

“AS-i 安全工作”技术机理及其工程应用

王永华¹, 李 霞², 曹雪华¹

(1. 郑州轻工业学院 河南省信息化电器重点实验室, 河南 郑州 450002;

2. 郑州轻工业学院 网络管理中心, 河南 郑州 450002)

摘要: 介绍了底层设备级现场总线执行器传感器接口 AS-i 的安全工作技术的工作原理和组态软件 Asimon 的编程方法, 分析了其满足和实现欧洲机器安全控制标准 EN954-1 的措施。基于 AS-i 安全工作技术完成了一个在电力行业现场总线控制系统中的实际工程应用项目的设计, 详细解释了系统硬件组成和组态程序设计。实验室调试的结果表明: 使用安全型的紧急停车按钮或单传感器输入触点的安全型从站可实现 EN954-1 中 2 类以下的安全等级要求; 使用双传感器输入触点的安全型从站, 则系统保护可以达到 EN954-1 标准中 4 类安全等级的要求。AS-i 独特的安全工作技术在整个现场总线控制系统的设备安全和人身安全的保护中实现了较高的效能。

关键词: AS-i 安全工作; 安全监视器; 现场总线

中图分类号: TP 23

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2007)11-0060-03

0 引言

在自控系统中, 对人身安全和设备安全的考虑应该是第一位的, 如果一个系统没有安全措施或安全措施没有达到标准的要求, 则该系统是不能安全使用的。执行器传感器接口 AS-i (Actuator Sensor-interface) 是目前应用广泛的设备级 I/O 现场总线, 对 AS-i 安全工作 (AS-i safety at work) 技术的研究和开发也是个热点。标准的总线系统不允许传递基于安全及保护的信息^[1], AS-i 的安全措施基于对安全信息的传递进行扩展, 并采取了相应的处理方法, 它既满足了安全工作的要求, 又不改变系统的结构和通信协议。它实现了从传感器、数据传送到智能控制及执行机构的全方位安全工作。AS-i 的安全从站, 如紧急开关、安全光幕、安全位置开关等, 可以像一般的从站一样接在 AS-i 网络中, 它们的信息传递协议也和正常的 AS-i 通信协议一样。因为不能依靠 AS-i 主站处理这些安全信息, 所以在 AS-i 安全工作中的关键设备是一个安全监测控制器, 它被设计用来和 AS-i 主站一样接受相应的安全从站的信息, 起到实时监测并及时对故障信息进行处理的作用。在工作过程中, 一旦发现安全从站的信息异常或有紧急情况发生, 它能使用自己的两路控制输出做出及时的反映, 切断相关设备或电源, 从而起到保护作用。

1 AS-i 安全工作技术的实现机理

安全工作的前提是基于传感器、安全从站、控制单元、主站和传输网络的。哪个部分出现问题或紧急情况出现都能反映出来。AS-i 的每个安全从站都

设计有自己的一套编码, 该编码由 32 bit 二进制数组成, 按每 4 bit 分成一组, 像一般的从站一样和主站进行数据交换, 只不过主站不用它们的编码数据。安全监测控制器和主站一样同时接收这些数据。对每一个安全从站而言, 它的编码数据内容和每一组数据的排列顺序是固定的, 而且是唯一的。对 32 bit 数据而言, 这样不同的组合和排列可能有 0.4 亿个, 但实际使用的约有 100 万个。

AS-i 安全工作技术的主要研发者 Leuze 电气公司定义了大约 95 万个编码, 并把它们分配给安全从站的制造商, 这样在安全从站出厂时, 它的编码已经固化在其存储器中^[2]。

在系统正常工作时, 这些编码按顺序和主站通信, 同时监测它的安全监测控制器也接收这些数据。安全从站在每个循环周期发出 4 bit 的序列码, 这样 32 bit 编码需要 8 次循环周期才能发完, 然后再从头开始循环。紧急按钮按下或安全从站传感器有效时, 会产生一组特殊的编码“0000”, 它会马上插入到目前的发送序列中, 优先发送。在系统工作前, 通过组态软件已经把相应安全从站的编码写到了安全监测控制器中, 安全监测控制器实时地接收这些编码并把它们和存储器中的正确编码比较, 一旦发现编码的内容或顺序错误或编码为“0000”, 则自身的执行机构立即动作, 进行安全保护。图 1 所示为 AS-i 安全从站和安全监测控制器的工作原理示意图。

从安全从站发出错误编码到安全监测控制器输出大概需要 35 ms, 完全达到了欧洲机器安全控制标准 EN954-1 中所有类别的要求^[1]。如前所述, 安全从站是按 4 bit 一组的方式顺序发送安全序列码的, 急停按钮或安全检测传感器动作时发送的也是 4 bit 一组的“0000”。但对于 EN954-1 中安全类型 3 以上的情况, 当单个故障发生时, 系统不是马上动作, 而是要保持原有功能。为了实现类型 3 以上的安全要

收稿日期: 2006-10-16; 修回日期: 2007-01-26

基金项目: 河南省教育厅自然科学基金基础研究计划项目 (2007510 025); 河南省信息化电器重点实验室基金项目 (06010301)

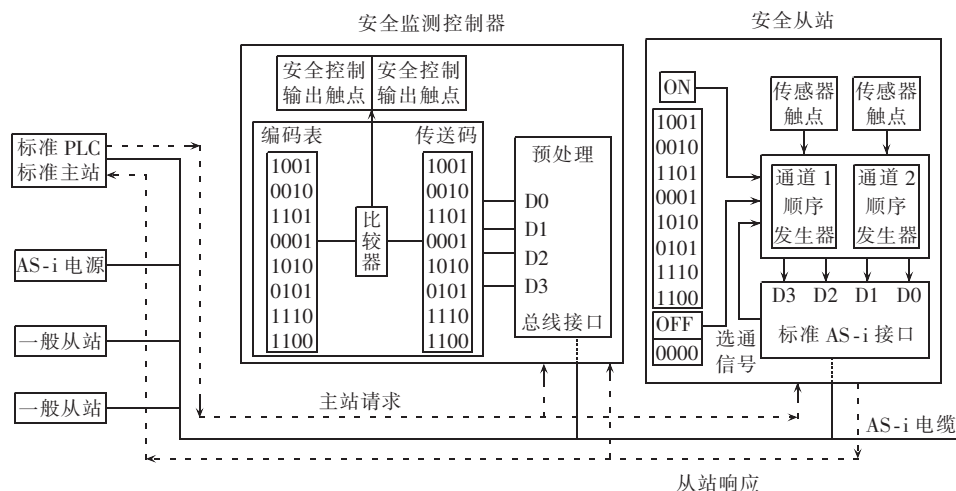


图 1 安全从站和安全监测控制器的工作原理示意图

Fig.1 Working principle of safety slave station and safety monitor

求,该类的 AS-i 安全从站配置了 2 路常闭触点的输入通道,它把 4 bit 一组的序列码拆为 2×2 bit,这就意味着 2 组 8×2 bit 相互分立的编码要分别传送。

例如,对于“0000”,当收到一个“00”时,还要等另一个“00”的到来,当 D0、D1 位的“00”和 D2、D3 位的“00”同时存在时,才算有一次“0000”。对于 3 类以上的安全要求,AS-i 中的设计是当故障情况出现 8 次以上(例如在连续的 8 个 AS-i 循环周期中从站发出的都是“0000”),安全保护输出才动作。而对只有一个输入通道的故障信号到来的情况,例如 D0、D1 位的“00”或 D2、D3 位的“00”出现 8 次以上,系统也会发出一个确认信号,这也满足了安全类型 4 的要求。图 1 中的安全从站就拥有双输入通道。

每个 AS-i 安全监测控制器可以有一个输出保护通道 OSSD(Output Safety Switching Device),也可以有 2 个相互关联或独立使用的输出保护通道,每个通道由 2 个互为冗余的继电器组成^①。按照编制好的动作条件和程序,当系统出现安全事故或有紧急停止要求时,AS-i 安全监测控制器保护输出通道动作,在 EN954-1 中相应安全类别规定的时间内切断它的保护对象。它的输出控制方式可以设置为 EN60204 标准中规定的 0 类停止模式、1 类停止模式或两者的混合模式^②。

从 AS-i 安全工作的原理可以知道,它可以监测到通信中断、报文错误、安全从站损坏和响应丢失及延迟等故障,更能监测到人为安全故障,它能对从传感器、从站、主站、控制器到通信过程等设备和环节起到保护作用,所以它属于一种全方位的保护措施。

2 在电力系统现场总线控制系统中应用

在一个电力系统现场总线控制系统 FCS(Field-bus Control System)中^[3],设备级 I/O 的现场总线采用 AS-i 来完成分布范围较大的现场开关量设备的逻辑控制,这样既实现了整个系统彻底的分散控制,也增加了系统的可靠性和灵活性,AS-i 同时也为上层现场总线(如 PROFIBUS-DP)提供所需要的现场设备的开关量信号。在一个高危险性的设备旁,

为了人身安全增设了安全防护措施。这种保护手段是利用现有的 AS-i 网络来完成的,这样不仅大幅降低了安全措施的实施成本,也提高了安全事故发生时保护动作执行的快速性,同时也使得整个系统的设计更加合理。

如图 2 所示,在高压设备周围设有围栏,当需要对该设备进行检查维护时,需要先断电;如果没有断电就进入围栏内,则在一定的距离内,就会发生生命危险。所采取的保护措施是在围栏入口内安装有 1 组安全型垂直光幕,光幕包括 1 个发送器和 1 个接收器,面对面安装,接收器中的二极管可以接收来自发送器中的红外 LED 发送的短光脉冲;在高压设备处前方的最小安全距离处安装有另一组安全型垂直光幕。当有人在没有切断电源进入围栏内,首先第 1 组光幕给出检测信号,AS-i 安全监测控制器的一路输出发出声光报警信号;如果闯入者不停下来,还继续前行,则当其进入最小安全距离范围内时,第 2 组光幕给出检测信号,AS-i 安全监测控制器的另一路输出动作,切断高压设备的电源,从而起到保护作用。

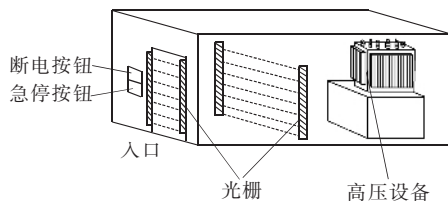


图 2 电力系统高压危险设备保护过程示意图

Fig.2 The safety measures for high voltage devices of electrical system

该 AS-i 系统中的有关安全方面的传感器和接触器有^③以下几种:

- ① VERWER A. Teaching materials for certification AS-i engineer training course. Manchester, UK: Profibus Competency Centre, Manchester Metropolitan University, 2003.
- ② As-interface Association. As-interface safety at work — safety now included, 2003.
- ③ Siemens. 工业通讯及现场设备, 2004.

a. 安全监测控制器选用 Siemens 的双输出通道产品;

b. 光幕传感开关 1 (“PSW1.1”和“PSW1.2”)采用双输入通道安全从站型,分辨率 50 mm,长度为 1 800 mm 的标准光幕;

c. 光幕传感开关 2 (“PSW2.1”和“PSW2.2”)同上;

d. 用于声光报警的指示灯 HL 和电铃 HA;

e. 切断高压设备电源的接触器 KM。

AS-i 安全监测控制器及外围接线图如图 3 所示^①。图中,1.Y1 为 EDM 1 输入端,1.13、1.14 为第 1 路保护输出通道 1,1.23、1.24 为第 1 路保护输出通道 2,它们共同控制声光报警;2.Y1 为 EDM 2 输入端,2.13、2.14 为第 2 路保护输出通道 1,2.23、2.24 为第 2 路保护输出通道 2,它们共同控制接触器 KM, KM 用来切断高压危险设备的电源。安全从站像一般从站一样串接在 AS-i 网络中。

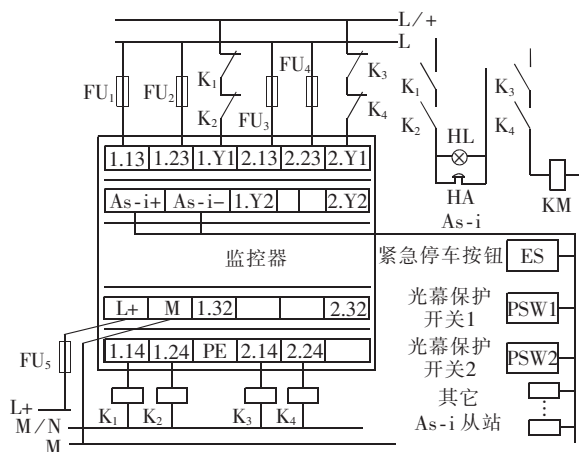


图 3 AS-i 安全监测控制器及外围接线图

Fig.3 AS-i safety monitor and its peripheral wiring

AS-i 安全监测控制器使用前必须用相应的软件(如 asimon)对其进行设定和组态,使用 asimon 时必须先编写安全控制逻辑,asimon 的组态顺序和编程要点是^②:

a. 所有和该 AS-i 安全监测控制器有关的安全从站、外部监测设备 EDM(External Device Monitor)(用于监测接触器)按 OR 和 AND 逻辑功能相连,其最终逻辑结果必须为“1”,才能使安全监测控制器的输出处于闭合的安全状态;

b. 启动装置决定 OSSD 的初始化检测,启动装置为 ON 后,才能完成启动条件的置位,所以它必须被完成一次,当第 a 步的逻辑结果为 OFF 时,启动条件可被复位;

c. 在完成第 b 步后,输出装置的电路在内部被释放,然后按照所进行的组态和其它设置参数等控制 OSSD 的输出,对设备和人身进行有效的安全保护。

本系统 AS-i 安全监测控制器的 OSSD 组态逻辑比较简单,没有并联的安全逻辑和时间逻辑控制,组态时按照 asimon 中的顺序要求把各个设备拖曳到指定位置即可。检查无误后把它下载到监测控制

器中,就可以进行系统调试和运行了。

在实验室进行的调试中,保护输出采用 0 类停车模式(即无控制停车模式),对按下紧急停车按钮的情况,能实现 2 类以下的保护;AS-i 安全型从站 2 个光幕开关,除完成偶发元素的干扰造成的通信差错外,由于各自都采用了双传感器检测输入信号,系统保护可以达到 EN954-1 标准中 4 类安全等级的要求,避免了由于偶然因素造成的不必要的保护输出动作,间接地保护了整个系统。在实际工程中,本方案和采用其它保护方案或措施相比,它在保护的智能化程度、保护等级、系统调试等方面的优越性都是不可比拟的,在硬件投资方面本方案可节约硬件以及安装调试成本 50 % 左右。

3 结语

作为设备级的现场总线,AS-i 正得到越来越广泛的应用。“AS-i 安全工作”技术保证了最大限度地满足欧洲和国际上安全标准的要求,AS-i 安全工作的实现方法巧妙而有效,并且成本低廉。该方法为在总线条件下实现系统的安全工作提供了成功的范例。研究和开发有关总线安全方面的实现机理和相关产品已成为工业自动化领域的一个热点,这里对“AS-i 安全工作”技术机理的研究、介绍,以及在电力系统中的应用举例可为进行相关的研究和开发工作提供指导和借鉴。在基于现场总线的控制系统中,采用基于 AS-i 安全工作的技术实现系统的安全保护,不仅在现场总线安全保护技术上具有很高的先进性,而且还可以节约大量的投资和成本。

参考文献:

- [1] KRIESEL W R, MADELUNG O W. AS-interface — the actuator - sensor interface for automation [M]. Auflage, Germany: Carl Hanser Verlag Munchen Wien, 2001.
- [2] BECHER R, MULLER B, SCHIFF A, et al. AS - interface the automation solution — a compilation of technology, functionality and applications [M]. Gelnhausen Germany: AS-interface Association, 2002.
- [3] 王永华, VERWER A. 现场总线技术及应用教程——从 Profibus 到 As-i [M]. 北京:机械工业出版社, 2007.

(责任编辑:康鲁豫)

作者简介:

王永华(1963-),男,河北武安人,教授,河南省信息化电器重点实验室学术带头人,主要研究方向为先进工业自动化技术集成、信息化工业测控电器与系统、工业控制网络与系统的研究和应用(E-mail:wyh@zzuli.edu.cn);

李霞(1962-),女,河南济源人,高级工程师,主要研究方向为计算机网络技术研究、开发和应用;

曹雪华(1980-),女,河南扶沟人,硕士研究生,主要研究方向为工业控制网络技术和应用。

① Siemens. asimon—AS-i safety monitor operation manual, 2002.

② Siemens. asimon—AS-i safety monitor configuration software for MS - windows, 2002.

AS-i safety at work technology and its application

WANG Yong-hua¹, LI Xia², CAO Xue-hua¹

(1. Key Lab of Information Electrical Appliances of Henan Province, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450002, China; 2. Network Management Centre, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: The working principle of “AS-i (Actuator Sensor-interface) safety at work” technology for field devices at fieldbus level and its configuration software Asimon are introduced. Its measures to meet EN954-1 standard for machine safety control is analyzed. A fieldbus control system for a real project of electrical industry is designed based on AS-i safety at work technology. The system hardware structure and software configuration are detailed. Experimental result shows that, the safety category 2 of EN954-1 can be met by using emergency button or safety slave station with single sensor input, while category 4 can be met by using safety slave station with double sensor inputs. AS-i safety at work technology plays a more efficient role in fieldbus control system for devices and person safety.

This project is supported by the Fund of Natural Science Foundation Research Program of Education Bureau, Henan Province (2007510025) and the Fund of Research of the Key Lab of Information Electric Apparatus in Henan Province (06010301).

Key words: AS-i safety at work; safety monitor; fieldbus