

September 2014

# CAN Newsletter

硬件 + 软件 + 工具 + 工程



改进版CAN协议突破了目前的局限性

消防网络CAN/SAE J1939应用—Emergency One

挖掘机智能控制系统中的CAN总线应用

中文特刊

[www.can-newsletter.org](http://www.can-newsletter.org)

# POSITAL

博思特

博思特 POSITAL 传感器



**IXARC 绝对旋转编码器**

**TILTIX 倾角仪**

**IXARC 磁性编码器**

德国设计，专为亚洲

多元化产品应用

高性价比设计



[www.posital.cn](http://www.posital.cn)

info@posital.cn | +86 10 84054255

# 中国司机青睐先进的高级驾驶辅助系统

截至2014年7月，中国汽车销量与去年同期相比保持这显著的增长趋势。汽车行业在中国拥有巨大的市场，而中国的司机们对汽车系统的要求也自然是汽车生产商们的关注重点。

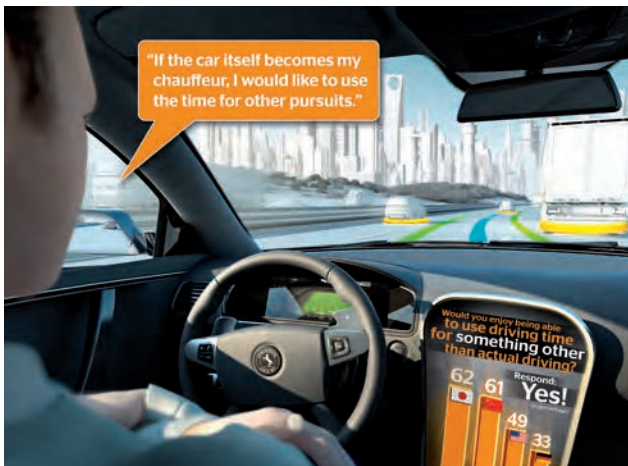


图1: 在拥有自动驾驶车辆的情况下, 60%的中国司机愿意花时间去做一些其他事情。



图2: 将近60%的中国汽车司机在城市驾驶中乐于采用紧急刹车辅助系统。

中国的交通量正在增长。德国汽车制造商与供应商协会(VDA)希望2014年能向中国售出1700万辆轻型汽车。与2013年相比增长7%。当然,中国司机同样喜爱购买配有高级驾驶辅助系统(ADAS)的汽车。IHS Automotive(思迈汽车信息咨询公司)的一项研究预测中国市场将从2013年的10亿美元增长到2019年的31亿美元。“汽车司机现在认识到,盲点检测(BSD)在中国很有用,因为

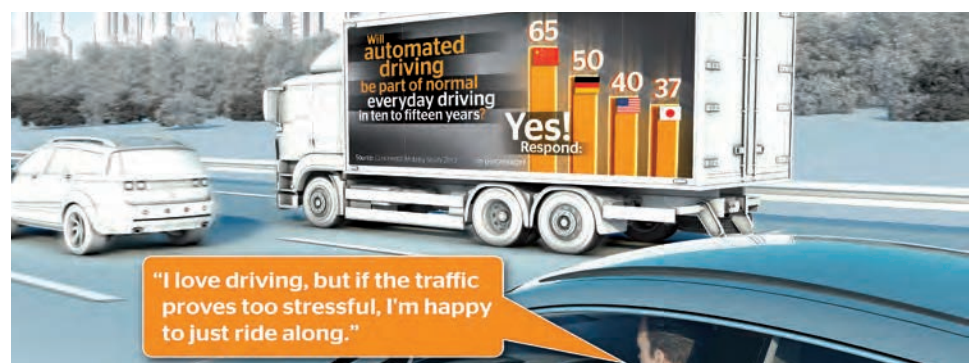


图3: 中国人对于自动驾驶车辆非常乐观; 65%的人相信自动驾驶车辆将在10-15年内出现。



图4: 有一半中国司机乐于在不同地点自动驾驶车辆, 如高速公路旅行。



图5: 中国和德国汽车司机青睐高级驾驶辅助系统, 希望通过电子设备的帮助避免车祸。





图6: 令人惊奇的是, 中国司机不像其他国家的司机那么紧张, 可能是因为他们耐心更好。

#### 链接

Continental  
www.continental.com

IHS Automotive  
www.ihs.com

VDA  
www.vda.de

大部分城市的道路汽车数量都不堪重负,”市场研究员Michael Liu说。“而且,许多中国司机习惯于频繁变道。这对于驾驶新手非常危险,因为他们变道之前可能意识不到其他汽车处于盲点,车祸随之发生。BSD可以警告司机他们的侧视镜

盲点中已有汽车驶入,从而减少车祸风险。自动停车系统是另一种适合中国司机的ADAS系统。IHS估计,到2019年,中国将有8%的新车装备这类系统。

ADAS采用雷达、超声波和其他新感应技术,这些感应器接入基于CAN

的车载网络。德国大陆集团Continental发布了一项研究报告,指出此类ADAS系统在世界范围内的应用状况。下面的数字表明了部分结果。该问卷调查是在中国、日本、德国和美国进行的。

Holger Zeltwanger

## 目录

### Applications

挖掘机智能控制系统中的CAN总线应用	6
消防网络CAN/SAE J1939应用—Emergency One	8
挖掘机系统在中国大型水利工程项目中的应用	10
电动汽车CAN网络的故障定位和干扰排除	12

### Business

中国司机青睐先进的高级驾驶辅助系统	3
中国的CiA会员: 马年龙腾	16

### CAN FD

改进版CAN协议突破了目前的局限性	18
-------------------	----

### Hardware

CANopen Safety网关集成安全监视器	5
可靠倾角测量范围达到360度	20
快速的CAN FDUSB接口	21

## 版本说明

### 出版商

CAN in Automation GmbH  
Kontumazgarten 3  
DE-90429 Nuremberg  
publications@can-cia.org  
www.can-cia.org  
www.can-newsletter.org

Tel.: +49-911-928819-0  
Fax: +49-911-928819-79

CEO Holger Zeltwanger  
Hard copies: 1000

### 编辑

Annegret Emerich  
Cindy Weißmüller  
Meng Xie  
Holger Zeltwanger  
(responsible according to the press law)  
pr@can-cia.org

### 排版

Nickel Plankermann

### 广告经理

Gisela Scheib  
(responsible according to the press law)

### 发行经理

Julia Adolf

### © 版权

CAN in Automation GmbH

The views expressed in the CAN Newsletter special issue China are not necessarily those of CAN in Automation (CiA) e. V. While every effort is made to achieve total accuracy, neither CiA e. V. nor CiA GmbH can be held responsible for any errors or omissions.

# CANopen Safety网关 集成安全监视器

“安全的自动化”如今已经成为设备制造业的一种趋势。CANopen Safety的设备具有更好的诊断功能，提高了设备制造中的安全应用。



图一：集成安全监视器的CANopen网关

Bihl+Wiedemann有限公司推出的集成CANopen总线接口的安全控制器(BWU2804)遵循CiA301规范，于之前的同系列产品相比，该产品附加了一些新功能：在原先的安全监视器基础上集成了上层总线接口；从原先的22.5mm宽度的塑料外壳改为坚固耐用的不锈钢外壳，并且带有一个显示屏，便于进行通讯及诊断；CANopen接口直接集成在安全单元上。这意味着控制器无需额外的软件以



图二：显示当前开关状态

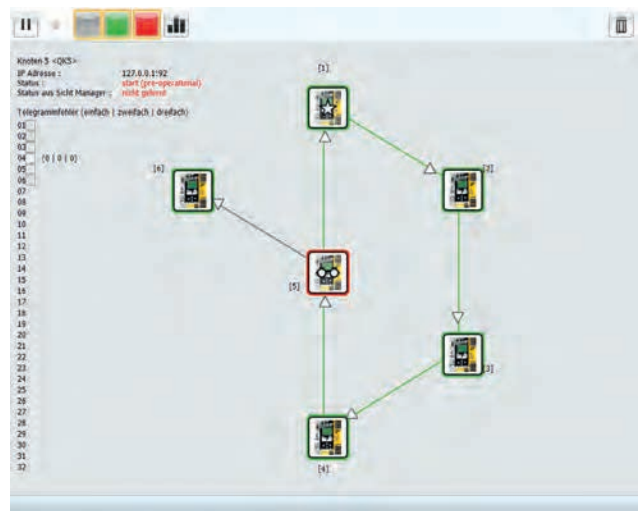
及参数设置就可以直接调用安全信息，所有安全设备的状态均为实时的标准信号，控制器还可以对停止类型进行灵活的设置。例如，停止类别1，为当目标设备变成计划状态后再切断电源。安全监视器的启动延迟约为10ms，最大的动作延迟时间为40ms。

总线接口与安全元件的集成，其优势之一，体现在诊断方面。即使是小型系统，所有的关断动作均为过去的动作，直接读取开关的历史关断状态就可以节约时间。通过Web Server功能还可以远程读取相关信息以实现远程维护。当然也可以在设备自带的显示屏上直接看到这些信息。CANopen总线接口的传输速率为10kbit/s至Mbit/s，并且遵循CiA 301规范。工作温度为0℃~55℃，防护等级为IP20。满足EN61131-2的抗冲击及抗压等标准，器件重量为800

克，尺寸为100mm×120mm×106mm。100mm×120mm×106mm。

安全控制器的功能范围随着它的诊断选项而增加。12个通道可根据客户的实际情况设定为最大6个双通道输出，或者6个双通道输入或者标准的输入信号。通过Asimon 3G2软件，可根据需求将安全输出通道设置成安全输入。集成了安全监视器的AS-i主站最大可支持31个安全信号或者248个标准的输入输出信号（或者是2者的组合）。另外它还提供了一些诊断功能，例如重复地址诊断，接地故障诊断以及

的研究“设备制造中的安全应用”资料中，超过半数的公司已经在安全通讯领域有了实际运用。驱使这种转变最关键的动机是简单的数据访问——也许是更为重要的一一更好的诊断功能。市场人士分析，这是促进这种发展的一种更为重要的动力。在某种程度上，当然，这要归功于新的欧盟机械指令标准，但是由于越来越少的公司能够承担较长的停机时间，其结果是针对系统要求更高的诊断能力。对于那些已经开发了这些解决方案的小型及中型系统，也变得越来越有意义。



图三：安全耦合：诊断

EMC检测。通过现场总线或者软件，可在显示屏上会显示出各种诊断信息，每个开关的状态以及历史信息。无需额外的手段即可读取到总线上的所有站点信息。

停机状态无疑是最安全的工作状态，但也是最昂贵的。更为理想的是，安全系统和标准系统在同一个设备中共同工作，任何存在隐患的部件都可以被快速的追踪到。安全的自动化正迅速的成为一种趋势。根据2009年

作者

Thomas Rönitzsch  
必威自动化设备(太仓)有限公司  
江苏省太仓市郑和中路309号发展大厦14楼  
邮编: 215400  
china@bihl-wiedemann.cn

链接

www.bihl-wiedemann.cn



# 挖掘机智能控制系统中的CAN总线应用

CAN网络的鲁棒性和抗干扰性决定了其在工程机械车辆中的应用主导地位，Hirschmann挖掘机智能控制系统EICS应用CAN技术实现信号的采集、处理、通讯，对挖掘机性能提升起到了重要作用。

作者  
王辉  
土方机械控制技术中心  
徐州赫思曼电子有限公司  
江苏省徐州市经济开发区宝莲寺  
路11号  
邮编: 221001  
wanghui@hirschmann-js.com

链接  
www.hirschmann-js.com

**挖**掘机是我们比较常见的一种工程机械，主要用于土壤、煤、泥沙、矿石等物料的挖掘、转运作业。从上世纪50年代，第一台全液压反铲挖掘机推出，液压挖掘机进入了飞速发展阶段。挖掘机在工程机械中应用极为广泛，能挖掘、能装载、还经常用于吊装吊重作业，人们在感受挖掘机带来的方便性同时，也在思考如何对挖掘机进行性能提升，包括：如何提升工作效率、如何降低燃油消耗、如何提升操控舒适性、如何进行辅助挖掘（挖斜坡、平地）、如何实现挖掘机吊重作业的安全保护等等，而这些提升都离不开挖掘机的控制系统。

如何能够为挖掘机创造价值一直是Hirschmann人思考问题，为此Hirschmann公司开发了挖掘机智能控制系统---EICS，该系统全面应用了CAN总线技术实现信号的采集、处理、通讯。

EICS系统主要由如下部件组成：1. 控制器，2. 电子监控器(内置GPS+GPRS模块)，3. 角度传感器，4. 油压传感器，5. 油门旋钮，6. 油门执行器。

## EICS系统CAN设备工作简述：

压力传感器实时采集挖掘机动臂变幅油缸的有杆腔和无杆腔压力，并通过预先定义的PDO (180+ID) 发送到CANopen总线上；角度传感器实时采集挖掘机动臂角度、斗杆角度，并通过预先定义的PDO (180+ID) 发送到CANopen总线上；发动机ECU模块将状态信息（如转速、水温、油位等信息）传送到J1939总线上；控制器主机每个程序循环周期



图一：EICS系统部件安装示意图

从CAN总线上检索自己需要的数据，并对数据进行数学运算、逻辑运算等处理，并及时将信息传送到CANopen总线，同时控制器的输出端口输出信号执行相应的动作（如油门电机、卸荷阀控制等）；电子监控器从CANopen总线读取要显示的数据，并且将人机交互的结果（操作人员设置的信息等）发送到CANopen总线，待控制器读取使用。

这样一个应用CAN总线技术的EICS系统主要实现的功能主要是：挖掘机力矩保护及称重；功率匹配；辅助挖掘；远程管理。

## 挖掘机力矩保护及称重功能

挖掘机常常用于吊装吊重作业，此时挖掘机充当的就是

起重机的作用。在国外如德国、英国、美国、新加坡等国家对挖掘机就强制要求必须要有安全保护装置才可以进入工地施工，而且在新加坡强制要求该安全保护装置具有称重功能，即能够计算出所吊重物的重量。

在国内，近年来起重事故频发使得人们的安全意识大幅提高，相关的法律法规也在不断的完善。在国家标准GB25684.5-2005《土方机械安全 第5部分 液压挖掘机的要求》中就有明确的要求：当挖掘机用于吊重作业时，最大额定起重量大于或等于1000Kg或倾翻力矩大于等于40000N·m的挖掘机，当额定起重量或相应的载荷力矩达到并持续超出规定值时，应当有提示司机的听觉或视觉报警装置。

## 根据力矩平衡原理建立数学模型：

重物力矩 + 铲斗力矩 + 斗杆力矩 + 动臂力矩 = 动臂变幅油缸力矩---①

通过CANopen信号的压力传感器采集动臂油缸的压力，计算出动臂变幅油缸的受力；通过安装在动臂和斗杆上的角度传感器采集对应角度，计算出动臂变幅油缸的力臂，从而计算出动臂变幅油缸的力矩。铲斗力矩、斗杆力矩、动臂力矩都可以通过挖掘机没有吊重时的动臂变幅油缸空载力矩进行逆向计算，所以可以视为已知，上述的等式中只有重物力矩是未知，通过数学计算很容易计算出重物的重量。所以，Hirschmann公司开发的EICS系统除了具备危险警示外，还给客户带来附加值，如：吊重物称重功能、吊重物累加功能、危险动作切断等功能。

## 功率匹配功能

挖掘机工作时具有：工作循环时间较短（一般一个挖掘卸载周期在15秒左右）、压力波动范围大，易发生发动机冒黑烟、熄火、车辆抖动操控性差等特点。这是因为挖掘机工作装置所消耗的能量是泵吸收发动机的功率，当出现泵的功率需求大于发动机输出功率时，依靠泵自身的调节无法达到目的，此

时智能控制系统根据发动机的转速或是扭矩变化，参与泵的斜盘角度（流量）调节，防止发动机出现憋车、冒黑烟、熄火等现象，这是功率匹配的基本功能。通过优化的功率匹配模块提高泵对发动机输出功率的吸收，使泵可以最大化的吸收发动机的输出功率，从而提高挖掘机的工作效率；根据发动机的等油耗曲线，让发动机尽可能得工作在省油区域，又能带来非常可观的燃油经济性；影响挖掘机操作人员舒适性的因素主要有振动、冲击、噪音，而这些因素主要是由发动机、泵的工作产生的，通过挖掘机智能控制系统中的功率匹配功能可以使发动机工作的更平稳，减少液压系统的冲击，使操作者获得了良好的体验，提高整机的舒适性。

## 辅助挖掘功能

虽然在工程机械行业的施工过程中，挖掘机承载着举足轻重的地位，但是往往解决的是施工问题，却不能保障工程精准度和质量，而且施工过程中和施工后工程不好测量。比如：挖掘一段很长距离的斜坡、沟渠、修正平面、深度挖掘等。

Hirschmann公司EICS系统的辅助挖掘功能可以解决这一问题，通过安装在挖掘机动臂、斗杆、铲斗上的CANopen信号角度

传感器实时测量出挖掘机的姿态和铲斗斗齿位置；通过差分GPS定位或激光定位技术确定目标点位置，在大屏幕的CAN总线电子监控器上动态显示斗齿与目标点相对位置，指导挖掘机操作者进行正确精准操作，保证施工的工程质量。

## 远程管理功能

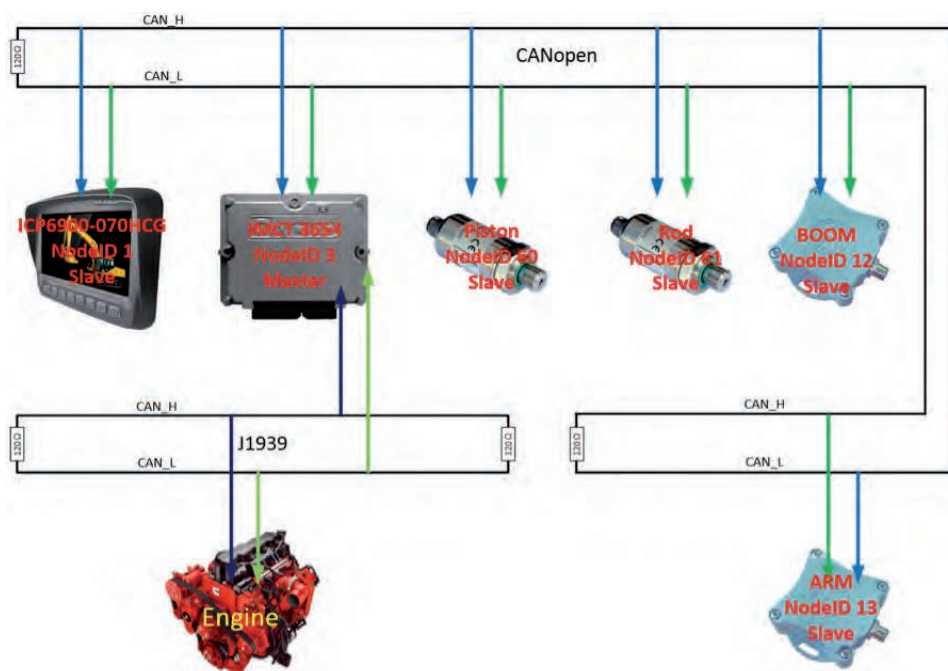
这里所说的远程管理包括：远程程序升级和工况信息回传存储。

OEM厂家想要不断提高自己的产品，必须要有大量的试验数据收集，如果全靠自己去实验，一定是项很大的人力、财力、物力、时间的投入，而且很多时候很难去模拟一些特定环境。仔细想想，其实客户本身就是最大的试验者：销售出去的挖掘机，通过对工况数据的整理，筛选出OEM厂家需要的数据，并对这些数据进行整理，找出之前的不足，然后再对系统进行改进，将改进后的程序再远程升级之前的车型，这是一个OEM厂家持续改进、追求卓越的过程。

之前的程序升级，存在以下问题：需要现场操作，升级周期长，维护不及时；服务人员现场升级，服务费用高；操作不方便；客户抱怨。Hirschmann公司的EICS系统针对这些问题提供了远程升级程序的

功能：要升级的程序通过Internet网络发送，经过Hirschmann电子监控器内置GPRS模块，将程序接收并保存到内部的存储器中，在下次系统上电时判断是电子监控器程序还是控制器程序，如果是电子监控器程序直接升级，如果是控制器程序，则电子监控器通过CAN总线以SDO数据包的形式将数据传送至控制器进行程序升级。

如今带有CAN总线技术的Hirschmann公司EICS系统已经成功应用到国内大部分挖掘机OEM厂家，并且Hirschmann公司生产的起重机械、港口机械、混凝土机械、桩工机械、路面机械、高空消防机械等控制系统也都正在应用着CAN总线技术。 ◀



图二：EICS系统部件CAN总线拓扑结构



# 消防网络CAN/SAE J1939应用—Emergency One

基于J1939的高层协议主要用于柴油动力传动系统应用以及卡车和公交车的车载网络(例如J1939-71/81)。Emergency One作为英国领先的消防救援及紧急车辆制造商之一,在所有生产车辆上引入CAN总线布线系统作为标准配置。

## 作者

Simon Evans  
易福门电子(上海)有限公司  
上海浦东新区张江张衡路1000  
弄15号,  
邮编: 201203  
info.cn@ifm.com

## 链接

www.ifm.com



**柴**油发动机制造商广泛采用CAN(控制器区域网络),CAN是用于汽车零部件间通讯和诊断的标准串行总线,通讯和诊断利用基于CAN的SAEJ1939协议(自动化工程学会)进行。SAEJ1939定义了电子控制单元通过CAN通信的规则和程序。

数据使用唯一标识符或PGN(参数组编号)从每个车辆部件接收或传播到每个车辆部件。PGN标识一条消息的功能和相关数据。例如,存在一个预定义PGN供参考,如发动机转速和变速器油压。

因此,现在可以在广泛的柴油动力应用中找到:车辆(越野)、船用推进器、发

电和工业泵。J1939应用现在包括公路建设机械、农业机械、卡车、公交车,甚至有些客车应用。

现在,机身建设者和机器集成器可根据SAEJ1939通过网关接口连接到主机车辆,通过PGN读取或写入,用户可以访问消息及其相关数据。在过去,与车辆传动系统的连接已根据车辆的牌

牌和型号利用平行硬接线及各种连接完成。重型卡车行业,如消防和救援车辆的供给车辆,其底盘和传动系统的电气接口现在已经完全可以实现CAN和SAEJ1939。Emergency One是英国领先的消防救援及紧急车辆制造商之一,专门为城市、农村和所有地

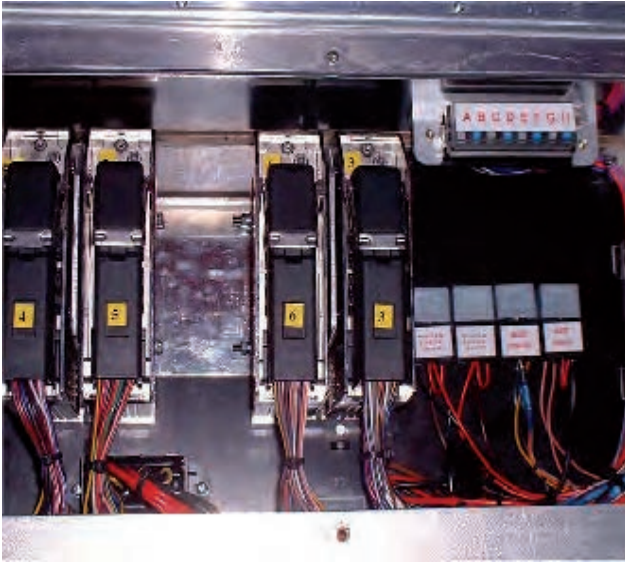
形的应用设计和制造抽水装置。

Emergency One(UK) Ltd.的常务董事Mike Madsen说明了为什么在卡车底盘上引入SAEJ1939是开发CAN控制解决方案的重要因素之一的原因。

Mike评论说,“火灾救援设备的标准构建规范非常广泛,很明显,随着电器装置的复杂性日益增加,我们的客户需要附加的安全性和操作特点,传统的汽车电气装置变得不再可行。”有了基于CAN的底盘,意味着可以消除大部分车身和驾驶室之间的硬接线,于是Emergency One决定在所有生产车辆上引入CAN总线布线系统作为标准配置。▶



## 针对CAN和CANopen的部件与解决方案



Emergency One选择易福门电子作为其控制系统合作伙伴。Mike解释了选择易福门的原因。“机器正常运行时间和功能的重要性是指，不能低估选择一种功能强大的、可靠耐用的控制系统的重要性。易福门的产品不仅在技术上可以满足我们的需求，而且还获批准用于汽车应用，正如我们预期的那样，这一系统很耐用、强大。最重要的是，易福门控制器有一个现成的SAEJ1939接口，让我们的机身制造商电气系统可以直接与主机机箱驾驶室沟通。”

虽然易福门制造的设备多种多样，但利用CAN总线以及提高产品设计标准使易福门能够开发一个标准的汽车接线机并在所有装置上进行安装——只有特定客户的逻辑程序有所改变。由此产生的劳动力节省可让我们来抵消和消化CAN总线硬件的成本。

除了电气装置的可靠性有所提高外，易福门还改善了故障查找诊断维修功能，另外在仪表盘上通过CAN键盘加入了平常的多功能开关（“999”、“到达现场”、“预先检查”等）。有了英国消防的持续鼓励和支持（基于用户要求反馈），CANbus系统可以将许多新的功能带到市场，如：

- ◆ 最高限速（标准为56mph），除非是应急响应（其中最高速度被限制）
- ◆ CANbus车辆数据记录仪（其可记录整个装置的所有活动——无需额外的、可能不可靠的信号布线）CANbus语音模块

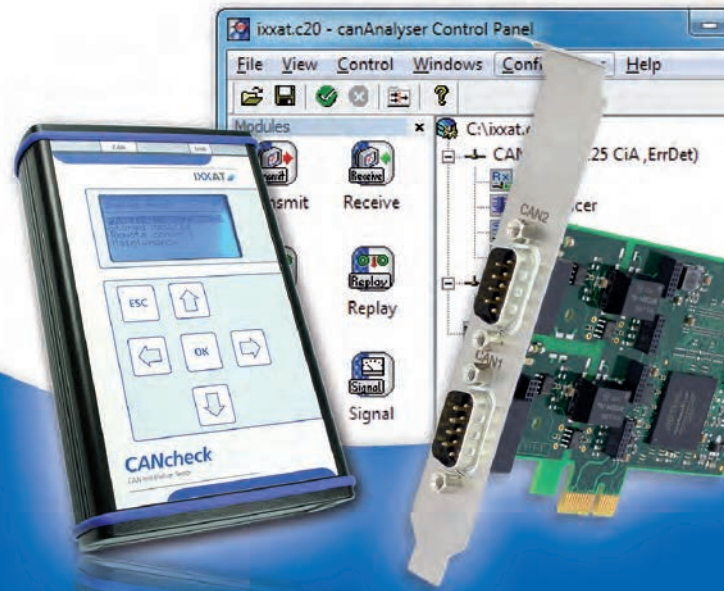
（配备多达255种可选的声响警告）

- ◆ 驾驶室内用户界面/数字显示模块
- ◆ 全自动抽水系统
- ◆ 自动驾驶室倾斜辅助梯门架

易福门的汽车CAN总线系统的开发仍在进行中——系统本身要求机身制造商经历一个陡峭的学习曲线。然而，有了易福门提供的技术支持和应用技术诀窍，加上价格也非常合理——从产品概念到市场的时间减少——我们向我们的最终用户提供了许多新的和创新的产品。

Emergency One将很多技术诀窍告知最终用户，仅收取很少的费用或不收取任何额外费用（CAN总线平台就位，向设备添加额外的软件驱动功能非常简单，同时由于其为模块化的系统架构，也很容易添加额外的硬件或对其进行改进）。

对于客户来说，最终的结果则是利用更简单、更直观的控制和用户界面提供更安全、更可靠的车辆和消防系统。



### CAN硬件

从分析与控制应用的PC接口卡，到中继器、网桥与网关-我们的产品涵盖广泛的应用。

### 分析与诊断

连接到CANopen与DEVICENET，IXXAT也可根据您的要求将协议软件集成到您的设备中。

### OEM解决方案与服务

作为经验丰富的服务提供商，我们为客户开发和制造硬件与软件解决方案，也可以修改我们的产品符合您的个性需求。



瑞典HMS工业网络有限公司北京代表处  
地址：北京市东直门外大街23号东外  
外交办公大楼505F  
邮编：100600  
电话：(010) 8532 3185  
网址：www.ixxat.cn

# 挖掘机系统在中国大型水利工程项目中的应用

南水北调工程是中国历史上最大的基础设施建设项目之一。工程中涉及到几十亿立方米的运输及数亿吨混凝土的摊铺。摩巴MOBA的挖掘机系统Xsite-LINK参与了此项空前的运河项目。

公司  
MOBA Mobile Automation AG  
Kapellenstrasse 15  
65555 Limburg  
swerle@moba.de

链接  
[www.moba.de](http://www.moba.de)



图一：南水北调--中线起始于北京丹江口

由中国政府发起的此次运河项目，主要用于解决中国北部地区水源匮乏的现象。近几年，在拥有两千万人口的北京，其地下水位正在以每年1.5米的速度下降。也就是说，人口越来越密集的大都市的用水供应问题变得越来越严峻。因此，中国政府将通过“南水北调工程”项目，将水资源从雨水充沛的南方调动到干燥的北方平原，来解决这个日益凸显的问题。此项工程将从三个方向分别修筑三条运河，总长度可达数百万米。

## 运河中线：高精度的工程

运河中线的修筑可达一百多万米长。中线是最重要的线路也是最难修筑的线路，因为除了要在河流中修筑大坝外，还需对各种类型的岩石进行清除工作。工程施

工公司包括拥有精尖技术的中水11局和武警水电：他们都装配了摩巴MOBA Xsite-LINK挖掘机系统，从而能够可视化施工，以便达到高精度标准的要求。在如此复杂的地况作业，前期施工的精确度决定了能否实现运河的顺利流通。“在修筑运河的施工过程中，无论是河床作业或是路堤作业部分，其斜坡角度必须达到与预期工程规划图中的高度一致，这也就对挖机提出了高精度的要求。正因为此，我们必须使用LINK挖掘机系统；通过它，我们能够在显示屏中看到精确的深度和已完成的作业斜面”，中水11局的装备部门负责人张工如是说道。

## 完美的工程需要精确的测量值

安装在铲斗，小臂，大臂和底盘上的四个传感器能够分别

记录各自的倾斜角度。通过这些数据计算出挖掘机的挖掘深度，倾斜的角度和铲斗的移动范围。Xsite-LINK系统的优点在于使用CAN总线技术，将所有数据通过稳定性更高的CAN总线传输，不但能够提高数据的准确度，也可以简化机械与控制器的连接。CAN总线将传感器数据集成后，只需一根电缆便可实现与控制器的连接，而无需再将每个传感器分别与控制器连接，从而大大的简化了连接方法。

系统通过安装在挖机臂上的激光接收仪探测到的激光束来确定参考高度。激光接收仪能够随着挖机的移动进行实时的高度调试，以便参考高度可以及时的传送给挖机驾驶员，从而精确作业。

LED箭头指示灯能够指示挖机是否已经挖到目标深度，或者是否已达到作业标





图二：运河修筑中：挖机使用摩巴系统



图三：只有达到精确的高度和坡度，才能确保运河修筑后，河流的顺利流通。



图四：机手只需看一眼显示屏便可获悉挖机铲斗位置—也可以知道需要挖掘的位置

准。传感器采集到的数据会进行实时处理并且生成实时文档或者生成显示在驾驶室内显示屏中的三维插图。这些数字数据能够显示出与参考高度的偏差值，也能够显示出机手是否还需要继续进行挖深操作。“即使在非常复杂的施工项目中，我们也能够减小误差并且能够达到精确的作业的要求。”“南水北调工程需要达到毫米的精确度。一旦达不到施工要求，我们必须进行后续的修补，这样不但会增加成本，也会拖延工期。”张工解释道。除了材料上的浪费，也会提高挖机的操作成本。

## 易培训，易操作

随着使用者的增多，系统的易培训性也逐渐成为一大优势。张工说：“这个系统使用简单，一教就会。新机手通过使用它，也能像老机手一样操作熟练。”他解释道：“比如，机手能够通过显示屏中铲斗的位置，迅速掌握已经挖到的位置和应该继续挖的深度。”过去，机手必须中断施工过程，进行手工测量挖掘深度，或者由另外一个人测量挖掘深度。但是，现在机手不用再间断施工等待测量。设备经理表示：“使用这个系统后，提高了施工速度。在相同的时间中，能够比以前多完成30%的工作量。”此系统还可以辅助挖掘机在夜间和水下进行作业。7英寸的显示屏中会实时显示铲斗的精确位置，那么，也就实现了夜间作业的可能。而系统的传感器有防水防尘功能，也实现了水下作业的可能。



LIN总线分析仪



键盘控制式CAN/LIN分析仪



CAN/LIN总线I/O控制器

## 全面的CAN/LIN解决方案

CAN/LIN接口 | CAN/LIN I/O模块 | 隔离转换器  
路由器和网关 | 开发包 | 应用软件 | 分析软件

详情请通过[sales@hkaco.com](mailto:sales@hkaco.com)联系我们

Lipowsky Industrie-Elektronik GmbH  
Darmstadt, Germany  
+49 6151-935910  
[www.lipowsky.de](http://www.lipowsky.de)

广州虹科电子科技有限公司  
华南理工大学国家科技园  
热线 400-999-3848  
[www.hkaco.com](http://www.hkaco.com)

# 电动汽车CAN网络的故障定位和干扰排除

与传统客车相比较，电动客车网络上的强电流干扰要求车辆上的通讯网络系统具有更高的鲁棒性，通过CAN网络分析仪可以对网络通讯的正确性，可靠性和合理性进行检测。

**作者**

周立功 黄敏思  
 广州致远电子股份有限公司  
 广州市天河区车陂路黄洲工业区  
 7栋2楼  
 邮编：510660  
 zyd@zlg.cn

**链接**

www.zlg.cn

广州致远电子股份有限公司  
 广州致远电子是中国最早进入测量仪器行业的企业之一，拥有研究与开发工程师近四百名，公司在全国主要城市都配备CAN网络技术工程师，可以为客户提供及时的服务，给出专业的测试报告与解决方案。

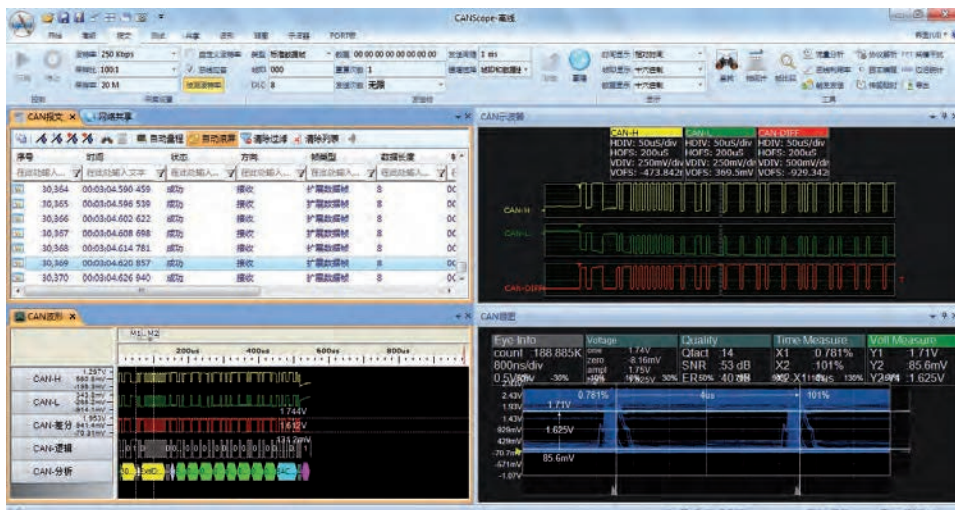


图1: CANScope软件界面

电动客车与传统客车不同，其是使用电池、电容来存储能量，然后通过逆变成交流，带动电动机驱动车辆。当客车加速或者减速时，逆变产生巨大电流变化，而形成强磁场干扰，通过动力线缆耦合到附近CAN网络，导致通讯延迟及中断，甚至会导致设备死机或损坏，结果仪表盘显示滞后，控制失灵。甚至会导致CAN收发器或者节点的损坏。按照通用的测试标准是很难发现并标定故障，无法及时在车辆检修时排除故障节点。广州致远电子股份有限公司与中国的客车生产商金龙客车合作，协助客户使用CAN网络分析仪“CANScope-Pro”定

位干扰、排除亚损坏CAN收发器，并制定车辆检修标定准则。为电动客车稳定运行保驾护航。

**测试设备介绍**

CANScope-Pro分析仪为CAN网络开发测试工具，集海量存储示波器、网络分析仪、误码率分析仪、协议分析仪及可靠性测试工具于一身，并把各种仪器有机的整合和关连；重新定义了CAN网络的开发测试方法，可对CAN网络通信正确性、可靠性、合理性进行多角度全方位的评估；帮助用户快速定位故障，解决CAN网络应用的问题。

**频谱分析——准确定位故障根源**

电动客车上装备有大容量的磷酸铁锂电池组和储能电容，车上CAN网络分为动力网络和BMS（电池管理）网络，两个网络通过网络来连接。由于传统客车没有强电流，所以一般都是采用非隔离的CAN收发器，而新能源客车使用变频器将电池的直流转换为能驱动电机的交流电，电流变化时从而产生很强的电磁脉冲，耦合到附近的CAN网络上。如图2所示。

CANScope-Pro通过FFT频谱分析统计，准确定位干扰源频率与逆变器频率吻合。如图3所示。

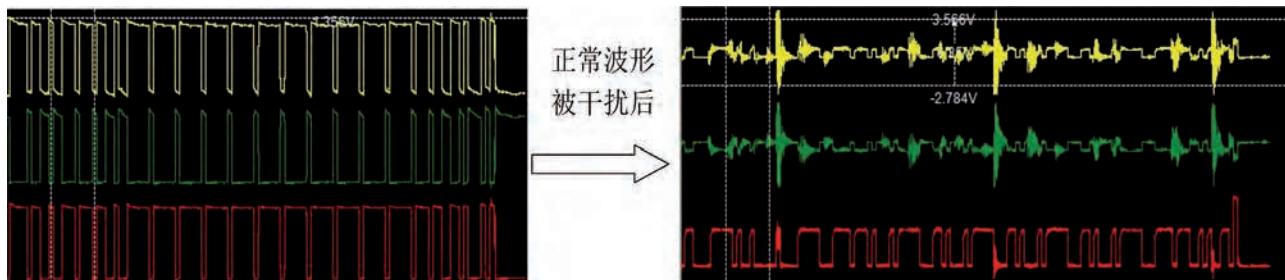
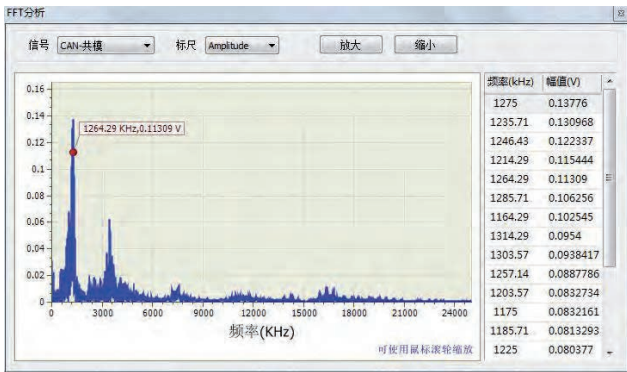


图2: 电动客车CAN网络被干扰波形





共模干扰统计

干扰幅度门限(V) 0.2

序号	幅度(V)	频率(Hz)	帧ID
48979	0.298	1.24034M	错误帧
49210	0.255	1.19643M	0E07FF07 H
48022	0.249	1.22501M	0F03FF0C H
47774	0.237	1.23704M	0E05FF0B H
47606	0.235	1.24436M	0E05FF05 H
47885	0.235	1.22388M	0E07FF01 H
46565	0.232	1.24444M	0E07FF0C H
42819	0.228	1.2239M	0E05FF0A H
47568	0.227	1.21392M	0E05FF04 H
48850	0.227	1.24648M	0E06FF0C H
46920	0.225	1.20522M	0E07FF0A H
48711	0.225	1.2252M	0E07FF04 H
47462	0.224	1.225M	18FF19F4 H
47809	0.224	1.2832M	0000FF41 H
50452	0.223	1.23704M	0F01FF03 H
49307	0.223	1.24815M	0F00FF01 H
47800	0.222	1.275M	0E06FF06 H
38758	0.222	1.26259M	0E05FF0C H

开始统计

图3: 频谱分析确定干扰源

明确干扰源后, 针对客户整改目标, 致远电子CANScope-Pro分析报告中提出了三个解决措施:

- 第一、客户后续研发产品的CAN网络接口均采用CTM1051隔离收发器模块, 实现电源和信号隔离限幅, 防止强干扰信号串入到主电路导致控制器死机;
- 第二、更换目前的线材, 采用绞距更密屏蔽双绞线, 提高线缆抗干扰能力;
- 第三、对于已经出厂的客车, 加装CANbridge隔离网桥, 保证车辆安全运行。通过整改, 干扰信号大幅度减小, 通过CANScope-Pro频谱分析, 已经可以满足安全运行的要求。如图4所示。

### 亚损坏的CAN收发器排查

CAN收发器是CAN网络通讯的信号传递通道, 负责将单片机的TTL电平转换为CAN网络电平, 是CAN标

准ISO11898系列中最基本的物理层芯片。如果CAN收发器不正常或者失效, 这个节点的通讯将受到致命的影响。

在电动客车的运营中, 工程师最怕现场出现“时好时坏”的情况, 如果CAN节点彻底不通讯, 则很有可能是收发器损坏, 那进行更换即可; 如果车辆运行时出现故障, 而将故障节点拆下来测试时, 却又可以正常工作, 这就非常头疼。

### 一. CANScope-Pro眼图分析方法

眼图是逻辑脉冲的重叠, 用于测量信号质量。通俗点, 就是把所有的“0”和“1”叠加到一起, 观测, 信号畸变程度的一种统计方法。例如CAN网络的ISO11898规定高速CAN的显性逻辑差分输入电压要大于0.9V。如图所示, 如果要让CAN网络正常通信, 眼图中灰色区域的电平最小值不能小

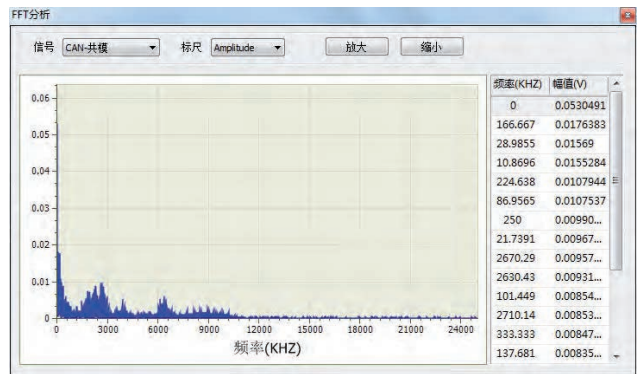
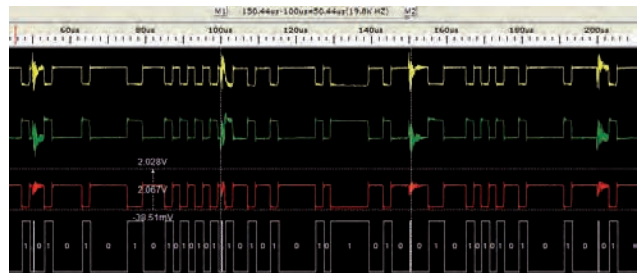


图4: 整改之后的波形与频谱分析

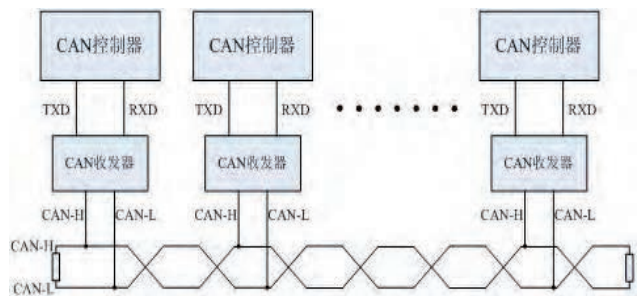


图5: CAN收发器在CAN网络中的位置

于0.9V。图6中使用CANScope-Pro的硬件眼图功能测量到的眼高为1.75V, 是符合通讯要求的。

### 二. 正常的CAN收发器波形眼图

对电动客车上正常的CAN节点做眼图, 可见没有明显畸变。

### 三. 亚损坏的CAN收发器波形眼图

对故障CAN节点做眼图, 可见故障节点虽然目前可以通讯, 但是波形已经发生畸变。超过显性阈值0.9V的宽度已达4.3us, 即表示此时故障节点发出的显性电平(逻辑0)的宽度为4.3us, 与标准的4us已经偏差0.3us。

可见在温度变化的情况下, 这个位宽度会增大, 最后导致网络波特率异常, 所有节点都会被其干扰, 由于程序中做了自恢复功能,

所以这个故障节点无法退出网络, 一直在干扰网络, 最终导致整车瘫痪。

### 四. 眼图反溯查找故障节点

在平时车辆检修中, 如果发现了有故障节点, 但是难以把全部节点都拆下来一个一个测试, 所以CANScope-Pro使用眼图反溯功能, 先对所有节点做眼图, 发现有异常波形, 做模板触发定位故障报文, 从而确定发出故障报文的节点。

### 五. 解决方案

针对客户整改目标, 致远电子CANScope-Pro分析报告中提出了四个解决措施: 第一、客户后续研发产品的CAN网络接口均采用CTM1051隔离收发器模块, 实现电源和信号隔离限幅, 防止强干扰信号形成直流耦合回路, 导致收发器损坏;



图6: 眼图分析幅值与脉宽情况



图7: 正常CAN收发器的眼图

第二、目前的车辆全部更换CAN收发器为更新型的TJA1051T,其耐压58V,静电等级为8KV(无需加TVS管),而老收发器PCA82c250耐压仅为36V,静电等级仅为2KV;

第三、程序中对于一直错误要进行极限处理,不可一直可恢复,如快速自动恢复5次后,延长恢复时间到秒级,保证其他节点可以发出数据。如果连续错误30次,将停止自恢复,避免把整车其他节点拖死。

第四、车辆的日常维护检修中,使用CANScope-Pro进行眼图分析,排查已经进入亚损坏的收发器,避免车辆运行过程中的故障。

### 可靠性测试提升系统鲁棒性

为了进一步提高电动车CAN网络系统的可靠性,致远电子使用CANScope-Pro为金龙客车制定了全面的可靠性测试:

- ◆ 位宽度容忍测试: 验证客车CAN节点在波特率波动情况下是否会死机;
- ◆ 报文压力测试: 验证客车CAN节点在大数据量负载情况下是否会死机;
- ◆ 错误波特率压力测试: 验证客车CAN节点在错误波特率情况下是否会死机;
- ◆ 抗干扰能力测试: 验证客车CAN节点在高强度干扰情况下是否会死机;

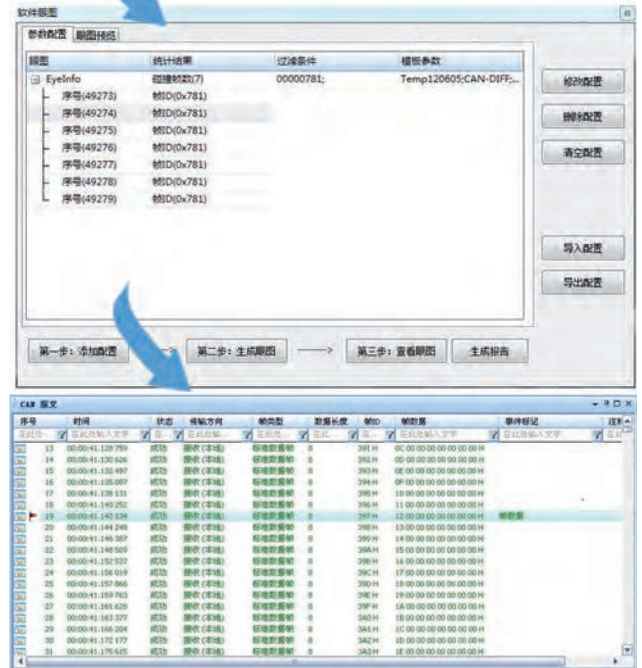


图9: 眼图反溯查找故障节点

- ◆ 总线短路测试: 验证客车CAN节点在总线短路情况下是否可以自恢复;
- ◆ 总线断路测试: 验证客车CAN节点在总线断路情况下是否可以自恢复;
- ◆ 容抗增加压力测试: 验证客车CAN节点能适应的容抗最高值;
- ◆ 总线网络阻抗测试: 验证客车CAN节点能适应的阻抗最高值;
- ◆ 对正负电源或地短路: 验证客车CAN节点在网

- 络对正负电源或者地短路情况下是否可以自恢复;
- ◆ 终端电阻变化压力测试等: 验证客车CAN节点能适应的终端电阻范围。

这些可靠性测试验证了客车CAN网络设备在这些极端的条件下的抗压能力和自我恢复能力,通过致远电子和金龙客车联合攻关,全面提升了金龙客车的CAN网络系统鲁棒性。



图8: 亚损坏CAN收发器的眼图





**Bauma  
China 2014**  
Meet us at bauma China  
November 25-28, 2014



## Highly Robust Operator Interfaces

### Usability

- Excellent sunlight readability
- Ability to display videos and PDF documents
- Programming and debugging facilitated by CODESYS®

### Performance

- Best-in-class CPU performance
- OpenGL graphics with hardware acceleration
- Fast boot-up time
- Instant-on with suspend functionality

### Connectivity

- Optionally GPS and GSM enabled
- Two camera interfaces with picture-in-picture functionality
- Up to 4 CAN interfaces

HY-eVision<sup>2</sup> Family



[www.ttcontrol.com/HY-eVision2](http://www.ttcontrol.com/HY-eVision2)



Safety  
Certified  
ECUs



General  
Purpose  
ECUs



I/O Slave  
Modules



Safe I/O  
Modules



Operator  
Interfaces



# 中国的CiA会员： 马年龙腾

中国作为工业设备生产大国，越来越多的设备生产商将眼光投向国际市场，从汽车自动化到工程机械，医疗设备，CAN总线及CANOpen技术越来越受到中国市场的重视，中国市场的CAN技术日趋成熟。

总部设在中国的CiA成员正在日渐增多。从地图上可以看出中国目前拥有的CiA成员 (22) 及其主要业务活动。当然，使用CAN和CANOpen技术的中国公司也正在增加。许多欧洲CANOpen设备制造商已在中国开办分支机构或发展了销售伙伴。另有一些非成员单位也在制造CANOpen设备。其中一部分已经申请了CANOpen厂商ID。迄今为止，CiA已经向中国公司发放了30份厂商ID。当然，还

有一些未获得正式厂商ID的厂家也在制造CANOpen产品。

2013年，中国本地CANOpen产品产量上升。在上海工博会上，多家本地品牌（如台达、埃斯顿、步科和欧辰）展示了采用CANOpen连接技术的工业控制设备。雷赛首次展出CANOpen伺服驱动器。在今年三月中国广州举办的国际工业自动化展上，其他中国公司也展出了更多CANOpen产品。

主要的问题在于系统集成。大部分欧洲CANOpen供应商提供系统设计服务。这造就了一种奇怪的局面，即设备制造商聘用的系统工程师数量相比其客户更多。另一方面，这意味着OEM和机器制造商丧失了系统设计技术。但是，这种状况即将改变。过去，中国的资金主要投入在国库券上。如今，国企正前往欧洲和美洲进行采购。他们买的是技术。早在2008年，中联重科就将意大利混凝土泵制造商Cifa收入

麾下。在接下来的几年中，其他主要的中国建筑机械制造厂徐工集团和三一重工分别收购了德国公司Schwing和Putzmeister，这两家公司也是混凝土泵技术的领先者。其他行业也见证了同样的趋势：为获得一揽子解决方案，中国政府收购了多家欧洲公司。去年，中航国际（北京）收购了特利丹公司的多个部门，并与多家飞机供应商进行密切合作。此外，中国国企占有德国洪堡公司20%的股份（洪堡公司是水泥厂建造

**CSR Nanjing Puzhen Rolling Stock**  
南车南京浦镇车辆有限公司  
会员自2008  
作为地铁和轻轨车辆系统设计者，该公司使用CANOpen作为其产品的内部网络。  
www.csrpz.com

**Nanjing Kangni Electronic**  
南京康尼机电股份有限公司  
会员自2008  
该公司生产的铁路车辆门可以选择CAN/CANOpen连接。  
www.kn-nanjing.com

**Nanjing Lektec Engineering**  
南京理学数据工程技术有限公司  
会员自2013  
该公司提供可连接CAN的GPS模块、倾角倾斜仪和编码器。  
www.lixuegps.com

**Estun Automation Co., Ltd.**南京埃斯顿自动化股份有限公司  
会员自2014  
该公司研发并生产CANOpen运动控制器及PLC产品，并提供运动控制解决方案。  
www.estun.com

**Xi'an Advantech Software**  
西安研华软件有限公司  
会员自2007  
该企业为其不同产品研发CANOpen接口，其中包括经CiA认证的CANOpen主控板。  
www.advantech.com.cn

**Xi'an Precise Measurement**  
西安精准测控有限公司  
会员自2013  
该公司生产的传感器包括CANOpen的倾角倾斜仪。  
www.siliconmems.com

**Guangzhou Zhiyuan**  
广州致远电子股份有限公司  
会员自2009  
除了广泛的CAN接口产品，该公司还提供从总线分析仪到示波器及评估板等CAN工具。  
www.zlg.cn

**Jari Institute**  
杰瑞科技集团有限责任公司  
会员自2013  
该国有企业设立了CAN和CANOpen系统集成和研究服务。  
www.jari.cn

**Taian Technology**  
台安科技(无锡)有限公司  
会员自2013  
提供频率逆变器和其他低压齿轮开关产品。  
www.taian-technology.com

**China Leadshine Technology**  
深圳市雷赛智能控制股份有限公司  
会员自2011  
该伺服电机公司在2013年底展示了其集成CANOpen的运动控制器。  
www.leisai.com

**Kinco Electric Shenzhen**  
深圳市步科电气有限公司  
会员自2008  
该公司开发并生产了系列CANOpen自动化设备，包括PLCs, HMIs, I/Os, 和运动控制器。  
www.kinco.cn

**Sino Medical-Device Technology**  
深圳圣诺医疗设备有限公司  
会员自2013  
该医疗设备生产企业已经研发了多种使用嵌入式CAN网络的医疗设备，包括输液泵、乳腺X射线设备、高压注射器等。  
www.sinomdt.com

**Softlink Automation System**  
深圳市欧辰自动化系统有限公司  
会员自2012  
除了CANOpen PLC家族产品之外，该公司也提供带CANOpen接口的I/O模块。  
www.softlink.cn



行业的市场领先者)。中国公司因此可以在新兴国家承接全套基础设施项目。

不过,欧洲国家的企业也正趋向于加强在中国的系统设计业务。例如,施耐德电气、伦茨以及费斯托正越来越多地为中国的机械制造商提供量身定制的CANopen解决方案。2013年的中国经济增长率为7.6%,中国政府预测2014年的增长率仍会达到7.5%。中国经济增长虽然有可能放缓,但仍然是世界上增长最快的国家之一。

2014年11月将举办的中国上海Bauma展将成为欧洲及中国CANopen设备供应商的重要展会。许多建筑机械都采用基于CANopen的嵌入式控制系统。去年,该行业遭遇了业务滑坡。但该行业在新兴国家的业务正处于上升期。三一重工(排名第6)、中联重科(排名第7)等中国公司似乎已经有所准备。他们拥有极其丰富的产品系列,包括专门为非洲、南美和南亚设计的产品。

为移动机械设计的CANopen控制系统主要来自欧洲,尤其是德国和北欧。CANopen传感器也主要在欧洲制造,如编码器和倾斜仪。许多中国OEM将这些产品运用在自己的机器上。但是,有一批中国公司已经率先供应用于移动机械、风力发电和太阳能跟踪光伏系统的CANopen产品。这些市场的系统设计服务已不再由欧洲公司独挡一面。多年来,CiA成员-上海派芬成功地将CANopen系统集成在移动机械中,所用设备来自欧洲各供应商。同样,国营的江苏杰瑞科技也开始为中国移动机械行业提供CANopen系统集成服务。

其他有着CANopen身影的行业也开始成为本地舞台的才俊。深圳圣诺医疗设备有限公司已在深圳开发和生产出数字式乳房X线照相术系统。该公司成立于2007年,早期立足于开发注射/输液设备。如今,这家企业已成为CiA成员,开始与业界三巨

头-通用电气医疗、飞利浦医疗保健以及西门子医疗展开竞争。这一市场的CANopen设备同样可以看到中国品牌的身影。CiA成员步科也是其中之一。

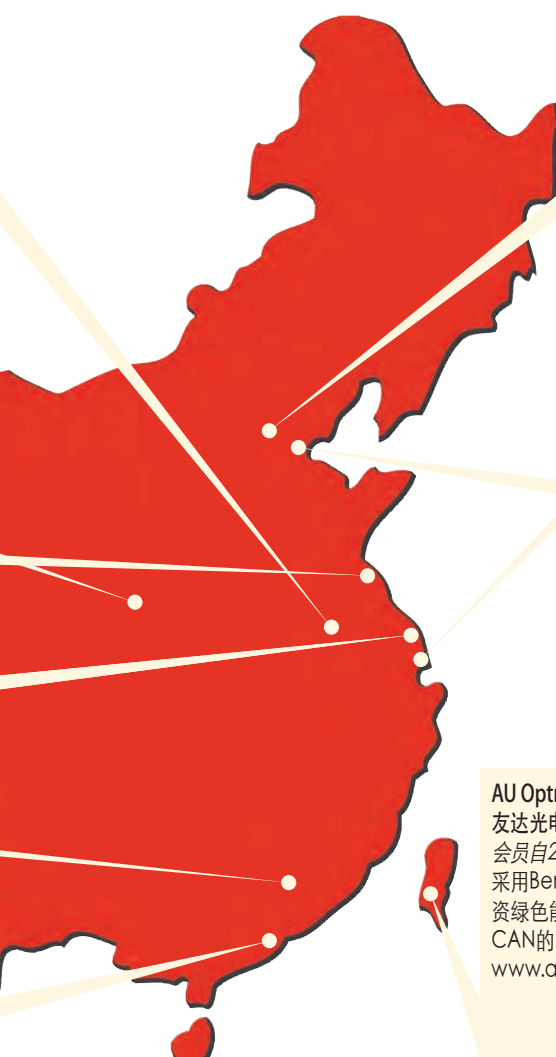
车载电子设备是又一个受CANopen影响的中国市场。CANopen在船只上的首例应用并非捕鱼船。CiA 302系列中规定的网络冗余是将CANopen改造用于海洋应用的关键因素。同时,有数个CANopen系统已用于各类船只上,如用于渔船的基于Codesys的控制器。国营研究所-中国单片机公共实验室作为前CiA成员提供的CANopen海洋软件包符合已撤销的CiA 307规范(其中一部分改编为CiA 302内容)。

中国汽车制造商也使用基于CAN的车载网络。虽然领先的汽车供应商还是在海外开发大多数可连接CAN的ECU。但是中国本地ECU开发者的业务仍在增长。然而,用于开发和测试目的

高端CAN接口板仍然在欧洲或美国制造。即使对价格敏感(尤其在中国),但性能和质量依然不可或缺。这正是ESD、Kvaser及其他供应商在中国取得成功的原因。

在当前的五年计划中,一项机械制造行业的革新举措已在展开。政府计划重点发展前沿市场的业务,并有政府研究项目对此予以支持。在地铁和通勤列车等本地公共交通领域,CANopen被作为车载专用网络的候选方案之一。CiA会员公司中国南车浦镇和康尼已经使用CANopen网络实现这一目的。而许多高校,如同济大学已经完成了部分技术的基本研究。

马年已于1月31日正式到来。更准确地说:这是木马之年。中国人相信,马的精神是中国民族精神的代表-坚持不懈,改善自我。今年,当与“木”元素联系在一起时,一切特质将更加深刻,这将让CANopen产品在中国更加蓬勃发展。



**Beijing Itekon Technology**  
北京爱泰益科科技有限公司  
会员自2013  
该公司的CAN接口产品及网关提供CANopen和J1939接口及CAN2层端口。  
[www.itek.net.cn](http://www.itek.net.cn)

**Shanghai Pal-Fin**  
派芬自控(上海)股份有限公司  
会员自2007  
该公司提供系统集成,特别是为移动机械,同时也是欧洲CAN/CANopen产品代理商。  
[www.pal-fin.com](http://www.pal-fin.com)

**Shanghai Gemple M & E**  
上海精浦机电有限公司  
会员自2009  
该传感器制造商为不同的应用领域提供CANopen编码器。  
[www.gemple.cn](http://www.gemple.cn)

**Sibotech Automation**  
上海泗博自动化技术有限公司  
会员自2011  
该网关专家提供CANopen和DeviceNet至Profibus-DP或Modbus产品。  
[www.sibotech.net](http://www.sibotech.net)

**Hein Lanz (Tianjin)**  
海茵兰茨(天津)工业技术有限公司  
会员自2013  
该编码器和draw-wire传感器制造商提供带CANopen和DeviceNet连接的产品。  
[www.heinlanz.com](http://www.heinlanz.com)

**Joint Peer Systec**  
正频企业股份有限公司  
会员自2010  
该公司生产可选择CANopen接口的多轴伺服控制器。  
[www.jps.com.tw](http://www.jps.com.tw)

**AU Optronics**  
友达光电  
会员自2014  
采用BenQ太阳能,并已开始投资绿色能源。未来将发展可连接CAN的电源管理系统。  
[www.ouo.com](http://www.ouo.com)

**Chieftek Precision**  
直得科技股份有限公司  
会员自2013  
该公司在沿行小型直线运动控制器的趋势同时,还将提供连接CAN的产品。  
[www.chieftek.com](http://www.chieftek.com)

**Fatek Automation**  
永宏电机股份有限公司  
会员自2010  
该PLC制造商提供了一个CANopen接口板和相关的开发工具。  
[www.fatek.com](http://www.fatek.com)

# 改进版CAN协议突破了目前的局限性

CAN FD (FD=Flexible Data-rate, 灵活的数据速率)突破了“传统”CAN协议的两大局限性: 1 Mbit/s的速度限制和最大为8字节的有效数据长度, 同时保证了原有的鲁棒性和可靠性。

## 链接

www.can-cia.org  
www.can-newsletter.org  
www.cia-productguides.org

CAN(控制器局域网)是一种非常坚固可靠的串行数据总线系统, 但是最高数据传输速度只有1 Mbit/s, 每条报文最大只能传输8字节。然而一旦采用CAN FD协议, 这些制约就不复存在。首批实现该技术的产品已在Plugfest中成功测试了其可互操作性。

为了响应汽车工业的发展倡议, 早在2年前, 博世公司就协同其他CAN专家发布了CAN FD协议(FD=Flexible Data-rate, 灵活的数据速率), 它同时能向下兼容被列入ISO11898-1国际标准的现行CAN协议。此次改进的基本思路很简单: 当总线仲裁关闭时 - 即仅允许一个节点发射数据时, 速率会提高, 到达ACK场之前, 数据速率会再次降低。与此同时, 数据场的长度扩充为最大64字节。当一份报文的有效数据变为8倍且由8倍速率传输时, 所需要的传输时间和以前基本一致。此时仅忽视多余的控制位。除此之外, 位填充的报文长度会根据数据内容变化几个位数。

传统的CAN报文与CAN FD帧之间的区别取决于先前的第一个保留位(r1)。如果这个FDF位是隐性的, 则表示这是一个CAN FD报文。由于目前的CAN控制器以错误报文应答隐性位r1, 因此在传输一条CAN FD报文时, 在网络中只允许支持CAN FD容错的节点激活。正在修订的ISO11898-1标准会针对今后的CAN控制器提出这一要求。在此期间, 进行CAN FD通信时, 可以将传统的CAN控制器设置为休眠状态, 随后再将其唤醒。依照ISO11898-6, 可以利用具备选择性唤醒功能的CAN收发器实现这一点, 在这种收发器中已经预设了CAN FD容错特性。

## 一条CAN FD报文的结构

图1所示为一条CAN FD报文的结构。帧头位之后是CAN标识符。因为CAN FD协议不支持远程帧, 所以RTR位会被忽略。根据IDE位可以区别该报文是采用11位标识符(IDE

显性)还是29位标识符(IDE隐性)。之后的FDF位用于区分传统的CAN格式和CAN FD格式。在保留位(r0)之后, BRS位为隐性时, CAN控制器在必要情况下会转换到更高的数据速率。如果在BRS位为显性时进行数据传输, 那么速度保持不变, 而且根据数据长度码(DLC), 最大可以传输64字节有效数据。在4位DLC之前, 会先行传输ESI位。ESI位指示CAN控制器的状态(显性=主动错误状态, 隐性=被动错误状态)。DLC编码的定义请参见表1。

下列数据场的最小长度是0字节, 最大长度是64字节。如果是CAN FD报文, 之后的CRC生成多项式的长度要么是18字节(有效数据最大为16字节), 要么是22字节(有效数据超过16字节)。在CRC场中设有固定填充位, 确保通信更可靠。在CRC分界位中(18位或22位)可转换到仲裁比特率。CAN FD报文的其余部分与带3位间歇场(IMF)的传统CAN报文一致。

## 理论与实践

理论上讲, 高速度只取决于运行时间补偿。在实验室中, 传统CAN收发器的数据速率可以达到15 Mbit/s。而在实践中, 即针对整个温度范围, 仍需考虑到一些局限性。这些局限性主要是由于收发器在低温环境下的不均衡性能表现造成的: 显性位变长, 隐性位则变短。除此之外, 仲裁相位中所允许的时间容错不能导致在快速相位中出现。因此, 速度的比率实际上被限制到了1:8(在250 kbit/s仲裁比特率下, 最大的数据速率建议为2 Mbit/s)。目前, CiA国际用户与制造商联合组织正在进一步推广应用CiA 601系列文件中所归纳的CAN FD网络。此外我们还建议在所有节点中使用相同的位定时, 这

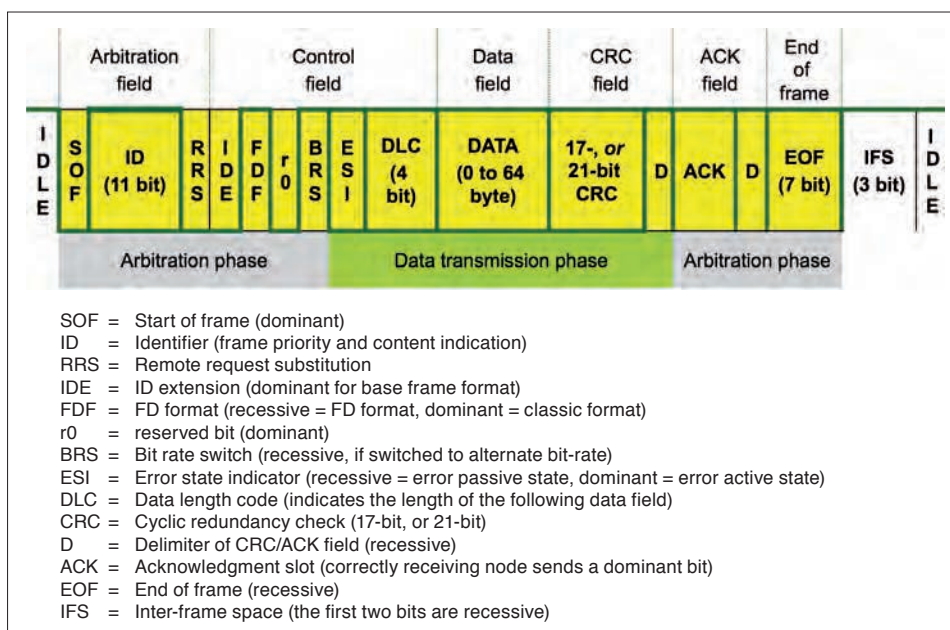


图1: 一条CAN FD报文的格式(基本帧格式, 11位标识符)



也包括采用相同的振荡器频率。当前推荐大家使用的是80、40和20 MHz。

客车制造商提出的一个基本要求是：使用相同的电缆和拓扑结构。在CIA总部举行的第一届CAN FD测试大会上就已经对此进行了试验。当时除了总线拓扑结构外，还建造了被动星型拓扑结构(带和不带中央连接电阻)。收发器制造商正努力完善自己的产品组件，以便实现更高的数据速率。第一批数据速率达到2 Mbit/s的芯片已经问世。

### 对高层协议的影响

目前大多数工业CAN用户使用CANopen等标准化高层协议，因此产生了一个问题，那就是CAN FD对CANopen的各项通信服务，尤其是对服务数据对象(SDO)和过程数据对象(PDO)有什么影响。根据已确认的SDO服务，可以通过CAN FD传输参数更长的报文。在一个4字节SDO开销中，针对一条报文可以读写60字节参数。在SDO分段传送时，因为开销相对减小，从而可以加速传输。

在我看来，未确认的PDO传输所具备的优势更关键。比如，凭借CAN FD，带一个PDO的主机控制器可以为多轴系统提供16位控制字和不同的规定值。因为只使用一条CAN FD报文(它会被所有的伺服控制器接收)，所以无需像之前那样进行同步。当然，状态消息仍须同步，以便记录同一时刻的所有实际值。

不过，CANopen设备及应用规范都需要相应的扩展。对于复杂的传感器而言，将有效数据扩展至最大64字

节也很有意义：例如，在石油工业中，CANopen网络可用于监控钻孔，届时还可使用多相流量测试仪等。最通用的CiA 402驱动器规范也将通过CAN FD获得显著的性能提升。凭借CAN FD，也可考虑将“昂贵”的CANopen协议用于多轴系统(例如用于实验室自动化的十字工作台、分配器和稀释器以及机械手复合夹具)。

类似的想法也适用于其他的传输协议(如汽车工业中的ISO-TP)和应用协议(如J1939、Isobus和

NMEA2000)。相应的组织和标准化管理委员会已获悉并开始讨论CAN FD对现有规范和标准的影响。针对ISO15765-2中列出的传输协议，已经出现了一些有关如何运用CAN FD报文的建议。2013年11月份在巴黎举行的国际CAN大会上也对进一步的应用方案进行了探讨。

### 总结和前景

CAN FD突破了“传统”CAN协议的两大局限性：1 Mbit/s的速度限制和最大为8字节的有效数据长度。由于CAN FD控制器也同样大量应用于汽车工业中，因此成本只略高于目前的CAN芯片。由于CAN FD控制器可以和兼容性收发器芯片及先前的电缆接头一并使用，所以丝毫不影响传输的出色鲁棒性。其可靠性也同样不输于应用至今的CAN网络。对于CANopen用户而言，在相同或更好的时间特性下，数据场扩展到最大64字节具有深远意义 - 特别是在鲁棒性和可靠性毫无损失的前提下，其优势尤为明显。

Holger Zeltwanger

表1: CAN FD协议中的数据长度代码

参考	DLC 1	DLC 2	DLC 3	DLC 4	长度【字节】
ISO11898-1	0	0	0	0	0
	0	0	0	1	1
	0	0	1	0	2
	0	0	1	1	3
	0	1	0	0	4
	0	1	0	1	5
	0	1	1	0	6
	0	1	1	1	7
	1	0	0	0	8
	1	0	0	1	12
CAN FD	1	0	1	0	16
	1	0	1	1	20
	1	1	0	0	24
	1	1	0	1	32
	1	1	1	0	48
	1	1	1	1	64



# DEUTSCHMANN - YOUR TICKET TO ALL BUSES

## UNIGATE® series - 灵活的解决方案

- UNIGATE® IC / 嵌入式总线接口 - 让您的设备迅速集成CAN/CANopen等各种总线接口
- UNIGATE® CL / 协议转换器 - 将所有串口设备连接CAN/CANopen等各种总线
- UNIGATE® CM / CANopen主站网关 - 将CAN/CANopen设备连接Profibus等各种总线
- UNIGATE® EL / 以太网网关 - 将以太网设备连接CAN/CANopen等各种总线
- UNIGATE® AS-i / AS-i主站网关 - 将AS-i网络连接CAN/CANopen等各种总线

Deuschmann中国:  
上海昱哲自动化技术有限公司  
中国上海市闵行区莘建东路58弄绿地大厦2号楼1711室  
电话: +86 (0)21 22816481  
传真: +86 (0)21 54136522  
sales\_pte@163.com  
www.pte-tech.com





# 可靠倾角测量范围达到360度

随着车辆、机器和重型机械对安全有效监控需求的不断提高，倾角传感器依靠其坚固外壳设计使操作更加简便。图尔克新一代倾角传感器家族能够测量每一种可能的倾斜角度。倾角传感器适用于从双轴检测并且具有CANopen 标准协议。

## 作者

Silke Kenzer  
图尔克(天津)传感器有限公司  
天津市西青经济开发区兴华四支  
路18号  
邮编: 300381  
marketing@turck.com

## 链接

www.turck.com.cn



图一：倾角传感器应用在飞机登机梯上

无论是监控收割机、农用机械、轮船、汽车、飞机还是控制自动售货机、机器人、太阳能电站，传感器都可以通过测量角度使其运行程序更加安全可靠。介于安全性和有效性是重要的竞争因素，传感器的易于操作性变得至关重要。为此，图尔克研发出

了倾角传感器家族，可以测量每一种倾角。

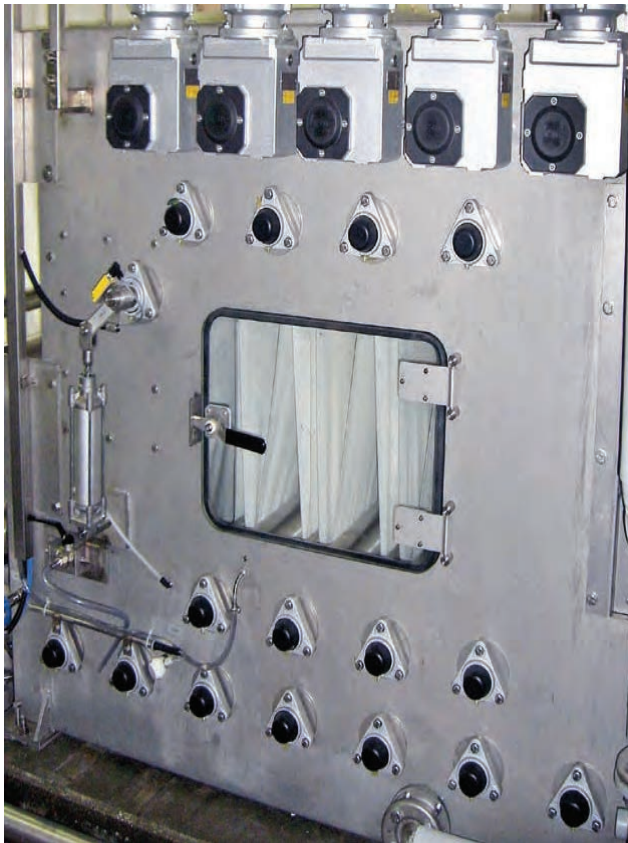
## 技术原理

所谓倾角是一个参照水平线和垂直轴的相对位置。位置的改变可以通过倾角传感器快速精确地监控。重力加速度是传感器测量

的参数。这种测量原理相当于使用铅垂线在重力场中发生方向改变。

图尔克倾角传感器基于微电子机械系统原理。制造核心为电子机械电容传感器部件，包含两个水平电容薄片。一个电容薄片中包含两个电容传导片。如果两个薄片的直流电压被





图二：倾角传感器应用在洗衣漂白机器上,监测调节杆张紧度

使用,则它们充电直到电极电压与直流电压相等。通过这样操作,电容电压与直流电成比例。两种电压相除得出电容。图尔克倾角传感器使用共同的中间极片形成微机械钟摆。如果传感器动作导致垂线位置变化,中间极片会调整其位置,传导薄片的电容会发生改变。

中间极片被设计成弹性钟摆。传感器工作就好比弹簧质量系统,弹簧由微米宽的硅条制成,主体部分的材质也是硅。通过弹簧支撑部分在加速和倾斜的作用下与参照电极发生位移,从而可测量出电容的变化。

### CANopen 协议亮点

图尔克 Q42 倾角传感器具有标准 CANopen 协议。它具有提供 10kBit/s 到 1MBit/s 波特率,高的采样率、宽带和振动调节。所有的测量数据和参数都是实物检测

所得。具体参数可存储到 EE-PROM。

### 坚固外壳

除了要求测量装置具有优质品质,探测信号和电子元器件的包装也对倾角传感器的可靠工作起到至关重要的作用。传感器的重复精度可达到测量范围的 0.1%,分辨率为 0.05°,此系数完全达到了最高精度要求。

传感器达到 IP68 防护等级。在 -25 至 70°C 温度下可持续工作 24 小时,水下一米工作 7 天,10 个温度循环冲击。

易于操作和管理与传感器的可靠性和坚固外壳同等重要。20mm 宽的 Q20L60 系列,立方体外形的 Q42 系列,可以很好地应用于多功能车、农用机械、工业起重机技术和工业化技术。传感器 Q20L60 在有两条对角线上有安装孔,Q42 边缘上有两个通孔使得安装更加快捷简便。

# 快速的CAN FD USB接口



Peak System是第一个实现FPGAs中的CAN数据链路层改进的公司之一。最近,该公司开发出了更多的CAN FD产品。

CAN FD是久经考验的CAN总线升级版,CANFD协议已成功通过了ISO委员会草案投票。现在PEAK-System公司正式推出用于电脑连接的两通道PCAN-USB FD系列。其中PCAN-USB FD提供一个CAN FD通道,而PCAN-USB FD Pro提供2个CAN FD通道和2个LIN通道,使用标准的D-sub接口。在一个最大64个字节的CAN FD报文帧,PCAN-USB FD的传输速率高达12Mbit/s。两个产品都支持USB2.0标准,并向下兼容USB1.1。设备驱动支持Window (8.1下至Vista)和Linux。

作为CAN FD增强的一部分,自带的监控软件PCAN-View已经升级到版本4。除了先前支持16进制的数据显示外,现在已经支持显示10进制或ASCII模式。此外,PC端的CAN接口可以设置为listen-only监听模式用于CAN总线分析。PCAN-USB FD和PCAN-USB Pro都可以通过PCAN-View显示CAN物理总线负载,并可以在CAN通信中生成特定的错误。随着软件版本4的发布,基于Window免费的PCAN-Basic API同样支持新的标准,允许用户开发的软件连接到CAN和CAN FD总线。

### CAN FD附加信息

随着CAN FD (Flexible Data rate, 灵活的数据速率)的稳健性和持久性,CAN规范已经拓展属性主要用于大量数据传输;更高的数据位速率达12Mbit/s,一个CAN报文的可用数据字节达64个字节成为主要特征。CAN FD向下兼容CAN标准,因此CAN FD节点可以同时存在于CAN网络中,不过在这个情况下CAN FD的拓展功能将不适用。

公司  
PEAK-System Technik GmbH &  
广州虹科电子科技有限公司  
广州市五山华南理工大学国家科技园2-504 邮编: 510640  
cqy@hkaco.com

链接  
www.hkaco.com  
www.peak-system.com





## 传感器家族

全新倾角传感器为不同应用领域的提供了各种设计方案。标准化程序的双轴倾角传感器提供模拟量电流、电压和辐射度输出。具有 $\pm 10^\circ$ ,  $\pm 45^\circ$  和 $\pm 60^\circ$ 角度。在特殊的操作领域,单轴传感器可以测量 $360^\circ$ 的范围。使用此类型传感器,用户在使用前可以有时间调整最恰当角度。单轴类型提供模拟量电压电流。

为了检测临界值,图尔克提供的另一种 $360^\circ$ 检测范围传感器并带有可编程开关点。在适配器上进行点击操作即可以根据客户需求设定开关点、跳变点和磁滞。传感器上面的LED灯显示当前的开关状态。◀

图三: 倾角传感器应用在多种建筑机械和车辆上



# Kvaser 发布了以太网产品

## KVASER ETHERCAN LIGHT HS

使用标准的 Kvaser API, 让您通过企业网络把 CAN 总线信息传输到电脑

[www.kvaser.com/ethercan](http://www.kvaser.com/ethercan)



如需CAN FD信息和产品更新，请访问

[www.kvaser.com/canfd](http://www.kvaser.com/canfd)

属于您的一站式  
完美CAN总线解决方案





# CAN/LIN 总线 硬件与软件方案

## ■ PCAN-Wireless Gateway

通过IP网络连接CAN总线 ...

PCAN无线网关可以通过IP网络连接CAN总线，CAN报文打包在TCP或者UDF数据包中，然后通过IP网络从一个设备传送到其他设备。

- 凸缘型塑料包装有效保护CAN转无线网关
- WLAN采用内置芯片天线(IEEE 802.11 b/g)
- 2个高速CAN通道，速率高达1 Mbit/s。
- CAN连接端子可选D-Sub或者Tyco汽车连接器
- CAN通道隔离电压高达500V
- 友好的网页接口进行设备配置
- 支持Linux操作系统(2.6.31版本)
- 超宽的工作温度范围-40至85℃
- 工作电压8至30V
- LAN或WLAN接口可选DIN导轨塑料包装

## ■ PCAN-Explorer 5

通用的CAN总线监控软件

- 可通过建立多网络的方式同时连接多个相同类型的硬件
- 简便的报文传输方式
- 清晰地显示带各种信息的CAN通讯状况(如错误信息,时间间隔,总线负载率等)
- 可编辑特征/解析报文(支持导入和编辑DBC文件)
- 可通过tracer功能以及4个通道的线性数据记录历史数据以及信号值
- 可设置多种灵活的过滤器
- 集成宏操作的VB脚本(比如实现逻辑控制等)
- 可通过插件的方式选择所需的功能,比如仪表盘控件或者J1939解析功能
- 支持Windows 8, 7, Vista (32/64-Bit)

PEAK-System Technik GmbH

Otto-Roehm-Str. 69,  
64293 Darmstadt, Germany

Phone: +49 6151 8173-20  
Fax: +49 6151 8173-29  
E-mail: info@peak-system.com  
Website: www.peak-system.com



中国经销商: 广州虹科电子科技有限公司

地址: 中国广东省广州市天河区五山  
华南理工大学国家科技园2号楼504-505  
(510640)

Phone: +86-20-3874 4538  
Website: www.hkaco.com

Fax: +86-20-3874 3233  
E-mail: cqy@hkaco.com

