

# Causes and Solutions of the Interference in the Production Process

Yuanyuan Kong Zhiguang Ren Yuhang Liu

System Service Division of Xi'an Shaangu Power Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710075, China

## Abstract

This paper is guided by the fault cases of some enterprises, and summarized and refined the cases, most of them are related to electromagnetic interference. In order to solve or reduce the accident losses caused by interference in the operation of unit equipment, various solution ideas were introduced from the perspectives of combining principle and experience, introducing construction standards, combining problem handling cases, construction debugging experience, drawing on expert papers, construction specifications, and equipment manufacturer's instructions and technical requirements. Such as poor grounding, grounding error, fault performance, interference equipment and interference source analysis, from the design, selection, construction, fault treatment and other aspects of the put forward solutions, and according to the national specifications of the grounding construction standards in practice how to make a detailed explanation. The focus is on the selection of signal cable, laying method and grounding construction method and specification.

## Keywords

interference; grounding; cable

# 生产过程中干扰产生的原因及的解决方法

孔园园 任智广 刘宇航

西安陕鼓动力股份有限公司系统服务事业部, 中国·陕西西安 710075

## 摘要

论文以某些企业出现的故障案例为导向, 对案例经过总结提炼, 多数都和电磁干扰有关。为了解决或者减少机组设备在运行中受到干扰造成的事故损失, 通过对干扰原理分析、施工标准介绍、结合问题处理案例、施工调试经验、借鉴各方专家论文、施工规范和设备厂家的说明和技术要求, 从原理与经验结合、简单易行、经济性强的角度介绍了诸多解决思路。如接地不良、接地错误、故障表现、干扰设备及干扰源分析, 从设计、选型、施工、故障处理等多个角度提出了解决方案, 并根据国家规范对接地的施工标准在实际中如何应用作出详细说明。重点在于信号电缆的选型、敷设方法和接地的施工方法和规范。

## 关键词

干扰; 接地; 电缆

## 1 背景

信号干扰在透平机械领域时有发生, 严重时会影响控制系统模块工作不稳定, 造成 I/O 模块故障, 从而引起振动、温度、转速信号波动。例如, 某公司高压电缆与控制电缆同沟敷设, 造成了模块故障、非计划停机。

## 2 来自设备本身的干扰及解决措施

### 2.1 来自空间的辐射干扰

空间的辐射电磁场 (EMI) 主要是由电力网络、电气设备的暂态过程、雷电、无线电广播、电视、雷达、高频感

应加热设备等产生的, 通常称为辐射干扰, 其分布极为复杂。若 PLC 系统置于所射频场内, 就会受到辐射干扰, 其影响主要通过两条路径: 一是直接对 PLC 内部的辐射, 由电路感应产生干扰; 二是对 PLC 通信内网络的辐射, 由通信线路的感应引入干扰。

### 2.2 来自系统外引线的干扰

主要通过电源和信号线引入, 通常称为传导干扰, 这种干扰在中国工业现场较严重。来自电源的干扰实践证明, 因电源引入的干扰造成 PLC 控制系统故障的情况很多, 更换隔离性能更高的 PLC 电源, 问题才能得到解决。

电网中, 存在许多非线性负载, 如中频炉、变频器、直流电机驱动器等工作电流剧烈变化的设备, 会向电网注入谐波电流。这类谐波电流产生的电压畸变易导致 PLC、计算机、精密仪器等设备受到干扰, 出现工作异常。

【作者简介】孔园园 (1979-), 男, 中国陕西西安人, 本科, 工程师, 从事电气自动化控制研究。

我们所看到的谐波对其他设备的影响，非线性负载向电网发射的谐波电流通过电网的阻抗产生谐波电压产生的。关于这种现象的解释如图1所示。

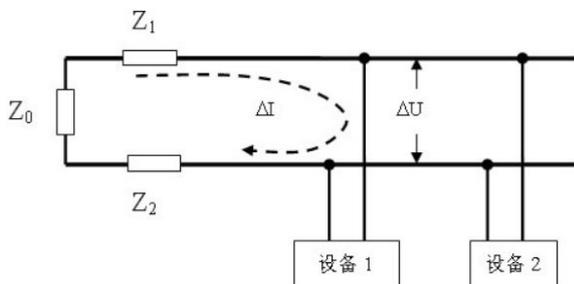


图1 等效电路图

这里设备1是产生谐波电流的设备，它工作时向电网注入谐波电流。由于电网有一定的阻抗，电网的阻抗包括，变压器的阻抗  $Z_0$ ，线路的阻抗  $Z_1$  和  $Z_2$ ，总的阻抗就  $Z=(Z_0+Z_1+Z_2)$ 。当设备1向电网注入谐波电流时（记为  $I_n$ ），则在电网的阻抗  $Z$  上产生了谐波电压（记为  $U_n$ ），于是设备2的电源输入端就出现了谐波电压  $U_n$ 。如果谐波电压超过了设备2能够承受的程度，设备2就会受到这个谐波电压的干扰。

在现实中，谐波对其他设备造成的不良影响主要体现在以下几个方面：

- ①数字控制设备，PLC等，发生误动作。
- ②信号采集系统、测量仪器的精度降低。
- ③电动机发生抖动、过热。

从上述原理可知，谐波源负载是否会对同一个电网上的电子设备造成干扰，主要取决于电子设备的电源线输入端电压谐波畸变的大小，以及电子设备供电电源的抗干扰能力。

### 2.3 解决措施：

这些干扰可以采用有源滤波器进行消除；有源电力滤波器（Active Power Filter，简称APF）是一种动态抑制谐波、补偿无功的新型电力电子装置，能够对大小和频率都变化的谐波以及变化的无功进行补偿。有源滤波器需要外供电源（用以补偿主电路的谐波）。

## 3 施工中所产生的干扰及解决办法

### 3.1 信号传输介质

计算机系统的传输线主要采用聚氯乙烯护套控制电缆（KVVP）或聚乙烯绝缘对绞铜线编织分屏蔽聚氯乙烯护套计算机电缆（DJYPV），都具有较强抗电磁干扰的能力。

以上两种电缆均为屏蔽控制电缆，屏蔽电缆是由公共导电层包裹着一根或多根（相互绝缘的）导线的电缆。公共导电层即线缆的屏蔽层，它一般由铜（或其他金属，如铝）的编织股线、铜带的非编织螺旋绕线或导电聚合物层构成。屏蔽层内部可以包裹信号或动力导线，通过两种方式起到防

止电磁噪声的作用。一方面，它能够单纯作为隔离层反射噪声能量；另一方面，它可以吸收噪声并将其传导到大地（Ground），提供噪声信号返回路径。

### 3.2 强电磁辐射对线路的干扰与消除

综上所述，传输线具有抵御外部电磁干扰的能力通常用干扰防卫度来表达，干扰防卫度越大，表示抗干扰能力越强。传输线的干扰防卫度足以抵御通常情况下的各种干扰。当干扰源过强，超过了传输线干扰防卫度，就会对信号产生干扰。这些强电磁干扰主要有以下两种：一是附近有强电磁辐射源；二是布线设计不当，强电线路对传输线产生的干扰。强电磁辐射产生的干扰在信号上的表现为历史趋势有不规则的尖峰脉冲波。

对此种干扰，可采取以下方法消除：第一，尽可能避开干扰源，计量系统设备和线路要与辐射源保持一定距离。第二，选择屏蔽性能好的电缆。同轴电缆的外屏蔽网的编织密度直接影响到电缆的干扰防卫度，编织密度越大，防卫度越高。因此，应选择编织密度较大的电缆。市场上的电缆品牌较多，质量亦有差异。因此，要注意选择质量好的电缆。

由布线产生的干扰，主要原因是传输线与强电线路长距离紧密平行布线，相互产生电磁耦合。

控制电缆的干扰防卫度在低频段较低，而强电干扰成分主要是50Hz交流电及其谐波，因此对信号传输的威胁较大。因此，要避免信号线与强电线路长距离紧密平行布线。强电线路与信号线应分线槽布设，若需同线槽敷设，需在其间采用隔板隔开并保持一定的距离。在显示系统的两端和设备机柜里，若出现强电线路与信号线短距离平行布线的情况，应采用镀锌管穿线缆与强电线路隔离，避免干扰的产生。

### 3.3 地线干扰产生原因与消除方法

#### 3.3.1 地线干扰是计算机系统常出现的干扰，工程中的干扰大多属于此类干扰

产生地线干扰的原因，是由于系统中存在两个以上互相冲突的地线。图2表示了两条地线产生干扰的原理，图3是等效图。图1中存在两个地线，G1是信号源的地线，G2是设备的地线，两个地线间的电阻  $R_g$ 。大地作为各设备的公共回路，存在地电流。地电流在地电阻  $R_g$  上产生的电压降  $U_g$ 。  $U_g$  产生的电流  $I_g$  流过电缆外导体。由于电缆外导体也存在电阻  $R_w$ ，  $I_g$  在  $R_w$  上产生电压降  $U_w$ ，此电压即为干扰电压。  $U_w$  与信号源电压  $U_y$  叠加（见图3），形成对信号的干扰。地电流的主要成分是50Hz交流电及电器设备产生的干扰脉冲<sup>[1]</sup>。

综上，屏蔽层不允许多点接地，因为不同的接地点总是不一样，各点存在电位差。如多点接地，在屏蔽层形成电流，感应到导线上形成电流，感应到信号线上形成干扰，不但起不到屏蔽作用，反而引进干扰，尤其在变频器用得多的场合里，干扰中含有各种高次谐波分量，造成影响更大，应特别注意。

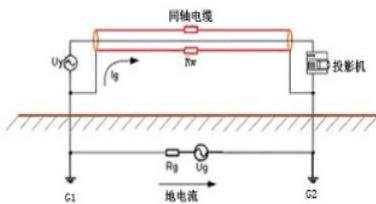


图2 两个地线产生干扰的原理

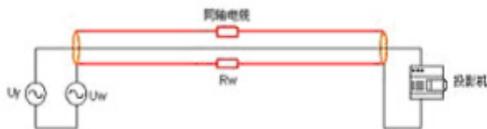


图3 地电流产生干扰的等效图

### 3.3.2 地线干扰消除的方法

①采取措施，保持系统共地。

据上所述，当系统中存在两个以上的地线时，就会产生干扰。因此，要消除干扰，就必须保证系统中只有一个地线。为达此目的，需从以下几方面着手。

第一，在系统设计阶段，对系统地线进行严格的设计。系统地线主要包括设备电源接线板的地线和安装设备机柜的地线。这些地线必须来自一个公共的地线，绝对不允许有两个以上的地线存在。

第二，设备的安装应避免与建筑地或其他与系统地线有冲突的地线发生连接。

第三，与控制系统相连接的其他系统的地线也必须与控制系统共地线。这里所说的其他系统，主要有集中控制系统。这些系统的地线如与 PLC 系统不共地，也会把干扰带进控制系统来。

第四，处理好 UPS 电源地线，UPS 电源地线必须与系统地线共地<sup>[2]</sup>。

②采用信号隔离器，消除地线干扰。

在某些场合，系统干扰产生的原因很复杂，而受到种种因素的限制无法排除。此时，就必须采用信号隔离器来消除干扰。隔离器是采取将输入和输出两部分的地线隔离的方法来消除干扰的。

③采用双绞线传输系统。

双绞线传输系统是平衡式系统，具有很强的抑制共模干扰的能力。在图4中，地线干扰电流  $I_g$  在双绞线的两条导线中产生大小相等的电流  $I_1$  和  $I_2$ 。由于 A2 是差分输入放大器，对这样的共模信号不具备放大作用。而 A1 放大器输出的是差模信号，被 A2 放大后正常输出。由此可见，在双绞线系统中，地线干扰信号被抑制，有用信号得到正常放大传输。

据上所述，在工程设计中，根据工程的实际情况，适时采用双绞线传输方式，也是避免地线干扰的有效方法。

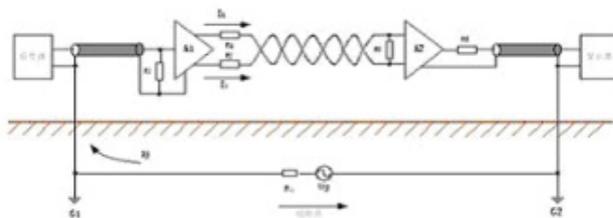


图4 双绞线传输系统消除地线干扰的原理图

## 4 在施工过程中的规范要求

根据 HG/T 20512—2014 仪表配管配线设计规范中的要求，仪表信号电缆与电力电缆交叉敷设时，宜成直角跨越；与电力电缆平行敷设时，两者之间的最小允许距离，应符合规范表 8.1.9 仪表电缆与电力电缆平行敷设的最小允许距离的规定。

根据 IEC364-5-548《信息技术装置的接地和等电位连接》和石油化工仪表接地设计规范中要求，接地分为保护接地和工作接地。

工作接地是仪表信号回路接地和屏蔽接地。正确的接地是消除干扰的重要措施。具体做法如下：

①首先对控制系统单独接地电阻进行测量，一般情况下，不应大于  $4\Omega$ 。

②一条线路上的信号源和接收仪表若都不可避免接地，应用隔离器将两点接地隔离开。

③工作接地和保护接地最终连接到一起，但仪表工作接地和保护接地应分别连接到汇总接地排，不能混接。

④仪表工作接地的连线在接到汇总接地排之前，各接地线、接地支线、接地干线、接地汇流排等除正常的连接外，都应当是绝缘的。

⑤最终与接地体或接地网连接是从总接地体单独接线。

⑥接地工程审图时应注意避免设备工作时在地线上产生的电压降（应注意线径、距离等产生的影响），对信号产生干扰<sup>[3]</sup>。

## 5 结语

干扰对大型机组运行过程有非常大的影响，严重时会导致生产运行不能持续进行，造成比较大的经济损失。所以在工程施工过程中，在严格按照施工规范进行的同时，也要考虑信号电缆的选型，避免干扰的产生，从而导致机组生产的不稳定。

## 参考文献

[1] 严云帆.变频传动系统电机侧共模干扰研究及其对通讯系统的影响分析[D].杭州:浙江大学,2016.  
 [2] 孙洪洁.共模干扰实例分析与抑制方法[J].数字技术与应用,2019,37(6):2.  
 [3] GB50093—2013 工业自动化仪表工程施工及验收规范[S].