

JN590 硅烷偶联剂 全面应用指南

一、产品基本信息

三[3-(三甲氧基甲硅烷基)丙基]异氰脲酸酯，商品名 **JN590 / TMSIC**，由 合肥安邦化工有限公司 生产。CAS 号 **26115-70-8**，分子式 $C_{21}H_{45}N_3O_{12}Si_3$ ，分子量 615.851 g/mol。

项目	内容
化学名称	三[3-(三甲氧基甲硅烷基)丙基]异氰脲酸酯 / 1,3,5-三(三甲氧基硅丙基)异氰脲酸酯
商品名	JN590 / TMSIC
CAS 号	26115-70-8
分子式	$C_{21}H_{45}N_3O_{12}Si_3$
分子量	615.851 g/mol
外观	透明液体，无色
密度 (25℃)	1.170 g/cm³
粘度	95 cSt
闪点	102℃ (Pensky-Martens 密封杯)
沸点	>150℃ (760mmHg)；230℃ (0.05mmHg)
溶解性	溶于大多数有机溶剂，遇水水解
可平替产品	迈图 A-Link 597、信越 KBM-9659、赢创 VPS 7163
包装规格	25 kg 塑料桶 / 190 kg 标准钢桶 / IBC 吨装桶

JN590 基础理化参数与商业信息

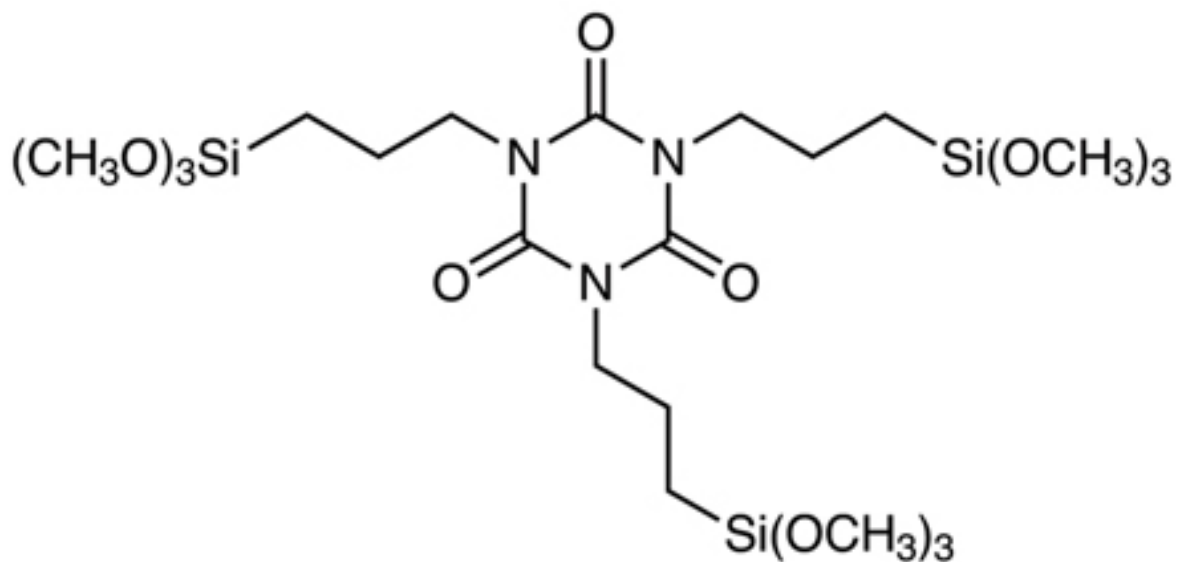


Figure 1: JN590 化学结构式：三[3-(三甲氧基甲硅烷基)丙基]异氰脲酸酯（异氰脲酸酯环 + 3 x 丙基三甲氧基硅烷侧链，全分子含 9 个甲氧基）

二、核心优势一览

- 高粘接效率：9 个甲氧基提供密集交联位点，对金属、塑料、玻璃形成强力界面结合，可免底涂。
- 优异热稳定性：异氰脲酸酯刚性环赋予 200℃ 以上热稳定性，适配高温加工与长期高温工况。
- 低挥发性：沸点 230℃(0.05mmHg)，热熔胶及烘烤涂料中挥发损失极少，确保硅烷保留率。
- 树脂兼容性广：与 PU、环氧、丙烯酸、有机硅、SMP、EVA、PA、聚酯等树脂相容性优良。
- 低碱性设计：对密封胶/弹性体体系柔韧性影响小，不升高体系粘度，兼顾刚性与柔韧。
- 耐湿热耐久：湿热老化后仍保持稳定粘接效果，适合高要求防腐、耐候涂层。

JN590 是全分子含 9 个甲氧基的高官能度硅烷偶联剂，中心为异氰脲酸酯刚性平面环，三臂各连接一条丙基三甲氧基硅烷链。

三、化学结构特征与系统优势

JN590 独特的三臂对称结构赋予其区别于常规单官能硅烷的系统性优势：

结构特征	对应系统优势
高浓度三甲氧基硅基	为塑料、玻璃、铝、钢等多种基材提供有效粘接，形成稳定的界面结合
异氰脲酸酯化学结构	1. 极性结构确保在多数树脂中具有良好溶解性； 2. 提升对基材的润湿能力； 3. 赋予产品优异的耐热性； 4. 降低挥发性，确保在热熔胶应用条件下的硅烷保留率；

Figure 2: JN590 结构特征与对应系统优势对照表

结构特征	带来的系统优势
三臂对称结构（3 x 丙基三甲氧基硅烷）	交联密度显著提升，界面多点锚固
异氰脲酸酯刚性平面环	热稳定性 >200℃，抑制水分子渗透
9 个甲氧基（-OCH ₃ ）	密集反应位点，粘接效率极高
分子量 615.85	低挥发性，高温烘烤保留率高
低碱性设计	对弹性体粘度影响小，适用期更长

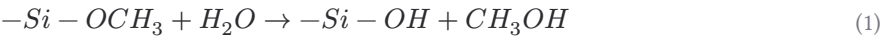
结构-优势对应关系

四、涂层通用反应机理

JN590 的核心作用源于三步化学反应过程，最终在涂层与基材界面形成稳固的共价键网络。

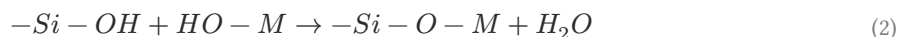
4.1 甲氧基水解生成硅醇

JN590 分子中的 9 个甲氧基在微量水分存在下发生水解反应，释放甲醇，生成高反应活性的硅醇基团。每个 JN590 分子可水解生成 9 个硅醇基团，水解速率受体系 pH 值影响：酸性（pH 4 5）和碱性（pH 8 10）条件加速水解，中性条件较慢。



4.2 硅醇与基材表面缩合

硅醇基团与金属、玻璃、陶瓷及含极性基团塑料表面的羟基发生缩合反应，形成 Si-O-M 共价键。同时，硅醇之间也发生自缩合形成硅氧烷交联网络。



4.3 异氰脲酸酯环的刚性贡献

异氰脲酸酯环提供刚性支撑、极性润湿、三臂对称交联和高分子量低挥发性的综合贡献，是 JN590 耐热、耐湿、高粘接的核心来源。

五、聚氨酯（PU）涂料体系应用

JN590 在 PU 体系中表现最为突出，尤其适用于免底涂直接附着于金属和难粘塑料基材的场景。

5.1 PU 体系专属反应机理

JN590 在 PU 涂料中经历水解-缩合-氢键协同三步：甲氧基水解生成 Si-OH，硅醇与金属/塑料表面羟基缩合形成共价键，硅醇自缩合形成硅氧烷网络，异氰脲酸酯环极性基团与 PU 链段氢键结合。

与 NCO/多元醇体系相容：异氰脲酸酯环与 PU 的氨基甲酸酯基团形成氢键，增强分子间作用力。湿固化 PU 中，硅醇基团可与预聚体端硅烷基团或水解产生的胺基进一步缩合。

5.2 适用细分体系

- 双组分溶剂型 PU 涂料（2K PU）：羟基丙烯酸/聚酯多元醇 + 异氰酸酯固化剂
- 单组分湿固化 PU 涂料（1K PU）：端异氰酸酯预聚体，利用空气湿度固化
- PU 底漆/面漆：金属防腐底漆、汽车修补漆、工业面漆
- DTM 直接金属涂料：省去底漆工序，直接涂覆于金属表面
- PU 弹性体涂层：防护涂层、防水涂层

5.3 推荐添加量与方式

应用方式	推荐添加量	加入位置	备注
涂料配方添加	0.5% 2%（总配方）	加入多元醇/树脂组分	避免与异氰酸酯组分长期共存
底涂剂配方	1% 5%（溶剂稀释）	用乙醇/IPA/丁酮等稀释	喷涂、浸涂或刷涂于基材
1K 湿固化 PU	0.5% 1.5%	与预聚体混合	需严格无水条件

PU 涂料中 JN590 推荐用量

5.4 配方示例

双组分 PU 涂料示例：组分 A（多元醇）含丙烯酸多元醇树脂 40-50 份、颜料/填料 20-35 份、溶剂 15-25 份、JN590 0.5-1.5 份；组分 B（固化剂）为 HDI 三聚体或缩二脲。混合后施工，可在铝板、不锈钢、ABS 上实现免底涂附着。

六、环氧涂料体系应用

JN590 在环氧涂料中作为附着力促进剂 + 耐热改性剂 + 湿附着力增强剂，尤其适合金属防腐和高温烘烤环氧体系。

6.1 环氧体系专属反应机理

水解生成硅醇后，硅醇与金属表面羟基/氧化物共价键合，硅醇自缩合形成硅氧烷网络，异氰脲酸酯环与环氧树脂羟基、胺固化剂 N-H 氢键作用。湿附着力增强：Si-O-Metal 键比氢键更耐水渗透。

6.2 适用细分体系

- 双组分环氧底漆：钢结构防腐底漆、汽车底漆、船舶涂料
- 环氧富锌涂料：高锌粉含量防腐涂层
- 环氧地坪涂料：工业地坪、自流平地坪
- 环氧粉末涂料：管道防腐、家电外壳
- 高温烘烤环氧涂料：卷钢涂料、罐头涂料

6.3 推荐添加量

体系类型	推荐添加量	加入位置	效果重点
双组分环氧底漆	0.5% 2%（树脂固含计）	加入环氧树脂组分	湿附着力↑、耐盐雾↑
环氧富锌	1% 2.5%	加入环氧树脂组分	锌粉-树脂界面结合增强

体系类型	推荐添加量	加入位置	效果重点
环氧粉末涂料	0.3% 1.5%（总配方）	预混/挤出阶段加入	耐热、耐盐雾、抗冲击
高温烘烤环氧	0.5% 1.5%	调漆阶段	耐热性、界面粘接

环氧涂料中 JN590 推荐用量

七、丙烯酸涂料体系应用

7.1 丙烯酸体系专属反应机理

在热固性丙烯酸/氨基烘漆中，JN590 的硅醇在烘烤过程中与丙烯酸树脂侧链羟基及氨基树脂的羟甲基发生缩合，形成互穿网络。低挥发性优势（沸点 230℃）使其在 140-180℃烘烤时不挥发，能充分参与界面反应。

7.2 适用细分体系

- 溶剂型热固性丙烯酸涂料：羟基丙烯酸 + 氨基树脂烘漆
- 丙烯酸聚氨酯面漆：羟基丙烯酸 + 异氰酸酯
- 热塑性丙烯酸涂料：自干型工业涂料、塑料漆
- 卷材涂料：预涂卷钢、铝卷涂层
- 汽车原厂漆：中涂、面漆体系

7.3 推荐添加量与效果

体系	添加量	主要收益	特别说明
羟基丙烯酸/氨基烘漆	0.5% 2%	附着力↑、耐溶剂↑、耐水↑	低挥发性适合高温烘烤（140-180℃）
丙烯酸聚氨酯面漆	0.5% 1.5%	附着力↑、耐候性↑	建议加入羟基组分
热塑性丙烯酸	0.3% 1%	塑料附着力↑	对 ABS/PC 等基材尤其有效

丙烯酸涂料中 JN590 推荐用量

八、有机硅涂料体系应用

8.1 有机硅体系专属反应机理

JN590 水解生成三官能硅醇，与硅树脂 Si-OH 共缩合形成 T 型交联点，构建三维硅氧烷网络，异氰脲酸酯环提升耐热性。在有机硅体系中，JN590 扮演 T 型交联剂角色，直接参与硅氧烷网络构建。

8.2 适用细分体系

- 有机硅耐高温涂料：硅树脂基耐热涂层（200-600℃）
- 硅酮弹性体涂层：防水、防污、防护涂层
- 硅树脂改性涂料：有机硅改性聚酯/丙烯酸
- 室温硫化（RTV）硅橡胶涂层

8.3 推荐用量

硅树脂耐高温涂料：1%-3%（树脂固含计）；硅酮弹性体：0.5%-2%。注意控制交联密度，避免漆膜过硬导致开裂。柔性硅酮体系中建议从 0.3%-0.5% 低添加量开始测试，必要时与二官能硅烷复配以平衡柔韧性。

九、SMP/STP 硅烷改性聚合物体系应用

9.1 SMP 体系专属反应机理

JN590 与 SMP 端硅烷基团共同水解，硅醇自缩合与共缩合形成网络，与基材表面羟基键合。需氨基硅烷配合：氨基硅烷提供碱性催化，加速硅醇缩合，同时其胺基与基材形成氢键，两者协同提升固化速度和附着力。

9.2 推荐添加量与复配策略

应用场景	JN590 添加量	复配建议	效果
SMP 防水涂料	0.5%-2%	搭配氨基硅烷（0.1%-0.3% APTES）	附着力↑、固化速度平衡
弹性屋顶涂料	0.5%-1.5%	搭配二官能硅烷调节柔韧性	柔韧性保持、粘接增强
SMP 密封胶/胶衣	0.5%-1.5%	需与氨基硅烷配合	粘接↑、弹性体性能影响小

SMP/STP 体系中 JN590 推荐用量

JN590 低碱性及分散的烷氧基结构设计，使其在密封胶配方中添加后不会显著影响高伸长率、低模量特性。添加 2wt% 时同步改善胶膜拉伸强度和撕裂强度，不升高体系粘度。

十、粉末涂料体系应用

10.1 粉末涂料专属反应机理

挤出阶段 JN590 与树脂预混，高温下部分硅醇化/与树脂极性基团作用，烘烤熔融时硅醇与金属基材缩合，形成强界面键合与硅氧烷网络。粉末涂料需经历高温挤出（90-120℃）和高温烘烤（160-200℃），常规硅烷偶联剂在此温度下容易挥发或分解，而 JN590 的高沸点（230℃）和 200℃ 以上热稳定性使其特别适合粉末涂料。

10.2 适用粉末涂料类型

- 环氧粉末涂料：管道防腐、钢筋涂层
- 聚酯/环氧混合粉末：家电、家具
- 聚氨酯粉末涂料：耐候性要求高的户外应用
- 尼龙粉末涂料：耐磨、耐化学品涂层

10.3 推荐添加量

粉末类型	添加量（总配方）	加入方式
环氧粉末	0.3% - 1%	预混/挤出阶段
聚酯/环氧粉末	0.3% - 1%	预混/挤出阶段
聚氨酯粉末	0.3% - 0.8%	预混/挤出阶段
尼龙粉末	0.5% - 1.5%	预混/挤出阶段

粉末涂料中 JN590 推荐用量

分散性提示：JN590 在粉末预混阶段需确保均匀分散，避免局部浓度过高导致涂层性能不均。建议先用少量树脂粉料预混 JN590，再与主料混合挤出。

十一、耐热树脂涂层体系应用

11.1 耐热涂层专属反应机理

异氰尿酸酯环提供本征耐热性，硅醇与耐热基材（金属/陶瓷/玻纤）共价键合，硅氧烷网络在高温下保持稳定，界面不失效，涂层完整性持久。异氰尿酸酯环的 C-N 和 C=O 键在高温下非常稳定，不易断裂。

11.2 适用耐热树脂类型

- 酚醛树脂涂料：耐热防腐涂层、烘烤涂层
- 呋喃树脂涂料：化工防腐、耐热衬里
- 三聚氰胺树脂涂料：氨基烘漆、耐热面漆
- 聚酰亚胺涂料：高温电子涂层、航空航天涂层

11.3 推荐添加量

酚醛/呋喃涂料：0.5% 1.5%；三聚氰胺烘漆：0.5% 1%；聚酰亚胺涂料：0.3% 1%。高温工业应用场景包括：烟囱/锅炉/管道内壁耐热防腐涂层、汽车排气系统涂层、热处理设备表面保护涂层、高温电绝缘涂层。

十二、塑料基材涂层——免底涂应用

JN590 可在涂料配方中直接添加，实现免底涂工艺，显著降低生产成本和工艺复杂度。

12.1 塑料涂层专属反应机理

极性异氰酸酯环降低表面张力，润湿塑料表面；硅醇与塑料表面极性基团（-OH、-COOH、-NH₂）氢键/共价键合；三臂多点锚固，形成微互穿网络，实现免底涂获得高附着力。

12.2 适用塑料基材

ABS、PC（聚碳酸酯）、PBT、PET、PA（尼龙）、聚苯乙烯（PS）、聚氨酯橡胶、聚酰亚胺。

12.3 推荐配方体系与用量

涂层体系	添加量	适用基材	备注
PU 塑料涂层	0.5% 2%	ABS、PC、PS	最优体系
丙烯酸塑料漆	0.3% 1.5%	ABS、PBT、PET	热塑性或热固性均可
环氧塑料涂层	0.5% 1.5%	PA、PBT、PET	需关注固化速度影响
UV 塑料涂层	0.5% 1%	PC、PMMA、ABS	配合前处理更佳

塑料基材涂层中 JN590 推荐用量

12.4 典型应用行业

- 3C 电子：手机外壳、笔记本电脑外壳、耳机壳
- 汽车内饰：仪表板、门板、装饰件
- 家电：空调面板、洗衣机外壳
- 玩具/日用品：塑料玩具、运动器材

十三、水性涂料体系应用

JN590 遇水水解，在水性涂料中直接添加会面临挑战，需采用预水解法或低聚物形式。

13.1 水性体系专属反应机理

预水解控制 (pH 4-5) 形成稳定的硅醇低聚物，加入水性涂料后与树脂/基材缩合，提升附着力与耐水性。不可直接添加：JN590 遇水快速水解缩聚，直接加入会导致凝胶或粘度上升。

13.2 推荐使用方式

方式	具体操作	适用场景
预水解法	用乙醇/水=95/5 (醋酸调至 pH 4.5) 混合溶剂将 JN590 预水解至透明，再加入水性涂料	水性 PU、水性丙烯酸、水性环氧
低聚物形式	使用 JN590 的部分缩合低聚物 (预聚体形式)，水溶性更好，储存更稳定	对稳定性要求高的水性体系
后添加法	在施工前临时加入，混合后尽快使用	双组分水性涂料
底涂法	配成 0.5% 5% 醇溶液作为底涂剂使用	所有水性涂料体系

水性涂料中 JN590 使用方式

关键警告：不建议直接加入水性涂料中，除非经过充分的稳定性验证。水性体系 pH 值需控制在 4.5 附近以减缓硅醇自缩合速率。预水解后需在 24 小时内使用完毕。需考虑水解释放的甲醇对 VOC 含量的影响。

十四、UV/光固化涂料体系应用

14.1 UV 体系专属反应机理

UV 光聚合迅速形成有机网络，JN590 硅醇与基材缩合 (需后烘烤促进)，形成界面共价键，附着力与耐水性提升。JN590 在 UV 固化体系中不直接参与自由基或阳离子光聚合反应，而是作为附着力促进剂发挥辅助作用。

14.2 适用场景

- 玻璃基材 UV 涂层：玻璃瓶装饰涂层、显示屏玻璃涂层
- 金属基材 UV 涂层：金属罐体 UV 涂层、五金件 UV 涂装
- 塑料基材 UV 涂层：3C 产品 UV 硬涂层

14.3 使用要点

推荐添加量 0.5% 1.5%。UV 固化速度快（秒级），JN590 的硅醇缩合反应可能滞后于光聚合，建议在 UV 固化后增加一段后烘烤工序（如 60 80℃ x 10 30min）以促进硅醇缩合完全。对玻璃基材，JN590 与玻璃表面 Si-OH 的缩合可显著提升 UV 涂层的附着力和耐水性。对金属基材，建议配合等离子体或化学前处理以增强效果。

十五、使用注意事项

15.1 湿气敏感

JN590 遇水水解，储存和运输过程需严格密封防潮。打开包装后应尽快使用，避免长时间暴露于空气中。建议储存于阴凉干燥处，温度低于 30℃。

15.2 与 NCO 的共存风险

在双组分 PU 中，若将 JN590 加入含 NCO 的组分，甲氧基水解产生的硅醇可能与异氰酸酯反应，导致适用期缩短甚至凝胶。建议将 JN590 加入多元醇组分，而非异氰酸酯组分。体系水分控制在 500 ppm 以下最佳。

15.3 适用期控制

添加 JN590 后建议在 24 48 小时内使用完混合漆料。预水解后的 JN590 需在 24 小时内使用完毕。粉末涂料中 JN590 在挤出阶段加入，储存稳定性较好。

十六、平替产品对照与包装规格

产品名称	生产商	与 JN590 关系	备注
A-Link 597	迈图（Momentive）	同结构平替	性能最接近，可直接替换

产品名称	生产商	与 JN590 关系	备注
KBM-9659	信越 (Shin-Etsu)	同结构平替	日本市场常用
VPS 7163	赢创 (Evonik)	同结构平替	欧洲市场常用

JN590 平替产品对照表

包装规格：25 kg 塑料桶（样品/小批量）、190 kg 标准钢桶（常规工业用量）、IBC 吨装桶（大批量采购）。

合肥安邦化工有限公司

官网：www.anbangchem.com

本产品技术资料仅供参考，具体应用请咨询我司技术支持团队。