蝶阀橡胶阀座的研制

徐 卫东[1]，周建超[1]，阚云辉[1]，谢忠麟[2]
（1. 宁波余姚东海橡胶制品有限公司，浙江 宁波　315412；2. 北京橡胶工业研究设计院，北京　100143）

摘要：蝶阀是近年来发展最快的一种阀门。介绍宁波余姚东海橡胶制品有限公司蝶阀橡胶阀座的配方设计、生产工艺、胶料性能以及成品使用效果等，可供业内同仁参考。

关键词：蝶阀；橡胶阀座；三元乙丙橡胶

蝶阀仅由少数几个零件组成，结构简单，体积和质量小，而且只需旋转 90° 即可快速关闭，操作简单，是近年来发展最快的一种阀门。

橡胶阀座是蝶阀的关键部件，它与阀芯接触起密封作用。在不影响阀芯开关自如的同时要保证密封效果，装配压缩量较小，因此对蝶阀橡胶阀座的尺寸公差和尺寸稳定性要求很严格。

宁波余姚东海橡胶制品有限公司为某著名外国阀门公司配套生产大型橡胶阀座，产品规格为 18～30 英寸（客户要求以英制单位表示产品规格外径）。客户在日本检测了东海公司橡胶阀座成品的物理性能和几何尺寸，都达到了要求。本文介绍东海公司在蝶阀橡胶阀座制造方面的一些经验。

1　技术要求

客户指定蝶阀橡胶阀座材质使用三元乙丙橡胶（EPDM），成品材质的物理性能要求见表 1。

表 1　蝶阀阀座橡胶的技术要求

项　　目	客户要求	JIS K6353：1997	检验方法	
			客户要求	等效国标
邵尔 A 型硬度/度	70±5	70±5	JIS K6253	GB/T 531
拉伸强度/MPa	≥15	≥15	JIS K6251	GB/T 528
200%定伸应力/MPa	≥6	≥6	JIS K6251	GB/T 528
拉断伸长率/%	≥350	≥350	JIS K6251	GB/T 528
拉断永久变形/%	≤10	—	JIS K6301	
撕裂强度/（kN·m^{-1}）	≥35	—	JIS K6252	GB/T 529
压缩永久变形（70 ℃×22 h）/%	≤20	≤20	JIS K6262	GB/T 7759
老化性能（70 ℃×96 h）			JIS K6257	GB/T 3512
硬度变化/度	±10	±7		
拉伸强度下降率/%	20 以内	20 以内		
拉断伸长率变化率/%	30 以内（下降）	−20～+10		

表 1 中，拉断永久变形是按日本 JIS K 6301 测的，虽然该方法已作废，但客户仍要求按此测定。测试其他各项物理性能的日本标准已与国际标准（ISO）和中国标准（GB）等效。为便于比较，表 1 还列出日本工业规格 JIS K6353：1997《水道用橡胶》中工业蝶阀阀座橡胶的标准指标。

此外，还有一项苛刻的技术要求：在 −5～+40 ℃的温度范围内，橡胶阀座外径尺寸的变化差值不得大于装配时的阀芯压缩量（18 寸阀座的阀芯压缩量为 1.2 mm）。这种尺寸变化率称为热胀冷缩尺寸变化率，以压缩量换算，18 寸阀座的热胀冷缩尺寸变化率应不大于 0.26%，但是这个指标并不是强制性的，客户要求尽量达到和接近它，但能保证产品的热胀冷缩尺寸变化率稳定，可为阀门设计提供合理的参数。

对于产品的外观质量，客户要求不得有气泡、

杂质、烂疤和流痕。

2 配方设计

根据表 1 列出的指标，我们认为压缩永久变形是关键指标，拉伸强度和热胀冷缩尺寸变化率也是十分重要的指标，进行配方设计时需要在生胶的选择、配合剂的筛选以及含胶率等方面充分考虑。

2.1 生胶

EPDM 主要有门尼粘度、乙烯含量、第三单体 ENB 含量以及相对分子质量分布 4 个参数。根据这些指标灵活选用生胶，并合理地进行生胶并用，可以获得符合配方设计要求的生胶选型。选取了不同的 4 种 EPDM 进行试验，其技术参数见表 2。表 3 列出了 4 种 EPDM 胶料的性能测试结果。

表 2 用于试验的 EPDM

项 目	DSM 公司 EPDM			杜邦公司 EPDM
	Keltan 512	Keltan 512× 50	Keltan 778	Nordel IP 5565
门尼粘度[ML(1+4)125 ℃]	46	48	63	65
乙烯含量/ %	55	56	67	50
ENB 含量/ %	4.5	4.0	4.5	7.5
充油量/ %	—	50	—	—
相对分子质量分布	宽	中	宽	中

表 3 4 种 EPDM 的性能测试结果

项 目	Keltan 512	Keltan 512× 50	Keltan 778	Nordel IP 5565
门尼粘度[ML(1+4)125 ℃]	30	31	32	34
门尼焦烧时间 t_5(125 ℃)/ min	16.5	16.6	16.6	10.5
硫化特性(170 ℃)				
t_{10}/ min	1.2	1.5	1.8	2.0
t_{90}/ min	6.1	6.4	7.1	5.8
硫化胶物理性能				
邵尔 A 型硬度/ 度	68	62	74	72
拉伸强度/MPa	13.0	11.6	17.1	11.1
200%定伸应力/ MPa	7.4	7.1	6.7	7.1
拉断伸长率/%	380	420	438	328
拉断永久变形/ %	8.0	7.0	8.0	6.0
撕裂强度/(kN · m^{-1})	41.6	51.1	43.1	45.6
压缩永久变形(70 ℃× 22 h)/ %	12.7	13.5	12.4	10.6
70 ℃× 96 h 老化后性能				
硬度变化/度	+3	+5	+3	+4
拉伸强度变化率/ %	+4.0	−8.7	+3.2	−5.2
拉断伸长率变化率/ %	−20.0	−25.6	−23.7	−24.6
热胀冷缩尺寸变化率(−5~+40 ℃)/ %	0.47	0.40	0.31	0.28

从表 3 中的数据可以看出，Keltan 778 的乙烯含量高，生胶的门尼粘度较高，硫化胶的硬度和拉伸强度最高，Keltan 512 乙烯含量适中，硫化胶的拉伸强度也不错，Keltan 512×50 是充 50 份石蜡油的充油 EPDM，而 Keltan 512 胶料的油用量小于 50 份，所以 Keltan 512× 50 硫化胶的硬度和拉伸强度相对较低，如果两种胶料中的油用量相同，两者的硬度大概相当，Keltan 512×50 胶料的拉伸强度则要高于 Keltan 512 胶料。Nordel IP5565 的乙烯含量最低，拉伸强度在 4 种 EPDM 中最低，但它的 ENB 最高，所以它的正硫化时间最短，即硫化最快，而且门尼焦烧时间最短。从试验数据来看，生胶的门尼粘度对胶料的热胀冷缩尺寸变化率有明显的影响，在 4 种 EPDM 中，随着门尼粘度的增加，硫化胶的热胀冷缩尺寸变化率逐渐下降。

由于 Nordel IP5565 的尺寸热胀冷缩尺寸变化率最小，但拉伸强度达不到要求，而 Keltan 778 的拉伸强度最高，因此选择两种牌号 EPDM 并用。表 4 列出 3 种并用胶的性能。随着并用胶中

Keltan 778 比例的增大，拉伸强度提高，压缩永久变形稍有增大，但变化不大，门尼粘度略有下降，门尼焦烧时间延长，t_{90}稍延长，而且热胀冷缩尺寸变化率稍增大。综合考虑，Keltan778 与 IP5565 按 75 ∶25 的并用比并用，并用胶的主要性能可以满足客户的要求，而且有较小的热胀冷缩尺寸变化率。

表 4　并用比对并用胶性能的影响

项　目	K778/IP5565 并用比		
	25/75	50/50	75/25
门尼粘度[ML(1+4)125 ℃]	31	31	30
门尼焦烧时间 t_5(125 ℃)/min	11.0	12.2	13.8
硫化特性(170 ℃)			
t_{10}/min	1.4	1.5	1.6
t_{90}/min	6.4	6.4	6.8
硫化胶性能			
邵尔 A 型硬度/度	73	73	73
拉伸强度/MPa	12.6	14.2	15.6
200%定伸应力/MPa	6.9	6.8	6.6
拉断伸长率/%	366	407	512
拉断永久变形/%	6.5	7.1	7.4
撕裂强度/(kN·m^{-1})	44.9	44.5	44.8
压缩永久变形(70 ℃×22 h)	11.0	11.5	12.0
热胀冷缩尺寸变化率(−5~+40 ℃)/%	0.28	0.29	0.30

2.2　硫化体系

采用硫黄硫化体系，硫化胶的拉伸强度和拉断伸长率较高，热撕裂强度较高(容易脱模)，但压缩永久变形大于 20%，达不到要求，而且容易焦烧和喷霜。采用过氧化物硫化体系，压缩永久变形甚小(小于 10%)，但强度较低，特别是热撕裂强度低，脱模时易损坏产品，不易焦烧，胶料的流动性优于硫黄硫化的胶料。因此我们采用以硫黄/促进剂硫化体系为主，并用少量过氧化物组成的复合硫化体系，该体系兼具两者的优点，硫化胶的压缩永久变形、强伸性能、撕裂强度和老化性能都能达到技术要求，而且能满足加工安全性、流动性、脱模性等工艺方面的要求。

2.3　补强/填充体系

为保证硫化胶有足够的强度，以炭黑作为主要的补强剂。根据以往的经验，生产中的尺寸波动和热胀冷缩尺寸变化率与胶料的含胶率有关。含胶率越低，尺寸波动和热胀冷缩尺寸变化率越小，但含胶率过低会使胶料的强伸性能和抗压缩永久变形性变差，因此应在保证基本物理性能达标的前提下，适当地降低含胶率。可以在配方中添加超细滑石粉，它对强度的影响不明显，而且有助于炭黑的分散，减小尺寸的波动和热胀冷缩尺寸变化率。

炭黑 N550 适用于 EPDM，其流动性较好，但拉伸强度不如炭黑 N330。通过试验研究，炭黑 N550 与 N330 以 6 ∶4 的比例并用，胶料的物理性能和工艺性能均较好，炭黑品种对胶料性能的影响见表 5。特别需要指出的是，使用国产炭黑 N550 和 N330，硫化后的产品表面会喷出五彩色，这可能是由于炭黑厂用煤焦油作为原料油的缘故。我们使用美国卡博特公司的炭黑，这种现象则不出现或大大减少。

表 5　炭黑品种对胶料性能的影响

项　目	N330	N550	N660	N330/N550
EPDM 牌号	K512	K512	K512	K778/IP5565
硫化胶性能				
邵尔 A 型硬度/度	74	72	68	72
拉伸强度/MPa	13.0	11.1	10.2	15.5
200%定伸应力/MPa	7.4	7.1	6.4	6.7
拉断伸长率/%	310	328	354	455
拉断永久变形/%	7.0	6.0	6.0	7.0
撕裂强度/(kN·m^{-1})	49.8	45.6	38.7	40.2
压缩永久变形(70 ℃×22 h)	11.7	11.6	10.1	12.0

2.4　软化剂

使用过美国太阳油公司的石蜡油(2280)，环烷油(450 和 4240)以及德国产石蜡油进行试验，效果很好，但这些进口油品的价格很高，会影响胶料成本。经过试验研究，国产克拉玛依石蜡油和环烷油的质量与进口油品差距不太大，综合考虑性能、工艺和成本因素，我们最终选用了克拉玛依环烷油。

2.5　其它

由于客户的使用温度不太高，所以胶料中没有添加防老剂，如果使用温度高，在胶料中添加防老剂便可满足要求。胶料中添加了有助于增加胶料分散性和流动性的硫化助剂。

3　生产配方及性能

通过试验，选定如下生产配方：Keltan 778 EPDM　75，Nordel IP5565 EPDM　25，氧化锌　5，硬脂酸　1，炭黑 N330　30，炭黑 N550　45，超细滑石粉　40，环烷油　40，加工助剂　0.75，

促进剂 4.1, 硫黄＋DCP 1.7, 合计 267.55, 含胶率 37.4%。

胶料的性能见表 6。

表 6 生产配方胶料的性能

项 目	数据
混炼胶性能	
门尼粘度[ML(1＋4)125 ℃]	31
门尼焦烧时间 t_5(125 ℃)/min	12.6
硫化特性	
t_{10}/min	1.0
t_{90}/min	6.5
硫化胶性能	
邵尔 A 型硬度/度	73
拉伸强度/MPa	15.8
200%定伸应力/MPa	6.5
拉断永久变形(JIS K 6301)/%	5.0
拉断永久变形(GB/T 528)/%	8.0
撕裂强度/(kN·m^{-1})	44.3
压缩永久变形(70 ℃× 22 h)/%	11.6
70 ℃× 96 h 老化后性能	
硬度变化/度	＋5
拉伸强度变化率/%	＋3.5
拉断伸长率变化率/%	－25.4
热胀冷缩尺寸变化率(－5~＋40 ℃)/%	0.28

在表 6 的硫化胶性能中, 热胀冷缩尺寸变化率稍高但仍接近技术要求, 其余的性能全部符合客户的技术要求。

4 制造工艺

对于高门尼粘度 EPDM (Keltan 778 和 Nordel IP5565), 采用密炼机高温混炼十分适宜, 分散性好, 胶料性能高, 排胶温度大于 120 ℃。密炼排胶后, 停放过夜, 在开炼机上加硫黄, 薄通打三角包 3 次, 出片备用。

对于规格较小(如 18 寸)的橡胶阀座, 采用注压/高温硫化工艺; 对于大规格(如 30 寸)的橡胶阀座, 因缺乏高吨位、大热板的注压机, 暂时采用大型平板硫化机, 填料模压硫化, 半成品胶片的厚度、宽度以及填胶量都要严格控制, 为保证胶料的流动性, 先用较低的温度硫化, 脱模后再在大型鼓风电热烘箱中进行二段硫化。

5 使用效果

本公司研制的蝶阀橡胶阀座产品经过客户的长期使用后, 未发生装配故障和使用泄漏问题。

正新公司在英国推出 Maxxis MA-Z4S 轮胎新品

日前, 正新轮胎公司在英国推出 Maxxis MA-Z4S 轮胎新品(见图 1)。这是一款有向超高性能全天候轮胎, 其规格和速度级别见表 1。其优点如下: (1)独特的胎面配方, 低断面; (2)胎面中部的条状花纹提高了轮胎的高速稳定性, V 型有向刀槽花纹提高了轮胎干/湿路面的操纵性; (3)胎面四条纵向花纹沟提高了轮胎的排水性能; (4)胎面花纹块独特结构提高了轮胎的驾驶舒适性, 并将轮胎噪声降到最低; (5)轮胎的耐磨、制动和耐热性能良好, 燃油消耗少。

图 1 Maxxis MA-Z4S 轮胎

表 1 Maxxis MA-Z4S 轮胎的规格和速度级别

规 格	速度级别	规 格	速度级别
195/50 R15	86 V	215/45 ZR17	91 W
195/50 R15	96 V	215/50 ZR17	95 W
205/50 R15	89 V	225/45 ZR17	94 W
225/50 R15	95 V	225/50 ZR17	98 W
195/50 R16	88 V	225/55 ZR17	101 W
205/40 ZR16	83 W	235/45 ZR17	97 W
205/45 ZR16	87 W	245/40 ZR17	95 W
205/50 R16	91 V	245/45 ZR17	99 W
205/55 R16	94 V	255/40 ZR17	98 W
215/55 R16	97 V	215/35 ZR18	84 W
225/50 R16	96 V	225/40 ZR18	92 W
225/55 R16	99 V	235/40 ZR18	95 W
245/50 R16	97 V	245/40 ZR18	97 W
205/40 ZR17	84 W	225/35 ZR20	90 W
205/45 ZR17	88 W	245/35 ZR20	95 W
205/50 ZR17	93 W	255/35 ZR20	97 W
215/40 ZR17	87 W	305/35 R24	114 V

苏 博