

六棱同步转子密炼机的应用研究

廉旭,马浩,张明

[中策橡胶(建德)有限公司,浙江 杭州 310008]

摘要:以全钢子午线轮胎胎面胶生产为例,研究F370型六棱同步转子密炼机的应用效果,并与F370型四棱异步转子密炼机进行对比。结果表明:六棱同步转子的相位角以 150° 为宜;与四棱异步转子密炼机相比,六棱同步转子密炼机的生产效率明显提高,胶料的成团性能较好,炭黑分散度提高;硫化胶的拉伸强度有所提高,撕裂强度和耐磨性能明显提高,压缩生热降低,其他性能相近。

关键词:六棱同步转子;密炼机;四棱异步转子;相位角;胎面胶

中图分类号:TQ330.4⁺3;U463.341 **文献标志码:**B **文章编号:**2095-5448(2018)12-46-04

我公司购置了1台大连橡胶塑料机械股份有限公司新开发的F370型六棱同步转子密炼机。本工作以全钢子午线轮胎胎面胶生产为例,对F370型六棱同步转子密炼机的操作性能、生产效率和混炼胶胶料性能进行研究,并与F370型四棱异步转子密炼机对比。

1 六棱同步转子密炼机特点

F370型六棱同步转子密炼机采用了六棱转子。六棱转子有3个长棱和3个短棱,长棱与短棱的旋向相反。根据棱宽及棱与密炼室内壁间隙,每个长棱又分为L,M,S三段:L段棱宽大,其与密炼室内壁的间隙大;M段棱宽中等,其与密炼室内壁的间隙中等;S段棱宽小,其与密炼室内壁的间隙小。

在胶料捏炼过程中,由于六棱转子的棱高低不同,胶料在棱侧方向上受到左右涡旋作用;同时胶料反复地进行轴向往复运动,起到了搅拌作用,捏炼效果更强烈。总的来说,胶料捏炼过程中流动和变形的受力情况很复杂,来源大致分为4种:(1)转子突棱顶与密炼室内壁间隙的捏合作用;(2)转子间的搅拌作用;(3)转子间的折卷作用;(4)转子间的轴向往返切割和搅拌作用。

该六棱转子冷却方式采用中空喷淋冷却(中空比较大),转子冷却效果良好。

作者简介:廉旭(1987—),男,吉林白山人,中策橡胶(建德)有限公司助理工程师,学士,从事轮胎生产工艺管理工作。

2 六棱同步转子密炼机应用试验

2.1 相位角确定

六棱同步转子安装时初始相位角为 0° 。密炼机试机时,混炼25~30 s时胎面胶温度就达到了 200°C ,排胶后发现胶料局部过炼并且掺杂大量冷胶,这说明转子相位角不合适,转子间的轴向往返切割和搅拌作用差,造成密炼机无法正常工作。

对转子相位角进行调整,选择 180° 和 150° 的相位角进行对比试验。转子相位角对混炼胶门尼粘度、炭黑分散度的影响如表1所示。

表1 转子相位角对混炼胶门尼粘度和炭黑分散度的影响

项 目	转子相位角	
	180°	150°
门尼粘度[ML(1+4)100℃]		
一段混炼胶	65.2	68.2
二段混炼胶	54.0	56.0
二段混炼胶炭黑分散度		
X值	6.6	6.1
Y值	8.8	8.2
二段混炼空投噪声/dB	94	90

从表1可以看出,与转子相位角为 150° 时混炼的胶料相比,转子相位角为 180° 时混炼的胶料门尼粘度较低,炭黑分散度较高,但设备噪声较大。从设备保护角度考虑,转子相位角选为 150° 。

2.2 混炼胶性能

选用相同配方和同批次原材料,分别用F370型六棱同步转子密炼机和F370型四棱异步转子密炼机各混炼15车胶料:一段和二段混炼在F370型

密炼机中进行,终炼加硫黄在同一台GK255型密炼机上进行。

2.2.1 门尼粘度和混炼时间

六棱同步转子密炼机混炼胶和四棱异步转子密炼机混炼胶的门尼粘度和混炼时间分别如表1和2所示。

对比表1和2,用六棱同步转子密炼机生产的

表1 六棱同步转子密炼机混炼胶的门尼粘度和混炼时间

胶料车次	一段混炼胶		二段混炼胶		终炼胶
	门尼粘度 ¹⁾	混炼时间/s	门尼粘度 ¹⁾	混炼时间/s	门尼粘度 ¹⁾
1	60	112	51	97	69
2	61	124	55	94	77
3	61	108	55	92	74
4	60	112	59	96	76
5	58	109	56	97	75
6	59	107	51	94	78
7	58	108	52	96	75
8	57	111	52	95	80
9	59	106	59	96	79
10	61	108	52	96	78
11	60	105	52	95	79
12	61	102	52	95	78
13	62	106	52	95	
14	61	104	56	96	
15	58	101	54	97	
平均值	59.7	108.2	53.9	95.4	76.5

注:1)[ML(1+4)100℃]。

表2 四棱异步转子密炼机混炼胶的门尼粘度和混炼时间

胶料车次	一段混炼胶		二段混炼胶		终炼胶
	门尼粘度 ¹⁾	混炼时间/s	门尼粘度 ¹⁾	混炼时间/s	门尼粘度 ¹⁾
1	59	129	53	114	77
2	60	128	53	117	80
3	59	127	55	117	76
4	60	122	54	109	78
5	61	123	55	113	73
6	65	119	52	118	78
7	60	125	53	116	82
8	61	121	54	116	76
9	57	121	57	121	78
10	58	121	57	118	80
11	59	121	59	129	81
12	58	121	56	126	85
13	59	125	56	122	
14	58	125	54	115	
15	59	125	53	113	
平均值	59.5	123.5	54.7	117.6	78.7

注:同表1。

一段混炼胶门尼粘度为59.7,混炼时间为108.2 s,二段混炼胶门尼粘度为53.9,混炼时间为95.4 s,而用四棱高效转子密炼机生产的一段混炼胶门尼粘度为59.5,混炼时间为123.5 s,二段混炼胶门尼粘度为54.7,混炼时间为117.6 s。可以看出,采用不同转子密炼机,混炼胶达到相同门尼粘度所需的混炼时间差异较大,六棱同步转子密炼机一段混炼时间比四棱高效转子密炼机一段混炼时间缩短12.4%,二段混炼时间比四棱高效转子密炼机二段混炼时间缩短18.9%,六棱同步转子密炼机的生产效率比四棱高效转子密炼机提高15.6%。

2.2.2 炭黑分散度

混炼胶的炭黑分散度对硫化胶性能影响较大。采用炭黑分散度仪测试六棱同步转子密炼机混炼胶和四棱异步转子密炼机混炼胶的炭黑分散度,结果分别如表3和4所示。

从表3和4可以看出,六棱同步转子密炼机一段混炼胶、二段混炼胶和终炼胶的X值和Y值均明显大于四棱异步转子密炼机混炼胶,说明用六棱同步转子密炼机生产的混炼胶中炭黑分散效果较好。

2.2.3 工艺性能

六棱同步转子比四棱异步转子的每根转子多1条棱,因此六棱转子密炼机的吃料速度比四棱转子密炼机快,特别是原材料为胶片时,六棱转子密

表3 六棱同步转子密炼机混炼胶的炭黑分散度

胶料车次	一段混炼胶		二段混炼胶		终炼胶	
	X值	Y值	X值	Y值	X值	Y值
1	3.6	8.1	6.5	9.7	7.1	9.8
2	1.6	6.1	6.7	9.8	6.2	9.7
3	3.7	8.3	6.4	9.7	6.9	9.6
4	4.3	8.8	5.8	9.5	6.8	9.7
5	2.9	7.7	6.4	9.6	6.2	9.7
6	2.1	6.9	5.3	9.1	6.4	9.6
7	2.1	6.6	5.8	9.1	6.4	9.7
8	3.2	7.8	5.9	9.6	7.2	9.8
9	3.5	8.1	5.7	9.6	5.8	9.5
10	3.4	7.9	6.8	9.6	7.1	9.7
11	5.4	9.3	5.5	9.4	6.8	9.6
12	3.9	8.2	5.9	9.4	6.7	9.6
13	2.5	6.9	6.4	9.7		
14	2.5	7.3	6.3	9.7		
15	2.2	6.8	6.1	9.5		
平均值	3.2	7.7	6.1	9.5	6.6	9.7

表4 四棱异步转子密炼机混炼胶的炭黑分散度

胶料车次	一段混炼胶		二段混炼胶		终炼胶	
	X值	Y值	X值	Y值	X值	Y值
1	2.2	6.6	6.0	9.5	5.2	9.3
2	3.5	6.8	5.6	9.4	5.6	9.1
3	3.9	6.9	4.8	9.0	5.1	9.4
4	2.7	7.0	5.4	9.3	6	9.3
5	-0.7	4.3	6.1	9.6	5.6	9.6
6	-0.2	4.3	5.3	9.3	5.9	9.5
7	-0.9	2.86	4.1	8.4	6.2	9.2
8	-0.1	4.5	3.7	8.2	4.9	8.9
9	-0.9	3.72	3.5	8.1	5.9	9.2
10	3.7	8.5	3.2	8.0	5.3	9.3
11	2.1	8.1	4.0	8.3	5.2	9.1
12	2.3	7.1	4.1	8.6	5.1	9.2
13	2.4	7.0	4.7	8.7		
14	0.7	5.9	4.4	8.4		
15	0.6	5.3	5.0	9.1		
平均值	1.4	5.9	4.7	8.8	5.5	9.3

炼机平均投料时间比四棱转子密炼机缩短1~2 s,而且胶片不易卡在加料门处。

与四棱异步转子密炼机混炼胶相比,六棱同步转子密炼机混炼胶的成团性能较好,挤出胶片外观更光滑、平整,胶片在爬坡输送过程中不易断裂。

2.3 硫化胶性能

各取3车六棱同步转子密炼机终炼胶和四棱高效转子密炼机终炼胶进行硫化,测试胶料物理性能,结果如表5所示。

从表5可以看出,与四棱异步转子密炼机胶料相比,六棱同步转子密炼机胶料拉伸强度略有提高,撕裂强度明显提高,阿克隆磨耗量减小,压缩生热较低,其他性能相近,综合性能提高,这与胶料中炭黑分散度提高有密切关系。

3 结论

(1)从设备保护角度考虑,六棱同步转子的相位角以150°为宜。

(2)与四棱高效转子密炼机混炼胶料相比,六棱同步转子密炼机混炼胶料的吃粉速度快,投料时间及混炼时间缩短,生产效率提高约15%。

(3)采用六棱同步转子密炼机混炼的胶料成团性能好,挤出胶片外观平整,在胶料爬坡输送过程中不易断裂。

表5 六棱同步转子密炼机胶料和四棱异步转子密炼机胶料的性能

项 目	六棱同步转子密炼机胶料						四棱异步转子密炼机胶料					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
硫化仪数据(151℃)												
M_{10} /(dN·m)	17.84	17.38	18.11	17.79	17.29	17.23	17.79	17.29	17.23			
t_{10} /min	4.95	4.43	4.81	4.68	4.13	4.56	4.68	4.13	4.56			
t_{90} /min	13.48	13.13	13.30	13.31	13.07	12.76	13.31	13.07	12.76			
$R_{97}^{1)}$ /min	69.68	71.78	64.01	64.51	66.57	59.76	64.51	66.57	59.76			
硫化时间(151℃)/min	25	35	25	35	25	35	25	35	25	35	25	35
密度/(Mg·m ⁻³)	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14
邵尔A型硬度/度	65	68	66	66	65	66	65	65	66	67	65	65
300%定伸应力/MPa	15.9	17.5	16.6	15.3	15.6	15.1	15.8	15.7	15.5	16.4	15.0	14.1
拉伸强度/MPa	27.6	28.1	28.6	28.1	27.8	27.7	27.6	27.7	28.1	27.6	27.6	27.6
拉断伸长率/%	472	477	500	507	511	511	491	488	512	487	491	520
拉断永久变形/%	25	30	30	27	25	28	25	27	27	25	26	26
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	133	102	130	104	109	95	104	89	99	98	106	97
阿克隆磨耗量/cm ³	0.21	0.22	0.23	0.24	0.23	0.22	0.25	0.25	0.23	0.23	0.25	0.24
回弹值/%		38		39		36		37		38		38
压缩疲劳温升/℃		29.9		29.6		28.4		30.9		30.0		28.8
110℃×24 h老化后												
邵尔A型硬度/度	69	71	69	68	68	67	66	66	67	66	66	66
300%定伸应力/MPa	17.3	18.4	17.8	16.4	17.8	17.1	17.2	17.0	16.9	16.8	16.8	16.2
拉伸强度/MPa	22.7	23.2	21.2	21.1	22.9	22.0	22.7	22.5	23.3	21.6	22.5	22.2
拉断伸长率/%	395	387	382	385	400	390	389	429	413	389	418	410
拉断永久变形/%	26	28	24	24	22	21	22	23	26	21	22	24

注:1) R_{97} 为胶料硫化转矩达到 M_{10} 后再降至97% M_{10} 所对应的时间。

(4) 采用六棱同步转子密炼机混炼的胶料炭黑分散度优于采用四棱异步转子密炼机混炼的胶料, 炭黑在胶料中的分散性能改善。

(5) 与采用四棱异步转子密炼机混炼的胶料

相比, 采用六棱同步转子密炼机混炼的胶料拉伸强度略有提高, 撕裂强度和耐磨性能明显提高, 压缩生热降低, 其他性能相近, 综合性能提高。

收稿日期: 2018-06-09

Application Research of Internal Mixer with Six-wing Synchronous Rotor

LIAN Xu, MA Hao, ZHANG Ming

[Zhongce Rubber (Jiande) Co., Ltd, Hangzhou 310008, China]

Abstract: Taking the tread compound of TBR tire as an example, the application of model F370 internal mixer which had six-wing synchronous rotor was studied and compared with another model 370 but with four-wing asynchronous rotor. The results showed that the optimum phase angle of six-wing synchronous rotor was 150° . Compared with the internal mixer with four-wing asynchronous rotor, the production efficiency of the internal mixer with six-wing synchronous rotor was significantly higher, mixing performance was better, dispersion of carbon black was improved, tensile strength of the vulcanized rubber was slightly improved, tear strength and wear resistance were significantly improved, compression heat build-up decreased, and other properties were similar.

Key words: six-wing synchronous rotor; internal mixer; four-wing asynchronous rotor; phase angle; tread compound

肯天开发传动带和输送带用 新型水性脱模剂

中图分类号: TQ336.2 文献标志码: D

肯天中国研发实验室开发了一种传动带和输送带用新型水性脱模剂。与传统的水性脱模剂相比, 该新型水性脱模剂可以显著地延长清模周期, 缩短脱模时间, 提高制品的外观质量, 得到了国内客户的认可。

传动带和输送带的模具一般比较大, 清洗非常耗时, 降低了生产效率, 因此延长清模周期至关重要。实际应用证明, 采用新型脱模剂将清模周期延长了1倍, 极大地提高了生产效率。

在肯天新型水性脱模剂面市之前, 我们的客户普遍反映使用市场上现有的脱模剂时模具脏得快, 且脱模效果不理想。以江苏某全球领先的传动带企业为例, 该企业原先使用的脱模剂从第2次脱模开始, 脱模力就明显下降, 脱模时间至少需要20~30 s, 一个班次需要清洗模具1~2次, 而且脱模后制品表面比较油腻, 手感不好, 有时甚至会出现发白、表面凹凸不平等问题, 导致生产效率及良品率一直达不到理想标准。过去几年, 该传动带

企业与行业内多家公司合作, 期望能开发出一款合适的脱模剂, 但是一直都没有成功。肯天中国研发实验室通过深入了解该企业的生产工艺和具体需求, 同时结合肯天在水性脱模剂领域的长期研发经验, 开发出了适合该客户的脱模剂产品, 帮客户解决了困扰多年的难题。一方面, 使用新型脱模剂延长了洗模周期, 每个班次最多洗模1次, 脱模时间小于15 s, 显著提高了生产效率; 另一方面, 新型脱模剂为橡胶制品与模具之间提供了极佳的润滑性能, 使得脱模效果良好, 模具表面残留物减少, 在多次脱模后仍可保持模具表面非常干净, 脱模后橡胶制品外观良好且比较干爽, 大大降低了废品率。

肯天基于对传送带和输送带行业采用的不同工艺的理解以及对橡胶制品化学性质的认识, 开发了一整套相应的脱模剂产品的配方技术平台, 可以为行业内不同客户提供更广泛的产品选择, 以满足客户不同的工艺、性能和成本需求。

脱模剂新产品帮助肯天在传动带和输送带市场上与其他企业区分, 并为公司在中国甚至全球范围内扩大市场份额提供了较大的竞争优势。

[肯天(上海)贸易有限公司]