

新型微孔聚四氟乙烯密封板材的研制与应用

谢苏江 王 科

许 丽

(华东理工大学化机所流体密封研究室,上海 200237) (上海骏焱化工材料有限公司,上海 201100)

摘要 通过模压烧结工艺成功研制了一种微孔聚四氟乙烯密封板材,该密封板材具有良好的压缩回弹性能和抗蠕变松弛性能,其综合性能明显优于传统聚四氟乙烯密封材料,并达到了国际同类产品的先进水平,非常适合螺栓载荷较低、变形补偿要求较高的密封场合。

关键词 聚四氟乙烯 微孔 密封材料

聚四氟乙烯(PTFE)密封材料虽然具有许多优良性能,如良好的耐蚀性、耐候性、不沾、无毒、无污染性和抗高低温性能,但其易冷流,导热性能、抗蠕变松弛性能和压缩回弹性较差,这些不足严重制约了其在密封领域的广泛应用^[1-2]。因此,采用填充改性、复合改性、膨化改性等工艺研制抗蠕变松弛性能、压缩回弹性能等综合性能优良的新型 PTFE 密封材料是目前 PTFE 密封材料的主要研究和发展方向^[1,3]。

笔者根据国内外 PTFE 密封材料的发展趋势,通过模压成型和自由烧结工艺,成功研制了一种综合性能较好的新型微孔 PTFE 密封板材。

1 原材料选择

1.1 PTFE 树脂的选用

制备微孔密封材料时,PTFE 树脂的正确选用十分重要。PTFE 树脂按其聚合方法可分为悬浮树脂和分散树脂。悬浮树脂由悬浮液聚合而成,粒径一般为 2 ~500 μm ,多用于模压及挤压成型来制造板材、片材;分散树脂由乳液聚合而成,平均粒径为 300 ~800 μm ,流动性好,主要用于糊膏挤压成型管材、棒材等^[4]。本研究的主要目的是采用模压烧结工艺制备密封垫片材料,因此,选用悬浮 PTFE 树脂为基体材料。

1.2 成孔剂的选用

成孔剂的选用是微孔 PTFE 密封材料研制的关键。试验发现,微孔 PTFE 密封材料的性能与成孔剂的化学组成、性能及含量有密切关系。成孔剂的种类及成孔率的大小对 PTFE 树脂的改性效果有很大影响,并且成孔剂的加入还会影响到 PTFE 树脂的成型加工工艺。

成孔剂选择时应遵循以下基本原则^[5]:

①分散性好,能均匀分散于 PTFE 树脂内;

②分解温度范围窄,接近于 PTFE 的熔点或硬

化温度;

③分解速率高,分解出的气体无毒、无不良气味,不易燃,无腐蚀性,无污染,分解后剩余的残渣与树脂有相容性,不发生喷霜现象;

④不影响聚合物及添加组分的物理力学性能;

⑤来源充足,室温贮存稳定,价格低廉。

成孔剂的选择还要综合考虑密封材料的性能、工艺和成本要求,以达到满意的改性效果。

可用于制备微孔 PTFE 密封材料的成孔剂种类很多,主要包括物理成孔剂、化学成孔剂、水溶性无机盐和易挥发性物质等。通过大量试验并综合考虑所制材料的表面质量、微孔分布,最终选用一种稠环芳烃(C_{10}H_8)材料作为成孔剂,由此成孔剂可以制得具有均匀微孔结构、柔韧性良好的白色微孔 PTFE 密封板材。

2 工艺路线的选择

模压烧结成型是目前国内外生产 PTFE 板材普遍采用的一种工艺方法,也适合我国生产技术水平和应用实际的需要。因此,笔者制定了如图 1 所示的微孔 PTFE 密封板材制备工艺流程。

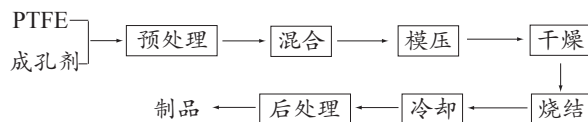


图 1 微孔 PTFE 密封板材制备工艺流程

3 工艺和配方设计

微孔 PTFE 的制备方法主要包括压制成型工艺和烧结工艺。压制成型工艺主要包括模压成型压力、压制速度、保压时间等工艺参数;烧结工艺主要包括加热速率、烧结温度、烧结时间及冷却速率等因素。通过大量试验获得了一个较好的微孔 PTFE 密封板材制备工艺,具体工艺参数如表 1 所示。

表 1 微孔 PTFE 密封板材制备工艺参数

项 目	数 值
模压压力 /MPa	26 ~30
压制速度 /mm · min ⁻¹	30 ~40
保压时间 /min	8 ~10
升温速率 /℃ · h ⁻¹	40 ~80
烧结温度 /℃	375
烧结时间 /h	1 ~2
冷却速率 /℃ · h ⁻¹	30 ~40

由于微孔 PTFE 密封板材主要由 PTFE 树脂和成孔剂组成,成孔剂的用量不但决定成孔率的高低,而且还对密封材料的拉伸强度、压缩率、回弹率、抗蠕变松弛能力等产生直接影响,成孔剂含量过高或过低均不利于密封材料的综合性能。通过大量试验研究发现,成孔剂质量分数在 30% 左右时,材料的综合性能较好。

4 微孔 PTFE 密封板材的性能

根据获得的优化工艺参数制备了微孔 PTFE 密封板材,对其主要性能进行了测试,并与美国 Garlock 公司的 GYLON S3540 纯微孔 PTFE、日本华尔卡公司的 7010 普通 PTFE、美国 Gore 公司的膨体板状 PTFE 垫、美国 Garlock 公司的 GYLON 3504 填充改性 PTFE 等几种典型 PTFE 密封材料进行了比较,结果如表 2 所示,其中拉伸性能按 ASTM F152 测试;压缩率和回弹率按 ASTM F36 测试;蠕变松弛率按 ASTM F38 测试;泄漏率按 DIN 3535 测试,垫片应力 32 MPa, N₂ 压力 4 MPa;气密性按 ASTM F37 测试,垫片应力 20.7 MPa, N₂ 压力 0.2 MPa。

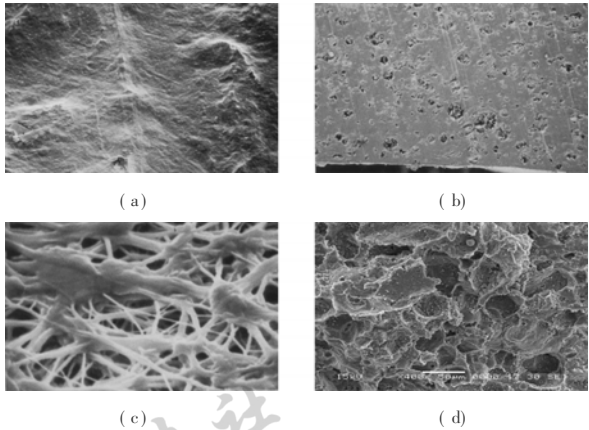
表 2 几种 PTFE 密封材料的性能对比

项 目	研制微孔 PTFE	纯微孔 PTFE	普通模压 PTFE	膨体 PTFE	填充改性 PTFE
颜色	白色	白色	白色	白色	蓝色
密度 /g · cm ⁻³	1.68		2.19		1.70
拉伸强度 /MPa	13.8		25.4	37.0	10.0
断裂伸长率 /%	154.2		330.0	320.0	
压缩率 /%	66.8	70 ~85	16.7	40.0	24 ~45
回弹率 /%	27.6	8.0	47.0	17.0	30.0
蠕变松弛率 /%	45.0	10.0	81.0	32.8	40.0
泄漏率 /cm ³ · min ⁻¹	0.03	0.04			0.15
气密性 /mL · h ⁻¹	0.05			0.10	

由表 2 可见,研制的微孔 PTFE 密封板材一方面具有较高的压缩率,同时又具有较好的回弹性、较低的蠕变松弛率,其综合性能明显优于普通压制 PTFE,基本达到了国际同类产品的先进水平。

图 2 是研制的微孔 PTFE 与其它 PTFE 微观结构的 SEM 照片。由图 2 可见,研制的微孔 PTFE 内

部由独立的微孔组成,与其它结构 PTFE 存在明显差异。这些独立微孔一方面提供了材料一定的柔软性,另一方面保证了材料具有较好的回弹能力及抗渗透性能。



a—纯 PTFE; b—填充 PTFE; c—膨体 PTFE; d—研制微孔 PTFE

图 2 不同 PTFE 的微孔结构 SEM 照片

5 微孔 PTFE 密封板材的应用

传统 PTFE 硬度大、压缩率小,作为密封垫片一般需要较大密封比压(35 MPa 以上)才能确保密封,这就要求提供较高的螺栓预紧力,而在类似由玻璃钢、合成树脂、陶瓷等制成的设备和管道装置中,其抗压强度较低,很难承受较高的螺栓载荷,传统 PTFE 难以起到理想的密封效果。而微孔 PTFE 以其较好的柔软性、较低的密封比压和优异的密封性能,在非金属设备和管道的密封中起到了其它材料无法取代的密封效果,十分适合应用于要求较低螺栓载荷和较高变形补偿的密封场合,如法兰密封面有翘曲、刮痕、凹坑、刻槽、歪斜以及不允许较大螺栓载荷的非金属法兰。

6 结语

(1) 通过均匀混合高分子成孔剂和悬浮 PTFE 树脂,采用模压烧结加工工艺成功研制出一种具有良好压缩回弹性能和蠕变松弛性能的新型微孔 PTFE 垫片密封材料。

(2) 通过大量试验研究获得了最佳的压制、烧结工艺条件,根据优化后的工艺参数制备的微孔 PTFE 密封材料,其综合性能明显优于普通压制 PTFE,并达到了国际同类产品的先进水平,非常适合螺栓载荷较低、变形补偿要求较高的密封场合。

参 考 文 献

[1] 谢苏江. 聚四氟乙烯的改性及应用[J]. 化工新型材料, 2002, 30(11): 26 ~30.

[2] 张振英. 聚四氟乙烯的性能、加工及其在密封上的应用[J]. 陕西化工,1994(1) : 6 - 11.

[3] 乐启发. 改性聚四氟乙烯密封材料研究进展[J]. 浙江化工, 2001, 33(4) : 3 - 6.

[4] 徐下忠. 聚四氟乙烯的加工成型技术[J]. 工程塑料应用, 2002, 30(3) : 22 - 26.

[5] 方荃, 何荣军. 高分子材料的微孔发泡方法[J]. 胶体与聚合物, 2003, 21(4) : 40 - 42.

DEVELOPMENT AND APPLICATION OF NEW MICROCELLULAR PTFE SEALING GASKET MATERIAL

Xie Sujiang, Wang Ke

(Research Institute of Pressure Vessel and Process Equipment, East China University of Science and Technology, Shanghai 200237, China)

Xu Li

(Shanghai Junyan New Materials Co. Ltd., Shanghai 201100, China)

ABSTRACT A new polytetrafluorethylene(PTFE) sealing material is developed by using compression sinter technology. The new material has outstanding resistance to creep relaxation and fine recovery, which meets the demand of sealing materials. The main properties of the developed sealing material are tested. The results show that the main properties of the new microcellular PTFE material reach those of the similar products of foreign countries. The sealing material can use in the field of low load and high distortion compensation.

KEYWORDS polytetrafluorethylene, microcellular, sealing material

Lyondellbasell 公司推出瓶级耐环境应力开裂 HDPE

Lyondellbasell 公司近期推出具有优异耐环境应力开裂和刚性的 Hostalen ACP 5231D 高密度聚乙烯(HDPE), 用于吹塑成型个人护理品和洗涤剂容器以及玩具。Hostalen ACP 5231D 的密度为 0. 952 g/m³, 熔体流动速率为 0. 30 g/40 min, 耐环境应力开裂性能比同样密度的普通 HDPE 高 3 倍。树脂在欧洲生产, 采用的是公司的专利技术 Hastalen ACP 工艺。通常 HDPE 的密度越高, 耐环境应力开裂性能降低。但 Hostalen ACP 工艺能设计产品的相对分子量分布, 使其耐环境应力开裂性能比同样密度的普通单峰级别产品高出很多。

(工程塑料)

天冠新材料年产 10 万 t 降解塑料工程开工

河南天冠新材料公司年产 10 万 t 全降解塑料项目工程在河南南阳市开工奠基。据悉, 这是目前国内最大的用二氧化碳废气合成全降解塑料工程, 其工艺技术在生物新材料领域处于国内领先、国际先进水平。该项目总投资 9. 6 亿元, 项目工期为 3 年。一期年产 2. 5 万 t 生产线投资 2. 3 亿元, 建设期为一年, 一期投产后, 年新增销售收入 6 亿元以上, 实现利税 1. 5 亿元以上, 利润 7500 万元。项目全部投产后, 预计年销售收入将达 25. 6 亿元, 实现利润 3. 2 亿元, 同时每年可实现减排二氧化碳废气 10 万 t, 具有显著的社会效益。

用二氧化碳合成全降解塑料是把破坏全球生态环境的二氧化碳废气, 聚合成全降解塑料。目前, 市场上的塑料制品大多以石油为原料制成, 不仅成本高, 而且使用后不易降解, 严重污染了环境。该项目的大规模产业化生产, 不但完善了天冠集团生物能源、生物化工的产业链条, 同时可以减少二氧化碳排放, 节约石油资源; 聚合成的环保塑料还可完全生物降解, 能从根本上解决白色污染这一世界性危害, 并为环保塑料的大面积推广提供了现实性, 其社会效益、经济

效益、环境效益显著, 是一种典型的循环经济技术模式。

(色母粒)

塑料光纤及其配套设备未来几年将进入高速发展期

信息产业的飞速发展使网络成为人们工作生活中不可或缺的重要组成部分。“十一五”期间我国启动的“863”计划之一——信息技术领域新一代高可信网络重大项目, 其总体目标之一就是要实现电视网、电信网、计算机网的“三网合一”, 塑料光纤及其配套设备的成功开发成为实现这一目标的关键。

国外最早进行塑料光纤研制的是美国杜邦公司, 20 世纪 70 年代就开始研究。20 世纪 80 年代, 日本三菱公司开发出可用于通信领域的聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA) 通信用塑料光纤。随后, 日本的三菱、东丽、旭硝子三家企业相继实现大规模产业化。

在塑料光纤的生产制造上, 我国已掌握了相关技术。目前我国已攻克了本体聚合直接生产 PMMA 突变型塑料光纤的技术难关, 掌握了批量连续化生产塑料光纤技术; 新型局域网光纤传输系统所需的各个元器件, 国内企业也已拥有自主知识产权的生产技术。相对于以铜为介质的传统网络系统, 塑料光纤传输系统具有高带宽、保密性能好、抗干扰能力强、防雷击、质量轻、韧性好、施工简单、节约铜资源等特点; 相对于石英光纤系统, 塑料光纤传输系统具有施工和接续简便、光源便宜、综合成本低等特点。在各类公用、专用局域网, 特别是短距离和相对保密及有特殊环境要求的场合, 如机载、车载、舰船内部通信网络, 工业控制网络等高速数据传输领域, 塑料光纤都可以大显身手。应用塑料光纤及其配套设备, 可以使宽带网速真正达到百兆水平。塑料光纤替代普通铜缆可实现飞速下载, 下载一部高清晰电影只要 1 ~ 2 min, 在线观看可告别缓冲和停顿, 塑料光纤让无数网民的梦想变成了现实。

(中色)