本文主要介绍某公司新能源汽车涂装电泳过程中整流器与摆杆系统之间的信号对接、联锁及发生问题时异常处理，减少电泳过程问题，保障电泳车身质量和防腐效果。

合众新能源汽车有限公司 汪金东 黄锐 许能才 王兵 李文鹏

新能源汽车涂装整流与输送系统信号对接及异常处理

随着新能源汽车性能、舒适性、外观的不断提升，客户在使用过程中，越来越注重细节，防腐也是最基本的要求。电泳涂层是整个防腐最重要的部分，电泳过程中设备与设备之间的信号对接，信号联锁及信号报警，往往会避免很多问题的发生，发现异常及时处理，最终保障电泳车身质量和防腐效果。本文将从我公司新能源汽车涂装工艺中，模块化整流器的工作流程、与摆杆系统的信号联锁、影响输送运行的信号三方面来阐述，探讨在设计阶段和调试阶段如何进行信号对接和联锁，发生问题时快速处理和避免质量问题。

汽车涂装常用整流器介绍

目前汽车涂装电泳整流器主要分三种，整流器主要分三种，分别为传统 SCR 电泳整流器、MOSFET 电泳整流器和 IGBT 电泳整流器，其中 MOSFET 和 IGBT 都属于高频开关电源，逆变核心 MOSFET 是多只小功率元器件，IGBT 是大功率元器件。从结构上分析，MOSFET 模块电源更适用于汽车充电桩，而 IGBT 模块电源适用于工业电源，适合负载连续工作。

IGBT 模块电源现已成为各大主机厂电泳主流配置设备，整流设备品牌不同，大致的工作形式都是相同的，连续通过式阴极电泳工艺的涂装线，IGBT 模块 100A 对应侧部阳极，工件刚进入电泳漆采用 100A 模块 1 对 2 进行供电，当电泳膜厚达到一定厚度时采用 100A 模块 1 对 4 进行供电，；IGBT 模块 100A 对应底部裸阳极，采用 1 对 2 供电。双冗余位置检测，系统实时对车身位置进行检测，满足车身多区域都能独立调压来控制膜厚的均匀度。

IGBT 整流器的工作原理：电泳前后摆杆完全接到输送段到达的车身以后，发送给整流电源 PLC 一个接车完成信号，整流电源以此为起点根据编码器计数变化启动一个车体位移跟踪程序。通过编码器计数跟踪车体完全浸入电泳漆以后，控制 MAC 开始自动升压；预设一台车分为 N 个部位，每一个部位由一台 MAC 负责，首先确定每一台 MAC 负责的电泳槽中位置区段与位置跟踪计数器数值对应，当车体某一部位到达某一 MAC 负责区段时，将车体该部位对应到该 MAC 时的电压设置值传送到目标 MAC，改变 MAC 输出电压。假设每一台 MAC 负责的区段距离相同，那么车体全浸位置时车的尾部由 MAC1 负责，依次向前相同的区段距离便可确定每一 MAC 负责的区段。每一台 MAC 的启停和电压的给定都和其对应的车身负责区段和随车车体位置的移动而变化。

为了对不同车型加以不同的通电电压，需要增加一套车型识别系统，通过识别车型反馈整流设备；以电泳槽前车型识别位置滚床信号为基准，根据编码器数值变换确定车体的位置，当 PLC 同时收到该滚床到位信号和有车信号时，说明已经有车到达车型识别位置，在该信号的下降沿启动一个车位跟踪计数器，编码器每变化一次数值计数器加 1，直到车体完全出槽后复位计数器，从车型识别位置滚床到车体完全出槽之间最多允许有 10 台车，程序中设置有 10 个相同功能计数器，程序根据 10 个计数器

8-13 新能源汽车制造.indd 11 2023/1/31 10:55:16

的工作状态，从计数器 1~10 依次确定当前车体使用哪一个计数器，确保不会出现两台车同时使用一个计数器。HMI 中车体位置的移动是由计数器数值变化实现的，每一个计数器对应 HMI 中一个车体，根据计数器数值大小确定车体在 HMI 中的位置。

当 PLC 同时收到车型识别系统中滚床到位和有车信号时，首先读取光电识别开关状态，与 HMI 中设置的每种车型对应光电开关状态比较，确定当前光电识别车型；同时通过网桥读取车型编码型号，然后将两个车型信号进行比较，如果相同说明车型识别正确，将车型信息传送到与车体跟踪计数器对应的车型寄存器中；如果不相同，说明车型识别错误，将车型信息中的较大数传送到车体跟踪计数器对应的车型寄存器中，同时置位与车体跟踪计数器对应的车型识别错误故障。

电泳整流和摆杆信号联锁

电泳摆杆信号联锁主要为摆杆和整流电源之间信号的相互对接，通过信号的相互对接、传输来保证车身的正常电泳工艺运行。

摆杆传输整流电源分为进车和运行信号，进车信号传输整流电源通过 PLC 计算车身位置的起点信号，确认车身在电泳槽体内的位置，根据位置对车身电压进行自动控制；摆杆运行信号传输整流电源，整流电源根据车身在电泳槽内摆杆运行停止状态，整流电源对电泳槽内车身进行正常通电或加载保护电压，保证电泳槽内车身泳透质量。

整流电源传输摆杆的信号分为整流电源就绪和故障信号，收到摆杆进车信号后，整流电源反馈具备随时升压状态时发出的就绪信号，电泳摆杆未收到此信号则不会运行；整流电源出现影响设备正常运行时发出的信号，如急停故障、电泳室体门打开故障、编码器故障、车型未识别故障、库仑量异常故障等，电泳摆杆收到此信号则不会运行。

影响输送和整流运行故障及解决措施

整流设备控制电源和主回路都开启后，摆杆设备输出准备就绪信号，触摸屏各界面显示“设备已就绪”，反之显示“设备未就绪”，如图所示。

切断主回路的报警主要分为急停报警和电泳室体门打开报警，主要现象和解决措施如下：

1）急停报警：设备发出声光报警并切断主回路，影响摆杆停止。

解决方法：复位急停按钮—操作“故障复位”按钮—报警解除后重新操作“主回路合闸”按钮开启主回路电源。

2）电泳室体门打开报警：设备就绪以后，如果有人打开电子门锁进入电泳室体内，设备发出声光报警并切断主回路，影响摆杆停止。

解决方法：复位电子门锁—操作“故障复位”按钮—报警解除后重新操作“主回路合闸”按钮开启主回路电源；如果电子门锁故障红灯亮起，无法复位情况下要操作触摸屏“系统参数”界面，登录后“禁用门联锁保护”后，重新开启整流电源。

设备故障信号分为编码器故障、车辆未识别报故障和库仑量异常报警故障，主要现象和解决措施如下：

1）编码器故障：编码器硬件故障、编码器电源故障或编码器连接网线故障都可造成编码器故障，设备发出声光报警，影响摆杆停止。

解决方法：操作触摸屏“系统参数”界面，登录后启用其他编码器运行。

2）车辆未识别报警：当前车辆未识别报警，设备发出声光报

图 设备运行中

8-13 新能源汽车制造.indd 12 2023/1/31 10:55:17

警，影响摆杆停止。

解决方法：查看触摸屏“待电泳车”与实际待电泳车是否一致，如果一致则为误报警，操作“故障复位”以后继续运行；如果不一致，触摸屏待电泳车少于实际待电泳车时，则等到该未识别车辆完全进入电泳槽以后，操作面板“手动/自动”按钮打到手动状态，然后手动启动所有模块电压，待该车辆出电泳槽以后，切换成自动状态，后面车将按当前车型数据自动运行。

3）库仑量异常报警：库仑量值是根据车身电泳过程中产生的总电流所计算，一般来说库仑量值越大则漆膜相对越厚，若库仑量值低则可能电泳膜厚不够。

当车尾前进到槽内大概2/3阳极管时，如果电泳中产生的库仑量值低于该车型设定的库仑量报警值以后，则设备会报警，并停止摆杆运行1 min，1 min后摆杆运行。

解决方法如下：①在车未出电泳槽前停止摆杆运行（操作摆杆停止，如按摆杆急停）；②摆杆停止以后，设备维持保护电压（默认50 V），此时把保护电压（保护电压设置在“系统参数”界面）值修改成三区电压值（300 V），根据当前车库仑量估算大概需增加的电泳时间（一般在该车所覆盖阳极管区域的所有阳极管电流值都不大于50 A时膜厚应该达标）。③恢复摆杆运行，同时把保护电压设置回原参数（50 V）。

结论

随着市场的快速发展，新能源汽车的产品竞争越来越激烈，各大主机厂对车身防腐尤为关注，生产过程中想方设法避免设备问题的发生，设备与设备之间的信号对接、信号联锁和异常情况处理等，需要在设计、规划和调试过程中明确思路，生产中不断优化流程、不断总结过程经验，以此来保障电泳过程的顺利进行，从而确保车身内腔防腐性能和产品质量。AI

8-13 新能源汽车制造.indd 13 2023/1/31 10:55:17