低电瓶容量, 极板长期暴露在空气中也会加速硬化, 缩短使用寿命。当出现电解液不足时, 应首选蒸馏水, 切忌使用自来水或矿溶水。日常操作时应注意个人防护, 配备必要的耐酸防护用品, 以免硫酸溅到人的手上和脸上, 造成灼伤。日常加强对蓄电池的维护到位, 对于放电终了的电瓶, 长期处于防空状态会缩减电池寿命, 维修人员须在 24 小时内将电瓶充至饱和状态; 每月对已充满电的电瓶至少复充一次, 以防止极板硬化^[2]。

2. 电瓶容量低。通常是电瓶过放而导致容量变低, 应将电瓶拆下进行容量测试。容量测试放电终了的电瓶必须在 24 小时内充电; 充满电的电瓶每月至少复充一次, 以防止极板硬化。正负极板表现的一般有: 极板硫化、反极、极板的腐蚀、弯曲和断裂、蓄电池内部短路、活性物质脱落等。其中又以极板硫化、活性物质脱落较为普遍。极板的不可逆硫酸盐化: 对硫化程度较轻且为时尚短的情况, 用过充电的办法, 便可以使极板性能恢复正常。硫化程度稍重的要采用小电流长时间过充办法。如果是最严重的, 可用水处理法。活性物质脱落: 充电电流不宜过大, 尤其在充电末期更需减小电流, 使气泡不至于过分剧烈析出, 以减轻对活性物质冲击, 不要经常过充电与过放电。

3. 发电机输出低。通常发电机故障导致电压不足, 一般来说更换发电机即可, 更换发电机后需测试发电机, 将直流电压表连接到主汇流条上测量电压, 将 GEN/BAT 开关设置为 ON (GEN 警告灯必须亮起), 启动发动机, 将发动机转速设置为 1720 转/分, 电流表必须显示正读数。电瓶充电后, 测量发电机电压, 电压必须为 14 伏 $\pm 2\%$ 。将所有电气负载设置为 ON, 然后在整个测试过程中操作间歇性负载, 电压必须保持在空负载时发电机电压的 $\pm 2.5\%$ 以内, 电流表不得显示放电。但是发动机在低转速工作状态下, 如地面小功率长时间滑行, 发电机输出较低, 此时在供电输出端加系统负载可能会导致低电压警告出现, 这是正常的, 这种情况可以在较大转速时恢复。

2.2 电瓶无法连接到主汇流条

(1) 电瓶断路器开路或者故障。通常需要检查断

路器是否跳开,一般情况下断路器故障概率比较小,所以排故前期不建议更换断路器;(2)电瓶继电器故障,GEN/BAT开关故障。通常来说,电瓶继电器故障概率比开关的故障概率大,所以维护时优先考虑更换电瓶继电器,更换电瓶继电器后有功能测试:一是确保GEN/BAT开关设置为OFF(断开),电压表上不得有任何指示;二是将GEN/BAT开关设置为ON(接通),电压表必须指示蓄电池电压;三是操作启动电机,但是不需要启动发动机。故障未消除,再更换开关,更换开关时应注意线路做好标记以及导线之间缠绕不要太紧密;(3)GEN/BAT开关与电瓶继电器之间的线路,或GEN/BAT开关与接地点之间的线路故障。对导线进行导通性测试。修理或更换有缺陷的接线。

2.3 电流表、电压表始终显示为零

电压表显示的是电子汇流条的状态。它的表盘上标有量程数值为8-16伏,以2为单位。标尺分为三个彩色圆弧表明汇流条电压的状况。这些圆弧是:红色段表示8.0-11.0伏,黄色段11.0-12.5伏,绿色段12.5-16.0伏特,电压红线在16.1伏特。电流表指示电瓶的充电(+)和放电(-)。它由一个表盘,数字标记为-60到60安培。一般来说哪个表故障就更换哪个表,拆卸电流表时必须先断开电瓶即断开电瓶负线。安装电流表之后需要做电流表功能测试,做这项测试要在可以运行发动机的区域进行此测试^[3]。测试流程:(1)确保GEN/BAT开关设置为OFF(断开),电压表上不得有任何指示;(2)将GEN/BAT开关设置为ON(接通),电压表必须指示电瓶电;(3)启动发动机。增加发动机转速,使发电机工作,电流表必须显示电流(+);(4)关闭发动机。启动发动机时必须确保螺旋桨的区域无人员设备。电压表的功能测试:(1)确保GEN/BAT开关设置为OFF(断开)。电压表上不得有任何指示;(2)将GEN/BAT开关设置为ON(接通)。电压表必须指示电瓶电压;(3)将万用表连接到电压表的两个接线端,电压表必须与万用表显示相同的电压;(4)将GEN/BAT开关设置为OFF(断开)但是电压表一直显示为零还可能是电流表和电压表之间的接线有问题,或电压表和接地点之间接线有问题,这时应对导线进行导通性测试,修理或更换有缺陷的接线。

2.4 系统中没有外部电源

该飞机具有一个外部电源接口,位于左机翼根部位置前面,须确保外部电源已牢固插入插座,检查外部电源开关EPU是否打开。地面电源电缆插头由于使用的时间较长,日常维护清洁防腐没做到位使电缆插头老化腐蚀,地面电源长期在特别潮湿的环境中暴露

使用、工作环境温度的剧烈变化、地面电源露天的放置以及日常保养不到位等都会造成地面电源的损坏,缩短使用寿命^[4]。使用过程中跳火引起的烧蚀等,以及飞机老龄化,飞机自身的接头处老化、腐蚀、插拔次数过多造成磨损等,造成了电源插头与飞机插头之间接触不良或接触部分电阻值过大,当正极、负极或控制插钉之间接触不良时均不能形成回路而无法向飞机电网供电,或造成接触部分电阻值过大使得飞机电压过低和不稳定,极大地影响电源与插座的可靠连接^[5]。首先应确保插座是否有松弛、损坏的情况,如果依旧没有电源输入,继而测试外部电源继电器,如果存在故障,更换外部电源继电器。

3 总结

当出现故障的时候,排故时应当严格遵守维护手册,遵循由简到难的原则。飞行后,要认真听取飞行人员反映的飞机故障现象,根据实际情况分析故障原因,找到排故方法。在平时定检维护工作中,对电瓶的维护必须检查到位。电源系统作为影响飞行安全的重要系统,维护中还要加强对相关线路的检查,一般检查容易接近的区域内的插头、线路接头、导线外观等,主要检查线路绝缘层损伤、磨损、腐蚀、烧蚀、插头损伤、插钉弯曲烧蚀等。由于绝缘层的破损可能隐藏在线路固定夹下或在其他部件下面,或在线束之中,而每一线束可能有多根导线组成,且许多线束被固定在飞机的壁板中,因此有时检查的难度很大,但是发现有可能有磨损的地方应及时处理,预防由于导线破损导致短路情况发生。希望通过本次对电源系统的介绍以及一些常见故障的分析,能够帮助机务维修人员深入了解DA20-C1飞机的电源系统,希望本文对维护此类飞机机务同行有所帮助。

参考文献:

- [1] 黄明远.某型单发飞机典型电源系统故障分析[J].航空精密制造技术,2022,58(04):60-62.
- [2] 马翼.172飞机电瓶故障诊断与应对策略[J].才智,2010(16):266-267.
- [3] Gunes T,Turhan U,Açikel Y B.Improvement of aircraft maintenance manual (AMM) for Cessna 172[J].Aircraft Engineering and Aerospace Technology,2022,94(07):1078-1086.
- [4] 王首清.CESSNA 172飞机外接电源故障分析[J].科技经济市场,2019(08):15-16.
- [5] 张宇.某型直升机电源系统常见故障及检测排除[J].电气时代,2023(05):125-127.