

彩涂板用环氧底漆的研制

刘永国¹，马文江²，贾培培¹，刘杰民¹，范慧俐¹

(1. 北京科技大学化学系，100083；2. 北京科技大学数学力学系，100083)

摘要：采用正交实验法分析了各种因素对环氧底漆性能的影响，从而确定出最佳配方，制得漆膜具有明显硬度和耐溶剂性能及附着力极佳的产品。

关键词：环氧底漆；正交实验；彩涂板

1 引言

随着彩涂板工业的迅猛发展，开发性能优异的彩板涂料以满足产品高级化和多样化需求，成为国内外研究的热点。其中配制具有良好的附着力和柔韧性，以及与面漆良好配套性的底漆对提高彩板涂料的性能是至关重要的。但由于国产卷材用涂料在品种和质量上均落后于国外产品，致使我国生产商在生产彩板时，不得不采用价格高昂的进口涂料，因而大大地影响我国彩板业的发展 [1 ~ 2]。

由于影响因素多，底漆的配制是一个复杂的过程。本文采用正交实验法确定各个因素对环氧底漆性能的影响，从而用较少步骤合理地确定出最佳配方，所制得漆膜具有明显的硬度和耐溶剂性的优势，同时附着力性能也极佳。

2 实验部分

2.1 实验原料（见表 1）

表 1 实验用原料及规格

原料名称	规格		供应商
环氧树脂	SM609		北京三木化工公司
交联剂-脲醛树脂	SM5265		姜堰市环球化工厂
钛白粉	R-244		天津 VAS 实验供应商有限公司
消泡剂	BYK-055	BYK-057	毕克化学（铜陵）有限公司
湿润分散剂	DISPERBYK-163, 110		毕克化学（铜陵）有限公司
催化剂	BYK-450		毕克化学（铜陵）有限公司
降低表面活性助剂	BYK-306	BYK-310	毕克化学（铜陵）有限公司

2.2 正交实验设计

选取颜基比、交联剂用量、催化剂、消泡剂、降低表面活性助剂、湿润分散剂六种影响因素，每个因素选取四个水平，因素水平见表 2，考察各因素对漆膜性能的影响。

实验中通过计算出极差，考察各因素对不同指标的影响，结果见表 3。

表 2 因素水平

因素	颜基比 A	交联剂用量 B (质量分数)/%	催化剂用量 C (质量分数)/%	消泡剂 D	降低表面 活性助剂 E	湿润分散剂 F
水平 1	0.5	10	0	BYK-055	306	110
水平 2	1.0	15	1	BYK-057	310	163
水平 3	1.5	20	3			
水平 4	2.0	25	5			

表 3 各因素对不同指标的影响

	项 目	颜基比	交联固化剂 用量	催化剂 用量	分散剂	消泡剂	降低表面 张力助剂
极 差	划圈附着力	1.3	2.2	1.7	0.4	0.9	0.9
	铅笔硬度/H	2.0	0.0	1.0	0.0	0.5	0.5
	耐MEK擦拭/次	10	10	18	1	1	1
	弯曲/mm	1.7	1.0	0.5	0.2	0.2	0.2

由表 3 可以看出：各因素中颜基比、交联固化剂用量及催化剂用量对四个指标的影响均较大，需要进一步详细考察。

2.3 配方的确定

2.3.1 交联固化剂用量的确定

实验中选择的交联固化剂是脲醛树脂 SM - 5265，由表 3 可以看出：交联固化剂用量对漆膜的附着力影响最大、对弯曲和耐 MEK 擦拭性能也有较大影响，对漆膜硬度无明显影响。

图 1 是不同交联固化剂用量对漆膜性能部分性能的影响。

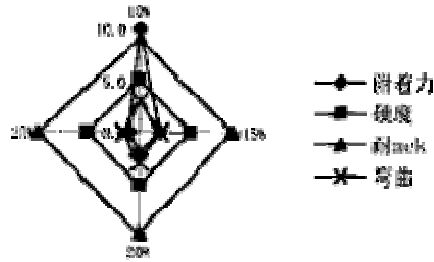


图 1 交联固化剂用量对漆膜性能影响

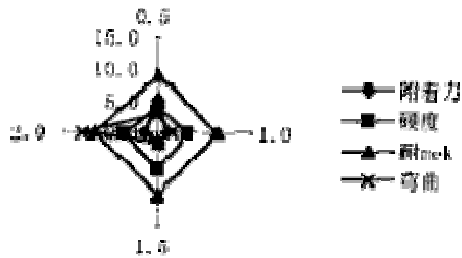


图 2 颜基比对漆膜性能的影响

图 1 为了能将指标便于直观显示于同一坐标系中，特将性能指标均值处理如附着
力：均值取倒数 $\times 2.5$ ；耐 MEK 擦拭：均值 $/10$ ；硬度：保持不变；弯曲： $3/\text{均}$
值，所得指标越大越好。

从图 1 可以看出，四种用量对硬度的影响不明显（均值都为 5.0）；交联固化剂
用量 10% 时附着力最好（均值达到了 0.3），耐 MEK 擦拭性能相对较差一些，
弯曲性能较好；15% 时除了硬度和其它三水平相同外，其它性能都较差；20% 时
耐 MEK 擦拭性能和弯曲性能都最好，附着力一般（均值 1.3）；25% 时漆膜
的耐 MEK 擦拭性能和硬度最好，另外两种性能较差。考虑到彩板的可加工性选择
交联固化剂用量 20%。

2.3.2 颜基比的确定

正交实验可得到颜基比对漆膜性能有明显影响 [3 ~ 6] , 对硬度和弯曲性能影响最大, 对耐 MEK 擦拭和划格附着力的影响次之。图 2 是不同的颜基比对漆膜性能的影响 (注: 指标数值处理同图 1)。

由图 2 可以看出: 颜基比为 0.5 时, 除附着力性能优异外, 其它三个性能均相对较差; 颜基比为 1.0 时, 性能表现均不理想; 颜基比为 1.5 时耐 MEK 擦拭性能和硬度都很理想, 但附着力和弯曲性能相对较差; 颜基比为 2.0 时除附着力表现稍差外, 其它性能均很好。综合考虑后, 确定颜基比为 2.0 。

2.3.3 催化剂用量

的确定实验显示, 催化剂用量对漆膜性能也有很大的影响, 其中对漆膜的耐 MEK 擦拭性能影响最大, 其次对漆膜的附着力、硬度也有很大影响, 对漆膜的柔韧性有一定影响, 见图由图 3 (注: 指标数值处理同图 1) 可以看出: 在未用催化剂时, 除了附着力较理想外, 其它的性能都相对较差; 催化剂用量 1% 时除了附着力较差外, 其它性能都较好, 在催化剂用量为 3% 时漆膜硬度最高, 附着力稍差, 5% 时漆膜附着力性能最差。附着力可以通过使用附着力促进剂加以改进, 综合平衡考虑确定催化剂用量为总基料 1% ~ 3% 。

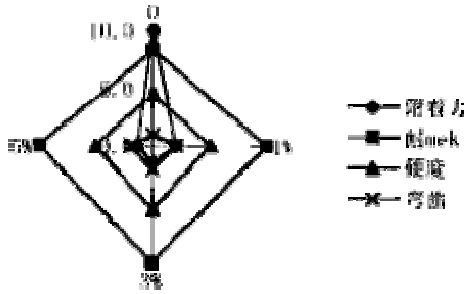


图3 催化剂用量对漆膜性能的影响

2.3.4 助剂的确定

助剂的使用对漆膜的机械性能影响相对较小，但对漆膜的其它性能如表面性能等有一定影响。

消泡剂：由正交实验分析中可以看出：漆膜的表面性能显示 BYK - 057 比 BYK - 055 更好。而且漆膜的表面情况也没有明显劣势，只是用量还需要进一步的调整。进一步实验结果见表 4。

表 4 消泡剂不同用量的涂膜效果

消泡剂用量 (质量分数)/%	0.2	0.4	0.6	0.8
图板效果	多泡	微泡	无泡	无泡
漆膜表面	有少量气泡孔	无气泡孔	表面良好	无气泡孔,有缩孔

所以消泡剂选用 BYK - 057，用量为总配方的 0.6%。

湿润分散剂：通过实测各项指标显示：BYK - 163 比 BYK - 110 要好一些，故选择 BYK - 163 作为湿润分散剂。

强力降低表面张力的有机硅表面助剂：从实测的各指标来看，BYK - 310 除了在漆膜硬度方面稍差一点外，其它性能方面都优于 BYK - 306 。故综合考虑选择 BYK - 310 。

为了消除实验中表现出的附着力稍差的情况，对强烈降低表面张力的有机硅表面助剂的用量做了进一步的实验。通过平行四个实验，BYK - 310 对漆膜性能的影响用量为 0.2% 、 0.25 % 时，漆膜附着力为 0 级，表面有缩孔，0.15 % 为最佳。

2.4 配方确定及漆膜性能测试

得到环氧底漆配方：环氧树脂 100 份；交联固化剂脲醛树脂 20 份；颜料，钛白 + 磷酸锌 + 硼酸锌 (2 / 1 / 1)，颜基比为 2.0 ；催化剂，BYK - 450 ，用量为总基料的 1% ；消泡剂，BYK - 057 ，用量为总配方的 0.6% ；湿润分散剂 BYK - 163 ，用量为总配方的 5% ；调整 BYK - 310 的用量为总配方的 0.15% 。依照上述配方配得涂料与聚酯面漆配套制得漆

表 5 环氧底漆的性能指标

项 目	指标
干膜厚度 / μm	30 \pm 2
弯曲 / T	2
附着力 / 级	0
硬 度	5 H
耐溶剂 (MEK) / 次	\geq 100
反冲 / 50/cm	50

膜，测其性能指标见表 5。由表 5 可以看出制备的环氧底漆具有明显的硬度和耐溶剂性能，同时附着力性能也极佳。

3 结 语

采用正交实验法确定各个因素对环氧底漆性能的影响，通过进一步的考察，用较少步骤合理地确定出最佳配方，制得漆膜具有明显的硬度和耐溶剂性的优势，同时附着力性能也极佳