

已引起了人們的很大重視。这种結構的強度，是根据附件上外部負荷的分布情况而变化的。各种形狀的蜂窩塊可由普通的毛坯用拉伸蜂窩毛坯的方法制得。

制成的蜂窩壁板可借超声波裝置或用專門儀器以錘击的方法进行質量檢查。此外，還可用拉伸（至斷裂）試样的方法檢驗強度。試样应与附件同时制造。經過質

量檢查后，將蜂窩塊进行最后加工。制成的蜂窩塊可以进行銑和鑽等加工。然后于所鑽的孔中插入澆有环氧胶液的套筒或鎖子，以便加强蜂窩結構。平接組合件鉚結在一起并一次胶合好。

袁文釗譯自苏联快报“飞机制造”1958年第46期

現代有机塗層(二)

現代漆料的成分和用途

在現代的有机塗層中应用得最多的是以不同方法改性的醇酸樹脂。如由多元酸和多元醇反应形成的聚酯或聚合物。作表面用的塗層常以植物油或植物油酸，动物脂肪酸或合成有机酸等来改性。有些应用松香、酚醛、苯乙烯、乙烯基甲苯、丙烯酸、有机硅、或其他反应物来改性。一般來說，醇酸具有以下性能而使其用途很广：即成本低，在磁漆和清漆中，具有高固体含量、耐久性好，顏色耐久，还可与其他許多樹脂相混合而改性，能增进耐化学性、耐磨、增加硬度等。

約有70%的金屬制件每天需用醇酸樹脂的塗料来塗刷——通常用含氮的樹脂、硝化纖維或氯化橡胶来改性。汽車、飞机、冰箱、火爐、櫥窗、金屬床架、热水器、洗衣机、干燥器和千余种其他制品，其外觀和使用期的長短，决定于这一种或另一种改性的醇酸樹脂。表8表明醇酸樹脂的某些主要性能。

醇酸樹脂 表8

优 点	缺 点
耐久性好 耐大气性好 顏料浸潤性好 固体含量高 成本低 溶剂成本低	耐化学性一般 比較軟，除非以硬樹脂来改性 热塑性

硝化纖維是纖維素和硝酸的酯，其主要性居第二位。硝化纖維在碳氢化合物的冲淡剂及酯类如醋酸丁酯和醋酸乙酯的混合液中成为溶液，其顏色接近于水白色。因为其本身較硬、較脆，对許多物質缺乏粘附力，硝化纖維素常用这样的一些樹脂，像醇酸、酚醛、丙烯酸、用增塑剂，有时还用硬質的松香——衍生樹脂等来改性。表9表明某些硝化纖維素的一些性質。

毫無疑問，采用硝化纖維清漆的首要理由之一是它在稍加热或空气中干燥后就能形成坚硬強韌的漆膜。在木質表面塗層的范围內，这是一种天然的优点，当大型

金屬制件上的漆層烘干有困难时，这种漆也具有很大优点。丙烯酸改性的硝化纖維清漆，在噴气飞机中以及与其相关的工业中，其用途已在增加，因为这种清漆具有耐噴气燃料和双脂潤滑剂的优点。表10为烯酸的某些主要性能。

硝化纖維素 表9

优 点	缺 点
干燥塊 硬度好 顏色淺 耐久性好 成本适度	固体含量低 溶剂成本高 具有易燃性

丙烯酸 表10

优 点	缺 点
耐燃燒后的气体 耐热 室外耐久性 耐光性好 水白色	成本高 溶剂成本高 固体含量低 耐振动性差 与許多其他樹脂不能相混合

使用清漆的另一个理由是易于修补有瑕疵的缺陷。众所周知，搪瓷材料实际上是不能修补的，烘干的磁漆修补也很困难，通常需要一种專門的修补材料，而硝化纖維塗層只需用同类的清漆塗在損坏的部位即可修补。

其次就是乙烯基樹脂。乙烯基樹脂是氯化乙烯和醋酸乙烯的共聚物。可采用含有順丁烯二酸或乙烯醇的共聚物来改性，以便增加其粘着力和可混溶性。乙烯樹脂在芳香族碳氢化合物和酮类中形成水白色溶液。通常，少量的化学增塑剂和安定剂与乙烯混合在一起构成許多具有抗化学性和耐磨性好的塗層。有时，也可使醇酸樹脂与乙烯樹脂合用，增加其成膜性及其它漆膜性能。表11所列為乙烯塗漆的优缺点：

乙烯树脂

表11

优 点	缺 点
最好的耐磨性 耐化学性好 最好的柔韧性 水白色	固体含量低 溶剂成本高 受热时炭化 耐溶剂性差

在裝飾金屬方面，乙烯基树脂的用途有所增加。由于其无毒、无味和良好的成膜性而在树脂种类中很突出。

在有机溶胶、和塑性溶胶塗層範圍內，对乙烯聚合物的主要应用逐渐增加。这些是很細小的高分子量的乙烯聚合物在非熔剂或增塑剂中的分散体。这种树脂可塗成厚膜用在耐强腐蚀性溶液的电鍍架和耐磨金屬零件上。近来也有用来制造花紋漆塗在通用机器和家具上以防磨損。若塗在金屬上則必須先塗底漆。最近几个月，又介紹了一种只塗一層的有机溶胶和塑性溶胶。

酚醛树脂是各种酚甲醛的聚合物，可利用的有好几种类型，这里只討論热固性，能溶于乙醇中的一种。它在油漆工业所有的树脂中最能耐强的化学藥品及溶剂，其缺点是性脆、黑色、烘烤温度高，难于加顏料等等。表12表明酚醛树脂的性质：

酚醛树脂

表12

优 点	缺 点
耐化学性最好 具有最好的硬度 耐磨性良好 耐溶剂性也最好	色黑 很脆 所需烘烤温度高

酚醛树脂用作导管、槽子、提桶或滾桶的內襯时，应稍加改性。一些乙烯基醛树脂和最近环氧树脂均用来改进酚醛的柔韧性。

环氧树脂是双酚与环氧氯丙烷反应形成的。表13列举了这种树脂的一般性能：

环氧

表13

优 点	缺 点
耐碱 对許多基体材料有很好的粘着力 耐化学性好 耐磨性良好 耐溶剂性好	曝晒后易粉化 成本高 使用期短

环氧聚合物两端的环境基与許多其它化合物都能起反应。其中有脂肪族胺、热固性酚醛塑料、尿醛树脂、聚酰胺树脂等。以环氧为基底塗層者有滾桶和提桶的內

襯、輪船貨艙用的油漆、填補汽車車身凹陷用的塗料。环氧树脂和長鏈脂肪酸的酯可用作机器底漆的洗漆剂并可塗在半成品的金屬板上。

醋酸丁酸纖維素系醋酸纖維的改性体，更易溶于一般的有机熔剂。其特点是：水白色、耐久性最好、不褪色，主要用作金屬制件的透明保护清漆。

在树脂的新發展中，出現了聚脂和聚氨基甲酸脂。聚脂是由二元酸和二羟基醇制造出来的醇酸型树脂。其中的一种具有不飽合的胶键。有催化剂存在时，与其它一些不飽和物为苯乙烯能起反应而形成一种复杂的聚合物。目前如何使这种材料成为較好的表面塗層的研究工作正在进行。采用这种树脂的理由是它可制造100%固体的磁漆及清漆，而这一点正是油漆化学家們多年所希望的。

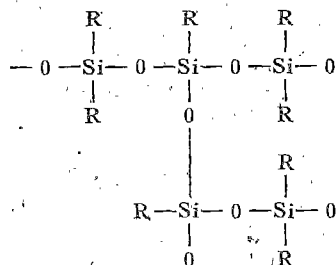
聚胺基甲酸酯是聚脂、二异氰酸盐和其他羟基衍生材料的混合物。这种树脂有希望用作一种耐磨和耐化学性的很硬和很坚韧的清漆和磁漆。但用作有机塗層尚未实现。

用有机硅树脂制取的耐热塗層

在所謂的“導彈时代”，要求有机塗層具有飞机、无綫电电子、導彈所需要的更高的耐热和耐磨性。这方面的工作已經总結为两种基本塗層：（1）有机硅树脂、其共聚物及其改性的产品；（2）改性后的环氧树脂。

有机硅可視為玻璃和有机树脂之間的一种氢化物，如像玻璃，系由硅和砂加以化学改性而成的。要做玻璃，需将砂和其他无机氧化物熔合在一起。有机硅的制取，是采用某些碳氢基代替砂中的氧键而成。在有机硅化学中，有两种重要的化合键，硅-碳化合键（Si—C），如在碳化硅中那样，具有很高的耐热、耐水和耐氧化性，甚至只有在氢-氧爐中才稍有一点氧化現象。硅-氧化合键（Si—O），如在石英中那样，耐热、耐水和氧化性也很高。

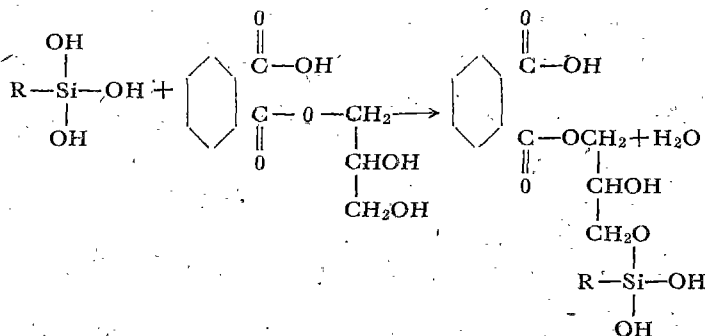
有机硅树脂的化学，除了在这里列出其化学結構式外，并不作其他的討論



R可以是飽合的，也可以是不飽合的，如烷基、芳香基或其他任何所需的基。

关于飽和的有机基，已發現甲烷基、苯基具有最好

的耐热性。有机硅树脂的甲基含量高，则干燥块很硬，但缺乏柔韧性和粘着力。有机硅中苯含量高，则很软，干燥后漆膜发粘。当其经过适当加热后，便得出有柔韧性的和有粘着力的薄膜。很多有机硅树脂当试用冷结合法时，与其他有机硅树脂均无混合性。当R基，一部分是甲基，一部分为苯基；而得到交叉形状的有机硅聚合物时，则成为这类树脂中最有用的一种树脂。一般情况就是如此。



与此相同，有机硅也可能与环氧、丙烯酸、酚醛和其它聚合材料形成共聚物。

有机硅树脂涂层外表与一般有机涂层很相似。其用法也和普通涂层的用法一样，如刷涂、喷涂、浸渍、滚涂等。有机硅涂层可在空气中干燥或将温度升高到接近260°C(500°F)的烘箱中烘烤。正确的烘烤顺序应由所用漆料的成分确定。

目前，有机硅涂料已成功的应用到耐热、耐大气、抗电和耐腐蚀的烘箱、高炉炉身、炉子、烟筒、灰化炉、自动机的零件、电子仪器和飞机上，这些涂料常常是用100%的有机硅、或改性的有机硅以及仔细选择过的颜料所制成的。由普通有机底漆制取的铝粉磁漆大约能耐520°C(1000°F)高温，但一经盐水试验和大气试验即告失败。

以铝粉作颜料的有机硅涂层可提高钢的高温使用寿命。软钢，当加热到高温时，即继续氧化，直到全部破坏。对不锈钢来说保护性氧化膜的产生，可阻止进一步的氧化。某些研究工作者肯定软钢在涂以有机硅铝粉磁漆之后，可以用在通常被氧化到受腐蚀的温度范围。假若在温度为707~800°C(1400~1600°F)时，即使是不锈钢，也需要涂层保护。有机硅铝粉磁漆可满足所需的防护涂层，也可防止焊接面氧化。表14表明由两位研究人员一道肯(Durkin)和宏勒(Horner)在500°C(930°F)下得到的曝温结果。

有机硅涂层的导热性决定了其保护性能。上述研究人员做了二个同样为一立方吋的软钢试样，其中一个涂过有机硅铝粉磁漆，一个未涂，置于800°C(1600°F)炉中进行试验。在每个试样的中心部位放上热电偶，在烘

像乙烯和丙烯一样，由一个或一个以上不饱和的R基所组成的聚硅醚已经制成并进行研究，但因在这类聚合物中有不饱和键，故继续进行反应是可能的；含有这样一些基的聚硅醚，与甲基和苯基型的相比较，其耐热性较差。

另一种可用的有机硅衍生物是有机硅醇酸。某些权威人士认为羟基甲基醇可以按照下列结构式与醇酸中过量的或有效的羟基相结合：

箱内放置10分钟以后，试样中心部位的温度即可进行测量。未涂磁漆试样达到的温度是790°C(1550°F)，涂过磁漆者仅达537°C(1095°F。)

未经及已经有机铝粉磁漆处理的软钢在500°C(930°F)下的氧化作用增重；毫克/公分² 表14

曝温时间, 小时	未经处理的软钢 (SAE 1010)	经有机硅铝粉磁漆处理的软钢
40	4.0	1.1
80	4.0	1.3
120	6.5	1.4
240	9.7	1.5
360	13.0	2.0
380	14.0	2.0
1000	—	—

有机硅涂层在耐热和耐腐蚀方面所起的作用，由以下这个例子可很好的看出。在1952年，很多制造厂提出烘箱内部所需的涂料。经有机硅铝粉磁漆涂过后，试验结果良好，烘箱内层很光洁，两年未生锈点，也无损伤。这种涂层直到今天仍广泛的被采用。

有机硅涂层的电气性能

有机硅涂层的介电强度很高。经适当干燥后具有防霉作用，经适当处理可制防霉剂。在高温操作条件下，用做绝缘和防霉清漆。有机硅涂料基本上用在耐水的、介电强度高的绕线电阻器上。这种电阻器界于水泥涂料与陶瓷涂料的电阻器之间，可在270°C(550°F)强度下使用。有的陶瓷涂层电阻器的顶端还涂有有机硅磁漆，以便增加耐潮湿和耐盐水性。

有机硅基的塗層，其用途近来有所增加，除具有高温和介电强度高的性能之外；在低温条件下，如 -50°C 时也具有优良的性能。

飞机和导弹用的塗層

几种用于飞机和导弹的塗層。

黑色有机硅塗層

表15

漆膜厚度	0.0009~0.0015吋
耐热性	1000°F 15分鐘，冷却至800°F 800°F，30分鐘冷却至室温
冷热試驗	加热至800°F，15分鐘；浸入 50~70°F 水中
耐水性	100°F 水中24小时
盐水試驗	48小时
耐汽油及耐油性 (SAE30 滑油)試驗	2小时
柔韌性	心軸弯曲0.75吋
耐冲击性	从16吋高度落下，500克重

有机硅鋁塗層

表16

漆膜厚度	0.00075~0.0010吋
耐热性	1000°F，24小时
耐碳氫化合物性	25°C，4小时
耐水性	25°C，24小时
耐盐水試驗	24小时
耐大气性	300小时，加速試驗并在華盛頓緯度向 南45°，6个月

另外一种有机硅鋁粉塗層可經得住187~613°C(400~1200°F)周期試驗。每一周期溫度升高38°C(100°F)，周期時間从8到16小时。在500°C(900°F)周期之后，必需进行24小时盐水試驗。

用其他聚合物树脂改性过的环氧树脂有机塗層，具有最好的耐磨和耐腐蝕性能，具有如下表中树脂所述各項性能的塗層可以有效地用于飞机發动机。

透明的环氧酚醛树脂

表17

耐腐蝕性	500小时盐水試驗，ASTM B 117~ 49T
耐热性	400°F，48小时
耐潮湿性	98~100%相对湿度，120°F时 500小 时
耐冲击性	6 呎/磅，直徑为1.5吋的鋼球
耐燃性 (ASTM 試 驗燃料B)	24小时
耐滑油性 (ASTM 油 NO. 1)	250°F，24小时
柔韌性	用 ASTM (美国标准試驗方法) 中 D 522~41 所述專用仪器在 80±10°F 时，弯曲90°角

鋁合金塗層

鋁合金，由于其重量强度比的关系，在飞机上的用途越来越重要了。最近，試驗室的工作已透露；经过处理的这种金属底板，当在空气中干燥后，漆膜經周期性的高湿度[100%的相对湿度，38°C(100°F)]和高温[(260°C)(500°F)]試驗，結果漆膜完整。試驗用塗層有以下几种組成：

- A. 环氧聚酰胺底漆磁漆系 (一种多層系)。
- B. 有机硅四聚物底漆磁漆系。
- C. 环氧有机硅酯底漆磁漆系。

每一种底漆含有一种鉻酸盐离子的阻化顏料，而表面層是一种鋁粉顏料的产品。虽然环氧聚酰胺系更难以掌握，因为其“使用期”(pot life)有限，虽然在260°C(500°F)露光之后，有脱色現象，但在已研究过的上百种的配方中，其性能最好。在以上所提到的周期試驗中，結果很好。具有一般漆膜的性能并能耐噴气燃料与双酯潤滑剂。

附着力强的塗料

在所謂的“导弹时代”，在補助性的塗料中間，采用或评价一些附着力强的塗料，对于科学家或設計師來說，这些問題是很有兴趣的。

1. 冰箱中冰盘的塗層。
2. 飞机和跑道上用的冰冻附着力强的塗料。
3. 电子仪器印刷綫路所需附着力强的塗料。
4. 專用电镀工艺用的含鋅附着力强的塗料。

未来的漆料

将来会是怎样呢？可以肯定，許多化学公司对数年前所介紹过的水基塗料，已經作了不少細致的工作，正像他們在商品表面处理中所宣傳的那樣，对工业或产品表面处理未来的需要正在初具規模。有机硅树脂被聚合为高分子量并經乳化后，能否克服它在空气中干燥后成膜性不好的严重缺点？此外，这样得到的漆膜在性能上能否与目前有机硅有机溶剂系組成的烘干漆膜相比較？

聚合物材料的輻射干燥情况如何？近来某些研究工作指出这样一种干燥方法是可以成功的，但成本較高。这种輻射干燥漆膜的性能目前正在研究中。

有机成膜究竟怎样？根据理論研究和科学分析，它应当具备目前已知材料所沒有而理想的組合性能。这种基础物質与十年前出現之極重要的环氧树脂很相似。

最近几年內曾报导的无机聚合物，其性能如何？能否适用于塗料領域呢？

像任何事情一样，所需要的是更好地了解物理及化学，以說明有机塗層的功用如何及其原因。在这样一个領域內，科学家們可从不同的角度做出有价值的貢獻。

著名科学家們的全部时间和精力以及他們现代化的設備不应仅限于做配方工作。应將他們的時間和力量貢獻給探討性的研究工作，以便找出理論根据及其整个演变的过程。

目前，有机塗層的研究工作是一个多样的、复杂的和有趣的工作。許多新的化学品已經出現，許多新的概

念已被發現，更好的更新的有机塗層将成为噴气飞机及導彈上不可缺少的一个部分，同样在非軍事領域內的經濟和工业的發展上也占有重要的地位。

(全文續完)

付班譯自“Plating”1958年10月号

火 箭 技 術 中 的 補 強 塑 料

几年来，美国对創造在高溫下具有高强度的塑料給予了很大注意，以便在火箭技術中用此种塑料来克服彈道火箭的空气动力热。目前，在創制耐熱補強塑料方面，已經取得頗大的成就。

補強塑料具有一系列良好性能，因而使它成了寶貴的火箭結構材料。这些性能是：

單位强度高；

絕熱性能高；

在活性介質（海水及酸等）中的穩定性高；

導熱性很小（比鋼小99倍，当塑料用作絕熱材料時，这一性能特別寶貴）；

熱容量較高；

完全沒有磁性；

介電性能高。

此外，必須考慮到，補強塑料還能用普通的工艺方法制成外形复杂的零件，而且補強材料及粘結材料的選擇範圍也頗廣闊。

粘結材料通常是聚合樹脂。對於在 $-54 \sim +93^{\circ}\text{C}$ 溫度範圍內工作的塑料，通常選用聚酯樹脂或環氧樹脂，而對於在更高溫度下工作的塑料，則選用耐熱環氧樹脂、酚醛樹脂及硅樹脂。目前，愈來愈多地採用石棉作補強材料；石棉已開始排擠玻璃纖維。

石棉價格低廉，或纖維蛇紋狀礦物，分布很廣，生产工艺極為簡單。在“泰坦”、“北極星”、“响尾蛇”、“獾犬”式導彈上，已廣泛使用石棉板及石棉管等。但是，若將石棉與各種耐熱填充劑配合使用，則其效果特別良好。

由於石棉補強塑料的單位强度高，且能抵抗高溫作用，因此可以在火箭技術中得到廣泛應用。這種塑料的重要性能，是在常溫及高溫下彈性模數非常高，而比重却很小。由這種塑料制成的零件，能在由 300 至 3000°C 及更高溫度下工作，能很好地抵抗熱沖擊，并可作為絕熱材料在超高溫下使用數分鐘。沒有疏松孔及能保持形

狀不變，也是石棉補強塑料零件的寶貴性質之一。

石棉與各種樹脂混合，可制得比較穩定的組合物。例如石棉酚醛基層合塑料在 2750°C 溫度下的機械性能可保持數秒鐘之久，可是，若為純石棉，則在上述溫度下的強度就較小。純石棉能承受 1370°C 以上的溫度，且不分解和熔化，因此有可能採用耐熱樹脂來制造石棉補強塑料。這種塑料能在很高的溫度下使用。

石棉纖維的質量，取決於纖維的長度、強度、剛度、彈性及是否含有雜質。普通石棉纖維的長度不超過 19 公厘。在生產下述各種材料時，選用在加拿大礦層采獲的、性能最合適的石棉。

補強的質量主要決定於石棉纖維的長度，因此對石棉纖維長度的挑選應給予很大的注意。挑選時，用三個篩子使石棉碎屑依次過篩，這時留在最上面一個篩子內的是最長的纖維。試驗必須嚴格地加以標準化，試驗結果用四個數字表示，這些數字應分別表明留在篩上的石棉纖維的重量（盎司*），最初的重量為 16 盎司（第四位數字表示通過所有三個篩的石棉重量）（表1）。

表 1

等級	纖維長度或篩分析結果
1	19公厘及更長
2	9.5~19公厘
3F	7-7-1.5-0.5
3K	4-7-4-1
3R	2-8-4-2
3T	1-9-4-2
3Z	0-8-6-2

根據美國火箭技術用石棉毡所含石棉數量的分類如下（表2）。

若採用比洛得克斯（Пиротекс）石棉毡作為塑料的補強材料，則需織成石棉綫，這樣能使塑料減少疏松度

* 盎司系英國重量單位=1/16磅。——譯者注