

聚氨酯薄膜的应用^{*}

许晓东¹ 董祥忠¹ 莫健华² 王大中¹

(1. 四川大学高分子科学与工程学院, 成都 610065; 2. 华中科技大学塑性成型模拟及模具技术国家重点实验室, 武汉 430074)

摘要 介绍聚氨酯弹性体的结构特点及其优异性能。阐述聚氨酯薄膜制品在医疗卫生、工业及人们日常生活等三个方面的广泛应用, 同时还列举了国内外的一些具体应用实例。并展望聚氨酯薄膜的未来发展方向。

关键词 聚氨酯弹性体 薄膜 应用

随着科学技术的发展, 聚合物薄膜在国民经济中的应用越来越广泛, 对薄膜材料使用性能的要求也越来越高。在某些特定领域, 现有的薄膜材料如聚砜(PSF)、聚氯乙烯(PVC)等已经不能完全满足使用要求, 研究和开发性能优良的新型制膜材料已成为摆在广大科技工作者面前的重大课题。聚氨酯弹性体是介于橡胶和塑料之间的高分子合成材料, 其分子主链是由柔性链段和刚性链段镶嵌组合而成的。其结构中含有氨基甲酸酯基、酯基脲基等大量极性基团, 这些极性基团的存在及其相互作用, 赋予了聚氨酯弹性体一系列优异性能: ①卓越的耐磨性能; ②高强度和良好的弹性; ③在耐油、耐低温、耐热老化、耐臭氧、抗辐射、电绝缘、粘合等方面具有良好的特性^[1]。加上它优异的生物相容性及耐多种化学药品的性能, 聚氨酯弹性体理所当然地成为当今科研人员特别关注的新型材料之一。同时因为其薄膜制品易于使用, 功能多样化等原因, 使得聚氨酯薄膜得到了迅速的发展, 并在众多领域中都有广泛和独特的应用。

因为聚氨酯薄膜具有卓越的高张力、高拉力、强韧和耐老化特性及优异的生物相容性, 其制品日益受到人们的欢迎。聚氨酯薄膜主要采用挤出、压延和吹塑等工艺来制备, 在医疗卫生、工业、日常生活等方面均发挥着重要作用。

1 医疗卫生方面

在医疗卫生领域, 主要是使用热塑性聚氨酯(PUR-T)薄膜, 如手术衣(帽、鞋)、医疗用褥垫、冰袋、绷带、血浆袋、保险套、医疗用透气胶带、外科用包扎布条、口罩、人工心脏、人造肛门袋、乳癌病患者用的义乳等面料及内里材料等。

1994 年伦敦国际集团(LIG)公司开发出世界上第一种聚氨酯避孕套, 商品牌号为 Durex-Avanti, 已得到美国食品药品监督管理局(FDA)的认可, 它是采用牌号为 Duron 的 PUR-T 制造的, 其强度比乳胶高 1

倍, 而且可以做得更薄(可达 50 μm), 此新型避孕套透明、无味、耐油质润滑剂, 可防止性传播疾病, 特别适于对乳胶过敏的人^[2]。

近期又将有女用避孕套上市, 这种用 PUR-T 薄膜制成的女用避孕套极大地降低了性病感染几率, 同时还能降低女性患子宫癌的几率。

美国 JPS 弹性体公司 Stevens 生产的 PUR-T 薄膜拉伸强度高达 41.2 ~ 54.9 MPa, 能伸长 8 倍, 它们不含增塑剂, 能长期并在较宽温度范围保持柔韧性, 还具有良好的透气性、耐化学药品性、耐微生物、耐辐射性能, 可用于多种医疗卫生用途, 如灼伤覆盖层、伤口包扎材料和取代缝线的外科手术用拉伸薄膜、退烧的冷敷冰袋、一次性给药软袋、填充液体的义乳、避孕套、医院床垫及床套等。

市场上曾出现采用聚氨酯薄膜生产的一次性静脉给药体系的软囊, 这种给药体系由装药的塑料容器、聚氨酯软囊、流速控制系统组成, 其中聚氨酯软囊是将 3 层聚氨酯薄膜用射频焊封在一起, 最里层有液体药物, 第二和第三层之间是一安瓿, 挤压后被活化产生 CO_2 气体, 把药物挤出容器。

国内对聚氨酯薄膜的研究也较多, 如四川大学生物医学工程中心研制开发出一种新型双层创伤敷料, 它是由外层聚氨酯薄膜, 内层聚氨酯基软质泡沫体组成。薄膜具有透气透湿和隔菌防水的功能, 使创面保持一定的温度和湿度; 同时薄膜良好的柔软弹性和耐撕裂性, 可使敷料随着皮肤一起运动而不易被破坏。

2 工业方面

在工业领域, 聚氨酯薄膜常被用于防火、隔热、隔音材料, 如防火衣、防火布、消防服、飞机地板、飞

^{*} 塑性成型模拟及模具技术国家重点实验室资助项目(03-08)

收稿日期: 2003-08-05

机装璜、汽车零件(扶手、保护杆、地板、充气式千斤顶、遮阳板)、防水贴条、压缩封垫、传动皮带、绝缘板、油袋、管子接合胶带、安全防弹玻璃、水槽内垫、清理下水道工程服装等面料及内里材料。在国防工业方面,聚氨酯薄膜还可用于武器封存覆膜、野战帐篷、备战冰袋、救生衣、充气艇等面料及内里材料等。

美国 Avery Dennison 工业汽车产品北美公司推出了汽车保护膜产品 Stone Shield,用于发动机罩前缘、汽车前后保险杠、车门下围板、钥匙锁装置、门锁把手等的包覆,以及其它需要保护免受石片击打、耐磨和保护汽车面漆等的场合。该产品具有光稳定性,非常耐紫外光降解,不受气候和温度变化影响。另外,这种聚氨酯薄膜具有极好的光学透明度,光透过率高达 94%,而雾浊水平低于 1%,因此,能透过保护膜显示出汽车的本色^[3]。据中国包装网报道,一种用来生产汽车内部结构的 IMD 工艺已被成功地应用于生产硬表面保护膜,这种保护膜具有很高的撕裂强度,而且有很好的耐化学药品、耐疲劳、耐磨等优异性能。

英国一家飞机制造公司发明了一种用于飞机上的防碎玻璃,它是一种夹有碎屑的粘合成透明塑料薄膜的多层玻璃。这种以聚氨酯为基础的塑料薄膜具有粘滞的半液态稠度,当受到击打时,聚氨酯薄膜会慢慢聚集在一起,并恢复自己特有的整体性。同时这种玻璃也可用于轿车防盗。

聚氨酯薄膜还应用于模具工业,在美国国防部的牵头下,由航空航天业巨头诺思罗普·格鲁曼公司、麻省理工学院和 Cyril Bath 公司共同合作,研制成功了一种“万能模具”,这种模具可以在 15 min 内形成你想要的模具的形状。在“万能模具”底座上安装有 2688 根可上下移动的销钉,在销钉的表面铺有聚氨酯薄膜,以防止销钉在被加工物体表面留下明显的小坑。

美国 Deerfield Urethane 公司生产的厚度在 0.025 mm 以上的 Dureflex 牌 PUR-T 薄膜可用来生产非过敏性橡胶手套,应用于实验室、电子元件生产及相关行业,PUR-T 薄膜赋予手套优异的触觉、柔韧性、透气性、耐穿刺性、耐磨性及低温柔性^[4]。

J. Mojica 和 E. Garcia 等在运用电化学噪音技术监测经涂覆的钢材表面抗腐蚀机理时,特别选用了聚氨酯薄膜。当钢材裸露在空气中时,环境可以对钢结构材料造成巨大的腐蚀破坏,实际中经常应用聚合物包覆钢材以延长钢材寿命。研究结果表明,

聚氨酯薄膜可以起到这种抗腐蚀保护作用^[5]。

3 日常生活方面

世界上很多公司生产的聚氨酯薄膜产品都有很好的使用性能。如美国 Deerfield Urethane 公司推出的 Dureflex 系列 PUR-T 薄膜产品,其硬度在邵氏 A70 ~95,其中 PS 2010S 及 PS 2020S 产品湿气透过率为 $600 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h})$,撕裂强度为 525 N/cm;该 Dureflex 系列产品具有光学透明、柔软手感、耐久、易于加工等优点^[6]。又如美国 Jurrius 机械制造公司开发出专利熔接技术,应用于 Duraflex 薄膜生产的 Spectrum 牌手套,熔接处几乎看不到接缝,并且手套具有较高的强度及保护性。正因为这些聚氨酯薄膜制品使用性能极佳,在人们日常生活中其应用几乎达到无所不至的地步,特别是在鞋类、成衣类及其它生活用品方面。

PUR-T 薄膜在鞋类上的应用极广泛,如运动鞋、登山鞋、雪鞋、高尔夫球鞋、野战鞋、溜冰鞋之面料及内里材料。在运动鞋的鞋底及鞋面上的商标装饰、气囊、气垫、油包等。而今,PUR-T 薄膜在运动鞋上应用又有两种趋势:一是由耐克运动鞋所刮起的流行风,即将 PUR-T 薄膜先网版印刷上色,再以高周波成型并粘合在鞋面上做装饰,以取得特殊的装饰效果;二是利用防水透湿的 PUR-T 薄膜与鞋材用布贴合使用,以达到防水透湿之效果。

在成衣方面,PUR-T 薄膜被广泛用于雪衣、雨衣、风衣、防寒夹克、野战服、纸尿裤、生理裤、内衬、T 恤及运动服上的数字与字体、拉链外补强用材料等之面料及内里材料。美国 Stevens Urethane 公司新开发的 ST-2546 PUR-T 薄膜具有高湿气透过率 $[600 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h})]$,将厚度为 0.025 ~0.050 mm 的 ST-2546 薄膜复合到织物上,可使织物具有一“可呼吸的”胶层,使湿气逸出,但能阻止水等液体渗透^[7]。最近一种新开发的 PUR-T 透气薄膜材料除了有“呼吸功能”外,还能抗静电^[8]。

PUR-T 薄膜还用于运动用品,如空气降落伞、充气水床、手套、潜水衣、雪衣、泳装、韵律衣、滑雪板、运动鞋垫、球内胆、商标、气囊、徽章、瘦身衣、充气睡袋、船只、救生筏、救生圈(浮标)等面料及内里材料。

其它应用还有奶嘴、奶瓶、玩具、婴儿床、围兜等面料及内里材料;窗帘、椅套、床单、桌巾、浴帘、家具用布、围裙、钢琴(电脑)键盘覆膜、广告气球、书套、松紧带、可丢弃手套、安全帽衬垫、马蹄垫圈、踏

板、家畜身份标识、行李箱衬垫、包装袋、背包、手提包等面料及内里材料。应用实例也非常多,如生活中随处可见的玻璃瓶容易破碎,而德国杜塞尔多夫市玻璃工厂开发出了一种超薄玻璃瓶(瓶壁厚仅 1.4 mm),玻璃外面涂了一层厚 0.1 mm 的透明聚氨酯薄膜,这种薄膜不仅能增加超薄玻璃瓶的强度,而且一旦玻璃瓶被打碎,碎片也不会四溅,而且这种超薄玻璃瓶可再利用,能周转使用 70 次以上,最后还能回收熔化,重新制造玻璃器皿。

4 技术进展

随着高分子科学技术的发展,聚氨酯薄膜的性能也必将得到更大的提高。例如,日本东丽公司已经开发出可大幅度提高聚氨酯薄膜耐热性和强度的新工艺,该工艺采用了可对材料结构进行分子级控制的纳米技术,与以往产品相比,薄膜的耐热性提高了 20%,抗形变能力为原来的 2 倍。又如,随着聚合物共混科学与技术的不断进步,共混已经成为高分子改性的有效方法,在膜材的改性中也发挥着越来越重要的作用^[9],王晓英等研制出了丝素/聚氨酯共混膜^[10];还可以通过复合手段来拓宽聚氨酯薄膜的应用领域,朱卫华等制得了聚氨酯/聚氧乙烯磺酸钠复合膜^[11]。美国 Mearthane 公司采用导电技术,开发了体积电阻率小至 $1 \times 10^{-7} \Omega \cdot \text{cm}$ 的具有静电耗散功能的薄膜^[12]。

5 结语

技术进步使得聚氨酯薄膜的综合性能得到了很

大的提高。同时我们也必须清楚地看到,现阶段国内对于聚氨酯薄膜的开发才刚刚起步,加上技术与研究经费方面的限制,现今聚氨酯薄膜在功能多样化方面做得还不够理想,这将对聚氨酯薄膜的发展产生不利影响,但可以乐观地相信,在先进生产技术的积极支持下,人类一定会研制出综合性能更优异、应用领域更广泛的多功能聚氨酯薄膜。

参考文献

- 1 宫涛. 聚氨酯弹性体的应用, 科技情报开发与经济, 1994, (4): 19
- 2 刘益军, 王保志. 聚氨酯弹性体在医疗制品上的应用. 化工新型材料, 1999(9): 7
- 3 刘益军. 具有耐久性的汽车保护膜. 聚氨酯工业, 2002(3): 37
- 4 刘益军译. 用 TPU 薄膜生产非过敏性手套. 聚氨酯工业, 2001(2): 42
- 5 Mojica J, Garcia E, Rodriguez F J, et al. Evaluation of the protection against corrosion of a thick polyurethane film by electrochemical noise. Progress in Organic Coatings, 2001, 42: 218
- 6 刘益军. 美国 Deerfield 公司介绍其 PUR-T 薄膜. 聚氨酯工业, 2002(3): 34
- 7 刘益军译. 透气而防水的 TPU 薄膜. 聚氨酯工业, 2001(2): 23
- 8 Schulze D, Hargarter N, Funk H W, et al. Antistatic permeable polyurethane film. DE 4339475. 1995-05-24.
- 9 封严, 肖长发. 聚氨酯系膜结构与性能的研究. 天津工业大学学报, 2002, 21(2): 20
- 10 王晓英, 孙东豪, 吴微宇. 丝素/聚氨酯共混膜的制备和性能研究. 苏州大学学报(工学版), 2002, 22(1): 15
- 11 朱卫华, 王新灵, 唐小真. 聚氨酯/聚氧乙烯磺酸钠复合膜的导电性能. 上海交通大学学报, 2002, 36(1): 59
- 12 张骥红译. 热固性浇注聚氨酯薄膜. 聚氨酯工业, 2001(3): 8

APPLICATION OF THE POLYURETHANE FILM

Xu Xiaodong¹, Dong Xiangzhong¹, Mo Jianhua², Wang Dazhong¹

(1. Institute of Polymer Science and Engineering, Sichuan University, Chengdu 610065, China; 2. State Key Laboratory of Plastic Forming Simulation and Die & Mould Technology, Huazhong University of Science & Technology, Wuhan 430074, China)

ABSTRACT The structure characteristics of the polyurethane elastomer and its excellent performances are introduced. The wide application of polyurethane film products in the three fields of the medical treatment, industry and daily life is described, with listing some concrete examples in the world. The future of the polyurethane film is prospected.

KEYWORDS polyurethane elastomer, film, application

车用聚烯烃产品商机凸现

随着我国汽车工业的快速发展,车用聚烯烃制品将会出现需求旺盛局面。据业内专家分析,预计到 2005 年我国汽车消费的各种聚烯烃制品总量将达到 15 万 t 左右,到 2010 年需求将达到 23 万 t,并将保持年均 10% 的增长率。与此同时,气体辅助注射成型、三维和多层中空成型等新技术将得到广泛应用。我国汽车消费的各种聚合物依次为 PP、PVC、不饱和聚酯树脂、ABS、PE 和 PA。其中 PP、PE 等通用塑料的改性品种由于性能高、质量好,应用正在加快发展。在汽车聚烯烃制品应用上,我国已开发了不少行之有效的新

技术,今后气体辅助注射成型技术、三维和多层中空成型技术、表面处理技术等将得到很好的应用。新成型技术的出现,推动了我国汽车工业用聚烯烃制品消费的快速发展。未来在汽车工业领域聚烯烃制品将大量替代各种昂贵的有色金属和合金材料,这不仅能提高汽车造型的美观与设计的灵活性,降低零部件加工、装配与维修的费用,而且还可以降低汽车的能耗。以车用塑料制品为例,目前全球汽车用塑料制品的市场规模为 454 万 t/a,其中美国 172 万 t/a,欧洲 136 万 t/a,这一数字还在日益增大,且单车用塑料制品量也迅速扩大。(胡琪)