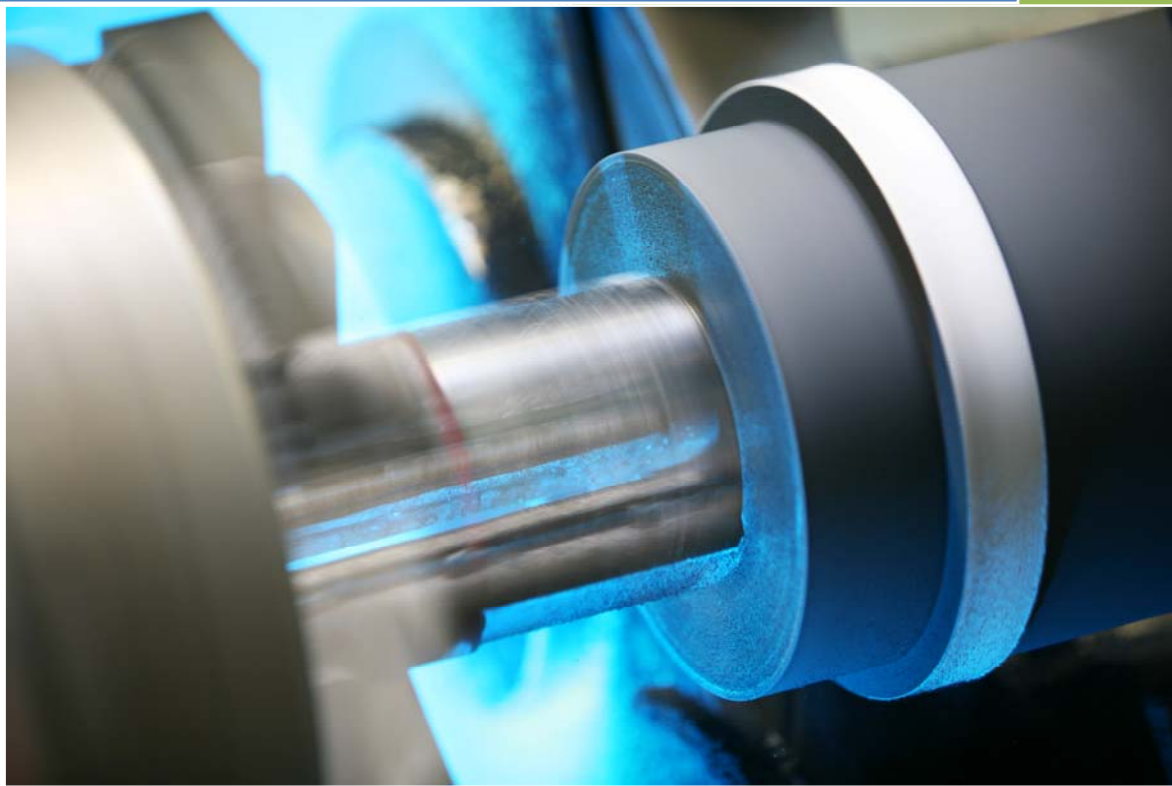


2009

基礎橡膠概念及輥輪製作



主講：陳正才 副理

偉普橡膠股利有限公司

2009/12/28

基礎橡膠概念及輥輪製作講授大綱

壹、 前言

貳、 橡膠基本概念

一、 橡膠分類

二、 橡膠主要特性

三、 橡膠物性試驗方法

參、 工業用橡膠輥輪

一、 橡膠輥輪製造流程

二、 橡膠輥輪使用注意事項

肆、 現場討論

伍、 結語

工業用橡膠輥輪

RUBBER ROLLERS

壹、前言

橡膠輥輪(Rubber Rollers)為塑膠工業、製紙工業、合板工業、纖維工業、玻璃工業、製鐵工業、皮革工業、印刷工業等製造業及事務機械、家庭機械電部所廣泛使用。

近數十年來，工業突飛猛進，日新月異，更由於生產設備之連續化、自動化、高速化，橡膠輥輪在工業製造過程中已扮演了極其重要的角色，因此橡膠輥輪的品質要求更加苛刻，誠非昔日可比。

橡膠輥輪依用途及性能而設計製作，長度從數公分到數公尺都能製造。因為是彈性物體，熱脹系數比金屬大，因此研磨精度不及金屬切削，但除直徑絕對值外，圓筒度及真圓度都能達到正確加工。

橡膠輥輪看似簡單，實際上設計及製造技術並不單純。必須具有長期時間的經驗以及最新的技術才能製造出最優秀的橡膠輥輪。

貳、橡膠基本概念

一、橡膠分類

本公司無論天然橡膠或任何種類之合成橡膠輥輪均能製造，橡膠種類繁多，各有其之特性，如何達到「適材適所」至關重要，茲簡述橡膠基本常識如下：

1. 天然橡膠 NR-加工性及物理性能優秀，價格安定便宜，但缺乏耐油性、耐熱性、耐臭氧性。普通廣用於輪胎、鞋類、橡膠管、橡膠皮帶...等。橡膠輥輪則適用於無須耐熱性、耐油性而希望價何低廉之場合。
2. 合成橡膠 SBR-性質與 NR 相似，用途亦同。台灣自民國 66 年開始生產此種合成橡膠。具有普通耐酮類、酯類等極性溶劑之特徵。
3. 合成橡膠 NBR-為耐油性合成橡膠，俗稱 Hycar,與 CR 廣用於印刷輥輪(Printing Roll)。耐熱性、耐磨損性極優，製紙、染色、紡織用橡膠輥輪亦廣泛採用。耐油性良好與否視其 Acrylonitrile 含有量之多寡而定。缺點為超低硬度(JIS-A 15°以下)難以製造。不耐酮類(Ketone)、酯類(Ester)等溶劑。
4. 合成橡膠 CR-美國杜邦公司(Du Pont)最初開發之合成橡膠(商品名 Neorene),因重合方法不同,又分為 W, WRT, GNA, GRT...等規格,機械強度、耐磨損性及性非常優秀,且具有適度之耐油性、耐藥品性、耐熱性及耐臭氧性。從高硬度製鐵用輥輪到超低硬度印刷輥輪廣泛使用於一般工業用橡膠輥輪。
5. 合成橡膠 EPDM-耐油性不佳,但耐酮類、酯類等極性溶劑非常優秀。因耐熱性及耐性良好,因此廣用於塗佈;、表面處理及印免用輥輪或一般耐熱性、耐藥品性之工業用輥輪。性質近似 HR,但機械強度、耐磨損性、性及加工性優於 HR。此外耐臭氧性極優是此類橡膠最大之特徵。
6. 合成橡膠 CSM-與 CR 同為杜邦公司開發之合成橡膠(商品名 Hypalon),耐熱性、耐藥品性、耐臭氧性、耐候性、耐磨損性極為優異。價何稍貴為其缺點。廣用於耐藥品性及耐臭氧性橡膠製品。大部分合成橡膠都從單量體重合而成,CSM 係將 PE 塑膠轉變為彈性體至為不同。
7. 合成橡膠 SI-學名 Silicone Rubber, 耐熱溫度 230°C, 在合成橡膠中

耐熱性僅次於氟化橡膠(FPM)。耐寒性亦屬最高因具有不粘著性特點，因此 PE 押出貼合輥輪、PVC 膠布壓花輥輪及膠帶導引輥輪廣被採用。其它熱封(Heat Seal)輥輪及上漿輥輪(Sizing Roll)亦可使用。機械強度弱及價格昂貴為其最大缺點。

8. 合成橡膠 PU-學名 Poly urethane Rubber, 機械性質、耐磨損性、耐溶劑性最優秀。耐熱性及耐鹼性(Alkali)不佳。一般採用液體注入成型法製造，輥輪表面可以研磨成鏡面加工，廣用於製鐵、製紙、印刷等工業。

二、 橡膠主要特性

1. 天然橡膠

化學名：Polyisoprene 聚異戊二烯

分子結構： [-CH₂ - C = CH - CH₂ -]_n



分子量：20 萬~50 萬

重合度：3000~7500

優點：機械強度，彈性耐磨性極優良且價廉。

缺點：耐熱性，耐油性，耐候性，耐臭氣性差，易老化劣化。

用途：一般輥輪(不須耐熱，耐油，而希望價格低廉之場合)。

2. NBR 橡膠

1973 年德國最先開始工業化生產，取名為 Buna N

本國南帝公司於民國 70 年首先生產。

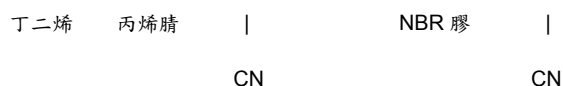
化學名：Acrylonitrile-Butadiene Copolymer

丙烯腈和丁二烯共聚合物

分子結構： [(-CH₂ - CH - CH₂)_x - (CH₂ - CH -)_y]_n



聚合反應： CH₂=CH-CH=CH₂+CH₂=CH-CN → [(-CH₂CH=CHCH₂)_x (CH₂CH)_y]_n



優點：耐油性極優,耐磨性、耐熱性亦良好，稍能耐甲苯溶劑。

缺點：加工性較差，不耐酮，酯類溶劑。

用途：印刷輓輪，紡織印染輓輪，耐油輓輪，一般耐熱輓輪。

3. 合成橡膠 CR

1931 年美國 Dupont 公司最先開發生產，商品名為 Neoprene

化學名: polychloroprene 氯丁二烯聚合物

分子結構: $\text{CH}_2=\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 \rightarrow \{ \text{CH}_2-\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2 \}_n$



優點：機械強度，耐磨性，彈性極優良，且具有耐燃性，耐油性，耐候性，耐臭氧性，耐熱性。

缺點：易變色，價昂，加工性，膠料儲存性差。

用途：印刷滾輪，製鐵滾輪，耐熱滾輪。

4. 乙烯丙烯橡膠 EPR，EPDM

1957 年義大利 Montecatini Edison 公司研究成功

化學名：

A. EPR Ethylene Propylene Copolymer

乙烯丙烯共聚合物

B. EPDM Ethylene Propylene Diene Terpolymer

乙烯丙烯二烯三共聚合物

分子結構：

A. EPR $\{ -\text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \}_n$



B. EPDM $\{ -\text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \}_n$



優點：耐熱性，耐候性，耐老化性，耐臭氣性，耐電暈性，耐藥品性，耐酮類酯類溶劑，耐 DOP，電絕緣性等極優良。

缺點：未加硫缺乏粘著性，耐油性差。

用途：PVC 布壓花滾輪，耐熱滾輪，耐藥品滾輪，(耐酸耐鹼滾輪) 電暈處理機滾輪。

5. 合成橡膠 CSM (Hypalon)

1952 年美國 Dupont 公司最先開發生產，商品為 Hypalon

化學名：Chlorosulfonated Polyethylene 氯磺酸化聚乙烯

分子結構： $\{ ((CH_2)_3 - CH(CH_2)_3 -)_{12} CH - \}_{17}$



優點：耐熱性，耐候性，耐老化性，耐臭氣性，耐油性，耐藥品性，耐磨性等極優良，兼有耐燃性。

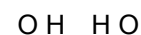
缺點：價格貴。

用途：耐熱滾輪，耐藥品滾輪，耐臭氣滾輪。

6. PU 膠 (Polyurethane Rubber)

1952 年西德 Bayer 公司工業化製造成功

化學名：Polyurethane Rubber 聚胺基甲酸酯橡膠



組織成分： $n \text{OCN} - \text{R} - \text{NCO} + n \text{HO} - \text{R} - \text{OH} \rightarrow \text{[-C-N-R-N-C-O-R-O-]}_n$

di-isocyanate

diol

polyurethane

二異氰酸酯

二醇

PU 膠依其加工方法可分為三種

1. 鑄造 PU 膠(液体):以液体 PU 膠注入模型內製造之。

2. 可輥壓的 PU 膠(固体)(MillablePu):依普通橡膠之加工方法製造。

3. 熱塑型 PU 膠(固体):使用一般塑膠的加工機械，押出成型或射出成型製造。

PU 膠依其化學性質可分為 Polyether 型兩大類

1. Polyester 為原料而製造的 PU 簡稱為 AU

2. Polyether 為原料而製造的 PU 簡稱為 EU

Polyester 型和 Polyether 型 PU 性能之差別

特 性	Polyester	Polyether
機 械 強 度	◎	◎
彈 性 度	0 ~ ◎	◎
耐 縮 永 久 歪	◎	◎
耐 熱 老 化 性	△	△
耐 發 熱 性	○	◎
耐 寒 性	△ ~ ○	◎
耐 油 性 耐 溶 性	◎	○
耐 水 性	△	○
耐 藥 品 性	△	○

◎:優秀

○: 充分耐用

△:勉強可用

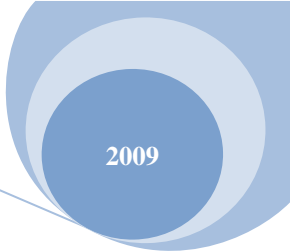
X: 不能使用

PU 膠一般性能：

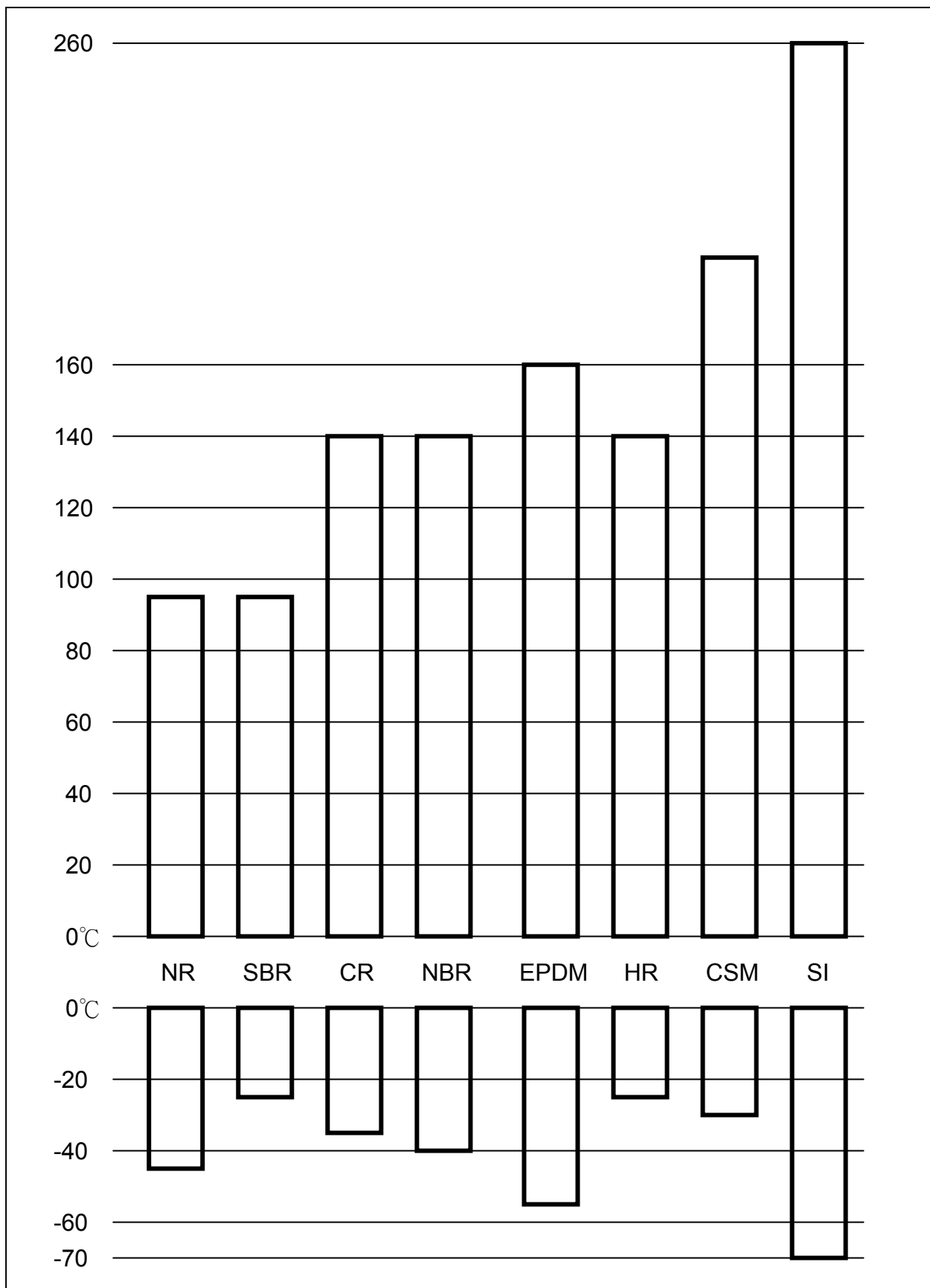
優點：耐磨性，耐高壓性，機械強度極優。

缺點：耐熱性極耐鹼性不佳。

用途：製紙滾輪，製鐵滾輪。



各種橡膠耐熱、耐寒性能比較



三、橡膠物性試驗方法

硫化後膠料之檢驗

1. 硬度試驗

(1) Shore A：測定軟質橡膠

(2) Shore D：測定較硬質的橡膠

2. 拉伸試驗

◎ 抗拉強度(Tensile strength)

以啞鈴形之試片，經拉力試驗機試驗，其斷裂時所承受之力量除以試片之斷面積表示之。

拉力 (kg)

拉力強度 = $\frac{\text{拉力 (kg)}}{\text{試片之斷面積 (cm}^2\text{)}}$

試片之斷面積 (cm²)

拉力 (kg)

= $\frac{\text{拉力 (kg)}}{\text{試片寬度} \times \text{試片厚度}}$

試片寬度 x 試片厚度

◎ 拉應力(Modulus)

拉應力是在一定伸長率下，其所表示之張力強度。拉應力是指橡膠之抗伸長性，通常以 100% 或 300% 之伸長率來表示，即 M100% 或 M300%，其計算方法與抗拉強度相同。

◎ 伸長率(Elongation)

伸長率是說明橡膠在斷裂時，其伸張之情形，通常又稱為最終的伸長率(Ultimate Elongation)，單位是百分率。

◎ 永久伸長率(Permanent Tension Set)

當橡膠受外力拉伸後，予以放弛，橡膠之長度便會增加，而不能復到原來的長度，其所增加的長度除以原來的長度，以百分率表示之，即為永久伸長率。

永久伸長率與外力拉伸之強度和拉伸之時間有關。

$L_1 - L_0$

$PS = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\%$ $L_1 = \text{拉伸後試片之長度}$

L_0

$L_0 = \text{原來試片之長度}$

3. 撕裂強度試驗

試片形狀有兩種，A型和B型。AB試片成半月形，並在其上以刀具割成0.5mm深度之傷痕。B型內面鉞90度角，不須用刀具割傷，然後用拉力試驗機測得其撕裂強度，單位是kg/cm

4. 磨耗試驗：照CNS標準K6047方法試驗

使用Akron式磨耗試驗機

橡膠磨耗性與所加荷重，磨擦角度，磨擦次數及砂輪之材質有關。

試驗條件：荷重：6磅

角度：15°

砂輪：島津40號砂粒

次數：1000轉或2000轉

試片尺寸：13mm厚、63mm直徑之圓片

砂輪尺寸：38mm厚、150mm直徑之圓板

5. 壓縮試驗

壓縮試驗是指橡膠受單位荷重或受壓縮的時間後，其厚度變化的程度，即壓縮後之橡膠厚度與未壓縮時之橡膠厚度之比。其單位是百分率，一般試驗條件為70°Cx22小時，或100°Cx70小時。

試片：直徑29mm、厚度12.7mm

壓縮率：25%

6. 老化試驗

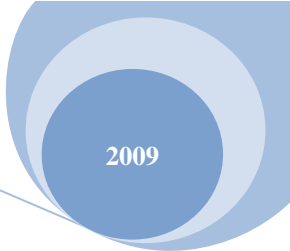
將試片置於熱空氣中，加速橡膠之老化速率，以便於短時間內測知，橡膠之耐熱程度，或使用壽命。

將老化後之試片做各種引張試驗，以瞭解老化前與老化後物性差異，變化越少者，表橡膠之耐老化性越好。

老化條件：通常為70°C~120°C，時間48~168小時。

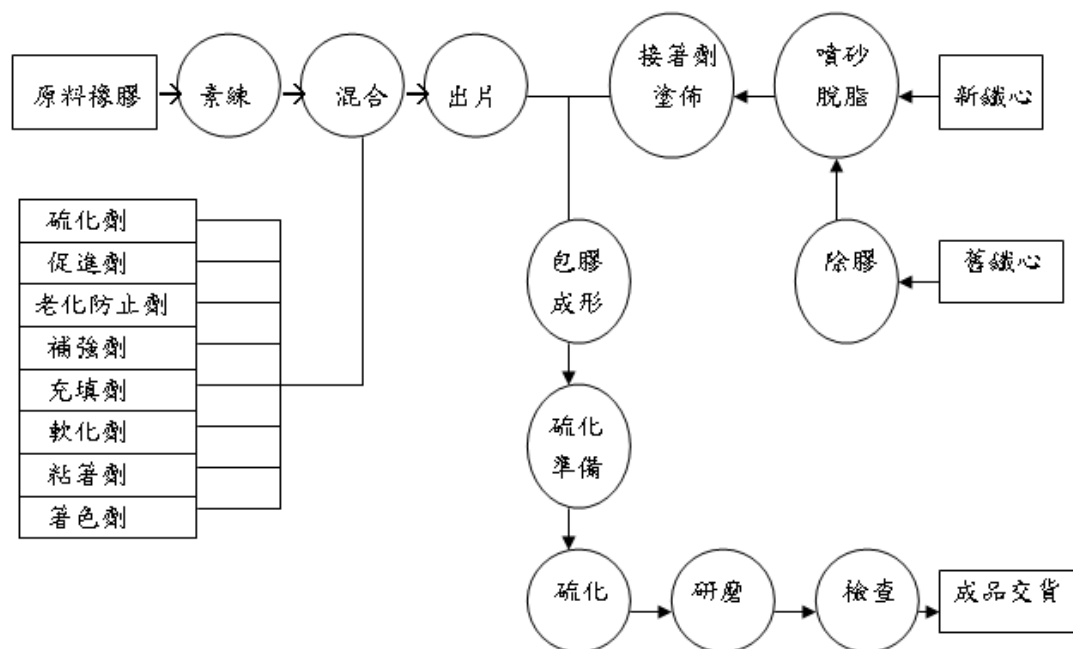
7. 耐油、耐化學藥品試驗

將橡膠試片置於油或化學藥品中浸漬一定時間，待浸漬後，測其正其體積之變化、物性之變化、外觀之變化等，以判斷其耐油或耐化學藥品之好壞。

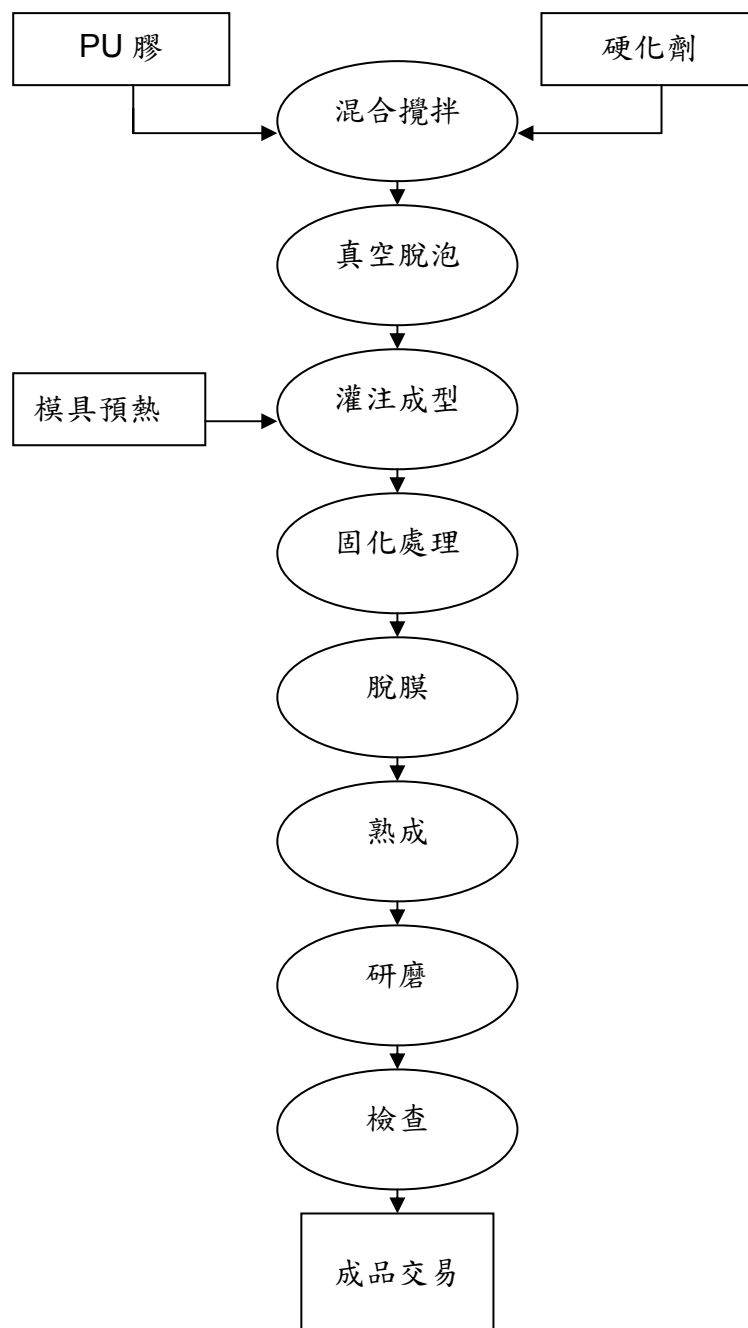


參、工業用橡膠輓輪

一、橡膠輓輪製造流程



鑄造 PU 之製造方法



二、橡膠輓輪使用注意事項

輓輪損壞使用對策

現象 Phenomenon	原因 Cause	對策 Countermeasures
橡膠主面發生微小龜裂	壓力超過，不適當條件放置過久(例如在日光照射的地方放置)。	即時研磨。減少壓力，選擇適當荷重的輓輪使用。
橡膠全面發生很深之龜裂	微小龜裂發生未即研磨。臭氣、高溫的影響。	如能再使用應速研磨，不能研磨則重新襯膠。
橡膠局部發生微小龜裂	壓力不均。中高不適當。	改善機械使壓力均一。適當中高在研磨。
兩端橡膠與鐵心剝離	中高不足，壓力加在兩端。軸消發熱，潤滑效果不良。	改善潤滑，適當中高研磨。剝離部分除掉在使用，寬度不足時重新襯膠。
橡膠與鐵心全部剝離	荷重超過。長時間高溫使用接著層劣化。製作不良。	荷重減少，選用高荷重橡膠材質。高溫使用時鐵心通冷卻水。重新襯膠。
橡膠輓輪表面形成圓周深溝或凸突	厚度不均一之被加工物通過一定的位置所形成的，如布邊、紙邊等。	繩狀不絞壓時應時時移置。適當時期再研磨。
橡膠輓輪扁平	運轉停止時未去除壓力。放置不良，輓輪接觸地面或物體。	橡膠輓輪在熱水中迴轉校正，不能恢復時再研磨。高架放置。
橡膠輓輪硬化	保存期間過久。硬化性漆類附著在橡膠表面。長時間使用後橡膠老化。	再研磨或重新襯膠。
橡膠輓輪軟化	藥品浸漬，尤其是有機溶劑的浸漬影響，橡膠材質選用不當。	再研磨或選用耐溶劑性較要的橡膠重新襯膠。
橡膠輓輪全面膨脹(凹凸)	藥品浸漬影響，橡膠材質選用不當。	再研磨或重新襯膠。
橡膠輓輪局部膨脹(凹凸)	壓力不均、超壓、溫高、接著層或橡膠層層間剝離。	重新襯膠，高溫使用時鐵心通冷卻水。
橡膠輓輪圓筒度不均	長時間使用壓縮、磨損。研磨加工不良。	表面輕輕研磨。

附件一

橡膠滾輪研磨的方法

1. 前言

橡膠滾輪在正常使用中，會自然磨損，表面即呈現不平，或因操作不慎，或因軸承發熱及振動，而損傷滾輪表面或影響接著性。也可能因受化學藥品、油類、溶劑等之侵蝕，使滾輪表面損壞。這些現象都足以影響到產品的品質。甚至於長期保存的滾輪，表面會因時間久而有龜裂現象；硬度低之滾輪，表面也會因時間久而龜裂、或者硬化、或者其它變化這些情況下，滾輪都必須重新研磨，以得新的表面，對產品有良好的效果。

2. 研磨設備

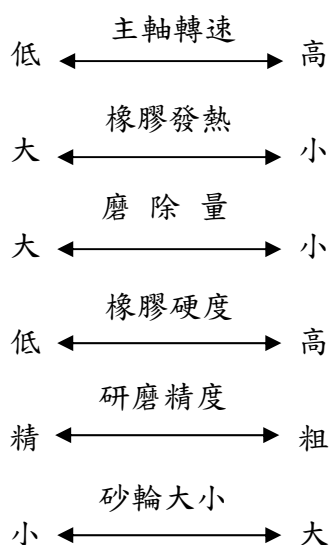
- (1) 車床 普通車床一台，旋徑及長度視滾輪尺寸而定，主軸轉速可變換範圍 10~450rpm。
- (2) 研磨機 一台。回轉速 1800~4000rpm。馬達 1-3HP。
- (3) 砂輪 磨料 GC
 粒度 24-46
 結合度 H-K
 組織 M-W
 結合劑 V
 形狀 1
 輪緣 A
 直徑 200mm ψ ~250mm ψ
 厚度 25mm ψ ~ 30mm ψ
- (4) 砂紙 #80、#100、#150、#180、#220、#280、#320、#400

3、研磨條件

(1) 主軸轉速

主軸 rpm 速度 滾輪直徑	低速	高速
	400mm	4~11
300mm	5~15	16~21
200mm	8~22	23~32
100mm	16~40	41~60

主軸轉速選擇條件



(2) 縱送螺距

低速時 1~3 cm

高速時 4~6 cm

(4) 進刀量

第一次 0.8~1.5 mm

第二次 0.3~0.6 mm

(5) 研磨次數

以研磨二次為原則，若滾輪表面損壞不嚴重，可以一次研磨。

4、整修

滾輪經研磨後，表面需再以砂紙整修。

主軸轉速:200~600rpm

使用砂紙:一般#150，#280，#320

需要粗面:#100、#150

需要光面:#100、#280、#320、#400

5、注意事項

- (1) 車床夾頭以四爪者較佳，三爪者容易於操作中，發生偏心現象，不能不注意。
- (2) 夾頭內應置放止滑塊阻擋，以免因夾頭於操作時微鬆而滑動。
- (3) 軸心要用套環保護，以免軸心於夾緊時受損。
- (4) 軸心若因使用而磨損，應先行修理後，於研磨同時車修，才能保持滾輪的精密度。

- (5) 滾輪橡膠面若受損太深，可以先用車刀車除一部份後再研磨，以提高工作效率。
- (6) 發熱量太大時，研磨之砂輪容易因發熱而破裂，應將主軸速度降低，縱送螺距變小，進刀量亦降低。
- (7) 研磨後必須針對 1.表面平滑情形 2.雜質或氣泡 3.外徑 4.接著性 5.圓筒度，逐項核對。
- (8) 研磨操作中，應注意安全問題。
- (9) 砂輪於研磨前，用刀石輕輕磨平，使砂輪面具有新的表面。
- (10) 研磨及整修後，應將車床清除並加潤滑油，以保持車床之精度。

附件二

偉普橡膠股份有限公司
膠料物性試驗報告

統一(CR)

項目	CR-1	CR-2
1.硬度	70	68
2.顏色	黑	黑
3.抗張強度(kg/cm ²)	187	180
4.100%應力(kg/cm ²)	50	82
5.伸長率(%)	570	370
6.撕裂強度(kg/cm)	40	70
7.磨耗(cc) (6 1b/2000 轉)	0.0672	0.0175

附件三

橡膠輥輪的種類與機能

橡膠輥輪的作用	所利用之橡膠性質	橡膠輥輪的名稱與主要使用場合
押緊 壓著	彈性、強度	印壓輪(印刷)、印染輪(染色)、接觸輪(製紙)、頂輪(纖維)、接觸輪(皮帶研磨機)、固定輪(製鐵)、支撐輪(各種)、壓輪(各種)、間隙輪(各種)
抗拉 推送	摩擦力、彈性、 耐摩耗性	導輪(纖維、染色)、夾緊輪(各種)、進料輪(各種)、張力輪(各種)
貼合	彈性、耐熱性、耐 可塑劑性、不粘性	積層輪(塑膠)、接觸輪(塑膠)、貼合輪(各種)
模押	彈性、耐熱性、耐 摩耗性、耐可塑劑 性、不粘性	印花輪(塑膠、紙、布、金屬) 印壓輪(製紙)
搾乾	彈性、耐藥品性、 耐油性、耐溶劑 性、耐摩耗性	壓搾輪(製紙)、搾乾輪(染色)
塗佈 印刷	彈性、耐油性、耐 溶劑性、塗料有適 度親和性	印刷輪(印刷)、上漿輪(染色)、塗佈輪(製鐵)、印刷輪(合板)、塗佈輪(各種)
傳達驅動力	摩擦力、彈性、 耐摩耗性	接觸輪(皮帶研磨機)、驅動輪(各種)、隋輪(各種)
保護鐵芯或處 理材	彈性、耐藥品性、 耐油、耐溶劑性、 耐熱或、耐摩耗性	偏心輪(製鐵)、導輪(各種)
作為電、熱的 絕緣體或傳導體	對電、熱的絕緣性 或導電性、彈性	靜電印刷用輪、靜電影印機用輪、電暈放電處理用輪、熱封用輪、除靜電用輪
其它特殊用途		抽吸輪(製紙)、加熱輪(各種)、擴張輪(各種)、輾米輪

附件四

橡膠之物理特性

橡膠名	NR	SBR	CR	NBR	EPDM	HR	CSM	Si	FPM	U(Hard)
純橡膠比重	0.93	0.94	1.25	1.00	0.86	0.91	1.12	0.98	1.8	1.1
配方可能之 JISA 硬度	5-100	30-100	15-90	20-100	25-90	25-85	40-90	30-80	55-80	50-100
抗張力	◎	○	◎	◎	○	○	◎	X	○	◎
伸長率	◎	○	◎	○	○	○	○	X	○	◎
反彈性	◎	○	○	△	○	X	△	◎	△	◎
壓縮永久性	◎	○	◎	◎	○	△	○	◎	◎	◎
引裂強度	◎	△	○	○	○	○	○	X	○	◎
耐磨損性	○	○	◎	◎	○	△	◎	X	◎	◎
耐老化性	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○
耐屈曲 龜裂性	◎	△	◎	○	○	◎	◎	△	◎	◎
耐寒性	○	○	△	△	○	○	△	◎	△	○
金屬接著性	◎	◎	◎	◎	○	○	○	△	◎	◎
上項評定係以本公司配方為準。 ◎：優良 ○：良好 △：可用 X：不適用										

附件五

橡膠之耐藥品性

分類	藥品名	試驗條件	NR	CR	NBR	EPDM	HR	CSM	Si
		溫度濃度 (°C) %							
無機酸	鹽酸	RT(20)	○	○	○△	◎ ○	◎	◎	○ X
		RT(40)	X	△			○	○	
	硫酸	50(30)	○	○ X	○ X	○ △	○ △	○ △	○
RT(96) 50(96)		X X	X	X	X	X	X	X X	
	磷酸	RT(86)	○	○	○	○	○	○	
無機鹽基	苛性鈉	RT(30)	○△	○○	○○	○ ○	○ ○	○ ○	X X
		90(10)							
	氨水	RT(5)	○	○	○	○	○	○	△
無機鹽	碳酸鈉	70(10)	○	○	○	○	○	○	○
漂白劑	過氧化氫	50(1)	△	△	△	○	○	◎	◎
	亞氯酸鈉	RT(5)	△ X	○△	△ X	○	◎ ○	○ ○	◎
		50(5)	X	X	X	○ ○	○	△	◎ ◎
		90(5)							
次氯酸鈉	50(5)	X	X	X	○	○	△	○	

上項評定係以本公司配方為準。
 ◎：優良
 ○：良好
 △：可用
 X：不適用

附件六

橡膠之耐溶劑性

分類	溶劑名	NR	SBR	CR	NBR	EPDM	HR	CSM	Si
脂肪族碳 氫化合物	輕油	X	X	○	◎	X	X	△	△
芳香族碳 氫化合物	苯	X	X	X	△~○	X	X	X	△
	甲苯	X	X	X	X~△	X	X	X	△
	二甲苯	X	X	X	X~△	X	X	X	△
氯化碳 氫 化合物	三氯乙烯	X	X	X	X	X	X	X	X
醇類	甲醇	◎	◎	◎	○	◎	◎	◎	◎
	乙醇	◎	◎	◎	○	◎	◎	◎	◎
醚類	乙醚	◎	◎	△	△	◎	△	△	X
氯化物	苯胺	○	○	△	X	○	○	△	◎
酮類	M.E.K	△	△	△	X	◎	◎	△	△
酯類	醋酸乙脂	△	△	△	X	◎	◎	△	△
	D.O.P	○	○	○	◎	◎	◎	○	◎
<p>上項評定係以本公司配方為準。</p> <p>◎：優良</p> <p>○：良好</p> <p>△：可用</p> <p>X：不適用</p>									