

电缆堵水材料的开发研究

吴道虎 姚明明

(哈尔滨理工大学东区研究生院 132[#] 150040)

摘要 在电缆绝缘缆芯外挤包一层堵水材料,不仅可改善电缆的电气性能,而且可降低电缆材料的成本。研究开发的堵水材料的主要配方为:ACM 100;硫化剂及其助剂 10.0—12.0;氧化镁 6.0—8.0;防老剂 2.5—3.0;炭黑 40—45;LEE 白滑粉及碳酸钙 95—105。同时还添加一定量的 WB 系列橡胶加工助剂。试验证明,橡胶的性能及加工工艺良好,经济效益和社会效益十分可观。

关键词 电缆,堵水材料

高压电力电缆大多数设在地下,有些电缆甚至敷设在下水道旁,其环境大多较为潮湿。水分很易渗透到电缆结构内部,因此在正常高压通电情况下,易使绝缘层产生水树,大大降低绝缘材料的绝缘水平,从而缩短了电缆的使用寿命,造成巨大的经济损失。最佳且最为经济的改进方法,是在绝缘缆芯外挤包一层堵水材料。可以将能吸收大量水,膨胀度高,且在热作用下具有较高凝胶粘度和足够耐热能力的材料称之为堵水材料。现代电缆堵水材料要求:化学结构稳定,不被微生物分解;凝胶性能好,包括在热循环之后的凝胶性;有一定的膨胀能力和膨胀速度。现被电缆行业或其它行业采用的堵水材料的主要成分有3种:一种是以纤维素为基础的衍生物,它虽有良好的堵水性能,但易受微生物侵蚀;另一种是丙烯酰胺,它虽有良好的凝胶性,但膨胀速度和膨胀能力很低;第三种是丙烯酸酯橡胶(ACM),它由于具有良好的化学结构性、凝胶性、膨胀能力和膨胀速度而被电缆行业广为采用。下面主要探讨采用 AR-100 型 ACM 作电缆堵水材料的有关配合、加工等问题。

1 实验

1.1 主要材料

ACM,成都青白江大龙公司产品;增塑

剂 WB 350、均匀剂 WB 222^[1],耀星国际股份有限公司(中国)产品;模得丽 935P,山东青岛昂记橡塑科技有限公司产品。

1.2 测试方法

机械性能按 GB—2591,AEIC CS6—82 及 UL1072 相关规定进行测试。

2 结果与讨论

2.1 配合要点

2.1.1 硫化体系

ACM 具有饱和结构,不能采用常规的含硫硫化体系硫化。考虑到电缆所用材料都应具有一定的耐热性,可选用过氧化物如过氧化苯甲酰或过氧化二异丙苯(DCP)作硫化剂。过氧化物硫化 ACM 时,其交联反应一般发生在丙烯酸丁酯的部位上。为了使之与绝缘材料达到良好的匹配,本研究采用的是含量为 98%的 DCP,但仅用 DCP 时,硫化速度非常慢(在 160℃ 温度下长达 1h),且硫化胶的机械性能,尤其是耐热老化性能极差。为提高其硫化速率,加入了 DCP 的活化剂氧化锌。试验证实 DCP/氧化锌的用量比在 3.5—4.0/7—10 为好。另外,添加 6—8 份氧化镁与之配合,硫化胶性能更佳。同时,还可提高堵水功能。

2.1.2 补强体系

ACM 本身机械强度小,必须加入补强

填充剂。酸性补强填充剂如槽法炭黑和陶土对 DCP 有延迟作用,在热老化过程中还会发生返原现象。因而尽量使用中性或碱性补强填充剂,其中以炉法炭黑为佳,如添加快压出炉法炭黑(FEF)和高耐磨炉法炭黑(HAF),不仅可改善胶料的加工性能,而且可使堵水性能得到改善。白色填充剂以 LEE 白滑粉及轻质碳酸钙为佳,其中 LEE 白滑粉还可使 ACM 的粘辊现象得以克服,且随着二者用量的增加(以 LEE 白滑粉为主填充剂),挤出制品表面光滑,尺寸稳定。试验证实,其含胶率在 30%—35% 时,堵水性较佳,工艺性也较好。此时 LEE 白滑粉与碳酸钙的用量可达 100 份左右。

2.1.3 加工助剂

ACM 由于分子极性大、高温弹性差,对配合剂的亲和性、湿润性较差。在混炼时,若辊温超过 80℃,便会出现严重粘辊现象,致使许多配合剂难以分散均匀。若添加 6—8 份合成酯类增塑剂 WB 350 和 1—2 份饱和脂肪酸酯均匀剂 WB 222,可增加橡胶的流动性及橡胶和填料之间的湿润性,使加工性能得到明显改善,并且利于挤出。

另外,ACM 在硫化或挤出时,极易污染模具。添加 1.5—2 份模得丽 935P 橡胶内脱模剂,可起到清洗模具作用,并且使制品表面极为光滑。为进一步增加 ACM 与填料的湿润性,还可加入 1—2 份硅烷偶联剂 A-189。

2.1.4 其它

由于 ACM 具有饱和结构,且耐老化性能较好,通常可以不用防老剂,但高压电力电缆所用材料的耐温等级较高,ACM 有时也难以满足要求。为此,可添加不易挥发的防老剂 4010, RD 和 BLE,其中以防老剂 4010 与 RD 并用效果较好,且对硫化的延迟作用小。防老剂 MB 对硫化有一定影响,不宜采用。

为了提高 ACM 的耐水稳定性,在配方中可加入 4—5 份四氧化三铅。

2.2 加工工艺

2.2.1 混炼

不论采用开炼机还是密炼机,ACM 胶料的混炼难度均较大,但可通过改变投料顺序使之改善,这一点在文献 2 中已有详尽的描述,在此不赘述。现仅针对本配合特点,对混炼工艺作一简单介绍。

增塑剂 WB 350 和模得丽 935P 有利于塑炼和克服粘辊现象。可以先将 WB 350 的一半及模得丽与 ACM 同时加入,尔后将 WB 222 及另一半 WB 350 与补强填充剂同时加入,且 WB 350 最好与填料交替加入。偶联剂宜于最后在排胶之前加入。

其次,混炼时,温度尽量控制在 85℃ 以下,且装胶容量要小些,因为装胶容量太大,会导致升温快,不利于混炼。装胶容量以 75% 的标准装胶容量为佳,并且要采用低速混炼。

防止粘辊的另一举措是采用逆混法,其加料顺序和工艺条件示于表 1。

表 1 混炼工艺

加料顺序	温度,℃	时间,min
填料+1/2WB 350+WB 222+		
防老剂+其它加工助剂	40—50	3—3.5
1/2WB 350+模得丽+生胶	60—75	2—2.5
氧化锌+氧化镁	80	1—1.5
偶联剂	<90	0.5—1
排胶	<95	

排胶后在开炼机(辊温控制在 80℃ 以下)上打三角包和平包各 3—4 次,出片冷却。为防止粘辊,在各胶片之间可撒少许 LEE 白滑粉或硬脂酸锌。其它加工参数如下:

胶片 $\xrightarrow[\text{冷却,室温}]{\text{不少于 20h}}$ 二段混炼加 DCP
 $\xrightarrow[2-9d]{\text{通风,冷却,干燥,室温}}$ 挤制。在加 DCP 时,为防止 DCP 熔化而使胶料打滑,可撒入适量 LEE 白滑粉。

2.2.2 挤出

在胶料挤出之前,最好先将胶料预热至

35℃左右(可在加料口增加一台供热装置),以防止胶料温度过低而损伤螺杆。

挤出机各区的温度也应严格控制,较为合适的挤出条件为:机身 50—60℃,机头 100—120℃,模具 150—160℃。硫化介质采用非水蒸汽介质,设备采用盐浴硫化设备最好,压力控制在 1.5—1.8MPa 之间。

2.3 配方与性能

2.3.1 配方

ACM 100; 硫化剂 + 硫化助剂 10.0—12.0; 氧化镁 6.0—8.0; 防老剂 2.5—3.0; WB 220 1.5—2.0; WB 350 6.0—8.0; 模得丽 1.5—2.0; 硅烷偶联剂 1.0—2.0; 炭黑 40—45; LEE 白滑粉 + 碳酸钙 95—105; 其它 3.0—4.0。

2.3.2 性能

门尼粘度 $ML(1+4)_{100℃}$ 42; 在 $160℃ \times (22-24)min$ 条件下硫化后,拉伸强度 7—8MPa; 扯断伸长率 250%—350%; $135℃ \times 10d$ 热老化后拉伸强度变化率 10%—15%,扯断伸长率变化率 -9%—-14%; 膨胀能力(湿度 $100\% \times 7d$) 10%—15%; 耐热能力($135℃ \times 7d$) 几乎不变形(此时材料长期温度稳定性为 90℃)。

2.3.3 对绝缘的保护作用

在 50℃水中浸泡一定时间后,剥离护套后缆芯的电气性能如表 2 所示。

从表 2 可知,浸泡 120d 后,电阻下降不足 0.6%,电容增率仅为 2.9%。若不加堵水材料,经过 15d 后,电阻下降通常可达 10%,电容增率可达 6.0%。可见加堵水材料后,电气性能得到明显改善。

2.4 经济效益

电缆缆芯间的间隙面积几乎占整个电缆

表 2 电气性能

时间.d	绝缘电阻, $M\Omega \cdot km^{-1}$	电容增率,%
0	12628	0
1	12428	0
7	12620	0.7
14	12607	1.3
30	12603	1.4
45	12587	1.9
60	12569	2.4
90	12560	2.7
120	12557	2.9

横断面积的 1/6—2/5 左右,在用挤压式挤出设备挤制电缆护套时,大部分护套料被挤压填充于缆芯的间隙处。若用一种价格低廉的材料填充,便可节约大量护套料,并可使电缆结构圆整。而本研究开发的堵水材料价格远远低于电缆护套料。另外,若用之替代传统的填充堵水绳(含大量纤维素,对人体有害且易受微生物侵蚀),还可节省资金。电缆采用堵水材料后,不仅可提高电气性能,延长使用寿命,还可节约原材料,可以起到一举多得之功效,其经济效益是相当可观的。

3 结语

利用 ACM 开发的电缆堵水材料,对电缆采取纵向堵水,不仅可提高电缆的运行可靠性和安全性,确保电缆具有较长的寿命,而且还可降低电缆材料成本,其经济效益和社会效益十分可观。

参考文献

1 龚利敏· 均匀剂在橡胶中的作用机理及应用实例· 橡胶工业,1995;42(9):526
2 高福年等· 聚丙烯酸酯橡胶的混炼· 橡胶工业,1995;42(6):333

收稿日期 1995-11-28

Development of Water Barrier of Electric Cable

Wu Daohu and Yao Mingming

(Haerbin University of Science and Technology 150040)

Abstract A water barrier was extruded on the insulation layer of electric cable to improve electric property and to lower the cost. The formula of the water barrier was given as follows: ACM 100; curatives 10.0—12.0; magnesium oxide 6.0—8.0; antidegradant 2.5—3.0; carbon black 40—45; slippery white powder Lee and calcium carbonate 90—105; A certain level of rubber processing aid WB series was also added into the compound. It was found through the test that good physical properties and processibility of water barrier, as well as significant economic and social benefits were obtained.

Keywords electric cable, water barrier

尼龙水布带——胶管的好伙伴

尼龙水布带具有强力高、不缩水、硫化不变形、寿命长、胶管表面没有纤维附着物等特点,包缠出来的胶管黑亮、光滑,水布带可反复使用 25 次以上,是棉水布使用次数的 5 倍,现已成为棉水布带更新换代产品。

辽宁省铁法市尼龙包布厂

厂 址:铁法市施荒地街 1 号 邮 编:112700
电 话:(0410)6864457 6867471 6865358
联 系 人:王晓敏 潘英胜
开户银行:工商行城市信用社 帐 号:22201003-028
税 号:211281200300212