

波音 737 飞机雷击防护, 检查和修理

陶 军

(山东太古飞机工程有限公司, 济南 250107)

摘 要: 雷击影响飞行安全, 可能导致航班延误甚至航班取消, 严重时造成机毁人亡的惨痛后果。本文介绍了波音 737 飞机有关雷击的一些知识以期帮助航空公司机组和工程技术人员更好的了解该机型的雷击防护, 飞机遭受雷击后的检查和修理措施等。

关键词: 雷击; 防护; 检查; 修理

0 引言

雷击是航空飞行的主要天敌, 轻者会干扰飞机通信导航, 或引起飞机强烈颠簸、结冰, 严重时可改变飞机气动外形, 引起飞机失火导致空难等。目前运营的飞机是基于防雷击理念设计、制造, 这极大减少飞机遭受雷击的可能并且能保证飞机在遭受雷击后有足够的安全裕度继续飞行或有足够的时间选择备降机场。但是限于目前科技水平、环境因素、飞机运营的地理位置、雷电活跃区域起降频率等的影响, 飞机不可避免会遭受雷击的侵害。因此对航空公司机组和维护人员来说掌握雷击产生的原因, 了解飞机雷击防护措施以及飞机遭受雷击后如何建立完善的处理机制对保证飞机的运行安全和航班的正常运营极其重要。

1 雷击简介

雷击是指一部分带正电荷的云层击穿另一部分带负电荷的云层间的电场, 或者是带电的云层对某一物体间迅速而猛烈的放电。因此雷击也常被认为是静电放电, 是不可避免的自然现象。从 NASA (美国国家航空航天局) 绘制的 1995 年 4 月至 2003 年 2 月全球雷电分布图可知海洋上空和南北两极雷电最不活跃, 温暖的内陆是雷电最活跃的区域。同时根据波音商用飞机公司多年统计, 当飞机在雷电活跃区域运行时其遭受雷击的可能性明显增多并且大多数雷击发生在飞机穿越云层的爬升或下降动作阶段, 这是因为雷电主要发生在 5000 到 15000 英尺 (1524 到 4572 米) 的高空。这也就解释了支线客机遭受雷击的概率明显高于干线飞机的原因。

2 雷击防护

飞机的外部金属结构 (主要是铝合金) 是最基本的雷击保护层, 在遭到雷击侵害时金属表面有如屏蔽板一样, 强大的电流平滑的流过机身或机翼蒙皮并最终通过飞机末端的放电刷将电荷放掉。虽然雷击会使机身蒙皮变色或是在蒙皮上留下烧蚀孔或缺口, 但这一屏蔽板可以有效防止雷击伤害飞机所搭载乘客和机组并保护飞机上众多的电子 / 电器部件, 使其免受电磁干扰。

当下航空公司对燃油成本的控制和环境保护的要求越来越高以及新材料的快速发展, 质轻且强度不输于铝合金、钢的复合材料在飞机上的应用越来越广泛。但是复合材料的导电性很差, 雷击发生后积聚在复合材料部件上的电荷不能形成通路通过飞机末端放掉而是冲过与之接触的导体间隙, 冲向导体, 造成部件损伤或产生火花, 如果火花接触到油箱将会引起爆炸, 造成重大的安全事故。因此在飞机制造和修理过程中, 对复合材料部件的雷击防护问题尤为重要。目前飞机上复合材料部件的防雷击措施是在部件制造、修理过程中加入金属网, 并在表层涂导电涂层将雷击电流引走, 或者在复合材料部件上加装导电片以使其形成通路。传统飞机复合材料部件, 采用火焰喷铝等特殊工艺, 使复合材料表面形成一层导电的金属箔, 以使积聚的电荷形成通路并最终通过飞机末端的放电刷放掉。

3 雷击损伤及检查、测试

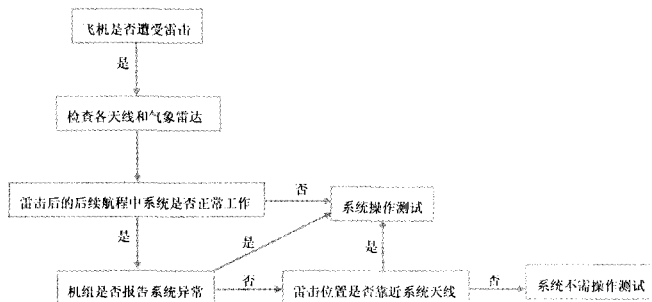
雷击可造成两种类型的损伤: ①直接损伤, 如金属结构材料缺失,

烧蚀, 熔融或变色, 变形等; 非金属结构表面烧蚀, 穿孔, 分层, 脱胶, 材料缺失等。②间接损伤, 损坏电子 / 电器部件、屏蔽导线、屏蔽端头或导致其非正常工作, 如无指示, 指示异常等, 这些损伤主要是导线上通过大电流而导致磁场发生变化, 使电子、电器部件的瞬间电压发生变化, 影响电子控制和使显示系统失灵。

直接雷击造成的损伤可视, 且至少伴随着两个雷击点: 一个是进口, 一个是出口。损伤区域主要分布在雷达罩和机身前段蒙皮、发动机吊舱、机翼前缘和后缘、机翼翼尖、水平安定面翼尖、垂直安定面翼尖、升降舵以及辅助动力装置等。雷击发生时飞机的水平运动使得每次雷击沿着机身或发动机吊舱向后走, 留下多个雷击点, 这种雷击也被称为 swept stroke。因此一旦飞机遭受雷击, 维护人员检查时就不应局限于某一特定位置的损伤, 而应该全面排查雷击进口与出口之间的整个通路, 确定所有雷击全部被检查到, 尤其是需要仔细检查较易遭受雷击损伤的位置。

间接雷击造成的损伤不可视或短时间内无法确定损伤部件、位置, 这是因为雷击主要引起磁场变化从而干扰电子 / 电器部件的正常工作并且电子 / 电器部件多安装在飞机设备舱, 或掩藏在地板或飞机内饰结构下。幸运的是, 现代飞机驾驶舱内都有多块显示面板用于显示飞机在运行中的各种工作参数, 当某一系统出现问题时会有相应的音响和 / 或灯光警示来提醒飞行员采取相应措施。

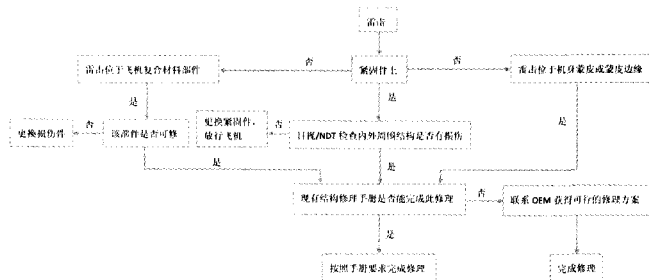
对机组来说雷击发生后机组应根据损伤的严重程度正确判断飞机是继续执行航班还是选择备降机场降落以检查、修理损伤并在飞行记录本上详细记录工作异常系统及其指示参数以备航后维护人员检查、测试。按照波音 737 飞机维护手册 (AMM) 的最新要求, 雷击发生后即便没有明显的雷击迹象, 维护人员也需要对无线电系统和导航系统进行操作检查, 以确定各系统是否完好。为避免遗漏, 建议飞机维护人员参考下述的流程进行检查:



4 雷击结构修理

波音 737 飞机维护手册要求, 飞机遭受雷击后必须经过相应的修理才能保证其持续适航性, 任何的遗漏和疏忽都将导致飞机不适航, 危及飞行安全。但是雷击发生的位置及造成的损伤程度各式各样, 加之, 一次雷击后少则几处多则几十处的损伤, 这样势必会增加维护人员的工作负担, 而且由于航后时间紧迫, 尤其是晚上降落的航班, 不管是环境因素还是维护人员的工作状态都会大大影响雷击的检查和处理的正确性, 所以建立、健全完善的雷击修理评估流程及机制能帮忙

维护人员快速判断雷击位置、类型并熟练掌握各雷击损伤的处理要求和方法，以便保证航班的正常运行。如果雷击损伤超出飞机维护手册 SRM、AMM 的要求且短时间内无法完成修理且需要停场大修时，应尽快通知航空公司签派以备其调整后续航班计划，保证公司航班的正常运营。为了能尽快的处理发现的雷击损伤，飞机维护人员可通过下面的流程处理：



需要说明的是，修理开始前所有的雷击位置及相邻结构均需要无损探伤（NDT）和 / 或目视检查以确定除雷击外无其他损伤。超出现有结构修理手册（SRM）修理范围的损伤，按照雷击尺寸的大小 OEM 一般提供两种解决方案：① 雷击去除后的直径大于 0.375 英寸而小于 0.5 英寸时，按照波音飞机结构修理手册（SRM）安装冷冻塞并钻孔装新紧固件即可；② 雷击去除后的直径大于 0.5 英寸时，需要

根据雷击所处的位置是在飞机的选择一层加强片修理还是两层加强片修理。

5 结语

由于自然环境的原因，雷电不可避免，而且现有技术无法做到百分之百防雷，所以这就要求航路设计时应避开雷电活跃区域；航空公司情报部门应提供准确的气象信息，以使飞机避开雷雨天气；机组在整个航程应有敏锐的判断，对可能出现雷击的区域选择绕飞，飞行中一旦遭受雷击，机组应在飞行记录本上详细记录雷击情况，以便维护人员在航后或过站时检查、处置；维护人员应详细检查机组记录的雷击情况，由于一次雷击可导致多个雷击点（swept stroke）或是飞行过程中未记录的情况，为保证飞行安全，要求维护人员详细检查飞机各部位尤其是容易遭受雷击侵害的位置和雷击后的整个通路并采取适当措施，只有在确保满足适航条件下才可放行飞机。飞行安全事关重大，需要每个参与者都严格按照各工作程序执行工作，时刻保证飞机的持续适航性。

参考文献:

- [1] 波音公司. 波音飞机维护手册 AMM 05-51-27 [K].
- [2] 波音公司. 波音飞机结构修理手册 SRM 53-00-01 [K].

(上接第 110 页)

人员通过主机对控制器进行读取信息等操作。具体电路由通用串行接口 UART 的数据接收线和数据发送线 (RXD、TXD) 及选定的发送允许控制线 SD0 经 RS485 驱动器 MAX485 完成。通信硬件电路如图 4:

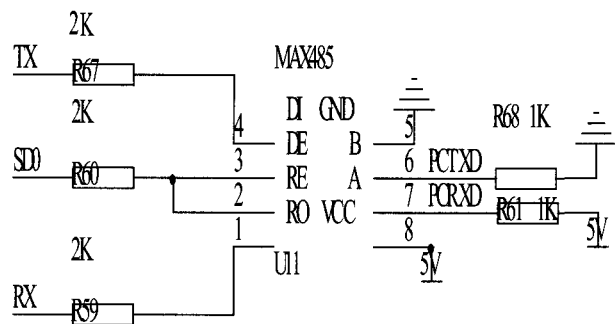


图4 串行通讯硬件电路

通过 RS485 总线通信可以向上位机提供变压器温度的数据,从而为工作人员的检测提供方便。

3 软件设计

软件采用模块化结构化的 C 语言程序设计方案, C 语言具有生成代码质量高, 程序执行效率高, 适用范围大, 可移植性好等优点。软件部分包括温度采样、继电器控制、数据处理、报警输出、及通信等功能。软件的系统框图如图 5。

功能子程序有 A/D 转换、D/A 转换、风机驱动子程序、按键功能子程序、数码管显示等。控制器通过 Pt100 热敏电阻实时检测变压器温度，并通过 LM324 运放将测得电压信号送到主控芯片，主控芯片通过 A/D 转换对电压信号进行判断，若检测到的温度值比设定标准值高，则启动风机，从而给变压器散热；如果检测到的温度值超出设定温度最大允许值，则立刻发出警报并提供一个开关信号给远方的控制柜，关闭变压器电源。启动风机后，对风机电流进行实时监控，若风机串流发生异常，则立刻关闭风机并发出警报。

4 结语

用单片机实现的变压器智能温度检测,具有控制灵活、智能化程度高、使用方便等优点。同时,控制器采取了屏蔽、看门狗及单片机二级稳压等一系列软硬件抗干扰措施,使得控制器具有很好的抗干扰能力,并且能通过 RS485 总线通信实时监控三相变压器的温度值,使用更方便。经试验,本方案设计的变压器智能温度控制器性能稳定,工作可靠。

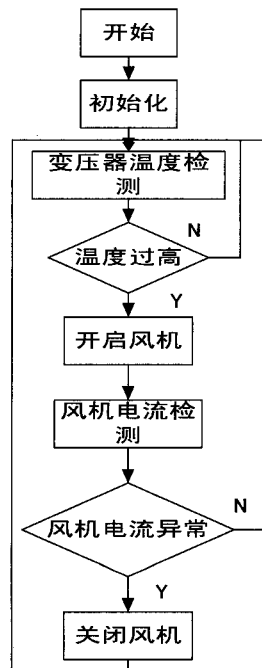


图 5 软件系统框图

参考文献:

- [1] 王有绪. PIC 系列单片机接口技术及应用系统设计 [M]. 北京航空航天大学出版社.
- [2] 赛振中, 汪立森. PIC 系列单片机应用设计与实例 [M]. 北京航空航天大学出版社.