

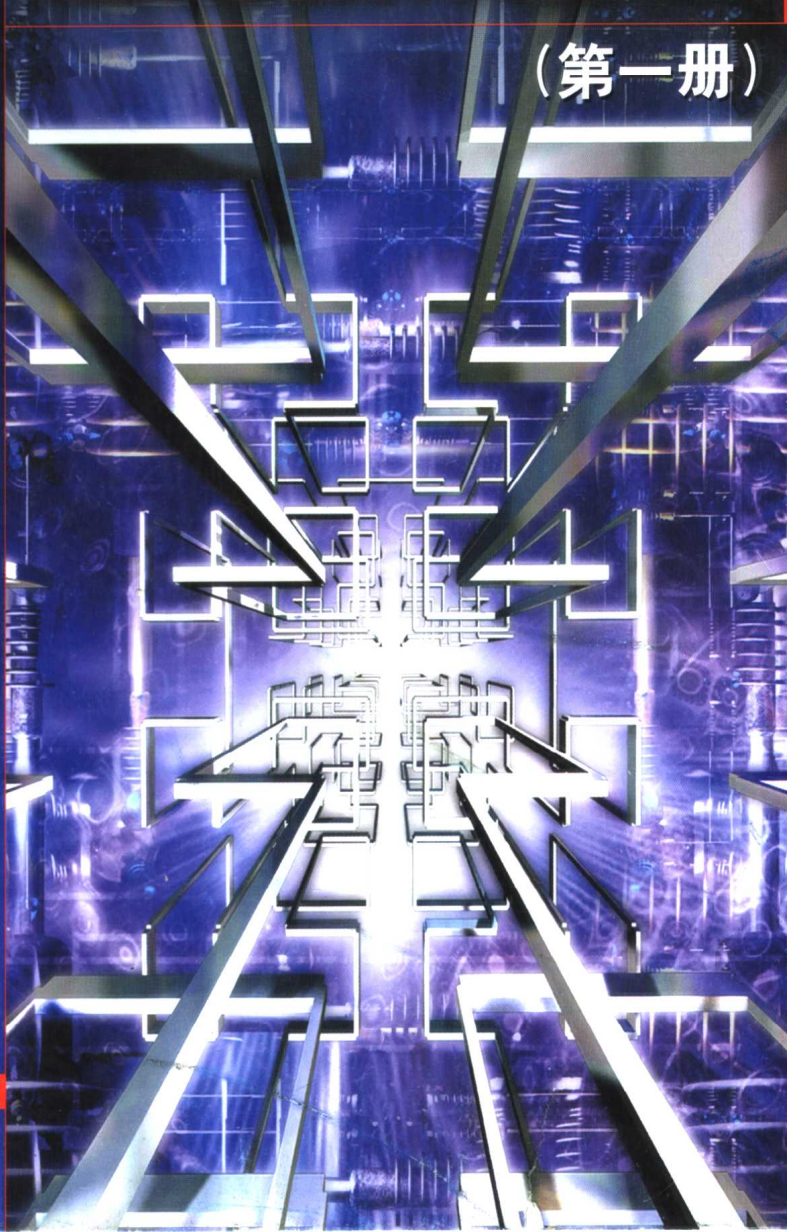
现场总线与 工业以太网网络 应用技术手册

张 浩
谭克勤
朱守云
主编

XIANCHANG
ZONGXIAN
YU
GONGYE
YITAIWANGLUO
YINGYONGJISHU
SHOUCE

(第一册)

上海科学技术出版社



现场总线与工业以太网网络 应用技术手册

(第一册)

张 浩 谭克勤 朱守云 主编

上海科学技术出版社

内 容 提 要

现场总线与工业以太网技术是现代自动控制技术和信息技术相结合的产物,是下一代自动化设备的标志性技术,是改造传统工业的有力工具,同时也是信息化带动工业化的重点方向。目前,国际上有关的许多著名制造企业都注重现场总线与工业以太网技术在其主导产品中的应用,国际上也涌现出多家著名现场总线与工业以太网技术供应商。国内对现场总线与工业以太网技术的需求也日益增加,在石油、化工、冶金、电力、机械、交通、建材、楼宇管理、现代农业等领域和许多新规划建设的项目都需要现场总线与工业以太网技术支持。为此在收集国外主要现场总线与工业以太网技术和设备供应商的资料基础上,编著此手册。手册包括现场总线技术与工业以太网概述、产品技术标准、主要产品技术数据和典型应用等内容。本手册除了向国内相关设计院工程人员提供设计技术参考以外,同时也可供高校和研究院所有关专业教师和研究生作为教学研究参考之用。

图书在版编目(CIP)数据

现场总线与工业以太网应用技术手册.第1册/张浩,谭克勤,朱守云主编.—上海:上海科学技术出版社,2002.8

ISBN 7-5323-6518-2

I.现... II.①张...②谭...③朱... III.①总线
自动控制系统-技术手册②工业企业-以太网
技术手册 IV.TP273-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 036901 号

上海科学技术出版社出版发行

(上海瑞金二路 450 号 邮政编码 200020)

商务印书馆上海印刷股份有限公司印刷

新华书店上海发行所经销

2002 年 8 月第 1 版 2002 年 8 月第 1 次印刷

开本 787×1092 1/16 印张 22 字数 120 千

印数 1—3 200 定价:36.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,
请向承印厂联系调换

张 浩	谭克勤	朱守云	主 编
朱志浩	陆剑峰	谢小轩	副主编
吴启迪	夏德海	钟才杰	审 稿

序

现场总线和工业以太网技术是近年来出现在工业控制领域的新兴事物,在机电制造工业、化工等流程工业、智能建筑和小区、现代设施农业、环保和水处理企业、微电子工业等方面获得了非常成功的应用,提高了信息与系统的集成度及生产和管理的效率。

该技术目前还在进一步深入发展之中,许多设计院和企业中的工程技术人员迫切希望能对现场总线和工业以太网这一新兴技术的理论、技术标准、主导产品和典型应用有进一步的了解。为此组织了有学校、研究所和知名制造企业专家组成的编写小组编辑了现场总线和工业以太网应用技术手册,期望能比较系统地介绍现场总线和工业以太网技术的发展概况,并以应用为目的,指导和帮助企业工程技术人员正确规划设计和选用现场总线和工业以太网技术产品。如对提升企业技术水平和效益有所帮助,则是我们编写出版本书的最大初衷。同时我们也希望本书成为高校相关专业师生了解控制技术发展和工业应用的参考。

由于编写过程和出版周期较短,书中错误和不当之处难免,希望读者给予指正。

希望本书的出版能起到抛砖引玉的作用,成为同行交流提高的基础,为中国的工业自动化事业作出贡献。

同济大学校长
吴启迪教授
2001年10月

前 言

现场总线与工业以太网是当今计算机、通讯和控制 3C 技术(Computer, Communication and Control)发展汇聚的结合点,是下一代自动化设备的标志性技术,它是改造传统工业的有力工具,是信息化带动工业化的重点方向。

全球化网络经济和知识经济的发展,对信息的流通和共享提出了重大的需求,现场总线与工业以太网网络技术的发展顺应了这个发展趋势,它在国际上已经形成了一个巨大的市场。中国对现场总线与工业以太网网络产品的需求也日益增加,并将成为一个对其具有巨大需求的新兴的市场。许多自动化从业人员希望得到更多的现场总线与工业以太网网络技术支持和应用产品支持,为此本书应运而生。此外,希望我们能助于中国形成自己的现场总线与工业以太网网络产品产业和应用市场。

本书内容包括:现场总线与工业以太网网络发展概述;现场总线与工业以太网网络技术的理论、方法和体系结构;现场总线与工业以太网网络技术和产品的标准;主要的现场总线与工业以太网网络技术产品的模块和系统详细的技术;现场总线与工业以太网网络技术的主要应用领域以及结合部分现场总线产品和技术服务机构进行具体典型应用实例的介绍。由于现场总线与工业以太网网络产品为数众多,本手册将分册出版,第一册将包含 INTERBUS、PROFIBUS 和 DEVICENET 等典型产品,其余产品将陆续编辑出版。

本书主编为张浩教授和谭克勤、朱守云高工,副主编为朱志浩高工和陆剑峰、谢小轩博士。全书由吴启迪教授、夏德海教授级高工和钟才杰教授级高工审稿。本书的开篇由谭克勤、朱守云、张浩等专家编写,第一篇由杜品圣、杨斌等专家编写,第二篇由刘岩专家编写,第三篇由刘健、蔡忠勇、高涵等专家编写。此外,在编辑的过程中获得了李琦、柳刚先生以及上海科技出版社朱剑编辑等的大力支持,作者表示衷心感谢。

本书内容丰富,对国内机电制造工业、化工等流程工业、智能建筑和小区、现代设施农业、环保和水处理企业、微电子工业等从事现场总线技术领域研究和实践工作的设计院工程技术人员和科技人员有参考价值,也可供大学自动控制、土木、机电、机械制造、计算机和企业管理等工程专业高年级学生、研究生作为教材和教学参考书,以开拓眼界,增加知识面。同时可满足交叉学科的需求,便于与国际上先进国家的教学和科研进行接轨。

作者于同济园

目 录

开 篇 现场总线与工业以太网技术发展概述	1
第一篇 INTERBUS 现场总线技术应用	15
第一章 现场总线的描述	16
第二章 通信技术在工业上的应用——串联数据传输协议	20
第三章 INTERBUS 传输方法的构成和原理	26
第四章 INTERBUS 复合式数据协议结构	39
第五章 INTERBUS 的模块	45
第六章 INTERBUS 的自动化控制系统	55
第七章 INTERBUS 自动化控制系统的应用实例	64
第二篇 PROFIBUS 现场总线技术原理及应用	69
第一章 PROFIBUS 基础	70
第二章 PROFIBUS - DP 的总线设备类型和数据通信	86
第三章 SIMATIC S7 系统中的 PROFIBUS - DP	95
第四章 用 STEP7 编程和组态 PROFIBUS - DP	103
第五章 DP 用户程序接口	119
第六章 使用 PROFIBUS - DP 进行数据通信的实例	151
第七章 PROFIBUS - DP 的诊断功能	179
第八章 安装和调试一个 PROFIBUS - DP 系统	201
第九章 其他与 DP 相关的 STEP7 功能	207
附录 1 词汇	211
附录 2 缩写	225
第三篇 DEVICENET 设备层现场总线技术	229
第一章 概论	230
第二章 DeviceNet 概述	231
第三章 DeviceNet 和 CAN	240
第四章 DeviceNet 连接	245
第五章 DeviceNet 报文协议	251
第六章 DeviceNet 通信对象分类	258
第七章 网络访问状态机制	261
第八章 预定义主/从连接组	263

第九章 指示器和配置开关	269
第十章 DeviceNet 物理层和介质的要求	274
第十一章 配置网络电源	282
第十二章 设备描述(Profile)概述	286
第十三章 设备描述(Profile)	296
第十四章 配置	311
第十五章 DeviceNet 和 IEC 标准	326
第十六章 ODVA 简介	328
第十七章 DeviceNet 产品一致性测试	330
附录 1 用于 DeviceNet 总线技术的 CAN 器件	331
附录 2 世界各主要 DeviceNet 产品/制造商分类表	332

开 篇

现场总线与工业以太网网络 技术发展概述

第一节 前言

现场总线与工业以太网是近年来自动化控制领域出现的高新技术,它集中了自动化控制技术、网络通信技术、计算机等多种科技成果。由它组成的双向、串行、数字化的开放式自动化控制系统,在国内外得到了迅速发展和应用,使传统的自动化控制系统发生了重大的变化,其技术革命的深度和广度在自动化控制领域是空前的,越来越受到电力、冶金、交通、石化、楼宇、建材、轻工、纺织、矿山、环保、机械制造等行业的广泛重视和应用。

现场总线是一种工业数据总线,它是自动化领域中计算机通信系统最底层的低成本网络。根据国际电工委员会 IEC61158 标准定义:现场总线是指安装在制造或过程区域的现场装置与控制室内的自动装置之间的数字式、串行、多点通信的数据总线。

现场总线技术基本内容包括:以串行通信方式取代传统的 4~20mA 的模拟信号,一条现场总线可为众多的可寻址现场设备实现多点连接、支持底层的现场智能设备与高层的系统利用公用传输介质交换信息。

现场总线技术的核心是它的通信协议,这些协议必须根据国际标准化组织 ISO 的计算机网络开放系统互连的 OSI 参考模型来判定,它是一种开放的七层网络协议标准,多数现场总线技术只使用其中的第 1、第 2 和 7 层协议。

目前世界上现场总线的类型很多,虽然从理论上来看一种现场总线可以面向所有控制领域,但是鉴于技术流派、经济效益,特别是商业利益的关系,直到目前为止还没有一种现场总线能覆盖所有的应用面。同时现场总线技术的不断发展,使多种总线并存的局面还可能存在相当长的时间。现场总线按传输数据的大小来分,一般可分为三类:即传感器总线(Sensor Bus),它的数据宽度为位(bit)(如 AS-i、Seriplex);设备总线(Device Bus),它的数据宽度为字节(byte)(如 Interbus、CAN 等);数据流现场总线(或以 block 计)(如 FF、Profibus、World-FIP、P-Net 及 Lonworks 等)。

第二节 现场总线技术的主要特点

一、数字化的信号传输

无论是现场底层传感器、执行器、控制器之间的信号传输,还是与上层工作站及高速网之间的信息交换,全部使用数字信号,实现了高速、双向、多变量、多站点之间的通信。

二、开放式、互操作性、互换性、可集成性

现场总线技术及标准是全开放式的,从总线标准、产品检验到信息发布都是公开的,面向所有制造商和用户。通信网络可以和其他系统网络或高速网络相连接,用户可共享网络资源。此外,现场总线特别强调互操作性、互换性,因此设备具有很好的可集成性。

三、可靠性高、可维护性好

基于现场总线的自动化系统采用总线方式替代一对一的 I/O 连线,对于大规模 I/O 系统来说,减少了接线点造成的不可靠因素,同时,系统具有现场设备的在线故障诊断、报警、

记录功能,及可完成现场设备的远程参数设定、修改某参数化工作,增强了系统的可维护性。

四、降低系统成本

现场总线的应用将大大降低自动化系统投资,仅系统布线、安装、维护费用,可比传统的自动化系统(DCS)减少 66%。另外,还可以减少厂房面积、节省投资。

现场总线的出现使传统的自动化系统产生了革命性的变革。它改变了传统的信息交换方式、信号制式和系统结构,改变了传统的自动化功能概念和结构形式,也改变了系统的设计和调试方法,我们面临的是一个崭新的自动化控制的新世界。

第三节 现场总线的现状

现场总线技术起源于欧洲,目前以欧美地区最为发达。由于它带有革命性并能领导今后自动化技术的发展,各国、各公司都投入了大量的人力、财力在市场上展开激烈的竞争。据不完全统计,世界上已出现过的总线种类约有 40 种。经过十多年的竞争和完善,目前较有生命力的有十多种,并仍处于激烈的市场竞争中。

各类总线在不同的场合下,有着不同名称,例如“WorldFIP”一词,可以指“WorldFIP 协议”、“WorldFIP 技术”、“WorldFIP 标准”、“WorldFIP 组织”、或“WorldFIP 现场总线”。下面只能就几种主要现场总线加以概述。

一、FF(基金会现场总线)

现场总线基金会(Fieldbus Foundation)是一个国际性的协会组织,该组织是一个以非盈利为目的的机构,它的前身是以前国际上两大现场总线阵营 ISP 与 WorldFIP。ISP 是相互可操作系统协议(Interoperable System Protocol)的简称。而 WorldFIP 是世界工厂仪表协议(World Factory Instrumentation Protocol)的简称。这两家基于共同利益,于 1994 年合并,成立了现场总线基金会,总部设在美国 Texas(德克萨斯)州的 Austin(奥斯汀)。

该基金会的技术目标不仅仅是信号的传送,而是新一代控制系统的结构,其宗旨是促进产生一个单一的国际现场总线标准。目前已有成员 120 余家,都是世界上主要的自动化设备供应商,例如:AB、ABB、Foxboro、Honeywell、Fuji 等都是基金会的董事会成员,许多厂家都先后生产出符合 FF 技术标准的产品。

FF 体系结构参照 ISO/OSI 模型,由物理层、数据链路层、应用层和用户层组成。由于在应用层上面增加了一个内容广泛的用户层,就可以实现设备的互操作性和可互换性,而且可以做到即插即用,这在其他总线就不容易做到。

FF 现场总线分低速 H1 总线和高速 HSE 总线。低速 H1 总线,速率 31.25kbps,距离为 1900m,可挂 2~32 台设备。本安或总线供电时则为 2~6 台设备,屏蔽双绞线或无屏蔽双绞线传输。高速 HSE 总线,速率为 1Mbps、2.5Mbps,距离 750m、500m,总线供电非本安可挂 2~12 台设备,屏蔽双绞线传输。

低速 H1 总线适用于过程控制,高速 HSE 总线适用于先进制造技术。低速 H1 总线已进入实用阶段,高速 HSE 总线即将投入使用,该技术方案在进一步改进,速率提高到 10Mbps 甚至更高。它进一步将向以太网方向发展,并大量借用以太网技术。

目前,FF 现场总线的应用领域以过程自动化为主,如化工、石油、污水处理等。

二、PROFIBUS 现场总线

PROFIBUS 是 Process Field BUS 的简称,它是符合德国国家标准 DIN19245 和欧洲标准 EN50170 第二部分的现场总线。

PROFIBUS 有三种类型,即 PROFIBUS - DP(分散外围设备)、PROFIBUS - PA(过程自动化)、PROFIBUS - FMS(现场总线报文规范)。

PROFIBUS 现场总线也是基于 OSI 模型,采用了 OSI 模型的物理层、数据链路层、应用层。PROFIBUS 支持主从方式、纯主方式、多主多从通信方式。主站对总线具有控制权,主站间通过传递令牌来传递对总线的控制权。取得控制权的主站,可向从站发送,获取信息。PROFIBUS 适用于制造自动化和过程自动化。

PROFIBUS 现场总线在欧洲已获得广泛应用,据调查在 1996 年它赢得了 43% 的德国市场,在欧洲市场也占首位。目前支持 PROFIBUS 现场总线的产品超过 1500 多种,分别来自国际上 250 多家生产厂家,在世界范围内已安装运行的 PROFIBUS 设备已超过 200 万台。

1989 年 12 月 PROFIBUS 成立了用户组织(PNO),用户利益由 PNO 协调,目前在全球各地相继建立了 20 个地区性的用户组织,PNO 的成员有 650 家,目前发展成为现场总线领域内采用最多的总线之一。

三、Interbus

Interbus 现场总线于 1984 年推出,是一种推出较早的总线,其主要技术开发单位为德国的 Phoenix Contact 公司。在德、美、英、法、日等 17 个国家和地区都有独立的 Interbus 组织(Interbus Club),该组织是 Interbus 设备生产厂家和用户的全球性组织,现有 500 多家成员,已安装的节点超过 400 万个。Interbus 先后成为德国国家标准 DIN19258,其后又成为欧洲标准 EN50254 和 IEC61158 标准。

Interbus 采用 ISO/OSI 参考模型中的物理层、数据链路层和应用层。Interbus 网络可分为远程网络和本地网络。两种网络传送相同的信号,但电平不同。远程网络用于远距离传送数据,采用 RS-485 传输,网络本身不供电。远程网络采用全双工方式进行通讯,电讯速率为 500kps。本地总线网络连接到远程网络上。网络上的总线终端 BT 上的 BK 模块负责将远程网络数据转换为本地网络数据。Interbus 是一种串行总线系统,适用于分散输入/输出以及不同类型控制系统间的数据传输。Interbus 总线系统是一个数据环结构,总线适配控制板是数据环控制的中央设备。它与高层次的控制或计算机系统和低层次的 Interbus 总线设备串行地交换在数据环内传输的数据。在数据传输中,总线控制板向数据环移出返回字,此返回字经过整个数据环上所有的 Interbus 设备返回到总线控制板,总线控制板对返回字进行判断,正确无误后,确定输入输出数据有效。

Interbus 采用整体帧协议方式传输循环过程数据和非循环数据,共有 16 个二进制过程数据同时被集成在循环协议中,应用层服务只对主站有效。用于实现实时数据交换、VFD 支持、变量访问、程序调用和 12 个相关的服务。Interbus 总线对单主机的远程 I/O 具有良好的诊断能力。

Interbus 的应用主要在汽车制造、机械制造、水处理、隧道交通、食品、轻工、烟草、印刷等

行业。

四、Lonworks(局部操作网络)

Lonworks 是美国 ECHELON 公司于 20 世纪 90 年代初推出的现场总线。Lonworks 的通信协议 Lon Talk 遵循 ISO/OSI 参考模型,提供了 OSI 所定义的全部 7 层服务,这是在现场总线中唯一提供全部服务的现场总线。它具有开放性、互操作性、高可靠性等。

Lonworks 的核心是神经元芯片,内含 3 个 8 位的 CPU:第一个 CPU 为介质访问控制处理器,处理 Lon Talk 协议的第 1 层和第 2 层;第二个 CPU 为网络处理器,它实现 Lon Talk 协议的第 3 至第 6 层;第三个 CPU 为应用处理器,实现 Lon Talk 协议的第七层,执行用户编写的代码及用户代码所调用的操作系统服务。神经元芯片实现了完整的 Lonworks 的 Lon Talk 通信协议。节点间可以对等通信。

Lonworks 不仅支持多种传输介质(如双绞线、电力线、光纤等),而且支持多种拓扑结构,组网形式灵活。

近年来 Lonworks 的用户、系统集成商和 OEM 产品生产商的队伍迅速扩大,其中包括世界上许多著名的自动化厂商,如 Honeywell、ABB、Philips、HP 等。据 1997 年统计,已有 2500 家生产和使用 Lonworks 产品,已有 500 万个 Lonworks 节点在使用运用。已有 3500 种 Lonworks OEM 产品问世,其中 30%~40% 应用于工业方面。而 Lonworks 最大的应用领域在楼宇自动化,它包括建筑物监控系统的所有领域,即入口控制、电梯和能源管理、消防/救生/安全、照明、供暖通风、测量、保安等。在工业控制领域,Lonworks 在半导体制造厂、石油、印染、造纸等应用领域都占有重要的地位。

五、WorldFIP

WorldFIP 的北美部分与 ISP 合并成为 FF 以后,WorldFIP 的欧洲部分仍保持独立,总部设在法国,该协议符合法国国家标准和欧洲标准 EN 50170 的第三部分(Profibus 为第二部分,P-Net 为第一部分)。到目前为止,WorldFIP 协会已拥有 100 多个成员,生产 350 多种 WorldFIP 现场总线产品。WorldFIP 产品在法国的市场占有率大约 60%,在欧洲市场占有率有大约 25% 的份额,WorldFIP 广泛用于发电与输配电、制造自动化、铁路运输、地铁等自动化领域。

WorldFIP 是一个开放的系统,不同领域都可以使用,不同厂家生产的装置可以实现互连,当然这必须以 WorldFIP 协议作为基础。

WorldFIP 的特点是具有单一的总线结构来适用不同应用领域的需求,而且没有任何网桥或网关。低速与高速部分的衔接用软件的办法来解决。

不同应用领域采用不同的总线速率,过程控制采用 31.25kbps,制造业为 1Mbps,驱动控制为 1~5Mbps。采用总线仲裁器和优先级来管理总线上(包括各支线)的各控制站的通信,可进行 1 对 1、1 对多点(组)、1 对全体等形式。特别指出的是 WorldFIP 与 FFHSE 可以实现“透明联接”,并对 FF 的 H1 进行了技术的拓展:如速率等。因此,在与 IEC 61158 第一类型联接方面,WorldFIP 做得最好,该方面它已经走在世界前列。

六、P-Net

P-Net 现场总线由丹麦 Process - Data A/S 公司提出,1984 年开发出第一个多主控器现

场总线的产品,主要应用于农业、水产、饲养、林业、食品等行业,现已成为欧洲标准 EN50170 的第一部分、IEC61158 类型 4。P-Net 采用了 ISO/OSI 模型的物理层、数据链路层、网络层、服务器和应用层。

P-Net 是一种多主控制器主从式总线(每段最多可容纳 32 个主控制器),使用屏蔽双绞线电缆,传输距离 1.2km,采用 NRZ 编码异步传输,数据传输速率为 76.8kbps。

P-Net 总线只提供了一种传输速率,它可以同时应用在工厂自动化系统的几个层次上,而各层次的传输速率保持一致。这样构成的多网络结构使各层次之间的通信不需要特殊的耦合器,几个总线分段之间可实现直接寻址,它又称为多网络结构。

P-Net 总线访问采用一种“虚拟令牌传递”的方式,总线访问权通过虚拟令牌在主站之间循环传递,即通过主站中的访问计数器和空闲总线位周期计数器,确定令牌的持有者和持有令牌的时间。这种基于时间的循环机制,不同于采用实报文传递令牌的方式,节省了主控制器的处理时间,提高了总线的传输效率,而且它不需要任何总线仲裁的功能。

P-Net 不采用专用芯片,它对从站的通信程序仅需几千字节的编码,因此它结构简单,易于开发和转化。

七、ControlNet

ControlNet 最早由 Rockwell 公司于 1995 年提出,它是一种具有高速、高度确定性和可重复性的网络,特别适用于对时间有苛刻要求的复杂应用场合的信息运输。

ControlNet 将总线上传输的信息分为两类:一是对时间有苛刻要求的控制信息和 I/O 数据,它拥有最高的优先权,以保证不受其他信息的干扰,并具有确定性和可重复性;二是无时间苛求的信息发送和程序上/下载,它们被授予较低的优先权,在保证第一类信息传输的条件下进行传递。

ControlNet 采用一种新的通信模式,即生产者/客户(Producer/Consumer)模式,这种模式允许网络上所有节点同时从单个数据源存取相同的数据,这种模式最主要的特点是增强了系统的功能,提高了效率和实现精确的同步。

ControlNet 支持主从通信、多主通信、对等通信或这些通信的任意混合形式,对输入数据和对等通信数据实行多信道广播。

ControlNet 广泛应用于交通运输、汽车制造、冶金、矿山、电力、食品等领域。

八、SwiftNet

SwiftNet 是 SHIP STAR 协会应波音公司的要求开发的一种现场总线。它主要用于航空和航天等领域。该总线是一种结构简单、实时性高的总线,它的 ISO/OSI 参考模型仅只有物理层和数据链路层,没有定义应用层。

SwiftNet 有着很高的扫描频率,是一种同步现场总线。SwiftNet 将总线上所有节点的局域时间锁定,以实现报警同步,并可杜绝差拍所引起的伪信号。总线时间同步也将有效减少随机因素对总线的影晌。

SwiftNet 允许模拟 I/O 和离散 I/O 以非常高速度共享一条总线。(在数据传输速率为 5Mbps 时,此时每秒传送 10^5 个不同的报文)。

九、CC-Link

CC-Link 是三菱电机于 1996 年推出的开放式现场总线,2000 年 11 月,CC-Link 协会成立,该协会主要负责 CC-Link 的普及和发展工作,目前协会成员单位超过 210 家。

CC-Link 是 Control & Communication Link(控制与通信链路系统)的简称,由于 CC-Link 的数据容量大,通信速度多级可选择,而且它是一个复合的、开放的、适应性强的网络系统,能够适应于较高的管理层网络到较低的传感器层网络的不同范围。

CC-Link 是一个以设备层为主的网络,一般情况,CC-Link 整个一层网络可由 1 个主站和 64 个从站组成,它采用总线方式通过屏蔽双绞线进行连接。网络中的主站由 PLC 担当,从站可以是远程 I/O 模块、特殊功能模块、带有 CPU 的 PLC 本地站、人机界面、变频器、伺服系统、机器人以及各种测量仪表、阀门等现场仪表设备。如果需要增强系统的可靠性,可以采用主站和备用主站冗余备份的网络系统构成方式。采用第三方厂商生产的网关还可以实现从 CC-Link 到 As-i 总线的连接。CC-Link 具有高速的数据传输速度,最高可达 10Mbps。

CC-Link 的底层通信协议遵循 RS485,一般情况下,CC-Link 主要采用广播-轮询的方式进行通信,具体的方式是:主站将刷新数据发送到从站,与此同时轮询 1,从站 1 对主站的轮询作出响应,同时将该响应者告知其他从站;然后主站轮询从站 2(此时并不发送刷新数据),从站 2 给出响应,并将该响应告知其他从站,依次类推,循环往复。除了广播-轮询方式以外,CC-Link 也支持主站与本地站、智能设备站之间的瞬间通信。

CC-Link 广泛用于半导体生产线、自动化传送线、食品加工线、汽车生产线等领域。

十、CAN

CAN 是 Controller Area Network(控制器局域网络)的简称。这是由德国 Bosch 公司推出,是一种具有高可靠性、支持分布式实时控制的串行数据网络。它最初用于汽车内部测量与执行部件之间的数据通信协议。现已逐步发展到其他工业部门的控制,其中包括机械制造、数控机床、变电站检测设备的监控等。

CAN 已被 ISO/TC22 技术委员会批准为国际标准 ISO 11898(通信速率 $\leq 1\text{Mbps}$) 和 ISO11519(通信速率 $\leq 125\text{kps}$)。在现场总线中,CAN 是唯一被批准为 ISO 国际标准的现场总线。

CAN 协议也按照 ISO/OSI 模型,但进行了优化,采用了其中的物理层、数据链路层、应用层,提高了实时性。CAN 总线节点由优先级设定,支持点对点、一点对多点、广播模式通信,各节点可以随时发送消息。传输介质为双绞线,通信速率与总线长度有关。CAN 总线采用短帧报文,抗干扰能力强、可靠性高,比较适用于开关量控制,故 CAN 的销量在增加。根据欧洲市场的调查,CAN 的占有率从 1994 年的 5% 增加到 1996 年的 9%。CAN 还作为其他总线的底层(如 DeviceNet 等),实际上它的用量是最大的。

十一、DeviceNet

DeviceNet 是一种开放式的数据总线。它将工业设备(如接近开关、光电开关、变频器、条形码读入器、电动机启动器、伺服启动器、阀门组、操作员接口等)连接到网络。这种网络虽然是工业控制网的低端网络,通信速率不太高、传输的数据量也不太大,但它采用了数据

网络通信的新技术,具有低成本、高效率、高可靠性、高性能。

DeviceNet 的技术特点如下:

- (1) 最多可支持 64 个节点。
- (2) 125 ~ 500kbps 通信速率(500 ~ 100m 允许干线长度)。
- (3) 点对点、多主或主/从通信。
- (4) 可带电更换网络节点,在线修改网络配置。
- (5) 采用 CAN 物理层和数据链路层规约、使用 CAN 规约芯片。
- (6) 支持选通、轮询、循环、状态变化和应用触发的数据传送。
- (7) 低成本、高可靠性的数据网络。
- (8) 既适用于连接低端工业设备,又能连接像变频器这样的复杂设备。
- (9) 采用无损位仲裁机制实现按优先级发送信息。
- (10) 具有通信错误分级检测机制、通信故障的自动判断和恢复功能。
- (11) 得到众多制造商的支持, Rockwell、OMRON 等。

DeviceNet 总线的组织机构是“开放式设备网络供货商协会”,其英文全称为 open DeviceNet Vendor Association,简称“ODVA”。它是一个独立组织,管理 DeviceNet 技术规范,促进 DeviceNet 在全球的推广和应用。

ODVA 现有供货商会员 310 家,其中包括 ABB、Rockwell、OMRON 等世界著名的电器和自动化元件生产商。

十二、AS-i

AS-i (Actuator-Sensor interface) 是执行器-传感器接口的英文缩写。它是一种用来控制器(主站、Master)和传感器/执行器(从站、Slave)之间双向交换信息、主从结构的总线网络,它属于现场总线下面设备级的底层通信网络。

一个 AS-i 总线中的主站最多可以带 31 个从站,从站的地址为 5 位,可以有 32 个地址,但“0”地址留作地址自动分配时的特殊用途。一个 AS-i 的主站又可以通过网关(Gateway)和 Profibus-DP 现场总线连接,作为它的一个从站。

AS-i 总线主要用于具有开关量特征的传感器/执行器中,也可用于各种开关电器中。AS-i 是总线供电,即两条传输线即传输信号,又向主站和从站提供电源。AS-i 主站由带有 AS-i 主机电路板的可编程序控制器(PLC)或工业计算机(IPC)组成,它是 AS-i 总线的核心。AS-i 从站一般可分为两种,一种是智能型开关装置,它本身就带有从机专用芯片和配套电路,形成一体化从站,这种智能化传感器/执行器或其他开关电器就可以直接和 AS-i 网线连接。第二种使用专门设计的 AS-i 接口“用户模块”。在这种“用户模块”中带有从机专用芯片和配套电路,它除了有通信接口外,一般还带有 8 个 I/O 口,这样它就可以和 8 个普通的开关元件相连接构成分离型从站。AS-i 总线主站和从站之间的通信采用非屏蔽、非绞线的双芯电源。其中一种是普通的圆柱形电缆,另一种为专用的扁平电源,由于采用一种特殊的穿刺安装方法把线压在连接件上,所以安装和拆卸都很方便。

AS-i 总线的发展是由 11 家公司联合资助和规划的,并得到德国科技部的支持,现已成立了 AS-i 国际协会(AS-International Association),它的任务是规划 AS-i 部件的开发和系统的定义,进行有关标准化的工作,组织产品的标准测试和软件认证,以保证 AS-i 产品的

开放性和互操作性。AS-i 总线被 IEC SC17B 列为正式国际标准。

第四节 现场总线的标准

以现场总线为基础的全数字控制系统是当今世界各国在工业自动化领域关注的热点。对于一个开放的现场总线来说,标准化是非常重要的,它可以决定着新兴产业能否健康发展。又由于现场总线与计算机通信网络不同,要求现场总线能满足可操作性,因此现场总线与其他通信标准相比有不同要求。

由于标准化对现场总线的发展的重要性,因此每一种现场总线都是有标准的。

目前市场上正在应用的各种现场总线有 40 多种,主要归类在两个标准族。一个为 IEC/SC65C IEC61158 标准,另一个为 IEC17B 的有关低压开关设备与控制设备、控制器与电气设备接口的 IEC62026 标准。

一、IEC 的现场总线标准

IEC 有几个技术委员会分别制定了自己的现场总线标准。

1. 用于工业控制系统的现场总线标准的 IEC 61158

国际电工委员会 IEC SC65C“测量和控制的数字数据通信”分技术委员会的 WG6 工作组与美国仪表学会 ISA 下 SP50 工作组织联合制定了“工业控制系统用现场总线”国际标准。这套标准的体系结构为:

- IEC 61158—1 总论
- IEC 61158—2 物理层规范
- IEC 61158—3 数据链路层服务定义
- IEC 61158—4 数据链路层规范
- IEC 61158—5 应用层服务定义
- IEC 61158—6 应用层规范
- IEC 61158—7 系统管理
- IEC 61158—8 性能试验
- IEC 610804 控制功能模块

IEC61158 标准是制定时间最长、投票次数最多、意见分歧最大的国际标准之一。IEC 61158 从 1984 年开始起草,制定时间超过 10 年,先后经过 9 次投票表决,两次提交 IEC 执委会审议,直到 2000 年 1 月 4 日 IEC 中央办公室公布 1999 年底最后一轮投票表决结果,正式表明该标准已获通过,并该标准容纳了八种互不兼容的现场总线,它们是:

- 类型 1 IEC 61158 技术规范(即 FF-H1)
- 类型 2 ControlNet(美国 Rockwell 公司支持)
- 类型 3 Profibus(德国西门子公司支持)
- 类型 4 P-Net(丹麦 Process Data 公司支持)
- 类型 5 FF HSE(即原 FFH2)(美国 Fisher Rosemount 公司支持)
- 类型 6 SwiftNet(美国波音公司支持)
- 类型 7 WorldFIP(法国 Alstom 公司支持)