

橡塑旋流器的研制

任 梵 陈文伟 张志强

(云南省橡胶制品研究所 650233)

熊广爱

(昆明冶金研究设计院 650051)

摘要 采用橡塑[NBR/PVC 为(60—50)/(40—50)]并用材料制造旋流器。补强剂采用中超耐磨炉黑(70—75 份);使用促进剂 DM/TT 和硫黄硫化体系,同时加入含过氧化物的混合物 DMG 硫化效果最好;增塑剂用 10—15 份;防老剂用 4010NA。并用工艺采用增塑剂部分加入到 PVC 中制成糊状树脂的方法,共混时间一般为 20—30min。该产品具有优异的耐磨性[磨耗量(1.61km)小于 0.04cm³]、较高的拉伸强度(19MPa)和硬度(邵尔 A 型硬度 95 度),可直接替代衬胶铸铁旋流器。

关键词 橡塑并用,旋流器,耐磨性

旋流器是有色金属、非金属、煤沥选矿厂、油田钻井等行业用于分级、脱泥、除渣、浓缩等生产过程的重要设备,已有 70 多年的使用历史^[1]。以往多采用铸铁等金属材料制造,但耐磨性和耐腐蚀性较差,噪声大且笨重。为提高耐磨性和减轻重量,近十几年来又出现了采用非金属材料制造的旋流器。最初是在铸铁件内衬橡胶片,但仍存在设备笨重、衬胶片易脱落、制造工艺复杂等缺点^[1]。而采用普通橡胶材料制造,由于旋流器结构较为复杂,制成品必须是高硬度的筒体和配件,这就要求有适合的配方设计和加工工艺。因此,制作高硬度的耐磨筒体便成为研制中的重要课题。

本项目采用 NBR 和 PVC 并用来制造橡塑旋流器。该产品通过在云南、山东、广东等地的应用试验,效果良好,深受用户好评。

1 胶料配方设计

1.1 NBR/PVC 并用比的选择

NBR/PVC 并用比直接影响共混物性能。根据溶解度参数对高聚物相容性的影响,按照“ δ 值相似相容”原则,选用了 NBR-26(δ 值为 9.4)与 EPVC-3(δ 值为 9.5)并用。

EPVC 平均粒径为 0.5—1 μ m,易于与 NBR 混合,可用橡胶常规设备低温(40—60℃)共混^[2,3]。以基本配方进行了 NBR/PVC 不同并用比的变量试验,共混物的物理机械性能的试验结果见表 1。

由表 1 可以看出,随着 PVC 用量的增加,拉伸强度、扯断伸长率、扯断永久变形和硬度也随之增大,而磨耗量却出现最小值,其中以 NBR/PVC 配比为(60—50)/(40—50)(重量份)最佳。

1.2 炭黑的选用及变量试验

低丙烯腈含量的 NBR 属无定形聚合物,对于粒径越小、结构性越高的炭黑,其补强效果越好^[4]。对几种细粒子、高结构和具有较大比表面积的炭黑进行了对比和并用试验,结果见表 2。

试验结果表明,3 种炭黑在该体系中都体现了对橡胶的常规补强效果,但影响程度却很小,主要是共混物中的 PVC 起决定作用。仅从提高耐磨性方面考虑,中超耐磨炉黑(SAF)无疑是最好的。众所周知,炭黑的粒径越小,在橡胶中的分散越困难,从而影响制品的力学性能。因此,3 种炭黑的工艺性能表现出很大差别,SAF 的生热大、吃粉困难、易产

表 1 NBR/PVC 不同并用比胶料的物理机械性能

项 目	配 方 编 号					
	1	2	3	4	5	6
原料用量·份						
NBR	85	80	70	60	50	35
PVC	15	20	30	40	50	65
物理机械性能						
拉伸强度,MPa	16.7	19.1	19.7	19.8	18.9	19.3
扯断伸长率,％	143	151	162	180	195	255
扯断永久变形,％	4	4	6	8	11	10
邵尔 A 型硬度,度	89	91	92	92	93	94
磨耗量(1.61km),cm ³	0.09	0.08	0.05	0.05	0.05	0.07

注:1)基本配方 NBR/PVC 100,促进剂 1.8,硫黄 1.5,过氧化物混合物 DMG 3.8,活性剂 4.0,防老剂 2.5,炭黑 60,增塑剂 适量; 2)硫化条件 145℃×10min。

表 2 不同品种炭黑及其并用的试验结果

项 目	配 方 编 号						
	7	8	9	10	11	12	4
炭黑,份							
HAF	70	0	0	25	0	0	0
ISAF	0	70	0	0	80	75	60
SAF	0	0	70	45	0	0	0
物理机械性能							
拉伸强度,MPa	19.6	21.8	20.4	18.7	20.7	19.1	19.8
扯断伸长率,％	180	170	185	190	170	185	180
扯断永久变形,％	8.4	8.5	6.5	9	8	8	8
邵尔 A 型硬度,度	90	94	95	95	95	95	92
磨耗量(1.61km),cm ³	0.09	0.04	0.02	0.04	0.05	0.04	0.05
密度,Mg·m ⁻³	1.18	1.21	1.27	1.25	1.31	1.29	1.20

生炭黑凝胶,高耐磨炉黑(HAF)的耐磨性满足不了旋流器的要求,故选用中超耐磨炭黑(ISAF)较为适宜。同时进行了HAF和SAF的并用试验,但结果并不十分理想,胶料生热仍然较大,加工工艺性能改善也不明显。

因橡塑并用工艺较难控制,以工艺性能和原料成本进行了经济效益评估,在ISAF的变量试验中,当用量增加时,耐磨性提高不明显;当炭黑用量为80份时,吃粉已十分困难,出现了因生热导致炭黑凝胶;当炭黑用量为70—75份时工艺性能良好,吃粉快,混炼无焦烧现象,胶料在模具型腔中的流动性好,制品表面无流痕和缺胶现象。

1.3 硫化体系的选择和变量试验

NBR是并用体系中最主要的交联形成体,因此仍采用常规的硫黄促进剂硫化体系。

但由于PVC的存在,要获得较好的物理机械性能,还应利用过氧化物对并用高分子材料共交联有较好适应性的特点^[3],使NBR和PVC之间形成共交联。同时考虑到旋流器属厚壁制品且结构复杂,要求胶料在模具型腔中必须有足够的流动时间,故选择了焦烧时间长、硫化曲线平坦及硫化速度能与NBR和PVC的共交联相适应的硫化体系。试验选用促进剂D,DM,DM/TT和D/TT四种促进剂体系进行了变量试验,其结果见表3。

从表3中可以看出,当硫黄用量不变时,仅单独用促进剂DM或D,由于硫化速度较慢,不能与共交联同步进行,出现了制品硬度低、变形大的现象,在促进剂D或DM中加入TT则加快了硫化速度,但有试验表明^[3]促进剂TT用量过大时,会加速PVC的分解,

表 3 促进剂对硫化胶料性能影响

项 目	配 方 编 号						
	14	15	8	16	17	18	19
硫化体系							
促进剂 D, 份	0	0	0	0	0	2.0	1.5
促进剂 DM, 份	1.0	1.2	1.5	1.8	2.0	0	0
促进剂 TT, 份	0.5	0.4	0.3	0.2	0	0	0.3
硫黄, 份	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
物理机械性能							
拉伸强度, MPa	15.6	19.4	21.8	18.1	17.5	15.4	18.5
扯断伸长率, %	165	175	170	183	165	220	185
扯断永久变形, %	8.4	8	8.5	9.2	11	12	9
邵尔 A 型硬度, 度	92	93	94	95	91	90	93
磨耗量(1.61km), cm ³	0.07	0.05	0.04	0.05	0.07	0.09	0.08
密度, Mg · m ⁻³	1.25	1.25	1.27	1.25	1.21	1.21	1.24

而促进剂 DM 可参与部分 NBR 和 PVC 的交联反应,较促进剂 D 使用性能好。从表 4 的试验结果可以看出,在配方中加入共硫化剂 DMG(含过氧化物的混合物)是必要的,可使 NBR 和 PVC 之间形成交联,从而提高了硫化胶的物理机械性能。

表 4 DMG 对胶料物理机械性能的影响

性 能	加入 3.8 份	
	DMG	不加 DMG
拉伸强度, MPa	21.8	19.1
扯断伸长率, %	170	235
扯断永久变形, %	8.5	12
邵尔 A 型硬度, 度	94—95	91—92
磨耗量(1.61km), cm ³	0.05	0.07

1.4 增塑剂的选择和变量试验

NBR 和 PVC 并用胶料对增塑剂的基本要求是不与 PVC 发生化学反应,且有良好的相容性、低挥发性和非迁移性。本试验配方选择的增塑剂 B,除符合上述要求外,价格也比较低廉,而其它增塑剂,如环氧系列与 PVC 的相容性更好,且对 PVC 的分解物有吸收作用,但由于其价格昂贵和应用不广泛,在此没有选用。表 5 出示了增塑剂 B 用量对胶料物理机械性能的影响。加入增塑剂主要是为了改善胶料的加工性和流动性,用量过大,除降低制品的拉伸强度和硬度外,还削弱了大分子间的内聚力,会出现增塑剂渗出现象,导致

制品的使用寿命降低。增塑剂的用量原则应该是,在满足加工工艺性能要求的前提下尽量少加,试验表明加入 10—15 份较为合适。

表 5 增塑剂用量对胶料物理机械性能的影响

项 目	配方编号		
	20	8	21
增塑剂 B, 份	20	15	10
物理机械性能			
拉伸强度, MPa	17.6	21.8	20.1
扯断伸长率, %	220	170	167
扯断永久变形, %	12	8.5	6
邵尔 A 型硬度, 度	92	94	95
磨耗量(1.61km), cm ³	0.05	0.04	0.04
密度, Mg · m ⁻³	1.21	1.27	1.25

1.5 其它助剂的选用

根据各种不同的老化因素,可采用防老剂单用或并用的形式。NBR 的耐臭氧老化防老剂以 4010NA 最为有效,为提高抗热氧化性,通常并用防老剂 D,由于配方中加入了 PVC,可提高胶料的抗臭氧老化效果,因此可以适当减少防老剂 4010NA 的用量。由于 PVC 在加工过程中会因温度过高而分解释放出氯化氢,故本配方选用碱性金属氧化物作为热稳定剂。

2 工艺性能试验

2.1 并用工艺试验

并用工艺的选择是否得当,直接关系到

胶料的物理机械性能,同时还会影响到加工工艺。我们选用的是可在常温下实施并用工艺的 PVC 树脂和经二段塑炼的 NBR。先用部分增塑剂将 PVC 溶胀制成糊状树脂,在包有塑炼过的 NBR 的开炼机上(操作温度小于 80℃)缓慢加入 PVC 糊,待二者掺合不粘辊后,打包 8 次,下片停放,然后进入混炼工艺。共混时间不宜过长,一般为 20—30min。

对于 NBR 和 PVC 的并用,我们曾做过其它并用方法的探索,但结果均不理想,采用增塑剂部分加入到 PVC 中制成糊状树脂的方法,是通过增塑剂降低极性大分子间的作用力,使 PVC 容易均匀地分散到 NBR 中,形成多相均匀体系。由于金属氧化物、硫黄等在 NBR/PVC 并用体系中不易分散,若在进行共混工艺前先加入,则可获得良好的分散效果。

2.2 硫化条件试验

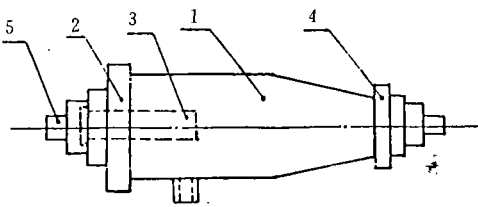
配方确定后,胶料在 145℃ 硫化条件下,配₁=2.21min,4min 后进入正硫化时间,随着时间的延长,物理机械性能变化不大(见表 6),也就是具有良好的硫化安全性,这对规格不同、厚薄不均的各种旋流器组装件的生产是十分有利的。

表 6 硫化时间对胶料试样物理机械性能的影响

项 目	硫化时间(145℃),min				
	15	25	40	60	90
拉伸强度,MPa	19.6	20.1	21.1	20.9	19.7
扯断伸长率,%	180	175	175	180	185
扯断永久变形,%	8	8.5	8.4	8	8.8
邵尔 A 型硬度,度	93	94	94	94	93
磨耗量(1.61km) cm ³	0.06	0.04	0.04	0.05	0.05

3 旋流器的结构

旋流器是由筒锥体(1)、外溢流管(5)、顶盖(2)、内溢流管(3)、沉砂嘴(4)等部件组成(见附图)。根据分离介质的不同要求,按筒体内壁直径的大小,分成多个品种,每个品种再



附图 旋流器结构示意图

1—筒锥体;2—顶盖;3—内溢流管;
4—沉砂嘴;5—外溢流管

按沉砂嘴孔径大小分几个规格,每个规格品种对分离介质的分离效果和产量均有极大影响。

4 旋流器的模具设计

4.1 模具设计的主要特点

筒锥体与切线进浆导流管设计为一体,其目的在于减少进浆口的紊流并保证筒体部分的浆料平稳进入到锥体的离心场,使其有圆滑的过渡。

由于磨损主要发生于沉砂嘴与内溢流管,因此这两个配件必须易于更换。我们将沉砂嘴与筒锥体采用螺纹连接,内溢流管采用插入方式,解决了最易磨损配件的更换问题。

4.2 模具设计的参数要求

设计旋流器所要求的最重要的参数是同轴度,如同轴度偏差超过 0.3mm 时,旋流器的工作能力下降。在模具设计中,最主要的是将组合件的同轴度控制在 0.1—0.2mm 范围内,这样才能确保装配后产品的同轴度偏差控制在上述范围内。

旋流器的进浆口、内溢流管和沉砂嘴的大小是按照物料的粒径特性设计在某一参数上,一旦确定下来,基本保持不变,在特殊要求的场合,可做小范围的调整。

5 应用试验

NBR/PVC 旋流器与水封式旋流设备(中国专利:8919820.6)相配套使用,1993 和 1994 年分别在广东茂名高岭土工业有限公

司、昆明科技实业集团公司、山东钦州高岭土加工厂和腾冲高岭土加工厂进行了装机试验。据用户反映,它的使用寿命比原有旋流器提高了近 5 倍,具有噪声低、能耗小、生产效率高特点。其结构设计合理,运行稳定可靠,特别是重量轻,安装更换很方便,设备和维修费用每年可节约近 1/4。

6 结论

采用 NBR 和 PVC 并用以及独特的硫化配合体系制造旋流器,可获得较高的硬度(邵尔 A 型硬度 95 度)和拉伸强度(19MPa)。特别是采用了合理的配方设计,使耐磨水平接近混炼型聚氨酯材料[磨耗量(1.61km)小于 0.04cm³]。该产品达到目前国内最好水平,可成为更新换代产品。另外其重量轻、噪音

低、能耗小和安装方便,可获得较好的经济和社会效益。

致谢 本文的撰写得到了刘兴衡同志的指导,其实验工作得到了徐美玲、丁航、张新民、谭岱云同志的帮助,在此致谢!

参考文献

- 1 熊广爱. 水封式旋流器的研制. 昆明:昆明冶金研究设计院,1991:10—15
- 2 洪旭东. 橡塑并用. 广州:华南工学院出版社,1988:70—98
- 3 《橡胶工业手册》编写小组. 橡胶工业手册第一分册. 修订版,北京:化学工业出版社,1989:1076—1083
- 4 朱敏庄. 橡胶工艺学. 广州:华南工学院出版社,1988:123—125

收稿日期 1995-10-04

河北省科学院激光研究所

塑料螺旋管的最新设备和技术

塑料螺旋管是橡胶抽吸管的替代产品,造价低、寿命长、用途广,受到橡胶塑料生产厂家的青睐

我研究所参考国外设备,研制成功 WSL-C 型无带塑料螺旋管生产线。可生产 $\Phi 51\text{mm}$ (2 英寸)以上各口径塑料螺旋管,质量达到国外同类产品的要求。每班产 $\Phi 76\text{mm}$ (3 英寸)管 450m 以上,造价仅为进口设备的 1/10。我研究所提供设备、配方、技术秘诀、人员培训、试车等全面服务,有可行性报告备索参考。

另外,我所求购高速搅拌机一台。

地 址 石家庄友谊南大街 22 号
联系人 刘风景

邮 编 050081
电 话 0311-3026249