

聚乙烯热收缩管与热收缩薄膜辐射制备工艺

王世才 徐永平 朱相林 刘克静 褚有株

(中国科学院长春应用化学研究所)

摘要 本文研制了辐照聚乙烯热收缩管和热收缩薄膜,阐述了原理、设备、操作方法,工艺条件和实际应用。所采用的定径管是与密封管分离的,不能阻隔气体,直径均匀,尤其吹胀1cm直径以上的管子,同时将制作的大供料卷筒放置供料箱外。

关键词 聚乙烯辐射交联;收缩聚合物。

引言

聚乙烯是一种良好的电绝缘材料和包装材料。它经高能射线照射后,使线型结构变成交联结构,除了软化温度有所提高外,还可利用其“记忆”效应,制成热收缩管和热收缩薄膜等特殊材料^[1]。它们可以作为电线,电缆的耐热绝缘层、导线接头的防水绝缘护套、电容和电池等电子原件,以及工具和金属管等的绝缘、防水、防潮、防锈、防尘的保护鞘和食品袋。国外辐照聚乙烯的生产和应用,基本上以热收缩性薄膜与管材为主。

1. 制备热收缩管的设备及其操作方法

(1) 设备的构造 ① 机械部分 图1是热收缩管吹胀设备的侧面示意图。设备主要分供料,

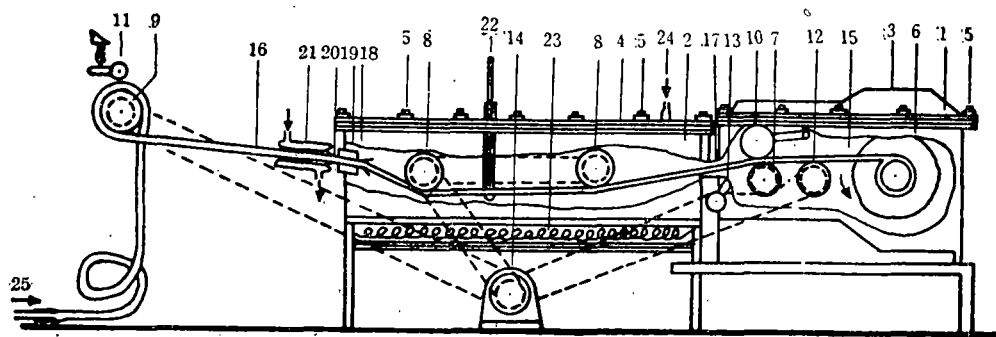


图1 制备热收缩管的吹胀设备侧面示意图

1. 供料箱 2. 加热箱 3, 4. 密封盖 5. 固定螺丝 6. 供料卷筒 7, 8, 9. 驱动滚 10, 11. 随动滚 12. 驱动轮 13. 随动轮 14. 无级变速马达 15. 未吹胀塑料管 17, 18. 开孔 19. 穿孔塞子 20. 密封管 21. 冷却定径管 22. 温度计 23. 电热器 24, 25. 压缩空气进口。

Fig. 1 Schematic diagram of expander for preparing heat shrinkable casing side view.

1. Feeding box 2. Heated box 3, 4 Sealed lid 5. Fixing screw 6. Feeding reel 7, 8, 9. Driving rollers 10, 11. Followed rollers 12. Driving wheel 13. Followed wheel 14. Stepless speed-change motor 15. Unblow-expanding plastic pipe 16. Blow-expanding plastic pipe 17, 18. Opening hole 19. Perforation plug 20. Sealed pipe 21. Cooling fixed-diameter pipe 22. Thermometer 23. Heater 24, 25. Compressed-air inlet

加热、冷却定径和牵引等四个环节。1 是铁制的供料箱, 其内装有供料卷筒 6, 驱动滚 7 和随动滚 10。2 是不锈钢制的长方形箱子, 内有一双驱动滚 8 部分地浸于甘油中。油浴的温度藉加热箱底部的电热器 23 维持。1, 2 两个箱子分别有密封盖 3、4。盖子周围用螺丝 5 固定。在 1, 2 两个箱子之间有一孔道 17 连通。17, 18 孔道分别由长为 13 cm, 8 cm, 内径为 3.6 cm 的不锈钢管做成。孔道 18 有一开孔橡胶塞 19。密封管 20 的内径与吹胀前塑料管的外径相适合, 两端成小喇叭形, 喇叭口的内径与定径管的内径相等(见图 2)驱动滚 9 和弹簧随动滚 11 供牵引吹胀管 16 用。整个装置上的几个驱动滚(7, 8, 9)需要线速度一致, 用一个无级变速马达 14 进行同步控制。其中驱动滚 7 由于转向须与其它滚子相反, 因此辅以驱动轮 12 与随动轮 13 达到反相目的。

② 自动控制压力部分 吹胀过程中需要压力可调而又稳定的压缩空气。为此, 我们安装了自动控制压力系统。此系统由空气压缩机、U 型水银调压计、缓冲贮气罐、压力计与继电器组成, 如图 3 所示。调压计的上端装有可以升降的铜调节针。在调节针与汞柱底部引入的导线之间, 串联 220 V 电源和单相继电器 2。继电器 2 的弹簧开关的两端与三相继电器 1 的线圈相连。继电器 1 担负着压缩机的供电与断电。当供电时, 压缩空气通过贮气罐排入供料箱、加热箱和调压计, 压力升高。调压计的一端汞柱液面因受压力而上升, 直到与调节针接触时, 空气压缩机就停止排气, 压力下降。当汞柱液面离开调节针时, 空气压缩机又开始排气。如此反复, 系统就稳定在所需的压力值。

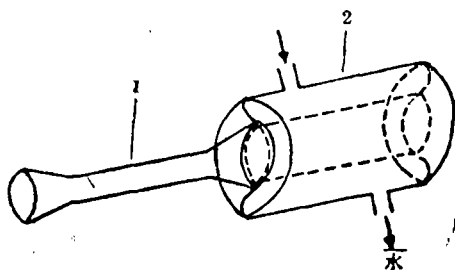


图 2 密封管与冷却定径管

1. 密封管 2. 冷却定径管

Fig. 2 Sealed pipe and cooling-fixing-diameter pipe

1. Sealed pipe 2. Cooling-fixing-diameter pipe

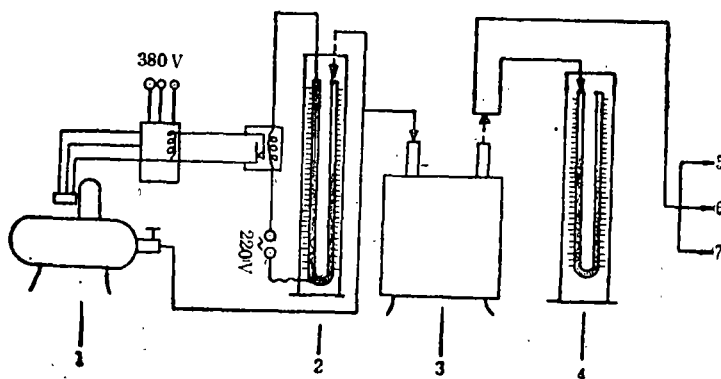


图 3 自动控制压力系统

1. 空气压缩机 2. U型水银调压计 3. 贮气罐 4. 压力计
5. 聚乙烯管 6. 加热箱, 供料箱 7. 调节器

Fig. 3 Autocontrol pressure system

1. Air compressor 2. Type-U Mercury pressure regulator 3. Tank 4. Pressure gage
5. Polyethylene pipe 6. Heated box, Feeding box 7. Regulator.

(2) 制备辐照聚乙烯热收缩管的步骤 同时加内外压法, 吹胀管的操作参照图 1。首先放置塑料管, 1, 2 两个箱子的密封盖用固定螺丝 5 上紧。当油浴被加热到所需的温度时, 给冷却定

径管的夹套通冷水。接着调到所需的压力,使压缩空气排到密闭体系中。最后开动马达14,整个设备开始进行吹胀。

当加热到熔点以上的塑料管被牵出密封管的出口时,管内外产生了压力差,处于弹性态的管子立即径向扩大,直至与冷却定径管的内壁接触,由弹性态转为结晶态。吹胀后的管子受驱动滚的牵引,离开定径管,径向尺寸被固定下来。管子径向吹胀的大小,靠调节压力与改变定径管的内径来控制。

吹制直径1 cm以上的粗管时,为了避免供料箱容纳不下和运行受到障碍,需要大的供料卷筒置于箱外。供料卷筒由大木轮子、带有活动密封的铁管做轴和三角铁支架组成的,见图4。铁管上有一通气咀和塑料管连通。铁管一端焊死,另一端和轴瓦密封。开口17的密封由圆环形的压帽、聚四氟乙烯垫和胶垫来解决。在进行吹胀时,把管经过油浴的一端堵死,同样可以吹制热收缩管。

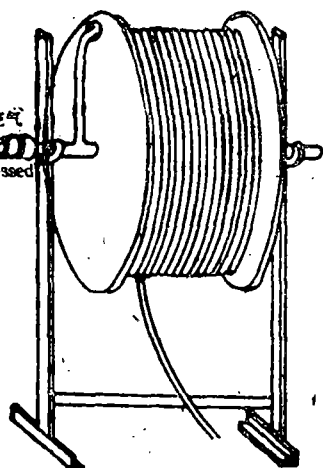


图4 供料卷筒
Fig.4 Feeding reel

(3) 制备辐照聚乙烯热收缩管的工艺条件 ① 辐照

条件 辐照源可用 ^{60}Co γ -射线装置,或用电子加速器。辐照剂量范围 $1\sim 3\times 10^7\text{rad}$ 。辐照时材料布置要合理,做到辐照剂量要均匀,防止管子因受折而漏气。材料外面严密

包裹两三层聚乙烯薄膜,或加强通风排气,藉以扩散辐照时材料所产生的热量和空气中臭氧的浓度^[2]。② 压力 用U型水银调压计调节压力。压力的大小随辐照剂量、油浴温度和管壁的厚薄而变化。吹胀1~20 mm管径的塑料管,压力范围一般在 $50\times 133.3\sim 5\times 133.3\text{Pa}$ 。③ 温度

温度取决于剂量大小^[3]、管壁厚度、管的运行速度,以及油浴长度。以管子在油浴中充分加热到稍微超过结晶熔融温度为限,一般温度范围在 $120\sim 125^\circ\text{C}$ 。④ 管子运行速度 管子运行速度视设备条件、加热温度和管子的性质而定,一般控制在 $1.5\sim 4\text{m/min}$ 。

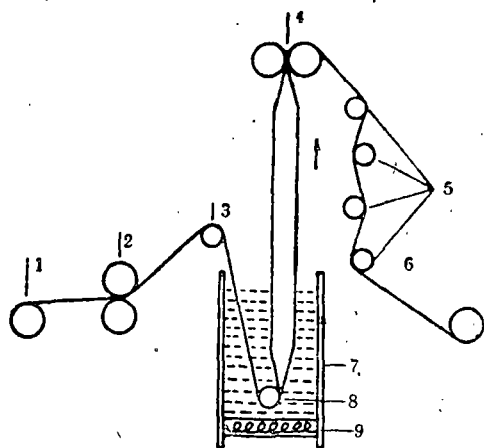


图5-1 制备热收缩薄膜的拉伸装置示意图

1. 供料滚, 2. 牵引滚1, 3. 随动滚, 4. 牵引滚2, 5. 随动滚3, 6. 卷料滚, 7. 水浴, 8. 随动滚2, 9. 电热器。

Fig. 5-1 Schematic diagram of stretcher preparing heat-shrinkable film.

1. Feeding roller, 2. Trawler rollers 1, 3. Followed roller, 4. Trawler rollers 2, 5. Followed rollers 3, 6. winder reel 7. Water bath, 8. Followed roller 2, 9. Electric heater

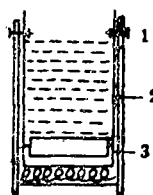


图5-2 水浴中的随动滚与支架
1. 固定螺丝 2. 支架
3. 随动滚2

Fig. 5-2 Followed roller and support in the water bath

1. Fixing screw, 2. Support, 3. Followed roller 2

我们加工的塑料管,由外径1~25 mm,径向吹胀40~100%,纵向收缩率5~20%。

2. 制备热收缩膜的装置和操作方法

辐照聚乙烯薄膜经纵向拉伸、冷却定型,可以获得纵向热收缩;经横向热吹胀、冷却定型,可获得横向热收缩。纵向热拉伸与横向热吹胀并施,则获得双向热收缩性,各向热收缩性的太小主要取决于吹胀程度的大小。

这里介绍纵向拉伸法制造纵向热收缩薄膜。

(1) 设备构造 图5-1是制备热收缩膜的拉伸装置示意图。装置有两个无级变速马达来控制牵引滚子,一个与牵引滚子2同步或独立控制的卷料滚,若干个随动滚,一台立式支架和一个水浴构成。

为了便于操作,热水浴底部的随动滚2系固定于一个可移动的小支架上,见图5-2。小支架放在靠水浴里的对称侧面,用螺丝固定。必要时可把小支架连同随动滚2移出水面。操作中尚须用少量压缩气体,这些气体可由氮气筒或空气压缩机提供。

(2) 操作步骤 事先把水浴加热到90℃左右,经辐照处理的聚乙烯膜筒(筒状薄膜的简称)卷于供料滚上,拉出一端通过牵引滚1与随动滚1,再把水浴中的小支架与随动滚2移出水面,让膜筒绕过随动滚2后再移入水中。此时从膜筒开口处通入适量的压缩气体使两层薄膜鼓起成圆筒状,用手捏紧开口,从牵引滚2引出,经过一组随动滚3,最后卷料筒收集。

我们所做辐照聚乙烯膜筒的纵向收缩率是20%,其大小主要藉牵引滚1与2之间的转速差来控制。拉伸主要发生在浸入热水的一段,离开热水后与空气接触而逐渐冷却定型。

致谢:样品辐照由本所220组担任,致以谢意。

参 考 文 献

- [1] S. Ota, Radiat. Phy. Chem., 18(1~2), 81(1981).
- [2] 王克强等,中国科学院高分子学术会议会刊, 314(1961).
- [3] В. Л., Карогов Хищическая ироцы., (6), 468(1959).

(1986年4月21日收到)

THE RADIATION INDUCED HEAT SHRINKABLE CASINGS AND MEMBRANES OF POLYETHYLENE

Wang Shicai Xu Yongping Zhu Xanglin Liu Kejing Chu Youdong
(Changchun Institute of Applied Chemistry, Academia Sinica)

ABSTRACT This paper report the radiation-induced heat -shrinkable casing and membrane of polyethylene, including the description of their principle, apparatus, operation method, technology conditions and practical applications. Because the casings of fixed dimensions taken are separated from the scaled pipes, they can not cut off gas, and the casing diameters are uniform. Particularly, this apparatus can be applied to blow-expand the pipe larger than 10 mm diameter. Another characteristic is that the large side feeding reel may be installed outside the feeding box.

KEY WORDS Radiation-crosslinking of polyethylene; Heat-shrinkable polymer;