

# 伺服编码器损坏的主要原因有哪些

在伺服电机的应用中，最常见的问题就要算是反馈编码器的故障 / 损坏了。

不仅是在很多设备系统的诊断信息中控制工程网版权所有，经常会有关于伺服电机“反馈错误”的提示，而且在那些返厂维修的伺服电机的检测报告中，也往往会有很大一部分将问题原因指向反馈编码器，很多时候甚至会出现所谓“应用问题”的表述，意思是说，“非产品质量问题，用户须为此负责”。

本期，我们就来聊聊，引起伺服电机内部反馈编码器故障和损坏的原因，可能会有哪些？

作为伺服电机内部几乎唯一的电子元器件，反馈编码器真的可以算的上是易损部件了，其损坏原因大致可以分为机械损伤、电气损坏和环境影响... 等几个方面。

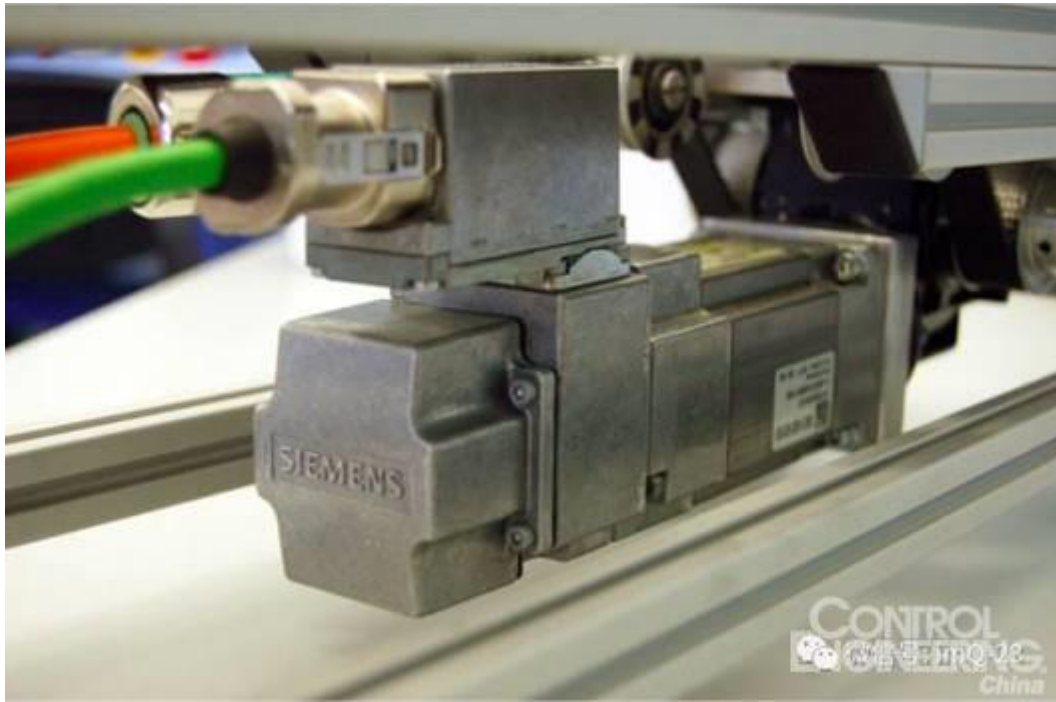
## 机械损伤

伺服反馈编码器故障中最常见的就是各种机械损伤，包括由于机械振动、碰撞、冲击、磨损等因素造成的编码器内部元件结构（码盘、轴和轴承... 等）的硬件损坏。

## 振动

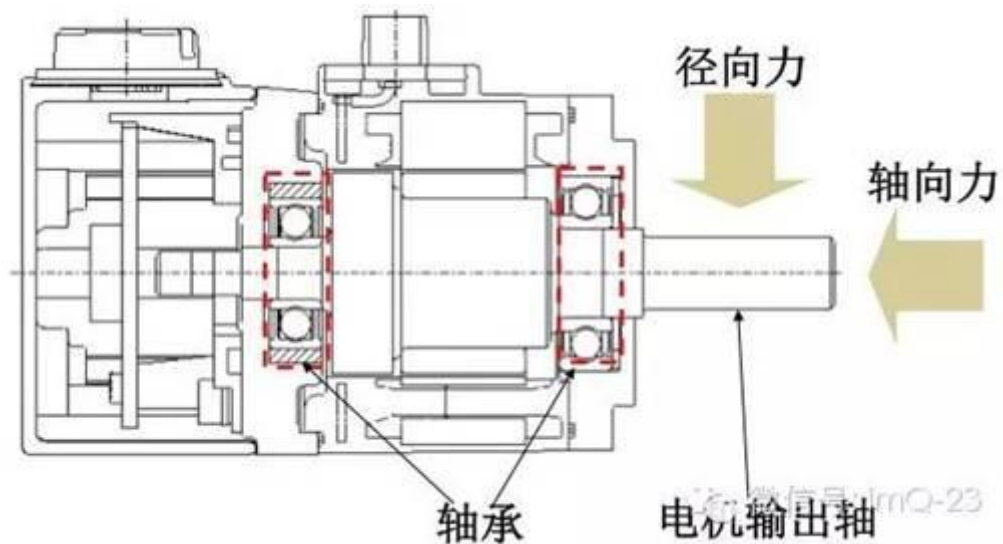
过大的机械振动极有可能造成编码器码盘、轴和轴承的损伤。

对于伺服反馈来说，有些振动是由电机本体的振动引起的，例如：电机所处的机械结构的振动、电机需要随负载连续运动... 等等，这种情况是比较容易预防和避免的，因为这种振动看上去就比较直观，也容易测量和采取纠正措施，只要能够将电机本体的振动强度控制在其标称的振动等级（加速度和频率）范围内，就基本上可以避免这种振动对伺服电机和反馈带来的危害了。

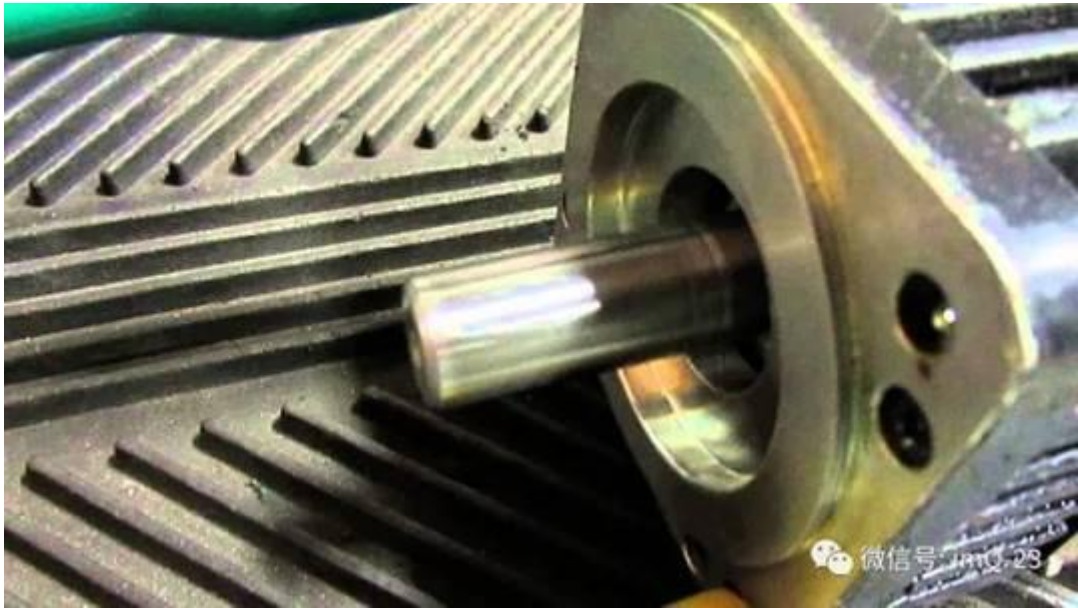


还有一些情况，振动是在电机运行过程中伴随机械轴旋转而引起的，例如：伺服电机轴输出侧受到过大的轴向力作用，在运转时发生前后窜动造成编码器机械

轴的轴向振动；或者，伺服电机在运转时，其输出轴长期受到过大的径向力作用，造成电机轴和轴承的磨损，进而使得电机轴在高速旋转时因偏心而产生强烈振动...等等。



这些振动基本上与电机本体和设备机械结构的振动没有太大关系，而是和电机运行时其输出轴的受力情况以及轴 / 轴承的磨损情况密切相关的，即使从电机本身看不出任何振动，反馈编码器也很有可能因为这些异常的轴向或径向振动而受损；同时由于此类振动主要发生在电机内部高速旋转的机械轴上，具有很强的隐蔽性，其危害往往会被人们忽视。



不过，要预防这种因电机轴振动造成的编码器故障或损坏也并不难，只需要在伺服电机的安装、使用和维护时，确保其在运行过程中轴向力和径向力在产品标称的限值范围以内。

### **冲击**

和所有机电类产品一样，伺服电机和反馈编码器产品也会有额定的抗冲击加速度限值标称。过大的冲击力将可能导致伺服编码器码盘、轴、轴承、集成线路板和芯片的损坏、甚至整个反馈编码器的损毁和报废。



因此，在使用伺服电机过程中，须尽量避免其本体受到任何外力的撞击，尤其要防止对电机输出轴的冲撞和敲击，无论是来自轴向或径向的，例如：在往电机输出轴上安装各种传动轴套（同步带轮、联轴器、减速机轴套...等等）时，或者在将电机安装到传动机构的过程中，切勿用力敲击电机轴和外壳本体。

### 磨损

另一种机械损伤，就是伺服反馈编码器轴和轴承的磨损。虽然并不是很常见，但也需要引起一定的重视。

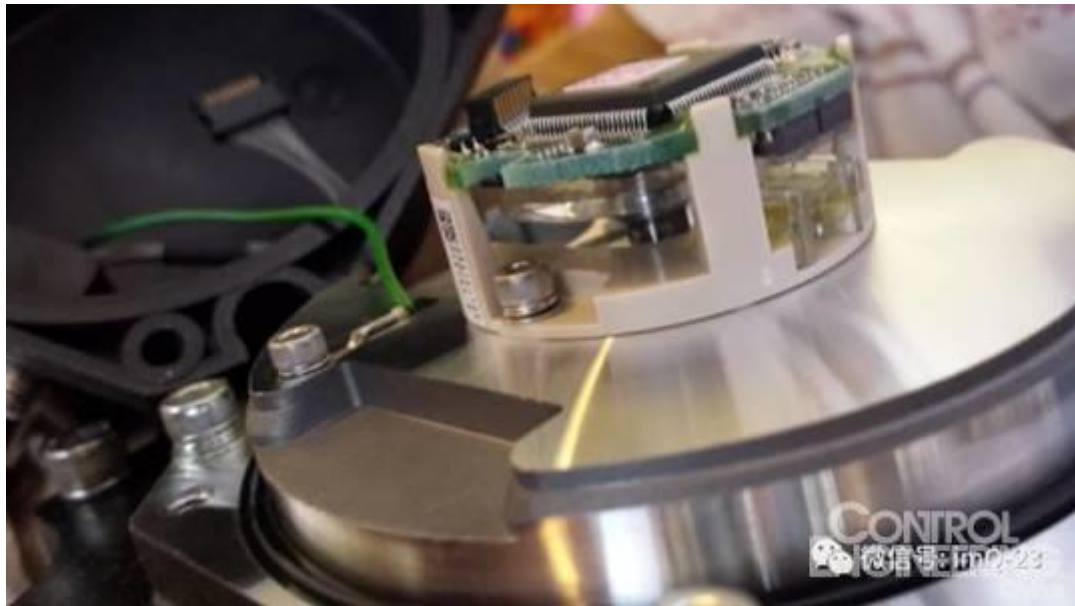


它有可能是因为电机轴长期振动（轴向或径向）造成的；也有可能是由于电机轴超速运转而引起的，尽管一般伺服电机很少出现超速运转的状况，并且反馈编

码器的最大允许转速要比伺服电机的峰值转速高出许多，但是在某些异常情况下，例如：反馈信号受到干扰、伺服电机整定错误、垂直负载失控坠落...等等，反馈编码器因为电机“被”超速运转而受损的风险还是依然存在的。

### 电气损坏

在各种伺服反馈编码器故障中，电气损坏也是经常发生的。



一方面，当伺服电机或 / 和编码器反馈线路处在电磁兼容性能较差的机电系统环境中时，在其信号回路上可能会因为受到较强电磁噪声干扰而瞬间产生极高（几千甚至上万伏特）的高频冲击电压，导致编码器信号电路的损坏。



另一方面，编码器外部线路的异常，例如：短路、断路、接错线、极性接反、电源异常（如波动）...等等，也都有可能造成伺服反馈的电气故障或损坏。

前面两种故障应该算是比较纯粹的电气故障，和通用编码器的电气故障是一样的。



还有一种电气损坏是伺服反馈所特有的，是由于电机的机械损伤而引起的。如果伺服电机在运转时，因其输出轴长期受到过大的轴向或径向力作用，造成轴和轴承的磨损，就会在电机内部产生大量金属屑和粉尘，当这些金属粉尘附着在反馈编码器的线路板上时，极有可能因短路而造成其内部电路的故障或损坏。

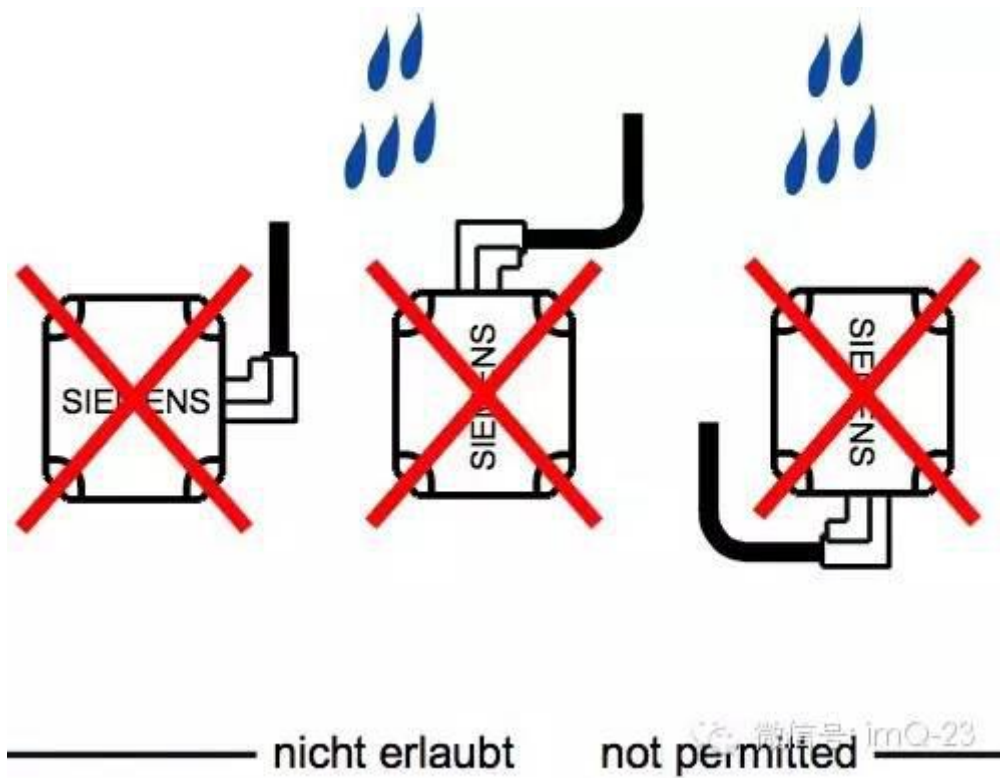
### 环境影响

这里所说的环境，首先当然还是指伺服电机所处的物理环境，包括：湿度、温度、滴液、油污、粉尘、腐蚀...等等。

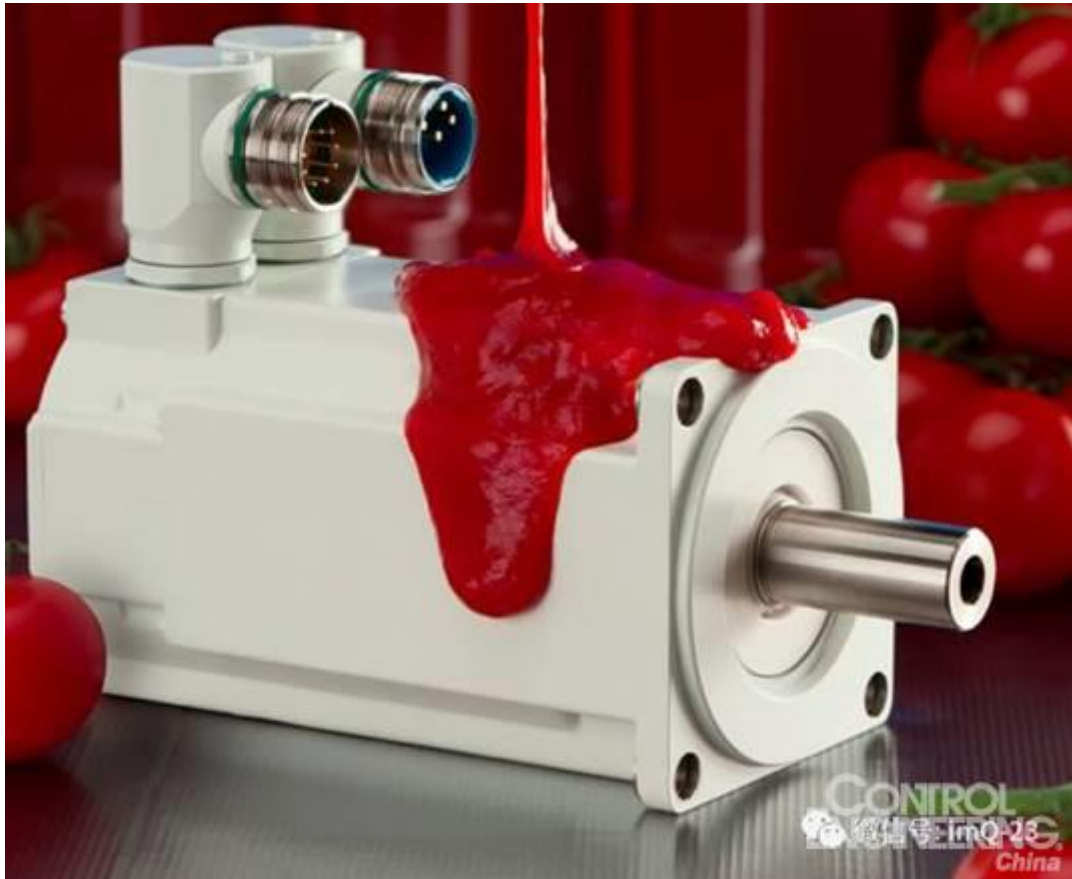


很多故障伺服电机返厂后的维修报告里，都会提到反馈编码器因受到污染物的侵蚀而损坏，例如：浸液、粉尘...等等。





这些污染物进入电机内部原因很多，可能是电机自身防护等级不足以抵御恶劣的应用环境，例如：将 IP54 的伺服电机置于需要用水冲洗的食品卫生设备...；也可能是不当的安装使用方法造成的，例如：将没有安装轴封的电机轴向上安装在有液体飞溅的环境中，或者因电机插头 / 插座选用不当使得液体沿其电缆接口渗入电机内部... 等等。



因此，伺服电机本身的 IP 防护等级，以及产品应用集成和运行维护时所采取的环境防护措施就显得非常重要了。



不过，仅仅做好对伺服电机的应用防护还是远远不够的，因为对于伺服反馈来说，它还会受到电机内部环境的影响。



从污染物方面看，正像前文所说，伺服反馈编码器的防护等级大都在 IP20 ~ IP40，如果伺服电机在运转时，其输出轴长期受到过大的轴向或径向力作用，会造成电机轴和轴承的磨损，从而在电机内部产生大量粉尘和碎屑，它们不仅可能会因为附着在反馈编码器的线路板上导致其内部电路的损坏，也有可能因为大量堆积而影响电气元件的散热和机械轴承的润滑。而这其实和伺服电机自身所具备的防护等级并没有太大关系。



而如果再看温度方面对伺服反馈编码器的影响，则主要就是来自于伺服电机内部了，因为其绕组线圈在连续运行时的实际温度往往远高于周围环境温度，这对于紧贴在电机轴末端安装着的伺服反馈编码器来说，是一个极大的挑战和威胁。通常伺服反馈的工作温度范围极限可达  $+110^{\circ}\text{C} \sim +120^{\circ}\text{C}$ ，过高的电机运行温度，将可能导致反馈编码器内部电路工作不稳定甚至发热损坏。因此，合理规划伺服电机的动作周期和运行负荷，防止出现过高的绕组温度，对于保护其内部集成的反馈编码器，也是十分重要的。

有没有发现，电机轴异常受力是会从各个方面威胁到伺服反馈编码器的正常工作的。



针对上面这些可能造成伺服反馈编码器损坏的故障原因，为了提升伺服电机用户的应用体验，这些年不少编码器厂家都对旗下伺服反馈产品作出了一些技术上的改进，例如：

- 为了提升伺服反馈元件抗机械振动和冲击的能力，使用金属（如镍合金）作为制作码盘的材料，或使用小尺寸（如半径仅为 2mm）的码盘；

- 采用数字通讯接口作为伺服反馈信号输出，以提升系统抗 EMI 电磁噪声干扰的能力；

- 增加短路保护、反极性保护、电源宽电压... 等设计，以减少用户因为操作（如接线）错误而引起元件损坏的机率；

- 采用金属外壳、增加油封，以提升伺服反馈的防护等级；

- .....



不过，无论产品有哪些改进和发展，我还是要提醒大家不要忘记，严格按照产品的安装使用要求对伺服电机进行合理的应用操作。

摘自 — 控制工程网  
苏州嘉铁士自动化控制设备有限公司