

基于 LabVIEW 的 ARINC429 总线检查软件的设计

Design of ARINC 429 Bus Check Program Based on LabVIEW

刘立丰 张 勇 徐 真 / Liu Lifeng Zhang Yong Xu Zhen

(上海飞机设计研究院, 上海 201210)

(Shanghai Aircraft Design and Research Institute, Shanghai 201210, China)

摘 要:

ARINC429 总线是我国航空工业中广泛使用的一种数据总线,对其信号检测是现场测试不可或缺的一部分。现场测试中会出现总线正负线端难以区分,总线内传输信号的正确性难以判断等问题。基于 USB429/717 板卡,使用 LabVIEW 语言编写了 ARINC429 总线状态检查软件。该软件实现了对 ARINC429 总线的接线连接状态、Label、SDI 和 SSM 等信息的校验和检查的同时,也完成了对 ARINC429 总线信号的搜索、解析与数据保存。该软件设备便携易用,在总线检测中取得了良好的测试效果。

关键词: ARINC429 总线;总线检查;LabVIEW;CP-UA1431

中图分类号: V242.4

文献标识码: A

[**Abstract**] ARINC429 bus is a widely used data bus in modern avionics, and its examination plays an integral role in field tests. Field testing will encounter some questions, such as which of the two bus connection ports are positive and whether the running 429 signal is correct. This article completes ARINC429 bus check program on USB429/717 board by using Lab VIEW language. The program can detect the error of bus connection and status, and check its Label, SDI and SSM. The program also searches and analyses the bus data, and preserves the results if necessary. The program is easy to carry and easy to use. Good test results are achieved during on-site operations.

[**Key words**] ARINC429 Bus; Data Bus Check; Lab VIEW; CP-UA1431

0 引言

ARINC429 总线规范,又称为 MARK33 数据信息传输系统 (Digital Information Transfer System, DITS) 规范,是专用的航空电子系统工业标准。ARINC429 规范详细地规定了航空电子系统各电子设备间及电子设备与系统间的通讯方式,并且定义了其电气特性、传输数据特性和通讯协议,在航空设备中被广泛使用^[1]。

一个典型的 ARINC429 字包含 32 位,可分为五个部分,如图 1 所示。在总线传输中,字与字之间以一定的间隔分开,该间隔用作字同步,必须不少于 4 位。ARINC429 总线有两种传输速率,分别为高速 (100Kbps) 和低速 (12.5Kbps ~ 14.5Kbps)^[2]。

P	SSM	MSB data																19-Bit Data								LSB data								SDI	8-Bit Octal Label												
31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0																
MSB																32-bit ARINC 429 word																LSB															

图 1 ARINC429 字结构组成

在现场测试工作中,会遇到 ARINC429 总线正负端口不清晰和需要快速判断总线中传输的 429 信号是否正确等问题。另外,有些场合下,由于总线中传输的 429 信号种类未知,无法判断其信息的正确性。目前的 ARINC429 总线软件工具中,还没有专门为此类问题设计、满足现场测试中对总线状态进行快速检查与判断的检查软件。本文设计的总线检查软件,可以根据 Label 判断总线正负端口,对 ARINC429 总线信号的 Label、SDI 和 SSM 等信息进行校验,完成对总线状态的检查。在未知总线传输信息的情况下,该软件可以搜索总线信号,进而判

断其相应信息的正确性。同时,根据需要可对整个信息进行提取和数据保存。本文设计的检查软件,功能简单明晰,系统便携,满足现场测试需要。

1 系统硬件介绍

本文设计的 429 检查软件的硬件采用某公司 USB 429/717 (CP-UA1431) 总线盒。CP-UA1431 支持 429 总线协议和 717 总线协议,其中 429 总线部分包含 4 个发送通道和 8 个接收通道,并且具备不同通道同时处理收发功能。CP-UA1431 总线盒一端连接 429 总线,另一端通过 USB 端口与 PC 机连接,用户通过 PC 机软件控制总线收发操作^[3]。CP-UA1431 总线盒实物图如图 2 所示。



图 2 CP-UA1431 总线盒

2 系统软件设计

2.1 软件功能设计

根据现场测试需要,ARINC429 总线检查软件需要根据总线信号的 Label 对两根总线的正负端口进行快速判别,从而判断接线正负端是否正确;在确保测试设备接线正确后,根据数据字典,检验总线中传输信号的 Label、SDI、SSM 和奇偶校验码是否正确;根据测试需求,对总线数据进行保存。同时,在测试过程中,显示完整的 32 位 429 字和接收到的该信息的刷新率的同时,以指示灯的形式实时监控线缆连接状态,提示线缆连接中断或者接触不良等。

本文设计的 429 检查软件实现的功能如图 3 所示。

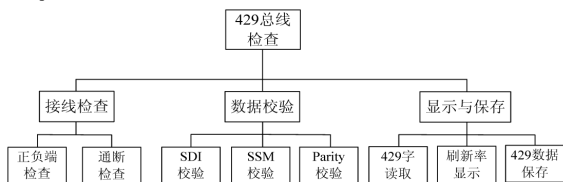


图 3 ARINC429 总线检查软件功能

上述软件功能是以已知的总线信号 Label 为基础,以总线数据字典为依据进行信息校验的。作为附加功能,软件中提供一个“盲查”按钮,在未知总线信号 Label 时,可直接提取当前总线中传输的信息,读取其 Label,然后根据该 Label 及其数据字典进行其他信息的检查与校验。

2.2 软件程序设计

本文使用的 CP-UA1431 总线盒有 4 个发送通道和 8 个接收通道,并且不同通道互不干扰,可以同时处理其收发操作。为了便于调试,采用通道 12 作为发送通道,通道 0 作为接收通道,设计软件的自发收功能来校验软件的有效性。现场测试时,把外部待测信号接入输入端口,即可检测外部 ARINC429 信号。

本文设计的总线检查软件面板如图 4 所示。

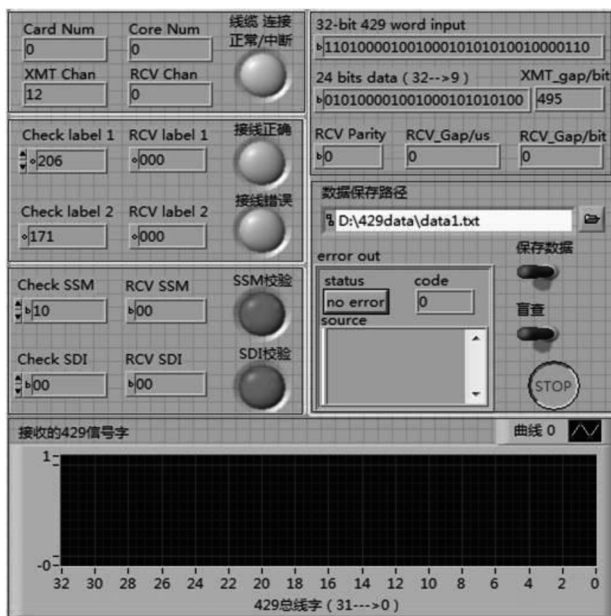


图 4 ARINC429 总线检查软件面板

图 4 上半部分左右两侧可分为五个区域,下半部分为一个图表区域。各区域的功能及说明如下。

(1) 左上区域是板卡与通道设置和一个线缆连接通断的指示灯,软件正常运行时,灯亮,若线路连接中断,灯灭。

(2) 左中区域对总线正负端口连接进行判断。根据已知的总线信号 Label,若接线正确,则接收到的 Label 与已知 Label 相同;若接线相反,接收到的 Label 与已知 Label 存在二进制相反的关系。同时,在现场测试中,未发现同一根总线同时传输两个 Label 相反信号的现象。程序运行时,在“Check la-

bel 1”内输入 Label,软件会在“Check label 2”中自动计算得出该 Label 的反 Label,通过与接收到的 Label 比较,可以判断正负端口接线是否正确。若“接线正确”指示灯亮,则表示总线正负线端接线正确;若“接线错误”指示灯亮,则表示总线正负线端接线错误;若两个指示灯都不亮,则表示总线中没有此信号。

(3) 左下区域对总线信号的 SSM 和 SDI 进行校验,在输入框内输入正确的 SSM 和 SDI,若指示灯为绿色,表示信息正确,红色则表示总线信号错误。

(4) 右上区域是发送通道信号输入与刷新率设置,同时显示了接收到的信号的奇偶校验位与刷新率信息,对比输入可以判断软件是否工作正常。

(5) 右下区域是数据保持路径、保存数据开关以及盲查开关。测试中可以根据需要按指定路径以二进制数据形式把数据保存在文本文件中。若总线信号 Label 未知,则可通过盲查,在图表中直接

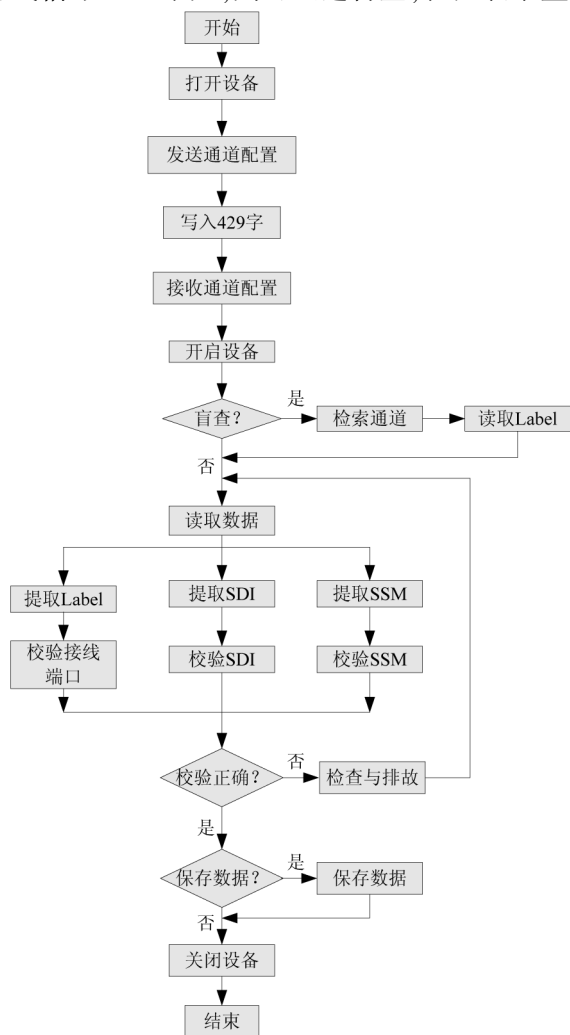


图5 ARINC429 总线检查软件流程图

读取总线信号后完成后续校验。

(6) 图表区域在测试中会以 32 位(0,1)数字形式持续显示当前接线正确接收到的 429 信号字,若按下盲查按钮,则显示当前接收到的除“RCV label 1”之外的所有 429 信号字。

结合 CP-UA1431 总线盒的工作原理,本文设计的 429 总线检查软件的程序流程如图 5 所示。

如图 5 所示,软件中首先对发送通道和接送通道进行配置,包括板卡、通道号、刷新率等信息。开启设备后,根据是否已知总线信号信息来选择是否进行盲查,读取数据后进行相关信息的校验。最终根据信息校验结果,若校验错误,则说明总线中传输的 A429 信号不正确,此时应当检查总线,视情况进行排故;如果校验正确,则根据测试需要选择是否保存数据。

3 试验验证

为验证检查软件的有效性,用接线盒把发送通道和接收通道相接,在发送通道配置待发送的 32 位 429 字,并且在 XMT_gap/bit 框内输入刷新率,该刷新率以位时间为单位。图 6 所示为接线正确并且 SSM 和 SDI 等信息校验均正确的软件运行图。

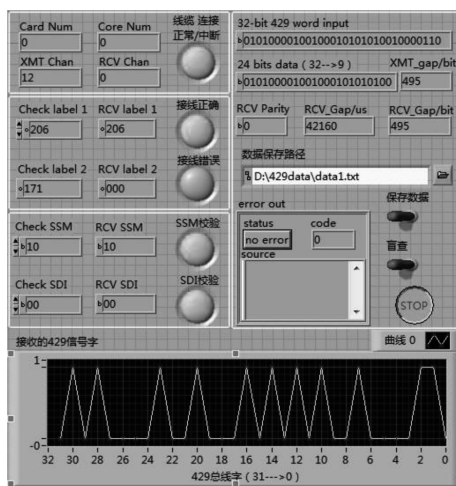


图6 检查软件运行图

图 6 中,根据已知的总线信号,在“Check label 1”、“Check SSM”和“Check SDI”框内输入 Label、SSM 和 SDI。运行程序,若线缆连接正常,正负端口接线正确以及 SSM 和 SDI 校验正确时,相关指示灯均显示绿灯。并且在 RCV_Parity 内显示接收信号的奇偶校验码,在 RCV_Gap/us 和 RCV_Gap/bit 内分别以微妙和位时间为单位显示接收到的信号刷新率。图表框内显示了当前接收到的 Label 为

Check label 1 完整的 32 位 429 字。

若接收的 SSM 和 SDI 与输入的校验 SSM 和 SDI 不同,则程序运行结果如图 7 所示。

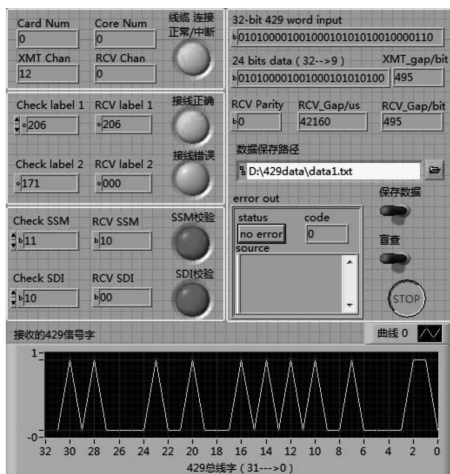


图 7 SSM 和 SDI 校验错误运行图

校验错误则相应指示灯显示红灯,以提示总线信号与数据字典信息不符。

把接收端正负端口反接,运行程序,得到如图 8 所示结果。

正负端口接线错误,软件中显示接线错误的红灯,此时不进行 SSM 和 SDI 校验,相应指示灯显示红色,图表框内显示没有与 Check label 1 内相同的 Label 的 429 信号。

4 结论

本文根据现场测试的排查与排故工作,对 429 总线软件的便携性、易用性需求,基于LabVIEW语

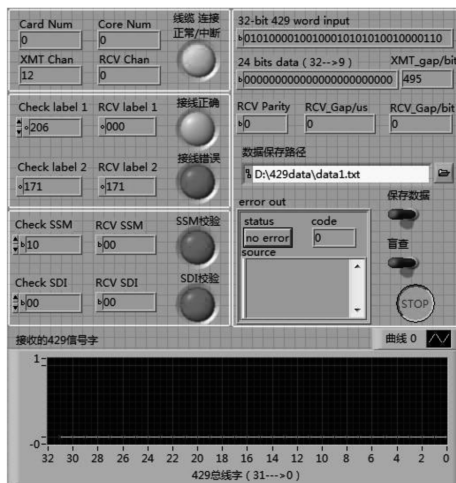


图 8 正负端口接反运行图

言设计了 ARINC429 检查软件。该软件实现了对 ARINC429 总线的接线连接状态、Label、SDI 和 SSM 等信息的校验和检查,同时该软件也完成了对 ARINC429 总线信号的搜索、解析与数据保存工作。软件面板简洁清晰,在测试现场的总线检查与排故工作中充分发挥了其便携性与易用性的特点,并取得了良好的测试效果。

参考文献:

- [1] 罗斌,杜洪根. 便携式 ARINC429 总线测试仪设计[J]. 无线电工程,2005,35(6):59.
- [2] SBS Technology. ARINC User's Manual[R]. Library Version 8. x, 2006, 3.
- [3] Ballard Technology. ARINC429 Programming Manual[R]. Rev. D,2011,6.

(上接第 19 页)

总结典型机型的对接方案,也能看出,大部分机型都将球面框先装配到后机身,然后进行尾段和后机身的对接,装配起来比较容易。当然,这样的装配顺序,导致了球面框只能连接在角材的外部,对疲劳性能有一定的影响。

7 结论

通过对典型机型的分析和比较,可以看出:对于后机身和尾段在球面框处的连接,不同的机型采用了不同的设计思路和方案,而且都在实践应用中获得了验证。但不管是空客公司还是波音公司的机型,除了机身框的结构形式,蒙皮对接位置和球面框的具体连接情况有所区别以外,都从“Y”型框

连接方案向角材连接方案发展,且多采用球面框先安装到后机身段的装配方式,表明结构传力、生产/维护成本等要求在民机设计的重要性益发凸显。本文对各种典型机型连接方案所做的结构形式说明及优缺点分析,为我国民用飞机项目的重要部位连接设计提供参考和借鉴,具有实际指导意义。

参考文献:

- [1] 牛春匀. 实用飞机结构设计[M]. 北京:航空工业出版社,2008.
- [2] 《飞机设计手册》总编委会. 飞机设计手册第 10 册:结构设计[M]. 北京:航空工业出版社,2000.