

马来酸二丁酯 (DBM) 在发泡聚氨酯鞋材原液中的应用

降粘、增塑、均匀发泡，低气味

一、产业背景

全球制鞋产业正围绕“轻量化、高回弹、耐老化、低碳环保”四大核心方向加速迭代，发泡聚氨酯 (PU) 凭借质轻、耐磨、耐折、回弹优异等综合优势，已成为运动鞋、休闲鞋、工作鞋中底 / 大底的主流材料，市场规模持续扩容——2025 年全球 PU 鞋材市场规模超 62 亿美元，预计 2032 年将达 97.8 亿美元，年复合增长率 6.7%。中国作为全球鞋材制造中心，PU 发泡鞋材年产量占全球 40% 以上，形成了以福建、广东、浙江为核心的产业集群，但同时面临高端性能不足、助剂依赖进口、环保合规压力大三大产业瓶颈。

传统发泡聚氨酯鞋材原液体系 (聚醚 / 聚酯多元醇 + 异氰酸酯 + 发泡剂 + 普通增塑剂) 在实际生产与终端应用中，逐渐难以匹配消费升级与政策趋严的双重要求：一是普通增塑剂 (如 DOP、DBP) 为非反应型，易迁移析出，导致鞋材后期变硬、开裂、发黄；二是低温环境 (-10°C 以下) 回弹衰减明显，长期穿着易塌陷，无法满足北方市场及户外运动鞋的需求；三是 VOCs 排放偏高，不符合欧盟 REACH 法规及国内“双碳”目标下的环保要求；四是原液相容性差、发泡稳定性不足，易出现泡孔不均、缩边、脱模困难等生产问题，良品率难以突破 92%。在此背景下，兼具反应型增塑、内交联、低 VOCs、高相容性的马来酸二丁酯 (DBM)，成为破解行业痛点、推动 PU 鞋材高性能化与绿色化的关键助剂，应用渗透率逐年提升。

马来酸二丁酯 (DBM，顺丁烯二酸二丁酯)，分子式 $\text{C}_{12}\text{H}_{20}\text{O}_4$ ，是一种无色透明低黏度液体，含高活性碳碳双键与酯基，兼具反应型内增塑剂、交联调节剂、相容性促进剂三重功能，与 PU 原液中多元醇、异氰酸酯相容性极佳，可参与 PU 聚合反应形成化学键，永久锁定在聚合物网络中，从根源解决传统助剂迁移问题，适配高端发泡聚氨酯鞋材的生产需求。

二、客户痛点与核心需求

(一) 核心痛点

1. 性能衰减快，终端投诉率高：普通增塑剂易迁移，鞋材储存 3-6 个月后硬度上升 5-10 Shore A，回弹率下降 8%-15%，低温 (-5°C) 下脆裂风险高；长期穿着 (3 个月以上) 易出现塌陷、变形、发白，运动鞋回弹衰减导致运动损伤风险增加，休闲鞋外观质感变差，品牌退货率高达 12%-18%。
2. 生产稳定性差，成本损耗高：传统原液体系发泡过程中，泡孔大小不均 (孔径偏差 $>0.5\text{mm}$)、闭孔率低 ($<70\%$)，易出现缩边、塌泡、粘模等问题，良品率仅 85%-90%；同时助剂相容性差，需额外添加相容剂，增加原料成本，且批次间性能波动大，无法满足规模化、标准化生产需求。
3. 环保合规压力大，出口受限：传统增塑剂 (DOP、DBP) 属于邻苯类物质，被欧盟 REACH 法规列为受限物质，VOCs 排放超标，无法进入欧美高端市场；国内环保政策趋严，中小企业因 VOCs 排放不达标面临停产整改风险，环保改造成本高。
4. 功能单一，无法适配高端需求：传统助剂仅能提升柔韧性，无法兼顾高回弹、耐老化、耐水解等综合性能，难以满足高端运动鞋 (回弹率 $\geq 60\%$)、户外鞋 (耐水解 $\geq 500\text{h}$)、童鞋 (低气味、无毒) 的差异化需求，产品附加值低，企业利润空间被压缩。

（二）核心需求

1. 性能长效稳定：助剂需与 PU 基体结合，无迁移析出，确保鞋材长期（1 年以上）硬度、回弹率无明显衰减，低温（-20℃）下仍保持良好柔韧性，耐老化、耐水解性能显著提升，降低终端投诉率。
2. 生产高效可控：助剂需与 PU 原液各组分高度相容，无需额外添加相容剂，简化配方；改善发泡过程稳定性，泡孔细腻均匀（孔径 0.2-0.4mm）、闭孔率 $\geq 85\%$ ，提升良品率至 95% 以上，降低生产损耗与批次波动。
3. 绿色环保合规：助剂需低 VOCs、无邻苯类有害物质、低气味，符合欧盟 REACH、美国 FDA 及国内 GB 18587-2017 标准，助力企业通过环保认证，突破出口壁垒，适配“双碳”政策下的低碳生产需求。
4. 高性价比与多功能适配：助剂需兼具增塑、交联、稳定多重功效，减少助剂种类，降低综合成本；适配不同密度（0.15-0.45g/cm³）、不同硬度（30-60 Shore A）的发泡 PU 鞋材配方，满足运动鞋、休闲鞋、童鞋、工作鞋等多场景应用需求，提升产品附加值。

三、马来酸二丁酯（DBM）在发泡聚氨酯鞋材原液中的应用优点

（一）反应型内增塑，性能长效稳定，杜绝迁移析出

DBM 分子中含高活性碳碳双键，可在 PU 发泡聚合过程中，与异氰酸酯、多元醇发生共聚反应，以化学键形式嵌入 PU 聚合物网络，而非物理混合，从根源彻底解决传统增塑剂迁移析出的行业难题。实际应用数据显示：添加 3%-8% DBM 的发泡 PU 鞋材，储存 12 个月后硬度仅上升 1-2 Shore A，回弹率保持率 $\geq 90\%$ ；-20℃低温下仍具备良好柔韧性，无脆裂现象，低温回弹率提升 15%-20%；耐老化性能（UV 300h）提升 30%，耐水解性能（50℃、95% RH）提升 40%，长期穿着无塌陷、变形、发白问题，终端投诉率降低 80% 以上，完美匹配高端鞋材长效稳定的性能需求。

（二）提升原液相容性与发泡稳定性，生产高效降本

DBM 作为低黏度（7mPa·s）、高相容性助剂，可与 PU 原液中聚醚 / 聚酯多元醇、异氰酸酯、发泡剂、催化剂等各组分无限混溶，无需额外添加相容剂，简化配方体系，降低原料成本。同时，DBM 可调节 PU 聚合反应速率，使发泡过程更平稳，促进泡孔均匀成核生长，显著改善泡孔结构——泡孔细腻均匀（孔径 0.2-0.4mm）、闭孔率 $\geq 85\%$ ，有效减少缩边、塌泡、粘模等生产缺陷，良品率从传统 85%-90% 提升至 95% 以上。此外，DBM 可降低原液黏度，改善流动性，适配高压发泡机、低压发泡机等多种生产设备，缩短脱模周期（10%-15%），提升生产效率，降低批次间性能波动，满足规模化、标准化生产需求。

（三）低 VOCs 绿色环保，合规适配全球市场

DBM 属于低 VOCs、无邻苯、低气味的环保型助剂，不含重金属、甲醛等有害物质，VOCs 排放量较传统增塑剂降低 60% 以上，符合欧盟 REACH 法规、美国 FDA 食品接触标准及国内 GB 18587-2017《鞋和箱包用胶粘剂》环保要求。实际生产中，添加 DBM 的发泡 PU 鞋材，气味等级 ≤ 3 级（无刺激性气味），可直接用于童鞋、婴儿鞋等对安全性要求极高的产品；同时助力企业通过 ISO 14001 环保认证、欧盟 CE 认证，突破欧美市场环保壁垒，提升产品国际竞争力，适配“双碳”政策下的低碳生产趋势，降低环保合规风险。

（四）多功能协同，适配多场景高端需求，提升产品附加值

DBM 兼具内增塑、交联调节、韧性增强、耐候提升多重功效，可灵活调节发泡 PU 鞋材的硬度、密度、回弹率等关键性能，适配多场景应用需求：

运动鞋领域：添加 4%-6% DBM，可制备回弹率 $\geq 65\%$ 、密度 $0.20-0.25\text{g/cm}^3$ 的高回弹中底，兼具轻量化与高缓冲性能，适配跑步鞋、篮球鞋等高端运动鞋，提升运动体验，产品附加值提升 30%-50%；

休闲鞋 / 日常鞋领域：添加 3%-5% DBM，可制备硬度 40-50 Shore A、柔韧性优异的中底 / 大底，穿着舒适、耐折耐磨，长期不变形，适配大众休闲鞋市场，性价比突出；

户外鞋 / 工作鞋领域：添加 5%-8% DBM，可提升鞋材耐水解、耐老化、耐低温性能，适配户外复杂环境，延长使用寿命，满足工作鞋、户外鞋的高强度使用需求；

童鞋领域：添加 3%-4% DBM，制备低气味、无毒、柔软亲肤的鞋材，符合儿童用品安全标准，保障儿童穿着安全。

此外，DBM 可与其他环保助剂（如生物基多元醇、环保发泡剂）协同使用，进一步提升 PU 鞋材的可持续性，助力企业布局高端绿色鞋材市场，形成差异化竞争优势。

（五）性价比优异，降低综合生产成本

DBM 添加量仅为 3%-8%（占原液总质量），即可显著提升产品性能，且无需额外添加相容剂、抗迁移剂等助剂，简化配方，降低原料采购成本。同时，DBM 提升生产良品率、缩短脱模周期、减少废料损耗，综合生产效率提升 10%-20%，单位产品生产成本降低 5%-10%。与进口高端助剂（如反应型增塑剂、耐老化剂）相比，DBM 价格更具优势，性价比突出，适合大中小企业规模化应用，有效平衡性能、成本与环保需求。

如需**马来酸二丁酯（DBM）及相关的解决方案**

请联系我们 0757 86678601