

# SIEMENS西门子触摸屏中国经销商代理

产品名称	SIEMENS西门子触摸屏中国经销商代理
公司名称	浔之漫智控技术（上海）有限公司-西门子PLC
价格	.00/件
规格参数	品牌:西门子 型号:PLC 性质:授权代理商
公司地址	上海市松江区石湖荡镇塔汇路755弄29号1幢一层A区213室
联系电话	18717946324 18717946324

## 产品详情

SIEMENS西门子触摸屏中国经销商代理

我公司主营西门子各系列PLC（S7-200 SMART S7-300 S7-400）触摸屏 变频器（MM系列 G120 G120C G110）伺服（V80 V60）数控备件（PCU50 NCU CCU 轴卡）等价格优势产品为西门子原装正版产品 我公司售出的产品按西门子标准质保 产品本身有质量问题 质保一年 公司秉承：以信待人 以诚待人 质量如生命 客户至上的经营理念 竭诚为您服务 您的肯定是我们大的动力 我们将期待与您长期持久的合作

有关电机绝缘推文的相关参考资料，请参考附录中的文献。

文中讨论主要以西门子产品“1LA8/1PQ8”产品为主，对于标准电机将以相关手册为准。

### 1 前言

我们在上一篇推文([跳转到上一篇](#))中介绍了电机绕组及其绝缘系统，了解到对于电压等级低于500V的西门子标准电机完全能够满足变频器应用下的绝缘要求，同时讨论了大于500V高为690V下的电机的绕组结构及其绝缘系统。

在接下来将给大家介绍发生绝缘损坏的原因及应用于变频器下对电机绝缘的要求。

### 2 绝缘损坏的原因

#### 2.1 概述

主要有三类针对绝缘损坏的可能性：

在电机端出现的电压反射，将在相间造成较高的尖峰电压（），其决定于电缆长度及电压上升时间，在前面的推文中讨论过，大可达直流母线电压的2倍；

- 作用于相间的电压强度主要由槽分隔器起到绝缘作用

绕组与叠层铁芯之间出现较高的尖峰电压（）

- 作用于槽内绕组的电压强度主要由槽衬起到绝缘作用

匝间出现非常之高的电压强度（），决定于电机端相对于电机外壳的电压变化和上升时间

- 产生匝间故障的主要原因在于定子绕组电压分布不一致造成的，入射电压的极短上升时间是造成电压分布不一致的原因（请参考推文“[电机绝缘-电机端入射电压波在电机绕组的过渡过程分析](#)”）。对于成型绕组电机来讲，由于在槽内各匝均匀分布，所以绕组中传递上升率很高的入射电压所产生不均匀电压分布影响很小。

图2-1 几个电压强度作用的绕组位置

图2-2 不存在和存在反射下的相间（UCC）电压（UR为额定电压）

图2-3 2-电平变频器与正弦供电对比下的电压强度

在图2-3中显示了2-电平PWM变频器与电网直接（正弦波）供电的相间及相对地的电压强度的对比，电网（正弦波）供电为的情况下，那么在变频器供电下的相间可达200%的电压强度，而相对地将超过200%。这样会极大的影响电机绕组的绝缘寿命，若要获得与在正弦波供电下同样的使用寿命，必须确保在运行过程中，在绕组间，特别是匝间不能出现显著的局部放电的情况。

## 2.2 匝间绝缘故障的分析

由于定子绕组材料和浸漆的非一致性，在浸漆绝缘层中产生孔洞，如图2-4

图2-4 绝缘层中的孔洞\*)

\*) 请参考附录文献[1]

在匝间绝缘之间出现的孔洞是绝缘问题的根本原因。此类故障机制是一类非常复杂的称之为局部放电的现象。

局部放电在满足下面条件时，所释放能量较低：

作用电机绕组的峰值电压远低于绝缘系统的实际击穿电压；

在孔洞处建立的局部电场强度不足以超过气隙击穿强度（局部放电起弧电压）

当绝缘系统持续遭受局部放电，绝缘系统强度逐渐下降，绝缘材料过早老化情况将出现。老化过程进一

步侵蚀绝缘材料，从而在放电位置的绝缘材料厚度逐渐减小，直至绝缘材料的抗击穿电压能力削弱到低于作用于电机绕组的峰值电压的水平，此时绝缘击穿出现。

一些调研也已验证了基于作用于电机绕组的峰值电压，上升时间，局部放电的概率及绝缘寿命等因素的绝缘系统模型的相关性。

局部放电起弧电压同样受温度影响。电机的温度上升是由于电机的运行损耗带来的，同时受到作用于电机绕组的电压脉冲的高频谐波影响。相关报告研究表明：温升达到80K将使局部放电的起弧电压削减约10%（相当于更容易发生局部放电，因为起弧电压降低了）。局部放电发生的情况下，由于起弧电压的降低，将导致绝缘系统老化加速。

### 2.3 变频器运行下的限值要求

为在绝缘方面保证变频器与电机的匹配性，必须了解由变频器产生的电压强度及绕组的绝缘（如图2-1）的能力。相间电压强度在相关标准（比如IEC60034-17）中描述了限值要求。我们在前面推文中讨论了电压峰值强度与上升时间的关系，这里再次明确一下：

上升时间 $T_u$ 在0.01 s ~0.4s：相间电压允许的限值非常依赖上升时间以及电机大小。陡峭的脉冲电压边沿，将在相绕组的个线圈中产生很大的电压差（在推文“[电机绝缘-电机端入射电压波在电机绕组的过渡过程分析](#)”）。匝间与绕组的设计决定了允许的电压限值；

上升时间 $T_u > 0.4/0.5$  s：此时与上升时间及电机尺寸基本无关，允许的限值基本为常数此时，槽及相绕组的绝缘决定了允许的电压限值。

图2-5 西门子采用的DURIGNIT2000绝缘系统在允许的运行温度下允许的限值

图2-5显示了采用西门子标准变频器（当前输出电压脉冲的电压变化率为3kV/s~6kV/s）驱动低压电机所允许的电压限值，其中A对应的标准绝缘，B对应的是特殊绝缘（对应的电压范围如表2-1）

表2-1 绝缘电压范围

1) 根据IEC60038，允许电压波动上限为+10%； $U_{dc-perm}$ 对应的稳定的直流母线电压)

### 3 结论

在本文中给大家介绍了电机绕组绝缘出现问题的几个方面，并重点分析了绕组匝间绝缘损坏的原因及相关的影响因素。同时给出了在西门子变频器驱动下采用西门子绝缘系统的相关允许限值及影响因素。

在接下来的推文中将给大家介绍电机绝缘测试等相关议题。