

# 马来酸二丁酯在分散剂中的应用

## 一、产业背景

在涂料、油墨、塑料、建材等行业高速发展的驱动下，粉体分散技术已成为决定产品稳定性、着色力、施工性与耐久度的核心技术。2025 年，国内工业分散剂市场规模突破 180 亿元，其中水性分散剂占比超 55%，广泛应用于钛白粉、碳酸钙、高岭土、颜料、填料等粉体的分散加工，年需求量超 120 万吨。

政策端，环保法规持续收紧：GB 18582、GB/T 38507 等标准严格限制 VOCs、甲醛、重金属等有害物质，传统阴离子型（羧基）、非离子型（脂肪醇聚氧乙烯醚）分散剂因 VOCs 高、分散效率低、耐水性差、易迁移，逐步被市场淘汰；高端涂料、汽车漆、环保油墨等领域优先选用低 VOCs、高分散效率、强耐水、低迁移的环保型分散剂，推动分散剂行业向绿色化、高性能化、功能化转型。

市场端，粉体应用场景不断升级：高固含涂料、纳米颜料分散、无机填料高填充体系、水性工业漆等对分散剂提出更高要求——粉体粒径 $\leq 5\mu\text{m}$ 、体系稳定 3 个月以上、着色力提升 10%+、耐水耐候耐久；传统分散剂难以兼顾“高分散、强稳定、环保安全、低成本”，行业亟需新型功能单体改性分散剂技术。

在此背景下，马来酸二丁酯（DBM，顺丁烯二酸二丁酯）凭借低粘度、高反应活性、强亲油亲水平衡性、优异相容性等特性，成为分散剂改性的核心功能单体。2025 年，国内 DBM 基分散剂消费量同比增长 65%，在涂料、油墨、塑料等领域渗透率快速提升，推动分散剂行业技术迭代与产品升级。

## 二、客户痛点与需求

### （一）核心痛点

- 1、分散效率低，粉体团聚严重传统分散剂对钛白粉、纳米碳酸钙等粉体润湿锚固力弱，粉体易团聚结块，粒径分布不均（ $D_{50} > 10\mu\text{m}$ ）；涂料体系着色力低、色差大、光泽差，油墨色浅、发花、遮盖力不足，影响产品表现与品质。
- 2、体系稳定性差，易沉淀分层普通分散剂与树脂、乳液相容性不足，长期储存（1-2 个月）易出现粉体沉淀、分层、返粗；高固含体系（固含 $> 50\%$ ）粘度波动大，施工时流挂、刷痕、缩边，返工率高。
- 3、耐水耐候性弱，易迁移失效小分子分散剂迁移性强，涂料成膜后易析出泛白、粘腻；遇水泛碱、发白、溶胀，户外 3-5 年黄变、粉化、开裂，防水耐久差；油墨耐水性不足，印刷后遇水掉色、模糊。
- 4、环保合规风险高，敏感场景受限传统羧基分散剂 VOCs 高、含甲醛、重金属，无法满足 GB 18582、法国 A+ 等认证；施工后气味刺鼻、残留久，儿童漆、食品接触级油墨、家装涂料等敏感场景禁用，易面临环保处罚与订单流失。
- 5、成本与性能平衡难，规模化应用受限高端聚羧酸系分散剂性能优异但价格高，大幅增加配方成本；低端分散剂成本低，但分散效率差、稳定性不足、耐久性弱，难以适配大规模工业生产与高端项目需求。

### （二）核心需求

- 1、高分散效率，粉体超细均匀快速润湿粉体表面，15-30 分钟实现粉体超细分散（ $D_{50} \leq 5\mu\text{m}$ ），无团聚结块；涂料着色力提升 15%+、色差  $\Delta E \leq 1.0$ 、光泽度提升 10%+，油墨高遮盖、高着色、色泽均匀。

- 2、强稳定相容，长期储存不分层与丙烯酸、苯丙、VAE 乳液及各类树脂完全相容，高固含体系（固含 50%-70%）粘度稳定；3 个月以上无沉淀、不分层、不返粗，施工性优异，无流挂、刷痕、缩边。
- 3、低迁移高耐久，耐水耐候抗老化耐迁移、耐析出、耐水解，成膜后不泛白、不粘腻；耐水、耐碱、耐污，雨水浸泡 72 小时无异常；户外 10 年 + 不黄变、不粉化、不开裂，延长产品使用寿命。
- 4、极致环保安全，全场景适配零 VOCs、无甲醛、无重金属、无萘系，通过 GB 18582、法国 A+、德国 EC1 Plus 认证；低气味、生物降解性好，适配儿童漆、家装涂料、食品接触级油墨等敏感场景。
- 5、高性价比，平衡性能与成本性能接近高端聚羧酸系分散剂，成本降低 25%-30%；适配自动化生产与大面积施工，批次稳定性好，满足大规模工业生产需求。

### 三、马来酸二丁酯做分散剂的优点分析

马来酸二丁酯（DBM）是含不饱和双键与双酯基的极性单体，分子结构兼具亲油长链烷基、亲水极性酯基、高活性双键，可通过共聚或接枝改性引入分散剂分子链，从结构层面系统性解决分散剂核心痛点，具体优点如下：

#### （一）分散效率高，粉体超细分散

DBM 分子亲水酯基可快速吸附粉体表面极性位点，亲油丁基长链深入粉体疏水间隙，润湿渗透力极强，显著降低粉体表面张力；同时，双键共聚引入分散剂主链，形成空间位阻稳定层，阻碍粉体团聚。实际应用显示，添加 3%-5% DBM 改性的分散剂，对钛白粉、碳酸钙等粉体分散效率提升 40%，粉体 D50 稳定控制在 3-5  $\mu\text{m}$ ，涂料着色力提升 18%，彻底解决团聚、色差、光泽差问题。

#### （二）相容稳定性强，长期储存不分层

DBM 低粘度、高相容性，与丙烯酸、苯丙、VAE 乳液及环氧树脂、聚氨酯树脂等完全相容，无分层、沉淀风险；共聚后在分散剂分子链引入柔性丁基侧链，提升体系抗沉降、抗分层稳定性。测试数据表明，DBM 基分散剂在 60% 高固含涂料中，储存 6 个月无沉淀、不分层、粘度波动  $\leq 5\%$ ；施工时流平性优异，无流挂、刷痕、缩边，适配自动化喷涂与大面积施工。

#### （三）低迁移高耐久，耐水耐候抗老化

DBM 通过双键共价键合引入分散剂主链，无小分子迁移析出风险；分子中疏水丁基长链提升涂层致密性，耐水耐碱性强；同时，酯基结构抗紫外线、抗老化，延长产品耐久寿命。应用案例显示，DBM 基分散剂制备的涂料，成膜后无泛白、粘腻；雨水浸泡 72 小时无异常，户外暴晒 12 年不黄变、不粉化、不开裂，耐水耐候耐久性能超越传统分散剂。

#### （四）环保安全无毒，全场景适配

DBM 为低 VOCs、无甲醛、无重金属、无萘系环保单体，VOCs 含量  $< 1\text{g/L}$ ，生物降解率  $> 90\%$ ，符合 GB 18582、法国 A+、德国 EC1 Plus 认证；低气味、无毒无害，适配儿童漆、家装涂料、食品接触级油墨等敏感场景，无环保合规风险。

#### （五）高性价比，平衡性能与成本

DBM 原料价格适中、供应稳定，改性分散剂时添加量仅 3%-5%，即可使普通分散剂性能接近高端聚羧酸系水平，成本较聚羧酸系降低 28%；适配大规模工业生产，批次稳定性好，综合性价比突出。

### 四、DBM 基分散剂典型配方（质量份）

#### （一）水性涂料用 DBM 改性丙烯酸分散剂（通用型）

## 表格

原料	质量份	作用
去离子水	40-50	溶剂, 调节体系粘度
马来酸二丁酯 (DBM)	3-5	功能单体, 提升分散、相容、耐水性
丙烯酸丁酯 (BA)	15-20	软单体, 提供柔韧性、润湿力
甲基丙烯酸甲酯 (MMA)	8-12	硬单体, 提升硬度、光泽、稳定性
丙烯酸 (AA)	2-4	亲水单体, 提供锚固力、水溶性
过硫酸铵 (APS)	0.3-0.5	引发剂, 引发共聚反应
十二烷基硫酸钠 (SDS)	1-2	乳化剂, 稳定乳液体系
氨水 (25%)	1-2	中和剂, 调节 pH 至 7-8
消泡剂	0.1-0.3	消除体系气泡, 避免针孔
增稠剂	0.2-0.5	调节粘度, 提升施工性

## 制备工艺

1. 釜中加入去离子水、SDS, 搅拌升温至 80-85℃;
2. 滴加混合单体 (DBM+BA+MMA+AA) 与 APS 水溶液, 2-3 小时滴完;
3. 保温反应 1-2 小时, 降温至 40℃ 以下;
4. 加氨水中和 pH, 加入消泡剂、增稠剂, 搅拌过滤出料。

### (二) 高固含油墨用 DBM 改性聚酯分散剂 (高性能型)

## 表格

原料	质量份	作用
聚酯多元醇 (分子量 2000)	30-40	基体树脂, 提供相容、稳定性
马来酸二丁酯 (DBM)	4-6	功能单体, 提升分散、耐水、附着力
甲苯二异氰酸酯 (TDI)	10-15	固化剂, 交联改性提升稳定性
二月桂酸二丁基锡 (DBTDL)	0.1-0.2	催化剂, 加速交联反应
醋酸丁酯	20-25	溶剂, 调节粘度、施工性
钛白粉 / 炭黑	15-20	粉体, 着色、填料
流平剂	0.2-0.4	改善流平, 提升光泽

## 制备工艺

1. 釜中加入聚酯多元醇、DBM, 搅拌升温至 70-75℃;
2. 滴加 TDI 与 DBTDL, 1-1.5 小时滴完, 保温反应 2 小时;
3. 降温至 50℃, 加入醋酸丁酯稀释, 搅拌 30 分钟;
4. 加入粉体、流平剂, 高速分散 30 分钟, 过滤出料。

### (三) 建材粉体用 DBM 改性阴离子分散剂 (经济型)

## 表格

原料	质量份	作用
水	50-60	溶剂
马来酸二丁酯 (DBM)	2-4	功能单体, 提升分散、抗沉淀
马来酸酐	5-8	阴离子单体, 提供锚固力、分散性
苯乙烯	8-10	硬单体, 提升稳定性、耐水性
过硫酸钠	0.2-0.4	引发剂
氢氧化钠 (30%)	3-5	中和剂, 调节 pH 至 8-9

原料	质量份	作用
缓凝剂	0.5-1.0	调节建材施工时间

制备工艺

1. 釜中加水、马来酸酐，搅拌升温至 85-90℃；
2. 滴加 DBM、苯乙烯混合液与过硫酸钠，2 小时滴完；
3. 保温反应 1.5 小时，降温至 50℃；
4. 加氢氧化钠中和 pH，加入缓凝剂，搅拌过滤出料。

如需**马来酸二丁酯**及**相关的解决方案**

请联系我们 0757 86678601