

# 变频电机用耐电晕漆包线的试制

赖 斌

南昌海立电器有限公司 江西南昌 330013

**摘 要:** 文章中简略地详细阐述了在变频电机用耐电晕涂料包线的试制工作中,它是我国第一个试制成功的,内容主要涉及了电导体材料与家具涂料的操纵、漆包的生产工艺的探寻及其关键控制点。并就其基本特性,以及起始科罗纳电流、耐高频率单脉冲的电流特性等方面开展了实验和研究,最后详尽地阐述了该线在各种变频电机上的应用,性能优异。

**关键词:** 变频电机;耐电晕;漆包线

## 引言

近几年来,漆包线的开发成为一种热门的产品。是研制适合于变频器应用的耐电晕漆包线。由于电力电子技术的发展,变频调速技术的普及非常快。变频调速具有以下特性:

- (1) 节省能源,电机节省能源30%—40%左右。
- (2) 速度调节电平较高;
- (3) 所设计的速度控制系统结构简单,体积小,投资小,造价低廉。
- (4) 使用方便,对生产过程的控制和质量的改善有利。

所以,目前在冶金、矿山、轻工、发电、通信、铁路、石油、家用电器以及军事工业等领域,变频调速的应用前景非常广泛,已逐步替代了传统机械变速和直流调速技术,是目前我国正在大力提倡的十大技术之一。

## 一、耐电晕漆包线漆的合成原理

(一) 在频率变化的高压作用下,漆包线绝缘涂料中的聚合物极容易发生局域电离,当电场强度达到一个临界场强时,周围的气体就会发生局域电离,产生蓝光,伴随着放电声和臭氧层的生成。为了避免因局域电离而导致的漆膜破损,需要对目前涂料的配方进行改良,改善涂料的电老化特性,在漆基聚合物中加入量子屏蔽颗粒,将脉冲高压进行分散、化解,避免因局域电离而导致漆膜击穿。

## 二、耐电晕漆包线导体材料的选择和控制

耐电晕漆包线需采用低氧铜棒材质,对铜棒进行加工,然后进行剥离、检测,最终拉伸成所需规格,在拉伸时应注意:

- (一) 应选择高精密的拉伸装置,并选择适当的润

滑剂。

(二) 选择精确度高、平整度好的拔出模具(包括过桥模具、出线模具),若不能达到要求,则需进行返修。

(三) 必须仔细地进行操作,定期地对裸露的铜丝进行量度,并检查润滑剂的液面,以确保铸模有足够的冷却液面。

(四) 对裸铜线的毛坯,要特别注意保护,保证毛坯表面的清洁和无污染。

防电晕漆包线所用的涂料是试制漆包线的又一重要环节,对其质量要求十分严格,新进的涂料要经过物理、化学和涂料性能测试,并通过了涂料性能测试,合格后方可使用。

## 三、耐电晕漆包线的涂漆技术

(一) 众所周知,在漆包线的制作上,除了必须用优质的裸铜丝和家具涂料以外,还必须有一个很好的刷油漆方法,特别是在采用模具刷油漆方法的时候,就一定要用一个很好的模具方法,要有一个很好的刷油漆方法,这样才可以制作出优质的漆包线,而由于模具方法的制作和绝缘油的粘度有直接的联系,所以当采用模具方法的时候,粘度可以适当地增加。否则,成品生产线的外观与性能将会受到影响,甚至有可能出现性能问题。此外,选择合适的涂料设备,确保设备的清洁也很重要。

## 四、漆包线漆的试制及其漆包线的性能

### (一) 漆的合成

将有电子屏蔽作用的组分与高分子缩聚反应,添加各种化学溶剂、天那水、特殊辅助设备等,生产漆基环氧树脂工艺。通过对HPH-35耐电晕漆包线涂料的配方与技术研究,研制成功。

涂料的外表是橘黄色的液体,在200℃以下,1小时)

35%，粘度（23℃）压力为500—1500毫帕。

### （二）漆包线涂漆工艺

利用已有的漆包线，通过调节涂料粘度、固含量、烘炉温度、线速度等，使其在350℃范围内发生交联、固化，从而获得优良的漆包线。

### （三）漆膜性能

在表1中给出了对漆的涂布，并将其制成了 $\varnothing$ 1.00毫米的漆包线。

试验生产的漆包线有： $\varnothing$ 0.95毫米、 $\varnothing$ 1.00毫米、 $\varnothing$ 1.12毫米、 $\varnothing$ 1.25毫米、 $\varnothing$ 1.50毫米等。通过上海线缆研究所，常熟豪威富集团的检测和使用，证明了该产品的各项性能都是优良的。

表1

序号	试验项目	单位	GB6109.11-90要求	试验结果
1	外观		光滑均匀	合格
2	尺寸			
	漆包线外径导体直径	mm	$\leq 1.094$	1.094
	导体f值	mm	$1 \pm 0.010$	1.004
	漆膜厚	mm	$\leq 0.010$	0.001
		mm	$\geq 0.063$	0.091
3	伸长率	%	$\geq 30$	35
4	回弹性		$\leq 45$	33
5	柔润性附着性	d	$\leq 1$	1
	卷绕试验	rev.	$\geq 110$	129
	剥离试验		不开裂	合格
	急拉断试验			
6	热冲（250℃/30min）	d	$\leq 2$	1
7	软化击穿温度	℃	320℃/2min 不击穿	合格 383℃（升温法）
8	单向耐刮	N	平均11.3/最小9.60	25.7/23.3
9	耐溶剂试验	H	$\geq 2H$	>5H
10	室温击穿电压	kV	$\geq 5.0$	>14.0
11	漆膜连续性* （3000V/30m）	孔	$\leq 5$	0
12	起始电晕电压* （15000Hz）	V		660

### （四）高频脉冲电耐晕性能

耐电晕漆包线的高频特性，目前国内外对其的研究尚处于起步阶段，尚无统一的测试方法和产品标准。上海电缆研究所参照国外相关文献，开发出漆包线的起晕电压、抗高频脉冲电压时间等特性试验方法和相关仪器，并对耐电晕漆包线（ $\varnothing$ 1.00 mm）作了初步试验研究。在

表2中列出了不同频率的初始电晕电压。

表2

测试频率（Hz）	起始电晕电压V
50	700
100	700
450	730
800	700
1000	680
10000	680
15000	660
20000	610

从表3可以看出，在不同的温度下，高频脉冲电压与击穿时间的关系，可以看出，随着温度的升高，击穿时间逐渐缩短。

表3

频率（Hz）	脉冲上升时间（ $\mu$ s）	温度（℃）	电压（V）	击穿时间（min）
20000	0.10	25	3500	17
20000	0.10	90	3500	13
20000	0.10	155	3500	10
20000	0.10	155	3000	12
20000	0.10	155	2500	29

### 结语

试制的耐电晕漆包线漆在耐电晕漆包线上运用及该线在变频电机上运用说明特性优良，可以达到国内必需。该漆所用材料全部国内化，已构成150吨/年的工业生产经营规模，成本比进口类似商品低，并且该漆可在目前国内外产的漆包机上应用。

该耐电晕漆包线漆是国内首次研制成功的耐电晕漆包线漆，它为我国耐电晕漆包线的制造变频电机的营销推广运用造就了优良的标准。今后我们要再次勤奋，开发设计出系列产品耐电晕漆包线漆，融入日趋全面的技术性规定和日益扩张的市场要求，为耐电晕漆包线及变频电机的发展作出更大的成果。

### 参考文献

- [1]张利, 赵帅伟.变频电机用漆包线耐电晕电、热老化性能的分析研究[J].科技风, 2020(14): 200-201.
- [2]黄利明.变频电机用耐电晕漆包线漆的研制[J].绝缘材料, 2001(05): 18-19.
- [3]李园园, 黄慧洁, 管兆杰, 徐学敏, 林毅栋.拉伸对变频电机用漆包线耐电晕性能的影响[J].电机与控制应用, 2017, 44(08): 115-119.