两起“干扰”问题的分析和解决

事件一：

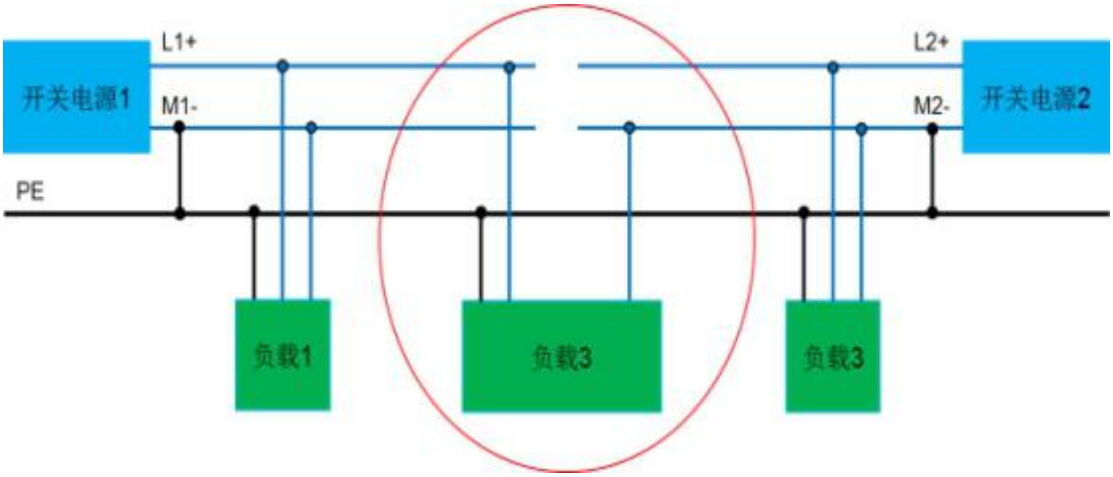
2017 年的年初，应某客户的请求去现场做一次 S120 的新机调试。项目应用比较简单，10 多根矢量轴的速度控制，采用的是 S120 CU320-2PN + CUA31 + PM240-2 + 1PH8 异步电机，分布式驱动方案，共 4 个 CU320-PN 分在 4 个分柜里，控制器用的是 S7-300 的 CPU 315-2PN/DP，PN 通讯通过 SCALANCE 交换机走星型网络。

调试时用的是客户的电脑，STEP 7 + Starter + USB 接口的 PC 适配器编程电缆，其实可以用网线调试的，因为客户对路由调试很感兴趣，他一直也没做通过，所以一定让我用 PC 适配器给他做一次路由调试的示范。客户事先已经对所有电柜做了通电检测，在确认软硬件版本都没有问题后，就撸起袖子开工干活。

调试过程还算比较顺利的，一上午下来硬件组态，联网组态，驱动的初始化，优化，单独运行基本都做完了，唯独有一点，就是有一个分柜的 CU320-2PN 在初始化时通过主站 CPU 怎么也识别不到，是我单独用我的电脑就近通过 CU320-2PN 本体的 X127 端口做了初始化后，才一切正常的，虽然是对付过去了，但还是让我有些颇为不爽。客户见调试这么顺利，很高兴，又到中午午饭时间，张罗着拉我出去厂区外的饭店吃饭，说实话吃的是啥我不记得了，因为这个问题一直有些心不在焉。

饭后，又回到调试车间，大致跟客户讲了一下调试的要领，让客户自己上手调试，有问题我再帮助他解决。期间空闲的时候，我就又来到先前不能识别的分柜前，仔细看了看，没看出什么的问题，PN 网线用的是西门子的原装插头和电缆，做的不是太规范的那种，想想会不会是这个原因导致通讯不畅啊，于是和客户打了招呼，要来工具，打算把这根电缆的插头重新做一下。当我拔下 X150 的 PN 插

头时，CU320-2PN 断电了，我楞了一下，CU 的 24V 电源也是主柜一个专门的电源供过来的，我没有断过主柜电源，怎么 24V 电源会没有了呢？于是，我把 PN 电缆放下，想去检查一下 24V 电源，这时放下的 PN 电缆的金属插头碰到了电柜的安装板，CU 又上电了亮了，这下问题彻底暴露了，这个分柜的 CU 的 24V 电源是通过接地和通讯电缆的屏蔽层构成回路的。赶紧叫来客户，让他彻查电源线路，电气图纸是那种特简单的原理图，任何时候都是正确的，查不出毛病来，最后顺着线捋回主柜，发现这个分柜的 24V 电源的正极和负极分别来自主柜的两个开关电源，如下图所示：



在客户改正线路后，我把出问题的 CU 恢复工厂设置，又重新做了一遍初始化，这一次通过主站 CPU 很顺利就识别出来了这个 CU，心中的不爽挥之而去，完美。

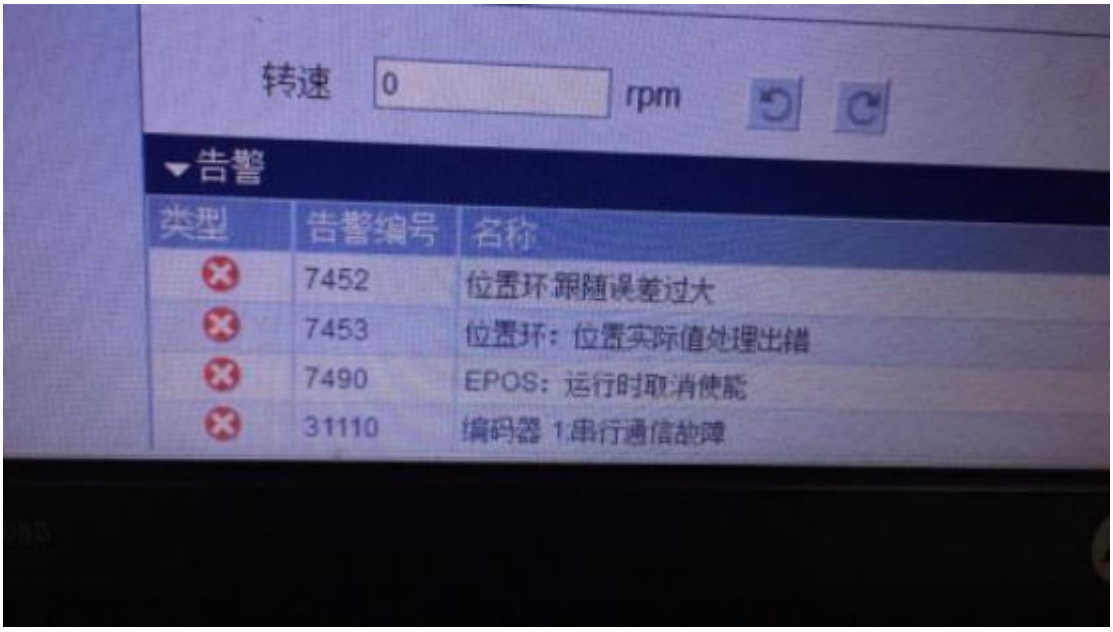
事件二：

2017 年花了不少的精力在 V90PN 的技术支持上，正是 V90PN 的推出使许多原先使用脉冲控制伺服方案的客户转向了 PN 总线控制伺服的方案。但随之而来的是各种 V90PN 通讯故障和编码器故障的现象猛增，刚开始都是按 EMC 规范指导客户

去解决问题的，从各方面的反馈回来看，一多半的问题的确是 EMC 的问题，但还有些问题好似顽疾，无论你采取什么措施，故障现象依旧，总也解决不了，颇让人头痛。

到 2017 年 8 月份时，有个汽车行业的重要客户在使用 V90PN 伺服做项目的过程中出现编码器故障，拖了好久没有有效解决问题，案子又辗转到了我这里，要求到现场支持。

在去现场前，与客户的现场工程师简单的电话沟通，了解了一下现场情况，得知是一个汽车部件的装配线，采用分布式控制方案，还有远程 IO 控制第三方的机器人，V90PN 的电缆都采购的是原装电缆，在调试过程中几乎所有的 V90PN 伺服驱动器都会报 F31110、F7452、F7453、以及 F7490 等故障，如图所示：



频繁的故障报警导致调试无法正常进行下去，客户也曾按 EMC 规范做了些改进措施，没有任何效果，由于 F31110 是编码器硬件故障，销售方面最后同意客户先更换其中的两台 V90PN 伺服驱动器看是什么结果，但更换后故障现象依旧；客户因此怀疑电机，电缆，驱动器，甚至整个 V90PN 系统存在严重的质量问题，还

软件编程也有问题，总之疑神疑鬼怀疑一切，但又束手无策。

到了项目现场，我让客户找了一台没有更换过但上述故障依旧非常频繁发生的 V90PN，通过在线监控，确认 F31110 是基础故障，这属于硬件故障类，导致原因一般不是相关硬件出现损坏就是系统存在严重的硬件干扰。于是重点排查了伺服驱动的电源，接地，屏蔽等，虽然发现存在一定的问题，但系统在安装调试阶段，尚未带负荷工作，几乎是空载状态，一般不会导致如此严重而且频繁的硬件故障。在现场采取了一些常规的 EMC 应对措施后，故障依旧频繁发生。（客户的话有时不能全信，该做还是要坚持做，即使已经知道效果不好了，总之眼见为实）

然而，在排查过程中发现一个现象，即电脑通过无线网络遥控测试时发生的故障现象的概率要远低于用现地按钮操作发生故障现象的概率，于是排查系统的电源，网络及接地，发现存在较大的设计问题。由于没有详细的原设计图纸，现场调试人员亦不是原设计人员，搞不清楚现场电气线路的设计状况的前提下，我提议采取排除法，即只连接 S7-300 与单台 V90PN，只有简单的电源及单一的直连 PN 通讯连接，排除所有其他的线路，进行功能测试，看测试过程中故障发生的情况，结果是系统完全可以连续独立地工作，上述故障再也不发生了。

这时，我心里已经完全有底了，很快给了客户明确的结论如下:

1. V90PN 伺服系统（包括驱动器，电机，相关电缆）不存在产品的质量问题；
2. 是硬件系统问题，与软件及编程无关；
3. 导致 F31110 故障的直接原因是外围线路存在接线错误，伺服系统的屏蔽接地成为电气回路的一部分，屏蔽层有电流通过引发了伺服编码器的通讯故障；
4. 整个项目的电气控制系统在电源系统，接地系统，以及通讯网络系统的架

构设计上存在技术缺陷，IO 电气线路设计不规范，是导致外围接线错误，引发伺服编码器通讯故障的内在原因。

最后，客户也找到了问题症结，是远程 IO 与第三方机器人的交互信号的 IO 电源交错了，同事件一一样通过屏蔽与接地形成信号回路了。

后续，其他的一些类似的客户，也是反复强调让他们去检查电源回路，最终问题都得到了解决。

从事件一和事件二的问题发现与解决来看，其实这两起所谓的“干扰”事件的本质都不是真正干扰的问题，而是在电气成套与现场安装过程中的线路错误造成，只是其表现出来的现象像干扰。但线路干扰与线路错误造成的影响还是有差别的:

1. 线路错误是可以避免的，而线路干扰是避免不了的；接地与屏蔽层导体成为元器件工作电流的回路导体，这是错误；如果是弱电，表现为严重的干扰现象，错误排查比较困难；但如果是强电，损坏设备的概率较大，错误排查会相对容易一些；
2. 线路错误造成的故障报警的频率要远高于线路干扰造成的故障报警，并且更有规律性，而且在整机负荷很轻或系统内功率器件未上电的情况下也会导致频繁的故障报警，表现出来的故障现象的程度会更严重；
3. 线路错误往往造成的硬件类故障报警，比如 F31110 或通讯口故障等，在采取 EMC 应对措施后是也是收效甚微，故障现象依旧，很容易怀疑硬件已经损坏；但是，如果让受影响的元器件单独取电工作，故障现象会立即消失；
4. 总线控制，等电势，多电源系统，分布式 IO 方案，分布式驱动方案，分

布式电气柜方案，系统中有第三方的设备接入并有 I0 交互，具备以上几个特征的系统比较容易出现类似线路错误，尤其是在现场安装布线的过程中。