

# 橡胶加工助剂MT222对橡胶垫板胶料性能的影响

陈传志, 曲萌, 党佳, 王珏, 张晓沛

(中国铁道科学研究院集团有限公司 标准计量研究所, 北京 100081)

**摘要:** 研究橡胶加工助剂MT222(简称MT222)对橡胶垫板胶料混炼能耗、加工性能、物理性能以及产品外观合格率的影响。结果表明:随着MT222用量的增大,混炼胶的混炼能耗和门尼粘度降低,焦烧时间延长,硫化胶的硬度、拉伸强度、老化后拉伸强度保持率和拉伸伸长率保持率变化不大,拉伸伸长率和工作电阻逐渐增大,200%定伸应力和静刚度先增大后减小,阿克隆磨耗量、动静刚度比和压缩永久变形先减小后增大;加入MT222能够减小橡胶垫板外观不合格率;MT222的适宜用量为3份。

**关键词:** 橡胶加工助剂;橡胶垫板;混炼能耗;加工性能;物理性能

**中图分类号:** TQ330.38<sup>+</sup>7; TQ336.4<sup>+</sup>2

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1000-890X(2021)08-0604-04

**DOI:** 10.12136/j.issn.1000-890X.2021.08.0604



OSID开放科学标识码  
(扫码与作者交流)

橡胶加工助剂用于改善胶料的加工性能,如混炼、压延、挤出、成型、硫化等性能,具有降低胶料加工能耗、提高胶料生产效率和产品质量的特点<sup>[1-8]</sup>。橡胶加工助剂MT222(简称MT222)是一种白色颗粒状的饱和脂肪酸盐,其熔点为63℃,广泛应用于天然橡胶和丁苯橡胶。

橡胶垫板用在混凝土轨枕与钢轨之间,为轨道提供弹性,是扣件系统重要的组成部分<sup>[9-11]</sup>。有关橡胶垫板的研究多集中在生胶、炭黑、硫化体系、测试表征方法上<sup>[12-17]</sup>,而加工助剂对橡胶垫板胶料加工性能和物理性能的影响研究较少。

本工作研究MT222对橡胶垫板胶料混炼能耗、加工性能、物理性能以及产品外观合格率的影响,以为橡胶垫板生产企业改善胶料配方和混炼工艺提供参考。

## 1 实验

### 1.1 主要原材料

丁苯橡胶,牌号1500E,中国石化齐鲁石油化工有限公司产品;MT222,上海懋通实业有限公司产品。

### 1.2 试验配方

丁苯橡胶 100,氧化锌 5,硬脂酸 1,炭黑 N330 30,陶土 80,硅烷偶联剂Si69 3,MT222 变量,防老剂 2,硫黄/促进剂 3.5。

### 1.3 试样制备

将丁苯橡胶、炭黑、陶土、MT222、硅烷偶联剂、氧化锌、硬脂酸和防老剂投入110 L密炼机中进行混炼,混炼5 min后排胶,密胶下片冷却后在开炼机上加硫黄和促进剂,混炼均匀后下片。混炼胶停放1 d后适当返炼,然后在300 t平板硫化机上硫

**基金项目:** 中国铁道科学研究院集团有限公司院基金资助项目(2019YJ048)

**作者简介:** 陈传志(1976—),男,安徽萧县人,中国铁道科学研究院集团有限公司标准计量研究所副研究员,硕士,主要从事高分子材料的研究、分析与检测工作。

**E-mail:** chenchuanzhi@163.com

**引用本文:** 陈传志,曲萌,党佳,等.橡胶加工助剂MT222对橡胶垫板胶料性能的影响[J].橡胶工业,2021,68(8):604-607.

**Citation:** CHEN Chuanzhi, QU Meng, DANG Jia, et al. Effect of rubber processing aid MT222 on properties of rubber pad compound[J]. China Rubber Industry, 2021, 68(8): 604-607.

化,硫化条件为160 °C/15 MPa×10 min。

#### 1.4 性能测试

门尼粘度按照GB/T 1232.1—2016《未硫化橡胶用圆盘剪切粘度计进行测定 第1部分:门尼粘度的测定》进行测试;硫化特性按照GB/T 16584—1996《橡胶用无转子硫化仪测定硫化特性》进行测试;邵尔A型硬度按照GB/T 531.1—2008《硫化橡胶或热塑性橡胶压入硬度试验方法 第1部分:邵氏硬度计法(邵氏硬度)》进行测试;拉伸强度、拉断伸长率、阿克隆磨耗量、压缩永久变形、工作电阻、动静刚度和热空气老化性能按照Q/CR 564—2017《弹条Ⅱ型扣件》中的相关方法进行测试。

## 2 结果与讨论

### 2.1 混炼能耗

胶料密炼时密炼机的最大电流和最大电流出现的时间直接反映出其混炼能耗的高低,最大电流越大、最大电流出现的时间越晚,混炼胶的混炼能耗越高。MT222用量对混炼胶混炼参数的影响见表1。

表1 MT222用量对混炼胶混炼参数的影响  
Tab. 1 Influence of MT222 dosages on mixing parameters of compounds

项 目	MT222用量/份				
	0	1.5	3	4.5	6
最大电流/A	128	122	116	113	113
最大电流出现的时间/s	137	119	104	96	91

从表1可见:随着MT222用量的增大,密炼机的最大电流逐渐减小,最大电流出现的时间也逐渐缩短;当MT222用量为6份时,密炼机的最大电流减至113 A,最大电流出现的时间缩短至91 s。

分析认为,MT222为饱和脂肪酸盐,具有表面活性剂的作用,可以增加橡胶对炭黑和陶土的浸润效果,促进橡胶在炭黑和陶土表面的包覆,利于炭黑和陶土的快速分散,因此能显著缩短密炼机的最大电流出现的时间;MT222熔点为63 °C左右,混炼1 min后密炼机温度升高至70 °C以上,在剪切

力和温度作用下,MT222发生熔化,在橡胶分子链之间起润滑作用,因此混炼过程中密炼机的转矩会随着MT222用量的增大而逐渐减小,最大电流随之减小。综上所述,加入MT222有利于降低混炼胶的混炼能耗。

### 2.2 加工性能

MT222用量对混炼胶加工性能的影响如表2所示。

表2 MT222用量对混炼胶加工性能的影响  
Tab. 2 Influence of MT222 dosages on processing performances of compounds

项 目	MT222用量/份				
	0	1.5	3	4.5	6
门尼粘度[ML(1+4) 100 °C]	69	65	62	60	59
硫化仪数据(160 °C)					
$t_{10}/s$	75	82	88	92	96
$t_{90}/s$	341	348	354	358	367

从表2可以看出,随着MT222用量的增大,混炼胶的门尼粘度逐渐降低。门尼粘度降低有利于降低预成型过程中胶料温升,防止焦烧现象的发生;有利于减小预成型机的工作电流,降低能耗。MT222用量的增大延长了混炼胶的 $t_{10}$ 和 $t_{90}$ 。混炼胶的 $t_{10}$ 延长,其加工安全性提高; $t_{90}$ 延长短于30 s,考虑到橡胶垫板的硫化时间一般为10 min左右,因此胶料的硫化体系基本无需调整。

### 2.3 物理性能

MT222用量对硫化胶物理性能的影响如表3所示。

从表3可见,随着MT222用量的增大,硫化胶的硬度、拉伸强度、老化后拉伸强度保持率和老化后拉断伸长率保持率无明显变化,拉断伸长率和工作电阻逐渐增大,200%定伸应力和静刚度先增大后减小,阿克隆磨耗量、动静刚度比和压缩永久变形先减小后增大。

分析认为,一方面,MT222能包覆在炭黑及陶土表面,增强陶土与橡胶之间的结合,利于炭黑和陶土在橡胶中的分散,因此随着MT222用量的增大,硫化胶的200%定伸应力和静刚度先增大,阿克隆磨耗量、动静刚度比和压缩永久变形先减小;当

表3 MT222用量对硫化胶物理性能的影响  
Tab. 3 Influence of MT222 dosages on physical properties of vulcanizates

项 目	MT222用量/份				
	0	1.5	3	4.5	6
邵尔A型硬度/度	79	79	79	78	78
200%定伸应力/MPa	12.4	12.6	12.6	12.3	11.7
拉伸强度/MPa	19.3	19.5	19.3	19.4	19.5
拉断伸长率/%	343	355	366	373	379
阿克隆磨耗量/cm <sup>3</sup>	0.43	0.41	0.40	0.42	0.46
压缩永久变形/%	20.4	19.9	19.5	20.9	22.5
工作电阻×10 <sup>9</sup> /Ω	6.7	7.2	7.5	7.7	7.9
静刚度/(kN·mm <sup>-1</sup> )	69.3	69.9	70.2	69.8	68.4
动静刚度比	1.84	1.81	1.80	1.83	1.89
100℃×72 h老化后					
拉伸强度					
保持率/%	84.2	85.1	84.9	83.2	85.8
拉断伸长率					
保持率/%	78.6	77.1	79.3	78.2	77.4

MT222用量超过一定值后,过量的MT222会游离于橡胶分子链中,起到润滑剂作用,因此分子链更容易滑动,增加了分子链之间的摩擦,从而增加了能量损耗,橡胶的弹性会变差,导致硫化胶的阿克隆磨耗量、动静刚度比和压缩永久变形增大。另一方面,MT222的加入能够促进炭黑分散地更均匀,又由于MT222自身不导电,因此橡胶垫板的工作电阻增大<sup>[18]</sup>。

#### 2.4 产品外观合格率

MT222用量为0,1.5,3,4.5和6份时橡胶垫板外观不合格率分别为4.1%,2.5%,2.2%,2.0%,1.9%。可以看出,加入MT222后,橡胶垫板外观不合格率显著减小,这有利于降低生产成本。

综合考虑胶料的混炼能耗、加工性能、物理性能以及产品外观合格率,MT222的适宜用量为3份。

### 3 结论

(1) 随着MT222用量的增大,混炼胶的混炼能耗和门尼粘度降低,焦烧时间延长,硫化胶的硬度、拉伸强度、老化后拉伸强度保持率、老化后拉断伸长率保持率变化不大;拉断伸长率和工作电阻逐渐增大;200%定伸应力和静刚度先增大后减小;阿克隆磨耗量、动静刚度比和压缩永久变形先减小后增大。

(2) 加入MT222能够减小橡胶垫板的外观不合格率。MT222的适宜用量为3份。

#### 参考文献:

- [1] 齐琳,梁诚. 橡胶助剂技术进展[J]. 橡胶科技,2013,11(10):5-11  
QI L, LIANG C. Technical progress of rubber additives[J]. Rubber Science and Technology,2013,11(10):5-11.
- [2] 陈春玉,黄超明,李毅,等. 橡胶加工助剂的生产和应用概况[J]. 橡胶科技,2015,13(9):5-10.  
CHEN C Y, HUANG C M, LI Y, et al. An overview of production and application of rubber processing additives[J]. Rubber Science and Technology,2015,13(9):5-10.
- [3] 王京通,张新军. 橡胶助剂在合成橡胶中的应用概况[J]. 橡胶科技,2015,13(3):11-14.  
WANG J T, ZHANG X J. Application of rubber additives in synthetic rubber[J]. Rubber Science and Technology,2015,13(3):11-14.
- [4] 潘宏丽,杨英. 硫化助剂、加工助剂和软化剂对HNBR加工性及可塑性的影响[J]. 世界橡胶工业,2017,44(1):16-21  
PAN H L, YANG Y. Effect of vulcanizing agent, process aids and softener on processability and plasticity of HNBR[J]. World Rubber Industry,2017,44(1):16-21.
- [5] 黄兆明,张远喜,廖云昆,等. 加工助剂在减震橡胶材料中的性能研究[J]. 特种橡胶制品,2016,37(5):27-29.  
HUANG Z M, ZHANG Y X, LIAO Y K, et al. Study on the properties of processing AIDS in damping rubber materials[J]. Specia Purpose Rubber Products,2016,37(5):27-29.
- [6] 李国东,杨燕妮,沈建忠. 不同加工助剂在氟橡胶中的应用研究[J]. 橡胶科技,2020,18(3):142-145.  
LI G D, YANG Y N, SHEN J Z. Application of different processing aids in fluororubber[J]. Rubber Science and Technology,2020,18(3):142-145.
- [7] 乔羽,李向梅,汪书苹,等. 阻燃剂及加工助剂对三元乙丙橡胶性能的影响[J]. 高分子材料科学与工程,2019,35(12):60-68.  
QIAO Y, LI X M, WANG S P, et al. Effect of flame retardant and processing aid on properties of ethylene propylene diene Monomer[J]. Polymer Materials Science and Engineering,2019,35(12):60-68.
- [8] 郭璐. 3D打印用光敏树脂材料研究进展[J]. 塑料科技,2020,48(2):135-140.  
GUO L. Research progress of photosensitive resin for 3D printing[J]. Plastics Science and Technology,2020,48(2):135-140.
- [9] 罗惠峰,石广田,张小安,等. 轨下垫板参数对轨道结构垂向振动影响研究[J]. 兰州交通大学学报,2019,38(1):88-94.  
LUO H F, SHI G T, ZHANG X A, et al. Influences of rail pads parameters on vertical vibration of track structure[J]. Journal of

- Lanzhou Jiaotong University, 2019, 38 (1) : 88-94.
- [10] 王鹏,张均,姜志国,等. 高铁轨道板系统用高分子材料[J]. 化学推进剂与高分子材料, 2016, 14 (4) : 32-38.  
WANG P, ZHANG J, JIANG Z G, et al. Polymer materials for high-speed railway track plate system[J]. Chemical Propellants & Polymeric Materials, 2016, 14 (4) : 32-38.
- [11] 栗尚明,杨麒陆. 地铁列车速度对扣件系统垂向动刚度的影响[J]. 铁道建筑, 2020, 60 (12) : 130-133.  
SU S M, YANG Q L. Influence subway vehicle speed on vertical dynamic stiffness of fastening system[J]. Railway Engineering, 2020, 60 (12) : 130-133.
- [12] 王丹,方杭玮,孙照亮,等. 典型环境条件对WJ-7型扣件B类橡胶垫板静刚度的影响[J]. 铁道建筑, 2020, 60 (12) : 134-137.  
WANG D, FANG H W, SUN Z L, et al. Influence of typical environmental conditions on static stiffness of B-type rubber pad for WJ-7 fastener[J]. Railway Engineering, 2020, 60 (12) : 134-137.
- [13] 薛治宇,高伟峰,冯磊,等. 防老剂在高铁客运专线橡胶垫板中的应用研究[J]. 塑料助剂, 2016 (4) : 33-35.  
XUE Z Y, GAO W F, FENG L, et al. Research of antioxidants applied in rubber plate used for high-speed rail passenger[J]. Plastic Additive, 2016 (4) : 33-35.
- [14] 黄良平,王雪飞,程海涛. 低动静刚度比橡胶垫板的研制[J]. 橡胶工业, 2013, 60 (5) : 296-300.  
HUANG L P, WANG X F, CHENG H T. Study development of rubber pad with low dynamic-static stiffness ratio[J]. China Rubber Industry, 2013, 60 (5) : 296-300.
- [15] 赵云行,贺春江,陈传志,等. 表面改性剂对橡胶垫板动态性能的影响[J]. 铁道建筑, 2020, 60 (5) : 127-130.  
ZHAO Y X, HE C J, CHEN C Z, et al. Effect of surface modifier on dynamic properties of rubber pad[J]. Railway Engineering, 2020, 60 (5) : 127-130.
- [16] 张远庆,乔立军,曹建伟,等. 绝缘缓冲橡胶垫板低温性能影响因素研究[J]. 铁道建筑, 2015, 55 (1) : 123-126.  
ZHANG Y Q, QIAO L J, CAO J W, et al. Research on influential factors of low-temperature characteristics of insulating and buffering rubber pad[J]. Railway Engineering, 2015, 55 (1) : 123-126.
- [17] 张宪清,贺春江,杨维坚. 填料对客运专线橡胶垫板性能的影响研究[J]. 铁道建筑, 2012, 52 (10) : 117-119.  
ZHANG X Q, HE C J, YANG W J. Study on influence of fillers on performance of rubber pad for passenger dedicated line[J]. Railway Engineering, 2012, 52 (10) : 117-119.
- [18] 李杨,李德明,杨茗皓. 碳材料/橡胶导电复合材料的研究进展[J]. 橡胶科技, 2019, 17 (7) : 365-371.  
LI Y, LI D M, YANG M H. Research progress of carbon material/rubber conductive composites[J]. Rubber Science and Technology, 2019, 17 (7) : 365-371.

收稿日期:2021-06-16

## Effect of Rubber Processing Aid MT222 on Properties of Rubber Pad Compound

CHEN Chuanzhi, QU Meng, DANG Jia, WANG Jue, ZHANG Xiaopei

(Standards and Metrology Research Institute, China Academy of Railway Sciences Corporation Limited, Beijing 100081, China)

**Abstract:** The effect of rubber processing aid MT222 (MT222 for short) on the mixing energy consumption, processing performance, physical properties and product appearance qualified rate of the rubber pad compound was studied. The results showed that with the increase of MT222 dosage, the mixing energy consumption and Mooney viscosity of the compound decreased, the scorch time was prolonged, the hardness, tensile strength, retention of tensile strength and retention of elongation at break after aging of the vulcanizates changed little, the elongation at break and working electrical resistance increased gradually, the modulus at 200% and static stiffness increased first and then decreased, the Akron abrasion, ratio of static and dynamic stiffness and compression set decreased first and then increased. In addition, adding MT222 could reduce the appearance failure rate of the rubber pad. The optimum amount of MT222 was 3 phr.

**Key words:** rubber processing aid; rubber pad; mixing energy consumption; processing performance; physical property