

# 硅橡胶冷缩式电力电缆附件的应用

汤亚华

(杭州市电力局 浙江 杭州 310009)

**摘要** :由于硅橡胶具有良好的电气和物理性能,硅橡胶冷缩式电缆附件的应用前景广阔。介绍硅橡胶和冷缩式电缆附件的性能特点以及应用中应注意的问题。

**关键词** :电缆;附件;冷收缩;硅橡胶

**作者简介** :汤亚华(1973-),男,工程师,从事高压电缆线路技术管理工作。

**中图分类号** :TM247.9 **文献标识码** :B **文章编号** :1001-9529(2006)02-0063-02

## Application of cold shrink silicon rubber power cable accessories

TANG Ya-hua

(Hangzhou Electric Power Bureau, Hangzhou, 310009, China)

**Abstract** :The cold shrink silicon rubber power cable accessories are probably bound to have a good application prospect for its good electrical and physical properties. The performance characteristics of silicon rubber and the cold shrink power cable accessories are recommended, as well as some precautions in the cable accessories' application.

**Key words** :power cable; accessory; cold shrink; silicon rubber

在电力电缆线路中的各种终端头及中间接头统称为电力电缆附件。电缆附件是连接电缆本体,以及使电缆与变压器、架空线、变电站等相连接,实现电能传输必不可少的装置。

我国电缆附件的发展经历了从绕包式到金属壳体、瓷套+灌胶式;尼龙、塑料、环氧外壳+灌胶式(1960~1987年);热收缩式、硅橡胶预制+热缩套管式、硅橡胶预制+冷缩套管式(1988~2000年);硅橡胶冷缩式(2001年至今)的过程。

热收缩式在20世纪90年代将原绕包式、壳体、瓷套+灌胶式全部取代。目前出现了硅橡胶预制式、冷收缩式电缆附件逐步取代热收缩式的趋势。

## 1 硅橡胶冷缩式电缆附件的特点

(1) 对电缆本体具有恒定的界面压力

电场中绝缘界面压力与放电电压成反比。由于硅橡胶冷缩式电缆附件的直径小于电缆本体,且能与电缆同步进行热胀冷缩运动,始终对电缆本体形成一种压力,而热收缩附件,因为材料较硬,且不能与电缆同步进行热胀冷缩运动。

(2) 局部放电量符合国际标准

硅橡胶冷收缩式电缆附件的局部放电量一般在3 pc左右,而热收缩电缆附件的局放比较大,

有时会大于10 pc。

10 kV等级电缆附件的局部放电量规定:

IEC标准规定局部放电量 $\leq 10$  pc;美国IEEE404标准规定局部放电量 $\leq 10$  pc。我国GB12706-2002规定10 kV局部放电量 $\leq 10$  pc。

## 2 特种硅橡胶的性能特点

适合于生产冷缩式电缆附件的硅橡胶有2类:高温硫化硅橡胶,也称HTV,加成硫化硅橡胶,官能度为2的聚二甲基硅氧烷在铂铬合金催化剂的作用下,与多官能度的含氢硅烷起加成反应,产生链增长和链交联的特殊硅橡胶,也称液体硅橡胶(以下简称LSR)。LSR综合性能非常好,但目前国内尚无工业化产品。HTV国内有生产,专门用于输配电行业的电缆附件,而抗爬电又具高弹性的HTV也无工业化产品,故制造高性能全冷缩的电缆附件,目前只能选用进口的特种硅橡胶。

特种硅橡胶的性能特点:

(1) 强耐候性

由于硅橡胶的主链是由硅一氧(Si-O)键组成,纯粹Si-O键组成的材料,如石英可耐1800℃。又由于硅的化学反应能力低,一般只能与硝酸和氟氢酸和混合物发生反应。故硅橡胶能耐受

大气老化、紫外线、臭氧、辐照以及 T 和 X 射线。

### (2) 高的温度适应性

硅橡胶的工艺成型温度在 170 ~ 200 °C 之间, 硅橡胶制品在 -50 ~ +200 °C 范围内, 其电和机械性能基本不变。

### (3) 抗漏电起痕能力强

国家标准规定 10 kV 电缆附件产品耐漏电起痕能力应达到 1A 3.5 级。通常提高硅橡胶抗漏电起痕能力的方法是添加铝的三水化合物,  $Al(OH)_3$ , 但加入了这些填料后必然会提高硅橡胶的硬度, 而降低其弹性。德国 Wacker 公司取得的一项专利, 在不影响硅橡胶的硬度、弹性、扩张能力的前提下, 具有不添加  $Al(OH)_3$  而提高硅橡胶的耐漏电起痕能力, 它的抗漏电起痕能力为 4.5 级。

### (4) 独特的憎水性

特殊配方的硅橡胶有很强的憎水能力, 雨水淋在该硅橡胶制成的电缆终端上, 不会形成导电通道, 反而会对其表面的灰尘起冲刷的作用, 并能显著提高电气性能, 在短小的安装尺寸内实现较大的湿闪距离。

### (5) 优良的机械、物理性能

一般硅橡胶的抗张抗拉强度较低, 若要提高硅橡胶的抗张抗拉能力, 伸长率就会下降, 硬度就会上升, 而制造高质量的冷缩式电缆附件, 必须保持高的伸长率和低的硬度, 从而提高硅橡胶的抗张抗拉能力, 这种硅橡胶的伸长率为 800%, 硬度为 45, 抗张强度达到 10 MPa, 抗拉强度可达 30 N/mm。

预制式电缆附件的硅橡胶与冷缩式电缆附件的硅橡胶性能有较大区别, 见表 1。

表 1 预制式与冷缩式硅橡胶绝缘材料的主要性能对照

项目	JB/T8503-96 预制式规定	冷缩式要求
抗张强度/MPa	≤4.0	9
断裂伸长率/%	≤300	600
硬度/邵氏(A)	≥50	45
抗拉强度/ $N \cdot mm^{-1}$	≤10	30
拉伸永久变形/%	≥	10
扩张还原率/%		≤90
持久的回弹性/360 d		90

## 3 冷缩式电缆附件安装简单使用方便

电缆附件的最大特点是无法在工厂形成完整的产品, 它必须要在施工现场与电缆本体组合在一起才形成完整的产品, 而电缆施工现场的环境是多变的, 有时甚至是比较恶劣的, 这就要求安装人员安装电缆附件过程中按工艺操作, 按电力电

缆安装规程进行培训, 才能保证质量。

硅橡胶冷缩式电缆附件的零部件在出厂前预制成形, 在现场根据安装要求扩张成形, 这样既可放弃使用传统的喷灯、烙铁等工具器材, 又可使安装过程简便, 安装质量提高, 因此, 受到广大电缆施工人员的普遍欢迎。

## 4 冷缩式电缆附件的应用前景广阔

目前, 冷缩式电缆附件的应用已成为世界潮流, 现在除美国 3M 公司外, 意大利比瑞利公司、法国阿尔卡特公司, 均在制造冷缩式电缆附件, 连制造热缩式电缆附件的鼻祖——美国瑞侃公司也正在积极开发硅橡胶冷缩式电缆附件。

目前我国冷缩式电缆附件企业已有几十家, 其中设备先进、质量稳定的只有浙江永锦、万马、深圳长园等为数不多的几家公司。

我国电力系统使用冷缩式电缆附件已有较长历史, 取得较多运行经验的有北京、上海、广州、武汉、沈阳、南京、厦门、济南等供电局。杭州市电力局近年大量采用冷缩式电缆附件, 主网上热收缩电缆附件已完全退出。

## 5 应注意的几个问题

(1) 硅橡胶具有良好的弹性, 但抗拉强度较低, 安装施工时应防止尖硬物体碰划。

(2) 电缆附件的预处理应按工艺操作, 不能简化程序而缩短电缆的处理时间。

(3) 冷缩式电缆附件是在管状硅橡胶中放进特制的支撑物, 将其扩大, 现场安装时, 抽出支撑物而收缩复位。安装前, 由于制品受到较大的拉伸外力会产生一定的形变, 故冷缩式产品不能长期存放, 应在规定时间内使用。

(4) 电缆安装工需进行专业培训, 使安装时能掌握冷缩式电缆附件的特点, 从而能有效地保证电力电缆线路的安全运行。

参考文献:

- [1] 葛光明. 电力电缆附件标准集[S]. 中国电器工业协会. 1997.
- [2] 崔江流, 罗俊华. 城乡电网改造中电力电缆的应用及问题[J]. 电线电缆, 2001(2).
- [3] 周宁琳. 有机硅聚合物导论[M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [4] 柯德刚. 硅橡胶在电力电缆附件上的应用[J]. 有机硅材料, 2002(5).
- [5] 张东雯. 预制式电缆附件在使用中应注意的问题[J]. 高压技术, 2001 增刊.

收稿日期 2005-10-15