

工學小叢書

人 造 絲

高維祜 朱積煊編

商務印書館發行

工學小叢書

人 造 絲

高維昶 朱積煊編

商務印書館發行

中華民國二十四年六月初版

(30333)

工學人 造絲 一册

每册定大洋肆角

外埠另加運費匯費

編纂者

高維積 朱熾炳

行人

王雲五 上海河南路

\*\*\*  
翻印  
\*\*\*  
版權  
\*\*\*  
必究  
\*\*\*

印刷所

上海河南路 商務印書館

發行所

上海及各埠 商務印書館

## 例 言

一、年來吾國絲業，因受人造絲進步之影響，已一落千丈，其進口值，年幾達二千萬元。則人造絲之製造，實為刻不容緩之問題。

二、本書基此事實，分述各種人造絲之製法，並注意副產物之收回。

三、本書取材，見下列各書，以前二書為最多。

J. Foltzer; Artificial Silk & Its Manufacture.

A. G. Lipscomb; Cellulose Acetate, Its Manufacture & Applications.

E. Wheeler; Manufacture of Artificial Silk.

S. R. & E. R. Trotman; Artificial Silk.

四、本書原稿承商務印書館編審委員會諸公賜以有益之意見，譯名尤多指正，謹此誌謝。至猶有錯誤之處，如承明者不吝見教，尤感。

編者識 二十三年七月

## 目 錄

第一章	引言	1
第二章	人造絲之發明史略	3
第三章	植物纖維素及其特性	6
第四章	人造絲之纖維素溶液	21
第五章	硝基絲之製造	28
第六章	銅鉍絲之製造	36
第七章	銅鉍纖維素溶液及其溶劑之製備	53
第八章	銅鉍法之副產物之收回	66
第九章	黏膠絲之製造	69
第十章	醋酸絲之製造	81
第十一章	沈澱纖維素溶液以紡燃成絲論	95
第十二章	損失之挽回及其廢物之利用	117
第十三章	絲及毛細管之洗淨	10

---

第十四章	烘乾與潤溼	129
第十五章	捲併撚合搖絞及支數之規定	133
第十六章	人造絲與天然絲性質之區別	139
第十七章	人造絲之強弱檢定	145
第十八章	人造絲廠之設計	149

# 人 造 絲

## 第 一 章

### 引 言

蠶變蛹時，吐絲成繭，乃行抽繭之手續而得天然絲。蠶之吐絲機能，在於口之二孔。當吐絲時，孔中滿儲具有膠性之流質；迨其流質從腺中流出，遇空氣乃爲長而韌之細絲也。

法人 *Reaumur* 見此事實，遂生以人工之方法造爲天然絲之理想，時在 1751 年。氏雖未進而研究，已引起學者之興趣。於 1855 年終有瑞士人 *Andemar*，以棉花火藥溶於醇醚混合液，抽得成絲，且能繼續不絕，於是人造絲遂得實現矣。

其後研究者，接踵而起，以成今日之偉業。

所謂人造絲者，不過由纖維素變成細絲耳。其製法雖

多，但其主要原理則一。製造者亦各承認惟纖維素爲最適宜之原料，因其價格不僅低廉，產量且復衆多也。

人造絲之物理性質，僅有數點，與天然絲相同，尙不能爲天然絲之代替物。然而其影響於吾國絲業，慘落幾至無復興之機矣。

則今後惟賴吾化學家，工程師與資產者之奮起互助，而予人類以無窮之愉快也。



## 第二章

### 人造絲之發明史略

製造人造絲之理想，1754年為法國自然科學家 *Reaumur* 氏所首創，日記中且載“絲既由流質之膠體乾燥而成，則或可用膠與樹脂，製之成絲。粗視之，此想像似甚幼稚；但細思之，殊覺有實現之可能。如當今之假漆，已具有絲之主要性質，不僅不溶於水，即曝於日光，亦不更變。則吾人將假漆製以成線，亦可織之成布。其韌力與光澤，必如絲然；而價值又必相等。惟如何將其製成爲絲，實係問題”。氏雖有此理想，惟未進而研究其方法，致未成爲事實。

及 1855 年，*Audemars* 氏將棉花火藥，溶於醇醚混合液之膠體，抽撚成絲，且能繼續不絕；於是人造絲得實現矣。惟絲粗細不勻，未適於用。未幾，氏以紡成之絲，供製電燈泡絲。

以紡織術言，上述之試驗，不足稱爲成功。迨 *Char-*  
*donnet* 氏將膠液，由毛細管壓出，成粗細均勻之絲，始有商  
業上成功之產品；是爲人造絲改良之嚆矢，時在 1866 年。  
於氏前研究人造絲而有供獻者，則有 *Swinburne*, *Crookes*,  
*Neston*, *Swann*, *Wynne*, *Powell* 諸氏。

往者燈之炭絲，爲棉紗以硫酸碳化而成，1883 年 *W.*  
*Swann* 氏，以硝基纖維素於冰醋酸紡成之絲，可爲稍  
優良之燈絲，專利註冊於英國(67/1857)。

硝基纖維素，具有爆炸性，故其所成之絲，不適供用，  
然能去其硝基，則可無危險矣。初用硫化銨以爲除硝基劑  
者，卽爲 *Swann* 氏。

1890 年，法人 *Despeissis* 氏以纖維素溶於銨製氧化  
銅液而成絲。其實際上之成功，當推 *Pauly* 氏，見德國專  
利登記 98, 642/1897。

其後 1891 年，則有 *Cross* 與 *Bevan* 諸氏，以鹼製纖維  
素 (Mercerized cellulose) 與二硫化碳相作用而成黏膠  
絲。(英國專利註冊 8700/1892, 4713/1896) 以其價廉物  
美，各國遂紛設專廠，英國有 *Samual Courtauld & Co.*,

法國有Société Francaise de La Viscose, 德國則有Fürst Guido Von Donners Marcksche Kunstseide und Acetatwerke; 爲今世界上產額最高之人造絲, 計占世界產量之85-90%。同時氏等又有醋酸絲之發明, (英國專利註冊9676/1894) 是誠巧奪天工, 造福人類, 非筆墨所能形容也。

## 第三章

### 植物纖維素及其特性

*Cross* 與 *Bevan* 謂纖維素係植物細胞膜 (tissue) 之主要成分,天然存於植物中。但其種類有不同,分子之構造式,至今尚未決定;實驗式(Empirical Formula)爲 $(C_6H_{10}O_5)_{10}$ 。

植物之細胞膜,及對中性溶劑(Neutral Solvents)不復有作用後,即成下列諸有機物:

- (1) Vasculose。
- (2) 各種形式之纖維素,如纖維素, Paracellulose 與 Meta cellulose。
- (3) Cutos。
- (4) Pectose。
- (5) Calcium Pectate。

(6) 含氮化物。

(7) 各種無機物。

### 一 植物纖維素

纖維素在各種植物中，均可取得，但其形式有不同。樹心，植物鬚，果汁和肉，及生長極速之樹根所含之纖維素，其組織較堅。至木及果核之纖維素，外均圍有物質，使具堅硬之性質。麻及棉花所含之纖維素，則甚純粹。據 *M. Fremy* 謂植物之骨組，(Framework) 含有其次各物：

(1) 純纖維素，能溶於 Schweitzer 試藥(氧化銅之鉍溶液)。

(2) Paracellulose 加酸後，能溶於 Schweitzer 試藥。

(3) Vasculos: 不能溶於 Schweitzer 試藥。

Schweitzer 試藥，對於纖維素之作用，*Mercer* 氏首起研究。用比重 0.92 之鉍溶液加氧化銅以飽和之，加次水三倍沖淡。如溫度增高，則該溶液之活動能力減少矣。

*Fremy* 謂 Vasculose, 係植物細胞骨組之成分。較之纖維素，含碳稍多而含氫較少，能聯合細胞與纖維，可在細胞膜中取得。形如有角薄膜，為組成植物之主要部。不

溶於硫酸(一份)與水(二份)之混合液及 Schweitzer 試藥。於普通壓力下，不溶於鹼性溶液；但在某壓力下可溶之。Vasculose 亦溶於氧化劑溶液內，如氯水、漂白粉水，硝酸，鉻酸，過錳酸等。溶化時，先為膠性酸，次乃溶於鹼液。

*Fremy* 試用硫酸一份與水二份之混合液，將 Vasculose 與纖維素分離，則僅溶解纖維素。以 Schweitzer 試藥試之，亦同。若須溶解 Vasculose，可將有機細胞膜浸於硝酸中，加以同量之水，經數小時後，則 Vasculose 為黃色膠性之酸，而溶於鹼。若須取得纖維素，用鹼將黃色酸溶化即成。

植物外面所包之透明薄膜，稱為 Cutose。

Cutose 與 Vasculose 相合成 Suberine。Cutose 不溶於水二份及硫酸一份之混合液；但可溶於碳酸鉀或碳酸鈉之稀溶液。如加硝酸，則成 Suberic Acid。欲將 Cutose 分得，可先用 Schweitzer 試藥，次於壓力下用苛性鉀，再用苛性鉀無壓力下處理之。則第一試藥，可將纖維素分離；第二試藥，將 Cutose 分離；第三試藥，溶解 Vasculose。

Pectose 不溶於水，如加稀酸，可變為 Pectin 而溶化。若以有機細胞膜，浸於稀鹽酸，Pectose 溶化，而所成之 Pectin，亦溶於水，可加乙醇沉澱之。

石灰之 Pectate 鹽，為細胞膜之基礎，與各細胞相連。一旦因酸類之分解，則與細胞分離。如將細胞膜，浸於稀鹽酸，則石灰分解，而 Pectic Acid 為不可溶化之殘餘物。該殘餘物，加苛性鈉液，變成可溶化之 Pectate 鹽；仍能用酸類分解之。其含氮化物及無機物，可用普通方法分離之。含氮化物可溶於鹼；無機物，灼燬後存於灰分，而不變化。

## 二 植物纖維素之特性

纖維素為三元素化合物，或係多配糖體，(Polyglucoside)，由二分子之  $C_6H_{12}O_6$  縮合而成。其分子式為  $(C_6H_{10}O_5)_n$ ，成分百分率如下表：

	$C_6H_{10}O_5$	木材	棉花	亞麻	紙
碳	44.44	43.87	43.30	43.63	43.87
氫	6.14	6.23	6.40	6.21	6.12
氧	49.42	49.40	50.30	50.16	50.01
		100.00	100.00	100.00	100.00

若按碳素及水分而言，木料成分之百分率，可如下示之：

碳	43.87
水	<u>56.13</u>
	100.00

純纖維素，爲無色無嗅之透明固體，不溶於水，乙醇，醚或揮發性油。比重爲 1.25-1.45。當加熱至 200°C 時，分解爲水，乙酸，pyrocatechin，複 empyreumatic，及碳素。於空氣中亦不生變化。但木纖維，因含有氮化物，常行分解；即植物腐敗時所發生之反應也。

吸水性——植物細胞膜，於 100°C 時，常將所含水分析出。惟在常溫，露於空氣，復能吸收水分，回其原狀。纖維素所吸收之水分，爲 6%-12%。此種吸水性，賴於烴基之存在。凡纖維素，於溼空氣中所吸收之水分，必較於普通氣壓下所吸收者爲多。且不論其形式如何，皆具有吸水性也。

植物成熟，則其纖維，即漸次失去水分，成爲少作用之物。如棉花即爲最缺少作用之纖維，純粹之漂白棉花，



僅在特別情形下，與酸鹼，及氧化物始有作用。

濃銨水與纖維素，於  $100^{\circ}\text{C}$  時，並無作用；及  $200^{\circ}\text{C}$  時，始行混合，分子內乃含有氨基。

纖維素可溶於 Schweitzer 試藥。但先縮至百分之四十至六十，次漸膨脹，計達六倍，後乃分解而溶化。當未分解及溶化前，其放大形，如第 1 圖。



第 1 圖 棉纖維放大形

若纖維素溶於 Schweitzer 試藥之溶液，用鹽酸中和，可將纖維素如毛形而沉澱。纖維素不溶於弱鹼氫水。故可用漂白粉，以漂棉，蕨類之纖維；惟不可過久，因細胞膜又將漸次失其堅韌性也。

鹼性作用——棉纖維投於稀鹼溶液，即在高溫，亦無作用。故對苛性鈉溶液，(含有 1-2% 之氧化鈉)，在 100°C 或稍高之溫度內，無顯明之作用。然此種微弱作用，對於紡織事業，極有利益；因可使細胞膜結合，增其染料之吸收量，成爲深色。石灰乳之作用，有妨纖維素，宜避免；其濃鹼液即在冷時，亦可將纖維素之分子構造，完全改變。棉纖維本平而長，遇此鹼液，則爲圓筒，其中部漸次縮小。纖維乃縮短而成半透明體。是由纖維素與鹼類相反應所得；纖維素經此手續後，變爲含水體，其作用名爲“鹼製作用”(Mercerization)。

於一八四四年，*John Mercer* 研究鹼類對於可紡織纖維之作用。曾將濃鹼液，用棉織物過濾，結果棉織物之長闊均縮緊，纖維因厚而透明。同時鹼液之比重，由 1.3 減至 1.265。此鹼必有一部份與纖維素互起化學上之混合也。氏乃從事研究該種反應，而名之爲“鹼製作用”。

*Mercer* 氏取苛性鈉，於沸度時，考察其對於漂白及未漂白棉織物之作用，得到美滿之結果。謂棉織物置於 26-29° Bé 之苛性鈉液，溫度爲 15°C。後用水將鹼洗去，

則鹼製棉(Mercedized cotton) 具有特別之形狀。其纖維厚而整,且透明,已無原形。澎漲成圓筒狀,中部則漸次縮小。

初時 *Mercer* 又謂紗縮短百分之二十至二十五,一英寸之布,本包含 200 支線,於鹼製作用後,則包含 270 支線,其韌力亦同時增加。布可增加 69%;紗可增加 46%。

鹼製棉之重量,較之普通棉花,加重約 4.5%-5.5%,因其與水相混合也。如加熱至 100°C,其水分盡失,惟置於空氣中,重可吸收失去之水分。*Mercer* 氏謂纖維素與苛性鈉起作用,先變為  $C_{12}H_{20}O_{10} \cdot Na_2O$ ,洗淨後則成  $C_{12}H_{20}O_{10} \cdot H_2O$ 。纖維與鹼溶液起作用後所增加之重量,即以此式為根據。

*Cross* 與 *Bevan* 氏稱纖維素為水化物,因其除有吸水性外,含有結晶水。所吸收之水,可加熱至水之沸度時蒸去之;而結晶水,因賴於構造之關係,不易蒸發。乃決定鹼製棉之分子式為  $(C_6H_{10}O_5)_2 \cdot H_2O$ ,而纖維素之分子式為  $(C_6H_{10}O_5)_4 \cdot H_2O$ 。

棉紗鹼製後,未經拉長,其縮度可以下法確定。法將

同支數及絞數之棉紗一卷，浸於 12%—20% 之苛性鈉液，或加鹽，或不加鹽，然後用水洗淨，烘燥而量其長短。

用 12% 苛性鈉溶液，並不加鹽，其縮度為 11.5%。

用 12% 苛性鈉溶液，加鹽少許，其縮度為 6.8%。

用 20% 苛性鈉溶液，並不加鹽，其縮度為 18.6%。

用 20% 苛性鈉溶液，加鹽少許，其縮度為 15.7%。

按上表可知當棉紗浸於鹽之苛性鈉液內，其縮度大有減少。

鹼製棉之分子式，與 *Girard* 氏所審定之水化纖維素 hydrocellulose (係濃硫酸與纖維素所製成) 分子式相同。苛性鈉鹼製作用之纖維素，與水化纖維素為同一物質，實不足奇；因 *Mercer* 謂濃硫酸(或氯化鋅)，與苛性鈉，對於纖維素，有同樣之作用也。

除上述之性質，鹼製棉對於染色，較之普通棉布，便利不少。因大半染料，易固着於鹼製纖維，色深而有光麗；且可節省染料。

*Mercer* 氏嘗於棉織物上，塗以硝酸銅溶液，繼取稀苛性鈉液以分解之。如以水將鹼洗去，於空氣間乾燥後，懸

於氨氣中，則有氧化銅固着於纖維。

至 1894 年，鹼製棉更有重大之發展，而入於變為光澤之時代，堪稱為仿造絲。*Thomas* 與 *Prevost* 氏試驗其絲棉混織品，可以染色，成為極有光澤之織物。復設法阻止棉花鹼製時之緊縮。法將織物張緊於木架上，用苛性鈉液鹼製之，繼即洗淨，結果織物之反面，具有絲光。

棉紗或棉布，均可於牽長時行鹼製作用。法將棉紗於伸長時，置於苛性鈉液槽中，其濃度為 18-30° Bé，溫度不必加高。當纖維漸成羊皮紙狀時，則鹼製作用完成，洗滌仍將棉紗伸長，至苛性鈉去盡，乃浸於稀酸。或先行鹼製作用，然後伸長亦可，惟手續較繁耳。

*Hubner* 與 *Pope* 謂棉纖維鹼製後，光澤產生與否，以下列三點為轉移；(1)濃度，(2)膨漲，(3)單獨棉纖維之直度。如加矽酸鈉或丙三醇於苛性鈉液中，可增加其光澤。*Vieweg* 謂棉花於食鹽之苛性鈉液，所吸收之氫氧化鈉，較之不含食鹽之同濃度苛性鈉液為多。

鹼製棉拉長後，其物理性質，處於普通棉與未拉長時鹼製棉之間。未拉長時，鹼製棉之韌力，較之普通棉，增大

- 約 69%；拉長時，其韌性較之普通棉，僅增大 35%。蓋纖維之拉長，對於韌力，必稍失去也。

普通鹼製棉，其彈力亦較拉長後鹼製棉為大。至紗之光澤，與其拉長度成正比例。當紗拉至最長時，光澤為最大；且拉長後鹼製棉所有之光澤，亦最耐用，即漂白，洗淨，或染色，均不能去之。

試以吸收染料量言；鹼製棉之染色，較普通棉與拉長後所得之鹼製棉為佳。即拉長之鹼製棉，與普通棉比之，染色亦較為深。

於顯微鏡中，拉長之鹼製棉，較之普通鹼製棉為透明，其直徑因伸長而減小，紗平勻，有反光，其表面愈平勻，光澤亦愈強。人造絲之光澤，亦全賴乎製造之得法。棉花中所含之纖維素，溶於適合之試藥，以空氣壓力，使溶液經過極小之細孔，乃為整齊之圓紗。

拉長時所成之鹼製棉，其光澤與人造絲相等，實有賴於纖維之幾何(Geometrical)性質而成。

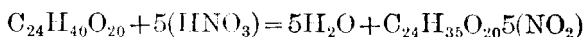
仿造絲之光澤，雖不若人造絲，惟其堅力及韌力，較人造絲為強。人造絲缺少堅力與韌力，是其劣點。

酸之作用——對纖維素亦為重要之問題；濃度亦有關係。純纖維素，形如無澱粉之白紙，浸於酸二分與水一分之混合液，歷三十分鐘許，即完全改變其形式，乃用煙基銨洗去其酸，再用蒸溜水洗之，則為堅滑而半透明之物體，不能過濾，適用於糖之滲透作用。1846年 *Ponmaredé* 與 *Figuier* 將此製成之紙，名為植物羊皮紙 (*Vegetable Parchment*)。製造此紙，始於英國，時在 1857 年。

纖維素浸於硫酸，時間過久，則其羊皮紙崩解，變成可溶化之纖維素，其色不變，惟無旋光性 (*Rotatory Power*)。但可溶化之澱粉，則有右旋  $2.11^\circ$ 。斯崩解之羊皮紙，可變為特別之糊精 (*Dextrine*)，與澱粉相似，遇碘呈藍色，且具右旋性；惟無澱粉之強耳。於硫酸中，纖維素遇碘而呈之藍色，適用於顯微鏡學。若硫酸與纖維素繼續化合，則糊精變為兩種配糖體。若再延長，則生 *Ulmic* 化合物，如 *Ulmin*  $C_{43}H_{28}O_{14}$  及泥炭，褐炭，油等之類似物；若加二氧化錳，則發生甲酸。

硝酸對於纖維素，亦有極大作用。若遇發煙硝酸，於冷時亦有極大之變化；所產物如加熱至  $120^\circ C$  而遇光，則

即爆炸，是爲火棉。如是反應，1833年，*Præconot* 已有述及。1847年，*Schoenlein* 將纖維素，浸於三分濃硝酸與五分濃硫酸之混合液，得上等之火棉，經約一小時，始完成其反應。



纖維素            硝酸            水            火棉

低溫時，纖維素浸於硝酸，則成爲硝酸衍生物。硝酸化作用之強弱，以酸之濃度，接觸之時期，及纖維素之物理性質而異。*Bechamp* 謂硝酸化纖維有數種；因纖維能繼續使水之分子失去，而以硝酸根代入。所產之物質，其密度及形狀，與纖維素相同；惟較普通棉爲硬。其重量亦增；因一百分棉花，可得一百七十五分火棉，其分子式如下：



若用  $\text{C}_{24}\text{H}_{40}\text{O}_{20}$  代表纖維素，則硝基纖維素之方程式，可以  $\text{C}_{24}\text{H}_{40-x}\text{O}_{20}(\text{NO}_2)_x$  示之。



此種化合物，燃燒時能發生大量之氣體，如二氧化碳，一氧化碳，氮氣，水氣等。故有時可以火棉代替火藥，用為軍火；惟其作用太劇，不甚適宜。

若以 55g 之廢棉，浸於 1000g 濃硫酸與 50g 濃硝酸（比重 1.367）之混合液，或硝酸鉀八分與無水硫酸十二分之混合液中，復用水洗淨其酸，乾燥後得一特別之火棉，其分子式為  $C_{24}H_{32}O_{20} \cdot 8(NO_2)$ ，名為八硝基纖維素，不溶於乙醇或醚。可溶於乙醇一分與醚三分之混合液，而成火棉膠，用於醫藥界。商業亦有名為人造皮者；因 *M. S. Robe* 氏將火棉膠，製成厚層，浸於稀硫酸內，可練之成皮，染色甚易。火棉膠與樟腦混合，則成假象牙 (Celluloid)。

有機酸，如硬脂酸，丁酸，(Butyric acid) 苯甲酸 (Benzoic acid) 等，與纖維素起作用，亦可成中性之化合物，與配糖體相似。

煮沸之濃醋酸，不能分解纖維素，若於閉室中加熱至  $190^{\circ}C$ ，則其混合品成為黃色之液體，加水則為白色醋酸纖維素而沉澱： $C_2H_{37}(C_2H_3O_2)_3O_{20}$ 。

纖維素遇三氟化硼，立變為焦炭；但氯化鋅不能侵蝕

---

之。如於中性鹽溶液中，加熱達 $60^{\circ}\text{c}$ ，天然絲即被其溶化，而麻與棉則否，是為植物纖維素與動物纖維素之區別點也。

## 第四章

### 人造絲之纖維素溶液

人造絲之原料，以纖維素爲主。纖維素之特性，及其與人造絲之關係，已於前章論之。至其製成之原理，亦即按纖維素對於酸鹼其作用之化學變化也。

商業上所用之人造絲，均係純纖維素，具有絲光；所異於天然絲者，爲不含氮素耳。

植物纖維，如棉花與麻類等，爲白色有光澤之物，比重爲1.5，可列入醛化物。如燃燒其纖維，發生安靜之火光，所餘剩者，爲無機物之灰分。棉之平均灰分，爲0.1-0.4%。供製定量用之濾紙，最重要者爲除去其灰分，即浸棉於氟酸或他種酸中而成。上等瑞典濾紙之灰分爲0.03-0.05%，實爲最純粹之纖維素。

人造絲製造家，通常均以棉花製成溶液，以爲人造絲

之原料；所含水分，灰分，及油分，均有一定之限制。水分不可超過6%；油分與灰分不可超過 0.4%。用以漂白之漂白粉，其成分亦須鑑定。

纖維素以各種溶劑作用之，可得不同之人造絲。如硝基絲，銅鉍絲，黏膠絲及醋酸絲等。

硝基絲——爲如細絨之潔淨棉花，浸於硝酸與硫酸之混合液，乃成硝基纖維素，洗滌乾燥後，溶於乙醇，醚之混合液，成膠質溶液，乃用壓力經毛細管而成絲。

銅鉍絲——棉纖維或木漿纖維，溶於鉍製氧化銅液，乃用苛性鈉或硫酸凝固而成。

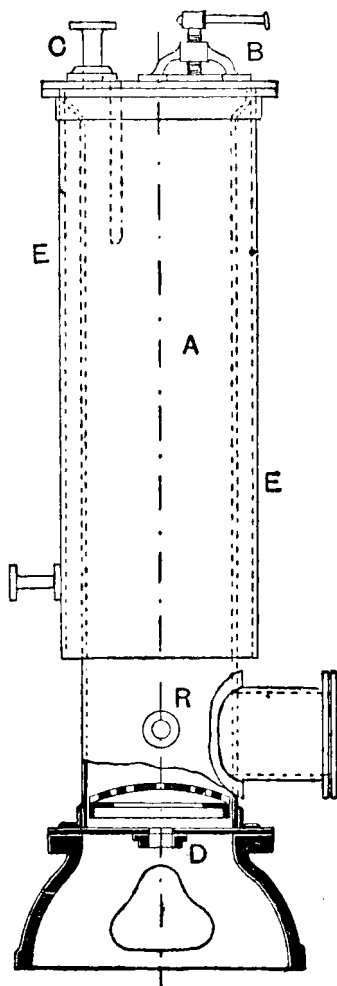
纖維素溶於鉍製氧化銅，係藍色膠液，爲製銅鉍絲之原料。銅鉍溶液於冷時侵蝕纖維素甚速，先成膠質物，俟後漸次溶解。如欲製成上等紡績溶液，其所用機械，爲一直圓筒A，見第 2 圖。純銅片由B處加入圓筒A。銅片之隙處，均浸以由C管通入之鉍液。當圓筒A滿時，B即關閉，而唧筒工作。約兩氣壓之力，使溶液循環流動。至調節其動作，可於每圓筒內裝一水銀表，則一定時間內所通過之空氣量，可以示知。按 *C. R. A. Wright* 氏法，空氣通

入之速度，每小時約爲  
溶液容量之四十倍。

溶液儲於圓筒A，  
以達必要強度始止；其  
強度可用比重計定之。  
於溶液已達其適當之  
濃度，乃由D管通入量  
桶。惟氧化銅溶於鉍液  
時，其圓筒之溫度，必  
處於 $4-6^{\circ}\text{C}$ 之間。此種  
溫度，可插一溫度計於  
圓筒中，以管理之。如  
欲使溫度固定，可於圓  
筒外，加一夾層，以絕  
緣物護之。

氧化銅之鉍溶液，  
製成甚緩，其達需要之  
濃度，費時約十八小時。

第 2 圖 製銅鉍液之用器

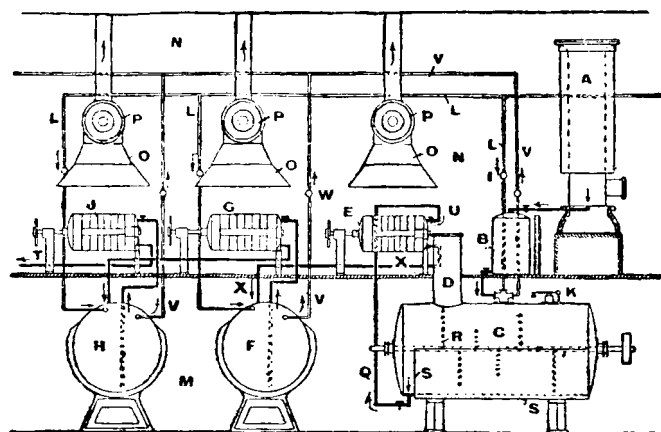


至確實之時間，須視所用之銨液及被接觸之銅素面積而異。如銅素未經氧化，而機械又為新置，則所費之時，約須三十六小時。如溫度，壓力，及密度均屬適當，則時間之多少，對於溶液之性質，毫無妨礙。

有少數工廠，採用間斷法製銨製氧化銅液，即機械工作三小時後，停止二三小時，再繼續工作，至達需要之濃度乃止。惟停止工作之時間內，溫度仍須保持為 $4^{\circ}\text{C}$ 。如欲使溫度固定，可以冷水通過圓筒A之夾層。圓筒內之溶化銅素，每十日更換之。

圓筒A(第3圖)內所製備之銨製氧化銅液，先流入B量儲器，定其重量，然後傾至C混合鍋，以溶化棉花。C混合鍋以鐵製成，中置一攪拌器，每分鐘約轉55-60次，以振動銨製氧化銅液。混合鍋C置於地下室，避免一切溫度之變遷，並裝以夾層，使溶液常保持為 $4^{\circ}\text{C}$ 。混合鍋C上有圓頂閘，中鑽一孔，棉花可由此傾入，而此孔可用蓋以緊閉之。當氧化銅溶於銨液後，可加苛性鈉少許，攪拌片刻，然後加以棉花。100 Liters之銅銨液，約用7-8 kgs之棉花。惟其重量，可以棉花中所含之水分或空氣中之水分

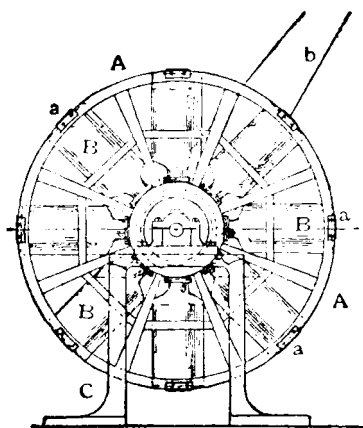
而更變。



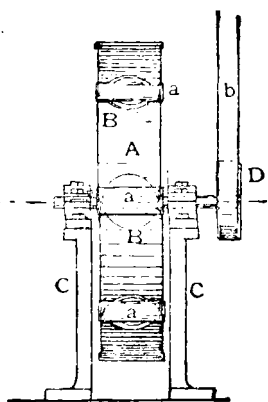
第 3 圖 混和與濾壓機

若溶化棉花後數小時，即須行紡績，則宜選擇漂白之棉花。棉花溶化之速度，因其漂白度而增加，如棉花不充分漂白，或須費時約 25 小時之久。

製銅鉍纖維素液之試驗用機如次：第 4 與 5 二圖示其正面與側面之高度。B, B 爲 A 翼錠 (flyer) 上之皮帶所支持。A 處於兩支持柱 C 之間，爲環繞皮帶盤 D 之 B 帶所轉動。翼錠 A 每分鐘約轉 50-60 次。B 器中盛以溶液約五分之四，並振盪以棉花溶化爲止。



第 4 圖 混和機側面



第 5 圖 混和機正面

測定其溶液之流動度極為重要，可盛 4-5cc. 溶液於玻璃塞瓶中以決定之；即將瓶倒轉，溶液則徐徐流下，成連接之絲。如該溶液僅成斷續之絲，則其流動度尙未達紡績之時期。溶液之流動度，亦可以黏度計測定之。

棉花完全溶化後，其銅銨纖維素液即起分解，惟保持於低溫度者則否。然亦不能完全阻止分解作用，僅可延長數日或數小時耳。分解時發生液化作用，可量流動度以決定之。溶液之分散，影響於絲之品質，故溶液於三四日內，宜即行紡績。



黏膠絲——潔淨之木材，漂白之棉花，亞硫酸法製成之紙料，經苛性鈉之處理而成膨脹之鈉纖維素；乃切成細片，再加苛性鈉液而成半流體，於是加二硫化碳以成膠質纖維素溶液，際此時間與溫度之調節，至關重要，乃經毛細管而成絲。

本法工程上之調節，並非易事，惟其出品優良，費用之低廉，遠非他法所能比擬，無怪其產量佔全世界人造絲產額之百分之四十。

醋酸絲——棉或木纖維經醋酸酐，冰醋酸與硫酸等混合液之處理，成醋酸纖維素，乃加水以沉澱乾燥後溶於酮中而得膠質溶液，壓入毛細管以成絲。

至於纖維素溶液，如何沉澱以成絲，容當次章詳論之。

## 第五章

### 硝基絲之製造

一八八九年，巴黎展覽中，有硝基絲(即Chardonnet人造絲)之陳列；各國乃聞風而起，紛設硝基絲廠。其後復漸次改進，出品日臻優良，乃成今之偉業。

數十年前，*M. Ch. Schaublin* 氏將純纖維素浸於硝酸鉀與硫酸之混合液中，製得火棉類之硝基纖維素。若溶於醇醚之混合液，則爲火棉膠。遇空氣，乃成堅而有彈力之物。

舊法——取棉花，乾草，或木料，製成火棉，溶於醇醚混合液中，得火棉膠。乃加三氯化鐵，或氯化鋅與鞣素，然後抽之成紗，經過含有少許硝酸之水中。其餘各步，與處理天然絲同。染色之人造絲，可於火棉膠中加染料得之。

新法——近時所用方法，較之舊法，雖形複雜；惟所

產之人造絲，性質較爲優良。其製火棉方法，係浸 4kg 棉花，於 35l. 之硝酸與硫酸混合液中，(硝酸 15%；硫酸 85%) 歷時四五小時。硝酸化作用之強弱，以浸漬時間而定，可以顯微鏡測量之。硝基纖維素中所含之酸，可先榨去，而後以水洗淨，乃用離心機 (Hydro-extractor) 去其水分，以不使其含有 36% 以上爲止。且此硝基纖維素，亦無劇烈之燃燒性，最適於造絲之用。

取上法所製硝基纖維素 22kg，溶於 100 l. 等量之醇醚混合液，過濾後，儲於缸內。據經驗所得，新製之火棉膠，製造人造絲，其性質不若用儲藏數日者爲優良。至紡絲之機器極簡單，係爲無數毛細玻璃管，其孔之直徑，自 0.1mm-0.2mm。硝基纖維素經過時，用每方寸 853 磅之壓力。其經過引導鈎捲於絲軸時，亦有數支相併者。乾燥後，絲卽具光澤，韌性，及彈力。乾燥溫度，以 45°C 爲適宜，使醇醚均蒸發，以減少其燃燒性。如欲盡去其燃燒性，須置絲於硫化鹼鍋，洗滌之，於是硝基除去。所得之絲，具有彈力與堅力，惟色稍黃，可用漂白粉去之。至人造絲之染色，與天然絲同，大半所用爲鹽基性染料，無須加染料於纖維素溶液

中，如舊法然。

於 *Nancy* 化學社討論製造硝基絲時，*K. Haller* 報告其關於製造上者，有如次數要點：

(1) 使纖維素完全乾燥 乾燥器，具有銅或鐵管之設備，乃以 90-100°C 間之熱水或水氣通過之。

(2) 酸之濃度 酸之濃度，不獨有關於硝酸化作用之強弱；而產物之溶解度，亦隨其濃度而異。

(3) 一部份乾燥產物之洗淨 此種工作，不能使溫度加高。須用一特製離心機，能循環用淨水使產物乾而濕，濕而又乾，如是數次，並用少許漂白粉及硝酸漂白之。洗淨烘乾，溶於醇醚混合液，製成火棉膠。100 l. 中，約含

純醚(65°C)	36 l.
乙醇(95°C)	64 l.
純纖維素	5 kg

其後該氏又謂四硝基纖維素，可分二種。一為無水者，於完全乾燥後得之，此係普通所用者。一為有水者，含約 16%-20% 之水分，其旋光性 (Optical properties) 及溶解度，與無水者不同。法將洗淨之硝基纖維素分去水

分，所剩者約為百分之三十。一部份為構造中之水，一部份為不結合之水。其醇醚溶液，具有流動性。紡時經過毛細管，可不用水，而能立刻凝結（空氣之作用已足）。

採用含水硝基纖維素，乾燥之工作，可以省去，而一切燃燒及爆裂之危險，自行免除。

除硝基作用——硝基纖維素之除硝基作用，大半於氫硫化物溶液中行之。於 1893 年，*Chardonnet* 氏製得之絲，為純纖維素，毫無硝基之存在。其燃燒力，雖與麻棉相等；惟除硝基作用，可減去其一部份之堅力與彈力耳。在濕時，幾失去三分之二之堅力；但其光澤，遠勝於天然者。

硝基纖維素之乾燥，恐有炸裂之發生，本為極危險之工作。*Chardonnet* 氏發明硝基纖維素，一部份乾燥時，能如完全乾燥者，易溶於醇醚混合液，且其紡紗之成績，亦不低劣。故以此火棉膠，能於空氣中直接紡績，而抽絲之速度較大，機器亦較簡。至廠中之醚蒸氣，必須用上等抽氣機，將其驅逐。

絲之韌力與彈性比較表

絲類	折斷之重量	彈性(百分數)
<i>Chardonnet</i> 法所紡之硝基絲	150 gm	23
<i>Chardonnet</i> 法所紡之硝基絲(除硝基及乾燥後)	110 gm	8
<i>Chardonnet</i> 法所紡之硝基絲(除硝基而不乾燥)	25 gm	—
<i>Bronnet</i> 法所紡之硝基絲	125 gm	28
<i>Bronnet</i> 法所紡之硝基絲(除硝基及乾燥後)	115 gm	13
<i>Bronnet</i> 法所紡之硝基絲(除硝基而不乾燥)	32 gm	—
天然絲	300 gm	18

附註 1. 折斷之重量, 代表該絲在將斷時所能支持之重量。

2. 彈性, 指示絲於將斷時所能引長之百分數。

3. 上列數目, 隨硝酸化作用適宜與否, 及液體之濃度而異。

以上僅為許多實驗中所得之平均數, 所指者為 100 deniers 之標準絲。

除硝基後之絲, 其光澤與韌力, 以所用氫硫化物之性質, 及除硝基時之情形而異。如用氫硫化鈣, 所得之絲, 既硬而脆, 且其韌力亦減少。他如氫硫化銨, 對於熱力, 具有極大之輔助能力, 適宜於除硝基作用; 但其價甚昂, 而有臭味。氫硫化鎂, 能迅速除硝基, 可產較強之絲。故氫硫化銨與氫硫化鎂之混合品, 最適於除硝基作用也。

氫硫化鈉, 亦可為除硝基劑。至除硝基作用, 必須於

低溫中行之，以免硫磺堆積於纖維素。該硫磺係由硫化氫，爲硝酸所氧化而成。氫硫化物除硝基時，溫度均有限制。如低於限制溫度，則除硝基甚緩，且不完全。

硝酸之纖維素酯，其皂化作用，必與所產硝酸之完全還原作用，同時進行。欲求完全還原，則一分子之四硝基纖維素，須用八分子之硫化氫，如能特別注意，則用四分子之硫化氫亦可。而大部份之硝酸，還原爲亞硝酸，與存在之鹼類相結合，發生少量氨氣。硫化銨能產生少量之硫氧化物，亞硫酸物與一硫硫酸化物使硫磺變爲多硫化體，存於溶液中。故硫磺之存在，對於纖維之光澤，毫無妨礙。

*Vivier, Cadoret, Lehner, 及 Girard* 諸氏，嘗欲製成 *Chardonnet* 人造絲之仿製品，以盡除其缺點，其改進之思想，均至試驗時期而中止。當氏等加他種物質於火棉膠中，對於所紡絲之光澤，拉力，及均勻等，均有弊端發生。

*Lehner* 氏獨繼續其試驗工作，設一廠於瑞士，初不能出產可售之絲，歷有年餘，乃盡去其已註冊者，終用硝基纖維素，按 *Chardonnet* 法而告成。氏所用之火棉膠液，

較之 *Chardonnet* 所用者爲稀，乾燥後僅爲原有重量之百分之十，經毛細管，水槽而完成。應用此法，閉藏器或桶中之氣壓，可以減少，故可用玻璃活塞，以橡皮管與毛細管及運輸諸管接連。如此毛細管之孔，可稍加大。惟捲絲之速度，因壓力之減低而緩，是其弱點。

至 *Chardonnet* 方法，最小須用 60 Kgs./sq. cm. 壓力，方可使其濃溶液，通過毛細管孔。火棉膠之流動性減低，能使壓力增高；而火棉膠之濃度稍增，則其流動性亦即減低不少。

*Lehner* 氏謂濃硫酸與鹽酸，對於火棉膠，有使成流性作用。*Chardonnet* 氏以爲加醛，乙烷硫酸，及氯化銨於火棉膠中，亦能使成流液。不幸以此種物質所得之流動度，不足使 *Chardonnet* 氏之極濃溶液，達到適用之稀度。

1895 年，*Bronnet* 氏謂某有機或無機物之醇液，溶四硝基纖維素甚易；而純醇液則否。氏謂欲得完善之溶液，以製人造絲，以加氯化鈣爲最宜。純粹之水，可作凝結液體之用，如是於玻璃片上蒸發，即得堅而富有彈性之透明物。醋酸銨之乙醇溶液，亦可溶解四硝基纖維素；但所得



之溶液，其黏度不宜於紡績。當此溶液，置於蒸發皿中，加熱呈棕色，其流動度，不復可紡成絲。若於玻璃片上蒸發，則其殘餘物，無黏力與彈性，觸之成粉末。

硫酸銨之乙醇溶液，能溶解四硝基纖維素；其溶化物，經過數星期後，則成黃色之膠性物。

醋酸銨所生之高液化作用，係由於溶化硝基纖維素分子之變化，或加水分解耳。如繼續研究該類反應，或可確定纖維素之構造式。至氯化鈣，似可將四硝基纖維素與乙醇成爲縮合物也。

四硝基纖維素，爲一氧纖維素酯。纖維素分子中之四氫基，於硝酸化作用時，即被氧化；而一部份之硝酸，去氧爲亞硝酸。最有興趣者，以直接分析方法，鑑定硝基纖維素，有 Ethoxyl 基之存在，故溶於乙醇溶液焉。

當一分子之氯化鈣，加於一分子之四硝基纖維素，雖即時成爲溶液；但欲達最高之液化度，須加熱至 60-70°C，約半小時，放冷後始得。

## 第六章

### 銅鉍絲之製造

銅鉍絲，亦名 *Despeissis* 人造絲，以純纖維素製成。其光澤，堅力及彈力，一如硝基絲。所用之機械與製各種人造絲同，所異者惟化學方法耳。其原料為棉花，溶於鉍製氧化銅液，被壓通過直徑 18-20mm. 之毛細管，乃浸於硫酸與水混合液中。所得之絲，捲於玻璃筒管，以乙酸或甲酸洗滌，乾燥，乃捲於筒管，分為漢克 (Hank)，以售於市。

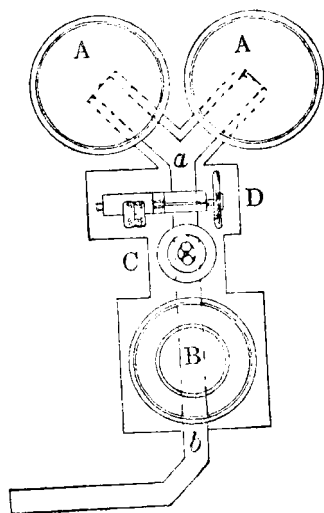
上述之方法，為 1890 年法國 *M. Despeissis* 氏所發明，惜氏未竟其試驗。其專利登記，因未付稅，亦即取銷。火棉膠雖能溶於鉍製氧化銅，惟製成適用於造絲之溶液濃度，則生問題。

鉍製氧化銅製絲，木纖維亦可供用，惟以棉花，亞麻，

苧麻，以及有相似之化學構造式者為最宜。尤以美棉為最。或取棉紗紡廠所棄之花亦可。紡織上等棉紗，必須採用長纖維；但製人造絲則否。惟棉花之粗細，拉力，及光澤等，則能影響於絲之品質。故用上等棉花之廢絮，較用普通之短棉為佳；但最上等之人造絲，普通均以最長之棉花製成，於是成本亦昂。

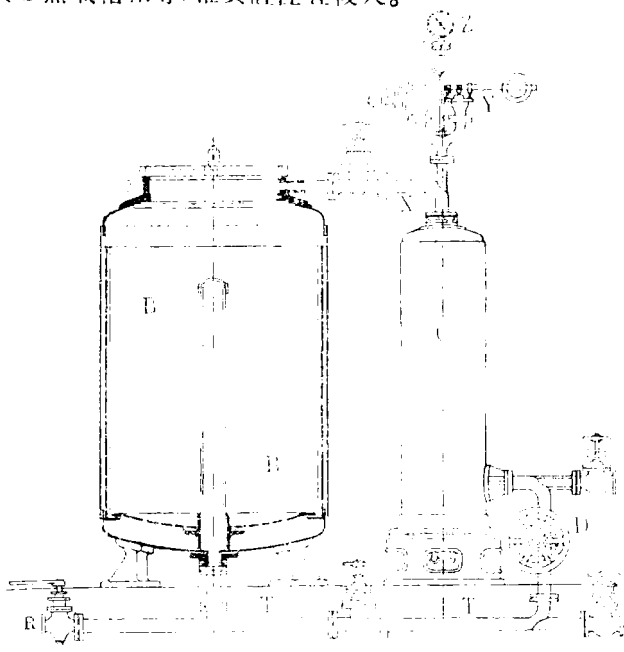
*Glanzstoff-Fabriken* 廠欲減輕成本，以竹纖維為原料；但其製成之絲，較用棉纖維為劣，因竹含有多量之 Pecto-celluloses 及少許之 Ligno-cellulose 也。

製造銅鉸絲，須用清潔漂白之棉花。加於鉸製氧化銅液前，可以苛性鈉與碳酸鈉，將棉花浸漬，以代普通鹼製操作，於鍋爐中，用低壓將其煮沸而成。



第 6 圖

其製備室中，水泥地面，宜稍行傾斜，使水及他種流質易於流出。如第 6 圖所示，A, A 爲二隻容量可 200 lbs 之鐵桶。其出管於 a 處相合。中間 C 爲蒸氣箱。位於 A, A 與 C 之間者，爲一旋轉之唧筒 D。C 箱與 A, A 鐵桶用 a 管相連。而 C 箱則與 B 鍋爐相連，如第 7 圖。鍋爐之高度與 C 蒸氣箱相等；惟其直徑宜較大。

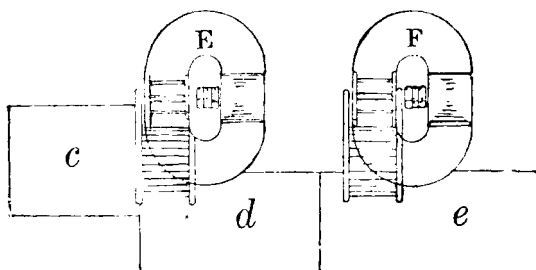


第 7 圖 蒸氣箱與鍋爐

碳酸鈉及苛性鈉之溶液，盛於 A，A 桶內（如棉花爲 220 lbs. 則每桶置 66 lbs. 之碳酸鈉及 110 lbs. 之苛性鈉）。如是溶液因旋轉唧筒之力量，流入 C 蒸氣箱，乃通水蒸氣，以增高其溫度。唧筒繼續工作，C 蒸氣箱（第 7 圖）因溶液充滿，而由 X 管流入 B 鍋爐。每 220 lbs. 之棉花，乃與此 1000 liters 之溶液相混和。當鍋爐 B 已滿盛溶液與棉花，停止唧筒之工作。棉花投於鍋後，鍋爐蓋以陰陽螺旋旋緊，使不漏氣，乃通蒸氣，氣壓爲  $2\frac{1}{2}$ 。鍋蓋上置一溫度表，着於溶液，以便調節溫度。其外有安全塞 Y 及汽壓表 Z，與鍋爐相通，其蓋旁之管，有活塞，以調節液體之通入。而液體之通入，又賴唧筒 D 之力。至棉花則用多孔之鐵片，以維持其適當之地位。其煮沸時間，以 3-3 $\frac{1}{2}$  小時爲度。溶液則由 B 鍋經 T，T 管而達蒸汽箱 C；復由 C 箱，因唧筒之作用，經 X 管而回達於鍋爐 B，如是得反復經過棉花層矣。

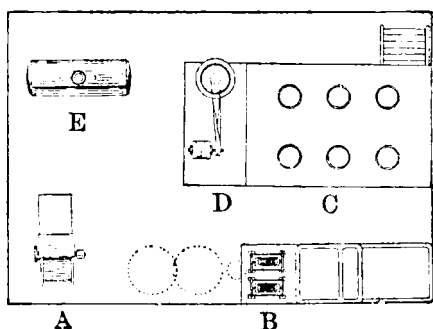
煮沸完全後，即停通水蒸氣，而開 R 活塞，俾溶液得以流出。乃去鍋蓋，傾水於棉花，以爲初次洗滌，乃由工人取出，投於柳枝籃中。

移盛棉花於C木桶(見第8圖),通過E洗滌器,以水洗淨。由E洗滌器取出,置於第二木桶d中,去其所附之鹼性液,至其他雜質,可用F漂白法去之。棉洗後投於離



第8圖 木桶洗滌器

心機D,(見第9圖)片刻,即可去其水分,乾後經開棉機(Opening machine)A,以鬆解其纖維。



第9圖

如上洗滌後，投於C缸，(見第9圖)中盛稀氯化鈣溶液，(33 lbs. 氯化鈣，溶於500 Liters 水中)；但須於電槽B，先行通入40 amperes 電流。棉花浸此溶液，約五六小時，時加攪拌。工作完後，棉經洗滌器F洗滌，(見第8圖)次移於木桶e，用離心機去其水。

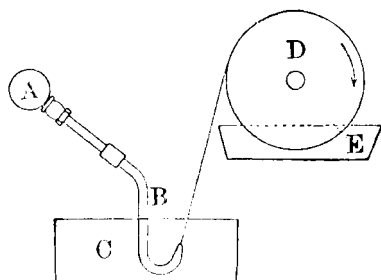
如第9圖所示，有二大儲蓄器E，一置濃苛性鈉液，一置稀苛性鈉液。

當鹼製棉於離心機取出後，置於鐵皮箱，其容積約66 lbs.，乃由此鐵皮箱轉移於混合器，以溶棉於鈹製氧化銅溶液也。

溶於鈹製氧化銅液之纖維素，離毛細管後，即通過特製之化學槽，則纖維素溶液凝結成絲，同時復除其所附之銅素與鈹。其適宜之操作，利用皮帶盤與筒管等，將絲繼續引出，經過稀酸槽中；其所費時間，須適可以化學作用，除去一切銅素及鈹。由毛細管射出之絲，係黏合體。於洗淨後，乃通熱空氣於筒管烘乾。

第10圖為製銅鈹絲工作時一部份之現象，A為分散管，銅鈹纖維素液於壓力下由此經毛細管B，壓出之纖維

素液，經酸槽或鹼槽C，乃凝結成絲，捲於筒管D，D於E槽旋動，槽中盛有稀酸溶液。C槽，用酸為凝結劑，則當絲凝結之際，即將銅除去。自毛細管射出之絲，初為藍色；但



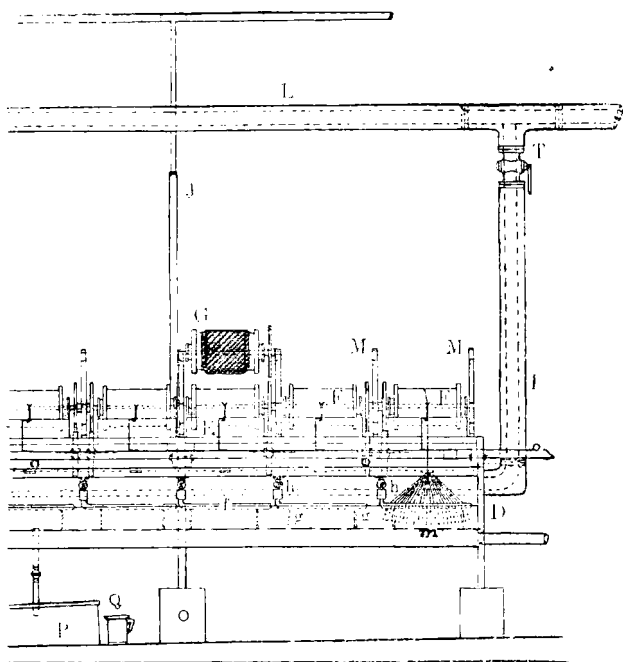
第 10 圖 毛 細 管 及 凝 結 槽

經過C凝結槽後，即變為白色。惟通常C槽中取出之絲，仍含有銅素，宜再通過稀酸溶液，故D筒管上之人造絲，復於E槽稀酸中旋轉也。如用鹼凝結者，於凝結槽中不能除去其銅素。故絲由槽中取出時，仍為藍色，是因銅素纖維素沉澱所致。當水洗淨後，必須經稀酸槽以除銅素，方得白絲。

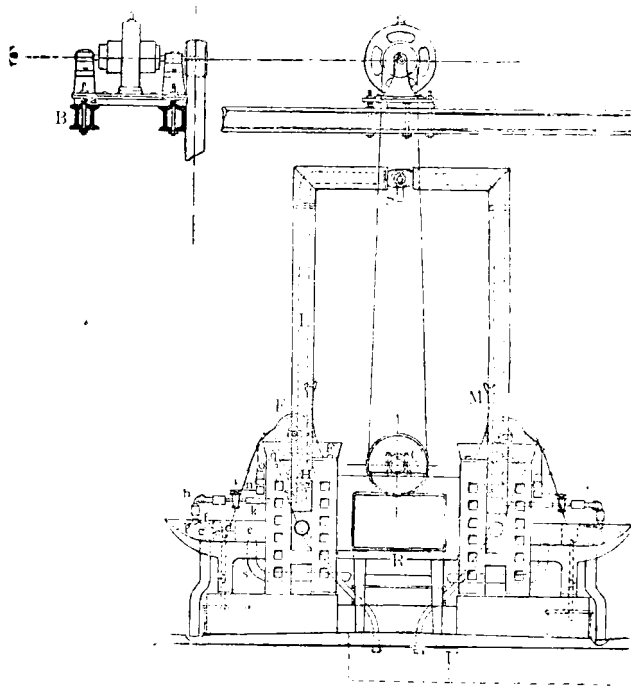
由E槽取出後，捲於筒管，以水洗去其酸，則烘乾後即可分為漢克而完成。銅鉍法為製人造絲中之最簡單者，其所用機械，皆不甚複雜。



第 11 與 12 圖所示，爲其紡機 (Spinning machine) 之前面與側面。第 13 圖爲第 11 圖一部份之放大圖。第 14 圖爲第 11 圖由 A B 線之表面圖。溶液由桶流至 L 總管，(見第 11 與 12 圖) 乃由此達各紡機之末端。L 諸管可引導溶液。第 11 與 12 圖均以虛線示明，皆爲鐵製；然亦有



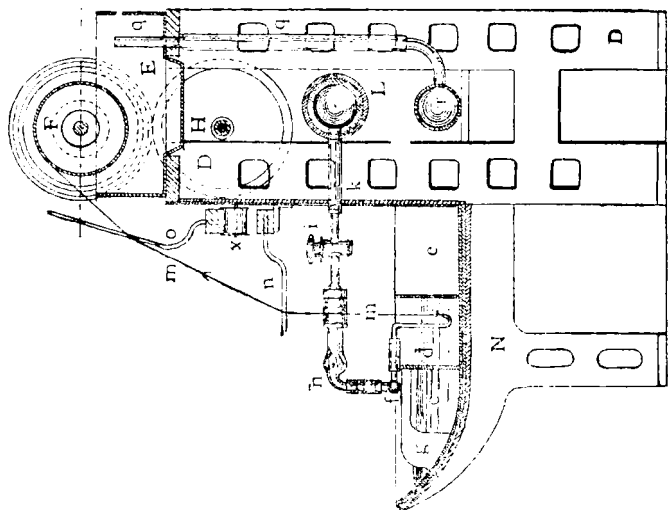
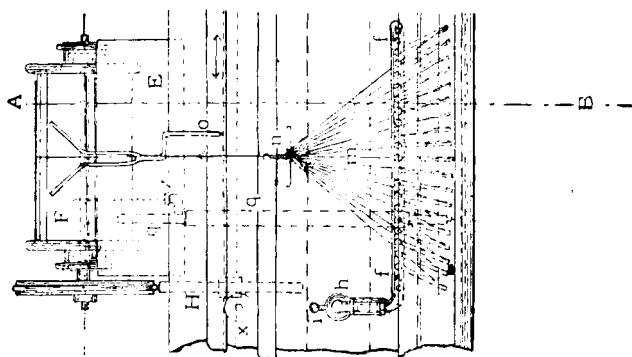
第 11 圖 紡機之正面



第 12 圖 紡 機 之 側 面

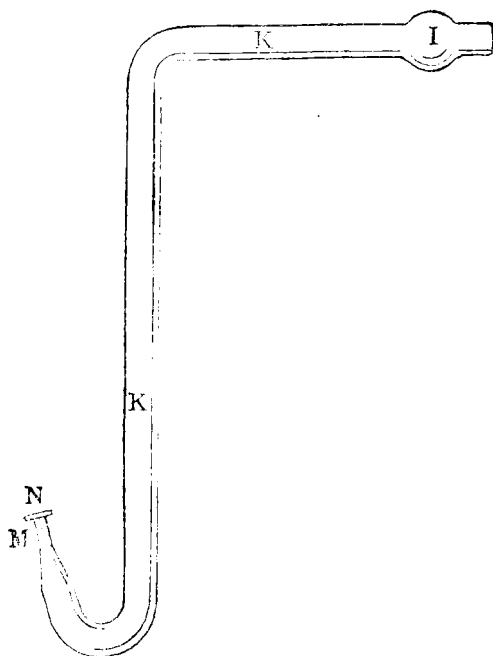
以玻璃或瓷器製成者。各圍以絕緣體，使通過之溫度，常保持為  $4-5^{\circ}\text{C}$ 。L管上有無數短管，以橡皮管與 i 玻璃注管相接。當注管開時，溶液即經橡皮管，至 h 彎管與玻璃或鉛製之 f 分散器，乃達玻璃毛細管。

第 13 圖



第 14 圖

第 15 圖爲毛細管之放大圖。其一端浸於 d 鉛槽(第 14 圖)之硫酸中。自分散器 f 所出之絲 m, 爲玻璃導絲

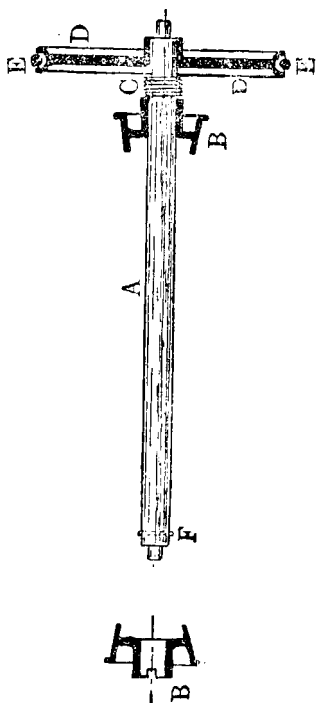


第 15 圖 毛細管之放大圖

鉤 N (第 13 與 14 圖) 所集, 然後於未捲於空玻璃圓筒 F 前, 經第二導絲鉤 O。O 導絲鉤之上部, 裝於長棒上, 爲 X 反摩擦羅拉所支持, 能側面活動。此棒之平面上下動作

時，O 導絲鉤於玻璃圓筒 F 左右活動，如普通經絲捲機然。木棒，導絲鉤，及玻璃圓筒，均為懸於 B 橫木上之 A 電動機所活動。A 電動機之動作，以皮帶傳達於皮帶盤 C。皮帶盤 C 每小時之旋轉數為 7500 次，使圓筒 F 發生圓轉動作，導絲鉤乃上下動作矣。

每筒管或圓筒 F 浸於稀硫酸之 E 鉛槽，加以一部份之旋轉。因欲限止玻璃筒管 F (第 11 與 12 圖) 之動作，乃置於絲軸 A (第 16 圖) 上，其一端有一溝輪 D，以 E 橡皮圍繞之。兩紫銅圓錐 B, B, 支持玻璃圓筒，使處於 F 針與 C 彈簧之間。圓筒置於 M, M (第 11 與 12 圖) 之上，若與 II 相接觸，即行轉

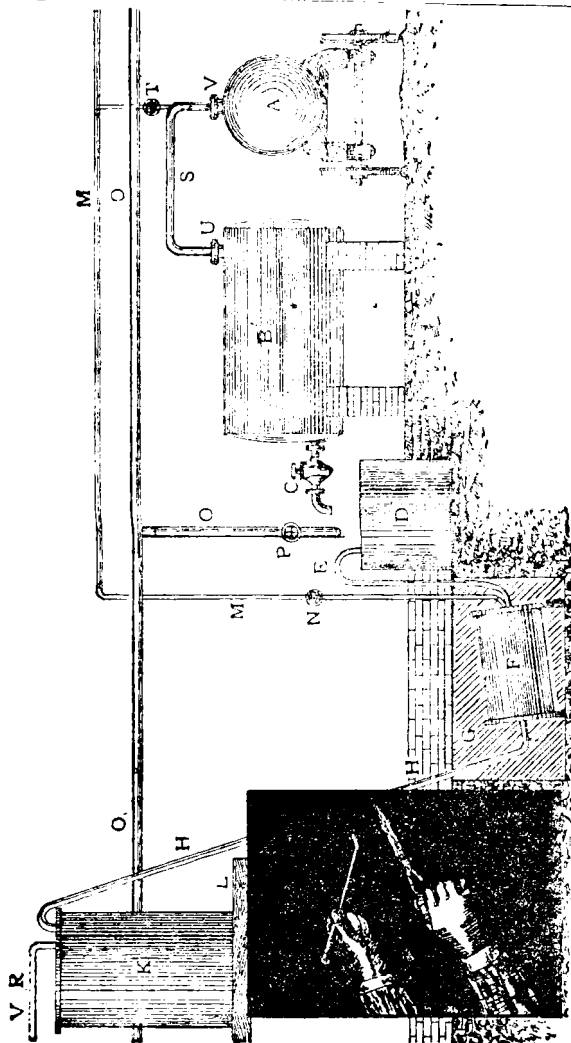


第 16 圖 支持玻璃筒管圖

動。q 管(第 14 圖)連接 E 槽與 R 管,使硫酸由 u 大管(第 12 圖)漸次流出,至室外之陷阱中。但 q 管之頂端爲過流管,當 m 絲捲於圓筒時,繼續吸上硫酸。

第 14 圖中,有三殊異之槽 c, d, e, 置於 N 木架之上,槽內各襯以鉛。c 槽中冷水循環流動,使 d 槽之硫酸,冷至  $17^{\circ}\text{C}$ , 且保持之; e 槽用以容納工人投入之斷絲。g 鉛片於適當距離,配於 c 槽內,以支持 f 分散器。自毛細管射出之絲,浮於 d 硫酸槽中,以銅鉤撈取。(第 17 圖)該絲通過 n 與 o 導絲鉤,至 F 圓筒(第 13 與 14 圖)上,然後用鑲製剪刀將鉤上絲之不均部剪去,乃捲絲於筒管。惟 m 之 18 支絲中,(第 13 圖)常有一二斷者,必須用鉤將浮於硫酸面上之斷絲撈起,橫置於其他絲上,拉長後捲於筒管,此爲連接工人之唯一工作也。

至沉澱纖維素液之酸,其溫度須加注意。如酸液加熱太速,必損及纖維素,且發生分子之變換,致產絲鬆脆;故酸液之溫度,以  $20^{\circ}\text{C}$  下者爲適宜。自 d 槽中取得硫酸,以 5cc. 盛於玻杯,加甲橙三滴,成淡紅色。乃加以滴定之碳酸鈉液(例如 0.935),及變爲黃色爲止。所用碳酸鈉液之



第 18 圖 硫酸槽

第 17 圖 處理絲圖

cc. 數，可示純酸量也。如 5cc. 硫酸與甲橙三滴相混合，須用 31cc 之碳酸鈉液，方可呈黃色。設使 1cc. 之碳酸鈉液等於 0.0935cc. 之硫酸，(測定於前)，則 d 槽硫酸之濃度為

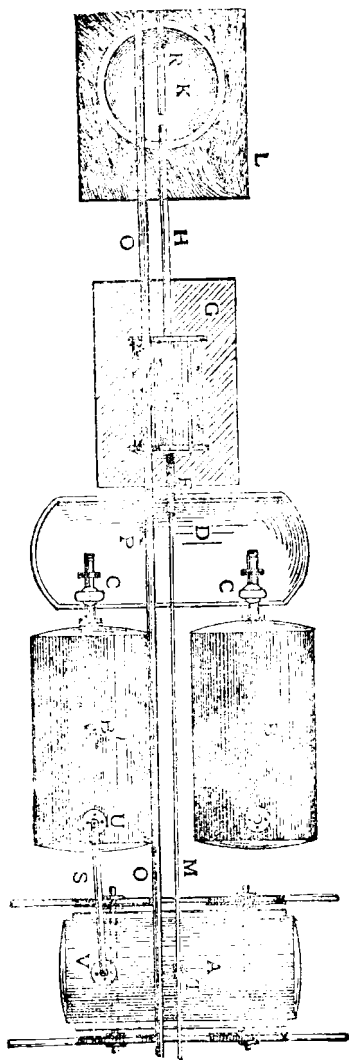
$$0.0935 \times 31 \times \frac{100}{5} = 57.97\%。$$

按上分析之結果，紡絲者可決定酸槽 d 中須加酸或加水也。如酸稀釋至 20%，所產之絲，韌力減低，於此溶液所得之絲，未達第一導絲鈎時，即易折斷。絲若通過 90% 之硫酸溶液，則必完全燒焦。又硫酸之百分率，如 d 槽不含有煙化銅及氮，可以比重表測量之。富有經驗者，視斷絲是否浮於 d 槽中硫酸面上，或有一部份下沉，即可定其濃度之約數。

當硫酸太稀時，由 P 管(第 11 與 12 圖)漸次流入 P 陶器缸中，乃以小瓷杯傾 P 中之酸於 E 槽。捲於筒管之絲，浸此稀酸內。水由 J 橡皮管通入，接連於總管，見第 11 圖。各 J 橡皮管之下部，有一龍頭，分列於 E 槽前，可隨時加水於硫酸。每日二十四小時內，約用 2400l. 之硫酸，出產 350 kgs. 人造絲。酸之消耗，與絲之應除銅素與氮量成爲比例。



第 19 圖 硫酸槽



硫酸盛於 A 圓桶 (第 18 與 19 圖)。用通過 M 管與 T 活塞之壓緊空氣，將 A 桶之硫酸被迫通過 S 管與 u 口，流入 B, B' 圓桶內。酸液需用時，可由 c, c' 大瓷注管流至 D 長槽，以水沖淡至適宜之濃度。所用之水，以 O 管與 P 活塞輸入。準備之溶液，通過 F 吸虹管，經真空唧筒 (Pulsometer) F, 達 L 架上之 K 桶，其後由 K 桶中之鉛製吸虹管 R, 導酸液至紡

絲機之 d 槽。(第 12 圖)橡皮製之真空唧筒 F, 見第 18 圖, 由 M 管與 N 活塞得到壓緊之空氣。於 R 管中, 有一漏斗形之小口, 使吸虹管起始工作也。

## 第七章

### 銅鉍纖維素溶液及其溶劑之製備

#### 一、銅鉍纖維素溶液之製取

*Glanzstoff Fabriken* 廠通法製纖維素溶液——普通棉花，遇 Schweitzer 氏試藥，膨漲而稍行溶解。若於常溫行之，纖維素即過氧化而不能製人造絲，若於低溫，銅素與纖維素，成一定之比例，則可得適宜之絲溶液。但成此溶液甚緩；為節省時間，可將纖維素加漂白粉之清溶液，使其氧化延長，則所得之物，易溶於鉍製氧化銅液，約 8%。如是所製成之絲，易染於鹽基性染料。染色如欲得更優美之結果，纖維素宜先行水化；即浸纖維素於冷濃苛性鈉液，乃用清水洗淨而得。如此所成之纖維素，能立溶於低溫之鉍製氧化銅液。若加少許收斂物，錒及鞣素，則無損於絲之光澤。製成此液之法，如欲使其簡易，可於低溫，

將水化纖維素浸於濃苛性鈉液，冷時加計算量銅鹽，則此混合物，可直接溶於鉍液。

水化纖維素幾不溶於鉍製氧化銅液，如先浸於苛性鈉，次用水洗淨，則易溶化。

*Fremery* 與 *Urban* 氏法——*Glanzstoff Fabriken* 廠之主任 *Fremery* 與 *Urban* 氏於比利士專利登記錄，著有長篇關於預備纖維素之鉍製氧化銅液之文字，討論普通之漂白劑，氧化劑，還原劑，及其他試藥如亞硫酸鹽，亞硫酸，硫酸，苛性鈉液，及二硫化碳等對於纖維素之作用。試遇稀無機酸，可變纖維素為水化纖維素。今者不獨能於最短期間，溶化纖維素於溶劑中，且能製得二倍濃度之溶液，茲舉例如次以證此法之實用：取洗淨而未漂白之棉花，浸於鉍製氧化銅，費時多日，亦不能製成 3-4% 之纖維素溶液。若將同樣之棉花，先浸於每 liter 含有 15g. 之漂白粉溶液達 12-18 小時，取出洗滌烘乾，浸於同上鉍製氧化銅液，於數小時內，可為 10% 或以上之纖維素溶液，如漂白作用過度，則纖維素之鉍製氧化銅液，不成黏膠漿，而為稀液體，不適用製人造絲。漂白之作用，因纖維

種類之不同，而有區別；其較稀之漂白溶液，適用於棉花，而較強之漂液，用以處理蕨類纖維。纖維素用硫酸處理而為羊皮紙化者，通稱 Amylöide，尤易溶於鉍製氧化銅液，能製成 10% 或以上之溶液。此種 Amylöide 溶液，一如普通纖維素，可製同樣支數之人造絲。至於製造水化纖維素，可將純潔之纖維，浸於 3% 硫酸，不加洗滌而壓之，任於空中乾燥。完全乾燥，於 40°C 後，洗滌重乾燥之。

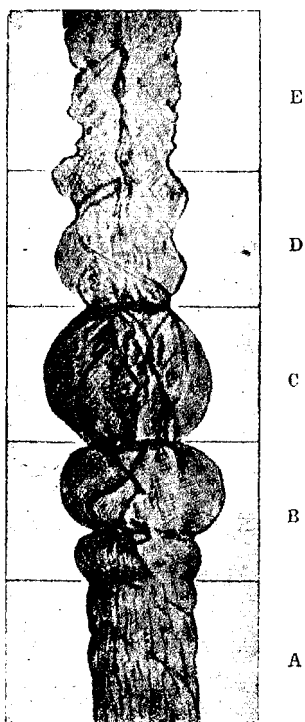
*Foltzer* 氏法——此係工業法，用製 10% 水化纖維素溶液。冷時於 24 小時內可直接溶於溶劑。此纖維素溶液，於冷時如不高於二氣壓之壓力，可得適於製紡之人造絲，其光澤及強度，與人造絲相等，借水不加重。製此溶液，可將普通棉纖維或其他植物纖維，搗之成漿，浸於碳酸鈉及苛性鈉混合液中：100 kg. 棉花浸於 30 kg. 碳酸鈉及 50 kgs. 苛性鈉之 1000 liters 溶液中，共盛於鍋爐。棉纖維置於有孔之鐵板間，而溶液於 119°C. 及半氣壓時，因旋轉唧筒返復動作，得繼續循環流動。溶液於沸時，繼續經過棉纖維，約須四小時。惜氏只論其方法，所用化學藥品之百分率，作用時間及煮沸時所須要之溫度壓力，以及機械

之組織，未曾提及。

100 kg. 棉花及 1000 liters 溶液之比例，未必成爲定數，以所用纖維素之純粹與否爲轉移。如用木料及其他植物，必考其所含纖維素之百分率，庶幾可以計算。

稍漂白之棉花，浸於鉍製氧化銅溶液中，首先緊縮，未幾膨漲，分解其一部份，終則完全溶化。銅鉍液對於纖維素之作用，首先研究者爲 *John Mercer* 氏，其後繼之者爲 *Schweitzer* 氏，二氏均有詳細之述明。後起之科學家，如 *A. Herzog*, *Wiesner*, *Hassansek*, 諸氏，對於纖維素之性質，均詳加研究，且用顯微鏡之照相，以解釋纖維素構造之一切變化。若用 200 至 300 倍之顯微鏡，可考察棉纖維於低溫時遇銅鉍液，立即膨漲，未幾分解而完全溶化之現象。如取平均長 40-45 mm. 之漂白棉纖維，置於二薄玻璃片間，加一滴銅鉍液，使纖維之一端與該液相遇，於是此纖維可漸次溶化。第 20 圖係示棉纖維之一端 A，與一滴之鉍製氧化銅液相遇時，則其溶液，漸次爲纖維素所吸收，達於 A 之上部，於某時間，可如圖中所示。溶液將達 A 之上部時，其纖維素之構造，與未經染溶液之部份同；惟稍

有物理變化，如緊縮，撚回等。於B點上，因遇該溶液，影響之時間稍長，其緊縮較烈，故其纖維素四周之隙亦稍闊，膨脹成爲球形。於C點上，因受溶液之影響愈久，其纖維素已將分解。於D點上，原有纖維素之構造式已行失去，而將成膠質物矣。至於E點，因受溶液之影響最久，已行溶化。纖維素完全溶化後，其均勻之黏液，含有有機化合物。



第 20 圖

*Despeissis* 法——用硝基纖維素製成之人造絲，易燃燒，須經複雜之化學操作，始能稍減其燃燒力；惟仍有一部份之硝酸存在，須加磷酸鹽，硅酸鹽及鋁鹽等或膠性

物以去之。至此鹽類，則有損於人造絲之品質。但其原料為純纖維素，可避免一切之燃燒。纖維，溶於銅銨液中，儲於桶內，因空氣之壓力；使漸次由毛細管通出。

自毛細管流出之纖維素液，通過盛有化學品之槽，如硫酸，稀鹽酸，醋酸，乙二酸，(Oxalic acid) 稀酒石酸，檸檬酸，乙醇，鞣酸等。其作用均可使纖維素液變為固體，同時除去纖維素所含之少數銅素及氮。鹽酸可使 Schweitzer 氏液，變為氧化銅及 Ammonium Hydrochlorate，因其易於溶化，與絲可以分離，而成純纖維素。

當人造絲洗淨後，徐徐經乾燥爐或熱空氣吹管，以除水分，至適宜乾燥度為止。然後捲於筒管上備紡。如欲使人造絲所含成分較近於含有氮化物之天然絲，可加少許動物之有機體，如蛋白質等。此種物質，亦溶於 Schweitzer 氏試藥中，可以混合成絲中之主要成分。促進纖維素溶於 Schweitzer 試藥中之作用，可先將其中所含脂肪物除去。當溶液製備後，乃以沙或細石綿濾去其不溶化之物質。

*Dr. Pauly* 法——用稀鹼液將纖維洗淨，乾燥後溶



於鉍製氧化銅液。至該溶劑，係將銅素於氨中為空氣所氧化，銅乃漸次溶化而成。於氨氣中，銅上置一白金陰電極，則氧化時有電流對於該金屬發生作用，此法可以純粹之氧，代替空氣。如用每 Liter 含有 15 g. 之銅素及 10 倍重氨溶液尤佳。然後使 45 g. 之纖維，溶於一 Liter 之鉍製氧化銅液，其為溶液，費時約八日。較高之溫度，能減低纖維於鉍製氧化銅液中之溶解度，且易分解，故溶劑宜儲於冰桶也。如欲用此低溫之溶液，以製人造絲，必先過濾，使其均勻。然後此液被壓通過極小之孔，而沒於醋酸等之沉澱槽中，及絲所含之銅素與氨均收回後，於熱滾筒烘乾，捲於筒管。

浸於苛性鈉液之棉纖維，易溶於鉍製氧化銅液。所有雜質，或剩於濾壓器，或剩於沉澱及洗滌盆中。至構造式中之雜質，可用氯素漂去之。

借鹼煮沸，纖維損失重約 7-10%。其遺棄者，Dr. E. Schunk 分析之，得如次之結果：

- (1) 棉花蠟質，係中和性，熔度為 80-86°C。
- (2) 脂肪酸，或係軟脂酸與硬脂酸之混合體。

(3) 膠性酸 Pectic Acid。

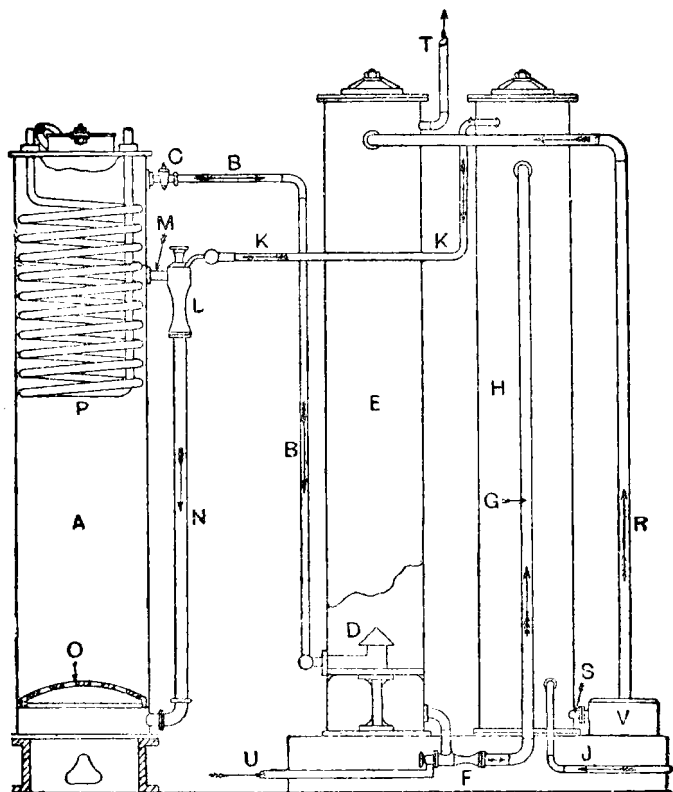
(4) 色料。

*Linkmeyer*法——此法係投棉花於稀銨製氧化銅液，使纖維素軟而膨漲，如是即於溫度 10-15°C 間，亦能溶於較濃之銨製氧化銅液。其混合桶中，有一部份之氨分出，可用唧筒除去，導入於水中，將其收回。如 7 g. 之漂白纖維，浸於 150-180cc. 之稀銅銨液，(每 liter 含有 9 g 之銅及 90 g. 之氨) 經一小時，將棉花取出，搾去其液體，重溶於 100 g. 較濃之銅銨液。(每 liter 含有 16-18 gms. 之銅及 250 g. 之氨) 則於極短時間內，溶液即完成。

## 二、銨製氧化銅液之製備

*Societe Anonyme Soieries Nouvelles de Bruxelles* 法——此專利登記，為工業上製造銨製氧化銅液之新法。其器械之順序，見第 21 圖。用以氧化之空氣，由銅管 A 之頂上通出，至凝冷器 E，(為設有磨粉器之骸碳圓筒)。導入 E 處之氨氣，為水所吸收，終則被壓由注射器 F 噴出，經過 G 管，至第二圓筒 H，因有 J 管通入之空氣，氨液四

散流下。於是H圓筒之空氣，含有氨氣，由K與N二管及L大注射器，導入A圓筒之底部，如此繼續其循環作用。所成之銨製氧化銅液因注射器L，N與K二管，得以循環



第 21 圖 製銅銨液機

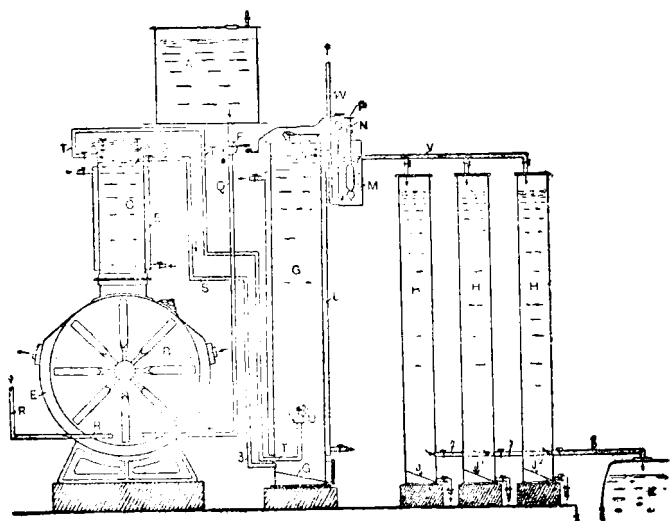
流動至一定之濃度乃止。B, C, D 爲空氣與氨氣自 A 圓筒至凝冷器 E 所經過之管。O 爲置銅之有孔鐵板；Q 示鉍製氧化銅液之高度，稍超過 M 出管；R, S, V 爲由圓筒 H 流出之水，至吸收氨氣之凝冷器 E 之流動部份；T 爲用以氧化之空氣之出管；而 U 爲輸送水汽至注射器 F 之管。（水氣可促進圓筒 H 中之氨氣之分散。

*Wassermann* 及 *Jaeger* 氏法——*Wassermann* 及 *Jaeger* 氏發明新法製銅鉍液，其原料爲 Cuproid，乃搗碎之氧化銅。該法之優點有二：

(1) 於含銅及氧化銅之副產品中，可將 Cuproid 收回。

(2) 搗碎之氧化銅，具有極大之面積與氨氣接觸，故氧化甚速，而用以氧化之空氣量，亦可減少。

其製銅鉍液之器械順序，如第 22 圖。18-24°Bé 之氨液，自 A 桶經過 Q 管，流入 B 器；此器用以混合，中盛搗碎之氧化銅，上裝一 C 圓筒。至 B 混合器及 C 圓筒，以 E 及 E' 圍套包圍，冷液於此夾層中循環流動。如此順序，則起作用時，氨氣之溫度可減低。緊壓之空氣，自 R 管通入 B



第 22 圖 製銅液機

桶底部之孔，上升至 C 圓筒，至氧化完全後，由 S 管通出。B 混合器中之氨氣與氧化銅，以攪拌器，使之流動，乃因緊壓空氣之力，發生氧化作用，立將銅素溶化。當氨氣自 A 桶經過調整塞 F 及 Q 管流入 B 混合器時，一部份之銅液，由 S 管流入 G 圓筒，與由 T 管及噴水管 U 流入之空氣，繼續氧化。則流入 G 圓筒之細粒氧化銅，亦得完全成爲溶液。由 T 管通入 G 圓筒之緊壓空氣，經 U 噴器，達

G圓筒之上部；惟氧化銅之最重物質，僅達G之底部。G圓筒中之銅鉍液，經過V管，由諸開關(Valve)通入H三小圓筒，而未溶之物質，沉於J, J<sup>1</sup>, 及J<sup>2</sup>。已與氨氣接觸之Cuproid沉澱物可次第棄去，而在B, C二器中所準備之新溶液，可以加入矣。

H小圓筒中之傾去液，由W管通入K桶，準備容納纖維素，以溶化之。G圓筒外，亦有L圍套包圍，而自G經V管流入H之鉍製氧化銅液，必須通過中置N比重計之M器；此比重計用示銅鉍液之濃度，且能阻止A桶中液體之傾入。當M器中鉍製氧化銅已達適當之濃度，則比重計之頂P與O接觸，電流亦相接，使開關F開啓，A桶之鉍液，繼續流入B, C二器，與Cuproid起化學作用，成爲銅鉍液。至銅鉍液尚未達適當之濃度時，比重計沉下，電流亦斷絕，開關F亦閉矣。故如上法，可繼續製銅鉍液。

兩氏又謂先將一定量之氯化鉍與氨混合，再加粉末之氧化銅，則可不用空氣氧化，攪拌片刻，即有大部份之銅溶化。如35g.之氯化鉍，可將50g.之Cuproid溶於100cc.之24°Bé鉍液。雖於常溫，其溶液亦甚易準備，惜

不能溶化纖維素。若欲製能溶化纖維素之銅鉍液，溫度必須減低至  $2^{\circ}\text{C}$  左右。法將 25 g. 氯化鉍，溶於  $24^{\circ}\text{Bé}$  100 cc 鉍液，乃加 25 g 氧化銅。攪拌後氧化銅漸次溶化，再加 7-9 cc 之  $25^{\circ}\text{Bé}$  苛性鉀液，重行攪拌數分鐘，於低溫靜置數小時，有沉澱，其傾出液可用以溶化纖維素。

如上製成之銅鉍液，亦能溶化木漿 (Wood Pulp)。所製之人造絲，其拉力較之用他法製造者，高約 25%，而其成本亦較黏膠絲法為低。因木漿之價，較之棉纖維為廉，而其溶於銅鉍液之百分率又高。

## 第八章

### 銅鉍法之副產物之收回

人造絲當由纖維素溶液凝結為絲之時，即須去其溶劑，則此種溶劑應宜設法收回，以減低人造絲之成本。

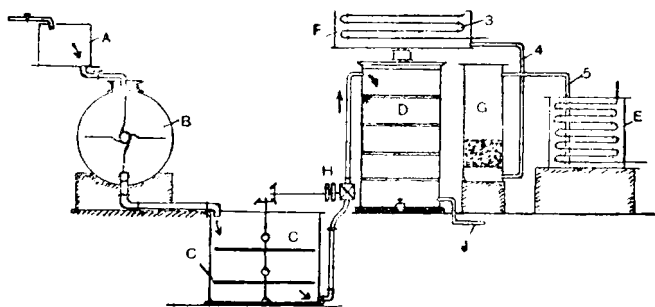
(1) 第一種應收回者為氨，於氧化以成鉍製氧化銅時，為空氣所逐，則可收集於水中，或濃硫酸中以成硫酸鹽。

(2) 沉澱液體中所含銅及鉍之收回，可分別利用硫酸，苛性鈉或苛性鉀等各法。

茲先述硫酸溶液收回銅及鉍法，即與後第 12 章當紡絲時收回銅相似。精紡時，用以沉澱之稀硫酸溶液，中有硫酸鉍及銅，乃通過鉛射器 (Lead Injector) 至 25cu. m. 之木槽。槽中置無銹之鐵柵，則銅析出而得收回，乾燥後可出售，或再用製鉍製氧化銅液。



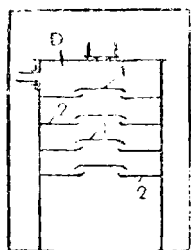
當銅收回後，乃進行氨之收回，其法有二：(a) 最簡者可於 Kestner 蒸發器，將其液體蒸發，則有硫酸銨析出，乾後出售。若於蒸發前先將氧化鐵，銅，及其他不純物等濾去，則所得之物較為純潔。每 1 liter  $20^{\circ}\text{Bé}$  之銨液，應得 870g 之硫酸銨。(b) 將其銅素已取出之 2000 liters 之酸液，流入於量度桶 A，見第 23 圖，而達混和鍋 B。該酸



第 23 圖 銨之收回器

液中另加 60 kg. 硫酸銨，及 685 liters 之白堊，由 B 鍋而流於大混和鍋 C，乃因唧筒之力，由管達於蒸溜鍋 D。水蒸氣由 J 處自下而上，經此混和物，而混和物漸由上經鍋之 1 與 2 疊板而下流，見第 24 圖。至氨為水蒸氣吸收而達於具有螺旋管 3 之凝冷管 F，則水凝結而下降，氨則經

4 管達存木炭之 G 筒，初行純潔處理。復經 5 管而凝結於 E 凝冷器，乃可供製鉍製氧化銅。



第 24 圖

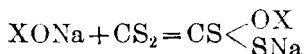
(3) 精紡時如用苛性鉀或苛性鈉以聚集之，則銅可用電化法取得，而氮可蒸發以得。*R. Linkmeyer* 氏主加棉纖維於沉澱槽，以收回一部份之銅素，(因纖維素能吸收銅素)；可用於製鉍製氧化銅液。

(4) *E. Crumière* 氏主用電流收回絲中之銅素；與 1890 年 *Henri Despeissis* 氏所提議者同。*Crumière* 廠採用稀酸以除絲之銅素；惟所得之絲，缺乏固性，在未除其銅素前，必先纏於筒管上。其除銅素甚遲緩，尤以纏於筒管上內層之絲為甚，須耗費大量之酸，時行更換。*Crumière* 氏則發明以少許酸液，可立刻將銅素除去；且所用酸液，可重複取用多次。法以絲筒管置於稀硫酸液槽中，通以電流，則絲失去其雜色，至為酸所溶之銅素，沉積於陰極，而硫酸可繼續再生。然後用水將絲洗滌，乾燥。此種方法，為法之 *Flaviac* 公司所採用。

## 第九章

### 黏膠絲之製造

1892年, *Cross* 及 *Bevan* 氏製成硫碳酸纖維素, 將二硫化碳加於鹼性纖維素而得; 反應之方程式如下:



所得之化合物, 實為鹼性纖維素 Xanthate。 *Girard* 氏工業上所製之水化纖維素, (Hydro-cellulose), 或可代純粹纖維素, 其所用之苛性鈉與二硫化碳, 可以減半。

於 *Nancy* 人造絲討論會中, *M. Haller* 氏以為最好將棉花浸於多量之 15% 苛性鈉液, 榨之, 至含有棉花量三倍重溶液為止。乃置於玻瓶, 加其重量百分之四十之二硫化碳, 經三小時, 始加水以覆之。閱數小時後, 乃完成其加水分解作用。如振盪之, 可得同性之溶液, 用時可隨意摻淡。

實驗室所製之上述溶液，含纖維素約百分之十，其黏度已大，如再增高至百分之二十以上，即不易製成。其溶液呈黃色，乃因反應中副產物三硫碳酸鹽(Trithiocarbonate)所致。至纖維素 Xanthate 之特性如次：

(1) 自然分解——其含有百分之一以上纖維素之水溶液，易分解而成膠質物。

(2) 遇熱凝結——其溶液於低溫中蒸發，得易溶於水之固體。若於 70-80°C 間蒸發，則其凝結或分解甚速，乾燥後所得之薄膜，均黏於盛器，可以水分離之；其反應中之副產物，亦為所去。其餘剩者為透明無色之薄膜，具有極高之彈性。

至由硫碳酸纖維素所再製之纖維素，與原有者不同，其異點如次：

(1) 其所吸之水分，為 9%-10.5%，較之普通纖維素，約可多含 3%-4%。

(2) 其經驗式，為  $4C_6H_{10}O_5 \cdot H_2O$ 。

(3) 其普通性質，與原有纖維素大致相同；惟其鹵基之反應，則較速耳。如加醋酸酐 (Acetic Anhydride) 煮

沸，即為其醋化。至普通纖維素之醋化作用，須於溫度 $180^{\circ}\text{C}$ 間行之。除此外，其染色亦較普通者為易。

黏膠絲與銅鉍絲，均屬於普通水化纖維素類，如鹼製棉。此種纖維素，以其還原能力言之，與棉纖維，實無區別；（銅鉍絲含有少許銅素）至其水化之程度，則各殊異。*Betzner* 氏謂大部份之黏膠絲與銅鉍絲，於鹼液中，溶化成膠質物；而鹼製棉則否。

*Stearn* 及 *Cross* 氏採用黏膠溶液，先行製成電燈泡絲。繼以黏膠溶液，被壓通過毛細管，浸於17-20% 氯化鉍溶液，則大部份之硫酸鈉纖維素，已行分解，可得細而均勻之絲。乃重行通過熱氯化鉍溶液，碳酸鈉液及鹽酸，俾其分解完成，副產物亦去盡，然後用水洗之。於1891年，*Strehlenert* 及 *Westergenen* 諸氏，對於黏膠絲，天然絲，及他種人造絲強度之比較，列表如下：

絲之種類		絲(直徑爲1mm.)之斷折量	
		乾絲	溼絲
天然絲	不加光澤之絲	53.2 kg	46.7 kg
	法國生絲	50.4 „	40.9 „
	法國加光熟絲	25.5 „	13.6 „
	法國紅色加重絲	20.0 „	15.6 „
	法國藍黑色加重 110% 絲	12.1 „	8.0 „
	法國黑色加重 140% 絲	7.9 „	7.3 „
	法國黑色加重 500% 絲	2.2 „	—
火棉膠所製之絲	未染色之 Chardonnet 絲	14.7 „	4.7 „
	未染色之 Lehner 絲	17.1 „	4.3 „
	未染色之 Strehenert 絲	15.9 „	4.3 „
Pauly 或 Glanzstoff 絲 (銅鉍法製成, 爲硫酸所沉澱)		19.1 „	3.2 „
棉紗		11.5 „	18.6 „
黏膠絲(Cross 及 Stéarn 氏)		11.4 „	3.5 „
新黏膠絲(Cross 及 Stéarn 氏)		21.5 „	—

黏膠絲染色甚佳，能抗氯素。於鹼性溶液，即煮沸亦不變化。具有光澤，與他種人造絲可比擬；所異於硝基絲者，較易變黃，恐係含有少量硫磺所致。其染色者，光澤亦不亞於硝基絲。至新黏膠絲，極潔白，且其成本，又較低廉，故其將來之發展，當無量焉。

試觀上表，可知人造絲於溼時所失去之強度甚大，其織物亦同。故常與潮溼相接觸之真絲織物，不能以人造絲代之。今者進步極速，人造絲於溼時所失之強度，業已漸次減少，則將來或可無此弊也。1900年，*Glanzstoff Fabriken* 廠發表人造絲於溼時所失強度為百分之七十。及1910年，*Mr. W. P. Dreaper* 謂硝基絲於溼時所失之強度為百分之五十六，而銅鉍絲則為百分之六十六焉。

至黏膠絲之製造，法國黏膠絲研究會曾發表富有興趣之機械及方法如次：

(1) 紡絲溶液，以管導入於錐形儲藏室中，均勻分佈於可旋動之鋼製圓錐 (Cone)，則其空氣，先因圓錐之旋動，乃用唧筒抽出，於是成爲真空，紡絲溶液，得易於流出。

(2)其毛細管，有 Multiple Orifice 則所紡之絲，具撚回性。

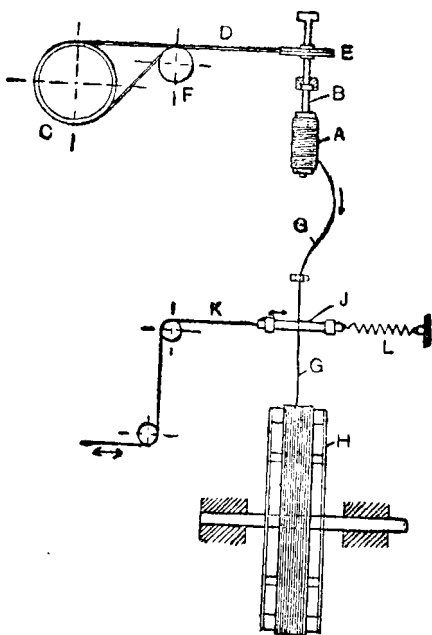
(3)溶液之流於毛細管，可備一精密之開關，以調節其流動之速度。

(4)精紡機之設備如次：自毛細管流出之纖維素，捲於並置之二小搖絲機(Reeling machine)上；F 玻璃筒管(見第 13 與 14 圖)之設備，與舊法同。絲先捲於第一搖絲機，及有 1000 meters 之漢克(Hank) 爲止。然後所有之導絲鉤(thread guide)，均由側面動作，與第二搖絲機相背，同時該搖絲機，爲磨擦球所轉動。當其他搖絲機，滿捲細絲，即可停止其動作，如此可重複進行。

此外有 *Stettin* 氏紡黏膠絲法：自毛細管通出之絲，捲於小筒管上，送至撚回部，以化學物品加重，乃撚捲製成 1000 meters 之漢克(Hank)。A 小筒管(見第 25 圖)置於 B 錠子上，乃因 C 滾筒旋動，爲 D 皮帶所牽動。D 皮帶經 E 輪之周圍。因 F 經導滾筒而平衡。自 A 抽出之 G 絲，捲於 H 搖絲機上，此時 B 錠子之旋轉速度，以使有需要之撚回度爲限。絲乃經左右更換動作之 J 導絲鉤，而導



至H捲絲機。其向左動作者，爲K連接管與一心形輪之作用；其向右動作者，爲L彈簧所推動。至捲於H搖絲機上之絲，乃經稀酸液之洗滌，漂白，與乾燥等步驟，而告完成。



第 25 圖 捲絲機

除可製人造

絲外，黏膠液尚有其他各種用途。於 1900 年巴黎展覽會中，曾有多種黏膠液之製品，陳列於第 89 類內，今試將其普通用途，述之如次：

(1) 塗漆之基體。黏膠液之凝結，能黏合二十倍重之礦物粉末，宜爲塗漆之基體。極固定，不受大氣之影響。

其塗於灰泥，木，水泥等，無燃燒性，而面極光滑，塗後數日，即可受鹼水之洗滌。

(2)美術用紙。黏膠液可製富有美術性之紙張，而滑而軟，如刻物其上，能得極上等之作品。

(3)織物之襯裏及覆面用。純黏膠液，塗於織物之面，成爲薄層，不溶於水，可抵抗酸與鹼之作用。透明之黏膠液，可塗於紗窗布；而不透明者，可塗於防雨布及裝訂書本布等。

(4)橡皮代用品。黏膠液與橡皮相混合，較之純橡皮，價格低廉，能製成一切橡皮代用品如雨衣，橡皮管等。其抵抗大氣中之作用較大，韌性又能完全保存。

(5)硬紙及紙板。製包裝用之硬紙及紙板時，如加黏膠液，其強度可增加至百分之三十。

(6)各種工業用品。黏膠液可製各色透明之薄皮，肥皂與脂肪物之包紙，有色假玻璃窗，有色電燈泡，及假象牙之代替物等。

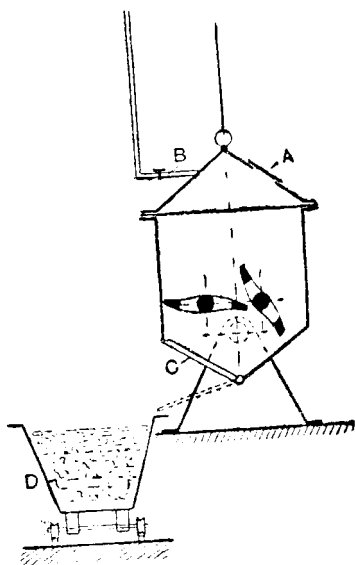
由黏膠液所再製之纖維素，較之普通者，與氮化酸類及酞，易起酯化作用。如將水化纖維素與濃乙酸鎂混合

(二分子乙酸鎂與一分子纖維素)，則可得四乙酸纖維素。此混合液，加熱至  $110^{\circ}\text{C}$  乾燥後，每一分子之乙酸鎂，乃加二分子之乙醯氯。惟乙醯氯之作用，宜徐徐進行，使其溫度保持於  $30^{\circ}\text{C}$  以下。取所得之物，加水洗去其鎂鹽，乾燥後，以適當之溶劑，使乙酸纖維素與未化合之纖維素相分離。如將此溶液洗淨，濾過，及蒸發，則其餘剩物，為純四乙酸纖維素，與硝基絲相似；惟無炸力，且不易燃燒，能溶於三氯代甲烷，甲醇，苯基乙烷，冰乙酸，硝基苯等。

自 1909 年法國黏膠絲工業書再版發行以後，其製法及絲之品質，進步更速，以今黏膠絲廠之發達，可以證明矣。如英國之 Samuel Courtauld & Co. Ltd. 德國之 Fr. Kuttner of Pirna 亦各採用。而 Glanzstoff Fabriken 向用銅鉍法者，亦購得 Prince of Dennersmarch 工廠及其黏膠絲之祕製法，而另設一黏膠絲廠於 Elberfeld。

工業上製黏膠絲，其所採用之木漿材料，應無脂肪，並宜漂煉，與供製紙工業同。故木漿須先以多量之水洗滌，方可應用，而所含之脂肪，亦必按下法去之。法將木漿盛於鍋爐（見第 7 圖），如處理棉花同，浸於  $1\frac{1}{2}^{\circ}-2^{\circ}\text{Bé}$  苛

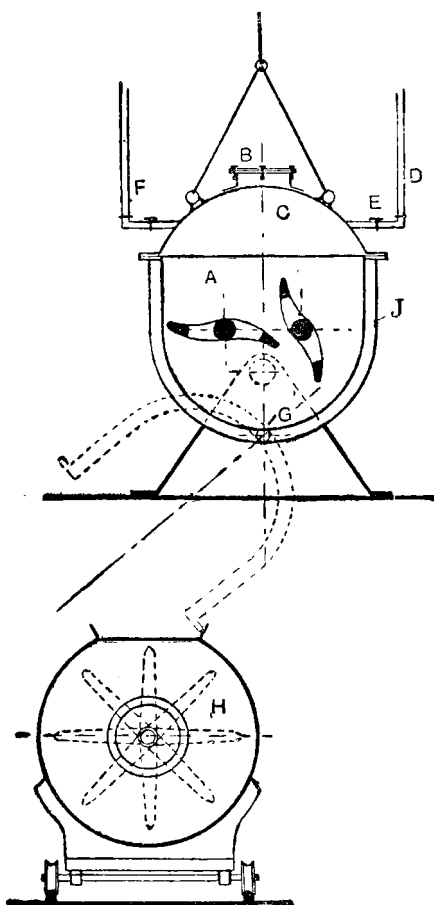
性鈉液，煮沸三小時半。所用之水須清潔。沸後將苛性鈉液傾出，以溫水(25°-30°C)洗滌其餘剩之物質，然後置於離心機，以除水分。所得純木漿，乃如下法製為鹼製纖維素；木漿於洗淨及脫水後，約含有 40%-50% 之水，其百分率，須準確決定之。即以木漿於溫度 103-105°C 間烘之，至其重量，不再變；乃自木漿原有之重量，減去其完全乾燥後之重量，得其所含之水分。據 *Francis Y. G. Beltzer* 氏之研究，謂 200 g 之 26°Bé 苛性鈉液，可將 100g 纖維素，變為 300g 鹼性纖維素；但一部份乾燥木漿所含之水分，宜計算，以便定苛性鈉之確實用量。至苛性鈉對於纖維素之作用，須至所得鹼性纖維素均勻為止。大規模製造時，可擇一混合桶，置纖維



第 26 圖 黏膠液之混和器

素於苛性鈉液，  
約三小時半許，  
即得均勻之鹼性  
纖維素。混合器  
以採用如第26圖  
所示者為最宜。

木漿由鍋 A  
處放入，乃開動  
攪和器，同時復  
由 B 管輸入苛性  
鈉液，則得漂白  
之鹼性纖維素，  
然後啓筒之 C 處，  
放於卡車 D，轉  
入第27圖所示之  
機器，以製成黏  
膠漿。圖中之混  
和桶 A，與第 26



第 27 圖 粘膠液之混和器

圖者相同；但裝有套桶，內襯以鋁。鹼製纖維素由C中之B處流入，以便製成黏膠漿。鹼性纖維素投於A混和鍋後，閉B部，而開動其攪拌器，旋轉約二三十分鐘，乃由D管導二硫化碳，其所需之量，可啓開關E而達A鍋。每200 kg. 之鹼性纖維素，需 34 kg 之二硫化碳，方可為黏膠漿。於混和鍋中約須時三四小時，始為均勻之桔黃色物。乃另取 200 kg 苛性鉀製成 15% 溶液，由量筒經F管，流入於混和鍋，攪拌使其完全均勻。將混和鍋A按G點旋轉，至如圖中虛線所示之處，即將黏膠液，移盛於混合鍋H。每 100 kg. 之黏膠漿，加水 185 liters 以沖稀之。操作時，其溫度不得超過 25°C。際其工作完畢，應以冰冷劑流入套層J，使其冷卻。溶液則於H器中，繼續混和約四小時許，乃靜置10-14小時。於是其液化作用，徐徐進行，以適得製絲度乃止；此可用黏度計(Viscometer)測定之。若過此適宜之點，而任其繼續液化作用，則漸分解而有固體纖維素析出。於未紡前，宜加 3-4 氣壓，將其溶液過濾。至紡機與銅鉸法同。

## 第十章

### 醋酸絲之製造

醋酸絲之品質，以原料，醋化液及接觸劑之不同而異。有時即用同樣之棉纖維，亦可得不同之醋酸纖維素。製醋酸絲，首須製備醋酸纖維素液，其流動度及醋酸基價 (Acetyl value) 亦宜均勻。

#### 一、纖維之醋化

促進纖維素之醋化作用，必先以適宜之試藥，如甲酸，醋酸，乳酸，酚等以處理之；如是處理，或使 Micellae 間之凝集力減低；有時試藥能穿入 Micellae 中與纖維素分子，成一未決定之化合物。

處理纖維諸法，載於專利註冊中者，有如次述：

Société chimique des usines du Rhône 以少量之醋酸處理纖維，使纖維素中相含之水分，與所加之醋酸成

70-85% 之溶液。*H. Dreyfus* 氏以甲酸或醋酸之氣體，於常溫或較高之溫度間，處理其纖維素；纖維以鹼製者，尤為適宜。

*H. Mallabar* 氏以硫酸與醋酸混合液（硫酸約為 1%）處理纖維；其所得醋酸纖維素，溶於甲酮，具有高 Charring point。至硫酸宜於醋化前，先行中和。醋化時所用之接觸劑，為氯化鋅。

以氟酸處理纖維，除去其所含之矽質為英國 *Celanese* 公司所創。

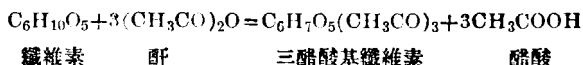
亦有人以硝酸及氮之氧化物，為處理纖維之試藥者。如英國 *Celanese* 公司以 0.5-4% 硝酸與低級脂肪酸混合，於 35-60°C. 間處理纖維，時約一小時，乃加醋酸酐少許。復繼續其作用，經約一小時。於是其所得之纖維素，甚為純淨，且有佳色。*Kodak* 公司於纖維未經醋化前，先以 68% 硝酸，浸一小時，使其水化；而後以脂肪酸酯化之。同時該公司又以過氧化氮之脂酸液，於 0°C 時處理其纖維焉。

## 二、醋化方法與過程

纖維之醋化，不得過三醋酸基纖維素之時期。據



Heuser 氏，其醋化之反應方程式如次：



即 162 分之乾燥纖維素，需費 306 分之醋酸酐，方可得 288 分之三醋酸基纖維素，惟其尚含有 62.5% 之不化合之醋酸。

1925 年，Deschiens 氏將醋化法分爲二組，一則所得之醋化纖維素爲溶液，一則所得之醋化纖維素爲固體。以紡絲論之，前者較爲重要。

今日所採用之醋化法，均以醋酸酐爲醋化劑，其接觸劑爲硫酸或芳族磺酸。至醋酸之作用，初使纖維膨脹，繼則溶化所製成之醋酸纖維素。

如欲醋化一定量之纖維，其所用之醋酸，醋酸酐及硫酸之比例，各法均不相同。試列表以示之：

方 法	醋化 100 份乾燥纖維之份數		
	醋 酸	醋 酸 酐	硫 酸
Miles 德國專利 252,706	390—410	270—310	5—16
Dreyfus 法國專利 478,623	390—400	250	10—15
Zdanowich 英國專利 207,562	333	280	1.3*
Dreyfus 英國專利 207,562†	600—2000	180—250	10—15
Eichengrün	350	350	10
Hottenroth	360—400	360—400	4—6
下述之方法	415—420	245—250	12.7—12.9

\* 於醋化第二期開始，方加硫酸。

† 製高流動度之醋酸絲

上列各法，其溫度及醋化之時間，亦各不相同：

	Miles	Dreyfus	Zdanowich	Eichengrün	Hottenroth
最高之溫度	50°C	20°C	70—80°C	30°C	20—25°C
醋化之時間 (以小時計)	36—40	——	——	2—6	5—6

下法適宜於普通未經處理之棉纖維，以紡醋酸絲。

1200 kg 醋酸酐與 2000 kg 醋酸之混合體，於適宜之混合器中混和後，以適當之方法分析之。乃按其成分，加醋酸或醋酸酐以調節之。於重行調和後，再分析之，及混合液之成分僅與計算量相差 0.5% 乃止。此混合液，於

醋化時，可隨時取出應用。

520kg 之上製混合液，傾於凝冷器內，以鹽水循環流動於其夾層中，保持其溫度為  $5^{\circ}\text{C}$ ，然後徐徐加以 10 kg 硫酸，且振盪之，於是溫度增高至  $10^{\circ}\text{C}$ ，至所用硫酸之濃度，約為 97-98%，須檢定之。

將經醋化之混合液，傾於醋化器中，冷至  $5^{\circ}\text{C}$ ，並時加攪拌。於此溫中，有結晶析出，醋化作用乃正式進行，且可分為六時期如次：

第一時期 加棉纖維於醋化混合液中；

第二時期 第一時期終止後，至醋化器中之物成為液體；

第三時期 混合液漸次堅固，成為糊狀；

第四時期 自第三時期之終止，達最高溫度；

第五時期 溫度降低，醋化完成。

第六時期 加水使剩餘之醋酸酐，變為醋酸，俾其反應成熟。

第一時期中，80kgs 棉纖維（含約 2-3% 之水分）之加入，費時約 30-45 分鐘。其所含水分之多少，極關重要。太

乾燥之棉花，不易受反應；而太溼之棉花，則耗費醋酸酐，溫度又不易調節，且所產之醋酸纖維素液，流動度又極低。於此反應進行中，須自始至終，加以攪拌。棉纖維完全加入後，其溫度宜增高  $2^{\circ}\text{C}$ ，約為  $7^{\circ}\text{C}$ ，至溫度之高低，宜用溫度計調節之。

第二時期中，費時約 2-3 小時，以棉纖維之反應力而異。每十五分鐘，最好將溫度增高  $1^{\circ}\text{C}$ ；如是第二時期終了之時，溫度約為  $10-13^{\circ}\text{C}$ ，而醋化器中之物，均成液體矣。

第三時期中，費時約半小時，其溫度增高  $2.5-3.5^{\circ}\text{C}$ ，終成糊狀。

第四時期中，反應漸次增大；故溫度之增高，宜慎調節之，使每十五分鐘，不得超過  $2-2.5^{\circ}\text{C}$ ，其最高溫度之標準，雖以所用棉花及所製成之醋酸纖維素之需要品質而異；惟普通不得超過  $35^{\circ}\text{C}$ 。

於第五時期中，每十五分鐘，應降低溫度  $0.5^{\circ}\text{C}$ ，當達最高溫度後 1-1.5 小時，可取醋化混合物少許，壓之成薄膜，放於顯微鏡 Slide 間，以低倍之顯微鏡，考察其未醋

化及未完全醋化之纖維素，至尙含醋酸酐與否，可取約 20 g 之混合液，盛於玻璃杯，裝於木屑箱中以絕緣之，使其溫度固定。乃加水 10 cc. 而攪拌之。其溫度初試應為  $7-8^{\circ}\text{C}$ 。如低於此數，則其醋酸酐，不足使醋化作用完成。每距標準溫度  $1^{\circ}\text{C}$ . 可加 1.5 kg 之醋酸酐；即溫度高於  $7-8^{\circ}\text{C}$ ，示其醋酸酐太多。每距標準溫度  $1^{\circ}\text{C}$ . 可加 0.5 kg 之水。

此後於每小時中，以顯微鏡考察並試驗醋酸酐一次。至試驗醋酸酐，及其溫度適達  $7-8^{\circ}\text{C}$ ，乃止。所得之醋酸纖維素甚為清澄。

自達最高溫度，至醋化完成，約需三四小時。

第六時期中，乃試驗所剩餘之醋酸酐，據普通而言，其溫度之增高，約為  $5-7^{\circ}\text{C}$ 。為欲使其溫度為  $23^{\circ}\text{C}$ . 可加水 4.5 kg.，則醋酸酐成爲醋酸，降低溫度  $9^{\circ}\text{C}$ 。於 15 分鐘後，復加 16-20 kg 之水，然後冷至  $20-22^{\circ}\text{C}$  以完成。

### 三、醋酸絲之紡績

醋酸絲以醋酸纖維素液被壓通過毛細管而成。其製法有二：一爲醋酸纖維素液，被壓通過毛細管，浸於凝結槽，沉澱以成；一爲醋酸纖維素液，被壓通過毛細管，直接

於大氣中蒸發而成。前者稱爲溼紡，後者稱爲乾紡。

溼紡 普通於纖維素醋化後，其溶液即被壓通過毛細管，浸於凝結槽中，以沉澱之。所製之人造絲，成本既廉，法又簡易。且 micellue 之定位又佳，可增加絲之強度，所紡之絲，可以較細。惟以原有之醋酸纖維素液所製之絲，不易染色，而其溶液之流動度太低，難於紡績。

Zdanowich 氏以醋酸纖維素溶於酮液，然後紡績。固定其紡績之溶液，可加甲醛，甲醇，乙醇，甘油等。

初時之專利註冊者，對於溼紡，均採用醋酸纖維素之甲酮溶液。以今之專利註冊言之，可分二類：一將醋酸纖維素溶於有機溶劑後，投於水槽中沉澱以紡績之；一爲醋酸纖維素溶於有機溶劑，將其壓出毛細管，於含有不能作爲醋酸纖維素之溶劑之有機溶劑之凝結槽沉澱之。二者各有難題；前者於被壓出毛細管後，絲之外部，發生一層薄皮，妨礙其內部之凝結；後者絲之強度，不甚均勻。Chemische Fabrik van Heyden 謂前者之難題，可加凝結槽中所用之液體少許於紡績溶液中，以解決之；但不可過量耳。

於第二類溼紡之專利註冊中，英國 *Celanese* 公司所用之紡績液，其溫度高於凝結槽中者，使較濃之醋酸纖維素溶液，可以紡績，毛細管亦可稍細。於是1-1000 deniers之絲，均可製成。為醋酸纖維素之95% 酮液，溫度為45°C，被壓經過直徑 0.08mm.之毛細管，浸於火油凝結槽中，其溫度為 25°C。

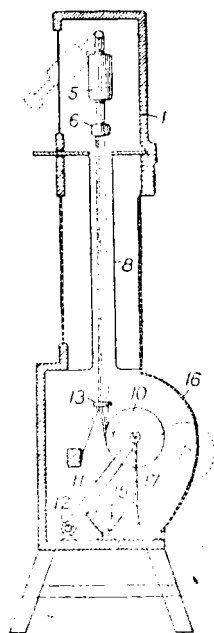
乾紡 醋酸絲之乾紡法，甚形簡易，係將醋酸纖維素溶於易蒸發之溶劑如酮等，而後被壓通過毛細管，於大氣中蒸發而成醋酸絲。其溶劑蒸發後，得有光澤之固體絲，可捲於筒管上。如用穿有無數小孔之紡績器，同時可產數絲，於捲併時可任意將其拼合，以成各種粗細之人造絲。

乾紡所用之溶劑，宜具有下列各優點者，(1)價廉，(2)不含毒質，(3)易於收回，(4)對於機械上之金屬，無腐蝕性者。尤要者，宜擇其能溶多量之醋酸纖維素者。其沸度宜低，而氣壓宜高，俾醋酸纖維素絲於低溫中可以紡績。故今之乾紡所用之溶劑，以甲酮為最宜。

醋酸絲之乾紡，1904年為 *Eichengrün* 所發明。但因溶劑價格太昂，及缺乏收回之法，故未達商業上製造之目

的，

1919年 *Bouffe* 氏所創製醋酸絲之法，甚有興趣，實開今日醋酸絲製法之先聲。第28圖示其所用之器械。箱1之頂端，有紡績筒口6及過濾器5。絲自紡績筒口通下，經管子8及導絲鉤13，至搖車10，乃捲於其上。至工作之全部，均圍繞於箱內，另有一門16，可以出入。箱可儲各種氣體，如二氧化硫，二氧化碳，或空氣等，並可加熱，有時且可全行抽去。其法與 *Von Loew* 氏紡硝基絲同；惜其專利註冊，業已失效。



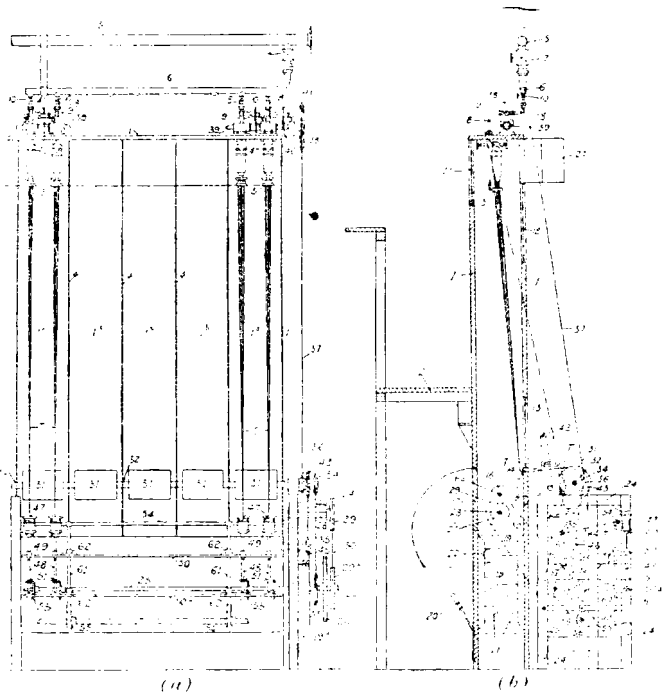
第28圖 *Bouffe* 氏紡機  
英專利 160,839

自 1919 年以來，醋酸絲之乾紡法，改進甚速。英國 *Celanese* 公司，於 1921 年之專利註冊中，詳述其乾紡機之組織，茲摘要如次：

第 29 圖 a 為乾紡機之前面，示 *Metier* 之一部份，其捲併器，處於外面；至 *Metier casing* 之前部，已行除去。



第29圖 b 爲與 a 成直角之部份。1 爲 Metier casing; 2 爲乾紡機後面之一高臺。工人可拾級而上，達紡績器 3 及可溶液之開關與唧筒。紡績器置於 Metier 之上端，排列整齊。Metier 以直板 4 隔爲數部，爲 1a, 1b, 1c 等；每部



第 29 圖 乾紡機 英專利 165,519

有二或以上之紡績器。

紡績液自總 header 5 流至副 header 6，通過管子 8 及唧筒 9，達各紡績器；於紡績器前，有一過濾器，至紡績器可以活塞 10 調節之。

11, 12 與 13 爲窗，由此可以隨時觀察該機之動作。

新行製成之絲，自紡績器通下，與 19 室中之熱空氣相遇，以蒸發絲中所含之溶劑。其含有溶劑氣之空氣，可由 Metier 上部之出管 23 通出。絲於去其溶劑後，可由具有引導眼 15 之孔 14 通出；然後通過羅拉 31，圍繞引導棒 64，經橫棒 54，捲於筒管 47，筒管捲滿絲時，即行更換。

16 (見第 29 圖 b) 爲磨擦滾筒，平行穿過 Metier 可容納折斷之絲。

滾筒與羅拉之起動速度，必須與醋酸纖維素液被壓之速度相等。如欲將絲伸長，可將速度稍行增加。

#### 四、溶劑之收回

欲減輕醋酸絲之成本，須設一簡法，將其溶劑收回。收回之法，約分三類；

##### 一、凝結法；

二、吸收於液體媒介物法；

三、吸凝於固體物上，如炭或矽。

以低溫度凝結溶劑之氣體，如甲酮僅為 40%，且有着火之危險，故此法今已廢棄矣。

甲酮或能以水吸收而收回之。惟所得之酮與水混合液，酮之最高含量，約為 2%，故其分離蒸溜之費甚大，不適於用。

*Robertson* 及 *Rintoul* 氏擬以亞硫酸鹽液為吸收甲酮劑，其功效雖較水為大，惟於亞硫酸中收回甲酮。亦非易事。

以甲酚(Cresol)為甲酮之吸收劑，乃 *Brégéat* 法之學理，實為今日所最適用者。據 *Brégéat* 氏，此法之功效為 95%。如於每 cu. m. 之空氣中，含有 25-30 g. 則每 100 kg. 之甲酮。可收回其 95 kg. 此 95% 中，以 7% 作為該法之費用，則純利為 88%。其最大之缺點，乃甲酚於空氣中，易成疊合體(Polymers)；即於真空中 70°C. 間蒸溜之，亦有此一部份之弊病。如加萘(Naphthalene)或 Tetr-alin, 則可免除此弊。惟前者對於工廠發生阻礙，而後者有

減少甲酚之吸收力。

吸凝易蒸發溶劑之接觸物中，以矽膠凝體 (Silica gel) 之成效為最大。惟須用高溫以取其吸凝之甲酚，於該溫度中，且因矽之接觸作用，使甲酚易於分解。

以活性炭素收回易蒸發之溶劑，於歐戰時為 *Bayer* 氏所創。其蒸發溶劑，均被吸於活性炭素之毛細管中，功效甚大。

## 第 十 一 章

### 沈澱纖維素溶液以紡撚成絲論

#### 一、沈澱纖維素液之藥劑及其操作

*Despeissis* 專利註冊中，以鹽酸，硫酸，醋酸，乙二酸，酒石酸，檸檬酸，乙醇等為沈澱纖維素溶液之藥劑，其後研究者，復決定其所用藥劑之濃度與溫度；至於鹼性槽，宜加用甘油或普通食鹽。

茲分述各種方法如次：

*Glanzstoff* 法——德國登記，1900年10月19日。溶於鉍製氧化銅之纖維素，可加酸以沈澱為絲。惟酸之濃度，影響於絲之優劣者至巨，至近年始證實也。酸以硫酸為最適用，如用10-20% 硫酸，則纖維素完全沈澱，但絲有一部份分解耳；紡時易斷，乾燥後又乏韌性。硫酸之濃度，通常以30-65% 為適度；最佳者，於常溫用50% 硫酸。

是以洗滌用之硫酸，位於 40-65%。

按 *Glanzstoff Fabriken* 公司所採用之法(德國登記 167567)，當出毛細管口後，即以硫酸洗滌其纖維素，乃直接撚絲於筒管，於濃苛性鈉液中旋轉之。然後洗滌，除銅，張緊而烘乾之。以 30-65% 硫酸洗滌之絲，能直接浸於濃苛性鈉液，而不變其主要性質之原理，尙未闡明耳。

*R. Linkmeyer* 氏法——法國註冊號爲 347960 及 350888，氏亦用硫酸，將纖維素洗滌，直接洗於苛性鈉或苛性鉀液。惟於 1-2% 之稀硫酸，乃得適當之絲；然後直接浸於 10-40°Bé 之濃苛性鈉或苛性鉀液。

氏有更重要之方法，將鹼代酸以行洗滌，則絲於溼時，不復有乳色，透明如玻璃，其韌力又較用酸洗滌者爲大。當銅素除去，絲經洗滌及乾燥後，其光澤較用其他各洗滌藥劑者爲佳。尤奇者，爲用鹼洗滌之人造絲，於張緊時除銅，光澤甚強。若於除銅及乾燥時不加張緊，則絲無光澤。故人造絲於乾燥及除銅時，宜用力拉緊，使有絲光。

*Foltzer* 與 *Vermeesch* 法——洗滌劑爲苛性鈉，可產極有光澤之絲，於水中不致變更，而其韌性又強。故常洗

滌之絲，可以此法製之。所用苛性鈉，以 35-45% 溶液為適宜。其絲之析出，乃由去水作用而成，不致變化，宜於織物。

*Lucius* 法——纖維素溶液，於常溫通過毛細管，入鹼性溶液，成絲，如投於 40% 之苛性鈉液中，則沈澱得水化纖維素。絲乃捲於筒管上，張緊洗滌於 12% 硫酸，而乾燥之。惟 4% 苛性鈉液，已可將絲沈澱，如用濃苛性鈉液，可產較強之絲。

鹼液於冷時，其沈澱力較強於常溫，然亦有用 20-25°C 之鹼溶液或 40-45°C 之苛性鈉液者；至 50-55°C 之苛性鹼液，亦可用以沈澱纖維素。德之 *Gross-auheim* 廠，於未紡為絲前，先將纖維素溶液加熱，鹼性沈澱溶液仍為常溫。據專家之報告，謂溫度增高時，則含於纖維素液之鈹，有一部份析出，而餘剩者；沈澱時亦易除去。如纖維素液與沈澱液同時加熱，則其紡絲率甚速，每分鐘可產 70-80 meters。但加熱於銅鈹纖維素溶液，則其所產之人造絲，必乏韌性及光澤。

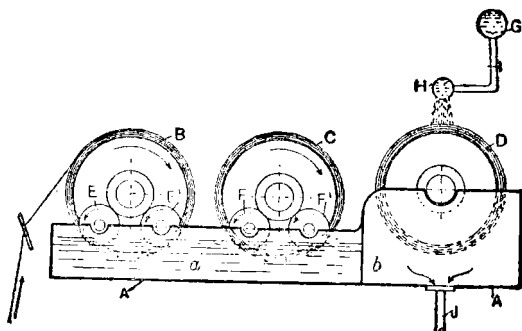
*E. G. Legrand* 氏加發酵素於苛性鈉沈澱槽內，能

增大其洗滌力，且能耐久；所耗費之鹼性洗滌溶液，可以減少，而所產之絲，堅且富彈性。

*E. D. Haen* 公司自銅銨纖維素溶液製人造絲；先加鹽少許，乃通過稀鹼性硝石(Nitre)液，洗滌其絲，則可改進絲之性質。氏謂其所製之人造絲，較之市上所售者，彈力及韌力均可倍增，易於紡織。

## 二、絲之紡撚

以鹼液洗滌人造絲者，其紡機之構造，見第 30 圖。玻



第 30 圖 筒管於洗滌槽之紡機構造

璃筒管 B 置於 E, E' 軸，為可旋動之筒管。筒管裝於大槽 A，槽分 a, b 二部，筒管有 B, C 及 D 三個。

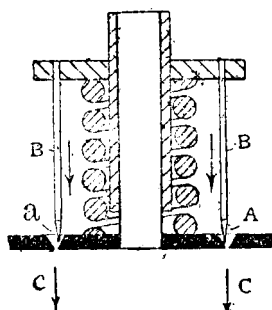
(1) B 筒管先滿搖以絲。



(2) 於取絞後，C 筒管置於可旋轉之滾軸 F, F', 乃徐徐旋轉於鹼液而得絲，如用酸洗滌，則無須經此操作也。

(3) 將 C 筒管之絲轉達於 D 筒管，其絲含有鹼液，須用水充分洗滌之；所用之水自 G 管經有孔管 H，噴於 D 筒管，漸次由 J 管流出。

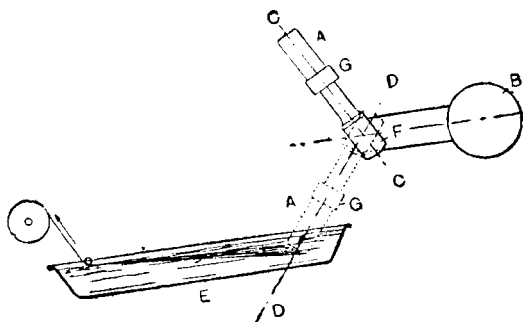
美國專利註冊 858648 號，主以 ebonite 製毛細管，其毛細管應有適宜之出口，如第 31 圖所示。尖形之 B 棒與毛細管出口 A 相適合，可用以變遷其出口之面積，纖維素溶液乃因被壓經此口如 C 所示之方向而成絲。



第 31 圖 毛細管與適宜之出口

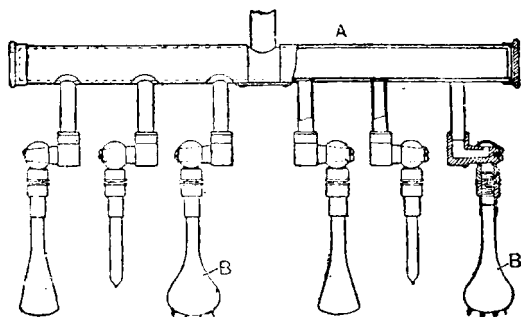
Alexander Berstein 氏之紡絲，取用有無數有孔之重疊圓板。該兩層圓板中之細孔相對時，則黏液通過之圓孔為最大。如一圓板移動至極小之角度，則孔為月形，可得細絲。

La Société de Basâcles 所採用之機械，見第 32 圖。A 為複毛細管，裝於分散器 B。當機械停時，毛細管可置



第 32 圖

於圖中實線之處，溶液爲注管 F 所阻止。若毛細管移至虛點所示之處，中心點爲 D D，則黏液可由毛細管之各小孔通入 E 槽，其流出之方向如矢所示。另有一過濾器，係用兩層橡皮裝置於 G 管中，以便除去一切雜質及不完全之

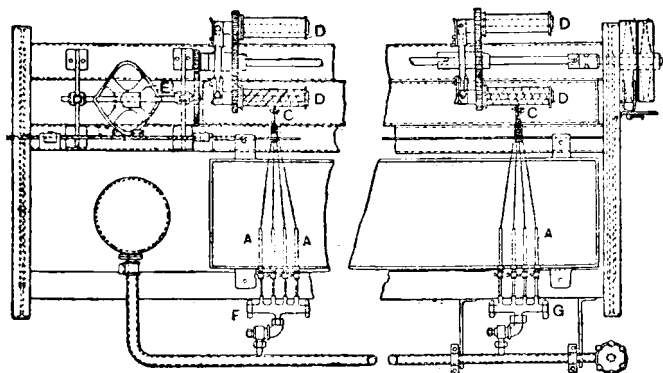


第 33 圖

混合溶液。

第 33 圖。爲分散器 A 與複毛細管 B 之裝置。

據英國專利註冊 408 號，*Oskar Muller* 與 *Franke Frères* 氏於 Conduit Pipe 及毛細管間之管中，加一擴張部份，以阻止壓力高低之相差，則所得之絲，尤爲平勻。其所用紡機，見第 34 圖。纖維素溶液自 F 與 G 分散器流

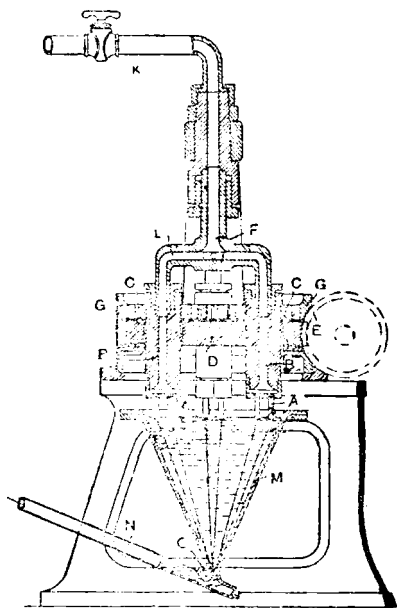


第 34 圖 Müller 及 Franke's 紡機

入，經 A, A 毛細管而成絲，乃由導絲鉤 C 引入，稍受撚繞而捲於筒管 D。此種筒管，具有齒形之聯動機。導絲鉤則因 B 輪而動作，

*R. W. Strehlenert* 氏用以紡硝基絲之機器，見第 35

圖。溶液自毛細管流出，通過凝結盆，至捲絲部份而止。於毛細管所折斷之絲，則有結聯器加以整理，同時因捲而折斷之絲，亦可與其鄰近之絲相接。故其耗費，可減至最低量也。溶液於壓力下儲於鍋中，由K管流入。先導至旋轉管F，其管有二或四支管L，接

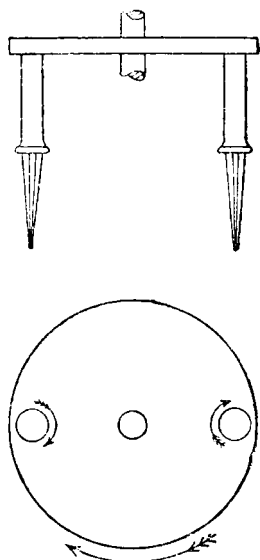


第 35 圖 Sirehner's 紡機

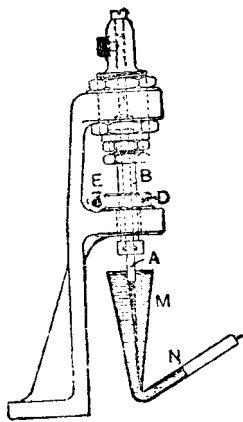
長至B部。B之極端，設有毛細管板A，每板有四孔，可通四絲。B之支撐物，連有齒形輪C，以D輪旋轉之，而D輪之轉動，則賴E輪。C齒輪與G輪內部之齒亦相聯動，故B管與毛細管，以D與E二輪之聯動，先行轉旋，而F之動作，使之有圓轉之趨向。故自各毛細管板A孔中所通出

之絲，稍受捲撚。同時每組四撚絲，與他組之絲相撚。其組織如第36圖所示。凝結溶液，置於漏斗形之M儲器中，見第35圖；漸次引該線至導軸入N管。復由N管達小鍋，撚繞於筒管上。

氏又將其一組複毛細管A，簡示如第37圖，其毛細



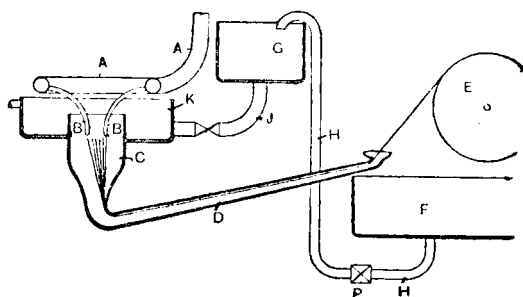
第 36 圖 毛細管工作圖



第 37 圖  
Strehlenert's 紡機簡示圖

管浸於M N漏斗中，乃因螺旋D與E旋轉而動作，溶液被B所壓。美國專利註冊1022097號，C. R. Linkmeyer氏

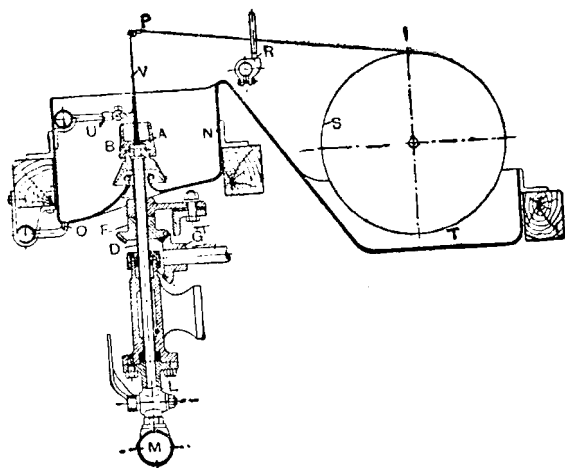
說明適用於銅鉸法之紡績機，可用出口稍大之毛細管。絲於毛細管與捲筒管間，可拉長至適宜之細度。溶液於壓力下由 A 管（見第 38 圖）流入該機，經過 B 毛細管；毛細管均



第 33 圖 Strehlenert's 紡績機圖

浸於漏斗 C。C 漏斗有凝結之溶液，上端開，下端 D 彎如圖示；自 D 管口所出之絲，即與 E 筒管相接。毛細管之孔，其直徑為 0.35-0.40 mm.。凝結槽中，每 100 liters 之水，加 1L. 38°Bé 之苛性鈉液及 4 kg. 之食鹽。此溶液可用 H 管與 P 唧筒，由 F 桶流入 G 鍋，而後經 J 管，入 B 漏斗。捲筒管 E 之表面速度，每分鐘為 35 meters，其凝結槽，可用硫酸與甘油，以代鹼性溶液。Linkmeyer 氏謂採用此法，可用 15% 纖維素溶液。

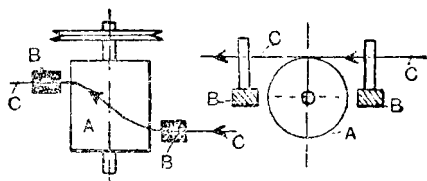
C. R. Linkmeyer 氏另有一種紡機，可將人造絲同時紡績與捲撚 形如第 39 圖。B 毛細管安置於 D 空軸中，為



第 39 圖 Strehlenert's 紡機

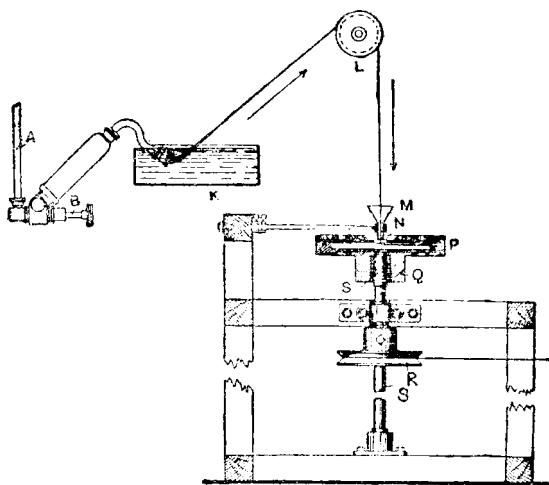
F 與 G 兩傾斜輪所轉動。溶液於壓力下由 M 管與 L 活塞流入空軸 D；自經過凝結液後，因導絲鉤 P 及 R 捲於筒管 S；筒管有一部份浸於 T 槽。凝結液由管及活塞通入，滴於 D 之 B 頂端之杯形器 A，乃全部旋動。此種組織甚簡，即更換毛細管亦較易。斷絲及耗費之凝結液，可投入 N 槽中；凝結液由 O 管通入另一桶內。

C. A. Granquist 氏引用一極簡之機械，以撚絲。捲撚之絲，接引至快旋動圓筒 A，A，如第 40 圖。如欲使其捲撚，C，C 絲可在 B，B 兩導絲鉤間滑動，一在圓筒 A 之前，一在圓筒 A 之後，而非列於同一直線內。



第 40 圖 Granquist's 撚絲器

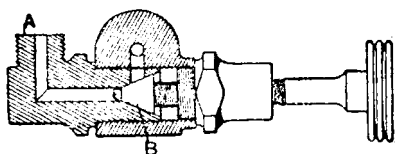
Charles Fred Topham 氏為下第 41, 42 與 43 圖所



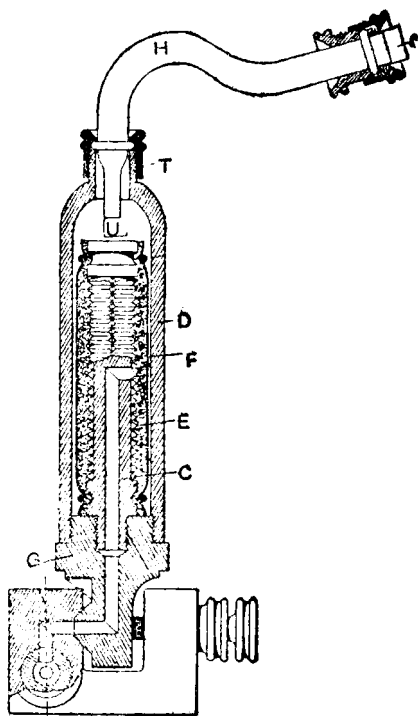
第 41 圖 Topham's 紡機



示紡機之發明者。此機可以紡絲，燃纏，及分漢克，無論何種纖維素液，均可由A管（見第41與42圖）通入該機，達調節開關B，然後經平行孔，流入C管，（見第43圖），管被包圍於過濾瓶D內。溶液乃離C管，流入於E過濾器；器中置棉花，以布F或金屬網膜支持之。C管與E過濾器，為外層所閉。外層之底部，旋達於G



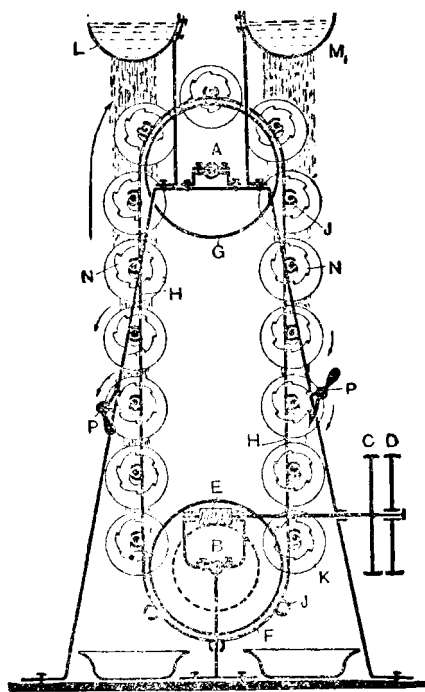
第42圖 Topham's 紡機



第43圖 Topham's 紡機

部，其上部連於J毛細管中之II管。溶液由II管流入K洗  
 澱槽(見第41圖)。自此槽通過筒管L，浸於漏斗MN，而  
 為PQ滾筒所旋轉。因滾筒之旋轉，絲乃得以捲撚。並因  
 離心力之作用，使所成之絲，於P滾筒之內圓周上，分為  
 漢克；滾筒為S軸  
 上R皮帶盤所轉  
 動。

第44圖所示者，為 *Foltzer* 氏洗滌器，可繼續工作。筒管上之人造絲，附有洗澱液及雜質，如須除去，則筒管可置於無端練II之支撐物上。此練為C，D二皮帶盤，E螺旋，及B棒上之螺旋輪

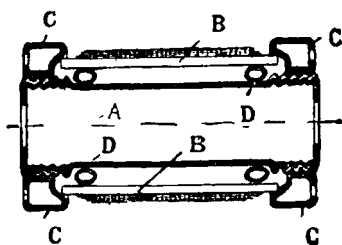


第44圖 Foltzer 洗滌器

所轉動。F 與 G 輪，使 H 練徐徐繼續轉動，而調帶置於 C 皮帶盤上。洗滌之溶液，可由 L 與 M 之有孔器，輸入絲筒管；惟欲使絲筒管之各部份與洗滌液相接觸，則絲筒管，須於 N 擊輪 (Ratchet Wheel) 與 P 掣子相觸時，轉動六分之一圈。

銅鉸法所製之人造絲，於初紡時，試用玻璃筒管，將小筒管置於旋轉機之錠子上，排列於毛細管之分散器前，且近玻璃筒管。每筒管輪流置於洗滌槽，為摩擦滾筒所旋轉，使絲捲撚。於每轉後，絲為旋轉之新軸所繼續拉長。如用此法，搖絲之手續，可以省除，而小筒管可直接送至捲絲部，惟此機迄今尚無人證明其美滿也。

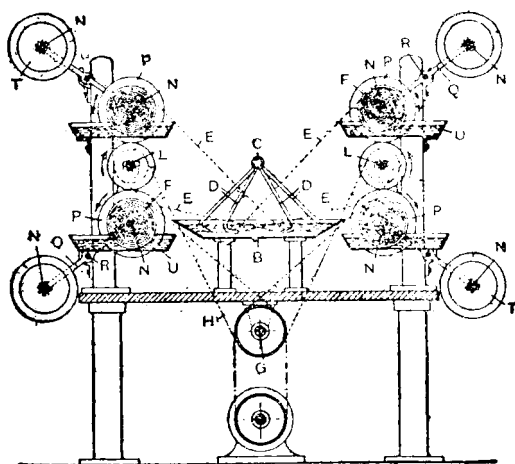
德國 *Glanzstoff Fabriken* 廠，研究自然之乾燥，而不於玻璃筒管上，將絲伸張。後 *Rudolf Pawlikowski* 氏以為乾燥時，最好將絲捲於筒管上伸張，乃採用一種特別之筒管，如第 45 圖所



第 45 圖

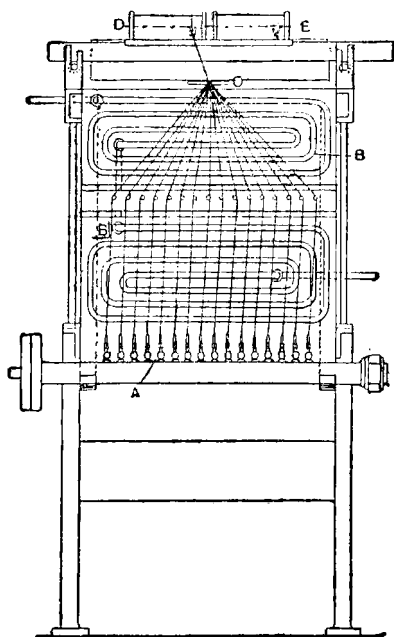
示。A圓筒爲柔韌帶B所包圍。於紡機上捲絲時，C部之突出內邊，旋入於A圓筒之末端，使B帶之直徑稍縮。筒管紡滿以絲，預備乾燥時，將C部螺旋轉鬆，至射出之內部，離開柔韌帶B邊乃止。B帶因橡皮圈D之放鬆，稍行膨漲。氏謂用該法所得之絲，其外部甚光澤。

英國 *Boroid* 公司 *Beuno Borzykowski* 氏用較簡法，得到美滿之結果，出品柔韌，當捲絲於筒管時，以速度不同之二滾筒，使之伸張。第一個滾筒之表面速度，與絲離



第 46 圖 *Borzykowski's* 紡機

毛細管之速度同；但第二個滾筒，其表面速度較大，使捲纏時絲可稍行張緊。其紡機見第46圖。該機有兩排以上之筒管P，使於區小之地位，出產多量之絲。分散管C，供給達毛細管D之溶液；毛細管均浸於B凝冷槽。人造絲F離開D毛細管之口，有引至上排之P筒管者，有引至下排之P筒管者。筒管P均置於N錠子上，於U洗滌槽中旋轉。筒管P因與L滾筒相接觸而旋轉；L滾筒之旋動，由皮帶盤G與皮帶H所致。Q棒回旋轉於R，每端支持一筒管，使F絲捲於筒管。T處之筒管撚滿絲後，乃換以空筒管。此機各部組織甚簡，且實驗有美滿之結果。

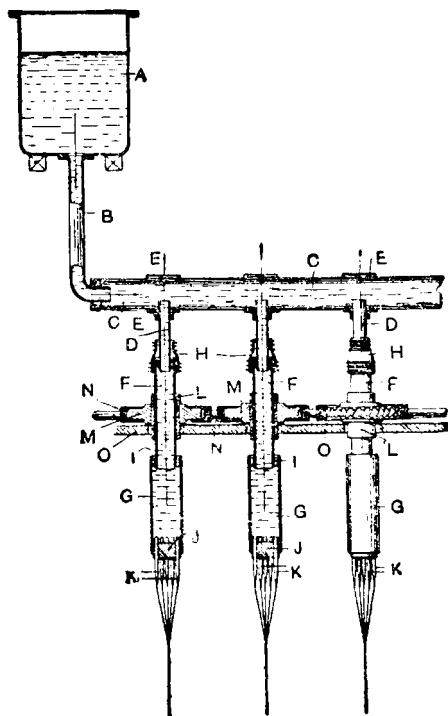


第 47 圖 Bouiller 與 Lafais 紡機

*La Société Bouillier et Lafais* 採用第 47 圖所示之機械，以紡硝基絲。絲由一排毛細管 A 紡出，經前二螺旋形之蒸汽管 B，將絲烘燥。所有之絲，均由 C 導絲鉤所連接，於是數支所結之單絲，由他導絲鉤捲於 D 或 E 筒管。

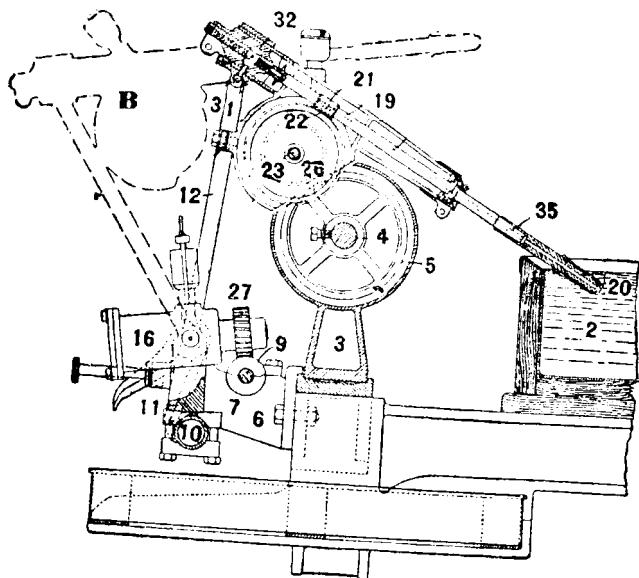
電氣發熱器，可用以代蒸汽管；乾燥之溫度，約  $40^{\circ}\text{C}$ 。

法國專利註冊第 434869 號，*G. Cahen* 氏說明一種極有興趣之機械，可於空氣中不加壓力以紡人造絲。纖維素液儲於 A 桶內，見第 48 圖，由 B 管流入



第 48 圖 Cahen's 紡機

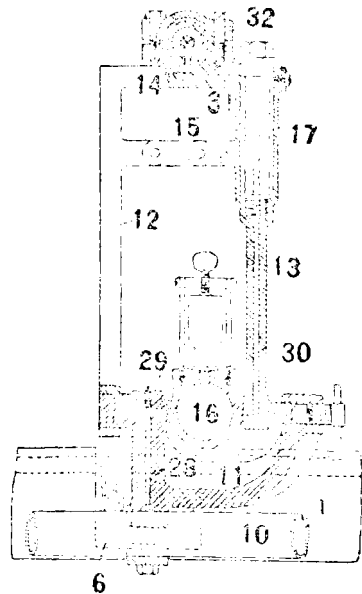
分散管C。C管鑽有E孔，裝以D管，使可旋轉，而絲得稍捲撚。D管旋於F長管中，F管接於G管；該管密接於H與I，使不耗費溶液。J片裝於G管中，具有毛細管K。螺旋輪L與M裝於F管上，為N螺旋所轉動，而其動作，使由毛細管所流出之絲稍行捲撚。此機適用於 *Chardonnet* 氏法。



第 49 圖 *Courtauld's* 紡機

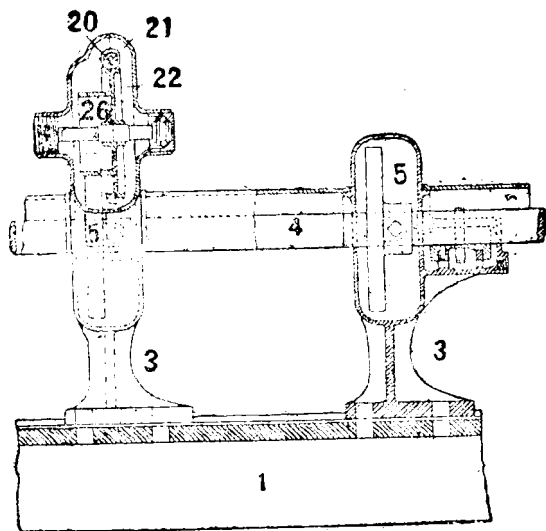
紡機業已序述多種。至黏膠絲，可採用第49圖所示之機械。此機同時可行紡績一捲熟，甚為便利。第49圖，乃示錠子上之複毛細管及動作之傾向，並通入黏膠液之一部份器械。第50圖所示者為一部份之唧筒與錠子形式，及各部份接於架子及支持物法。第51圖示毛細管支持物(Support)起動之組織。架子1上，裝支持物3，接連圓柱4與壓擦皮帶5；每一

錠子與毛細管，均有一皮帶盤。架子1上，尚有一木撐(Bracket)6，以連接絲軸7；絲軸7裝一螺旋9，使螺旋輪27轉動，唧筒16乃起始工作。因聯動作用，絲軸7與螺旋9為圓柱4所節制而動；管10為黏膠液分散管。木撐11與木撐6相接，見第



第50圖 Courtial P's 紡機





第 51 圖 Courtauld's 紡機

49 與 50 圖，以支持木架中之 12, 13, 14, 15 諸木片。木片 13 穿有小孔，使黏膠液可以通過。黏膠液經唧筒 16，至過濾器 17，見第 50 圖，乃通過 31 與 32 兩管，達錠子 19 之有孔木片，然後經毛細管 35 之口 20，投入凝結槽 2。錠子 19，由於螺旋 21 與螺旋輪 22 而旋轉。螺旋輪 22 上，裝一摩擦皮帶盤 26。唧筒 16 工作時，螺旋輪 20 必處於與螺旋 9 相聯動之位置。自分散器 10 所流出之黏膠液，經溝道

28 與 25, 見第 50 圖。至唧筒 16, 被壓經過小孔 30, 過濾器 17, 溝道 31 與 32, 乃達穿孔錠子 11 之內部。

第 49 圖, 乃示錠子 19 置於架上之法, 並表明全部機械之簡單裝置。其各部另件, 均可用手拆除。接連, 或更換, 當機械停止工作時, 錠子 19, 毛細管及支撐架所佔之地位, 以虛線示之。惟聯動機之組織, 使水唧筒 16, 於錠子及毛細管位於虛線所示之時, 仍須繼續工作, 則黏膠液於未成絲前, 所含之空氣, 均被壓出矣。

## 第 十 二 章

### 損失之挽回及其廢物之利用

人造絲精紡(Spinning)時,常因活塞(Valve)之漏洩,玻管之破裂,橡皮管之損壞,分散器(Distributor)之打碎,致有溶液流出,成爲廢物。此種意外損失,實不可免,宜先多備玻管等,以防萬一。

此外捲絲(Winding)部之損失,亦有如下三種:

- (1)因連接斷絲而損失者。
- (2)爲損壞滾筒所切斷而損失者。
- (3)爲具油漬而損失者。

至於撚絲(Twisting)所損失者,爲量甚微。

茲舉百分數表如次,則各部之損失量,當益顯明。惟今者方法改進,損失量亦漸減低矣;

捲絲所損失者	5 %
爲滾筒切斷所損失者	4 %
油漬所損失者	4 %
撚絲所損失者	<u>2 %</u>
共計	15 %
精紡所損失者	18 %
適合支數之上等絲(120-180支)	59 %
不合支數者	<u>8 %</u>
	100 %

如欲停紡，須即將毛細管，自硫酸槽 D（見第 14 圖）取出，其連於分散器之橡皮管，與分散器連於 i 玻注管之橡皮管，亦須同時脫去，以免絲溶液之損失也。停機後 各毛細管口 N，（見第 15 圖）覆以 5 mm. 之橡皮套，使不致閉塞。當再紡時，先去其橡皮套，乃重啓 i 玻注管，毛細管置於硫酸槽內，則溶液因壓力漸次經毛細管，浮於硫酸槽面，成爲紗狀。如機停時，不用橡皮套，而投毛細管於水槽中，亦損失少許絲溶液。機械之停止，有損時間。若以停機一刻鐘而言，則分散器每小時原可平均產 27 gm. 者，即

因時間停頓而損失者，爲

$$\frac{27}{4} \text{ g.} \times \text{所有分散器之總數量。}$$

故各製造廠之機器，宜繼續工作，日夜不息。工人，可用二班或三班更替，每人工作十二小時或八小時。如以三班工人更替，尤爲適宜。則工人有充分之精力，不致因精神萎靡，而害及所製人造絲之品質。

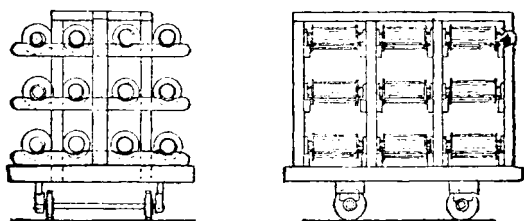
初製人造絲時，耗費物之百分數甚高，無法利用。1909年，因商業上之競爭，每kg人造絲之價值，減低15法郎。於是每kg值數法郎之耗費物，對於成本之影響，更益顯明。筒管(Bobbin)所切斷之廢絲，雖可製舞臺上所用之假鬚，與兒童玩物，但所得之值無幾。至每kg之亂絲，亦僅可售得數法郎耳。故有自行將亂絲重行整理，捲於筒管，染以深色，作爲二等人造絲出售者。但今最優之人造絲，其每kg之成本與賣價，相差不過二三法郎。於是各廠，一方改良方法，以減少二三等人造絲之產量；一方又研求耗費物之應用。如以纖維素溶液與各色Filaments相混合，可得裝飾用薄皮，若紡成粗絲，則可製披肩與童帽也。故其廢物之出路，漸見其推廣。絲價之成本，得因以減輕也。

## 第十三章

### 絲及毛細管之洗淨

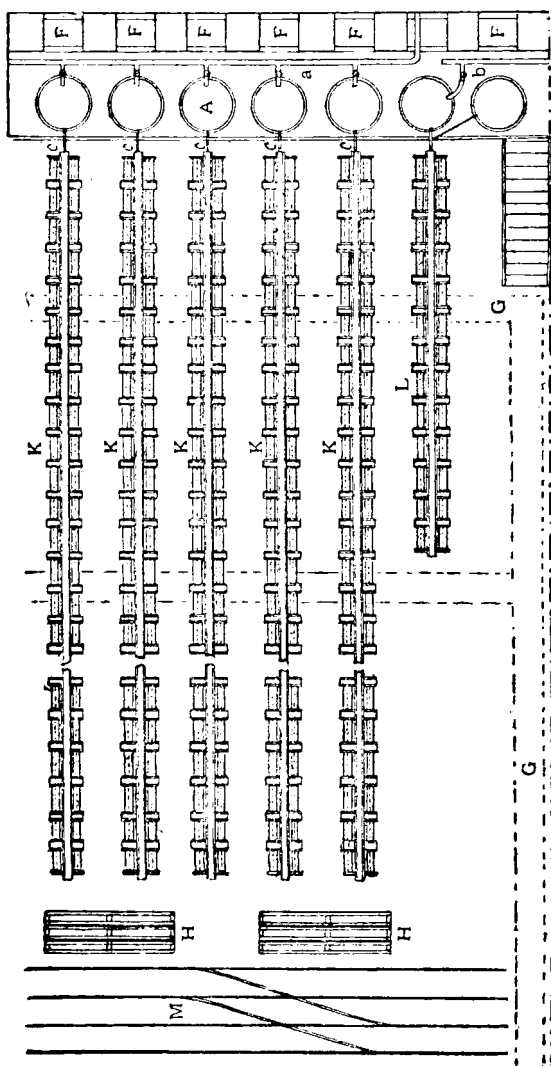
#### 一、絲之洗滌

將滿撚人造絲之筒管，裝於筒管車上，見第 52 圖，輸送至洗滌部。筒管均排列於木架上，以稀醋酸或甲酸與鉍之稀混合液洗滌之，約六小時。



第 52 圖 筒管車

當筒管車(第 52 圖)裝滿後，由第 53 圖 M 鐵軌運送，安置於 H 桌上，復由工人放於木架之格子中，見後第 54, 55 與 56 圖。第 54 圖示筒管架之高度，第 55 圖示筒管架



第 55 圖

一部份之放大圖。

第56圖爲筒管架，  
末端之放大形。至

第53圖爲洗滌部全部之器械安排圖。

右邊有五石桶A，中盛洗絲溶液。第

53與54圖中，C爲彎形玻管，導液體

於其二支管(第56圖)，二支管C之

等距離間，有D橡皮製支管(第55圖

與56圖)。各管之末端，均裝有小注

射管，浸於假象牙之小溝e中。A桶

(第54圖)之溶液，因上諸管之組織，

達小溝e，每一直排之筒管，有一小

溝。自小溝諸孔中流下之溶液，滴於

各排筒管I上之絲；此處分爲二流，

每流通過筒管I之半圓周後，即滴於

筒管上。於是筒管得行洗淨。約六小

時後，乃自木架上取下，置於短木架

L上(第53圖)，以肥皂液洗之。如是，

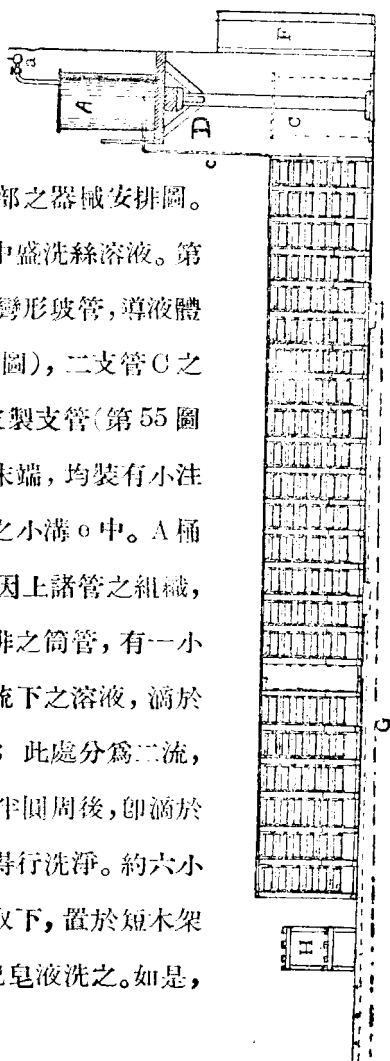
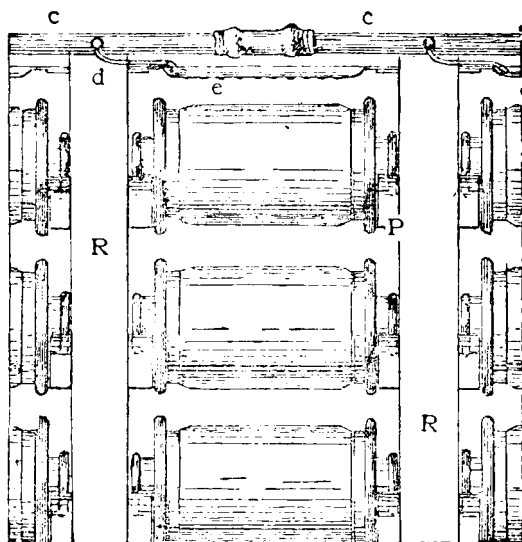


圖 56





第 55 圖 筒管架之放大圖

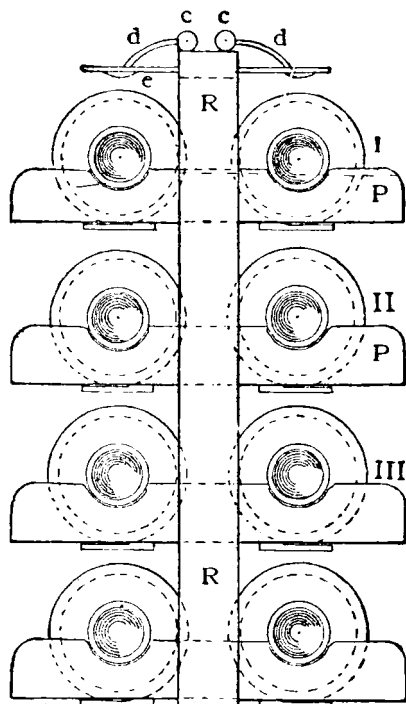
每平排之筒管K，次第移於上一格，則最低層空出矣，可以自紡機新取下未經洗滌之新筒管補充之。

洗滌人造絲之溶液，可於D下之石桶C中，盛以 36 kg. 鉍液與 36 kg. 80% 醋酸；此混合液用水稀釋至滿桶。由C桶分取  $1/2$  L. 之溶液傾於各A桶，該桶即以 a 管之水充滿之。A 桶之溶液約於一小時流空，故計算C桶溶液乾涸之期甚易。設C桶之容量為 1250 liter，而用於A

桶，每小時為 5 l.，  
則 C 桶溶液之乾涸  
期，為

$$1250 \div 5 = 250 \text{ 小時}$$

今者所用之溶  
液，為 36kg. 之甲酸  
盛於 C 桶（第 54  
圖），以水沖滿之。  
乃移該溶液 3 l.，盛  
於 A 桶（第 53 與 54  
圖），以水沖滿。至  
其洗滌是否完全，  
可以 15g. 氯化鋇溶  
於 1 l. 水中之溶液



第 56 圖 筒管架末端之放大形

試之。即加最後洗滌筒管之水數滴，若絲已洗淨，則仍為  
清澄溶液，否則有硫酸鋇沈澱矣。

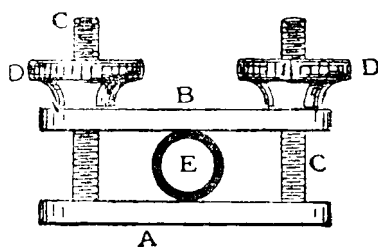
洗滌人造絲之用水，必須純潔。其純潔法有二：一為  
天然過濾。一為人工過濾。天然過濾之較完善者，須於大

過濾而上徐徐行之，成本甚昂。人工之過濾。適用於平日之需求。如濾巨量之水，過濾器有時為水中雜質所集，則其過濾甚慢。

凡洗濯與製配各種溶液之水，須不含有鐵分與石灰質，則所得之絲，具有光澤。工廠中有時不得已而用含有碳酸鈣或鐵分之水，則所得之絲，必無光彩，因以降低售價，必致虧本。

選擇人造絲製造廠之廠基時，須將附近之水質，詳細分析，庶幾以純潔之水，造成品質優良之人造絲也。

當人造絲筒管洗滌六小時後，置於L短架(第53圖)上，於肥皂水中洗滌二三分鐘，然後通過F，F至烘乾室。B桶內盛以5 kg，馬賽肥皂與1250 l.之 $50^{\circ}\text{C}$ 之溫水。以b管輸送之。另加鉍水4 liters 與硼酸少許，以長竹桿拌和。混合液之溫度，須保持為 $50^{\circ}\text{C}$ .；際此高溫。纖維素槽，可換



第57圖 橡皮管夾

以木製或玻璃製者。橡皮注口，須換以鐵夾，如第 57 圖，E 爲 A 夾與 B 夾間之橡皮管。肥皂液流動之速度，可以 A 夾，B 夾，C 螺旋與 D 螺旋圈調節之。肥皂洗滌後，絲質柔軟而光滑，又易於捲撚；捲併時，出產量可增加百分之五十。至存於絲之肥皂，可於搖絞時洗去之。

## 二、毛細管之洗淨

毛細管爲玻璃所製，形如第 58 圖，其孔之直徑爲 0.1-0.2 mm。各毛細管口，必須以顯微鏡，決定其孔之大小是否適用。吹玻璃匠按第

58 圖之虛線，分之爲



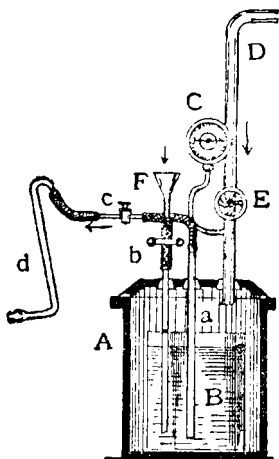
二。然後於 K 之末端，

第 58 圖 製毛細管之玻璃管

接以長玻璃管如第 15 圖 K，K 之彎轉。I 點吹一圓泡，乃以橡皮管接毛細管於分散器。至於毛細管之 M 端，鑲以 N 小圓片，以利絲之流出；此種圓片須平行，否則溶液之流動必不平均，而絲易於折斷。

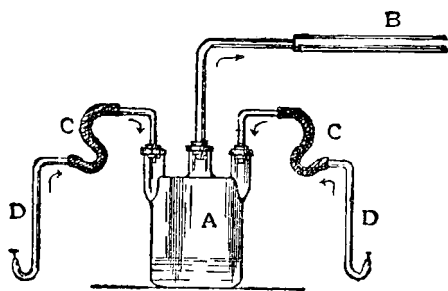
有時因溶液或過濾不完備，致將毛細管閉塞，宜即取出洗淨。蓋極微細之粉末或雜質，皆可使直徑 0.2 mm 之毛細管口閉塞。有時雜質通過 K，K 稍寬處後，至毛細管

之M部份即行阻滯，則必須使其退回至I端。閉塞之毛細管自分散器取出後，即以新者代之。替換時i玻璃注管(第15圖)暫行閉住，然後將閉塞之毛細管送至洗滌部，其所用機械爲一B管(第59圖a)，置於密封之A金屬缸內，B器盛有一分P器中之硫酸與水二分。此混合液由F漏斗傾入。用約 $1\frac{1}{2}$ 氣壓之壓力空氣(以氣壓表計算之)施之於B之液面，則液體由a管上升至c玻璃注管，接於c注管



第 59 圖 a

之一端者，爲橡皮管，閉塞毛細管之小端，接於該處，以洗淨之。當c注管開啓時，壓力空氣施



第 59 圖 b.  
閉塞毛細管之洗滌器

用於液面，或能使毛細管汙塞之雜物，自其寬部而出；如是猶不能使雜質除去，則D毛細管(第59圖b)之另一端，可用C橡皮管接於A瓶，用唧筒接於B管，使A瓶成爲真空，則溶液由毛細管吸至A瓶，乃激動毛細管於熱水中，以完成洗淨手續。毛細管乾燥後復可供用。二三工人於十小時內可用上法洗淨200-300個閉塞之毛細管。

## 第十四章

### 烘乾與潤溼

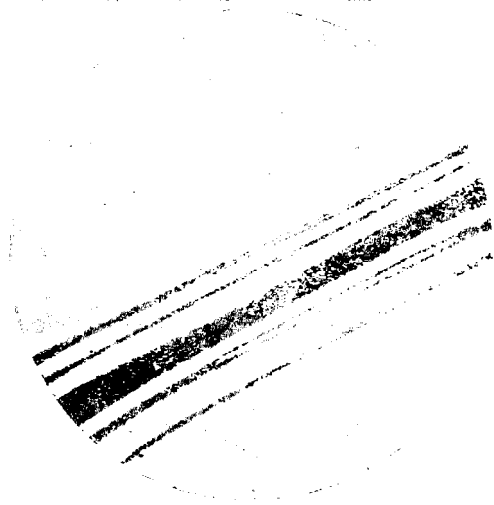
當洗滌完成時，將所有絲筒管，運送至烘乾室。於 $40^{\circ}\text{C}$ 之流動空氣中，約15-20小時，使其完全乾燥。每烘乾室約可排列6000筒管；每一筒管，平均約有27g. 人造絲。空氣之流動，可增大受熱之面積，乃得促進絲之乾燥；惟溫度不可超過 $60^{\circ}\text{C}$ 。如加熱至 $90^{\circ}\text{C}$ 時，絲即發生紅棕色斑點，乃存有少許銅素所致，且可蒸發。但此種觀察，似不準確，因銅素之蒸發，溫度尚須加高也。

熱力對於纖維素，織物，與紙之作用，極為普通。如取紙或布一塊，於空氣中烘乾，較之於高熱之室內烘乾者，必為堅韌。高溫度時，人造絲常呈黃色，故其烘乾時之溫度，宜注意及之。

最初之烘乾，即人造絲尚為糊狀時，必須漸漸行之。

及經過初次之烘乾後，人造絲可浸於水中數次，或洗滌數小時，絲雖膨漲而失去一部份之韌力，決不回其糊狀形。於第二與第三次洗滌後，人造絲於同溫度內，可較初次洗滌後，烘乾迅速。

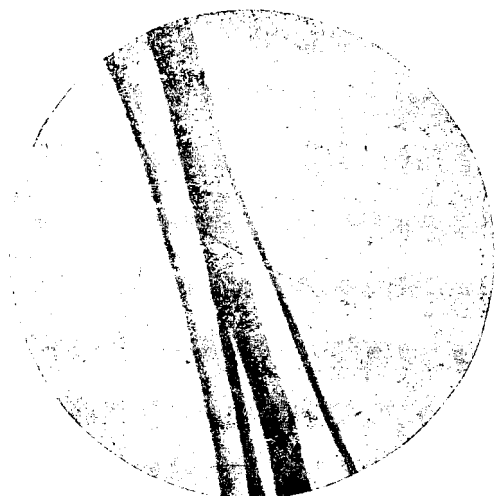
第60圖爲銅鉸法人造絲未經捲撚時之放大形。絲爲



第60圖 銅鉸絲未經捲撚時之放大形

160支，於捲絲時所攝者。第61圖，亦爲銅鉸絲之顯微鏡放大形，爲用硫酸所洗滌者；其浸於水中，約一小時。絲含有水分，長度因之縮短，直徑增加60%，而其韌力失去三分之二。





第 61 圖 銅鉸絲之放大形

有時絲因洗滌法之不當，烘乾後發現綠點。人造絲筒管之在上層者，其烘乾較在下層者為迅速。因節省時間與熱力，可使用水蒸氣。烘燥之絲筒管，自上而下除卸；添補之絲筒管，由下而上。室內不可使其全冷，最好於室之二端，各設一門，烘乾之絲筒管，由一門輸出，自紡絲室送來之絲筒管，則由另一門運入。筒管上之絲，不可與他種物件接觸，即手亦不宜觸之，以免染有斑點。如欲於玻璃筒管，除去其污絲，可用刀割去之。

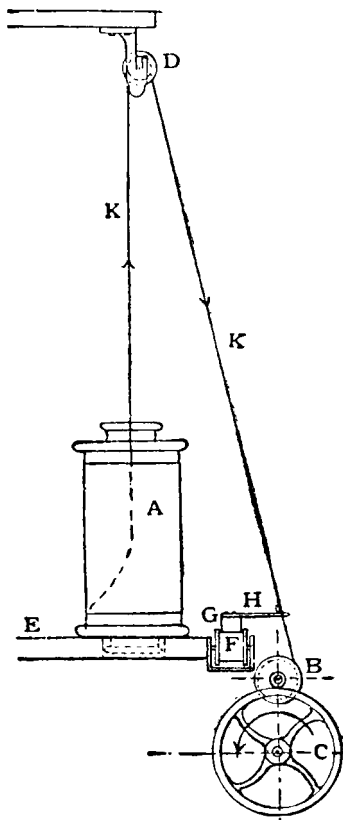
待絲完全烘乾後，取出筒管，存於另一溼空氣室內，使其潤溼，約四五小時。如是則易於捲撚也。潤溼之裝設，法有多種。人工之潤溼，常為四周之大氣所影響，因空氣中所含水氣之成分而變遷。其組織較優者，將筒管置於7 ft. 3 in.高之磚室，內有傾斜之水泥地面，於必要時，冷水可於重疊筒管間通過。其窗之設備，須使空氣流通，按外界之溫度，以調節之。至人造絲是否已含有充分之水分，有經驗之工人，當手觸筒管，即能決定也。

## 第十五章

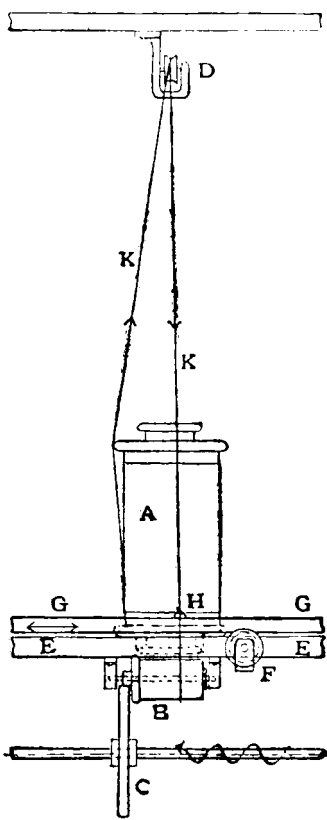
### 捲併，撚合，搖絞及支數之規定

人造絲之捲併，係將精紡機製成之二根以上單絲合併而整齊之。大玻璃筒管 A，見第 62 與 63 圖，雖適用於紡絲，但對於撚合時，不甚適宜。故筒管 A 之絲，必捲併於 B 小筒管上，以備撚合之用。至併絲機之組織如次：木桌 E 上，分列 A，A 筒管。K 絲通過安置於棟梁上之木製導絲皮帶盤 D。H 導絲鉤，裝於 G 棒；G 棒為反摩擦羅拉 F 所轉動，於 B 筒管前左右移動，則絲均勻纏於 B 筒管上。B 筒管因與 C 輪相摩擦而轉動；C 輪置於錠子上，其旋轉方向，以矢形示之。B 筒管之放大形，見第 64 圖。

玻璃筒管 A，(第 63 圖)可以棟梁支持之木撐，懸於 D 點。玻璃筒管排列於 B 筒管垂直之上，則併絲較易，而絲除少拖曳外，因筒管自身之重量，而有引出之傾向。併絲



第 62 圖 捲併機

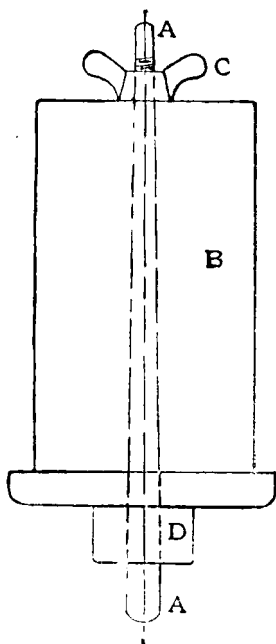


第 63 圖 捲併機

者採用此種機器，產量增加，少有損傷者。

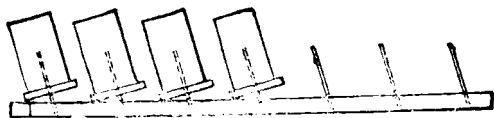
當 B 筒管滿纏絲時，乃置於筒管板上，見第 65 與 66

圖，而後輸送至捻絲部。所謂捻絲者，乃將併合之三支，三支，四支等單絲捻合，便成一支也。每筒管板，普通可放筒管二十一個。如先秤得二十一個空筒管與筒管板之重量，則及其絲滿後，再放於板上，復秤其重，即得人造絲之純量。至捻絲機為併絲機中之木筒管B，見第67與68圖，置於錠子A上；錠子A與D皮帶盤之C帶相摩擦而轉動。捻合之絲，轉捲於另一木筒管F上；木筒管F與滾筒E相

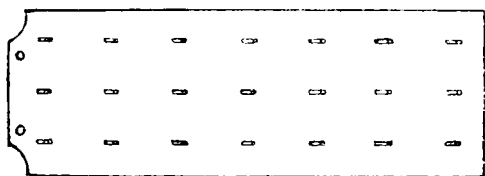


第 64 圖 筒管之放大形

接觸而轉動。絲離筒管 B 後，通過 H 固定導絲鈎，復經第

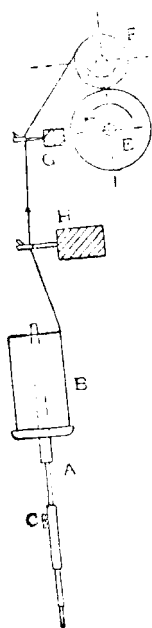


第 65 圖



第 66 圖

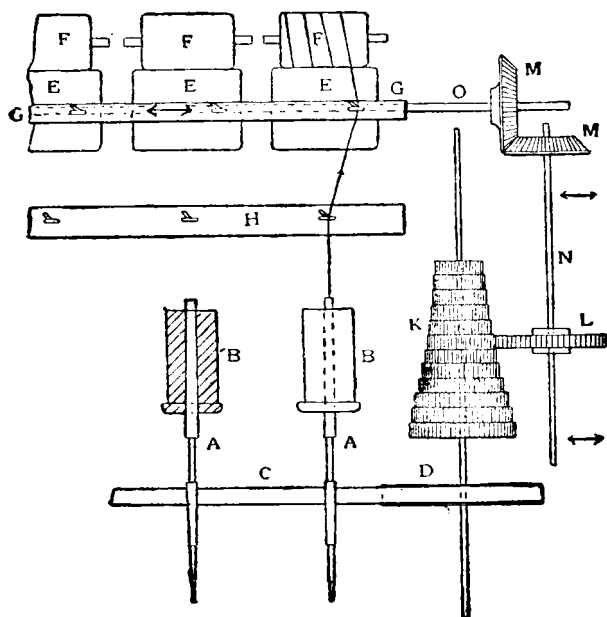
二導絲鈎 G；G 於筒管 F 邊前後轉動。滾筒 E 安置於杆子 O 上；設有皮帶盤 D 之杆子，為 K，L 諸輪，杆子 N，及斜輪所轉動，於是杆子 O 亦得旋動。如沿杆子 O 之斜輪 M 頂部旋動，則 L 輪與 K 之諸輪均可聯動。如是滾筒 E 之旋轉速度，可以變遷。



第 67 圖 撚絲機

搖絞者，係將人造絲分為漢克。其所用機器，與天然絲同，見第 69 圖。至人造絲分為漢克後，可以稀乙酸（1 分酸，以 500 分水沖淡）洗之。新法有以稀乙二酸液（200 g. 酸，溶於 500 l. 水）洗之

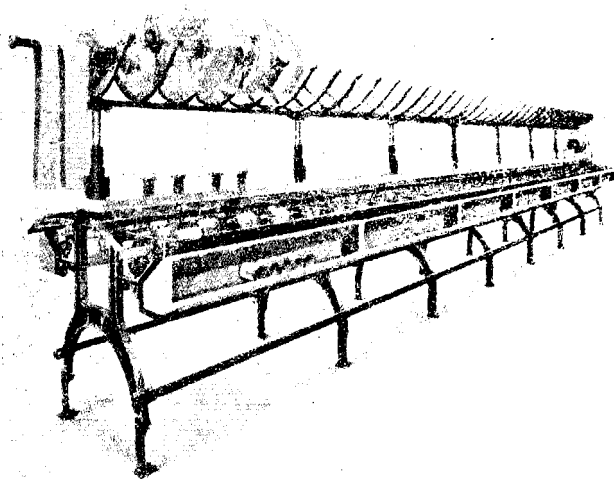
者，可得較白之絲。烘乾後掛於木釘上，而後加以整理，去結與其毛面。然後包裝待售。



第 68 圖 撚絲機

至人造絲之支數，爲其長度與一定重量間之關係，所以示絲之細度。可以天然絲支數規定法定之。天然絲長度之單位，法國定爲 400 elles 或 476 meters；而此長度之重量，以 denier 示之者，即爲其支數 ( $1 \text{ denier} = 0.0532\text{g}$ )。

即絲之支數，乃其 400 elles 或 476 meters 除重量以 denier 表明者。(1 denier = 0.0532 g. 或 0.000875 oz., 則每 oz. 爲  $533\frac{1}{3}$  deniers; 或每 lb. 爲 8533 deniers.)。



第 69 圖 漢克機



## 第十六章

### 人造絲與天然絲性質之區別

人造絲與天然絲均有金屬光澤；但人造絲之光亮較諸天然者爲優，前者係扁平形，故其反光面積，較大於圓柱形之天然絲。然其色澤，依種類而異；硝基絲有耀光，銅鉍絲似玻璃，黏膠絲則似蠟，如浸於硫酸及碘液，則呈藍色，此係纖維素之特性；利用其色澤深淺之不同，尙可區別其種類；即該試藥遇硝基絲溶而呈紫色，銅鉍絲呈淡藍色，醋酸絲呈黃色，黏膠絲則呈深藍色。植物纖維素遇銅鉍溶液，初漸膨漲，次即溶解。由硝基纖維素製成之絲，加硫酸及二苯胺變藍色，鎳之鉍溶液，可溶化天然絲，但於人造絲則無作用。

人造絲與天然絲在成分上，極不相同。蓋人造絲之成分，全係纖維素及膠質，而天然絲係 75% Fibroin 與 25%

Sericine 二種蛋白質所組成。Fibroin 含有氨基，故知其為氨基化物。Sericine 圍於 Fibroin 之上，故生絲無光澤，宜經去膠手續，方為有光澤而柔輭之熟絲。於是發明家有擬從事製造一與 Fibroin 相似之物質，以為人造絲，俾與天然絲相比美。

*R. Baumann* 及 *G. Diesser* 氏乃溶 100 g. 蛋白質於 99 gms. 濃甲酸，加 0.1 g. 甘油，以濃甲酸沖淡，任其蒸發，得黏而透明之薄膜；用此溶液，或能紡之成絲。兩氏又謂如用動物之腸或富有 Fibroin 之蛋白質，以為薄膜者，可先加少量甲酸使之膨脹，次加多量甲酸俾其完全溶化，或亦可製成絲也。

人造絲之外部，可用 Fibroin 或 Lanegenic Acid 所製成之洋漆塗之，使有天然絲之形式。該物係由天然之廢絲或絨溶於鹼中而得。

*Hassak* 研究天然絲及各種人造絲之比重，列表如次：

天然絲	1.36
Chardonnet 人造絲	1.52
Fismes 人造絲	1.52
Walston 人造絲	1.53
Glanzstoff 人造絲	1.50
Glattbrugg 人造絲	1.51

氏又於 110-115°C 間，測定各種絲類所含之水分如下：

天然絲	8.71% 水分
Chardonnet 人造絲	11.11% ”
Fismis 人造絲	10.92% ”
Walston 人造絲	11.32% ”
Glattbrugg 人造絲	10.45% ”
Glanzstoff 人造絲	9.20% ”

人造絲無彈性，而天然絲則否。後者有響亮之柔聲，前者則無此特點。如浸於酒石酸，尚可挽救此弊也。

天然絲遇汗，易朽敗而呈黃色。但人造絲則仍能保持其白色。

至天然絲與各種人造絲之厚薄，Massot 氏測定如次：

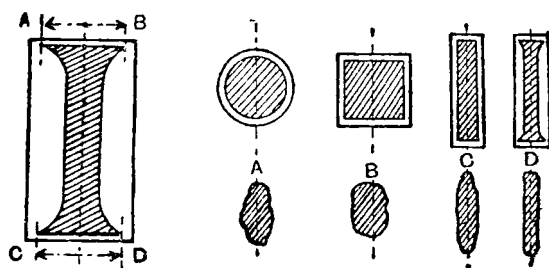
	於空氣中	於洋蜜中
天然絲	15.0 $\mu$	—
Chardonnet 人造絲	28.8 $\mu$	29.4 $\mu$
Glattbrugg 人造絲	35.4 $\mu$	31.4 $\mu$
Glanzstoff 人造絲	29.5 $\mu$	28.8 $\mu$
黏膠絲	30.51 $\mu$	35.45 $\mu$

希臘字母  $\mu$  代表顯微鏡之測量單位，名爲“Micron”或“Micromillimètre,” 等於 0.001 mm.。例如上表 28.8 $\mu$ ，即等於  $28.8 \times 0.001$  或 0.0288mm.。

人造絲置於水中，其直徑可增加四分之一至三分之一，至其耐水力，則不及天然絲。

*Thiele* 博士以無數極細纖維素所製成之絲，韌力較強。*J. Foltzer* 氏亦從事製韌力較強之人造絲，其法乃不用圓口之毛細管，而以長方孔者代之。所成之細纖維素絲，爲帶形，其燃絲之分支及強度，與用同量之圓筒形纖維素細絲所燃得者相等；惟長方形佔有較大之地位，故其絲稍厚，宜於織物。但製長方形之絲，則有許多難題之發生。具有長方孔之毛細管，既不易構成，而於酸液槽中所沈澱之

絲，於顯微鏡窺之，全似蛋形。此因纖維素於沈澱及除銅時緊縮而發生。如欲製長方形絲，必須用凹孔之毛細管，見 70 圖，其兩端 A B 與 C D 之凹度，宜加以計算，俾沈澱及除銅時，纖維素之緊縮，適成一長方形。如第 71 圖，上



第 70 圖

第 71 圖

排爲毛細管口之形式，分 A, B, C, D, 四種，而下排爲纖維素液經各該口因沈澱及除銅而緊縮後之形狀。故欲製長方形絲，須採用 D 式之毛細管。

人造絲着火時，有火焰而無惡臭，除有灰分外，並無渣滓。其所生之氣體，遇藍試紙呈酸性反應。至天然絲不易着火而生煙，有惡臭之氣味發生，其所生之氣體，遇紅試紙呈鹼性反應，且有燒焦之渣滓。

人造絲須藏於乾燥而通空氣之處；但最奇者爲已藏

---

於雜貨店數月後之人造絲，較之初紡成者爲有光澤；此或係纖維素尙剩有化學品之作用，或爲發酵作用所致。

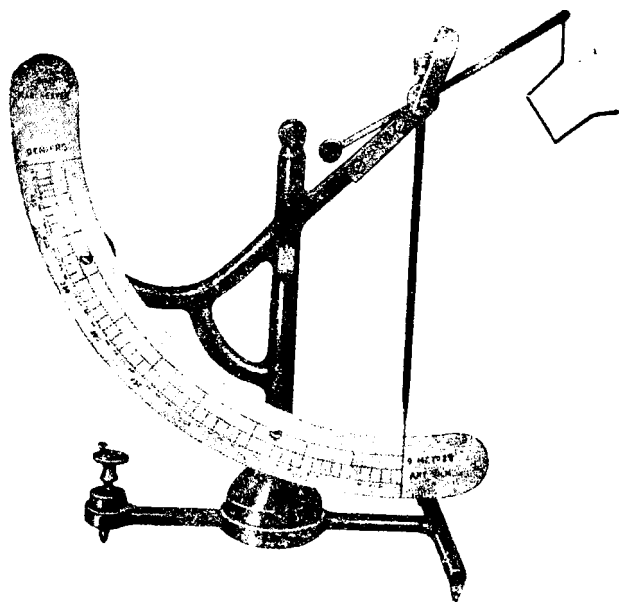
## 第十七章

### 人造絲之強弱檢定

人造絲之強弱檢定，通常分支數，(Titre) 強伸度 (Tensile Strength and Elongation) 及撚度 (Twist testing) 等數種；茲分述如次：

支數之測定 以一定長之人造絲，掛於第 72 圖所示象限秤 (Quadrant balance) 之鈎上，即可直接記出，其一定長絲重之 denier 數。通常所用之絲長為 9 meters，其量度自 0-500 deniers。由此即可得絲之支數也。

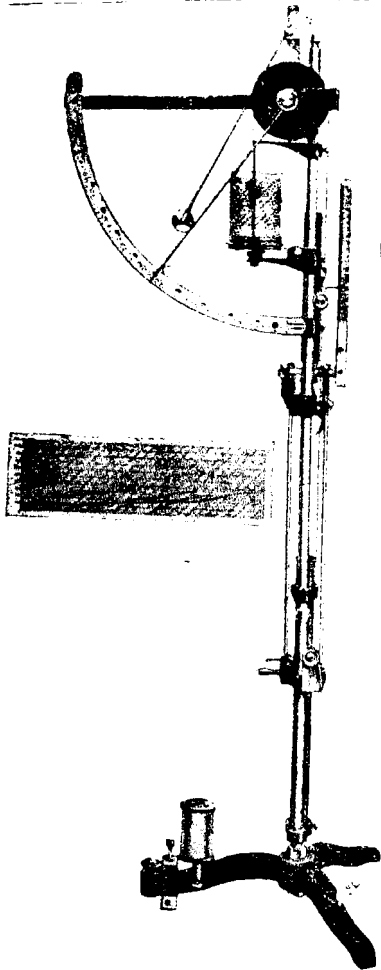
強伸度之測定 第 73 與 74 圖所示者，為試驗人造絲強伸度之用器。均甚簡單，前者為用手操作者，而後者為電動機所動作者。二者均裝有 drum，上有各種試驗 Stress-strain 之固定記錄圖。當絲斷時，強度為 dial plate 所示，其伸度則顯於左邊之伸長表中。



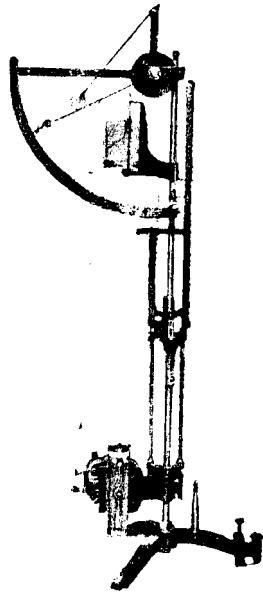
第 72 圖 象 限 秤

撚度之測定 第 75 圖所示者為測定人造絲撚回數之用機。試時先將 dial 旋至 0，絲之一端於 Revolving grip，另一端通過 Sliding grip，置於導絲滑輪，於牽引槓桿。乃轉動其手輪，則絲之變動，可自透鏡視之。dial 有百分數之指示數，回轉之單位，標示於 Head Stock。

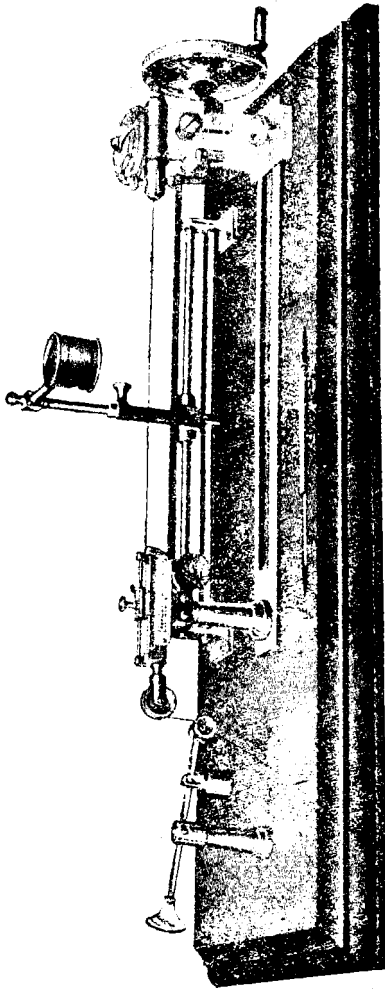




第 73 圖 強伸度測驗機



第 74 圖  
強伸度測驗機



第 75 圖 纖維度試驗機

## 第 十 八 章

### 人 造 絲 廠 之 設 計

#### 一、廠基之選擇

建設人造絲廠，須先將各種方法，詳加研究，擇其最優者而從事採用。

工廠須擇一對於市場能佔有良好之位置及工人易於招致之處。

且廠須近於水流之地，所有之水，又不可含石灰質與其他雜物；水流全年須無污穢及乾涸之弊。

#### 二、設廠通論

每日產絲額，設定 350 kgs.；每分散器每小時出 27 gms.。如紡絲，洗滌及烘乾各部，工作日夜不息；捲絲，撚絲等部，每日工作十一小時。則人員之分配，應需機械以及一切設備，有如次述：

---

一、人員之分配：

經理一人

化學技師一人

副經理一人

會計一人

書記四人

監察一人

製備及漂白部：

洗機器工人二名

管鍋爐工人二名

開機器工人一名

管離心機工人二名

管電機工人一名

準備氧化銅及棉花之溶解與過濾：

工頭一名

工人二名

精紡部：

工頭一名

工人一八〇名，分爲三班。(如分爲二班，可用一二〇人。)

洗滌部及鹼化部：

工人三〇名，分爲三班。(如分爲二班，可用二〇人。)

烘乾部：

工人十五名，分爲三班。(如分爲二班，可用十人。)

捲絲部：

工人一〇五名

童工三五名

撚絲，搖絲，分支，洗滌，漢克，及包裝部：

女工八〇名

製造氨氣工人三名

管冰結機及壓力唧筒工人二名

洗滌及烘乾漢克工人二名

木工機械匠六名

茶房五名

管門人役二名（更換）

生火工人二名

機械匠二名

電氣匠一名

吹玻璃器工人二名

木匠一名

## 二、機械及其所需之馬力(H. P.):

壓力唧筒二只	八匹馬力
冰結機(Freezing Machine)一具	三〇 ”
抽水筒二只	一〇 ”
混合器二具	六 ”
洗滌機三具	七 ”
離心機二具	一〇 ”
電機一具	八 ”
精紡機六具	一五 ”
捲絲機八具	一六 ”
撚絲機四具	一三 ”
電力紡車四具	四 ”

精紡部用之流通器四具	}	一五匹馬力
烘乾部用之流通器五具		
潤溼機一具		
機械匠室(Mechanics' & Joiners' Shops)		八匹馬力
		總計 一五〇匹馬力

如用苛性鈉或苛性鉀爲沈澱劑，則精紡部之流通器須加倍；而馬力亦倍增。

其增加馬力，所以去沈澱盆中之分離氨氣，可直接導入水中，將其收回。

### 三、電燈：

#### 十六支燭光燈數

精紡部	120
洗滌，烘乾及潤溼部	50
捲絲部	70
撚絲 搖絲，分支，洗淨漢克及包裝部	100
製備及漂白部	30
混合及過濾部	10
製造氨氣部	8

機械匠室	10
洗滌漢克機,電機,抽氣及抽水唧筒,冰結機	15
儲硫酸桶室	3
辦公室,儲藏室等	80

---

總計 496

#### 四、全廠面積：

精紡及洗滌部	11800 sq. ft.
乾燥部	4300 ”
潤溼部	3800 ”
捲絲部	8000 ”
撚絲,搖絲,洗淨漢克,及包裝部	1600 ”
製備及漂白部	6800 ”
混合及過濾部	6800 ”
製造氨氣部	2700 ”
機械匠室	2700 ”
洗滌漢克機,電機,抽氣及抽水唧筒,冰結機。	
	4300 ”
儲硫酸桶室	860 ”



發動機,鍋爐,及蓄儲器室	7600 sqft
辦公室及實驗室	1600 "
廚房,飯堂,着衣室,車間	13000 "
宿舍	550 "
總計 90910 方尺	

### 三、銅鉍絲廠之設計

每日產絲額設定為 100 kg., 即每月出產 2500 kg., 其動力全廠為 50-60 匹馬力, 則其每月支出如次:

#### 原料支出:

溶劑(銅鉍液)	2150 元
棉纖維	394 元
凝結,除銅及洗滌諸槽	778 元
電動力,電燈,及烘乾所用之煤	403 元
油及肥皂	37 元
毛細管,筒管等	50 元

#### 經常費:

火險	12 元
工作事變	16 元

各種捐費	28 元
雜用	57 元
薪工	<u>1190 元</u>
	5115 元
應扣去之副產品利益：	
收回銅素	131 元
硫酸銨	142 元
直接收回之氮	380 元
人造絲之副品：	
初級	28 元
次級	<u>4 元</u>
	<u>685 元</u>
	4430 元

則每 kg. 之人造絲，純本爲  $\frac{4430}{2500} = 1.77$  元

至每日出產 100 kg. 之人造絲，其一切器械設備，至少須四萬元，以最低人造絲之市價再減少百分之十計算，每年可獲盈餘一萬八千元。今將其器械設備，分列如次：

原動室設備 700 元

---

電燈設備	600 元
電氣設備	2,440 元
皮帶盤及調帶	670 元
化學藥品	3,140 元
管子,開關等件	2,440 元
Frigorific Apparatus	1,390 元
大小唧筒	1,134 元
精紡機	3,566 元
洗滌機及水槽	1,448 元
捲絲機	900 元
撚絲機	1,836 元
搖絲機	1,410 元
烘乾機	1,600 元
收回副產品器	2,600 元
製玻璃器室設備	3,424 元
修理室及試驗室設備	1,938 元
筒管輸運車	1,040 元
桶,唧筒,及流通器	5,156 元
雜用	2,608 元
總計	40,000 元

## 四、硝基絲廠之設計

設每日出絲 500kg., 而每年以三百日計算, 則可出產 150,000 kg., 之絲。其設備須費洋二十萬另二千五百元, 所有一切細目, 可於下表參觀之。如再增設備費七萬元, 其出產或可加倍。今將其工廠設備, 分述如次:

## 固定資本:

廠基及廠房	40,000 元
原動機及鍋爐	15,000 元
電氣設備	7,000 元
混合酸液室設備	5,600 元
潤溼室設備	900 元
壓榨及蓄儲室設備	4,000 元
棉花洗滌機室設備	3,000 元
離心機室設備	900 元
火棉膠之製造及過濾之設備	16,000 元
精紡機	12,000 元
撚絲機	10,000 元
漢克洗淨機	400 元

加光機	900 元
緊壓唧筒室之設備	5,000 元
除硝作用之設備	2,000 元
烘乾室設備	1,200 元
溶劑室設備	800 元
皮帶盤及輸運機	3,300 元
流通器	1,500 元
輸運起動通氣及抽氣用之電氣馬達	9,000 元
燃燒設備	6,000 元
水之分配用費	6,000 元
雜費	2,000 元
流動資本：	<u>50,000 元</u>
總計	202,500 元

至每 kgs. 硝基絲之成本如次：

原料	1.76 元
工資	0.58 元
雜費	<u>0.37 元</u>
	2.71 元

但有人用本法，採取最新式之機械，將副產物收回，可將硝基絲成本每 kg. 減低至一元四角。德人 *Johannes Schlein à Beuel* 氏，以乙醇及苯，當作溶劑，則其成本，減低一半。

#### 五、黏膠絲之成本概計

每 kg. 之黏膠絲，其成本約如次：

原料	0.48 元
工資及處理費	0.64 元
雜費	<u>0.53 元</u>
	1.65 元

### 六、醋酸絲廠之組織

