

# 简单介绍现场总线技术及其应用

## 第一部分 现场总线的定义

现场总线简单定义就是连接智能现场设备和自动化系统的全数字、双向、多站的通信系统。主要解决现场的智能化仪器仪表、控制器、执行机构等现场设备间的数字通信以及这些现场控制设备和高级控制系统之间的信息传递问题。

这套现场总线系统，可以实现一对多双向传输信号，一条传输线可以挂接多个设备，数字信号精度高、可靠性强，设备也始终处于操作员的远程监控和可控状态，用户可以自由按需选择不同品牌种类的设备互联，智能仪表具有通信、控制和运算等丰富的功能，而且控制功能分散到各个智能仪表中去，分散在前端的智能设备能执行较为复杂的任务，不再需要单独的控制器、计算单元等，使中央控制系统体量大幅减轻，保证了可靠性和野战机动性。现场控制设备都具有自诊断功能，并能将故障信息发送至中央控制系统，减轻了维护工作。同时用户拥有高度的系统集成自主权，可以灵活选择进入系统的武器平台，便于灵活执行各种不同作战任务。

这套现场总线是一种将 i/o 监控系统与信息处理集成于一体的分布式 i/o 系统，可以兼容多种 dcs, plc, 人机接口软件和数控系统。且稳定性极强，适于高速及长距离传送，是一种确定性和开放性的，使用于多种总线设备间进行数据传输的高速数据传输总线。同时这套现场总线具有强大的抗干扰性，冗余校验算法先进，一旦校验失败，数据包会被要求重发。

(1)、现场总线硬件模块包括：

- 系统硬件模块：系统管理主机、服务器、网关、协议变换器、集线器，用户计算机等及底层智能化仪表。
- 传感器模块：传感器模块=传感器+转换器+发射器（甚至可能会有小型的前端数据处理控制器用于）组成阵列。
  - 传感器：用于测量目标的物理参数。
  - 转换器：将测量所得的电学/非电学测量值转换为可用的电信号。
  - 发射器：负责控制系统中的电信号的发送。

- 控制器模块：为整个控制系统提供控制逻辑与输入输出接口。控制器模块=数据接口+控制器+监控系统。数据接口连接传感器模块（传感器+转转换器+发射器阵列）。不过目前可编程逻辑控制器通常集成了发射器与控制器。
- 执行器模块：用于控制器给出的控制指令的具体实施，例如开关、前进后退、旋转等等。包括各种数控系统（伺服器+减速器+滑轨+步进电机等等）；各种数控开关；各种数控阀门等等。
- 通信网络模块：这是一个以太网，使用 ISO 和 TCP/IP 通讯协议，10/100M 自适应传输速率，可构成星型、线型和环型拓扑结构，高速冗余的安全网络，最大网络重构时间为 0.3 秒，在不使用中继器的情况下最长通信距离可达 XXkm，一条总线上最多可连接 XX 台设备，包括计算机、PLC/DCS 和其它设备。本地背板安装，是即插即用网络，具有故障自诊断功能，易于网络的编程与组态，网络为模块式结构，可根据需要进行扩展，不影响已建成和正在运行的部分。
  - 连接部件：快速连接插座，电信号交换机，光纤交换机和光纤电信号转换模块。
  - 通信介质：屏蔽双绞线和光纤。
  - 以太网通讯处理器：用于将 PLC 和 PG/PC 连接到以太网。

(2) 现场总线软件模块包括：

- 现场总线控制系统：包括组态软件、维护软件、仿真软件、设备软件和监控软件等。通过组态软件，选定功能块参数，控制操作人机接口软件，完成功能块之间的连接，进行网络组态。在网络运行过程中对系统实时采集数据、进行数据处理、计算。优化控制及逻辑控制报警、监视、显示、报表等。
- 现场总线测量系统：主要控制各种测量仪表行为模式，有优化其运行模式，实现测量仪表高分辨率，高准确性、抗干扰、抗畸变能力和稳定运行。测量就是通过仪表获取传感器阵列数据，并将其作为下一步处理的输入或直接作为输出。
- 设备管理系统：是现场设备的综合管理信息系统，提供设备（包括智能仪表）运营过程的诊断信息、管理信息、设备运行状态信息，并进行监控、预警和优化。并实现设备的可靠性分析以及预测性维护。

- 数据库：能有组织的、动态的存储大量有关数据与应用程序，实现数据的充分共享、交叉访问，具有高度独立性。（系统在运行过程中参数连续变化，数据量大，操作与控制的实时性要求很高。因此需要一个可以互访操作的分布关系及实时性的数据库系统）。

## 第二部分 应用实例

### 2.1、应用实例一（低空低速目标定位系统）

低空低速目标定位系统是对雷达隐身目标或低空低速躲避雷达探测的目标定位（例如巡航导弹、武装直升机和无人机之类），再结合上传统防空武器阵列（例如 1130 速射炮，H10 近距防空导弹和 H16 中距防空导弹）和强激光阵列，成为一个完善的打击巡航导弹和无人机武器体系。

这套系统包括预警模块、信号拦截模块、滤波模块、系统识别模块、参数估计模块、最优控制模块和中央控制系统几部分。

- 预警模块主要是接收预警阵列（也包括部分雷达阵列）的信息，初步分析潜在威胁目标的方位、速度、距离、类型和威胁程度，然后把信息传输给中央控制系统，中央控制系统根据预警信息进行计算，决定是否启动信号拦截模块。
- 信号拦截模块是一个声波接收阵列（灵敏度极高的拾音器阵列）聚能系统，根据中央控制系统指令，对潜在目标进行聚能扫描，获取高度，速度，位置，类型，运行轨迹，信号特征等等数据，进行初步整理后传输给滤波模块。
- 滤波模块主要是过滤潜在目标附加的杂波和环境干扰信息，还原真实信息。是一个大型信号处理系统。滤波完成的信息传输给系统辨识模块。
- 系统辨识模块有一个特殊的数学模型+大型信号数据库，可以精确辨识潜在目标型号，并计算出方位，高度，轨迹等等射击诸元，传颂给最优控制系统。
- 最优控制系统是一个多目标优化控制模型，可以确定攻击武器阵列的最优网络优化计算，向中央控制系统传输最优攻击指令和在线控制指令。
- 中央控制系统协同各模块工作，分配各模块任务，并负责向攻击阵列发出指令。

各模块有热备份，能够抗击敌人大规模电磁攻击，并对电子毁伤有处置预案。各模块要求在战损出现时能够快速撤换，而且要求高度集成，目前是分别集成在越野机动性很好

的装甲车上，集成包括电源系统，冷却系统，设备系统。上述模块均有现成产品，只需要利用现场总线技术集成即可。

这套系统主要用于要地抗击巡航导弹和无人机攻击。例如后勤基地，电站，油库，交通枢纽，通信中心，人员集结地等等（保护半径 XX 公里）。当然升级后，也能为主要城市提供防护保障（其实就是把若干套系统简单蜂窝式布局，再连接到一个统一的指挥控制中心即可）。

这套系统功能很复杂，技术也很高级，但是从制造的角度，并不比生产一台计算机或雷达更复杂。当然技术指标和质量指标比民用计算机要高得多，例如需要在各种极端条件下连续工作，不管是雷暴，还是强电磁干扰，暴雨，还是饱和战场轰炸，高盐，高湿，高温，低温，风沙，颠簸等等，都必须稳定工作。

## 2.2、应用实例二（战场监视旅）

美军目前的战场监视旅由 1 个军事情报营，1 个无人机连，1 个电子侦察与监视连，1 个旅支援连，1 个网络支援连组成。负责战场的电子信号情报、人力情报与反情报，并提供战场地面侦察与监视能力。

网络支援连是战场监视旅通信的支柱，保障与整个作战地域内己方作战部队和指挥机构的通信，同时通过卫星，与后方总部情报机构取得联系和实时数据交换，保证总部可以指挥到合成营一级，甚至到单兵。

战场监视旅也可以用其军事情报营的反情报和人力情报小组，人机系统，电子信号情报，装甲地面侦察或移动监视小组等等向其它旅进行情报增援。让集团军一线作战部队随时获取情报支援。所以战场监视旅控制集团军全部的地面和空中侦察力量，同时控制集团军下属的专业工程兵和化学、生物、放射性与核监视分队，也可以控制战斗航空旅的攻击侦察分队与增程无人机系统，以及额外的潜在地面侦察分队。

战场监视旅的工作流程是将收集到和开发后的信息进行分析，并将这些信息载入一个分布式数据库，让全集团军的指挥官、普通战士和分析人员都能通过军用网络获得这些战场实时信息，并能够为决策者提供实时决策支持。

所以战场监视旅实际上是一个集团军的大脑和神经中枢系统。在企业中，就是企业的管理信息系统平台。只是战场监视旅的平台数据是实时更新的，而且是野战移动的，所以

需要数据快速存储，快速分析，快速集成，管理技术更高级，也更复杂。这是管理信息系统的最高级，因为采用了大量现场总线技术和分布式计算技术（云计算其实只是人家这种技术的剩菜而已）。战场监视旅本身就是多兵种合成的部队，至少有：

- 侦查：人力侦查，电子侦察，无人机侦查和卫星侦查；
- 电子对抗：电磁压制，电磁攻击，电磁防御；
- 网络对抗：网络攻击，网络防御，网络维护；
- 通信：无线通信，卫星通信，有线通信；
- 自动化工作站：决策支持系统，情报分析系统，现场总线系统，数字监控阵列系统，资源优化系统，资源调度系统等等；
- 指挥自动化集成系统。

目前我们目标是实现战场透明。换句话说，就是对美军以外的军队，实现单向透明，也即可以单向看见敌方的底牌；对美军，实现双向透明，也即互相看到底牌。

就战役级别的电子战而言，美军目前对我们没有必胜把握。他们优势在战略级别的情报协同能力上，在这方面我们还有差距，还要努力。

### 2.3、应用实例三（情报侦察旅）

情报侦察旅与战场监视旅有不同定位的，战场监视旅主要支撑战术战役目标，配置到集团军，情报侦察旅是配置到战区层面的，支撑战略战役目标。

从系统工程角度看，美军情报侦察旅的结构是：一个各子系统信息流同步化（这个同步化是技术难点，也即采集，拦截，滤波，参数估计，破译，分析和对策一体化）的情报采集和拦截+战场监视+战场通信+情报分析+指挥控制结构，该结构是分布式的（基于云计算技术），并且与陆军的战场通信网络实现了整合，实现一线战斗部队（可以细化到单兵，单车和单项装备的信息终端）+各级指挥控制系统（包括战区，集团军，师、旅、团、营级别）+空中无线指挥侦察控制通信系统+太空侦察控制通信系统平台的互联互通。

这个系统功能主要是：情报收集+战场监视+特种侦察（例如电子侦察，无人机和有人机侦察，卫星侦察，特种渗透侦察，俘虏审讯等等）+情报分析+指挥控制+网络通信，为决策部门和一线指挥提供包括战场活动视频、战术情报采集、战场监视、重要装备几何动态

定位、兵力动态部署情报、敌人后勤资源行动等等动态信息，并用于身份识别、反欺骗侦察和反间谍。为情报分析和决策指挥控制系统提供动态数据。

至于卫星侦察系统，属于统帅部直属，战区指挥控制系统可以请求数据支持。

## 第三部分 总结

这套应用在战场上的现场总线+分布式计算技术全世界只有中美两国拥有完整的体系。