

家具木工能力本位訓練教材 靜電塗裝的認識

編號：PCB-CBM1506

編著者：鄒茂雄

審稿者：侯世光、賈大慶

主辦單位：行政院勞工委員會職業訓練局

研製單位：中華民國職業訓練研究發展中心

印製日期：九十年十二月

單元 PCB-CBM1506 學習指引

本單元主要是介紹木製家具的主要塗裝方法之一的「靜電塗裝」。

學習本單元之前，必須熟悉基本電學，然後由本教材學習熟知靜電塗裝之原理、靜電塗裝機種類、主要結構、性能、使用上應注意事項等，同時必須也說明出安全使用方法。如無法說明完全，從頭開始學習或熟讀使用說明書，並向老師或製造廠商技術人員討教。

引言

靜電塗裝機依塗料霧化元件分類有如下四種：

- 一、塗料空氣霧化手提靜電噴漆槍型 (HAND AIR SPRAY GUN)。
- 二、塗料空氣霧化自動靜電噴漆槍型 (AUTO AIR SPRAY GUN)。
- 三、高轉速離心式塗料靜電霧化鐘型塗裝機 (HIGH SPEED TURBO BELL)。
- 四、高轉速離心式塗料靜電霧化圓盤型塗裝機 (HIGH SPEED TURBO DISK)。

上述四種方式則依被塗物的形狀、大小、塗料種類、生產力等因素而採用最適當方式。

學員熟讀熟悉靜電塗裝機的特徵、使用上要點及安全對策。

定義

靜電塗裝乃是利用高壓直流 COLONA 放電，將塗料粒子使對極吸著，一種噴霧塗裝。以接地的被塗物為陽極（+），塗料噴漆霧裝置為陰極（-），並將此噴漆霧裝置帶負（-）高電壓，在兩極之間製成靜電電場，使霧化塗料微粒子帶負電，有效地被吸著於相反電極的被塗物表面上的塗裝方法謂之。

學習目標

- 一、學員透過本教材，能充分瞭解並說明靜電塗裝的原理及靜電塗裝機的種類及其特性。
- 二、學員閱讀本教材，能充分瞭解並說明實施靜電塗裝適用溶劑、塗料的種類、性質、用途及能充分瞭解並說明代表性塗裝機（噴漆槍型、圓盤型及鐘型三種）的構造、性能。
- 三、學員熟讀本教材，能正確瞭解說明塗裝條件的設定及靜電塗裝的特徵。
- 四、學員精讀本教材，能正確細述靜電塗裝安全對策引進靜電塗裝可行性的檢討。
- 五、學員透過本教材，能正確瞭解靜電塗裝實例。

學習活動

- 一、學習本教材，學員可瞭解靜電塗裝原理、機種及其特徵。
- 二、讓學員互相討論引進靜電塗裝機的可行性。
- 三、若有時間及經費容許，則帶學員參觀實施靜電塗裝的工廠（如優美、廣長等工廠）。
- 四、學習本教材及閱讀下列參考資料可瞭解靜電塗裝安全對策（包括電氣方面、塗料、溶劑、人、器具、機具方面有關安全對策）。
- 五、學習本教材及閱讀下列參考資料可瞭解靜電塗裝實例。

參考資料：

- (一)「木材塗裝」 P131~P139，鄒茂雄著，淑馨出版社刊行。
- (二)「FURNITURE FINISHING TEXTBOOK」 PAUL H. GRAHAM。
- (三)「塗裝 事典」 朝倉書店。
- (四)「塗裝技術」 清水正雄、石塚末豐著，日刊工業新聞社。
- (五)「木工靜電塗裝講義」 多田義典著，鄒茂雄譯，金石企業股份有限公司。
- (六)「各廠商型錄」 金石企業股份有限公司及日本關西 PAINT。

本教材的第一個學習目標是

不使用參考資料，學員能正確地說出靜電塗裝的原理及靜電塗裝機械種類及特性。

- 一、原理：靜電塗裝是噴塗之一種，應用直流高電壓的塗裝方法。以接地 (EARTH) 之被塗物為陽極 (+)，塗料噴漆器為陰極 (-)，接 50,000~80,000 伏特 (V) 的直流電，電極之間則變成強大靜電場，自噴漆器噴出的塗料受強高電壓，形成帶負電微粒子，使塗料微粒子有效地向帶正電的被塗物飛翔被吸著 (參照下圖 1、2)。即被塗物須為電導體。故木材需要含水率 7% 以上，相對濕度 45~50%，溫度 15~20°C。陰陽兩極間的電流的電流值為 20~50mA (微安培)。

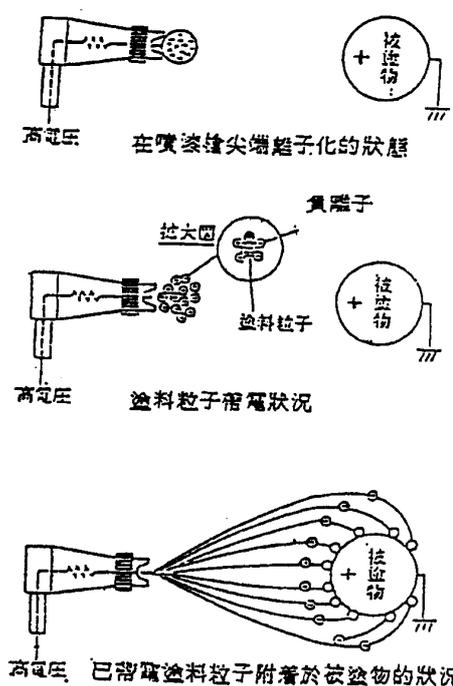


圖 1 電極針型塗粒粒子塗著

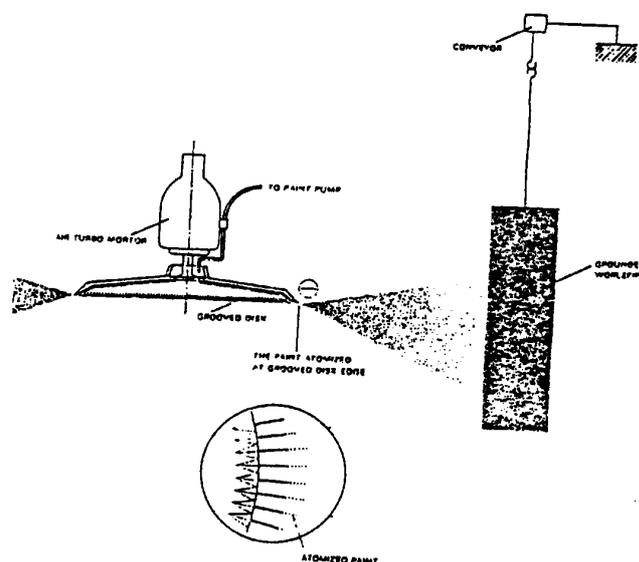


圖 2 離心式靜電霧化

二、為何使用負電壓？

以電的性質而言，負電的穩定性比正電較佳。因此放電順序也從弱電開始，而難於移行火花放電，而逐漸產生溫和放電現象，所以安全性較高。

三、靜電塗裝機的種類：

(一)依塗料霧化方式分類：

可分為兩大類型。一為以機械力〔如壓縮空氣或壓縮塗料的力量，即壓氣噴塗 (AIR SPRAY)及無氣噴塗 (AIRLESS SPRAY)及高轉速離心力 (50,000RPM 以下較宜)，另一為電氣霧化。由於此兩種霧化方式行塗料微粒化，將電荷給與微粒化塗料粒子帶負電，以靜電力吸著於帶正電的被塗物。

(二) 依放電電極裝置方式可分類為：

放電電極則分固定式及迴轉式兩種。靜電塗裝機之分類及其機能如下表 1。

表 1 靜電塗裝機的分類

形態區分 機能區分	固定式靜電塗裝機	自動式靜電塗裝機	手提式靜電塗裝機
內 容	固定塗裝機本體，設置於被塗物前面使用	塗裝機本體架設於升降機，使用滑動機構	以手提塗裝機本體，保持任意塗裝
霧化機構	空氣霧化、電氣霧化	空氣霧化、電氣霧化、無氣霧化	空氣霧化、無氣霧化
放 電 極	固定型、迴轉型	固定型	固定型
電 壓	-80~-90KV	-70~-90KV	-30~-60KV
操 作	半自動、自動	自動	手動
用 途	少樣多量生產	少樣多量生產	多樣多量生產
生產型態	使用輸送器	使用輸送器	準用一般手提噴塗

(三) 機種：依噴漆器（霧化器）種類分類：可分 1. 噴槍型及 2. 高速迴轉型兩種。

1. 噴槍型 (SPRAY GUN TYPE): 以壓縮空氣霧化，壓縮塗料霧化為主。從高電壓發生裝置 (HIGH VOLTAGE POWER SUPPLY) 通過高電壓電纜 (HIGH VOLTAGE CABLE)，將直流電壓施加 (IMPRESS) 於電極。因此電極是針狀電極，所以電極附近電場顯著地不均等，而空氣被強烈地離子化。然而針狀電極尖端附近，空氣的絕緣已局部破壞，而發生非常穩定的輝光電暈 (GLOW CORONA) 持續放電，通常此放電是非常小的紫藍色放光光點。此放光範圍視為離子化圈域。通過這離子化圈域的塗料微粒子衝撞離子而帶負電。然而這些微粒子向針狀電極與被塗物之間所構成的電場方向 (+) 飛翔而塗著於被塗物。噴槍可分為手提噴槍與自動噴槍兩種，參照下圖 3 及 4。

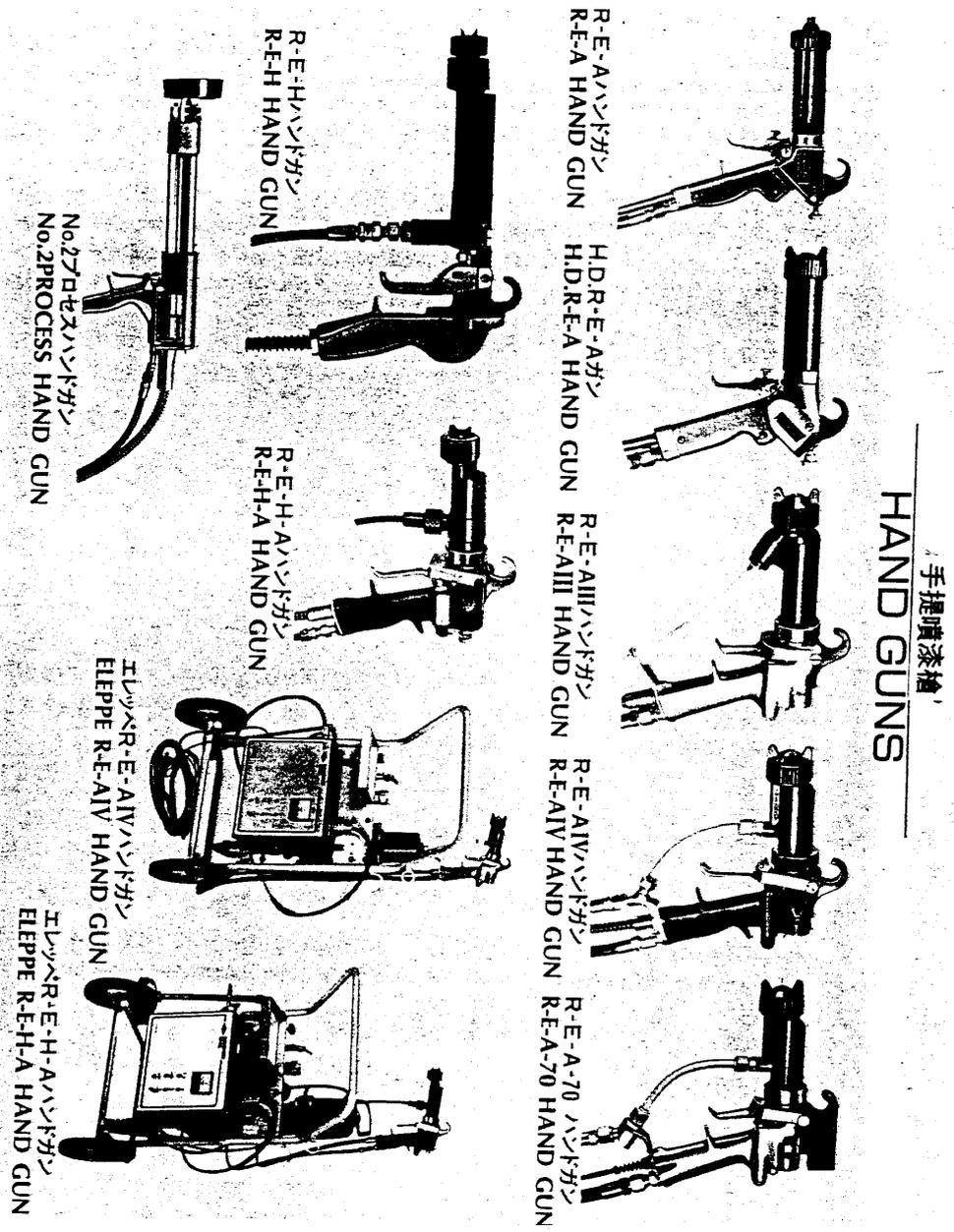


圖 3

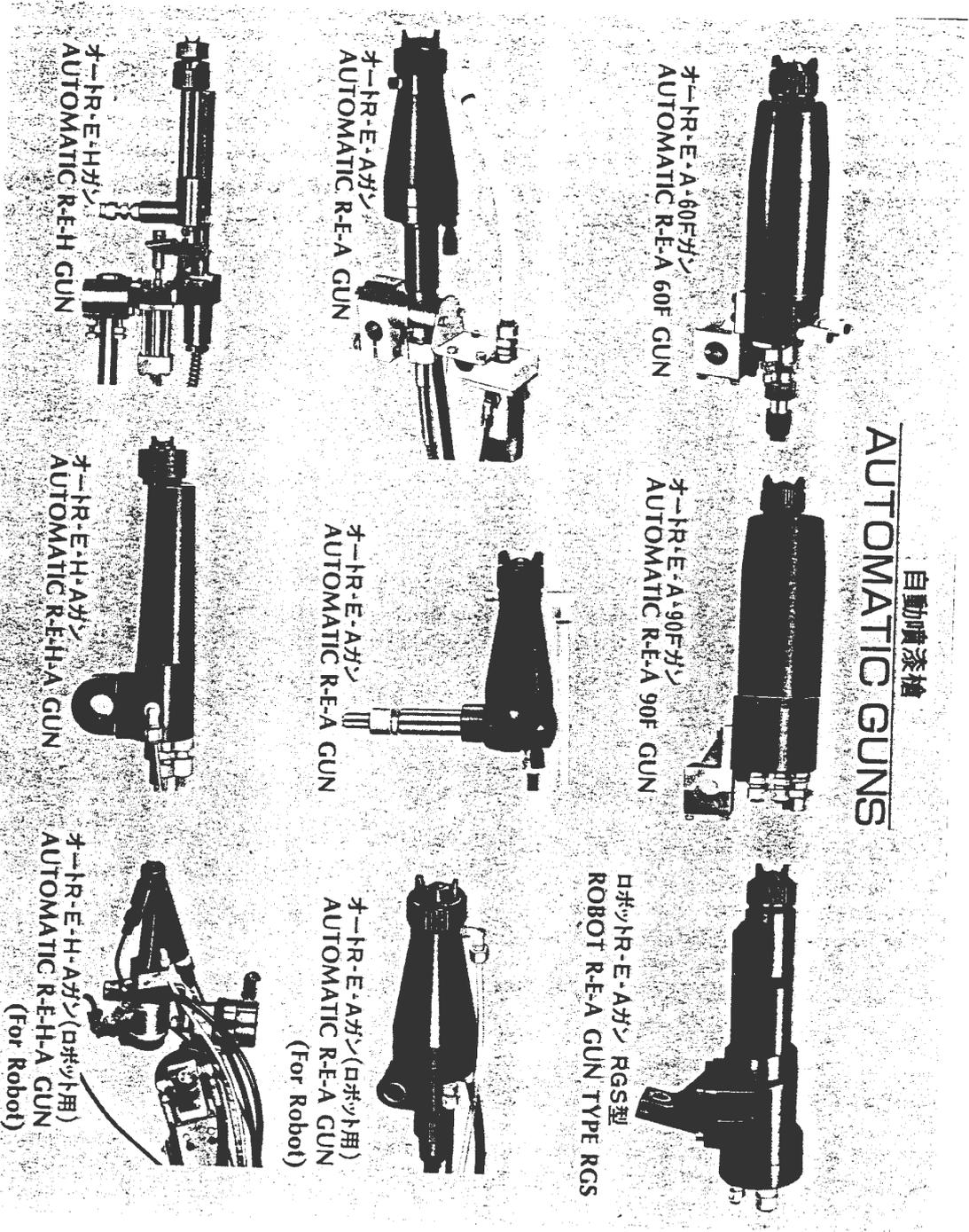


圖 4

(四)特性：

1. 噴槍型：

(1)手提式噴槍 (HAND SPRAY GUN) (圖3)：其霧化方式可分為空氣霧化與無氣霧化的兩種，因為係手動操作，必須接近或接觸被塗物為原則，而高電壓發生裝置的容量小，賦與到塗裝機尖端的放電極的通電路經（電路）高電阻值，所以雖然接觸，電流不致於一時多量流電，或採用特殊荷電的方法，如日本岩田塗裝機 EGD、日本 DE VILLIBISS EHK 等。有關各型手提式噴槍規格則參照各廠型錄。

(2)自動靜電噴槍 (AUTOMATIC SPRAY GUN) (圖4)：係手提式噴槍改良型，霧化裝置有壓氣霧化 (AIR ATOMIZAE；與手提式靜電噴槍相同) 與無氣霧化 (AIRLESS ATOMIZAE)之兩種。塗料的“開—關” (ON—OFF) 予以自動化，一般設有升降機 (RECIPROCATOR)。

(3)噴槍規格：

使用電壓 30~70KV，霧化氣壓 0.5~3.5kg/cm²(限於壓氣噴槍)，泵塗料壓力(限於無氣霧化)60~120kg/cm²，塗料吐出量 (PAINT DELIVERY) 200~1,200cc/min，漆形寬 100~500mm，一般手提壓氣式靜電噴槍與自動壓氣式靜電噴槍規格略同，無氣式手提靜電噴槍與無氣式自動靜電噴槍規格亦略同。漆形可自由變化(橢圓←→正圓)。

2. 鐘型 (BELL TYPE)、盤型 (DISK TYPE) (參照圖5、6)：係屬高速迴轉型，有的刻溝 (GROOVED)以利漆粒子更微粒化。霧化方式有壓氣霧化及電氣霧化式，因使用高轉速氣動軸承 (AIR BEARING)渦輪馬達 (TURBO MOTOR)，所以新式鐘型或盤型靜電塗裝機霧化漆粒極微小，利於平滑塗膜塗裝。其主要規格如下：

使用電壓—90~—140KV，迴轉數 (RPM) 0~18,000，塗料吐出量 30~800cc/min，漆形寬 300~700mm ϕ ，刻溝數 600~700，鐘型使用固定式及升降式，盤型則使用升降式。

鐘型

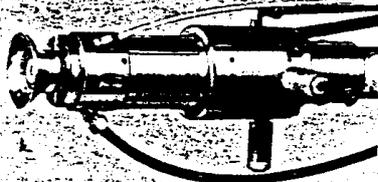
BELLS



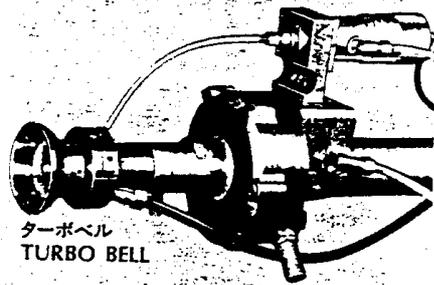
マイクロマイクロベルA型
MICRO MICRO BELL A



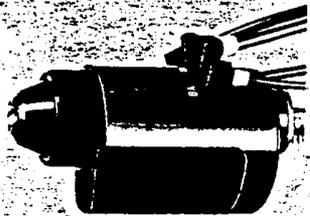
フェアリングターボベル
FAIRING TURBO BELL



エアベアリングターボベル
AIR BEARING TURBO BELL



ターボベル
TURBO BELL



ロボベルII型
ROBOBEL II



ロボベルII型-MV型
ROBOBEL II-MV

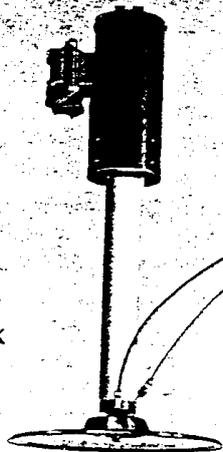
圖 5 鐘型靜電塗裝機

盤型

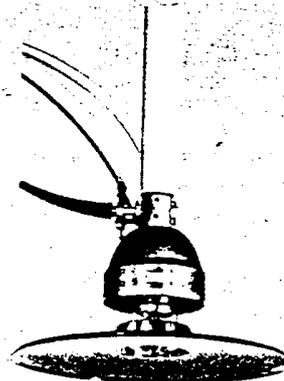
DISKS



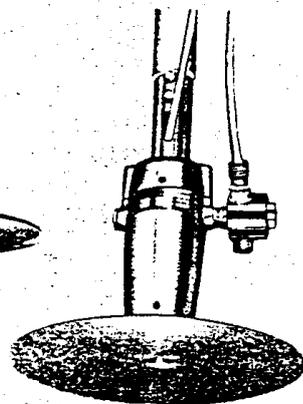
ターボミニディスク
TURBO MINI DISK



電動ハイスピードディスク
ELECTRIC HIGH SPEED DISK
(TYPE DEM)



ターボディスク
TURBO DISK
(TYPE DAM)



電動ディスク
ELECTRIC STANDARD DISK

圖 6 盤型靜電塗裝機

3. 旋風 (CYCLON)型 (參照圖 7):

係空氣霧化式靜電塗裝機，其構造如下圖 7~10。

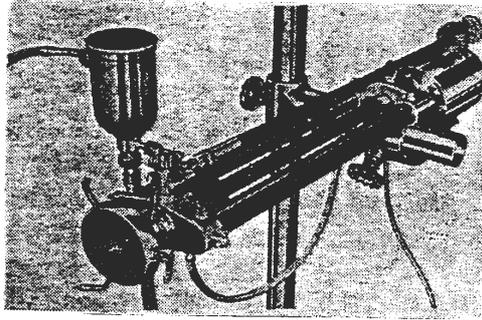


圖 7 旋風式靜電塗料機

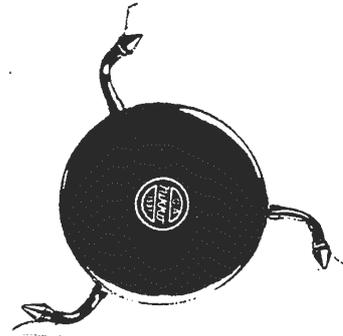


圖 8 旋風式靜電塗裝機之霧化器

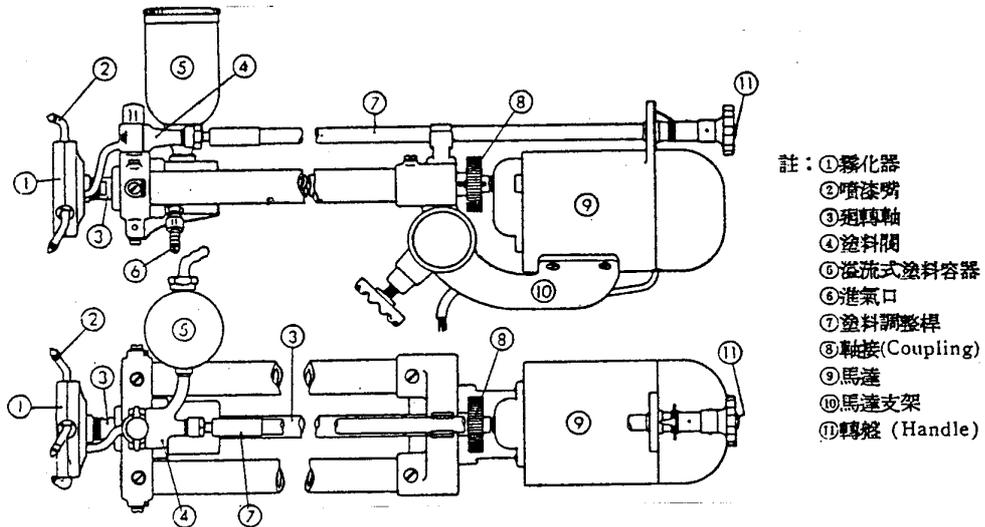


圖 9 旋風式靜電塗裝機之構造

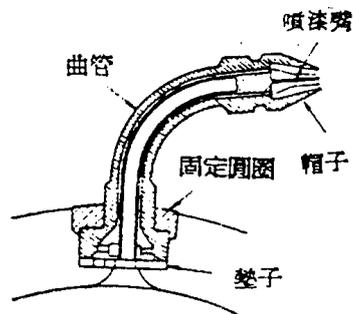


圖 10 噴漆嘴之構造

(1)霧化器 (CYCLON HEAD)具有三支彎曲霧化噴漆嘴，並向彎曲
 請翻至下一頁。

相反方方向迴轉實施迴轉實施霧化噴塗。霧化噴漆嘴比霧化器外周切線方向略向外，因此可得較大漆形，增加靜電塗料塗著效果，並預防旋轉器沾污。尚霧化噴漆可向前轉，由於賦予漆粒初速，以便凹部塗裝，故噴漆前調整噴漆嘴方向角度，以效率最佳狀態下使用之。

霧化所需壓縮空氣自進氣口經過迴轉軸進入霧化器，塗料由塗裝機尖端上側的塗料閥供給霧化器後側漆囊 (POCKET)。二次電壓之範圍為 $-60 \sim -90\text{KV}$ 。

(2)規格：塗裝能力：常用 30cc/min，最高 80cc/min。

塗料粘度：20 秒/20°C — FC#4。

漆形直徑：550~650mm (噴塗距離 250mm)。

霧化器：附霧化噴漆嘴 3 支或 6 支，口徑 0.7mm ϕ 。

絕緣耐力：2,000 Ω 以上，150KV 一分鐘以上。

使用空氣：塗裝機每台 30~70 λ /min。

消耗電流：80 μ A/台 以下。

學習評量一（請不要使用參考資料，回答下列問題）

一、詳述靜電塗裝原理。

答：

二、說明靜電塗裝機的分類。

答：

三、靜電塗裝為何使用負電？

答：

四、實施靜電塗裝時，木材含水率、相對濕度需要多少%，溫度多少度才較適宜。

答：

筆記欄

學習評量一答案

一、詳述靜電塗裝原理。

答：應用直流高電壓的一種噴塗之新塗裝方法。以接地 (EARTH)之被塗物為陽極 (+)，塗料噴霧器為陰極 (-)，接 -50,000~-80,000 伏特 (V) 的直流電，兩極之間則變成強大靜電場，自噴霧器噴出的塗料受強高電壓，形成帶負電微粒子，使塗料微粒子 (漆霧) 有效地向帶正電的被塗物飛翔，而被吸著。然被塗物須為電導體。故木材需要含水率 7% 以上，相對濕度 (RELATIVE HUMIDITY, RH) 45~50%，溫度 15~20°C。陰陽兩極間的電流的電流值為 20~50mA。

二、說明靜電塗裝機的分類。

答：(一) 依塗料霧化方式分類：

1. 機械力霧化靜電塗裝機：有壓縮空氣霧化及壓縮塗料霧化之兩種，用於噴槍型靜電塗裝機。此噴槍又依其移動方式分為手提式及自動式及固定式 (被塗物上下或橫向移動而噴槍則固定) 之三種。
2. 靜電霧化塗裝機：配合高轉速及刻溝 (GROOVED) 的霧化塗裝機。由於此配合獲得更佳微粒化。有鐘型及盤型靜電塗裝機。最新靜電霧化鐘型或靜電霧化盤型塗裝機均使用渦輪馬達、氣動軸承方式謀求高速迴轉，同時迴轉頭 (ROTATING HEAD) 的鐘、盤周緣 (EDGE) 刻溝，以此兩種作用協助已帶負電從周緣飛出時，形成霧→糸→霧的微粒化，因塗料已帶高電壓，所以表面張力減少，且因帶同符合電荷，所以互相反撥微粒化，謂之靜電微粒化現象而向被塗物飛翔。
3. 依放電電極裝置分類：則分為固定式及迴轉式兩種。

三、靜電塗裝為何使用負電？

答：以電的性質而言，負壓穩定性比正電較佳，因此放電順序從弱電開始而難於移行為火花放電，相當溫和而逐漸產生溫和放電現象。所以安全性較高。

四、實施靜電塗裝時，木材含水率、相對濕度 (RH) 要多少%，溫度多少度才較適宜。

答：木材含水率 (MC)：7% 以上，8~12% 最佳。

相對濕度：45~50%。

溫度：15~20°C。

從上記數值可知，台灣實施木材靜電塗裝絕對無問題。

接下來，本教材的第二目標是希望你能細述適用木材靜電塗裝的溶劑及代表性靜電塗裝機。

本教材的第二個學習目標是

不使用參考資料，學員能正確細述適用木材靜電塗裝的溶劑及代表性靜電塗裝機。

一、適用木材靜電塗裝的溶劑：

一般電容率 (DIELECTRIC CONSTANT) 高較易帶電，電容率 (1/塗料電阻值) 與成比例，所以塗料的電阻值低的塗料易帶電。塗料由展色劑、著色劑、溶劑、可塑劑等而成，然而這些雖然其電阻值高，但無法隨便變更其內容。一般噴塗用塗料液揮發成分為約 50~55%，使用電氣性質適合的溶劑。又帶靜電的塗料微粒子具有良好繞圍性 (LAP AROUND)，但愈繞圍，粒子飛翔距離愈長，所以到被塗面以前溶劑揮發掉，而產生桔皮縐紋，為防止此缺點，添加 10% 左右的慢速揮發高沸點溶劑或極性溶劑 (易帶電溶劑)。在電氣霧化、壓氣霧化或無氣霧發，使用溶解性溶劑 (可弱化塗料表面張力) 則微粒化效果更佳。適當比率配合極性溶劑、高沸點溶劑、溶解性良好溶劑製成靜電用稀釋劑，塗裝結果良好。通常使用如下圖所示電阻測定器插進塗料內係 1,000V 用絕緣電阻測定器 (MEGER, 圖 11) 測定電阻值，以 $5 \sim 50 \text{M}\Omega/\text{cm}^2 \cdot \text{cm}$ 為佳。若低至 $0 \sim 2 \text{M}\Omega/\text{cm}^2 \cdot \text{cm}$ ，高電壓則通過塗料漏電。如此場合塗料桶需要絕緣。下表 2 各種溶劑則適用靜電塗裝。

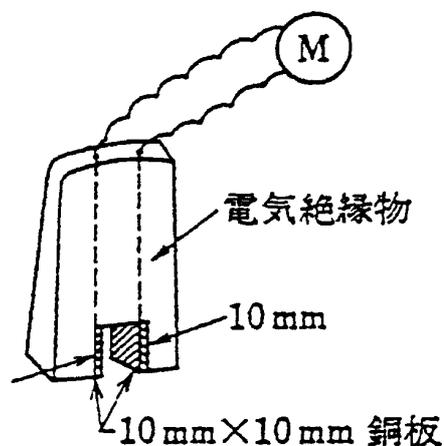


圖 11 電阻測定器

表 2 可用溶劑選擇表 GUIDE TO USEABLE SOLVENT SELECTION

HIGH ELECTRICAL RESISTANCE 高電阻			↑ EVAP TIME	LOW ELECTRICAL RESISTANCE 低電阻				
ALIPHATIC HYDROCARBONS	AROMATIC HYDROCARBONS	CHLORINATED SOLVENTS		NITRO PARAFFINS	ESTERS	GLYCOL ETHERS	ALCOHOLS	KETONES
HEXANE		METHYLENE CHLORIDE	.6					
		CARBON TETRACHLORIDE	1.00					ACETONE**
TEXTILE SPIRITS			1.08					
			1.2		METHYL** ACETATE			
		TRICHLOR ETHYLENE	1.4		ETHYL* ACETATE			
			1.5					MEK**
			1.6		ISOPROPYL* ACETATE		METHYL** ALCOHOL	
	SC.1 SOLVESSO50		2.5				ETHYL** ALCOHOL	
	TOLUOL		2.7					
			3.6				ISOPROPYL ALCOHOL**	MIBK**
VM&P NAPHTHA			4.5					
		MONOCHLOR BENZENE	5.8	2 NITRO** PROPANE	N. BUTYL ACETATE			
	XYLOL		8.0					
			8.9		AMYL ACETATE			
			11.6		METHYLAMYL ACETATE		NBUTYL** ALCOHOL	
			12.3			METHYL** CELLOSOLVE		
	TURPENTINE		15.5					
			18.1			ETHYL** CELLOSOLVE		
			19.1			PENTOXOL*	AMYL* ALCOHOL	
	SC.100 SOLVESSO 100		21.0					CYCLO* HEXANONE
			29.0					DIACETONE**
MINERAL SPIRITS			32.0					DI-ISOBUTYL* KETONE
	DIPENTINE		33.0					
			58.0			BUTYL* CELLOSOLVE		
ODORLESS MINERAL SPIRITS			60.2					
			73.0				CYCLO* HEXANOL	
	SC.150 SOLVESSO150		98.0					
			400.0			METHYL* CARBITOL		
	PINE OIL		465.0					
			580.0			ETHYL* CARBITOL		ISOPHORONE*
	HEAVY AROMA NAPHTHA		750.0					
	SHELL 403		1800.0					
			1940.0			BUTYL* CARBITOL		

↑ All evaporation times are in relation to the evaporation rate of Carbon-Ten=1.0；所有蒸發聯與碳 10 的蒸發值比較

**High Polarity Solvent 高極性溶劑

*Modion Polarity Solvent 中極性溶劑

No or Low Polarity Solvent 非極性或低極性溶劑

表 3 溶劑英中對照表

英 文	中 文
ALIPHATIC HYDROCARBONS	脂肪族碳氫化合物
HEXANE	己烷
TEXTILE SPIRITS	紡織用精
VM & P	
NAPHTHA	石油腦
MINERAL SPIRITS	礦油精
ODORLESS MINERAL SPIRITS	無氣味礦油精
AROMATIC HYDROCARBONS	芳香族碳氫化合物
SC-1 SOLVESSO 50	
TOLUOL	甲苯
XYLOL	混合二甲苯
TURPENTINE	萘品
SC-100 SOLESSO 100	
DIPENTINE	二戊烯
SC-150 SOLVESSO 150	
PINE OIL	松節油
HEAVY AROMA NAPHTHA	重芳香石油腦
SHELL 403	
CHLORINATED SOLVENTS	氯化溶劑
METHYLENE CHLORIDE	甲基乙基氯化物
MONOCHLOR BENIENE	氯苯 C_6H_5Cl
EVAP. TIME	蒸發時間
NITOROPARAFFINS	硝基石蠟油
2 NITRO PROPANE	2 硝基丙烷
ESTERS	醃類
METHYL ACETATE	醋酸甲酯
ETHYL ACETATE	醋酸乙酯
ISOPROPYL ACETATE	醋酸異丙脂
N-BUTYL ACETATE	N-醋酸丁脂
AMYL ACETATE	醋酸戊酯
METHYL AMYL ACETATE	醋酸戊甲基·戊酯
GLYCOL ETHERS	乙二醇醃
METHYL CELLOSOLVE	甲基溶纖劑
ETHYL CELLOSOLVE	乙基溶纖劑
PENT. OXOL	
BUTYL CELLOSOLVE	丁基乙二醇一乙醃,丁基溶纖劑
METHYL CARBITOL	甲基二甘醇一乙醃
ETHYL CARBITOL	乙基二甘醇一乙醃
BUTYL CARBITOL	丁基二甘醇一乙醃

表 3 溶劑英中對照表 (續)

英 文	中 文
ALCOHOLS	醇類
METHYL ALCOHOL	甲醇
ETHYL ALCOHOL	乙醇
ISOPROPYL ALCOHOL	異丙醇
N-BUTYL ALCOHOL	N-丁醇
AMYL ALCOHOL	戊醇
CYCLO HEXANOL	環己醇
KETONES	酮類
ACETONE	丙酮
MEK	甲基·乙基甲酮
MIBK	甲基·異丁基甲酮
CYCLOHEXANONE	環己酮
DIACETONE	二丙酮
DI-ISOBUTYL KETONE	二異丁基甲酮

下列各種溶劑以供參考。

〔極性溶劑〕：

酒精系統：異丙醇、N-丁醇、戊醇、二丙酮醇

醚 系 列：乙基醚、乙烯乙二醇單乙基醚、乙烯乙二醇單丁醚

酮 系 列：甲基乙基丙酮、甲基異戊丙酮、環己酮、甲基丁基丙酮、甲基異戊基丙酮、二甲基環己酮。

〔高沸點溶劑〕：環己酮、乙二醇、一乙基醚、2-丁基乙醇、丁基丙酸、二丙酮醇、乙酸辛酯、礦油精。

高沸點極性溶劑易於使用，普通稀釋劑添加如此高沸點極性溶劑數%則可變成靜電用稀釋劑。參照上表 3。

有關塗料及溶劑即參考 PCF1502 「塗料的認識」。

係靜電霧化式高速迴轉霧化頭型塗裝機。盤徑為 200~500mm，塗料供給於盤中央，由於盤高速迴轉所產生離心力，塗料成為薄膜擴散至盤圓周緣，而在周緣從液絲成為漆霧，又由於圓周刻溝及靜電霧化，漆霧更微粒子化。使用倒相馬達 (INVERTER MOTOR) 或大型渦輪氣動馬達 (TURBO-AIR BEARING MOTOR)，提高 RPM 高達 60,000。使用電壓 -90V，主要用於微粒子化性良好塗料。其塗裝線如上圖 12。被塗物吊掛於 Ω 形高架吊運器 (TROLLEY CONVEYER)。塗裝機位於中心面配合被塗物吊掛高度升降。塗料供給盤中央，以靜電高速迴轉經微細刻溝微粒化，向 360° 水平方向升降飛翔。即如堆疊薄紙般實施塗裝，形成極美塗膜。塗著率 (TRANSFER) 極高。

如使用 2 液性塗料 (如聚酯樹脂塗料或 2 液性聚胺酯樹脂塗料)，塗料缸則使用 2 個。適用於硝纖漆，各種合成樹脂塗料。

(二)鐘型塗裝機 (參照下圖 13) :

●ベル設置例

Bell Installation (Example)

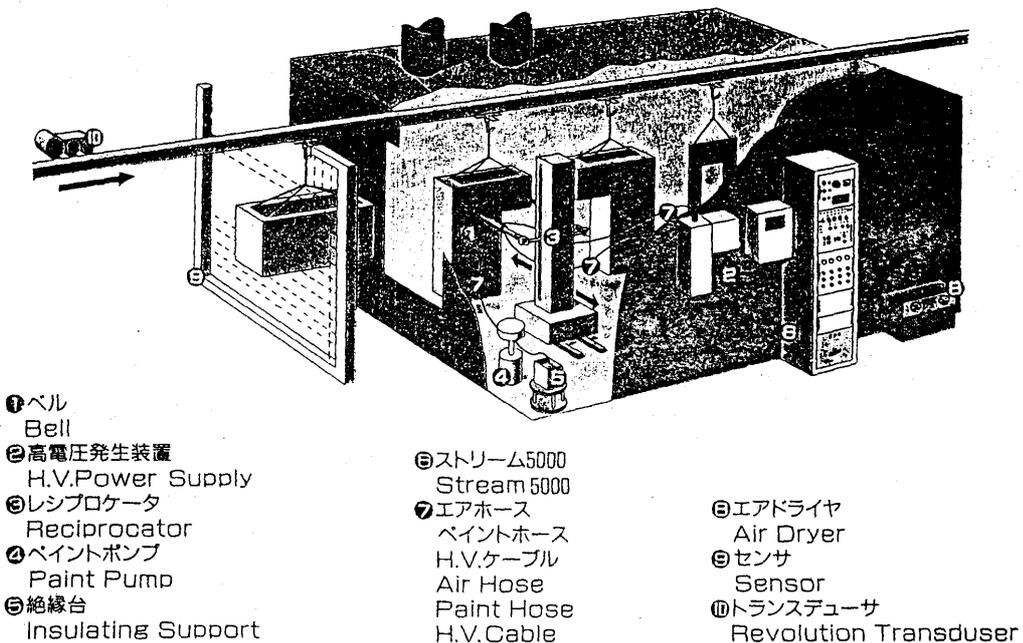


圖 13 鐘型塗裝機塗裝線

係改善從前低速迴轉（900~3600RPM）大型塗裝機（主要適用低粘度微粒化性良好塗料）為高轉速小徑化輕量化，使用扇形氣動型（VANE AIR MORTOR）或渦輪氣動馬達（AIR BEARING MORTOR），提高 RPM 高達 10,000~40,000，若使用渦輪氣動馬達則更高達 50,000~100,000RPM 的超高迴轉率塗裝機也出現。鐘徑以 70mm 以下者為多，甚至 30mm 以下者。鐘邊緣也開發銳利刀刃型、較厚圓型邊緣（ROUND EDGE）或鋸齒狀邊緣（SERRATED EDGE）型等各種型式，因超高速其離心力極大，所以也適合醇酸樹脂塗料或聚酯樹脂塗料，而其微粒化性也良好。被塗物吊掛於直線型高架吊運實施塗裝。

鐘型噴漆形（PATTERN）從正面看，形成中空圓圈形，從側面看則為圓錐形，但以縮小漆形尺寸或鐘後面設一個或複數個環狀形成空氣（SHAPING AIR）構造，或設環狀推斥電極（REPULSION ELECTRODE）等方式來控制漆形。

（三）小徑盤型塗裝機（參照下圖 14）：

最近將超高轉速小徑鐘型塗裝機改為如盤型塗裝機同樣，配合亞米加（ Ω ）形噴漆間，高架吊運器輸送，實施塗裝者愈來愈多。幾乎能適用於所有塗料，對木製家具塗裝而言，可以說非常優良塗裝方式。在日本此型塗裝機逐漸成為木製品塗裝之主要角色。本機（氣動軸承、渦輪馬達小徑盤型塗裝機 AIR BEARING TURBO MOTOR MINI DISK）則以渦輪氣動輪機馬達（TURBOAIR TURBINE MOTOR）超高速迴轉刻溝小徑盤的靜電塗裝機謂之。此種馬達採用新開發的氣動軸承（AIR BEARING）將迴轉軸以從軸承部噴出的靜壓氣體（STATIC PRESSURE AIR）使迴轉軸無接觸迴轉，所以輕易獲得超高速迴轉（40,000~60,000RPM），同時軸承部沒有磨損，而可維持長時間超高速，也不發生噪音。由於超高速迴轉與刻溝小徑盤之配合，其微粒化更提高，粒子直徑分佈幅度也變小，因而提高塗膜品質提升，故對一般塗料、高固體率塗料、高粘度塗料、水性塗料、易起泡塗料、難塗金屬光澤塗料及高級塗面木製品塗裝，發揮更大威力。更且採用剎車裝置及裝設迴轉數檢查器來控制迴轉數。同時以數據表示，所以易於管理迴轉數。最適當迴轉數如下表 4。可用 Ω 形高架吊運輸送機。

●ミニディスク設置例
Mini-Disk Installation (Example)

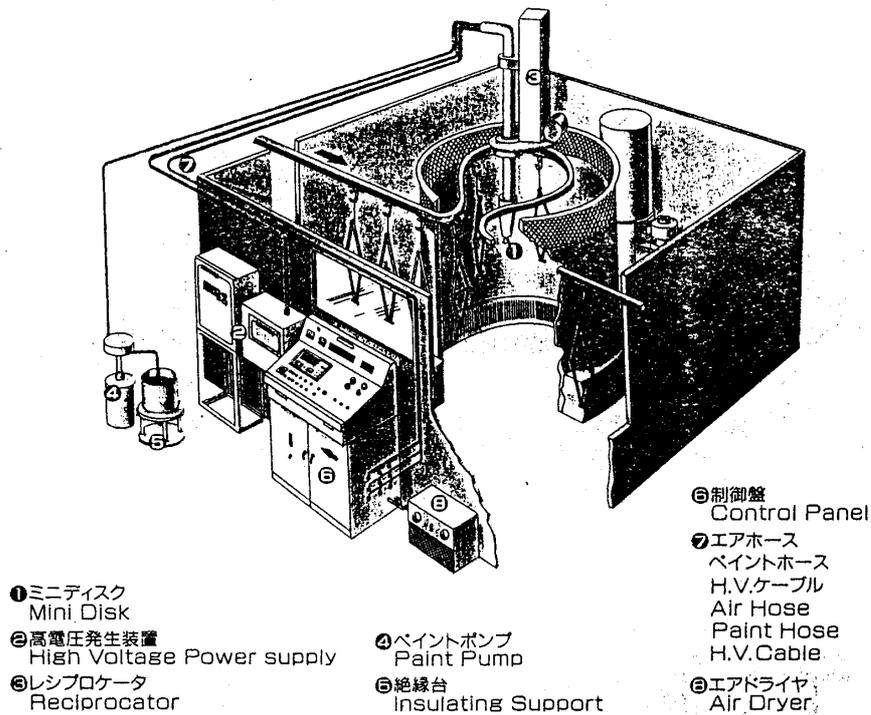


圖 14 小徑盤型塗裝機

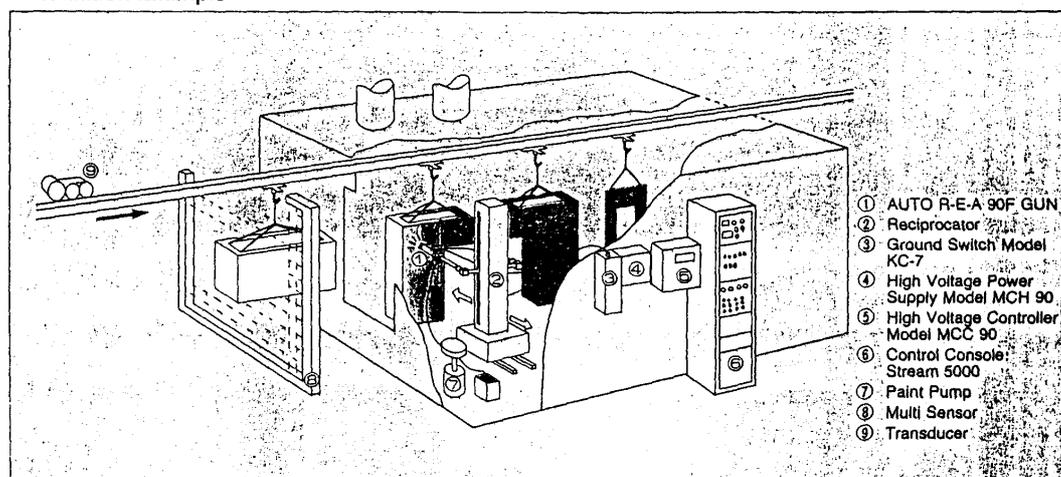
表 4 塗料與迴轉速率

塗料	最適當迴轉速率
透明酸硬化醇酸樹脂塗料 (AA)	20,000~20,000 RPM
透明硝纖漆 (蠟卡)	20,000~30,000
透明聚胺酯樹脂塗料 (PU)	20,000~30,000
著色酸硬化醇酸樹脂塗料	25,000~35,000
著色硝纖漆	25,000~35,000
著色聚胺酯樹脂塗料	25,000~35,000

(四)空氣霧化式塗裝機 (參照圖 15 及 16) :

空氣霧化後塗料使其帶電塗著於被塗物方式的塗裝機在 1962 年出現，因比盤型或鐘型塗裝機較輕較小，所以用為手提靜電噴槍、自動靜電噴槍兩者的金屬的塗裝。所用電壓 -60 ~ -90KV，惟因利用壓縮空氣霧化 (機械的能量)，所以其塗著效率比盤型及鐘型塗裝機較低，但與一般壓氣噴槍比較，其塗著率平均達 2 倍，則塗料耗用量減半。又兼具備壓氣噴塗方式的優點，而廣泛利用於單純形狀的木製品。漆形有平坦扇形及圓形。詳如二、(一)及(二)。

«Installation Example»



註：	自動 R-E-A 90F 型噴槍	升降機
	接地開關 型式 KC-7	高電壓發生裝置 型式 MCH90
	高電壓控制器 型式 MCC90	控制台，通量 5,000
	塗料泵	多傳感器
	轉換器	

圖 15 自動噴槍塗裝線

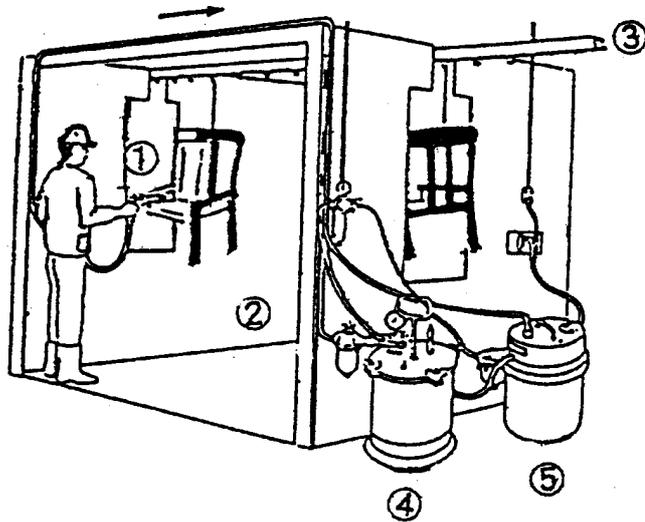
上圖 15 及下圖 16 各表示升降式自動噴槍及手提噴槍。

自動噴槍有如下特徵：

1. 金屬色塗料塗著率高。
2. 不需塗料供給裝置絕緣。
3. 塗料管嵌入槍身內，應必要可更換。
4. 霧化空氣與漆形空氣可控制各自獨立。
5. 噴漆嘴 (NOZZLE) 及空氣噴嘴用 RANSBURN GEMAKK。
6. 集中配管及配線易於裝設於升降機內。
7. 適用塗料：底漆、聚胺酯樹脂塗料、上塗用著色透明漆、硝纖漆。

手提噴槍的特徵：

1. 與一般手提壓氣噴槍略同。
2. 適用塗料：底漆、聚胺酯樹脂塗料、上塗用著色透明漆、硝纖漆。



註： 手提靜電噴槍
噴漆間 (BOOTH)
高吊式直線型輸送器
空氣泵
塗料泵

圖 16 手提噴槍塗裝槍

(五)無氣 (AIRLESS) 霧化靜電塗裝機 (參照圖 17)：

與一般無氣噴槍同樣，依據被塗物形狀及大小而選定噴漆嘴 (CHIP)。操作方法也與一般無氣噴槍相同。僅塗裝使用靜電無氣噴槍及高電壓發生器與一般無漆噴塗不同。使用電壓 60KV。分手提式與自動式。自動式靜電噴槍塗裝機比手提式多設自動升降噴槍架，多傳感器 (MULTI SENSOR)，塗料的 ON·OFF 則依電磁閥壓縮空氣實施針狀電極進退，直接以高壓力壓縮塗料，非以壓縮空氣霧化塗料，從小噴漆嘴高速噴射噴射塗料予以微粒化。分手提式及自動式，後者多設自動升降機槍架、多傳感器、直線式高架吊運輸送機。使用電壓 60KV。適用於硝纖漆、高固體率硝纖漆及各種合成樹脂塗料。塗料飛散少、塗料耗損量少，一次塗膜厚，作業效率高，但不適於高級面漆塗及工藝噴塗作業。

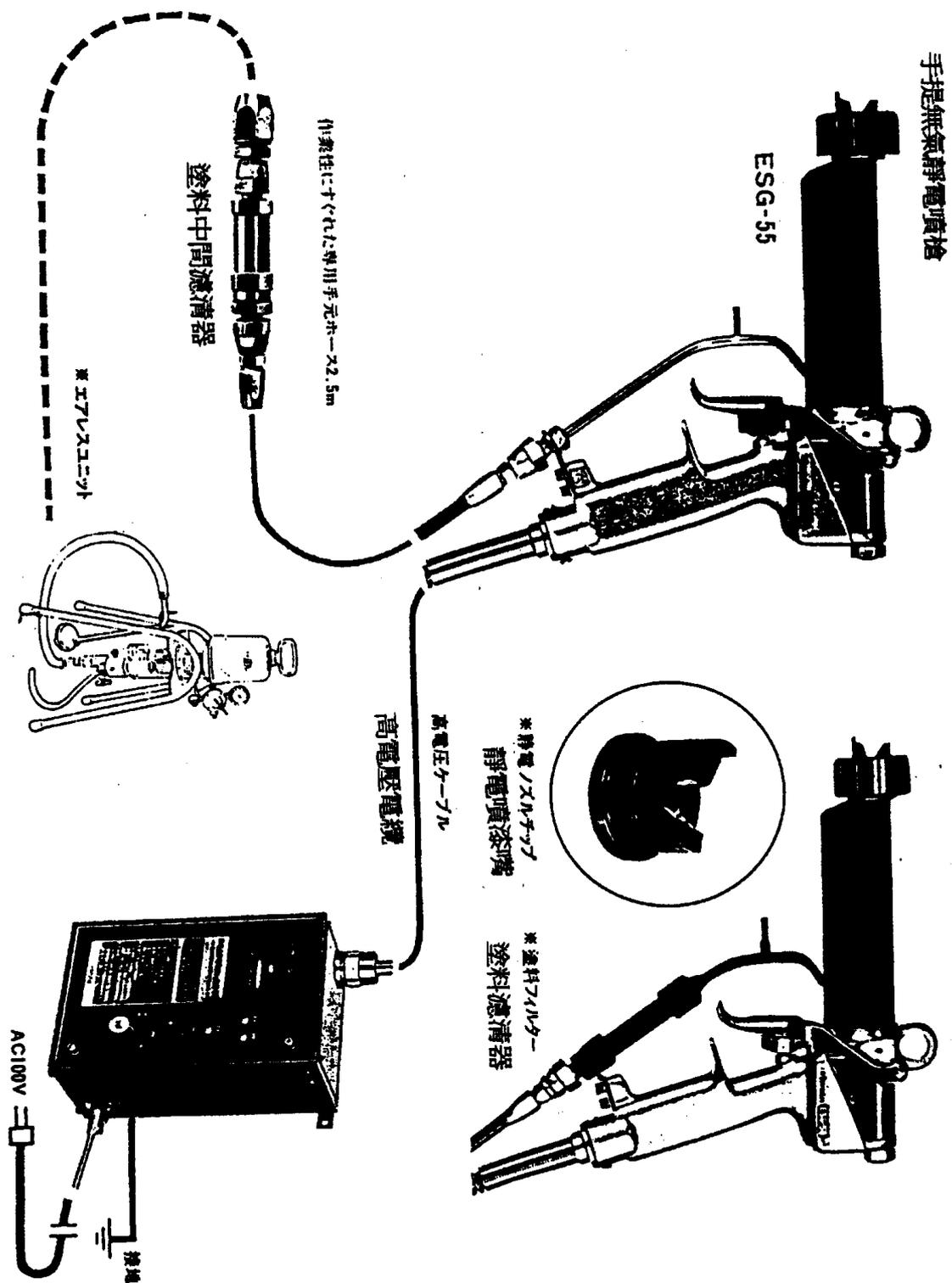


圖 17 手提無氣靜電噴槍

學習評量二（請不要使用參考資料，回答下列問題）

一、列記高電阻溶劑 5 種及低電阻溶劑 5 種。

答：

二、列舉靜電塗裝用塗料。

答：

三、詳述代表性靜電塗裝機。

答：

學習評量二答案

一、列舉高電阻溶劑 5 種及低電阻溶劑 5 種。

答：高電阻溶劑：已烷、甲苯、混合二甲苯、帖品、氯苯。

低電阻溶劑：硝基丙烷、醋酸甲酯、N-醋酸丁酯、甲基溶纖劑、乙醇、丙酮、
甲基乙基甲酮。

電阻值以 $5\sim 50\text{M}\Omega/\text{cm}^2 \cdot \text{cm}$ 較佳，若電阻值 $0\sim 2\text{M}\Omega/\text{cm}^2 \cdot \text{cm}$ 則
導致高壓電漏電。

二、列舉靜電塗裝用塗料。

答：(一) 2 液性塗料：聚酯樹脂塗料、2 液性聚胺酯樹脂塗料，但需要 2 個塗料桶。

(二) 一般塗料：酸硬化醇酸樹脂塗料、高固體率硝纖漆（以上粘度較高）、
金屬色塗料、各種底漆、著色各種漆。

三、詳述代表性靜電塗裝機如壓氣式噴槍、無氣式噴槍、鐘型、盤型塗裝機。

答：(一) 壓氣式噴塗機：有 2 種(1)手提式及(2)自動式噴槍。以壓縮空氣霧化塗料，
施加直流高電壓於電極，製成離子化圈域，使塗粒微粒子衝撞離子帶負
電，向正電被塗物飛翔塗著。手提式由人操作，與一般手提噴槍相同，
自動式則噴槍架設於升降機、多傳感器及直線式高架吊運輸送器實施噴
塗，所用電壓多為 $-60\sim -90\text{KV}$ ，塗著率與一般噴槍比較約為 2 倍，
塗料耗用減半。較適宜單純形狀木製品。

(二) 無氣式噴塗機：與一般無氣噴塗機同樣，直接以高壓力壓縮塗料從小噴
嘴孔高速噴射塗料予以微粒化，其操作與一般無氣噴塗相同，依被塗物
形狀、大小而選用噴嘴，唯一使用無氣霧化靜電噴槍及高電壓發生器有
所不同，分自動式（多設自動升降機槍架及多傳感器、直線高架吊運輸
送器）及手提式，使用電壓 60KV 。適用塗料為硝纖漆、高固體率硝纖漆，
各種合成樹脂塗料。比壓氣噴槍塗料飛散少，塗料損耗量少，噴吐量多，
作業效率高，可用高粘度塗料，一次可塗成厚塗膜。但難於實施高級面
漆、工藝作業等微妙作業。

(三) 升降式盤型塗裝機：係靜電霧化式兼迴轉（離心力）霧化頭型塗裝機。
用於同種量產製品塗裝，由於霧化頭超高轉速（ $50,000\sim 60,000\text{RPM}$ ）塗
料成薄膜狀擴散至圓盤周緣，從液絲變成漆霧塗著於被塗物。被塗物輸
送使用 Ω 形高架吊運輸送機，如硝纖漆，各種合成樹脂塗料。升降機速
度 $0.3\sim 0.5\text{m/秒}$ ，使用電壓在 90KV ，塗著率極高。

- (四) 鐘型塗裝機：由於馬達的改良，迴轉速率高達 50,000~100,000RPM，所以原來不適用的醇酸樹脂塗料或聚酯塗料等微粒化性不良的塗料均可適用。鐘徑也輕小化 30~70mm。因其漆形係中空圓圈形，所以以縮小漆形尺寸或霧化頭後面設一個或複數個的環狀形狀空氣構造，或環狀推斥電極（REPULSION ELECTRODE）來控制漆形，以防形成中空圓圈漆形以免塗膜及著色不均。適用一般塗料，高固體率硝纖漆，各種合成樹脂塗料，可適用 Ω 形高架吊運輸送機。
- (五) 高轉速小徑盤型塗裝機：係超高轉速小徑鐘型塗裝機的鐘改為刻溝盤形（GROOVED DISC），RPM40,000~60,000，由於使用氣動軸承・渦輪馬達（AIR BEARING TURBOMOTOR），所以行無接觸迴轉軸迴轉，較易獲得高轉速，也不磨損壽命長，不發生噪音。因係刻溝小徑圓盤，所以漆粒更微粒化，粒徑分佈幅度小，可提高塗膜品質。故對一般塗料、高固體率塗料、高粘度塗料、水系塗料、易起泡塗料、金屬光澤塗料及高級塗面塗料。且採用剎車裝置及裝設轉數檢查器來控制迴轉數。同時以數據表示，故易於管理轉數。

再進一步學習「塗裝條件的設定」及「靜電塗裝的特徵」。

本教材的第三個學習目標是

不使用參考資料，學員能正確地細述「靜電塗裝條件的設定」及「靜電塗裝的特徵」。

一、靜電塗裝條件的設定：詳如下各點。

(一)固定式靜電塗裝機（包括鐘型、旋風式、壓氣霧化式、靜電霧化式）的一般塗裝條件：

1. 使用塗料種類：硝纖漆、高固體率硝纖漆、各種合成樹脂塗料。
2. 塗料粘度：12~35 秒/20°C · FC#4（依需求膜厚而定，以下類推）。
3. 塗料吐出量：10~300CC/分鐘/4 台塗裝機(依每分鐘塗裝面積而定，以下類推)。
4. 噴塗距離：200~300mm（被塗物尖端到塗裝機，以下類推）。
5. 霧化空氣壓：0.5~3.0kg/cm²（僅適用於空氣霧化式靜電塗裝機）。
6. 塗料電阻值：5~50MΩ/cm² · cm 較妥。
7. 使用電壓：60~80KV。

(二)自動化靜電塗裝機的一般塗裝條件：塗裝機包括升降式空氣霧化噴槍、靜電霧化式盤型塗裝機、無氣自動靜電塗裝機等。

1. 靜電噴槍（空氣霧化式）的一般塗裝條件：

- (1)使用塗料：硝纖漆、高固體率硝纖漆、各種合成樹脂塗料。
- (2)塗料粘度：12~40 秒/20°C，FC#4。
- (3)塗料吐出量：100~450CC/分鐘。
- (4)噴塗距離：200~300mm。
- (5)霧化空氣壓力：1.5~3.5kg/cm²（依塗料粘度、吐出量而定，霧化空氣壓力到不礙形成塗膜為止）。
- (6)塗裝機運行速度：1.0m/秒為宜（因塗著效率），若超過需要增加塗裝機。
- (7)輸送機速度：約 2m/分鐘。
- (8)使用電壓：80KV。

2. 盤型靜電塗裝機（靜電霧化）的一般塗裝條件，詳如下各點：

- (1)使用塗料：硝纖漆、高固體率硝纖漆、各種合成樹脂塗料。
- (2)塗料粘度：12~35 秒/20°C，FC#4。
- (3)塗料吐出量：10~300CC/分鐘/1 台塗裝機。
- (4)噴塗距離：200~300mm。
- (5)升降機速度：0.3~0.5m/秒。
- (6)塗料電阻值：5~50MΩ/cm² · cm。
- (7)使用電壓：60~80KV。

3. 無氣自動靜電塗裝機一般塗裝條件：

- (1)使用塗料：硝纖漆、高固體率硝纖漆、各種合成樹脂塗料。

- (2)塗料粘度：35~80 秒/20°C，FC#4
 (3)塗料吐出量：200~1200CC/分鐘 } 因係工業塗裝，適用
 此範圍內塗料。
 (4)噴塗距離：300~400mm（因噴出力強，故儘量拉長距離）。
 (5)塗料壓力：60~120kg/cm²（依塗料種類、粘度、吐出量而定）。
 (6)使用電壓：60~80KV（依使用塗裝機種類）。

4. 手提式（空氣霧化）靜電噴槍一般塗裝條件：

- (1)使用塗料：硝纖漆、高固體率硝纖漆、各種合成樹脂塗料。
 (2)塗料粘度：12~40 秒/20°C，FC#4。
 (3)塗料吐出量：100~450CC/分鐘。
 (4)噴塗距離：200~300mm。
 (5)霧化空氣壓力：1.5~3.5kg/cm²。
 (6)塗裝機運行速度：1.0m/秒。
 (7)輸送機速度：約 2m/分鐘。
 (8)使用電壓：30~80KV。

5. 手提式無氣霧化靜電噴槍一般塗裝條件：

- (1)使用塗料：硝纖漆、高固體率硝纖漆、各種合成樹脂塗料。
 (2)塗料粘度：35~80 秒/20°C，FC#4。
 (3)塗料吐出量：200~1200CC/min。
 (4)噴塗距離：300~400mm。
 (5)塗料壓力：60~120kg/cm²。
 (6)使用電壓：60~80KV。

二、靜電塗裝的特徵：從成本控制、品管、生管（製造管理、交貨管理）來檢討。

(一)優點：

1. 節省塗料，圍繞性良好表示塗料浪費少。通常依被塗物形狀而異，但據 RANSBURG 公司所作各種靜電塗裝機實驗經驗數值如下表 5。

表 5 各種靜電塗裝機的塗著效率%（被塗物：木材）

機種	腳類	框類	板類	備註
一般壓氣噴塗（AIR SPRAY）	15	20~25	30~35	塗料耗用量
靜電噴槍（R-E-A GUN）	30	40~45	50~55	淨重：1,000kg/月
靜電盤型（DISK）低轉速	85	90	95	耗用：6,666kg/月
靜電盤型（DISK）高轉速	80	85	90	
靜電鐘型（BELL）低轉速	75	80	85	
靜電鐘型（BELL）高轉速	70	75	80	

2. 維護時間及經費的節省，由於耗用塗料少，可減少維護時間及費用。
3. 塗料微粒子化優良，從品管而看，靜電塗裝的噴出漆形內，由於微粒化塗料粒子帶負電，因而互相反撥而導致漆形內粒子的分佈更均一化，而減少塗裝不均勻。若係超過轉速型靜電塗裝機，塗料粒子的微粒化高，粒子直徑分布幅度亦小，所以顯著提高塗膜厚度均一性。
4. 減輕人力，雖然係手提式，由於可塗被塗物背面，故塗裝機運行可減少。使用輸送器自動塗裝機，因而勞動力減輕不少，靜電塗裝機是省力、省人、省費用化塗裝機械。
5. 從生產管理立場而言，由於靜電引力減少塗料微粒的噴塗反彈（BLOWBACK）減少，圍繞效果（LAPAROUND EFFECIENCY）〔過度噴塗（OVERSPRAY）塗料粒子被靜電引力塗著於被塗物的現象〕良好，不僅減少塗料耗用意，塗裝工程可縮短時間，若使用霧化能力大的自動機，塗裝速度變快，輸送器速度可提高至5~7m/分鐘，比手提噴塗作業效率提高數倍乃至十數倍，生產性穩定且品質也均勻。對材端、橫斷面的塗裝也有利。因塗料耗用量減少，由此空氣污染亦可減少。

(二)劣點：

1. 不適用於複雜形狀的被塗物。因帶靜電關係，故噴塗距離受限制，過深處難於良好噴塗。對補塗而言，欲實施補塗結果變成全面噴塗，因此靜電塗裝則無意義。
2. 不易塗裝管理，係屬使用輸送器的量產體系塗裝，但不僅需要熟悉塗裝機器、塗裝裝置、塗裝設備、塗料性質及性能等，且要有充分經驗，否則其管理甚難，因為大量生產關係，若一點點疏忽大意，可能生產大量不良品。
3. 需要充分注意安全對策，因為使用高壓靜電易產生漏電問題。
 - (1) 被塗物與塗裝機接近。
 - (2) 由於塗裝機潮濕及低電阻值塗料的附著而發生漏電。
 - (3) 因排水不全所引起空氣配管（AIRHOSE）水分多及污穢引起漏電。
 - (4) 由於低電阻值塗料附著於塗料皮管所起引的漏電及污穢及潮濕所引起的漏電。
 - (5) 高壓電纜絕緣不良所引起的漏電。

高電壓介面的帶電—距高電壓放電極半徑2m以內範圍內的所有東西，不關其多少均會帶電。故各裝置均予以接地，有時候也許斷線，常常要檢查。以溶劑洗滌的容器絕對不得放在塗裝機附近。檢查被塗物吊架接縫部分有無絕緣不良—因使用有機溶劑，而產生漏電有引起火災之險。

4. 塗裝間供氣（通風）的問題，隨著塗裝間排氣，塗裝間內引進新鮮空氣，此新鮮空氣也許含有塵埃附著，所以對新鮮空氣供給需充分注意。一定要乾淨空氣。

學習評量三（不要用參考資料，回答下列問題）

一、列舉塗裝條件設定項目。

答：

二、詳述盤型靜電塗裝機（靜電霧化）的一般塗裝條件。

答：

三、說明靜電塗裝的優劣點。

答：

學習評量三答案

一、列舉塗裝條件設定項目。

答：如下：

- (一) 使用塗料種類。
- (二) 塗料粘度。
- (三) 塗料吐出量。
- (四) 噴塗距離。
- (五) 霧化空氣壓。
- (六) 塗料壓力。
- (七) 使用電壓。
- (八) 升降機升降或輸送機運行速度。

二、詳述盤型（靜電霧化）塗裝機的一般塗裝條件。

答：如下：

- (一) 使用塗料：(1)硝纖漆，(2)高固體率硝纖漆，(3)各種合成樹脂塗料（PU 漆、PE 漆、AA 漆、底漆、著色 PE 漆、著色 PU 漆）。
- (二) 塗料粘度：12~35 秒/20°C，FC#4（依需求塗膜厚度而定）。
- (三) 塗料吐出量：10~300CC/分鐘（依每分鐘塗裝面積而定）。
- (四) 噴塗距離：200~300cm。
- (五) 升降機升降速度：0.3~0.5m/秒。
- (六) 塗料電阻值：5~50MΩ/cm²·cm。
- (七) 使用電壓：60~80KV。

三、說明靜電塗說的優劣點。

答：優點：

- (一) 節省塗料，由於靜電引力產生漆粒圍繞性良好。
- (二) 由於靜電引力圍繞性良好，塗著率高，污穢污染少，故節省維護時間及費用。
- (三) 因配合自動化升降機、輸送器，塗著率高之緣故，省人、省力、省成本。
- (四) 因其漆粒微粒子化優良（因靜電霧化、高轉速離心力、刻溝等措施）塗膜厚度均一（因微粒子直徑幅度分佈小），所以塗膜品質良好。

劣點：

- (一) 不適用於形狀複雜，有深處的被塗物塗裝，又因靜電關係，噴塗距離受限制。
- (二) 因不僅需要熟悉塗裝機器、塗裝設備、塗裝性質、性能等，且需具有充分經驗，所以塗裝管理較難，又因大量生產關係，雖然一點點疏忽大意，可能產生大量不良品。
- (三) 需要充分注意安全，特別要留意下列各點：
 - 1. 被塗物與塗裝機的接近及容器、人體的接地（穿鞋底鞋）。
 - 2. 保持塗裝機及配件乾淨，避免潮濕及塗料附著，以免發生漏電。
 - 3. 保持高壓電纜良好絕緣狀態，以防止漏電。
- (四) 塗裝間換氣（通風），保持乾淨新鮮空氣。

接下學習「靜電塗裝與安全」及「引進靜電塗裝可行性的檢討」。

本教材的第四個學習目標是

不用參考資料，學員能正確地詳述「靜電塗裝與安全」及「引進靜電塗裝可行性的檢討」。

一、靜電塗裝與安全：

- (一)在日本使用靜電塗裝機的工廠發生火災，經調查原因，多基於長時間的使用而習慣，而疏忽基本的管理或處理而發生。木製家具工廠，其廠內易燃物甚多，不僅需要整理整頓被塗物、塗料、溶劑、塗料渣及塗料污染布，在噴漆間內外及靜電塗裝機啓動時，按照基準實施管理要點。他方隨著技術進步靜電塗裝機安全性水準非常高，例如在塗裝機與被塗物之間所流的電流大小產生異常時能高速檢出，能迅速遮斷高電壓及各種聯鎖裝置（INTERLOCK）、安全裝置等技術開發。這些技術開發則彌補管理上或操作上被認為不安全的部分。
- (二)靜電塗裝時發生火災的原因，由於機種、塗料性質、被塗物形狀、搬運方法或工廠環境等而異，有多種原因。惟使用手提式塗裝機時，因作業員或洗滌用溶劑容器在絕緣狀態，而帶電、接地物接近，因此發生放電引起火災者最多。又自動式塗裝機因塗料管絕緣被破壞而引起火災者亦多。下表六~8 係在日本發生意外事故比率的統計。

表 6 手提靜電塗裝機的意外事故發生原因及其比率

35%	35%	21%	9%
作業員帶電與稀釋劑容器	稀釋劑容器帶電（固定）	稀釋劑容器帶電（移動）	其他

表 7 自動式靜電塗裝機的事故原因

44%	35%	21%
塗料管絕緣被破壞	被塗物帶電	補充塗料

註：針狀電極自動噴槍，-60KV

表 8 自動靜電塗裝機的意外事故原因

26%	13%	13%	9%	9%	6%	6%	18%
塗裝機手動洗淨	塗料補充	被塗物帶電	塗料污染機械	高電壓感應	自動洗淨	作業員帶電	其他

註：盤型刀型電極

(三)安全操作基本事項：

1. 對靜電塗裝機操作，一般製造公司派技術人員予以詳細說明指導，但被使用公司指派的操作員必需充分熟悉使用說明書。
2. 指派靜電塗裝機操作員及保全維護負責人。
3. 操作員應被認定有資格者（起碼高工電機科以上學歷者或經過職訓中心訓練及考試及格者）方能擔任，並定期確認該員充分瞭解安全作業方法。
4. 分析自己公司的塗裝作業，並編製塗裝開始前、作業中、塗裝機洗淨作業等「作業基準」及「查核表」為要。
5. 分析自己公司的靜電塗裝機、噴漆間內面（特別是地面材料）、吊架或台車、其他噴漆間內的機器、零件、工具、容器等之保全事項，並編訂自己公司的「保全檢點基準」及「查核表」。
6. 噴漆間傍邊作業員易於看得到的地方懸掛看板並揭示「靜電塗裝安作業基準」及「安全操作業遵守事項」。
7. 充分掌握所用塗料、稀釋劑、溶劑、洗滌用溶劑的電阻值，是否金屬性塗料（METALIC PAINTS）、引火性等安全性有關的性質。
（註：導電性塗料及金屬性塗料的使用則另有注意事項）。
8. 要變更使用塗料種類（特別是從一般溶劑塗料變更為金屬性塗料或水性塗料時）時，預先連絡塗裝機製造廠或其在台分公司，先確認是否符合該塗料的設備為要。
9. 須要充分排出噴漆間內的易燃性溶劑瓦斯，不要讓它滯留在噴漆間內（排氣裝置）。
10. 不必要的塗料、溶劑不得放在噴漆間內。
11. 為了防止塗料固化渣附著於堆積噴漆間或排氣口等內面，須定訂基準並實施清掃。

(四)安全對策：最低限度必須遵守事項如下：

1. 不得發生火花，為了安全操作的最重要點，靜電塗裝事故的大部分起因於應接地而未予接地，形成絕緣狀態之緣故也。
 - (1) 噴漆間內的所有人、物體均確實接地。普通依下記方法做。
 - A. 作業員須穿通電性鞋子（皮底鞋，不可用塑膠底鞋）
 - B. 充分清掃鞋底。
 - C. 噴漆間內的導電性物體須確實接地。
 - D. 塗料容器、稀釋劑容器、洗滌用溶劑槽為固定式，噴漆間內被塗物、吊架等須確實接地，並經常保持清潔。

- E. 使用手提靜電噴槍時，必須以赤手或使用手掌部分有洞的手套實施。
 - F. 確保噴漆間內地面須經常保持為導電狀態。
 - G. 有效運用測定器具（電路試驗器、高阻錶、靜電電錶），確認需要接地的物體的接地狀態。
- (2) 充分換氣（通風）後實施可能會放火花的有帶電的塗裝機或塗料容器等的接地，並使殘留電荷逃逸後使用。補充塗料或洗滌塗裝間內時必需遵守下述使用操作要點。
- A. 塗裝作業終了時（一時中斷塗裝時亦相同），高電壓必須關（OFF）。並洗滌作業前，先確認高電壓關掉（OFF）。
 - B. 使用導電性塗料（如硝纖漆、胺基醇酸樹脂塗料多具導電性），而在塗料供給系統接地予以絕緣時，實施塗料補給於塗料槽，首先實施塗料槽接地〔此時必須開換氣風扇，也需要距溶劑瓦斯的部分（例如槽外底部）〕。
 - C. 以溶劑洗淨絕緣材料的部分時，俟確認溶劑乾燥後，施加高電壓。
 - D. 定期清掃塗裝的塗料污染渣。
 - E. 不得使用會引起溶劑瓦斯滯溜的塗裝機防止污染蓋住。
 - F. 高壓電纜及塗料管的鬆弛及脫落需要確實轉緊及裝妥。
 - G. 其他事項則熟讀使用說明書徹底遵守。
- (3) 對噴漆間內的高電壓施加（IMPRESS）部分應加注意事項如下。
- A. 接地物不得接近高電壓施加部分。
 - B. 靜電塗裝作業實施中以外高電壓必須切斷。
 - C. 塗料槽使用絕緣時，高電壓施加中絕對禁止補充或攪拌塗料等作業。若要實施補給、攪拌作業時，必需先切斷高電壓並接地後實施。
 - D. 使用導電性塗料（RANSBURG 塗料導電性試驗器測定電阻值 $0.3M\Omega$ 以下者）或金屬性塗料時，雖然塗料槽已予接地，若塗料供給線上有絕緣部分時，高電壓則施加於此絕緣部分，所以接地部分的塗料管。
 - E. 用於高電壓的絕緣材料被導電性塗料或溶（稀釋）劑或水分濕潤時，高電壓則從該濕潤部分放電而發生危險性，同時降低靜電效果，或安全裝置起動而塗裝機消失其功能，所以絕緣材料表面須確保清潔且乾燥。

(4)不得使用情況不良的靜電塗裝機，發現稍有不妥之處，立即停止運轉，遵照「使用說明書」修理不妥處或無法修理處則與製造廠連繫。

(五)塗裝機系統及附帶設備：一般靜電塗裝機系統有主機（霧化頭）、高電壓發生裝置、塗料供給裝置（底漆、下塗漆、上塗漆）、升降機、自動行程（STROKE）可變控制器、塗裝用機器人及除塵裝置等。為防止放電，高電壓施加中，不讓不必要的導電性物體、作業進入靜電場，設聯鎖裝置。

塗裝機系統及附帶設備的安全措施要點如下。

1. 設操作上必要且足夠的聯鎖裝置。
2. 需要按照順序的動作則規定順序以外的操作不得行之。
3. 輸送器、出入口門、進排氣、消防裝置與塗裝機之間設適當的聯鎖裝置。
4. 設安全護欄及作業員防止進入裝置。
5. 使用較長吊架，減輕輸送器與吊架接觸點的污染。
6. 採用自動洗滌系統（自動化）。
7. 為了萬一，設自動消防設備。

(六)靜電塗裝機的安全系統：

安全系統可分為兩大類。一為針狀電極，裝設於噴槍尖端型式的塗裝機，則以絕緣物製造塗裝機機身，縮小針狀電極的靜電容量，將高電阻插入於電極傍並接續於高電壓發生器。針狀電極易於放電，隨著接近接地物，其已施加高電壓則迅速下降，其關係如下圖 18 所示。若係電阻值高的塗料，則為安全性極高的塗裝機。

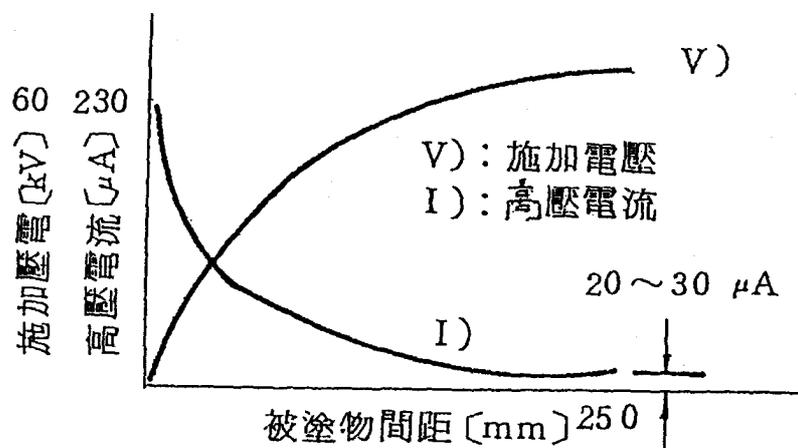


圖 18 電壓下降曲線

另一種則為靜電霧化或離心力霧化方式塗裝機。其電極的靜電容量極大，所以具有頗大著火能量。因此以原來狀態使用甚危險，故裝設所謂火花裝置（SPARK GUARD）或過量電流（OVERCURRENT）檢查器等安全裝置則為其預防對策。即在產生火花放電之前，所通高電壓超出所設定的檢查電流值則自動遮斷，而其安全度比前者（針狀電極設於噴槍尖端的塗裝機）些低，但被要求高性能化。然而檢驗電流值變化 di/dt 及以超高速的高電壓遮斷器使塗裝機殘留電荷接地，並已開發如此非常安全的系統，所以已開發到能放心使用的境界。

二、引進靜電塗裝可行性的檢討：

木製品塗裝比金屬或塑膠塗裝極為複雜。當引進靜電塗裝，開始設計塗裝系統時，事前對目標品質、成本、生產量、銷售能量等等充分檢討木製品種類、材料、材質、等級及尺寸、形狀（如箱狀、棒狀、板狀、框狀）、表背關係與組合工程的關係（如成品、半成品或組件）、塗料與著色的種類、塗裝程序條件、工廠內環境條件（如溫度、濕度、風速）、生產空間等。特別是採用自動靜電塗裝時，這些條件愈來愈複雜，所以為了完成良好塗裝系統，極為需要跟塗料、塗裝機、塗裝設備具有高度經驗的技術人員事前檢討並實施與實際塗裝線相同塗裝實驗。

（一）木製品種類與自動靜電塗裝的適合性

適合靜電塗裝的木製品有如下種類：

衣櫥類	書櫃、鞋櫃	化粧台
◎桌	○書桌	○衣掛
家庭用木製品	○樂器類	◎棚架類
（雜誌架、電話機台等）		
○佛壇	◎床	◎椅子
○櫥櫃、共鳴箱	建材類（裝潢材類）	○運動器具
		（球拍、球棒、高爾夫球桿頭等）

註：◎印表示採用自動靜電塗裝非常多。

○印表示採用靜電塗裝較多。

無記號表示一部分採用靜電塗裝。

以上為日本實際例子。

(二)木製品用塗料與靜電塗裝機的適合性：

所用塗料種類不同，導電性質各異。材面整修、填充、材面著色、下塗、中塗、上塗等製程中，例如下塗的一度底漆、中塗的二度底漆、上塗的透明漆等塗裝程序中，對以輸送器搬運的木製品，自動靜電塗裝機實施良好塗裝。一般而言，通常以噴槍實施塗裝時所用塗料，可視為適合靜電塗裝的塗料。不過實際上操作時，常發生塗料微粒化之不完全，塗著率低等現象，於是靜電塗裝用塗料須加以慎選，否則不能發揮最高效果。常用於木製品塗裝的代表性塗料則有硝纖漆（蠟卡）、壓克力蠟卡、（酸硬化）胺基醇酸樹脂塗料（AA 漆）、聚胺酯樹脂塗料（PU 漆）、聚酯樹脂塗料（PE 漆）等。自動靜電塗裝機則可適用於此類塗料的大部分。但因不同塗裝機有若干塗裝良否，所以需要注意。例如導電性非常強的塗料，如使用有配合酸性染料的著色透明漆或酸硬化胺基醇酸樹脂漆時，若塗料槽未接地距地面也能使用的自動塗裝機則無問題，但對使用塗料槽接地的手提式靜電噴槍有時不能適用。詳讀熟悉使用手冊。

下表 9 係各種塗裝機與各種塗料的適合性概略。

表 9 各種塗裝機與各種塗料的適合性

塗 料	圓 盤 型		鐘 型		壓 氣 霧 化 型	輔助氣 併用型 無氣型
	大徑、 低速、 中速	小徑、 高速	中徑、 低速	小徑、 高速		
酸硬化胺基醇酸樹脂 (AMINO-ALKYD)	△~○	◎	×	◎	○	○
聚 氨 酯 樹 脂 (POLYURETHANE)	○~◎	◎	○	◎	○	○
聚 酯 樹 脂 (POLYESTER)	△~○	◎	×	○~◎	×	△
腊 卡 (NC LACQUER)	○~◎	○~◎	○	◎	○	○

註：◎非常良好

△可

○良好

× 不可

所謂與塗裝機適合性的檢查則使用該塗料以候補塗裝機實施噴塗試驗，可簡單辨別適否，所以特別推薦事前試驗。

所謂適合性一詞，不僅是指塗裝機能適用該項塗料，且塗料能非常微粒化而得塗成美麗塗膜而言。

例如著色塗明漆塗裝時，該塗料雖然能噴塗，但若其微粒化不良時，吊架正背面重疊部分（LAPAROUND）發生濃色條紋。又如聚酯樹脂塗料—高粘度塗料—時，若其微粒化不良時成爲凹凸不平坦塗面，而需要多數研磨（砂光）工時，並塗料耗用量也增加。若使用與壓氣噴槍所用稀釋劑同樣稀釋則產生塗膜流涎（RUN），或變成過度乾燥漆霧，這些現象（缺點）多數可以稀釋劑調節。所以在引進靜電塗裝系統前，與塗料製造廠或塗裝機製造廠充分研討，在工廠實驗予以鑑定證明較宜。表十表示代表性溶劑蒸發速度及電阻值大小。

塗裝機的噴漆能量—塗料吐出量（PAINT DELIVERY）—則依塗料種類、與塗裝機製造廠型錄記載值有相當的出入，所以需要注意。例如著色透明漆需要極高微粒化時，其吐出量也許僅達到型錄記載值的30~50%而已。惟如最近開發的新型塗裝機（如超高轉速小徑盤型塗裝機）則對如聚酯樹脂塗料—高粘度塗料—也可以發揮壓氣噴槍的4~5倍大的能力，即RPM60,000情況下可吐出1,000CC/分鐘塗料（漆霧）。

表 10 各種粘度換算表 Viscosity conversion chart

Poise	Centipoise	DuPont Parlin 7	DuPont Parlin 10	Fisher 1	Fisher 2	Fort Cup 3	Fort Cup 4	Gardner- Holdt Bubbie	Gardner Lithographic	Kiebs Units KU	Saybolt Universal SSU	Zahn 1	Zahn 2	Zahn 3	Zahn 4	Zahn 5	Sears Craftsman Cup
.1	10	27	11	20			5	A-4			60	30	16				
.15	15	30	12	25			8	A-3			80	34	17				
.2	20	32	13	30	15	12	10				100	37	18				
.25	25	37	14	35	17	15	12	A-2			130	41	19				
.3	30	43	15	39	18	19	14	A-1			160	44	20				
.4	40	50	16	50	21	25	18	A			210	52	22				19
.5	50	57	17		24	29	22			30	260	60	24				20
.6	60	64	18		30	33	25	B		33	320	68	27				21
.7	70		20		33	36	28			35	370		30				23
.8	80		22		39	41	31	C		37	430		34				24
.9	90		23		44	45	32			38	480		37	10			26
1.0	100		25		50	50	34	D		40	530		41	12	10		27
1.2	120		30		62	58	41	E		43	580		49	14	11		31
1.4	140		32			66	45	f		46	690		58	16	13		34
1.6	160		37				50	G		48	790		66	18	14		38
1.8	180		41				54		000	50	900		74	20	16		40
2.0	200		45				58	H		52	1000		82	22	17	10	44
2.2	220						62	I		54	1100			25	18	11	
2.4	240						65	J		56	1200			27	20	12	
2.6	260						68			58	1280			30	21	13	
2.8	280						70	K		59	1380			32	22	14	
3.0	300						74	L		60	1475			34	24	15	
3.2	320							M			1530			36	25	16	
3.4	340							N			1630			39	26	17	
3.6	360							O		62	1730			41	28	18	
3.8	380										1850			43	29	19	
4.0	400							P		64	1950			46	30	20	
4.2	420										2050			48	32	21	
4.4	440							Q			2160			50	33	22	
4.6	460							R		66	2270			52	34	23	
4.8	480								00	67	2380			54	36	24	
5.0	500							S		68	2480			57	37	25	
5.5	550							T		69	2660			63	40	27	
6.0	600							U		71	2900			68	44	30	
7.0	700								0	74	3375				51	35	
8.0	800									77	3380				58	40	
9.0	900							V		81	4300				64	45	
10.0	1000							W		85	4600						49
11.0	1100									88	5200						55
12.0	1200									92	5620						59
13.0	1300							X		95	6100						64
14.0	1400								1	96	6480						
15.0	1500									98	7000						
16.0	1600									100	7500						
17.0	1700									101	8000						
18.0	1800							Y			8500						
19.0	1900										9000						
20.0	2000									103	9400						
21.0	2100										9850						
22.0	2200										10300						
23.0	2300							Z	2	105	10750						
24.0	2400									109	11200						
25.0	2500							Z.1		114	11600						
30.0	3000									121	14500						
35.0	3500							Z.2	3	129	16500						
40.0	4000									133	18500						
45.0	4500							Z.3		136	21000						
50.0	5000										23500						
55.0	5500							Z.4	4		26000						
60.0	6000										28000						
65.0	6500										30000						
70.0	7000										32500						
75.0	7500										35000						
80.0	8000										37000						
85.0	8500										39500						
90.0	9000										41000						
95.0	9500										43000						
100.0	10000							Z.5	5		46500						
110.0	11000										51000						
120.0	12000										55500						
130.0	13000										60000						
140.0	14000										65000						
150.0	15000							Z.6			67500						
160.0	16000										74000						
170.0	17000										80000						
180.0	18000										83500						
190.0	19000										88000						
200.0	20000										93000						
300.0	30000										140000						

All viscosity comparisons are as accurate as possible with existing information. Comparisons are made with a material having a specific gravity of one.

請翻至下一頁。

學習評量四

一、列舉手提靜電噴槍、自動靜電噴槍及自動盤型（刀刃型電極）靜電塗裝機的意外事故發生原因及比率。

答：

二、詳述靜電塗裝作業安全操作的基本事項。

答：

三、檢討要引進靜電塗裝可行性時，事前應檢討事項如何？

答：

四、列舉適合靜電塗裝的木製品。

答：

學習評量四答案

一、列舉手提靜電噴槍、自動靜電噴槍及自動刀刀型電極盤型靜電塗裝機的意外事故發生原因及比率。

答：手提靜電噴槍：	(一) 原因：作業員帶電與稀釋劑容器	35%
	(二) 原因：稀釋劑容器帶電（固定）	35%
	(三) 原因：稀釋劑容器帶電（移動）	21%
	(四) 原因：其他	9%
自動靜電噴槍：	(一) 原因：塗料管絕緣被破壞	44%
	(二) 原因：被塗物帶電	35%
	(三) 原因：補充塗料	21%
自動刀刀形圓盤型靜電塗裝機：		
	(一) 原因：塗裝機手洗淨	26%
	(二) 原因：塗料補充	13%
	(三) 原因：被塗物帶電	13%
	(四) 原因：塗料污染機械	9%
	(五) 原因：高電壓感應	9%
	(六) 原因：自動洗淨	6%
	(七) 原因：作業員帶電	6%
	(八) 原因：其他	18%

二、詳述靜電塗裝作業安全操作的基本事項：

- 答：(一) 靜電塗裝機安全操作：一般由機械製造公司指派技術人員，依據使用說明書，除詳細說明外實際詳細指導。被指派技術員必須充分熟悉。
- (二) 購買靜電塗裝機公司須指派塗裝機專任操作員及保全負責人。
- (一) 操作員應高工電機科畢業或經過職訓中心訓練及考試及格者，且定期在職訓練及鑑定是否繼續瞭解安全作業。
- (二) 分析自己公司塗裝作業，並訂定作業前、作業中、作業後（含洗滌）的「作業標準」及「查核表」。
- (三) 分析自己公司的靜電塗裝機、噴漆間內面（含地面）、吊架（或台車）及其他機器、零件、工具、容器等之保全事項，並編訂自己公司的「保全檢點基準」及「查核表」。
- (四) 在噴漆間傍邊作業員容易看得到的地方掛看板並揭示「靜電塗裝安全作業基準」及「安全操作遵守規則」。
- (五) 充分掌握所用塗料、稀釋劑、溶劑、洗滌用溶劑的電阻值、是否金屬性塗料及引火性等安全性有關的性質。

- (六) 要變更使用塗料種類（特別是一般溶劑塗料變更為金屬性塗料時），預先連絡機械製造廠或其在台灣分行，先確認該塗料是否適合使用。
- (七) 須要充分排出噴漆間內的可燃性溶劑瓦斯，不得滯留在噴漆間內。
- (八) 不必要的塗料、溶劑不得放在噴漆間內（設排氣裝置）。
- (九) 為防止塗料固化渣附著堆積於噴漆間或排氣口等內面，須訂定基準並實施清掃。

三、檢討要引進靜電塗裝可行性時，事前應檢討事項。

答：事前應檢討：

- (一) 與木製品種類的適合性：種類、形狀、大小、材種、製品種類（如成品、半成品、組件）、材質。
- (二) 與塗料的適合性：種類（透明漆、著色透明漆、金屬性漆）、製程程序分類塗料種類類（底漆、面漆、中塗漆等）、高粘度漆等，或酸性漆、鹼性漆。
- (三) 目標品質。
- (四) 成本。
- (五) 生產量。
- (六) 銷售能量。
- (七) 工廠內環境條件（如溫濕度）。
- (八) 生產空間。

四、列舉適合靜電塗裝的木製品：

答：(一) 最適合（被採用最多）：桌、棚架、床、椅子

(二) 適合（被採用較多）：書桌、衣架、樂器、佛壇、櫥櫃、共鳴箱、運動器具（球拍、球棒、球桿等）。

(三) 可用（部分被採用）：衣櫃類、書櫃、鞋櫃、化粧台、家庭用木製品（雜誌架、電話台）、建材、裝潢材。

最後學習「靜電塗裝實例」。

本教材的第五個學習目標是

使用各種參考資料，學員可正確說明自動靜電塗裝機塗裝實例。

一、實例研究：

引進箱型家具的門框塗裝用自動靜電塗裝機應檢討事項：

引進順序：迴轉台→輸送機系統→自動靜電塗裝機

在台灣木製家具廠多為小型工廠。然而生產量少時，將被塗物一個一個平放在轉台上，予以手動壓氣噴槍，惟隨著增產，引進輸送機系統，更進一步採用自動靜電化者逐漸增加，特別是箱型類門櫃的聚酯樹脂塗料塗裝增多，其成果亦良好。以下事例做為研究課題。

(一) 有關提高生產力

代表箱型家具的碗碟櫃門框，在日本流行框架塗裝後嵌入鏡子或玻璃的框架。從前將此框在迴轉台上，以壓氣噴槍實施聚酯樹脂塗料或聚胺酯樹脂塗料的單面塗裝。惟門框需要正背兩面塗裝，故塗裝一面，經乾燥後再實施另一面塗裝，又因需要實施下塗、中塗、上塗的三個塗裝程序，所以花長時間實施塗裝作業。這樣情況，雖然增加作業員也難於達成增產。因而此設備改為高架吊運器、隧道型烘乾爐，並採用超高轉速型自動靜電塗裝機，而獲得下列各項良好成果。

1. 搬運合理化。
2. 由於表背兩面同時塗裝，所以作業時間減半。
3. 大幅度減低塗料成本（約減至 1/3）。
4. 又因能改善塗膜平坦化，結果砂光、磨光工時（MANHOUR）亦減少。

(二) 當設備計畫時，事前檢討下記事項。

1. 預估將來生產計畫。
2. 決定該塗裝線上塗裝的被塗物形狀、尺寸、種類等。
3. 所要求的塗面種類。
4. 選定所用塗料。
5. 選定塗裝機機種。
6. 噴漆間、烘乾爐等有關設備的檢討。
7. 設置空間。
8. 人員計畫（確認不必增加人員）。
9. 資金計畫、成本計畫。

需要注意上述各項互相有關連。

(三) 被塗物：碗碟櫃上下兩層門框，形狀及尺寸如下圖 19 所示。

上層門框 4 張（1,200× 450mm）

下層門框 4 張（450× 450mm）

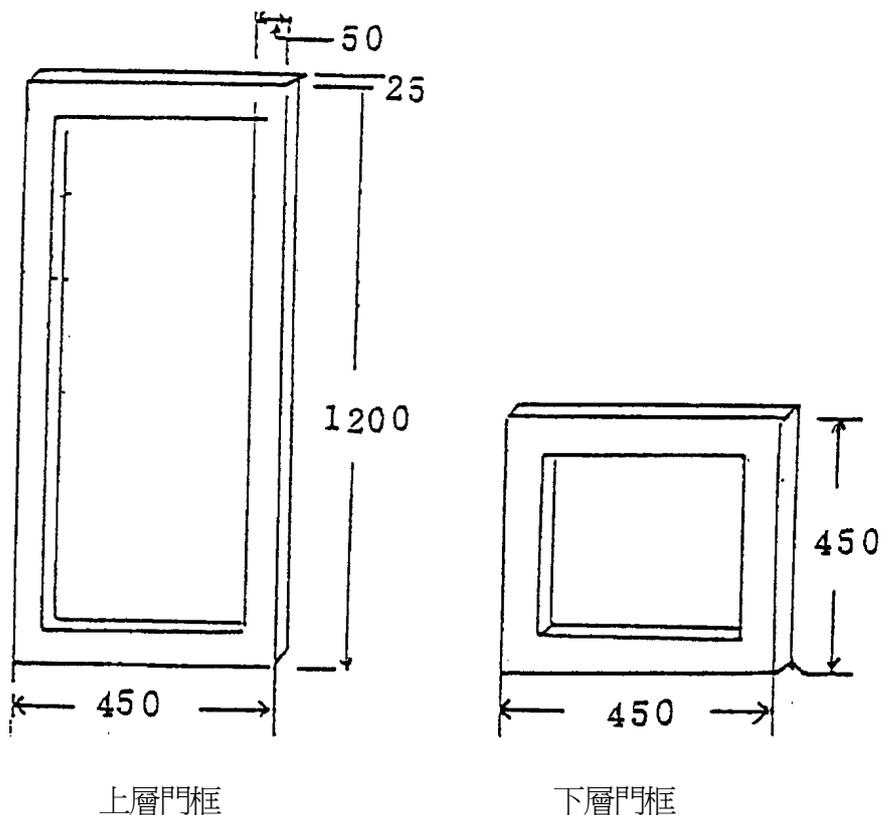


圖 19

(四) 塗料：種類：聚胺酯樹脂漆
 聚酯樹脂漆

程序：

1. 下塗：聚胺酯底漆
 中塗：聚酯二度底漆
 上塗：聚胺酯著色無光透明漆
2. 下塗：聚胺酯二度底漆
 中塗：聚胺酯二度底漆
 上塗：聚胺酯無光透明漆

因聚胺酯樹脂塗料塗膜較薄，所以對自動靜電塗裝機的能力沒有太大困難，但聚酯樹脂塗膜厚度則 30μ 以上，所以塗裝機吐出能力的影響非常大。

(五) 輸送器速度的計算：

設定 1 個上層門框吊掛於 1 個吊架，2 個下層門框吊掛於 1 個吊架。

1. 1 天吊架數： $[(4 \times 1) + (4 + 2)] \times 80 = 480$ 支/日
2. 吊架間距：600mm，適合寬 450mm 被裝工程
3. 以同一塗裝機消化下、中、上塗的 3 個塗裝工程

4. 輸送機速度：2.4m/分鐘

$$\begin{aligned} & \text{吊架數} \times \text{吊架間距} \times \text{塗裝次數} \div \text{實際作業時數} \\ & = 480 \times 0.6 \text{m} \times 3 \div 360 \text{ 分鐘} \end{aligned}$$

註：實際作業時間將考慮設定、塗料變更等，每日定為 6 小時。

(六) 必要噴漆量（吐出量的計算）：

塗料：聚酯樹脂砂光底漆（不揮發成分為 1）

塗裝面積：上層門框 0.465m²

下層門框 0.24 m² × 2（吊掛 2 個）

（據上記數值，每 1 吊架塗裝面積設為 0.5 m²）

要求膜厚：300 μ

估計塗著率：75%（依據經驗數值）

估計吐出量：800cc/分鐘

（每 1 吊架塗裝面積 m²）× 每分鐘塗裝吊架數 × 膜厚(μ) × 1/估計塗著率 × 1/不揮發成分

$$= 0.5 \text{m}^2 \times 2.4 \text{m/分鐘} \div 0.6 \text{m} \times 300 \mu / 0.75 \times 1/1$$

$$= 800 \text{cc/分鐘}$$

如上述，若以小徑超高轉速盤型塗裝機 1 部，實施升降機塗裝能力，可產生約 20% 的寬裕。

(七) 塗裝線結構：

1. 高架吊運機（TROLLEY CONVEYER）
2. 調濕室（因乾期過度乾燥等，需要調整木材含水率，在台灣不需要）（CONDITIONING ROOM）
3. 自動靜電塗裝間
4. 升降機式小徑超高轉速盤型塗裝機（HIGH SPEED AIR DRIVEN MINI DISC）
5. 補修噴漆間
6. 放置（SETTING）室（用於聚胺酯樹脂塗料，需要約 40 分鐘的輸送機長度）
7. 強制乾燥爐（用於聚酯樹脂塗料，需要約 50°C、40 分鐘的輸送機長度）（DRY OVEN）
8. 空壓機（AIR COMPRESSOR）（約 1Nm³/分鐘）
9. 冷凍式空氣乾燥機

(八) 成果：

依據上述檢討及實驗的檢驗結果，在所需資金約 250,000 美元（1985 年）條件下，操作此塗裝線 1 年後，其塗料費、用人費大幅度減少，僅塗裝

費就在一年內節省約 400,000 美元。

(九) 設備投資金額的推算：

就在日本所採用的方式說明

首先計算設備費，在此設定為租賃，然而算出 1 個月份租金（一般推算約為累計金額的 2%），再加算動力費及設備維護費等，比以前有所增加的費用。他方與從前的塗裝方法所計算塗料費及用人費的節省金額的合計。設備費則以若節省金額超出租賃等費用甚多，則可立即決定設備投資也有效。但充分調查及計算可銷售量及金額，若銷售能力不強而拚命生產，則製造庫存品而已。此乃是一種看法，實際上另有各種檢討事項，例如從前所用老朽化程度，不適於新材料、人手不足，或生產趕不上，公害對環境衛生不妥（污染）等。

二、有關技術各種事項

下列內容多為技術實際知識（KNOW-HOW）有關事項，則有通用一般的事項，也有非常新的資訊。

(一) 當設備佈置時考慮事項：

以一個噴漆間及 1 個塗裝系統能用為萬能的塗裝即是理想，非常高度設備也許可能，但設備投資金額非常大。從常識階段判斷，開始起步則較安全。

1. 被塗物流程（與塗裝機的關係）

手提靜電噴槍噴塗時，與被塗物的尺寸、形狀無關，一般向直線方向被搬運（參照圖 13、14，P23、24）。如改用為自動塗裝機則改善為如下較宜。

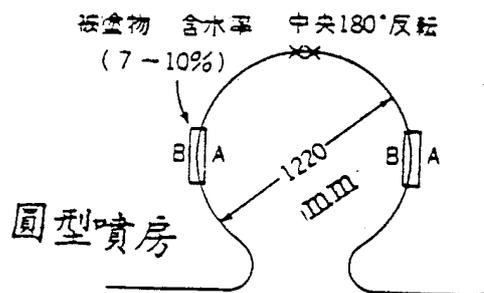


圖 18

圓狀被塗物	自轉塗裝
細長板狀被塗物	自轉塗裝
板狀被塗物	反轉塗裝（參照上圖 18x x）
框狀被塗物	反轉塗裝（參照上圖 18x x）
箱狀被塗物	反轉塗裝（參照上圖 18x x）
x)	

不過生產速度極快時，也許設置複數靜電塗裝機，被塗物向直線方向輸送。若塗裝線可設複數線時，區分為小型用、大型用或板狀製品或組合製品實施靜電塗裝較佳。

2. 要進入塗裝間前的預熱有關事項：

在冬天乾期（日本，在台灣無其虞），在被塗物要進入塗裝間前，將被塗物吹溫風與乾燥蒸汽浴，則對含水率未滿 8% 的木材極有效，此預熱對導管溝大的木材防止塗膜陷下極有效。特別是對聚酯系列塗料有效。一般預熱時間為 3 分鐘左右。

3. 盤型（DISC）及鐘型（BELL）塗裝機的得失比較：

若同一被塗物以同一直徑、同一轉速率（RPM）、同一生產速度實施塗裝，則盤型較優於鐘型（但設其霧化頭為同一數）。此乃因盤型塗裝機的離心力與電場方向略為同一方向，相對地，鐘型塗裝機的離心力與電場方向略為 90°，而由其角度差所引起的。一般噴漆間的天花板或地面或輸送器的污染，以鐘型漆裝機較大，由此可知此理由。因此鐘型塗裝機佈置時，一般其吊架長度較盤型的吊架需要長 100~200mm。盤型雖然非常適合於圓棒狀或細長板狀被塗物，但不太適合板狀或被塗面為方體狀的箱型類，如此場合則以鐘型或自動噴槍進行計畫較妥。盤型比鐘型較有利的另一特徵則為霧化頭標的距離（HEAD TARGET DISTANCE=HTD=噴塗距離）。由於離心力與電場方向關係到在同一塗裝線上，被塗物的厚度方向的差異（較厚與較薄兩者的差異），盤型塗裝機有 600mm 也可行優良塗裝較多。即表示盤型塗裝機的噴塗距離有 300mm 左右的寬裕。此寬裕在鐘型則為 150mm，槍型為 200mm 左右，較之盤型為小。

通常所用霧化頭噴塗距離如下：

盤型	350~750mm（350~450mm 最佳）
鐘型	250~450mm（250~350mm 最佳）
槍型	200~400mm（200~250mm 最佳）

上述數值依噴霧量而異，所以需要由實驗確實確認其數值。但也有辦法使噴塗距離接近一定數值或差距縮小。譬如變更被塗物吊掛方法，但有時會損壞塗膜厚度的均勻性，所以需要注意。盤型則改變圓盤直徑大小就可達成其目的，但依馬達種類，有的無法變更，如小徑超高轉速型即是。鐘型或槍型則移動槍架或鐘架或升降機，或伸縮鐘或槍的支撐，保持噴塗距離於最佳位置。一般由於木材電氣性質，其噴塗距離比金屬需要近一點，在上述括弧內所示數值較宜。

4. 電極間距等噴漆間長度有關事項：

鐘型霧化頭型或噴槍型等塗裝機佈置複數個或支時，其霧化頭間距，依支架式與升降式而異，同時依鐘徑或鐘迴轉速率及塗料種類或吐油量而異。故依實驗確認漆形不會產生互相干涉的霧化頭間距較妥。鐘型支架式塗裝機時其間距可達 1,500mm。鐘型霧化頭或噴槍與噴漆間內壁距離則 1,500mm 以上較佳。需要注意噴漆間內側污染及噴漆間內的氣流，不致產生空氣亂流為要。

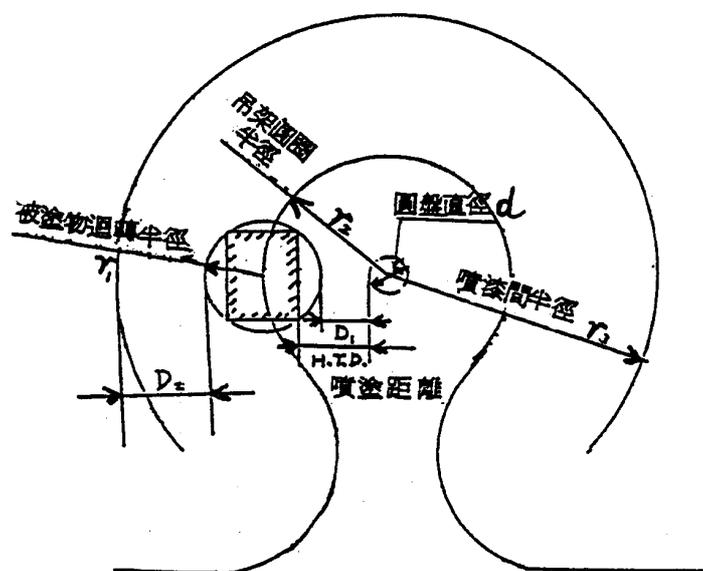


圖 19

5. 盤與噴漆間大小有關事項：

木製品靜電塗裝時，其噴漆間愈大愈好。因噴漆間愈小，其塗著效率愈低。某廠實施聚酯樹脂塗料塗裝，因漆霧塗著於噴漆間內壁形成厚塗膜，塗裝時該厚塗膜帶負電，排斥漆霧降低被塗物塗著率，然而剛清掃噴漆間內壁後經一段時間，又因其塗著率又回復原來厚度，由此可知這事情發生乃是事實。右上圖 19， D_1 須為 250mm 以上。霧化頭噴塗距離以 350~450mm 以上。霧化頭噴塗距離以 350~450mm 以上較宜。所以：

$$\text{吊架圓圈半徑} = 1/2d + D_1 + r_1$$

$$\text{噴漆間半徑} = 1/2d + D_1 + 2r_1 + D_3$$

6. 噴漆間內風速：

盤型、鐘型塗裝機噴漆間內風速以 0.3~0.4m/秒為準。噴槍型自動塗裝機以 0.5~0.7m/秒為宜，手提靜電噴槍則因安全衛生上需要 0.7m/秒以上。進氣、排氣、排氣管及風扇的設計施工時，需要留意將噴漆間內氣流保持為順流。這些設備之良否會左右塗裝品質及塗著率。亂流會飛散塵埃，生附著塵埃的缺點，所以也要注意。

7. 噴漆間內的溫度與濕度：

噴漆間內溫度能盡量保持一定較為理想，但有春夏秋冬季節差異處，為保持一定溫度，需要投相當大的設備。所需要的空氣調節機的設備費用及運轉費用可能會超出所有塗裝設備的費用，惟台灣則無此虞。因木材有導管、假導管，其含水率亦不一，所以難於訂定一定方程式。雖然塗料分別使用冬季用、春秋季用及夏季用各種稀釋劑，但塗裝管理上而言，以 10°C 以上 30°C 以下為理想。季節性以外的高溫也形成要因。烘乾爐的熱氣需要與噴漆間隔離。夏天噴漆間則需要避免日光直曬。對管理上而言，日間的溫度變化較為重要。相對濕度以 80% 以下為理想。要注意高溫高濕時，有些塗料使用上受限制，不過濕度較高將會減少塵埃附著。從木材含水率而言，其溫度以 20°C 相對濕度 50% 為理想。

(二) 工廠所用空氣品質：

通常用於壓氣噴槍的霧化用空氣也被要求為充分乾淨的空氣。何況用於超高轉速的鐘型或盤型塗裝機及使用渦輪氣動馬達軸承型時，需要更高品質的空氣。今後靜電塗裝機則成為小徑超高轉速型（使用氣動軸承馬達）的盤型或鐘型塗裝機的時代。對管理空氣品質應採用下圖 22 的系統。空氣進行斷熱膨脹時，溫度降低極大。已除濕而未加熱的馬達空氣，常常引起塗裝機表面的結露，產生高電壓漏電的問題，上述空氣迴路以外的空氣—例如開關閥（ON-OFF-VALVE）用的指令空氣（SIGNAL AIR）—也在高溫高濕的噴漆間內會引起漏電。雖然若起這些設備上或管理上問題，但塗裝靜電化功效會超出這些問題（包括費用），勿拋棄此設備。

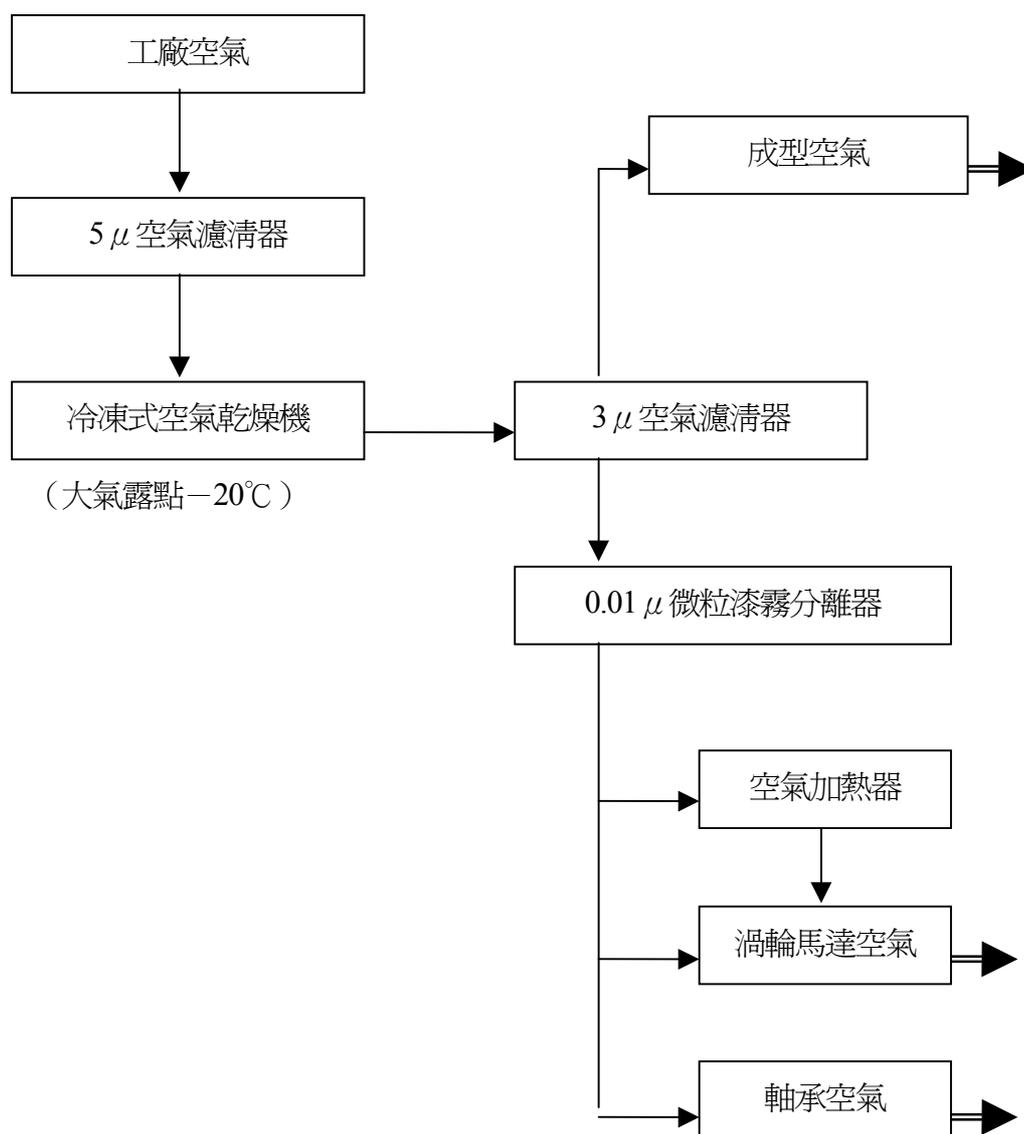


圖 22 工廠所用空氣品質管理系統

(三) 塗裝機的噴霧能力—微粒化品質：

常用木製品用塗料有低固體率的确纖漆、聚胺酯樹脂塗料，固體率較高的醇酸樹脂塗料及固體率幾乎接近 100% 的聚酯樹脂塗料等固體率差異相當大的塗料，而這一點金屬塗料不同。

又一般多用透明或半透明塗料（如二度底漆）比使用不透明漆（如瓷漆）較多。透明漆也多用著色透明漆。此著色劑即使用染料或微細顏料或這些的混合著色劑等極富於變化。從前使用低速盤型塗裝機等，對酸性染料著色塗料的微粒化極劣。又盤型塗裝機時，對使用強酸（如鹽酸）的胺基醇酸樹脂塗料時，其微粒化品質不能滿意。

在著色透明塗裝時，若其微粒化不良，則所有靜電塗裝機所塗塗面均不可能滿足。從其正面看，有些不均勻，且其背面產生濃色條紋。其不均勻塗面，不關其等級，均不受歡迎。所以同系列樹脂塗料，雖然其固體率略同，有使用著色劑的塗料與沒有使用著色劑的塗料，其微粒化品質有相當大的差異。若係無色透明漆，塗料能充分平坦化（LEVELING）時，與微粒化品質的良否無關，塗膜相當美。惟使用著色劑時，微粒化品質對塗面品質極為重要。是靜電塗裝的優點—繞圍效果

（LAPAROUND）—引起相反效果。靜電塗裝雖然其吐出量很重要，但著色塗料的微粒化程度更為重要。當引進自動靜電塗裝機時，必須充分做塗料微粒化品質的事前實驗。實驗方法甚簡單，例如 150mm 左右的板材，實施與所定生產條件相似條件的塗裝試驗，查觀正背面的顏色狀況，是否適合商品的顏色塗面，有無顏色不均，有無濃色條紋等。至於有關塗裝機的吐出量，則不得完全信用型錄所記載數值。

（四）有關升降機（參照圖 23）：

對木製家具塗裝用自動靜電塗裝機的關連裝置中，升降機所佔比重最大。升降機的設計須配合盤型用，鐘型用，自動靜電噴槍的特性。例如其移動速度、圓盤型、鐘型最大為 30m/分鐘，自動靜電噴槍最大為 80m/分鐘，前者的構造則能重量較重的升降機圓滑地升降，而後者則設計為若干超出手動操作壓氣噴槍時運行速度 1m/分鐘的速度。

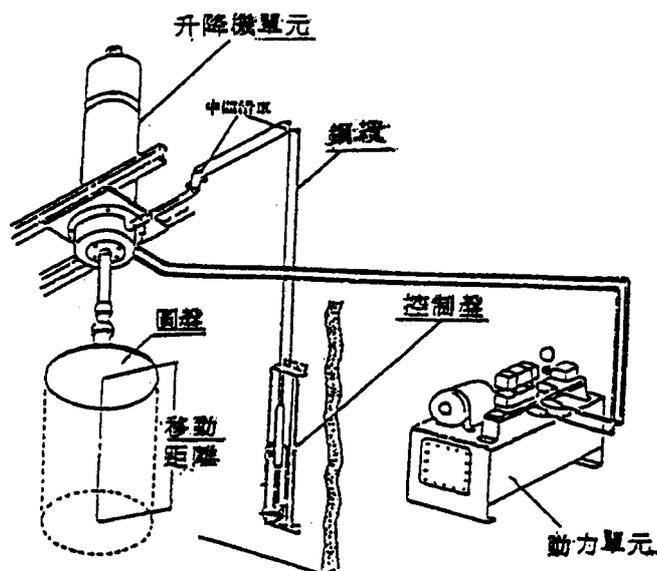


圖 23 升降機

1. 盤型用升降機：從前就使用如上圖 21 所示的油壓氣缸直接連動方式的升降機較多。移動距離長度則以滑動控制盤上的限制開關 (LIMIT SWITCH) 予以變更移動距離。移動速度則以調節動力單元的活閥 (VALVE) 開閉度變更變度，但通常以 10~20m/分鐘為標準。又可以加設配合被塗物形狀，上下方向面積變更其移動。下圖 24 表示其變化。最近其控制裝置則改善原來油壓驅動式開發為交流渦輪馬達，並引進微電腦 (MICROCOMPUTER) 方式，謂之區域控制方式 (ZONE CONTROL SYSTEM)。

號碼	名稱	波 形	重疊比率	適用被塗物形狀
1	上方重疊形		$A/B/C = 6/4 = 3/2$	
2			$A/B/C = 4/2 = 2/1$	
3			$A/B/C = 6/2 = 3/1$	
4	下方重疊形		$A/B/C = 4/1 = 4/1$	
5			$A/B/C = 2/1 = 2/1$	
6			$A/B/C = 2/1 = 2/1$	
7	中間重疊形		$A/B/C = 4/2 = 2/1$	
8			$A/B/C = 2/1 = 2/1$	
9			$A/B/C = 2/1 = 2/1$	
10	上下方重疊形		$A/B/C = 4/2 = 2/1$	
11	所選用的迴路的基本形式		$A/B/C = 1/1$	

圖 24

對非常複雜形狀的製品甚為有效。移動距離則依訂貨可製相當長的升降機。通常多用 1,200mm, 1,500mm 及 1,800mm 者。

- 鐘型、自動噴槍用升降機則為鏈齒輪 (CHAIN SPROCKET) 方式，而有電動式及油壓式兩種。又有經常充分往返移動，配合被塗物尺寸，然“開”、“閉”塗裝機的塗料來控制的型式 (電動式) 與保持塗裝機塗料“開”的狀態而變更升降機移動的型式 (油壓式)。前者 (電動式) 常用於自動噴槍塗裝機，而後者 (油壓式) 則常用於鐘型塗裝機。下圖 25 所示塗裝機為台車式，有的則使用油壓或氣缸方式，以控制霧化頭噴塗距離的塗裝機。若沒完全符合被塗物吊掛高度，結果被塗物上側或下側產生覆蓋不完全或流涎，惟移動距離的調整則很簡單。若吐出量有所變化，其噴塗漆形 (SPRAY PATTERN) 亦會變化。需要查觀比較漆形狀態與塗面修飾的狀況，予以調整為要。

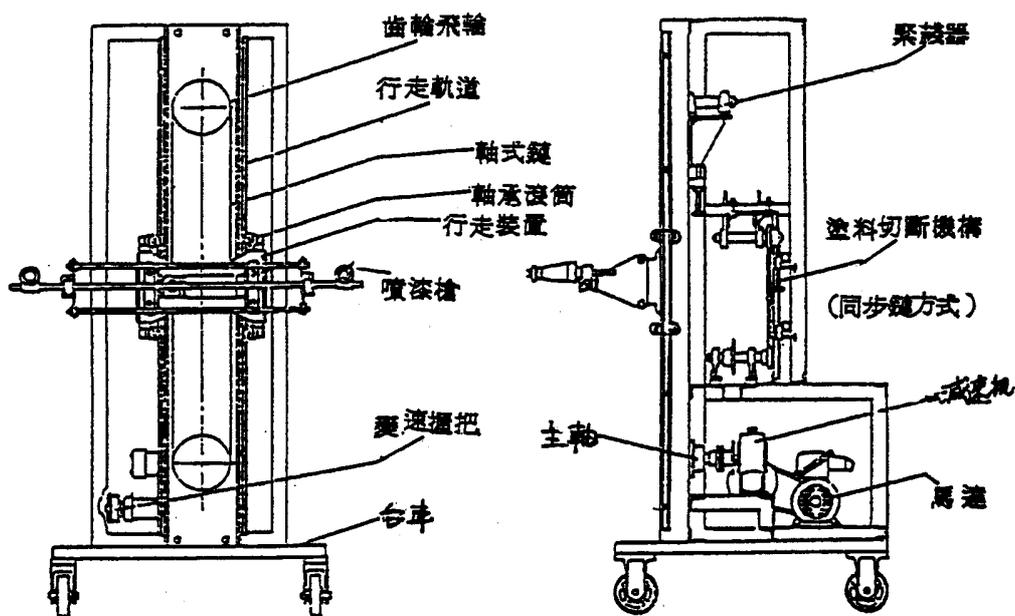


圖 25

(五) 塗料泵 (自動塗裝機)：

木製家具用塗料供給裝置選擇時必須考慮塗料可用時間 (POTLIFE)，同時考塗料的定量供給性能。特別是多液型塗料時，必須要滿足塗料的混合比率與定量供給的相容性並選擇洗淨性良好的泵。齒輪泵則最適合。如容量較大泵，譬如 1 迴轉 4CC，因其泵迴轉速率較慢，所以摩擦熱小者較佳。二度底漆或無光透明漆相當會磨損泵，故必需至少每週查核迴轉速率與吐出量的關係 1 次。

(六) 靜電式塗料攪拌機：

多液性塗料時常用此種機械。若係自動噴槍用或低速盤型塗裝機則必需要攪拌機，但若係超高速迴轉型塗裝機則大部分不需要攪拌機（以試驗確認）。

(七) 各種測計器：

工廠應備有木材含水率測定器（M.C. TESTER），係靜電塗裝不可缺的計器。塗料粘度測定則以 ZAHN#2 或 ZAHN#5 或 F.C.#4 等塗料粘測定杯，精密度高並易於測定。上表 10（P.45）為各種粘度算換表。

電阻測定器（參照下圖 26）也常被用於測定塗料或溶劑的電阻值。右側圓棒是探測針（PROBE），插入塗料液中約 6~7cm，在左側儀錶上顯示塗料液的電阻值，以 $M\Omega$ （百萬歐姆為單位）。下圖 27~29 表示塗裝機主機（圓盤、鐘、噴槍）以外的各種裝置。圖 27 係各種高電壓發生裝置及高電壓切換開關，圖 28 是各種控制裝置，圖 29 係各種升降機及其周邊機器。

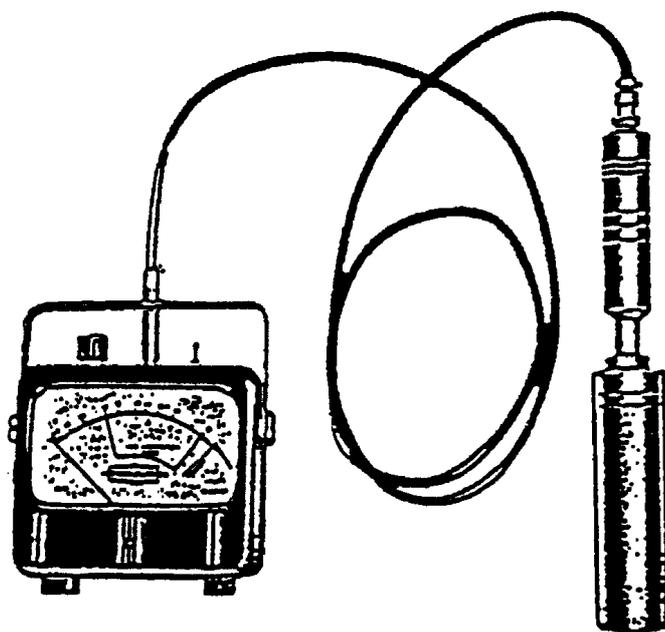


圖 26 電阻計

高電圧発生装置 高電圧切替開關
H.V.POWER SUPPLIES H.V.SWITCH

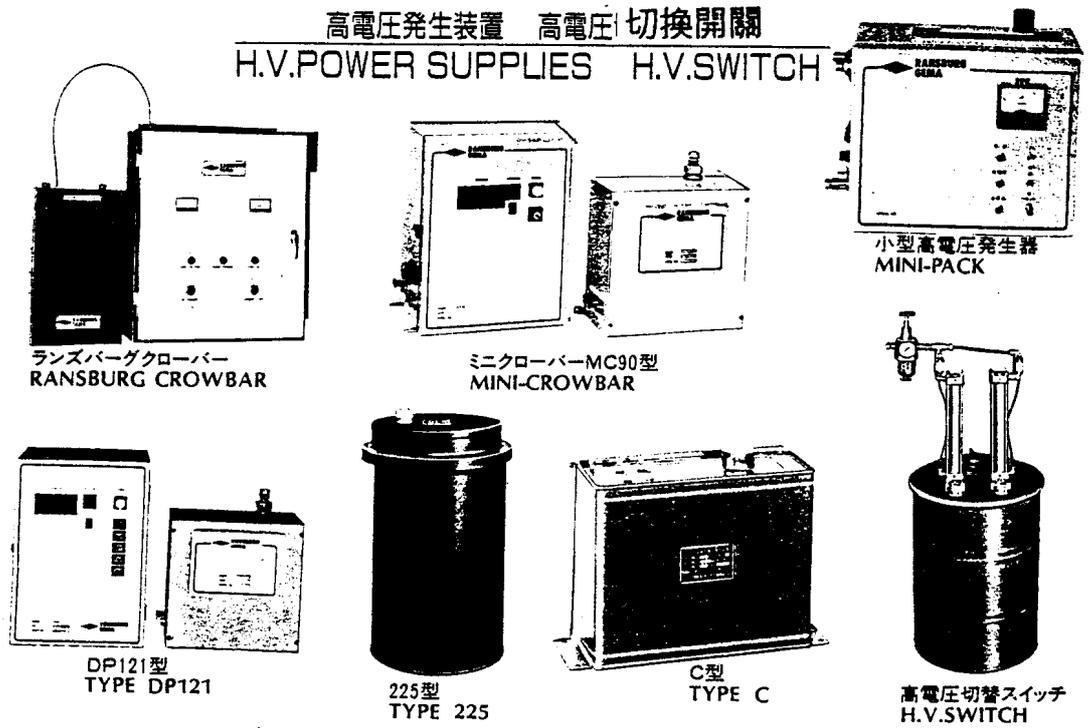


圖 27

控制裝置
CONTROLLERS

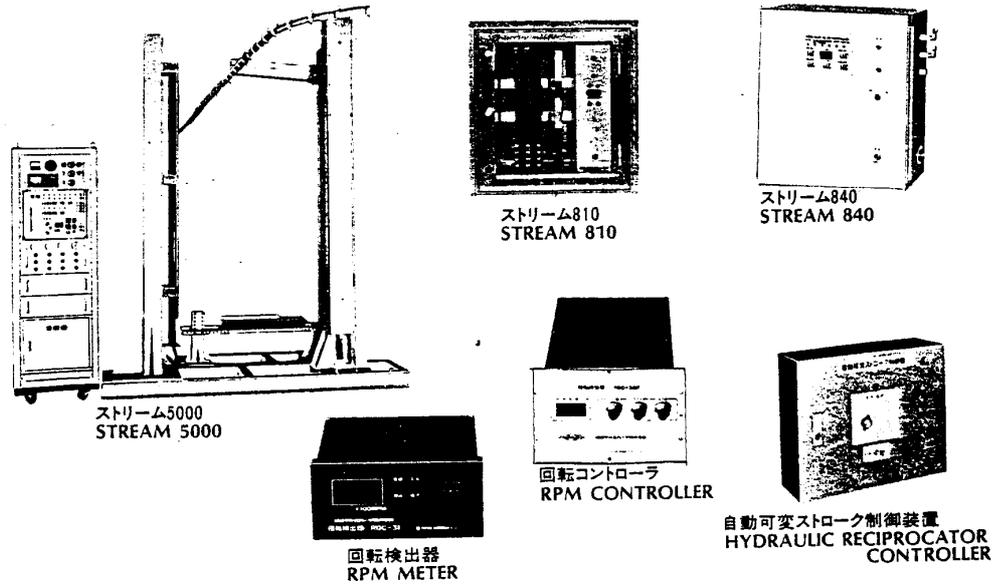
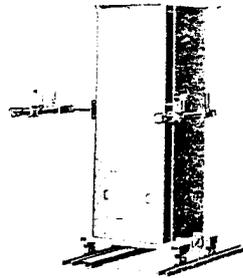


圖 28

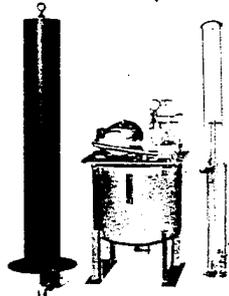
升降機
RECIPROCATORS



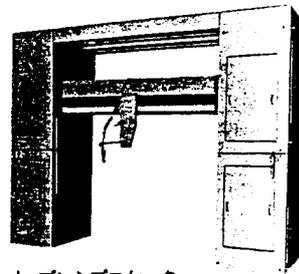
電動レシプロケーターOH型
ELECTRIC RECIPROCATOR
(TYPE OH)



電動レシプロケーター
VERTICAL RECIPROCATOR



油圧レシプロケーター
HYDRAULIC RECIPROCATOR

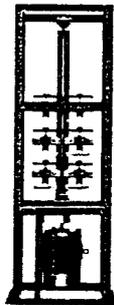


トップレシプロケーター
TOP RECIPROCATOR

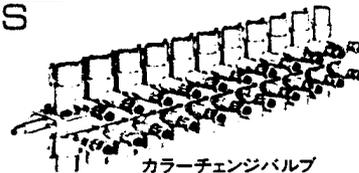
周辺機器
COMPONENTS



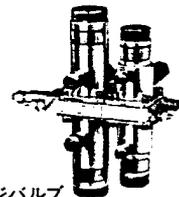
ペイントポンプユニット
PAINT PUMP UNIT



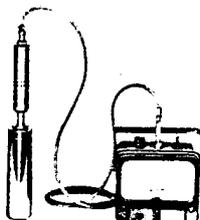
多色ペイントポンプユニット
MULTI PAINT PUMP UNIT
For SEVERAL COLORS



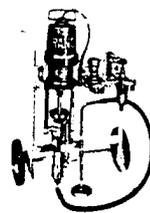
カラーチェンジバルブ
COLOR CHANGE VALVE



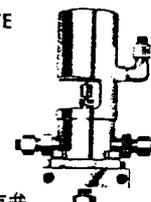
カラーチェンジバルブ
COLOR CHANGE VALVE



ペイントコンダクティブテスタ
PAINT RESISTANCE TESTER



ランスポンプHA型
RANS PUMP TYPE HA



中圧用3方弁
3WAY VALVE
(For R-E-H-A GUN)

圖 29 各種升降機及周辺機器

(八) 在日本、台灣及新加坡所用各種塗裝機與被塗物（製品）

1. 壓氣霧化式手提式噴：
2. 壓氣霧化式自動噴槍：床、板類家具、餐器、GATE BALL
3. 靜電霧化高轉速 T.B.盤型：餐椅、搖椅、木製辦公椅、桌、廚房組件、床、餐器零件
4. 靜電霧化高轉速劑溝盤型：餐椅、床、桌、客廳組、箱型家具、書架、板類家具零件、餐器組件、婚禮家具、餐器
5. 靜電霧化高轉速小徑盤型：木工製品
6. 靜電霧化高轉速刻溝盤型：餐椅、書架
7. 靜電霧化高轉速小徑鐘型：CENTER RING、客廳組、床、桌、板類家具、滑動門、餐椅

(九) 各種 NO.2 PROCESS 靜電塗裝機的標準塗裝條件

項目		機種		渦輪氣動馬	渦輪氣動	軸承氣動	渦輪氣動馬
		刻溝圓盤	圓型	達圓盤型	馬達刻溝圓盤型	馬達小徑型	達刻溝小徑型
高電壓(直流·千伏特)		-90		-90	-90	-90	-90
成型氣壓(Kg/cm ²)		—		—	—	3.0	3.0
塗裝距離(mm)		350~450		300~400	300~400	300	300
吐出量 C.C /分 鐘最大	一般工業用塗料	500		1,000	1,500	500	400
	高固體率塗料 (著色塗料)	300		600	900	200	400
	水性塗料(著色 塗料)	300		600	900	200	400
可能常溫塗裝粘度 秒/ZAHN (#)		40/#2		15/#5	15/#5	15/#5	15/#5
昇降機衝程速度(公尺 /秒)		30		30	30	30	30
噴房排氣風速(公尺/ 秒)		0.3		0.3	0.3	0.3	0.3
稀釋劑(沸點)		中		中、高	高	中、高	高

學習評量五

一、列舉當設備計畫時，事前應檢討事項。

答：

二、列舉各種靜電塗裝機霧化頭噴塗距離及適當粘度。

答：

三、老師帶學員參觀有實施靜電塗裝的工廠，讓學生記錄。

答：

學習評量五答案

一、列舉當設備計畫時，事前應檢討事項。

答：(一) 預估將來生產計畫。

(二) 決定該塗裝線上塗裝的被塗物形狀、尺寸、種類等。

(一) 所要求的塗面種類。

(二) 選定所用塗料。

(三) 選定塗裝機機種。

(四) 噴漆間、乾燥爐等有關設備的檢討。

(五) 設置空間。

(六) 人員計畫（確認不必增加人員）。

(七) 資金計畫、成本計畫。

二、列舉各種靜電塗裝機霧化頭噴塗距離及適當粘度。

機 種	適當噴塗距離	適當粘度 (20°C, FC#4)
手提噴槍 (空氣霧化)	150~300m	12~40 秒
自動噴槍 (空氣霧化)	200~300mm	12~40 秒
無氣噴槍 (自動)	300~400mm	35~80 秒
鐘型固定式 (靜電霧化)	200~300mm	12~35 秒
盤型升降式 (靜電霧化)	300~400mm	12~35 秒
標準槍型	200~400mm (200~250mm)	
標準盤型	350~750mm (350~450mm)	
標準鐘型	250~450mm (250~350mm)	

註：() 內最佳

三、記錄參觀工廠靜電塗裝作業。

答：參考本教材第五個目標「實例研究」，記錄內容應包括 5W2H。

(WHAT, WHO, WHEN, WHERE, WHY 及 HOW, HOW MUCH)

學後評量

一、是非題：

1. () 靜電塗裝是應用直流低正電壓行塗裝。
2. () 靜電塗裝塗裝機乃是一種噴塗塗裝機，有噴槍型、盤型及鐘型三種。
3. () 靜電塗裝用溶劑電阻值以 $5 \sim 50 \text{M}\Omega/\text{Cm}^2 \cdot \text{cm}$ 較佳。
4. () 靜電塗裝用塗料為聚酯樹脂漆、聚胺酯樹脂漆（以上 2 液性）及酸硬化醇酸樹脂漆、硝纖漆、金屬色漆與各種底漆等一般塗料。
5. () 靜電塗裝可節省塗料、維護時間、而適合複雜形狀被塗物，但不輕減人力。
6. () 靜電塗適合少量多種多種塗裝。
7. () 靜電塗裝機操作員不必專責人員，也不必認定資格者。
8. () 靜電塗噴漆間內所有人、物體均需接地。
9. () 靜電塗裝作業須公司內編訂「作業標準」、「安全作業基準」及其「查核表」。
10. () 操作不須精讀「使用說明書」並請製造廠技術人來廠指導。

二、填充題

1. 靜電塗裝被塗物含水率以 () % 以上，相對濕度 () %，溫度 () °C，陰陽兩極電流值 (~) mA 最佳。
2. 靜電塗用溶劑有 () 類、 () 類、 () 類。
3. 使用透明漆（如酸硬化醇酸樹脂、硝纖漆、聚胺酯樹脂）及著色漆（同上述三種）等時小徑盤型塗裝機最適當迴轉速率(RPm)各為 (~) 及 (~)。
4. 靜電塗塗裝條件設定項目有 ()、 ()、 ()、 ()、 ()、 ()、 ()。
5. 靜電塗霧化頭噴塗距離盤型為 () ~ () mm，鐘型 () ~ () mm，槍型為 () ~ () mm。

6. 靜電塗適用黏度爲
1. 手提噴槍 () ~ () 秒/20°CFC#4
 2. 自動噴槍 () ~ () 秒/20°CFC#4
 3. 無氣噴槍 () ~ () 秒/20°CFC#4
 4. 固定式鐘型 () ~ () 秒/20°CFC#4
 5. 升降式盤型 () ~ () 秒/20°CFC#4
7. 設備計畫時事前檢討 ()、 ()、
 ()、 ()、
 ()、 ()、
 ()。
8. 引進靜電塗裝可行性檢討項目有 ()、
 ()、 ()、
 ()、 ()、
 ()、 ()。
9. 安全對策 ()、 ()、
 ()。
10. 各種塗裝機對腳類的塗著率(被塗物木材)爲 一般壓氣噴塗
 ()、 靜電噴槍 ()、 低速靜電盤型
 ()、 高速靜電盤型 ()、 低速靜
 電鐘型 ()、 高速靜電鐘型 ()。

情意評量

表三

號編：	單元名稱：	班級：	座號：					
		姓名：	時數：					
評量時間	年 月 日 時 分至 年 月 日 時 分							
評量項目	得分等級	自我評量					教師審核	備註
		A	B	C	D	E		
<input type="checkbox"/> 能列出及執行工作計劃								
<input type="checkbox"/> 工作中穿著工作服								
<input type="checkbox"/> 操作機械配帶安全眼鏡								
<input type="checkbox"/> 能正確使用機具設備								
<input type="checkbox"/> 能主動查閱相關知識								
<input type="checkbox"/> 能遵守工場安全規則								
<input type="checkbox"/> 能保持工作環境清潔								
<input type="checkbox"/> 對本單元積極參與								
<input type="checkbox"/> 能得到具體的學習心得								

情意評量得分：80 + _____ - _____ = _____

情意評量表使用說明：

- 一、請在內公鉤選本單元評量項目。
- 二、評分等級區分：
 - (一) 等級 A(+2 分)：對本項，有二次(含)以上優點。
 - (二) 等級 B(+1 分)：對本項，有一次優點。
 - (三) 等級 C(+0 分)：對本項，無特殊優缺點。
 - (四) 等級 D(-1 分)：對本項，有一次缺點。
 - (五) 等級 E(-2 分)：對本項，有二次(含)以上缺點。
- 三、情意評量 70 分以上為合格。

本單元教師總評：

學後評量合格 不合格

建議：進入下一單元。

未達合格標準重新學習。

附錄：

木製品靜電塗裝實例：

一、電氣吉他（參照下圖 30）

（一）使用塗裝機：氣動軸承渦輪馬達小徑圓盤型（AIR BEARING TURBOMOTOR MINI DESK）

圓盤直徑：600mm

迴轉數：最高 RPM 6000

升降機線連：6~9m/分鐘（油壓式）

噴漆間直徑：1,200mm（U 字型）

吊架移動速度：1.5m/分鐘

吊架間隔：450mm

反轉，在中央 180° 反轉

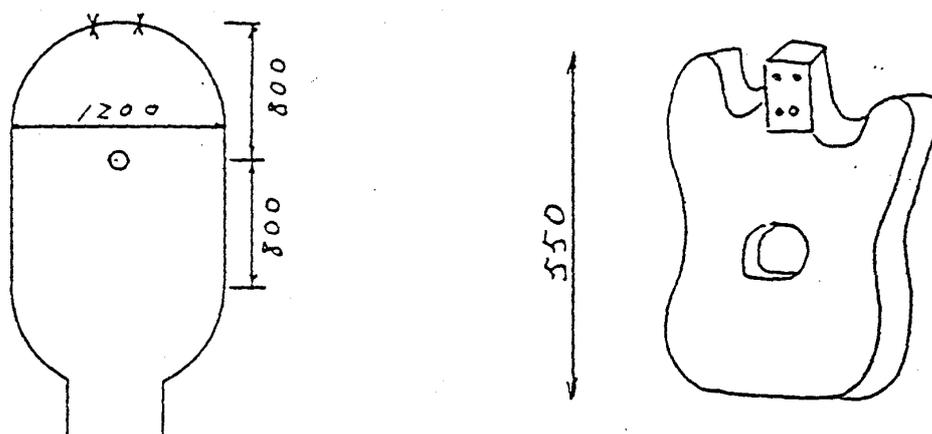


圖 30

（二）塗裝方法

下塗（底漆）：塗料：PU 樹脂一度底漆（1 液型）

粘度：16 秒/FC#4

電阻：0.4MΩ（RANSBURG 塗料電阻值測定器=P.R.T.）

RPM：26,000

塗料吐出量：200CC/分鐘

中塗（底漆）：塗料：聚酯樹脂二度底漆（2 液型）

粘度：90KU 左右

電阻：A 液（含硬化劑）∞MΩ（P.R.T.）

B 液（含促進劑）∞MΩ（P.R.T.）

RPM：45,000

塗料吐出量：400CC/分鐘（A 液：B 液=1：1）

請翻至下一頁。

- 著色： 著色漆：PU 著色漆（1 液性）
 粘度：11 秒/FC#4
 電阻：0.4MΩ（P.R.T.）
 RPM：35,000
 塗料吐出量：200CC/分鐘
- 上塗： 蠟型：（WAX TYPE） 聚酯樹脂漆（2 液性）
 粘度：不明
 電阻：A 液（含硬化劑）∞MΩ（P.R.T.）
 B 液（含促進劑）∞MΩ（P.R.T.）
 塗料吐出量：400CC/分鐘（A 液：B 液=1：1）

二、化粧合板（門）（參照下圖 31）

- （一）塗裝機：氣動軸承渦輪馬達小徑鐘型（AIR BEARING TURBOMOTOR MINI BELL）
 鐘直徑：60mm
 迴轉數：RPM 最高 60,000
 施加電壓：-60KV
 升降機線連：37m/分鐘
 輸送機速：2.0m/分鐘（FLOOR CONVEYER TYPE）

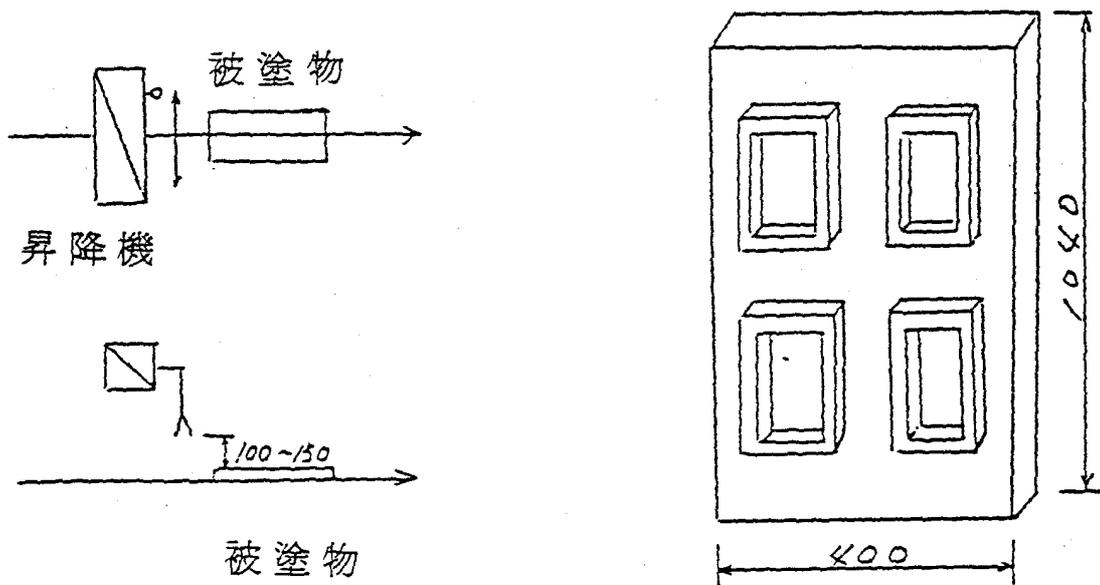


圖 31

(二) 塗裝方法

下塗：塗料：聚胺酯樹脂 (PU) 二度底漆 (1 液型)

粘度：13 秒/FC#4

電阻：0.3MΩ (P.R.T.)

RPM：30,000

成型氣量 (SHPING AIR)：2.5kg/cm²

噴塗距離：150mm

塗料吐出量：200cc/分鐘

著色：著色漆：著色聚胺酯樹脂底漆著色 (1 液型)

粘度：8 秒/FC#4

電阻：0.05MΩ 以下 (P.R.T.)

RPM：30,000

成型氣量：2.5kg/cm²

噴塗距離：150mm

塗料吐出量：150cc/分鐘

中塗：塗料：聚胺酯樹脂 (PU) 二度底漆 (2 液型)

粘度：不明

電阻：A 液 (含硬化劑) ∞MΩ (P.R.T.)

B 液 (含促進劑) ∞MΩ (P.R.T.)

RPM：20,000

成型氣量：3.5kg/cm²

噴塗距離：100mm

塗料吐出量：500cc/分鐘，(A 液：B 液=1：1)

上塗：將門框裝設於家具本體後，以手提噴漆槍噴塗聚氨酯樹脂無光漆透明。

三、木製餐椅 (含水率 4~12%) (參照下圖)

(一) 塗裝機：渦輪刻溝圓盤型 (TURBO GROOVED DISC)

圓盤直徑：254mm (10 吋)

RPM：8,000

施加高壓：D.C.—90KV

塗料吐出料：250cc/分鐘

輸送機速度：2.5m/分鐘

吊架間距：0.9m

(二) 佈置 (LAYOUT)：反轉方式，4 四面塗裝，如下圖 32 (經改善後)

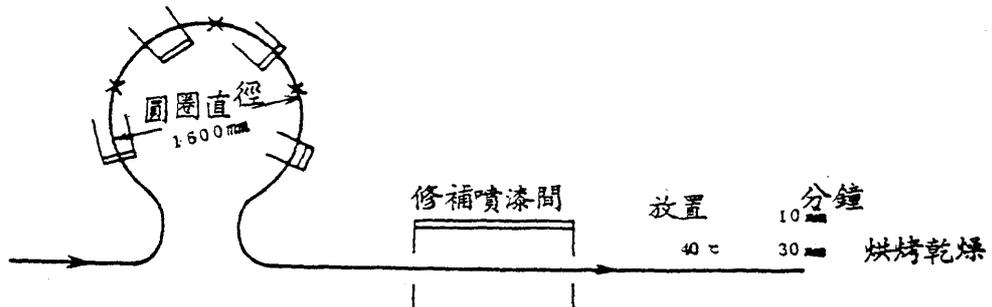


圖 32

(三) 懸吊方法：正吊，有的公司實施倒吊。塗裝結果正、倒吊兩者無差異。

(四) 被塗物與升降機上下移動距離的關係。(參照圖 33)

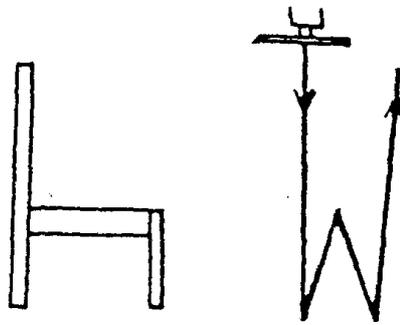


圖 33

(五) 塗料：

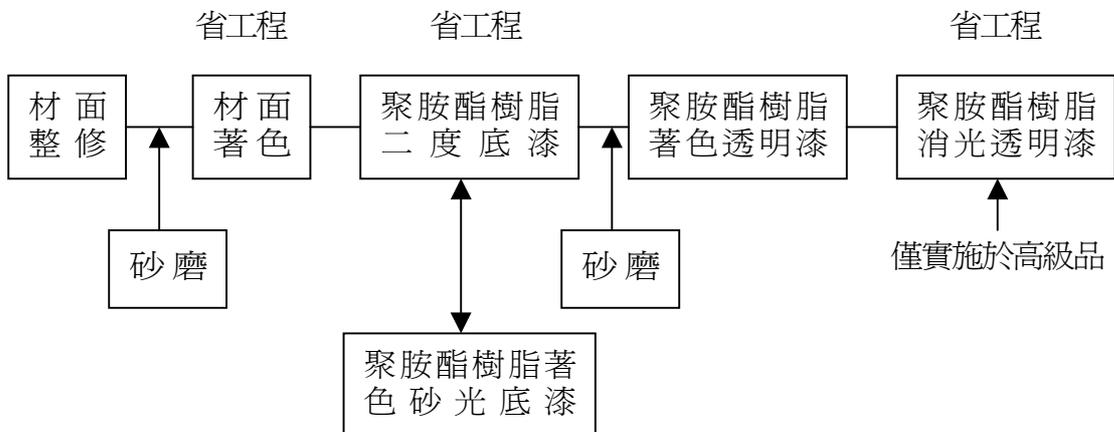
上塗：塗料：聚胺酯樹脂 (PU) 著色透明漆

粘度：2#2/IHS=19 秒/15 秒 10°C

電阻：0.1MΩ (P.R.T.)

(六) 塗裝程序：(改善後)

達成縮短塗裝工程，提高生產力 50%。



四、木製櫥櫃：(合板含水率4~6%) (參照下圖34)。

(一) 塗裝機：渦輪刻溝圓盤型 (TURBO GROOVED DISC)

圓盤直徑：254mm (10吋)

RPM：8,000

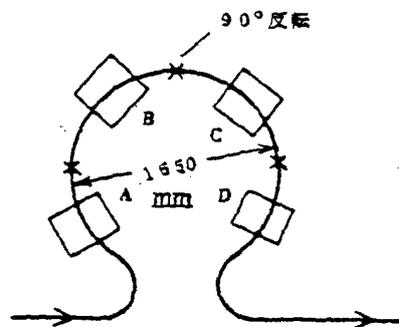
塗料吐出量：500cc/分鐘 (A液250cc，B液250cc)

施加高電壓：D.C.—90KV

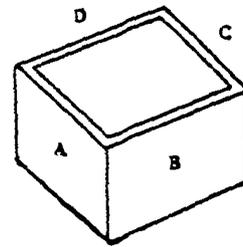
輸送機速度：20m/分鐘

吊架間距：0.9m

(二) 佈置：



反轉方式，四面塗裝



合板櫥櫃

圖34

(三) 塗料：不飽和聚酯樹脂塗料 (非蠟型)，混合比率 A 液：B 液=1：1，中途用。

A 液=主劑 (不飽和聚酯樹脂)：硬化劑 (過氧化物，PO)：溶劑 (苯乙烯單體)

B 液=主劑 (不飽和聚酯樹脂)：促進劑 (鎘)：溶劑 (苯乙烯單體)

粘度：Z#5/IHS=A 液 16 秒/120 秒 15°C

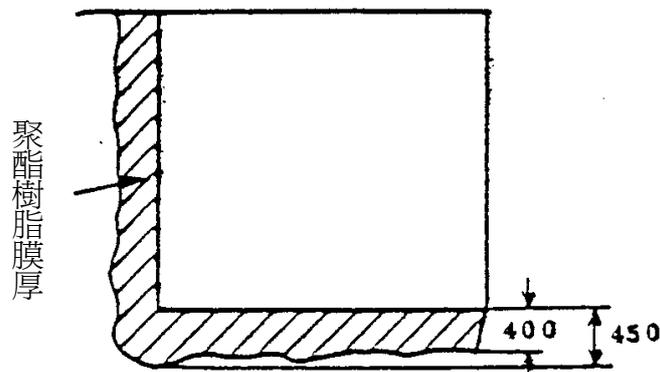
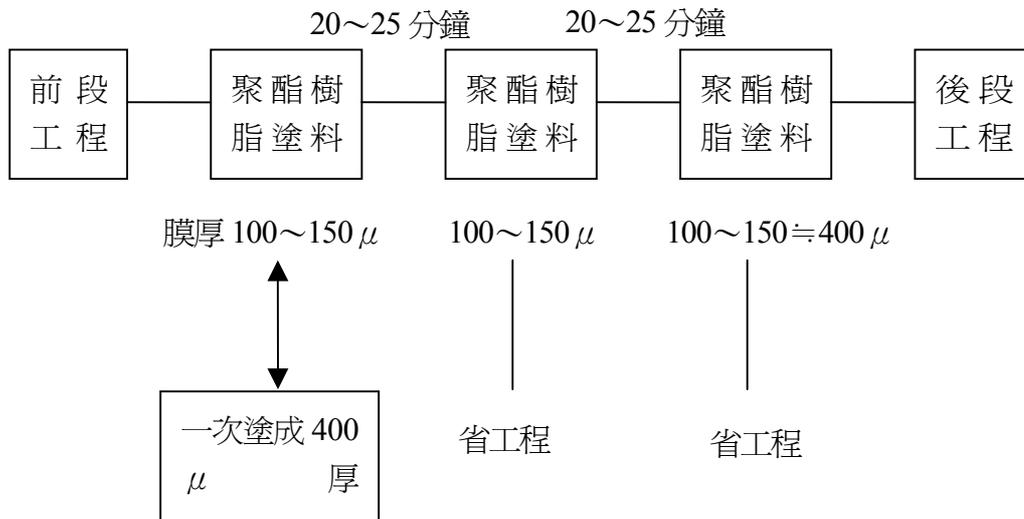
B 液 16 秒/120 秒 15°C

電阻：A=2.5MΩ (P.R.T.)

B=1.4MΩ (P.R.T.)

(四) 塗裝程序：

改善後縮短塗裝工程



若前段製程予以加溫材料，導管內空氣拋出，則可防止塗膜下陷。塗膜硬化後需研研 50 μ 厚，以求平坦平滑塗膜。

(五) 日本目前實行木製家具塗裝工程種類：

大約有如下述 5 種。

1. 材面整修（研磨、砂光）→ 填充、著色 → 研磨 → 二度底漆（塗料：聚胺酯樹脂漆或硝纖漆，塗裝機：渦輪馬達刻溝圓盤型（TG DISK）→ 研磨 → 上塗〔塗料：聚胺酯樹脂漆或硝纖漆或酸硬化醇酸樹脂漆（又名阿米諾漆）；塗裝機：渦輪馬達刻溝圓盤型或氣動軸承、渦輪馬達小徑鐘型（TURBO MINIBELL）。

2. 材面整修(研磨)→著色→二度底漆(塗料:POLYURETHANE OR NC LACQUER;塗裝機:T.G.DISK)→研磨→上塗(塗料:POLYURETHANE 或 NC LACQUER 或 AMINOALKYD)
3. 材面整修→二度底漆,著色(塗料:POLYURETHANE 或 NC LACQUER,塗裝機(T.G. DISK)→研磨→上塗(塗料:POLYURETHANE 或 NC LACQUER 或 AMINOALKYD)
4. 材面整修→二度底漆,著色(塗料:POLYURETHANE 或 NC LACQUER;塗裝機:TG DISK 或 MINI BELL)→中塗(塗料:聚酯樹脂漆=POLYESTER;塗裝機:TG DISK)→研磨→上塗(塗料:POLYURETHANE;塗裝機:TG DISK)→組合→上塗(手提槍噴塗或機器人噴塗;塗料:POLYURETHANE CLEAR)
5. 材面整修→底漆、著色(塗裝機:TG DISK)→中塗(塗料:POLYESTER;塗裝機 TG DISK)→研磨→上塗(塗料:POLYURETHANE;塗裝機 TG DISK)

〔說明〕(一) 1、2、3.工程大部份用於椅子、客廳組、床等附加價值較低的產品。

(二) 4、5.工程大都數用於高級櫥櫃、碗碟櫃、婚禮組等高級產品。

參考資料

- 一、WOOD FINISHING；J.W. COLLIER，PERGAMON PRESS，P.274～P.278.
- 二、FINISHING EASTERN HAROWOOD；DAVID HASKINS，FOREST PRODUCTS RESEARCH SOUETY，P.125～P.133.
- 三、FURNITURE FINISHING TEXTBOOK；PAUL H. GARHAM，P.81～P.83.
- 四、木材塗裝；鄒茂雄著，淑馨出版社，P.131～P.138。
- 五、塗裝 事典；谷文也，朝倉書店，P.137～P.153。
- 六、木工塗裝 ；(株) ，栗野光，P.31～P.42。
- 七、各廠型錄；金石木工及日本關西 PAINT。
- 八、木工家具 (月刊)；木工家具雜誌社。
- 九、靜電塗裝 (講義)；中國生產力中心，金石木工，多田義典著，鄒茂雄譯。