

# 铁泥塑料特性及其制品的开发应用

张鸿凯

(成都铁路局科研所, 四川 成都 610082)

摘要: 铁泥塑料是利用硫酸厂、磷肥厂的弃渣——铁泥(代号 FM)和废旧聚稀烃等为主要原料, 以独特的技术和先进工艺制成的新型矿物增强塑料, 已获国家发明专利 CN1039496, 铁泥塑料具有良好的物理机械性能, 耐光、耐寒和抗老化特性, 且无臭无毒, 加工性能好, 价格低廉, 具有广阔实用开发前景。本文着重介绍铁泥塑料的理化特性, 及其制品的开发应用, 为在我国西部大开发中, 抛砖引玉。

关键词: 铁泥塑料; 特性; 制品; 应用

中图分类号: X705 文献标识码: A 文章编号: 1001-3644(2001)02-44-04

## The Property of FM-plastics and the Development and Application of Its Products

ZHANG Hong-kai

(Chengdu Research Institute of Railway Bureau, Chengdu 610082, China)

**Abstract:** Ferric mud plastics is a new kind of modified mineral plastics, which is prepared by using solid waste, ferric mud(FM) from sulfuric acid factories and phosphate, by unique prescriptions and technology. It has obtained the national patent and the number is CN1039496, FM-plastics has good mechanical properties, heat properties, aging resistance and prices are prior to other filling plastics. It is also odorless, nontoxic and has good processing performance. Thus, FM-plastics has wide prospects of practical development. This article stresses upon the introduction of physical chemistry of FM-plastics and development and application of its products.

**Key words:** FM-plastics; property; product; application

### 1 前 言

资源综合利用是我国一项重大的技术经济政策, 也是国民经济和社会发展中一项长远的战略方针, 对于节约资源, 改善环境, 提高经济效益, 促进经济增长方式, 由粗放型向集约型转变, 实现资源优化配置和可持续发展, 特别对于我国西部大开发, 实现新的跨越都具有重要意义。为了寻求铁路运输中“加固器材”代“木”的途径, 由成铁局军代处、科研所、货运处和中科院成都有机化学所, 资中塑料厂等单位组成的课题组, 先对各种高分子材料的综合性能等进行多次反复比较, 最终确定聚烯烃热塑料和硫酸厂、磷肥厂的工业废渣——铁泥为主要原料, 进一步深入研究; 结果表明: 铁泥塑料作为制造“加固器材”的一种新型材料代替木材, 不仅在物理机械性能, 耐高低

温性能以及抗光热老化性能方面完全能够满足设计和实际运输的要求。而且成本低于木质“加固器材”。这种材料无毒无臭, 加工性能好, 在工业废渣、废弃塑料与日俱增和滥伐森林破坏地球生态环境的当今世界, 这为消除工业废渣和塑料威胁, 代用节约木材作出了有益的贡献。

用铁泥塑料压制而成各类制品, 是按照工程力学、塑料工程学原理和使用特点设计而成, 它理化性能好, 经济耐用, 安全可靠, 使用方便, 易于保管。经过十年开发应用, 可广泛用于铁路、公路、汽车、装载机制造等行业, 该材料及其系列产品已通过解放军总后勤部和铁道部组织的技术鉴定, 荣获 1989 年解放军科技进步一等奖, 并在广州获得中国首届国际专利及新技术展览优秀奖, 1992 年被评为四川省优新产品, 铁道部运输局(89)33号文件决定在全路推广使用。在最近铁道部颁布的《铁路货物装载加固定型方案》中规定实行。笔者亲自参加了该“课题”的研究、开发、应用, 现将铁泥塑料这种材料简介如下:

收稿日期 2001-04-06

作者简介 张鸿凯(1944-)男, 重庆市人, 1966年毕业于重庆建筑大学建筑专业, 工程师。

## 2 铁泥的来源及性质

硫酸厂和磷肥厂遍布全国各地，排出大量工业废渣，堆积如山，浸蚀良田，淤塞河流，已成公害，这种工业废渣主要化学成分是氧化铁（详见表 1），所以我们把它命名为“铁泥”（代号：FM），铁泥经几道工序处理后，其化学组成和性质列于表 1 和表 2。铁泥的主要成分是  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  约占 50%。依地区的不同，其组成略有差别，经扫描电镜观察 FM 的微观形态多为均质体，粒子呈絮状多孔结构，铁泥一般呈微酸性。

表 1 FM 的化学成份

成份	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Si}_2\text{O}_2$	CaO	$\text{TiO}_2$	MgO
WT%	49.78	20.03	18.82	2.70	1.47	0.78

表 2 FM 的性质

含水量 (WT%)	粒度 (目)	比重	比表面 (米/克)	pH	外观
0.5	200	3.40	8.98	6.25	红棕色

## 3 铁泥塑料的抗光、热老化，耐高、低温性能

“加固材料”是一种户外制品，要求材料具有良好

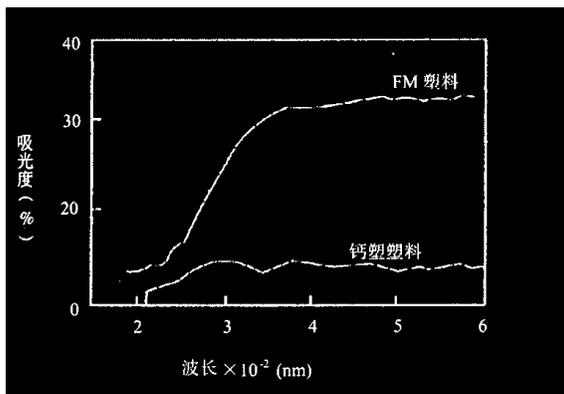


图 1 铁泥塑料的吸收光谱

表 3 铁泥塑料的热稳定性

试样	开始分解温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	最快分解温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	半失重温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )
PE 树脂	262	386	430
铁泥塑料	281	424	460

以上表明铁泥塑料具有优异的抗光、热老化性能，适于制造“加固器材”等这样的户外制品。

## 4 铁泥塑料的加工性能

铁泥具有较好的导热性，在加工时，使树脂能更

抗光、热老化性能及耐高温性能，所以，我们首先研究了铁泥对各种合成塑料光、热稳定性的影响。例如 PE, PP, PVC 等离子材料在光、热、压力等外界因素诱导下会发生氧化，热氧化反应。导致化学键断裂，使材料性能发生不可逆裂变，即所谓老化现象。铁泥对聚合物的光稳定作用主要来自 FM 中主要成份氧化铁。 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  对 300nm ~ 400nm 范围的紫外光可全部吸收，而 PE 和 PVC 等的光降解活化光谱峰出现在 300nm ~ 320nm 处，所以，加入铁泥能大量减弱 PE, PP 和 PVC 等树脂有光降解反应。图 1 是铁泥塑料和钙塑料的吸收光谱，无论对紫外光还是可见光。FM 塑料的吸光度都远比钙塑塑料高，显示 FM 优异的光吸收屏蔽作用。

从图 2 的热分析结果表明，FM 对合成树脂热分解温度有显著的提高。可提高  $20^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ （见表 3），从  $200^{\circ}\text{C}$  下的等温热失重表明铁泥塑料比钙塑塑料的失重小约一倍，而且 4 小时后，钙塑塑料分解急剧加快，相反 FM 塑料的初期分解较高，4 小时后失重曲线趋于平坦，从  $130^{\circ}\text{C}$  下 25 天抗光强度保持率也进一步证明铁泥塑料的长期稳定性比钙塑塑料高得多。

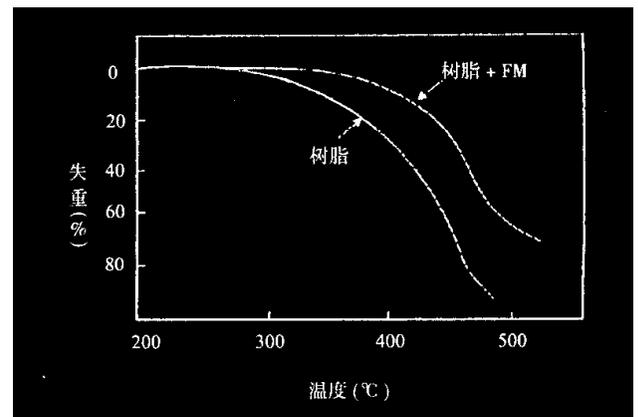


图 2 铁泥塑料的热重分析 (TGA) 空气中,  $10^{\circ}\text{C}/\text{分}$

快地与环境达到平衡。故可在较低的温度下塑化。在双辊机上塑化实验表明，铁泥塑料比树脂或钙塑材料的塑化速度快。另一方面：在加工过程中因为剪切和摩擦而生热，使树脂内局部温度大大高于加工控制温度，易产生焦化。铁泥的良好导热性又使树脂的生热趋于均一化，从而可减少树脂的焦化倾向。使塑料在更高的温度下加工也不致产生焦化现象。

这样的结果导致加工的范围变宽，从而给工业化生产操作带来了方便。铁泥塑料可在通常的塑料加工

设备上实施压塑，挤出及压延等成型工艺，铁泥塑料“加固器材”的制造工艺流程如下图 3 所示：

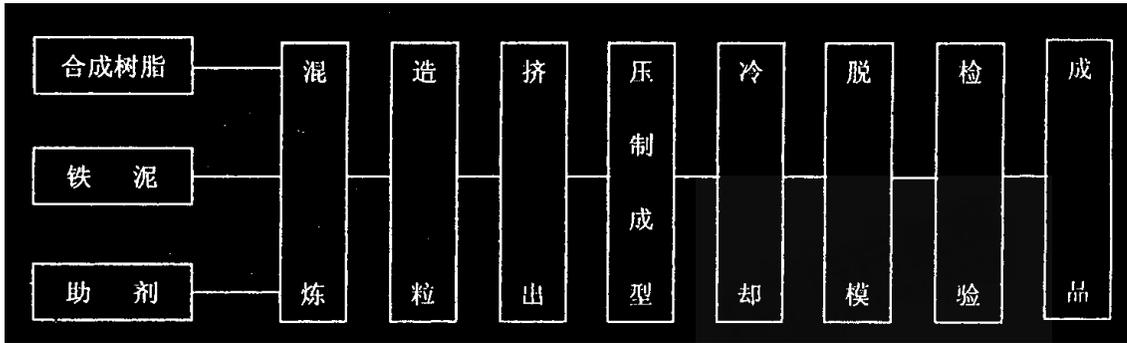


图 3 铁泥塑料制品工艺流程

## 5 铁泥塑料 (FMP) 的物理机械性能

表 4 铁泥对热塑性塑料性能的影响

性能	强度	伸长率	耐热性	耐寒性	模量	比重	收缩率	抗老化
FM 的作用	↑	↓	↑	↓	↑	↑	↓	↑

注：↑表示增大 ↓表示减少

表 4 显示在各种助剂的配合下，FM 可提高塑料的力学性能，耐热及抗光、热老化性能，减小成型的收缩率等，只要进行合理配方设计，铁泥塑料可满足多种制品的性能要求，用于加固器材铁泥塑料的物理机械性能，按国家标准测试，结果由表 5 所示

表 5 铁泥塑料物理机械性能

性能名称	加固器材设计指标	铁泥塑料实测指标
比重	1.2~1.3	1.16
吸水率 (%)	/	1.13
伸长率 (%)	/	35
拉伸强度 (Mpa)	/	12.4
压缩强度 (Mpa)	≥43	103.6
静弯曲强度 (Mpa)	≥60	81.7
冲击强度 (KT/m <sup>2</sup> )	≥24	31
维卡软化点 (°C)	51	59
脆性温度 (°C)	-30	-35

从实测得知：铁泥塑料具有优良的抗光热老化性和物理机械性能，特别适用户外制品。

## 6 铁泥塑料制品的经济效益

笔者仅从本人参加编制的 DB/5100Y2000-89 四川省标生产的，即铁道部运输局在铁路推广使用的铁泥塑料三角轮挡为例，分析说明其经济效益。

据悉，2000 年我国一年生产汽车约 160 万多辆<sup>21</sup>，按汽车产运系数 0.5 计算；(即汽车产量的一半由铁路运输到用户地点)则汽车的铁路运量约为 80 万辆，以每辆车需 4 只木质三角轮挡计算：铁路每年就需 320 万只木质三角轮挡，按铁路运输规定：每只木质三角轮挡体积为： $(1/2 (0.35m \times 0.225m \times 0.17m) = 0.00758625m^3)$ ，由于涉及运输安全，木质三角轮挡不得用有裂缝和拼接木材，成材率一般仅为 22%。即一立方米的木材只能加工 29 只木质三角轮挡，这样每年铁路运输汽车的木质三角轮挡一年需要木材约 11 万立方米，按目前四川成都市场的杉木型材价：1200 元 m<sup>3</sup> 计算。其价值人民币：1.32 亿元，而用铁泥塑料三角轮挡其价格仅为木质三角轮挡的一半，即每年可为运输货主节约：6600 万元，又为国家节约林木资源 11 万立方米，这仅仅是运输汽车一项，如果加上每年我国生产的大、小拖拉机、装载机、军事车炮及园筒形货物等运输，其经济效益就更加可观。

## 7 社会效益

由于我国的部分地区乱伐森林、植被破坏而形成的沙尘暴气候，已严重威胁首都北京及北方，乃至全国的气候，保护森林资源已是我国一项长期方针，据计算：每加工 1000 只木质三角轮挡，需要直径 28cm 的原木 23.5m<sup>3</sup>，仅每年铁路运输汽车一项就需 11 万立方米木材规格原木，而四川省 1999 年一年才生产

47.36 万立方木材<sup>[3]</sup>，这对于林木资源贫乏的我国来讲，根本无法长期供给，我们不可能花外汇长期从国外进口大量木材供其使用，因为我们大家“只有一个地球”，世界上各国生态环境是彼此相互影响的，而铁泥塑料是以两种固体废物为主要原料，可减少废弃塑料，工业废渣和砍伐森林对地球生态环境的污染破坏，又解决了其它各种填充塑料达不到的理化指标，由于铁泥塑料制品是摸压成型，便于工业化生产，比手工、半机械化生产的木质、金属等材质加固器材的生产劳动强度有很大的改善，提高生产率 6 倍以上，不单降低了生产成本，还减轻使用时的劳动量，又能确保运输安全。由于铁泥塑料制品无毒，不腐蚀、霉烂，抗老化性能好，适于长期储存，确实符合我国国情，例如：我国生产货车重要单位，湖北省：十堰市的“二汽”现就用铁泥塑料生产汽车用的附品等。综上所述，不难看出铁泥塑料制品具有明显的社会效益。

## 8 简介主要铁塑制品

8.1 铁泥铁路车辆轴颈保护帽，它保护车轴，防止损伤，安全可靠，经济适用。

8.2 铁泥塑料止轮器：本产品是一种新型的铁路车辆止轮工具，适用于 43kg/m，50kg/m，60kg/m，轨型的铁路线路，其产品几何尺寸：425mm × 96mm × 146mm，质量 2.5kg ± 0.2kg，适用温度：-35℃ ~ 59℃，在静态止轮中：用于静止停放铁路平道及 6‰ 以下坡道货车止轮，达到不溜逸。在动态止轮中：5 辆铁路一般载重货车在 10km/h 以下速度，用于溜放碾压，达到制动止轮。

8.3 铁塑轮挡，三角挡制品，这均是掩垫式走行机械及车、炮的加固器材，其理化性能好，使用安全可靠、方便、易保管储备，其制品类型见表 6。

表 6 铁塑轮挡、三角挡的规格 单位：mm

型号	长度	底宽	高度	适用轮径
0 型	152	192	127	≤ 846
I 型	168	212	112	≤ 746
II 型	213	250、290	160	≤ 1066
III 型	266	285	190	≤ 1266
通用型	350	270	180	≤ 1200
CD4 型	460	402	270	≤ 1780
铁塑三角挡	350	255	170	军用标准

※铁塑轮挡、三角挡可配合双帽钢钉、取钉器等重复多次使用。

8.4 铁塑车桥支柱：铁塑车桥支柱是供封闭轮式技术装备的支承器材，其长度可按需要的顶起高度组合，正向承压力 46KN/根，现广泛用于汽车等产品的库存封存中。

8.5 铁塑跨装轮式车辆用档木、钢轨垫片等。

## 9 结 语

现在国家向西部大开发进军号角已吹响，党中央再三强调在西部大开发中，要注意环境的保护，最近在国家制定的“十五”计划纲要中，更明确指出：“全国森林覆盖率提高到 18.20%；生态恶化趋势要得到遏制”，而铁泥塑料以利用工业废渣，废弃塑料为主要原料，其制品代替木质产品，是完全符合国家产业政策，力求做到了经济、社会、环境、效益的完美结合，我们深信，随着祖国西部大开发，铁泥塑料制品会进一步得到拓展，为我国环境保护与国民经济的可持续发展作出应有的贡献。

## 参考文献

- [1] 解放军驻成铁局军代处技术处，成都铁路局科研所，货运处，中科院成都有机化学所，资中塑料厂，铁泥塑料三角木研制报告[R]，1990。
- [2] 钟胜光，朱华，面对加入 WTO 发展我国汽车产业对策分析[J]，汽车工业研究，2000(4):17-18。
- [3] 国家林业局主编，2000 年中国林业发展报告[R]，北京：中国林业出版社，2000 98-99。