

民航飞机线路检测进口工装国产化替代研究——EWIS-30量线套装设计与性能对比

朱志海

中国邮政航空有限公司, 中国·北京 100300

摘要: 针对民航飞机服役年限增长后飞机电气线路老化、接触不良等间歇性故障不断增多, 进口专用量线工装配备不足、成本较高且现场使用受限等问题, 本文设计一种 EWIS-30 量线套装, 主要从整体结构、线缆组成和颜色区分、功能实现等方面介绍该套装设计特点, 并与进口工装在功能适配性、接口连接方式、携带便捷性、现场使用便利性等方面进行对比分析。结果表明, EWIS-30 能够较好地满足飞机线路断路、虚接、短路等间歇性故障检测需求, 具有连接稳定、操作安全、携带方便、取用便捷、易于清点等优点, 为民航飞机线路检测工装国产化替代提供参考。

关键词: 线路检测; 国产化替代; EWIS-30 量线套装; 性能对比

Research on the Domestic Substitution of Imported Tooling for Civil Aviation Aircraft Wiring Inspection — Design and Performance Comparison of the EWIS-30 Measuring Set

Zhu Zhihai

China Post Airlines Co., Ltd., China Beijing 100300

Abstract: In response to issues such as aging electrical wiring, poor contact, and increasing intermittent faults in civil aviation aircraft due to extended service life, as well as insufficient domestic production of imported specialized wiring tools, high costs, and limited on-site usability, this paper designs an EWIS-30 wiring measurement kit. The design features of this kit are introduced from aspects including overall structure, cable composition, color differentiation, and function realization, with a comparative analysis conducted against imported tools in terms of functional adaptability, interface connection methods, portability, and on-site usage convenience. The results indicate that the EWIS-30 effectively meets the detection requirements of intermittent faults such as open circuits, poor connections, and short circuits in aircraft wiring, offering advantages such as stable connections, safe operation, and portability, providing a reference for the domestic substitution of aviation wiring inspection tools.

Keywords: Line inspection; Domestic substitution; EWIS-30 wire measurement kit; Performance comparison

0 引言

飞机随着年限增长, 出现电气线路的老化、接触不良和间歇性故障情况越来越多, 电气线路检测就成为飞机排故中必不可少的一部分。在线路通断检查、绝缘检查、屏蔽线检查、抖动检查时专用的量线工装对于测量的稳定性、准确性和安全性至关重要。例如, 在波音维修手册上推荐使用的进口专用量线套装, 存在采购周期长, 采购成本高, 配备率低等缺点, 不能满足维修一线使用需求。为提高对线路检测工装的保障率, 基于实际飞机维修情况, 设计一款 EWIS-30 量线套装, 并将所设计的 EWIS-30 线路检测工装从结构、功能、使用便捷性等方面与进口量线工装进行对比分析, 从而验证 EWIS-30 线路检测工具国产化的可行性以及应用价值。

1 民航飞机线路检测工装现状及存在问题分析

目前民航飞机线路检测工作都需要使用专用的线路检测工装设备, 工装的适用性和稳定性决定测量结果的准确性。例如波音公司在其维修手册推荐使用专用的量线工装 K28006-1 (SPL-15027/KIT-Meter Lead), 并在手册中以图解演示的方式介绍工装的使用方法。

但就行业应用情况而言, 此类进口工具国内航司配置和使用率普遍较低, 大多数航司均不配备此工具, 有些航司即使配备了该种工具, 使用率也不高。由此可见, 进口专用工装并没有被维修单位广泛地应用。与此同时, 各单位在实际维修工作中多选择采用自制的跳线工装替代使用。现有跳线工装存在接口方式标准不一、连接可靠性不足、电气绝缘性能不足等问题。跳线工装的接口方式直接影响

维修工作的规范性, 维修人员使用不同接口的工具, 使用规范不统一, 航司很难做到统一规范的管理。线路连接不可靠造成电气接触不良、接触电阻过大从而影响测量准确性。电气连接绝缘性能不足存在飞机线路短路的潜在风险, 在进行带电测量时还存在人员被电击及飞机线路短路烧蚀的可能性。另外从工具管理和使用的角度看, 进口工装各线束无统一放置规范, 线束的取放和清点都比较费时费力, 不利于现场使用以及规范化管理。综上所述, 现有进口量线工装在民用航空维修工作中的状况是, 手册上有明文要求, 但行业内配备和使用率低, 原厂的进口工具存在维修现场不方便使用的问题, 自制工具又往往难以达到稳定性、安全性、标准化要求^[1]。

2 EWIS-30 量线套装具体设计

2.1 整体结构设计

EWIS-30 量线套装由铝合金箱体、内置泡棉、30 根线缆组成。30 根线缆包含飞机常用的四种销钉规格, 即 22 号销钉、20 号销钉、16 号销钉、12 号销钉。四种销钉又各分公母销钉, 共 8 种销钉规格, 基本上覆盖飞机上大部分插头销钉。整体设计采用可视化布局, 箱体内泡棉按导线外形铣出相应的凹槽, 为防止线缆掉落, 凹槽呈波浪形, 增加线缆与泡棉装配的紧密度。全部 30 根线缆分五种颜色, 放置于相应的凹槽内, 每种颜色线缆有相应的标牌提示。

2.2 线缆组成与颜色区分设计

EWIS-30 量线套装在线缆组成上采用定数量设置, 全套量线为 30 根线缆, 装于铝合金箱子中, 采用固定凹槽定置放置。在线缆颜色与插钉规格设定上也做具体设置: 黑色端为万用表测试笔连接端, 插钉端分为四种颜色, 分别为白 22#、红 20#、蓝 16#、黄 12#, 共四种规格颜色, 用于与飞机插头销钉的连接, 每一种颜色为六根, 其中 3 根为 SOC, 3 根为 PIN, 共 24 根, 其余 6 根为绿色(多功能线), 其用途为配合前面的 24 根跳线和万用表测试表笔, 实现接地、短接、延长、转接等功能。

该配置具体是四种颜色线缆为维修一线常用的跳线规格, 其中红蓝黄三种颜色跳线使用的销钉与实际飞机维修中常用的“红销钉、蓝销钉、黄销钉”一一对应, 22 号销钉使用白色区分。采用固定颜色即可确定导线规格, 并按照颜色从线束固定槽位直接提取, 避免维修人员在现场使用中需要将许多根外貌极其相似的导线一根一根地分辨、挑拣。线缆黑色一端为内孔 2.0 mm 的母插钉, 用于万用表表笔连接, 内部结构采用冠簧插接方式, 其插拔过程中弹性接触, 紧密配合。绿色多功能线两端有三种规格, 第一种为一个长度为 35 mm, 外套绝缘套的中号鳄鱼夹, 用于与飞

机接地桩连接; 第二种为内孔 2.0 mm 的母插钉, 用于与万用表表笔连接; 第三种为 2.0 mm 直径的公插钉, 用于与前面 24 根线缆的黑色端连接。线缆的整理和复位按线型、规格和端子的不同放置相应位置, 而不是简单地混放, 其中白、红、蓝、黄四色插钉线按 6 根一组清点, 绿线按 6 根一组清点, 黑线连接端统一方向放于相应形状的凹槽内, 插钉端放于波纹形凹槽位尾端, 上述摆放与线缆组成一致^[2]。

2.3 功能实现

波音公司推荐的量线工装主要功能在于完成万用表、飞机连接器插头销钉和飞机地线之间的连接。EWIS-30 量线套装基于波音手册推荐专用量线工装图纸, 结合飞机维修实际量线工作中遇到的各种问题, 在功能实现上满足其性能需求, 并在其基础上进行优化改良, 提高飞机线路测量工作的便利性、测量结果的准确性、维修工作的高效性。

3 EWIS-30 与进口工装的性能对比分析

3.1 功能适配性对比

在功能上, EWIS-30 量线套装基本上涵盖了进口工装 K28006-1 用于线路检测工作的主要功能。如波音手册推荐的专用量线工装的主要功能在于完成万用表、飞机连接器插头销钉和飞机地线之间的连接, 以便进行线路通 / 断检查、绝缘检查、屏蔽性检查以及间歇性故障的检查等^[3]。

EWIS-30 在功能配置上与此对应: 套装共提供 30 根测试线。24 根分别为常用的 4 种销钉线: 22、20、16 和 12 号, 每种各 6 根, 包括 PIN 型及 SOC 类型; 余下 6 根是绿色多用途线, 可以完成接地、短接以及延长等功能, 可满足线路测量、插钉接地、跳线短接、线路延展以及狭小空间的测量等要求。进口工装 K28006-1 适配线缆也是这四种销钉接头的导线, 在功能适配性上二者相当。

3.2 接口与连接方式对比

在接口连接方式上, 进口工装 K28006-1 以 4.0 mm 香蕉头接口作为主要接口, 用于与万用表及各种跳线的转接, 外形上比较笨重。万用表表笔一端是 4.0mm 香蕉头, 另一端为 2.0mm 国际通用表笔接头。在使用进口工装 K28006-1 时, 万用表无法使用自带的表笔, 导致整个连接链多出两根线缆, 在飞机维修使用中带来不必要的组装环节。EWIS-30 线缆则采用较为紧凑的 2.0 mm 接口, 线缆体积更小, 工具线缆直接与维修用的万用表表笔连接, 减少额外转接部件。在接口方面 EWIS-30 量线套装优于进口工装 K28006-1。

3.3 安全性对比

在安全性方面, 进口工装与国产替代工具主要从绝缘措施、连接牢固性两方面做比较。

在与飞机接地桩、插头销钉连接方面，EWIS-30 量线套装和进口工装采用大致一样的连接方式。飞机接地桩连接使用鳄鱼夹连接方式，此种连接方式用于飞机插头销钉接地的连接或者万用表表的接地连接，通常用于线路的通断、电压测量等工作，鳄鱼夹处为等电位接地点。鳄鱼夹外部有绝缘保护套，防止与飞机其他部件意外接触。其余连接方式均为插拔式连接方式，无金属部件裸露在外，绝缘性良好。绝缘性和连接可靠性这两点 EWIS-30 量线套装与进口工装 K28006-1 比较，性能相当。

3.4 工具携带便捷性与现场使用便利性对比

在工具携带便捷性方面，由于进口工装 K28006-1 转接线缆较多，且使用笨重的 4.0mm 香蕉接口，线束的体积较大，重量较重。工具整体的外包装体积较大，重量较重，不利于工具的携带。EWIS-30 整体线缆数量少，接口使用 2.0mm 接口，整体体积较小，重量较轻，便于工具的携带及运输。对于实现相同功能的线缆对比，图 1 为 K28006-1，图 2 为 EWIS-30，二者相比，明显 EWIS-30 体积更小。

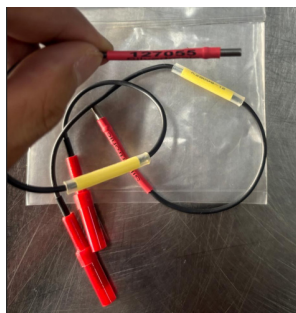


图1 K28006-1



图2 EWIS-30

在现场使用便利性方面，进口工装 K28006-1 各线束无统一放置规范，线束的取放和清点都比较费时费力。EWIS-30 量线套装各线缆有固定的凹槽存放，凹槽旁有标识牌提示，且线缆按颜色区分，取用及清点都可短时间完成。

从工具携带便捷性和现场使用便利性两方面，EWIS-30 量线套装都优于进口工装 K28006-1。

图 3 为 K28006-1 的整体和展开图，图 4 为 EWIS-30 整体和展开图，二者相比，EWIS-30 更为简洁，携带方便，取用便捷，工具实现可视化清点。



图3 K28006-1



图4 EWIS-30

4 存在不足与改进建议

EWIS-30 量线套装国产化替代研究虽然很好地实现了飞机线路通断、短接、间歇性故障检测等功能，但目前存在的不足是：第一，主要适合 22、20、16、12 号常用钉，某些特殊连接器、专用端子及其他飞机型号插头插座的接口不够全面，需要进一步拓宽适用范围；第二，绿色多功能线在组合方式和接地连接的方式上还有一定提升空间。对其性能评价还基于现场使用经验和直观比较，尚无耐久性和寿命试验等长期可靠性数据支持，如插拔次数和使用寿命、绝缘稳定性以及在不同的环境条件下保持一致性等。

因此，今后应从改进接口规格及配套附件，增强多机型、多功能适用性；完善试验验证制度，补充完善电阻稳定性、绝缘性能和耐用性等定性试验；结合实际使用中维修人员的反馈意见，不断完善包装和标志、操作步骤等内容入手，逐步形成使用国产工具的一整套标准和规范。

5 结语

综上所述，EWIS-30 量线套装从飞机线路导通、短路、间歇性故障等线路检测的实际情况综合考虑，针对性设计制造专用跳线。EWIS-30 相比进口工装及传统手工跳线在连接稳定性、使用的安全性、方便性以及适应现场环境方面有良好的综合表现，能够基本满足维修使用的需求。通过研究认为，EWIS-30 实现对进口产品的替代具备可行性。EWIS-30 有助于提升线路检测效率和测量数据准确性，对于推动民航维修专用工具自主保障、标准化配备及工程化应用具有重要意义。

参考文献：

- [1] 申天海. 民航飞机 EWIS 线路安全性检查与维护分析[J]. 科技资讯, 2024, 22(7): 81-84+88.
- [2] 韩磊. 民航飞机电子系统线路的故障维修论述[J]. 军民两用技术与产品, 2016(24): 7.
- [3] 刘冉. 飞机工装模块化设计过程和关键技术研究[J]. 科学技术创新, 2026(2): 57-60.

作者简介：朱志海（1984.03-），男，汉族，辽宁大石桥人，本科，助理工程师，研究方向：从事民航飞机维修研究。