

基于AS-i总线技术的实验台开发

■ 一汽解放汽车有限公司无锡柴油机厂（江苏 214174） 陈 意 吕 玮 姚洪飞

摘要：本文阐述某型号进口机床AS-i总线技术，并介绍与AS-i总线相关的硬件及软件，同时有针对性地设计一台AS-i总线实验台，完成调试应用。该实验台可用于AS-i总线失效分析、故障诊断、模块测试及应用研究。

1. AS-i总线概述

(1) AS-i总线。AS-i (Actuator Sensor Interface) 是“执行器传感器接口”的英文缩写，它是一种用在上层控制器（主站）和底层执行器、传感器（从站）之间双向交换信息、主从模式的现场总线，属于工业控制系统中的底层监控网络。

AS-i总线可以通过主站中的网关和多种现场总线（Profibus、Modbus、DeviceNet等）连接，构成更全面的总线控制系统。在整个总线控制系统中，网关作为上层现场总线的从站；而在AS-i总线中，网关作为AS-i总线的主站，连接其他AS-i从站。AS-i从站上连接各种传感器、执行装置，实现上层控制器对底层输入信号的采集，经逻辑运算后输出信号至执行装置。

AS-i总线具有系统开放、功能可靠及安装快捷等特点。在数控机床、生产装配线、物流分拣线等分布式系统中应用广泛，在国外工业发达国家已经获得广泛应用。

(2) AS-i总线在锡柴惠山工厂GROB机床上的应用。一汽解

放锡柴惠山工厂拥有现代化的重型车用柴油机生产线，包含4条金属切削及装配、校车、油封共7条生产线，其中6DM柴油机缸体缸盖金属切削生产线是两条引进德国GROB公司的生产线，AS-i总线技术在该生产线机床上应用广泛。

GROB G700系列机床共使

用4种总线，管理层的Ethernet总线、过程监控层的Profibus、ProfiSafe总线和现场底层的AS-i总线。图1所示是某台机床上普通网关和安全网关的拓扑示意图。

GROB机床经过多年的高负荷使用，部分AS-i总线部件出现老化，尤其是处于机床夹具上的AS-i从站及传感器，该类故障点



图1 GROB机床AS-i总线网络拓扑图

隐蔽性强、难以排查，严重制约生产线产能。现急需一台AS-i实验台，研究、测试AS-i总线通信机理，并对AS-i总线模块进行失效分析，模拟硬件和通信故障，有针对性地进行预见性维护，降低机床突发故障停机时间。

2. AS-i实验台硬件介绍

该AS-i实验台包含GROB机床AS-i总线主要模块，选择西门子PLC 300作为Profibus总线的主站，AS-i网关及AS-i安全网关作为Profibus总线从站。本AS-i实验台的网关配置2个I/O模块作为其从站，AS-i安全网关配置安全转接模块，安全检测模块和1个I/O模块，用于连接急停、门锁等输入和输出。

(1) 网关。网关将现场采集的输入信号传送给上层控制器，同时接收上层控制器的输出信号，是上层控制器和底层从站信号传输的桥梁。GROB G700机床使用两种类型的网关，必威（Bihl+Wiedemann）BWU1891型号的网关（以下简称网关）和安士能（Euchner）103267型号的带安全功能的网关（以下简称安全网关），如图2所示。

该网关连接众多从站模块，从站模块上连接相应的数字量输入和输出，例如各种接近开关、压力、流量传感器，气动、液压电磁换向阀；另外还有少量模拟量模块及输入输出，例如监控导管精加工微量润滑的传感器，控制电主轴高压切削液输出压力的比例阀等。

BWU1891网关集成显示屏、按键、AS-i总线回路接口、电源接口、Profibus DP接口及RS232

诊断接口等。技术人员可以直接在网关上进行从站地址分配，I/O地址查看，快速设置等操作。

安全网关除了包含普通网关的全部功能外，它还带有安全监控功能。和普通网关的标准总线不同，安全网关融合了安全总线、安全继电器功能，如图3所示。除了可以连接常规的I/O信号

外，还可以连接各种安全模块及部件，组成安全回路。例如，如果安全总线上的门锁，急停按钮被触发，会通过安全功能立刻切断机床的工作。

该安全网关支持三组安全回路，除了两组连接机床自身安全回路+ASi1-，机床与机械手也组成一组安全回路+ASi2-。如果一段工序中一台机床某个安全信号被触发，将会切断该段落机械手的动作，从而保证机械手和各个机床之间的安全运行。

所以说网关和安全网关作为现场总线底层网络与上层总线的连接枢纽，起着信号交换传输，安全监控的作用。

(2) AS-i电源。AS-i电源是



(a) 必威网关 (b) 安士能安全网关

图 2

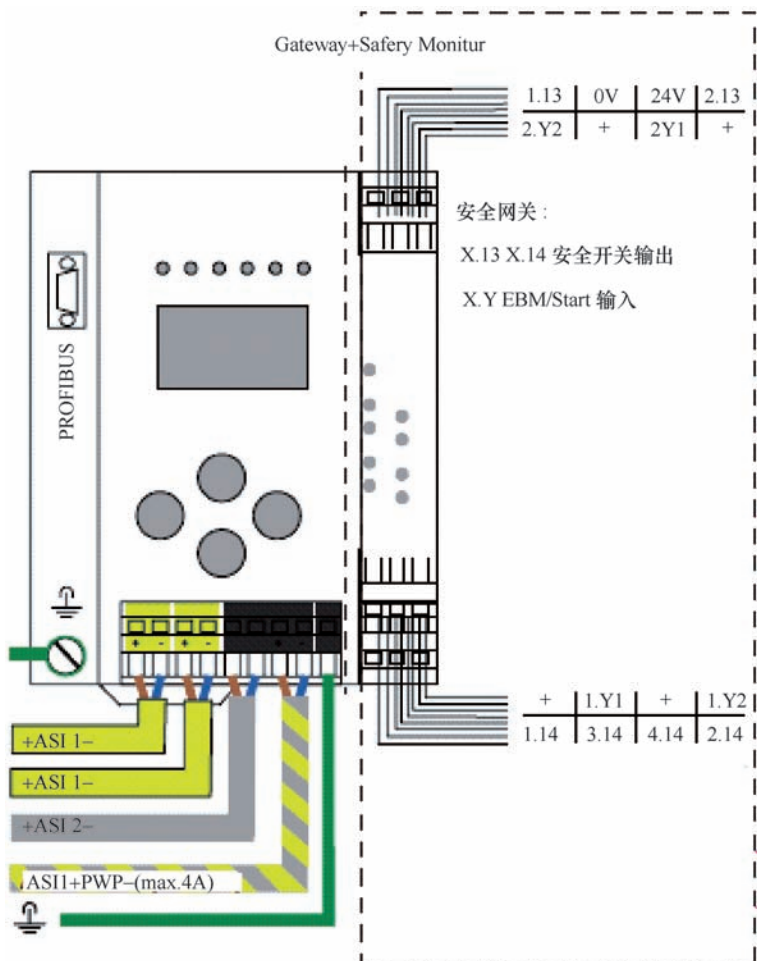


图3 安全网关AS-i回路及安全继电器示意图

AS-i总线中重要的组成部分，它不同于一般的直流开关电源，除了提供30V直流电源外，还具有数据去耦功能。AS-i总线的黄色电缆，既能传输30V直流电压，又能进行信号传输。

输出执行机构一般需要较大电流，所以另外配置普通24V直流电源，辅助电源可以选用西门子SITOP开关电源，如图4所示。该类电源安全可靠、输出电压稳定、工作效率高，具有一定的过载能力。

(3) AS-i电缆及I/O模块，如图5所示。AS-i电缆最显著的外部特征电缆颜色是黄色的，它采用双芯非屏蔽电缆，穿刺式连接，安装简单快捷，电缆橡胶本身具有自愈性，穿刺后防护等级仍然达到IP67，适用于现场恶劣的环境。



图4 西门子SITOP 24V电源和必威30V电源



(a) AS-i电缆



(b) 辅助电源电缆



(c) I/O模块

图 5

I/O模块作为AS-i总线系统中的从站，它负责连接传感器、执行装置的各类I/O信号。机床使用的I/O模块有数字量、模拟量模块和与安全监控有关的模块。图6所示是西门子3RK系列4输入4输出数字量模块，该模块配置灵活，任意一个M8接口也可用作两个点，只需四芯电缆即可将输出点的引脚4和引脚2用作OUT1和OUT2。

为适应机床夹具内部恶劣的加工环境，可以使用Lumburg数字量I/O模块，此类模块采用一体浇注成型，防护等级达IP67。

除了常规的I/O模块外，西门子还推出专门应用于安全总线的模块，其中安全转接模块是专门为满足安全等级的应用而设计的，可用于连接门锁。西门子安全检测模块代替了传统的单个安全继电器功能，可转接普通急停按钮等非AS-i部件。

(4) AS-i软硬件工具。

① AS-i编址器，如图7所示，是AS-i总线模块安装调试过程中不可缺少的工具，在首次安装AS-i从站模块或者更换新的从站模块时，必须对从站模块写入地址。使用西门子AS-i编址器将需

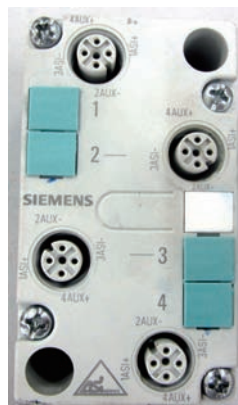
要的地址写入模块内部存储器中，便于AS-i网关识别，操作简单便捷。② AS-i安全网关配置软件（ASiMon），如图8所示。ASiMon用于组态AS-i总线中安全从站相关的信息，可定义安全输入信号输入后相关联的安全开关（OSSD）是如何输出信号的。例如，将安全从站、急停按钮、门锁及外部条件等进行相应的逻辑配置，最终应用到安全继电器输出。组态后下载到安全网关中，安全网关完成对所有安全检测模块编码识别。③ AS-i分析仪（见图9）及AS-interface Analyzer。AS-i分析仪用于检测AS-i网络的通信质量，是不可缺少的故障诊断工具。AS-interface Analyzer软件可以对采集的数据统计、触发跟踪及分析。结合该软件，分析仪就可以对AS-i网络进行检测分析。例如，可以检测到哪些从站处于错误的接地线报警（Earth Fault）状态，通过分析错误状态等级，优化AS-i总线网络应用。

3. AS-i总线技术应用实例

(1) AS-i总线实验台。按照设计要求绘制接线图，准备相关备件安装，编制测试程序。同时



(a) Lumburg模块



(b) 安全转接模块



(c) 安全检测模块

图 6

结合AS-i诊断仪和软件分析其通信报文，AS-i实验台安装如图10所示。

结合已经调试完成的西门子PLC实验台，使用Step7进行硬件组态，如图11所示。在Profibus总线中，配置必威网关DP地址为11，16Byte I/O地址、12Byte报文接口地址和8Byte模拟量输出地址。例如，16Byte I/O地址为Byte 80-95，如果分配网关从站模块地址为10、11，那么模块10的I/O地址为I85.4-I85.7、Q85.4-Q85.7，模块11的I/O地址为I85.0-I85.3、Q85.0-Q85.3。



图7 AS-i编址器

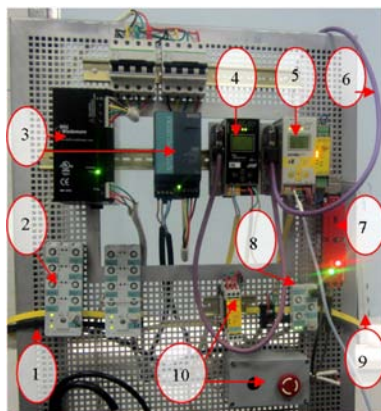


图10 AS-i实验台

- 1.AS-i总线及辅助电源总线
- 2.AS-i网关的从站和I/O模块
- 3.AS-i电源、辅助电源
- 4.AS-i网关
- 5.AS-i安全网关
- 6.Profibus总线
- 7.AS-i安全门锁
- 8.AS-i安全转接模块
- 9.AS-i安全网关的从站和I/O模块
- 10.急停按钮及安全监测模块

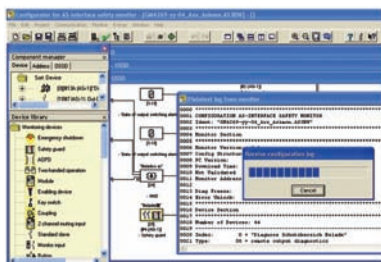


图8 ASiMon软件下载组态到安全网关

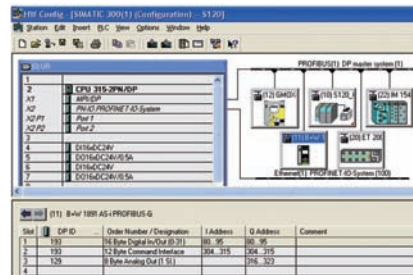


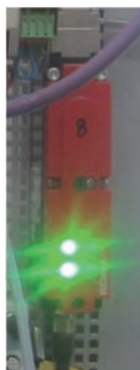
图11 硬件组态



图9 AS-i分析仪



(a) 门锁打开



(b) 门锁关闭



(c) 安全继电器K1输出

(2) 通信测试阶段。使用AS-i诊断仪，分析实验台从站和主站之间的报文通信，其报文一二次比较错误率 $<1\%$ ，全部显示绿色，说明试验台目前各个从站部件都正常。

针对现场某台偶发AS-i接地故障的机床，进行AS-i故障回路检测，如图14所示，发现从站与主站之间一二次报文比较错误率在 $1\% \sim 5\%$ 之间时，此时诊断仪检测从站状态为黄色，而机床及AS-i安全网关未产生报警，所以说可通过诊断仪发现该隐蔽故障。完成检测后利用设备检修时间对有潜在故障的模块进行更换。从站与主站之间一二次报文比较错误率 $>5\%$ 时，从站则显示红色，表明有严重错误产生，此时机床产生报警，同时诊断仪也可以统计出显示红色的从站，这时候就需要配合图样排查具体的

图 12

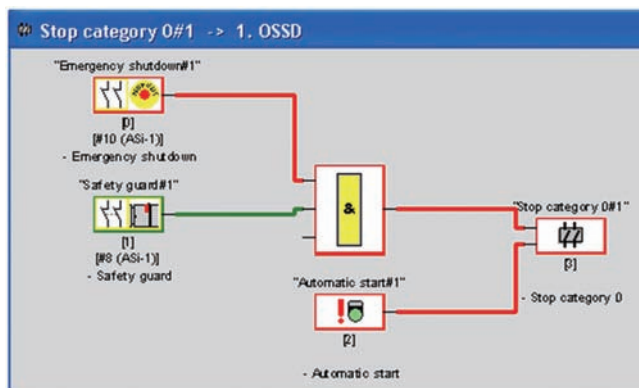


图13 急停按下后的监控图



图14 机床AS-i回路检测

故障点了。

4. 结语

经过一段时间的学习，深入了解AS-i总线技术。通过实施自制实验台，对AS-i总线主从工作原理、常见AS-i模块应用、AS-i安全总线工作模式及AS-i通信机理均有较深刻的理解。同时结合AS-i分析仪及配套软件的使用，

为今后生产线疑难故障诊断、模块测试及设备预见性维护打下基础。

AS-i总线作为现场总线底层网络，因其软硬件系统完整、安全可靠、应用便捷，和其他现场总线配合使用时经济实用，相信今后AS-i总线技术将在工业控制领域中得到越来越广的应用。

参考文献:

- [1] 王俊杰, 王序. AS-i现场总线原理和系统[M]. 北京: 机械工业出版社, 2012.
- [2] 姜建芳. 西门子S7-300/400 PLC工程应用技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2012.

MW (收稿日期: 20160413)

我国首台套120万t/年乙烯三机试车成功



日前，沈阳鼓风机集团股份有限公司在中国海洋石油总公司（简称“中海油”）、中海油惠州炼化公司、壳牌公司、中国石化工程建设公司等大力支持下，经过近两年的潜心研制，成功缔造出120万t/年乙烯三机，这是继2013年央视财经频道播出的“大国重器”——百万吨乙烯之后，沈鼓集团在乙烯领域又一新的力作。

120万t/年乙烯压缩机组是中海油惠州炼化公司二期项目配套核心机组，由于该机组技术含量高、工艺制造复杂，世界上只有美国GE、德国西门子、

日本三菱等极少数著名公司能够研制。120万t/年乙烯三机的研制成功，标志着沈鼓集团重大装备的研制能力越上了新台阶。乙烯被誉为“石化之母”，按一个百万吨级的乙烯项目投产计算，可带动下游1 000多亿元的产业投资。“油化一体化”既是国际大型石油化工企业发展的通用模式，也是我国乙烯中长期发展规划的精髓。

在过去十多年时间里，沈鼓集团在国家相关部委、中石化、中海油等公司铺就的国产化道路上，以“敢为人先”的精神，先后为辽宁华锦、武汉乙烯、镇海石化、天津石化、惠州炼化研制了乙烯装置使用的各类压缩机组（45万t/年、80万t/年、100万t/年、120万t/年），填补了国内技术空白，标志着我国大型乙烯机组研制水平达到一个新高度，进入了世界先进水平的行列。惠州炼化二期项目的核心装备乙烯、丙烯、裂解气压缩机，全部由沈鼓集团承制并首次实现该等级压缩机组的全部国产化，其意义十分重大。