



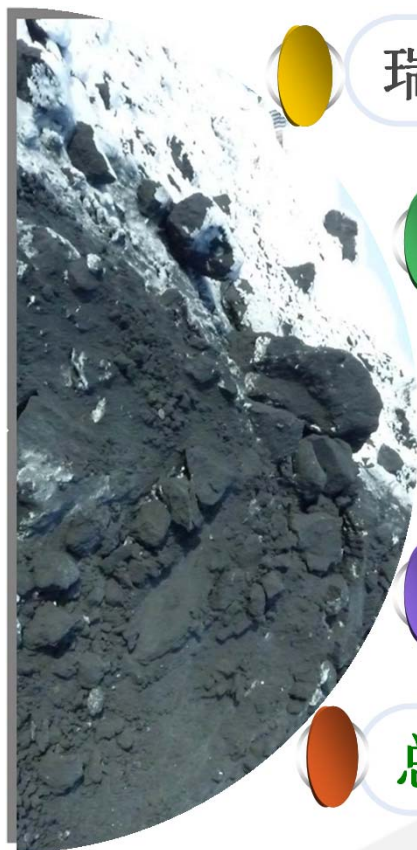
MagniF — Polymer and Rubber Filler

力矿磁粉

橡塑用多功能填料

LKAB Minerals
瑞典力矿矿业集团

内容提要



瑞典力矿矿业集团公司

天然磁铁矿及其精细产品-磁粉

磁粉的产品特性

磁粉的应用

总结



公司简介

1890年 LKAB公司成立
开始于瑞典北部开采铁矿

1976年 政府全资收购
瑞典财政部成为唯一股东

2012年 发展成为综合矿业集团

- ❑ LKAB铁矿石产量占欧洲产量的90%
- ❑ 除铁矿之外，亦开采生产云母，矿物阻燃剂等其它工业矿物
- ❑ 4000名员工分布于14个国家
- ❑ 2012年销售额：瑞典克朗SEK 26.97 billion （= 40亿美金）





公司简介-磁铁矿

- ❑ 产地：瑞典自有矿区（位于北极圈内）
- ❑ 储量：Kiruna 矿区 4公里长
(从地面至地下 2000米)
- ❑ 自动化粉体加工厂：瑞典
- ❑ 在中国备有大型仓储



PERFORMANCE IN IRONMAKING



公司简介-天然磁铁矿

神奇的磁铁矿： Fe_3O_4 (含量98.5%)



天然磁铁矿特性

神奇的磁铁矿

- ❑ 天然的铁氧化物 (Fe_3O_4)
- ❑ 化学组成为72.4%的铁元素和27.6%的氧元素
- ❑ 等边八棱形晶型 ($\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}\text{O}_4$)
- ❑ 不透明，黑色金属光泽至哑光光泽
- ❑ 化学性质高度稳定（酸类除外）
- ❑ 密度高达 $5.1\text{g}/\text{cm}^3$
- ❑ 导热并且导电
- ❑ 对微波和X射线具有吸收能力
- ❑ 优异的可回收利用特性
- ❑ 具有铁磁性



天然磁铁矿用途

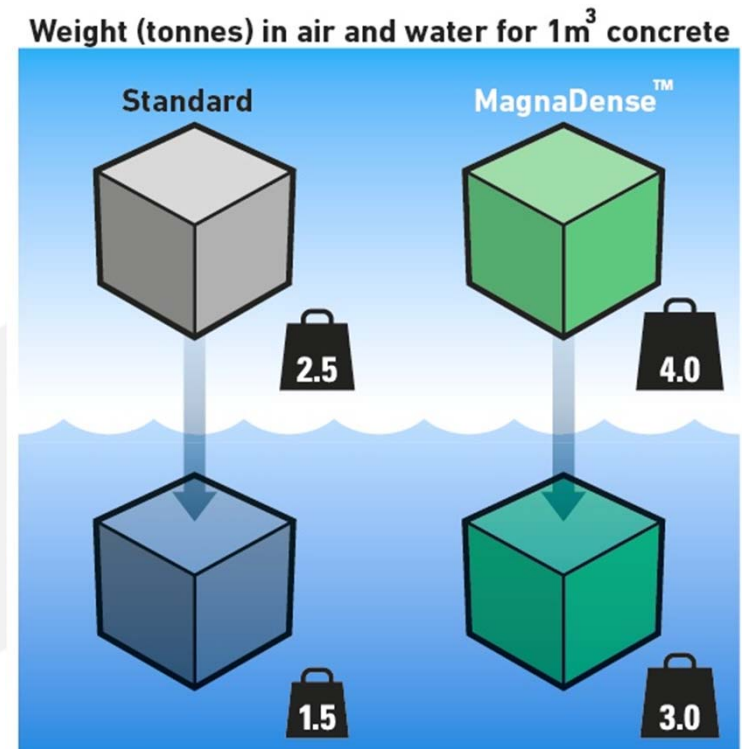
MagnaDense 磁铁矿

□ 使用MagnaDense磁铁矿可制得密度达 $3.9\text{t}/\text{m}^3$ 的混凝土，
密度比普通混凝土高60%

□ MagnaDense的典型应用如：

- 锚块、锁墩
- 防波堤
- 建筑物地基
- 沉箱、沉井的压舱物
- 衡重物、砝码
- 抗浮力管道的涂料
- 辐射屏蔽
- 消音与减震

MagnaDense 磁铁矿年销量为 500,000吨





MagniF磁粉-磁铁矿的精细研磨产品

- ❑ 天然磁铁矿 Fe_3O_4 (98.5%) 经研磨而成的优异磁粉
- ❑ 商品名MagniF的精细粒径规格，定位于聚合物改性用途
- ❑ 用于塑料、橡胶和涂料的高密度 ($5.1\text{g}/\text{cm}^3$) 填料
- ❑ 在LKAB力矿集团瑞典工厂进行研磨、筛选、干燥和包装
- ❑ 四种粒径产品 - MagniF 10, 25, 50,150
其中MagniF 10F, 25F获得食品接触认可
- ❑ 规格名称中的数字部分，代表该规格的平均粒径(μm)
- ❑ 所有MagniF规格都经过预干燥，包装:20kg, 25kg, 1000kg

磁粉的特性

- ❑ 高密度(5.1g/cm^3)
- ❑ 顺磁性
- ❑ 可吸收电磁辐射及X射线
- ❑ 在聚合物复合材料中导电、导热效果
- ❑ 对微波的适应性(吸收微波转化热能)

磁粉的特性

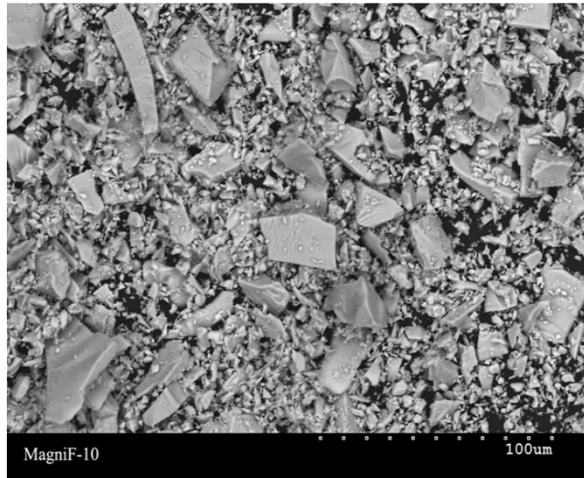
适用于聚合物的理想高密度填料

- ❑ **粒径：** 无粉尘、无大粒径颗粒
- ❑ **形状：** BET比表面积低 (=> 球形)
- ❑ **外观：** 表面光滑、化学惰性
- ❑ **密度：** >>聚合物的常规密度 1g/cm^3

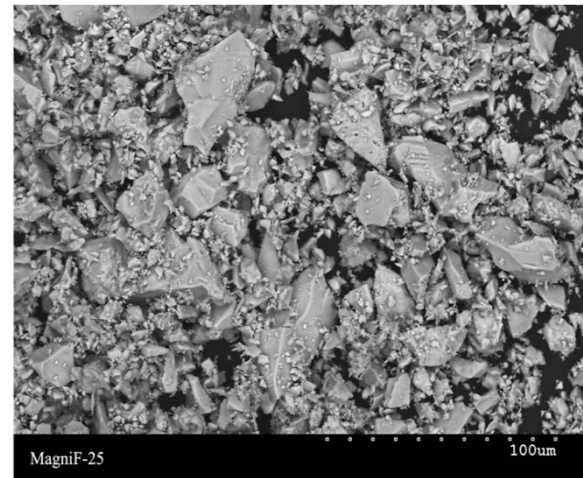
磁粉的形态

MagniF的SEM扫描电镜照片

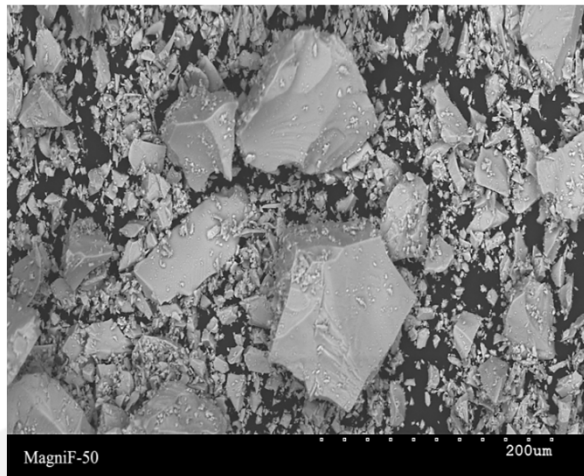
MagniF 10



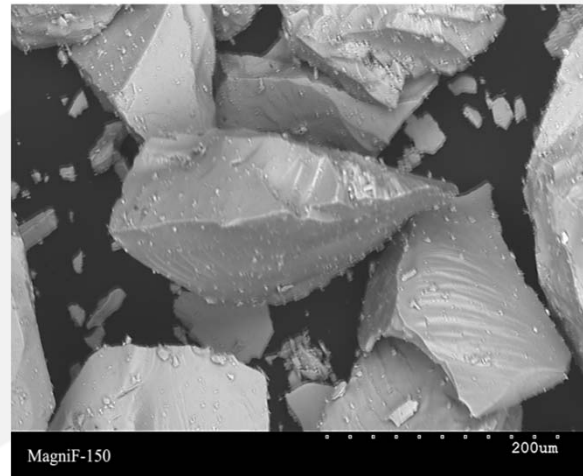
MagniF 25



MagniF 50



MagniF 150



磁粉的规格

不同MagniF规格的主要参数

产品规格	产地	PSD粒径分布		BET比表面积 (m ² /g)
		最大粒径(um)	中位粒径D ₅₀ (um)	
MagniF 10 (F)	瑞典	41	18	0.65
MagniF 25 (F)	瑞典	70	20	0.73
MagniF 50	瑞典	175	76	0.19
MagniF 150	英国	195	150	0.11

- ❑ 共混材料的机械性能主要依赖于最大粒径
- ❑ 磁学性能主要依赖于平均粒径 (D₅₀)
- ❑ 流变和加工性能主要取决于比表面积



磁粉的规格

MagniF 10

- 粒径最细规格，针对挤出用途
- 外观质量好，机械性能优

MagniF 25

- 适用于注射成型的标准规格
- LKAB最早应用于聚合物中的规格

MagniF 50

- 相对较大的粒径分布
- 替代其它高比重填料的经济规格

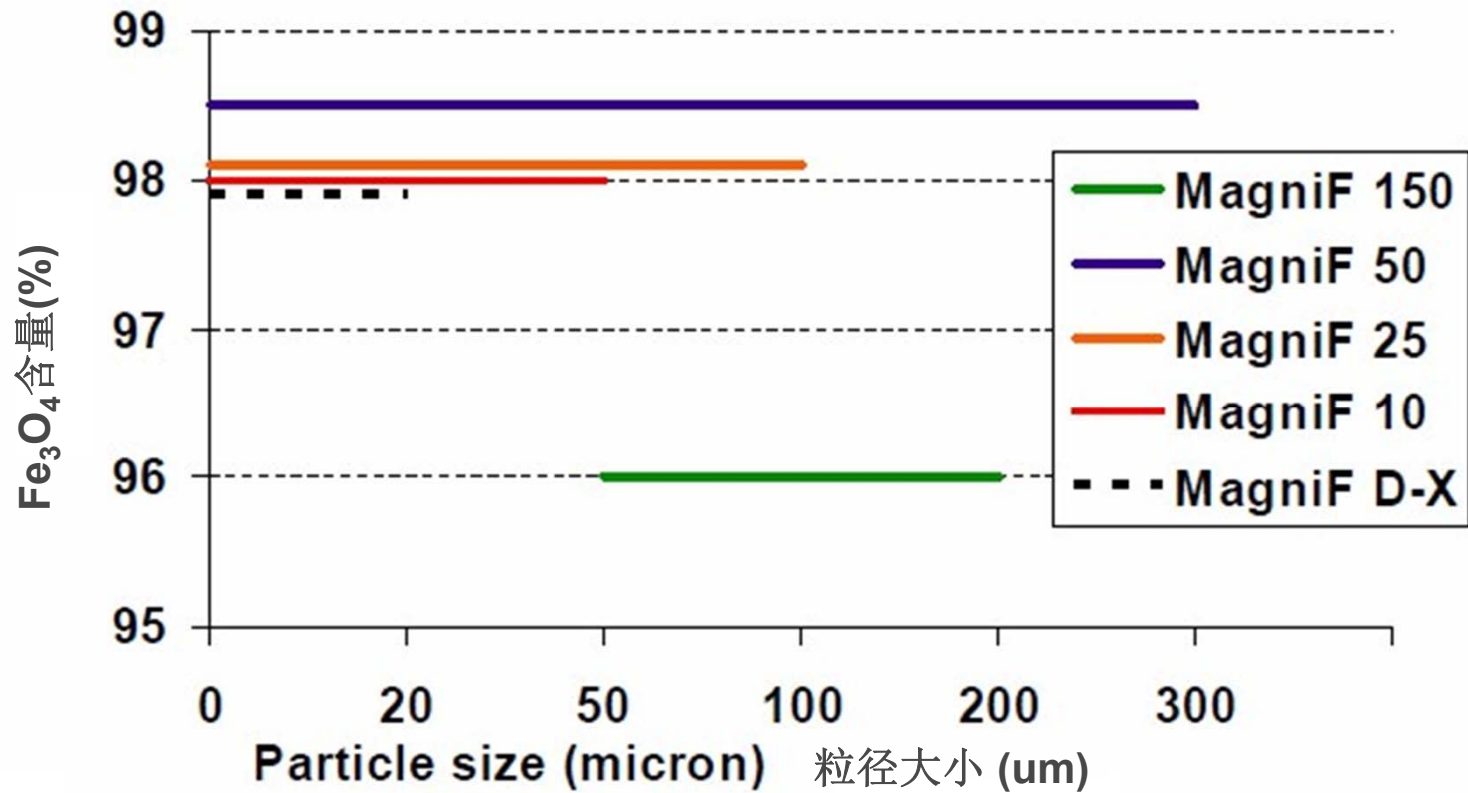
MagniF150

- 用于消音减震用途而特别开发的规格
- 细颗粒含量低



磁粉的规格

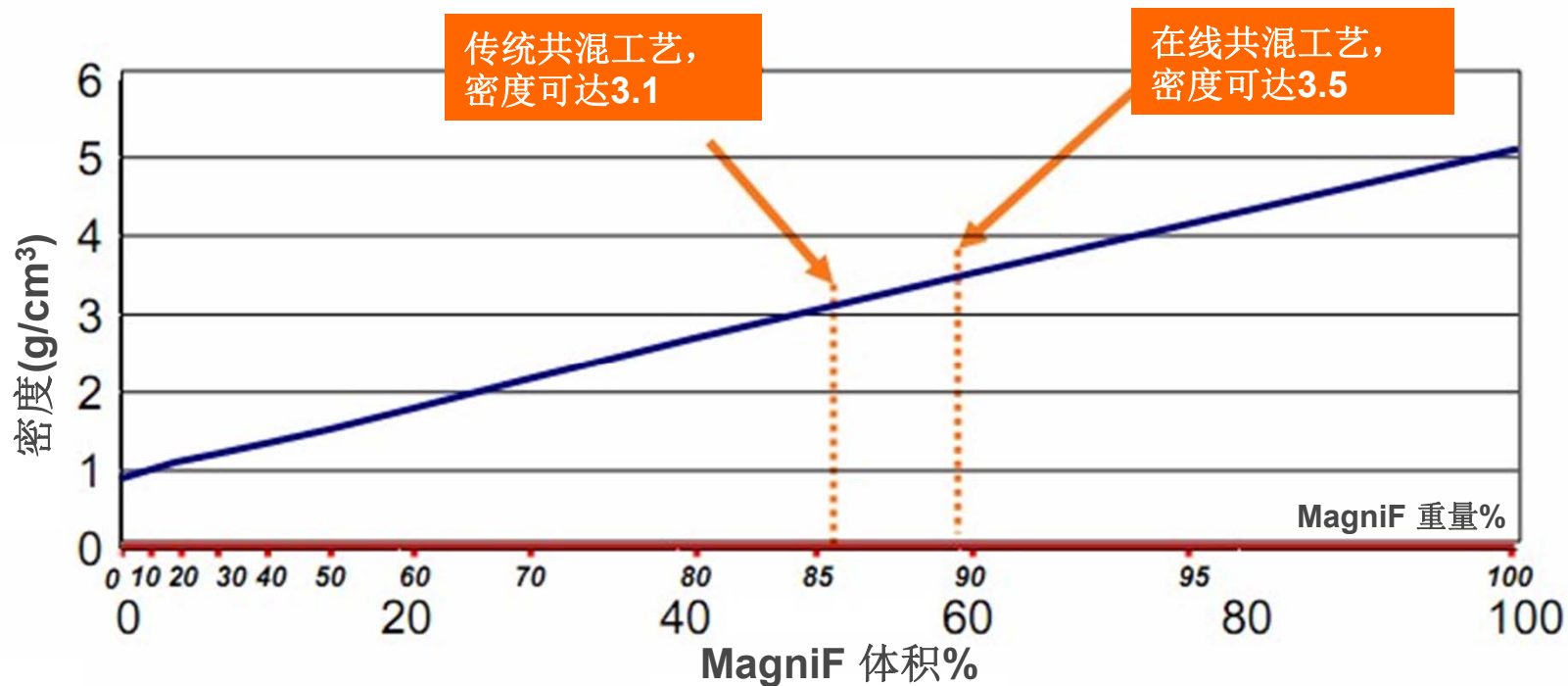
不同MagniF规格中 Fe_3O_4 含量



磁粉的密度

MagniF磁粉: 密度 5.1 g/cm^3

塑料改性中添加MagniF的密度变化情况 - PP中MagniF的重量%含量和体积%含量





磁粉的导热性

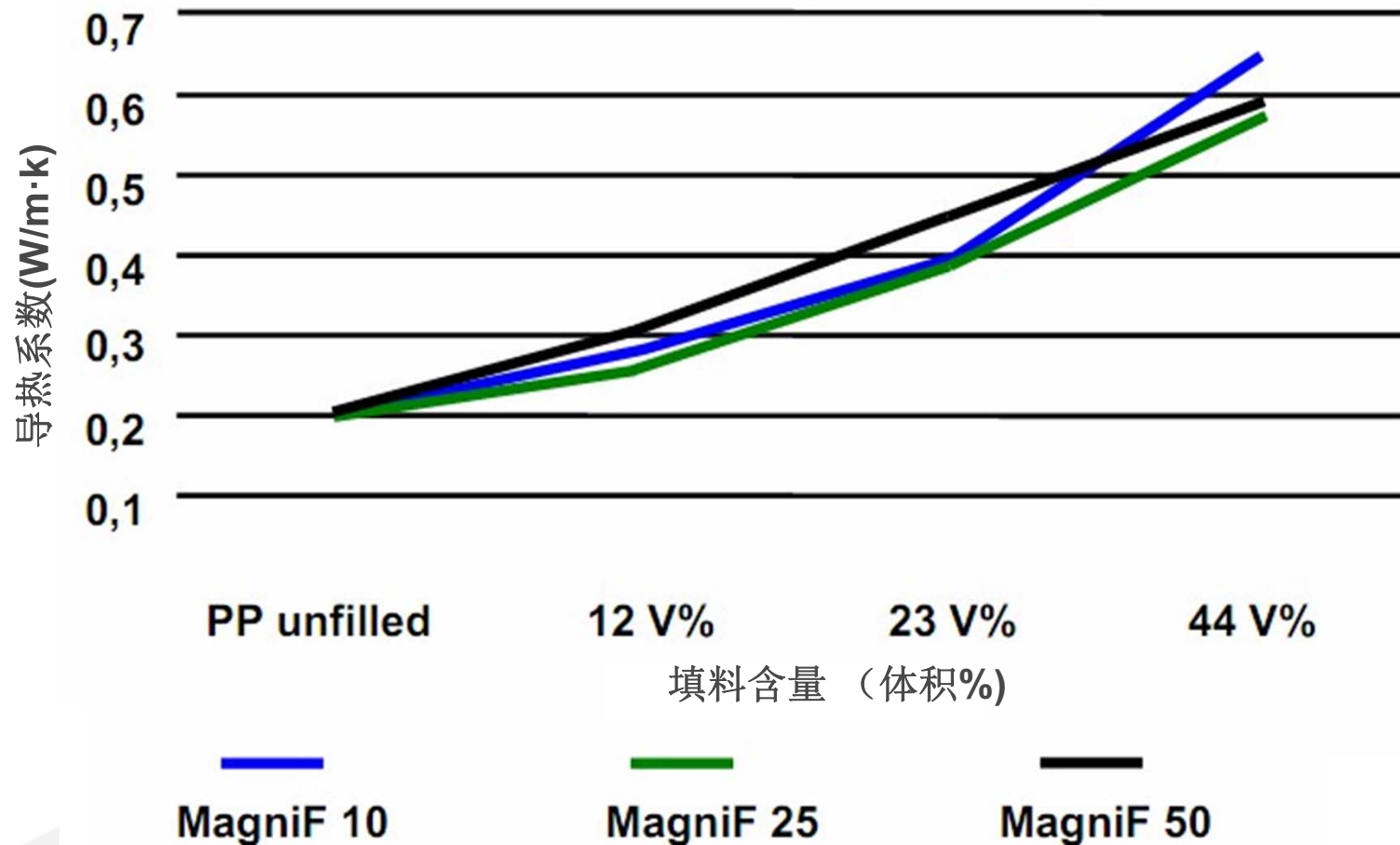
MagniF: 高导热性填料

由此带来加工中的优势:

- 成型周期短
- 壁厚部位冷却更均匀，无空穴气泡

磁粉的导热性

PP/MagniF复合材料的导热性能



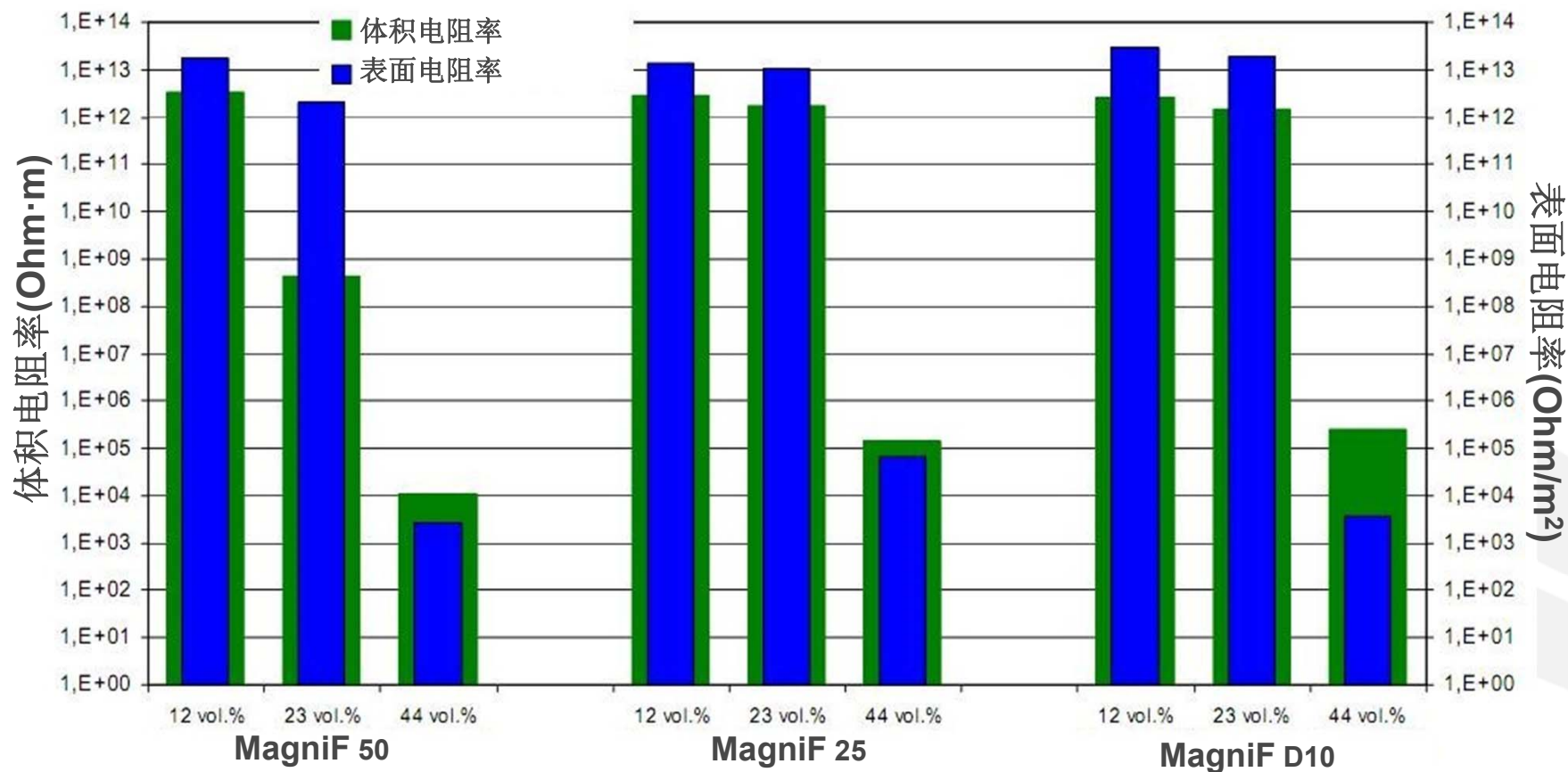
磁粉的电性能

MagniF: 导电性填料

- 当MagniF填料粒子相互接触并形成导电通路时(浸透效应), 复合材料将变成导电性的
- 浸透效应点: 体积分数>33% (72重量%)
- 该导电性可以胜任抗静电ESD类型的应用, 但不适合于抗电磁干扰EMI用途

磁粉的电性能

MagniF填充共聚PP复合材料的导电性能 – 电阻率





磁粉的磁性

磁铁粉属于通常所说的“铁磁性”材料
= 能受磁场吸引，但不具有永久磁性！

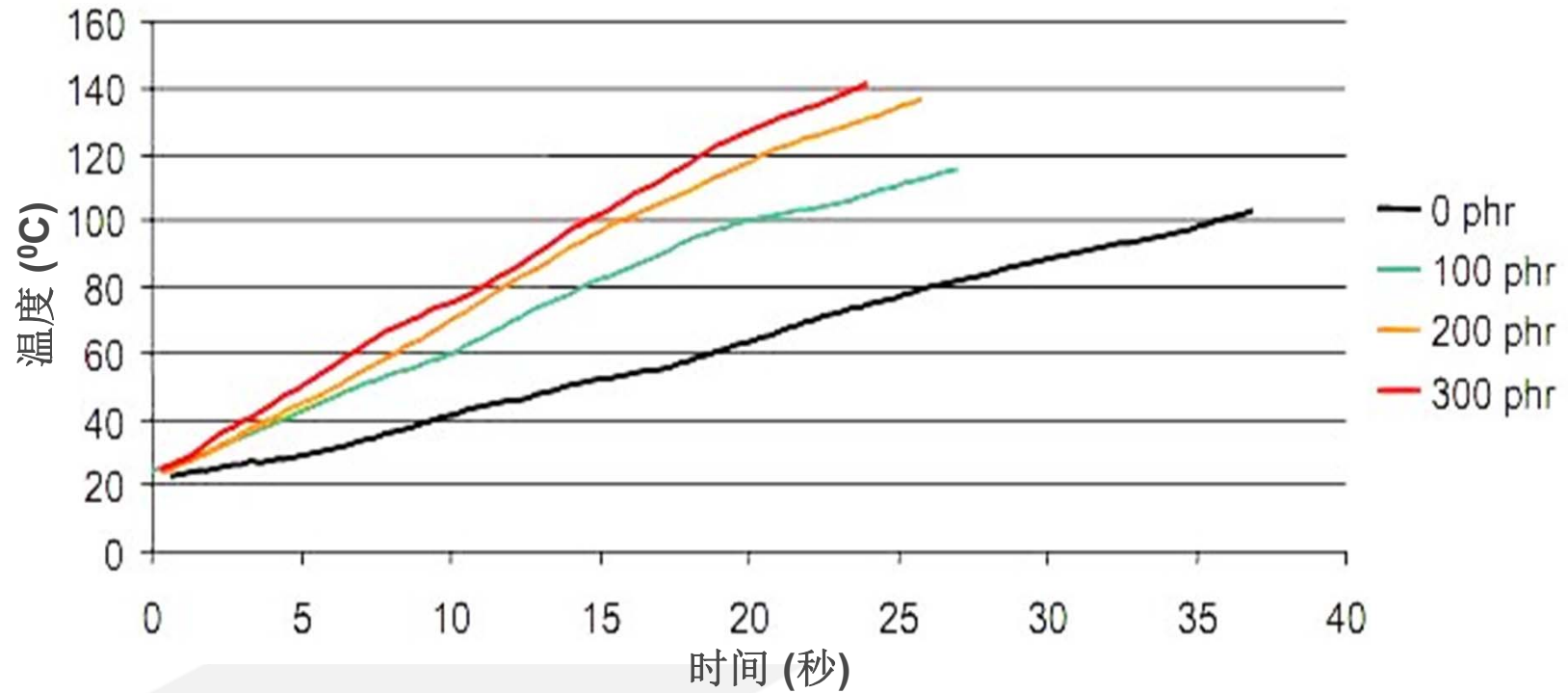
填充了高含量MagniF磁粉的聚合物，表现出铁磁性材料的行为

应用： 检测探测
 自动处理
 快速分拣

磁粉的微波适应性

磁粉：可用微波加热

MagniF/NR复合材料的微波适应性





磁粉的加工

MagniF – 可采用所有常规热塑性塑料的各种加工工艺：

注塑成型

-挤出

-注塑改性(注塑时候添加)

-吹塑

-喷涂

-流延

-布斯连续捏炼

磁粉的加工

来自注塑/材料改性厂商的反馈:

- ❑ 易于使用，无加工问题
- ❑ 在众多热塑性塑料和橡胶中都可以使用，且无需进行表面处理或加入相溶剂
- ❑ 共混过程中易于分散，可实现高填充
- ❑ 对粘度(流动性)影响很小，甚至在高填充下也是如此
- ❑ 冷却速度快，成型周期短

磁粉的加工

在线共混

- 新兴的加工工艺
- 将共混过程和注塑成型结合
- 在大批量生产时可获得大幅的成本节约
- 非常适合对MagniF的加工工艺
- 非常高的填充量下可实现高密度：PP可达3.5，PA可达3.8
- MagniF填充PP可制造洗衣机用厚壁大尺寸增重部件
- 其他应用也在开发中

磁粉的加工

加工MagniF时需考虑的一般要点：

粉体密度高 – 料斗不宜装料过多

□MagniF颜色为灰黑色

□莫氏硬度5.5 –6，在加工中应使用经足够硬化处理的螺杆和料筒

□磨损研究表明：在相同的体积填充比情况下，磁粉对设备的磨损小于玻纤，而与硫酸钡相近

磁粉的加工

MagniF回收利用

加工过程中**MagniF**的结构不发生变化
故而材料易于回收利用而不损失性能

Volvo沃尔沃汽车公司研究结果:

MagniF填充材料制成的部件，在使用寿命结束后用于炼钢炉

与其它填料(白云石、重晶石)填充的塑料部件相比:

能量值高

灰份残余物 Fe_2O_3 可用于炼钢 (其余填料灰份残余损害钢的质量)



磁粉的应用

- 塑料改性
- 磁性复合材料
- 导热抗静电复合材料



磁粉的应用

MagniF的特性、功能及应用示例

特性	功能	应用示例
高密度(5.1g/cm ³)	消音和减震	汽车部件、高比重管件
顺磁性	柔性磁材	磁性胶带、磁性塑料、磁性橡胶和磁性涂料等
吸收电磁辐射	抗静电ESD复合材料	MRT平均辐射温度计外壳
导电性	抗静电ESD复合材料 可电镀复合材料	家居部件接头
导热性	导热性复合材料	LED灯部件 快速成型制品和厚壁制品
微波适应性	吸收微波转换为热能	可微波加热的复合材料制品 微波热空气硫化橡胶制品



塑料改性-高密度降噪应用

材料: MagniF 10

应用: 空气循环系统用玻纤增强PP/PA

汽车厂商: BMW, Volvo, GM,...

使用MagniF10理由:

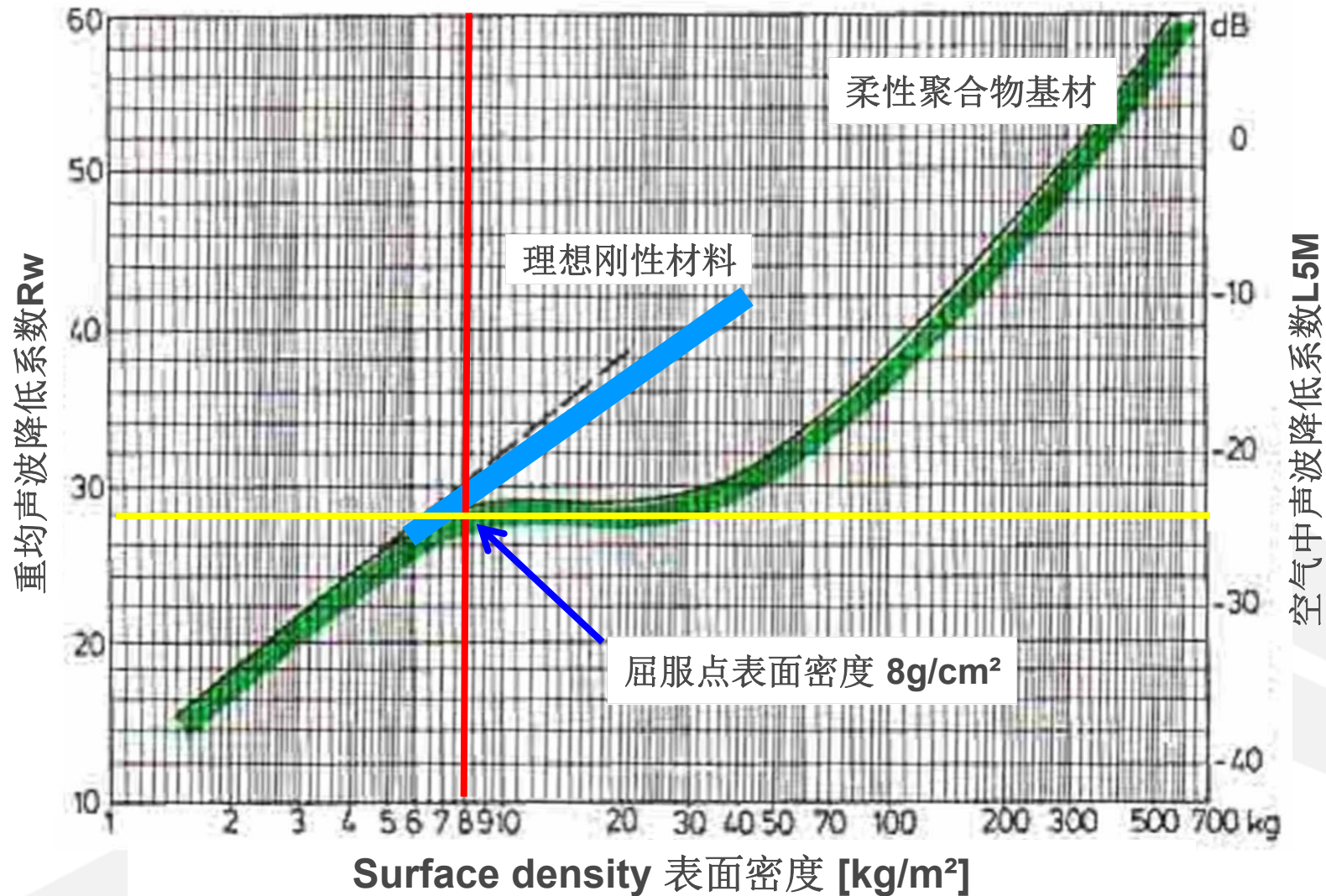
- 高密度复合材料
- 最佳的机械性能
- 可在注塑成型中直接加入



最终用户: **BMW**

80wt% MagniF10填充PP复合材料

吸音性能：刚性材料与聚合物基复合材料





MagniF磁粉与重晶石填充复合材料最优密度比较

表面密度: 8 mg/cm³ [= 8 kg/m²]

复合材料: 80%填料 + 10%碳纤维 + 10%聚合物树脂

填料类型	复合材料密度	厚度
MagniF 10 (F)磁粉	3.3 g/cm ³	2.5 mm
Baryte 重晶石	3.0 g/cm ³	2.8 mm



MagniF磁粉相比重晶石主要优点

- ❑ 体积和聚合物用量减小10% - 15%
- ❑ 可以不经共混改性，直接计量称重使用
- ❑ 使得制造更大制品和结构更复杂的产品成为可能
- ❑ 更低的原材料成本 (聚合物树脂)
- ❑ 由于更高的热传导性能，缩短了注塑成型周期



MagniF 10 用于吸音泡棉

□ 应用：汽车用发泡PP

- 基于同一标准配方，可生产不同泡孔尺寸和柔软度的泡沫
- 吸音频率可调节

□ 选择MagniF 10理由：

- 适于发泡的最佳粒径
- 最佳性价比
- 相比重晶石(BaSO_4)更高的密度，更少的聚合物用量



MagniF 10 用于高密度包装材料

应用：化妆品包装、容器

基于PP或PA6的MagniF 10填充复合材料

选择**MagniF 10**理由：

- 相比重晶石(BaSO_4)更高的密度和更少的聚合物用量
(聚合物树脂更多的自由体积，更好的加工性能和机械性能)
- 可进行电镀装饰
- 成本远低于钨系填料



MagniF 150 用于xPMMA基材垫片

应用：交联PMMA(xPMMA)基材垫片

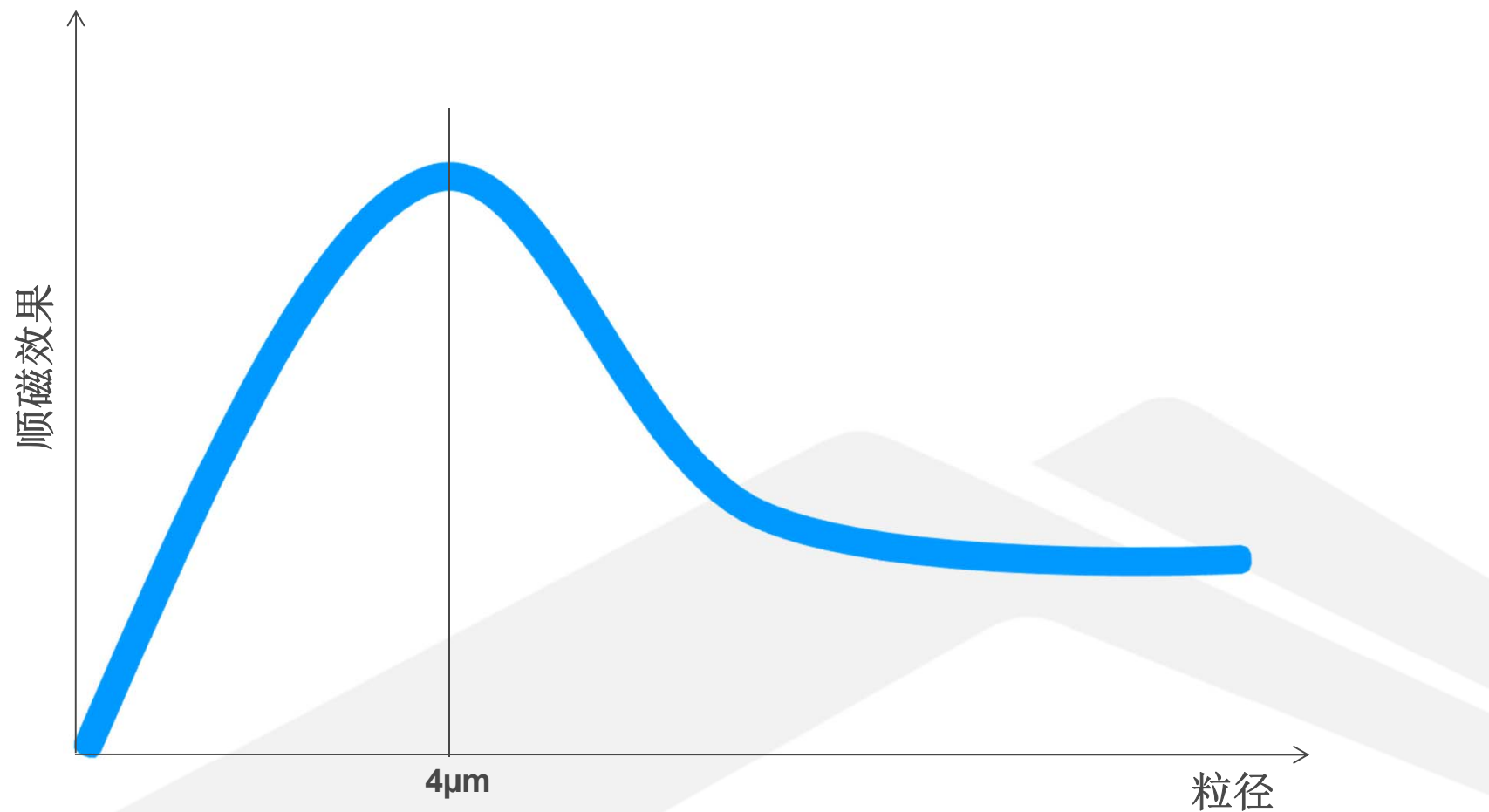
材料：MagniF 150

选择MagniF 150理由：

- 由于粒径分布和密度原因，相比其他任何填料更好的加工性能



MagniF用作磁性填料





MagniF 10 / 25 / 50 用作磁性填料

顺磁性复合材料需要在填充量和填料粒径之间，选择合适的平衡点!

规格	顺磁性	填充量	表观	机械性能
MagniF10 (F)	一般	80%	好	好
MagniF 25 (F)	好	60%	粗糙	一般
MagniF 50	好	25%	很粗糙	弱



MagniF 25 / 50用作磁性填料

应用：具有顺磁性的塑料、橡胶、涂料及粘合薄膜等

材料：MagniF 25, MagniF 50

选择MagniF 25/50的理由：

在不同基材中具有最佳的磁学性能

—替代产品：合成磁粉



MagniF 10F和25F应用

MagniF的应用:

- 食品工业结构部件的标识物
- 饮用水应用
- 微波炉用碟盘
- 顺磁型(磁吸性)玩具
- 食品包装
- 食品接触级的磁性材料，如冰箱门封等



磁性涂料



- MagniF磁粉具有优异的铁磁性
- 作为一种铁磁性的材料，MagniF磁粉能受磁场吸引，但不具有永久磁性
- 在塑料行业已经证实，MagniF填充的聚合物可用作铁磁性材料

磁性涂料



- ❑ LKAB力矿集团针对用于吸附轻质儿童玩具的涂料中，MagniF磁粉的表现进行过研究
- ❑ 研究范围包括：MagniF最合适规格的选择、所需填料添加量、涂料的工艺操作性，以及可达到的磁吸力
- ❑ 并将实验室制备的涂料，与市场上销售的磁性涂料进行比较。
W1为对儿童环保的水基磁性涂料，S1为黑板用溶剂型磁性涂料

磁性涂料

样品	磁粉/基材比值	固含量 (重量%)	工艺 操作性	外观	上面漆前 磁性强度	上面漆后 磁性强度
W1	-	58	容易	较光滑	好	大幅下降
S1	-	72	容易	有刷痕	好	可
胶乳基材	0:100	55	-	-	-	-
基材 +20%磁粉	20:80	65	容易	较好	较低	非常低
基材 +30%磁粉	30:70	69	容易	较好	好	好
基材 +40%磁粉	40:60	74	容易	较好	好	好
基材 +50%磁粉	50:50	78	容易	尚可	很好	很好
基材 +60%磁粉	60:40	83	较易	刷痕	很好	很好
基材 +70%磁粉	70:30	87	困难	较差	很好	很好



磁性涂料

配方示例

组份	含量 (重量%)
水	23.08
纤维素基增稠剂	0.42
氨水	0.10
消泡剂	0.12
抗菌剂	0.25
凝聚剂	0.65
粘合剂 (55%含量的VA水溶液)	15.38
MagniF 25磁粉	60.00
合计	100.00



总结:

- ❑ 磁粉在诸多应用领域有着广泛用途，从辐射屏蔽直至塑料改性用途
- ❑ 力矿集团进行的一系列开发项目，确保各个规格最合适用于各种配方
- ❑ 力矿集团磁粉系列，可提供最精细粒径产品
- ❑ MagniF 10, 25, 50是适用于塑料吸音减震和磁性用途的多功能填料
- ❑ MagniF在加入水性涂料配方中，可制得磁吸性涂层

**MagniF,
Multifunctional Fillers for Diversity !**

