

EPDM 耐高温潜油电缆胶料的研制

肖春金, 蒋峰, 程向前, 张卫东

(中国石化胜利石油管理局 无杆采油泵公司, 山东 东营 257079)

摘要: 介绍了 QYEQ 型 EPDM 耐高温潜油电缆胶料的研制。用正交试验法确定的耐高温潜油电缆胶料配方为: EPDM 100; 氧化锌 5; 防老剂 2; 硫化剂 DCP 4; 煅烧陶土 50; 四氧化三铅 5; 石蜡 4; 滑石粉 10; 半补强炭黑 1; 偶联剂 A-172 2。用该配方胶料制备的 QYEQ 型耐高温潜油电缆性能达到 GB/T 16750—1997 和 IEEE 1018—1997 标准。

关键词: EPDM; 耐高温电缆; 潜油电缆; 电缆胶料

中图分类号: TQ333.4; TQ336.5 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-890X(2002)07-0412-03

为解决潜油泵动力电缆长期依赖进口的问题, 我公司研制了 QYEQ 型 EPDM 耐高温潜油电缆。现将该电缆胶料的研制情况简介如下。

1 实验

1.1 主要原材料

EPDM, 牌号 EP21, 第三单体 ENB 质量分数为 0.19, 门尼粘度 $[ML(1+4)100]^\circ C$ 为 38, 日本合成橡胶株式会社产品; 煅烧陶土, 福建泰宁陶金峰高岭土有限公司产品; 滑石粉, 山东栖霞滑石粉厂产品; 硫化剂 DCP, 江苏太化化工厂产品; 氧化锌, 山东海洋化工集团产品; 四氧化三铅, 山东淄博周村无机化工厂产品; 偶联剂 A-172, 哈尔滨化工研究所试验厂产品; 半补强炭黑, 山东青州炭黑厂产品。

1.2 基本配方

试验基本配方为: EPDM 100; 氧化锌 5; 防老剂 2; 半补强炭黑 3; 偶联剂 A-172 2; 硫化剂 DCP 4; 其它 5。

1.3 加工工艺

胶料在开炼机上混炼, 混炼工艺为: EPDM 塑炼 $\xrightarrow{\text{包辊}}$ 氧化锌、防老剂、石蜡和四氧化三铅混炼均匀 $\rightarrow$ 煅烧陶土、滑石粉、半补强炭黑和偶联剂

A-172 $\rightarrow$ 硫化剂 DCP $\rightarrow$ 混炼均匀后下片。

试样在平板硫化机上硫化, 硫化条件为: 180 $^\circ C$ /10 MPa $\times$ 5 min。

1.4 仪器与设备

Φ 160 mm 开炼机, 青岛第三橡胶机械厂产品; LWK-100 型电子拉力机, 广州材料试验机厂产品; ZC-43 型超高阻计, 上海第六电子表厂产品; JDC-1 型绝缘电阻测试仪, 银川讯波有限公司产品; 直流耐压和泄漏电流测试仪, 淄博峨嵋电子仪器厂产品。

1.5 性能测试

各项性能均按相应国家标准测试。

2 结果与讨论

2.1 组分及用量的优化试验

根据挤出试验, 确定选用门尼粘度低、挤出性能好的牌号为 EP21 的 EPDM 作主体材料。以煅烧陶土(补强填充剂)用量、四氧化三铅(阻燃剂)用量、石蜡(增塑剂)用量和滑石粉(补强填充剂)用量为变量因子 A, B, C 和 D 进行 $L_9(3^4)$ 正交试验, 试验因子、水平及正交试验情况见表 1~3。从表 2 和 3 可以看出, 各因子对胶料性能影响的大小顺序为:

①拉伸强度: $A > B > D > C$;

②扯断伸长率: $B > A > D > C$;

③体积电阻率: $D > A > B > C$;

④拉伸强度变化率: $A > B > D > C$;

作者简介: 肖春金(1975-) 男, 山东曹县人, 中国石化胜利石油管理局无杆采油泵公司工程师, 学士, 从事电缆高分子材料和配方的研究工作。

表 1 正交试验的因子与水平

因子	水 平		
	1	2	3
A	50	70	90
B	5	4	3
C	3	4	5
D	15	10	5

⑤扯断伸长率变化率： $D>B>C>A$ 。

综合各项性能，确定 $A_1B_1C_2D_2$ 为最佳水平组合，即煅烧陶土、四氧化三铅、石蜡和滑石粉的用量分别为 50、5、4 和 10 份最佳。

采用半补强炭黑作着色剂和耐热添加剂，其用量对胶料性能的影响见表4。从表4可以看

表 2 $L_9(3^4)$ 正交试验结果

试验号	因 子				拉伸强度/ MPa	扯断伸长率/ %	体积电阻率× $10^{-15}/(\Omega\cdot\text{cm})$	拉伸强度变 化率 [*] /%	扯断伸长率变 化率 [*] /%
	A	B	C	D					
1	1	1	2	3	5.93	382.5	17.50	−7.93	−16.73
2	2	1	1	1	6.22	361.0	4.71	+10.29	−19.32
3	3	1	2	3	7.96	230.0	0.24	−4.15	−14.13
4	1	2	2	1	4.74	402.0	40.80	+5.57	−22.14
5	2	2	3	3	5.67	346.0	0.81	+25.57	−1.73
6	3	2	1	2	6.16	317.5	2.52	+6.98	−6.77
7	1	3	1	3	6.11	264.0	0.51	+15.42	−3.41
8	2	3	2	2	6.31	259.0	6.16	+18.80	−16.02
9	3	3	3	1	7.79	226.0	0.29	+1.59	−7.63

注：* 老化条件：135℃×168 h。

表 3 正交试验的极差分析结果

项目	拉伸强度/MPa	扯断伸长率/%	体积电阻率× $10^{-15}/(\Omega\cdot\text{cm})$	拉伸强度变化率 [*] /%	扯断伸长率变化率 [*] /%
A_1	16.76	1 048.5	22.00	+13.00	−42.28
A_2	18.20	966.0	11.68	+54.70	−57.48
A_3	21.91	773.0	3.05	+4.42	−28.53
ΔA	5.15	275.5	18.95	+50.28	+28.47
B_1	20.11	973.5	22.40	−1.79	−50.18
B_2	16.57	1 065.0	7.30	+37.70	−30.64
B_3	20.21	749.0	6.96	+35.81	−27.04
ΔB	3.64	315.0	15.44	+39.49	+22.96
C_1	18.49	942.6	7.74	+32.69	−29.50
C_2	19.01	892.0	10.48	+20.20	−52.29
C_3	19.39	954.0	18.60	+33.10	−26.09
ΔC	0.90	62.5	10.86	+13.00	+26.30
D_1	18.75	989.0	9.10	+17.47	−49.09
D_2	18.40	958.0	26.18	+17.85	−39.52
D_3	19.74	840.0	1.56	+36.84	−19.27
ΔD	1.34	149.0	24.60	+19.39	+30.00

注：* 同表 2。

出，半补强炭黑用量为 1 份时胶料性能最好。

2.2 配方及性能

耐高温潜油电缆胶料最优配方确定为：EPDM 100；氧化锌 5；防老剂 2；半补强炭黑 1；煅烧陶土 50；四氧化三铅 5；石蜡 4；滑石粉 10；偶联剂 A-172 2；硫化剂 DCP 4。硫化胶性能为：拉伸强度 6.97 MPa；扯断伸长

率 330.0%；(135±2)℃×7 d 热空气老化后：拉伸强度变化率 +7.80%，扯断伸长率变化率 −9.70%；体积电阻率 $3.20\times10^{16}\Omega\cdot\text{cm}$ 。

用此配方胶料制备的高温潜油电缆性能见表 5。从表5看出，EPDM 高温潜油电缆性能完全

表 4 半补强炭黑用量对胶料性能的影响

性 能	半补强炭黑用量/份				
	0	1	2	3	4
拉伸强度/MPa	7.13	7.85	7.76	7.20	7.50
扯断伸长率/%	220.0	220.0	211.0	242.0	230.0
体积电阻率 $\times 10^{-16}/(\Omega \cdot \text{cm})$	1.81	13.10	8.50	4.17	3.63

注: 试验配方为: EPDM 100; 氧化锌 5; 防老剂 2; 煅烧陶土 50; 四氧化三铅 5; 石蜡 4; 滑石粉 10; 偶联剂 A-172 2; 硫化剂 DCP 4。

表 5 EPDM 高温潜油电缆性能

项 目	实际测试		标准 1 ²⁾	标准 2 ³⁾	项 目	实际测试		标准 1 ²⁾	标准 2 ³⁾
	自制	森垂 ¹⁾				自制	森垂 ¹⁾		
绝缘电阻(2 500 V 兆欧表)/($\text{M}\Omega \cdot \text{km}$)					流电压)/($^\circ\text{A} \cdot \text{km}^{-1}$)				
15.6 $^\circ\text{C}$	4 800.0	7 000.0	800.0	1 347.0	15.6 $^\circ\text{C}$	7.0	3.5	15.0	11.1
90.0 $^\circ\text{C}$	400.0	700.0	14.8	24.9	90.0 $^\circ\text{C}$	150.0	78.0	811.2	600.0
泄漏电流(15 kV 直					直流耐压性(27 kV $\times$ 5 min)	合格	合格	不击穿	不击穿

注: 1) 美国森垂(Centriline)公司产品; 2) GB/T 16750—1997 标准《潜油电泵机组》; 3) IEEE 1018—1997 标准《电器及电子工程师学会潜油电缆推荐规程》。试样横截面积 20 mm², 电缆相间电压 3 kV。

收稿日期: 2002-01-25

中国橡胶工业协会胶鞋分会五届三次理事会暨第十八次会员大会在南宁召开

中图分类号: TQ336.7 文献标识码: D

2002 年 3 月 20~21 日, 中国橡胶工业协会胶鞋分会五届三次理事会暨第十八次会员大会在广西南宁召开。来自全国各地的胶鞋协会理事和会员单位代表近百人出席了会议。

在本次会议上, 全国胶鞋协会理事长、双星集团总裁汪海做了题为“分析行业和市场特点, 抓住机遇求发展”的讲话。他分析了目前胶鞋行业的特点, 可用 8 个字概括为: “回顾、重组、积累、创新。”

(1) 回顾胶鞋行业发展。胶鞋行业经历了三次变革, 其主体由国有企业逐步演变为乡镇企业, 再到现在的个体企业。胶鞋行业在经历了体制、机制、竞争意识上的三次革命后发生了质的变化, 为加入 WTO 后与国际市场接轨和参与国际竞争奠定了基础, 给行业发展带来了希望。

(2) 重组重建现活力。20 世纪 90 年代中期,

达到 GB/T 16750—1997 和 IEEE 1018—1997 标准。

3 结语

实际使用证明, 用本研制胶料制备的 QYEQ 型耐高温潜油电缆完全可以替代同类进口产品, 而且生产成本低, 具有很好的经济效益和社会效益。

国有胶鞋企业与部分大型集体乡镇企业进行了重组, 使企业内部机制发生了变化, 从而推动整个胶鞋行业向前发展。

(3) 积累发展成主力。20 世纪 90 年代初期, 个体胶鞋企业出现后在原始积累的基础上逐步扩大规模, 提高水平和档次, 现已成为胶鞋行业的主力。以个体私有企业为代表的胶鞋企业蓬勃发展, 促使国有胶鞋企业加快改革的步伐。

(4) 创新促发展。企业只有不断创新才能生存和发展, 胶鞋行业才有希望。提高创新能力是胶鞋行业发展的根本。

汪海理事长指出, 行业产品大循环是目前出现的新局面。胶鞋行业要向休闲化、时装化方向努力; 尽量满足大众化、劳动化、优质低价产品的市场需求; 要发挥优势, 扩大出口, 创名牌, 发展名牌。

最后, 汪海理事长希望胶鞋行业增强创新意识, 调整产品结构, 在市场竞争中实现新发展。

(双星集团宣传处 王开良 供稿)