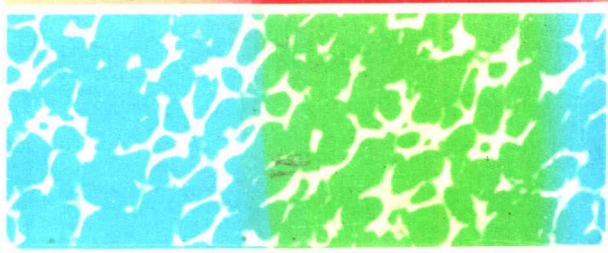
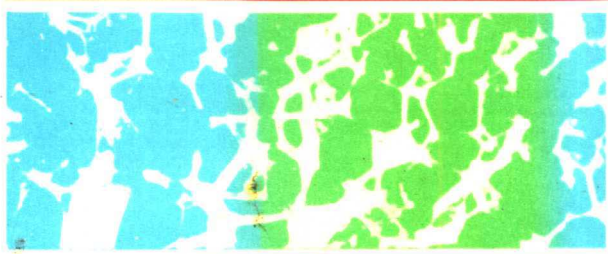
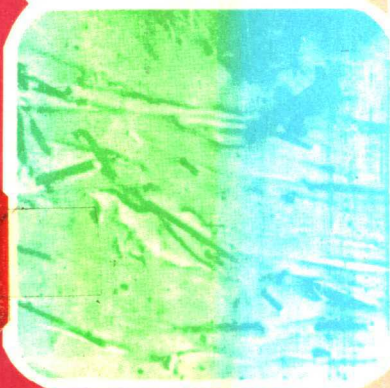
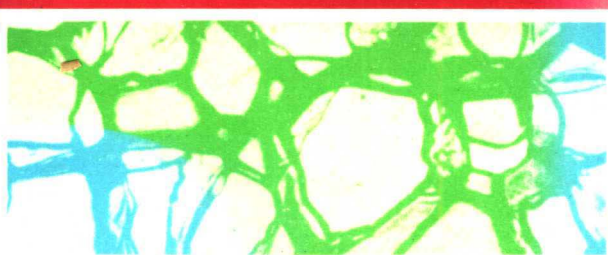
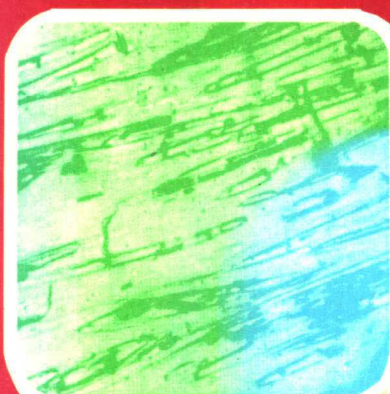


化學叢書

化學金屬塑膠 加工技術

工學博士 平野理友著



復漢出版社印行

67
8

化學叢書

塑 膠 金 屬 化 加 工 技 術

工學博士 友野理平著

復漢出版社印行

版權所有
翻印必究

平裝 二〇元
精裝 五一〇元

塑膠金屬加工技術

月再刷版

原著者：友野理平

譯著者：歐靜枝・賴耿陽・劉一守

出版者：復漢出版社

地址：台南市德光街六五一號
郵政劃撥 〇〇三二五九一三號

發行人：沈岳林

印刷者：國發印刷廠

本社業經行政院新聞局核准登記局版台業字第〇四〇二號

序

1963年筆者考察歐美的塑膠金屬化技術，當時洋人仍在暗中摸索加強塑膠與金屬化皮膜的密着力，以便無礙實用。

1969年「塑膠鍍金實務讀本」對從事塑膠金屬化的技術者提供指針。

1977年塑膠金屬化已在表面處理工業中確立地位，將來估計有30%的塑膠會金屬化後使用。

本書為使用金屬化塑膠的人士提供金屬化塑膠的指針。

現在的塑膠是向金屬挑戰的材料，有很多金屬製品已改用塑膠，塑膠金屬化後，在外觀上更與金屬相同。

減低成本和輕量化是近代工業的要務，材質從金屬改為塑膠，恰合此意。

因而現代技術者須十分瞭解金屬化塑膠，本書足可視為指針。

假設有一物品長久以來都用金屬作成，「此物一定用金屬作成」的觀念已先入為主，技術者有必要突破成見，考慮用塑膠、金屬化塑膠，強化塑膠取代金屬，如此才能開拓新市場，也唯有具備本書的知識，才能把握先機，搶在人前，出奇制勝，推出又好又便宜的製品！

編者

塑膠金屬化技術/ 目次

第1章	前言	1
第2章	塑膠金屬化的歷史	4
第3章	塑膠金屬化的現況	8
3.1	可金屬化的塑膠	8
3.2	已金屬化的塑膠	8
3.3	ABS樹脂	8
3.4	聚丙烯 (PP)	10
3.5	PVC	11
3.6	Noryl 樹脂	11
3.7	亞克力樹脂	13
3.8	聚砒樹脂	14
3.9	聚乙烯 (PE)	15
3.10	耐隆 (聚醯胺樹脂)	16
3.11	聚碳酸脂 (PC)	17
3.12	玻璃纖維強化塑膠	18
3.13	碳纖維強化塑膠 (CFRP)	20
3.14	機械粗化	22
第4章	各種金屬化法概要	24
4.1	化學鍍金 (浸漬法)	25
4.2	化學鍍金 (噴霧法)	29
4.3	併用化學鍍金與電鍍	31
4.4	真空蒸着	32
4.5	利用導電性塑膠的方	
4.6	法	34
4.7	塗佈電導性油漆的方	36
4.8	法	38
4.9	塗佈金屬油漆	39
4.10	金屬熔射	41
4.11	陰極濺散	42
	離子鍍金	44
	部份金屬化	47
第5章	塑膠金屬化用各種鍍金法概略	47

5.1	化學鍍銅	48	5.5	鍍鉻	53
5.2	化學鍍鎳	49	5.6	鍍錫—鈷合金	55
5.3	電鍍銅	50	5.7	鍍鐵—鎳合金	56
5.4	電鍍鎳	51	5.8	其他鍍金	56
第6章 塑膠為何要金屬化 58					
6.1	改善美觀	58	6.5	減少吸水率	69
6.2	改善機械性諸性質	59	6.6	使表面有電導性	71
6.3	改善耐熱性	60	6.7	改善洗淨性	72
6.4	改善耐候性	64			
第7章 為何將金屬製變更爲金屬化塑膠製 73					
7.1	降低成本	73	7.2	輕量化	83
第8章 如何獲得優秀的金屬化塑膠 87					
8.1	確定金屬化目的後， 決定方法	87	8.5	成形品設計的注意事 項	102
8.2	宜用何種塑膠	91	8.6	成形條件的決定法	106
8.3	ABS好或PP好	93	8.7	鍍金種類如何組合	112
8.4	機械粗化與化學腐蝕 的必要性	100	8.8	金屬化皮膜的必要厚 度	121
第9章 金屬化塑膠的檢查方法 123					
9.1	外觀檢查	123		密着力檢查	126
9.2	尺寸檢查	123	9.4	金屬化皮膜的耐蝕力 檢查	134
9.3	塑膠與金屬化皮膜的				
第10章 金屬化塑膠的規格 142					
10.1	外觀的規格	142		規格	144
10.2	鍍金的規格	142	10.4	耐蝕性的規格	144
10.3	金屬化層構成與厚度		10.5	熱循環試驗的規格	144

第 1 章 前言

在進入本論前，先解說本書的命名「塑膠金屬化」。

金屬化 (metallizing) 的意義是「化成金屬」或「對××賦予金屬的性質」，塑膠金屬化是指「將塑膠化成金屬」或「對塑膠賦予金屬的性質」。

將塑膠金屬化時，至少有3種方法，一是將塑膠全體金屬化，二是只將塑膠表面金屬化，三是將塑膠的一部份金屬化。

將塑膠全體金屬化的方法之一是對塑膠添加金屬粉、碳粉、石墨粉等，賦予電導性及其他金屬粉性，電導性塑膠即其一種。只將塑膠表面金屬化的方法有真空蒸着、陰極濺散、離子鍍金、金屬熔射、化學鍍金、併用化學鍍金與電鍍等。只將塑膠的一部份金屬化的方法可利於只將塑膠表面金屬化的所有方法。以上內容如表 1 - 1 所示：

表 1-1 塑膠金屬化的命名意義

在塑膠中除加金屬粉、碳粉、石墨粉，使塑膠全體有電導性及其他金屬物性。	不稱為塑膠金屬化	電導性塑膠等即其一例
只在塑膠表面密着金屬皮膜 *	稱為塑膠金屬化	汽車的水箱格、前燈外殼、收音機、電視機的旋鈕等屬之。
只在塑膠表面一部份密着金屬皮膜 *	同 上	印刷電路板的穿孔等。

* 可利用真空蒸着、陰極濺射、離子鍍金、塗佈金屬油漆、金屬熔射、化學鍍金，併用化學鍍金與電鍍等。

本書所謂的塑膠金屬化只限於將塑膠表面金屬化的場合與只將塑膠表面一部份金屬化的場合，將塑膠全體金屬化的場合除外，

除外的理由如下：

(1) 添加金屬粉、碳粉、石墨粉，賦予電導性及其他金屬性質的塑

膠另稱「電導性塑膠」。

(2) 現在，以電導性塑膠為素材而直接鍍金的塑膠金屬化方法並不實用。但是，在不久的將來，以電導性塑膠為素材，直接電鍍的塑膠金屬化方法將廣為實用，若預想實現的一日，在塑膠中除加金屬粉、碳粉、石墨粉者不宜稱為塑膠金屬化，現在的「電導性塑膠」的金屬粉、碳粉、石墨粉添加量大，不過，以後利用於塑膠金屬化的「電導性塑膠」的除加量會相當少。

下面介紹在塑膠表面全部或局部包覆金屬皮膜的技術——亦即本書的「塑膠金屬化」的若干術語。

〔1〕 金屬化

此名詞被下列書籍採用：Samual Wein 著「Metallizing non-conductors」(Finishing Publication 公司出版)(記述以金屬皮膜包覆非導體表面的技術)、Harold Narcus 著「Metallizing of plastics」(Reinhold Publishing 公司出版)(記述以金屬皮膜包覆的技術)等。

〔2〕 塑膠上的鍍金 (plating on plastics)

Ralph W. Furness 著「The practice of plating on plastics」(Robert Draper 公司出版)(敘述塑膠鍍金實務)採用此語，採用此語的人漸多，諸如敘述以金屬皮膜包覆塑膠表面之技術的Electroplating and Metal finishing、Modern plastics encyclopedia、Plating、Jornal of applied polymer、Products finishing、Transactions of the institute of metal finishing、Electrochemical Technology 等。

〔3〕 塑膠鍍金 (electroplating plastics)

此語也常用，因「塑膠上的鍍金」在中文讀來不順，故廣用塑膠鍍金一語。

但以塑膠金屬化的措辭較無語病，一見便知是將塑膠化而使塑膠有金屬性質。

施行金屬化的塑膠在本書稱為「金屬化塑膠」(metallized

plastics)，不過，歐美資料是稱為鍍金塑膠 (eleceroplated plastics 或 plated plastics)。

金屬化塑膠是指以金屬皮膜包覆塑膠表面全部或局部者，不是塑膠中混入金屬粉或碳粉者。

〔4〕 密着力的單位

金屬與鍍金的密着力以 kg/mm^2 表示 (表 9·4)，塑膠與鍍金的密着力也可用 kg/mm^2 (表 8·5)，不過，通常以 $\text{kg}/10\text{ mm}$ (或 kg/cm) 或 $\text{kg}/25\text{ mm}$ 表示 (表 8·6)。

鍍金與鍍金的密着力有時以 kg/mm^2 表示，有時以 $\text{kg}/10\text{ mm}$ 或 $\text{kg}/25\text{ mm}$ 表示，令人感到混亂，現應統一，不過，此三單位彼此無法換算，統一無望。

kg/mm^2 是 9·3〔5〕的拉張方式所得的密着力， $\text{kg}/10\text{ mm}$ 或 $\text{kg}/25\text{ mm}$ 是以 9·3〔4〕的剝皮方式所得的密着力，由 9·3〔4〕與〔5〕可知彼此無法換算。

金屬化塑膠交易上所用的密着力為 9·3〔1〕所述的熱循環試驗次數，上述 3 種單位不大用於交易條件研究室使用的單位。

第2章 塑膠金屬化的歷史

將塑膠金屬化的技術屬於「非導體的金屬化」技術，人們早就研究此項技術，S-Wein 在 1945 年發表「非導體之金屬化」的著作，書中列舉將非導體金屬化的優點如下：

- (1) 獲得電導性。
- (2) 可減少吸水率。
- (3) 可提高耐熱性。
- (4) 增加尺寸安定性。
- (5) 增加耐衝擊性、耐摩耗性。
- (6) 改善耐候性。
- (7) 可焊接。
- (8) 可降低成本。
- (9) 可將外觀金屬化。

S.Wein 所提的不導體有玻璃、石膏、軟木、琺瑯、陶瓷器、瓷磚、赤土陶器 (terra-cotta)、纖維、木材、雲母、紙等，將非導體金屬化的手段有利用化學還原法析出銀、銅、金等，利用陰極濺散、金屬熔射、利用電導性油漆等，未以塑膠為對象 (因當時的塑膠尚未發展)。

1960 年 H.Narcus 發表「塑膠的金屬化」的著作，筆者對此技術很感興趣，1963 年在美國拜訪 Narcus，參觀他所指導的塑膠金屬化工廠，並訪問 Narcus 介紹的若干研究室，調查美國塑膠金屬化的實情，也訪問歐洲的若干研究室。

1963 年的塑膠金屬化技術是暗中摸索如何使塑膠與金屬化皮膜密着，在 Narcus 指導的塑膠金屬化工廠是施行厚鍍——鍍光澤銅 350μ 、鍍光澤鎳 4.1μ 、鍍鉻 0.25μ ，合計 354.35μ ，以鍍金包覆塑膠——一包覆方式，金屬化層厚 (現在金屬化塑膠的鍍金合計厚度為 $20\sim 30\mu$)、成本高、鍍金時間也長、生產性極低。Enthon 公司 (美國) 的 E.

B. Saubestre 試將塑膠進行機械性粗化 (3·14) 而強化密着力，但未見理想的成果。

1963 年福特公司 (美國) 將杜邦公司 1956 年開發的 delrin (聚縮醛樹脂，熱可塑性) 進行機械性粗化，開始使用以化學鍍銅→電鍍銅→鍍鎳→鍍鉻工程金屬化的後車蓋 (行李箱蓋)，其鍍銅厚度為 120 ~ 140 μ ，為包覆方式。

同時期，克萊斯勒公司 (美國) 制訂塑膠金屬化規格，規定機械性粗化後，施行 125 μ 鍍銅、12.5 μ 鍍鎳、0.125 μ 鍍鉻，這也是包覆方式，似為不計成本的試驗。此厚度無法因改用塑膠而降低成本 (表 2.1)

後來又知以鉻酸和硫酸混合液將 ABS 樹脂 (圖 3.1) 進行化學腐蝕，可得密着力頗好的金屬化皮膜，密着力在實用上不出毛病，已不需包覆方式，但此方法對 ABS 以外的塑膠無效。

表 2·1 1963 年包覆方式塑膠金屬化的鍍金厚度

鍍金厚度 鍍金種類	H.Narcus 指導 工廠的樣品 (1963年) [μ]	福特公司的 delrin 製後車蓋 (1963年) [μ]	克萊斯勒公司 的規格 (1963年) [μ]
鍍 銅	350	120 ~ 140	125
鍍 鎳	4.1	不 明	12.5
鍍 鉻	0.25	不 明	0.125
合 計	354.35	不 明	137.625

〔註〕①現在美國塑膠鍍金協金的鍍金厚度 guide line (表 8·18) 之鍍金最大厚度是銅 15 μ 、多層鎳 30 μ 、鉻 0.25 ~ 0.8 μ (合計 45.8 μ)

②鍍多層鎳詳 5·4 「電鍍鎳」。

③現在日本的塑膠金屬化鍍金厚度合計常為 15 ~ 25 μ 。

為何在鉻酸與硫酸的混合液化學腐蝕 ABS，就可得密着性良好的金屬化皮膜，為何對 ABS 以外的塑膠就無效？這在理論已逐步求證，電子顯微鏡對此頗發揮威力。金屬化皮膜密着 ABS 的因素有二：一是機械性密着，另一為化學性密着。以鉻酸與硫酸的混合液將 ABS 化學腐蝕後，ABS 中的 B (butadiene, 丁二烯) 優先溶出，形成凹痕 (

圖4.3, 圖4.4), 鍍金在凹痕中有投錨效果, 形成機械性密着, 化學腐蝕在ABS表面呈現的極性基結合金屬化皮膜的金屬, 形成化學性密着。

ABS以外的塑膠沒有相當於ABS的B, 即使化學腐蝕, 也不形成凹痕, 得不到投錨效果, 不會強化密着。

投錨效果的英語為 *anchor effect*, 指物與物結合時的一種結合方式。觀察ABS塑膠的斷面時, 如圖4.4, 左圖所示, B(丁二烯)以類似球的狀態分散於ABS中, 若將之化學腐蝕, 如右圖所示, 溶出B, 形成b'或d'所示的凹痕, 鍍金侵入此凹痕中, 故與ABS成機械性結合, 其結合狀態宛如鍍金投錨於ABS中, 故稱投錨效果, 在b'的凹痕中, 投錨效果最有效, 在d'的凹痕時, 投錨效果頗差, 亦即投錨效果的強弱取決於凹痕的形狀。

所謂化學密着力, 例如以各種染色液將ABS染色, 可從有無染色而推定。未化學侵蝕的ABS即使以各種染色液染色, 也無法染色, 但以鉻酸與硫酸的混合液化學腐蝕的ABS可用陽離子系染料(有正電荷的染料)染色, 這表示化學腐蝕的ABS表面有與陽離子系染料成靜電結合的陰離子性(負電荷)極性基, 此極性基為 SO_3H 、 SO_4H 、 COOH 等。

將此事應用於塑膠金屬化, 將ABS化學腐蝕後, 呈現與金屬化金屬成化學結合的極性基。

ABS與金屬化皮膜的密着機構類似貝與貝柱的密着機構, 貝與貝柱的密着得自貝的附着肌滲入貝殼表面凹痕中的投錨效果及構成附着肌的肌細胞與貝殼表面的化學結合, 以塑膠、金屬化皮膜分別比作貝殼、附着肌(肌細胞), 則ABS與金屬化皮膜的密着機構很類似貝與貝柱的密着機構。

1968年4月, ABS經化學腐蝕後金屬化的零件用於豐田牌可樂娜轎車, 這也是利用化學腐蝕的金屬化ABS首次用於日本汽車的內裝品。

1968年R.W.Furness出版The Practice of Plating on Plastics (Robert Draper公司)論述以化學腐蝕為前提的ABS金屬化技術。

但在業界, 未待充分研究, 提前將塑膠金屬化工業化, 故苦於不良

率之高，而且塑膠成形工廠與金屬化工廠又不交換情報，也阻礙進展的速度。

後來塑膠製造廠提供適合金屬化的「金屬化用 ABS」，成形業者與金屬化業者也交換情報，不良率減少，達到鋅壓鑄成形品電鍍時的不良率水準。

經過此種努力後，才確立化學腐蝕後併用化學鍍金與電鍍法將 ABS 金屬化的技術，塑膠金屬化在表面處理工業上確立穩固的定位。ABS 之後，聚丙烯 (PP) 的金屬化也工業化，但 ABS 仍占此分野的 95% 強。

PVC、聚砵、Novyl、亞克力 (PMMA)、玻璃纖維強化塑膠、碳纖維強化塑膠等也開發金屬化技術，不過 ABS 的王座仍穩。

在併用化學鍍金與電鍍將 ABS 金屬化以前，利用真空蒸着的塑膠金屬化早已工業化。

S. Wein 的書 (1945 年版) 未提及真空蒸着式塑膠金屬化，H. Narcus (1960 年版) 的書則有所敘述，若是真空蒸着法在塑膠上可有厚而密着性良好的金屬化，就不必開發現在併用化學腐蝕與電鍍的金屬化法。真空蒸着難得厚的金屬化皮膜，密着力也不合工業目的，不得不開發併用化學鍍金與電鍍的方法。

真空蒸着的金屬化塑膠用途以裝飾用為主 (表 4.4)，不大用於工業上，也可說工業用金屬化塑膠是併用化學鍍金與電鍍，裝飾用金屬化塑膠用真空蒸着法。

併用化學鍍金與電鍍會污染水質及大氣，在公害防止用設備上要大量投資，運轉成本也大。真空蒸着的塗裝工程也會污染水質及大氣，但不很嚴重。

現在塑膠金屬化已開發第四章未列述的若干方法，但實用的方法仍為以化學腐蝕為前提的化學鍍金與電鍍併用法與真空蒸着法，前者主要用於工業用，後者主為裝飾用。

前者所用的塑膠有 95% 為 ABS，PP 次之，後者可用 PP、PE、PVC、聚酯、ABS 等，前者幾不施行於塑膠膜，後者却常施行於塑膠膜。

第3章 塑膠金屬化的現況

3.1 可金屬化的塑膠

所有的塑膠都可金屬化，問題在能否金屬化而有效實用的必要條件是：

(1) 塑膠與金屬化皮膜的密着不只是附着即可，其附着力須有不礙實用的強度。

(2) 外觀及成本等都須滿足實用條件。

在金屬化工業化之初，只ABS可行實用上無礙的金屬化，其次有PP加入陣容。

後來種類雖增多，金屬化塑膠仍有95%為ABS，可見工業上商業上可得實用金屬化皮膜的塑膠甚少。只供裝飾的金屬化則可用於任何塑膠。

3.2 已金屬化的塑膠

所謂已金屬化的塑膠，在狹義上是指以不小的規模在工業上進行金屬化的塑膠。在廣義上是指已樹立耐實用的金屬化技術，但未開拓用途，所以尚未在工業上金屬化或只以極小規模進行金屬化的塑膠。

狹義的塑膠有ABS和PP，廣義的塑膠有PVC、聚硫（poly sulphone）、亞克力、Noryl、PE、耐隆、玻璃纖維強化塑膠、碳纖維強化塑膠等（表3.1）

3.3 ABS 樹脂

ABS由丙烯腈（acrylonitrile）單體（A）、丁二烯（butadiene）單體（B）、苯乙烯單體（S）三成分組合而成（圖3.1），將之化學腐蝕時ABS中的B優先溶解、形成很多凹痕（圖4.3、圖4.4）、ABS以外的塑膠無此特性。

表 3·1 已金屬化的塑膠種類

塑膠名稱	備 考
ABS	占已金屬化的塑膠 95 % 強
PP	僅次於 ABS
PVC	可得實用的金屬化，仍在開拓用途（PVC 價廉是一大特點）
聚砒	同上（價格不利）
亞克力	用於局部金屬化（4·11）
Noryl	可得實用的金屬化，仍在開拓用途（價格不利）
PE	同上（價廉）
耐隆	同上
玻璃纖維強化塑膠	同上（用途可望擴大）
碳纖維強化塑膠	同上（碳纖維價格減低的話，可擴大用途）

〔註〕只列示採用（化學腐蝕）→（化學鍍金）→（電鍍）工程者，採用真空蒸着工程者除外。

塑膠金屬化的工業化首在 ABS 成功，至今仍占 95% 強，理由就在化學腐蝕後形成很多凹痕，鍍金滲入凹痕，密着力強。

利用此特色，以圖 4·1 的方法，在 ABS 表面進行密着性良好的化學鍍銅、化學鍍鎳，其次以圖 4·8 的方法進行電鍍銅→電鍍鎳→電鍍鉻→電鍍鎳→電鍍鉻等。

ABS 用為金屬化塑膠時的優點詳 8·3。

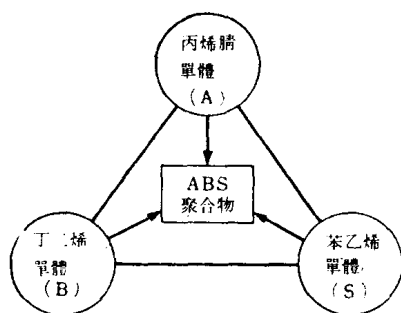


圖 3·1 ABS 樹脂的組成

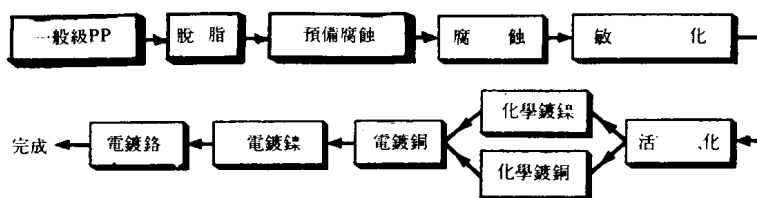
3.4 聚丙烯(PP)

PP 不因化學腐蝕生成無數凹痕，爲了獲得高密着力，須設法如下：

(1) 預先在 PP 中添加相當於 ABS 之 B 的性質，藉化學腐蝕使該物質優先溶解，形成無數凹痕。

(2) 開發特殊方法，提高密着力。

用(1)法的是鍍金級 PP，(2)法是對 Union carbide 公司（美國）等開發的一般級 PP 金屬化方法，Union carbide 公司的方法重點在化學腐蝕前的特殊預備腐蝕，在預備腐蝕後進行化學腐蝕的話，一般級 PP 表面呈現很多凹痕，藉對凹痕的投錨效果，使金屬化皮膜密着（詳 8·3）圖 3·2 示其工程



（幾不用化學鍍銅）

圖 3·2 一般級 PP 的金屬化流程圖

鍍金級 PP 昂貴，較少人採用，通常以 Union Carbide 公司等的方法將一般級用 PP 金屬化，這些方法可得不亞於 ABS 的密着力，但 PP 利用是仍遠不如 ABS，理由有：

(1) 製品相同時，金屬化 ABS 與金屬化 PP 的價格差不多。

(2) PP 的線膨脹係數大，成形時易收縮下陷，金屬化的話，收縮凹陷更顯著。

(3) PP 的硬度低，易受傷，易變形，金屬化作業費神。

但 PP 的熱變形溫度高，幾無吸水性，耐藥品性優良，比重小，適於需要這些物性的場合。

圖 3·2 中有脫脂、預備腐蝕（preetching）、敏化（sensitizing）、活化（activation）等名詞，說明如下：

(1) 脫脂 塑膠成形品在成形後的運搬、移動中，易有油脂附着

，若在油脂附着狀態進行預備腐蝕液腐蝕，則附着部與未附着部之間的預備腐蝕液或腐蝕液化學作用會有差異，難求均勻腐蝕，因而浸入脫脂液中進行脫脂，脫脂液是用各種組成的鹼性溫液。

(2) 腐蝕 ABS的腐蝕是將ABS 浸入鉻酸與硫酸的混合液中（也可用過氯酸液或過氧化氫液），ABS 中的B優先溶出，形成很多凹痕。預備腐蝕是腐蝕前的預備腐蝕，ABS不必預備腐蝕，一般級PP 須在預備腐蝕工程後腐蝕，預備腐蝕液大都用有機溶劑液。聚砜の場合（圖3·5）將預備腐蝕記成化學腐蝕I。

(3) 敏化 表示敏銳化、起動、增感、感應性賦予等塑膠金屬化時，將塑膠浸入氯化第一錫的鹽酸酸性液中，使塑膠表面吸着二價的錫離子。塑膠表面因化學腐蝕而汚性化，故吸着二價的錫離子。

(4) 活化 意指將敏化的塑膠浸入氯化鈀（ PdCl_2 ）的鹽酸酸性液，在塑膠表面析出金屬鈀（Pd）。表面吸出金屬鈀的塑膠浸入化學鍍金液中，即可進行化學鍍金。

3.5 PVC

PVC 直接進行化學腐蝕，得不到密着良好的金屬化皮膜，因其不含相當於ABS中B的物質。目前，將PVC 金屬化的方法有二，一是二重成形法，另一是日本窒素（株）與三惠技術（株）公司開發的方法。

二重成形法用於PVC製導雨筒等的金屬化，將導雨筒押出成形時，以PVC押出本體後，在其表面押出ABS，亦即內部為PVC，表面為ABS，再將ABS 金屬化，鍍銅後，外觀宛如銅製導雨筒。

窒素（株）與三惠技研（株）開發的方法在PVC 形成有表3.2所示性能的金屬化皮膜，密着力不亞於ABS，耐熱循環，也有優良的其他物性。此法可促進PVC 金屬化的進展，PVC 也是最常用、最便宜的塑膠。

3.6 Noryl 樹脂

這是1966年GE公司（美國）開發的熱可塑性塑膠，為性質優秀的工業用塑膠（比重1.06，在熱可塑性塑膠中最硬而強韌，在荷重 $18.6\text{kg}/\text{cm}^2$ 的熱變形溫度 130°C ，可在 95°C 連續使用，脆化溫度