

- [8] John A. Checkland, Valois, Paul (Northern Telecom. Ltd), Can., CA 1, 111175(1981).
- [9] IEEE Trans. Electr. Insul., EI-17, 1, 53(1982).
- [10] 日本公开特许, 57, 109, 856(1982).
- [11] 同上, 8200, 153(1982).
- [12] 同上, 81, 122, 819(1981).
- [13] 同上, 81, 127, 647(1981).
- [14] Ger. Offen. DE, 3, 106, 147(1982).
- [15] Ger. Offen, 3, 404, 061(1981).
- [16] V. V. Guzeev et al., USSR, Su 1. 002. 324(1983).
- [17] I. V. Shcherbina et al., ibid, 998, 472(1983).
- [18] C. Wipper, J. Polym. Sci., 29, 585(1958).
- [19] A. Charlesby and S. H. Pinner, Proc. Roy. Soc., A249, 367(1959).
- [20] 王铭钧等, 核技术, 1, 32(1984).

The effect of the additives on the radiation crosslinking of PVC and the properties of radiation crosslinked PVC

Wang Mingjun Yin Ming Chang Yunzhi
Zhao Mingli Zhang Shijie Zhang Hekang
(Shanghai Jiaotong University)

Keywords: radiation crosslinking radiation crosslinked PVC additives
wire and cable electron beam heat-resisting

通信电缆接续用辐射交联热缩套管的制造及应用

刘家骥
(邮电部成都电缆厂双流热缩制品分厂)

关键词: 电子辐照 辐射交联 热缩套管 电话电缆

一、引言

热缩套管接续技术是六十年代发展起来的一项用于电缆接续、防蚀维护的技术, 由于其附件少、操作简便、运行可靠, 对工人技术熟练程度依赖性小, 使它在许多方面优于其它方法, 目前已为世界上许多国家所接受。

热可缩套管接续技术包括适应各种不同品种规格塑料电缆的直接头、分歧接头、环氧堵头、气门嘴安装, 屏蔽连接、电缆端封等。热可缩套管接续技术的关键, 一个是热缩套管, 另一个是与之配套的热熔胶。

通讯电缆的接头在接续部位比较大, 而电缆直径相对来说要小得多。热缩套管靠收缩后内径的变化来适应电缆接续直径的变化。紧紧包覆于电缆的接续部位, 起保护作用。而涂覆于热缩管内壁的热熔胶在热缩管受热收缩时熔化, 具有很高的粘结能力, 能实现电缆与热缩套管之间的粘结, 起密封作用。热缩套管接续能够保气和防潮, 在某种意义上说, 全靠热熔胶起作用。

二、原 理

热缩管实际上是一种经过交联的聚乙烯管,交联聚乙烯是通过化学或辐照的方法在聚乙烯分子链间互相交联。先是形成凝胶状态,继而成为三向结构的热固性硬塑料。热可缩套管是利用交联聚乙烯的结晶性和三向结构的产物。在交联聚乙烯的结晶温度以上,具有极高的粘弹性,把交联聚乙烯管加热到结晶温度以上进行扩张,使之变形,然后急剧冷却到结晶温度以下,这时,交联聚乙烯管由于它的结晶性,使它保持扩张后的形状,直到我们再加热到结晶温度以上,使结晶完全消除。这时,交联聚乙烯由于它极高的粘弹性和网状结构,又使它恢复接近到原来的形状和尺寸。这种性能我们习惯上把它称为“记忆效应”。

交联聚乙烯的管材,在未进行第二次加工前,受热是不会收缩的,因为这时它的尺寸形状就是交联成型时的尺寸形状,我们把交联成型的聚乙烯管材加热,并在加热过程中进行扩张,扩张到我们所需的倍比后并急剧冷却下来,这时交联聚乙烯管材的尺寸形状为再加工后的尺寸形状。我们把经过加工后的管材加热到一定温度,它就会收缩,严格地说,经过再加工后的管材,才能叫热缩管。

在热缩管内部,使热缩管收缩的因素和阻止热缩管收缩的因素是同时存在的。促使热缩管收缩的因素包括分子的热运动;交联聚乙烯在结晶温度以上呈现的高弹态;聚乙烯分子链的网状结构以及网状结构扩张后引起的分子链伸展和晶格变形等回缩力。阻止热缩管收缩的因素有:分子的热运动、晶格能、玻化状态和网状结构。在室温下,阻止热缩管收缩的因素起决定作用,热缩管维持原来形状;在结晶温度以上,促进热缩管收缩的因素起作用,热缩管就收缩,导致尺寸和形状的改变。各种密度聚乙烯的结晶熔点如图1所示。

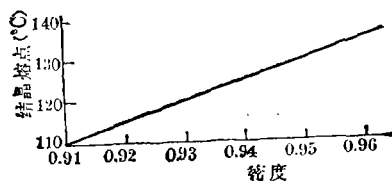


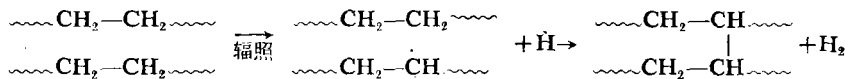
图1 各种密度聚乙烯的结晶熔点

三、辐射交联热缩管的生产

用化学方法和辐照方法都能交联聚乙烯生产热缩管。辐射交联热缩管的生产方法如下:

1. 辐射源 电子加速器,电子束能量2MeV,束流强度为150 μ A。反应堆核燃料废物 γ 源,源强 $>10^6$ Ci。电子加速器辐照时剂量为10⁵Gy;反应堆核废燃料 γ 射线照射时剂量为3 $\times 10^5$ Gy。

2. 辐射交联化学反应式 聚乙烯制件经过一定剂量的放射性射线的照射后,可成为交联聚乙烯,辐照过程中的主要反应如下:



交联度受辐照剂量及温度的影响。交联点随辐照剂量的增加而增加,到10⁵Gy时趋于饱和,此时分子的交联度占60—70%。

3. 生产流程 辐射交联热缩管的生产流程示意图见图2所示。

可用于接续的一根热缩管成品,应包括热缩管材本身,以及热缩管内壁涂覆好的热熔胶,外壁点状喷涂的色温热敏漆和相应的附件如内衬套、分歧夹等。其中,涂覆于内壁的热熔胶是关系到热缩管性能好坏的关键配套材料。热熔胶在常温下是类似塑料的固体物质,在受热

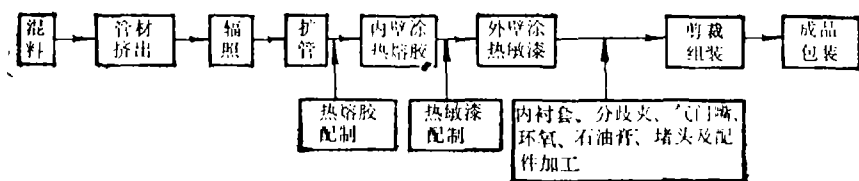


图2 辐射交联热缩管的生产流程示意图

熔化后有高的粘结性能。热缩管接续是靠热熔胶来实现粘接和密封的,因此要求热熔胶除了对聚乙烯、聚氯乙烯等塑料和铅、铝、铜等金属材料有较高的粘接强度外,还要求它耐高温、低温、耐酸碱腐蚀等。

热熔胶粘接强度的大小取决于胶粘剂的组成及性质,被胶接件的性质和表面状态;胶接工艺(如温度、压力、胶层厚度)等。

通常在一定范围内,胶层厚度减小其粘接强度则相应增加,这说明粘接过程不能只看成相界面上的一种简单的物理化学过程,而是和被胶接件与胶粘剂组织结构有相互联系的过程,粘接的接头在外力作用时,

由于其粘附强度和内聚强度不同,其断裂情况有四种形式(见图3):a)胶粘剂的内部破坏;b)部分胶粘剂内聚破坏,部分粘附破坏;c)粘附破坏;d)材料(被粘接件)断裂。

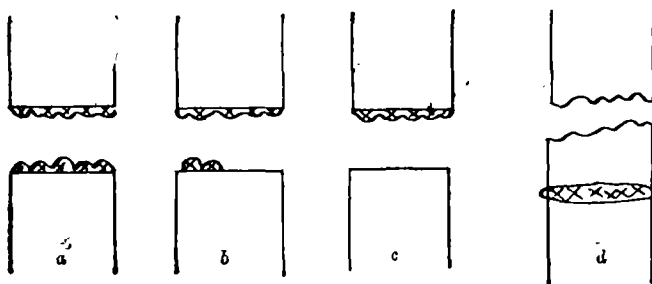


图3 接头在外力作用下断裂情况

在实际工作中,都力争达到b种情况,而避免c种情况的发生。当破坏是a种情况应尽量提高胶的内聚强度。b种情形一般能得到较好的粘接强度,在满足粘接强度的情况下,a、d情况出现最多。这就说明要实现牢固的粘接,必须使胶与被粘接件实现良好粘附,同时胶层本身足够坚强——胶的内聚强度足够大。

我们认为:固体之间的粘接强度,一般由两大部分所决定。一部分是粘附力,也就是胶粘剂和固体表面的吸附力;另一部分是胶本身的内聚强度。在实际使用中,总希望粘附力和内聚强度都足够大,然而这两者之间存在一定矛盾。一般说,提高粘附力,有可能降低内聚强度;而提高内聚强度,又可能降低粘附力。作为热熔胶的研制,这两种情况要兼顾。

4. 产品性能测试 经测试,所生产的RS-O型热缩管的主要性能指标已达美国 Raychem 公司^[1]XAGA-250标准,已超过日本住友同类产品水平^[2]。主要性能指标见表所示:

拉伸强度(N/mm ²)	≥13	粘结剥离强度(N/cm)	PE 50
断裂伸长率(%)	≥300		Pb 50
耐环境应力开裂 720h	不开裂	体积电阻系数 ρ _v (Ω·cm)	1×10 ¹⁴

四、辐射交联热缩管的应用实例

目前已生产两个系列(O型、W型)、15个品种(直接头、分歧接头、环氧堵头、气门、端

堵等)、140余种规格的产品,其在工程中应用的实例如下:

(1) 用于聚乙烯全塑市话电缆的接头。分充气维护和石油膏充填两大类,又分架空、自承式、管道和埋地几种场合。接续的电缆规格已从5对、10对到HYA2000×2×0.4包括2000对的分歧、堵头、气门和端封。这是目前用国产元件接续的最大规格的全塑市话电缆。

(2) 用于全塑电缆与铅包电缆、铝包电缆的接续。如铅包纸绝缘电缆与全塑电缆的接续。铅包(或铝包)聚乙烯绝缘(或泡沫聚乙烯绝缘)电缆与全塑电缆的接续。

(3) 用于铅包或铝包高频电缆的接续。

(4) 用于农用载波电缆的接续。尤其是对半硬聚氯乙烯防蚁型农用载波电缆的接续,是目前可靠性最高的一种。

(5) 用于全塑市话电缆的维护和护套破损的修补。

(6) 用于02型、03型、22型、23型塑料护套的接续。

(7) 用于铅包四管中同轴电缆和六管小同轴电缆接头的防护和护套的修补。用于六管小同轴电缆作绝缘结的保气和绝缘。已用于海底同轴电缆作接头保护。

(8) 用于电力电缆的直接头。 $3 \times 185(\text{mm})^2$ 油浸纸绝缘电力电缆中间接头,用于绝缘和密封;用于日本进口交联聚乙烯电力电缆(JISC C3606 6.6kV CE)护套和绝缘破损修补。

(9) 用于射频电缆的接续。

(10) 用于电缆芯线接续子和家用电器焊片的绝缘。

(11) 用于石油化工管道防腐聚乙烯护套的接续。

(12) 用于光纤和光缆的接续。

五、结 束 语

1. 辐射加工是一种新技术,在国民经济各部门中有广泛的用途,有巨大的社会效益和经济效益。如我厂生产的通信电缆热缩接头,1981年产值为1万元,1982年为3.2万元,1983年为11万元,1984年为32万元,1985年为117万元,1986年为212万元。为扩大生产,已建双流热缩制品分厂。

2. 加工热缩制品和辐射交联电缆都是辐射加工厚壁聚烯烃制品,需要电子加速器输出的电子束能量达3—3.5MeV。因此,建议当前应集中力量研制性能稳定、功率为20—30kW、电子束能量为3—3.5MeV的电子加速器,以促进辐射交联热缩产品的生产。

参 考 文 献

- [1] Raychem Corporation Telecommunications Division, MTR 0011 laboratory test report on the XAGA 250 multipurpose splice closure, 1980.
- [2] 日本住友电气公司通信电缆技术座谈会总结,1980年3月。

Production and application of radiation processing heat shrinkable sleeve for telephone cable

Liu Jiaji

(Shuangliu Heat Shrinkable Article Sub-factory Chengdu Cable Plant)

Keywords: electron irradiation radiation crosslinking
heat shrinkable sleeve telephone cable