

# 基于CAN通信的计轴设备

赵一鹏

通号(西安)轨道交通工业集团有限公司北京分公司 北京 100070

**摘要:**传统计轴设备采用轨道继电器与微机连锁通信,设备复杂,维护成本高。为了应对这一问题,本文提出了一种基于CAN通信的计轴设备,通过CAN接口轮询各个区段占用、空闲状态,将数据打包后通过RSSP-I安全协议,发送至联锁设备。本文提出的CAN协议能够对数据重复、丢失、插入、乱序、错误、超时等安全风险进行识别和防护。该设备已获得了SIL4安全认证,目前在城轨和铁路系统中得到了广泛应用。

**关键词:**计轴;轨道继电器;联锁;RSSP-I;CAN协议

## 1 计轴简介

计轴又称微机计轴,是铁路区段两端的设备,利用安装在轨道侧面的电磁传感器感应列车车轮,经过电缆将传感器信号传输至室内,室内计轴单元采集波形变换,比较区段两端轴数,确定区段空闲、占用、异常情况,通过控制轨道继电器,给出区段闭塞状态;换言之,是一种能检测通过车轮的铁路信号设备,它能够取代许多的普通轨道电路<sup>[1]</sup>。

计轴传感器布置在铁路区段两端,室内计轴设备配置传感器为计入点或计出点,当列车由前一区段驶入当前区段时,列车轮对依次经过计入点传感器,电磁传感器感应列车轮对,将电磁信号转换为电信号,经过电缆传至室内计轴设备,计轴设备根据电信号波形,转换为列车经过计入点轴数,和计出点轴数经计算后得到区段轴数,当区段内轴数不为0时,给出区段占用指示,同时落下轨接继电器;当列车完全是如区段时,当前区段轴数最大<sup>[2]</sup>;列车行驶至计出点,计出点传感器感应车轮对,同理,将信号经转换后传输至室内,计轴设备得到计出点轴数,和计入点轴数经计算后得到区段轴数,区段轴数减少;当列车完全驶出当前区段,区段轴数为0,给出区段空闲指示,同时吸起轨接继电器<sup>[2]</sup>。

计轴设备在铁路信号系统中应用众多,应用于:监测车站区域和货场的停泊轨道;监测车站区域和货场的点区域;自动信号系统;双线部分的中间块信号;道路与铁路交叉口;磁悬浮列车;云轨列车等<sup>[3]</sup>。

## 2 CAN 通信架构

JD.GD-1型计轴设备通过继电器输出区段占用/空闲状态<sup>[4]</sup>,配置复杂,成本高昂,区段状态的可靠性仅靠继电器硬件保障,无安全校验,不适应连锁设备的全电子化。

为了实现计轴系统内部通信,需要在计轴系统中增加用于内部通信的CAN总线通信接口<sup>[5]</sup>。通信主机通过CAN总线向计数主机转发联锁的复位/预复位命令,并接

收计数主机上传的区段状态。

一种基于CAN总线方式的连接方式,可以减少继电器的使用,降低成本的同时,通过通信的方式,解决安全校验以及保障数据安全。

区段两端各配置一个传感器,传感器安装在轨道一侧,通过电缆将区段两端的传感器信号拉至室内计轴单元;计轴单元通过采集区段两端传感器信号,完成轴数计算,通过比较计入端和计出端的轴数,完成单个区段占用/空闲判断;通信单元通过CANA/CANB或CANC/CAND冗余通道轮询计轴主机区段状态,最大可轮询50个计轴主机单元,将多个计轴主机的区段状态打包为RSSP-I安全数据后,发送至微机连锁,微机连锁进而控制列车运行。

在实际应用中为了减少数据包碰撞,提高通信效率和可靠性,物理节点的个数不应超过50个。计数主机实现与通信主机连接的CAN总线总共有4条总线(CANA、CANB、CANC、CAND),其中CANA、CANB互为冗余,CANC、CAND互为冗余,一个通信主机可以连接两个计轴机柜的计数主机节点,通信主机通过CANA和CANB与计轴机柜1的计数主机相连接,通信主机通过CANC和CAND与计轴机柜1的计数主机相连接,通信速率为500kbps。CAN总线通信支持主备方式和主并方式两种拓扑方式,拓扑结构如图2-1所示。

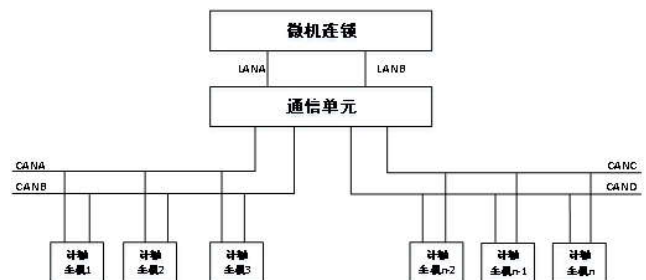


图2-1 基于CAN通信的计轴设备系统框图

在整个系统中，数据通信是双向的。通信主机发送给计数主机的数据为下行数据，计数主机发送给通信主机的数据为上行数据。下行数据帧包括同步帧、请求复位帧，上行数据帧包括区段状态帧。

数据通信过程中，所有数据帧类型、格式预先定义，固定不变。CAN通信数据包包含同步帧、请求复位帧、区段状态帧。各帧类型如下：

2.1 同步帧由通信主机主系的CPU1以广播的方式发送，同步帧仅用于系统同步。计数主机收到同步帧后，记录当前时刻的区段状态信息，等待通信主机发送请求复位帧轮询，收到有效的轮询信息将收到同步帧时刻记录的区段状态信息上传。

2.2 请求复位帧由通信主机产生，用于通信主机转发联锁的复位/预复位命令，同时请求计数主机回复区段状态信息。计数主机收到请求复位帧后，检测复位帧是否为本区段有效的复位数据帧执行相应的复位预复位操作，并在请求有效的情况下向通信主机发送区段状态帧。

2.3 区段状态帧由计数主机产生，用于传送当前轨道区段状态、复位命令执行情况。

### 3 通信时序

CAN总线采用单向握手机制，主从同步传送方式，只允许由主节点到从节点，由从节点到主节点，或由主节点到主节点，不允许从节点与从节点之间传送信息。

在系统总线上主节点为通信主机通信主控板，从节点为计数主机计数板节点。

CANA和CANB互为冗余，CANC和CAND互为冗余，CANA、CANB、CANC、CAND执行同样的通信过程，因此以下的通信过程以CANA为例来进行说明，系统通信的基本过程如下：

通信主机与计数主机通信周期由通信主机决定。一次完整的通信任务从通信主机广播同步帧开始。计数主机收到通信主机下发的同步帧后锁定当前区段状态，在通信主机广播同步帧后的5-150ms内，通信主机轮流向所有在册的计数主机下发请求复位帧，在册计数主机按照轮询时序回复区段状态帧。整个通信时序如图3-1所示。

同步帧由通信主机主系的CPU1下发，广播给所有的在册计数主机，计数主机在收到同步帧后，记录当前时刻的区段状态信息。

计数主机收到同步帧后开始计时并等待通信主机的请求复位帧，只有在规定的时间内（150ms）内收到请求复位帧才认为有效，并且回复区段状态帧和执行相应的命令；超过规定时间则认为请求复位帧无效，不回复区段状态帧且不执行相应命令。

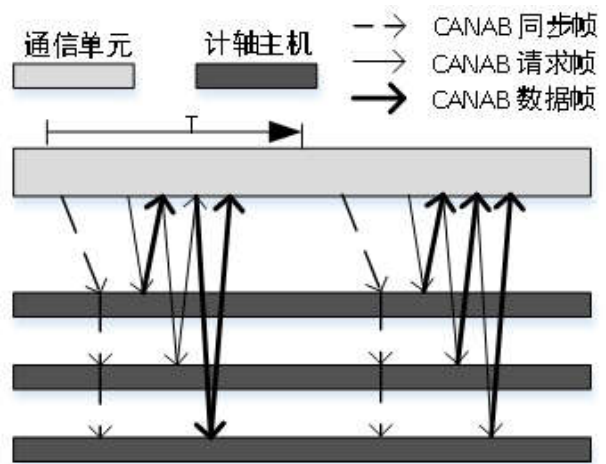


图3-1 CAN通信时序

计数主机在收到同步帧后规定的时间内收到请求复位帧，请求复位帧的帧序号必须与同步帧的帧序号相等的情况下才回复区段状态帧，执行相应命令。

通信主机发送完同步帧之后5ms后开始对在册计数板轮询发送请求复位帧，请求复位帧含有联锁下发的区段复位预复位命令，并请求计数板返回区段状态信息。

### 4 计轴设备实现

基于CAN通信的计轴设备，包含通信主机和计轴主机两部分。

通信主机采取2乘2取2安全架构<sup>[6]</sup>，单系CPU1和CPU2经过CAN接口独立接收计轴主机双CPU区段状态信息，独立处理后，经校验通过后，分别截取奇偶数据发送给CPU3,由CPU3组合成最终的数据信息发送给全电子联锁；同时，通过CPU3接收全电子联锁下发的复零信息，双CPU校验一致后，分别将复零信息经过CAN接口发送给计轴主机，由计轴主机进行取2处理。

通信主机分为两系，I系和II系分列于切换单元两侧，两系包含板卡及板卡功能一致。单系由电源板、主控板、状态板、以太网板组成。

计轴主机采取2取2安全架构，双处理器独立采集传感器信号和条件信号，分别进行区段轴数计算，处理结果一致才允许输出空闲控制信号或空闲编码信息，通过CAN接口与通信主机完成数据交换。

计轴主机由计数板和信号板组成，信号板采集室外传感器信号并转换为电平信号；计数板采集多个信号板信号，并判断区段占用空闲状态，通过CAN接口发送状态信息。

### 5 现场应用

为了验证基于CAN通信的计轴设备的有效性与可靠性，我们选取了天津地铁线路进行了试验，现场试验如

图5-1所示，现场完成了复位测试、行车测试、异常防护、CAN通道测试。



图5-1 天津地铁现场试验

以下是实验的流程和结果。

5.1 现场安装计轴设备，并核实设备的接线是否正确。

5.2 启动计轴设备，测试计轴使用是否正常。测试是否可以正常的显示区段占用空闲状态。

5.3 测试环节，在轨道上移动测试车辆，检查计轴设备是否可以准确计轴并识别区段状态。

5.4 测试是否正常通信，是否可以将区段状态通过CAN总线转发给通信主机，并将区段状态发送至微机连锁，正确显示区段状态。

通过计轴设备的实时监测和计数，可以准确获取轨道各个区段的占用情况，无误差地反映轨道实时状态。基于CAN通信的计轴设备，具有很高的稳定性和可靠性，不需要经常进行维护和维修，从而降低了维修成本。通过CAN通信完成通信主机和计数主机之间的数据传输，可应用于城市地铁和铁路系统中，可实现高度的

安全性和可靠性。

经过1年的现场运行试验，系统工作稳定可靠，能够满足站内接发车和调车各种行车作业要求。

结束语：本文介绍了一种基于CAN通信的计轴设备，与传统计轴设备相比，设备通过CAN通信的方式完成了区段状态采集，并通过RSSP-I安全通信协议<sup>[7]</sup>完成与连锁的数据交互，提高了安全性和可靠性的同时，降低了维护成本；本文详细介绍了CAN通信协议，该协议符合GB/T24339.2的防护要求，对数据重复、丢失、插入、乱序、错误、超时做了防护<sup>[8]</sup>；该设备安装于天津地铁线，经过现场试验，证明了基于CAN通信的计轴设备对于安全行车具有积极重要的作用，因此，基于CAN通信的计轴系统在未来铁路交通系统中会得到广泛的应用和推广。

#### 参考文献

[1]钟小伟.西门子AzS(M)350M型微机计轴设备系统[J].都市轨道交通, 2004(S1):3.DOI:CNKI:SUN:DSKG.0.2004-S1-040.

[2]何平,曹胜梅,马星宇,等.高精度高可靠性铁路计轴器的设计与实现[J].自动化与仪表, 2013, 28(11):4. DOI:10.3969/j.issn.1001-9944.2013.11.003.

[3]杨迪雯.铁路计轴系统的信息监测方法及其计轴系统:CN201611159342.3[P].CN106559291A[2023-08-22].

[4]卢美静.JZ.GD-1型计轴设备在城市轨道交通中的应用探析[J].科学与信息化, 2019(20):2.