注塑机注射单元移动台车与主控制柜通讯无线改造方案

1、改造背景与痛点分析

注塑机运行过程中，注射座（射台）需随每一个成型周期完成“射嘴抵模注料—保压—后退”的往复动作，日动作频次可达上万次。主控制柜与射台侧位置编码器、大小活塞位置/压力传感器之间依靠 RS232 拖链电缆连接，该电缆长期处于高频往复弯折工况，断芯、接触不良等故障已成为行业普遍问题：单次拖链线缆更换成本高达 3000～6000 元，还可能因线缆突发损坏造成非计划停机，进而引发批量废品损失，设备综合可用率与维护成本均受到明显影响。

2、改造目标与设计原则

针对上述痛点，本次改造坚持“只改电气、不改机械”的轻量化升级原则：在机械结构与执行机构零改动的前提下，以无线通讯链路彻底替代易磨损的物理拖链电缆；同时通过从站就地采集的架构设计，规避高频脉冲信号直接无线传输易丢包的技术风险，实现注射单元（移动台车）与主控制柜之间稳定、可靠的数据交互。

- **可靠性**：根除拖链电缆断芯、接触不良等频发故障，保障注射单元与主控之间数据交互连续稳定；
- **经济性**：以一次性改造投入替代周期性换线支出，显著缩短维护停机时间；
- **可实施性**：机械部分零改动，改造工作量与调试风险可控，便于在同类型设备上推广复制。

3、系统架构与技术逻辑

3.1 站点功能分工

- **主站端（主控制柜）**：配置主站 PLC，负责整机运行逻辑管控、料筒温度调节、系统压力统筹及全机动作时序调度，同时承担生产配方下发与整机状态汇总的核心管控职能。
- **从站端（注射移动台车）**：配置从站 PLC，部署于射台侧就地。针对位置编码器输出的 A/B 相高速差分脉冲信号，采用“就地采集、就地计数”的处理方式，从根源上规避脉冲信号长距离无线传输的丢脉冲风险，确保注射螺杆位置计量精准，杜绝因注料量偏差导致的废品问题。采集完成的脉冲数据及大小活塞位置/压力信号，统一打包为标准数字量格式后经无线链路上传。

3.2 数据交互流程

主站 PLC 将当前模具对应的完整生产配方（含多级注射速度参数、压力阈值、位置切换段参数等）经无线链路下发至从站 PLC；从站 PLC 接收指令后就地驱动注射侧变频器与油泵，执行“慢速—快速—保压”等多级注射动作，同时将实时采集的螺杆位置、活塞工况数据回传至主站，构成完整的闭环控制回路。

4、通讯方案选型

4.1 方案架构

本次改造采用“工业级 Wi-Fi + 无线串口服务器（VAP11S-232）”的通讯架构：主、从 PLC 分别通过 RS232 串口就近接入无线串口服务器，将原有物理直连的 RS232 链路转换为 2.4 GHz Wi-Fi 无线传输通道，主从 PLC 之间运行 Modbus RTU over TCP 工业标准协议；无线串口服务器对串口数据透明传输，原有控制程序无需因链路改造而调整。

4.2 选型依据

相比蓝牙、ZigBee 等短距离无线技术，2.4 GHz 工业级 Wi-Fi 具备更强的现场环境穿透能力与更高的传输速率；在合理规划信道、做好干扰规避的前提下，端到端传输时延可稳定控制在毫秒级，能够满足注塑机动作响应对实时性的要求。

表 1 主流短距离无线技术对比

对比项	蓝牙	ZigBee	2.4 GHz Wi-Fi（本方案）
传输速率	≤3 Mbps （典型 1～2 Mbps）	≤250 kbps	11n 模式下最高支持 300 Mbps
覆盖与穿透	约 10 m，穿透能力弱	中等	覆盖范围大， 穿透能力强
端到端时延	连接建立时延较大	数十至数百 ms	毫秒级
协议适配	需专用网关转换	需专用网关转换	原生 TCP/IP，可直连无线串口服务器

5、系统原理图

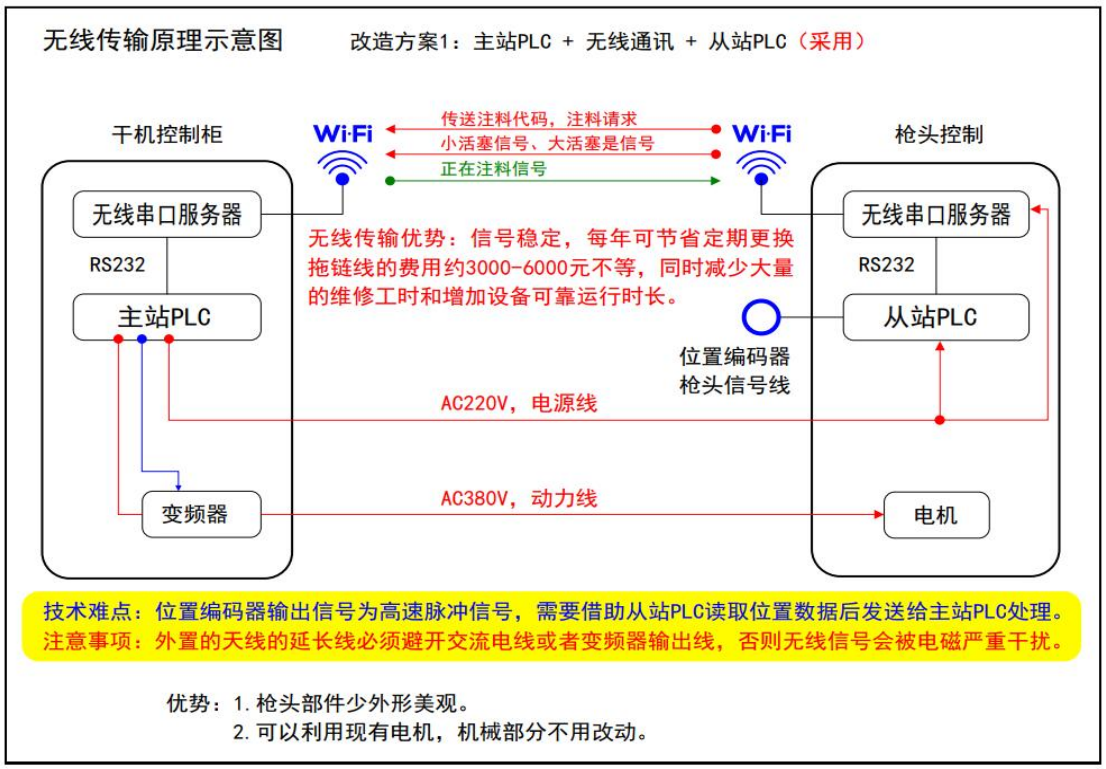


图 1 注塑机注射单元无线通讯改造系统原理图

6、设备配置指南（VAP11S-232 无线串口服务器）

6.1 发射端配置（VAP11S-232-1，TCP Server 模式）

步骤 1：Wi-Fi 热点配置

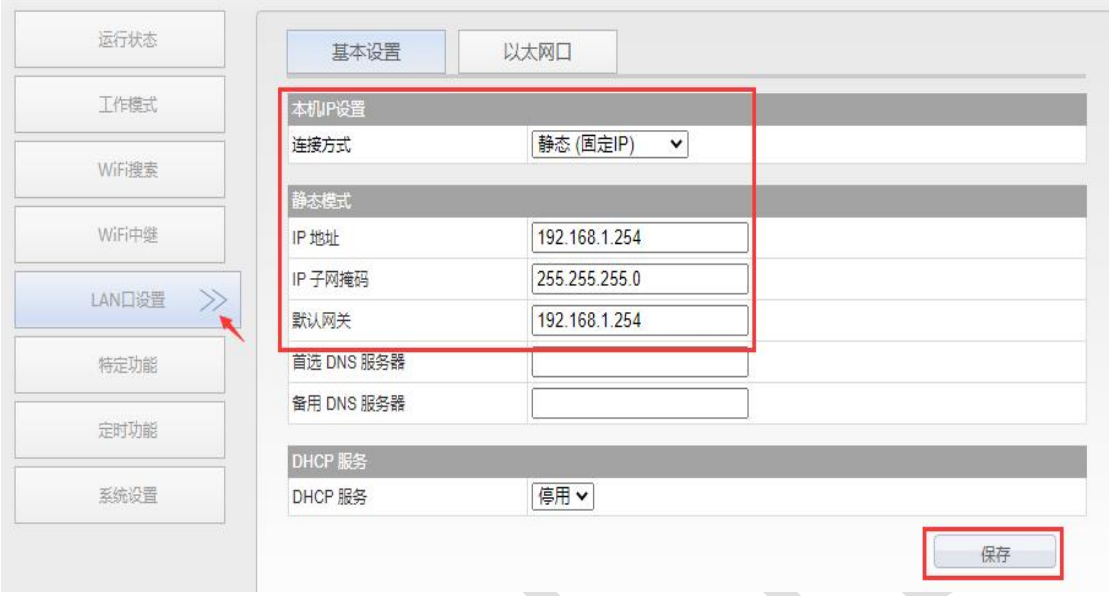
在发射端启用 AP 模式，设置 Wi-Fi 热点名称（SSID）与接入密码，作为发射端与接收端互联的专用无线链路。





步骤 2：LAN 口配置

根据现场网段规划，将发射端 LAN 口设置为静态 IP（本例为 192.168.1.254，子网掩码 255.255.255.0），设置完成后点击保存。



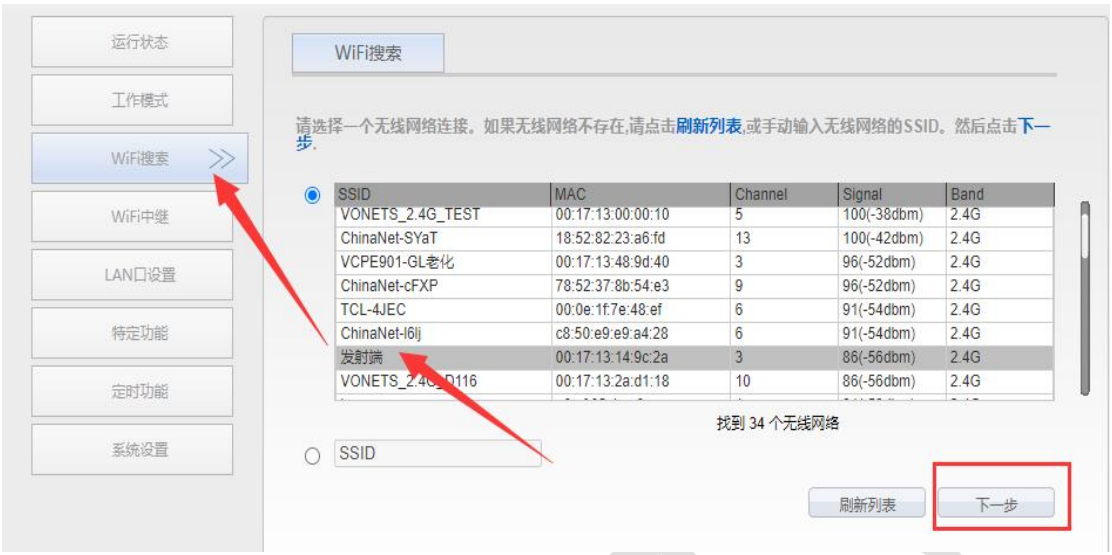
步骤 3：串口配置

根据实际应用配置对应的波特率（本例 57600）、数据位、停止位与校验位等串口参数；数据传输类型设为 TCP Server，本地端口 8011。

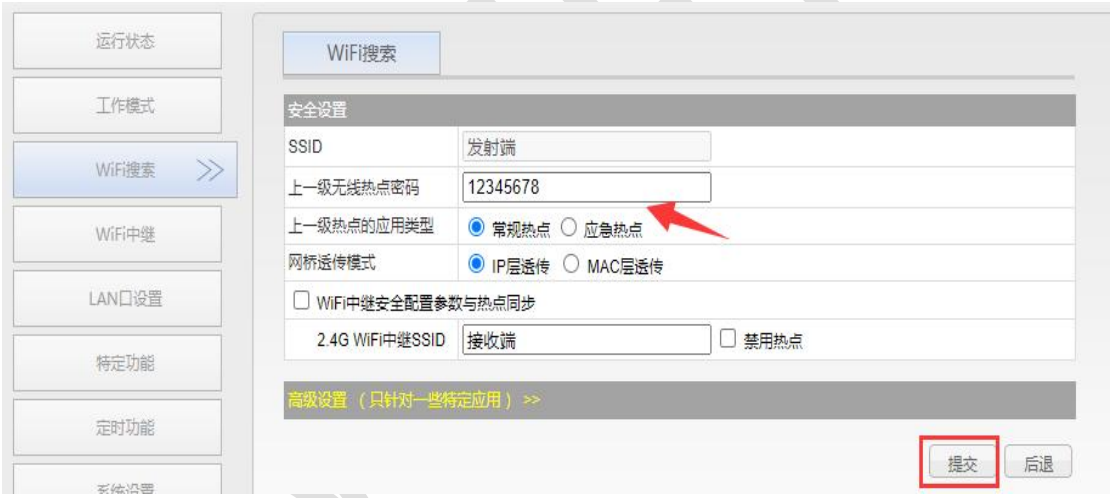


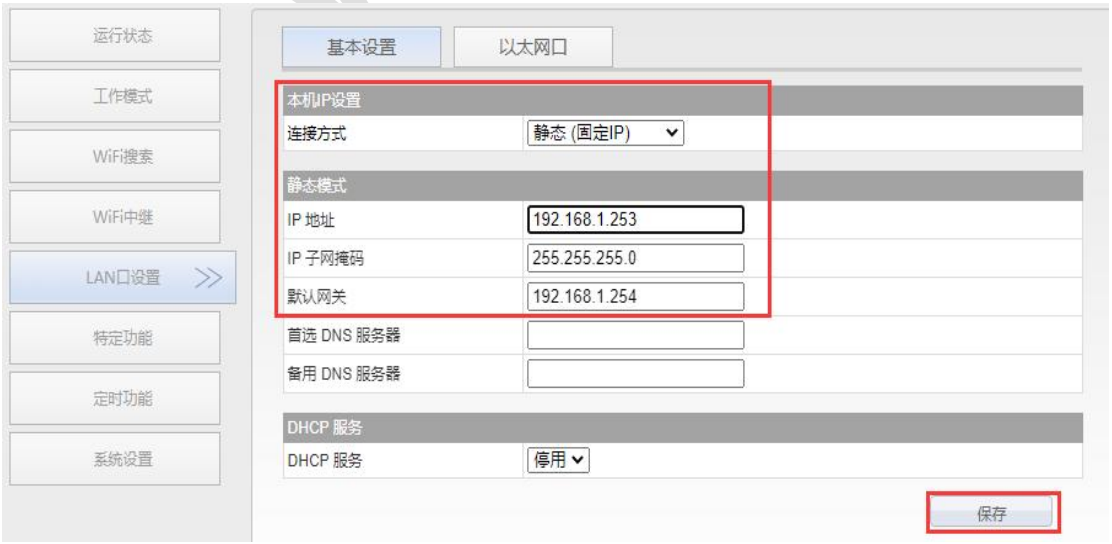
6.2 接收端配置（TCP Client 模式）

步骤 1：Wi-Fi 接入与 LAN 口配置



接收端搜索并连接发射端 Wi-Fi 热点，输入热点密码完成关联；随后将 LAN 口配置为静态 IP（本例 192.168.1.253），默认网关指向发射端地址 192.168.1.254，设置完成后点击保存。





步骤 2：串口配置

接收端串口参数须与发射端保持一致（本例波特率 57600、8 位数据位、1 位停止位、无校验）；数据传输类型设为 TCP Client，目标服务器地址填写发射端 IP（192.168.1.254），本地端口 8012。



6.3 配置保存与设备重启

发射端与接收端的所有配置信息均需保存并重启设备后方可生效；重启完成后可观察双方连接状态，确认无线链路正常建立。



7、实施效益与注意事项

7.1 实施效益

- 消除拖链电缆高频弯折断芯隐患，减少非计划停机，提升设备综合可用率；
- 每年可节省定期更换拖链线缆的费用约 3000～6000 元，同时减少维修工时投入；
- 枪头侧部件精简、外形美观，可沿用现有电机，机械部分无需任何改动。

7.2 施工与运行注意事项

- 外置天线延长线的敷设必须避开交流电源线及变频器输出线，否则无线信号将受到严重电磁干扰；
- 位置编码器高速脉冲信号坚持“从站就地采集”原则，严禁将原始脉冲直接经无线链路传输；
- 后续参数调整应在停机窗口内进行，修改配置前先备份设备配置文件，保存重启后逐项验证。

后天无限技术支持

20261112

VONETS