

HDPE / 硅钙镁晶须复合材料双壁波纹管的研制

王世雷

(四川中物技术有限责任公司, 绵阳 621000)

摘要 通过研究影响管材环刚度的主要因素和提高管材环刚度的方法, 确定了制备高密度聚乙烯 (HDPE) / 硅钙镁 (SCM) 晶须复合材料双壁波纹管的最佳配方; 介绍了 HDPE/SCM 晶须复合材料双壁波纹管的制备工艺和设备, 为生产高性能、低成本的塑料管材提供了新的选择。该种管材具有环刚度高、质量轻、用料省、施工安装方便和耐低温性能好等优点。

关键词 高密度聚乙烯 硅钙镁晶须 复合材料 双壁波纹管 环刚度

硅钙镁 (简称 SCM) 晶须是一种新型结构的硅酸盐材料, 呈一维单晶体结构, 直径为 $0.2 \sim 0.8 \mu\text{m}$, 长度为 $20 \sim 60 \mu\text{m}$, 具有极高的力学性能, 其拉伸强度高达 1.2 GPa , 拉伸弹性模量高达 32 GPa , 用塑料的填料具有明显的增强和增刚作用。

目前被广泛用作排水管、污水管、地下电缆管、农业排灌管的高密度聚乙烯 (HDPE) 双壁波纹管是一种外壁呈波纹状、内壁光滑的新颖管材, 与同规格同强度的其它类管材相比具有用料省、刚性高、弯曲性优良, 以及高抗冲、高抗压等特点, 已在相当范围内取代了传统的钢管、铸铁管、水泥管、石棉管和普通塑料管。但是, 目前困扰大口径双壁波纹管的最大问题是环刚度低。现在国产双壁波纹管的最大内径为 710 mm , 有关设备厂家正在大力开发口径 1600 mm 的生产线, 这对管材材料的性能提出了更高的要求^[1]。

环刚度是管材最重要的性能指标之一, 因为在埋地排水管的应用中管材不承受内压或压力很低, 而只承受外压负载 (包括动负载和静负载)。如果管材的环刚度太小, 管材将发生大的变形或屈曲等破坏, 这样就不能保证管材的安全使用。如何最有效地提高管材的环刚度是管材行业的热门课题。通常管材的环刚度按 (1) 式^[2] 计算:

$$S = EI/D^3 \quad (1)$$

式中: S ——环刚度, kPa ;

E ——材料的弹性模量, GPa ;

I ——惯性矩, m^4/m ;

D ——管材的平均直径, m 。

从 (1) 式可以看出, 在管径相同的情况下, 材料的弹性模量和惯性矩是影响管材环刚度的主要可变因素。

要研制高环刚度的 HDPE 双壁波纹管材, 一是

要使用高弹性模量的材料, 选用较高等级的 HDPE 树脂如 PE80 级、PE100 级或使用功能性填料, 如 SCM 晶须等; 二是要提高管材截面的惯性矩, 也就是要增强管材的壁厚来增加管材的“米重”(单位长度质量)。

笔者经过大量试验研究和实际工业对比试验, 研制了环刚度高、成本较低的 HDPE/SCM 晶须复合材料双壁波纹管材。

1 HDPE/SCM 晶须复合材料双壁波纹管的研制

1.1 主要原材料

HDPE: YS6360M, 北京燕山石油化工股份有限公司;

活性 SCM 晶须: 自制;

增容剂: 马来酸酐接枝聚丙烯 (PP-g-MAH), 自制;

聚乙烯蜡: 成都祥和专用蜡有限公司;

黑色母粒: 工业级, 市售。

1.2 主要设备与仪器

高速混合机: SHR 型, 张家港市新科机械厂;

双螺杆挤出机: SHJ-50 型, 南京杰恩特机电有限公司;

HDPE 双壁波纹管生产线: 800 型, 潍坊中云机器有限公司;

电子万能试验机: CMT6000 型, 深圳市新三思计量技术有限公司;

落锤冲击试验机: 江都市试验仪器厂;

恒温干燥箱: 成都科析仪器成套公司。

1.3 HDPE/SCM 晶须复合材料的制备

(1) 配方设计

为了确定 SCM 晶须的最佳用量, 笔者首先探讨

了 SCM 晶须含量对 HDPE /SCM 晶须复合材料弯曲弹性模量的影响。图 1 是 SCM 晶须含量与 HDPE /SCM 晶须复合材料弯曲弹性模量的关系。从图 1 可以看出,随着 SCM 晶须含量的增加,复合材料的弯曲弹性模量逐渐增大,这是由于加入了高弹性模量的 SCM 晶须及其在复合体系内均相分布所致。当 SCM 晶须的质量分数在小于等于 20% 时,复合材料的弯曲弹性模量上升最为明显,而后升幅不大,因此确定质量分数 20% 的 SCM 晶须为制备高环刚度材料的最佳用量。

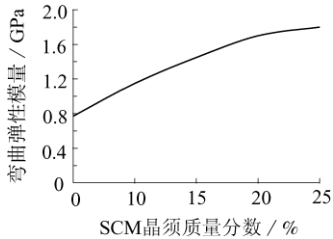


图 1 SCM 晶须含量与材料弯曲弹性模量的关系

通过试验最终确定双壁波纹管专用料的配方为 76.48% 的 HDPE、20% 的活性 SCM 晶须、1.5% 的 PP-g-MAH、2% 的聚乙烯蜡及 0.02% 的白油。

(2) 制备工艺

按照配方用高速混合机将 HDPE、SCM 晶须等各种物料混合搅拌,活性 SCM 晶须采用侧喂料的方式加入,经双螺杆挤出机混炼造粒而成 HDPE /SCM 晶须复合材料。

1.4 双壁波纹管的制备

(1) 管材配方

管材外层配方: HDPE /SCM 晶须复合材料和色母粒的配比为 100 2。

管材内层配方: HDPE (YS6360M)、HDPE /SCM 晶须复合材料和色母粒的配比为 100 25 2。

(2) 制备工艺

按照管材内外层配方分别将各种称量好的原料加入高速混合机使其混合均匀,物料经过干燥、高速搅拌后,进入低速搅拌,再经过传送和过筛后物料被分别输送到双壁波纹管生产线的 1[#]、2[#]挤出机内,在加温、加压作用下物料被塑化成熔融状,以不同规格的机头模具和定径套挤出相应的管坯,而后再经过相对应的波纹模块和扩口模块冷却定型,然后经过计长装置和切割装置,管材被自动地定长切断,最后进入自动扩口机,对管材头部进行扩口加工,即得到 HDPE /SCM 晶须复合材料双壁波纹管成品。制备工艺流程如图 2 所示。

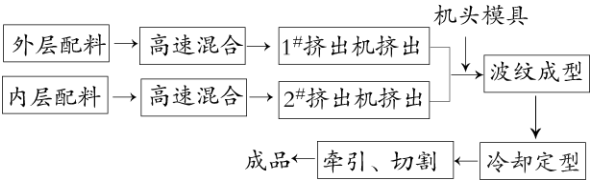


图 2 HDPE /SCM 晶须双壁波纹管的制备工艺流程

2 HDPE /SCM 晶须复合材料双壁波纹管的性能

HDPE /SCM 晶须复合材料双壁波纹管的性能按照 GB/T 14152 - 2004^[3] 测试。

HDPE /SCM 晶须复合材料双壁波纹管的性能与加入一般填料的普通 HDPE 双壁波纹管相比,具有环刚度高、质量轻、用料省、施工安装方便和耐低温性能好等优点。

表 1 是两种不同材质、环刚度达 8 kPa (SN8 级) 的双壁波纹管的“米重”比较。从表 1 可以看出,HDPE /SCM 晶须复合材料双壁波纹管的“米重”比普通 HDPE 双壁波纹管大都降低了 20% 以上,而且内径达 710 mm 时,前者的环刚度仍保持 8 kPa 不变,而后的环刚度只有 6.3 kPa。笔者在完成 HDPE /SCM 晶须复合材料双壁波纹管的环刚度测试的基础上,还严格按照 GB/T 14152 - 2004 的要求,对该双壁波纹管材的环柔性、耐冲击性、粘接性、蠕变率和密封性等进行了测试。结果表明,HDPE /SCM 晶须复合材料双壁波纹管在环刚度得到提高的同时,其它性能也达到或超过了有关国家标准的要求。

表 1 两种不同材质双壁波纹管 (SN8 级) 的“米重”比较 kg/m

公称内径 / mm	双壁波纹管		“米重”降低率 / %
	HDPE /SCM 晶须	普通 HDPE	
225	2.9	3.7	21.6
300	4.5	5.6	19.6
400	7.2	9.5	24.2
500	10.0	13.5	25.9
600	17.0	23.0	26.1
710	22.0	29.0 (6.3 kPa ¹⁾)	24.1

注: 1) 为环刚度。

3 结论

(1) HDPE /SCM 晶须复合材料中加入质量分数为 20% 的 SCM 晶须是制备双壁波纹管的最佳用量,可明显提高双壁波纹管的环刚度。

(2) 将含有 HDPE /SCM 晶须复合材料等的管材内外层配方通过混合和波纹成型等工艺,可制备出 HDPE /SCM 晶须复合材料双壁波纹管。该管材在保证其它性能的基础上,其环刚度可以得到大幅度提高;其“米重”与普通 HDPE 双壁波纹管材相比

大都能降低 20% 以上,大幅度降低管材的原材料成本,增强塑料管材的市场竞争力。

参 考 文 献

1 吴大鸣.特种塑料管材.北京:中国轻工业出版社,2001.

2 ISO 9969 - 1994 Thermoplastics pipes dertermination of ring stiffness.
3 GB/T14152 -2004 埋地用聚乙烯(PE)结构壁管道系统.第1部分:聚乙烯双壁波纹管材.

DEVELOPMENT OF DOUBLE-WALL CORRUGATED PIPES OF HDPE/CALCIUM-MAGNESIUM SILICATE WHISKER COMPSITES

Wang Shilei

(Sichuan CAEP-TECH Co. Ltd., Mianyang 621000, China)

ABSTRACT The optimal formula for manufacturing double-wall corrugated pipes of high density polyethylene(HDPE) /calcium-magnesium silicate whisker composites was determined by analyzing the main influencing factor of ring-stiffness of pipe and the way to improve ring-stiffness. The producing technology and equipment for double-wall corrugated pipes were presented, and a new choice for producing pipes of high performance but low cost was given. This kind of pipe has the benefits such as high ring-stiffness, low density, material saving, convenience for construction and installation, and low temperature resistance.

KEYWORDS high density polyethylene, calcium-magnesium silicate whisker, composite, double-wall corrugated pipes, ring-stiffness

自主技术锂离子电池研制成功

一种具有自主知识产权的新型聚合物锂离子电池日前由北京中信国安盟固利新材料研究院等单位研发成功。

研究者们通过几年的攻关,在大量实验室工作的基础上,通过综合多项关键材料技术,首先合成出结构独特的微孔聚合物复合膜,然后采用一种独特的聚合物电池生产工艺研制出聚合物锂离子电池。该电池具有优越的低温放电性能和循环使用性能(超过 500 次)。与相同容量的液态软包装电池相比,该类聚合物锂离子电池在过充和针刺等安全性能的测试方面表现出了良好的性能。同时,由于该类电池具有高比能量及可循环使用、寿命长等显著优势,目前已广泛应用于移动通讯、摄像机、笔记本电脑等电子器件中,并逐步向电动自行车、电动汽车等领域拓展。(肖仁)

塑料汽车配件材料趋向多元化

2003 年中国的汽车产量达 444.37 万辆,同比增长 35.2%,其中轿车产量 201.89 万辆,同比增幅达 83.25%,汽车行业的蓬勃发展带动多个行业发展,塑料行业亦从中获益。

目前一部汽车有 50 余个塑料配件,随着汽车的轻量化和塑料工业的迅速发展,塑料在汽车中的应用会愈来愈多,预计到 2005 年全国汽车产量超过 500 万辆,汽车用塑料达到 65 万 t;2010 年全国汽车产量 720 万辆,汽车用塑料达到 128.7 万 t;2020 年全国汽车产量 1180 万辆,汽车用塑料将达到 618.6 万 t,平均每辆汽车的塑料用量将从 2005 年的约 130 kg 提高到 2020 年的 520 kg 以上。

与其它物料比较,塑料具有成型好、易加工、质量轻等优点,因此广泛用于保险杠、散热器、底盘、车身外板、车轮护罩、活动车顶、挡风胶条等外饰件,同时亦适用于仪表板、内饰板、安全气囊等内饰件。

目前汽车所用塑料消费量排序依次为聚丙烯(PP)、聚

氯乙烯(PVC)、聚氨酯(PUR)、不饱和聚酯、ABS、酚醛树脂、聚乙烯(PE)和聚酰胺(PA)。PP、PE、PUR 等的应用范围正在扩大;纤维增强塑料(FRP)等新品种的用量也随着技术成熟而增加;而 PVC、ABS 等则会部分地被热塑性聚烯烃弹性体等所取代。

汽车用塑料这块极具诱惑力的“蛋糕”吸引了众多企业投入新材料、新产品的研发工作。拜耳公司于 2004 年推出了一种 PA/ABS 共混物,用于汽车零部件的生产。这种零件在遭受撞击、恶劣气候及长期使用后仍能保持形状不变;丰田公司亦建造了一家以甘蔗为原料的生物塑料试验工厂,生产可降解塑料。据专家预计,能为塑料材料进行改性及增强的各类纳米塑料将会慢慢涌现。(泰硕)

可降解可焚烧塑料包装材料在闽问世

一种可降解可焚烧的塑料包装材料最近由福建师范大学和福州市耀升胶粘软包装厂共同开发研制成功。

与传统的环保材料相比,这种以聚乙烯树脂为原料,添加复合光敏剂等助剂,经吹塑而成的塑料包装材料被使用废弃后具有避光降解和促进焚烧等特点,能进行掩埋、堆肥、焚烧处理,不易对环境产生不良影响,符合环保要求。经有关部门鉴定,该材料的综合技术指标和生产技术处于国内领先地位,达到国际先进水平。该研究成果已向国家知识产权局申请了专利。(超英)

新型聚氨酯吸盘器寿命长

瑞典的一家真空产品生产厂商 PIAB VACUUM 公司推出一种新型的椭圆形吸盘器,由于使用寿命长、吸附效果好,一面世就受到市场好评。

该款吸盘器采用耐磨损的聚氨酯(PUR)/橡胶共混材料制成,大大延长了吸盘器的使用寿命,而椭圆形的结构特点能保证把更微小的物体吸附起来。该产品标志着 PUR 材料开始在真空产品的发展中发挥重要作用。(钟欣)