

基于 CAN 总线的航空电缆测试系统分布机研究分析

安彤

中航西安飞机工业集团股份有限公司 陕西西安

【摘要】基于 CAN 总线的航空电缆测试系统分布机是一种新兴的技术，在航空电缆测试等领域应用广泛。通过 CAN 总线实现多个测试节点之间高效通信，能够实现对电缆的全程测试，进而提高电缆的质量。这种技术具有可靠性强、可扩展性强、高效性等优势。因此，研究分析基于 CAN 总线的航空电缆测试系统分布机的需求非常迫切。在这个不断发展和进步的技术时代，基于 CAN 总线的航空电缆测试系统分布机作为一个实用性强烈、需求不断增加的技术发展领域，需要加强研究和分析，推动其快速发展和应用。

【关键词】CAN 总线；航空电缆；系统分布机

【收稿日期】2023 年 2 月 25 日 **【出刊日期】**2023 年 4 月 20 日 **【DOI】**10.12208/j.ijme.20230017

Research and analysis of distributed machine for aviation cable testing system based on can bus

Tong An

AVIC Xi'an Aircraft Industrial Corporation Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi

【Abstract】The distributed machine based on CAN bus for aviation cable testing system is an emerging technology widely used in fields such as aviation cable testing. Efficient communication between multiple test nodes can be achieved through CAN bus, which can achieve full testing of cables and improve the quality of cables. This technology has advantages such as strong reliability, scalability, and efficiency. Therefore, there is an urgent need to study and analyze the distributed machine of aviation cable testing system based on CAN bus. In this constantly developing and advancing technological era, the distributed machine of aviation cable testing system based on CAN bus, as a highly practical technology development field with increasing demand, needs to strengthen research and analysis to promote its rapid development and application.

【Keywords】CAN bus; Aviation cables; System distribution machine

在实际应用中，需要对 CAN 总线通信协议、测试节点之间的协作、数据传输和异常检测等内容进行深入研究。例如，需要探究 CAN 总线协议的特点和优势，以及如何针对性地建立适合高性能电缆测试的通信协议。此外，需要了解测试节点和测试平台之间的数据交互和通信协议的设计，以及测试节点的添加和删除等功能的设计和实现。同时，在实际应用中还需要关注节点故障的检测和修复技术，在测试过程中如何简化操作、提高测试效率和减少测试成本。随着技术的不断发展，这种技术将会成为航空电缆测试领域不可或缺的技术手段。

1 基于 CAN 总线的航空电缆测试系统分布机的概述

1.1 航空电缆测试系统的概述

航空电缆测试系统是一种用于测试航空电缆的自动化系统。航空电缆所涉及的测试范畴较广，包括开路测试、短路测试、电阻测试、电容测试、电感测试、绝缘测试等多个方面。这些测试需要通过仪器设备来对电缆进行分析和评估。传统的电缆测试手段主要依赖于人工测试和单独测试仪器进行测试，效率低下且无法满足现代飞机高效率 and 自动化测试的需求。为此，研究设计一套可以实现自动化和数字化测试的航空电缆测试系统变得愈发迫切。航空电缆测试系统需要在保证测试准确性的前提下，提高测试效率，尽可能地消除人员的干预。可靠性和精度也是该系统的突出问题。基于此，航天电缆测试系统通常是由多个硬件和软件模块组成的系统，其主要任务是测量和分析航空电缆。

在硬件方面,该系统通常使用高性能的数据采集设备和以 CAN 总线为基础的数据传输设备。数据采集设备通过电测技术实现对航空电缆信号的采集和处理,并利用 CAN 总线接口进行数据传输,以减少测试误差。在软件方面,航空电缆测试系统的软件需要实现基本测试功能,如信号处理、测试结果确定、保持、显示等功能,以及批处理、控制 32 开关、分析统计等高级功能。因此,测试系统的软件系统一般考虑了应用方便性、数据处理和测试分析的高效性、测试异常处理的实时性等方面的因素。

1.2 CAN 总线的原理及应用

CAN 总线是控制器局域网的英文缩写,是一种被广泛应用于机器人、汽车、工业自动化等领域的现场总线。它在数据传输可靠、传输速率高、传输距离远、抗干扰能力强和数据可靠性高等方面具有许多优点,因此被广泛应用于复杂系统的控制和传输领域。CAN 总线采用多主从架构,通过物理层和协议层的组合,实现多个节点之间的数据传输。在 CAN 总线上,每个节点之间都是对等的,没有主从之分。节点之间的通信是通过数据帧进行的。

CAN 总线的数据帧是由起始位、控制位、数据位和校验位等多个部分组成的。起始位表示数据帧的开始,控制位包含了一些控制信息,数据位用于传输数据,校验位用于检验数据的正确性。CAN 总线的通讯速率可以达到几百 Kbps 到几 Mbps,根据节点数量和总线长度的不同,CAN 总线的通信距离可达到数千米。

CAN 总线应用广泛,包括机器人、汽车、船舶、航空等领域。在机器人领域中,CAN 总线通常用于机器人的控制和传输,包括各种机器人的运动控制、传感器信号采集、速度控制等^[1]。在汽车领域中,CAN 总线主要用于汽车电控系统或汽车网络的控制与传输,包括车内声音、灯光、空调等控制,也包括发动机、变速器、刹车等的控制。在航空领域中,CAN 总线通常用于飞机的控制和传输,功能包括飞行控制、数据采集、航向控制等。

2 分布机的硬件结构

2.1 检测模块

检测模块是航空电缆测试分布机中的关键组成部分之一,主要使用数字信号处理器(DSP)、高精度模数转换器(ADC)、多路开关等组件进行信

号检测和分析,以确定电缆的性能和问题,并实现高精度、高速率的信号处理和采集。具体来说,检测模块主要包含以下几个模块:

(1) 模数转换器 ADC 是检测模块中的核心部分,用于将模拟信号转换为数字信号,进行数字信号处理。在电缆测试中,ADC 主要负责对模拟信号进行采样、量化、编码等处理,以便进一步进行数字信号处理和分析。

(2) 数字信号处理器 DSP 是检测模块中的另一个关键部分,主要用于数字信号的滤波、增益、FFT 分析、自适应数字滤波等方面的处理。通过对数字信号的处理,DSP 可以对信号进行降噪、分析、预处理等操作,使得后续的数据处理更加准确和精细。

(3) 多路开关,它可以控制信号通路的开关状态,从而控制电缆信号的采样和传输。多路开关通常由数字输入输出(I/O)口控制,可以根据不同测试任务的要求来控制不同的信号通路,以实现不同的电缆测试需求。

2.2 CAN 总线接口电路

CAN 总线接口电路是航空电缆测试分布机中实现数据传输的主要通道。它采用 CAN 总线协议,负责实现航空电缆测试分布机各个节点之间的数据交换和共享^[2]。CAN 总线接口电路的设计需要考虑到通信速率、稳定性、可靠性、抗干扰性等多方面的要求。在各所有节点间建立 CAN 总线连接,从而将所有设备链接在一起,实现设备之间的数据传输与交换。总线接口电路要求具备高速率、高稳定性、低延迟和强的抗干扰性能,其设计一般包括以下几个组成部分:

(1) CAN 控制器:用于控制所有数据的传输和接收,对总线的传输速率进行控制,根据软件或硬件的命令完成 CAN 消息的传输和接收。ASIC 芯片可满足高速或低速 CAN 总线等不同要求。

(2) CAN 收发器:CAN 收发器起着信号转换和隔离的作用,将若干节点上的数据通信部件与总线互联,保证 CAN 网络中每个部件之间的数据传输正确与高效。可以支持多种 CAN 协议的收发器也从而可以适配多种 CAN 总线实现。

(3) CAN 接口电路:CAN 接口电路也是 CAN 总线接口电路中的重要组成部分,其主要功用是接

收和发送 CAN 信息。CAN 总线接口电路设计还应考虑到上层协议的实现，如 CANopen 等。

2.3 数据采集电路

数据采集电路是航空电缆测试分布机中实现数据采集的关键部分。它主要负责采集被测试电缆的数据、信号和能量等信息，并将这些信息转换为数字信号供计算机或其他设备处理和分析。数据采集电路的设计需要考虑多方面的要求，如稳定性、准确性、动态范围、信号锁定能力和抗干扰性等。数据采集电路应能够采集和数字化多种不同的电缆信号，包括电压、电流、功率、频率以及其他涉及测试工作的信号。

其中的输入模块主要包括传感器或测量仪器，这些仪器可以对电缆产生的信号进行采集，如电压、电流等参数。根据测试任务的需要，输入模块可以包括多个传感器。其次是信号放大与滤波模块，信号放大与滤波模块可以放大和过滤输入信号，以使其易于处理和提高数据的准确性。而模数转换器模块则主要负责将输入的模拟信号转换成数字信号，并调整采样频率和量化精度等参数。其次，数字信号处理器模块可以对采集到的数字信号进行滤波、噪声削弱、波形分析等操作，以进一步提高数据的准确性和可靠性。

3 基于 CAN 总线的航空电缆测试系统分布机应用的优势

3.1 高效性

高效性是基于 CAN 总线的航空电缆测试分布机应用的重要优势之一。通过 CAN 总线，各个测试节点之间可以快速稳定地进行数据传输和共享，以这种方式，可以在时间和资源方面实现高效率的测试。CAN 总线协议具有高速率、低延迟、和极强的抗干扰性能，这使得整个测试过程变得更加高效可靠。CAN 总线协议采用基于优先级的帧分配方式，而不是传统的轮询方式，因此各个节点可以以更加独立和无序的方式处理任务，进而提高了整个测试过程的处理效率。此外，在 CAN 总线网络中，也可以实现多个分布式节点同时协同工作、各自分担测试任务，在实际工程应用场景下具有很高的价值和可应用性^[3]。例如在飞机中进行电线束测试，各个测试节点都可以独立完成各自领域的测试任务，从而更快地达到全面、准确的测试结果。

3.2 可扩展性

可扩展性是基于 CAN 总线的航空电缆测试分布机应用的重要优势之一。一方面，CAN 总线协议具有开放性和可扩展性强的特点，可以方便地进行系统的升级和扩展。另一方面，航空电缆测试分布机的设计也非常灵活和可调整，可以根据具体的测试需求，自由添加或移除测试节点和设备。在这种情况下，使用 CAN 总线技术可以实现即插即用的架构，能够方便地添加新的测试节点和设备。此外，广泛使用的 CAN 总线协议还可以通过现场总线升级技术，将 CAN 通信技术平滑地与现有系统、设备和技术集成，并实现协议兼容和网络扩展。因此，CAN 总线技术可以满足航空电缆测试分布机系统对易于扩展性的高度要求。

同时，因为 CAN 总线通信协议本身就受到广泛应用，其相关的硬件设备和软件工具也很丰富^[4]。这也使得扩展和升级变得更加简单和便捷。例如，当加入了新的测试节点，相关设备驱动程序就可以方便地被添加到现有系统中，而不需要修改整个测试平台的硬件或软件配置。这样，不仅能够大大提高系统的灵活性和可扩展性，也可以减少测试平台的基础设施投资。

3.3 可靠性

可靠性是基于 CAN 总线的航空电缆测试分布机应用的重要优势之一。CAN 总线协议在数据总线和信号线分离设计的基础上进行了优化，其在抗干扰、抗电磁干扰、稳定性和可靠性方面表现非常出色。基于 CAN 总线构建的航空电缆测试分布机系统通过 CAN 总线协议通信，也能够保证测试数据的准确性和测试结果的可靠性。

首先，在物理层面，CAN 总线采用了抗干扰设计，它的数据总线和备用通信总线被设计成平行双绞线结构，能够有效地抵御 EMI/RFI 等干扰，保证数据传输的稳定性和准确性。同时 CAN 总线协议提供了插头发生变化自检，断线自检等等检测机制，能够在任何时间发现错误的发生，以便及时进行修复。

其次，在软件层面，CAN 协议通过定义优先级来保证数据传输的时序关系，处于优先级最高的数据可以优先传输，在一些必须要传输的任务可能发生错误的时候，系统也可以优先选择优先级最高的

任务,从而保证整个系统的实时性和可靠性。通过 CAN 总线通信协议,可以方便地实现节点间的快速响应和快速调度^[5]。整个测试过程中各个节点之间可以进行高效和稳定的数据传输和共享,这样能够保证数据及时准确的传输和处理,提高了测试过程中的可靠性。

4 结束语

综上所述,基于 CAN 总线的航空电缆测试系统分布机是一项极具前瞻性和实用性的技术。基于 CAN 总线的航空电缆测试系统分布机具有广泛的应用前景。可以提高电缆测试的可控性,充分保障其安全性和可靠性通过 CAN 总线实现多个节点的高效通信和数据共享,能够实现对电缆的全程测试,提高电缆的质量和可靠性。

因此,未来应当重视对 CAN 总线通信协议的研究,进一步完善测试技术,使其应用范围更广,应用效果更加出色。

参考文献

- [1] 张晓茜,陈振生.基于 CAN 总线的航空电缆测试系统分布机研究[J]. 2020.
- [2] 陈园,赵转萍.基于 CAN 总线的航空电缆测试系统分布机研究[J].现代电子技术,2011,34(6):3.
- [3] 张振天,郭旭,李虹,等.某新型航空发动机电缆自动测试系统研究[J].中国新技术新产品,2012(14):1.
- [4] 苗学问,呼万丰,张卫,等.某型航空发动机电子控制器转速通道自动测试系统[J].燃气涡轮试验与研究,2003,16(3):3.
- [5] 熊勇军.航空发动机电子控制器自动测试系统的研究[C]//2014年航空试验测试技术峰会暨学术交流会.2014.

版权声明: ©2023 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

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



OPEN ACCESS