

# 多功能可擦面板的可擦写机理与构效关系

来恒杰

嘉兴致瑞新材料科技有限公司 314000

**【摘要】**多功能可擦面板凭借可逆擦写特性，在多个领域实现广泛应用，其核心性能由可擦写机理与构效关系共同决定。本文立足实际应用需求，系统剖析多功能可擦面板的可擦写核心机理，涵盖物理作用、化学作用及物理化学协同作用三大类型，深入探讨面板基材、可擦写涂层的组分构成、微观结构与可擦写性能、使用寿命等关键指标的内在关联，梳理构效关系的调控路径，明确结构优化对性能提升的核心作用，为面板性能优化、工艺改进及产品迭代提供理论支撑与技术参考，助力相关产品向高效、耐用、多功能方向升级。

**【关键词】**多功能可擦面板；可擦写机理；构效关系；可擦写涂层；微观结构

Mechanism and Structure-Function Relationship of Erasable Panel with Multi-Function

Lai Hengjie

Jiaxing Xirui New Material Technology Co., Ltd. 314000

**【Abstract】** Multifunctional erasable panels have achieved widespread applications across various fields due to their reversible erasable-writable characteristics, with core performance determined by the interplay between erasable-writable mechanisms and structure-property relationships. Grounded in practical application requirements, this study systematically analyzes the core erasable-writable mechanisms of multifunctional erasable panels, encompassing three major categories: physical interactions, chemical interactions, and physicochemical synergistic effects. It delves into the intrinsic correlations between key indicators such as substrate composition, erasable-writable coating formulations, microstructure, erasable-writable performance, and service life. The research outlines regulatory pathways for structure-property relationships and clarifies the pivotal role of structural optimization in performance enhancement. These findings provide theoretical foundations and technical references for panel performance optimization, process improvement, and product iteration, facilitating product upgrades toward higher efficiency, durability, and multifunctionality.

**【Key words】** multifunctional erasable panel; erasable-writable mechanism; structure-activity relationship; erasable-writable coating; microstructure

随着绿色低碳理念的深入推进及多场景应用需求的升级，可重复擦写的功能面板逐步替代传统一次性书写载体，成为兼顾环保与高效的核心产品<sup>[1]</sup>。多功能可擦面板需同时满足多类型书写工具适配、反复擦写无残留、长期使用性能稳定等要求，其性能表现直接取决于可擦写机理的合理性与构效关系的协调性。当前，相关产品在擦写耐久性、字迹清晰度及适配性方面仍存在提升空间，核心症结在于对可擦写机理的认知不够系统，对结构与性能的内在关联把控不足。基于此，本文聚焦多功能可擦面板的可擦写机理与构效关系展开深入探讨，为产品性能优化与技术突破提供理论依据，推动相关技术的成熟与产业化应用。

## 1 多功能可擦面板的结构组成

### 1.1 基材层的结构与特性

基材层作为多功能可擦面板的承载基础，其结构与特性直接影响面板的整体稳定性、机械强度及可擦写性能的发挥。基材层需具备良好的平整度、耐温性及与可擦写涂层的相容性，同时需兼顾轻量化与加工便捷性，以适配不同场景的应用需求。常用的基材主要是高分子聚合物，分子链结构的规整度、交联密度直接影响基材的力学性能和尺寸稳定性，表面粗糙度影响涂层与基材的结合强度，间接影响可擦写过程中的界面作用。基材层厚度及均匀性应予以严格把控，过于厚重会导致面板整体重量增加，加工成本提升，过轻易引发面板变形、破损，并缩短使用寿命。

### 1.2 可擦写涂层的组成与分布

可擦写涂层是实现面板可逆擦写功能的关键结构，其组成成分及分布状态直接影响可擦写机理的种类和性能。涂层

主要由成膜树脂、功能填料、助剂等组成，各组分的比例以及相互作用共同影响涂层的微观结构和表面特性。成膜树脂是涂层的骨架结构，它把功能填料和助剂固定起来，成膜树脂分子结构中的官能团类型和数量会影响涂层的柔韧性、耐磨性以及和基材的附着力。功能填料起着实现擦写功能的作用，粒径大小、分散均匀性、表面特性都会影响字迹的附着和擦除效果。助剂虽然添加量很少，但是可以改善涂层的加工性能、表面性能和稳定性，弥补主体组分的性能缺陷，保证可擦写功能的稳定发挥。涂层厚度及分布均匀性是主要的控制指标，均匀的涂层分布可以保证擦写性能的一致性，防止局部擦写不彻底或者涂层脱落等问题的发生。

## 2 多功能可擦面板的可擦写机理

### 2.1 物理作用主导型可擦写机理

物理作用主导型可擦写机理是多功能可擦面板中应用最为广泛的类型，其核心依托面板表面与书写介质之间的物理相互作用实现可逆擦写，无明显化学变化发生，具有擦写过程温和、无残留、可反复循环的优势。该类机理的核心是界面吸附与摩擦力的协同作用，可擦写涂层表面的微观粗糙度形成特定的界面结构，书写介质与涂层表面通过范德华力、静电力等物理作用力实现临时吸附，形成清晰字迹。擦写过程中，外部施加的摩擦力大于书写介质与涂层表面的吸附力，使书写介质从涂层表面脱离，从而实现字迹的擦除。涂层表面的微观形貌与表面能是调控该类机理的关键因素，合理的微观粗糙度可确保书写介质的有效吸附，同时避免吸附力过强导致擦写困难，适宜的表面能则可减少书写介质的残留，保障擦写洁净度。

### 2.2 化学作用主导型可擦写机理

化学作用主导型可擦写机理依托可擦写涂层与书写介质之间的可逆化学反应实现字迹的书写与擦除，其核心是化学作用力的可逆调控，具有字迹稳定性高、不易褪色的优势，适用于对字迹保留时间有一定要求的场景。该类机理中，可擦写涂层中含有特定的功能官能团，书写介质中的活性组分与涂层官能团发生可逆化学反应，形成稳定的显色结构，从而呈现清晰字迹。擦写过程中，通过施加特定的外界刺激，如温度、湿度等，促使化学反应逆向进行，显色结构分解，字迹逐渐消失，涂层恢复至初始状态，可再次进行书写。化学反应的可逆性、反应速率及稳定性是该类机理的核心控制要点，需通过调控涂层组分与外界刺激条件，确保化学反应的可逆性良好，同时兼顾字迹的清晰度与擦写效率<sup>[2]</sup>。

## 3 多功能可擦面板的构效关系

### 3.1 基材层结构与可擦写性能的关联

基材层的结构特性同多功能可擦面板的可擦写性能存在密切的内在联系，基材层的力学性能、表面特性影响可擦写涂层的附着稳定性、擦写过程的顺畅性。基材层分子链规整度越高，交联密度越大，力学强度和尺寸稳定性越好，可以有效地防止面板在反复擦写时发生变形、破损，给可擦写涂层提供稳定的承载基础，延长面板使用寿命。基材表面的粗糙度要控制在合理的范围内，粗糙度过低会造成可擦写涂层与基材的结合强度不够，容易造成涂层脱落，影响可擦写功能的正常发挥；粗糙度过高会造成涂层分布不均，影响字迹的清晰度和擦写洁净度。基材的耐温性、耐腐蚀性都会影响可擦写涂层的性能稳定性，进而影响到面板的可擦写性能和使用寿命。

### 3.2 可擦写涂层组分与可擦写性能的关联

可擦写涂层的组分构成是决定面板可擦写性能的关键因素，各个组分的种类、比例以及相互作用直接决定可擦写机理的发挥，从而影响字迹清晰度、擦写效率、擦写耐久性等重要性能指标。成膜树脂的种类决定涂层的柔韧性、耐磨性，不同种类的成膜树脂其分子结构、官能团存在较大差异，对涂层的力学性能、界面作用影响明显，合理选择成膜树脂可以提高涂层的耐擦写性能，减少擦写过程中涂层的磨损。功能填料的特性直接决定可擦写机理的类型，其粒径大小和分散均匀性决定涂层表面的微观形貌，进而影响书写介质的吸附和擦除效果，均匀分散的功能填料可以保证面板各个区域的可擦写性能一致。助剂加入到涂层中可以改善涂层的表面性能，降低表面能，减少书写介质的残留，提高涂层的稳定性，延长面板的使用寿命。

### 3.3 可擦写涂层微观结构与可擦写性能的关联

可擦写涂层的微观结构是连接组分构成和可擦写性能的纽带，孔隙结构、晶粒尺寸、界面结合状态等都会影响可擦写机理的发挥效率，进而影响面板的可擦写性能。涂层孔隙结构影响书写介质的渗透和吸附，合理的孔隙尺寸和孔隙率可以保证书写介质能被吸附在涂层表面，便于擦写时书写介质的脱离，防止残留。晶粒尺寸的大小会影响涂层的表面平整度和耐磨性，晶粒尺寸均匀且细小的涂层，表面平整度高，耐磨性好，可以减少擦写过程中磨损，延长擦写寿命。涂层与基材的界面结合状况直接影响涂层的附着力，良好的界面结合可以防止涂层脱落、起皱等现象，保证可擦写功能的正常发挥，而界面结合不好就会造成涂层容易破损，严重影响面板的使用寿命和可擦写性能。

### 3.4 辅助层结构与可擦写性能的关联

辅助层的结构和性能虽然不会直接参与可擦写过程，但是通过影响基材和可擦写涂层的结合状态、保护可擦写涂层

不受外界侵蚀,间接调控面板的可擦写性能和使用寿命。底涂层的厚度和组分组成影响底涂层的界面改性效果,合适的底涂层厚度可以改善基材表面的界面特性,提高可擦写涂层与基材的结合强度,减少涂层脱落现象,填补基材表面的微小缺陷,提高面板表面的平整度,改善字迹的清晰度。保护层的耐磨性、耐污性影响可擦写涂层的使用寿命,耐磨性好的保护层可以减少擦写过程中涂层的磨损,耐污性强的保护层可以阻隔外界杂质的侵蚀,防止涂层老化、变质,保证可擦写性能长期稳定。辅助层结构优化可以提高面板整体性能,给可擦写功能稳定发挥提供保证。

## 4 多功能可擦面板构效关系的调控路径

### 4.1 基材层结构的调控策略

基材层结构的调控是改善多功能可擦面板构效关系的前提,主要是通过改变基材的组分构成和加工工艺,改善基材的力学性能和表面特性,为可擦写涂层提供稳定的承载基础。改变化学基材的分子链结构,使分子链变得更规整、交联密度更大,提升基材的力学强度与尺寸稳定情况,阻止面板在多次擦拭时出现变形或者损坏的情况。采用表面改性工艺,改变基材表面的粗糙度和表面能,可以改善基材与可擦写涂层的相容性,提高涂层与基材的结合强度,保证涂层分布均匀,提高字迹的清晰度和擦写洁净度。

### 4.2 可擦写涂层的调控策略

可擦写涂层的调控是优化构效关系、提高面板可擦写性能的主要途径,需要从组分组成和微观结构两方面入手,使涂层性能和可擦写机理相匹配。根据可擦写机理类型合理选择成膜树脂、功能填料、助剂的种类,优化各组分比例,使各组分相互协同,提高涂层柔韧性、耐磨性、可擦写性。从微观结构上进行调控,改变涂层的制备工艺,控制涂层的孔隙结构、晶粒大小、分散状态,改善涂层的表面形貌和界面结合状态,使书写介质能够顺利地吸附、擦除,减少字迹残留,提高擦写耐久性。同时通过控制涂层厚度和分布均匀性来保证面板各个区域的可擦写性能一致,从而进一步优化构效关系。

### 4.3 辅助层结构的调控策略

辅助层结构的调控可以进一步完善多功能可擦面板的构效关系,通过改变底涂层和保护层的组分构成以及厚度来提高其辅助功能,给可擦写涂层提供良好的保护和支撑。针对底涂层,优化底涂层的组分构成,选择与基材、可擦写涂层相容性好的材料,调整底涂层厚度,保证底涂层能有效改善界面特性,提高涂层结合强度,填补基材表面缺陷,提高面板平整度。根据保护层选择耐磨性好、耐污性的材料,改善保护层厚度及制备工艺,提高保护层对可擦写涂层的保护作用,减小外界杂质的侵蚀以及擦写的磨损,从而延长涂层的使用寿命。利用辅助层的结构调控来间接改善面板的可擦写性能,完善构效关系,提高面板的整体品质。

### 4.4 工艺参数的协同调控策略

工艺参数的协同调控是实现多功能可擦面板构效关系优化的重要保证,面板制备过程包含基材加工、涂层涂布、固化等环节,各个环节的工艺参数互相影响,直接决定面板的结构和性能。基材加工环节中控制加工温度、压力等参数,改善基材的分子链结构和表面特性,为后续涂层涂布做好铺垫。在涂层涂布过程中调节涂布速度、涂布厚度等参数,保证涂层分布均匀,防止出现涂层过厚、过薄或者局部缺失的现象。固化阶段控制固化温度、时间等参数,改善涂层的交联密度和微观结构,提高涂层的力学性能和附着稳定性。经过各个工艺参数的协同调节,可以使得面板的结构和性能得到精准的匹配,从而改善构效关系,提高面板的可擦写性能和使用寿命。

## 5 结语

多功能可擦面板的可擦写机理与构效关系是决定其性能与应用价值的核心,物理作用、化学作用及物理化学协同作用构成了面板可擦写的核心机理,基材层、可擦写涂层与辅助层的结构组成及相互作用形成了复杂的构效关系网络。基材层的稳定性、可擦写涂层的组分与微观结构、辅助层的保护作用,共同调控面板的可擦写性能、使用寿命等关键指标。通过优化基材结构、可擦写涂层组分与微观结构、辅助层功能及制备工艺参数,可实现构效关系的精准调控,提升面板的综合性能。

## 参考文献

- [1]胡宝雷,韩毅博,秦琪,等.多功能控制面板的设计与实现[J].电脑编程技巧与维护,2019,(05):14-16.
- [2]黄玉群,罗翠萍.常见可擦笔字迹的物理特性分析与检验[J].中国制笔,2025,(02):38-41.

作者简介:来恒杰,出生年月:1985-11-26,男,汉族,籍贯:浙江省杭州市,学历:博士,职称:中级工程师,研究方向:功能型树脂显示材料的研发,身份证号码:330103198511261331。