

低温粉碎废旧橡胶轮胎制备硫化胶粉及其应用领域

马培瑜 赵 君 戴桂华

(化工部海洋涂料研究所 青岛 266071)

宋国君

(青岛大学工商学院应用化学系 266033)

摘要 简述处理废旧橡胶轮胎的必要性;重点介绍乌克兰国家科学院低温物理工程研究所采用液氮粉碎废旧橡胶轮胎制硫化胶粉的加工工艺路线、生产装备和加工成本;介绍硫化胶粉的应用领域和发展前景。

关键词 低温粉碎, 橡胶轮胎, 硫化胶粉, 应用领域

长期以来,我国橡胶工业、资源综合利用工业、轮胎翻新工业和环境保护部门一直在探索回收利用废旧橡胶轮胎及废橡胶制品的有效方法。从 70 年代末开始,前苏联、美国、加拿大在回收利用废旧轮胎,提高废旧橡胶的利用价值和防止废橡胶污染环境方面进行了大量研究,并取得了重大技术突破。其中主要的技术进展是,以前苏联为代表的用液氮冷冻粉碎废旧橡胶轮胎制备硫化胶粉和以美国为代表的将橡胶粉碎后进行化学改性制备改性硫化胶粉。我国处理废旧橡胶通常采用常温机械粉碎,然后将胶粉制成再生胶的方法。这种再生胶的生产,不仅工序复杂,能耗大,而且生产过程中会排出大量有毒废气、废水,严重污染了环境。

据资料^[1]介绍,经济发达国家平均每 1.1~2.6 人拥有一辆汽车。其中,日本拥有汽车 5500 多万辆,法国 2500 多万辆,美国 17500 多万辆。我国按每 270 人拥有一辆汽车计算,也近 600 万辆。为了保证安全,一般每辆汽车行驶 3 万~5 万 km 需更换一次轮胎,这样,全世界每年将有数十亿条废旧轮胎等待处理。日本规定,汽车行驶 2 万 km 即需

更换轮胎,这样更换下来的轮胎每年上亿条。我国废旧轮胎每年可达 2000 万条。由此可见,每年需要处理的废胎的数量是惊人的。因此,研究开发废旧橡胶轮胎的再生利用具有现实意义,而且利国利民。

1 低温粉碎废旧橡胶轮胎制备硫化胶粉

低温粉碎废旧橡胶轮胎制备硫化胶粉的基本原理是,以液氮(LN₂)为冷源,将废旧轮胎冷冻至橡胶玻璃化温度以下并粉碎,然后磨碎成硫化胶粉。硫化胶粉的磨碎程度是在分析用户要求的基础上确定的。因此,一般作为商品出售的胶粉粒径为 5,1.25,0.4,0.2,0.1,0.05mm 不等。

乌克兰国家科学院低温物理工程研究所开发的 LN₂ 冷冻粉碎废旧轮胎制备硫化胶粉技术,其加工工艺路线分为粉碎和磨碎两部分^[2],现分述如下。

1.1 粉碎工序

粉碎工序是将整条废旧轮胎冷冻后粉碎,并使橡胶与钢丝帘线和纤维帘线分离开,如图 1 所示。

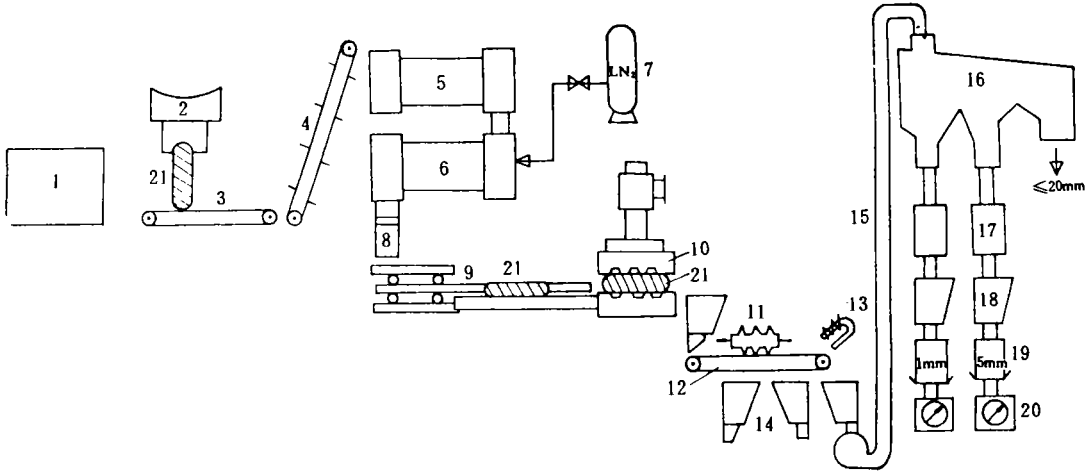


图1 粉碎工序工艺路线

1—准备阶段;2—胎圈切割机;3—输送带;4—提升机;5—预冷室;6—1#冷却器;7—液氮容器;8—恒温器;9—供给机构;10—特殊胎模冲撞机;11—刮板式输送机;12—输送机;13—电磁分选机;14—漏斗槽;15—风力输送机;16—筛;17—振动干燥机;18—漏斗;19—包装皮;20—自动秤;21—废旧轮胎

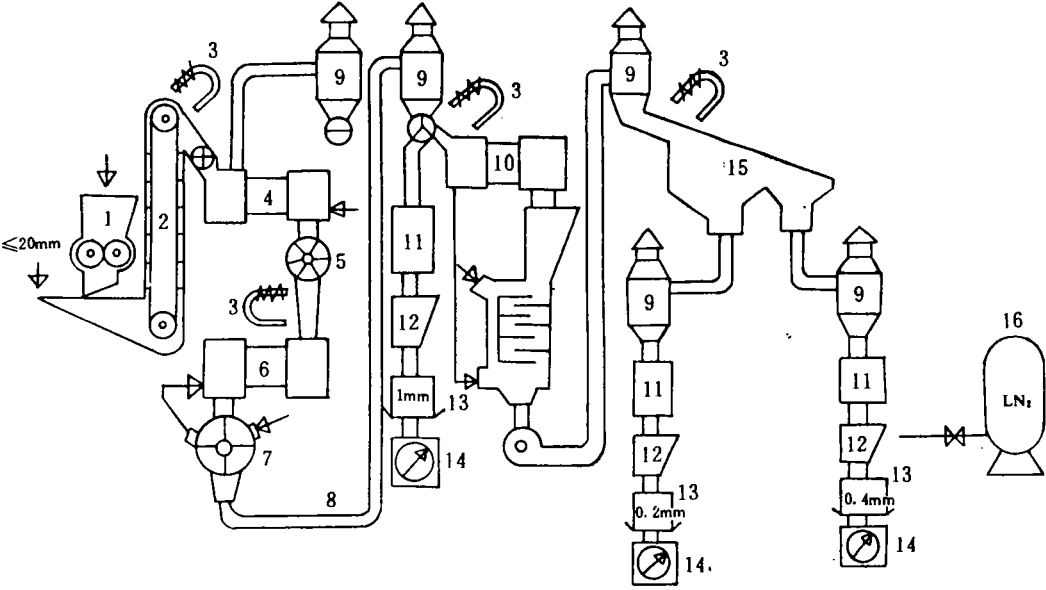


图2 磨碎工序工艺路线

1—预粉碎机;2—提升机;3—磁选器;4,6,10—冷冻机;5—旋转磨碎机;7—冷冻磨碎机;8—风力输送机;9—旋分器;11—振动干燥器;12—漏斗;13—包装皮;14—自动秤;15—筛;16—液氮容器

低温冷冻粉碎的胶粉粒径如表 1 所示。

表 1 粉碎硫化胶粉的粒径分布

胶粉粒径,mm	含量, %
<1.25	33
1.25~5	39
5~20	24

1.2 磨碎工序

磨碎工序是将粉碎阶段的胶粉进行磨碎,制造出商品化的硫化胶粉,如图 2 所示。

磨碎工序制造硫化胶粉粒径如表 2 所示。

表 2 磨碎工序硫化胶粉粒径分布

胶粉粒径,mm	含量, %
1.25~5	39
≤0.4	29
≤0.2	22
≤0.05	10

这条废旧轮胎处理生产线的年处理能力为 1 万 t,回收处理的废旧轮胎规格为 6.00~12.00,液氮年消耗量 9000t,其中粉碎工序 4000t,磨碎工序 5000t。其年产量为:硫化胶粉 5000~6000t,含 3%橡胶的钢丝 1580t,含 10%橡胶的织物 2300t。整个生产线所需电力为:粉碎工序 50kW,磨碎工序 150~300kW。生产区面积为 600m²。生产所用加工装置如表 3 所示,低温处理废旧轮胎制硫化胶粉的期望费用见表 4。

LN₂ 低温粉碎废旧橡胶轮胎制备硫化胶粉的特点是:

- (1)整条废胎除去石子、泥沙后可直接送至生产流水线处理成硫化胶粉(专利技术)。
- (2)废旧橡胶轮胎的分离、粉碎各部分回收率可达 97%。
- (3)配有特殊胎模(专利技术),使废胎中胶粉、钢丝和纤维一次性分离开。
- (4)微磨机(专利技术)可在低温下将胶

粉磨细成 0.05mm 的超细胶粉。

(5)整个生产过程系低温条件下的物理过程,没有任何化学变化。因此,较好地解决了环境污染问题。

(6)制得的硫化胶粉质量好。

(7)磨碎的精细硫化胶粉(粒径不大于 0.2mm),无需化学改性,即使掺用量较大(20%左右),其硫化胶也会保持较高的物理性能。

(8)LN₂ 消耗量较大。这也是该生产方法的不足之处。

表 3 液氮低温粉碎废旧橡胶轮胎

加工设备

序号	设备名称	用 途
1	通用轮胎割刀	切割轮胎胎圈
2	输送带	送轮胎(从轮胎割刀到提升机)
3	提升机	悬挂轮胎到装载输送带
4	装载输送器	1#冷却器的装载
5	1#冷却器	压碎前轮胎冷却
6	均温器	使整条轮胎达到均一温度
7	送料机控制器	将轮胎送至锻锤,并使模具脱离橡胶和纺织布
8	特殊胎模和冲撞机	被冷却后的轮胎压碎
9	单独输送机储存箱	轮胎压碎后分离
10	液氮箱	储存液态氮,向用氮设备供氮
11	风力输送机	在研磨阶段输送胶粒
12	冷却多层筛	冷却后筛选橡胶颗粒
13	2#冷却器	在研磨前冷却粗粒橡胶(粒径小于 20mm)
14	悬挂金属分离器	分离金属,保护磨碎设备
15	旋转压碎机	磨碎粗粒橡胶(粒径小于 20mm)
16	3#、4#冷却器	磨碎前冷却细粒
17	低温磨碎机	研磨细粒
18	箱	容纳橡胶粒、钢丝和纺织布
19	振动干燥器	除去被冷却橡胶粉粒上的冷凝水
20	秤	包装前称量胶粉重量

表4 低温处理废旧橡胶轮胎制
硫化胶粉的期望费用

序号	费用	总卢布值	占总费用比例 %
1	原材料	0	—
2	加工过程实需用	10747.8	77.7
	其中电力	555.3	4.0
	液态氮	9430.3	68.2
	压缩空气、水	76.2	5.5
3	工资	321.2	2.3
4	社会保险	167.0	4.2
5	设备维修保养	956.1	6.9
	其中折旧	416.1	3.0
6	车间费用	474.5	3.4
7	工厂费用	1048.6	7.7
8	生产性费用(总产值)	13715.2	99.2
9	非生产性费用	109.7	0.8
10	生产(总)费用	13824.9	100

2 硫化胶粉的应用领域

2.1 橡胶工业

虽然我国天然橡胶的生产能力居世界第5位,合成橡胶生产能力居世界第6位^[3],但由于合成橡胶工业的发展落后于橡胶加工业的需求,生胶的供应明显不足。为此,国家每年要支出大量外汇进口生胶。此外,近年来能源价格、原材料费用不断上涨,迫使橡胶配方人员不得不设法降低成本。有文献^[4]表明,在汽车轮胎配方中掺入8~10份微细胶粉后,由于轮胎在高频变形下的疲劳性能提高、滞后损失减小、生热降低,有效地提高了行驶里程(平均提高2%~9%)。经济发达国家(如原西德、美国、法国、日本等国)在橡胶制品生产中,已全部用硫化胶粉代替再生胶,以达到降低成本和保持物理机械性能的目的。

在橡胶工业中,精细硫化胶粉可广泛应用于轮胎(5~10份)、胶鞋(20~100份)和其它橡胶制品(10~50份)行业。由此可见,硫化胶粉的应用量是相当可观的。实践证

明^[5,6],在胶料中掺入适量的硫化胶粉,尽管硫化胶的拉伸强度略有下降,但可提高制品的耐屈挠龟裂和抗裂口增长性能,并能改善胶料的加工工艺性能(如收缩率、流动性)。同时,可节约生胶、降低制品成本。此外,应用硫化胶粉易于实现橡胶工业自动化和连续化生产。

2.2 铺装材料工业

硫化胶粉在铺装领域应用较广泛,且市场潜力巨大。

2.2.1 高速公路

用胶粉铺装高速公路在经济发达国家已成现实且发展迅速。美国政府拟定,国家铺装公路的5%必须使用含有废旧轮胎粉碎的橡胶粉粒^[7]。据统计,到1994年美国铺设的橡胶改性沥青公路预计达5000km。加拿大在国家主要高速国道也铺装了这种“橡胶改性”高速公路。研究人员认为,废旧橡胶颗粒中含有抗氧化剂,可明显减缓沥青铺路材料的老化,使路面具有弹性,从而延长公路的使用寿命。“橡胶改性沥青”公路夏天不会被晒软,冬天不易结冰,大大提高了高速公路的交通安全性。可以预见,废旧橡胶胶粉改性沥青公路是目前新型高速公路的发展方向。

2.2.2 飞机场

同铺高速公路原理一样,在飞机跑道材料中掺用硫化胶粉,可增加跑道弹性和地面摩擦性,从而使飞机起落平稳、安全可靠性能提高,跑道减短和机场使用寿命延长。

2.2.3 运动场

国际田径比赛场地均系塑胶跑道,我国举办的亚运会所用的田径场地亦为塑胶跑道。而这种塑胶跑道所用的铺装材料50%是废旧轮胎胶粉。随着人民生活水平的提高和群众性体育运动的蓬勃发展,今后的田径场地和训练场地均可用掺有废旧橡胶胶粉的塑胶铺装。此外,网球场、排球场、蓝球场、娱乐场、幼儿园中均可铺装含有废胶粉的材料,以保证安全性和提高比赛成绩。由此可见,由废

旧轮胎粉碎的硫化胶粉在运动场和娱乐场所铺装领域具有很强的生命力,需求量将很大。

此外,用硫化胶粉可制造优良的建筑防水材料,尤其是地铁防渗漏层,国外均是采用掺入了硫化胶粉的防水材料。

3 结束语

开发低温粉碎废旧橡胶轮胎硫化胶粉的生产和应用,不仅能从根本上解决废旧轮胎造成的环境污染问题,而且可提供一种诱人的宝贵材料来源。只有这样,废旧橡胶才能成为具有经济效益和实用价值的再生资源。

低温粉碎废旧橡胶轮胎制造的硫化胶粉具有广阔的应用领域,国内外均有广阔的市场,并可出口创汇。在橡胶工业中推广使用硫化胶粉,既可节省大量生胶,又能提高制品的综合物理性能;在铺装材料工业中,用掺有硫化胶粉的材料可铺装新型、耐用、安全的高速

公路、飞机场和运动场地;在建筑密封和防渗漏领域,硫化胶粉的应用领域亦很大。

总之,低温粉碎废旧橡胶轮胎制硫化胶粉集节约橡胶资源(回收利用)、节约能源(制冷源可开发利用制氧副产品)、保护环境(取代污染严重的再生胶生产)为一体,且具有广阔的应用领域,因此有良好的开发前景。

参考文献

- 1 中国海外贸易总公司海外业务部统计资料,7,北京,1991。
- 2 乌克兰 Mont Elect 公司技术交流资料,7,青岛,1992。
- 3 中国化工报(第2版),1993,7,14。
- 4 乌克兰科学院低温物理工程研究所技术交流资料,3,青岛,1992。
- 5 Murtland, W.O., *Elastomerics*, 113[1], 13(1981)。
- 6 *Rubber Chem. Technol.*, 54[2], 302(1981)。
- 7 青岛日报(第4版),1992,10,19。

收稿日期 1993-10-14

Preparation of Ground Rubber from Scrap Tyres at Low Temperature and Its Application

Ma Peiyu, Zhao Jun and Dai Guihua

(Marine Coatings Research Institute, Qingdao)

Song Guojun

(Qingdao University)

Abstract The necessity of recycling of scrap tyres was briefly described. The processing technology, equipment and production cost of the ground rubber from scrap tyres with liquid nitrogen in the Low Temperature Physical Engineering Institute of Ukraine Academy were emphatically introduced. The application and prospect of the ground rubber were reviewed.

Keywords low temperature grinding, scrap tyre, ground rubber, rubber crumb