

耐磨橡胶筛板的研制

袁陆海

(淮北天力橡胶有限责任公司, 安徽 淮北 235000)

摘要: 介绍了耐磨橡胶筛板的结构设计、原材料的优选过程及生产工艺, 引入了孔径尺寸的概念及其计算公式。该产品以聚酯帘布为骨架, 以 NR/SBR 为主要原材料, 选用模压硫化工艺、倒锥形孔、张紧钩弹性联接方式, 其使用效果及性能指标达到了瑞典进口同类产品的水平。

关键词: 耐磨橡胶筛板; 聚酯; NR; SBR

中图分类号: T Q336. 4⁺1 文献标识码: A 文章编号: 1000-890X(2000)03-0155-05

耐磨橡胶筛板是一种新型的筛面材料, 广泛应用于煤炭、冶金、化工、建材和矿山等行业的筛分设备上。由于它具有高耐磨、弹性好、噪声低、不堵孔、不碎料和易维修等金属筛网无法比拟的优点, 因此在一些技术先进的国家都已用其取代了金属筛板。我们从 1992 年起开始研制耐磨橡胶筛板, 产品于 1993 年通过原化工部组织的专家鉴定, 现在生产的产品已完全可以替代进口产品。

耐磨橡胶筛板的研制关键在于未冲孔的耐磨橡胶板的研制。当然设计、冲孔和装配等技术也是很重要的部分, 但这部分内容是全套从

国外引进的, 早已消化吸收。耐磨橡胶筛板研制的主要工作是耐磨橡胶板的结构设计、配方设计及工艺研究。

1 产品结构设计

产品的结构设计包括: 胶层、骨架层、孔形、孔径和固定方法等内容。

橡胶筛板工作环境恶劣, 要求具有高耐磨、弹性好、强度高、不堵孔等优异性能, 因此, 选择耐磨橡胶作为表层; 强度高、变形小的聚酯帘布为骨架层; 在固定方面采取国外先进技术——使用张紧钩与筛机联接(见图 1 和 2)。

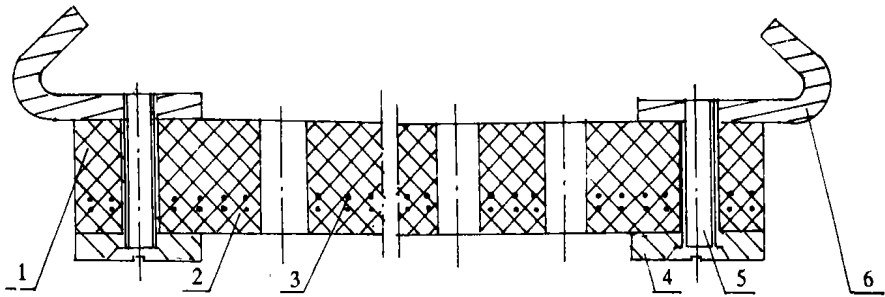


图 1 橡胶筛板结构示意图

1—上胶层; 2—下胶层; 3—骨架层; 4—扁钢; 5—紧固螺钉; 6—张紧钩

1.1 产品厚度的确定

经验表明, 在相同的载荷下, 筛板的使用寿命与厚度成正比, 而筛分效率与厚度成反比。经对进口产品的分析和自我总结经验得到最佳

厚度范围, 即厚度/孔径比为 0.20~0.35。

产品总厚度确定之后, 就是上、下胶层与骨架层如何分配的问题。上胶层直接与矿石接触, 承受着高频的冲击与往复负荷。下胶层通过保护套间接与筛梁接触, 并有相对运动, 但与上胶层相比较, 工作环境较好, 负荷较轻。根据上下胶层各自的情况, 确定如下结构关系:

作者简介: 袁陆海(1959-) 男, 安徽阜阳人, 淮北天力橡胶有限责任公司工程师。

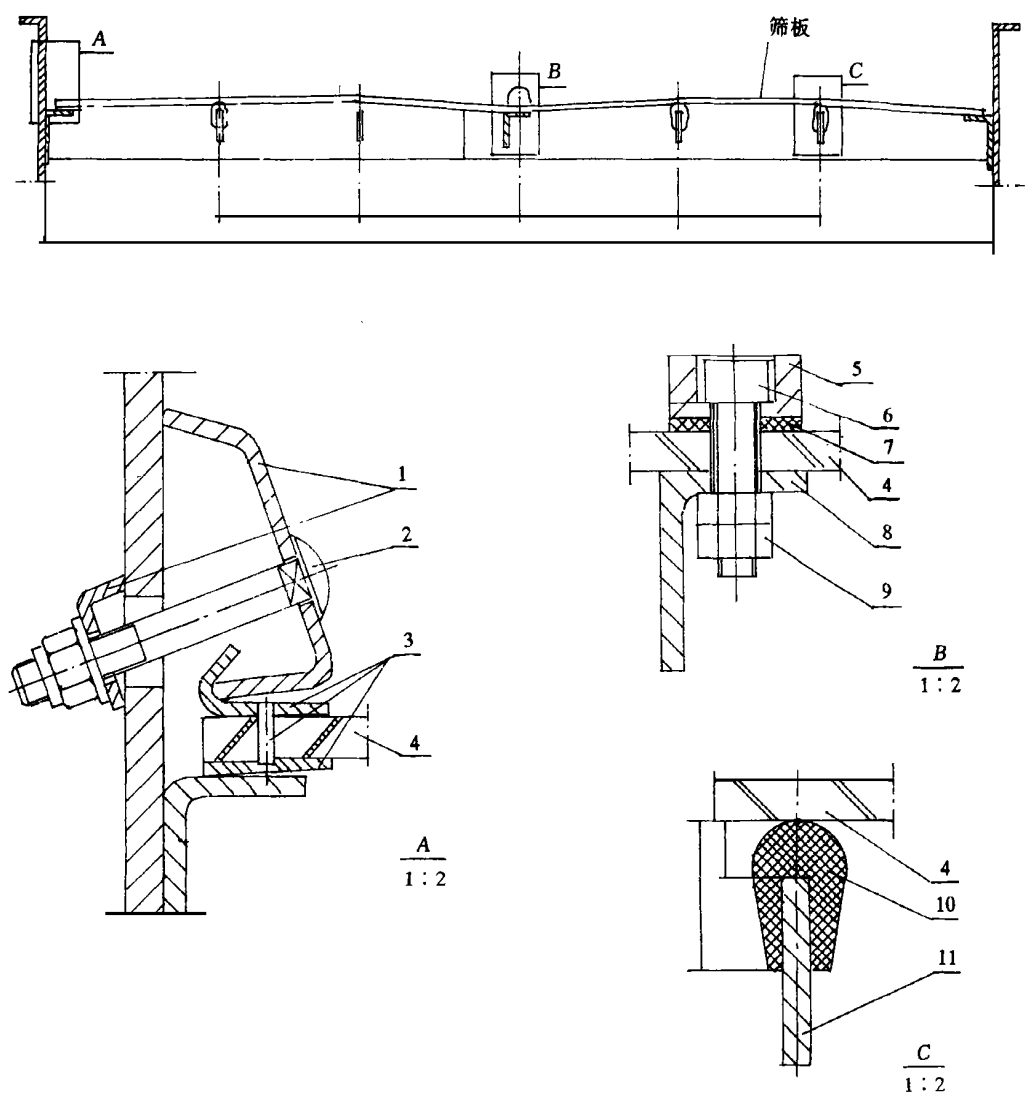


图 2 橡胶筛板安装示意图

1—固定弯铁; 2—异形螺栓; 3—张紧钩; 4—筛板; 5—扁钢压板; 6—螺钉;
7—橡胶板; 8—角钢; 9—螺母; 10—UR-2 型保护套; 11—扁钢

$$a=2h/3$$

$$b=h/3$$

式中 a ——上胶层厚度, mm;
 b ——下胶层厚度, mm;
 h ——筛板厚度, mm。

1.2 骨架层的确定

聚酯帘布的作用一是增强, 二是保证产品不变形。帘布层数随着产品厚度的增大而增大, 层数过少会影响产品的强度, 而过多则影响筛分的效率及生产成本。经验表明不同厚度筛板较适宜的层数是:

产品厚度/mm	帘布层数
7	1
10	1
15	2
20	2
25	3
30	3

1.3 孔形的设计

根据被筛分物料性质, 可将孔设计成方形、矩形、圆形或椭圆形等形状。为使物料不易堵孔, 所有孔形都设计成倒锥形。

1.4 孔径的确定

筛孔尺寸决定筛下物的尺寸。不同孔形的筛孔尺寸 D_e 如下:

- 圆形孔 $D_e=d$ (直径);
- 方形孔 $D_e=F$ (边长);
- 矩形孔 $D_e=b$ (孔宽);
- 椭圆孔 $D_e=(a+b)/2$ (a 为长轴; b 为短轴)。

筛孔尺寸 D_e 主要取决于筛板产品的尺寸, 又受筛机倾角、振幅、振频和物料性质等因素的影响, 一般情况筛孔尺寸由下面公式决定:

$$D_e=Kd/\cos\varphi$$

式中 d ——产品的最大尺寸, mm;
 K ——因数, 根据物料性质、振幅、振频的不同, 取值为 1.25~1.60;
 φ ——筛机安装角度。

2 配方设计

耐磨橡胶筛板的用胶包括覆盖胶与擦贴胶, 由于骨架材料为聚酯帘布, 其粘合性能类似聚酯帆布, 因此选择传统的聚酯帆布擦贴胶作筛板的擦贴胶, 效果良好。

橡胶筛板的使用条件要求它具有耐磨性能好、强度高、弹性好、抗冲击和耐撕裂等性能。因此, 确定覆盖胶配方的原则是: 高耐磨、高强度、弹性适中、加工性能良好。

2.1 生胶的选择

分别选择 NR 体系、SBR 体系、NR/SBR 二元并用体系和 NR/SBR/BR 三元并用体系进行基本配方试验, 试验结果如表 1 所示。

由表 1 可见, 1 号配方胶料虽然拉伸强度

高、加工工艺性能好, 但耐磨性能差, 不能满足使用要求。2 号配方胶料虽然耐磨性好, 但加工工艺性能差, 加工困难。综合考虑技术经济性, 认为 3 号配方最佳。因此, 确定 NR/SBR 二元并用体系作为筛板配方的主体材料。

2.2 硫化体系的选择

因为确定了生胶体系为 NR 与 SBR 并用, 故选择了硫黄/促进剂硫化体系。由于初步确定采用模压工艺, 且 SBR 占有较大的比例, 因此选择迟效性的硫化促进剂——次磺酰胺类促进剂作硫化体系的主促进剂, 噻唑类促进剂作第二促进剂, 以使胶料具有较好的流动性与较长的硫化诱导期。

通过数次试验, 确定的硫化体系是: 硫黄 2.0; 促进剂 CZ 1.2; 促进剂 DM 0.8; 促进剂 TMTD 0.2。硫化胶 (145℃×35 min) 的物理性能为: 拉伸强度 19.76 MPa, 300%定伸应力 12.31 MPa, 阿克隆磨耗量 0.09 cm³。

2.3 补强填充体系的选择

选择高耐磨炉黑 (HAF)、中超耐磨炉黑 (ISAF)、通用炉黑 (GPF) 和易混槽黑 (EPC) 进行填充剂对比试验, 结果见表 2。

表 2 不同品种炭黑对硫化胶性能的影响

项 目	1	2	3	4
炭黑品种	HAF	ISAF	GPF	EPC
炭黑用量/份	50	50	50	50
拉伸强度/MPa	20.20	19.31	17.62	17.34
阿克隆磨耗量/cm ³	0.098	0.113	0.57	0.33

注: 硫化条件为 145℃×35 min, 试样厚度 2.0 mm。

由表 2 可见, 不同的炭黑对硫化胶拉伸强度的影响不是十分明显, 但对耐磨性能的影响较大。在各种炭黑中, 以表面积大、结构高、活性好的 HAF 和 ISAF 的耐磨性能较好。试验研究还表明, 在一定范围内, 硫化胶的耐磨性能随着炭黑用量的增大而提高, 炭黑用量增大过多时, 耐磨性能反而降低。

2.4 配方的确定

通过上述的试验研究, 综合考虑技术经济性能, 确定耐磨橡胶筛板的基本配方如下: NR 50; SBR 50; 氧化锌 5; 硬脂酸 2.5; 促进

表 1 不同生胶体系的胶料性能对比

项 目	1	2	3	4
生胶用量/份				
NR	100	0	50	30
SBR	0	100	50	50
BR	0	0	0	20
拉伸强度/MPa	21.50	17.45	20.50	18.80
阿克隆磨耗量/cm ³	0.364	0.186	0.202	0.195
加工工艺性能	优	差	良	较差

注: 硫化条件为 145℃×35 min。

剂 CZ 1.2; 促进剂 DM 0.8; 促进剂 TMTD 0.2; 硫黄 2; 高耐磨炉黑 50; 中超耐磨炉黑 15; 软化剂 22.5; 防老剂 2.5。

3 工艺研究

为了满足橡胶筛板特殊的使用环境及复杂的载荷条件要求, 总结出了如下的工艺技术路线, 如图 3 所示。

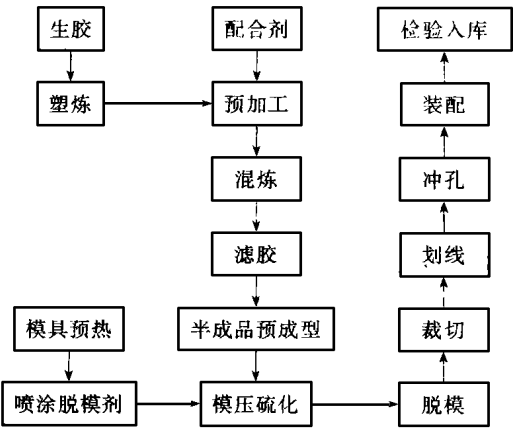


图 3 耐磨橡胶筛板主要工艺技术路线

3.1 塑炼

塑炼在 XK-560 型开炼机上进行, NR 需二段塑炼, 操作方法与其它胶料相同, SBR 不需塑炼, 可直接混炼。

3.2 混炼

混炼分两段进行, 第一段在 M(S)-80/40 型密炼机上进行, 操作方法与胶带覆盖胶基本相同, 但要严格控制加料顺序与排胶温度, 投料顺序为: 生胶和固体软化剂 $\xrightarrow{2.0\text{ min}}$ 氧化锌、硬脂酸、石蜡、防老剂和 1/2 炭黑 $\xrightarrow{1.5\text{ min}}$ 其余填充补强剂 $\xrightarrow{1.5\text{ min}}$ 液体软化剂 $\xrightarrow{1.5\text{ min}}$ 排料。全部操作时间 7 min, 容量 (80 ± 2) kg, 排胶温度 $\leq 127\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。二段混炼在 XK-560 型开炼机上进行, 先后加入促进剂及硫黄, 加料时母胶温度必须在 $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下, 硫黄没有混炼完毕不得割刀, 加料完后要充分翻炼, 薄通次数不少于 8 次。

3.3 压延

筛板覆盖胶的压延操作类似普通覆盖胶, 关键是聚酯帘布的贴胶, 因为帘布基本无纬线, 经线密度也很低, 所以贴胶时易起兜、皱、烂, 因此宜采取逐渐增大张力、低速、等速贴胶, 且贴

厚胶。线速度控制在 $15\text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ 以下, 上胶厚 0.5 mm, 下胶厚 0.7 mm。

因擦贴胶中含有粘合剂, 宜采取低温贴胶, 压延辊温: 上辊 $(80 \pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$, 中辊 $(85 \pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$, 下辊 $(60 \pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

3.4 预成型

预成型在成型机上进行。根据产品的厚度, 确定骨架层数及上、下层胶的厚度, 预成型厚度为成品厚度的 1.12 ~ 1.18 倍, 预成型长宽均比模腔尺寸小 3 ~ 5 mm。

3.5 硫化

硫化时使用 $1.4\text{ m} \times 5.7\text{ m}$ 平板硫化机, 在 $1380\text{ mm} \times 5000\text{ mm}$ 大型模具中进行, 模型尺寸为 $1300\text{ mm} \times 4900\text{ mm}$ 。产品的厚度靠模腔内的活动模板调节, 模板的厚度为产品厚度的 92% ~ 95%, 模具预热在 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右, 喷洒脱模剂。将预成型物放在模腔中, 用胶条填充空隙。硫化条件为: 硫化温度为 $(150 \pm 3)\text{ }^{\circ}\text{C}$, 蒸汽压力为 $(0.40 \pm 0.02)\text{ MPa}$, 热板单位压力为 2.0 ~ 2.5 MPa, 硫化时间为 $[30 + 0.7 \times \text{帘布层数} + 1.6 \times (\text{上胶厚} + \text{下胶厚})]\text{ min}$ 。

4 主要技术指标

通过多年的研究、试验、检测及用户使用证明, 我公司生产的耐磨橡胶筛板达到了瑞典产品的技术指标及同等条件下的使用寿命, 其物理性能指标见表 3。

表 3 耐磨橡胶筛板物理性能指标

性 能	自制产品	瑞典产品
IRHD 硬度/度	66	65±5
拉伸强度/MPa	20.5	≥17.5
300%定伸应力/MPa	12.6	(11.5)
扯断伸长率/%	497	≥450
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	40.2	≥35
压缩永久变形(24 h×70℃, 压缩率 25%)/%	18	≤40
密度/(Mg·m ⁻³)	1.13	1.12±0.03
阿克隆磨耗量/cm ³	0.092	(0.098)
粘合强度/(kN·m ⁻¹)	6.5	(6.2)
168 h×70℃热空气老化后		
IRHD 硬度变化/度	+2	≤8
拉伸强度变化率/%	-6	≤25
扯断伸长率变化率/%	-8	≤40

注: 技术指标值由瑞典 Tellex 公司提供, 括号内数据为样品实测值。

5 经济效益及社会效益

耐磨橡胶筛板研制成功前, 我公司用于生产耐磨橡胶筛板的耐磨胶板主要是从瑞典进口, 价格在 $1.2 \text{ 万美元} \cdot \text{t}^{-1}$ 左右, 现在我公司耐磨胶板生产成本在 $2.5 \text{ 万元} \cdot \text{t}^{-1}$ 左右, 仅为进口胶板的 $1/4$, 若按每年产量 200 t 计算, 可节约资金 1500 万元 。由于橡胶筛板的使用寿命是金属筛板的 $6 \sim 8$ 倍, 筛分效率提高 10% 左

右, 且噪声低, 安装、更换、维修方便, 可给用户带来十分可观的经济效益。据调查, 每使用 1 t 橡胶筛板可节约钢材 45 t , 节约维修费用 4 万余元 , 同时又可降低噪声, 减少污染, 产生较好的环境效益。

致谢: 参加本产品研制的还有宋长江、马君峰、路新民、周华蓉、徐岚等同志, 在此表示感谢。

收稿日期: 1999-09-21

上海大学与上海冠昶实施 高科技风险投资

中图分类号: TQ336.4⁺2; TQ330.6⁺7 文献标识码: D

第一届上海国际工业博览会技术交易、产权交易大出风头, 工博会 12 个技术交易项目签字仪式中, 上海大学以“橡胶微波硫化生产线”技术入股, 与上海冠昶工具公司签订了 100 万元的合约。

橡胶密封条应用范围广泛, 但国产橡胶密封条由于材质、加工设备、技术等原因, 尚存在一些问题。80 年代中期我国引进了 16 条橡胶密封条的生产线, 设备主要从日本、德国进口, 价格在每台 300 万美元左右。国内一些科研院所及一些大企业集团都曾对密封条生产线进行研制, 但由于该技术集化工、光学、微波、机械和自动化控制等技术于一体, 因此都未能攻克难关。目前上海大学也在这方面进行积极的探索。

上海冠昶工具公司是沪台合资企业, 通过上海技术交易所的介绍, 公司看中上海大学正在研制但尚未成功的橡胶微波硫化生产线技术, 认为该技术市场潜力巨大。

据预测, 到 2001 年仅汽车密封条市场需求就达 1.4 亿 m , 初步估计全国需要 100 条生产线。双方从 1999 年 10 月开始投入研制, 现在已初步成功, 计划于 2000 年 3 月投产。在这过程中, 企业还向银行贷款 150 万元作为风险投资。

据介绍, 橡胶微波硫化设备将填补国内空

白, 其技术先进性超过日本 20 世纪 80 年代末水平。根据产品宽度的不同, 一般生产速度为 $8 \sim 10 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$, 年产量为 300 万 ~ 500 万 m。设备售价 300 万元, 一般中小企业买一台设备就能达到相当规模。目前, 国内一些企业及东南亚地区的一些橡胶厂已提出购买意向。

(摘自《上海汽车报》, 1999-12-26)

哈钦森在法国办汽车胶管厂

中图分类号: TQ336.3 文献标识码: D

英国《欧洲橡胶杂志》1999 年 181 卷 9 期 3 页报道:

哈钦森公司在法国距离巴黎东南 90 km 的阿米伊建立了一座新汽车胶管厂。该厂投资 1 150 万美元, 雇员 450 ~ 500 人, 预定于 2000 年投产, 产品为汽车空调器和助力转向装置用胶管。

哈钦森公司的总年销售额为 16.45 亿美元, 公司在全世界各地的雇员总数为 16 500 人。

哈钦森公司是欧洲最大的橡胶加工公司之一。该公司生产的汽车配件包括高压胶管、传动带、门窗密封条、发动机减震器和密封件。

1995 年哈钦森与中国东风汽车公司建立了两个合资厂, 哈钦森拥有 52% 的股份, 从而进入了飞速发展的中国汽车和运输市场。1996 年开始在武汉建厂, 向汽车工业提供胶管和液压配件。

(涂学忠摘译)