

DOI: 10.19416/j.cnki.1674-9804.2017.04.014

民用飞机通信系统射频同轴电缆选型探讨

Discussion of Coaxial Cable Type Selection for Civil Aircraft Communication System

涂喜梅¹ 段欣好² / TU Ximei¹ DUAN Xinyu²

(1. 上海飞机设计研究院, 上海 201210; 2. 南昌大学共青学院, 江西南昌 332020)

(1. Shanghai Aircraft Design and Research Institute, Shanghai 201210, China;

2. Gongqing College of Nanchang University, Nanchang 332020, China)

摘要:

射频同轴电缆是民用飞机通信系统重要组成部分之一, 射频同轴电缆的型号影响到通信系统中甚高频(VHF)系统、高频(HF)系统、卫星通信(SATCOM)系统、自动固定式应急定位发射系统的作用距离。从射频同轴电缆的主要技术指标入手, 对民用飞机通信系统射频同轴电缆选型进行探讨。

关键词: 射频同轴电缆; 通信系统; 选型

中图分类号: V243.1

文献标识码: A

[Abstract] RF coaxial cable is an important part of civil aircraft communication system, the type of coaxial cable affects the communication distance of very high frequency (VHF), high frequency (HF), satellite communication (SATCOM) and automatic fixed emergency locator Transmitter in communication system. Begin with the main technical specifications of coaxial cable, this paper discusses the coaxial cable type selection for civil aircraft communication system.

[Keywords] RF coaxial cable; communication system; type selection

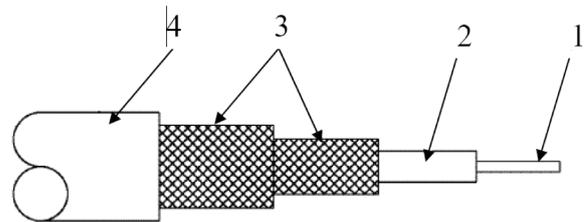
0 引言

民用飞机通信系统中的甚高频(VHF)系统、高频(HF)系统、卫星通信(SATCOM)系统、自动固定式应急定位发射系统均需要传输射频信号。由于射频同轴电缆具有在机上易安装、抗干扰能力强、性价比高等特点, 所以当前民用飞机一般采用射频同轴电缆用于传输射频信号。而射频同轴电缆的型号多种多样, 如果选择不当, 可能会造成通信系统通信距离缩短、通信质量降低, 甚至可能会对飞机其它系统产生电磁干扰、增加飞机重量等。本文分析了射频同轴电缆的主要技术指标, 提出了民用飞机通信系统中射频同轴电缆选型的方法, 希望能够建立一套射频同轴电缆选型的程序。

1 射频同轴电缆的结构及主要技术指标

1.1 同轴电缆的结构

射频同轴电缆是指有两个或三个同心导体, 而导体和屏蔽层又共用同一轴心的电缆。一般情况下其结构分为四层, 如图1所示。



注: 1. 中心导体; 2. 绝缘介质; 3. 屏蔽层; 4. 护套。

图1 同轴电缆结构

1.2 同轴电缆的主要技术指标

1) 特性阻抗

同轴电缆的特性阻抗是指交流阻抗,它表示导体之间的电势差与流过该导体的电流比值,用 Z_0 表示。

2) 衰减

电缆两点处能量的减少就是衰减,常用分贝/单位长度 (dB/m) 表示。

3) 截止频率

同轴电缆的电磁场模型是建立在 TEM (横向电磁波) 模式的基础上的,在一定的频率下,横向电磁波模式是同轴电缆的唯一的传输方式,高于某频率还会激发其它的传播模式,这一频率称之为截止频率。

4) 最大工作电压

射频同轴电缆在连续工作时能传输的最大安全电压。

5) 传播速率

在自由空间和空气中,电磁波以光速传播。在同轴电缆中,信号传输速率小于光速,两者的比值称为传输速度。这与介质的材料有关。

6) 屏蔽效率

以电缆输入端信号的功率与导体外泄露信号功率值的对数比,通常用分贝 (dB) 表示。

2 通信系统射频同轴电缆选型方法

通信系统射频同轴电缆的选型不仅要从电缆的主要技术指标进行考虑,而且还要考虑电缆在机上的安装环境、安装空间。对于与货架成熟设备连接的射频同轴电缆,还需要考虑同轴电缆与设备端连接器的匹配关系。在选用甚高频系统、高频系统、卫星通信系统及自动固定式应急定位发射系统射频同轴电缆前,应先向各设备供应商收集系统对电缆的技术要求。

2.1 特性阻抗

特性阻抗是选择射频同轴电缆首先要考虑的重要参数,特性阻抗是由自身的材料和结构决定,目前最普遍的同轴电缆的特性阻抗有 75Ω 、 50Ω 及 95Ω 。当同轴电缆终端所接负载阻抗 Z_L 等于同轴电缆特性阻抗 Z_0 时,阻抗匹配,此时电缆传输信号时的驻波比小。无线通信系统对同轴电缆的特性阻抗可根据供应商提供的技术指标要求,目前通常

为 50Ω 。按照 MIL-DTL-17 要求,允许同轴电缆阻抗在 $50 \pm 2\Omega$ 范围内。

2.2 衰减

射频同轴电缆的衰减也是选择电缆需要考虑的重要参数,选择同轴电缆时,被选择电缆在整个工作频率范围内的最大衰减应小于系统对电缆的衰减要求。由于射频电缆的衰减随频率增加而增大,计算电缆的衰减时一般按最大工作频率进行计算。

选择电缆前,需要搜集以下数据:

1) 各系统供应商提供对射频同轴电缆的衰减要求;

2) 确定射频同轴电缆的长度、穿墙转接连接器的型号及数量。

电缆的最大总衰减应包含电缆本身的衰减、所有连接器(包含与设备匹配的 EWIS 端连接器及穿墙连接器)与电缆端接后引起的电压驻波所产生的附加衰减。必须保证电缆的总衰减小于供应商对射频同轴电缆的要求。

2.3 截止频率

选择射频同轴电缆时,射频同轴电缆的工作频率范围应不能超出电缆的截止频率。

2.4 最大工作电压

选择通信系统射频同轴电缆时,传输信号的最大工作电压必须小于电缆的最大工作电压。

2.5 传播速率

射频同轴电缆的结构通常为介质,这就决定了电缆的传输速度低于光速。因此,信号在电缆中传输有一定的时延。

选择射频同轴电缆时,首先电缆应满足 MIL-DTL-17 中对传输速率的相关规定。另外,还需考虑系统对时延的指标的要求,选择合适传播速率的射频同轴电缆,能使信号的时延控制在要求的指标范围内,以满足系统的指标要求。

2.6 屏蔽效应

信号在射频同轴电缆中传输时,外导体不可能对信号有 100% 的屏蔽,总是有一部分信号从外导体中泄漏出去,这种泄漏对传输的能量是一种损失,并且泄漏出去的信号可能会对飞机上的其它系统产生电磁干扰;同时飞机上的其它系统的信号也会泄漏到电缆中,对电缆的传输信号产生干扰。电缆屏蔽衰减越大,表示电缆的屏蔽性能越好。选择

射频同轴电缆时,应使电缆的屏蔽衰减满足民用飞机的顶层文件要求。

2.7 其它方面的考虑

选择射频同轴电缆除了从以上电气性能五个方面考虑外,还应该考虑以下因素。

1) 重量

对于民用飞机,重量也是选择射频同轴电缆时需考虑的重要因素,通常重量越轻越好。由于对同一结构类型的电缆,射频同轴电缆的衰减随着中心导体直径的增加而减小;另外,为了提高电缆的屏蔽衰减,电缆的外导体可能采用两层。这些因素都会导致同轴电缆的重量增加。在选择通信系统射频同轴电缆时,应综合权衡电缆的衰减、屏蔽衰减及重量,选择出合适的电缆型号。

2) 工作温度

选择通信系统射频同轴电缆时,还应考虑电缆在机上安装的环境温度。电缆的工作温度范围须满足机上安装的环境温度要求。

3) 柔韧性

柔韧性好的射频同轴电缆安装的转弯半径小,在飞机上安装时要求的空间小、容易安装。另外电缆的重复转弯半径小,便于运输、储存。

4) 同轴电缆与连接器匹配

同轴电缆在加工成组件过程中,如果电缆与连接器结构不匹配会增大电缆组件的电压驻波比,影

响射频信号的传输。

对于与货架成熟设备连接的射频同轴电缆,为了减小电缆组件的电压驻波比及对机上设备的更改,在选择电缆时还应考虑电缆的中心导体、屏蔽层及绝缘层的直径能与连接器在结构上的匹配。

3 结论

射频同轴电缆是通信系统的重要组成部分,采用什么样的电缆需要考虑的因素繁多,不仅要保证电缆的性能指标必须符合通信系统的要求,还要考虑电缆的安装空间、敷设环境及对飞机重量、电磁兼容等方面的影响,所以选型过程中往往顾此失彼,只有通过建立一套科学的选择程序,才能实现事半功倍的效果。

参考文献:

[1] IHS. Detail Specification Sheet // Cable, Radio Frequency, Flexible, Coaxial, 50 ohms, M17/128-RG400[S]. MIL-DTL-17/128BW/Amendment 2, 2005.

作者简介

涂喜梅 女,本科,高级工程师。主要研究方向:航空通信系统;E-mail:tuximei@comac.cc

段欣妍 女,硕士,讲师。主要研究方向:计算机技术;E-mail:51877624@qq.com