

塗料及塗裝

目 次

第一章 總論	1
1. 塗料	1
2. 塗料之形成	1
3. 塗膜之形成	2
第二章 塗料之形成	3
第一節 塗膜形成之要素與塗料之類別	3
第二節 塗膜形成之要素僅由固體而成之塗料之製造	3
1. 固體塗膜形成之主要素及其助成之要素	3
2. 固體塗膜形成之要素與溶劑之關係	3
3. 塗料之名稱	6
4. 以水為分散媒之塗料之液體部分	6
第三節 塗膜形成之要素僅由液體而成之塗料之製造	7
1. 塗料原料油	7
2. 熬油	7
3. 厚油	7
4. 因加熱所起之塗料原料油之變化	7
5. 其他之加工塗料油	8
第四節 塗膜形成之要素為液體與固體時之塗料之製造	8
1. 油假漆	9
2. 纖維素塗料	10
3. 油假漆與纖維素塗料相混合而成之塗料	16
4. 纖維素塗料在塗料工業上之意義	16
5. 乳膠塗料	17
第五節 導入顏料於展色劑中之塗料之製造	17
第六節 分散工程與混合工程	18

第七節 固體粒子之分離	22
第三章 塗料之性狀	25
第一節 塗料之固結度	25
1. 固結度	25
2. 塗料之固結度	27
3. 固結度與其他性質之關係	27
4. 塗料固結度之測定	28
5. 與固結度有關之塗料之其他性質	30
第二節 塗料之穩定度	30
1. 分散度之變化	30
2. 顏料之沈降	31
3. 沈降堆積物	32
第四章 塗膜之形成	33
第一節 塗膜形成之要素僅為固體時之塗料之塗膜形成	33
第二節 塗膜形成之要素僅為液體時之塗料之塗膜形成	35
1. 油之乾燥	35
2. 乾燥劑	36
第三節 塗膜形成之要素由固體及液體而成時之塗料之塗膜形成	37
1. 油假漆塗膜之形成	37
2. 乳膠塗料之塗膜形成	38
第四節 含有顏料之塗料之塗膜形成	38
第五節 塗膜形成過程進行之測定	40
第六節 塗膜形成上之缺陷	41
1. 塗膜之缺陷	41
2. 塗膜面之污濁	41
3. 光澤之瑕疵	42
4. 塗膜面之白變	42

5. 塗膜面之高低	42
6. 塗膜成龜裂之瑕疵	44
7. 塗膜由被塗面脫離之瑕疵	44
第五章 塗膜及塗膜層之形成工程——塗裝	45
第一節 被塗面之處理	45
1. 鐵材表面之處理	45
2. 木材表面之處理	48
3. 舊塗膜及塗膜層之除去	48
第二節 展佈塗料成薄層之工程	49
1. 塗裝手段	49
第三節 塗膜面之處理	58
1. 塗膜面之處理	58
2. 研磨	58
3. 磨豔	59
第四節 最近之大規模塗裝工程	59
第六章 塗膜之性狀	62
第一節 塗膜之構造	62
第二節 塗膜之光學性質	63
1. 塗膜之色彩及其測定	63
2. 光澤及其測定	66
3. 遮蓋力及其測定	66
第三節 塗膜之機械性質	69
1. 塗膜之硬度及其測定	69
2. 摩擦抵抗及其測定	72
3. 起因於互助牽引及附着所生之塗膜之機械性質	74
第四節 塗膜之抵抗性及其測定	76
1. 抵抗性質	76
2. 耐性之試驗法	76
3. 防禦性之試驗	77

第七章 塗膜之陳化	78
第一節 塗膜之陳化成因及陳化現象	78
1. 陳化之成因	78
2. 熱對於塗膜之作用	78
3. 光對於塗膜之作用	79
4. 塗膜之黃變	79
5. 雨水及大氣中之氣體對於塗膜作用	80
6. 粉化及其原因	80
第二節 耐候性試驗之 I——曝露試驗	81
1. 耐候性	82
2. 支配耐候性之因子	82
3. 曝露試驗	82
4. 曝露試驗之各種條件	83
5. 曝露試驗之缺點	84
第三節 耐候性試驗之 II——促進試驗	85
1. 促進試驗	85
2. 人工陳化之素因	86
3. 促進試驗所用之裝置	87
4. 促進試驗之價值	89
第八章 特殊塗料	91
第一節 防鏽塗料	91
1. 鏽之發生	91
2. 防鏽塗料	91
3. 防鏽塗料價值之比較	92
第二節 船底塗料	93
1. 用塗料以防護船底	93
2. 防鏽塗料	93
3. 附着於船底之生物	94
4. 二號塗料	95
5. 水線塗料	95

6. 木船用塗料	90
7. 糊狀船底塗料	96
8. 船底塗料研究之必要	96
第三節 電絕緣塗料	97
1. 絕緣塗料	97
2. 絕緣耐力及其測定	98
3. 絕緣塗料之形成	99
4. 空氣乾燥假漆	99
5. 烘假漆	100
第四節 飛機用塗料	100
1. 飛機用塗料之種類	100
2. 翼布塗料	100
3. 飛機金屬用之塗料	101
第五節 汽車用塗料	101
1. 汽車用塗料之特性	101
2. 汽車用塗料之形成	102
第六節 發光塗料	103
1. 總說	103
2. 發光塗料之形成	103
第九章 塗料工業將來之問題	104
1. 形成塗膜之要素問題	104
2. 製成塗料之機械問題	104
3. 關於塗裝之問題	105
4. 形成塗膜之理論問題	105
5. 關於塗膜性質之問題	105
6. 關於塗膜陳化之問題	105

塗料及塗裝

第一章 總論

1. 塗料(*painting materials, Anstrich*) 所謂塗料者，乃於物體表面展成薄層後，隨時間之經過，起化學與物理之變化，不特能附着於表面，且形成連續之皮膜，而呈防護之作用，並顯美觀之物質也。若用膠體化學之術語言之，則塗料者，係由分散相與分散媒所成之分散系也。茲舉塗料所應備之條件如下：

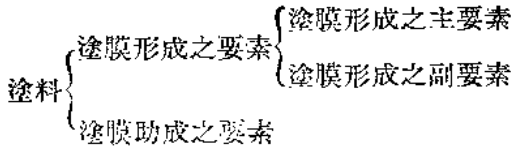
- (a) 展佈於物體表面時，須具有流動性。
- (b) 能成薄層者。
- (c) 隨時間之經過而起固化者。
- (d) 固化之皮膜須附着於物體之表面。
- (e) 皮膜須連續不斷。
- (f) 有防護物體表面及呈美觀之職能。

2. 塗料之形成 塗料之職能，非塗料製品自身所能克盡，尚依固化後之塗料皮膜(*paint film, Anstrich-film*) (略稱塗膜)而完成者。故塗料之主要成分，為形成塗膜之成分。此稱為塗膜形成之要素。

塗膜形成之要素，不限於流動性之物質。其自身雖非塗膜之一部分，惟能分散塗膜形成之要素，使成塗料；且當形成塗膜時，其對於形成過程中有貢獻之塗料成分，稱為塗膜助成之要素。

又在塗膜形成之要素中，其為塗料皮膜之主體者，謂為塗膜形成之

主要素。至欲補助主要素之缺點或欲完成所期之目的，而與主要素共同形成塗膜者，稱為塗膜形成之副要素。簡約言之，塗料之形成，則如下列所示：



3. 塗膜之形成 由塗膜形成之要素與塗膜之助成要素，製成塗料製品之行程，稱為塗料之形成。將如斯所得之塗料，形成薄層於物體之表面，使形成一層或二層以上之塗料層之工程，稱為塗裝。如斯成薄膜而展佈之塗料層，隨時間之經過而固化。此種過程稱為塗料之乾燥 (drying, *Trocknung*)。

如斯所形成之塗膜或塗膜層，依其所具之各種性質，而固着於物體表面，不特能呈防護之作用，且現美麗之觀感。然無論何種之塗料，隨時間之經過，常受外界各種之作用，必不能保持原有之形態及諸種之性質。換言之，即塗膜及塗膜層漸次崩壞，卒至不堪使用是也。如此過程，稱為塗膜之陳化 (aging, *Alterung*)。

第二章 塗料之形成

第一節 塗膜形成之要素與塗料之類別

如前所述之塗料，係由塗膜形成之要素與塗膜助成之要素所形成者。茲就塗料形成之要素依形態而分類之如次：

1. 塗膜形成要素僅為固體者。
2. 塗膜形成要素僅為液體者。
3. 塗膜形成要素為液體及固體者。

以上三類係流動性之塗料，所形成之塗膜均透明。若加有色彩之固體粉於其中，則可使塗膜成不透明。此固體粉謂為顏料。塗料中除去顏料後所殘餘之液體部分，為展色劑 (vehicle, *Bindemittel*)，即分散顏料粒子之分散媒也。

第二節 塗膜形成之要素僅由固體而成之塗料之製造

1. 固體塗膜形成之要素及其助成之要素 用作固體塗膜形成之要素者，為樹脂 (resin, *Harz*) (天然樹脂、人造樹脂)、瀝青質、纖維素酯、纖維素醚、蛋白質與其化合物、膠類、澱粉與其化合物、金屬肥皂、樹膠與其衍生物等之有機物質、及水玻璃、石灰等之無機物質。

分散此等固體塗膜形成之要素而形成塗料之分散媒，即如前所述之塗膜助成要素，通常謂為溶劑 (solvent, *Lösungsmittel*)。此外尚有稀釋劑 (diluent, *Verdünnungsmittel*) 者，其自身係無分散之能力，即加於已使固體塗膜形成之要素分散於溶劑中時，亦不妨害其分散之液體也。

2. 固體塗膜形成之要素與溶劑之關係 固體塗膜形成之要素，涉

及有機及無機物質，其數極多，故此等物質對於溶劑之關係，亦各不同。簡單言之，欲製塗料時，則固體塗膜形成之要素，有用溶劑使其完全分散之必要。樹脂中之某種分散於某溶劑者，常隨樹脂濃度之減少，即隨稀釋而呈混濁。又有隨濃度之增加，即溶劑之蒸發而析出固體塗膜形成之要素者。此等皆為塗料之不良現象也。

茲將通常所用之固體塗膜形成之要素與其所適合之溶劑，述之如下：

- (a) 樹脂(天然)：
 - (i) 阿卡羅特樹脂(Acaroid resin, *Akaroidharz*)
溶劑：乙醇、甲醇、戊醇。
 - (ii) 琥珀(amber, *Bernstein*)
溶劑：苯、松節油。
 - (iii) 丹馬樹脂(dammar)
溶劑：松節油、苯、石油系烴。
 - (iv) 松香(colophonium or rosin, *Kolophonium*)
溶劑：醇類(脂肪族)、石油系烴、松節油。
 - (v) 柯巴脂類(copals, *Kopale*)
剛果柯巴脂(Congo copal)。
溶劑：生者不能完全溶解於任何溶劑。
馬尼刺柯巴脂(Manila copal)
溶劑：醇類(脂肪族)。
生達拉克膠(sandarac, *Sandarak*)
溶劑：乙醇(酒精)、戊醇。
 - (vi) 蟲膠(shellac, *Schellak*)
溶劑：醇類(脂肪族)。

- (b) 將天然樹脂加工者
- (i) 松香石灰(limed rosin, *Harzhalk*)
溶劑:醇類(脂肪族)、石油系烴、松節油。
- (ii) 酯樹膠(松脂之甘油酯)
溶劑:醇類(脂肪族)、石油系烴、松節油。
- (c) 人造樹脂(synthetic resins, *Kunstharze*):
- (i) 酚甲醛縮合樹脂
諾佛拉克(Novolak)樹脂
溶劑:醇類(脂肪族)。
油解性樹脂(例如阿氏人造樹脂 Albertol 111L, 209L 等)
溶劑:松節油、石油系烴、芳香族烴。
- (ii) 煤膏硬樹脂(coumarone resin, *Cumaronharze*)
溶劑:松節油、芳香族烴、乙醇、粗汽油混合溶劑。
- (d) 瀝青質
- (i) 天然地瀝青
溶劑:石油系烴、松節油。
- (ii) 人造地瀝青
煤氣瀝青
溶劑:芳香族烴。
- (iii) 石油瀝青
溶劑:石油系烴、松節油。
- (iv) 木溶瀝青(松根瀝青)
溶劑:有可溶於醇類(脂肪族)者,惟通常則難溶解。
- (v) 脂肪瀝青
脂蠟脂瀝青。

溶劑：芳香族烴、松節油。

(e) 蛋白質及其化合物、澱粉及其化合物、膠類

溶劑：水。

(f) 橡膠及其衍生物

溶劑：芳香族烴、石油系烴。

關於纖維素化合物，可參照第 10 頁「纖維素塗料」。

通常以乙醇(酒精)為溶劑之塗料，稱為酒精假漆 (spirit varnish, *Spirituslacke*)；其用石油系烴、芳香族烴、松節油及其他為溶劑者，稱為揮發性假漆 (*Flüchtige Lacke*)。

3. 塗料之名稱 僅用固體物質為塗膜形成之要素之塗料，種類頗多，茲將各商品之名稱，所用之溶劑及塗膜形成之要素等列表如下：

塗膜形成之要素	溶劑	名稱
阿卡瑟特樹脂	乙醇	阿卡瑟特假漆
丹馬樹脂	松節油	白假漆、丹馬假漆
丹馬樹脂	石油系烴	品假漆
松香	石油系烴	松香假漆
松香	乙醇	淨白松香假漆
蟲膠	乙醇	蟲膠假漆
漂白蟲膠	乙醇	白蟲膠假漆
貝西吉	石油系烴、芳香族烴、松節油	黑假漆
硝式纖維素	醇酸戊醇、丙酮等	藤木假漆 Vapon

4. 以水為分散媒之塗料之液體部分 此種塗膜形成之要素，有為無機質者，有為有機質者。有機質者，為動物性膠(如動物膠 gelatin、魚膠等)、清蛋白質、酪質之鹼化合物、澱粉、糊精、阿刺伯樹膠、樹脂酸肥皂等。將顏料與此種塗膜形成要素之水溶液相混合而成之塗料，總稱為水塗料 (water paint, *Wasserfarben*)。

第三節 塗膜形成之要素僅由液體而成之塗料之製造

1. **塗料原料油** 稱爲塗料原料油之植物性油、動物性油及其加工生成物，爲此種塗料之塗膜形成之要素。通常所用者，則有亞麻仁油、大麻子油、荏油、黃豆油、桐油、魚油（日本鯉魚油、鱈魚油等）等；惟此等之油，以經加工後使用者爲多。此類塗料，有用溶劑以爲助成要素者。

2. **熬油** (boiled oil, *Firnis*) 以乾燥油爲液體塗膜形成之要素，即將原料油加熱，並添加乾燥劑後，雖不另加如揮發性溶劑之助成要素，藉化學的變化而作成較原料油之塗膜形成時間爲短之塗料，稱爲熬油。通常之熬油，由製法觀之，則有下列四種：

(a) 在低溫(140~150°C.)加熱原料油，並加乾燥劑(關於乾燥劑，可參照第四章)於其中者。

(b) 加熱原料油至 220~280°C.，並加以乾燥劑者。

(c) 保持原料油達 200°C.，並吹送冷空氣，或通熱空氣於其中者。

(d) 將溶於溶劑之乾燥劑，使其在常溫溶於原料油者。

3. **厚油** (stand oil, *Standöl*) 所謂厚油者，乃將亞麻仁油高溫加熱，點之以火，並遮斷空氣，使火熄滅後而成者，惟今日已不用此法。最近所通行者，乃儘量遮斷空氣，將原油加熱至 300~320°C. 而得者。此時之製品，因加熱溫度之高低及時間之長短而不同；惟厚油之原料油，亦不限於亞麻仁油。

4. **因加熱所起之塗料原料油之變化** 通常將塗料原料油加熱時，則黏滯性、酸值、比重、折射率增大，碘值減少。黏滯性之增加，以桐油最爲急速，常至膠化而成乳膠體 (gel)。

加熱溫度	加熱時間	黏 度	殘 留 硫 量	折 射 率	比 重		
原料亞麻仁油	0	0 時	1	1.1	175.0	1.479	0.924
200	20 時	1.13	2.6	168.7	1.480	0.926	
230	40 時	1.35	3.4	160.1	1.482	0.929	
240	15 時	2.35	5.8	115.6	1.486	0.933	
260	30 時	7.96	7.4	108.0	1.489	0.948	
300	10 時	115.0	17.8	120.4	1.429	0.961	
300	20 時	—	40.0	76.3	1.496	0.970	
原料桐油	0	0 時	2.5	2.0	180.3	1.515	0.942
200	2 時	4.0	1.9	149.7	1.488	0.949	
200	4 時	80.5	1.9	131.5	1.446	0.954	
260	10 分	4.5	1.9	156.8	1.511	0.946	
280	20 分	112.5	1.9	145.2	1.504	0.957	
300	5 分	膠 化					

據克盧姆巴爾氏(H. Krumbhaar, *Chemiker Zeitung*, 1916, 931)所舉之例,則如上表所示。

5. 其他之加工塗料油 塗料油除由加熱而使黏膠化外,其由受紫外線之投射而成者,稱為紫外油 (*Uviolöle*); 其由放電而達同一之目的者,稱為伏特油 (*Foltöl*)。

又有以硫化合物處理塗料之原料油而改良油之性狀者。茲舉一例如次:即據瑞伊達與薩爾發提拉兩氏(Suida und Salvaterra, *Zeitscher. Angew. Chem.*, 1930, 43, 385)之報告,則謂以4%之硫及4%之氯,作用於亞麻仁油後所得塗料油之皮膜之機械的性質,較優於生亞麻仁油,而較劣於桐油。

第四節 塗膜形成之要素為液體與固體時之塗料之製造

此為混合固體塗膜形成之要素與液體塗膜形成之要素後，使其分散於揮發性分散媒即溶劑中所得之塗料，或塗料之液體部分也。將樹脂與塗料用油作為塗膜形成要素者，通常謂為油假漆(oil varnish, *Cellacke*)。惟此時亦有用瀝青質以代樹脂者。此外加樹脂於纖維素衍生物後，旋注入沸點較高且得溶解此等固體塗膜形成之要素之液體，並使分散於溶劑中者，謂為纖維素塗料(cellulose varnish, *Celluloselacke*)。

1. 油假漆 假漆之固體塗膜形成之要素為柯巴脂、松香、油溶性人造樹脂(例如阿氏人造樹脂 Albertol 111L, 209L 等)、瀝青質等。液體塗膜形成之要素，則為塗料用油。兩者之混合通常以在加熱中行之。柯巴脂之處理，有稱為 copal-running 者，乃將柯巴脂加熱，使達某程度之分解，且與油能成混合之狀態時而使用之。

溶劑為石油系烴、萜系(terpane)烴、芳香族烴、萘之氫加成物(如四氫萘 tetralin、十氫萘 dekalin)等。

固體塗膜形成之要素與液體塗膜形成之要素之分配比，若較 1:1 為大時，則稱貧油假漆(short-oil varnish, *magerer Lacke*)；若較 1:1 為小時，則稱富油假漆(long-oil varnish, *fette Lacke*)。

樹脂若用柯巴脂而配於塗料油時，則富油者稱為體假漆(body varnish)；中等程度者，稱為柯巴脂清漆(copal varnish)；貧油者，稱為貼金漆(gold size)。

於松香(colophonium)之甘油酯，即酯樹脂(ester gum)，配以中國桐油之富油假漆，稱為梳桿清漆(spar varnish)，以瀝青質為固體塗膜形成之要素之油假漆，謂為黑假漆(black japan)。

以油溶性人造樹脂為固體塗膜形成之要素之油假漆，通常在 2~4 小時，能完成塗膜之形成，故謂四小時假漆(four hour varnish, *Vier-Stunden Lack*)。

2. 纖維素塗料

(a) 塗料用之纖維素酯 用於塗料之纖維素酯，現今有硝酸纖維素 (nitrocellulose) 及醋酸纖維素。塗料用之硝酸纖維素，據基埃斯 (Keys, *Seeligmann-Ziehe, Handbuch der Lack-und Firnisfabrikation*, 1930, S. 117) 氏所舉，有如下列各種：

(一) 可溶於酒精之硝酸纖維素 黏滯性 1/2 sec. (此黏滯性之測定法及意義等說明於第三章「塗料性狀」項中)，可溶於無水乙醇、酯類、酮類。氮之含量為 11.5~11.7%。

(二) 正常可溶性黏度 1/2 sec. 之硝酸纖維素 能溶於酯類、酮類及此等與乙醇之混合物。氮之含量為 12~12.5%。

(三) 飛機翼塗料 (dope) 用黏滯性 15~20 sec. 之硝酸纖維素，能溶於酯類、酮類，但溶解量不大。氮之含量為 11.8~12.4%。

(b) 纖維素塗料 用作固體塗膜形成要素之纖維衍生物，為硝酸纖維素、醋酸纖維素等之纖維素酯及苄基纖維素 (benzyl cellulose) 等之纖維素醚。至硝酸纖維素塗料之英名為 "lacquer" (亦譯「硝棉漆」)。

(c) 纖維素酯塗料之形成 纖維素酯為塗膜形成之主要素，並加軟化劑、樹脂(天然或人造)以作副要素後，使其分散於溶劑或稀釋劑中。

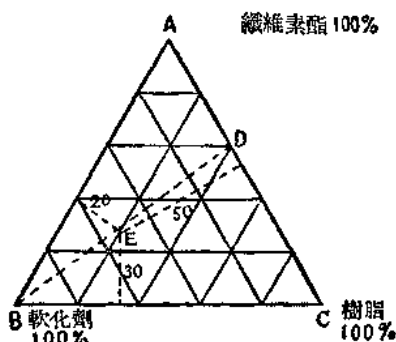
纖維素酯塗料之塗膜形成要素之構成，為纖維素酯、軟化劑 (plastisizer, *Erweichungsmittel*)、樹脂等三成分，故可用三角座標以表之。

正三角形之各邊分為 100，各頂點作為各成分之 100%。由三角形內之各點，引直線平行於各邊，則依此點之位置，由三角形內之一點，垂直於各邊垂線之長之和為一定之數，故可知三成分之 100 分比。

在第 1 圖 *A* 為纖維素酯 100% 之點，*B* 為軟化劑 100% 之點，*C* 為樹脂 100% 之點。

邊 *A*、*C* 上之點，係表示由纖維素酯與樹脂所成之 100 分比，故 *D*

點乃表纖維素 60%、樹脂 40% 之成分。於 D 之成分中加以軟化劑，則隨 $D \rightarrow B$ 而成分起變化。例如 E 點，乃表示樹脂 20%、纖維素 30%、軟化劑 50% 之成分也。此種表示法，若用為考查各成分比與生成塗膜諸性質間之關係等，則極便利，且甚有效也。



第 1 圖

醋酸纖維素有可溶於三氯甲烷者，有可溶於丙酮者。作塗料用時，則以後者為宜。在理論上醋酸纖維素之醋酸含量，雖有 62.5%，但工業用之可溶於丙酮之醋酸纖維素，則較此為少。

(d) 纖維素酯塗料用之軟化劑 軟化劑須具下列之性質：即(一)在適當之溫度，不起揮發，(二)與纖維素酯、樹脂、溶劑等須能充分混合，(三)中性且不起變化。單簡言之，所謂軟化劑者，乃沸點甚高之溶劑也。

可作軟化劑用之物質，列舉之則如次：

(一)蓖麻油 用乙醚基化者，及吹入空氣者。最近亦有用與無水鄰苯二甲酸(phthalic acid)之結合生成物者。

(二)亞麻仁油 通常之纖維素酯塗料，雖殆不使用亞麻仁油，惟基地材料(後述)及混合硝酸纖維素塗料(後述)，則用亞麻仁油與無水鄰苯二甲酸所結合而生成之 *Leinölglyptal*。

(三)中國桐油 用於混成硝酸纖維素塗料。

(四)正磷酸之酯 即使用將正磷酸 $O=P$ $\begin{cases} \text{OH} \\ \text{OH} \\ \text{OH} \end{cases}$ 之 H 由苯基

(phenyl) 或甲酚基(cresyl) 所取代而成之磷酸三苯酯(triphenyl