[嵌入式计算机]

AFC 车站监控系统网络的构建

AFC 车站网络经历了从串口总线到商用以太网，最后走到工业以太网的过程。MOXA 作为国内及世界知名的工业通信产品制造商，伴随着 AFC 网络的升级走到了今天。所有设计均以实际应用为导向，实现了与客户的双赢。

文 / 董琪 • 摩莎国际贸易（上海）有限公司

轨道交通自动售检票系统（AFC）以轨道交通售票、检票、计费、收费、统计、清分、管理等全过程的自动处理为目标，对地铁运营公司而言，提高了地铁系统的运行效率和效益；对乘客而言，则避免了排队购票和人工检票的繁琐，出人地铁更加快捷方便。AFC 系统是轨道交通最基本、最重要的系统之一。

AFC 系统组成及设备接口

AFC 系统按照层次可分为：综合中央计算机系统、线路中央计算机系统、车站计算机系统、车站终端设备 SLE 以及车票卡等。按照功能可分为：面向乘客系统、面向地铁管理系统。

面向乘客系统中的设备可分为：自动充值机、自动售票机、自动验票机、闸机等；面向地铁管理系统中的设备可分为：服务器、编码分拣机、UPS、打印机、计算机工作站及工业以太网交换机等；面向乘客系统中，需要把纸币模块、硬币模块、单程票发售、读卡器、LCD 显示屏及顶棚导向标志等设备结合在一起。这些模块提供的接口是：RS-232/RS-485 串口、USB 、VGA、10/100Mbps 网口、DI/DO。

AFC 监控网络核心——嵌入式计算机

AFC 现场控制的核心思想就是将所有纵向及横向的系统有机地结合起来，最终实现最人性化的自动控制，核心就是嵌入式计算机。各个在闸机、TVM、BOM 中的嵌入式电脑负责采集现场检测设备的信息，处理后存储本地票卡金额并传给车站控制室，继而传递给清分中心，线路中央计算机系统的控制命令发给嵌入式计算机，再由嵌入式计算机直接控制相应设备。平均 20 个左右车站需要购买含有嵌入式计算机的 TVM、闸机等接近 900 台的设备。在本地控制中心与嵌入式计算机通信中断的情况下，嵌入式计算机具备独立控制现场设备的能力。

MOXA 做出 AFC 设计专有嵌入式计算机——V2400 系列产品。符合以下特点：产品应为一体化金属密闭外壳设计，以抗灰尘和防止电磁干扰；产品应为无风扇设计，并采用铝合金等外壳来进行导热；产品应为低功耗设计，以防止过热宕机；产品应具有足够的 DI/DO、模块化的串口、USB 口及网口；产品内部 PCB 板应为高集成化设计。

AFC 监控传输通路——工业以太网

除了在闸机 TVM 这些设备内部的嵌入式计算机本身必须具备高性能以外，贯穿于整个系统的通信网络则是保证嵌入式计算机成为控制核心的关键。随着地铁建设技术的不断完善，两三条线路的换乘车站越来越多，换乘站内的 TVM、BOM、闸机等设备随着人流量的增加也越来越多，设备内部的嵌入式计算机就越来越多，这就意味着网络结点在不断增加。通信网络不仅要具有较高的通信速率以保证大量数据的有效传输，还必须具有容错的能力以提高通信的可靠性，同时，构成通信网络的设备必须满足工业级要求，以适应隧道内苛刻的工作环境。

工业以太网设备主要应用在车站现场网络，车站控制室网络及线路中心网络中。一般车站现场网络需要的是 2 层工业以太网交换机设备，而车站控制室网络及线路中心网络因为需要隔离一些网段的通信，需要的是 3 层以太网设备。

传统的 2 层工业以太网交换机在 AFC 系统的使用中遇到的问题有两种：一、传统工业以太网交换机一般是 24 V 直流电对其进行供电；但 AFC 现场 UPS 接来的电源是 220 V 交流电，普通交换机必须配备电源适配器才能工作，而电源适配器增加了故障的节点。二、普通现场工业以太网交换机主要考虑的是抗电磁，

而灰尘及振动是一个通常被人忽略的问题，利用 RJ45 水晶头连接交换机设备，往往会在 3 年后因为灰尘问题造成接触不良，从而造成数据丢失。MOXA 贴合 AFC 运营，设计制造了 TN-5508/5516 等系列产品来解决上述问题。

AFC 专业的现场 2 层工业以太网交换机，至少符合以下特点：产品为 220 V 交流电直接输入，不使用外接电源适配器；产品为 IP54 高防护等级防止灰尘侵入；产品为 M12 接头接线，不使用 RJ45 接口；产品具备自动备份配置器，让网管成为流程。

在车站控制室网络及线路中心网络使用的 3 层以太网交换机，通常面临 3 种情况：第一，在使用商用以太网产品后，集成商面临的最大问题是如何在一个线路中心的网管工作站有效管理两套厂家的产品；第二，业主面临的最大问题是在备品备件上的复杂性及重复投资；第三，当业主面临商用 3 层以太网交换机风扇坏掉的情况时，无法采购备品备件；第四，商用 3 层以太网交换机无法对抗地铁电力机车产生的看不见的电磁干扰。

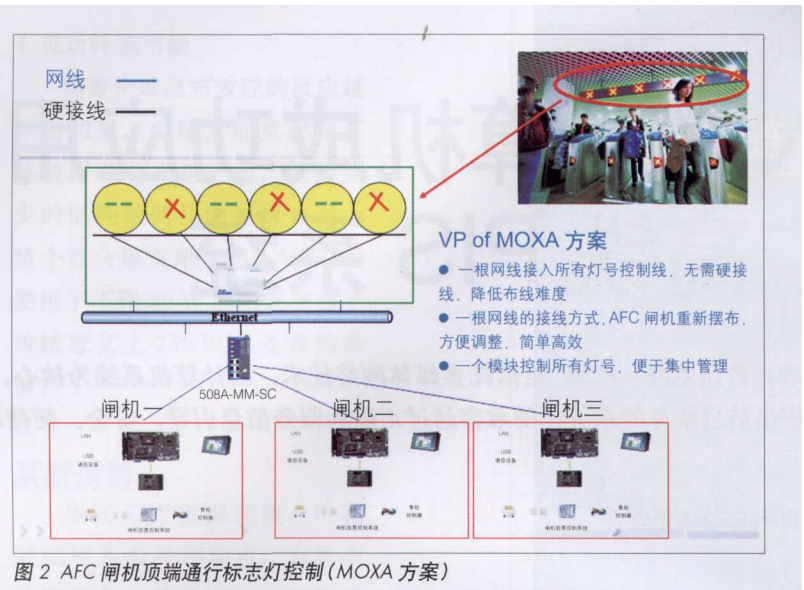

图 2 AFC 闸机顶端通行标志灯控制（MOXA 方案）

MOXA 贴合 AFC 运营，设计制造了 PT-7828 等系列三层工业以太网产品来解决上述问题。在车站控制室网络及线路中心网络应与车站现场网络采用统一品牌的交换机产品，这些 3 层工业以太网交换机，应至少符合以下特点：产品应符合 EN50121-3 标准，具有铁道电磁兼容耐受性；产品应为 220 V 交流电直接输入，不使用外接电源适配器；产品应为无风扇设计；产品具备自动备份配置器，让网管成为流程。

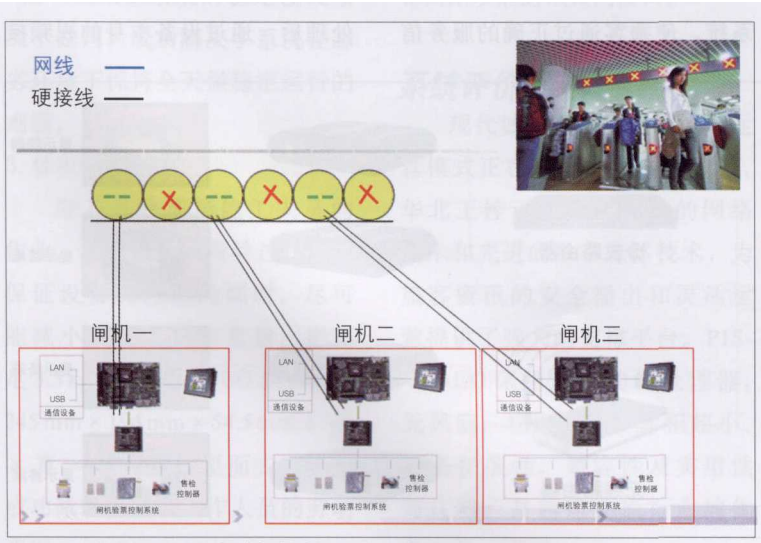

图 1 AFC 闸机顶端通行标志灯控制（旧有方案）

AFC 顶棚导向标志布线优化——主动式以太网 I/O

国内有的地铁如北京地铁，把闸机上方的顶棚导向标志，划分为 AFC 专业的范围（图 1）。这些顶棚导向标志对外的接口一般是 DI/DO 来控制，通常是用硬接线直接连接至闸机控制器上。这样，嵌入式计算机程序编制比较简单，但也有弊端：在客流量有变化后，或是新换乘站开通后，当业主希望根据更改闸机位置时，就得重新布线。

MOXA 贴合 AFC 运营，设计制造了 E2212 远程主动式以太网 I/O 产品来解决上述问题（图 2）。MOXA 建议，顶棚导向标志控制 I/O，应符合以下特点：产品为软件选择 I/O 通道类型；产品为支持 PNP 或 NPN 类型的传感器；产品为通过 TCP/UDP/E-mail/SNMP trap 立即报告事件；产品实现本地控制并发送消息。AFC 车站监控系统现场网络选用单环网 M12 接头高防护等级的工业以太网方案即使单个节点出现故障，大大提高系统的稳定性。使用高性能嵌入式计算机是提升整个 AFC 系统网络的关键。顶棚导向标志采用主动式以太网远程 I/O 后安装调试更加方便。MM