

# S7-200 SMART 在 AGV 小车上的应用

习保新

西门子（中国）有限公司

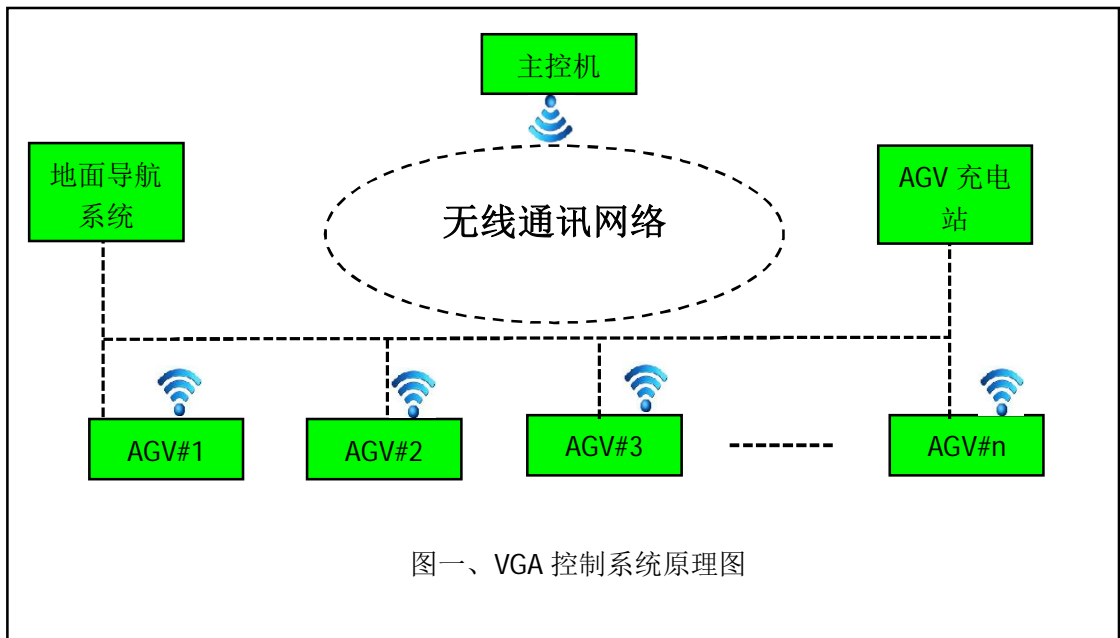
摘要：本文设计了基于 S7-200 SMART 的 AGV 小车控制系统，介绍了系统架构，硬件方案选型及软件设计方案。在通讯方面，单次发送和接收即可实现主从站之间的读写操作，大幅提高了通讯效率。经现场测试，系统运行稳定，满足客户需求。

## 项目介绍

AGV(Automated Guided Vehicle)，即自动导引小车，它是一种以电池为动力，装有非接触导向装置和独立寻址系统的无人驾驶自动化搬运小车。它的主要特征表现为具有小车编程、停车选择装置、安全保护及各种移载功能，并能在计算机的监控下，按指令自主驾驶，自动沿着规定的导引路径行驶，到达指定地点，完成一系列作业任务。其系统技术和产品已经成为柔性生产线、柔性装配线、仓储物流自动化系统的重要设备和技术。

## 工艺流程

AGV 控制系统是 AGV 的直接控制中枢，它将电机系统、传感器信号处理、驱动器控制、AGV 的定位算法、电子地图及无线通讯等功能整合在一起。其完成的主要功能是通过无线通讯系统接收主控机或 AGV 车载控制机或 AGV 操作面板上操作按钮下达的任务完成 AGV 运动方向和运动速度的控制，以及 AGV 运动过程中障碍物的探测，安全报警及状态指示，同时通过无线通讯系统向主控机报告 AGV 自身的状态（如 AGV 的目前位置、当前工作状态、当前速度及方向等）。



图一、VGA 控制系统原理图

AGV 控制系统由带辅助装置的 AGV 小车、地面导航系统、在线自动充电系统、周边输送系统、AGV 控制台和通讯系统等构成。

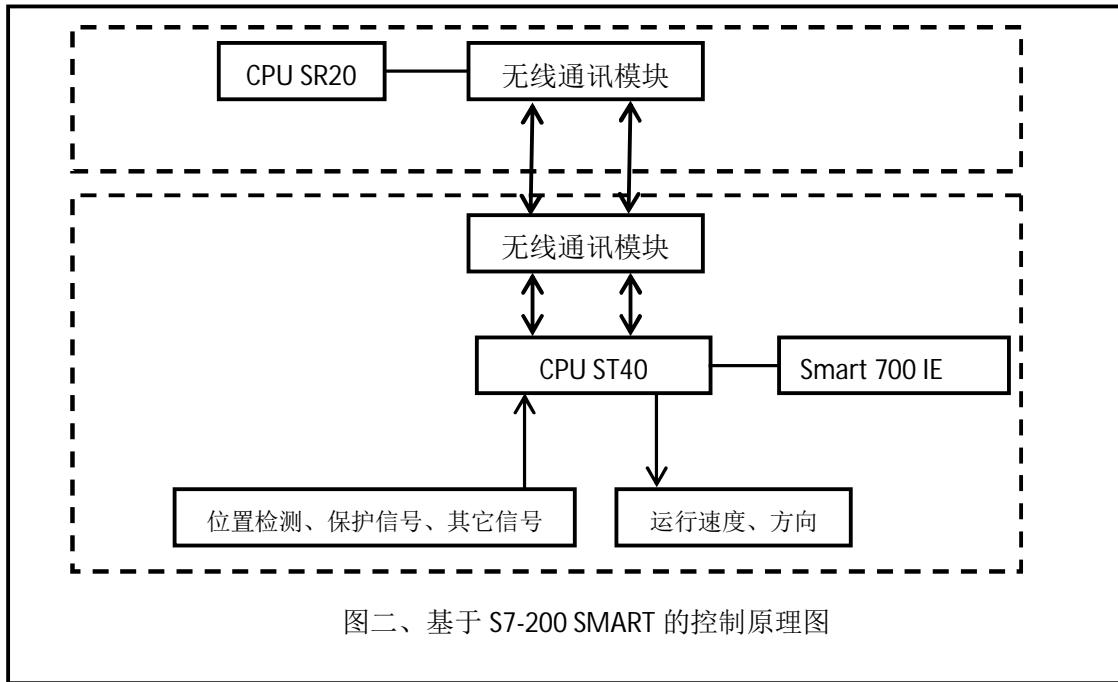
- **AGV 小车**  
安装有自动导引装置，能够沿规定的导引路径行驶，具有安全保护及各种移载功能的运输车。
- **地面导航系统**  
地面导航系统主要由磁条或激光反光板构成，由磁条或激光反光板构成 AGV 的运行区域，形成 AGV 运行的不同路径。
- **在线自动充电系统**  
为了保证 AGV 24 小时内连续运行和使用的可靠性，采用大电流快速充电的方法为 AGV 自动补充能量。AGV 的充电过程是在控制台的监控下自动进行的。
- **周边输送系统**  
周边输送系统主要是 AGV 的自动上下货位置，这些设备在与 AGV 进行交接货物时，在系统监控下实现动作的互锁和协调。
- **AGV 控制台**  
控制台是 AGV 系统的调度管理中心，负责与监控计算机交换信息，生成 AGV 的运行任务，解决多 AGV 之间的避碰问题。同时将 AGV 系统的状态反馈给中心控制管理系统。
- **通讯系统**  
通讯系统由 AGV 控制台和各 AGV 之间组成。通讯系统采用无线通讯方式，无线通讯方式又分为两种，包括无线电通讯和无线局域网。无线电通讯一般采用无需申请的 433Mhz 频段，无线局域网则采用 2.4Ghz 频段（无需申请）。

## 方案确定

当前 AGV 小车的主流控制器采用 PLC，由它对小车的各执行部件进行控制，达到控制小车所有动作的目的，同时与上位机进行通讯，把小车状态信息送到上位机，也接收上位机的控制指令。PLC 与上位机采用无线通讯。

本项目中采用西门子 S7-200 SMART PLC 作为主控制器，采用 SMART LINE 触摸屏作为人机交互接口。S7-200 SMART 的 CPU 集成了以太网接口和一个 RS485 接口，通过扩展通讯板，还能增加 1 个 RS485 通讯口。RS485 通讯口支持自由口通讯，以太网接口不仅支持程序调试功能，还能与触摸屏、计算机进行通讯，轻松组网。S7-200 SMART 配备了西门子专用高速处理芯片，可以轻松满足 AGV 小车复杂的控制要求。

在方案选型中，采用 CPU ST40 控制小车，采用 CPU SR20 作为主站，触摸屏则选用 Smart 700 IE，每个 CPU 均配备了 RS485 通讯板。CPU ST40 具有 24 点输入（4 个上升沿和 4 个下降沿中断），16 点输出，支持自由口通讯（波特率 1200~115200bps），完全可以满足小车控制需求，其控制原理图如下所示：

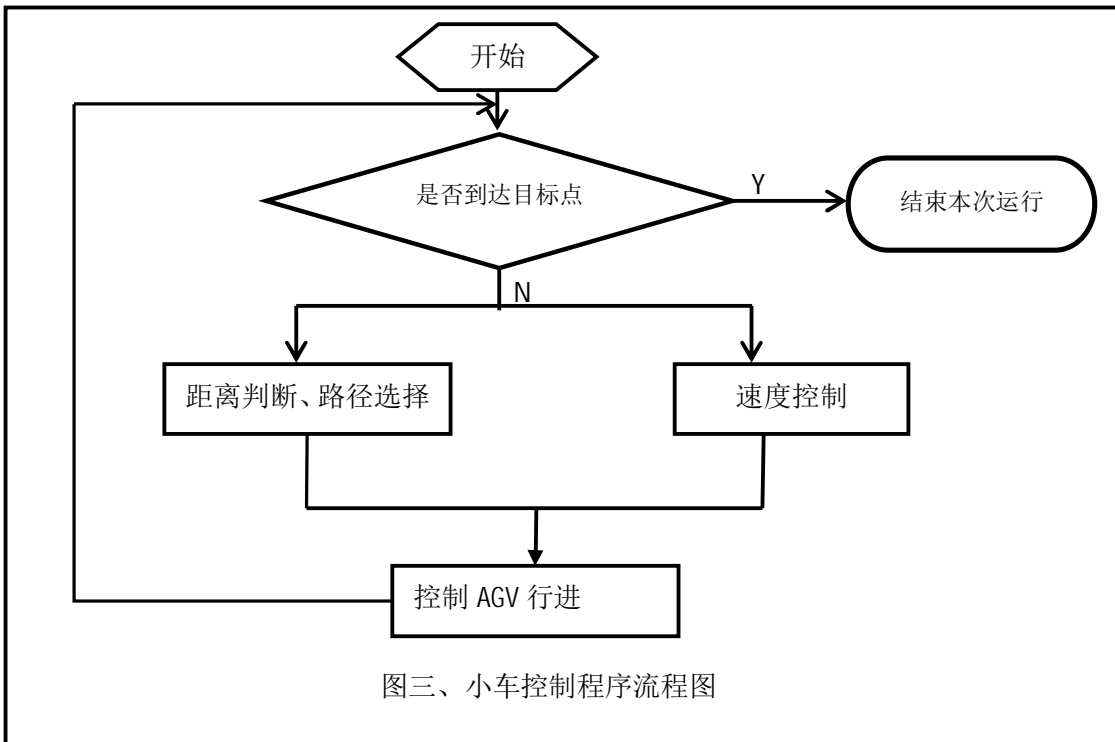


## 软件开发

AGV 小车的 PLC 程序主要由两部分组成：通讯程序和小车控制程序。

### 1) 小车控制程序

距离判断、路径选择是 AGV 小车控制程序的关键，关系到整个 AGV 小车控制系统的运行效率和质量。当前小车的控制算法比较成熟，有较多的文档资料可以参考，此处不再累述。小车控制流程如下图所示：



## 2) 小车通讯程序

AGV 小车不仅要向主控机报告 AGV 自身的状态（如 AGV 的目前位置、当前工作状态、当前速度及方向等），而且要接收主站下达的控制任务。在一个 AGV 小车控制系统中，AGV 小车的数量少则几台，多则几十台。尤其是在多小车的系统中，小车与主站的实时通讯很关键，否则影响到整个系统的运行效率及安全。影响实时通讯的因素有：通讯个体的数量、通讯波特率、通讯介质、通讯协议、通讯网络结构等。

其中 RS485 自由口通讯协议及程序的实现尤其重要。由于 Modbus 通讯协议中主站对从站的读写操作是分开的；在 AGV 小车控制系统中，主站不仅需要实时得到小车的状态，还需要把控制任务实时发送给小车，在小车数量比较多的系统中，如果采用读写操作分开的通讯协议，那么通讯的实时性就会明显降低。

本项目中希望主站与小车之间的读写操作能够一次完成，从而提高整个系统的通讯实时性，因此设计的通讯协议需要实现以下功能：

一、主站与 1#从站通讯，把 VB0-VB29 写入 1#从站的 VB0-VB29，从站收到后响应，把自身的 VB30-VB59，写入主站的 VB200-VB29；

二、主站与 2#从站通讯，把 VB30-VB39 写入 2#从站的 VB0-VB29，从站收到后响应，把自身的 VB30-VB59 写入主站的 VB230-VB259；

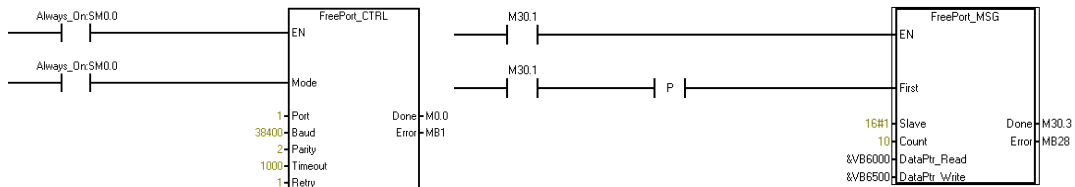
三、以此类推，一次发送和接收就可以实现读写操作，提高通讯效率。

通讯协议的帧结构为：

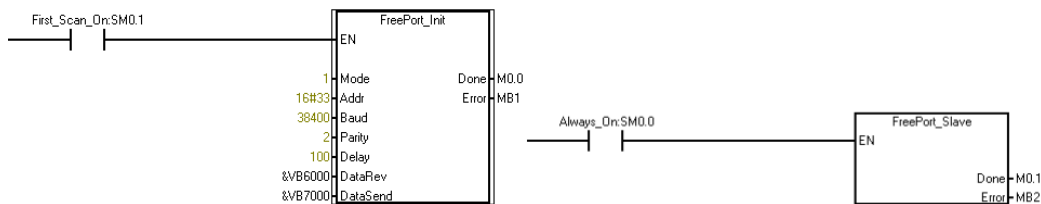
主站请求：帧头 从站站址 数据区（主站写） 校验码 帧尾；

从站响应：帧头 从站站址 数据区（主站读） 校验码 帧尾。

参考 MODBUS 库所实现的通讯功能，通过自由口协议编写的主站和从站通讯程序块也实现了类似功能，用户只需要直接调用程序块，定义好接口参数，即可实现主从站点对点通讯。



图四、主站通讯程序块



图五、从站通讯程序块

## 应用体会

S7-200 SMART 控制器可扩展至两个 RS485 通讯口，均支持自由口通讯，很好地满足了 AGV 小车对于 RS485 通讯口的数量要求。同时，本体集成的以太网口支持编程调试、触摸屏通讯等功能，即使用一根网线或者无线 Wifi 就可以实现编程调试工作，使用无线 Wifi 进行调试避免了有线编程电缆因现场环境条件造成的，从而提高工作效率。

S7-200 SMART 控制器的组态、编程和操作软件 STEP7-Micro/WIN SMART 具有友好的人机界面,操作简单,特别适合新手短时间内掌握 S7-200 SMART 的使用。同时, S7-200 SMART 具有与 S7-200 相同的存储器寻址方式,程序指令也大致相同,熟悉 S7-200 编程的用户快速掌握 S7-200 SMART 使用,程序移植也很方便。

## 参考文献

- [1] S7-200 SMART 系统手册 [Z]. 西门子(中国)有限公司
- [2] SMART LINE 编程手册 [Z]. 西门子(中国)有限公司
- [3] 王亚良,任欣,金寿松,兰秀菊,谢建东,自动导航小车控制系统[J] 轻工机械 2007 年第 4 期