

探析新型柔软抗绕曲易剥离橡胶套线缆的设计与制造

邓哲琪

(桂林国际电线电缆集团有限责任公司 广西 桂林 541004)

摘要:目前普通通用橡胶套电缆的绝缘和护套采用的是合成胶,有良好的耐磨、防油污、无污染等特点,常用于临时工地和油污环境等场所。橡胶皮绝缘软电缆主要适用于行吊、港口起重设备等很强的负荷工况、比较高的工作频率、复杂的工作背景、较高的机械负载等场合,可解决普通通用型橡胶套电缆在需要移动或往复运动的场合产生的绕曲变形、凸出、外皮破裂而带来的问题。而在许多应用情景中,需要把方便生产的整长电缆剥离后进行配套,进而得到适用于不同地点的产品,而在橡胶皮绝缘软电缆生产过程中,因其应用场景需多用天然橡胶,生产后其特点内外层结合非常紧密,内外层往往难以分离或会在分离中损坏。根据产品的特点和矛盾的应用场景,开发了既带有绕软抗绕曲特点又兼具内外层易剥离的产品,并研究了其配套制造、生产工艺。提高了该系列产品竞争力。

关键词:橡胶套线;柔软;抗绕曲;易剥离

0 引言

“电是万能,没电万万不能”现代工业不单单是室内用电的时代,在户外野外以及矿山、码头、港口等场所也都需要用到大量的电力电缆产品,常用的就是用于轻型移动电气器具的轻型橡胶套电缆,中型橡胶套电缆,能承受较大机械外作用力的用于各种较大型设备重型橡胶套电缆,用于电焊行业的电焊机专用电缆以及用于一些需要频繁移动有一定机械负载的通用橡胶套软电缆。橡胶套电缆的耐磨和耐油污的特性十分符合野外电缆敷设及应用。其中一些型号还可以衍生出耐寒的橡胶电缆,带钢丝铠装的橡胶套软电缆,附有屏蔽层橡胶套软电缆,可以阻燃橡胶套软电缆,阻燃耐火橡胶套软电缆,耐高温橡胶套软电缆等等。

在客户使用集团的通用型橡胶套线缆后,针对其应用场景的有拉伸力、移动过程中带有一定外部摩擦、环境中往往有油污等特点,推荐使用了通用型橡胶套电缆产品,在一段时间后,客户在使用过程中发现耐用性能达不到理想状态,会增加其在所配套设备上的维护成本。实地调查后,推荐客户更换为通用橡胶套软电缆,其成本虽然较高,但该系列电缆在配方上使用天然橡胶较多,在生产过程中内外层较普通的通用型橡胶套电缆结合得更加紧密可靠,从而在往复运动或移动过程中不容易发生凸起、鼓包、散股、变形、开裂等问题。产品交付,客户投入使用一段时间后,通过回访,了解到使用部门问题都得到了解决,但是装配部分提出了问题,该通用橡胶套软电缆因为在生产过程中内外层结合得非常紧密,导致该部门同志在剥离线缆内外层的时候容易造成异常损坏,从而导致成品率下降,造成了一定浪费。经研究开发,针对客户提出的新问题,引入了分段型线缆的概念,提出了上下联动的标志及操作工艺和配套设备。有针对性的解决问题,并配套生产工艺。

1 基于矛盾需求端的产品开发

此次研究,主要矛盾是应用端要紧密结合的需求和装配端要容易剥离需求的矛盾,经过分析比对,可知道在整长生产时两个需求矛盾单单只通过设备无法调和。需要在产品

材料或结构上进行重新设计。

1.1 从材料端解决论证

氯化聚乙烯主要由高密度的聚乙烯经过氯化替代反应制出的高分子材料,它具有优秀的环境耐性、耐油污性以及抗老化性,还有良好的韧性、染色性、阻燃性,与其他的高分子材料有较良的融合性。根据用途和构造不一样,氯化聚乙烯可以被分为弹性体系列的氯化聚乙烯和树脂系列的氯化聚乙烯二个系统:其中热塑树脂可以与聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯,聚氯乙烯和丙烯腈、丁二烯、苯乙烯三种单体的三元共聚物等混合使用;而在橡胶行业中,氯化聚乙烯可作为高质量性能的特殊橡胶,也能够与乙丙胶、丁腈胶、氯磺化聚乙烯等其他橡胶混合使用。

橡胶型的氯化聚乙烯具有综合性能好、阻燃性能良好、耐热抗老化性能佳的合成胶,其主要应用范围为:液压胶管,汽车密封胶,胶带和板,管材改性,磁材料,电线电缆等领域。

天然橡胶的物理特点是在常温下有比较高的弹性,带一定的塑性,有非常好的机械强度,在多次形变的时候产热较低,因此它的耐绕曲性也较好,并且绝缘性非常好。因为有不饱和双键,所以天然胶有较强的化学反应能力,一些金属、臭氧、辐射、光热等都能促进橡胶的老化,所以需要在混合的时候加入一定的抗老化剂。

通过增加双层共挤出生产主机、辅机,对分段挤出或垫层挤出进行了实验,因为材料及粘性、温度等多种因素的制约、干扰、影响,得到了通过无论是通过控制辅机而试图得到分段的垫层还是通过控制减少主机挤量同时增加辅机挤出辅助而试图得到分段护套层,都没办法达到客户要求的较精确指定长度分段的效果。其中通过垫层分段往往会形成材料差距坡或空心段,而通过主机辅机挤出量调节往往会造成产品外径大小难以管控。

综上,通过试产论证,得出在材料端无法解决需求矛盾。

1.2 从结构端解决

典型的通用橡胶套电缆的结构为单根导体通过复数次按一定的旋向绞合在一起形成多股的柔软导体,然后通过橡胶

绝缘层包覆在导体上得到橡胶套线芯，数根橡胶套线芯绞合在一起再通过橡胶护套挤出硫化，即形成了多根通用型橡胶套线，该橡胶套线护套橡胶可以使用天然橡胶从而得到橡胶皮绝缘软电缆，从第 1 点可得出结论，从材料上无法得到既好剥离又抗绕曲柔软的橡胶套线。而从橡胶套线结构上分为铠装型和非铠装型，铠装型主要用于一些非频繁移动绕曲的场合，非铠装型用于一些经常移动往复运动的场合。从铠装这一结构特点，技术人员可以分析出如一段橡胶皮绝缘软电缆在其需要绕曲的地方可以使用带天然橡胶且非铠装的结构特点，使得本段具有抗绕曲、柔软耐用的特性；而在需要剥离的位置，通过引入铠装结构，使这段具有易剥离、易分离的结构特点。

铠装结构主要是为了使电缆具有一定强度或防护作用而在护套层与线芯之间缠绕的一层或数层材料，其主要的材质有：钢带铠装、铜带屏蔽、防火或耐火的云母带、防止白蚁尼龙层、隔离剂分离层、塑料纸隔层等等。通过成本对比及易用性、可控性分析，最后选定试用隔离剂与塑料纸隔层作为初步小批量试制的隔离层。

2 生产过程设计

客户收到产品后，会按照所匹配的设备或使用的场合按照一定的长度进行裁剪，然后剥离、压端子等。该长度每次根据不同的需求会要求我们定制定长化生产。而橡胶套线往往存在米标（即沿着长度方向由 0, 1, 2..... 到实际长度用于计米的喷印标志），米标需要在线缆上按长度均匀分布，而客户要求的批次长度假设为 N 米，则我们在护套挤出点前的位置每次需要在 N 米附近进行隔离作业。在成品处，每次在 N 米位置我们需要进行裁断。目前我们采用的硫化手段为蒸汽在线硫化，硫化需要在线芯挤出护套后经过一根 80 米以上充满饱和蒸汽的管道进行硫化，硫化后进行吹干，喷印米标，收卷成圈。挤出点距离裁断点、喷印点通常有 100 米以上，怎么保证每次在挤出点进行隔离作业后，在通过喷印点时，恰好喷印出客户需要的第 N 米这个数字；在收卷时如何保证裁断点恰好在 N 这个数字附近。这两个问题有一定难度。

为解决该问题设计了联动标注系统与到标志裁断系统，包括计米机构，标志机构，特殊材质包裹装置，外皮包裹装置，其特征为，所述特殊材质包裹装置、外皮包裹装置和标志机构沿线缆绳索运动方向依次前后设置，特殊材质包裹装置所处位置为 X 位，标志机构所处位置为 Y 位，工作时，计米机构以 X 位为起算点对行进的橡胶套线计米， X 位的包裹特殊材质的动作根据计米机构的计数可控间歇进行， Y 位的标志机构对线缆表面进行标注的动作根据计米机构的计数可控间歇进行。通过该系统的线缆绳索能够清楚地包裹特殊材质的位置显示在外皮表面，以提高橡胶套线使用者的工作效率。

到标志裁断系统，包括放橡胶套线的牵引机构、对橡胶套线进行长度计量的记米轮和对橡胶套线进行裁切的裁断成圈机，还包括在橡胶套线表面上做标记的飞行标刻喷码机，在线缆放卷过程中，记米轮对橡胶套线进行计数并将信号发送给喷码机，喷码机可以根据计数在橡胶套线表面上每隔 L 米进行一次标志，当标识机构标志到 N 次时发射信号到裁断收卷设备，所述裁断机构开始进行内部计米，当计米到 $N \times L$ 米时裁断收卷设备在 N 次标志处将橡胶套线裁断，裁断收卷设备内部计米和喷码机内部计米同时复位从而保证没有积累误差。保证了每一盘 / 卷 / 圈个体都可以在指定标志处裁断从而保持长度一致。

3 结语

综上所述，圆满的解决了客户的需求矛盾，设计出了即有抗绕曲柔软既带有易剥离特点的橡胶套软电缆，经过近两年的使用，客户及配套方非常满意，订单增加了 67% 左右。生产性企业在面对客户矛盾性需求的时候，因区分主要矛盾与次要矛盾，对矛盾的地方进行分析整理，多与客户沟通，在产品的各个方面考虑，以解决客户的实际需求为提供服务的首要节点。

对一些客户的矛盾性需求干涉是一定的，而有效干涉的前置条件往往就是创新，创新适合于企业的客户，创新方向与企业的现有条件和资源相适应，而不是一味地满足所有的需求，是既兼顾这客户要求又兼顾自己发展的前提。所以，强调企业自身的目的和发展并不与“以客户为中心”矛盾，只有当企业面对市场、奋力创新，任何客户都想培养想抓住，任何订单都不愿放弃的时候，“以企业赚钱为目标”和“以客户为中心”才是矛盾对立的，而当企业有创造性地、有选择地对待客户的订单，当企业找准了适合自己的定位时，企业的赚钱目标和以客户为中心的理念才会相辅相成，合而为一。

参考文献：

- [1] 田维生. 矿缆护套用 CPE 抗撕阻燃彩色橡皮配方的开发[J]. 化学工程与装备, 2012(11):113-114.
- [2] 王浩, 李军峰, 吴珊, 等. 航空瞬变电磁接收信号提取同步脉冲电路[J]. 电子设计工程, 2021, 29(03):179-183.
- [3] 邓哲琪. 一种抗绕曲易剥离的线缆：中国, 202022427081.7[P]. 2020-10-28.
- [4] 邓哲琪. 线缆到标志裁断系统：中国, 201921681614.5[P]. 2019-10-09.
- [5] 邓哲琪. 一种用于线缆绳索生产线的联动标注系统：中国, 202022427077.0[P]. 2020-10-28.

作者简介：邓哲琪 (1983.01-), 男, 汉族, 湖南长沙, 本科, 高级工程师, 研究方向: 新品开发, 物联网, 大数据, 智能工业, 机械自动化。