

成膜物质工艺学

上 册

〔苏联〕А.Я.德林别尔格 著

中国工业出版社

А.Я. Дринберг
ТЕХНОЛОГИЯ
ПЛЕНКООБРАЗУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ
2-е ИЗДАНИЕ, ПЕРЕРАБОТАННОЕ
ГОСХИМИЗДАТ Ленинград 1955

* * *
成膜物质工艺学

上册

沈阳油漆厂 等译

徐日新 等校

(根据原化学工业出版社重印)

*
化学工业部图书编辑室编辑(北京安定门外和平里七区八号楼)

中国工业出版社出版(北京佟沟路四10号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第110号

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*
开本 $850 \times 1168^{1/32}$ ·印张 $10^{1/8}$ ·字数279,000

1959年12月北京第一版

1965年6月北京新一版·1965年6月北京第一次印刷

印数0001—2,730·定价(科六)1.50元

*
统一书号: 15165·3880(化工-372)

成膜物质工艺学

上册

〔苏联〕A.Я.德林别尔格 著
沈阳油漆厂等 译

中国工业出版社

本书系根据苏联国立化学科技出版社 (Государственное научно-техническое издательство химической литературы) 出版的А.Я.德林别尔格 (А.Я.Дринберг) 所著成膜物质工艺学 “Технология пленкообразующих веществ” 1955 年增订二版译出。

本书为化工学院成膜物质工艺学教程。书中详细叙述了天然树脂、合成树脂、油类、熟油、清漆及色漆的化学与工艺学的理论。在叙述工艺学之前有几章论述了用于成膜物质的高分子化合物化学的基本理论。

书中也列举了一些最重要产品之工艺生产流程、配方及生产控制方法。

全书章节是按原料的特点来安排的，并依次地介绍有关每一类原料的化学的和工艺学的知识。

本书是油漆工业生产及科学研究的主要参考用书，并为高等学校的教学参考用书。

本书系由沈阳油漆厂、天津油漆颜料总厂，以及大连油漆厂余永学同志等翻译；并经徐日新、刘栋昌、邓文煜、傅宪謨、黄通国、童长春、曹惠民等同志校阅。

目 录

二版叙言.....(5)

第一章 緒論.....(7)

成膜物质的用途(7) 历史概述(8) 成膜物质的基本性质
(13) 参考文献(19)

第二章 成膜物及薄膜的化学结构.....(20)

低分子树脂成膜物(20) 鏈型结构的高分子成膜物(22) 以
轉变成膜物为基础的体型结构的高分子薄膜(29) 成膜物按其
分子结构的分类(31) 参考文献(33)

第三章 高分子成膜物的制法.....(34)

聚合过程的类型(34) 单基物的结构对聚合能力的影响(34)
連鎖聚合的反应机理(37) 各种因素对聚合过程的影响(41)
聚合反应的实施方法(43) 催化聚合反应(44) 逐步聚合的
反应机理(44) 縮聚过程的类型(45) 单基物结构对縮聚过
程的影响(47) 縮聚的反应机理(48) 某些因素对縮聚过程
的影响(51) 成膜物的老化过程(53) 参考文献(54)

第四章 成膜物的溶液、溶剂、增塑剂.....(55)

溶解及膨胀过程的理論(55) 成膜物溶液的可逆性(59) 溶
剂化和粘度。分子量的测定(62) 对溶剂和稀释剂的要求(66)
稀释剂与溶剂的比例(70) 浓溶液的粘度(75) 溶剂的可燃
性(77) 溶剂的毒性(79) 主要溶剂的特性(81) 增塑理
論(91) 主要增塑剂的特性(96) 参考文献(99)

第五章 油类、脂肪及其净化方法(101)

概述(101) 脂肪酸的结构(101) 脂肪酸的物理性质(107)
脂肪酸的化学性质(108) 甘油和甘油酯(111) 油类中的非
脂肪组份(115) 油的分类(117) 重要油类概述(119) 熟
油及清漆生产用油类的净化方法(127) 油溶性杂质的除去和
稳定(129) 吸附脱色(133) 游离脂肪酸的除去(137)
参考文献(142)

第六章 油类浓稠、氧化及成膜的理論基础(143)

植物油的聚合(143) 甘油三酸酯轉为体型聚合物的变化(油类干燥的理論)(148) 油类干燥动力学(163) 油性薄膜的老化(170) 参考文献(174)

第七章 金属皂、催干剂(175)

概述(175) 制造催干剂用的原料(179) 熔融性催干剂(184) 沉淀性催干剂(188) 参考文献(194)

第八章 氧化油、聚合油及熟油的生产(195)

概述(195) 天然熟油(198) 氧化油及熟油的生产(201) 聚合油(209) 聚合油及熟油的生产(213) 氧化聚合熟油的生产(219) 增加油类的不饱和酸含量以制取熟油(221) 无声放电作用下的聚合(228) 参考文献(229)

第九章 蓖麻油的脱水及由其制成的熟油(230)

蓖麻油的脱水理論(230) 脱水条件(232) 蓖麻油的脱水工艺、熟油(235) 参考文献(238)

第十章 油类的酯交换反应、熟油(239)

脂肪酸的酯化(239) 油类的酯交换反应(242) 不饱和酸酯薄膜的干燥和老化与其结构的关系(245) 用于酯交换反应的多元醇(254) 油类酯交换工艺(256) 参考文献(259)

第十一章 植物性树脂及以其为基料制成的清漆(260)

松香及其化学組成(260) 松香酯类(266) 树脂酸盐及松香加成物。樺木树脂(272) 热带(产)树脂(274) 矿物性树脂——琥珀脂及琥珀脂(278) 用植物性树脂制成的清漆(树脂清漆)(280) 参考文献(283)

第十二章 植物性树脂类油性清漆的生产原理(284)

过程及设备(284) 漆基的稀释(294) 油性清漆的分类(304) 以松香为基料的油性清漆的生产(306) 以琥珀树脂为基料的油性清漆的生产(309) 油性清漆的应用范围(316) 安全技术与劳动保护(318) 参考文献(323)

二 版 序 言

本书第二版較之1948年出版的初版有很大区别。論述适用于清漆及色漆工艺学方面的、关于高分子化合物化学基本知識的諸章，以及研究溶液、聚酯树脂、乙烯聚合物及顏料悬浮体諸章均已重新編写。对其余各章也作了根本的修改，其中关于植物油及其加工产物方面的篇幅大大縮减了。对全文的編写作了較大的压縮，与油漆涂装工艺学有关的章节，因在另一教程中已有叙述，也被删去。

本书沒有介绍特种清漆和色漆(例如油墨等)，因为这些內容在数学大綱里沒有規定。对于高分子化合物、树脂、油类、熟油及清漆的研究和試驗方法也沒有叙述，因为在相应的文献里已有介绍*。

与各章內容有关的主要文献目录列在每章的后面；文中方括弧里所引用的补充文献則列在全书之末。

第二十三章是由Н.А.柯朱林 (Козулин) 和И.А.高尔洛夫斯基 (Горловский) 編写的。

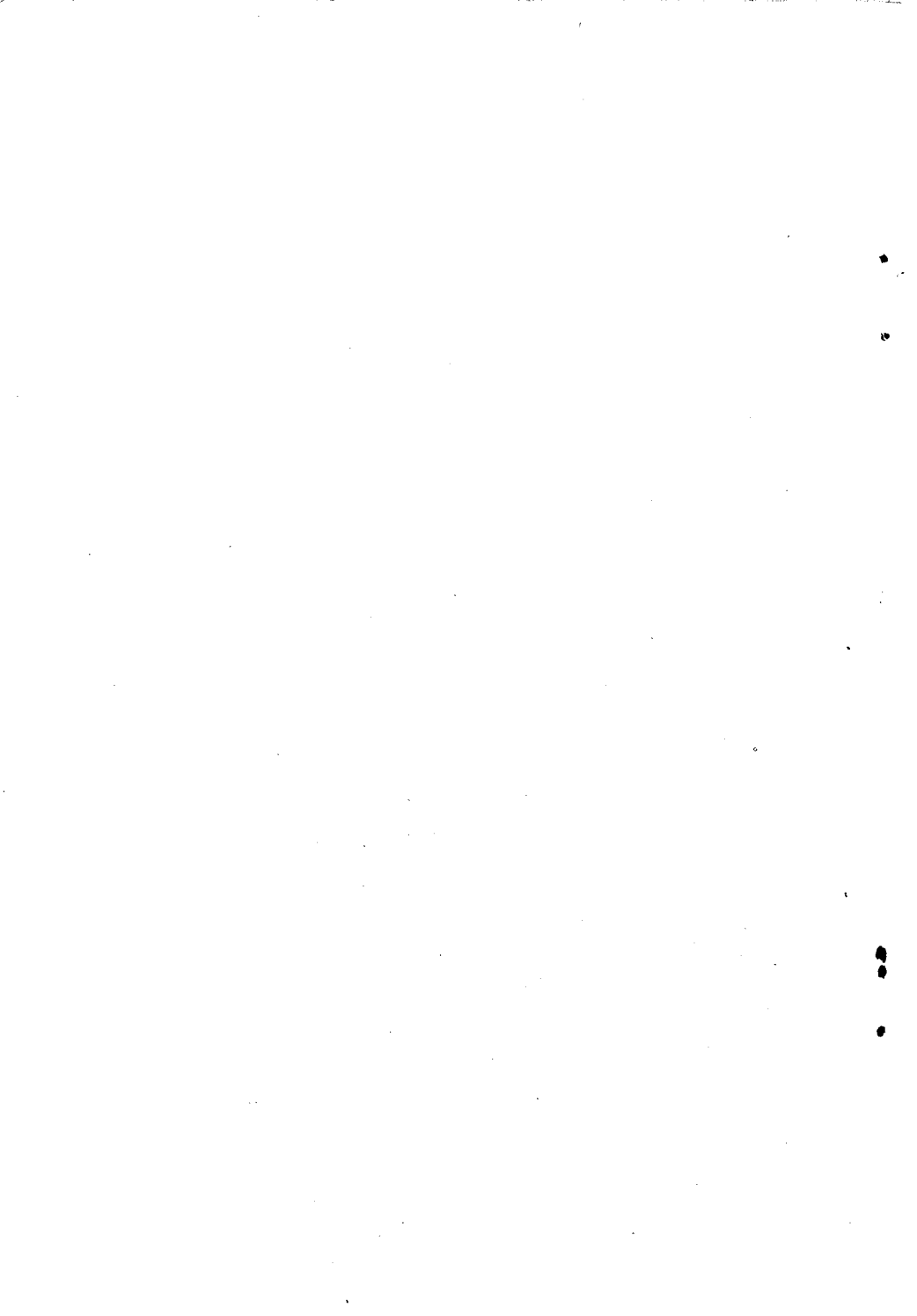
合成成膜物质的科学还是一門年青的科学。有关成膜物质的生成机理及其应用的概念，有許多都还没有被确定，而且也不断地在改变着。显然，在这些条件下就增加了編著教学参考书的困难。

在筹划本版时对讀者的批評和来信都已进行考虑；今后著者对于这些批評和来信将怀着感謝的心情加以注意。

在本书原稿筹备出版时А.А.凡什依特 (Ваншейдт) 教授、技术科学碩士Б.М.丰迪列尔 (Фундылер)、Э.Б.格林施切因 (Гринштейн) 以及工业学院油漆涂料工学教研組全体人員曾給予大力帮助，著者对他們表示衷心的感謝。

А.Я.德林別尔格

* В.С.Киселев.Руководство к практическим занятиям по пленкообразующим веществам.Госхимиздат, 1948; К.А.Андрианов, Д.А.Кардашев.Практические работы по искусственным смолам и пластмассам.Госхимиздат, 1946; В.В.Коршак, С.Р.Рафиков.Синтез и исследование высокомолекулярных соединений.Изд.АН СССР, 1949.



第一章

緒 論

成膜物质的用途

随着人类社会文化的发展，人們对其周围物体和建筑物的彩色裝飾的要求亦随着增长。

远在太古时代就已经知道涂料可以防止金属腐蚀和木材腐烂。除了色漆之外，随着社会文化的发展，也开始应用清漆，它亦具有保护物体表面免受周围介质作用的性能。

在我们的时代里，没有一个国民经济部門是不使用清漆和色漆的。例如，在工业中，它們用于汽車、拖拉机、車廂、蒸汽機車、車床、仪器、設備及各种机器的涂漆。在建筑业中，則用它們来涂装房屋、結構、桥梁及其他建筑物。

在輕工业中，用于皮革的涂染、織物（油布、漆布*）及其他材料的涂敷。

应用清漆和色漆以隔絕表面免受周围介质的作用时，漆膜应比被涂的表面具有較高的化学稳定性。

漆膜的絕緣性质可用于防水（斗蓬，漁人用的雨衣等），防工业气体及防苛性液体等目的。

在电工技术上广泛应用的漆包线就是用漆膜来代替棉織物絕緣和橡皮絕緣制成的。发电机、变压器、电话机、收音机、电视接收机等設備，如果不用清漆及漆包线就不可能制成。

清漆和色漆亦用于裝飾艺术（住宅和建筑物正面的涂漆、繪画）及消毒卫生的目的（医院、托儿所、学校涂以浅色油漆可便于清除污垢；如在該色漆中加入防腐剂更可使涂面消毒）。色漆在印刷

*根据苏联大百科全书所載，клеенка 与 гранитоль 二詞，前者泛指一般涂有熱油的織物，而后者則专指涂有硝化纖維漆膜的亚麻布，現暫將此二詞分別譯为“油布”、“漆布”。——譯者

工业和造纸工业上具有重大的意义。油墨和纸张(壁纸)用的色漆不能完全代表成膜物质在这些领域中的各种利用形式。特种色漆可作为海船水线下部涂层中的防污剂;在这类色漆中含有对海洋微生物有毒的组份。

仅从上面所列举的、很不完全的范例已经显而易见清漆和色漆的用途是多么广阔和多样化。

色漆(Краски)是由不透明的彩色粉末(颜料)与能将此粉末粒子结合成为整片薄膜的粘合物质(成膜物)所组成的。

颜料是一种高分散性不溶于水的粉末,为多价金属的氧化物或其盐类,一般具有高度的折光率,因而不透明的。颜料根据颜色和组成来区分。某些颜料可由有机染料制成。

粉末状的颜料本身不能单独应用,因为它们不能附着在表面上。成膜物能在色漆薄膜中生成整片的(即连续的)介质,因此它的应用是十分必要的。颜料在色漆薄膜中是不连续的。

成膜物本身就可单独应用(不加颜料)。主要仅由植物油或加有挥发性溶剂而制成的成膜液称为熟油(олифа)。

油类及天然树脂或人造树脂在挥发性溶剂中形成的成膜液称为油性清漆(маслянный лак)。

低分子树脂、高分子树脂或纤维素酯在挥发性溶剂中形成的成膜液称为清漆(лак)。同时在清漆各词之前加上所用成膜物的名称,例如硝化纤维素清漆、过氯乙烯清漆等。

以这些清漆为基料制成的色漆亦可相应地用同法命名。例如,以颜料和油类加工产物制成的色漆称为油性色漆(масляная краска);如果在成膜物的组成中加入树脂或纤维素酯,则称为清漆(制)色漆(лаковая краска)或磁漆(эмалевая краска)。当颜料及无机填料含量大时,则此种体系称为颜料浆或厚漆(густотертая краска)。

历史概述

要想正确地确定在人类社会生活中人类开始应用油漆和成膜物质的时代是不可能的。

在人类物质文明历史方面的许多著作里,都有原始公社制度时

期及古代奴隶占有制国家中广泛地应用油漆和粘合材料的引証。例如，我們知道埃及在紀元前3000~3500年間，庙宇、宮殿和石棺都裝飾以树脂清漆和蜡质油漆繪成的画。

大約在同一时期，中国也已經使用蜡画方法于建筑物的繪画上〔1〕，并用漆树汁（уршиол）制成的清漆来涂盖木材、青銅及粘土制成的各种制品。

尽管人类在許多世紀以前就已学会应用清漆和色漆，但是顏料的品种在一个相当长的時間內仍然是很有限的。古希腊的著名艺匠（捷夫克西斯，波立革諾特，季曼京等）曾使用了四种顏料，即：鉛白、赭石、Синоп产紅土（普魯土紅类мумия）及炭黑〔2〕。

在古羅馬时期，顏料的品种略有扩大，但当时的繪画和建筑主要是以应用色彩不鮮明的土质顏料为基础的。

亚麻仁油作为制备清漆和熟油以及后来作为制备油性色漆用的粘合材料具有很多世紀的历史〔2〕，远在紀元前就开始了。古代羅馬早已知道植物油的性質，例如油性薄膜的保护性能及油类溶解树脂的能力。亦早已知道油的煉制法。从古代起已經应用各种天然树脂例如乳香脂、松香、山达脂、琥珀脂及玳瑁脂来制备油性清漆。大概从紀元后5世紀起就已开始应用鉛催干剂。

手工业者行会（цех）和公会（гильдия）的組織对于中世紀清漆和色漆技术的发展有着良好的影响，因为一方面画家們企望保持自己行会的荣誉，另一方面是有着保証艺术作品品质优良的法律，这就迫使他們对其所用材料的性質必須加以实际的研究，而且在使用前加以仔細的試驗。此外，对油漆质量的要求也是对于画家們寻找新的材料和創造新的技术的一种刺激。

研究俄罗斯的古文獻——奥斯特米罗夫福音传（1056~1057）、斯維雅托斯拉夫文集（1076）和阿尔汗格尔斯克福音传时，証明了当时的俄罗斯艺匠已經知道了相当多品种的顏料，即：辰砂（硫化汞）、鉛丹（紅色氧化物，过氧化鉛）、印度紅（черлень）（深紅色的漆用顏料）、由炭黑制成的黑色顏料及其他天然的和人造的顏料。也已經知道这些材料的化学性質。

油性清漆和熟油已數百年被用来作为蛋黃-胶涂料画（темпера，

一种用水与蛋黃或胶等調和无机顏料所繪成的画)的复盖层,或用于錫、銀、木质制品的涂装。熟油主要是用亚麻仁油和胡桃油制成的,而罕有用大麻油和罌粟子油制成的。油类都是經過加工之后才使用。

有趣的是,熟油和清漆的深暗色在很長時間內曾被認為是它們的良好性質,用鮮明而色淺的油漆繪成的图画,在未涂上一层暗色熟油时被認為是未完成的作品。

十四世紀,在繪画技术上发生了轉变,从而影响了清漆和色漆的生产。奠定这种轉变基础的是創造油性色漆繪画技术的法兰曼达斯派的著名艺匠古別尔特-万-埃依克(Губерт Ван Эйк),这种繪画技术在以后的100年間無論在西方或在俄罗斯都排挤了多世紀以来的蛋黃-胶涂料的繪画技术。

十四世紀——十七世紀时期內(文艺复兴时代)出现了有关色漆和清漆配方及制备方法的記載和論文。在欽尼尼(Ченнини)和列奥那尔陀-达-文奇(Леонардо-да-Винчи)繪画技术的著名論文中,載有一系列有关油类的淨化、脫色和“稠縮”(уплотнение)的說明[3]。俄国在油漆組成、制造方法和应用方面最早的記載是在十五世紀末期。这些記載对油漆技术的历史具有很大的重要性,并証实了古代俄国艺匠在油漆化学領域內渊博的知識。文艺复兴时代——文化和艺术的繁榮时期——的特点是在清漆和色漆技术发展領域中有了重大进展。

从当时保存下来的許多文件中都証实了熟油和油漆的各种制备法已有广泛的发展,也証实了它們的品种有显著的扩大。

手工业生产——鉛丹、鉛白、普藍、土質顏料、各种熟油和油性清漆,对俄国油漆业技术的发展具有重大的意义。

1812年卫国战争結束之后,俄国清漆和色漆的生产即开始迅速发展,并确定了以莫斯科、彼得堡、雅罗斯拉夫为主要中心。

俄国的艺术工业制品博得广泛的盛名,甚至馳名国外。尤其珍貴的是帕列赫(палех)的艺匠們的华丽制品,他們的繪画技术不仅是自成一派,而且学会了制备质量优良的熟油。俄国的洛日卡尔熟油(ложкарная олифа)、热烘干燥的瀝青油性清漆到处馳名,路庫金(лукутин)制品(托盘,家庭用具)的生产就是以它們为基础

发展起来的。司特洛盖諾夫(Строганов)艺匠們的傳統技术由于有了許多的手工业艺术工场，因而更加发扬光大起来。

十九世紀的下半叶在清漆和色漆工艺学領域中曾获得重大成就。

例如1856年化学碩士 М. 司科柏李科夫(Скобликов)曾写了学位論文“清漆制造及油类干燥过程的研究”，而在1887年出版了一本 И. 奥索維茨基(Осовецкий)所著論述涂装技术的书[4]。

只是在出现了 А. М. 布特列洛夫(Бутлеров)的关于制造最简单聚合物方面的著作之后，人們才开始懂得聚合过程在清漆和色漆工业发展上竟起着如此重大的作用。Н. А. 門舒特金(Меншуткин)在酯类及酯类生成这一研究領域內的經典著作帮助解决了許多工艺学上的問題[5]。

后来，А. П. 李多夫(Лидов)曾拟訂了典范的分析方法，Е. И. 奥尔洛夫(Орлов)、В. 法利翁(Фарион)和 С. А. 福金(Фокин)对于油类的干燥过程和催干剂的作用也曾进行了詳細的研究并科学地加以論証。

許多外国学者的著作在頗大程度上帮助建成了清漆和色漆工艺学領域內的科学观点，他們在本世紀20年代曾试图将实践所积累下来的丰富經驗材料加以系統化。

捷李格曼-齐克(Зелигман-Зик)和 И. 沙依別尔(Шайбер)在清漆領域中，Г. 采尔(Церр)，Р. 留边加姆波(Рюбенкампф)和 Г. 华格涅尔(Вагнер)在顏料領域中都會进行了初步嘗試。

Г. 加尔德涅尔(Гарднер)的工作，以及 Р. С. 莫列利(Моррель)和 О. 約尔丹(Иордан)所进行的油类和清漆的研究，应当認為是科学处理清漆、色漆和涂膜試驗的开始。

高分子化合物的学說是成膜物质这一門科学的理論基础，高分子化合物的学說在苏联由于 С. В. 列別捷夫(Лебедев)、А. Е. 法沃尔斯基(Фаворский)、В. А. 卡尔金(Каргин)、С. С. 麦德維捷夫(Медведев)、В. В. 科尔沙克(Коршак)、С. Н. 达尼洛夫(Данилов)等工作而得到很大的发展。

В. С. 基謝列夫(Киселев)、А. А. 季諾維也夫(Зиновьев)、Б. Н.

楚清尼科夫(Тютюников)、Г.Л.尤赫諾夫斯基(Юхновский)等的工作也促进了熟油及清漆生产的发展。

在多元醇与多元酸合成聚酯方面曾經进行过系統的研究,并証实了用季戊四醇和其他醇类代替油中的天然甘油基的优越性。几千年来油类都是以其天然形态被应用的,但經過酯交换之后,就可以增大油性涂膜的耐久性。

在縮合树脂,尤其是在聚酯类树脂和酚-醛树脂方面的研究对于清漆和色漆生产的发展有着决定性的影响。在这里应当指出的是Л.貝克連德(Бекеленд)、Г.С.別特洛夫(Петров)、В.Г.卡罗切尔茲(Каротерз)、Т.Ф.布列德利(Бредль)、А.А.范雪依特(Ваншейт)、К.А.安德里亞諾夫(Андрианов)等所进行的許多工作。

合成聚合树脂在相当长時間之后才在清漆和色漆工艺中得到应用,这类树脂由于Г.斯塔烏金格尔(штаудингер)、С.Н.烏沙科夫(Ушаков)、Б.Н.茹托夫斯基(Рутовский)、Т.阿夫列(Алфрей)及許多其他学者的工作才获得工业上的利用。

如果从前制造清漆的主要材料是天然树脂和油类,而溶剂的品种也非常有限,那末从20年代起就已經开始生产硝基清漆和必需的新的合成溶剂了。1930年以后并广泛地制备合成清漆用的酚-醛树脂,及以多元酸和多元醇为基础的清漆,从而成膜物质的生产就稳定地走上了利用合成化学的道路。

在最近数十年內更特別突出地証实了生产合成产品的所有优越性和重要性。其中主要的是不需依靠天然条件,可能大大地增加产量并制出有些性质为植物性物质不可能具有的新产品。

苏联共产党第十九次党代表大会的決議中曾制定出进一步提高苏联工业生产水平的途径。根据所通过的決議,特別要求加速发展机器制造业,进行广泛的建設,增加日用商品的生产,这就要求大大地增加清漆和色漆的生产并扩大其品种。

存在着无限的原料资源可供油漆工业进一步发展。色土、鋅矿、鉛矿、鈦矿和鉻矿,以及重晶石矿、晶石矿和其他非金属矿物等丰富的矿产,保证了顏料的生产。

石油产物、煤的餾出物、纖維素衍生物、乙炔、各种天然气及

其他各种合成用的原材料等雄厚的资源，保证了成膜物质的生产。

以合成树脂为基础，尤其是以聚酯树脂（醇酸酯）、酚甲醛树脂、脲-甲醛树脂、三聚氰胺 甲醛树脂、纤维素酯、乙烯化合物的
 高分子聚合物及其共聚物为基础的清漆和色漆具有特殊的意义。

目前天然树脂、瀝青、植物油和蛋白质已不能满足现代技术的要求。只有合成产物，尤其是高分子化合物，才有可能成为无限种性质不同的清漆、色漆及其所成涂膜的基础，和根本扩大原料来源的基础。合成的成膜物质的性质在一定范围内可以随意加以调整。显然，不久的将来，成膜物质及用它制成的色漆，一定能够遵循涂膜性质与原料结构间的关系的科学预见和科学知識 完全地进行合成。

在制造色漆中，已成过去的那些經驗办法仍常常不得不再被利用的缘故，是由于个别化学和工艺学問題的知識还嫌不足，或由于高分子化合物化学的成就尚未充分利用的结果。

成膜物质的基本性质

成膜物质在干燥前是液体，干燥后就成为坚硬的薄膜，即涂膜。

液态成膜物质的最重要的技术性质如下：

粘度和浓度几乎所有成膜物质都是以液态来应用的，而且液体的粘度在将其涂于物体表面上时起着重要的作用。

在大多数情况下，粘度高难于用刷子涂刷，用噴霧器噴涂清漆和色漆时需要很高的压力，并使浸涂法无法应用。为了降低业已制成的清漆或色漆的粘度，可于其中加入溶剂稀释之。可是加入溶剂将减低不挥发相中成膜物质（固态或液态）的浓度。过分稀释的清漆和色漆只能形成很薄的薄膜，使用这种涂漆益处不大，因为在每1米²涂漆表面上要消耗很多溶剂。就这方面而论，能够应用几乎不用溶剂而在干燥时就能成为固态的液体成膜物质是最好的。

色漆中顏料的浓度也甚重要。成膜物与顏料二者间的浓度比决定了所得薄膜的大部分的物理-机械性质和光学性质。

表面张力 当施涂清漆或色漆于表面上时，清漆-涂刷表面間界面上的表面张力起着重大的作用〔6〕。当表面张力降低时，能改

善表面的湿润作用：清漆易于流展，或者说，在表面上的流平性（“Розлив”）較佳。

干燥 液体成膜物质转变成固体薄膜的过程称为干燥。

薄膜的平均厚度为 10μ 至 50μ ，即自 $1 \cdot 10^{-1}$ 厘米至 $5 \cdot 10^{-1}$ 厘米之間变动。一般成膜物质均系在被涂的固体表面上干燥，因此这种薄膜也称为涂膜。

各种清漆干燥过程的速度与薄膜的厚度及一系列其他原因有关。

在某些类型的清漆中，干燥速度完全决定于挥发性溶剂的蒸发速度（物理干燥）。而其他类型清漆的干燥速度则决定于成膜物质在空气或热作用下的化学过程进行的速度（化学干燥）。此外，在后者情况下，因化学变化而引起的二次物理过程，也可能有所影响。

当液相转变为固相时，溶剂的蒸发过程以及化学反应并不终止，所得的薄膜中仍继续进行着化学反应，而残余的溶剂也继续从薄膜中蒸发出来。由于干燥曲线上缺乏特殊的点或曲折点故很难确定相当于完全干燥的时间。实际上，依靠感官来确定假设完全干燥时所需的时间是极不完善的，不如按薄膜的硬度来测定还稍好些〔7〕。用感官法（手指）测定“不沾灰尘”的干燥时间，就是当灰尘不再沾着正在干燥中的薄膜上的那个时间，而“完全干燥”则是当手指压在薄膜上不留指痕（即所谓“不发粘”）的那个时间。

在化学干燥过程中已预示到有某些表征薄膜老化（例如油类的氧化裂解）从而导致薄膜破坏的现象。所谓先干燥后老化的过程的连续性几乎不可能客观地确定干燥的终点，老化的“始”与“终”。較正确的应当說氧化过程的速度或者是任一物理性质（硬度，弹性）改变的速度。

薄膜的机械性质 在薄膜的机械性质中，硬度和抗磨强度一般認為是最重要的。

物体的硬度 就是当另一物体穿入其中时所显示的阻力。薄膜的硬度通常是根據支承在薄膜表面上的摆杆摆动衰减的方法来测定的。薄膜愈硬则摆动时间愈久。用НИИЛК摆杆式硬度計来测定硬度是测定摆杆振幅从 5° 减低到 2° 时所需的秒数。硬度可直接以秒

数表示或按薄膜硬度与玻璃硬度之比值表示之。

薄膜的抗磨强度 可借磨料或坚硬物体直接测定薄膜磨損所需的时间，测定时应保証耐磨試驗仪器在薄膜上維持固定的作用条件。

由于薄膜的磨損与薄膜表面上个别质点的脫落有关，故薄膜抗磨强度也可按薄膜的抗断强度判断。

这种間接方法并不十分准确，因为薄膜质点从表面上脫落的条件与薄膜内部的质点不同，可是抗磨强度增大的程度却与抗断强度增大的程度相同。坚硬的薄膜，例如由纖維素酯生成的薄膜，通常是十分耐磨的。薄膜的强度决定于薄膜物质分子間的内聚力。

抗断强度 对于許多涂膜，例如航空清漆，具有独特的意义；这个数值通常以薄膜断裂的极限强度 (временное сопротивление) 公斤/厘米²表示之。

弹性 薄膜的弹性是指其在变形应力消除之后恢复原来形状的能力。金属表面的涂膜除了要求薄膜和金属有相应的綫膨胀系数之外，薄膜的弹性亦具有极其重要的意义。

塑性 是指薄膜在引起变形的应力消除之后保持变形（残余变形）的能力。

在一般薄膜伸张时，它們既发生弹性变形，同时也发生塑性变形。因此，在进行抗断試驗时，以薄膜試样原长的百分率測得的薄膜相对伸长就不能单独地表示出薄膜的弹性和塑性。这些性质一般均用专门仪器测定，并以薄膜总伸长的%表示之。

撞击强度 在技术上是薄膜的一项重要性质。对于涂装在金属表面上的薄膜，这种性质与它的伸张性（塑性）及其与金属或下层底漆的附着力有关。

薄膜与被涂表面的结合力（粘着性） 清漆和色漆涂膜的强度与薄膜和涂漆物体表面的结合力，即薄膜的粘着性有着密切的关系。

按照现代的概念，薄膜对表面的粘着性可以用物体表面被液态成膜物质所湿润的程度和液体成膜物质在固体表面上的吸附来解释。

这些性质又与在成膜物质中极性分子的存在，及液体-固体表