

# 基于 CAN 总线飞机常规配电系统通信功能设计

范诗洋

(中航通飞华南飞机工业有限公司, 广东 珠海 519090)

**摘要** 随着计算机技术高速发展, 大量机型采用智能配电系统的固态功率控制器、计算机控制代替传统断路器、熔断器和逻辑电路构成的配电系统。目前, 部分通用飞机正在往智能配电方向发展。然而, 传统常规配电方式技术成熟, 可靠性高, 暂时无法完全替代, 为促进配电系统智能化发展, 需对传统配电系统进行智能化改进。在保持原有传统配电功能基础上增加总线通讯功能, 满足通用飞机智能通讯功能。

**关键词** 智能通讯功能 传统配电系统 数字技术

中图分类号: TP336; V24

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2021)03-0003-03

## 1 前言

随着数字技术发展, 传统的飞机配电系统配置虽然能满足飞机机载系统和设备的常规配电需要, 但随着飞机多电和全电化趋势不断增长, 因此通过 SSPC 进行控制和保护的智能配电系统会逐步取代通过断路器、熔断器进行控制和保护的传统常规配电系统<sup>[1]</sup>。但由于常规配电系统技术可靠性相对较高, 短时间内无法完全取代, 因此为实现飞机智能配电系统, 需对常规配电系统进行智能化设计。常规配电系统智能化设计重点在于与通讯功能, 实现产品本身、保护装置、控制装置等状态自检, 并能将故障状态通过总线实时上报<sup>[2]</sup>。

本文基于 CAN 总线对通用飞机常规配电系统通讯功能从硬件和软件两方面论述常规配电盒通讯功能的实现。

## 2 CAN 总线简介

### 2.1 CAN 总线特点

CAN 总线结构划分为物理层、应用层以及数据链路三部分, 是一种有较好分布式控制和实时性的串行通信网络。相较于其他常用通信网络, CAN 总线具有以下特点:

1. CAN 总线物理层特点: CAN 总线传输速率范围较广, 范围能达从 5kbps 到 1Mbps, 并且最远传输距离能达到 10km。传输介质有光缆、双绞线、同轴线等, 常用传输介

质多为双绞屏蔽线。并且采用差分信号双余度传输方式, 这种传输方式有较高的可靠性, 单边出故障时可用备份通道持续传输。

2. CAN 总线应用层特点: CAN 总线应用层协议可以根据客户的实际需求自定义, 目前在汽车领域、工业制造以及航空航天等领域已形成 CAL、CANOpen、CANKingdom 等多种主流应用层协议<sup>[3]</sup>。

3. CAN 总线数据链路层特点: CAN 总线数据链路层可实现任意时刻向通信网络中发送信息, 并且不同信息之间无主次之分, 使得整个使用 CAN 总线通信变得更加灵活。同时 CAN 总线采用非破坏性仲裁技术, 这保证了当多个节点同时发送信息时优先级低的节点信息会主动退出, 保障优先级高的节点正常传输数据, 减少传输过程中多节点间冲突, 降低仲裁时间。由于采用短帧通讯结构, 使其传输速率高, 传输过程中手干扰改率降低, 并且每帧数据都有循环冗余码校验, 讲题出错率, 大大增加通信传输的可靠性。

### 2.2 CAN 总线与 ARINC429 总线的比较

目前, 在民用航空系统中运用较为广泛的总线通信有两种, 分别是 ARINC429 总线和 CAN 总线, 表 1 对这两种航空总线进行了比较。

结合 CAN 总线特点及以上比较可以看出, 相较 CAN 总

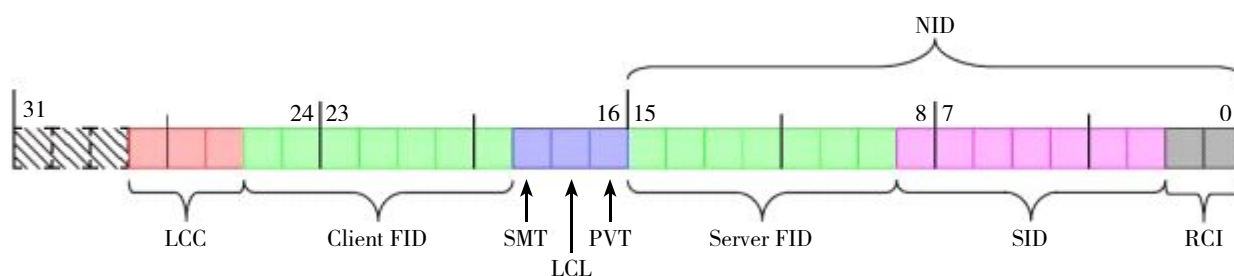


图 1 “点对点”通信的仲裁域标识符格式

表 1 ARINC429 总线和 CAN 总线

|        | ARINC429 总线               | CAN 总线                  |
|--------|---------------------------|-------------------------|
| 传输速率   | 高速 100Kbps<br>低速 12.5Kbps | 500m500Kbps<br>40m1Mbps |
| 媒介访问控制 | 单一广播                      | CSMA/CA                 |
| 节点范围   | 20                        | 110                     |
| 服务安全   | 在位级进行安全检测                 | CRC (15 位)              |
| 物理层支持  | 双绞屏蔽线                     | 光纤<br>同轴电缆<br>双绞屏蔽线     |
| 技术难度   | 低                         | 低                       |
| 费用     | 低                         | 低                       |
| 主要应用   | 飞机航电系统                    | 工业制造、汽车通信等              |

表 2 PBIT 上报

| PBIT 上报         |                |             | 字规范号 CAN/LRU1-001 |                              | 版本 A |
|-----------------|----------------|-------------|-------------------|------------------------------|------|
| 仲裁域、控制域标识符及载荷定义 | 位域             | 范围          | 位域值               | 标识符描述                        |      |
|                 | LCC            | Bit26~bit28 | 0x4               | 数据信号优先级：节点服务通道（NSC）          |      |
|                 | SourceFID      | Bit19~bit25 | 0x01              | 客户端：LRU1                     |      |
|                 | SMT            | Bit18       | 0                 | 点对点消息                        |      |
|                 | SRR            | /           | 1                 | 仲裁域扩展格式，设置为隐性                |      |
|                 | IDE            | /           | 1                 | 仲裁域扩展格式，设置为隐性                |      |
|                 | LCL            | Bit17       | 1                 | 报文在发送节点所在的网络内传输              |      |
|                 | PVT            | Bit16       | 0                 | 该专用用途报文没有定义，默认为 0            |      |
|                 | DestinationFID | Bit9~bit15  | 0x02              | 服务端：LRU2                     |      |
|                 | BA_DOC         | Bit2~bit8   | 0x30              | 基本数据对象：PBIT 上报               |      |
|                 | RCI            | Bit0~bit1   | 0x0/0x1           | 冗余通道标识符：<br>0x1：CANA0x0：CANB |      |
|                 | RTR            | /           | 0                 | 数据帧，设置为显性                    |      |
|                 | 控制域            |             |                   |                              |      |
|                 | r1             | /           | 0                 | 保留位，设置为显性                    |      |
|                 | r0             | /           | 0                 | 保留位，设置为显性                    |      |
|                 | DLC            | DLC0~DLC3   | 0x8               | 数据域 8 个字节                    |      |
|                 | 消息数据负载表        |             |                   |                              |      |
|                 | Byte0          |             |                   |                              |      |
|                 | BIT7           |             |                   | 处理器自检                        |      |
|                 | BIT6           |             |                   | 通讯功能自检                       |      |
|                 | BIT5           |             |                   | 设备状态自检                       |      |
|                 | BIT4           |             |                   | 配电状态自检                       |      |
|                 | BIT3           |             |                   | 保留位                          |      |
|                 | BIT2           |             |                   | 保留位                          |      |
|                 | BIT1           |             |                   | 保留位                          |      |
|                 | BIT0           |             |                   | 保留位                          |      |

线 429 总线在总线通信传输过程中传输速率慢, 所需电线电缆数量较多。由于 429 总线不是集中控制, 多采用点对点传输方式, 减少其他干扰提高传输可靠性; CAN 总线数

据传输较 429 总线相比传输速率快, 并且可实现分布控制, 有较高实时性, 可靠性高<sup>[4-5]</sup>。

(下转第 64 页)

律及与其相关的影响因素,形成了22采区二1煤层瓦斯赋存规律研究报告及22采区、204综采工作面瓦斯地质图和矿井二1煤层瓦斯含量分布预测图,为矿井22采区206、208等综采工作面的采区和工作面防突设计、抽采设计等瓦斯超前治理提供了科学治理手段,为矿井瓦斯防治及相关技术标准提供了技术保障。

经综合分析,二1煤层瓦斯含量具有如下分布规律:

1. 二1煤层瓦斯中CH<sub>4</sub>成分32.33~94.36%,平均75.26%;N<sub>2</sub>成分0.33~58.80%,平均17.96%;CO<sub>2</sub>成分较低;因此,二1煤层属N<sub>2</sub>-CH<sub>4</sub>带和CH<sub>4</sub>带。N<sub>2</sub>-CH<sub>4</sub>带约占全矿区面积的三分之一,在CH<sub>4</sub>带中也有属于N<sub>2</sub>-CH<sub>4</sub>带的点互相穿插,分带不很明显。

2. 二1煤层被花沟正断层、云盖山正断层和下白峪正断层三条断层分为两块。因此,我们可以把矿井井田二1煤层划分为两个瓦斯地质单元,即第I单元:花沟正断层与云盖山正断层之间区域;第II单元:云盖山正断层与下白峪正断层之间区域,矿井的22采区位于第I瓦斯地质单元。

3. 二1煤层瓦斯含量整体上具有西高东低的趋势,同时随着开采深度的增加,瓦斯含量也随之增大,但受煤层厚度、断层及煤层煤质等因素的影响,趋势不很显著,具体表现为,

在高瓦斯含量区,煤层厚度变薄或煤层挥发分含量增大,会导致瓦斯含量减小,断层附近,由于瓦斯逸散<sup>[9]</sup>,瓦斯含量也有减小的趋势,在褶皱构造轴部,瓦斯含量有显著增加趋势。

## 5 结语

该项目的成功应用能够为矿井22采区206、208等综采工作面的巷道掘进设计、工作面防突及抽采设计提供科学治理手段,避免因瓦斯地质资料不清楚而造成煤与瓦斯突出事故。

## 参考文献:

- [1] 徐晓帆.何庄煤矿瓦斯地质规律与瓦斯预测研究[D].西安科技大学,2011.
- [2] 卜珍虎.煤矿瓦斯地质规律分析及突出危险性预测[J].现代矿业,2014(08):134-135,138.
- [3] 范立民,蔡选良.陕西省煤矿瓦斯地质图与瓦斯地质规律研究[C].安全高效矿井安全保障技术——陕西省煤炭学会学术年会论文集.陕西省煤炭学会,2011.
- [4] 同[3].
- [5] 赵长阔,杨超锋,李志立.陈四楼煤矿二2煤层瓦斯地质规律研究[J].煤炭技术,2017,36(01):217-219.

(上接第4页)

## 3 基于CAN总线常规配电系统通讯功能设计

### 3.1 CAN总线通讯硬件设计

CAN总线硬件通过STM32开发板自带的bxCAN进行硬件编制,在STM32开发板中CAN总线通信模块有三种工作方式,分别是模块初始化、模块工作状态以及模块休眠状态。模块初始状态禁止接收或发送任何总线报文,通过软件配置确定是否退出初始化状态。退出初始化状态CAN总线模块进入工作状态可正常收发报文信息。睡眠模式是通过CAN\_MAR寄存器INRQ位和SLEEP位置同时控制。需要注意的是在硬件设计过程中为避免产生单一节点芯片故障影响整个通讯网络正常通信工作,需对CANH和CANL之间进行隔离保护。同时考虑CAN总线远距离传播以及飞机电磁兼容特性,需在总线端口处做防雷设计。

### 3.2 CAN总线通讯软件规范制定

CAN总线数据帧可分为标准帧和扩展帧两类,数据帧由帧起始、仲裁域、控制域、数据域、CRC域、ACK域和帧结束七个位域组成,ARINC825-2规范采用扩展帧格式传输所有的数据,并提供多种网络层应用,以支持“一对多”和“点对点”的通信方式。常规配电系统CAN总线通讯通常为“点对点”的通信方式,“点对点”通信的仲裁域标识符格式如图1所示。

常规配电系统CAN总线通讯主要包含PBIT、CBIT、离散量状态上报,采用“点对点”上报模式,结合“点对点”

通信的仲裁标识符格式确定每帧数据内容,确认仲裁域后需规范控制域和确定数据域。此处以PBIT为例见表2确定每帧数据的具体内容。

## 4 结论

本文介绍了基于CAN总线通信飞机常规配电系统硬件设计及软件规范制定。通过硬件电路设计实现对常规配电系统每路保护装置、处理器、通讯状态实时状态监控,通过软件规范定义实现状态异常上报和控制,初步实现飞机常规配电系统智能化。由于CAN总线传输速率相对较快,实时性高,并且技术难度和成本性对较低。随着机电系统的功能综合管理和数据实时性控制,CAN总线作为支持分布式控制和实时控制的通信网络,在飞机配电系统由传统模式转换进入智能化模式过程中一定会有广泛应用。

## 参考文献:

- [1] 杜尚丰,曹晓钟,徐津.CAN总线测控技术及其应用[M].北京:电子工业出版社,2007:9-28.
- [2] 郭宽明.CAN总线原理和应用系统设计[M].北京:北京航空航天大学出版社,1996:10-18.
- [3] 张晓斌,张兴国,郑先成.CAN总线在飞机配电系统中的应用设计[J].计算机测量与控制,2009,17(05):943-946.
- [4] AIRINC-429协议规范[S].THEAEEC Executive Committee,2004.
- [5] AIRINC-825协议规范[S].THEAEEC Executive Committee,2010.